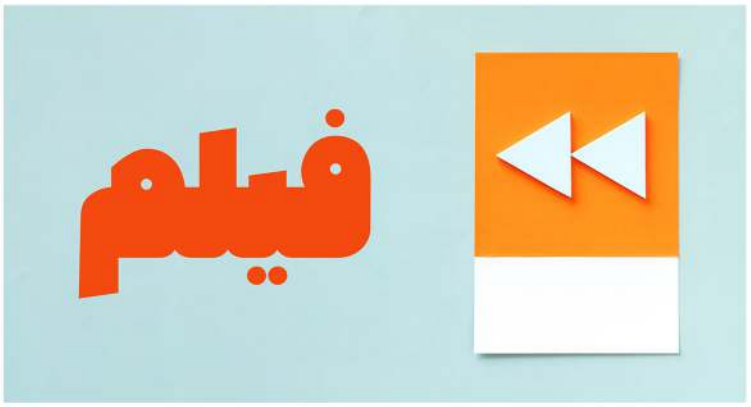
آزمون

کارنامه
رتبه های
برتر
رتبه های ۱ تا ۳۰۰۰

جزوه


فیلم

مشاوره

www.
arefonline.ir
مرکز مشاوره عارف

بانک تست کنکور نظام جدید

۹۸ تا خارج از کشور ۴۰۴

WWW.ArefOnline.ir

فصل ۱: حرکت در راستای خط راست

شناخت حرکت ۱
تندی و سرعت متوسط ۱
شتاب متوسط و لحظه‌ای ۱
نمودار x-t ۱
استفاده از مکان در لحظات مختلف و تحلیل نمودار ۱
محاسبهٔ سرعت و تندی در نمودار مکان-زمان ۲
نمودار v-t ۲
استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار ۲
محاسبهٔ شتاب در نمودار سرعت-زمان ۵
حرکت با سرعت ثابت ۵
معادلهٔ حرکت ۵
نمودارها ۵
مقایسهٔ چند حرکت و سرعت نسبی ۶
حرکت با شتاب ثابت ۷
مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست ۷
نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت ۸
نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت ۱۳
سطح زیر نمودار v-t ۱۵
سطح زیر نمودار a-t و رسم نمودار از روی نمودار ۱۸
توقف - مقایسهٔ جابه‌جایی و مسافت ۲۰
ترکیب معادلات - بازه‌های مختلف ۲۰
t ثانیهٔ nام و آخر - بازه های زمانی برابر ۲۱
حرکت شامل چند بخش ۲۱
مقایسهٔ چند حرکت و شتاب نسبی ۲۲

فصل ۲: دینامیک و حرکت دایره‌ای

قوانین حرکت نیوتون ۲۴
قانون دوم نیوتون ۲۴

قانون سوم نیوتون ۲۴
نیروهای خاص ۲۵
نیروی مقاومت شاره ۲۵
مسائل مربوط به حرکت در راستای قائم (آسانسور) ۲۵
نیروی اصطکاک ایستایی ۲۶
نیروی اصطکاک جنبشی ۲۷
نیروی سطح ۲۸
نیروی کشسانی فنر ۳۲
نیروی کشش طناب ۳۴
مسائل ترکیبی نیروها ۳۴
فقط راستای افقی ۳۴
فقط راستای عمودی ۳۶
ترکیب راستای افقی و عمودی (بررسی نیروها در دو راستای افقی و عمودی) ۳۶
تکانه و قانون دوم نیوتون ۳۷
تکانه و نیروی خالص و نیروی متوسط ۳۷
رابطهٔ تکانه و انرژی جنبشی ۳۸
معادله‌ها و نمودارهای تکانه-زمان و نیرو-زمان ۳۸
نیروی گرانشی ۴۰
قانون گرانش عمومی ۴۰
وزن و نیروی گرانشی ۴۰
مسائل ترکیبی دینامیک و کار انرژی ۴۱

فصل ۱: حرکت در راستای خط راست

شناخت حرکت تندی و سرعت متوسط

۱. متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و در مبدأ زمان از مکان $x_0 = -40m$ می‌گذرد و در لحظهٔ $t_1 = 6s$ به مکان $x_1 = 100m$ می‌رسد و درنهایت در لحظهٔ $t_2 = 10s$ از مکان $x_2 = 20m$ می‌گذرد. اندازهٔ سرعت متوسط این متحرک در SI در این ۱۰ ثانیه، کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۲۲ ۲) ۱۴ ۳) ۶ ۴) ۲

شتاب متوسط و لحظه‌ای

۲. متحرکی روی محور x در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_1 = 5s$ تا $t_2 = 10s$ در SI برابر $-4\vec{i}$ و در بازهٔ زمانی $t_2 = 10s$ تا $t_3 = 12s$ برابر $2\vec{i}$ است. بردار شتاب متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_1 = 5s$ تا $t_3 = 12s$ در SI، کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) $-\frac{2}{7}\vec{i}$ ۲) $-\frac{16}{7}\vec{i}$ ۳) $4\vec{i}$ ۴) $8\vec{i}$

۳. متحرکی روی محور x در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 10s$ در SI برابر $-2\vec{i}$ و در بازهٔ زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_3 = 15s$ برابر $\frac{2}{3}\vec{i}$ است. بردار شتاب آن در بازهٔ زمانی $t_2 = 10s$ تا $t_3 = 15s$ در SI، کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) $2\vec{i}$ ۲) $4\vec{i}$ ۳) $6\vec{i}$ ۴) $\frac{42}{3}\vec{i}$

۴. متحرکی روی محور x، ۱۵ ثانیه با شتاب $4\frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند و در ادامه ۵ ثانیه با شتاب $-4\frac{m}{s^2}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. شتاب متوسط متحرک در این ۲۰ ثانیه، چند متر بر مربع ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

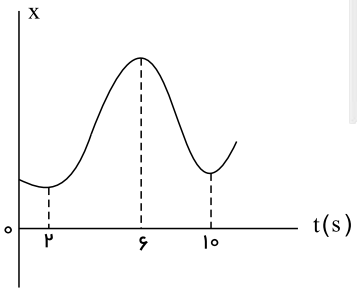
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۵. معادلهٔ سرعت - زمان متحرکی در SI به‌صورت $v = 3t^2 - 8$ است. شتاب متوسط آن در ۲ ثانیهٔ دوم چند متر بر مربع‌ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۱۸ ۲) ۱۲ ۳) ۸ ۴) ۴

نمودار x–t استفاده از مکان در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۶. نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. تندی متوسط در کدام‌یک از بازه‌های زمانی مشخص شده در گزینه‌ها بیشتر است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) صفر تا $2s$

۲) صفر تا $6s$

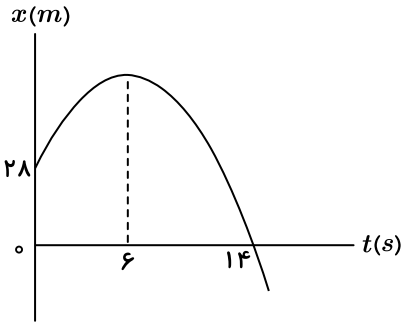
۳) $2s$ تا $10s$

۴) $6s$ تا $10s$

WWW.ArefOnline.ir

۷. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی که بردار مکان متحرک در جهت محور x است، چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

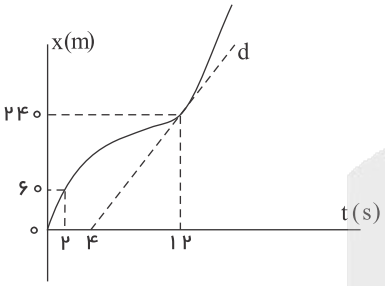


۱) $\frac{۲۳}{۷}$ ۲) $\frac{۲}{۷}$ ۳) ۲ ۴) ۱۴

محاسبهٔ سرعت و تندی در نمودار مکان-زمان

۸. نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. اگر تندی در لحظهٔ $t = ۱۲s$ برابر تندی متوسط در بازهٔ $t_۱ = ۲s$ تا $t_۲ = ۱۴s$ باشد، سرعت متوسط ۲ ثانیه اول چند برابر سرعت متوسط ۲ ثانیهٔ هفتم است؟ (خط d مماس بر نمودار در لحظهٔ $t = ۱۲s$ است.)

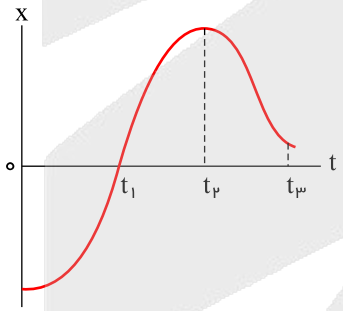
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

۹. نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. در کدام لحظهٔ نشان‌داده‌شده، تندی بیشتر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

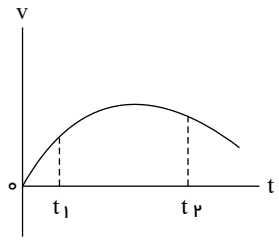


۱) $t_۱$ ۲) $t_۲$ ۳) $t_۳$ ۴) $t = ۰$

نمودار v-t استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۱۰. نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، به‌صورت شکل زیر است. بزرگی نیروی خالص وارد بر این متحرک (برایند نیروها) در بازهٔ زمانی بین $t_۱$ تا $t_۲$ چگونه تغییر می‌کند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

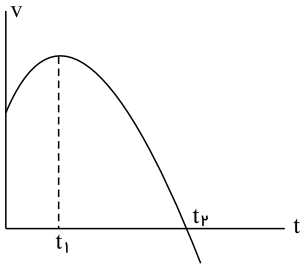


۱) پیوسته ثابت
۲) پیوسته افزایش
۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش
۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش

WWW.ArefOnline.ir

۱۱. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر قسمتی از یک سهمی است. کدام مورد درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) در بازهٔ صفر تا t_1 تندی در حال کاهش است.

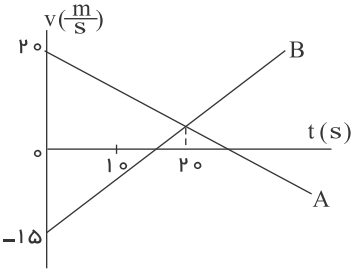
۲) بزرگی شتاب در لحظهٔ صفر و t_2 برابر است.

۳) در بازهٔ صفر تا t_2 شتاب خلاف جهت محور x است.

۴) بزرگی شتاب متوسط در بازهٔ t_1 تا t_2 بیشتر از بزرگی شتاب متوسط در بازهٔ صفر تا t_2 است.

۱۲. نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. مجموع مسافتی که دو متحرک در بازهٔ زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 10s$ طی می‌کنند، چند متر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۳۵۰

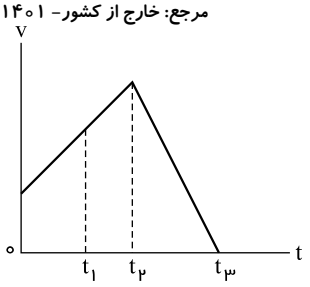
۲) ۲۶۲٫۵

۳) ۲۵۰

۴) ۱۲۵٫۵

۱۳. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیشتر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۰ تا t_1

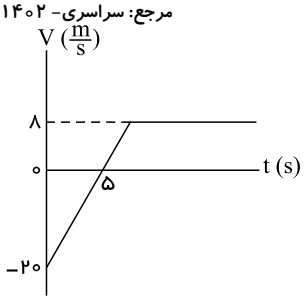
۲) t_1 تا t_2

۳) ۰ تا t_3

۴) t_2 تا t_3

۱۴. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند و در مبدأ زمان، از مکان $x = +42m$ گذشته است. در این حرکت، چند ثانیه فاصلهٔ متحرک تا مبدأ محور، کمتر یا مساوی ۱۰ متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



۱) ۵

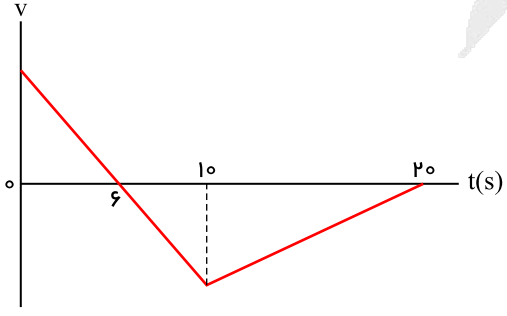
۲) ۵٫۲۵

۳) ۶

۴) ۶٫۲۵

۱۵. نمودار سرعت زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر کل مسافت طی‌شده توسط متحرک $138m$ باشد، بزرگی شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 12s$ چند متر بر مربع ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



۱) ۲٫۱۶

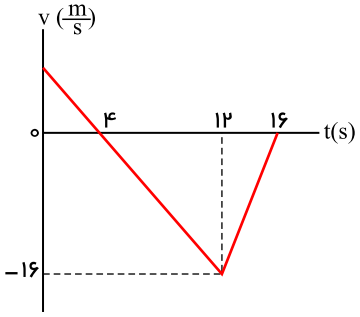
۲) ۴٫۲۸

۳) ۲٫۴

۴) ۴٫۶

WWW.ArefOnline.ir

۱۶. شکل زیر، نمودار سرعت ـ زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. تندی متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 13s$ چند متر بر ثانیه است؟

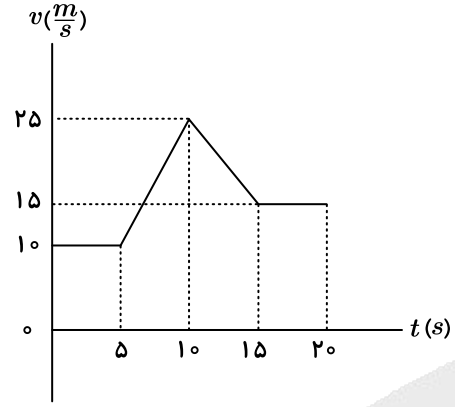


مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۷٫۹
۲) ۷٫۷
۳) ۸٫۳
۴) ۸٫۱

۱۷. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. شتاب متوسط در بازه $t_1 = 7s$ تا $t_2 = 12s$ چند متر بر مربع بر ثانیه است؟

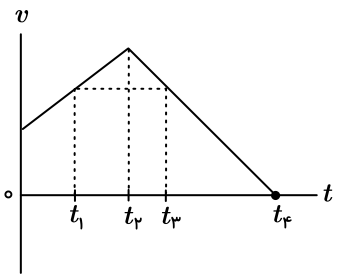
مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) ۱
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۱}{۵}$
۴) صفر

۱۸. متحرکی روی محور x حرکت می‌کند. در کدام بازهٔ زمانی زیر، شتاب متوسط خلاف جهت محور x است؟

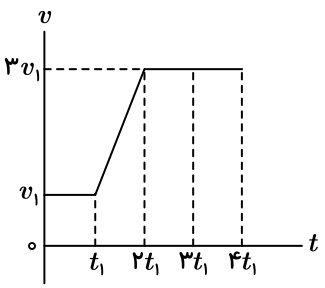
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳



۱) t_1 تا t_3
۲) t_1 تا t_4
۳) صفر تا t_1
۴) t_1 تا t_2

۱۹. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط در کدام بازهٔ زمانی بیشتر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

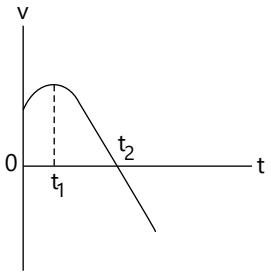


۱) $t = ۰$ تا t_1
۲) $t = ۰$ تا $۲t_1$
۳) $t = ۰$ تا $۳t_1$
۴) $t = ۰$ تا $۴t_1$

WWW.ArefOnline.ir

محاسبهٔ شتاب در نمودار سرعت–زمان

۲۰. نمودار سرعت – زمامن متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. کدام موارد زیر درست است؟ الف– مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



جهت سرعت و شتاب در لحظهٔ t_1 تغییر کرده است.

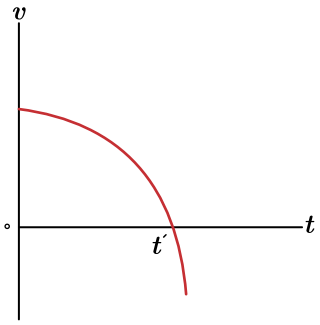
ب – در بازهٔ t_1 تا t_2 حرکت در جهت محور x است.

پ– در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 تندی در حال کاهش است.

ت– بردار شتاب در بازهٔ زمانی صفر تا t_2 خلاف جهت محور x است.

۱) ب
۲) پ
۳) الف و ت
۴) ب و ت

۲۱. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر سرعت متحرک v و شتاب آن a باشد، در بازهٔ ۰ تا t' کدام مورد درست است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) $a>۰$ و $v>۰$
۲) $a>۰$ و $v<۰$
۳) $a<۰$ و $v>۰$
۴) $a<۰$ و $v<۰$

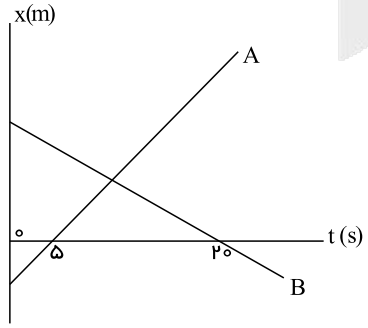
حرکت با سرعت ثابت معادلهٔ حرکت

۲۲. جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظهٔ $t_1=۴s$ در مکان $x_1=۸m$ و در لحظهٔ $t_2=۱۰s$ در مکان $x_2=۲۶m$ باشد، معادلهٔ مکان ـ زمان آن در SI کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $x=۳t+۴$
۲) $x=۳t-۴$
۳) $x=۲t+۴$
۴) $x=۲t-۴$

نمودارها

۲۳. نمودار مکان – زمان دو متحرک A و B مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t=۰$ فاصلهٔ دو متحرک ۱۵۰ متر باشد و تندی متحرک A، ۲ برابر تندی متحرک B باشد، فاصلهٔ دو متحرک در لحظهٔ $t=۲۰s$ چند متر است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

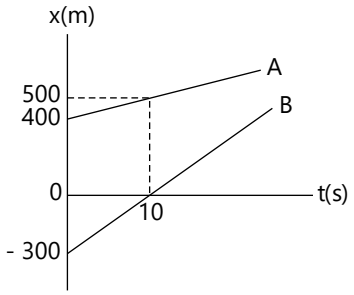


۱) ۵۰
۲) ۱۰۰
۳) ۱۵۰
۴) ۲۰۰

WWW.ArefOnline.ir

۲۴. نمودار مکان - زمان دو خودرو که روی خط راست حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر، است. در لحظه‌های t_1 و $t_2 > t_1$ فاصلهٔ دو متحرک از هم $600m$ است. $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟

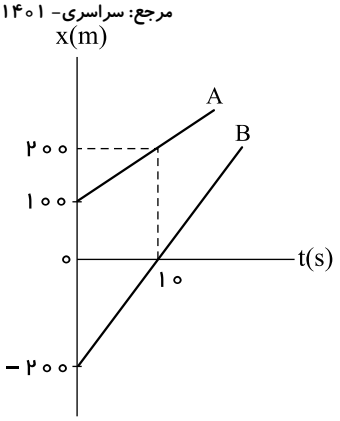
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۱۵
۲) ۱۳
۳) ۸
۴) ۵

۲۵. شکل زیر، نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد. در این مسیر، به مدت چند ثانیه فاصلهٔ دو متحرک از هم، کمتر یا مساوی ۲۰ متر است؟

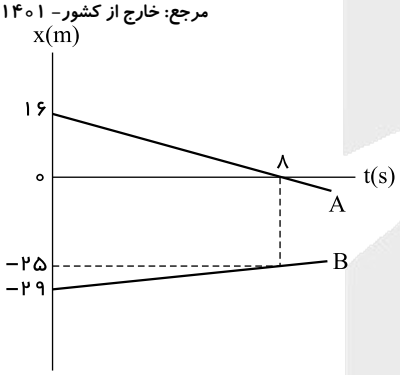
مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۸
۲) ۶
۳) ۴
۴) ۲

۲۶. شکل زیر، نمودار مکان - زمان دو متحرک را نشان می‌دهد که روی محور x حرکت می‌کنند. در لحظه‌ای که دو متحرک به هم می‌رسند، مکان آنها در SI کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

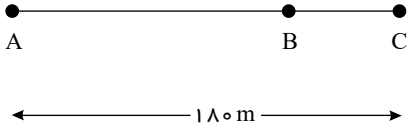


۱) -20
۲) -18
۳) -16
۴) -14

مقایسهٔ چند حرکت و سرعت نسبی

۲۷. دو متحرک همزمان از نقطه‌های A و C با سرعت‌های ثابت به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند و در نقطهٔ B از کنار هم می‌گذرند و در ادامه، $16s$ طول می‌کشد تا متحرک اول از B به C برسد و $25s$ طول می‌کشد تا دومی از B به A برسد. بزرگی سرعت متحرک اول چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۳
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۸

۲۸. دو متحرک با تندی ثابت v_1 و $v_2 > v_1$ روی خط راست طوری حرکت می‌کنند که اگر خلاف جهت هم بروند، فاصلهٔ آنها در هر ثانیه ۱۶ متر تغییر می‌کند و اگر هم‌جهت حرکت کنند، فاصلهٔ آنها در هر دقیقه ۲۴۰ متر تغییر می‌کند. $\frac{v_2}{v_1}$ کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) $\frac{3}{2}$
۲) $\frac{4}{3}$
۳) $\frac{5}{3}$
۴) $\frac{7}{5}$

WWW.ArefOnline.ir

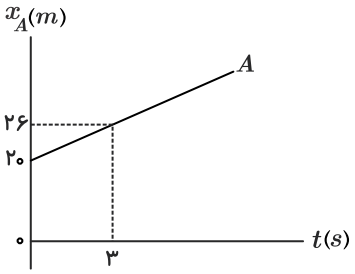
۲۹. متحرکی روی محور x از مبدأ محور با شتاب ثابت $0/5\frac{m}{s^2}$ از حال سکون به حرکت درمی‌آید. سه ثانیه بعد، متحرک دیگری روی محور x از همان نقطه و در همان جهت با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ از حال سکون به حرکت درمی‌آید. در این حرکت، چند ثانیه فاصلهٔ بین دو متحرک در حال کاهش است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

۳۰. نمودار مکان-زمان متحرک A مطابق شکل است. متحرک B که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، در لحظهٔ $t=0s$ با سرعت $\overrightarrow{v_0}=(12\frac{m}{s})\vec{i}$ از مبدأ محور می‌گذرد. اگر متحرک B در لحظهٔ $t=4s$ به متحرک A برسد، شتاب آن در SI کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) $(1/5)\vec{i}$ ۲) $(1/0)\vec{i}$ ۳) $(-2/0)\vec{i}$ ۴) $(-2/5)\vec{i}$

حرکت با شتاب ثابت مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۳۱. متحرکی بدون سرعت اولیه در مبدأ زمان از مبدأ مکان روی محور x با شتاب ثابت به حرکت درآمده و در لحظهٔ $t=5s$ به مکان $x=-122/5m$ می‌رسد. بزرگی سرعت متحرک در این لحظه به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۱۹/۶ ۲) ۳۲/۴ ۳) ۴۵/۰ ۴) ۴۹/۰

۳۲. معادلهٔ مکان - زمان متحرکی در SI به‌صورت $x=2t^2+4t-8$ است. در فاصلهٔ زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=2s$، مسافتی که متحرک طی می‌کند، چند برابر اندازهٔ جابه‌جایی آن است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۶ ۴) ۲

۳۳. متحرکی با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند و در لحظه‌های $t_1=3s$ و $t_2=5s$ از مبدأ مکان عبور می‌کند و در لحظه‌ای که به مکان $x=-1m$ می‌رسد، جهت حرکتش عوض می‌شود. تندی متوسط متحرک از لحظهٔ $t_1=0s$ تا $t_2=5s$ چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) $\frac{13}{5}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{17}{5}$ ۴) ۶

۳۴. متحرکی روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، اگر در لحظه‌های $t_1=2s$ ، $t_2=4s$ و $t_3=6s$ مکان‌های متحرک به‌ترتیب $x_1=54m$ ، $x_2=64m$ و $x_3=54m$ باشد، بزرگی سرعت متوسط متحرک در ۱۰ ثانیهٔ اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۵

۳۵. معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x=2t^2-12t+8$ است. بعد از لحظهٔ $t=0$، چند ثانیه فاصلهٔ متحرک تا مبدأ محور، کوچک‌تر یا برابر ۸ متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

۳۶. معادلهٔ مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $x=\frac{2}{3}t^2-6t+15$ است. بعد از لحظهٔ $t=0$، کمترین فاصلهٔ متحرک تا مبدأ محور چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۱/۵ ۲) ۳ ۳) ۴/۵ ۴) ۶

۳۷. معادلهٔ حرکت جسمی در SI به‌صورت $x=-2t^2+10t-8$ است. در بازهٔ زمانی که متحرک تغییر جهت می‌دهد تا دومین لحظه‌ای که جهت بردار مکان عوض می‌شود، سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $3\vec{i}$ ۲) $-3\vec{i}$ ۳) $-6\vec{i}$ ۴) $6\vec{i}$

WWW.ArefOnline.ir

۳۸. متحرکی روی محور x و با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان $x_1 = +10m$ سرعت متحرک $+4\frac{m}{s}$ و در مکان $x_2 = +19m$ سرعت متحرک $+18\frac{km}{h}$ است. اگر مکان اولیه $x_0 = -6m$ سرعت اولیهٔ متحرک چند متر بر ثانیه است؟ (در طول مسیر جهت حرکت متحرک ثابت است.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

۳۹. معادلهٔ حرکت جسمی در SI به صورت $x = t^2 - 12t + 20$ است. مسافتی که متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه طی می‌کند، چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۲۰ ۲) ۳۶ ۳) ۴۲ ۴) ۵۲

۴۰. معادلهٔ مکان - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $x = \frac{3}{4}t^2 - 15t + 30$ است. سرعت متوسط در ۵ ثانیهٔ اول، چند برابر سرعت متوسط در ۵ ثانیهٔ سوم است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) -3 ۲) -4 ۳) ۳ ۴) ۴

۴۱. معادلهٔ مکان - زمان متحرکی در SI به‌صورت $x = -4t^2 + 24t - 30$ است. به‌ترتیب، در کدام لحظه و در کدام مکان، متحرک به صورت لحظه‌ای متوقف می‌شود؟

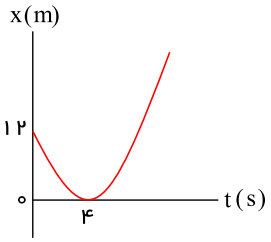
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) $x = 2m, t = 3s$ ۲) $x = 2m, t = 4s$ ۳) $x = 6m, t = 3s$ ۴) $x = 6m, t = 4s$

نمودار مکان–زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۴۲. مطابق شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی به‌صورت سهمی است. سرعت متحرک در لحظهٔ $t = 8s$ چند متر بر ثانیه است؟

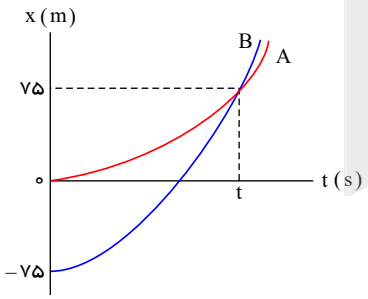
مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۱۲

۴۳. نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B که همزمان از حال سکون به حرکت درآمده‌اند، به‌صورت دو سهمی شکل زیر است. اگر شتاب متحرک A برابر $1/5\ m/s^2$ باشد، نسبت سرعت متحرک B به سرعت متحرک A در لحظه‌ای که از A سبقت می‌گیرد، کدام است؟

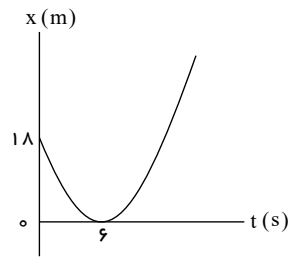
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) $\frac{1}{2}$
۲) ۲
۳) ۳
۴) $\frac{10}{3}$

۴۴. مطابق شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی به‌صورت یک سهمی است. شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

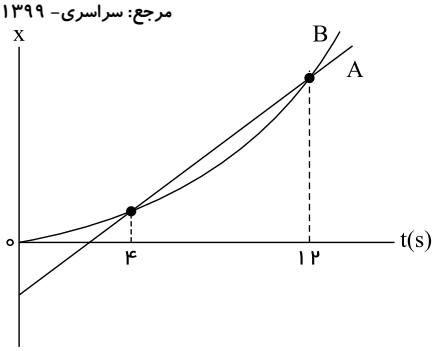


۱) ۳
۲) ۱
۳) -1
۴) -3

WWW.ArefOnline.ir

۴۵. نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متحرک B در چه لحظه‌ای برابر بزرگی سرعت متحرک A است؟ (نمودار B قسمتی از یک سهمی است.)

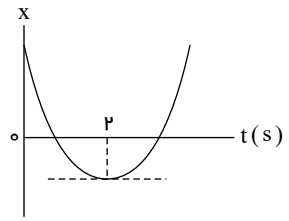
مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۱۰
۲) ۸
۳) ۶
۴) ۵

۴۶. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_1 = ۱s$ تا $t_2 = ۶s$ برابر $۳\frac{m}{s}$ باشد، مسافتی که متحرک در این بازهٔ زمانی طی می‌کند، چند متر است؟

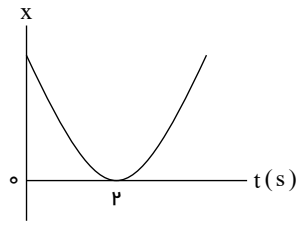
مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۱۳
۲) ۱۵
۳) ۱۷
۴) ۱۹

۴۷. نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو، به‌صورت سهمی است. کدام مورد درست است؟

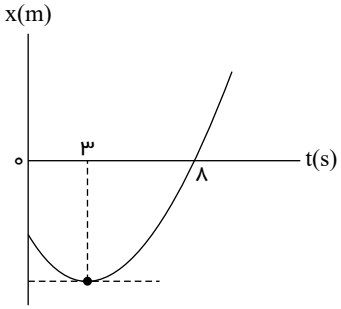
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ اول برابر مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ دوم است.
۲) مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ اول برابر بزرگی جابه‌جایی این بازهٔ زمانی است.
۳) بزرگی سرعت متوسط در ۴ ثانیهٔ اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازهٔ زمانی $t_1 = ۱s$ تا $t_2 = ۵s$ است.
۴) بزرگی سرعت متوسط در ۳ ثانیهٔ اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازهٔ زمانی $t_1 = ۱s$ تا $t_2 = ۴s$ است.

۴۸. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی $t_1 = ۰s$ تا $t_2 = ۸s$ چند برابر مسافت طی‌شده در این بازهٔ زمانی است؟

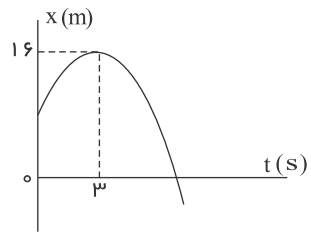
مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) $\frac{۵}{۱۷}$
۲) $\frac{۵}{۱۴}$
۳) $\frac{۸}{۱۷}$
۴) $\frac{۹}{۱۴}$

۴۹. نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در بازهٔ زمانی $t_1 = ۰s$ تا $t_2 = ۶s$ تندی متوسط متحرک برابر $۳\frac{m}{s}$ باشد، چند ثانیه بردار مکان متحرک در جهت محور x است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

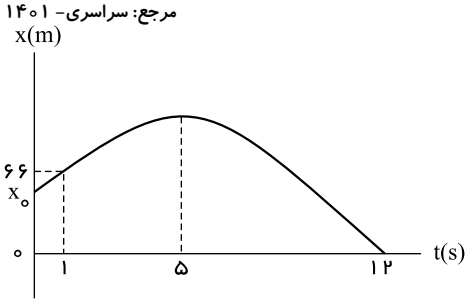


۱) ۹
۲) ۸
۳) ۷
۴) ۳

WWW.ArefOnline.ir

۵۰. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. مکان اولیه متحرک (x_0) چند متر است؟

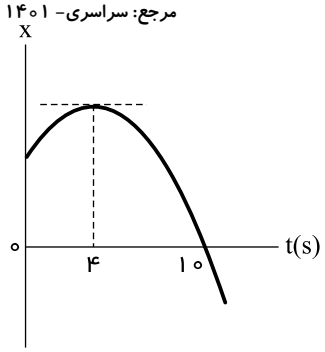
مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۵۸
۲) ۵۲
۳) ۴۸
۴) ۴۲

۵۱. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی در لحظهٔ $t = ۸s$ چند برابر تندی در لحظهٔ $t = ۲s$ است؟

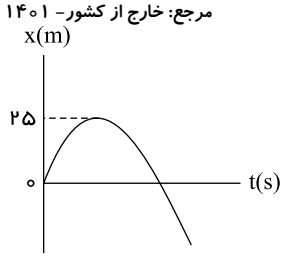
مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

۵۲. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر تندی متحرک در مکان $x = -۳۷۵m$ برابر $۴۰\frac{m}{s}$ باشد، چند ثانیه بردار مکان متحرک در جهت محور x است؟

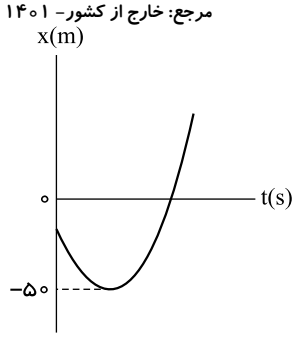
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۲۰
۲) ۱۵
۳) ۱۰
۴) ۵

۵۳. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است، و سرعت متوسط در ۸ ثانیهٔ اول حرکت برابر صفر است. اگر در لحظهٔ t_1 که متحرک از مبدأ محور عبور می‌کند، تندی آن $۲۰\frac{m}{s}$ باشد، سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

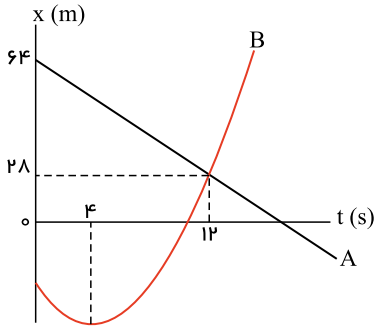


۱) ۲
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۶

WWW.ArefOnline.ir

۵۴. نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B مطابق شکل به‌صورت خط راست و سهمی است. در لحظه‌ای که دو متحرک به هم می‌رسند، تندی متحرک B، $\frac{۱۶}{۳}$ برابر تندی متحرک A است. لحظه‌ای که جهت بردار مکان B عوض می‌شود، دو متحرک در چند متری از هم قرار دارند؟

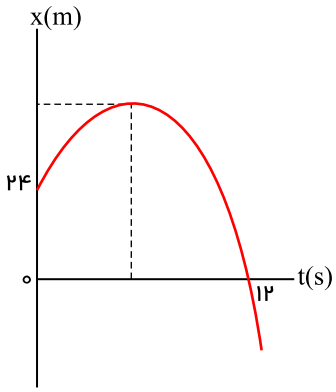
مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



۱) ۸۸
۲) ۵۶
۳) ۴۲
۴) ۳۴

۵۵. نمودار مکان ـ زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t = ۵s$ جهت حرکت تغییر کند، تندی متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۲s$ تا $t_۲ = ۱۰s$ چند متر بر ثانیه است؟

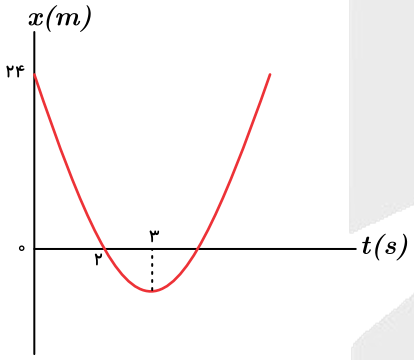
مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



۱) $\frac{۱۷}{۴}$
۲) $\frac{۱۵}{۴}$
۳) ۲
۴) ۸

۵۶. نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط متحرک در ۷ ثانیه اول چند برابر اندازهٔ سرعت متوسط آن در این مدت است؟

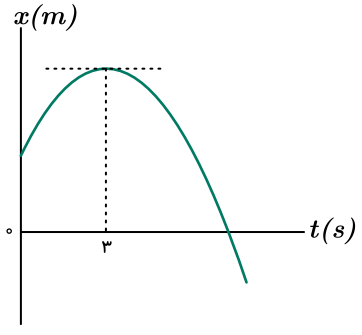
مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) $\frac{۲۵}{۸}$
۲) $\frac{۲۵}{۷}$
۳) $\frac{۲۳}{۸}$
۴) $\frac{۲۳}{۷}$

۵۷. نمودار مکان ـ زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر بزرگی شتاب برابر $۲\frac{m}{s^۲}$ باشد، مسافت طی‌شده در چهار ثانیهٔ اول چند برابر مسافت طی‌شده در ۴ ثانیهٔ دوم است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

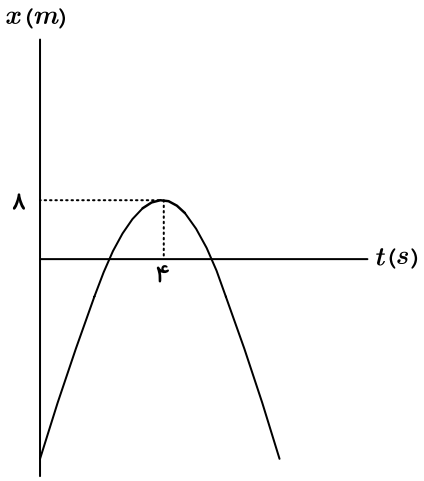


۱) $\frac{۱}{۳}$
۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) $\frac{۳}{۴}$
۴) $\frac{۵}{۱۲}$

WWW.ArefOnline.ir

۵۸. نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر متحرک در ثانیهٔ ششم، ۶ متر خلاف جهت محور xها جابه‌جا شود، تندی آن در لحظهٔ عبور از مبدأ محور، چند متر بر ثانیه است؟

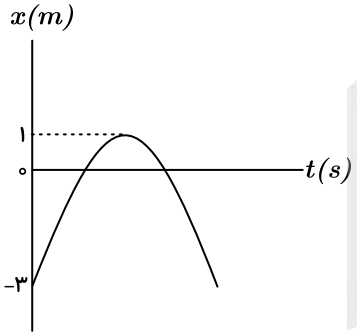
مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) ۲۴ ۲) ۱۶ ۳) ۸ ۴) ۶

۵۹. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر بزرگی شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ باشد، تندی متوسط متحرک در بازهٔ زمانی که اولین بار جهت بردار مکان عوض می‌شود تا لحظهٔ $t = ۴s$ چند متر بر ثانیه است؟

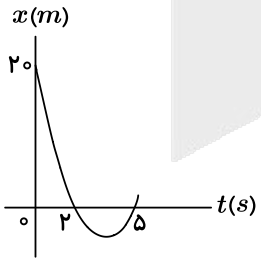
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۵}{۳}$

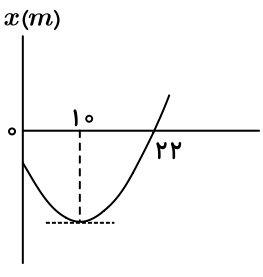
۶۰. سهمی زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند. سرعت متحرک در لحظهٔ $t = ۵s$ چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) ۲٫۵ ۲) ۴ ۳) ۴٫۵ ۴) ۶

۶۱. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر مسافتی که متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰s$ تا $t_۲ = ۱۰s$ طی می‌کند، برابر $۵۰m$ باشد، فاصلهٔ متحرک از مبدأ محور در لحظهٔ $t = ۲۰s$ چند متر است؟



مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

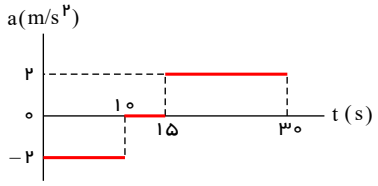
۱) ۲۴ ۲) ۳۶ ۳) ۲۲ ۴) ۵۶

WWW.ArefOnline.ir

نمودار سرعت–زمان و شتاب–زمان در حرکت با شتاب ثابت

۶۲. نمودار شتاب - زمان متحرکی که با سرعت اولیهٔ $۳۰\ m/s$ در جهت محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱۰s$ تا $t_۲ = ۳۰s$، چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



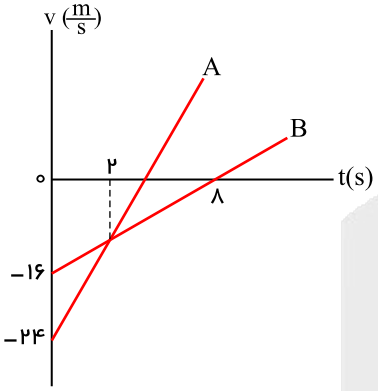
۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۲۱٫۲۵
۴) ۴۲٫۵

۶۳. اتومبیل A در جهت محور x با تندی ثابت $۱۰\frac{m}{s}$ در لحظهٔ $t = ۰$ از مبدأ محور عبور می‌کند و پس از $۱۱s$ حرکتش با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ کند می‌شود. اتومبیل B نیز در جهت x در لحظهٔ $t = ۰$ با تندی اولیهٔ $۲\frac{m}{s}$ از مبدأ محور عبور می‌کند و حرکتش با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ تند می‌شود و پس از ۵ ثانیه با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد. لحظه‌ای که دو اتومبیل به‌هم می‌رسند، تندی اتومبیل B چند متر بر ثانیه از تندی اتومبیل A بیشتر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

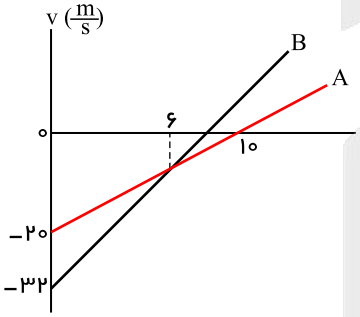
۶۴. دو متحرک در مبدأ زمان، از مبدأ محور می‌گذرند و نمودار سرعت ـ زمان آنها مطابق شکل است. در بازهٔ زمانی که دو متحرک در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند، فاصلهٔ بین آنها چگونه تغییر می‌کند؟



مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۴۸ متر افزایش می‌یابد.
۲) ۴۸ متر کاهش می‌یابد.
۳) ۶۴ متر افزایش می‌یابد.
۴) ۶۴ متر کاهش می‌یابد.

۶۵. شکل زیر، نمودار سرعت ـ زمان دو متحرک است که در مبدأ زمان از مبدأ محور می‌گذرند. در بازهٔ زمانی که دو متحرک در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند، فاصلهٔ بین آنها چگونه تغییر می‌کند؟



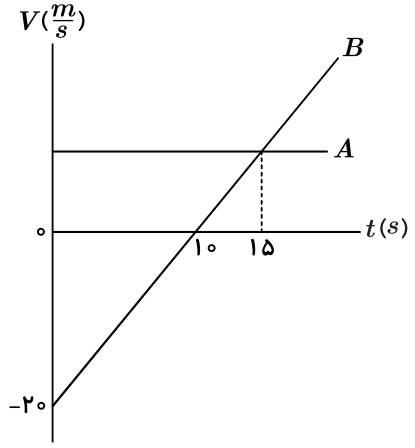
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۸ متر کاهش می‌یابد.
۲) ۸ متر افزایش می‌یابد.
۳) ۱۲ متر افزایش می‌یابد.
۴) ۱۲ متر کاهش می‌یابد.

WWW.ArefOnline.ir

۶۶. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان دو متحرک است که روی محور x حرکت می‌کنند و در لحظه $t = ۵s$ از کنار هم می‌گذرند. فاصلهٔ دو متحرک در مبدأ زمان ($t = ۰s$) چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) ۲۵ ۲) ۴۵ ۳) ۷۵ ۴) ۱۲۵

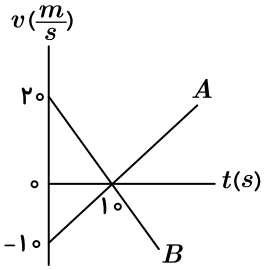
۶۷. متحرکی با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند. تندی متحرک در لحظه‌های $t_۱ = ۰s$ و $t_۲ = ۵s$ برابر $۱۰\frac{m}{s}$ است. تندی متوسط متحرک در ۵ ثانیهٔ دوم چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۶۸. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان دو متحرک است که روی محور x حرکت می‌کنند و در مبدأ زمان از مبدأ محور می‌گذرند. چند بار فاصلهٔ بین این دو متحرک ۱۵۰ متر می‌شود؟

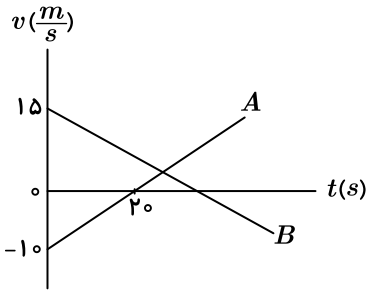
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۹. نمودار سرعت-زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. مکان دو متحرک در لحظهٔ $t = ۰s$ به صورت $\vec{x}_{۰_A} = (-۱۰۰m)\vec{i}$ و $\vec{x}_{۰_B} = (۱۰۰m)\vec{i}$ است. اگر در لحظه‌ای که متحرک B تغییر جهت می‌دهد، متحرک A در مکان $x = (-۱۷۵m)\vec{i}$ باشد، فاصلهٔ دو متحرک در این لحظه چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



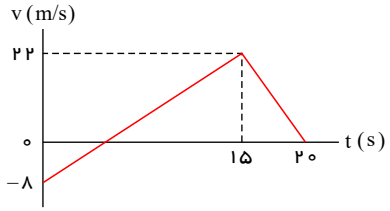
۱) ۵۲۵ ۲) ۵۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۲۰۰

WWW.ArefOnline.ir

سطح زیر نمودار v–t

۷۰. نمودار سرعت – زمان متحرکی که بر مسیری مستقیم حرکت می‌کند، به‌صورت شکل زیر است، مسافت پیموده شده توسط این متحرک در بازهٔ زمانی $0s$ تا $20s$ ، چند متر است؟

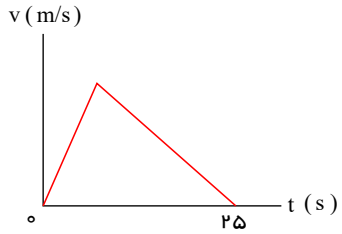
مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۱۶۰
۲) ۱۷۶
۳) ۱۸۰
۴) ۱۹۲

۷۱. نمودار سرعت – زمان متحرکی که در مسیری مستقیم در حرکت است، به‌صورت شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در این ۲۵ ثانیه برابر $10 m/s$ باشد، بیشینهٔ سرعت متحرک در ضمن حرکت، چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) ۴۰
۴) ۵۰

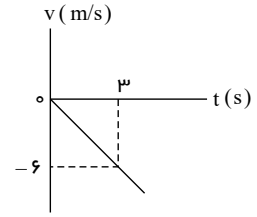
۷۲. متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند و معادلهٔ سرعت – زمان آن در SI به‌صورت $v = 2t^2 - 4t - 2$ است. شتاب متوسط آن در ۲ ثانیهٔ دوم چند متر بر مجذور ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

۷۳. شکل زیر، نمودار سرعت – زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند. مسافتی که متحرک در ۵ ثانیهٔ اول پیموده است، چند متر است؟

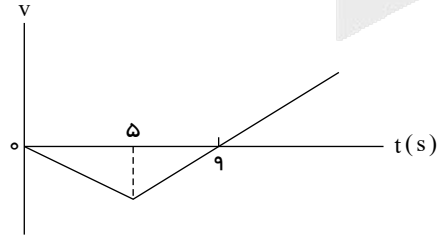
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۱۰
۲) ۲۱
۳) ۲۵
۴) ۲۹

۷۴. نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در لحظهٔ $t = 0$، در مکان $x = 0$ باشد، پس از چند ثانیه دوباره از این نقطه عبور می‌کند؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۱۵
۲) ۱۶
۳) ۱۸
۴) ۲۰

۷۵. متحرکی در یک مسیر مستقیم از حال سکون با شتاب ثابت $3\frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت می‌کند و پس از مدتی حرکتش با شتاب ثابت $1\frac{m}{s^2}$ کند می‌شود و درنهایت می‌ایستد. اگر مسافت طی شده در کل مسیر ۶۰۰ متر باشد، مسافت طی شده در ۳۰ ثانیهٔ اول حرکت، چند متر است؟

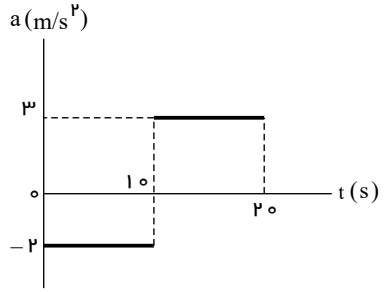
مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۴۰۰
۲) ۴۵۰
۳) ۵۰۰
۴) ۵۵۰

WWW.ArefOnline.ir

۷۶. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند و در لحظهٔ $t = ۰$ با سرعت اولیهٔ $\vec{v}_۰ = (۱۰\frac{m}{s})\vec{i}$ برای اولین بار از مبدأ مکان عبور می‌کند، مطابق شکل زیر است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، متحرک برای سومین بار از مبدأ عبور می‌کند؟

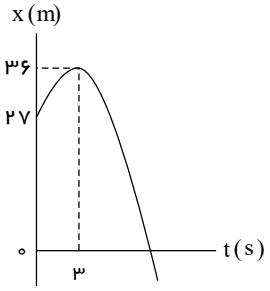
مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۱۰
۲) $\frac{۴۰}{۳}$
۳) ۱۵
۴) $\frac{۵۰}{۳}$

۷۷. شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم با شتاب ثابت حرکت می‌کند. مسافتی که متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰$ تا $t_۲ = ۱۰s$ طی می‌کند، چند متر است؟

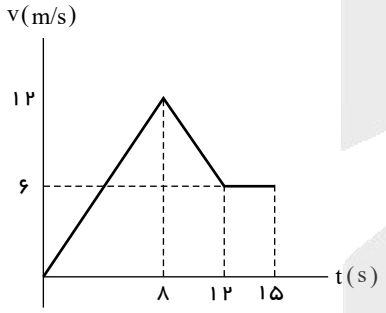
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۴۰
۲) ۴۵
۳) ۵۸
۴) ۸۵

۷۸. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t_۱ = ۲s$ مکان متحرک در SI به‌صورت $\vec{x}_۱ = -۶\vec{i}$ باشد، مکان متحرک در لحظهٔ $t_۲ = ۱۵s$ در SI، کدام است؟

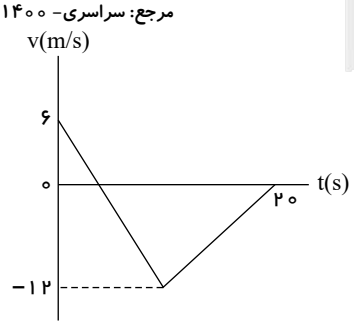
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) $۹۳\vec{i}$
۲) $۹۶\vec{i}$
۳) $۱۰۵\vec{i}$
۴) $۱۱۸\vec{i}$

۷۹. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند. تندی متوسط متحرک در مدتی که در خلاف جهت محور حرکت می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) صفر
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۹

۸۰. متحرکی روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند. اگر سرعت متحرک در لحظهٔ $t = ۰$ در جهت محور x باشد و بردار سرعت متوسط در ۱۰ ثانیهٔ اول حرکت برابر $\vec{v}_{av} = (۷/۵\frac{m}{s})\vec{i}$ و تندی متوسط در این بازه $۸/۵\frac{m}{s}$ باشد، مسافت طی‌شده در ۲ ثانیهٔ اول حرکت چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۵
۲) ۱۵
۳) ۲۵
۴) ۳۵

WWW.ArefOnline.ir

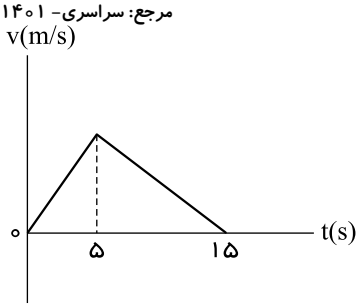
۸۱. معادلهٔ سرعت - زمان متحرکی در SI به‌صورت $v = -۶t + ۱۸$ است. تندی متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰s$ تا $t_۲ = ۴s$ چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۶ ۲) ۷٫۵ ۳) ۸ ۴) ۱۱٫۵

۸۲. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند. اگر جابه‌جایی در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۲s$ تا $t_۲ = ۱۱s$ برابر ۱۲۶ متر باشد، سرعت متحرک در لحظهٔ $t = ۱۲s$ چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۳
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲

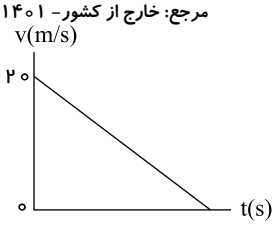
۸۳. متحرکی با شتاب ثابت $۴\frac{m}{s^۲}$ روی محور x حرکت می‌کند. اگر جابه‌جایی آن در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۹s$ تا $t_۲ = ۱۶s$ برابر صفر باشد، تندی متوسط آن در همین بازهٔ زمانی چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۳٫۵ ۲) ۷ ۳) ۱۰٫۵ ۴) ۱۴

۸۴. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر مسافت طی‌شده در ۴ ثانیهٔ اول، ۳۶ برابر مسافت طی‌شده در ۲ ثانیهٔ آخر باشد، بزرگی شتاب حرکت، چند متر بر مربع ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) ۱
۳) $\frac{۳}{۲}$
۴) ۲

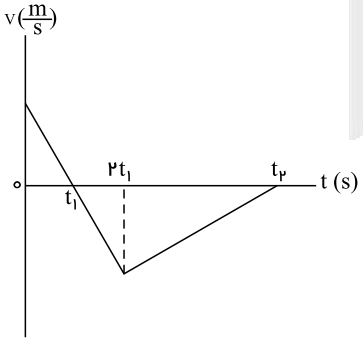
۸۵. معادلهٔ حرکت متحرکی در SI به‌صورت $x = ۳t^۲ - ۱۲t + ۹$ است. تندی متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱s$ تا $t_۲ = ۴s$، چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۵ ۲) ۸ ۳) ۳ ۴) ۶

۸۶. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر بزرگی شتاب در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۱$، ۲ برابر بزرگی شتاب $۲t_۱$ تا $t_۲$ باشد، تندی متوسط در بازهٔ صفر تا $t_۱$ چند برابر تندی متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $۲٫۵t_۱$ است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



۱) $\frac{۷}{۱۲}$
۲) $\frac{۵}{۸}$
۳) $\frac{۴}{۵}$
۴) $\frac{۳}{۴}$

۸۷. متحرکی روی محور x با سرعت اولیهٔ $\vec{v}_۰ = (۴۰\frac{m}{s})\vec{i}$ و شتاب ثابت $\vec{a} = (-۵\frac{m}{s^۲})\vec{i}$ در حال حرکت است. تندی متوسط متحرک در ۵ ثانیهٔ دوم، چند متر بر ثانیه است؟

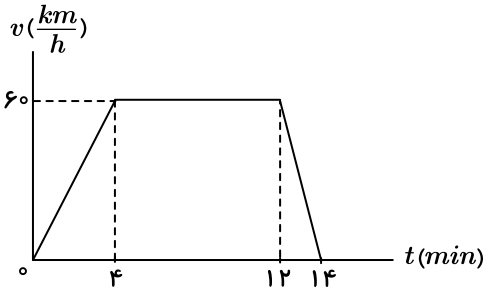
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۲٫۵ ۲) ۶٫۵ ۳) ۱۲ ۴) ۱۵

WWW.ArefOnline.ir

۸۸. متحرکی بر روی مسیر مستقیم حرکت می‌کند. نمودار سرعت - زمان این متحرک مطابق شکل زیر است. این متحرک در مدت ۱۳ دقیقه چند کیلومتر طی می‌کند؟

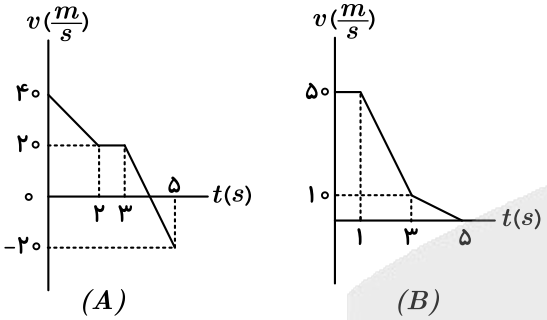
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) ۹٫۵ ۲) ۱۰٫۷۵ ۳) ۱۱٫۵ ۴) ۱۲٫۲۵

۸۹. شکل زیر نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B را که روی خط راست حرکت می‌کنند، نشان می‌دهد. مسافتی که متحرک B در ۵ ثانیه طی می‌کند، چند برابر مسافتی است که متحرک A در ۵ ثانیه طی می‌کند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

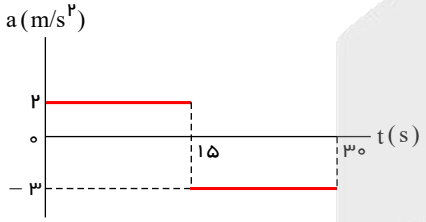


۱) ۱٫۲ ۲) ۱٫۵ ۳) ۱ ۴) ۱٫۸

سطح زیر نمودار a–t و رسم نمودار از روی نمودار

۹۰. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند و بردار سرعت اولیهٔ آن در SI به‌صورت $\vec{v}_0 = -۱۰\vec{i}$ است، مطابق شکل زیر است. بزرگی جابه‌جایی در ۵ ثانیهٔ ششم، چند برابر بزرگی جابه‌جایی در ۵ ثانیهٔ اول حرکت است؟

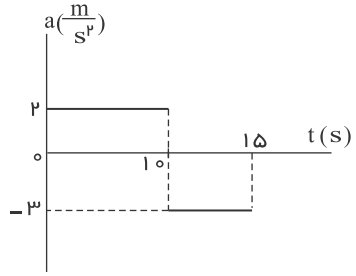
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۳٫۵
۲) ۲
۳) ۱٫۵
۴) ۱

۹۱. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t = ۳s$ سرعت متحرک، $\vec{v} = (۱\frac{m}{s})\vec{i}$ باشد، سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۷s$ تا $t_۲ = ۱۰s$ چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

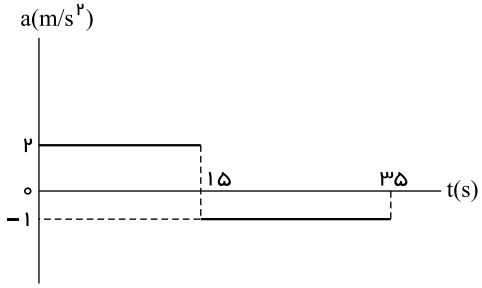


۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۲
۴) ۱۵

WWW.ArefOnline.ir

۹۲. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t = ۲s$ سرعت متحرک $\vec{v} = (-۶\frac{m}{s})\vec{i}$ و مکان متحرک $\vec{x} = (-۱۶m)\vec{i}$ باشد، مکان متحرک در لحظهٔ $t = ۳۵s$ کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) $(۲۷۵m)\vec{i}$

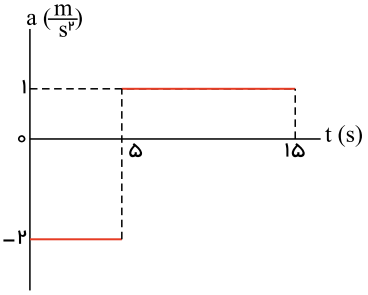
۲) $(۳۰۰m)\vec{i}$

۳) $(۳۷۵m)\vec{i}$

۴) $(۴۰۰m)\vec{i}$

۹۳. نمودار شتاب زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت و مکان متحرک در لحظهٔ $t = ۰$، برابر $\vec{v}_۰ = (۱۰\frac{m}{s})\vec{i}$ و $\vec{x}_۰ = (-۱۰)\vec{i}$ باشد، در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰s$ تا $t_۲ = ۱۵s$ کدام موارد درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



الف: جهت بردار مکان و بردار سرعت یک بار عوض می‌شود.

ب: جابه‌جایی و مسافت هم‌اندازه‌اند.

پ: شتاب متوسط برابر صفر است.

ت: سرعت متوسط برابر صفر است.

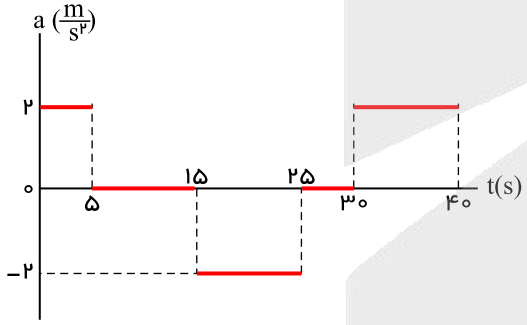
۱) «ب» و «ت»

۲) «ب» و «پ»

۳) «الف» و «ت»

۴) «الف» و «پ»

۹۴. نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر $\vec{v}_۰ = (-۵\frac{m}{s})\vec{i}$ باشد، کدام مورد در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰s$ تا $t_۲ = ۴۰s$ درست است؟



مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱۵ ثانیه شتاب و سرعت هم‌جهت‌اند.

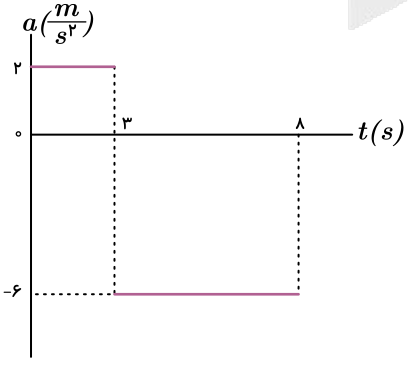
۲) بزرگی جابه‌جایی متحرک برابر ۱۵۰ متر است.

۳) ۱۵ ثانیه متحرک در جهت محور x حرکت کرده است.

۴) مسافت طی‌شده توسط متحرک ۲۶۲٫۵ متر است.

۹۵. شکل زیر نمودار شتاب - زمان متحرکی است که در لحظهٔ $t = ۰s$ با سرعت $\overrightarrow{v} = +(۸\frac{m}{s})\overrightarrow{i}$ حرکت کرده است. تندی متوسط متحرک در این ۸ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) ۱۲

۲) ۱۵

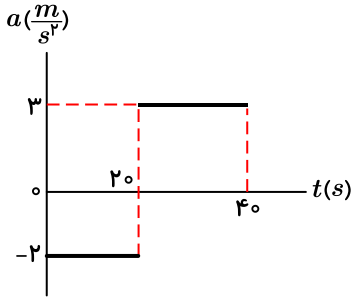
۳) $\frac{۴۳}{۴}$

۴) $\frac{۵۳}{۶}$

WWW.ArefOnline.ir

۹۶. نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t = ۰s$ سرعت متحرک $\vec{v} = (۲۰\frac{m}{s})\vec{i}$ باشد، مسافتی که در ۲۰ ثانیهٔ دوم طی می‌کند، چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) ۴۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) $\frac{۱۰۰۰}{۳}$ ۴) $\frac{۲۰۰۰}{۳}$

توقف – مقایسهٔ جابه‌جایی و مسافت

۹۷. اتومبیلی با تندی (سرعت) ثابت $۷۲\frac{km}{h}$ در یک مسیر مستقیم حرکت می‌کند که ناگهان راننده مانع ثابتی را در ۵۲ متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند و حرکت اتومبیل با شتاب ثابت $۴\frac{m}{s^۲}$ کند می‌شود. اگر زمان واکنش راننده ۰٫۵ ثانیه باشد، اتومبیل:

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۲ متر قبل از مانع متوقف می‌شود.
۲) در لحظهٔ رسیدن به مانع متوقف می‌شود.
۳) با تندی (سرعت) $۸\frac{m}{s}$ به مانع برخورد می‌کند.
۴) با تندی (سرعت) $۴\sqrt{۵}\frac{m}{s}$ به مانع برخورد می‌کند.

۹۸. اتومبیلی با تندی ثابت در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است. راننده با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از طی مسافت ۱۵۰ متر، تندی اتومبیل نصف می‌شود. اتومبیل از لحظه ترمز تا توقف کامل چند متر را طی می‌کند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۱۷۵ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۰۰

۹۹. هواپیمایی با سرعت $۶۰\frac{m}{s}$ روی باند فرودگاه می‌نشیند و با شتاب ثابت، سرعت خود را کاهش می‌دهد تا متوقف شود. اگر هواپیما، ۳۲ متر پایانیِ مسیر مستقیم خود را در مدت ۴ ثانیه طی کرده باشد، مسافتی که هواپیما روی باند پیموده، چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۴۵۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۷۵۰ ۴) ۸۰۰

۱۰۰. متحرکی روی محور x با شتاب ثابت $۳\frac{m}{s^۲}$ ترمز می‌کند و پس از طی مسافت ۲۰۰ متر می‌ایستد. در ۳ ثانیهٔ آخر حرکتش، چند متر جابه‌جا می‌شود؟

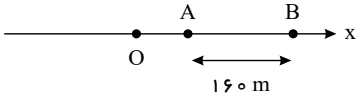
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۹ ۲) ۱۳٫۵ ۳) ۱۸ ۴) ۲۷

ترکیب معادلات – بازه‌های مختلف

۱۰۱. مطابق شکل زیر، متحرکی با شتاب ثابت $۲\,m/s^۲$ روی محور x حرکت می‌کند. اگر فاصلهٔ بین دو نقطهٔ A و B را در مدت ۸ ثانیه طی کند و در نقطهٔ O سرعتش صفر باشد، فاصلهٔ OA چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۱۸ ۲) ۳۶ ۳) ۴۵ ۴) ۷۲

۱۰۲. متحرکی روی خط راست با شتاب ثابت حرکت می‌کند و در مدت $۵s$، $۷۵m$ جابه‌جا می‌شود و بزرگی سرعتش به $۲۰\frac{m}{s}$ می‌رسد. در ۵ ثانیهٔ بعدی سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه می‌شود؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۰ ۴) ۳۵

WWW.ArefOnline.ir

۱۰۳. متحرکی روی خط راست، با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. در بازهٔ زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 3s$ مسافت $20m$ را طی می‌کند. مسافتی که در بازهٔ زمانی $t_2 = 3s$ تا $t_3 = 7s$ طی می‌کند، چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۰

۱۰۴. متحرکی در لحظهٔ $t_1 = 0s$ روی محور x از حال سکون، با شتاب ثابت، شروع به حرکت می‌کند. اگر در بازهٔ زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 12s$، مسافت $216m$ را طی کند، در کدام بازهٔ زمانی داده‌شده برحسب ثانیه، مسافت ۳۶ متر را طی می‌کند؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۷ تا ۹ ۲) ۶ تا ۸ ۳) ۵ تا ۷ ۴) ۴ تا ۶

t ثانیهٔ nام و آخر – بازه های زمانی برابر

۱۰۵. متحرکی با شتاب ثابت $\vec{a} = -4\vec{i}$ روی محور x حرکت می‌کند. اگر جابه‌جایی متحرک در ثانیهٔ سوم حرکت برابر صفر باشد، مسافت طی شده توسط متحرک در بازهٔ $t_1 = 2s$ و $t_2 = 4s$، چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۱۰۶. متحرکی در لحظهٔ $t = 0s$ با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. جابه‌جایی این متحرک در n ثانیهٔ سوم، چند برابر جابه‌جایی در n ثانیهٔ دوم است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $\frac{5}{3}$ ۲) $\frac{9}{4}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $2n$

۱۰۷. متحرکی روی محور x با شتاب ثابت در حال حرکت است. اگر در لحظهٔ $t = 0s$ از مکان $\vec{x} = (-8m)\vec{i}$ عبور کند و در لحظه‌های $t_1 = 2s$ و $t_2 = 4s$ از مبدأ محور عبور کند، تندی متوسط آن در ۳ ثانیه دوم چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) $\frac{7}{3}$ ۲) $\frac{10}{3}$ ۳) ۳ ۴) ۹

حرکت شامل چند بخش

۱۰۸. متحرکی با شتاب ثابت بر روی محور x حرکت می‌کند. جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی t_1 تا $t_2 = t_1 + 16(s)$ برابر ۴۰۰ متر است. اگر نیمی از این جابه‌جایی در ۴ ثانیه اول و نیم دیگر آن در ۱۲ ثانیه بعد از آن انجام شود، بزرگی شتاب حرکت در SI کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) $\frac{5}{3}$ ۲) $\frac{5}{6}$ ۳) $\frac{25}{3}$ ۴) $\frac{25}{6}$

۱۰۹. متحرکی با شتاب ثابت $\vec{a} = (4\frac{m}{s^2})\vec{i}$ در جهت محور x، در حرکت است. اگر مسافتی که این متحرک در فاصلهٔ زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 2s$ طی می‌کند، ۴ متر بیشتر از مسافتی باشد که در ثانیهٔ سوم طی می‌کند، سرعت اولیهٔ آن چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۸ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۲

۱۱۰. اتومبیلی در لحظهٔ $t = 0$ با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند و پس از ۵ ثانیه سرعتش به $20\frac{m}{s}$ می‌رسد. ۱۰ ثانیه با همین سرعت به حرکت خود ادامه می‌دهد و سپس با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از ۴ ثانیه متوقف می‌شود. شتاب متوسط اتومبیل در بازهٔ زمانی $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 17s$ چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) $\frac{9}{2}$ ۲) $\frac{2}{5}$ ۳) $\frac{2}{15}$ ۴) صفر

۱۱۱. متحرکی در مسیر مستقیم با شتاب ثابت، از حالت سکون به حرکت درمی‌آید و پس از طی مسافت ۱۵ متر، سرعت آن به $6\frac{m}{s}$ می‌رسد. این متحرک با همین شتاب، چند ثانیهٔ دیگر به حرکت خود ادامه دهد تا کل مسافت طی‌شده به ۱۳۵ متر برسد؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۵

WWW.ArefOnline.ir

۱۱۲. رانندهٔ خودرویی که با سرعت اولیهٔ v_0 در حال حرکت روی خط راست است، ترمز می‌کند و پس از $20s$ متوقف می‌شود. ابتدا در مدت t_1 ثانیهٔ اول با شتابی به بزرگی $2\frac{m}{s^2}$ و سپس با شتابی به بزرگی $1\frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند تا بایستد. اگر در t_1 ثانیه اول مسافتی که طی می‌کند، ۴ برابر باقیماندهٔ مسیر باشد، در ۵ ثانیهٔ پایانی مسافتی که طی می‌کند، چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۱۲٫۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

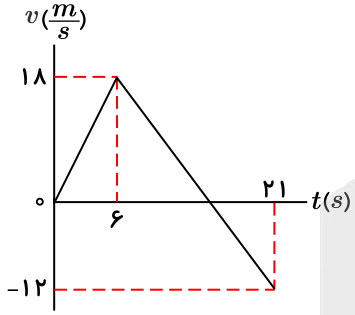
۱۱۳. متحرک A از حال سکون به حرکت درمی‌آید، ۴ ثانیه با شتاب ثابت $2/5\frac{m}{s^2}$ حرکت کرده و ۴ ثانیهٔ دوم را با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند. متحرک B نیز هم‌زمان با متحرک A از حال سکون با شتاب ثابت حرکت می‌کند، به‌طوری که ۴ ثانیهٔ اول را با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ و ۴ ثانیهٔ دوم را با شتاب ثابت $2/5\frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند. نسبت سرعت متوسط متحرک B به متحرک A در این ۸ ثانیه چقدر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۱ ۲) $\frac{9}{10}$ ۳) $\frac{15}{16}$ ۴) $\frac{17}{19}$

۱۱۴. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در لحظهٔ $t=0s$ از مکان $\vec{x}_0=(10m)\vec{i}$ عبور کند، در چه لحظه‌هایی برحسب ثانیه مکان متحرک $\vec{x}=(136m)\vec{i}$ است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) ۱۰ و ۱۵ ۲) ۱۲ و ۱۸ ۳) ۱۳٫۵ و ۱۶٫۵ ۴) ۱۰٫۵ و ۱۹٫۵

۱۱۵. متحرکی روی محور x، در لحظهٔ $t=0s$ از حال سکون در جهت محور شروع به حرکت می‌کند. اگر در مدت ۱۰ ثانیه با شتاب a و در ۱۰ ثانیهٔ بعدی با شتاب $-2a$ حرکت کند و در این ۲۰ ثانیه، مسافت ۲۰۰ متر را طی کند، شتاب متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_1=5s$ تا $t_2=17s$ در SI کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) $-9\vec{i}$ ۲) $-1/5\vec{i}$ ۳) $9\vec{i}$ ۴) $1/5\vec{i}$

مقایسهٔ چند حرکت و شتاب نسبی

۱۱۶. دو متحرک روی محور x از حال سکون با شتاب‌های a و $\frac{9}{16}a$ همزمان از یک نقطه به سوی مقصدی معین به حرکت درمی‌آیند و با فاصلهٔ زمانی ۲ ثانیه به مقصد می‌رسند. زمان حرکت جسمی که زودتر به مقصد می‌رسد، چند ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۱۱۷. در یک مسیر مستقیم و از یک نقطه، متحرک A در مبدأ زمان با شتاب ثابت a از حال سکون به حرکت در می‌آید و در لحظهٔ $t=2s$، متحرک B از همان نقطه و در همان مسیر با شتاب ثابت $a+0/5\frac{m}{s^2}$ از حال سکون به حرکت درمی‌آید. اگر در لحظهٔ $t=6s$ دو متحرک به هم برسند، فاصلهٔ آنها در لحظهٔ $t=10s$ چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۴٫۴ ۲) ۸٫۸ ۳) ۱۲٫۴ ۴) ۲۴٫۸

WWW.ArefOnline.ir

۱۱۸. خودرو A با سرعت ثابت $۸\frac{m}{s}$ در مسیر مستقیم در حرکت است و پشت سر آن خودرو B با سرعت ثابت $۲۰\frac{m}{s}$ در همان جهت حرکت می‌کند. وقتی فاصلهٔ بین آنها به ۴۶ متر کاهش می‌یابد، خودرو A با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ سرعت خود را کم می‌کند و یک ثانیهٔ بعد خودرو B نیز با شتاب ثابت $۴\frac{m}{s^۲}$ سرعت خود را کم می‌کند. سرعت خودرو B در لحظهٔ رسیدن به خودرو A چند متر بر ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۲ ۲) ۸ ۳) ۴ ۴) ۶

۱۱۹. متحرکی در مبدأ زمان با سرعت ثابت $(۸\frac{m}{s})\vec{i}$ از مبدأ محور می‌گذرد، در همان لحظه متحرک دیگری از مکان $x = ۷m$ از حال سکون با شتاب ثابت $(۲\frac{m}{s^۲})\vec{i}$ $\vec{a}$ حرکت می‌کند. فاصلهٔ بین این دو متحرک چند بار ۵ متر می‌شود؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

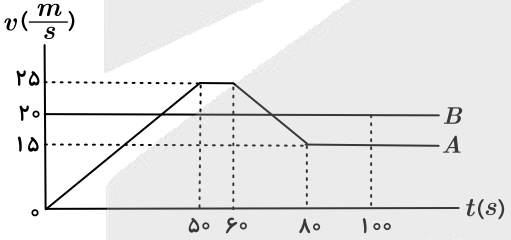
۱۲۰. یک اتومبیل و یک کامیون به فاصلهٔ d از هم قرار دارند. در لحظهٔ $t = ۰$ هر دو از حال سکون در جهت محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کنند. شتاب اتومبیل و کامیون به‌ترتیب $۱٫۵\frac{m}{s^۲}$ و $۲٫۵\frac{m}{s^۲}$ است. پس از آنکه اتومبیل مسافت ۷۵ متر را طی می‌کند، کامیون از آن سبقت می‌گیرد. در لحظهٔ $t = ۱۵s$ فاصلهٔ آنها از هم چند متر است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۱۲٫۵ ۲) ۶۲٫۵ ۳) ۱۱۲٫۵ ۴) ۱۶۲٫۵

۱۲۱. اتومبیل A در مبدأ زمان با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون از مبدأ محور حرکت می‌کند. در لحظهٔ $t = ۳s$ اتومبیل B با سرعت ثابت $۱۶\frac{m}{s}$ از مبدأ محور می‌گذرد. در فاصلهٔ زمانی $t_۱ = ۷s$ تا $t_۲ = ۹s$ فاصلهٔ بین دو اتومبیل چگونه تغییر می‌کند؟ (هر دو متحرک در جهت محور x حرکت می‌کنند.) مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) پیوسته کاهش می‌یابد. ۲) پیوسته افزایش می‌یابد. ۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد. ۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

۱۲۲. شکل زیر نمودار سرعت - زمان دو متحرک را که روی محور x حرکت می‌کنند، نشان می‌دهد که در مبدأ زمان از مبدأ محور می‌گذرند. وضعیت این دو متحرک در محدودهٔ زمانی نشان داده‌شده چگونه است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

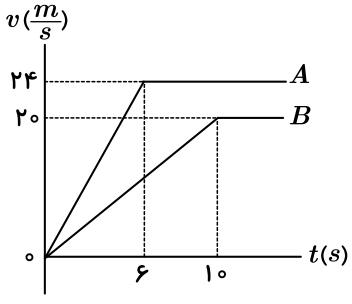


۱) هرگز به هم نمی‌رسند ۲) در لحظه‌های $t = ۴۰s$ و $t = ۷۰s$ به هم می‌رسند.
۳) در لحظه‌های $t = ۶۰s$ و $t = ۹۰s$ به هم می‌رسند. ۴) در بازهٔ زمانی $t = ۵۰s$ تا $t = ۶۰s$ از کنار هم می‌گذرند.

۱۲۳. دو متحرک از حال سکون با شتاب‌های $a_۱$ و $a_۲ = \frac{۱۶}{۲۵}a_۱$ همزمان از یک نقطه، روی خط راست به سوی مقصدی معین به حرکت درمی‌آیند و با فاصلهٔ زمانی ۵ ثانیه به مقصد می‌رسند. زمان حرکت جسمی که زودتر می‌رسد، چند ثانیه است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۱۲۴. شکل مقابل، نمودار سرعت - زمان دو متحرک است که روی محور x از حال سکون به راه می‌افتند و متحرک B در مبدأ زمان ۶۸ متر جلوتر از متحرک A است. در این مسیر، چند ثانیه فاصلهٔ دو متحرک کمتر یا مساوی ۱۲ متر است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴



۱) ۶ ۲) ۵
۳) ۴ ۴) ۳

WWW.ArefOnline.ir

فصل ۲: دینامیک و حرکت دایره‌ای

قوانین حرکت نیوتون قانون دوم نیوتون

۱۲۵ . اگر نیروهای وارد بر جسم در حال حرکت، متوازن باشند (برایندشان صفر باشد): مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

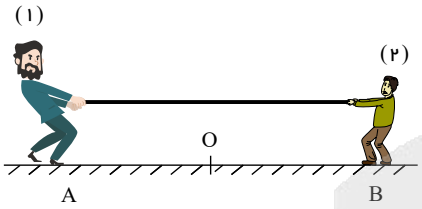
۱) سرعت جسم ثابت می‌ماند.
۲) حرکت جسم با شتاب ثابت تندشونده خواهد بود.
۳) مسیر حرکت جسم ممکن است دایره‌ای یا سهمی باشد.
۴) سرعت جسم در مسیر مستقیم کاهش می‌یابد تا متوقف شود.

۱۲۶ . نیروی خالص F به جسمی به جرم m_1 شتاب $12\frac{m}{s^2}$ و به جسمی به جرم m_2 شتاب $4\frac{m}{s^2}$ می‌دهد. اگر این نیرو به جسمی به جرم $m_2 - m_1$ وارد شود، شتاب آن چند متر بر مربع‌ثانیه می‌شود؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۶
۲) ۸
۳) ۹
۴) ۱۰

قانون سوم نیوتون

۱۲۷ . مطابق شکل زیر، دو نفر به جرم‌های m_1 و $m_2 = \frac{1}{2}m_1$ روی یک سطح افقی با اصطکاک ناچیز قرار دارند. اگر در ابتدا به فاصله‌های مساوی از نقطهٔ O قرار داشته باشند و توسط طنابی هریک دیگری را به سمت خود بکشد، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

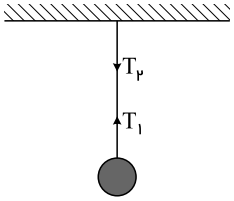


۱) در نقطهٔ O به یکدیگر می‌رسند.
۲) بین O و B به یکدیگر می‌رسند.
۳) بین O و A به یکدیگر می‌رسند.
۴) m_1 ساکن می‌ماند و m_2 به او می‌رسد.

۱۲۸ . دو شخص به جرم‌های m_1 و $m_2 > m_1$ با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی $\vec{F}$، شخص دوم را به طرف چپ هل می‌دهد و شخص دوم با نیروی $\vec{F}'$، شخص اول را به طرف راست هُل می‌دهد. اگر شتاب حرکت دو شخص $\vec{a}_1$ و $\vec{a}_2$ باشد، کدام رابطه درست است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) $a_1 < a_2, \vec{F} = \vec{F}'$
۲) $\vec{a}_1 = \vec{a}_2, \vec{F} = \vec{F}'$
۳) $\vec{a}_1 = -\vec{a}_2, \vec{F} = -\vec{F}'$
۴) $a_1 > a_2, \vec{F} = -\vec{F}'$

۱۲۹ . گلوله‌ای توسط یک نخ آویزان است. کدام مورد زیر، نادرست است؟ (از وزن نخ صرف‌نظر شود.) مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



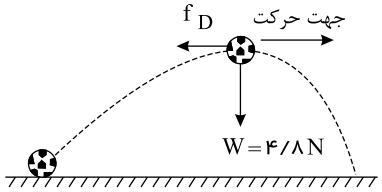
۱) نیروهای T_1 و T_2 هم‌اندازه‌اند.
۲) واکنش نیروی T_2 به نخ وارد می‌شود.
۳) واکنش نیروی T_1 به نخ وارد می‌شود.
۴) نیروهای T_1 و T_2، کنش و واکنش‌اند.

WWW.ArefOnline.ir

نیروهای خاص نیروی مقاومت شاره

۱۳۰. شکل زیر، نیروهای وارد بر توپی را در بالاترین نقطهٔ مسیرش نشان می‌دهد که در آن $\vec{f}_D$ نیروی مقاومت هوا و $\vec{W}$ وزن توپ است. اگر بزرگی شتاب در این لحظه $\frac{۶۵}{۶}\frac{m}{s^۲}$ باشد، f_D چند نیوتون است؟ (از نیروهای دیگر وارد بر توپ صرف‌نظر کنید و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

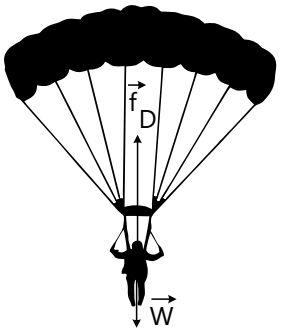
مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۱
۲) ۱٫۵
۳) ۲
۴) ۲٫۵

۱۳۱. در شکل زیر، چتربازی مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند و ناگهان مقاومت هوا افزایش می‌یابد. از این لحظه به بعد، تا قبل از رسیدن چترباز به تندی حدی، کدام مورد، دربارهٔ حرکت چترباز درست است؟

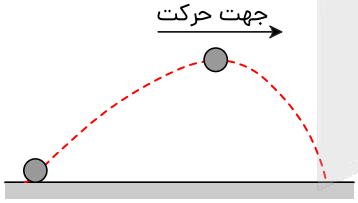
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) تندی و شتاب افزایش می‌یابند.
۲) تندی و شتاب کاهش می‌یابند.
۳) تندی افزایش و شتاب ثابت می‌ماند.
۴) تندی افزایش و شتاب کاهش می‌یابد.

۱۳۲. شکل زیر، توپی را نشان می‌دهد که از سطح افقی زمین به صورت مایل و رو به بالا پرتاب شده است. اگر اندازهٔ شتاب توپ را در نقطهٔ اوج با «$a_{اوج}$» و اندازهٔ شتاب توپ کمی قبل از رسیدن به نقطهٔ اوج را با «a» نشان دهیم و «g» اندازهٔ شتاب گرانشی باشد، کدام مورد درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) $a > a_{اوج} > g$
۲) $a_{اوج} > g > a$
۳) $a_{اوج} > a > g$
۴) $a > g > a_{اوج}$

۱۳۳. دو گوی هم‌اندازه A و B را که جرم یکی دو برابر دیگری است ($m_A = ۲m_B$)، از بالای برجی به ارتفاع h به‌طور همزمان رها می‌کنیم. با فرض اینکه نیروی مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان باشد، به‌ترتیب، تندی برخورد کدام گوی با زمین بیشتر است و کدام گوی زودتر به زمین می‌رسد؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) B و B
۲) A و A
۳) A و B
۴) B و A

مسائل مربوط به حرکت در راستای قائم (آسانسور)

۱۳۴. در کف یک آسانسور باسکولی نصب شده است. در یک حرکت، باسکول وزن شخص را بیشتر از حالت سکون نشان داده است. آن حرکت چگونه است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) الزاماً تندشونده به طرف بالا
۲) الزاماً تندشونده به‌طرف پایین
۳) تندشونده به‌طرف بالا یا کندشونده به‌طرف پایین
۴) کندشونده به‌طرف بالا یا تندشونده به‌طرف پایین

۱۳۵. جسمی به جرم $۵kg$ کف آسانسوری قرار دارد. وقتی آسانسور با شتاب روبه‌بالای $۲m/s^۲$ به سمت بالا می‌رود. نیرویی که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می‌شود N است و وقتی با شتاب رو به پایین $۲m/s^۲$ به سمت پایین می‌رود، نیروی وارد بر کف آسانسور N' است، اختلاف N و N' چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰m/s^۲$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) صفر
۲) ۱۰
۳) ۲۰
۴) ۴۰

WWW.ArefOnline.ir

۱۳۶ . وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را با طناب سبکی با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ تندشونده روبه بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند برابر می‌شود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۱۴ ۲) ۷ ۳) ۴ ۴) ۲

۱۳۷ . شخصی به جرم $۶۰kg$ درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت $۲a$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این حالت نشان می‌دهد، $۲۷۰N$ است. a چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

۱۳۸ . شخصی درون آسانسوری ساکن، روی یک ترازوی فنری ایستاده است و در این حالت ترازو عدد $۶۰۰N$ را نشان می‌دهد. اگر آسانسور با شتاب رو به بالای $۲\frac{m}{s^۲}$ در حال حرکت باشد و کابل آسانسور پاره شود و آسانسور سقوط آزاد کند، عددی که ترازو نشان می‌دهد، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) صفر ۲) ۳۸۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۷۲۰

۱۳۹ . وزنه‌ای توسط نیروسنج از سقف آسانسور آویزان است. در حالت سکون، نیروسنج ۸ نیوتون را نشان می‌دهد. اگر آسانسور با شتاب رو به پایین $۲٫۵\frac{m}{s^۲}$ حرکت کند، نیروسنج چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) ۱۰٫۵ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۲

۱۴۰ . سطلی که در آن مایعی به ارتفاع h و چگالی ρ قرار دارد از طنابی رها شده و سقوط می‌کند. در ضمنِ سقوط، فشار در کف سطل چقدر است؟ ($P_۰$ فشار هوای محیط است و مقاومت هوا ناچیز است.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) $P_۰$ ۲) ρgh ۳) $P_۰ + \rho gh$ ۴) صفر

نیروی اصطکاک ایستایی

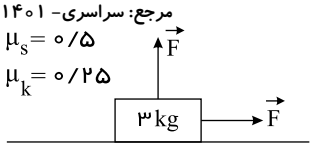
۱۴۱ . صندوقی به جرم $۵۰kg$ روی سطح افقی قرار دارد. ابتدا صندوق را با نیروی ۲۵۰ نیوتون در راستای افقی هُل می‌دهیم و صندوق ساکن می‌ماند. در ادامه، نیروی افقی را به ۳۵۰ نیوتون می‌رسانیم، صندوق در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد. ضریب اصطکاک ایستایی چقدر است و نیروی اصطکاک در حالت اول چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۰٫۷ و ۲۵۰ ۲) ۰٫۵ و ۲۵۰ ۳) ۰٫۷ و ۳۵۰ ۴) ۰٫۵ و ۳۵۰

۱۴۲ . در شکل زیر، جسمی روی سطح افقی در آستانهٔ حرکت قرار دارد و دو نیروی افقی و عمودی هم‌اندازهٔ $\vec{F}$ به آن وارد می‌شود. اگر اندازه نیروهای $\vec{F}$ هر کدام ۴ نیوتون کاهش یابند، نیروی اصطکاک چند نیوتون می‌شود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

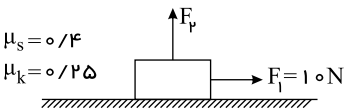
مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۶٫۵ ۴) ۱۲

۱۴۳ . جسمی به جرم $۴kg$ در ابتدا، روی یک سطح افقی ساکن است. سپس نیروی افقی $\vec{F}_۱$ و نیروی قائم $\vec{F}_۲$ به جسم وارد می‌شوند. اگر بزرگی نیروی $F_۲$ به تدریج از صفر تا $۲۰N$ افزایش یابد، نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چه تغییری می‌کند؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

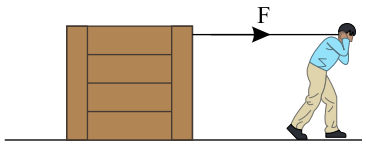


۱) به‌تدریج افزایش می‌یابد.
۲) به تدریج کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا ثابت می‌ماند و سپس کاهش می‌یابد.

WWW.ArefOnline.ir

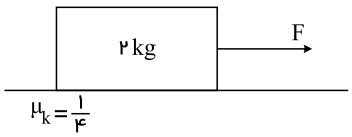
نیروی اصطکاک جنبشی

۱۴۴ . در شکل زیر، نیرویی ثابت و افقی F به صندوقی به جرم $۱۶۰kg$ وارد می‌شود و صندوق با شتاب ثابت $۰/۲۵\frac{m}{s^۲}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. چند کیلوگرم از محتویات صندوق کم کنیم، تا همین نیروی افقی، شتاب حرکت صندوق دو برابر شود؟($\mu_k = ۰/۲$ ، $g = ۱۰\frac{N}{kg}$) مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۱۶
۲) ۳۲
۳) ۴۰
۴) ۸۰

۱۴۵ . مطابق شکل، جسم تحت‌تأثیر نیروی افقی F با شتاب ثابت از حال سکون به حرکت درمی‌آید. اگر به جسم نیروی عمودی $۳۰N$ روبه‌پایین وارد کنیم، جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد. شتاب جسم در حالت اول، چند متر بر مربع ثانیه است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$) مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



۱) ۱٫۵
۲) ۲٫۲۵
۳) ۳٫۷۵
۴) ۴٫۵

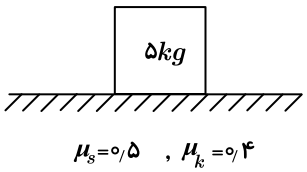
۱۴۶ . جسم ساکنی به جرم $۱۰kg$ روی سطح افقی قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح ۰٫۵ و ۰٫۲۵ است. اگر به جسم نیروی افقی $۵۵N$ وارد شود، نیروی خالص وارد بر جسم چند نیوتون است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۵

۱۴۷ . رانندهٔ خودرویی که در یک روز بارانی با سرعت $۳۶\frac{km}{h}$ در حرکت است، با دیدن مانعی ترمز می‌کند و بعد از طی مسافت ۱۰ متر می‌ایستد. اگر جرم خودرو $۱۶۰۰kg$ باشد، نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح جاده چند نیوتون است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۳۲۰۰
۲) ۴۰۰۰
۳) ۶۴۰۰
۴) ۸۰۰۰

۱۴۸ . در شکل زیر، جسم روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. حداقل نیرویی که در راستای افقی به جسم وارد شود، تا جسم به حرکت درآید، چند نیوتون است و اگر تحت اثر این نیروی ثابت جسم به حرکت درآمد، حداکثر جرمی که می‌توانیم روی جسم قرار دهیم تا جسم متوقف نشود، چند کیلوگرم است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$) مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳



۱) ۲۰ و ۱٫۲۵
۲) ۲۵ و ۱٫۲۵
۳) ۲۰ و ۱
۴) ۲۵ و ۱

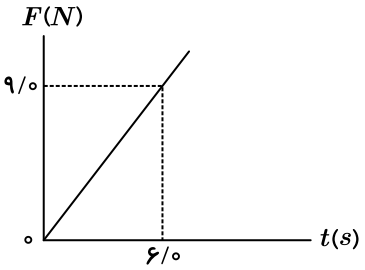
۱۴۹ . جعبه‌ای به جرم $۵۰kg$ بر روی یک سطح افقی ساکن است. به این جعبه، نیروی افقی متغیر با زمان $F = ۱۰۰t$ وارد می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح، به‌ترتیب، ۰٫۶ و ۰٫۴ باشد، کدام مورد دربارهٔ جابه‌جایی جعبه (d) در بازهٔ زمانی $t = ۰s$ تا $t = ۰/۴s$ صحیح است؟ (همهٔ مقادیر در SI هستند و $g = ۱۰\frac{N}{kg}$) مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

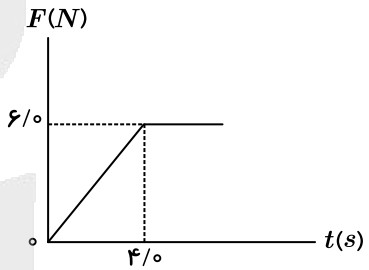
۱) $۴/۰ < d < ۸/۰$
۲) $۲/۰ < d < ۴/۰$
۳) $۱/۰ < d < ۲/۰$
۴) $d < ۱/۰$

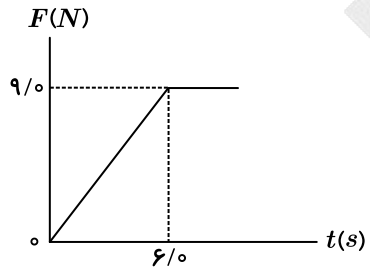
WWW.ArefOnline.ir

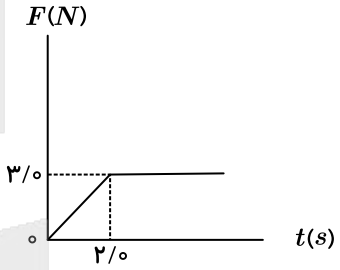
۱۵۰ . جسمی به جرم $۳kg$ بر روی یک سطح افقی قرار دارد. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح برابر با ۰٫۲ است. یک نیروی افقی متغیر با زمان، مطابق نمودار زیر، به جسم وارد می‌شود. نمودار نیروی اصطکاک برحسب زمان کدام است؟ (ضریب اصطکاک جنبشی و ضریب اصطکاک ایستایی یکسان فرض شود و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

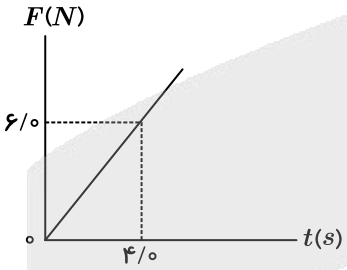
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱


۲


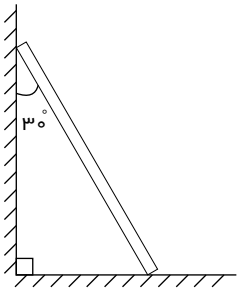
۳


۴


نیروی سطح

۱۵۱ . نردبانی همگن به جرم $۴۰kg$ مطابق شکل زیر، روی دیوار قائمی با اصطکاک ناچیز قرار دارد. اگر نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند، $۳۰۰N$ باشد، نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰N/kg$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱ ۴۰۰

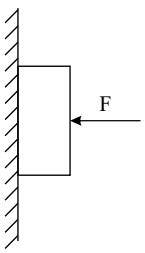
۲ ۵۰۰

۳ ۶۰۰

۴ $۲۵۰\sqrt{۳}$

۱۵۲ . مطابق شکل زیر، جسمی به وزن $۲۰N$ توسط نیروی افقی $F = ۶۰N$ به حال سکون بر دیوارهٔ قائمی ثابت نگه داشته شده است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیواره و جسم به‌ترتیب ۰٫۶ و ۰٫۳ است. در این حالت نیرویی به بزرگی $۱۰N$ موازی با دیواره رو به پایین به جسم وارد می‌شود. نیرویی که جسم به دیواره وارد می‌کند، چند نیوتون می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱ ۳۰

۲ ۳۶

۳ $۳۰\sqrt{۳}$

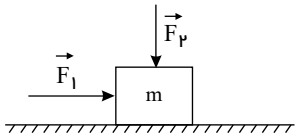
۴ $۳۰\sqrt{۵}$

WWW.ArefOnline.ir

۱۵۳ . مطابق شکل زیر، شخصی جعبهٔ ساکنی به جرم $۵۰kg$ را با نیروی ثابت و افقی $\vec{F}=(۲۵۰N)\vec{i}$ می‌کشد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح به‌ترتیب ۰٫۶ و ۰٫۳ باشد، نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام است؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

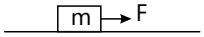
۱) $(-۵۰۰N)\vec{j}$
۲) $(۵۰۰N)\vec{j}$
۳) $(-۲۵۰N)\vec{i}+(۵۰۰N)\vec{j}$
۴) $(۲۵۰N)\vec{i}+(-۵۰۰N)\vec{j}$

۱۵۴ . مطابق شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می‌شود و جسم ساکن است. اگر بزرگی این دو نیرو، هریک ۲ برابر شود و جسم همچنان ساکن بماند، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، k برابر می‌شود. کدام مورد درست است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



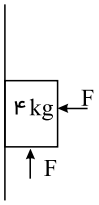
۱) $۲<k<۳$
۲) $۱<k<۲$
۳) $k=۲$
۴) $k=۱$

۱۵۵ . مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم $۳۶kg$ که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی $F=۱۷۷N$ وارد می‌شود و تندی جسم ۴ ثانیه پس از شروع حرکت به $۳\frac{m}{s}$ می‌رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



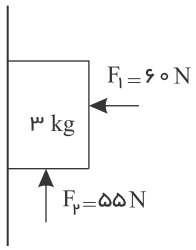
۱) ۳۶۰
۲) ۳۹۰
۳) ۴۰۰
۴) ۵۰۰

۱۵۶ . در شکل زیر، جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر R است. اگر جسم را ساکن نگه داشته و F را ۲۰N کاهش دهیم و سپس جسم را رها کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر R' می‌شود، $\frac{R'}{R}$ کدام است؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^۲}\ ,\ \mu_s=۰٫۵\ ,\ \mu_k=۰٫۲)$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۳) $\frac{\sqrt{۵}}{۴}$
۴) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$

۱۵۷ . مطابق شکل زیر، جسم را با نیروی افقی $F_۱$ به دیوار قائمی می‌فشاریم و جسم ساکن می‌ماند. اگر نیروی قائم $F_۲$ نیز به جسم وارد شود، در این حالت نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) $۳۰\sqrt{۳}$
۲) $۳۰\sqrt{۵}$
۳) ۶۵
۴) ۶۰

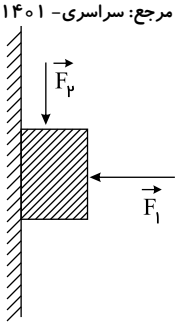
۱۵۸ . نردبانی به جرم $۱۶kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه دارد و پایهٔ آن روی سطح افقی در آستانهٔ سُر خوردن است. اگر نیرویی که در این حالت از طرف نردبان به سطح افقی وارد می‌شود ۲۰۰N باشد، ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با این سطح چقدر است؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg})$ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) $\frac{۳}{۴}$
۲) $\frac{۳}{۵}$
۳) $\frac{۲}{۵}$
۴) $\frac{۱}{۴}$

WWW.ArefOnline.ir

۱۵۹. قطعه چوبی به جرم ۲۵۰ گرم، با نیروی افقی F_1 مطابق شکل زیر، به دیوار قائم فشرده شده است. اگر با وارد کردن نیروی $F_2 = ۳/۵N$ چوب در آستانهٔ لغزش قرار گیرد و در این حالت نیروییِ که دیوار به چوب وارد می‌کند $۱۰N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار و چوب، چقدر است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

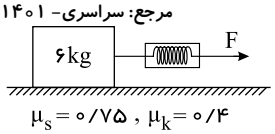
مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۰/۷۵
۲) ۰/۶
۳) ۰/۵
۴) ۰/۲۵

۱۶۰. در شکل زیر، جسم روی سطح افقی ساکن است. اگر با نیروسنج، نیروی افقی $F = ۲۵N$ بر آن وارد کنیم، نیرویی که جسم به سطح افقی وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

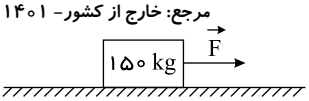
مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۶۵
۲) ۷۵
۳) $۱۵\sqrt{۱۳}$
۴) $۱۲\sqrt{۲۹}$

۱۶۱. مطابق شکل زیر، جسمی با نیروی افقی $\vec{F}$ روی سطح افقی با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به طرف راست به حرکت درمی‌آید. اگر نیرویی که سطح زمین به جسم وارد می‌کند، ۱۶۲۵N باشد، نیروی F چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



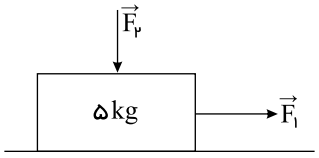
۱) ۴۰۰
۲) ۴۲۵
۳) ۸۰۰
۴) ۹۲۵

۱۶۲. نردبانی به جرم $۲۵kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه دارد و ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و پایهٔ نردبان ۰/۴ است. بیشترین نیرویی که این نردبان می‌تواند به سطح افقی وارد کند، چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۲۵۰
۲) ۳۵۰
۳) $۵۰\sqrt{۵}$
۴) $۵۰\sqrt{۲۹}$

۱۶۳. مطابق شکل، به جسم ساکنی روی سطح افقی نیروی افقی $F_1 = ۶۵N$ و نیروی عمودی $F_2 = ۲۰N$ وارد می‌شود و جسم شروع به حرکت می‌کند. اگر پس از طی مسافت ۱۲ متر، تندی جسم به $۱۲\frac{m}{s}$ برسد، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۶۰
۲) ۷۰
۳) $۳۰\sqrt{۵}$
۴) $۳۵\sqrt{۵}$

۱۶۴. جسمی به جرم $۵kg$ روی سطح افقی قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح به ترتیب ۰/۵ و ۰/۴ است. اگر به جسم نیروی افقی و ثابت ۲۶N وارد کنیم، در حین حرکت، شتاب جسم و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام‌اند؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۰/۲ و $۱۰\sqrt{۲۹}$
۲) ۰/۲ و $۲۵\sqrt{۵}$
۳) ۱/۲ و $۱۰\sqrt{۲۹}$
۴) ۱/۲ و $۲۵\sqrt{۵}$

۱۶۵. نردبانی به جرم ۴۸ کیلوگرم به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه دارد و پایهٔ آن روی سطح افقی در آستانهٔ سُرخوردن قرار دارد. اگر نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند $۱۲۰\sqrt{۱۷}$ نیوتون باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین نردبان و سطح افقی چقدر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

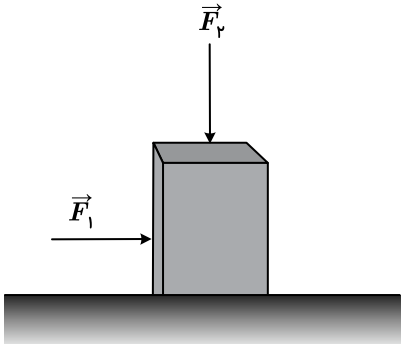
$g = ۱۰\frac{N}{kg}$

۱) ۰/۳۵
۲) ۰/۲۵
۳) ۰/۳
۴) ۰/۴

WWW.ArefOnline.ir

۱۶۶. در شکل زیر، نیروی $F_1 = 40N$ بر جعبهٔ ۸ کیلوگرمی وارد می‌شود و جعبه ساکن می‌ماند. حال اگر نیروی عمودی $F_2 = 40N$ را هم بر جعبه وارد کنیم، بزرگی نیروی اصطکاک ایستایی و نیرویی که از طرف سطح افقی به جسم وارد می‌شود، به ترتیب هر کدام چند برابر می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

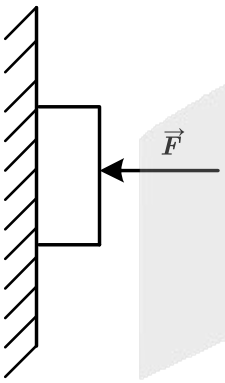


$(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) $\frac{3}{2}$ و $\sqrt{2}$ ۲) ۱ و $\sqrt{2}$ ۳) ۱ و $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{3}{2}$ و $\frac{3}{2}$

۱۶۷. جسمی را مطابق شکل با نیروی افقی به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم. اگر نیروی F را ۲ برابر کنیم، کدام نیرو ۲ برابر می‌شود؟

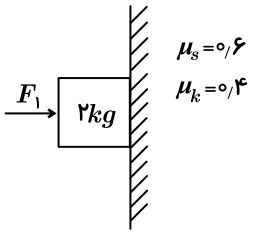
مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند. ۲) نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند. ۳) نیروی عمودی سطح ۴) نیروی اصطکاک

۱۶۸. در شکل زیر، نیروی افقی $F_1 = 40N$ به جسم وارد می‌شود و جسم با تکیه بر دیوار قائم ساکن مانده است. حال اگر در همین شرایط، نیروی $F_2 = 56N$ از پایین به بالا در راستای قائم به جسم وارد شود و جسم را به حرکت درآورد، نیرویی که در ضمن حرکت، جسم به دیوار وارد می‌کند، چند نیوتون می‌شود؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

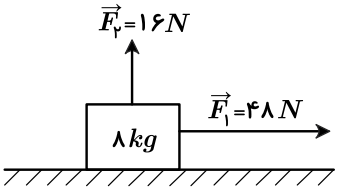


۱) $40\sqrt{5}$ ۲) $40\sqrt{2}$ ۳) $8\sqrt{29}$ ۴) $8\sqrt{34}$

WWW.ArefOnline.ir

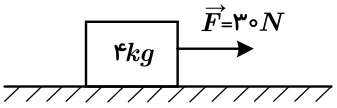
۱۶۹ . مطابق شکل زیر، جسمی با سرعت ثابت روی سطح افقی در حال حرکت است. نیروی $\vec{F}_1$ موازی سطح و نیروی $\vec{F}_2$ عمود بر سطح به جسم وارد می‌شود. اگر نیروی $\vec{F}_2$ را $16N$ افزایش دهیم، کدام مورد راجع به نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) بزرگی آن ثابت می‌ماند.
۲) بزرگی آن افزایش می‌یابد.
۳) زاویه‌ای که با نیروی F_1 می‌سازد، کاهش می‌یابد.
۴) زاویه‌ای که با نیروی F_1 می‌سازد، تغییر نمی‌کند.

۱۷۰ . در شکل زیر، به جسم ساکنی نیروی ثابت افقی F وارد می‌شود. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح به‌ترتیب، ۰٫۸ و ۰٫۵ باشد، نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



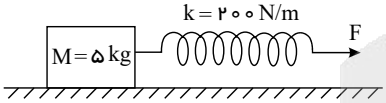
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) ۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۳۰ ۴) ۲۰

نیروی کشسانی فنر

۱۷۱ . جسمی روی یک سطح افقی تحت تأثیر نیروی افقی F با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اگر افزایش طول فنر درضمن حرکت ۵ سانتی‌متر باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ $(g = 10\,m/s^2)$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۰٫۲ ۲) ۰٫۲۵
۳) ۰٫۳ ۴) ۰٫۴

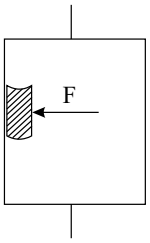
۱۷۲ . وزنه‌ای به جرم $2kg$ را به انتهای فنری به طول $30cm$ می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب روبه بالای $2\frac{m}{s^2}$ در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به $42cm$ می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ به حرکت درمی‌آوریم، اگر در این حالت طول فنر به $36cm$ برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۰٫۲ ۲) ۰٫۳ ۳) ۰٫۴ ۴) ۰٫۵

۱۷۳ . شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، کتابی به جرم $2kg$ را مطابق شکل زیر با نیروی افقی $F = 32N$ به دیوار قائم آسانسور فشرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است. نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۲۰ ۲) ۲۴
۳) ۳۲ ۴) ۴۰

۱۷۴ . وزنه‌ای به جرم $2kg$ را به فنر سبکی به طول $40cm$ که از سقف آسانسور ساکنی آویزان است، وصل می‌کنیم. بعداز رسیدن وزنه به حالت تعادل، فاصلهٔ آن از کف آسانسور $140cm$ است. اگر آسانسور با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ رو به بالا شروع به حرکت کند، فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور به $136cm$ می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

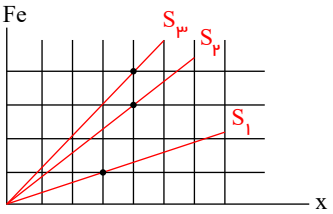
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۲

WWW.ArefOnline.ir

۱۷۵ . شکل زیر، تغییرات نیروی کشسانی سه فنر را برحسب تغییر طول آن‌ها نشان می‌دهد. اگر نیروی کشسانی $F_e = ۳۰N$ طول فنر $S_۲$ را ۴ سانتی‌متر افزایش دهد، طول فنرهای $S_۱$ و $S_۳$ را به‌ترتیب چند سانتی‌متر افزایش می‌دهد؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۳ و ۶

۲) ۶ و ۲

۳) ۸ و ۲

۴) ۹ و ۳

۱۷۶ . فنر سبکی با ثابت $۲۰۰\frac{N}{m}$ به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنهٔ $m = ۵kg$ آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین $۲\frac{m}{s^۲}$ پایین می‌آید و طول فنر $L_۱$ است. وقتی این آسانسور با شتاب $۱\frac{m}{s^۲}$ به‌صورت کندشونده پایین می‌آید، طول فنر $L_۲$ می‌شود. اختلاف $L_۲$ و $L_۱$ چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۱۵

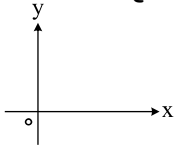
۲) ۷٫۵

۳) ۵

۴) ۲٫۵

۱۷۷ . وزنه‌ای به جرم m را به یک فنر که ثابت آن $k = ۲۰۰\frac{N}{m}$ و طول آن $۵۰cm$ است، می‌بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم. وقتی وزنه ساکن می‌شود، طول فنر به $۶۵cm$ می‌رسد. آسانسور با چه شتابی برحسب متر بر مربع ثانیه حرکت کند که طول فنر به $۶۰cm$ برسد؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) $\vec{a} = -\frac{۱۰}{۳}\vec{j}$

۲) $\vec{a} = \frac{۱۰}{۳}\vec{j}$

۳) $\vec{a} = -\frac{۲۰}{۳}\vec{j}$

۴) $\vec{a} = \frac{۲۰}{۳}\vec{j}$

۱۷۸ . جسمی به وزن $۸N$ را به فنری به طول $۲۰cm$ و ثابت $k = ۲\frac{N}{cm}$ می‌بندیم و از سقف آسانسور آویزان می‌کنیم. در مدتی که آسانسور رو به بالا با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ در حال توقف است، طول فنر به چند سانتی متر می‌رسد؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۲۰.۸

۲) ۱۶٫۸

۳) ۲۷٫۲

۴) ۲۳٫۲

۱۷۹ . وزنه‌ای را به انتهای فنر سبکی به طول $۲۶cm$ بسته و از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. ثابت فنر در SI برابر ۲۰۰ است. آسانسور از حالت سکون با شتاب $۱\frac{m}{s^۲}$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند و در این شرایط طول فنر به $۳۵cm$ می‌رسد. جرم وزنه، چند کیلوگرم است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۲

۲) ۱٫۵

۳) ۱

۴) ۰٫۵

۱۸۰ . فنری به جرم ناچیز و طول $۲۰cm$ را از یک انتها، از نقطهٔ ثابتی آویزان می‌کنیم. ثابت فنر $۴۰۰\frac{N}{m}$ است و به انتهای دیگر آن، وزنهٔ یک کیلوگرمی می‌بندیم و وزنه را در شرایطی از حال سکون رها می‌کنیم که طول فنر، همان ۲۰ سانتی‌متر باشد. در این آزمایش بیشترین طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد و تندی وزنه در این وضعیت چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۲۵ و صفر

۲) ۲۵ و ۵۰

۳) ۲۲٫۵ و صفر

۴) ۲۲٫۵ و ۵۰

۱۸۱ . وزنه‌ای به جرم m را به انتهای فنری که از سقف آویزان است، می‌بندیم و طول فنر $۱۰cm$ افزایش می‌یابد. اگر به همین فنر وزنه‌ای به جرم M را ببندیم و آن را روی سطح افقی که ضریب اصطکاک جنبشی آن ۰٫۲ است، با تندی ثابت بکشیم، افزایش طول فنر $۲cm$ می‌شود. $\frac{M}{m}$ کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۵

۲) $\frac{۱}{۵}$

۳) ۱

۴) $\frac{۱}{۲}$

WWW.ArefOnline.ir

۱۸۲ . فنری به طول $۴۲cm$ را به سقف آسانسور می‌بندیم و از انتهای آن وزنهٔ ۳ کیلوگرمی آویزان می‌کنیم. اگر ثابت فنر $۴۰۰\frac{N}{m}$ باشد و آسانسور با شتاب ثابت رو به پایین $۲\frac{m}{s^۲}$ در حرکت باشد، طول فنر در این شرایط چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۴۹ ۲) ۵۱ ۳) ۴۸ ۴) ۴۶

۱۸۳ . فنری به جرم ناچیز به طول $۳۰cm$ و ثابت $۴۰۰\frac{N}{m}$ از سقف آسانسوری آویزان است. اگر وزنهٔ $۲kg$ را از فنر آویزان کنیم و آسانسور با شتاب رو به پایین $۲\frac{m}{s^۲}$ حرکت کند، طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۲۶ ۲) ۲۸ ۳) ۳۲ ۴) ۳۴

۱۸۴ . در شکل زیر، وقتی وزنهٔ $۴kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر به $۱۲cm$ می‌رسد و وقتی وزنهٔ $۵kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر به $۱۳cm$ می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۴۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۰

نیروی کشش طناب

۱۸۵ . جسمی از نخی آویزان است و با شتاب رو به پایین $۰/۸g$ در راستای قائم حرکت می‌کند. بزرگی نیروی کشش نخ چند برابر وزن جسم است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $\frac{۹}{۵}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۴}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۵}$

۱۸۶ . جسمی به جرم $۵۰kg$ را می‌خواهیم با طنابی پایین بیاوریم. بیشینهٔ نیروی کششی که طناب می‌تواند تحمل کند، $۴۳۰N$ است. جسم را در راستای قائم با شتاب چند متر بر مربع‌ثانیه پایین بیاوریم تا طناب در آستانهٔ پاره شدن باشد؟ $(g = ۹/۸\frac{m}{s^۲})$

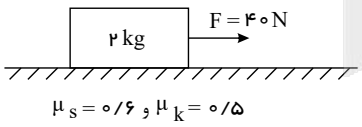
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۸/۶ ۲) ۴/۳ ۳) ۲/۴ ۴) ۱/۲

مسائل ترکیبی نیروها فقط راستای افقی

۱۸۷ . مطابق شکل زیر، جسمی روی سطح افقی ساکن است. به جسم نیروی افقی F وارد می‌شود. ۵ ثانیه پس از وارد شدن نیروی F مقدار این نیرو ۳۰ نیوتون کاهش می‌یابد، حرکت جسم پس از آن چگونه است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) جسم همان لحظه می‌ایستد.

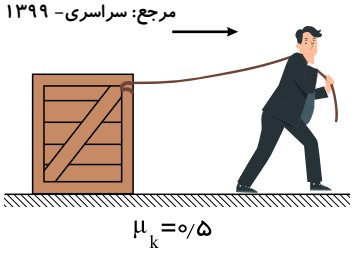
۲) حرکت جسم با شتاب $۱m/s^۲$ کند می‌شود.

۳) حرکت جسم با شتاب $۳m/s^۲$ کند می‌شود.

۴) جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۱۸۸ . مطابق شکل زیر، شخصی با نیروی افقی $۵۵۰N$ جعبه‌ای به جرم $۱۰۰kg$ را از حال سکون به حرکت درمی‌آورد و پس از $۴s$ طناب پاره می‌شود. مسافتی که جعبه از شروع حرکت تا توقف طی می‌کند، چند متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۲/۲

۲) ۲/۴

۳) ۴/۲

۴) ۴/۴

WWW.ArefOnline.ir

۱۸۹ . چوب مکعب‌شکلی به جرم $۵kg$ را به نخی بسته و با نیروی ثابت افقی $۱۵N$ روی سطح افقی می‌کشیم و از حال سکون به حرکت درمی‌آوریم و بعد از ۲ ثانیه نخ پاره می شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی ۰٫۲ باشد، کل مسافتی که چوب از ابتدای حرکت تا لحظهٔ ایستادن طی می‌کند، چند متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

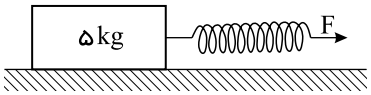
مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۱٫۵ ۲) ۲ ۳) ۲٫۵ ۴) ۳

۱۹۰ . رانندهٔ خودرویی که با تندی $۵۴\frac{km}{h}$ در مسیر مستقیم در حرکت است، ناگهان ترمز می‌کند و خودرو با به جا گذاشتن خط ترمزی به طول ۲۲٫۵ متر می‌ایستد. ضریب اصطکاک جنبشی بین لاستیک‌ها و جاده چقدر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۰٫۶ ۲) ۰٫۵ ۳) ۰٫۴ ۴) ۰٫۳



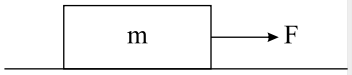
۱۹۱ . در شکل زیر، طول اولیهٔ فنر $۴۰cm$ و ثابت فنر $۴۰۰\frac{N}{m}$ است و جسم در حال سکون است. نیروی F را به آرامی افزایش می‌دهیم، وقتی طول فنر به $۴۷٫۵cm$ می‌رسد، جسم شروع به حرکت می‌کند و در ادامه اگر طول فنر را همان $۴۷٫۵cm$ نگه داریم (نیروی F ثابت بماند)، جسم با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. نسبت ضریب اصطکاک ایستایی به ضریب اصطکاک جنبشی، کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) $\frac{۶}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۴}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

۱۹۲ . مطابق شکل به جسمی روی سطح افقی دارای اصطکاک، نیروی افقی F وارد می‌شود و جسم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. پس از آنکه به اندازهٔ Δx جابه‌جا شد، نیروی F در یک لحظه قطع می‌شود و پس از آن جسم با طی مسافت $۴\Delta x$ متوقف می‌شود. نیروی F چند برابر نیروی اصطکاک است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲



۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۹۳ . اتومبیلی روی خط راست با سرعت $۷۲\frac{km}{h}$ در حال حرکت است. راننده با دیدن مانعی با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از ۵ ثانیه می‌ایستد. اگر جرم راننده $۸۰kg$ باشد، نیروی خالص وارد بر راننده چند نیوتون است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۳۲۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۱۶۰

۱۹۴ . کامیونی به جرم ۱۸ تُن با سرعت ثابت $۲۰\frac{m}{s}$ در مسیر افقی در حرکت است. در همان مسیر خودرویی به جرم $۱۶۰۰kg$ با سرعت ثابت $۱۰۸\frac{km}{h}$ حرکت می‌کند. نیروی اصطکاکی که بتواند کامیون را در مدت معینی متوقف کند، چند برابر نیروی اصطکاکی است که خودرو را در همان مدت متوقف می‌کند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

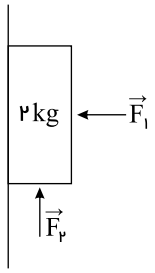
۱) ۴٫۵ ۲) ۷٫۵ ۳) ۹ ۴) ۱۵

WWW.ArefOnline.ir

فقط راستای عمودی

۱۹۵. مطابق شکل با وارد شدن نیروی افقی $F_1 = ۴۰N$ جسم روی دیوار قائم به حالت سکون قرار دارد. اگر نیروی قائم $F_2 = ۴۰N$، به جسم وارد شود، کدام مورد درست است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲



۱) جسم ساکن می‌ماند.
۲) جسم رو به بالا شروع به حرکت می‌کند.
۳) نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، افزایش می‌یابد.
۴) نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، کاهش می‌یابد.

۱۹۶. جرم آسانسوری $۱۰۰۰kg$ است و آسانسور رو به پایین در حال حرکت است. در لحظه‌ای که تندی آسانسور $۶/۰ \frac{m}{s}$ است، تحت شتاب ثابتی قرار می‌گیرد و پس از طی مسافت ۱۸ متر می‌ایستد. در این حرکت، نیروی کشش کابل نگهدارندهٔ آسانسور، چند نیوتون بوده است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

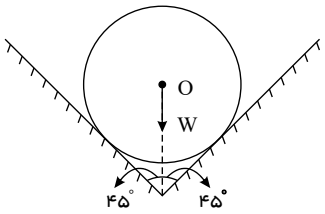
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) $۹/۰ \times ۱۰^۳$
۲) $۱/۰ \times ۱۰^۴$
۳) $۱/۱ \times ۱۰^۴$
۴) $۱/۲ \times ۱۰^۴$

ترکیب راستای افقی و عمودی (بررسی نیروها در دو راستای افقی و عمودی)

۱۹۷. در شکل زیر، کره‌ای همگن به جرم $۵kg$ درون یک ناوهٔ بدون اصطکاک قرار دارد. این جسم به هر یک از دیواره‌ها، نیروی چند نیوتون را وارد می‌کند؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

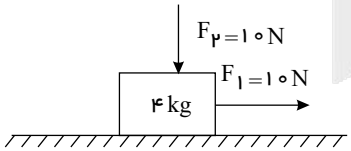
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) $۲۵\sqrt{۲}$
۴) $۵۰\sqrt{۲}$

۱۹۸. در شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم به جسم وارد می‌شود و جسم روی سطح افقی با سرعت ثابت حرکت می‌کند و نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ θ_1 را با سطح افقی می‌سازد. اگر نیروی F_2 را خلاف جهت نشان داده شده در شکل به جسم وارد کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ θ_2 را با سطح افقی می‌سازد. کدام درست است؟

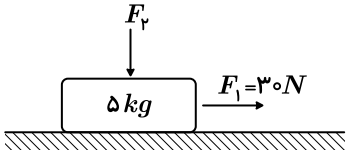
مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) $\theta_2 = \theta_1 < ۹۰^\circ$
۲) $\theta_2 = \theta_1 = ۹۰^\circ$
۳) $\theta_2 < \theta_1$
۴) $\theta_2 > \theta_1$

۱۹۹. مطابق شکل نیروی افقی $F_1 = ۳۰N$ و نیروی قائم $F_2 = ۱۰N$ به جسم وارد می‌شود و حرکت جسم با شتاب ثابت $۲ \frac{m}{s^۲}$ به سمت راست تندشونده است. نیروی F_2 را چند نیوتون افزایش دهیم تا در ادامهٔ حرکت، جسم با شتاب ثابت $۲ \frac{m}{s^۲}$ کندشونده حرکت کند؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



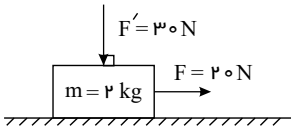
۱) ۳۰
۲) ۶۰
۳) ۲۰
۴) ۴۰

WWW.ArefOnline.ir

تکانه و قانون دوم نیوتون تکانه و نیروی خالص و نیروی متوسط

۲۰۰. در شکل زیر، به جسمی که روی سطح افقی در حال سکون بوده، نیروهایی مطابق شکل وارد می‌شوند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح افقی ۰٫۵ و ۰٫۳ باشد، تغییر تکانهٔ جسم در مدت ۲ ثانیه چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ $(g = ۱۰N/kg)$

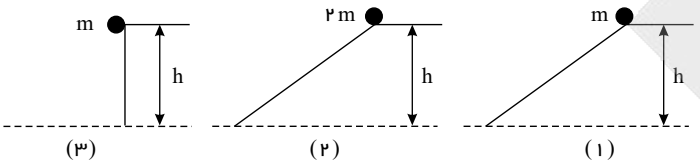
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) صفر
۲) ۹
۳) ۱۰
۴) ۲۸

۲۰۱. سه گلوله مطابق شکل زیر از حال سکون و از ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آن‌ها وارد نمی‌شود، کدام مورد درست است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) انرژی جنبشی هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.
۲) بزرگی سرعت هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.
۳) تکانهٔ هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.
۴) هر سه مورد درست است.

۲۰۲. معادلهٔ تکانهٔ جسمی برحسب زمان در SI به صورت $P = ۱۵t^۲ + ۵t$ می‌باشد. نیروی خالص (برایند) متوسط وارد بر جسم در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۳s$ تا $t_۲ = ۶s$ چند نیوتون است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۷۰
۲) ۸۵
۳) ۱۴۰
۴) ۱۹۰

۲۰۳. گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g در شرایط خلاء از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۲۰ متری زمین برمی‌گردد. اگر زمان تماس گلوله با زمین ۲ms باشد، بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر گلوله در مدت برخورد به زمین چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۲۵۰
۲) ۵۰۰
۳) ۲۵۰۰
۴) ۵۰۰۰

۲۰۴. جسمی به جرم ۲۰kg با سرعت ثابت $\vec{v} = (۵\frac{m}{s})\vec{i}$ در مسیر مستقیم در حرکت است. نیروی خالص $\vec{F}_{net} = (۴N)\vec{i}$ به مدت چند ثانیه بر جسم اثر کند تا تکانهٔ آن دو برابر شود؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) ۴۰
۴) ۵۰

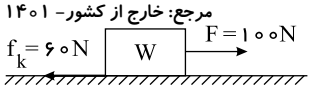
۲۰۵. گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ گرم از ارتفاع ۲۰ متری، روی سطح سنگ‌فرش‌شده‌ای رها می‌شود و پس از برخورد با سطح، با تندی ۱۰$\frac{m}{s}$ رو به بالا در راستای قائم از سطح جدا می‌شود. اگر زمان تماس گلوله با سطح افقی ۰٫۲s باشد، بزرگی نیروی متوسط وارد بر گلوله در مدت تماس چند نیوتون است؟ (مقاومت هوا ناچیز و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ است.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۲۰
۴) ۳۰

۲۰۶. شکل زیر، نیروهای افقی واردشده به جسمی به وزن W را نشان می‌دهد که بر روی سطح افقی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. تغییر تکانهٔ آن در مدت یک ثانیه، در SI چقدر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۴۰$\sqrt{۲}$
۲) ۴۰
۳) ۴۰۰
۴) ۴۰۰$\sqrt{۲}$

۲۰۷. کامیونی به جرم ۵ تُن با یک خودرو به جرم ۲ تُن از روبه‌رو برخورد می‌کند و در مدت ۰٫۵s سرعت سرنشین خودرو از $\vec{v}_۱ = (۱۴۴\frac{km}{h})\vec{i}$ به $\vec{v}_۲ = -(۳۶\frac{km}{h})\vec{i}$ می‌رسد. بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر سرنشین خودرو به جرم ۶۰kg در مدت برخورد چند نیوتون است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۲×۱۰^۵
۲) $۱٫۲ \times ۱۰^۵$
۳) ۶×۱۰^۳
۴) $۳٫۶ \times ۱۰^۳$

WWW.ArefOnline.ir

۲۰۸. روی سطح افقی بدون اصطکاک، جسمی به جرم ۸۰۰ گرم با تندی $۵\frac{m}{s}$ به سمت غرب در حرکت است. نیروی ثابت $۲N$ به‌طور پیوسته به سمت شرق بر جسم وارد می‌شود تا جسم متوقف شود و سپس به همان تندی $۵\frac{m}{s}$ به سمت شرق برسد. زمان اثر این نیرو چند ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

۲۰۹. وزنه‌ای به جرم m از ارتفاع H رها می‌شود. بزرگی تکانهٔ آن در لحظه‌ای که از ارتفاع h می‌گذرد، کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) $m\sqrt{۲g(H-h)}$ ۲) $۲m\sqrt{g(H-h)}$ ۳) $۲mg\sqrt{H-h}$ ۴) $mg\sqrt{۲(H-h)}$

رابطهٔ تکانه و انرژی جنبشی

۲۱۰. اگر تکانهٔ گلوله‌ای در SI از ۲۰ به ۲۲ برسد، انرژی جنبشی گلوله چند درصد افزایش می‌یابد؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۲۱ ۴) ۴۲

۲۱۱. دو جسم A و B با سرعت‌های ثابت در حرکت‌اند و تکانهٔ آن‌ها با یکدیگر برابر است. اگر انرژی جنبشی جسم B، ۵ برابر انرژی جنبشی جسم A باشد، نسبت جرم A به جرم B کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) $\frac{۱}{۵}$ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{۵}$ ۴) ۵

۲۱۲. اگر جرم جسم B، $\frac{۵}{۸}$ جرم جسم A و تکانهٔ جسم A، $\frac{۴}{۳}$ تکانهٔ جسم B باشد، نسبت انرژی جنبشی جسم A به انرژی جنبشی جسم B، کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

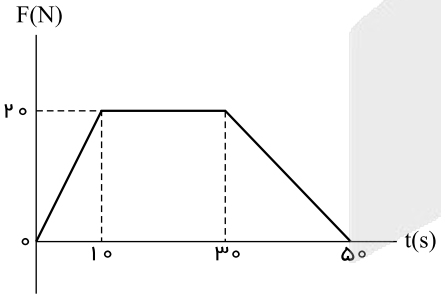
۱) $\frac{۱۰}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۱۰}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

۲۱۳. دو متحرک A و B در یک مسیر مستقیم و در یک جهت حرکت می‌کنند. تکانهٔ آنها با هم برابر و انرژی جنبشی A، ۴ برابر انرژی جنبشی B است. اگر جرم A، $۲kg$ باشد، جرم B چند کیلوگرم است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۰٫۵

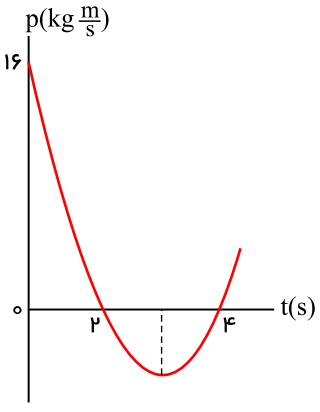
معادله‌ها و نمودارهای تکانه–زمان و نیرو–زمان

۲۱۴. نمودار نیرو - زمان متحرکی به صورت زیر است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در ۵۰ ثانیهٔ داده شده، چند نیوتون است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۱۰
۲) ۱۲٫۵
۳) ۱۴
۴) ۱۷٫۵

۲۱۵. نمودار تکانه ــ زمان جسمی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر به‌صورت سهمی است. بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۳s$ تا $t_۲ = ۵s$ چند نیوتون است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

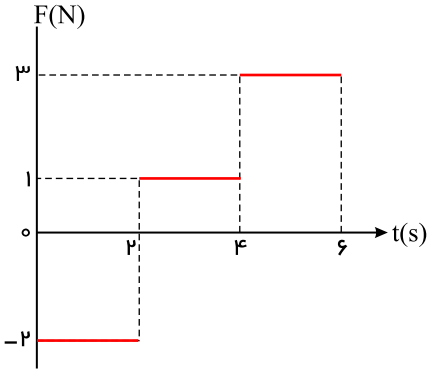
WWW.ArefOnline.ir

۲۱۶. معادلهٔ تکانهٔ متحرکی به جرم ۵۰۰ گرم که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $\vec{p} = (۳t - ۶)\vec{i}$ است. نیروی خالص متوسطی که در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱s$ تا $t_۲ = ۳s$ بر این متحرک وارد می‌شود، بر حسب نیوتون، کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) $۳\vec{i}$ ۲) $-۳\vec{i}$ ۳) $۶\vec{i}$ ۴) $-۶\vec{i}$

۲۱۷. نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم ۵۰۰ گرم که از حال سکون حرکت می‌کند، مطابق شکل است. شتاب متوسط جسم در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱s$ تا $t_۲ = ۵s$ در SI چقدر است؟



مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۱٫۵
۲) ۲
۳) ۲٫۵
۴) ۳

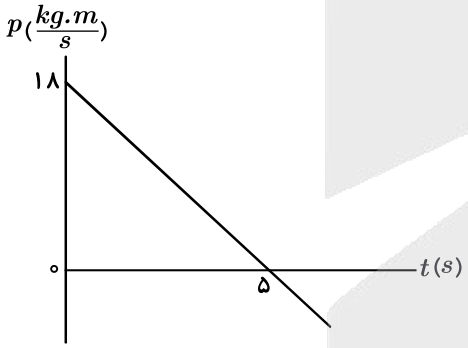
۲۱۸. معادلهٔ تکانه - زمان جسمی در SI به‌صورت $p = (t^۲ - ۵t + ۶)\vec{i}$ است. بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در $t_۱ = ۱s$ و $t_۲ = ۲٫۵s$ چند نیوتون است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) $\frac{۵}{۴}$ ۲) $\frac{۷}{۴}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۷}{۳}$

۲۱۹. شکل زیر، نمودار تکانه - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. اگر جرم متحرک ۴۵۰ گرم باشد، بزرگی شتاب آن در لحظهٔ $t = ۵s$ چند متر بر مربع ثانیه است؟

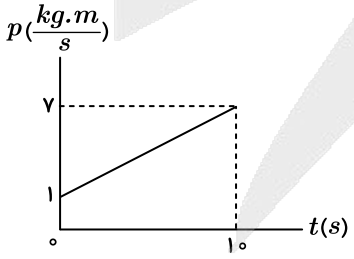
مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) ۸ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۳

۲۲۰. نمودار تکانه - زمان جسمی به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل است. شتاب متحرک در لحظهٔ $t = ۸s$ چند متر بر مربع ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳



۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

WWW.ArefOnline.ir

۲۲۱. کدام مورد درست نیست؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

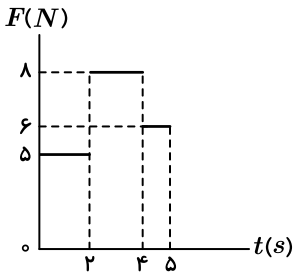
۱) تکانه برابر حاصل‌ضرب نیرو در مدت زمان تأثیر آن است.

۲) تغییر تکانه برابر مساحت سطح زیر نمودار نیرو - زمان است.

۳) تکانه یک کمیت برداری است که با بردار سرعت جسم هم‌جهت است.

۴) نیروی خالص متوسط وارد بر جسم برابر تغییر تکانهٔ جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است.

۲۲۲. شکل زیر، نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم $۴kg$ را نشان می‌دهد. اگر جسم تحت اثر این نیرو از حال سکون شروع به حرکت کند، شتاب متوسط جسم در این ۵ ثانیه، چند متر بر مربع ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) ۱٫۳ ۲) ۱٫۴۷ ۳) ۱٫۵۲ ۴) ۱٫۶

نیروی گرانشی قانون گرانش عمومی

۲۲۳. جرم فضانوردی $۸۰kg$ است. اگر شتاب گرانش در سطح زمین $۹٫۸\,m/s^۲$ و شعاع متوسط کرهٔ زمین $۶۴۰۰km$ باشد، وزن این فضانورد وقتی داخل سفینه‌ای است که در ارتفاع ۶۴۰۰ کیلومتری سطح زمین به دور آن می‌چرخد، چند نیوتون است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۸۰۰ ۲) ۳۹۲ ۳) ۱۹۶ ۴) صفر

۲۲۴. نقطه‌ای را بین کرهٔ ماه و کرهٔ زمین تصور کنید که اگر جسمی در آنجا قرار گیرد، نیروی خالصی که از طرف ماه و زمین بر آن جسم وارد می‌شود، برابر صفر باشد. فاصلهٔ آن نقطه تا مرکز زمین چند برابر فاصلهٔ نقطه تا مرکز کرهٔ ماه است؟ (جرم کرهٔ زمین را ۸۱ برابر جرم کرهٔ ماه فرض کنید.) مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۹ ۲) ۱۰ ۳) ۸۰ ۴) ۸۱

وزن و نیروی گرانشی

۲۲۵. فاصلهٔ ماهواره‌ای تا سطح زمین به اندازهٔ شعاع زمین است. اگر این ماهواره در مداری قرار گیرد که فاصله‌اش تا سطح زمین ۱٫۵ برابر شعاع زمین باشد، شتاب مرکزگرای آن چگونه تغییر می‌کند؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. ۲) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. ۳) ۳۶ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۳۶ درصد کاهش می‌یابد.

۲۲۶. در کدام فاصله از سطح زمین، شتاب گرانش در مقایسه با سطح زمین، ۹۹ درصد کاهش می‌یابد؟ (R_e شعاع زمین است.) مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) $۱۰۰R_e$ ۲) $۹۹R_e$ ۳) $۱۰R_e$ ۴) $۹R_e$

۲۲۷. یک تلسکوپ فضایی در ارتفاع تقریبی ۱۶۰۰ کیلومتری از سطح زمین به دور زمین می‌چرخد. شتاب گرانشی در این فاصله چند متر بر مربع ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

$(Re = ۶۴۰۰km\ ,\ g = ۹٫۸\frac{m}{s^۲})$

۱) ۷٫۸۴ ۲) ۷٫۸۲۵ ۳) ۶٫۵۲ ۴) ۶٫۲۷۲

۲۲۸. جرم ماهواره‌ای $۲۵۰kg$ است و فاصلهٔ آن از سطح زمین $۳۶۰۰km$ است. وزن ماهواره در این ارتفاع چند نیوتون است؟ ($(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\ ,\ R_e = ۶۴۰۰km$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) صفر ۲) ۲۵۰۰ ۳) ۴۰۹٫۶ ۴) ۱۰۲۴

WWW.ArefOnline.ir

۲۲۹. جرم ماهواره‌ای $۲۰۰kg$ و فاصلهٔ آن از سطح زمین $۲۶۰۰km$ است. نیروی گرانشی بین ماهواره و زمین چند نیوتون است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

$(R_e = ۶۴۰۰km \text{ ، } M_e = ۵/۹۸ \times ۱۰^{۲۴}kg \text{ ، } G = ۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱}\frac{N \cdot m^۲}{kg^۲})$

۱) ۹۴۵ ۲) ۹۸۵ ۳) ۱۰۲۵ ۴) ۱۰۴۵

۲۳۰. شعاع سیاره‌ای دو برابر شعاع زمین و جرم آن نیز دو برابر جرم زمین است. وزن یک جسم یک کیلوگرمی بر روی این سیاره چند برابر وزن جسم یک کیلوگرمی روی زمین است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۱ ۴) ۲

۲۳۱. جرم زمین ۸۰ برابر جرم ماه و شعاع زمین ۴ برابر شعاع ماه است. اگر شتاب گرانشی در سطح زمین $۹۸۰\frac{cm}{s^۲}$ باشد، شتاب گرانشی در سطح ماه چند سانتی‌متر بر مربع ثانیه است؟ (ماه و زمین را کرهٔ کامل در نظر می‌گیریم.) مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) ۹۸ ۲) ۱۹۶ ۳) ۳۹۲ ۴) ۴۹۰

مسائل ترکیبی دینامیک و کار انرژی

۲۳۲. در شکل زیر، شخص با نیروی ثابت و افقی $F = ۲۲۰N$ صندوقی به جرم $۵۰kg$ را از حالت سکون به حرکت درمی‌آورد. اگر $\mu_k = ۰/۴$ باشد، کار نیروی F روی صندوق در ۲ ثانیهٔ اول، چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۸۸ ۲) ۱۷۶ ۳) ۲۶۴ ۴) ۳۵۲

WWW.ArefOnline.ir

پاسخنامه تشریحی

۱ گزینه ۳

$$V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۲۰-(-۴۰)}{۱۰}=\frac{۶۰}{۱۰}=۶\,m/s$$

۲ گزینه ۲

$$(a_{av})_{۵s-۱۰s}=\frac{v_{۱۰}-v_{۵}}{۱۰s-۵s}=-۴\Rightarrow v_{۱۰}-v_{۵}=-۲۰\frac{m}{s}\quad(۱)$$

$$(a_{av})_{۱۰s-۱۲s}=\frac{v_{۱۲}-v_{۱۰}}{۱۲s-۱۰s}=۲\Rightarrow v_{۱۲}-v_{۱۰}=۴\frac{m}{s}\quad(۲)$$

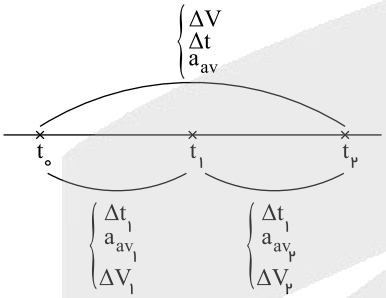
$$(۱)\ ,\ (۲)\Rightarrow (v_{۱۲}-v_{۱۰})+(v_{۱۰}-v_{۵})=۴+(-۲۰)\Rightarrow v_{۱۲}-v_{۵}=-۱۶$$

$$\Rightarrow (a_{av})_{۵s-۱۲s}=\frac{v_{۱۲s}-v_{۵s}}{۱۲s-۵s}=-\frac{۱۶}{۷}\frac{m}{s^{۲}}\Rightarrow (a_{av})_{۵s-۱۲s}=-\frac{۱۶}{۷}\vec{i}$$

چون $\vec{a_{av}}$ها و $\vec{v}$ها همگی در امتداد محور x بودند.

۳ گزینه ۳

به طور کلی در حرکت در امتداد محور x داریم:



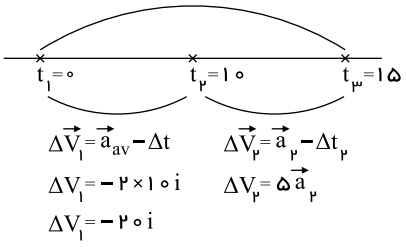
$$\Delta V=\Delta V_{۱}+\Delta V_{۲}$$

در اینجا:

$$\Delta\vec{V}=\vec{a}\times\Delta t=\frac{۲}{۳}\times ۱۵i=\Delta\vec{V}=۱۰\vec{i}$$

$$\Delta V_{۱}=\vec{a_{av}}\times\Delta t=-۲\times ۱۰i\rightarrow\Delta V_{۱}=-۲۰\vec{i}$$

$$\Delta V_{۲}=\vec{a_{۲}}\times\Delta t_{۲}=-۲\rightarrow\Delta V_{۲}=-۲۰\vec{a_{۲}}$$



$$\Delta\vec{V}=\Delta\vec{V}\rightarrow ۱۰\vec{i}=-۲۰\vec{i}+۵\vec{a_{۲}}\rightarrow\vec{a_{۲}}=۶\vec{i}$$

۴ گزینه ۳

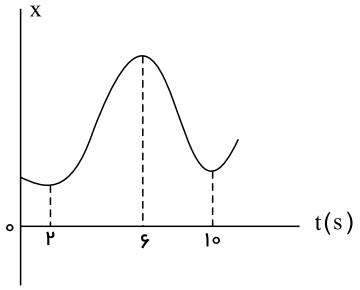
$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\rightarrow\begin{cases}\Delta v_{۱}=۱۵\times ۴=۶۰\ \frac{m}{s}\\ \Delta v_{۲}=۵\times(-۴)=-۲۰\ \frac{m}{s}\end{cases}\xrightarrow{\Delta v_{کل}=۶۰-۲۰=۴۰\ \frac{m}{s}}a_{av}=\frac{۴۰}{۲۰}=۲\ \frac{m}{s^{۲}}$$

۵ گزینه ۱ دو ثانیهٔ دوم، یعنی بازهٔ زمانی ۲ تا ۴ ثانیه:

WWW.ArefOnline.ir

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۳(۴^۲ - ۲^۲)}{۴ - ۲} = \frac{۳ \times ۱۲}{۲} = ۱۸ \frac{m}{s^۲}$$

۶ گزینه ۳



نکته: برای بررسی تندی متوسط مسافت و زمان، هر دو مهم هستند $(s_{av} = \frac{L}{\Delta t})$ هر دو را همزمان باید در نظر گرفت.

دقت داریم که:

۱) مسافتی که متحرک در ثانیه‌های $۲s$ تا $۶s$ طی می‌کند بسیار بیشتر از مسافتی است که متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا $۲s$ طی می‌کند در حالی که بازهٔ زمانی صفر تا $۶s$، ۳ برابر بازهٔ زمانی صفر تا ۲ است، پس $[s_{av} = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow (s_{av})_{۰-۶s} > (s_{av})_{۰-۲}]$ (بنابراین گزینهٔ ۱ حذف می‌شود.)

۲) مسافت طی شده در بازهٔ زمانی $۲s$ تا $۶s$ بیشتر از مسافت طی شده در ثانیه‌های $۶s$ تا $۱۰s$ است. $((s_{av})_{۲-۶} > (s_{av})_{۶-۱۰})$ فرض کنید مسافت طی شده از $۲s$ تا $۶s$ برابر L و از $۶s$ تا $۱۰s$ برابر L' باشد.

$$\begin{cases} (s_{av})_{۶-۱۰} = \frac{L'}{۱۰ - ۶} = \frac{L'}{۴} \\ (s_{av})_{۲-۱۰} = \frac{L + L'}{۱۰ - ۲} = \frac{L + L'}{۸} \xrightarrow[L+L'>۲L']{L>L'} (s_{av})_{۲-۱۰} > \frac{۲L'}{۸} = \frac{L'}{۴} = (s_{av})_{۶-۱۰} \end{cases}$$

و گزینهٔ ۴ هم رد می‌شود.

۳) مسافت طی شده از صفر تا $۲s$ خیلی کمتر از L است، پس:

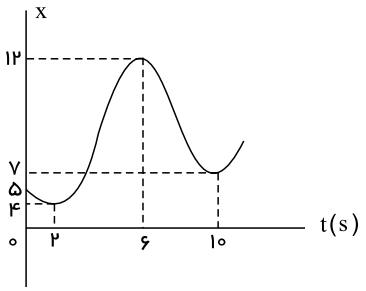
$$\text{مسافت طی شده از صفر } ۶ \simeq L \Rightarrow (s_{av})_{۰-۶s} \simeq \frac{L}{۶} \quad (۱)$$

$$\text{از طرفی : } (s_{av})_{۲-۱۰s} = \frac{L + L'}{۱۰ - ۲} = \frac{L + L'}{۸} \xrightarrow{L'<L} (s_{av})_{۲-۱۰s} > \frac{L}{۴} \quad (۲)$$

$$(۱)\ ,\ (۲) \Rightarrow (s_{av})_{۰-۶s} < (s_{av})_{۲-۱۰s}$$

بنابراین گزینهٔ ۲ هم رد می‌شود.

توجه: راه‌حل ارائه شده تاکنون یک راه‌حل کلی و اساسی بود! اما وقتی به دید یک تست نگاه کنیم، یک راه ساده‌تر، عددگذاری فرضی در شکل است. مثلاً:



$$(۱)\ \text{گزینهٔ } (s_{av})_{۰-۲} = \frac{۱}{۲}\frac{m}{s} = ۰/۵\frac{m}{s}$$

$$(۲)\ \text{گزینهٔ } (s_{av})_{۰-۶} = \frac{۱ + ۸}{۶} = \frac{۹}{۶} = ۱/۵\frac{m}{s}$$

$$(۳)\ \text{گزینهٔ } (s_{av})_{۲-۱۰} = \frac{۸ + ۵}{۸} = \frac{۱۳}{۸} > ۱/۵\frac{m}{s}$$

$$(۴)\ \text{گزینهٔ } (s_{av})_{۶-۱۰} = \frac{۵}{۴} = ۱/۲۵\frac{m}{s}$$

گزینهٔ ۳ درست است. البته تأکید می‌شود این روش برای رد برخی گزینه‌ها می‌تواند درست باشد. اما اگر اعداد در نمودار خوب انتخاب نشود در تعیین گزینهٔ درست ممکن است دچار مشکل شویم.

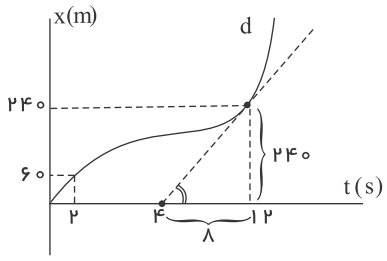
WWW.ArefOnline.ir

۷ گزینه ۳

$$|V_{av}| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \frac{|۰ - ۲۸|}{۱۴ - ۰} = ۲\ \frac{m}{s}$$

۸ گزینه ۱

ابتدا مکان متحرک را در لحظهٔ $t_۲ = ۱۴s$ می‌یابیم. می‌دانیم شیب خط مماس بر نمودار $x - t$ برابر سرعت لحظه‌ای متحرک است، بنابراین داریم:



$$V_{t=۱۲} = \text{شیب خط مماس بر } x - t = \frac{۲۴۰}{۸} = ۳۰\ \frac{m}{s}$$

از طرفی مطابق فرض سؤال داریم:

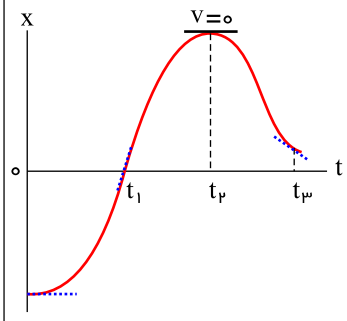
$$V_{t=۱۲} = V_{av(۲-۱۴)} \rightarrow ۳۰ = \frac{x_{۱۴} - x_۲}{۱۴ - ۲} \xrightarrow{x_۲ = ۶۰m} x_{۱۴} - ۶۰ = ۳۶۰ \rightarrow x_{۱۴} = ۴۲۰m$$

در نهایت داریم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{دو ثانیهٔ اول } V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۶۰ - ۰}{۲} = ۳۰\ \frac{m}{s} \\ \text{دو ثانیهٔ هفتم } V'_{av} = \frac{x_{۱۴} - x_{۱۲}}{۱۴ - ۱۲} = \frac{۴۲۰ - ۲۴۰}{۲} = ۹۰\ \frac{m}{s} \end{array}\right\} \rightarrow \frac{V_{av}}{V'_{av}} = \frac{۳۰}{۹۰} = \frac{۱}{۳}$$

۹ گزینه ۱

می‌دانیم که قدرمطلق شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان در هر لحظه، برابر تندی متحرک در آن لحظه است. با توجه به شکل، اندازهٔ شیب خط مماس بر نمودار در لحظهٔ $t_۱$ بیشتر از بقیه است.



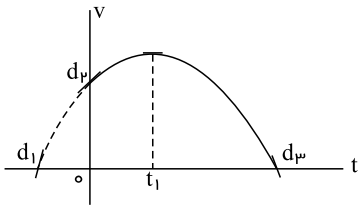
۱۰ گزینه ۴ هرگاه به کمک نمودارهای $(x - t)$، $(v - t)$ و $(a - t)$ در حرکت بر خط راست بخواهیم نحوهٔ تغییرات نیروی خالص وارده بر جسم یا علامت آن را مشخص کنیم باید شتاب جسم (a) تعیین تکلیف گردد. چون طبق رابطهٔ $\vec{F_{net}} = m\vec{a}$ (به‌طور کلّی) و در حرکت بر خط راست طبق رابطهٔ $F_{net} = \underbrace{m}_{\text{عدد}+} a$ همواره F_{net} و a باهم متناسب (و هم‌علامت!) هستند. بنابراین در این تست:

شیب خط مماس بر نمودار $(v - t)$ به ما شتاب لحظه‌ای را می‌دهد. با توجه به نمودار داده شده بزرگی شیب خط مماس بر نمودار ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. پس همین اتفاق هم برای F_{net} می‌افتد. (در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$)

۱۱ گزینه ۴ ● در بازهٔ صفر تا : اولاً تندی پیوسته مثبت است یعنی متحرک تغییر جهت نمی‌دهد. پس تندی و سرعت هم‌مفهوم هستند. در بازهٔ صفر تا $t_۱$ چون مقدار v افزایش یافته بنابراین تندی هم افزایش می‌یابد (پس گزینهٔ ۱ نادرست است).

WWW.ArefOnline.ir

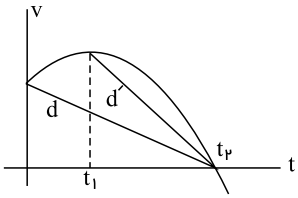
● شیب خط مماس بر نمودار $(v-t)$ برابر شتاب متحرک است، بنابراین شتاب در $t=۰$ و $t=t_۲$ چون شیب خطوط مماس برابر نیست، نمی‌تواند برابر باشند: [شیب $d_۱$ با $d_۳$ هم‌اندازه هستند ولی شیب $d_۳$ با $d_۲$ نمی‌تواند برابر باشد.] (پس گزینهٔ **۲** هم نادرست است.)



● مشابه نکتهٔ قبل، کافی است شیب خطوط مماس بر نمودار $(v-t)$ را در نظر بگیریم. از صفر تا $t_۱$، شیب خطوط مماس، مثبت و از $t_۱$ تا $t_۲$، شیب خطوط مماس منفی است. (پس گزینهٔ **۳** هم نادرست است.)

● برای مقایسهٔ شتاب متوسط بین بازه‌های زمانی مختلف کافی است شیب خطوط واصل بین آن‌ها را با هم مقایسه نماییم.

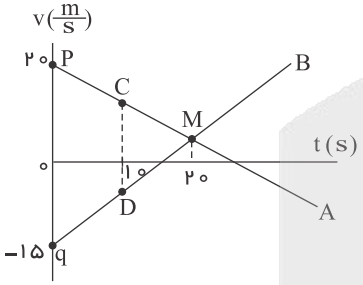
بزرگی شیب خط‌های واصل d و d' را با هم مقایسه کنیم. هرچه خطوط به خط عمود فرضی بر محور t نزدیک و متمایل‌تر باشند، مقدار شیب آن‌ها بیشتر است. یعنی بزرگی شیب d' از بزرگی شیب d بیشتر است. بنابراین گزینهٔ **۴** درست است.



---

۱۲ گزینه ۲

ابتدا با استفاده از تشابه مثلث‌ها، اختلاف سرعت دو متحرک در لحظهٔ $t=۱۰s$ را می‌یابیم.



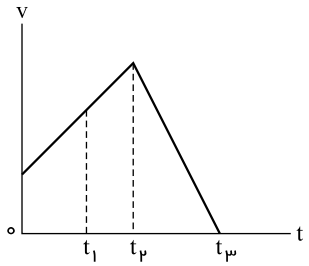
$$\overset{\Delta}{MCD} \sim \overset{\Delta}{MPQ} \rightarrow \frac{CD}{۳۵} = \frac{۱۰}{۲۰} \rightarrow CD = ۱۷/۵$$

حال مسافت ذوزنقهٔ هاشور زده، معادل مجموع مسافت طی شده توسط این دو متحرک در ۱۰ ثانیهٔ اول است، یعنی:

$$\ell_A + \ell_B = S_{\text{ذوزنقه}} = \frac{۳۵ + ۱۷/۵}{۲} \times ۱۰ \rightarrow \ell_A + \ell_B = ۲۶۲/۵m$$

---

۱۳ گزینه ۲



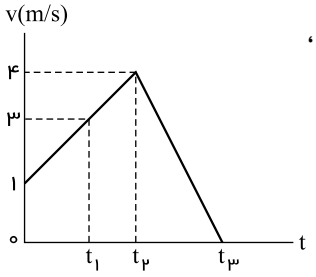
برای حل این سؤال باید به چند نکتهٔ زیر توجه کنیم:

۱) اگر متحرک در امتداد یک خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کند، در یک بازهٔ زمانی معین، سرعت متوسط و تندی متوسطش هم‌اندازه‌اند.

۲) در حرکت با شتاب ثابت، می‌توان از رابطهٔ $v_{av} = \frac{v_۱ + v_۲}{۲}$، سرعت متوسط را محاسبه کرد.

۳) سطح محصور برابر است.

WWW.ArefOnline.ir



با توجه به نکات بالا، بدیهی است که سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک در هر یک از بازه‌های زمانی داده‌شده در گزینه‌ی **۱**، **۲** و **۴**، هم‌اندازه‌اند، چون متحرک در بازه‌های زمانی داده شده تغییر جهت نداده است.

از طرفی در بازهٔ زمانی ۰ تا t_3، با استفاده از رابطهٔ $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$، اگرچه Δx (سطح زیر نمودار) بیشتر از بقیه است ولی با توجه به Δt بیشتر از بقیه، در این بازه، بیشترین سرعت متوسط (تندی متوسط) را نداریم.

اما برای بررسی بقیهٔ گزینه‌ها، از عددگذاری به صورت زیر استفاده می‌کنیم.

۱: از ۰ تا t_1:

$$s_{av}=v_{av}=\frac{۱+۳}{۲}=۲\frac{m}{s}$$

۲: از t_1 تا t_2:

$$s_{av}=v_{av}=\frac{۳+۴}{۲}=۳/۵\frac{m}{s}$$

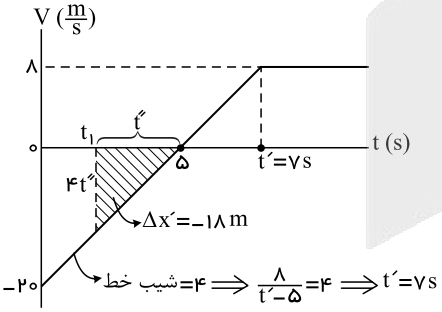
۳: از t_2 تا t_3:

$$s_{av}=v_{av}=\frac{۴+۰}{۲}=۲\frac{m}{s}$$

پس با مقایسهٔ اعداد به‌دست‌آمده، گزینهٔ «۲» صحیح است.

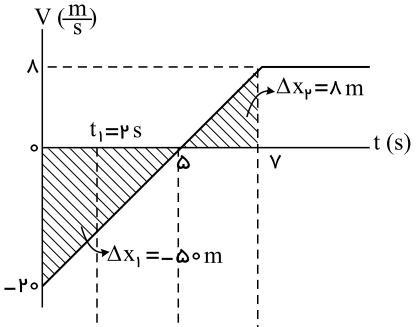
---

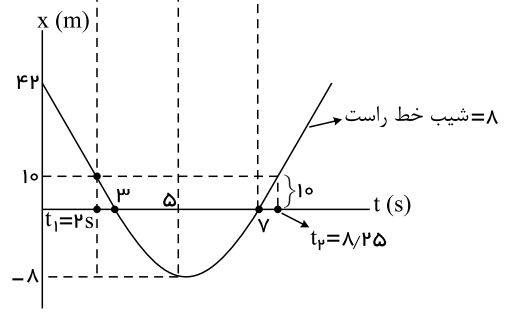
۱۴ گزینه ۴ با توجه به مکان اولیه و سطح محصور بین نمودار $v-t$ و محور زمان، جابه‌جایی و لحظه و مکان توقف را می‌یابیم. سپس نمودار مکان - زمان را رسم کرده و مدت زمانی که فاصلهٔ متحرک از مبدأ کمتر یا مساوی $۱۰m$ است را محاسبه می‌کنیم.



$$\text{قسمت هاشورخورده}: \Delta x'=-۱۸m \Rightarrow -\frac{t''\times ۴t''}{۲}=-۱۸ \Rightarrow t''=۳s \xrightarrow{t''=۵-t_1} t_1=۲s$$

WWW.ArefOnline.ir





خط راست با شیب ۸ $\Rightarrow ۸ = \frac{۱۰}{\Delta t'} \Rightarrow \Delta t' = ۱/۲۵$

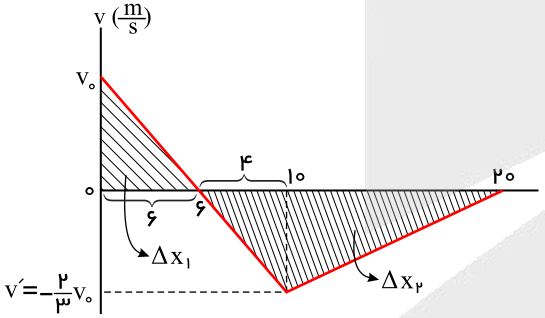
مدت زمانی که فاصلهٔ متحرک از مبدأ کمتر یا مساوی ۱۰ متر بوده:

$\Delta t = t_۲ - t_۱ = ۸/۲۵ - ۲ \Rightarrow \Delta t = ۶/۲۵ s$

---

۱۵ گزینه ۱

ابتدا سرعت متحرک را در لحظه‌های $t = ۰ s$ و $t = ۱۰ s$ می‌یابیم. با توجه به تشابه مثلث‌ها داریم:



$$\frac{۴}{۶} = \frac{v'}{v_۰} \xrightarrow{v'<۰} v' = -\frac{۲}{۳} v_۰$$

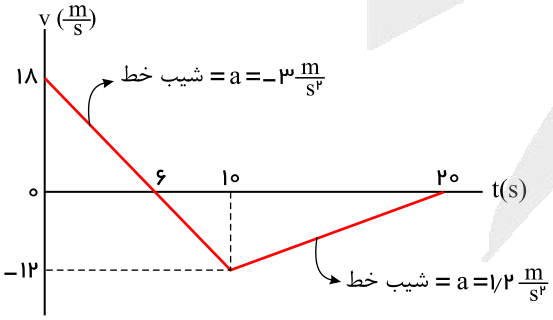
$$\Delta x_۱ = \frac{۶ \times v_۰}{۲} = ۳ v_۰$$

$$\Delta x_۲ = \frac{(۲۰ - ۶) \times -\frac{۲}{۳} v_۰}{۲} \Rightarrow \Delta x_۲ = -\frac{۱۴}{۳} v_۰$$

$$l = \Delta x_۱ + |\Delta x_۲| = ۳ v_۰ + \frac{۱۴}{۳} v_۰ = \frac{۲۳}{۳} v_۰$$

$$\xrightarrow{l = ۱۳۸ m} ۱۳۸ = \frac{۲۳}{۳} v_۰ \Rightarrow v_۰ = ۱۸ \frac{m}{s}$$

یعنی نمودار سرعت ـ زمان به‌صورت زیر است:



برای لحظهٔ $t = ۲ s$ داریم:

$$v = at + v_۰ = -۳t + ۱۸ \xrightarrow{t = ۲ s} v_۱ = -۳ \times ۲ + ۱۸ \Rightarrow v_۱ = ۱۲ \frac{m}{s}$$

و برای لحظهٔ $t = ۱۲ s$ داریم:

$$v = at + v_۰ = ۱/۲ \times ۲ - ۱۲ \Rightarrow v_۲ = -۹/۶ \frac{m}{s}$$

WWW.ArefOnline.ir

(دقت کنید که سرعت اولیه در مرحلهٔ دوم حرکت، همان سرعت در لحظهٔ $t = ۱۰s$ است.)

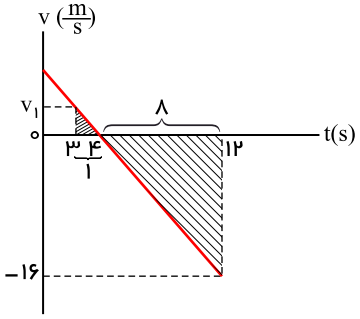
و در نهایت داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{-۹٫۶ - ۱۲}{۱۲ - ۲} = \frac{-۲۱٫۶}{۱۰} \Rightarrow |a_{av}| = ۲٫۱۶ \frac{m}{s^۲}$$

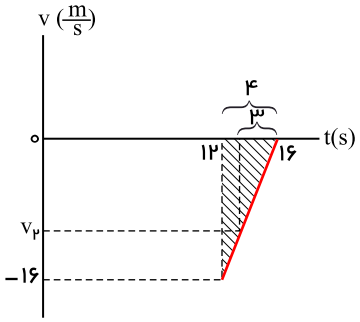
---

۱۶ گزینه ۱

برای پیدا کردن تندی متوسط، باید مسافت طی‌شده، که در اینجا برابر با سطح محصور بین نمودار و محور زمان است، را پیدا کنیم؛ بنابراین با توجه به تشابه مثلث‌ها، سرعت متحرک در لحظه‌های $t_۱ = ۳s$ و $t_۲ = ۱۳s$ را می‌یابیم.

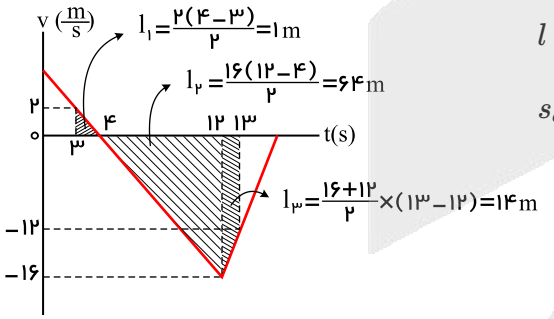


$$\frac{۱۶}{v_۱} = \frac{۸}{۱} \Rightarrow v_۱ = ۲ \frac{m}{s}$$



$$\frac{-۱۶}{v_۲} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow v_۲ = -۱۲ \frac{m}{s}$$

حالا مسافت طی‌شده و بعد از آن تندی متوسط را می‌یابیم:



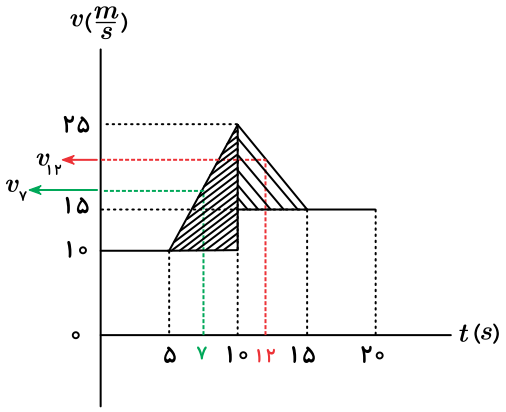
$$l = l_۱ + l_۲ + l_۳ = ۱ + ۶۴ + ۱۴ = ۷۹m$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۷۹}{۱۰} \Rightarrow s_{av} = ۷٫۹ \frac{m}{s}$$

---

۱۷ گزینه ۱ به کمک تشابه، سرعت در لحظات $۷s$ و $۱۲s$:

WWW.ArefOnline.ir

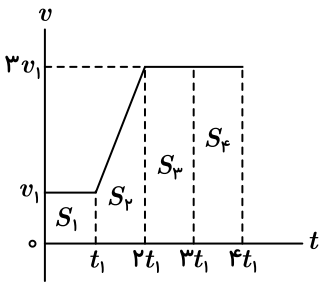


$$\begin{cases} \frac{v_۷ - ۱۰}{۷ - ۵} = \frac{۲۵ - ۱۰}{۱۰ - ۵} \Rightarrow v_۷ = ۱۶\ \frac{m}{s} \\ \frac{v_{۱۲} - ۱۵}{۱۵ - ۱۲} = \frac{۲۵ - ۱۵}{۱۵ - ۱۰} \Rightarrow v_{۱۲} = ۲۱\ \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow a_{av} = \frac{v_{۱۲} - v_۷}{۱۲ - ۷} = \frac{۲۱ - ۱۶}{۵} = ۱\ \frac{m}{s^۲}$$

۱۸ گزینه ۲ در بازهٔ $t = ۰$ تا $t_۲$ شیب نمودار و در نتیجه شتاب مثبت است. (رد گزینه‌های ۳ و ۴)

در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۳$، چون سرعت در ابتدا و انتهای بازه یکسان است، شتاب متوسط صفر است. اما در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۴$، سرعت در انتهای بازه کمتر از ابتدای بازه است. یعنی شتاب متوسط در این بازه منفی است.

۱۹ گزینه ۴



سطح زیر نمودار سرعت - زمان برابر با جابه‌جایی است.

$$S_۱ = v_۱ t_۱$$

$$S_۲ = \frac{(v_۱ + ۳v_۱) \times (۲t_۱ - t_۱)}{۲} = ۲v_۱ t_۱$$

$$S_۳ = S_۴ = ۳v_۱ t_۱$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»:

$$v_{av} = \frac{S_۱}{t_۱ - ۰} = \frac{v_۱ t_۱}{t_۱} = v_۱$$

گزینهٔ «۲»:

$$v_{av} = \frac{S_۱ + S_۲}{۲t_۱} = \frac{۳v_۱ t_۱}{۲t_۱} = \frac{۳}{۲} v_۱$$

گزینهٔ «۳»:

$$v_{av} = \frac{S_۱ + S_۲ + S_۳}{۳t_۱ - ۰} = \frac{۶v_۱ t_۱}{۳t_۱} = ۲v_۱$$

گزینهٔ «۴»:

WWW.ArefOnline.ir

$$v_{av} = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4}{4t_1 - 0} = \frac{9v_1 t_1}{4t_1} = \frac{9}{4}v_1$$

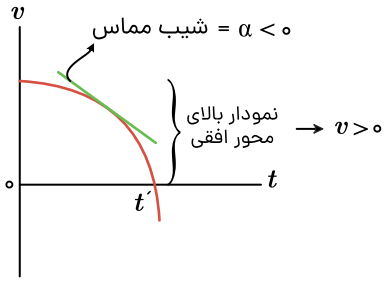
۲۰ گزینه ۱ فقط گزینهٔ «ب» درست است، زیرا در بازهٔ t_1 تا t_2، سرعت مثبت است یعنی متحرک در جهت محور حرکت کرده.

گزینهٔ الف غلط است چون در لحظهٔ t_1 فقط جهت شتاب تغییر کرده

گزینهٔ پ غلط است چون در بازهٔ صفر تا t_1 تندی در حال افزایش است.

گزینهٔ ت غلط است چون در بازهٔ صفر تا t_2 در ابتدا شتاب مثبت (در جهت محور) سپس منفی است (در خلاف جهت محور)، (دقت کنید که شیب خط مماس بر $v-t$ همان شتاب متحرک است.)

۲۱ گزینه ۳



۲۲ گزینه ۲

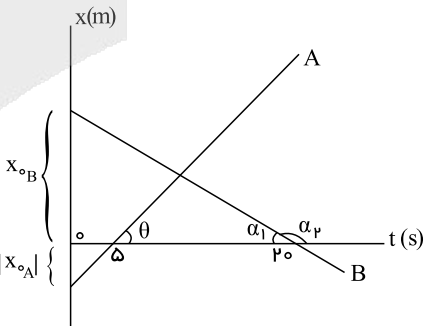
$$\text{حرکت سرعت ثابت} \rightarrow v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{26 - 8}{10 - 4} = 3\ \frac{m}{s}$$

$$x = vt + x_0 \xrightarrow{v=3\frac{m}{s}} x = 3t + x_0 \xrightarrow[x=8m]{t=4s} 8 = 12 + x_0 \rightarrow x_0 = -4m \rightarrow x = 3t - 4$$

۲۳ گزینه ۳ ابتدا رابطهٔ بین x_{OB} و x_{OA} را محاسبه می‌کنیم، سپس مقدار هریک را تعیین می‌کنیم.

$$x_{0B} + |x_{0A}| = 150m \quad (1)$$

$$\begin{cases} v_A > 0 \\ v_B < 0 \end{cases} \xrightarrow{(\text{تندی } A) = 2(\text{تندی } B)} v_A = 2|v_B|$$



می‌دانیم شیب خطوط مماس بر نمودار مکان - زمان برابر سرعت لحظه‌ای است و اگر نمودار یک خط مایل باشد، خود شیب این خط برابر سرعت لحظه‌ای آن متحرک است.

$$\begin{cases} v_A = A\text{تندی} = \frac{|x_{0A}|}{5} \quad (2) \\ |v_B| = \frac{x_{0B}}{20} \quad (3) \end{cases} \xrightarrow{v_A = 2|v_B|} \frac{|x_{0A}|}{5} = 2\frac{x_{0B}}{20} = \frac{x_{0B}}{10} \Rightarrow |x_{0A}| = \frac{x_{0B}}{2} \Rightarrow x_{0B} = 2|x_{0A}|$$

$$\xrightarrow{(1)} \begin{cases} |x_{0A}| = 50 \Rightarrow x_{0A} = -50m \\ x_{0B} = 100m \end{cases}$$

$$(2) \Rightarrow v_A = \frac{50}{5} = 10\frac{m}{s}\ ,\ (3) \Rightarrow v_B = -\frac{100}{20} = -5\frac{m}{s}$$

WWW.ArefOnline.ir

درنهایت معادلات مکان - زمان دو متحرک را می‌نویسیم و فاصله دو متحرک را به‌دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} x_A = v_A t + x_{\circ A} \\ x_B = v_B t + x_{\circ B} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_A = ۱۰t - ۵۰ \\ x_B = -۵t + ۱۰۰ \end{cases} \Rightarrow x_A - x_B = ۱۵t - ۱۵۰$$

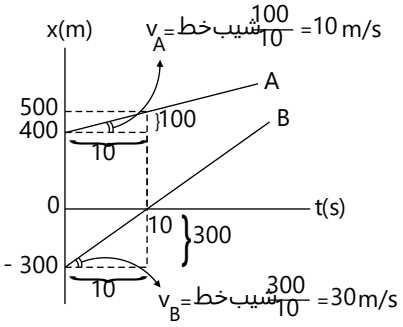
$$\Rightarrow x_A - x_B = ۱۵ \times ۲۰ - ۱۵۰ = ۱۵۰m \Rightarrow x_A - x_B = ۱۵۰m$$

---

۲۴ گزینه ۲ در ابتدا معادلهٔ حرکت هر یک را می‌نویسیم:

$$x = vt + x_{\circ} \rightarrow \begin{cases} x_A = ۱۰t + ۴۰۰ \\ x_B = ۳۰t - ۳۰۰ \end{cases}$$

$$V_B = \text{شیب خط} = \frac{۳۰۰}{۱۰} = ۳۰\frac{m}{s}$$



این دو متحرک، دو بار در فاصلهٔ ۶۰۰ متری هم قرار می‌گیرند. یک بار قبل از اینکه به هم برسند و بار دیگر بعد از اینکه به هم رسیده و دوباره از هم دور شوند یعنی:

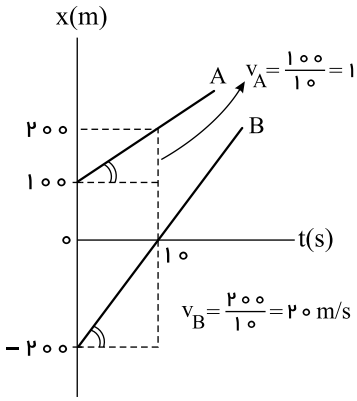
$$|\Delta x| = |x_A - x_B| = |(۱۰t + ۴۰۰) - (۳۰t - ۳۰۰)| = -۲۰t + ۷۰۰$$

$$\rightarrow \begin{cases} x_A - x_B = ۶۰۰ = -۲۰t + ۷۰۰ \rightarrow t_۱ = ۵s \\ x_A - x_B = -۶۰۰ = -۲۰t + ۷۰۰ \rightarrow t_۲ = ۶۵s \end{cases} \rightarrow \frac{t_۲}{t_۱} = \frac{۶۵}{۵} = ۱۳$$

---

۲۵ گزینه ۳

در ابتدا سرعت هر یک از متحرک‌ها و به دنبال آن مسیر حرکت آنها را رسم می‌کنیم و معادلهٔ حرکت آنها را می‌نویسیم. می‌دانیم که شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان با سرعت متحرک برابر است. در اینجا که سرعت متحرک‌ها ثابت است، داریم:



$$x = vt + x_{\circ} \Rightarrow \begin{cases} x_A = ۱۰t + ۱۰۰ \\ x_B = ۲۰t - ۲۰۰ \end{cases}$$

با توجه به اینکه تندی متحرک B بیشتر از متحرک A است، مرتباً به متحرک A نزدیک شده و بعد از رسیدن به متحرک A، از آن جلو می‌افتد، پس دوبار فاصلهٔ آنها از هم ۲۰ متر می‌شود.

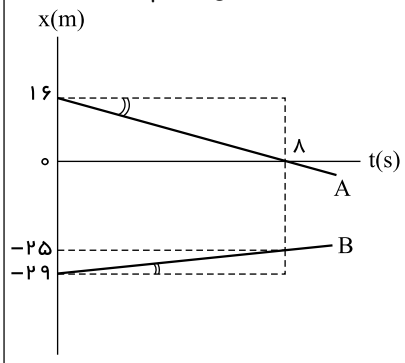
$$|x_A - x_B| = ۲۰m \rightarrow \begin{cases} x_A - x_B = ۲۰m \\ x_B - x_A = ۲۰m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۱۰t_۱ + ۱۰۰ - (۲۰t_۱ - ۲۰۰) = ۲۰ \rightarrow t_۱ = ۲۸s \\ ۲۰t_۲ - ۲۰۰ - (۱۰t_۲ + ۱۰۰) = ۲۰ \rightarrow t_۲ = ۳۲s \end{cases}$$

$$\rightarrow \Delta t = t_۲ - t_۱ = ۴s$$

WWW.ArefOnline.ir

۲۶ گزینه ۱

می‌دانیم که شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان با سرعت متحرک برابر است. بنابراین در ابتدا معادلهٔ حرکت هریک از دو متحرک را می‌نویسیم.



$$\Rightarrow v_A = \text{شیب خط} = \frac{-۱۶}{۸} = -۲\frac{m}{s}$$

$$v_B = \text{شیب خط} = \frac{۴}{۸} = \frac{۱}{۲}\frac{m}{s}$$

$$x = vt + x_۰ \Rightarrow \begin{cases} x_A = -۲t + ۱۶ \\ x_B = \frac{۱}{۲}t - ۲۹ \end{cases}$$

و در لحظهٔ به هم رسیدن دو متحرک به یکدیگر داریم:

$$x_A = x_B \Rightarrow -۲t + ۱۶ = \frac{۱}{۲}t - ۲۹ \Rightarrow \frac{۵}{۲}t = ۴۵ \Rightarrow t = ۱۸s$$

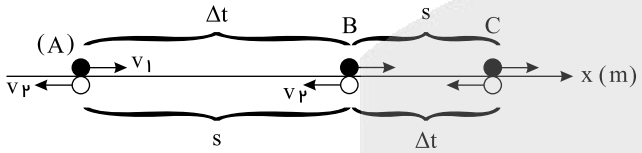
و مکان هریک در این لحظه برابر است با:

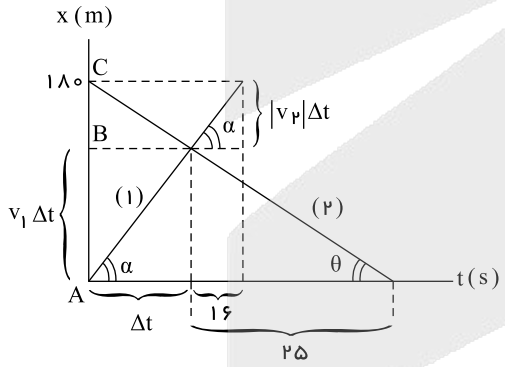
$$x_B = x_A = -۲t + ۱۶ \xrightarrow{t=۱۸s} x_A = -۲ \times ۱۸ + ۱۶ \Rightarrow x_B = x_A = -۲۰m$$

---

۲۷ گزینه ۲ این تست سالیان بسیار قبل در کنکور (البته با محاسبات ساده‌تر) مطرح شده بود و تست بسیار جالبی است. می‌خواهیم یک روش خلّاقانه ارائه کنیم!

کافی است امتداد مسیر را منطبق بر محور x گرفته و نمودار $x - t$ دو متحرک را در یک دستگاه رسم کنیم. شیب خط مماس بر نمودار ($x - t$) برابر سرعت (لحظه‌ای) در آن لحظه است.





۲ نکته:

$$\begin{cases} \Delta x_۲ = v_۲\Delta t \quad v_۱ > ۰ \text{و} v_۲ < ۰ \text{ دقت داریم که } (۱) \\ \Delta x_۱ = v_۱\Delta t \quad \text{جابه‌جایی در مدت زمان} \Delta t \text{برابر دو متحرک } (۲) \end{cases}$$

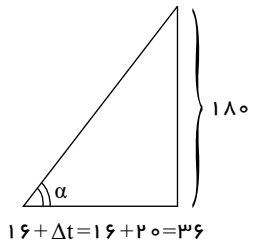
$$\text{سرعت متحرک}(۱) v_۱ = \text{شیب خط}۱ = \frac{|v_۲|\Delta t}{۱۶} \quad (*)$$

$$\text{سرعت متحرک}(۲) v_۲ = \text{شیب خط}۲ = \frac{v_۱\Delta t}{۲۵} \quad (**)$$

WWW.ArefOnline.ir

$$(*)\text{و}(**) \Rightarrow \frac{(\frac{v_۲\Delta t}{۲۵})(\Delta t)}{۱۶} = v_۲ \Rightarrow \frac{\Delta t^۲}{۲۵\times ۱۶} = ۱ \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{\Delta t}{۵\times ۴} = ۱$$

$$\Delta t = ۲۰s \Rightarrow v_۱ = \text{شیب خط}۱ = \frac{۱۸۰}{\Delta t} = \frac{۱۸۰}{۳۶} = ۵\frac{m}{s} \Rightarrow v_۱ = ۵\frac{m}{s}$$



---

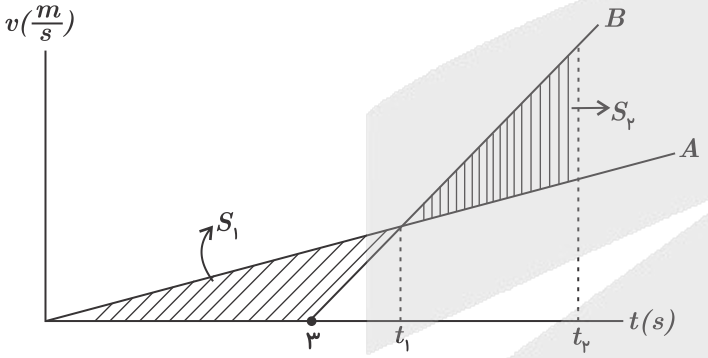
۲۸ گزینه ۳ فاصلهٔ بین دو متحرک در دو حالت، به صورت زیر تغییر می‌کند (با توجه به گزینه‌ها، $v_۲ > v_۱$ است؛ بنابراین در حالت دوم، اختلاف سرعت‌ها برابر $v_۲ - v_۱$ است، نه $v_۱ - v_۲$):

$$\begin{array}{l}\text{وقتی در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند: } \Delta x = (v_۲ + v_۱)t \\ \text{وقتی در یک جهت حرکت می‌کنند: } \Delta x' = (v_۲ - v_۱)t\end{array} \Rightarrow \begin{cases} ۱۶ = (v_۲ + v_۱)\times ۱ \\ ۲۴۰ = (v_۲ - v_۱)\times ۶۰ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ۱۶ = v_۲ + v_۱ \\ ۴ = v_۲ - v_۱ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_۲ = ۱۰\frac{m}{s} \\ v_۱ = ۶\frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{۱۰}{۶} = \frac{۵}{۳}$$

---

۲۹ گزینه ۱ نمودار سرعت - زمان دو متحرک را رسم می‌کنیم:



با توجه به نمودار، از لحظه‌ای که سرعت دو متحرک برابر می‌شود ($t_۱$)، تا لحظهٔ به هم رسیدنشان ($t_۲$)، سرعت متحرک A کمتر از B است و در نتیجه فاصلهٔ دو متحرک در حال کاهش است.

محاسبهٔ $t_۱$:

$$v = at + v_۰ \rightarrow \begin{cases} v_A = ۰/۵t \\ v_B = ۲(t-۳) \end{cases} \rightarrow ۰/۵t_۱ = ۲(t_۱ - ۳) \Rightarrow t_۱ = ۴s$$

محاسبهٔ $t_۲$:

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \xrightarrow{x_A = x_B} \frac{۱}{۲}(۰/۵)(t_۲^۲) = \frac{۱}{۲}(۲)(t_۲ - ۳)^۲$$

$$\rightarrow t_۲^۲ = ۴t_۲^۲ - ۲۴t_۲ + ۳۶ \rightarrow ۳t_۲^۲ - ۲۴t_۲ + ۳۶ = ۰ \rightarrow \begin{cases} t_۲ = ۶s \\ t_۲ = ۲s \text{ غ ق ق} \end{cases}$$

بنابراین به مدت $۶ - ۴ = ۲s$ فاصلهٔ دو متحرک در حال کاهش است.

---

۳۰ گزینه ۴ ابتدا معادلهٔ حرکت A و B را به‌دست می‌آوریم:

WWW.ArefOnline.ir

$$x_A = v_A t + x_{\circ A} \xrightarrow[x_\circ = ۲۰m]{v = \frac{۲۶-۲۰}{۳} = ۲ \frac{m}{s}} x_A = ۲t + ۲۰$$

$$\xrightarrow[x_\circ = \circ]{v_\circ = ۱۲ \frac{m}{s}} x_B = \frac{۱}{۲} a_B t^۲ + v_{\circ B} t + x_{\circ B} \rightarrow x_B = \frac{۱}{۲} a t^۲ + ۱۲t$$

هنگام به هم رسیدن دو متحرک، $x_A = x_B$ است:

$$x_A = x_B \Rightarrow ۲t + ۲۰ = \frac{۱}{۲} a t^۲ + ۱۲t \xrightarrow{t = ۴s} ۲ \times ۴ + ۲۰ = \frac{۱}{۲} a \times ۴^۲ + ۱۲ \times ۴ \Rightarrow ۲۸ = ۸a + ۴۸ \Rightarrow a = -۲/۵ \frac{m}{s^۲}$$

---

۳۱ گزینه ۴ از معادلهٔ مستقل از شتاب کمک می‌گیرید.

$$\Delta x = \frac{v_\circ + v}{۲} \Delta t \Rightarrow -۱۲۲/۵ - \circ = \frac{\circ + v}{۲} \times ۵ \Rightarrow v = -۴۹ m/s \Rightarrow |v| = ۴۹ m/s$$

---

۳۲ گزینه ۱ معادلهٔ مکان - زمان درجهٔ ۲ برحسب زمان است. بنابراین حرکت با شتاب ثابت بر خط راست است. (مشابه کتاب درسی از مشتق کمک نمی‌گیریم.)

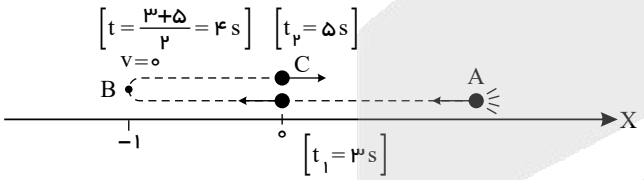
$$\begin{cases} x = ۲t^۲ + ۴t - ۸ \\ x = \frac{۱}{۲} a t^۲ + v_\circ t + x_\circ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{a}{۲} = ۲ \rightarrow a = +۴ \\ v_\circ = +۴ \end{cases} \rightarrow v = at + v_\circ = ۴t + ۴$$

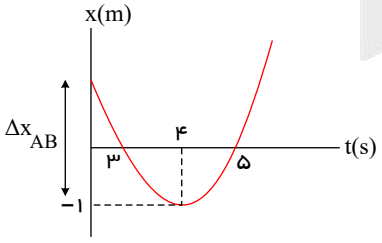
مشخص است که $v \neq \circ$ یعنی متحرک بر خط راست، بدون تغییر جهت است.

بنابراین: $\frac{L}{|\Delta x|} = ۱$

---

۳۳ گزینه ۳ هرگاه در یک حرکت شتابدار با شتاب ثابت a و $v_\circ$ مختلف‌العلامت باشند، حرکت به‌صورت رفت و برگشت است. اگر در چنین شرایطی متحرک در لحظات $t_۱$ و $t_۲$ از یک مکان عبور نموده باشد، در $t = \frac{t_۱ + t_۲}{۲}$ تغییر جهت داده و $v = \circ$ شده است. چون در $x = -۱(m)$ تغییر جهت داده (در $x < \circ$) و در دو لحظهٔ $t_۱ = ۳s$ و $t_۲ = ۵s$ نیز از مبدأ مکان عبور نموده راهی وجود ندارد جز اینکه:





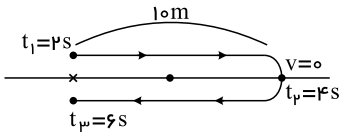
روش وارونه دیدن!

$$A \not\rightarrow B \rightarrow (B \rightarrow A) : \Delta x = \frac{۱}{۲} a (\Delta t)^۲ = ۸a$$
$$B \rightarrow C \rightarrow \Delta x = \frac{۱}{۲} a (۱)^۲ = ۰/۵a = ۱ \rightarrow a = ۲$$
$$\Rightarrow \Delta x_{AB} = ۱۶m$$

$$\Rightarrow x_\circ = ۱۵m \Rightarrow S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۱۶ + ۱}{۵} = \frac{۱۷}{۵} \frac{m}{s}$$

WWW.ArefOnline.ir

۳۴ گزینه ۱ چون متحرک در حرکت با شتاب ثابت در امتداد خط راست، در لحظه‌های t_1 و t_3 در یک مکان قرار دارد، الزاماً در لحظهٔ t_2 ($t_2 = \frac{t_3 + t_1}{2}$)، متوقف شده و برگشته است. پس نمودار مسیر حرکت آن به‌صورت زیر است.

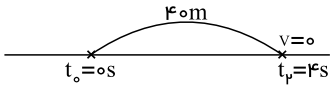


بین دو لحظهٔ $t_1 = ۲s$ و $t_2 = ۴s$ داریم:

$$\begin{cases} v = ۰ \\ \Delta x = -\frac{۱}{۲}at^۲ \Rightarrow ۱۰ = -\frac{۱}{۲}(a)(۲)^۲ \Rightarrow a = -۵\frac{m}{s} \end{cases}$$

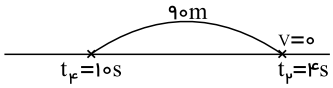
حال در ۴ ثانیهٔ اول داریم:

$$\begin{cases} v = ۰ \\ \Delta x = -\frac{۱}{۲}at^۲ \Rightarrow \Delta x = -\frac{۱}{۲}(-۵)(۴)^۲ \Rightarrow \Delta x = ۴۰m \end{cases}$$

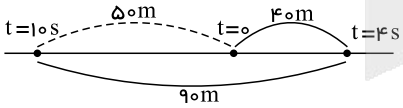


و بین دو لحظه $t_2 = ۴s$ و $t_4 = ۱۰s$ داریم:

$$\begin{cases} v = ۰ \\ \Delta x = -\frac{۱}{۲}at^۲ \Rightarrow \Delta x' = -\frac{۱}{۲}(-۵)(۶)^۲ \Rightarrow \Delta x' = ۹۰m \end{cases}$$



و در آخر داریم:



$$|\Delta x_{\text{کل}}| = |\Delta x' - \Delta x| = ۹۰ - ۴۰ = ۵۰m$$

$$|v_{av}| = |\frac{\Delta x}{\Delta t}| = \frac{۵۰}{۱۰} \Rightarrow |v_{av}| = ۵\frac{m}{s}$$

۳۵ گزینه ۳ ابتدا با داشتن معادلهٔ مکان - زمان، معادلهٔ سرعت - زمان متحرک را می‌نویسیم؛ سپس به کمک آن، لحظهٔ تغییر جهت متحرک و مکان متحرک در این لحظه را می‌یابیم.

$$x = ۲t^۲ - ۱۲t + ۸ \xrightarrow{x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰} a = ۴\frac{m}{s^۲}, v_۰ = -۱۲\frac{m}{s}$$

$$\xrightarrow{v=at+v_۰} v_۰ = ۴t - ۱۲ \xrightarrow{v=۰} t = ۳s \rightarrow x = ۲ \times ۹ - ۱۲ \times ۳ + ۸ = -۱۰m$$

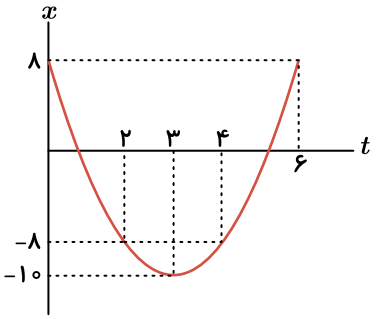
حال لحظات عبور متحرک از مکان‌های $x = ۸m$ و $x = -۸m$ (فاصله ۸ متری از مبدأ) را محاسبه می‌کنیم:

$$x = -۸m \rightarrow ۲t^۲ - ۱۲t + ۱۶ = ۰ \rightarrow \begin{cases} t = ۲s \\ t = ۴s \end{cases}$$

$$x = ۸m \xrightarrow{\text{تقارن سهمی}} \begin{cases} t = ۰s \\ t = ۶s \end{cases}$$

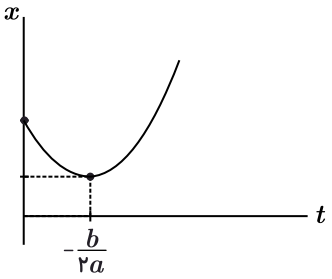
حالا با رسم نمودار $x - t$، بازهٔ زمانی مورد نظر را محاسبه می‌کنیم:

WWW.ArefOnline.ir



$$\Delta t_{\text{کل}} = ۲s + (۶ - ۴)s = ۴s$$

۳۶ گزینه ۱ راه اول: کافیست رأس سهمی را در فرم کلی نمودار زیر پیدا کنیم:



$$t_{\text{رأس}} = \frac{۶}{۲ \times \frac{۲}{۳}} = \frac{۹}{۲}s$$

$$x - t \text{ معادلهٔ در جایگذاری } x = \frac{۲}{۳}(\frac{۹}{۲})^۲ - ۶(\frac{۹}{۲}) + ۱۵ = ۱/۵m$$

راه دوم: کمترین فاصلهٔ متحرک تا مبدأ مربوط به لحظه‌ای است که متحرک تغییر جهت می‌دهد؛ بنابراین ابتدا معادلهٔ سرعت و سپس لحظهٔ تغییر جهت را می‌یابیم:

$$x = \frac{۲}{۳}t^۲ - ۶t + ۱۵ \xrightarrow{x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰} a = \frac{۴}{۳}\frac{m}{s^۲}, V_۰ = -۶\frac{m}{s} \xrightarrow{v=at+v_۰} v = \frac{۴}{۳}t - ۶$$

$$\xrightarrow{v=۰\ \frac{m}{s}} t = \frac{۹}{۲}s \xrightarrow[x-t \text{ معادلهٔ}]{\text{جایگذاری در}} x = ۱/۵m$$

۳۷ گزینه ۲

$$x = -۲t^۲ + ۱۰t - ۸ = ۰ \rightarrow \begin{cases} t = ۱s \\ t = ۴s \rightarrow \text{دومین لحظه‌ای که جهت بردار مکان عوض می‌شود} \end{cases}$$

$$\text{لحظهٔ تغییر جهت} \rightarrow v = ۰ \Rightarrow -۴t + ۱۰ = ۰ \rightarrow t = ۲/۵s$$

$$\begin{cases} v_۴ = -۴ \times ۴ + ۱۰ = -۶\ \frac{m}{s} \\ v_{۲/۵} = ۰ \end{cases} \Rightarrow v_{av} = \frac{v_۴ + v_{۲/۵}}{۲} = \frac{-۶ + ۰}{۲} = -۳\ \frac{m}{s}$$

۳۸ گزینه ۴ ابتدا رابطهٔ سرعت - جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت را می‌نویسیم:

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a(x_۲ - x_۱) \xrightarrow{v_۲ = ۱۸ \div ۳/۶ = ۵\ \frac{m}{s}} (۵)^۲ - ۴^۲ = ۲a(۱۹ - ۱۰) \longrightarrow a = \frac{۱}{۲}\frac{m}{s^۲}$$

یک بار دیگر این رابطه را بین یکی از لحظات داده شده و لحظهٔ $t = ۰$ می‌نویسیم:

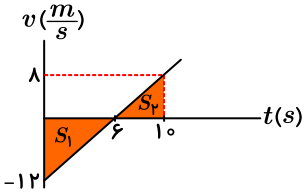
$$v_۱^۲ - v_۰^۲ = ۲a(x_۱ - x_۰)$$

$$\longrightarrow ۴^۲ - v_۰^۲ = ۲ \times \frac{۱}{۲}(۱۰ - (-۶)) \longrightarrow v_۰ = ۰$$

WWW.ArefOnline.ir

۳۹ گزینه ۴ ابتدا معادلهٔ سرعت - زمان را می‌نویسیم و نمودار آن را رسم می‌کنیم:

$$\begin{cases} x = t^۲ - ۱۲t + ۲۰ \\ x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \end{cases} \xrightarrow[v=at+v_۰]{a=۲\frac{m}{s^۲}\ ,\ v_۰=-۱۲\frac{m}{s}} v = ۲t - ۱۲$$



مسافت برابر با مجموع قدرمطلق مساحت‌های زیر نمودار $v-t$ است:

$$\begin{cases} S_۱ = \frac{۱۲ \times ۶}{۲} = ۳۶m \\ S_۲ = \frac{۴ \times ۸}{۲} = ۱۶m \end{cases} \Rightarrow l = S_۱ + S_۲ = ۳۶ + ۱۶ = ۵۲m$$

۴۰ گزینه ۱

$$\begin{cases} x = \frac{۳}{۴}t^۲ - ۱۵t + ۳۰ \Rightarrow \\ x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \end{cases} \begin{cases} \frac{۱}{۲}a = \frac{۳}{۴} \rightarrow a = \frac{۳}{۲} = ۱/۵\ \frac{m}{s^۲} \\ v_۰ = -۱۵\ \frac{m}{s} \end{cases} \xrightarrow{v=at+v_۰} v = ۱/۵t - ۱۵$$

در حرکت شتاب ثابت، سرعت متوسط در هر بازه با سرعت در وسط آن بازه برابر است.

$$\begin{matrix} v_{av} \\ {\scriptstyle (۰-۵)} \end{matrix} = v_{۲/۵} = ۱/۵(۲/۵) - ۱۵$$
$$\begin{matrix} v \\ {\scriptstyle (۱۰-۱۵)} \end{matrix} = v_{۱۲/۵} = ۱/۵(۱۲/۵) - ۱۵$$
$$\rightarrow \frac{\begin{matrix} v_{av} \\ {\scriptstyle (۰-۵)} \end{matrix}}{\begin{matrix} v_{av} \\ {\scriptstyle (۱۰-۱۵)} \end{matrix}} = \frac{۱/۵(۲/۵) - ۱۵}{۱/۵(۱۲/۵) - ۱۵} = \frac{-۷/۵}{۲/۵} = -۳$$

۴۱ گزینه ۳

$$\begin{cases} x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \\ x = -۴t^۲ + ۲۴t - ۳۰ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -۸\frac{m}{s^۲} \\ v_۰ = ۲۴\frac{m}{s} \\ x_۰ = -۳۰m \end{cases}$$

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = -۸t + ۲۴ \xrightarrow{v=۰} -۸t + ۲۴ = ۰ \Rightarrow t = ۳s$$

$$\lambda = -۴(۳)^۲ + ۲۴(۳) - ۳۰ = -۳۶ + ۷۲ - ۳۰ = ۶m$$

۴۲ گزینه ۳

معادلهٔ مستقل از شتاب : $\Delta x = \frac{v + v_۰}{۲}\Delta t \Rightarrow ۰ - ۱۲ = \frac{۰ + v_۰}{۲} \times ۴ \Rightarrow v_۰ = -۶m/s$

با توجه به شکل سهمی و اینکه رأس سهمی در $t = ۴$ است، سرعت در $t = ۸s$، هم‌اندازهٔ سرعت در لحظهٔ صفر است، پس: $v = +۶m/s$

۴۳ گزینه ۲ در لحظهٔ سبقت، مکان دو متحرک یکسان و برابر ۷۵ متر است، پس معادلهٔ حرکت هریک را می‌نویسیم و با هم مساوی قرار می‌دهیم

$$\begin{cases} A: v_A = a_At_t + v_{۰A} = ۱/۵t \text{ , و } x_A = \frac{۱}{۲} \times ۱/۵t^۲ = ۰/۷۵t^۲ \\ B: v_B = a_Bt_t + v_{۰B} = a_Bt \text{ و } x_B = \frac{۱}{۲}a_Bt^۲ - ۷۵ \end{cases}$$

$$x_A = x_B = ۷۵ \begin{cases} x_A = ۰/۷۵t^۲ = ۷۵ \rightarrow \boxed{t = ۱۰s} \text{ : در لحظهٔ سبقت} \\ x_B = \frac{۱}{۲}a_B \times ۱۰^۲ - ۷۵ = ۷۵ \rightarrow a_B = ۳\,m/s^۲ \end{cases} \rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{۳ \times ۱۰}{۱/۵ \times ۱۰} = ۲$$

WWW.ArefOnline.ir

۴۴ گزینه ۲ روش اول: از لحظهٔ $t = ۶$ تا لحظهٔ $t = ۰$ برمی‌گردیم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \xrightarrow[\Delta x = ۱۸m]{v_۰ = ۰, t = ۶s} ۱۸ = \frac{۱}{۲}a(۶)^۲ \rightarrow a = ۱\frac{m}{s^۲}$$

روش دوم:

نمودار مکان - زمان یک سهمی است بنابراین حرکت بر روی محور x، با شتاب ثابت است؛ در بازهٔ زمانی صفر تا $t = ۶s$ داریم:

$$\Delta x = \frac{v + v_۰}{۲}\Delta t \rightarrow ۰ - ۱۸ = (\frac{۰ + v_۰}{۲})(۶) = ۳v_۰ \rightarrow v_۰ = -۶m/s$$

$$v = at + v_۰ \rightarrow ۰ = a \times ۶ + (-۶) \rightarrow a = ۱m/s^۲$$

روش سوم:

$$\begin{cases} x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \\ v = at + v_۰ \end{cases} \xrightarrow[\text{صفر تا } ۶s]{\text{در بازهٔ زمانی}} \begin{cases} ۰ = \frac{۱}{۲}a \times ۶^۲ + v_۰ \times ۶ + ۱۸ \rightarrow a = ۱m/s^۲ \\ ۰ = a \times ۶ + v_۰ \rightarrow v_۰ = -۶a \end{cases}$$

---

۴۵ گزینه ۲

فرض کنیم لحظهٔ موردنظر $t = t'$ است.

$$B : x_B = \frac{۱}{۲}a_Bt^۲ + v_{۰B}t + \cancel{x_{۰B}^۰}$$

$$A : x_A = v_At + x_{۰A}$$

در $t = ۴s$ و $t = ۱۲s$: $x_A = x_B$ است:

$$t = ۴s \Rightarrow \frac{۱}{۲}a_B \times ۴^۲ + v_{۰B} \times ۴ = v_A \times ۴ + x_{۰A} \quad (۱)$$

$$t = ۱۲s \Rightarrow \frac{۱}{۲}a_B \times ۱۲^۲ + v_{۰B} \times ۱۲ = v_A \times ۱۲ + x_{۰A} \quad (۲)$$

$$(۲) - (۱) \Rightarrow \frac{۱}{۲}a_B(۱۴۴ - ۱۶) + ۸v_{۰B} = ۸v_A \Rightarrow ۶۴a_B + ۸v_{۰B} = ۸v_A$$

از طرفی: $\begin{cases} ۸a_B + v_{۰B} = v_A = \text{ثابت} \\ v_B = a_Bt + v_{۰B} \end{cases} \Rightarrow ۸a_B + \cancel{v_{۰B}} = a_Bt' + \cancel{v_{۰B}} \Rightarrow t' = ۸s$

روش دوم:

چون نمودار B قسمتی از یک سهمی است، پس حرکت B شتابدار با شتاب ثابت است.

از طرف دیگر می‌دانیم که شیب خط A که دو نقطهٔ از نمودار B را قطع کرده برابر سرعت متوسط متحرک بین دو لحظهٔ $t_۱ = ۴s$ و $t_۲ = ۱۲s$ است.

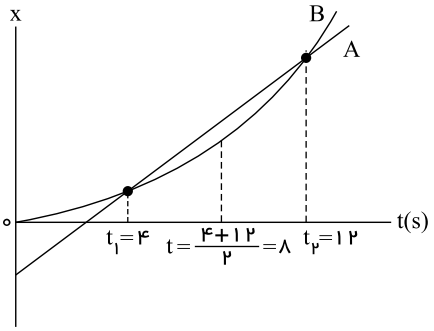
پس تا اینجا دریافتیم که:

$$V_A = V_{av_B}$$

و اما همه می‌دانیم که در حرکت با شتاب ثابت، V_{av} بین دو لحظهٔ $t_۱$ و $t_۲$ برابر است با V در لحظهٔ $t = \frac{t_۱ + t_۲}{۲}$.

حال با این مقدمه می‌دانیم که

WWW.ArefOnline.ir



یعنی در لحظهٔ $t = ۸s$ سرعت متحرک B با سرعت متحرک A هم‌اندازه است.

---

۴۶ گزینه ۳ روش اول:

در $t = ۲$ سرعت صفر است. در بازهٔ زمانی $t_1 = ۰$ تا $t_2 = ۲s$ داریم:

$$v = at + v_۰ \Rightarrow ۰ = ۲a + v_۰ \Rightarrow v_۰ = -۲a \quad (*)$$

به کمک تعریف سرعت متوسط جابه‌جایی در بازهٔ زمانی $t_1 = ۱s$ تا $t_2 = ۶s$ را می‌یابیم:

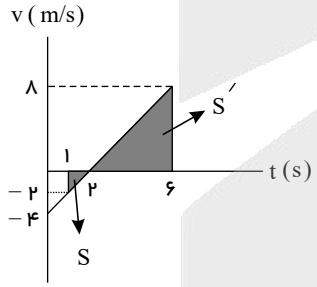
$$v_{av} = \frac{x_{(t=۶)} - x_{(t=۱)}}{۶ - ۱} = ۳ \Rightarrow \Delta x_{(۱s-۶s)} = ۱۵m \quad (**)$$

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \xrightarrow{(*)} x = \frac{۱}{۲}at^۲ - ۲at + x_۰ \Rightarrow \begin{cases} t_۱ = ۱s \Rightarrow x_۱ = \frac{a}{۲} - ۲a + x_۰ = -\frac{۳}{۲}a + x_۰ \\ t_۲ = ۶s \Rightarrow x_۲ = ۱۸a - ۱۲a + x_۰ = ۶a + x_۰ \end{cases}$$

$$\xrightarrow{(**)} \Delta x = ۱۵m = ۷/۵a \Rightarrow a = ۲\frac{m}{s^۲} \xrightarrow{(*)} v_۰ = -۴\frac{m}{s} \Rightarrow v = ۲t - ۴$$

از رسم نمودار $(v - t)$ کمک می‌گیریم:

$v = ۲t - ۴ \Rightarrow$



$$\begin{cases} t_۱ = ۱s \Rightarrow v_۱ = -۲\frac{m}{s} \\ t_۲ = ۶s \Rightarrow v_۲ = ۸\frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow L = S + S' = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱ + \frac{۱}{۲} \times ۸ \times ۴ = ۱ + ۱۶ = ۱۷m$$

روش دوم:

در بازهٔ زمانی صفر تا $۲s \Rightarrow v = at + v_۰ \Rightarrow ۰ = ۲a + v_۰ \Rightarrow v_۰ = -۲a$

$$v_{av} = \frac{v + v_۰}{۲} = \frac{(at + v_۰) + v_۰}{۲} = \frac{۱}{۲}at + v_۰$$

در بازهٔ زمانی $t_1 = ۰$ تا $t_2 = ۶s$، در رابطهٔ فوق:

$$v_{av} = ۳ = \frac{۱}{۲}a(۶ - ۱) + v_۱ \xrightarrow{v_۱ = v_{(t_۱ = ۱s)} = (-۲)} ۳ = \frac{۵}{۲}a - ۲ \Rightarrow \begin{cases} a = ۲\frac{m}{s^۲} \\ v_۰ = -۴\frac{m}{s} \end{cases}$$

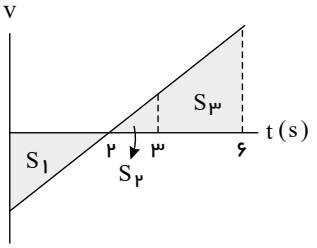
باقی راه‌حل شبیه روش اول است.

WWW.ArefOnline.ir

۴۷ گزینه ۴ نمودار سهمی است. پس حرکت شتابدار با شتاب ثابت است. $a > ۰$ و $v_۰ < ۰$ است. متحرک در $t = ۲s$ تغییر جهت داده است و می‌دانیم هنگام بررسی مسافت طی شده باید حواسمان به تغییر جهت دادن یا تغییر جهت ندادن جسم در بازهٔ زمانی موردنظر باشد. اکنون گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

رد گزینهٔ (۱): متحرک در $t = ۲s$ تغییر جهت داده بنابراین مسافت در بازهٔ زمانی $t = ۰$ تا $t = ۳s$ (که متحرک در این بازهٔ زمانی و در $t = ۲s$ تغییر جهت داده) نمی‌تواند با مسافت طی شده توسط متحرک در بازهٔ زمانی $t = ۳s$ تا $t = ۶s$ برابر باشد:

$$\begin{cases} L_{(۰-۳s)} = S_۱ + S_۲ \\ L_{(۳s-۶s)} = S_۳ \end{cases} \Rightarrow S_۱ + S_۲ \neq S_۳$$



برای سهولت در امر مقایسه می‌توانیم به a یک عدد فرضی نسبت دهیم مثلاً:

$$a = ۱(\frac{m}{s}) \Rightarrow v_{(t=۲)} = a\Delta t + v_{(t=۰)} \Rightarrow ۰ = ۲ \times ۱ + v_۰ \Rightarrow v_۰ = -۲\frac{m}{s} \Rightarrow v = at + v_۰ \Rightarrow v = t - ۲$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t = ۳s \Rightarrow v = ۳ - ۲ = ۱\frac{m}{s} \\ t = ۶s \Rightarrow v = ۶ - ۲ = ۴\frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} |S_۱| = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱ = ۱m \\ S_۲ = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times ۱ = ۰/۵m \\ S_۳ = \frac{۱}{۲} \times ۳ \times \underbrace{(۱ + ۴)}_{۵} = ۷/۵m \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} L_{(۰-۳s)} = |S_۱| + S_۲ = ۱ + ۰/۵ = ۱/۵m \\ L_{(۳-۶s)} = S_۳ = ۷/۵m \end{cases} \Rightarrow L_{(۰-۳s)} \neq L_{(۳-۶s)}$$

توجه: برای رد گزینهٔ (۱) به‌طور شهودی نیز عمل بفرمائید! شتاب ثابت، تقارن، توجه به بازه‌های زمانی و ...

رد گزینهٔ (۲):

$$\begin{cases} \Delta x_{(۰-۳s)} = S_۲ - |S_۱| \\ L_{(۰-۳s)} = S_۲ + |S_۱| \end{cases} \Rightarrow \Delta x_{(۰-۳s)} \neq L_{(۰-۳s)}$$

رد گزینهٔ (۳): شیب خط واصل دو نقطه از نمودار مکان - زمان برابر سرعت متوسط در آن بازهٔ زمانی است، پس به دلیل تقارن:

$$[(v_{av})_{۰-۴s} = \frac{x_{(t=۴)} - x_{(t=۰)}}{۴ - ۰} = ۰] \neq [v_{(۱s-۵s)} (\neq ۰)]$$

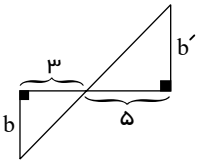
تأیید گزینهٔ (۴): به دلیل اینکه شتاب ثابت است و تقارن در نمودار مکان - زمان،

$$\begin{cases} x_{(t=۱s)} = x_{(t=۳s)} \\ x_{(t=۰)} = x_{(t=۴s)} \end{cases} \Rightarrow x_{(۳)} - x_{(۰)} = x_{(۱)} - x_{(۴)} = |x_{(۴)} - x_{(۱)}| \Rightarrow \Delta x_{(۰-۳s)} = |\Delta x_{(۱-۴s)}| \Rightarrow |\frac{\Delta x}{\Delta t_{(۰-۳s)}}|$$

$$= |\frac{\Delta x}{\Delta t_{(۱-۴s)}}| \Rightarrow (v_{av})_{۰-۳s} = (v_{av})_{۱-۴s}$$

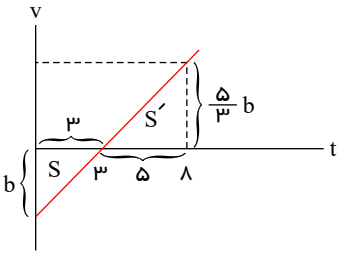
---

۴۸ گزینه ۳ ساده‌ترین راه، رسم نمودار $(v - t)$ و استفاده از مساحت زیر نمودار آن‌هاست:



$$\Rightarrow \frac{b'}{b} = \frac{۵}{۳} \Rightarrow b' = \frac{۵}{۳}b$$

WWW.ArefOnline.ir



$$|S| = \frac{۱}{۲}(۳)(b) = \frac{۳b}{۲}$$

$$S' = \frac{۱}{۲}(\frac{۵}{۳}b)(۵) = \frac{۲۵}{۶}b$$

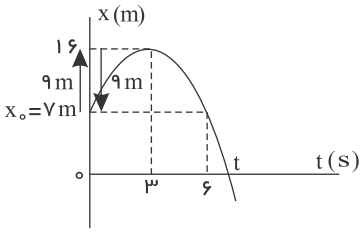
$$\Delta x = S' - |S| = \frac{۸}{۳}b$$

$$L = S' + |S| = \frac{۳۴}{۶}b$$

$$\frac{\Delta x}{L} = \frac{\frac{۸}{۳}b}{\frac{۳۴}{۶}b} = \frac{۸}{۱۷}$$

---

۴۹ گزینه ۳



چون حرکت با شتاب ثابت است، نمودار $x - t$ به صورت قسمتی از یک سهمی است و با توجه به وجود تقارن نسبت به راس سهمی داریم:

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \rightarrow ۳ = \frac{\ell}{۶} \rightarrow \ell = ۱۸m$$

یعنی در ۳ ثانیه اول ۹ متر در جهت محور رفته و در ۳ ثانیه بعد ۹ متر را برگشته است.

حال در ۳ ثانیه اول، از راس سهمی که $v = ۰$ است، برمی‌گردیم: (در این ۳ ثانیه ۹ متر برمی‌گردیم.)

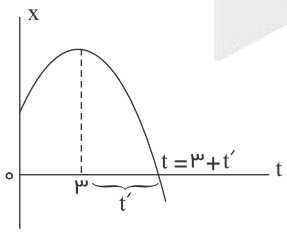
$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \rightarrow -۹ = \frac{۱}{۲} \times a \times (۳)^۲ \rightarrow a = -۲\frac{m}{s^۲}$$

و برای تعیین زمان حرکت از $x = ۱۶$ تا $x = ۰$ (از لحظهٔ مربوط به راس سهمی تا لحظهٔ $x = ۰$) داریم: (در راس سهمی $v = ۰$ است)

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}a't'^۲ \rightarrow -۱۶ = \frac{۱}{۲}(-۲)t'^۲ \rightarrow t' = ۴s$$

پس در نهایت:

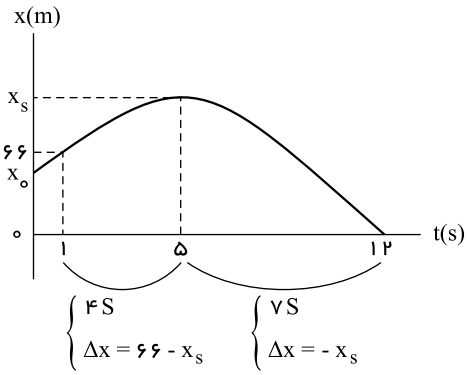
$$t = ۳ + t' = ۳ + ۴ \rightarrow t = ۷s$$



یعنی در مدت ۷ ثانیهٔ اول $x > ۰$ یعنی بردار مکان در جهت محور x است.

WWW.ArefOnline.ir

۵۰ گزینه ۳



اگر مکان متحرک در رأس سهمی را x_s بنامیم و معادلهٔ جابه‌جایی متحرک را از راس سهمی که در آن $v = ۰$ است بنویسیم، داریم:

$$\begin{cases} v_\circ = ۰ \\ \Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} ۶۶ - x_s = \frac{۱}{۲}(a)(۴)^۲ \\ -x_s = \frac{۱}{۲}(a)(۷)^۲ \end{cases} \rightarrow \frac{۶۶ - x_s}{-x_s} = \frac{۱۶}{۴۹} \rightarrow x_s = ۹۸m$$

و در ادامه برای تعیین شتاب داریم:

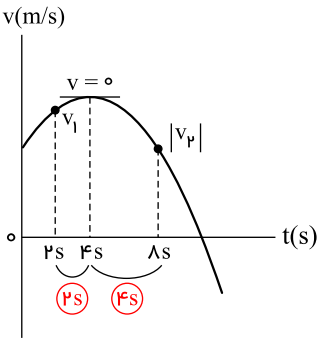
$$-x_s = \frac{۱}{۲}a(۷)^۲ \rightarrow -۹۸ = \frac{۱}{۲}a(۴۹) \rightarrow a = -۴\frac{m}{s^۲}$$

و در ۵ ثانیهٔ اول:

$$\begin{cases} v_\circ = ۰ \\ \Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ \rightarrow x_\circ - x_s = \frac{۱}{۲}(-۴)(۵)^۲ \xrightarrow{x_s = ۹۸} x_\circ = ۴۸m \end{cases}$$

---

۵۱ گزینه ۱



می‌دانیم که شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه برابر سرعت لحظه‌ای متحرک است. بنابراین معادلهٔ سرعت جسم را تا رأس سهمی می‌نویسیم (یعنی جایی که سرعت صفر است). بنابراین داریم:

$$v = at + v_\circ$$

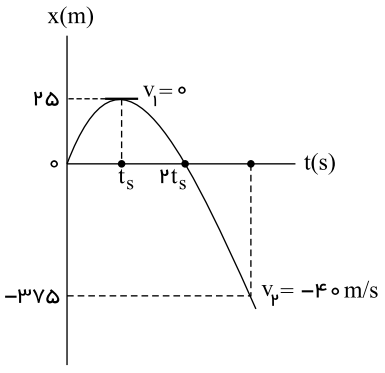
$$\circ = a \times ۲ + v_۱ \rightarrow |v_۱| = ۲a$$

$$\circ = a \times ۴ + v_۲ \rightarrow |v_۲| = ۴a$$

$$\Rightarrow |\frac{v_۲}{v_۱}| = \frac{۴a}{۲a} = ۲$$

---

۵۲ گزینه ۳



با توجه به اینکه جابه‌جایی متحرک از لحظهٔ توقف ($v_۱ = ۰$) تا مکان $x = -۳۷۵m$ معلوم است. ($\Delta x = -۳۷۵ - ۲۵ = -۴۰۰m$) و نیز معلوم بودن سرعت متحرک در مکان $x = -۳۷۵m$، با استفاده از رابطهٔ سرعت - جابه‌جایی، شتاب حرکت متحرک را می‌یابیم.

WWW.ArefOnline.ir

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow (-۴۰)^۲ - ۰ = ۲(a)(-۴۰۰) \rightarrow a = -۲\frac{m}{s^۲}$$

و در مدتی که $x > ۰$ است، بردار مکان متحرک در جهت محور x است (که در اینجا معادل $۲t_s$ است.) بنابراین برای پیدا کردن t_s، از رأس سهمی تا مبدأ مکان در امتداد محور x برمی‌گردیم، یعنی:

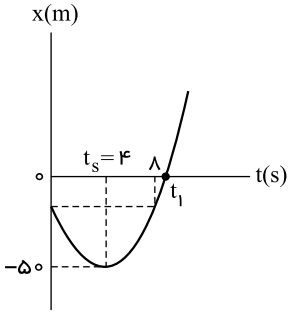
$$\begin{cases} v_۱ = ۰ \\ \Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ \end{cases} \xrightarrow[a=-۲\frac{m}{s^۲}]{\Delta x=-۲۵m} -۲۵ = \frac{۱}{۲}(-۲)(t_s)^۲ \rightarrow t_s = ۵s$$

و مدتی که بردار مکان متحرک در جهت مثبت محور x است:

$$\Delta t = ۲t_s = ۱۰s$$

---

۵۳ گزینه ۱



یکی از روش‌ها برای تعیین سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت، استفاده از رابطهٔ $v_{av} = \frac{v_۲ + v_۱}{۲}$ است. (البته روش‌های دیگری نیز برای حل سؤال مثلاً تعریف سرعت متوسط $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ و ... نیز وجود دارد که خودتان می‌توانید آنها را تمرین کنید)

به همین دلیل، بار اول با نوشتن رابطهٔ سرعت - جابه‌جایی بین دو مکان $x_۱ = -۵۰m$ و $x_۲ = ۰$ (لحظهٔ عبور از مبدأ مکان)، شتاب حرکت را می‌یابیم.

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a(\Delta x) \xrightarrow[v_۱=۰, v_۲=۲۰\frac{m}{s}]{\Delta x = x_۲ - x_۱ = ۰ - (-۵۰) = ۵۰m} (۲۰)^۲ - (۰)^۲ = (۲)(a)(۵۰) \Rightarrow a = ۴\frac{m}{s^۲}$$

حال با توجه به اینکه در ۸ ثانیهٔ اول حرکت، سرعت متوسط متحرک صفر شده، جابه‌جایی‌اش در این مدت صفر بوده ، پس در $t_s = ۴s$ متوقف شده و تغییر جهت داده است. بنابراین با نوشتن معادلهٔ سرعت در ۴ ثانیهٔ اول داریم:

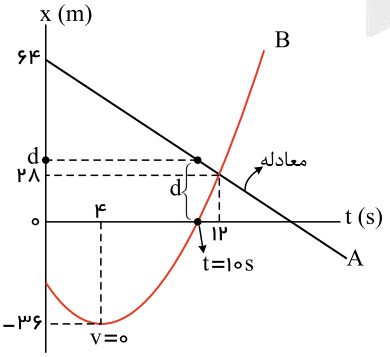
$$v = at + v_۰ \xrightarrow[t=۴s]{v=۰} ۰ = (۴)(۴) + v_۰ \Rightarrow v_۰ = -۱۶\frac{m}{s}$$

و در نهایت برای تعیین سرعت متوسط در $t_۱$ ثانیهٔ اول حرکت داریم:

$$v_{av} = \frac{v_۰ + v}{۲} \xrightarrow[v=۲۰\frac{m}{s}]{v_۰=-۱۶\frac{m}{s}} v_{av} = \frac{-۱۶ + ۲۰}{۲} \Rightarrow v_{av} = ۲\frac{m}{s}$$

---

۵۴ گزینه ۴ برای متحرک A که با سرعت ثابت حرکت می‌کند، داریم:



$$v_A = \text{شیب خط} = -\frac{۳۶}{۱۲} = -۳\frac{m}{s}$$

پس در لحظهٔ $t = ۱۲s$ داریم:

WWW.ArefOnline.ir

$$v_B = \frac{۱۶}{۳}|v_A| = \frac{۱۶}{۳} \times ۳ = ۱۶\frac{m}{s}$$

برای متحرک B که با شتاب ثابت حرکت می‌کند داریم: (بین $t = ۴s$ و $t = ۱۲s$)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۱۶ - ۰}{۱۲ - ۴} \Rightarrow a = ۲\frac{m}{s^۲}$$

ثانیهٔ اول ۴ : $v = at + v_۰ \Rightarrow ۰ = ۲ \times ۴ + v_۰ \Rightarrow v_۰ = -۸\frac{m}{s}$ ، $\Delta x = \frac{v + v_۰}{۲}\Delta t = \frac{۰ - ۸}{۲} \times ۴ = -۱۶$

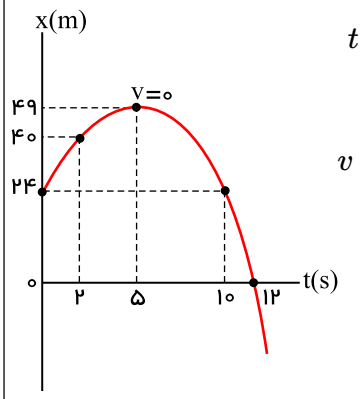
$\Rightarrow \Delta x = x - x_۰ \Rightarrow -۱۶ = -۳۶ - x_۰ \Rightarrow x_۰ = -۲۰$

لحظهٔ تغییر جهت بردار مکان $x = ۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ = ۰ \Rightarrow t^۲ - ۸t - ۲۰ = ۰ \Rightarrow t = ۱۰s$

$x_A = v_At + x_{۰_A} \Rightarrow d = -۳ \times ۱۰ + ۶۴ \Rightarrow d = ۳۴m$

---

۵۵ گزینه ۱



در لحظهٔ تغییر جهت، متحرک متوقف می‌شود؛ پس لحظهٔ $t = ۵s$ مربوط به رأس سهمی است. حال بین دو لحظهٔ $t = ۰s$ و $t = ۵s$ داریم:

$$v = at + v_۰ \xrightarrow[t=۵]{v=۰} ۵a + v_۰ = ۰ \qquad (۱)$$

و در ۱۲ ثانیهٔ اول داریم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \xrightarrow[t=۱۲s]{\Delta x=-۲۴m} -۲۴ = ۷۲a + ۱۲v_۰ \Rightarrow ۶a + v_۰ = -۲ \qquad (۲)$$

$$\left.\begin{matrix}(۱)\\(۲)\end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{cases} ۵a + v_۰ = ۰ \\ ۶a + v_۰ = -۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -۲\frac{m}{s^۲} \\ v_۰ = ۱۰\frac{m}{s} \end{cases}$$

بدیهی است که با توجه به تقارن نسبت به رأس سهمی، متحرک در لحظهٔ $t = ۱۰s$ مجدداً در مکان $x = ۲۴m$ است. برای لحظهٔ $t = ۲s$ داریم:

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ = \frac{۱}{۲}(-۲)(۲)^۲ + ۱۰ \times ۲ + ۲۴ \Rightarrow x_۲ = ۴۰m$$

و در $t = ۵s$:

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ = \frac{۱}{۲}(-۲)(۵)^۲ + ۱۰ \times ۵ + ۲۴ \Rightarrow x_۵ = ۴۹m$$

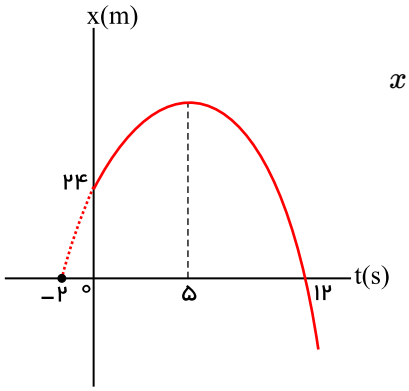
پس بین دو لحظه $t = ۲s$ و $t = ۱۰s$ متحرک از مکان $x_۲ = ۴۰m$ به مکان $x_۵ = ۴۹m$ رفته و تا مکان $x_{۱۰} = ۲۴m$ برگشته است. برای تعیین تندی متوسط داریم:

$$l = |\Delta x_۱| + |\Delta x_۲| = (۴۹ - ۴۰) + |۲۴ - ۴۹| = ۳۴m$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۳۴}{۸} \Rightarrow s_{av} = \frac{۱۷}{۴}\frac{m}{s}$$

WWW.ArefOnline.ir

روش دوم: با توجه به خاصیت تقارن نسبت به رأس سهمی، بدیهی است که معادلهٔ این سهمی (همان معادلهٔ مکان ـ زمان) به‌صورت زیر است:

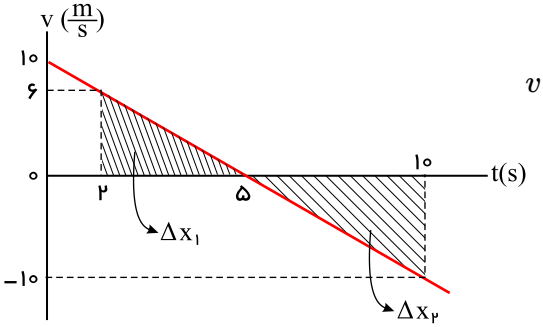


$$x = -(t+۲)(t-۱۲) \Rightarrow x = -t^۲ + ۱۰t + ۲۴$$

یعنی:

$$\begin{cases} x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \\ x = -t^۲ + ۱۰t + ۲۴ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -۲ \\ v_۰ = ۱۰ \\ x_۰ = ۲۴ \end{cases}$$

حال با رسم نمودار سرعت ـ زمان داریم:



$$v = at + v_۰ \xrightarrow{t=۲s} v = ۲(-۲) + ۱۰ = ۶\frac{m}{s}$$

$$\Delta x_۱ = \frac{(۵-۲)\times ۶}{۲} = ۹m$$

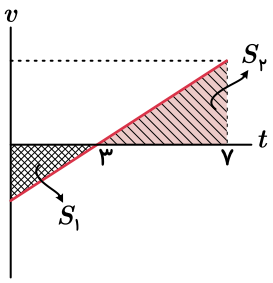
$$\Delta x_۲ = \frac{-۱۰ \times (۱۰-۵)}{۲} = -۲۵m$$

$$l = \Delta x_۱ + |\Delta x_۲| = ۹ + ۲۵ = ۳۴$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۳۴}{۸} \Rightarrow s_{av} = \frac{۱۷}{۴}\frac{m}{s}$$

---

۵۶ گزینه ۲ با توجه به نمودار $x-t$، سرعت اولیهٔ متحرک منفی و شتاب آن مثبت است. همچنین در لحظهٔ $t = ۳s$، سرعت صفر می‌شود؛ بنابراین نمودار $v-t$ متحرک را رسم می‌کنیم:



حال به کمک نسبت تشابه دو مثلث $S_۱$ و $S_۲$ و استفاده از سطح زیر نمودار سرعت ـ زمان، جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شدهٔ متحرک را حساب می‌کنیم و در نهایت، نسبت تندی متوسط را می‌یابیم:

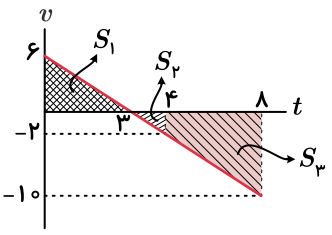
$$\frac{S_۲}{S_۱} = (\frac{۴}{۳})^۲ = \frac{۱۶}{۹} \rightarrow S_۲ = \frac{۱۶}{۹}S_۱$$

$$\frac{s_{av}}{|v_{av}|} = \frac{l}{|\Delta x|} = \frac{S_۱ + S_۲}{|S_۲ - S_۱|} = \frac{۱ + \frac{۱۶}{۹}}{|۱ - \frac{۱۶}{۹}|} = \frac{۲۵}{۷}$$

---

۵۷ گزینه ۴ با توجه به اینکه تقعر نمودار رو به پایین است، شتاب حرکت منفی است. همچنین با توجه به اینکه سرعت متحرک در $t = ۳s$ صفر شده است، می‌توانیم سرعت اولیه را مشخص و نمودار سرعت ـ زمان را رسم می‌کنیم:

WWW.ArefOnline.ir



$$v = at + v_۰ \xrightarrow[a=-۲\frac{m}{s^۲}]{t=۳\,,v=۰} ۰ = ۳ \times (-۲) + v_۰$$

$$v_۰ = ۶\frac{m}{s}$$

حال با کمک سطح زیر نمودار سرعت - زمان، مسافت‌های خواسته‌شده را محاسبه کنیم.

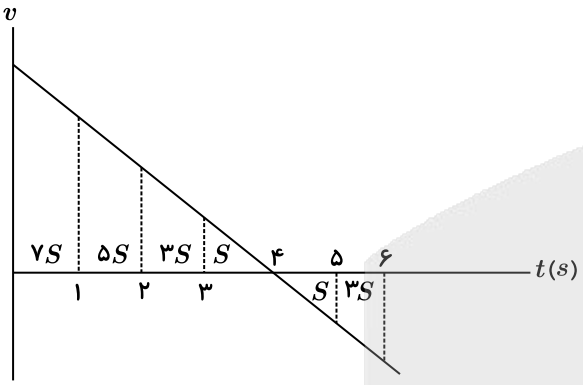
$$(۴s \text{ تا } ۰): l_۱ = S_۱ + S_۲ = \frac{۱۸}{۲} + \frac{۲}{۲} = ۱۰m$$

$$: l_۲ = \frac{(۲ + ۱۰) \times ۴}{۲} = ۲۴$$

$$(۸s \text{ تا } ۴s) \Rightarrow \frac{l_۱}{l_۲} = \frac{۱۰}{۲۴} = \frac{۵}{۱۲}$$

---

۵۸ گزینه ۳



$۳s = ۶ \Rightarrow s = ۲$ (جابه‌جایی در ثانیهٔ ششم)

$\Delta x = ۸m = ۴s = s + ۳s \rightarrow$ از لحظهٔ عبور از مبدأ تا $۴s$

در لحظهٔ $t = ۲s$ برای بار اول از مبدأ عبور کرده است.

$$\Delta x = \frac{v_۴ + v_۲}{۲} \times ۲ \Rightarrow ۸ = \frac{۰ + v_۲}{۲} \times ۲ \rightarrow v_۲ = ۸\frac{m}{s}$$

---

۵۹ گزینه ۴ ابتدا سرعت اولیهٔ متحرک را پیدا می‌کنیم:

$$x^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \xrightarrow[\Delta x = ۱-(-۳) = ۴m]{a=-۲\frac{m}{s^۲}} -v_۰^۲ = ۲(-۲)(۴) \rightarrow v_۰ = ۴\frac{m}{s}$$

معادلهٔ حرکت متحرک را می‌نویسیم:

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \xrightarrow{x_۰ = -۳m} x = \frac{۱}{۲}(-۲)t^۲ + ۴t - ۳ \rightarrow x = -t^۲ + ۴t - ۳$$

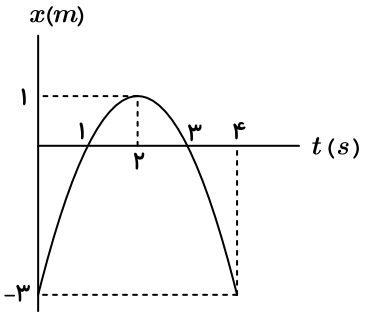
لحظهٔ اولیه تغییر جهت بردار مکان ($x = ۰$) و مکان متحرک در لحظهٔ $t = ۴s$ را می‌یابیم:

$$۰ = -t^۲ + ۴t - ۳ \rightarrow \begin{cases} t_۱ = ۱s \\ t_۲ = ۳s \end{cases}$$

$$x_۴ = -(۴)^۲ + ۴(۴) - ۳ = -۳m$$

با توجه به نمودار، مسافت پیموده شده توسط نمودار و تندی متوسط آن را می‌یابیم:

WWW.ArefOnline.ir



$$l = ۱ + ۱ + ۳ = ۵m$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \rightarrow s_{av} = \frac{۵}{۴ - ۱} = \frac{۵}{۳}\ \frac{m}{s}$$

---

۶۰ گزینه ۴

معادلهٔ مربوط به سهمی:

$$x = A(t-۲)(t-۵) \xrightarrow[x_۰ = ۲۰m]{t=۰} ۲۰ = A(-۲)(-۵) \Rightarrow A = ۲$$

$$\Rightarrow x = ۲(t-۲)(t-۵) = ۲t^۲ - ۱۴t + ۲۰ \xrightarrow{x=\frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰} \begin{cases} \frac{۱}{۲}a = ۲ \rightarrow a = ۴\ \frac{m}{s^۲} \\ v_۰ = -۱۴\ \frac{m}{s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow v = ۴t - ۱۴ \xrightarrow{t=۵s} v = ۴(۵) - ۱۴ = ۶\ \frac{m}{s}$$

---

۶۱ گزینه ۳ در بازهٔ صفر تا $۱۰s$، متحرک تغییر جهت نداده است؛ بنابراین اندازهٔ جابه‌جایی متحرک با مسافت پیموده‌شده برابر است.

$$\text{۰تا}۱۰s : v_{av} = \frac{v_۰ + v_{۱۰}}{۲} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta x = -۵۰m]{v_{۱۰}=۰} \frac{-۵۰}{۱۰} = \frac{v_۰ + ۰}{۲} \Rightarrow v_۰ = -۱۰\frac{m}{s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۰ - (-۱۰)}{۱۰} = ۱\frac{m}{s^۲}$$

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \Rightarrow x = \frac{۱}{۲}t^۲ - ۱۰t + x_۰$$

$$\xrightarrow[x=۰]{t=۲۲s} \frac{۱}{۲} \times ۲۲^۲ - ۱۰ \times ۲۲ + x_۰ = ۰ \Rightarrow ۲۲ \times ۱۱ - ۲۲ \times ۱۰ + x_۰ = ۰$$

$$\Rightarrow x_۰ = ۲۲m$$

چون نمودار سهمی است، نسبت به $t = ۱۰s$ تقارن دارد؛ بنابراین مکان متحرک در $t = ۲۰s$ با $x_۰$ برابر است:

$$t = ۲۰s \rightarrow x = ۲۲m$$

---

۶۲ گزینه ۳ روش‌های متفاوتی وجود دارد. می‌توان از رسم نمودار $(v-t)$ و یافتن مساحت سطح زیر نمودار $(v-t)$ استفاده نمود.

یک روش، مشخص نمودن سرعت در ابتدا و انتهای بازه‌های زمانی داده‌شده و یافتن جابه‌جایی‌های انجام شده در بازه است:

$$(\text{در بازهٔ زمانی صفر تا } ۱۰s) \Rightarrow \begin{cases} v_{(۱۰)} = at + v_۰ = (-۲)(۱۰) + ۳۰ = ۱۰\ m/s \\ v_{(۰)} = ۳۰\ m/s \end{cases}$$

$$(\text{در بازهٔ زمانی } ۱۰s \text{ تا } ۱۵s) \Rightarrow \Delta x_۱ = v\Delta t = v_{(۱۰)}\Delta t = ۱۰ \times ۵ = ۵۰m$$

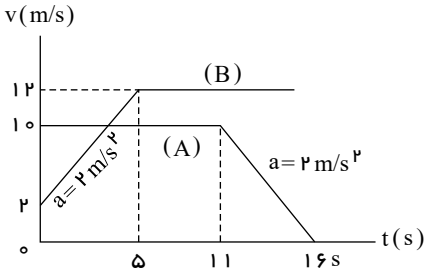
$$(\text{در بازهٔ زمانی } ۱۵s \text{ تا } ۳۰s) \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_۲ = (\frac{۱۰ + ۴۰}{۲})(۱۵) = ۲۵ \times ۱۵ = ۳۷۵ \\ v_{(۱۵)} = v_{(۱۰)} = ۱۰\ m/s \\ v_{(۳۰)} = v_{(۱۵)} + ۲ \times ۱۵ = ۱۰ + ۳۰ = ۴۰\ m/s \end{cases}$$

WWW.ArefOnline.ir

کل $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = ۵۰ + ۳۷۵ = ۴۲۵ \rightarrow v_{av} = \frac{۴۲۵}{۲۰} = ۲۱/۲۵$

۶۳ گزینه ۳ از نظر محاسبات یکی از تست‌های طولانی کنکور است. برای تسریع و سهولت در پاسخ‌دهی به این تست از نمودار $(v-t)$ کمک می‌گیریم؛

گام اول: نمودار $(v-t)$ هر دو متحرک را رسم می‌کنیم. سرعت متحرک (B) در پایان ثانیهٔ پنجم: $v = at + v_۰ = ۲ \times ۵ + ۲ = ۱۲\frac{m}{s}$ خواهد بود.



هر دو متحرک در مبدأ زمان در مبدأ مکان بوده‌اند:

$x_{۰A} = x_{۰B} = ۰$

لحظه‌ای که دو اتومبیل به‌هم می‌رسند: $x_A = x_B$. بنابراین اگر لحظهٔ موردنظر را $t = t'$ درنظر بگیریم:

$(t_۲ = t' \text{تا} t_۱ = ۰ \text{(در بازهٔ زمانی}) \Rightarrow \Delta x_A = \Delta x_B$ (جابه‌جایی دو متحرک یکسان است)

گام دوم: سطح زیر نمودار $(v-t)$ برابر جابه‌جایی است؛ با کمی تأمل در شکل مشخص است که تا $t = ۵s$ این اتفاق رُخ نمی‌دهد. ببینیم تا $t = ۱۱s$ آیا جابه‌جایی دو متحرک (مساحت سطح زیر دو نمودار) یکسان می‌شود یا خیر؟

$A: \Delta x_A = ۱۱ \times ۱۰ = ۱۱۰m$ و $B: \Delta x_B = S_{\text{مستطیل}} + S_{\text{ذوزنقه}} = \frac{۱}{۲}(۵)(\underbrace{۲ + ۱۲}_{۱۴}) + ۱۲ \times ۶ = ۳۵ + ۷۲$

$\Rightarrow \begin{cases} \Delta x_A = ۱۱۰m \\ \Delta x_B = ۱۰۷m \end{cases} \Rightarrow \Delta x_B < \Delta x_A \Rightarrow t' > ۱۱s$

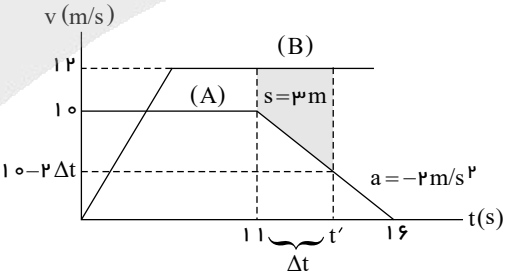
$\Rightarrow$ کافی است مساحت سطح زیر نمودار متحرک B از $t = ۱۱s$، به بعد $۳m$ بیشتر از مساحت سطح زیر نمودار A باشد.

گام سوم:

$S = \frac{۱}{۲}(\Delta t)(\underbrace{۲ + (۱۲ - (۱۰ - ۲\Delta t))}_{۴+۲\Delta t}) = ۳ \Rightarrow ۲\Delta t + \Delta t^۲ = ۳$

$\Rightarrow \Delta t^۲ + ۲\Delta t - ۳ = ۰ \Rightarrow \Delta t = \frac{-۲ \pm \sqrt{۴ + ۱۲}}{۲} = \frac{-۲ \pm ۴}{۲}$

$\nearrow -۳s$
$\Rightarrow t' = ۱۲s$
$\searrow ۱s$ ✓

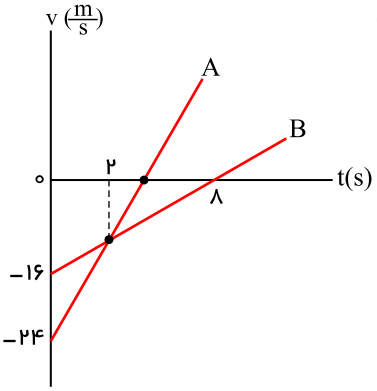


$t' = ۱۲s \begin{cases} v_B = ۱۲\frac{m}{s} \\ v_A = ۱۰ - ۲\Delta t = ۱۰ - ۲ \times ۱ = ۸\frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow v_B - v_A = ۱۲ - ۸ = ۴\frac{m}{s}$

WWW.ArefOnline.ir

۶۴ گزینه ۳

نمودار سرعت ـ زمان داده‌شده برای هر دو متحرک یک خط با شیب ثابت است. پس حرکت هر دو متحرک، شتاب‌دار با شتاب ثابت است و معادلهٔ هر خط، همان معادلهٔ سرعت متحرک است.



برای متحرک B (شیب خط = شتاب):

$$a_B = \frac{۱۶}{۸} = ۲\frac{m}{s} \qquad v = at + v_۰ \Rightarrow v_B = ۲t - ۱۶$$

در لحظهٔ $t = ۲s$ داریم: $(v_A = v_B)$

$$v_B = ۲t - ۱۶ \xrightarrow{t=۲s} v_B = ۲ \times ۲ - ۱۶ \Rightarrow v_B = -۱۲\frac{m}{s} = v_A$$

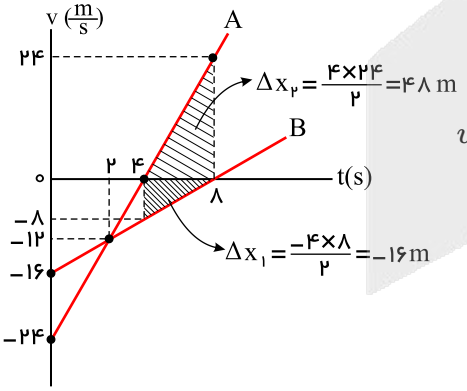
و برای متحرک A:

$$v_A = a_A t + v_{۰A} \xrightarrow[v_A=-۱۲\frac{m}{s}]{t=۲s} -۱۲ = a_A \times ۲ - ۲۴ \Rightarrow a_A = ۶\frac{m}{s^۲} \Rightarrow v_A = ۶t - ۲۴$$

در لحظه‌ای که متحرک A تغییر جهت می‌دهد، داریم:

$$v_A = ۶t - ۲۴ \xrightarrow{v_A=۰} ۰ = ۶t - ۲۴ \Rightarrow t = ۴s$$

حال می‌دانیم که بین $t = ۴s$ و $t = ۸s$، متحرک A در جهت محور و متحرک B در خلاف جهت محور حرکت می‌کنند. می‌دانیم که سطح زیر نمودار برابر جابه‌جایی است، پس داریم:



$$v_A = ۶t - ۲۴ \xrightarrow{t=۸s}$$

$$v_A = ۶ \times ۸ - ۲۴ \Rightarrow v_A = ۲۴\frac{m}{s}$$

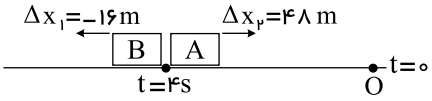
$$v_B = ۲t - ۱۶ \xrightarrow{t=۴s} v_B = ۲ \times ۴ - ۱۶ = -۸\frac{m}{s}$$

A متحرک: $\Delta x = \Delta x_۲ = ۴۸m$

B متحرک: $\Delta x = \Delta x_۱ = -۱۶m$

فاصلهٔ دو متحرک از هم: $۴۸ - (-۱۶) = ۶۴m$

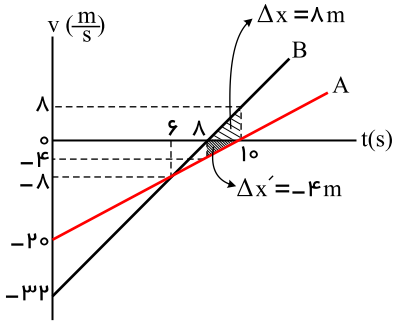
دقت کنید که در لحظهٔ $t = ۴s$ هر دو متحرک در یک مکان هستند.



۶۵ گزینه ۴ در بازهٔ زمانی که دو متحرک در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند، متحرک B در جهت محور و متحرک A در خلاف جهت محور حرکت می‌کند؛ پس در ابتدا لحظهٔ توقف و تغییر جهت B را می‌یابیم. برای این کار، مرحله به مرحله به‌صورت زیر پیش می‌رویم:

(۱)

WWW.ArefOnline.ir



end{matrix}=\frac{0-(-20)}{10}\{شیب خط}displaystyle a_{A}=A\,\begin{matrix}\text\
=2\frac{m}{s}\\v=at+v_{0}\Rightarrow v_{A}=2t-20\\\left\{\begin{array}tt=6s\\v_{B}
.=v_{A}=2\times6-20=-8\frac{m}{s}\end{array}\right

(۲)

$$a_B = B\text{ شیب خط} = \frac{-۸-(-۳۲)}{۶} = ۴\frac{m}{s^۲}$$

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v_B = ۴t - ۳۲$$

$$B\text{ لحظهٔ تغییر جهت متحرک} \begin{cases} v_B = ۰ \\ ۰ = ۴t - ۳۲ \end{cases} \Rightarrow t = ۸s$$

سرعت متحرک A در لحظهٔ $t = ۸s$:

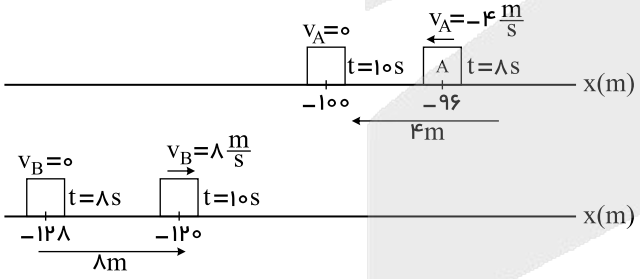
$$v_A = ۲t - ۲۰ \xrightarrow{t=۸s} v_A = ۲(۸) - ۲۰ = -۴\frac{m}{s}$$

سرعت متحرک B در لحظهٔ $t = ۱۰s$:

$$v_B = ۴t - ۳۲ \xrightarrow{t=۱۰s} v_B = ۸\frac{m}{s}$$

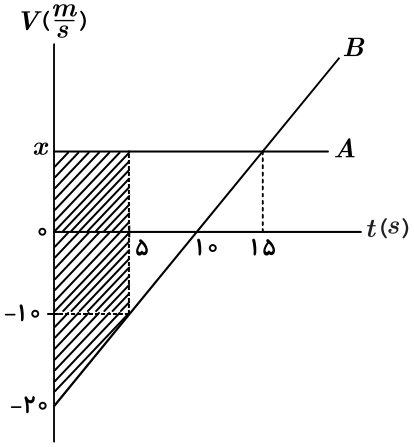
(۳) قدرمطلق سطح محصور بین نمودارهای A و B با محور زمان، در بازهٔ زمانی $t = ۸s$ تا $t = ۱۰s$، جابه‌جایی آنها نسبت به هم را نشان می‌دهد که برابر ۱۲ متر است.

در این مدت دو متحرک به هم نزدیک می‌شوند، پس فاصلهٔ آنها ۱۲ متر از هم کم می‌شود.



۶۶ گزینه ۴ با توجه به اینکه دو متحرک در $t = ۵s$ از کنار هم عبور می‌کنند، فاصلهٔ آنها در $t = ۰s$ برابر سطح زیر نمودار $v - t$ در بازهٔ $(۰ - ۵s)$ است:

WWW.ArefOnline.ir

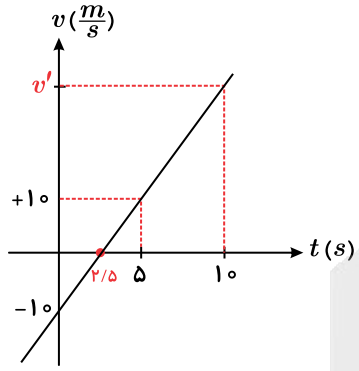


$$\text{تشابه مثلث‌ها} = \frac{۲۰}{۱۰} = \frac{x}{۵} \rightarrow x = ۱۰$$

$$\text{مساحت هاشورخورده (ذوزنقه)} = \frac{۲۰ + ۳۰}{۲} \times ۵ = ۱۲۵m$$

---

۶۷ گزینه ۴ فرض می‌کنیم شتاب حرکت متحرک مثبت است. نمودار سرعت - زمان متحرک را رسم می‌کنیم:



حال به کمک تشابه، سرعت لحظهٔ $t = ۱۰s$ را می‌یابیم:

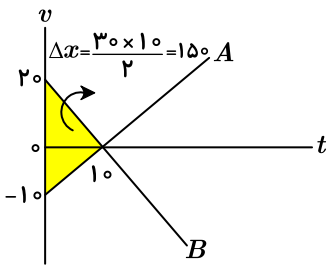
$$\frac{۱۰}{۵ - ۲/۵} = \frac{v'}{۱۰ - ۲/۵} \Rightarrow v' = ۳۰\ \frac{m}{s}$$

چون متحرک در ۵ ثانیهٔ دوم تغییر جهت نداده است، تندی متوسط آن با سرعت متوسط برابر است و داریم:

$$s_{av} = |v_{av}| = \frac{۱۰ + ۳۰}{۲} = ۲۰\ \frac{m}{s}$$

---

۶۸ گزینه ۲ ابتدا فاصلهٔ دو متحرک در لحظهٔ $t = ۱۰s$ را حساب می‌کنیم:



در لحظهٔ $t = ۰$، هر دو متحرک در مبدأ قرار دارند و تا لحظهٔ $t = ۱۰s$، متحرک B به اندازهٔ $۱۵۰m$ از A جلو می‌افتد.

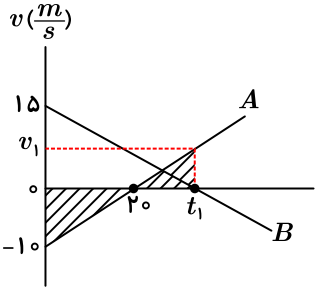
از ثانیهٔ ۱۰ به بعد سرعت A مثبت و B منفی می‌شود. بنابراین A و B به‌هم می‌رسند و سپس A از B جلوتر می‌رود و در لحظهٔ t'، از B به اندازهٔ ۱۵۰ متر جلوتر خواهد بود؛ بنابراین در کل حرکت، دو بار فاصلهٔ بین دو متحرک برابر $۱۵۰m$ می‌شود.

---

۶۹ گزینه ۲

WWW.ArefOnline.ir

فرض می‌کنیم متحرک B در لحظهٔ t_1 تغییر جهت داده است؛ در این لحظه داریم:



$$x_A = -۱۷۵m$$

$$x_B - x_۰ = \frac{۱۵ \times t_1}{۲} \Rightarrow x_B = \frac{۱۵t_1}{۲} + ۱۰۰$$

با توجه به نمودار A، با یک تناسب ساده داریم:

$$\frac{v_1}{۱۰} = \frac{t_1 - ۲۰}{۲۰ - ۰} \Rightarrow v_1 = \frac{t_1 - ۲۰}{۲}$$

در بازهٔ صفر تا t_1 برای متحرک A، داریم:

$$\Delta x_A = -\frac{۱۰ \times ۲۰}{۲} + \frac{(t_1 - ۲۰)(t_1 - ۲۰)}{۴} \Rightarrow (-۱۷۵) - (-۱۰۰) = (-۱۰۰) + \frac{(t_1 - ۲۰)^۲}{۴}$$

$$\Rightarrow (t_1 - ۲۰)^۲ = ۱۰۰ \Rightarrow \begin{cases} t_1 = ۱۰s \times \\ t_1 = ۳۰s \checkmark \end{cases}$$

$$x_B = \frac{۱۵ \times ۳۰}{۲} + ۱۰۰ = ۳۲۵m$$

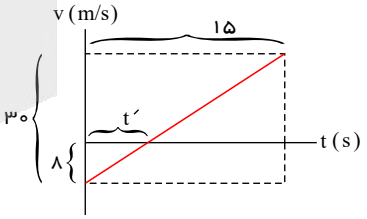
$$|x_B - x_A| = ۳۲۵ - (-۱۷۵) = ۵۰۰m$$

---

۷۰ گزینه ۴ در ابتدا لحظه تلاقی نمودار با محور زمان (t') که همان لحظهٔ تغییر جهت نیز هست را می‌یابیم.

توجه: برای یافتن t' چندین روش وجود دارد. مثلاً می‌توان از قضیهٔ تالس هم کمک گرفت (یا از شیب خط استفاده کرد.)

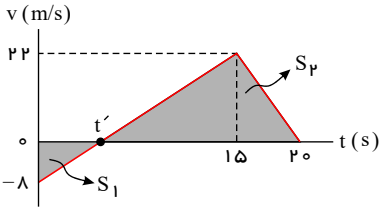
$$\frac{t'}{۱۵} = \frac{۸}{۳۰} \rightarrow \boxed{t' = ۴s}$$



قدرمطلق سطح زیر نمودار $v - t$، برابر مسافت پیموده شده است.

$$\frac{t'}{۸} = \frac{۱۵ - t'}{۲۲} \Rightarrow t' = ۴s$$

$$\left.\begin{aligned} |S_1| &= \tfrac{۸ \times ۴}{۲} = ۱۶ \\ S_2 &= \tfrac{۲۲ \times (۲۰ - ۴)}{۲} = ۱۷۶ \end{aligned}\right\} \xrightarrow{\text{مسافت کل}} ۱۶ + ۱۷۶ = ۱۹۲m$$



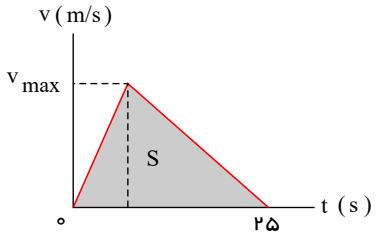
---

۷۱ گزینه ۱

می‌دانیم که در این سوال که متحرک فقط در یک جهت حرکت کرده (همواره $v > ۰$) و نمودار $v - t$ آن به صورت یک مثلث است. سرعت متوسطش، نصف ارتفاع مثلث است. یعنی:

$$v_{av} = \frac{۱}{۲} v_{max} \xrightarrow{V_{av} = ۱۰ \frac{m}{s}} ۱۰ = \frac{۱}{۲} v_{max} \rightarrow v_{max} = ۲۰ \frac{m}{s}$$

WWW.ArefOnline.ir



$$\text{مثلث} S = \Delta x = \frac{\text{قاعده} \times \text{ارتفاع}}{۲}$$

$$\Delta x = ۱۰ \times ۲۵ = ۲۵۰$$

$$\frac{v \times ۲۵}{۲} = ۱۰ \times ۲۵ \Rightarrow v = ۲۰\, m/s$$

---

۷۲ گزینه ۴ دو ثانیهٔ دوم، یعنی ۲ ثانیه بین $t_۱ = ۲s$ و $t_۲ = ۴s$. بنابراین داریم:

$$v = ۲t^۲ - ۴t - ۲ \rightarrow \begin{cases} t_۱ = ۲s \rightarrow v_۱ = ۲ \times ۲^۲ - ۴ \times ۲ - ۲ \\ t_۲ = ۴s \rightarrow v_۲ = ۲ \times ۴^۲ - ۴ \times ۴ - ۲ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} v_۱ = -۲\, m/s \\ v_۲ = ۱۴\, m/s \end{cases}$$

$$\rightarrow a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۱۴ - (-۲)}{۴ - ۲} = \frac{۱۶}{۲} = ۸\, \frac{m}{s^۲}$$

---

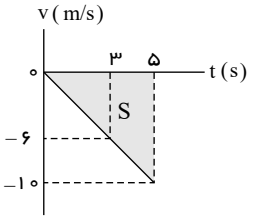
۷۳ گزینه ۳ روش اول:

متحرک تغییر جهت نداده است (همواره $v < ۰$)، بنابراین مسافت طی شده با جابه‌جایی برابر است:

نمودار خطی است. در مدت $۳s$ سرعت $۶m/s$ تغییر کرده یعنی در هر ثانیه: $۲m/s$. پس در مدت $۵s$ سرعت $۱۰m/s$ تغییر کرده است:

$v(t = ۵s) = -۱۰m/s$ سطح زیر نمودار مسافت را به ما می‌دهد:

$$\text{مسافت} L = |S| = \frac{۱}{۲} \times ۱۰ \times ۵ = ۲۵m$$



روش دوم:

بعد از یافتن $v(t = ۵) = -۱۰m/s$ و اینکه حرکت شتابدار با شتاب ثابت روی مسیر مستقیم است:

$$L = |\Delta x| = |\frac{v(۵) + v(۰)}{۲} \times \Delta t| = |\frac{-۱۰ + ۰}{۲} \times ۵| = ۲۵m$$

روش سوم:

شیب نمودار $(v - t)$ برابر a است؛ چون نمودار درجهٔ اول است:

$$a = (a_{av}) = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(-۶) - ۰}{۳ - ۰} = -۲m/s^۲$$

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t = \frac{۱}{۲}(-۲)(۵)^۲ + (۰)(۵) = -۲۵m$$

$L = |\Delta x| = ۲۵m$: تغییر جهت نداریم

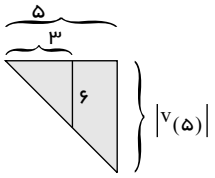
روش چهارم:

ابتدا به کمک تالس:

WWW.ArefOnline.ir

$$|v(۵)| \to \frac{۶}{|v(۵)|} = \frac{۳}{۵} \to |v(۵)| = ۱۰ m/s$$

ادامهٔ راه مطابق روش‌های قبلی است.



$$L = |S| = \frac{۱}{۲} \times ۱۰ \times ۵ = ۲۵ m$$

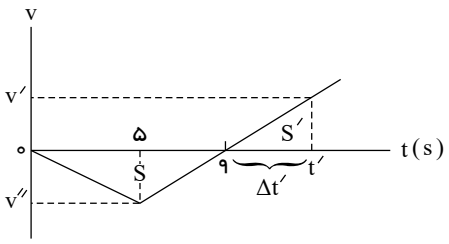
لطفاً روش‌های دیگر را خودتان امتحان کنید.

---

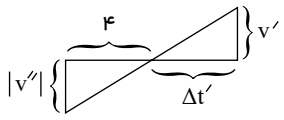
۷۴ گزینه ۱ برای اینکه متحرک مجدداً از مکان $x = x_۰ = ۰$ عبور کند بایستی جابه‌جایی متحرک از $t_۱ = ۰$ تا لحظه‌ای مانند t' صفر شده باشد.

می‌دانیم تفاضل مساحت بالای محور t در نمودار $(v-t)$ و زیر محور t در این نمودار جابه‌جایی را می‌دهد،

پس:



$$\Delta x = S' - S = ۰ \Rightarrow S' = S \Rightarrow \frac{۱}{۲} v' \times \Delta t' = \frac{۱}{۲} \times |v''| \times ۹ \quad (۱)$$



$$\xrightarrow{\text{از تشابه دو مثلث}} \frac{v'}{|v''|} = \frac{\Delta t'}{۴} \Rightarrow v' = \frac{۱}{۴} |v''| \times \Delta t' \quad (۲)$$

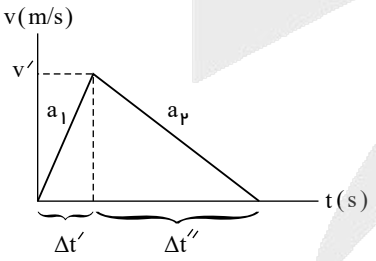
$$(۱)و(۲) \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times (\frac{۱}{۴} |v''| \times \Delta t')(\Delta t') = \frac{۱}{۲} |v''| \times ۹ \Rightarrow \frac{\Delta t'^۲}{۴} = ۹ \Rightarrow \Delta t'^۲ = ۳۶ \Rightarrow \Delta t' = ۶s \Rightarrow t' = ۹ + \Delta t'$$
$$= ۹ + ۶ = ۱۵s$$

---

۷۵ گزینه ۴

می‌دانیم شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ برابر شتاب لحظه‌ای است.

نمودار $(v-t)$ را از ابتدا تا انتهای حرکت رسم می‌کنیم.



در هر بازه‌ای که شتاب ثابت است: $a = a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

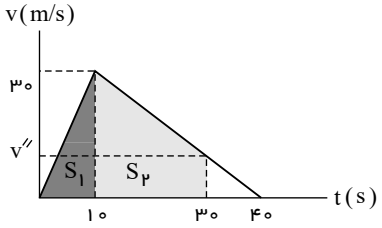
بنابراین چون: $|a_۲| = ۳ a_۱$ است: $\Delta t' = \frac{۱}{۳} \Delta t'' \quad (۱)$

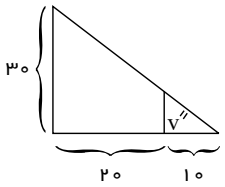
سطح زیر نمودار برابر $۶۰۰ m$ است:

$$\begin{cases} \frac{۱}{۲} \times v' \times (\Delta t' + \Delta t'') = ۶۰۰ \quad (۲) \\ v' = a_۱ \Delta t' = ۳\Delta t' \quad (۳) \text{ :در قسمت اول حرکت} \end{cases}$$

WWW.ArefOnline.ir

$$(۱)و(۲)و(۳) \Rightarrow \frac{۱}{۲}(۳\Delta t')(۴\Delta t') = ۶۰۰ \Rightarrow ۶\Delta t'^{۲} = ۶۰۰ \Rightarrow \Delta t' = ۱۰s \begin{cases} v' = ۳۰\frac{m}{s} \\ \Delta t'' = ۳۰s \end{cases}$$





$$\Rightarrow \frac{v''}{۳۰} = \frac{۱۰}{۳۰} \Rightarrow v'' = ۱۰\frac{m}{s}$$

$$L = S_۱ + S_۲ = \frac{۱}{۲} \times ۳۰ \times ۱۰ + \frac{۱}{۲} \times ۲۰ \times \underbrace{(۱۰ + ۳۰)}_{۴۰} = ۱۵۰ + ۴۰۰ = ۵۵۰m$$

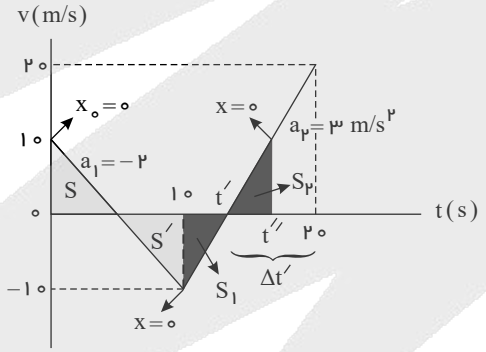
---

۷۶ گزینه ۴ ابتدا به کمک مفهوم شتاب، سرعت را در ثانیه‌های $t = ۱۰$ و $t = ۲۰$ می‌یابیم:

$$t = ۱۰s \Rightarrow v = at + v_۰ = (-۲)(۱۰) + ۱۰ = -۱۰\frac{m}{s}$$

$$t = ۲۰s \Rightarrow v_{(t=۲۰s)} = at + v_{t=۱۰s} = ۳ \times ۱۰ + (-۱۰) = ۲۰\frac{m}{s}$$

نمودار $(v - t)$ را رسم می‌کنیم:



$$S = S' \Rightarrow x_{(t=۱۰)} - x_{(t=۰)} = S - S' = ۰ \Rightarrow x_{(t=۱۰)} = x_۰ = ۰$$

$S_۲$ مساحت مثلثی در بالای محور t است که $S_۲ = S_۱$ چون:

$$x_{(t=t'')} - x_{(t=۱۰)} = S_۲ - S_۱ \Rightarrow ۰ = S_۲ - S_۱ \Rightarrow S_۲ = S_۱$$

چون دو مثلث مشابه و هم مساحت هستند پس باید برابر باشند. طبق مفهوم شتاب از $t = t'$ تا $t = ۲۰s$، $a = ۳\frac{m}{s^۲}$ یعنی در هر ثانیه سرعت $۳\frac{m}{s}$ افزایش یافته تا از $v_{t'} = ۰$ به $v_{t'-۲۰s} = ۲۰\frac{m}{s}$ برسد.

$$\text{زمان سپری شده } ۱s \rightarrow \text{تغییرات سرعت } ۳\frac{m}{s} \Rightarrow \Delta t' = \frac{۲۰}{۳}s \Rightarrow t'' = t' + \frac{۲۰}{۳} = ۱۰ + \frac{۲۰}{۳} = \frac{۵۰}{۳}s$$

$\Delta t' \rightarrow ۲۰\frac{m}{s}$ ($t' = ۱۰$ چرا؟ از تساوی در مثلث کمک بگیرید.)

WWW.ArefOnline.ir

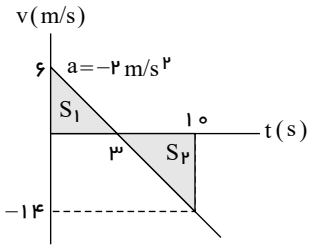
۷۷ گزینه ۳ توجه: هنگامی که مسافت طی شده خواسته می‌شود باید توجه کنیم ممکن است حرکت رفت و برگشت باشد (در نمودار $(x-t)$ نقاط max و min و در نمودار $(v-t)$ محور تقاطع نمودار با محور افقی t و تغییر علامت v). برای یافتن مسافت طی شده و نیز تندی متوسط S_{av} (که به مسافت طی شده توسط متحرک وابسته است.) رسم نمودار $(v-t)$ و استفاده از مساحت سطح زیر نمودار آن یکی از راه‌کارهای مناسب است.

گام اول: سرعت اولیه را می‌یابیم. شتاب ثابت است و در $t=۳s$، سرعت متحرک صفر است. (شیب خط مماس برابر سرعت در هر لحظه است.)

$$(t_۲=۳s \text{تا} t_۱=۰ \text{در بازهٔ زمانی}) \Rightarrow \Delta x=(\frac{v+v_۰}{۲})\Delta t \Rightarrow ۳۶-۲۷=(\frac{۰+v_۰}{۲})(۳-۰) \Rightarrow ۹=\frac{۳}{۲}v_۰$$

$$\Rightarrow v_۰=۶\frac{m}{s} \Rightarrow a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{۰-۶}{۳-۰}=-۲\frac{m}{s^۲} \Rightarrow a=-۲\frac{m}{s^۲}$$

گام دوم: نمودار $(v-t)$ را رسم می‌کنیم:



در هر ثانیه $۲\frac{m}{s}$ از تندی کاسته می‌شود، پس:

$$t=۳s \rightarrow v=۰$$

$$t=۱۰s \rightarrow v=۶-۲\times ۱۰=-۱۴\frac{m}{s}$$

$$t=۱۰s \text{تا} t=۰ \text{ مسافت طی شده از}: L=S_۱+S_۲=\frac{۱}{۲}\times ۶\times ۳+\frac{۱}{۲}\times ۱۴\times ۷=۹+۴۹=۵۸m$$

روش دوم: با استفاده از دنباله‌ای که جابه‌جایی‌ها در حرکت با شتاب ثابت در هر ثانیهٔ تشکیل می‌دهد نیز به پاسخ رسید.

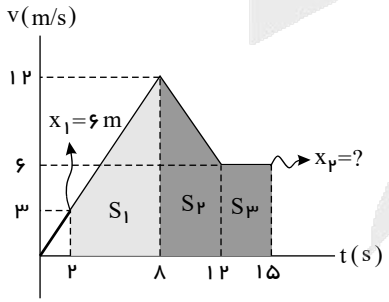
$$L=۵۸m \text{ مسافت طی‌شده}$$

۷۸ گزینه ۱ گام اول: ابتدا سرعت متحرک را در $t=۲s$ می‌یابیم. چندین روش وجود دارد. مثلاً اینکه از $t=۰$ تا $t=۸s$ شتاب ثابت است (چون شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ برابر شتاب بوده و شیب تغییر ننموده است.)

$$a=(a_{av})_{۰-۸s}=(a_{av})_{۰-۲s} \Rightarrow \frac{۱۲-۰}{۸-۰}=\frac{v-۰}{۲-۰} \Rightarrow v=۳\frac{m}{s}$$

(برای یافتن v در $t=۲s$ راه‌های زیادی وجود دارد: معادلهٔ خط، تالس، مفهوم شتاب، معادلهٔ سرعت و ...)

گام دوم: از $t=۲s$ تا $t=۱۵s$ مساحت سطح زیر نمودار را یافته و کار تمام!

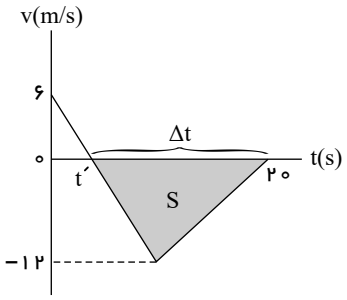


$$\Delta x=\Delta x_۲-(-۶)=S_۱+S_۲+S_۳ \Rightarrow x_۲+۶=\underbrace{\frac{۱}{۲}\times ۶\times (۳+۱۲)}_{۴۵}+\underbrace{\frac{۱}{۲}(۴)(۶+۱۲)}_{۳۶}+\underbrace{۳\times ۶}_{۱۸}$$

$$\Rightarrow x_۲+۶=۹۹ \rightarrow x_۲=۹۳m \Rightarrow \vec{x}_۲=۹۳\vec{i}$$

WWW.ArefOnline.ir

۷۹ گزینه ۲



هنگامی که متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند، $v > ۰$ است و وقتی در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند، $v < ۰$ است. پس در بازهٔ زمانی صفر تا t'، چون $v > ۰$ است متحرک در جهت محور x و در بازهٔ زمانی t' تا $t = ۲۰s$ چون $v < ۰$ است متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

در بازهٔ زمانی t' تا $t = ۲۰s$:

$$L = (S) = \frac{۱}{۲}(۱۲)(\Delta t)$$

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۶\Delta t}{\Delta t} = ۶\frac{m}{s}$$

توجه: نکته مهم این بود که نیازی به یافتن t' نبود. این سؤال در سال‌های اخیر مورد توجه طراحان بوده است.

---

۸۰ گزینه ۴ سرعت در $t = ۰$، در جهت محور x است (دقت کنید در جهت محور x بودن الزاماً به مفهوم $x > ۰$ بودن نیست بلکه یعنی جهت سرعت متحرک در جهت $(+)$ محور x است، درحالی که ممکن است $x < ۰$ باشد.) پس $v_۰ > ۰$.

به کمک سرعت متوسط در ۱۰ ثانیهٔ اول حرکت جابه‌جایی متحرک را می‌یابیم:

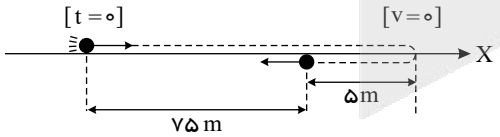
$$\vec{v_{av}} = \frac{\vec{\Delta x}}{\Delta t} = ۷/۵\vec{i} \Rightarrow (\frac{\Delta x}{\Delta t})\vec{i} = ۷/۵\vec{i}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta t} = ۷/۵ \Rightarrow \Delta x = ۷/۵ \times ۱۰ = ۷۵m \quad (۱)$$

تندی متوسط متحرک در همین مدت $۸/۵\frac{m}{s}$ شده است، از اینکه تندی متوسط متحرک بیشتر از سرعت متوسط متحرک شده است، در می‌یابیم که الزاماً متحرک تغییر جهت داده است. یعنی مسافت طی شده بیشتر از جابه‌جایی است.

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{L}{۱۰} = ۸/۵ \Rightarrow L = ۸۵m \quad (۲)$$

با توجه به مقادیر (۱) و (۲):

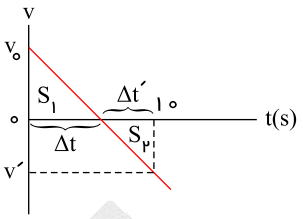


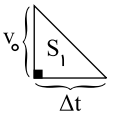
حرکت شتابدار با شتاب ثابت است. نمودار $(v - t)$ یک خط مایل است با $v_۰ > ۰$

WWW.ArefOnline.ir

$(۱)\ ,\ (۲) \Rightarrow S_۱ = ۸۰m\ ,\ S_۱ + |S_۲| = ۸۵m$

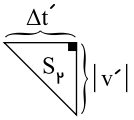
$\Rightarrow |S_۲| = ۵m$





$$\frac{|v'|}{v_۰} = \frac{\Delta t'}{\Delta t}\ ,\ \begin{cases} S_۱ = \frac{۱}{۲} v_۰ \Delta t = ۸۰ \\ S_۲ = \frac{۱}{۲}|v'|\Delta t' = ۵ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{|v'|}{|v|} \times \frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{۵}{۸۰} = \frac{۱}{۱۶} \quad (۳)$$



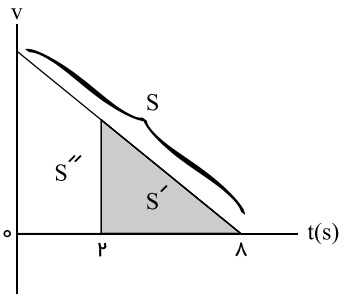
$$\xrightarrow{(۳)} (\frac{\Delta t'}{\Delta t})^۲ = \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow \frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{۱}{۴}\ \frac{\Delta t'}{۱۰ - \Delta t'} = \frac{۱}{۴}$$

$$\Rightarrow \Delta t' = ۲s \Rightarrow \Delta t = ۸s$$

$\Rightarrow S' = ?$

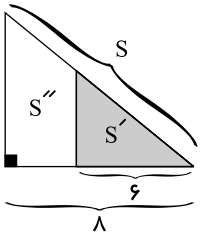
$\Rightarrow S''_{(۰-۲s)} = \Delta x = L = ?$

$\Rightarrow S_۱ = ۸۰m$



$$\Rightarrow \frac{S'}{S} = (\frac{۶}{۸})^۲ = \frac{۹}{۱۶} \Rightarrow \frac{S'}{۸۰} = \frac{۹}{۱۶}$$

$\Rightarrow S' = ۴۵ \Rightarrow$ مجهول سؤال $= S - S' = ۸۰ - ۴۵ = ۳۵m$



توجه: می‌توان پس از مشخص شدن $\Delta t = ۸s$، از روش زیر بهره برد به نحوی که: در بازهٔ زمانی $(۰ - ۸s)$ و $(۲s - ۸s)$، به مسئله وارونه نگاه کنیم تا $v_۰ = ۰$ شود. آنگاه:

$$(۰ \to ۸s) \to (۸s \to ۰) \Rightarrow \begin{cases} v_۰ = v_{(t=۸s)} = ۰ \\ |\Delta x| = \frac{۱}{۲} a \Delta t^۲ \Rightarrow ۸۰ = \frac{۱}{۲}|a| \times ۸^۲ \Rightarrow |a| = ۲/۵ \frac{m}{s^۲} \end{cases}$$

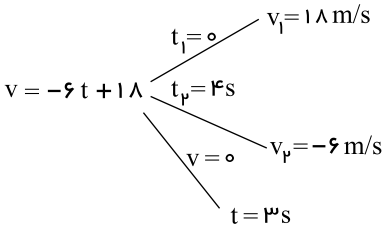
$$(۲s \to ۸s) \to (۸s \to ۲s) \begin{cases} v_۰ = v_{(t=۸s)} = ۰ \\ |\Delta x| = \frac{۱}{۲} a \Delta t^۲ = \frac{۱}{۲}(۲/۵)۶^۲ = ۴۵m \end{cases}$$

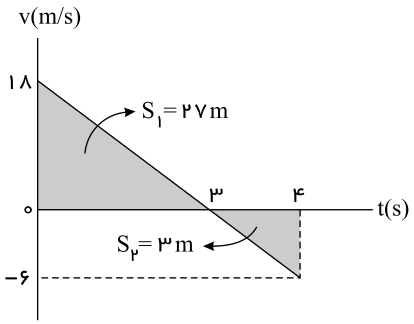
$\Rightarrow$ مجهول تست $= S - S' = ۸۰ - ۴۵ = ۳۵m$

WWW.ArefOnline.ir

۸۱ گزینه ۲

با توجه به معادلهٔ سرعت - زمان داده‌شده، نمودار آن را رسم کرده و با تعیین سرعت در لحظه‌های داده‌شده، سطح محصور بین نمودار و محور زمان که برابر با مقدار مسافت طی‌شده است را یافته و درنهایت تندی متوسط را محاسبه می‌کنیم.



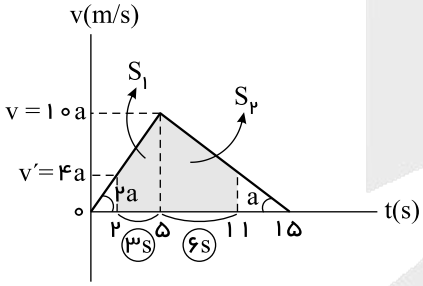


$$\ell = S_1 + S_2 = 30m$$

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{30}{4} \rightarrow S_{av} = 7/5\frac{m}{s}$$

۸۲ گزینه ۲

می‌دانیم که شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان با شتاب متحرک برابر است. با توجه به نمودار که شیب خط در ۵ ثانیهٔ اول، دو برابر قدرمطلق شیب خط در ۱۰ ثانیهٔ بعد است، می‌توانیم فرض کنیم که اگر شتاب حرکت در مرحلهٔ اول و دوم به ترتیب a_1 و a_2 باشد، خواهیم داشت:

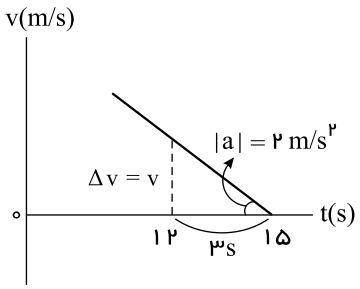


$$\begin{cases} a_1 = 2a \\ |a_2| = a \end{cases}$$

حال با توجه به اینکه سطح محصور بین نمودار و محور زمان برابر جابه‌جایی متحرک است، مقدار a را به‌صورت زیر می‌یابیم:

$$S_1 + S_2 = 126 \xrightarrow[S_2 = \frac{10a+4a}{2} \times 6 = 42a]{S_1 = \frac{10a+4a}{2} \times 3 = 21a} 21a + 42a = 126 \rightarrow 63a = 126 \rightarrow a = 2\frac{m}{s^2}$$

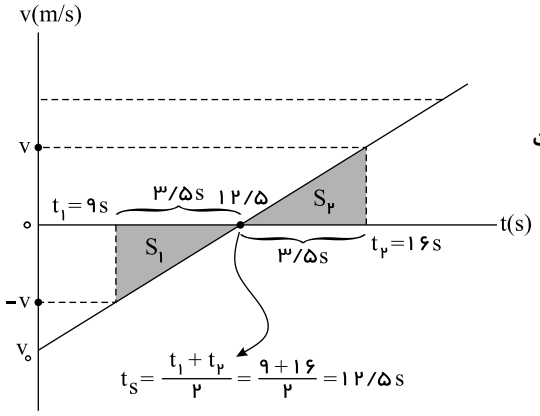
و در نهایت داریم:



$$|a| = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \frac{v}{3} \Rightarrow v = 6\frac{m}{s}$$

WWW.ArefOnline.ir

۸۳ گزینه ۲



از آنجایی که در حرکت در امتداد محور x با شتاب ثابت ، جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی داده‌شده صفر است، الزاماً متحرک در وسط این بازهٔ زمانی متوقف شده و تغییر جهت داده است، پس تا قبل از توقف حرکت کندشونده و بعد از آن حرکت تندشونده دارد. بنابراین $v_0 < 0$ است و نمودار سرعت - زمان آن به‌صورت زیر خواهد بود.

(تذکر: اگر در حرکت با شتاب ثابت در امتداد خط راست، متحرک متوقف شده و تغییر جهت دهد، الزاماً سرعت اولیهٔ (v_0) و شتاب حرکت (a) دارای علامت‌های قرینه‌اند)

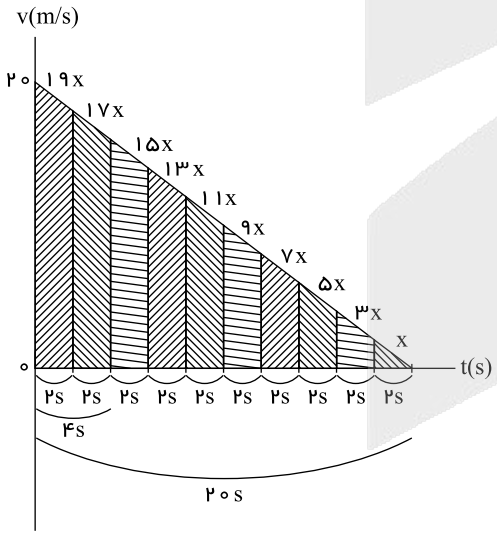
حال با توجه به معلوم بودن شتاب حرکت، تندی متحرک در لحظه‌های t_1 و t_2 را محاسبه کرده و بعد از آن سطح محصور بین نمودار و محور زمان را به تعیین می‌کنیم تا مسافت طی‌شده در این مدت را به دست آورده و در نهایت تندی متوسط را محاسبه می‌کنیم.

$$|v| = at \xrightarrow[t=۳/۵s]{a=۴\frac{m}{s^2}} |v| = ۴ \times ۳/۵ \rightarrow |v| = ۱۴\frac{m}{s}$$

$$S_1 = S_2 = \frac{۳/۵ \times ۱۴}{۲} = ۲۴/۵m \xrightarrow{\ell=S_1+S_2} \ell = ۲۴/۵ + ۲۴/۵ = ۴۹m$$

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \rightarrow s_{av} = \frac{۴۹}{۷} \rightarrow s_{av} = ۷\frac{m}{s}$$

۸۴ گزینه ۲



قبل از حل سؤال، باید دو نکته را یادآوری کنیم:

۱) اگر متحرکی از حال سکون و شتاب ثابت، در امتداد محور x شروع به حرکت کند، نسبت جابه‌جایی‌هایش در بازه‌های زمانی مساوی و متوالی، همانند نسبت اعداد فرد متوالی است. یعنی نسبت x به $۳x$ به $۵x$ به $۷x$ و ...

۲) سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان، برابر جابه‌جایی متحرک است.

حال با توجه به دو نکتهٔ یادشده، با تقسیم زمان حرکت به بازه‌های ۲ ثانیه‌ای، به حل سؤال می‌پردازیم، به‌گونه‌ای که اگر جابه‌جایی متحرک در دو ثانیهٔ آخر را x بنامیم. (سطح زیر نمودار، در دو ثانیهٔ آخر x باشد) در چهار ثانیهٔ اول $۳۶x$ یعنی مجموع ($۱۷x + ۱۹x$) است.

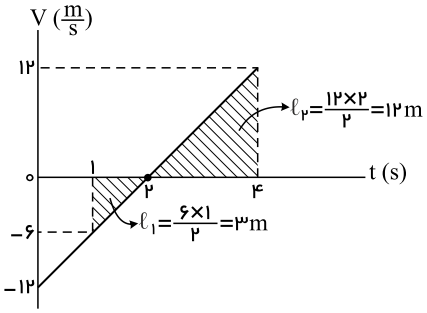
پس داریم:

یعنی کل زمان حرکت ۲۰ ثانیه بوده، حال با توجه به شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان که برابر شتاب متحرک است، داریم:

$$a = \text{شیب خط} = -\frac{۲۰}{۲۰} \Rightarrow |a| = ۱\frac{m}{s^2}$$

۸۵ گزینه ۱ از معادلهٔ حرکت داده‌شده، معادلهٔ سرعت متحرک را تعیین می‌کنیم. پس از رسم نمودار سرعت - زمان، با تعیین سطح زیر نمودار، مسافت طی‌شده و در نهایت تندی متوسط را به دست می‌آوریم:

WWW.ArefOnline.ir



$x = ۳t^۲ - ۱۲t + ۹ \Rightarrow v = ۶t - ۱۲ \Rightarrow$

t	v
۰	-۱۲
۱	-۶
۴	۱۲
۲	۰

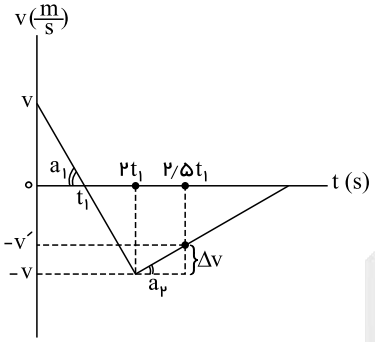
$$l = l_۱ + l_۲ = ۱۵m$$

و در آخر داریم:

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۱۵}{۳} \Rightarrow S_{av} = ۵\frac{m}{s}$$

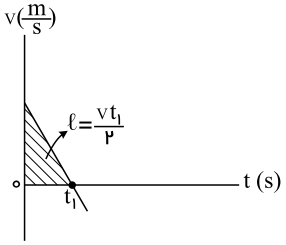
---

۸۶ گزینه ۳ با توجه به اینکه بزرگی شتاب در مرحلهٔ اول، دو برابر شتاب در مرحلهٔ دوم است، (قدرمطلق شیب خط در مرحلهٔ اول دو برابر شیب خط در مرحلهٔ دوم است) داریم:

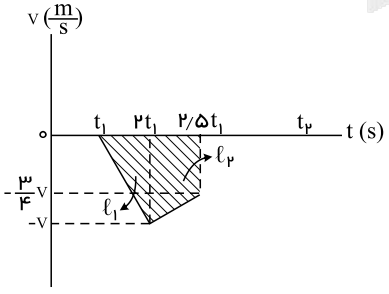


$$|a_۱| = ۲|a_۲| \Rightarrow |\frac{v}{t_۱}| = ۲(\frac{\Delta v}{۰/۵t_۱}) \Rightarrow |\Delta v| = \frac{۱}{۴}v \Rightarrow v - v' = \frac{۱}{۴}v \Rightarrow |v'| = \frac{۳}{۴}v$$

حال سطح محصور بین نمودار و محور زمان را در بازه‌های داده‌شده می‌یابیم و تندی متوسط هر مرحله را محاسبه می‌کنیم



$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{\frac{vt_۱}{۲}}{t_۱} = \frac{۱}{۲}v$$



$$\ell_۲ = \frac{v + \frac{۳}{۴}}{۲} \times \frac{۱}{۲}t_۱ \Rightarrow \ell_۲ = \frac{۷}{۱۶}t_۱v$$

$$S'_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{(\frac{۱}{۲}t_۱ + \frac{۷}{۱۶}t_۱)v}{۱/۵t_۱} \Rightarrow S'_{av} = \frac{۵}{۸}v$$

WWW.ArefOnline.ir

و در آخر داریم:

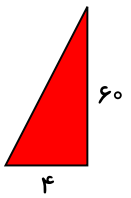
$$\frac{S_{av}}{S'_{av}} = \frac{\frac{۱}{۲}v}{\frac{۵}{۸}v} \Rightarrow \frac{S_{av}}{S'_{av}} = \frac{۴}{۵}$$

۸۷ گزینه ۲

۸۸ گزینه ۲ محاسبهٔ سطح زیر نمودار:

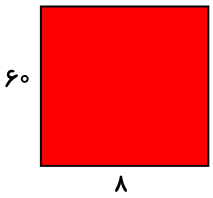
دقت کنید $\frac{۱}{۶۰}$ برای تبدیل دقیقه به ساعت ضرب شده است.

از ۰ تا ۴ دقیقه:



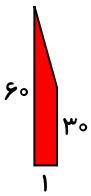
$$\frac{۶۰ \times ۴}{۲} \times \frac{۱}{۶۰} = ۲km$$

از ۴ تا ۱۲ دقیقه:



$$۶۰ \times ۸ \times \frac{۱}{۶۰} = ۸km$$

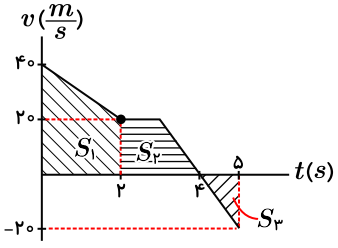
از ۱۲ تا ۱۳ دقیقه:



$$\frac{(۳۰ + ۶۰) \times ۱}{۲} \times \frac{۱}{۶۰} = ۰/۷۵km$$

$$۲ + ۸ + ۰/۷۵ = ۱۰/۷۵km$$

۸۹ گزینه ۱ مجموع قدر مطلق مساحت‌های زیر نمودار $v - t$، برابر با مسافتی است که متحرک پیموده است:

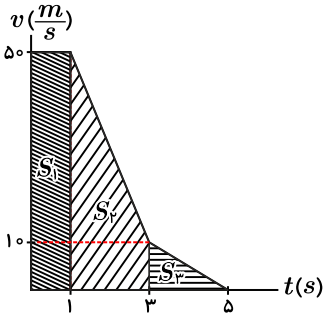


$$S_۱ = \frac{(۴۰ + ۲۰) \times ۲}{۲} = ۶۰m$$

$$S_۲ = \frac{(۱ + ۲) \times ۲۰}{۲} = ۳۰m$$

$$S_۳ = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times ۲۰ = ۱۰m$$

$$\Rightarrow l = S_۱ + S_۲ + S_۳ = ۶۰ + ۳۰ + ۱۰ = ۱۰۰m$$



$$S_۱ = ۵۰ \times ۱ = ۵۰m$$

$$S_۲ = \frac{(۵۰ + ۱۰) \times ۲}{۲} = ۶۰m$$

$$S_۳ = \frac{۱}{۲} \times ۱۰ \times ۲ = ۱۰m$$

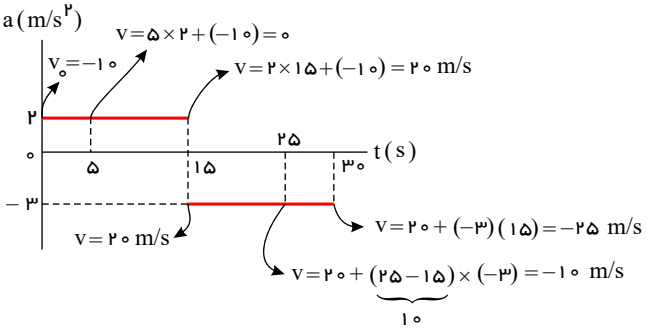
$$\Rightarrow l = S_۱ + S_۲ + S_۳ = ۵۰ + ۶۰ + ۱۰ = ۱۲۰m$$

WWW.ArefOnline.ir

$$\Rightarrow \frac{l_B}{l_A} = \frac{۱۲۰}{۱۰۰} = ۱٫۲$$

۹۰ گزینه ۱

روش اول: کافی است از مفهوم شتاب در هر بازهٔ زمانی استفاده کرده، سرعت متحرک را در لحظات $t = ۵s$ و $t = ۲۵s$ و $t = ۳۰s$ می‌یابیم:



$$\overbrace{\text{در بازهٔ زمانی صفر تا } ۵s}^{\text{ثانیهٔ اول ۵}} \Rightarrow \Delta x = (\frac{۰+(-۱۰)}{۲})(۵) = -۲۵m \rightarrow |\Delta x| = ۲۵m$$

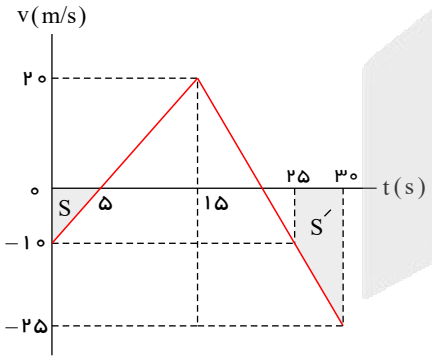
$$\underbrace{\text{در بازهٔ زمانی } ۲۵s \text{ تا } ۳۰s}_{\text{ثانیهٔ ششم ۵}} \Rightarrow \Delta x' = (\frac{-۲۵+(-۱۰)}{۲})(۵) = \frac{-۳۵\times ۵}{۲} = -۸۷٫۵m \Rightarrow |\Delta x'| = ۸۷٫۵m \Rightarrow |\frac{\Delta x'}{\Delta x}|$$

$$= \frac{۸۷٫۵}{۲۵} = ۳٫۵$$

توجه: دقت کنیم در بازهٔ زمانی داده شده شتاب ثابت بوده است. (در هر بازهٔ زمانی جداگانه)

روش دوم: کافی است نمودار $(v-t)$ را رسم کنیم:

v را در لحظات $t = ۵s$ و $t = ۲۵s$ و $t = ۳۰s$ مشخص می‌کنیم و به کمک سطح زیر نمودار، جابه‌جایی در هر مرحله را محاسبه می‌کنیم.

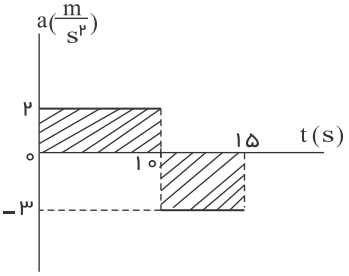


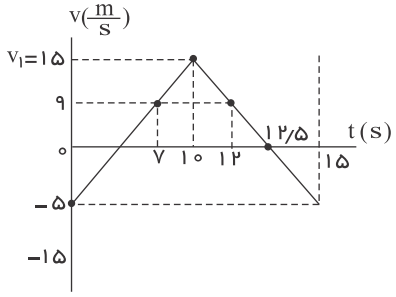
$$\Rightarrow \begin{cases} \Delta x = ۰ - S = -\frac{۱}{۲}\times ۱۰ \times ۵ = -۲۵m \\ \Delta x' = ۰ - S' = -\frac{۱}{۲}\times ۵ \times (۱۰+۲۵) = -۸۷٫۵m \end{cases} \Rightarrow |\frac{\Delta x'}{\Delta x}| = \frac{۸۷٫۵}{۲۵} = ۳٫۵$$

WWW.ArefOnline.ir

۹۱ گزینه ۳

در ابتدا از روی نمودار $a-t$ داده شده نمودار $v-t$ را رسم کرده، سپس با تعیین جابه‌جایی (سطح محصور بین نمودار $v-t$ و محور زمان)، سرعت متوسط را می‌یابیم. قبل از هر چیزی داریم:





$$V=at+v_{\circ} \xrightarrow{\text{در سه ثانیهٔ اول}} ۱=۲\times ۳+v_{\circ} \rightarrow v_{\circ}=-۵\frac{m}{s}$$

$$\Delta V_{۱}=۲۰=v_{۱}-v_{\circ}=v_{۱}-(-۵) \rightarrow v_{۱}=۱۵\frac{m}{s}$$

$$\Delta V_{۲}=-۳۰=v_{۲}-v_{۱}=v_{۲}-(۱۵) \rightarrow v_{۲}=-۱۵\frac{m}{s}$$

$$t_{۱}=۷s \text{ در } : v=at+v_{\circ} \rightarrow v=۲\times ۷-۵ \rightarrow v=۹\frac{m}{s}$$

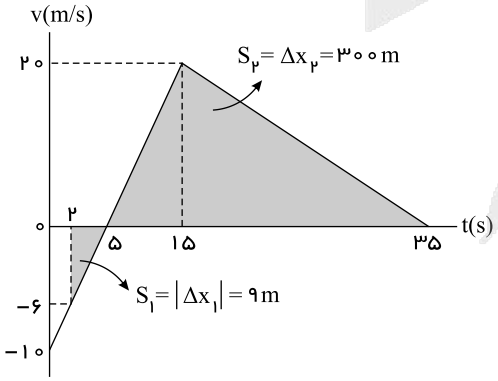
$$t_{۲}=۱۲s \text{ در } : v'=a't'+v'_{\circ} \rightarrow v'=-۳\times ۲+۱۵ \rightarrow v'=۹\frac{m}{s}$$

$$\begin{cases} \Delta x_{۱}=S_{\text{ذوزنقه}}=\frac{۱۵+۹}{۲}\times ۳=۳۶m \\ \Delta x_{۲}=S'_{\text{ذوزنقه}}=\frac{۱۵+۹}{۲}\times ۲=۲۴m \end{cases} \rightarrow \Delta y_{\text{کل}}=۳۶+۲۴=۶۰m$$

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۶۰}{۱۲-۷} \rightarrow v_{av}=۱۲\frac{m}{s}$$

۹۲ گزینه ۱

یکی از راه‌های حل این سؤال استفاده از نمودار سرعت - زمان است. برای رسم نمودار، در ابتدا سرعت اولیهٔ متحرک را محاسبه می‌کنیم. در ۱۵ ثانیهٔ اول، شتاب حرکت متحرک $۲\frac{m}{s^{۲}}$ است، بنابراین داریم:



WWW.ArefOnline.ir

$$v = at + v_0 \xrightarrow[t=2s]{v=-6\frac{m}{s}} -6 = 2 \times 2 + v_0 \rightarrow v_0 = -10\frac{m}{s}$$

حال سرعت متحرک در لحظهٔ $t = 15s$ (لحظه‌ای که شتاب تغییر می‌کند) را محاسبه می‌کنیم.

$$v = at + v_0 \xrightarrow{t=15s} v = 2 \times 15 - 10 \rightarrow v = 20\frac{m}{s}$$

حال نمودار سرعت - زمان را رسم می‌کنیم. در ادامه مساحت محصور بین نمودار و محور زمان را می‌یابیم تا جابه‌جایی متحرک از لحظهٔ $t = 2s$ تا $t = 35s$ را تعیین کنیم.

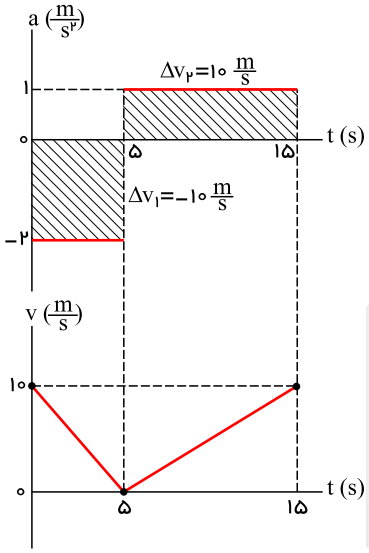
$$S_1 = |\Delta x_1| = 9m \quad , \quad S_2 = \Delta x_2 = 300m$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = -9 + 300 = 291m$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 \rightarrow 291 = x_2 - (-16) \rightarrow x_2 = 275m \rightarrow \vec{x} = 275\vec{i}$$

---

۹۳ گزینه ۲ اگر نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنیم، داریم:



با توجه به نمودار سرعت ـ زمان، متحرک تغییر جهت نمی‌دهد، پس جهت بردار سرعت آن تغییر نمی کند. (رد عبارت الف)

و از آنجا که متحرک در امتداد خط راست (محور x) حرکت می‌کند و تغییر جهت نمی‌دهد، مسافت و جابه‌جایی طی‌شده، هم‌اندازه هستند (درستی عبارت «ب»)

و با توجه به شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 - 10}{15} \Rightarrow a_{av} = 0$$

درستی عبارت «پ»

از طرفی متحرک تغییر جهت نمی‌دهد، پس سرعت متوسطش صفر نمی‌شود. (رد عبارت «ت»)

درنتیجه عبارت‌های «ب» و «پ» درست هستند.

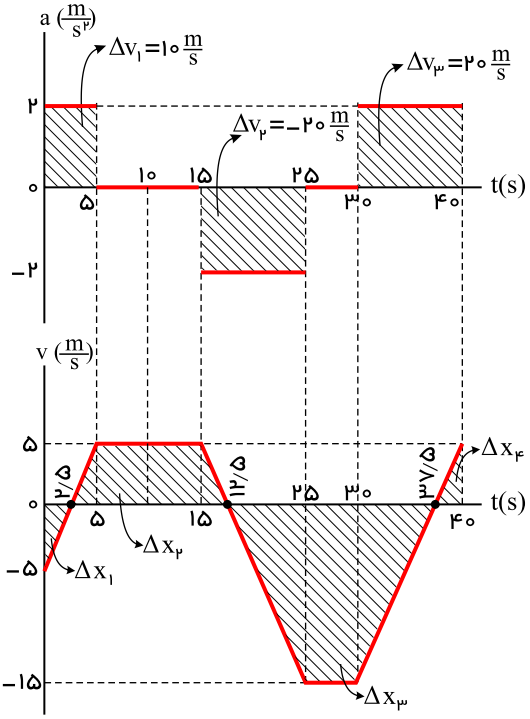
WWW.ArefOnline.ir

۹۴ گزینه ۴

وقتی سؤالی در مورد تحلیل حرکت متحرک مطرح می‌شود، یکی از بهترین راه‌حل‌ها، رسم نمودار سرعت ـ زمان است تا با استفاده از آن بتوان حرکت را تحلیل کرد. پس در اینجا نمودار سرعت ـ زمان را رسم می‌کنیم.

با توجه به نمودار، هر گزینه را بررسی می‌کنیم:

۱) در مدتی که حرکت تندشونده است، شتاب و سرعت هم‌جهت‌اند؛ در اینجا:



$$\begin{cases}\Delta t_1 = (۵ - ۲/۵) = ۲/۵s \\ \Delta t_2 = (۲۵ - ۱۷/۵) = ۷/۵s \\ \Delta t_3 = (۴۰ - ۳۷/۵) = ۲/۵s\end{cases} \Rightarrow \Delta t = ۱۲/۵s$$

۲) جابه‌جایی متحرک برابر است با سطح محصور بین نمودار سرعت ـ زمان و محور زمان؛ در اینجا:

$$\begin{cases}\Delta x_1 = \dfrac{-۲/۵ \times ۵}{۲} = -۶/۲۵m \\ \Delta x_2 = \dfrac{۱۵ + ۱۰}{۲} \times ۵ = ۶۲/۵m \\ \Delta x_3 = -\dfrac{۲۰ + ۵}{۲} \times ۱۵ = -۱۸۷/۵ \\ \Delta x_4 = \dfrac{۲/۵ \times ۵}{۲} = ۶/۲۵\end{cases} \Rightarrow \Delta x = -۱۲۵m \Rightarrow$$

$$|\Delta x| = ۱۲۵m$$

۳) هنگامی که متحرک در جهت محور حرکت کرده، $v > ۰$ است؛ یعنی:

$$\begin{cases}\Delta t_1 = ۱۷/۵ - ۲/۵ = ۱۵s \\ \Delta t_2 = ۴۰ - ۳۷/۵ = ۲/۵s\end{cases} \Rightarrow \Delta t = ۱۷/۵s$$

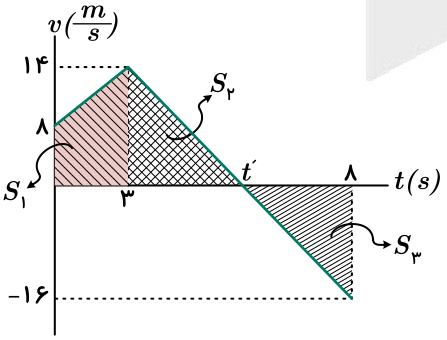
۴) مسافت طی‌شده برابر است با:

$$l = |-۶/۲۵| + ۶۲/۵ + |-۱۸۷/۵| + ۶/۲۵ \Rightarrow l = ۲۶۲/۵m$$

۹۵ گزینه ۴ سطح زیر نمودار $a - t$ برابر با تغییرات سرعت است؛ بنابراین ابتدا نمودار سرعت - زمان را رسم می‌کنیم:

$$\begin{cases}t = ۳s \rightarrow v = ۸ + ۲ \times ۳ = ۱۴\dfrac{m}{s} \\ t = ۸s \rightarrow v = ۱۴ + (۸ - ۳) \times (-۶) = -۱۶\dfrac{m}{s}\end{cases}$$

حال به کمک تشابه مثلث‌ها، لحظهٔ t' را می‌یابیم:



$$\frac{۱۶}{۱۴} = \frac{۸ - t'}{t' - ۳} \Rightarrow t' = \frac{۱۶}{۳}s$$

مسافت پیموده شده، برابر با مجموع اندازهٔ جابه‌جایی های متحرک (یعنی سطح زیر نمودار) است.

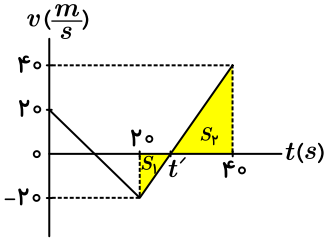
$$l = S_1 + S_2 + S_3 \rightarrow l = \frac{(۸ + ۱۴) \times ۳}{۲} + \frac{(\frac{۱۶}{۳} - ۳) \times ۱۴}{۲} + \frac{(۸ - \frac{۱۶}{۳}) \times (۱۶)}{۲} = \frac{۲۱۲}{۳}m$$

تندی متوسط برابر است با:

WWW.ArefOnline.ir

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{\frac{۲۱۲}{۳}}{۸} = \frac{۵۳}{۶}\frac{m}{s}$$

۹۶ گزینه ۳ مساحت زیر نمودار شتاب - زمان برابر با تغییرات سرعت است؛ بنابراین نمودار $v-t$ متحرک را رسم می‌کنیم:



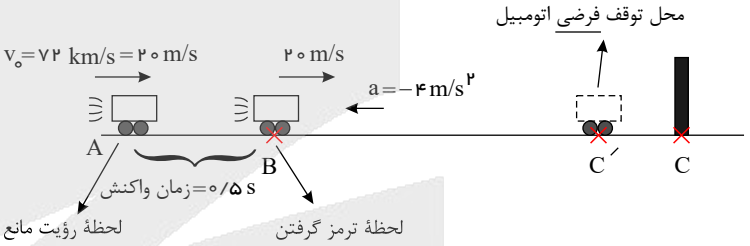
$$\frac{۲۰}{t'-۲۰} = \frac{۴۰}{۴۰-t'} \Rightarrow t' = \frac{۸۰}{۳}s$$

$$S_۱ = \frac{\frac{۲۰}{۳}\times ۲۰}{۲} = \frac{۲۰۰}{۳}m\,,\ S_۲ = \frac{\frac{۴۰}{۳}\times ۴۰}{۲} = \frac{۸۰۰}{۳}m$$

$$l = S_۱ + S_۲ = \frac{۲۰۰}{۳} + \frac{۸۰۰}{۳} = \frac{۱۰۰۰}{۳}m$$

۹۷ گزینه ۳ فرض کنیم جسم در نقطهٔ C' متوقف می‌شود. طبق مفهوم شتاب ($a = -۴\frac{m}{s^۲}$ یعنی از $v_۰ = +۲۰\frac{m}{s}$ در هر ثانیه ۴ $\frac{m}{s}$ کاسته می‌شود)، پس از $۵s$ متحرک متوقف می‌شود. جابه‌جایی جسم در این مدت:

$$\Delta x_{BC'} = (\frac{v+v_۰}{۲})\Delta t = (\frac{۰+۲۰}{۲})(۵) = ۵۰m$$



گام دوم: در مدت زمان واکنش راننده، اتومبیل در مدت $۰/۵m$ با تندی $۲۰\frac{m}{s}$ به مقدار $\Delta x_{AB} = v\Delta t \Rightarrow \Delta x_{AB} = ۱۰m$ جابه‌جا می‌شود.

گام سوم:

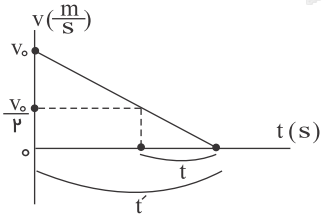
$$\Delta x_{AB} + \Delta x_{BC'} = ۱۰ + ۵۰ = ۶۰m > \Delta x_{AC} = ۵۲m$$

پس به مانع برخورد می‌کند. امّا با چه تندی؟

$$v_C^۲ - v_B^۲ = ۲a\Delta x_{BC} \Rightarrow v_C^۲ - ۲۰^۲ = ۲(-۴)(\underbrace{۴۲}_{(۵۲-۱۰=۴۲)}) \Rightarrow v_C^۲ = ۴۰۰ - ۳۳۶ \Rightarrow v_C = ۸\frac{m}{s}$$

۹۸ گزینه ۲

اگر نمودار سرعت - زمان متحرک را از لحظهٔ ترمز (شروع حرکت کندشونده) تا توقف رسم کنیم، داریم:

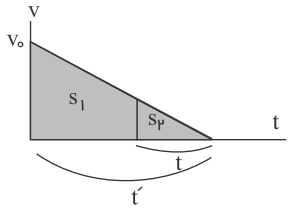


با توجه به تشابه مثلث‌ها:

$$\frac{t'}{t} = \frac{v_۰}{\frac{v_۰}{۲}} = ۲$$

WWW.ArefOnline.ir

از طرفی می‌دانیم که نسبت مساحت دو مثلث متشابه، معادل مجذور نسبت تشابه به آن‌هاست یعنی:



$$\text{مساحت مثلث بزرگ}\frac{(S_۲+S_۱)}{S_۱}=(\frac{t'}{t})^۲=۲^۲=۴$$

از طرفی می‌دانیم که:

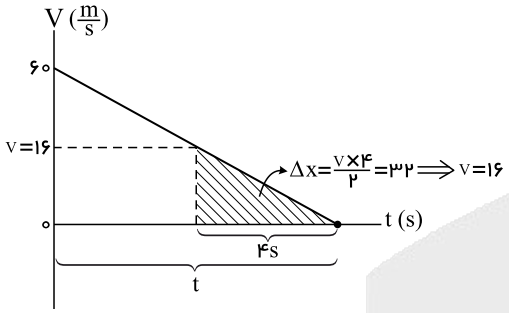
$$S_۲=\Delta x=۱۵۰m\xrightarrow[S_۱\Delta x_۱]{S_۲=۳S_۱}۱۵۰=۳\Delta x'=۵۰m$$

$$\Delta x_{\text{کل}}=۱۵۰+۵۰\rightarrow\Delta x_{\text{کل}}=۲۰۰m$$

---

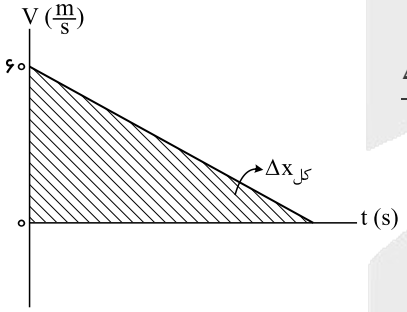
۹۹ گزینه ۱

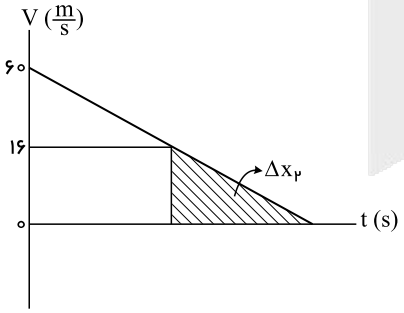
با رسم نمودار سرعت - زمان داریم:



حال با توجه به اینکه نسبت مساحت‌های مثلث‌های متشابه با مجذور نسبت تشابه آنها برابر است، داریم:

$$\frac{\Delta x_{\text{کل}}}{\Delta x_۲}=(\frac{۶۰}{۱۶})^۲\Rightarrow\frac{\Delta x_{\text{کل}}}{۳۲}=(\frac{۶۰}{۱۶})^۲\Rightarrow\Delta x_{\text{کل}}=۴۵۰m$$





---

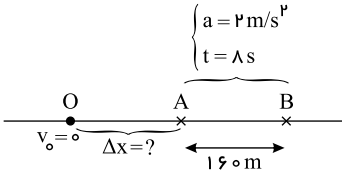
۱۰۰ گزینه ۲ حرکت را از آخر به اول بررسی می‌کنیم؛ یعنی متحرکی را در نظر می‌گیریم که با شتاب $۳\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون شروع به حرکت می‌کند:

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+\cancel{v_۰t}\rightarrow\Delta x=\frac{۱}{۲}(۳)(۳^۲)=۱۳/۵m$$

---

۱۰۱ گزینه ۲ در ابتدا با توجه به معلوم بودن زمان جابه‌جایی، شتاب و مقدار جابه‌جایی AB، سرعت در نقطه A را می‌یابیم

WWW.ArefOnline.ir



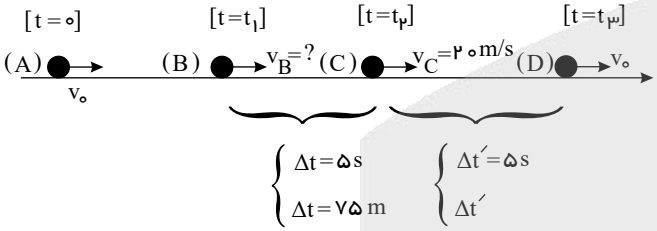
$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_A t \rightarrow ۱۶۰ = (\frac{۱}{۲})(۲)(۸)^۲ + V_A(۸) \rightarrow v_A = ۱۲(\frac{m}{s})$$

حال با استفاده از معادلهٔ سرعت - جابه‌جایی (مستقل از زمان) بین دو نقطهٔ O و A داریم:

$$v_A^۲ - v_۰^۲ = ۲a(\Delta x) \xrightarrow{v_۰=۰} (۱۲)^۲ - ۰ = (۲)(۲)\Delta x \rightarrow \Delta x_{OA} = ۳۶m$$

---

۱۰۲ گزینه ۲



گام اول: حرکت شتابدار با شتاب ثابت بر خط راست است. مدت $۵s$ یک بازهٔ زمانی که ابتدا و انتهای این بازهٔ زمانی در متن سؤال مشخص نشده است. فرض کنیم این بازهٔ زمانی بین لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ باشد:

گام دوم: ابتدا تندی متحرک در مکان (B) و سپس شتاب حرکت (a) را می‌یابیم:

$$(B \rightarrow C) : \Delta x = (\frac{v_B + v_C}{۲})(\Delta t) \rightarrow ۷۵ = (\frac{v_B + ۲۰}{۲})(۵) \Rightarrow v_B + ۲۰ = ۳۰ \Rightarrow v_B = ۱۰\frac{m}{s} \rightarrow a = \frac{\Delta v_{BC}}{\Delta t_{BC}}$$

$$= \frac{۲۰ - ۱۰}{۵} = ۲\frac{m}{s^۲} \Rightarrow a = ۲\frac{m}{s^۲}$$

گام سوم:

$$(C \rightarrow D) : \begin{cases} (v_{av})_{CD} = (\frac{v_D + v_C}{۲}) = (\frac{۳۰ + ۲۰}{۲}) = ۲۵\frac{m}{s} \\ v_D = v_C + a\Delta t' = ۲۰ + ۲ \times ۵ = ۳۰\frac{m}{s} \end{cases}$$

---

۱۰۳ گزینه ۳ از آنجا که متحرک از حال سکون با شتاب ثابت در امتداد خط راست شروع به حرکت کرده، الزاماً حرکت تندشونده دارد و مسافت طی‌شده با اندازهٔ جابه‌جایی آن برابر است. با استفاده از رابطهٔ سرعت ـ زمان در حرکت با شتاب ثابت داریم:

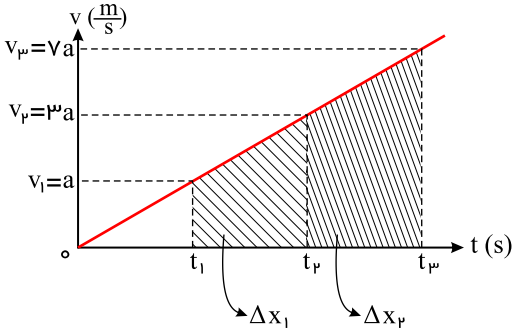
$$v = at + v_۰ \xrightarrow{v_۰=۰} v = at \Rightarrow \begin{cases} t_۱ = ۱s \Rightarrow v_۱ = a \\ t_۲ = ۳s \Rightarrow v_۲ = ۳a \\ t_۳ = ۷s \Rightarrow v_۳ = ۷a \end{cases}$$

از طرفی برای حرکت با شتاب ثابت در امتداد خط راست داریم:

$$\Delta x = \frac{v_۱ + v_۲}{۲}\Delta t \Rightarrow \begin{cases} ۲۰ = \frac{a + ۳a}{۲} \times (۳ - ۱) \\ \Delta x = \frac{۷a + ۳a}{۲} \times (۷ - ۳) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = ۵ \\ \Delta x = ۱۰۰m \end{cases}$$

WWW.ArefOnline.ir

روش دوم: با استفاده از نمودار سرعت ـ زمان نیز می‌توان به‌صورت زیر عمل کرد:



$$\Delta x_۱ = ۲۰ = \frac{۳a + a}{۲} \times ۲ \Rightarrow a = ۵$$

$$\Delta x_۲ = \frac{۷a + ۳a}{۲} \times ۴ \xrightarrow{a=۵} \Delta x_۲ = ۱۰۰m$$

---

۱۰۴ گزینه ۳

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}a(t^۲) + v_۰(t)$$

$$\longrightarrow ۲۱۶ = \frac{a}{۲} \times ۱۴۴ \Rightarrow a = ۳\ \frac{m}{s^۲}$$

روش اول: فرض می‌کنیم متحرک در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$، ۳۶ متر جابه‌جا شود:

$t_۱$ و $t_۲$ در بازهٔ $\Delta x = \frac{۱}{۲}a(t_۲^۲ - t_۱^۲) = ۳۶ \rightarrow t_۲^۲ - t_۱^۲ = ۲۴$

با جایگذاری گزینه‌ها به بازهٔ زمانی ۵ تا ۷ ثانیه می‌رسیم.

روش دوم:

Δt در گزینه‌ها برابر ۲ ثانیه است.

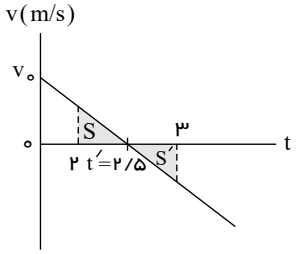
$$۳۶ = ۲ \times v_{av} \Rightarrow v_{av} = ۱۸\ \frac{m}{s}$$

$$\text{شتاب ثابت} \Rightarrow v_{av} = \text{وسط بازه} v = at + \cancel{v_۰} = ۱۸ \xrightarrow{a=۳\frac{m}{s^۲}} t = \frac{۱۸}{۳} = ۶s$$

$t = ۶s$، لحظهٔ وسط بازه است، در نتیجه بازهٔ زمانی موردنظر ۵ تا ۷ ثانیه خواهد بود.

---

۱۰۵ گزینه ۳



گام اول: شتاب ثابت است بنابراین نمودار $(v - t)$ خطی مایل (درجهٔ اول) است. می‌دانیم در یک بازهٔ زمانی، زمانی جابه‌جایی صفر است که متحرک در ابتدا و انتهای آن بازهٔ زمانی از یک مکان عبور کند. بنابراین حرکت می‌بایستی به صورت رفت و برگشت بوده باشد. چون $a < ۰$ است (خلاف جهت مثبت محور xهاست) بنابراین باید $v_۰ > ۰$ بوده باشد، یعنی نمودار چنین وضعیتی دارد:

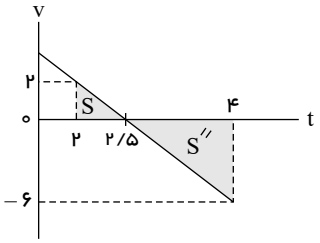
ثانیهٔ سوم در اینجا یعنی $t_۱ = ۲s$ تا $t_۲ = ۳s$. برای صفر شدن جابه‌جایی در این بازهٔ زمانی:

$$\Delta x = x_{(t=۳s)} - x_{(t=۲s)} = ۰ \Rightarrow S - S' = ۰ \Rightarrow S = S' \Rightarrow t' = \frac{۲ + ۳}{۲} = ۲/۵s \Rightarrow v = at + v_۰$$

WWW.ArefOnline.ir

$$\Rightarrow ۰ = -۴ \times ۲/۵ + v_۰ \Rightarrow v_۰ = ۱۰\frac{m}{s}$$

گام دوم: برای یافتن مسافت طی شده توسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۲s$ تا $t_۲ = ۴s$ کافی است مساحت بالای نمودار را با مساحت زیر نمودار جمع کنیم:



$$v = -۴t + ۱۰ \xrightarrow{t=۴} v = -۴ \times ۴ + ۱۰ = -۶\frac{m}{s} \text{ و } v_{(t=۲)} = ۲\frac{m}{s} \Rightarrow L = S + S'' = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۰/۵$$

$$+\frac{۱}{۲} \times ۶ \times ۱/۵ \Rightarrow L = ۰/۵ + ۴/۵ = ۵m$$

---

۱۰۶ گزینه ۱ از رابطهٔ جابه‌جایی در t ثانیهٔ nام با سرعت صفر استفاده می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲(۲n - ۱)$$

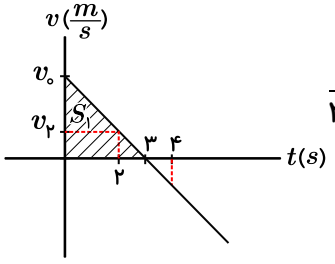
$$\frac{\Delta x_۱}{\Delta x_۲} = \frac{\frac{۱}{۲}at^۲(۲ \times ۳ - ۱)}{\frac{۱}{۲}at^۲(۲ \times ۲ - ۱)} = \frac{۵}{۳}$$

---

۱۰۷ گزینه ۳ نکته: هرگاه در حرکت با شتاب ثابت، متحرک در دو لحظهٔ $t_۱$ و $t_۲$ از یک مکان یکسان عبور کند، سرعت متحرک در لحظهٔ $\frac{t_۱ + t_۲}{۲}$ صفر است.

راه اول: با توجه به نکتهٔ بالا، سرعت متحرک در $t' = \frac{۲ + ۴}{۲} = ۳s$ صفر است؛ بنابراین نمودار $v - t$ متحرک را رسم می‌کنیم:

شتاب حرکت (شیب نمودار) ثابت است؛ بنابراین از رابطهٔ تناسب، داریم:



$$\frac{v_۲}{۳ - ۲} = \frac{v_۰}{۳ - ۰} \Rightarrow v_۲ = \frac{۱}{۳}v_۰$$

متحرک در لحظهٔ $t = ۰s$ از $x = -۸m$ و در لحظهٔ $t = ۲s$ از $x = ۰m$ عبور کرده است؛ از طرفی، جابه‌جایی برابر با سطح زیر نمودار سرعت - زمان است، پس داریم:

$$\Delta x_{(۰-۲s)} = ۰ - (-۸) = ۸m \xrightarrow{\Delta x_{(۰-۲)} = S_۱} ۸ = \frac{(v_۰ + \frac{۱}{۳}v_۰)}{۲} \times ۲$$

$$\Rightarrow \frac{۴}{۳}v_۰ = ۸ \Rightarrow v_۰ = ۶\frac{m}{s}$$

در سه ثانیهٔ دوم، یعنی در بازهٔ ۳ تا ۶ ثانیه، متحرک تغییر جهتی ندارد؛ بنابراین اندازهٔ سرعت متوسط و تندی متوسط در این بازه با هم برابر هستند. همچنین با توجه به تقارن نمودار $v - t$، اندازهٔ سرعت متوسط در سه ثانیهٔ اول و دوم حرکت با هم برابر است؛ در نتیجه داریم:

$$s_{av\,(۳-۶s)} = |v_{av\,(۳-۶s)}| = v_{av\,(۰-۳s)} \Rightarrow s_{av\,(۳-۶)} = \frac{v_۰ + ۰}{۲} = \frac{۶}{۲} = ۳\frac{m}{s}$$

راه دوم: ابتدا به کمک معادلهٔ حرکت و سرعت - زمان، شتاب و سرعت اولیهٔ متحرک را محاسبه می‌کنیم:

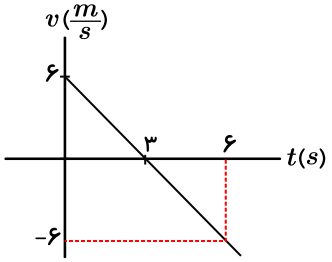
WWW.ArefOnline.ir

$$t' = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{2+4}{2} = 3s : v = 0 \xrightarrow{v=at+v_0} 0 = a(3) + v_0$$

$$\Rightarrow v_0 = -3a \xrightarrow[x_0=-8m]{x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0} x = \frac{1}{2}at^2 - 3at - 8$$

$$\xrightarrow[x=0]{t=2s} 0 = \frac{1}{2}a(4) - 3a(2) - 8 \Rightarrow -4a - 8 = 0 \Rightarrow a = -2\frac{m}{s^2}$$

نمودار $v - t$ متحرک را رسم می‌کنیم:



در سه ثانیهٔ دوم، یعنی بازهٔ $(3 - 6s)$، تندی متوسط با اندازهٔ سرعت متوسط برابر است و داریم:

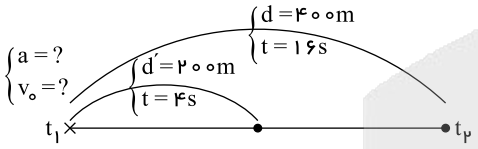
$$s_{av} = |v_{av}| = |\frac{v_3 + v_6}{2}| \Rightarrow s_{av} = |\frac{0 + (-6)}{2}| = 3\frac{m}{s}$$

---

۱۰۸ گزینه ۴

در ابتدا مسیر حرکت متحرک را به‌صورت زیر رسم کرده و یک‌بار معادلهٔ جابه‌جایی را در ۴ ثانیهٔ اول و بار

دیگر در کل ۱۶ ثانیه می‌نویسیم تا با حل یک دستگاه معادلات، بزرگی شتاب را بیابیم.



$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

$$\begin{cases} \text{در چهار ثانیهٔ اول}: 200 = \frac{1}{2}a(4)^2 + 4v_0 \\ \text{در کل ۱۶ثانیه}: 400 = \frac{1}{2}a(16)^2 + 16v_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 200 = 8a + 4v_0 \\ 400 = 128a + 16v_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a = -\frac{25}{6}\frac{m}{s^2} \\ v_0 = \frac{175}{3}\frac{m}{s} \end{cases}$$

و برای تعیین بزرگی شتاب:

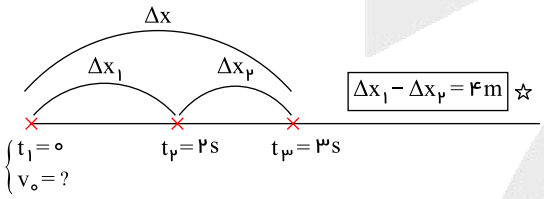
$$|a| = \frac{25}{6}\frac{m}{s^2}$$

---

۱۰۹ گزینه ۲

در ابتدا مسیر حرکت متحرک را به‌صورت زیر رسم می‌کنیم، سپس معادلهٔ جابه‌جایی متحرک را

یک‌بار برای ۲ ثانیهٔ اول و بار دیگر برای ۳ ثانیهٔ اول می‌نویسیم یعنی:



$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t \xrightarrow{a=4\frac{m}{s^2}} \begin{cases} \text{دو ثانیهٔ اول}: \Delta x_1 = \frac{1}{2}(4)(2)^2 + 2v_0 \\ \text{سه ثانیهٔ اول}: \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{1}{2}(4)(3)^2 + 3v_0 \end{cases}$$

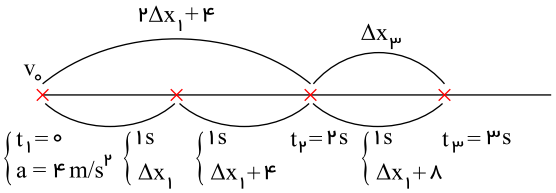
$$\rightarrow \begin{cases} \Delta x_1 = 8 + 2v_0 \\ \Delta x_1 + \Delta x_2 = 18 + 3v_0 \xrightarrow{\Delta x_1 = 8 + 2v_0} \Delta x_2 = 10 + v_0 \end{cases}$$

و در نهایت داریم:

WWW.ArefOnline.ir

$$\Delta x_۱ - \Delta x_۲ = ۴ \xrightarrow[\Delta x_۲ = ۱۰ + v_۰]{\Delta x_۱ = ۸ + ۲v_۰} ۸ + ۲v_۰ - (۱۰ + v_۰) = ۴ \Rightarrow v_۰ = ۶\frac{m}{s}$$

روش دوم: اگر بازه‌های زمانی را به‌صورت بازه‌های یک ثانیه‌ای در نظر بگیریم، می‌دانیم که جابه‌جایی‌های این متحرک در بازه‌های زمانی مساوی و متوالی یک ثانیه‌ای، تشکیل یک دنبالهٔ عددی را می‌دهند که قدر نسبت آن $a = ۴$ (شتاب حرکت) است. بنابراین داریم:



$$\xrightarrow{\text{با توجه به فرض مسئله}} ۲\Delta x_۱ + ۴ - (\Delta x_۱ + ۸) = ۴ \Rightarrow \Delta x_۱ = ۸m$$

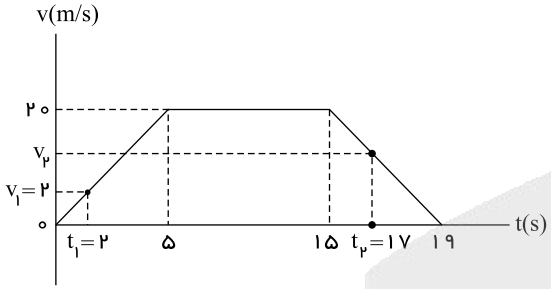
و در ادامه داریم:

$$\Delta x_۱ = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \Rightarrow ۸ = \frac{۱}{۲}(۴)(۱)^۲ + v_۰ \Rightarrow v_۰ = ۶\frac{m}{s}$$

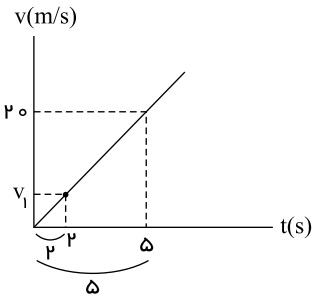
---

۱۱۰ گزینه ۳

یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای حل این‌گونه سؤالات که حرکت متحرک در چند مرحلهٔ متوالی بررسی می‌شود، رسم نمودار سرعت - زمان آن است. بنابراین داریم: (در پنج ثانیهٔ اول با شتاب ثابت، حرکت تندشونده دارد، سپس به مدت ۱۰ ثانیه یعنی تا لحظهٔ $t = ۱۵s$ حرکت یکنواخت دارد و در نهایت در چهار ثانیهٔ پایانی یعنی از $t = ۱۵s$ تا $t = ۱۹s$ حرکت کندشونده دارد و متوقف می‌شود.)

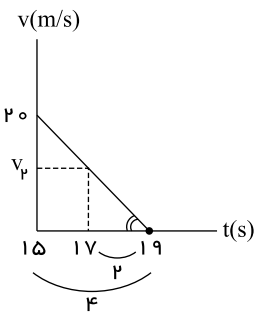


حال در پنج ثانیهٔ اول با استفاده از تشابه دو مثلث مربوط به دو ثانیهٔ اول و ۵ ثانیهٔ اول مقدار $v_۱$ را به دست می‌آوریم:



$$\text{شیب خط} = \frac{v_۱}{۲} = \frac{۲۰}{۵} \Rightarrow v_۱ = ۸\frac{m}{s}$$

و در ۴ ثانیهٔ آخر نیز به همین ترتیب:



WWW.ArefOnline.ir

$$|\text{شیب خط}| = \frac{v_۲}{۲} = \frac{۲۰}{۴} \Rightarrow v_۲ = ۱۰\frac{m}{s}$$

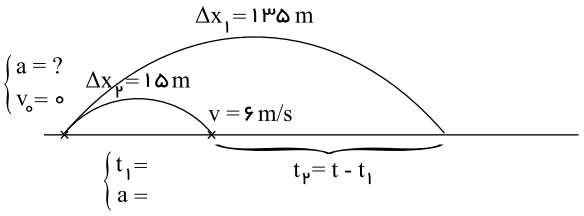
و در نهایت با استفاده از تعریف شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۱۰ - ۸}{۱۷ - ۲} \Rightarrow a_{av} = \frac{۲}{۱۵}\frac{m}{s^۲}$$

---

۱۱۱ گزینه ۳

اگر مسیر حرکت متحرک را به‌صورت زیر در نظر بگیریم، یک بار با نوشتن معادلهٔ مستقل از شتاب در مرحلهٔ اول، زمان مربوط به این مرحله و نیز با نوشتن معادلهٔ سرعت - جابه‌جایی (یا معادلهٔ مستقل از زمان) مقدار شتاب را محاسبه می‌کنیم. یعنی:



$$\Delta x_۱ = \frac{v + v_۰}{۲} \times t_۱ \Rightarrow ۱۵ = \frac{۶ + ۰}{۲} \times t_۱ \Rightarrow t_۱ = ۵s$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_۰}{t} = \frac{۶ - ۰}{۵} \Rightarrow a = ۱٫۲\frac{m}{s^۲}$$

حال برای پیدا کردن کل زمان حرکت در پیمودن ۱۳۵ متر داریم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \xrightarrow{v_۰ = ۰} ۱۳۵ = (\frac{۱}{۲})(۱٫۲)t^۲ \Rightarrow t = ۱۵s$$

اما برای پیمودن زمان مربوط به مرحلهٔ دوم (در سؤال گفته‌شده چند ثانیهٔ دیگر) داریم:

$$t_۲ = t - t_۱ = ۱۵ - ۵ \Rightarrow t_۲ = ۱۰s$$

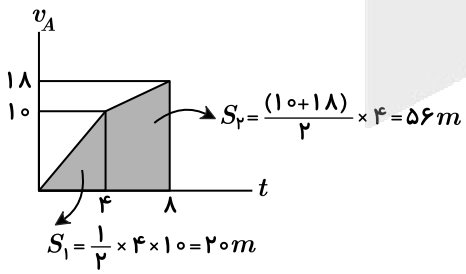
---

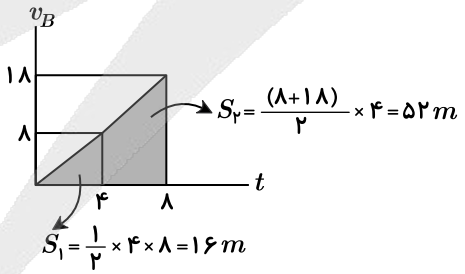
۱۱۲ گزینه ۱ حرکت را از انتها به ابتدا درنظر می‌گیریم و در این حرکت برعکس، مسافت پیموده‌شده در ۵ ثانیهٔ اول را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} v_۰ = ۰ \\ a = ۱\frac{m}{s^۲} \\ t = ۵s \end{cases} \rightarrow \Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + \cancel{v_۰t} = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times ۲۵ = ۱۲٫۵$$

---

۱۱۳ گزینه ۴ نمودار $v - t$ را برای هر متحرک به صورت جداگانه رسم می‌کنیم:



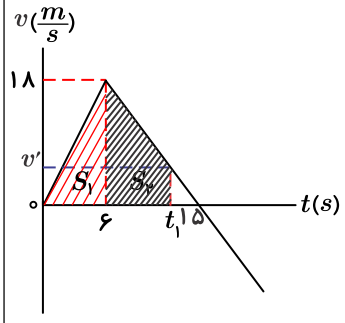


$$\frac{V_{av_B}}{V_{av_A}} = \frac{\Delta x_B}{\Delta x_A} \times \frac{\cancel{\Delta t_A}}{\cancel{\Delta t_B}} = \frac{۱۶ + ۵۲}{۲۰ + ۵۶} = \frac{۶۸}{۷۶} = \frac{۱۷}{۱۹}$$

---

۱۱۴ گزینه ۲ ابتدا لحظهٔ $t_۱$ را پیدا می‌کنیم که متحرک تا آن لحظه $۱۲۶m$ جابه‌جا شده و به مکان $x = ۱۳۶m$ رسیده است:

WWW.ArefOnline.ir



$$S_1 = \frac{۱}{۲} \times ۶ \times ۱۸ = ۵۴m$$

$$S_2 = ۱۲۶ - ۵۴ = ۷۲m$$

$$(\frac{۱۸ + v'}{۲}) \times (t_1 - ۶) = ۷۲ \quad (\star)$$

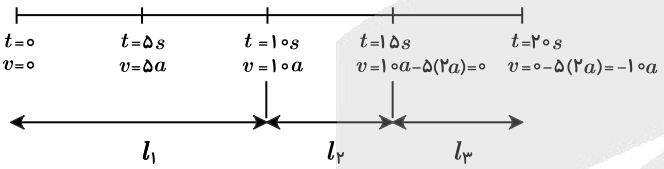
از طرفی داریم:

$$\frac{v'}{۱۵ - t_1} = \frac{۱۸}{۱۵ - ۶} \Rightarrow v' = ۳۰ - ۲t_1 \xrightarrow{(\star)} (۱۸ + ۳۰ - ۲t_1)(t_1 - ۶) = ۷۲ \times ۲ = ۱۴۴ \rightarrow t_1 = ۱۲s \text{ یا } t_1 = ۱۸ \text{ (غ ق ق)}$$

برای اینکه متحرک در لحظهٔ $t_۲$ مجدد در مکان $x = ۱۳۶m$ قرار بگیرد، باید جابه‌جایی بین دو لحظهٔ t_1 و $t_۲$ صفر باشد، یعنی این دو لحظه باید نسبت به $t = ۱۵s$ قرینه باشند؛ درنتیجه $t_۲ = ۱۸s$ است.

---

۱۱۵ گزینه ۲ وقتی متحرکی با شتاب a حرکت می‌کند، در هر ثانیه به اندازهٔ a به سرعت حرکتش افزوده می‌شود؛ بنابراین سرعت متحرک را در ثانیه‌های موردنظر، برحسب شتاب به دست می‌آوریم:



$$\Delta x = (\frac{v_1 + v_۲}{۲})\Delta t$$

$$\Rightarrow l = l_1 + l_۲ + l_۳ = |\Delta x_1| + |\Delta x_۲| + |\Delta x_۳| \Rightarrow l = (\frac{۰ + ۱۰a}{۲} \times ۱۰) + (\frac{۱۰a + ۰}{۲}) \times ۵ +$$

$$|(\frac{۰ + (-۱۰a)}{۲}) \times ۵| = ۱۰۰a$$

$$\rightarrow ۱۰۰a = ۲۰۰m \Rightarrow a = ۲\frac{m}{s^۲}$$

$$t = ۵s : v = ۵a = ۵ \times ۲ = ۱۰\frac{m}{s}$$

$$t = ۱۷s : v = ۱۰a + ۷ \times (-۲a) = -۴ \times ۲ = -۸\frac{m}{s^۲}$$

$$a_{av} = \frac{v_{۱۷} - v_۵}{۱۷ - ۵} = \frac{-۸ - ۱۰}{۱۲} = \frac{-۱۸}{۱۲} = -(۱٫۵\frac{m}{s^۲})\vec{i}$$

---

۱۱۶ گزینه ۲ گام اول: متحرک با شتاب a، سریع‌تر از متحرک با شتاب $\frac{۹}{۱۶}a$ حرکت می‌کند. بنابراین اگر متحرک با شتاب a (را که با A نشان خواهیم داد) مسیر مستقیم معین شده را در مدت زمان Δt_A طی کند متحرک دوم (که با B نشان می‌دهیم) در مدت زمان $\Delta t_B = \Delta t_A + ۲s$ همان مسیر را طی خواهد نمود:

$$\begin{cases} \Delta x_A = \frac{۱}{۲}a\Delta t_A^۲ + v_{۰A}\Delta t_A \\ \Delta x_B = \frac{۱}{۲}(\frac{۹}{۱۶}a)(\Delta t_A + ۲)^۲ + v_{۰B}\Delta t_B \end{cases} \xrightarrow[v_{۰A}=v_{۰B}=۰]{\Delta x_A = \Delta x_B} a\Delta t_A^۲ = \frac{۹}{۱۶}a(\Delta t_A + ۲)^۲ \Rightarrow \Delta t_A = \frac{۳}{۴}(\Delta t_A + ۲)$$

WWW.ArefOnline.ir

$$= \frac{۳}{۴}\Delta t_A + ۱٫۵ \Rightarrow ۰٫۲۵\Delta t_A = ۱٫۵ \Rightarrow \Delta t_A = ۶s$$

---

۱۱۷ گزینه ۲ چون دو متحرک از یک نقطه شروع به حرکت می‌کنند، فرض می‌کنیم که مکان اولیهٔ آنها مبدأ مکان یعنی $x_۰ = ۰$ باشد. چون در لحظهٔ $t = ۶s$ مجدداً به هم می‌رسند، مکان آنها یکسان است، یعنی $x_A = x_B$ است. پس معادلهٔ حرکت هر یک را می‌نویسیم. دقت کنید چون متحرک B، دو ثانیه بعد از متحرک A شروع به حرکت کرده، اگر زمان حرکت متحرک A را t فرض کنیم، زمان حرکت متحرک B دو ثانیه کمتر، یعنی $(t-۲)$ است.

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \xrightarrow[v_۰=۰]{x_۰=۰} \begin{cases} x_A = \frac{۱}{۲}at^۲ \\ x_B = \frac{۱}{۲}(a+۰٫۵)(t-۲)^۲ \end{cases}$$

$$\xrightarrow{t=۶s} \begin{cases} x_A = \frac{۱}{۲}a(۶)^۲ \\ x_B = \frac{۱}{۲}(a+۰٫۵)(۶-۲)^۲ \end{cases} \xrightarrow{x_A=x_B} ۱۸a = ۸(a+۰٫۵) \Rightarrow a = ۰٫۴\frac{m}{s^۲}$$

حال مکان هر یک را در لحظهٔ $t = ۱۰s$ محاسبه کرده و فاصلهٔ آنها را از هم می‌یابیم.

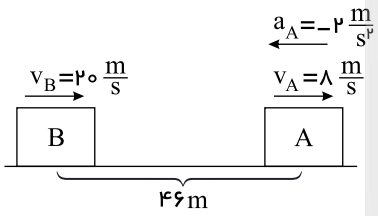
displaystyle x=\dfrac{1}{2}at^{2}\Rightarrow\left\{\begin{array}{ll}x_{A}=\dfrac{1}{2}\times0/4\times(10)^{2}\\x_{B}\\=\dfrac{1}{2}\times(0.4+0.5)(8)^{2}\end{array}\right.\Rightarrow\left\{\begin{array}{l}x_{A}=20m\\x_{B}\\.=28.8m\end{array}\right

$$\Delta x = x_B - x_A = ۲۸٫۸ - ۲۰ \Rightarrow \Delta x = ۸٫۸m$$

---

۱۱۸ گزینه ۲ با توجه به طولانی بودن متن سوال، سعی می‌کنیم که شکل سوال را مرحله به مرحله رسم کنیم و به تحلیل سوال بپردازیم.

در مرحلهٔ اول داریم:



دقت کنید که حرکت متحرک A کندشونده است.

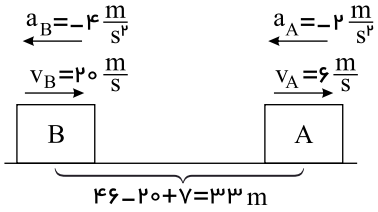
در مدت یک ثانیه، جابه‌جایی هر یک را می‌یابیم.

$$\Delta x_A = \frac{۱}{۲}a_At^۲ + v_{۰A}t = \frac{۱}{۲}(-۲)(۱)^۲ + ۸ \times ۱ = ۷m$$

$$\Delta x_B = v_Bt = ۲۰ \times ۱ = ۲۰m$$

پس از یک ثانیه از شروع حرکت کندشوندهٔ A داریم:

$$v_A = a_At + v_{۰A} = -۲ \times ۱ + ۸ = ۶\frac{m}{s}$$



از اینجا به بعد، معادلهٔ حرکت هریک را می‌نویسیم تا لحظهٔ به هم رسیدن آنها را بیابیم:

WWW.ArefOnline.ir

$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰ \xrightarrow[x_{۰A}=۳۳m]{x_{۰B}=۰} \begin{cases} x_A=\frac{۱}{۲}(-۲)t^۲+۶t+۳۳ \\ x_B=\frac{۱}{۲}(-۴)t^۲+۲۰t \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_A=-t^۲+۶t+۳۳ \\ x_B=-۲t^۲+۲۰t \end{cases} \xrightarrow{x_A=x_B} -t^۲+۶t+۳۳=-۲t^۲+۲۰t$$

$$\Rightarrow t^۲-۱۴t+۳۳=۰ \Rightarrow \begin{cases} t_۱=۳s \\ t_۲=۱۱s \end{cases}$$

پس در $t_۱=۳s$ خودروی B به A می‌رسد. در این لحظه داریم:

$$v=at+v_۰ \Rightarrow v_B=-۴\times ۳+۲۰ \Rightarrow v_B=۸\frac{m}{s}$$

سؤال: از کجا فهمیدید که در $t=۱۱s$ به هم نمی‌رسند؟

پاسخ: با توجه به اینکه وقتی دو متحرک در فاصلهٔ ۳۳ متری هم هستند، حرکت آنها کندشونده است، متحرک A بعد از $t_{S_A}=|\frac{v_{۰A}}{a_A}|=\frac{۶}{۲}=۳s$ و متحرک B بعد از $t_{S_B}=|\frac{v_{۰B}}{a_B}|=\frac{۲۰}{۴}=۵s$ متوقف می‌شوند؛ پس حرکت آنها کمتر از ۱۱ ثانیه طول می‌کشد.

---

۱۱۹ گزینه ۴ با توجه به نوع حرکت هر متحرک، معادلهٔ حرکت آنها را می‌نویسیم.

$$x=vt+x_۰ \xrightarrow[x_۰=۰]{v=۸\frac{m}{s}} x_۱=۸t$$

$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰ \xrightarrow[v_۰=۰,a=۲\frac{m}{s^۲}]{x_۰=۷m} x_۲=t^۲+۷$$

برای اینکه فاصلهٔ دو متحرک از یکدیگر برابر $۵m$ شود، دو حالت پیش می‌آید:

حالت اول:

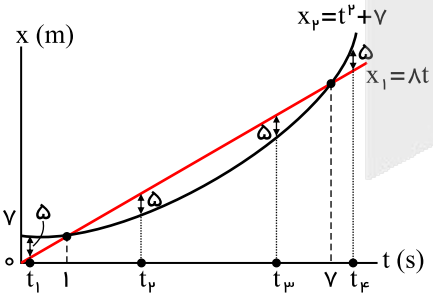
$$x_۲-x_۱=۵ \rightarrow t^۲+۷-۸t=۵ \rightarrow t^۲-۸t+۲=۰ \rightarrow t_۱=\frac{۸+\sqrt{۵۶}}{۲}s\,,t_۲=\frac{۸-\sqrt{۵۶}}{۲}s$$

حالت دوم:

$$x_۱-x_۲=۵ \rightarrow ۸t-t^۲-۷=۵ \rightarrow t^۲-۸t+۱۲=۰ \rightarrow t_۳=۲s\,,t_۴=۶s$$

بنابراین در چهار لحظه، فاصلهٔ دو متحرک از هم به $۵m$ می‌رسد.

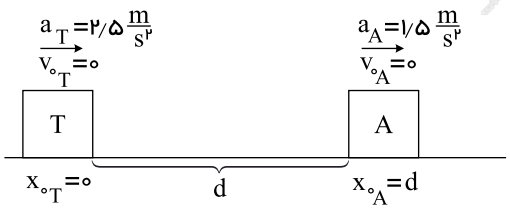
(اگر هر دو حالت را در نظر نگیرید، به اشتباه به گزینهٔ «۲» می‌رسید که غلط است!)



---

۱۲۰ گزینه ۲

در ابتدا یک شکل از وضعیت قرار گرفتن اتومبیل A و کامیون T در لحظهٔ $t=۰$ رسم می‌کنیم.



مدت زمان حرکت اتومبیل برای جابه‌جایی ۷۵ متر را می‌یابیم.

WWW.ArefOnline.ir

$$\Delta x_A = \frac{۱}{۲}a_A t^۲ + v_{۰A}t \Rightarrow ۷۵ = \frac{۱}{۲} \times ۱/۵ \times t^۲ + ۰ \Rightarrow t = ۱۰s$$

یعنی در $t = ۱۰s$ دو متحرک به هم می‌رسند. در این مدت، جابه‌جایی کامیون برابر است با:

$$\Delta x_T = \frac{۱}{۲}a_T t^۲ + v_۰ t \xrightarrow{\Delta x_T = d + ۷۵} d + ۷۵ = \frac{۱}{۲} \times ۲/۵ \times ۱۰^۲ + ۰$$

$$\Rightarrow d = ۵۰m$$

حال معادلهٔ حرکت هریک را نوشته و در لحظهٔ $t = ۱۵s$، فاصلهٔ آنها را از هم، به‌صورت زیر تعیین می‌کنیم:

$$\begin{cases} v_۰ = ۰ \\ x = \frac{۱}{۲}at^۲ + x_۰ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_T = \frac{۱}{۲} \times ۲/۵ \times (۱۵)^۲ \\ x_A = \frac{۱}{۲} \times ۱/۵ \times (۱۵)^۲ + ۵۰ \end{cases}$$

$$x_T - x_A = \frac{۱}{۲} \times (۲/۵ - ۱/۵) \times (۱۵)^۲ - ۵۰ \Rightarrow \Delta x = ۶۲/۵m$$

---

۱۲۱ گزینه ۳

$$x_A = \frac{۱}{۲}a_A t_A^۲ + \cancel{v_{۰A}t_A} + \cancel{x_{۰A}} \rightarrow x_A = \frac{۱}{۲}(۲)t^۲ = t^۲$$

$$x_B = v_B t_B + \cancel{x_{۰B}} \rightarrow x_B = ۱۶(t - ۳)$$

$$x_A - x_B = t^۲ - ۱۶(t - ۳) = t^۲ - ۱۶t + ۴۸$$

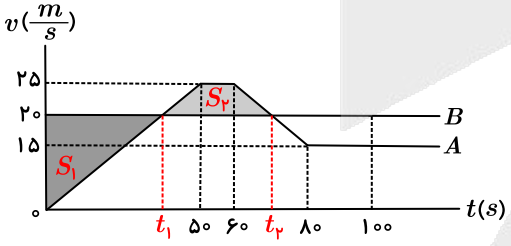
اگر $x_A - x_B$ را مساوی صفر قرار دهیم، لحظات به هم رسیدن دو متحرک را به دست می‌آوریم:

$$t^۲ - ۱۶t + ۴۸ = ۰ \rightarrow \begin{cases} t_۱ = ۴s \\ t_۲ = ۱۲s \end{cases}$$

دو متحرک در لحظات $t_۱ = ۴s$ و $t_۲ = ۱۲s$ از کنار هم می‌گذرند؛ بنابراین در $t' = \frac{۴ + ۱۲}{۲} = ۸s$ در بیشترین فاصله از هم قرار دارند. پس از $۷s$ تا $۸s$ به هم نزدیک و از $۸s$ تا $۹s$ از هم دور می‌شوند.

---

۱۲۲ گزینه ۱ تا لحظهٔ $t_۱$، جابه‌جایی متحرک B به اندازهٔ $S_۱$ بیشتر از متحرک A است و از لحظهٔ $t_۱$ تا $t_۲$، متحرک B به اندازهٔ $S_۲$ کمتر از متحرک A جابه‌جا شده است چون $S_۱ > S_۲$ است، متحرک A هرگز به متحرک B نمی‌رسد. بعد از لحظهٔ $t_۲$ نیز متحرک B دائماً جلوتر از متحرک A قرار دارد؛ بنابراین این دو متحرک هرگز به هم نمی‌رسند.



---

۱۲۳ گزینه ۳ حرکت با شتاب ثابت:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۱ t \ , \ v_۰ = ۰$$

جابه‌جایی‌ها برابر است:

$$\Delta x_۱ = \Delta x_۲ \longrightarrow \frac{۱}{۲}a_۱ t_۱^۲ = \frac{۱}{۲}a_۲ t_۲^۲$$

چون جسم اول شتاب بیشتری دارد، ۵ ثانیه زودتر به مقصد می‌رسد، پس: $t_۲ = t_۱ + ۵$

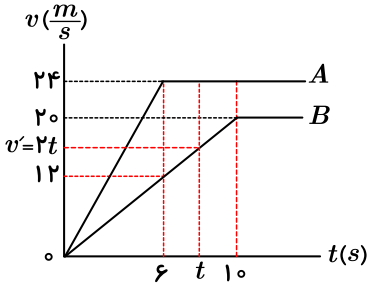
WWW.ArefOnline.ir

$$\longrightarrow a_1 t_1^2 = \frac{16a_1}{25}(t_1+5)^2 \longrightarrow t_1^2 = \frac{16}{25}(t_1+5)^2 \longrightarrow t_1 = \frac{4}{5}(t_1+5)$$

$$\longrightarrow t_1 = 20s$$

---

۱۲۴ گزینه ۲ ابتدا مکان هر متحرک را در لحظهٔ $t = 6s$ به دست می‌آوریم (مکان اولیهٔ متحرک A را صفر در نظر می‌گیریم):



$$x_A = \frac{24\times 6}{2} = 72m$$
$$x_B = \frac{12\times 6}{2} + 68m = 104m$$

فاصلهٔ اولیهٔ دو متحرک ۶۸ متر و فاصلهٔ آنها در $t = 6s$ برابر ۱۰۴ متر است؛ بنابراین تا این لحظه، هرگز به ۱۲ متری هم نمی‌رسند.

فرض می‌کنیم در لحظهٔ $6s < t < 10s$، فاصلهٔ دو متحرک از هم ۱۲ متر شود؛ بنابراین داریم:

$$x_A = 72 + 24(10-t) = 312 - 24t$$

$$x_B = \frac{t\times 2t}{2} + 68 = t^2 + 68$$

$$x_B - x_A = t^2 + 24t - 244 = 12$$

$$\rightarrow t^2 + 24t - 256 = 0$$

$$\rightarrow (t-8)(t+32) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 8s \\ t = -32s \text{ غ ق ق} \end{cases}$$

دو متحرک در $t = 10s$ به هم می‌رسند و پس از آن متحرک A جلو می‌افتد؛ بنابراین در لحظهٔ $t' > 10s$، دوباره فاصلهٔ دو متحرک از هم ۱۲ متر می‌شود:

$$\begin{cases} x_A = 72m + (10-6)\times 24 = 168m \\ x_B = \frac{20\times 10}{2} + 68m = 168m \end{cases} \Rightarrow x_B = x_A$$

$$x_A = x_{10s} + 24(t-10) = 168 + 24t - 240 = 24t - 72$$

$$x_B = x_{10s} + 20(t-10) = 168 + 24t - 20t - 200 = 20t - 32$$

$$x_A - x_B = 4t - 40 \xrightarrow{x_A - x_B = 12m} 4t - 40 = 12$$

$$\Rightarrow 4t = 52s \Rightarrow t = 13s$$

بنابراین از $t = 8s$ تا $t = 13s$، فاصلهٔ دو متحرک کمتر از $12m$ بوده است:

$$\Delta t = 13 - 8 = 5s$$

---

۱۲۵ گزینه ۱ هنگامی که نیروهای وارد بر یک جسم متوازن هستند طبق قانون دوم نیوتون، شتاب جسم صفر است:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \xrightarrow{\vec{F}_{net} = \vec{0}} \vec{a} = \vec{0} \rightarrow \vec{v} = \text{ثابت}$$

---

۱۲۶ گزینه ۱

$$F_{net} = ma \Rightarrow \begin{cases} F = m_1 \times 12 \Rightarrow m_1 = \frac{F}{12} \\ F = m_2 \times 4 \Rightarrow m_2 = \frac{F}{4} \end{cases}$$

WWW.ArefOnline.ir

حالا شتاب جرم ($m_۲ - m_۱$) را به‌دست می‌آوریم:

$$F = (m_۲ - m_۱)a = (\frac{F}{۴} - \frac{F}{۱۲})a \Rightarrow a = \frac{F}{\frac{F}{۶}} = ۶\ \frac{m}{s^۲}$$

---

۱۲۷ گزینه ۳ جرم (۲) از جرم (۱) کمتر است.

$$F_۲ = F_۱ \rightarrow m_۱a_۱ = m_۲a_۲ \xrightarrow{m_۲<m_۱} a_۲ > a_۱$$

بنابراین در یک زمان یکسان:

$$\begin{cases} \Delta t_۲ = \Delta t_۱ = \Delta t \\ \Delta x_۲ = \frac{۱}{۲}a_۲\Delta t^۲ \\ \Delta x_۱ = \frac{۱}{۲}a_۱\Delta t^۲ \end{cases} \rightarrow \Delta x_۲ > \Delta x_۱ \rightarrow (\text{بین } A \text{ و } O \text{ به هم می‌رسند.})$$

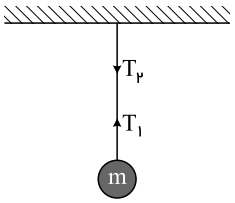
---

۱۲۸ گزینه ۴ با توجه به قانون سوم نیوتون، نیروهایی که اشخاص در اینجا به هم وارد می‌کنند هم‌اندازه و غیرهمسو است، یعنی $\vec{F} = -\vec{F}'$ ولی با توجه به اینکه جرم آنها متفاوت است، اثری که هر نیرو بر شخص می‌گذارد متفاوت با دیگری است به‌گونه‌ای که چون جرم اولی کمتر از دومی است، بزرگی شتابی که می‌گیرد، بیشتر از دیگری خواهد بود زیرا:

$$a = \frac{F}{m} \xrightarrow{|\vec{F}_۱|=|\vec{F}_۲|} \frac{a_۱}{a_۲} = \frac{m_۲}{m_۱} \xrightarrow{m_۲>m_۱} a_۱ > a_۲$$

---

۱۲۹ گزینه ۴ گزینهٔ «۴» نادرست است. $T_۱$ و $T_۲$ کنش و واکنش نیستند.



---

۱۳۰ گزینه ۳ در نقطهٔ اوج، نیروی خالص وارد بر توپ، برایند دو نیروی وزن و مقاومت هوا است، بنابراین داریم:

$$W = mg = ۴٫۸ \rightarrow m \times ۱۰ = ۴٫۸ \Rightarrow m = ۰٫۴۸kg$$

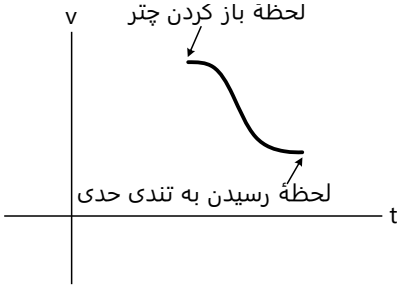
$$\text{در نقطهٔ اوج} \Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^۲ + ۴.۸^۲} = ۰٫۴۸ \times \frac{۶۵}{۶} = ۵٫۲$$

$$f_D^۲ + ۴.۸^۲ = ۵.۲^۲ \Rightarrow f_D^۲ = ۵.۲^۲ - ۴.۸^۲ = \underbrace{(۵٫۲ - ۴٫۸)}_{۰٫۴}\ \underbrace{(۵٫۲ + ۴٫۸)}_{۱۰} = ۴ \Rightarrow f_D = ۲N$$

---

۱۳۱ گزینه ۲

پس از بازکردن چتر و تا قبل از رسیدن به تندی حدی، نیروی مقاومت هوا از نیروی وزن بیشتر، پس شتاب رو به بالا است و چون حرکت رو به پایین است، حرکت کندشونده است و البته شتاب هم در حال کاهش. اگر جهت سرعت رو به پایین را مثبت فرض کنیم. از لحظهٔ باز کردن چتر تا رسیدن به تندی حدی، نمودار $v - t$ به صورت زیر است.



---

۱۳۲ گزینه ۱ چون دو نیروی وزن و مقاومت هوا بر توپ اثر می‌کنند، برایند آنها به توپ شتابی می‌دهد؛ بنابراین در تمام مسیر، شتاب توپ بزرگ‌تر از g است.

WWW.ArefOnline.ir

همچنین در نقطهٔ اوج، این دو نیرو بر هم عمود هستند و برایند آنها و شتابی که به جسم می‌دهند نیز بیشتر از سایر نقاط مسیر است.

---

۱۳۳ گزینه ۲ به هر گلوله دو نیروی وزن و مقاومت هوا وارد می‌شود. از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma = mg - f_D ma \Rightarrow a = g - \frac{f_D}{m}$$

چون دو گوی هم‌اندازه هستند، اندازهٔ f_D برای هر دو گوی یکسان است؛ بنابراین داریم:

$$m_A > m_B \Rightarrow a_A > a_B$$

$$v_\circ = \circ, \Delta x = h, v = \text{تندی برخورد گوی زمین}$$

$$v^۲ - v_\circ^۲ = ۲a\Delta y \xrightarrow{v_\circ = \circ \text{ و } \Delta y = h} v = \sqrt{۲ah} \xrightarrow{a_A > a_B} v_A > v_B$$

یعنی تندی برخورد گلولهٔ A با زمین بیشتر است.

چون حرکت گوی‌ها با شتاب ثابت است، سرعت متوسط از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:

$$v_{av} = \frac{v + v_\circ}{۲} \xrightarrow[v_\circ = \circ]{v_{av} = \frac{h}{t}} \frac{h}{t} = \frac{v}{۲} \Rightarrow t = \frac{۲h}{v} \xrightarrow{v_A > v_B} t_A < t_B$$

---

۱۳۴ گزینه ۳ اگر باسکول وزن شخص را بیشتر از حالت سکون نشان دهد، جهت شتاب آسانسور روبه بالا است، بنابراین داریم:

حرکت تُندشونده رو به بالا : $N = m(g + a)$

حرکت کُندشونده رو به پایین : $N = m(g + a)$

---

۱۳۵ گزینه ۳ طبق قانون سوم نیوتون، نیروی وارده از طرف جسم به کف آسانسور با نیروی وارده از طرف کف آسانسور به جسم، هم اندازه (شتاب و سرعت (جهت حرکت) هم‌سو هستند) حرکت تندشونده است:

رو به بالا $N = m(g + a)$

رو به پایین $N' = m(g - a)$

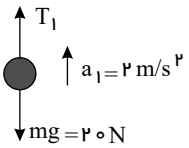
$$\Rightarrow N - N' = ۲ma = ۲ \times ۵ \times ۲ = ۲۰N$$

---

۱۳۶ گزینه ۲

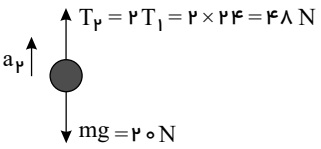
در حالت اول نیروی کشش T را محاسبه می‌کنیم تا بتوانیم بعد از دوبرابرشدن T مقدار نیروی محرک را بدانیم.

حالت اول



$$\Rightarrow F_{net} = ma_۱ \Rightarrow T_۱ - ۲۰ = ۲ \times ۲ = ۴N \Rightarrow T_۱ = ۲۴N$$

حالت دوم

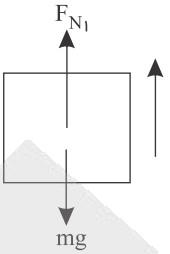


$$\Rightarrow F_{net} = ma_۲ \Rightarrow ۴۸ - ۲۰ = ۲a_۲ \Rightarrow ۲۸ = ۲a_۲ \Rightarrow a_۲ = ۱۴\frac{m}{s^۲} \Rightarrow \frac{a_۲}{a_۱}$$

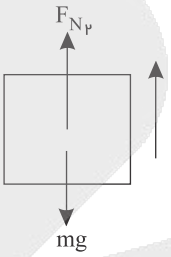
$$= \frac{۱۴}{۲} = ۷$$

WWW.ArefOnline.ir

۱۳۷ گزینه ۳ می‌دانی که در شروع حرکت از حال سکون، حرکت تندشونده است. بنابراین در حالت اول شتاب رو به بالا و در حالت دوم شتاب رو به پایین است. در اینصورت داریم:



$$a_۱ = a \rightarrow F_{N_۱} - mg = ma_۱ \rightarrow F_{N_۱} = mg + ma_۱ = mg + ma$$



$$a_۲ = ۲a \rightarrow mg - F_{N_۲} = ma_۲ \rightarrow F_{N_۲} = mg - ma_۲ = mg - ۲ma$$

$$\rightarrow F_{N_۱} - F_{N_۲} = ۳ma \xrightarrow[m=۶۰kg]{F_{N_۱} - F_{N_۲} = ۲۷۰} ۲۷۰ = ۳ \times ۶۰ \times a \rightarrow \frac{۳}{۲}\frac{m}{s^۲}$$

---

۱۳۸ گزینه ۱ در سقوط آزاد، آسانسور با شتاب y به سمت پایین حرکت می‌کند؛ پس نیروی F_N برابر با صفر می‌شود.

$$F_N = m(g - a) \xrightarrow{a=g} F_N = ۰$$

---

۱۳۹ گزینه ۳ حالت سکون وزن واقعی را نشان می‌دهد:

$$mg = ۸ \Rightarrow m = ۰/۸kg$$

وقتی جهت شتاب رو به پایین است، داریم:

$$F = m(g - a) \Rightarrow F = ۰/۸(۱۰ - ۲/۵) = ۰/۸ \times ۷/۵ = ۶N$$

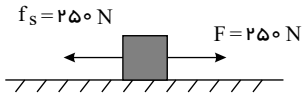
---

۱۴۰ گزینه ۱ در سقوط آزاد، مایع درون سطل در حالت بی‌وزنی قرار می‌گیرد؛ در نتیجه مایع به کف ظرف فشاری وارد نمی‌کند و فشار کف ظرف برابر با فشار هوا ($P_۰$) است.

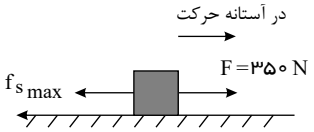
---

۱۴۱ گزینه ۱

ابتدا که جسم ساکن است:نیروی وارد بر جسم متوازن‌اند، بنابراین، نیروی اصطحکاک ایستایی هم‌اندازه با نیروی F است



در حالت دوم، نیز این نیروها هم اندازه‌اند و داریم:

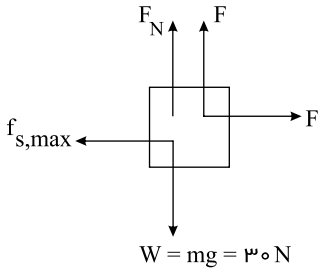


$$f_s = F = ۲۵۰N$$

$$(f_s)_{max} = \mu_s F_N = \mu_s mg \rightarrow \mu_s = \frac{(f_s)_{max}}{mg} = \frac{۳۵۰}{۵۰۰} \rightarrow \mu_s = ۰/۷$$

WWW.ArefOnline.ir

۱۴۲ گزینه ۲



در ابتدا بزرگی نیروی F را در حالت اول محاسبه می‌کنیم.

در آستانهٔ حرکت داریم:

$$\begin{cases} F_N = ۳۰ - F \\ f_{smax} = F \end{cases} \xrightarrow[\mu_s = ۰/۵]{f_{smax} = \mu_s F_N} ۰/۵(۳۰ - F) = F \rightarrow F = ۱۰N$$

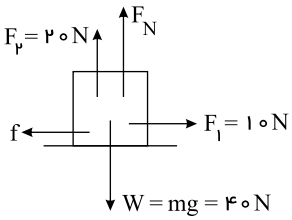
حال اگر اندازهٔ نیروی F به اندازهٔ ۴ نیوتون کاهش یابد، نیروی باقی‌مانده $۶N$ خواهد بود. در این موقعیت نیروی اصطکاک در آستانه حرکت را می‌یابیم:

$$\begin{cases} F'_N = ۳۰ - F' \xrightarrow{F' = ۶N} F'_N = ۲۴N \\ f'_{smax} = \mu_s F'_N = (۰/۵)(۲۴) = ۱۲N \end{cases}$$

در این موقعیت چون $F' = ۶N$ کمتر از $f'_{s,max}$ است، بنابراین جسم حرکت نمی‌کند و ساکن است، پس: $f_s = F' = ۶N$ است.

---

۱۴۳ گزینه ۴



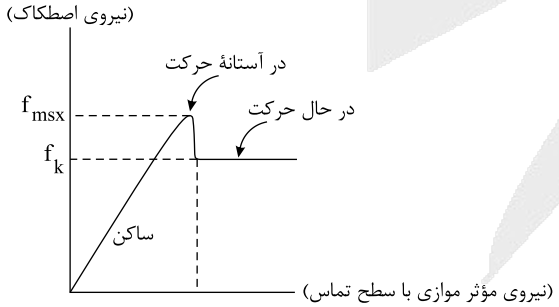
قبل از هر چیز می‌دانیم که نیروی اصطکاک در حال سکون مقدار ثابتی نیست و مادامی که جسم ساکن است، با نیروی محرکی که تمایل به حرکت دادن جسم دارد، هم‌اندازه است، یعنی در اینجا تا موقعی که جسم ساکن است، $f_s = F_۱$ است. از این رو اگر $F_۱$ تغییر کند، f_s نیز تغییر می‌کند. ولی در سؤال داده‌شده، نیروی متغیر، $F_۲$ است نه $F_۱$. پس چون $F_۱$ ثابت است، تا قبل از حرکت مقدار f_s ثابت می‌ماند (که تا اینجا فقط گزینهٔ «۴» این‌گونه بوده و صحیح است.) اما در آستانهٔ حرکت نیروی اصطکاک $f_{s,max}$ و بعد از آن f_k است. از این رو اگر نیروی $F_۱$ در نهایت بتواند جسم را به حرکت وادارد نیروی اصطکاک در بازهٔ شروع به حرکت و حرکت، کاهش می‌یابد. پس باید بررسی کنیم تا $F_۱$ می‌تواند جسم را به حرکت وادارد یا خیر، یعنی:

در آستانهٔ حرکت : $f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow[\mu_s = ۰/۴]{f_{s,max} = F_۱ = ۱۰N} ۱۰ = ۰/۴ \times F_N \Rightarrow F_N = ۲۵N$

حال اگر در آستانهٔ حرکت، مقدار $F_۲$ را بیابیم، داریم:

$$F_N + F_۲ = W \Rightarrow F_N = W - F_۲ \xrightarrow[W = ۴۰N]{F_N = ۲۵N} ۲۵ = ۴۰ - F_۲ \Rightarrow F_۲ = ۱۵N$$

یعنی به‌ازای $F_۲ = ۱۵N$ جسم شروع به حرکت می‌کند و از آن پس: چون $F_۲$ در حال افزایش تا $۲۰N$ است، نیروی F_N کاهش یافته، پس نیروی اصطکاک نیز کاهش می‌یابد.

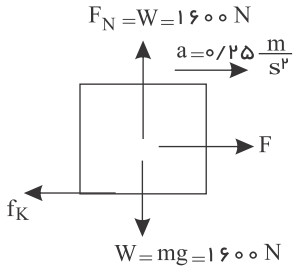


$$\downarrow f_k = \mu_k F_N \downarrow$$

---

۱۴۴ گزینه ۱ با رسم نیروی وارد بر صندوق داریم:

WWW.ArefOnline.ir



$$f_k = \mu_k F_N = ۰/۲ \times ۱۶۰۰ \rightarrow f_k = ۳۲۰N$$

در حالت اول برای تعیین نیروی F داریم:

$$F_{net} = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow F - ۳۲۰ = ۱۶۰ \times ۰/۲۵ \rightarrow F = ۳۶۰N$$

در حالت دوم برای تعیین جرم صندوق جدید داریم:

$$F_{net} = m'a' \rightarrow F - f'_k = m'a' \xrightarrow[a'=۲a]{f'_k=\mu_k=m'g} F - \mu_k = m'g = m'a' \rightarrow ۳۶۰ - ۰/۲ \times m' \times ۱۰ = m' \times ۰/۵$$

$$\rightarrow ۲/۵m' = ۳۶۰ \rightarrow m' = ۱۴۴kg$$

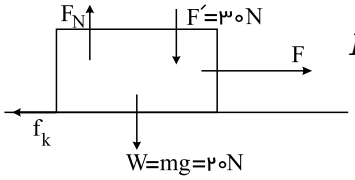
و در نهایت داریم:

$$\Delta m = m - m' = ۱۶۰ - ۱۴۴ \rightarrow \Delta m = ۱۶kg$$

---

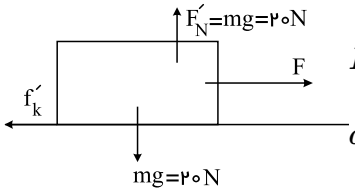
۱۴۵ گزینه ۳

در حالتی که جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، داریم:



$$F = f_k = \mu_k F_N \Rightarrow F = \mu_k(F' + mg) = \frac{۱}{۴}(۵۰) \Rightarrow F = ۱۲/۵N$$

در حالتی که نیروی F' نباشد، داریم:



$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f'_k = ma \Rightarrow F - \mu_k F'_N = ma \Rightarrow ۱۲/۵ - \frac{۱}{۴} \times ۲۰ = ۲a \Rightarrow$$

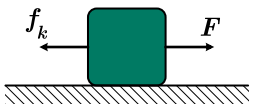
$$a = ۳/۷۵\frac{m}{s}$$

---

۱۴۶ گزینه ۳ ابتدا بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی جسم را محاسبه می‌کنیم، تا ببینیم جسم شروع به حرکت می‌کند یا خیر:

$$f_{s,max} = \mu_S F_N = \mu_s mg = ۰/۵ \times ۱۰ \times ۱۰ = ۵۰N < ۵۵N \rightarrow$$ جسم شروع به حرکت می‌کند

چون جسم حرکت می‌کند، اصطکاک وارد بر جسم از نوع جنبشی است و داریم:



$$f_k = \mu_k mg = ۰/۲۵ \times ۱۰۰ = ۲۵N$$

$$F_{net} = F - f_k = ۵۵ - ۲۵ = ۳۰N$$

---

۱۴۷ گزینه ۴ ابتدا با کمک روابط حرکت با شتاب ثابت، شتاب توقف خودرو را به دست می‌آوریم:

$$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow ۰ - ۱۰۰ = ۲a \times ۱۰ \rightarrow a = \frac{-۱۰۰}{۲۰} = -۵\frac{m}{s^۲}$$

هنگام توقف، فقط نیروی اصطکاک جنبشی به خودرو وارد می‌شود و داریم:

WWW.ArefOnline.ir

$$۰ - f_k = ma \rightarrow -f_k = ۱۶۰۰ \times (-۵) \rightarrow f_k = ۸۰۰۰N$$

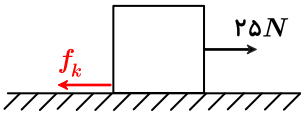
---

۱۴۸ گزینه ۲ حداقل نیروی مورد نیاز برای حرکت جسم، برابر با $f_{s,max}$ است:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow[\mu_s = ۰/۵]{F_N = mg} f_{s,max} = ۰/۵ \times ۵ \times ۱۰ = ۲۵N$$

به محض به‌حرکت درآمدن جسم، اصطکاک وارد بر آن از نوع جنبشی می‌شود.

حداکثر جرمی که می‌توان روی جسم قرار داد، به‌طوری که جسم متوقف نشود، متناظر با حالتی است که اصطکاک جنبشی وارد بر جسم با نیروی محرک ($۲۵N$) برابر شود و جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه دهد:



$$f_k = ۲۵N \xrightarrow[\mu_k = ۰/۴]{f_k = \mu_k F_N} ۰/۴ \times (۵ + m') \times ۱۰ = ۲۵ \rightarrow ۵ + m' = ۶/۲۵ \rightarrow m' = ۱/۲۵kg$$

---

۱۴۹ گزینه ۳ ابتدا بیشینهٔ اصطکاک جنبشی جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$f_{s,max} = \mu_s \underbrace{F_N}_{mg} = ۰/۶ \times ۵۰۰ = ۳۰۰N$$

هر زمان نیروی F با $f_{s,max}$ برابر شود، جسم شروع به حرکت می‌کند:

$$F \geq f_{s,max} \Rightarrow ۱۰۰t \geq ۳۰۰ \Rightarrow t \geq ۳s$$

در $t = ۳s$، جسم به راه می‌افتد و نیروی اصطکاکی که به آن وارد می‌شود، از نوع جنبشی است؛ بنابراین داریم:

$$t = ۰ \text{ تا } t = ۳s : F_{net} = ۰ \Rightarrow a = ۰$$

$$t = ۳s \text{ تا } t = ۴s : F_{net} = ۱۰۰t - f_k \xrightarrow{f_k = ۰/۴ \times ۵۰ \times ۱۰ = ۲۰۰N} F_{net} = ۱۰۰t - ۲۰۰$$

چون شتاب جعبه متغیر است، شتاب را در ابتدا و انتهای بازه به دست می‌آوریم و با فرض ثابت بودن آن، جابه‌جایی را حساب می‌کنیم:

$$\xrightarrow[m = ۵۰kg]{a = \frac{F_{net}}{m}} a = ۲t - ۴ \Rightarrow \begin{cases} t = ۳s \rightarrow a = ۲\frac{m}{s^۲} \xrightarrow{\text{فرض شتاب ثابت}} \Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + \cancel{v_۰t} = \frac{۱}{۲}(۲)(۱^۲) = ۱m \\ t = ۴s \rightarrow a = ۴\frac{m}{s^۲} \xrightarrow{\text{فرض شتاب ثابت}} \Delta x = \frac{۱}{۲}(۴)(۱^۲) = ۲m \end{cases}$$

جابه‌جایی واقعی جعبه، بین دو مقدار به دست آمده است:

$$\Rightarrow ۱ < d < ۲$$

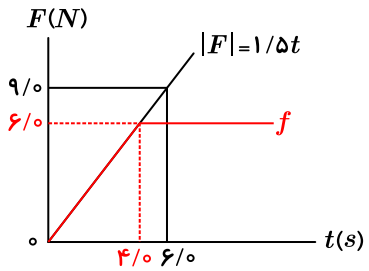
---

۱۵۰ گزینه ۱ تا قبل از به حرکت درآمدن جسم، نیروی اصطکاک به صورت ایستایی و دقیقاً برابر نیروی واردشده است. به محض اینکه نیروی واردشده به $f_{s,max} = \mu_s F_N$ برسد، جسم در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد و با بیشتر شدن نیروی واردشده، نیروی اصطکاک، به اندازهٔ $f_k = \mu_k F_N$ خواهد شد.

$$F_N = mg = ۳ \times ۱۰ = ۳۰N$$

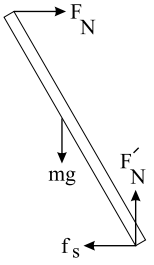
$$f_{s,max} = \mu_s F_N = ۰/۲ \times ۳۰ = ۶N$$

$$f_k = \mu_k F_N = ۰/۲ \times ۳۰ = ۶N$$



WWW.ArefOnline.ir

۱۵۱ گزینه ۲ نیروهای وزن و عمودی تکیه‌گاه سطح افقی متوازن هستند. از طرفی نیروهای اصطکاک و عمودی تکیه‌گاه دیوار قائم نیز متوازن هستند.

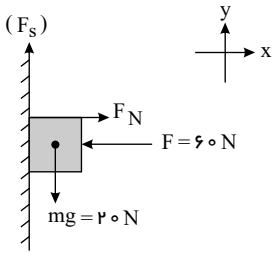


تعادل افقی : $f_s = F_N = ۳۰۰N$

تعادل قائم : $F'_N = mg = ۴۰ \times ۱۰ = ۴۰۰N$

نیروی وارده از طرف سطح افقی به نردبان : $R = \sqrt{f_s^{۲} + F_N'^{۲}} = ۵۰۰N$

۱۵۲ گزینه ۴ با توجه به شکل که نیروی وارد بر جسم را در راستای افقی و قائم نشان می‌دهد، داریم:



$$x: \ F_N = ۶۰N \rightarrow (f_s)_{max} = \mu_s F_N = \frac{۶}{۱۰} \times ۶۰ = ۳۶N$$

با افزودن نیروی $۱۰N$ در امتداد و جهت نیروی وزن $(mg + ۱۰N) = ۳۰N < (f_s)_{max} = ۳۶N$ بوده، بنابراین جسم همچنان ساکن می‌ماند. در حالت دوم (پس از افزودن نیروی $۱۰N$)

$$y: \ (F_{net})_y = ma_y = ۰ \rightarrow f_s = mg + ۱۰ = ۳۰$$

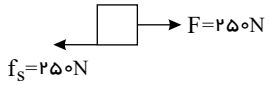
$$f_s = ۳۰N \quad , \quad F_N = ۶۰N$$

$$R = \sqrt{f_s^{۲} + F_N^{۲}} \Rightarrow R = \sqrt{۳۰^{۲} + ۶۰^{۲}} \Rightarrow R = \sqrt{۹۰۰ + ۳۶۰۰} = \sqrt{۴۵۰۰} = ۳۰\sqrt{۵}$$

۱۵۳ گزینه ۴ گام اول: ابتدا ببینیم جسم ساکن است یا خیر! برای این منظور، باید نیروی F محرک را با $(f_s)_{max}$ مقایسه کنیم.

$$\begin{cases} (f_s)_{max} = \mu_s F_N = \frac{۶}{۱۰} \times ۵۰۰ = ۳۰۰N \xrightarrow{F = ۲۵۰N < (f_s)_{max}} \text{(جسم ساکن می‌ماند)} \\ F_N = W = mg = ۵۰۰ \end{cases}$$

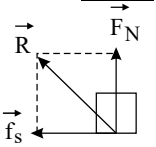
گام دوم: نیروی اصطکاک به دلیل ساکن ماندن جسم برابر خواهد بود:



$$\Rightarrow f_s = ۲۵۰N \Rightarrow \vec{f_s} = -۲۵۰\vec{i}$$

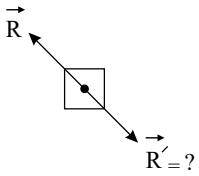
گام سوم: نیرویی که سطح تکیه‌گاه به جسم وارد می‌کند برابر است با:

$$\begin{cases} \vec{R} = \vec{F_N} + \vec{f_s} = -۲۵۰\vec{i} + ۵۰۰\vec{j} \\ F_N = mg = ۵۰۰N \Rightarrow \vec{F_N} = ۵۰۰\vec{j} \end{cases}$$



گام چهارم: امّا سؤال نیروی وارده از طرف جسم به سطح را خواسته است:

WWW.ArefOnline.ir

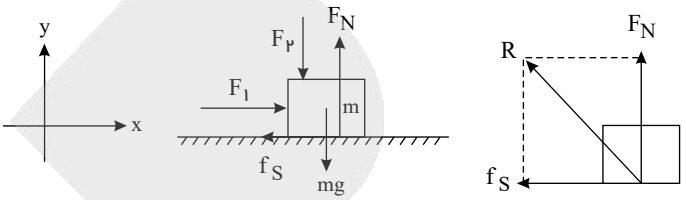


$$\Rightarrow \vec{R'} = -\vec{R} = ۲۵۰\vec{i} - ۵۰۰\vec{j}$$

---

۱۵۴ گزینه ۲

در هر حالت نیروی عمودی تکیه گاه و نیروی اصطکاک را می‌یابیم. چون جسم ساکن است، در هر دو حالت نیروی اصطکاک با نیروی افقی هم اندازه است.



$$\begin{cases} R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} \quad (۱) \\ x : (F_{net})_x = ma_x = ۰ \Rightarrow f_s = F_۱ \quad (۲) \\ y : (F_{net})_y = ma_y = ۰ \Rightarrow F_N = F_۲ + mg \quad (۳) \end{cases}$$

$$(۱)\text{و}(۲)\text{و}(۳) \Rightarrow R = \sqrt{(F_۲ + mg)^۲ + (F_۱)^۲} \quad (*)$$

| $\vec{F_۱}$ | و | $\vec{F_۲}$ | هریک دو برابر شده و جسم همچنان ساکن می‌ماند.

$$R' = \sqrt{(۲F_۲ + mg)^۲ + (۲F_۱)^۲} \quad (**)$$

$$(*)\text{و}(**) \Rightarrow \frac{R'}{R} = \sqrt{\frac{۴F_۱^۲ + (۲F_۲ + mg)^۲}{F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲}} = k$$

می‌دانیم : $\dfrac{۴F_۱^۲ + (۲F_۲ + ۲mg)^۲}{F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲} = \dfrac{۴[F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲]}{[F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲]} = ۴$

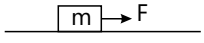
از طرفی : $\dfrac{۴F_۱^۲ + (۲F_۲ + ۲mg)^۲}{\underbrace{F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲}_{۴}} > \dfrac{۴F_۱^۲ + (۲F_۲ + mg)^۲}{F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲} = k^۲ \rightarrow k^۲ < ۴ \rightarrow \begin{cases} k < ۲ \\ \text{مخرج کسر} > \text{صورت کسر} \end{cases}$

$$\Rightarrow ۱ < k < ۲$$

راه دوم: به جای $F_۱$ و $F_۲$ و mg اعداد دلخواه منطقی قرار داده و ...

---

۱۵۵ گزینه ۲



$$m = ۳۶kg \ , \ F = ۱۷۷N \ , \ v_۰ = ۰ \ , \ v = ۳\frac{m}{s} \ , \ t = ۴s$$

گام اول: شتاب حرکت را می‌یابیم.

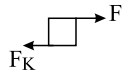
$$v = at + v_۰ \Rightarrow ۳ = a \times ۴ + ۰ \Rightarrow a = \frac{۳}{۴}\frac{m}{s^۲}$$

گام دوم: تشخیص اینکه نیروی اصطکاک داریم یا خیر؟

(می‌بایستی شتاب حرکت برابر باشد با: $a = \dfrac{F_{net}}{m} = \dfrac{F}{m} = \dfrac{۱۷۷}{۳۶}\dfrac{m}{s^۲}$) $\Rightarrow$ (اگر اصطکاک نداشته باشیم)

$\Rightarrow$ (درحالی که شتاب جسم اکنون $a = ۰/۷۵\dfrac{m}{s^۲}$است) $\xrightarrow{\text{چون: } \frac{۱۷۷}{۳۶} > ۰/۷۵}$ (حتماً اصطکاک داریم)

WWW.ArefOnline.ir

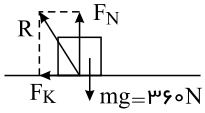
$\Rightarrow$ (چون جسم در حال حرکت است، نیروی اصطکاک از نوع نیروی اصطکاک جنبشی است.) $\Rightarrow$ 

$$\Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow f_k = F - ma = ۱۷۷ - ۳۶ \times ۰/۷۵ \Rightarrow f_k = ۱۷۷ - ۲۷ = ۱۵۰N$$

$$\Rightarrow f_k = ۱۵۰N$$

گام سوم: نیروی f_k و F_N از طرف سطح تکیه‌گاه به جسم وارد می‌شود پس برای یافتن نیروی سطح به جسم می‌بایستی برآیند آن‌ها را یافت.

$$F_N = mg = ۳۶۰N$$

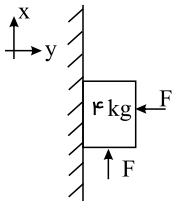


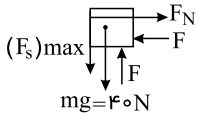
$$\Rightarrow R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲} = \sqrt{۳۶۰^۲ + ۱۵۰^۲} \Rightarrow R = ۳۹۰N$$

---

۱۵۶ گزینه ۲

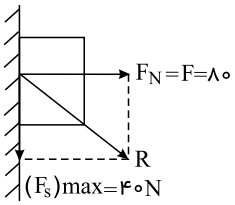
در حالت اول که جسم در آستانهٔ حرکت روبه بالا قرار دارد، نیروی $f_{s_{max}}$ روبه پایین است به عبارتی داریم:





$$\Rightarrow \begin{cases} x: a_x = ۰ \Rightarrow F_N = F \\ y: f_{s_{max}} + mg = F \end{cases} \Rightarrow f_{s_{max}} = F - ۴۰ \Rightarrow \mu_s F_N = F - ۴۰$$

$$\Rightarrow ۰/۵F = F - ۴۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}F = ۴۰ \Rightarrow F = ۸۰N \Rightarrow (f_s)_{max} = ۴۰N$$

$\Rightarrow$ 

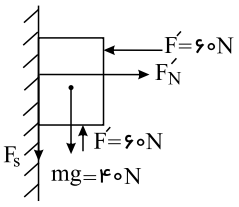
$$\Rightarrow R = \sqrt{۴۰^۲ + ۸۰^۲} \Rightarrow R = ۴۰\sqrt{۵} \quad (۱)$$

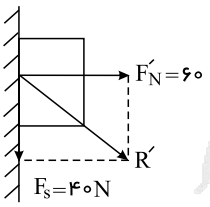
در حالت دوم:

$$F' = F - ۲۰ = ۸۰ - ۲۰ = ۶۰N \Rightarrow F' = ۶۰N$$

چون $F' - mg = ۲۰N$ کمتر از $(f_s)'_{max} = \mu_s F'_N = ۰/۵ \times ۶۰ = ۳۰$ است، جسم هم‌چنان ساکن است، بنابراین داریم:

$$F' = mg + f_s \rightarrow ۶۰ = ۴۰ + f_s \rightarrow f_s = ۲۰N$$





\displaystyle \Rightarrow R'=\sqrt{F_N '^2+f_s^2}

$$\Rightarrow R' = \sqrt{۶۰^۲ + ۲۰^۲} = ۲۰\sqrt{۱۰}N \Rightarrow R' = ۲۰\sqrt{۱۰}N \quad (۲)$$

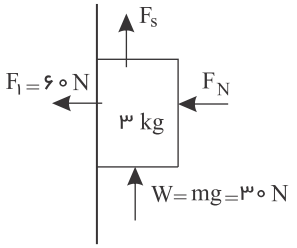
$$(۱)\ ,\ (۲) \Rightarrow \frac{R'}{R} = \frac{۲۰\sqrt{۱۰}}{۴۰\sqrt{۵}} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

---

۱۵۷ گزینه ۳ در حالت که جسم ساکن است، با رسم نیروی وارد بر جسم داریم:

WWW.ArefOnline.ir

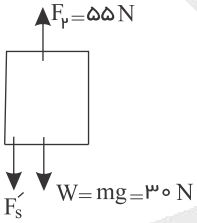
$$\begin{cases} F_{netx} = ۰ \rightarrow F_N = F_۱ = ۶۰N \\ F_{nety} = ۰ \rightarrow f_s = ۳۰N \end{cases}$$



در حالت دوم که نیروی ۵۵ نیوتونی که از نیروی وزن ۳۰ نیوتونی بیشتر است، رو به بالا به جسم وارد می‌شود، نیروی اصطکاک به طرف پایین خواهد بود و چون با فرض ساکن بودن، f'_s جدید ۲۵ نیوتون، یعنی کمتر از $f_s = ۳۰N$ است، پس فرض ما درست بود و جسم ساکن می‌ماند.

$$F_{nety} = ۰ \rightarrow F_۲ = f'_s + W \rightarrow ۵۵ = f'_s + ۳۰ \rightarrow f'_s = ۲۵N$$

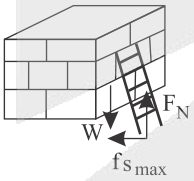
حال در حالت دوم داریم:



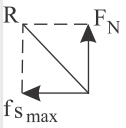
$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s'^۲} = \sqrt{\underbrace{۶۰^۲}_{(۵\times۱۲)} + \underbrace{۲۵^۲}_{(۵\times۵)}} \rightarrow \underbrace{R}_{(۵\times۱۳)} = ۶۵N$$

---

۱۵۸ گزینه ۱ روش اول:



در راستای قائم داریم:



$$F_{nety} = ۰ \rightarrow F_N = W = mg = ۱۶۰N$$

با توجه به رابطهٔ مربوط به نیروی سطح داریم:

$$R^۲ = f_{smax}^۲ + F_N^۲ \rightarrow (۲۰۰)^۲ = f_{smax}^۲ + (۱۶۰)^۲ \rightarrow f_{smax}^۲ = ۱۲۰N$$

از طرفی داریم:

$$f_{smax}^۲ = \mu_s F_N \rightarrow ۱۲۰ = \mu_s \times ۱۶۰ \rightarrow \mu_s = \frac{۳}{۴}$$

روش دوم:

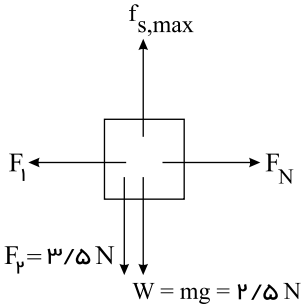
$$R^۲ = f_{smax}^۲ + F_N^۲ = (\mu_s F_N)^۲ + F_N^۲ = F_N^۲(\mu_s^۲ + ۱) \rightarrow R = F_N\sqrt{\mu^۲ + ۱} \rightarrow ۲۰۰ = ۱۶۰ + \sqrt{\mu^۲ + ۱}$$

$$\rightarrow \sqrt{\mu^۲ + ۱} = \frac{۲۰۰}{۱۶۰} = \frac{۵}{۴} \rightarrow \mu^۲ + ۱ = \frac{۲۵}{۱۶} \rightarrow \mu^۲ = \frac{۹}{۱۶} \rightarrow \mu = \frac{۳}{۴}$$

WWW.ArefOnline.ir

۱۵۹ گزینه ۱

در ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. در آستانهٔ لغزش داریم:



$$f_{s,max} = F_۲ + W = ۳/۵ + ۲/۵ = ۶N$$

از طرفی می‌دانیم که نیروی دیوار به چوب به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$R = \sqrt{f_{s,max}^۲ + F_N^۲} \rightarrow ۱۰ = \sqrt{۶^۲ + F_N^۲} \rightarrow F_N = ۸N$$

و درنهایت داریم:

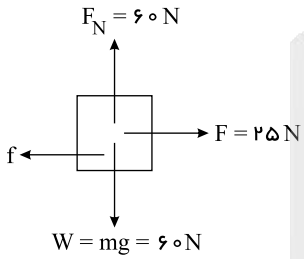
$$f_{s,max} = \mu_s F_N \rightarrow ۶ = \mu_s \times ۸ \rightarrow \mu_s = ۰/۷۵$$

---

۱۶۰ گزینه ۱ قبل از هر چیز می‌دانیم، در اینجا نیرویی که سطح افقی به جسم وارد می‌کند به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f^۲}$$

بنابراین نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح را می‌یابیم:



چون جسم ساکن است، باید اول بررسی کنیم که قادر به حرکت دادن جسم هستیم یا خیر. یعنی:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = ۰/۷۵ \times ۶۰ \rightarrow f_{s,max} = ۴۵N$$

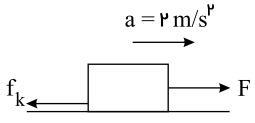
یعنی در اینجا حداقل $۴۵N$ نیرو لازم داریم تا جسم ساکن را به حرکت وادار یم و چون $F = ۲۵N < ۴۵N$ است، قادر به حرکت دادن جسم نیستیم و جسم ساکن می‌ماند، پس $f_s = F = ۲۵N$ است. در نهایت داریم:

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} = \sqrt{(۶۰)^۲ + (۲۵)^۲} = \sqrt{(۵ \times ۱۲)^۲ + (۵ \times ۵)^۲} = ۵ \times ۱۳ \rightarrow R = ۶۵N$$

---

۱۶۱ گزینه ۴

در ابتدا با توجه به قانون دوم نیوتون، رابطهٔ بین نیروی محرک F و نیروی اصطکاک f_k را می‌یابیم.



$$F_{Net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \xrightarrow[a=۲\frac{m}{s^۲}]{m=۱۵۰kg} F - f_k = ۱۵۰ \times ۲ \Rightarrow F - f_k = ۳۰۰N \quad (۱)$$

از طرفی می‌دانیم که نیروی سطح افقی به جسم به‌صورت زیر محاسبه می‌شود

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲} \xrightarrow[R=۱۶۲۵N]{F_N=mg=۱۵۰۰N} ۱۶۲۵ = \sqrt{(۱۵۰۰)^۲ + f_k^۲} \Rightarrow (۱۶۲۵)^۲ = (۱۵۰۰)^۲ + f_k^۲$$

WWW.ArefOnline.ir

$$\Rightarrow f_k^{۲} = (۱۶۲۵)^{۲} - (۱۵۰۰)^{۲} \Rightarrow f_k^{۲} = (۱۶۲۵ - ۱۵۰۰)(۱۶۲۵ + ۱۵۰۰) = ۱۲۵ \times ۳۱۲۵$$

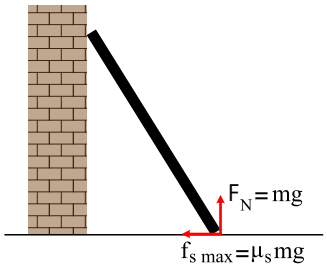
$$\Rightarrow f_k = ۱۲۵ \times ۲۵ \times ۱۲۵ \Rightarrow f_k^{۲} = ۱۲۵ \times ۵ \Rightarrow f_k = ۶۲۵N$$

حال با توجه به معادلهٔ (۱) داریم:

$$F - f_k = ۳۰۰N \xrightarrow{f_k = ۶۲۵N} F - ۶۲۵ = ۳۰۰ \Rightarrow F = ۹۲۵N$$

---

۱۶۲ گزینه ۴ بیشترین نیرویی که این نردبان به سطح افقی وارد می‌کند، در آستانهٔ لغزیدن است. با توجه به شکل داریم:



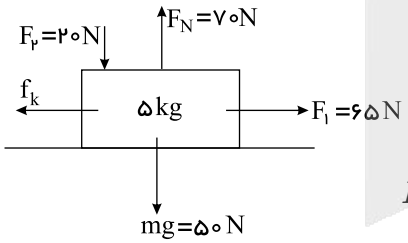
$$R_{max} = \sqrt{F_N + f_{s_{max}}^{۲}} = \sqrt{mg^{۲} + (\mu_s mg)^{۲}} = mg\sqrt{۱ + \mu_s^{۲}}$$

$$R_{max} = ۲۵ \times ۱۰\sqrt{۱ + (۰/۴)^{۲}} \Rightarrow R_{max} = ۲۵۰\sqrt{\frac{۱۱۶}{۱۰۰}} = ۲۵\sqrt{۴ \times ۲۹} \Rightarrow R_{max} = ۵۰\sqrt{۲۹}N$$

---

۱۶۳ گزینه ۴ در اینجا جسم با شتاب ثابت حرکت می‌کند (چون جرم جسم و نیروهای وارد بر آن در حین حرکت، ثابت هستند). پس برای تعیین شتاب حرکت داریم:

$$v^{۲} - v_۰^{۲} = ۲a(\Delta x) \xrightarrow{v_۰ = ۰} (۱۲)^{۲} = ۲(a)(۱۲) \Rightarrow a = ۶\frac{m}{s^{۲}}$$



حال با استفاده از قانون دوم نیوتون، درمی‌یابیم که سطح دارای اصطکاک است و مقدار آن را محاسبه می‌کنیم.

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_۱ - f_k = ma \Rightarrow ۶۵ - f_k = ۵ \times ۶ \Rightarrow f_k = ۳۵N$$

حال برای تعیین نیروی سطح داریم:

$$R = \sqrt{F_N^{۲} + f_k^{۲}} = \sqrt{۷۰^{۲} + ۳۵^{۲}} \Rightarrow R = ۳۵\sqrt{۵}N$$

---

۱۶۴ گزینه ۳ چون شتاب متحرک را خواسته و در گزینه‌ها شتاب صفر نداریم، پس متحرک در حال حرکت است و اصطکاک جنبشی تمایل به مخالفت با حرکت جسم دارد.

$$f_k = \mu_k F_N \xrightarrow{F_N = mg} f_k = \mu_k mg = ۰/۴ \times ۵ \times ۱۰ \Rightarrow f_k = ۲۰N$$

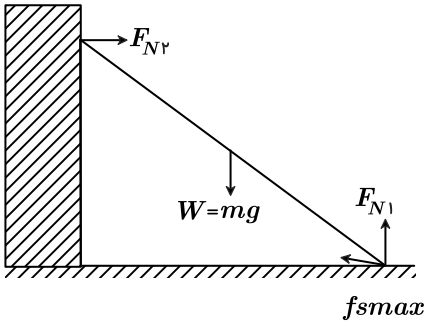
$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow ۲۶ - ۲۰ = ۵a \rightarrow a = ۱/۲\frac{m}{s^{۲}}$$

و بزرگی نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$R = \sqrt{f_k^{۲} + F_N^{۲}} = \sqrt{(۲۰)^{۲} + (۵۰)^{۲}} \Rightarrow R = \sqrt{۲۹۰۰} \Rightarrow R = ۱۰\sqrt{۲۹}N$$

---

۱۶۵ گزینه ۲



$$F_{N_۱} = mg = ۴۸۰\ N$$

$$f_{smax} = \mu_s F_{N_۱} = \mu_s \times ۴۸۰$$

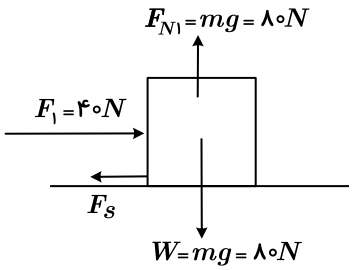
WWW.ArefOnline.ir

$$R = ۱۲۰\sqrt{۱۷} = \sqrt{F_{N_۱}^{۲} + f_{smax}^{۲}} \rightarrow ۱۲۰^{۲} \times ۱۷ = ۴۸۰^{۲} + ۴۸۰^{۲}\mu_s^{۲}$$

$$\Rightarrow ۱۲۰^{۲} \times ۱۷ = ۱۲۰^{۲} \times ۴^{۲} + ۴۸۰^{۲}\mu_s^{۲} \Rightarrow \mu_s^{۲} = \frac{۱۲۰^{۲}(۱۷ - ۱۶)}{۴۸۰^{۲}}$$

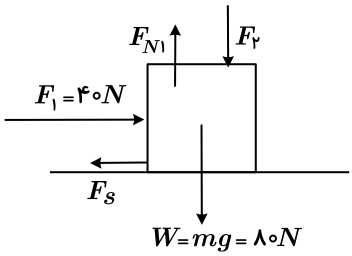
$$\Rightarrow \mu_s = \frac{۱۲۰}{۴۸۰} = \frac{۱}{۴} = ۰/۲۵$$

۱۶۶ گزینه ۲



جسم ساکن $\Rightarrow f_s = ۴۰\ N$

$$R = \sqrt{f_s^{۲} + F_{N_۱}^{۲}} = ۴۰\sqrt{۵}\ N$$



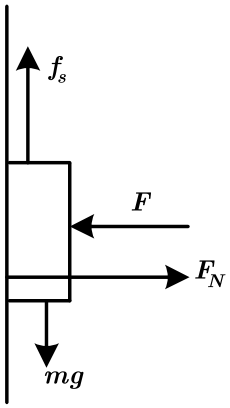
$$F_{N_۲} = F_۲ + ۸۰ = ۱۲۰N$$

$$f_s = ۴۰\ N$$

$$R' = \sqrt{۴۰^{۲} + ۱۲۰^{۲}} = ۴۰\sqrt{۱۰} \Rightarrow \frac{R'}{R} = \sqrt{۲}$$

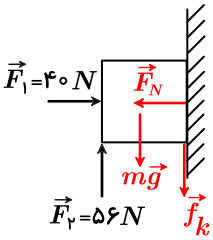
۱۶۷ گزینه ۳ با توجه به شکل، نیروی F با نیروی عمودی تکیه‌گاه برابر است.

بنابراین با دو برابر شدن F، F_N نیز دو برابر می‌شود.



۱۶۸ گزینه ۳ نیروهای وارد بر جسم را در حال حرکت به سمت بالا رسم می‌کنیم:

WWW.ArefOnline.ir



راستای افقی: $F_N = F_1 = ۴۰N$

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲}$$

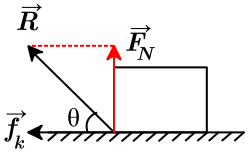
$$f_k = \mu_k F_N = ۰/۴ \times ۴۰ = ۱۶N$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{۴۰^۲ + ۱۶^۲} = ۸\sqrt{۲۹}N$$

دقت کنید که اندازهٔ نیروی وزن و نیروی $\vec{F}_2$ تأثیری در حل سؤال نداشتند و همین که جسم شروع به حرکت کرده، کافی است.

---

۱۶۹ گزینه ۴ روش اول:

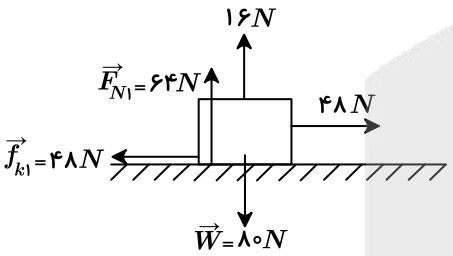


$$\tan\theta = \frac{F_N}{f_k} = \frac{F_N}{\mu_k F_N} = \frac{۱}{\mu_K} \Rightarrow \theta \text{ثابت می‌ماند.}$$

زاویهٔ $\overrightarrow{R}$ با $\overrightarrow{F_1}$ هم برابر $۱۸۰ - \theta$ است که ثابت می‌ماند.

روش دوم:

حالت اول: چون سرعت ثابت است، شتاب صفر است؛ در نتیجه بزرگی نیروی اصطکاک برابر با $۴۸N$ است.

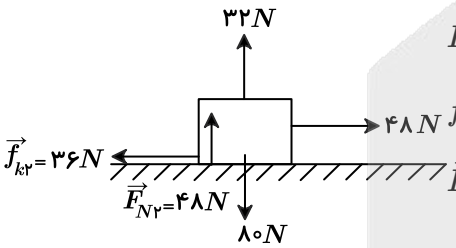


$$\vec{R}_1 = (-۴۸N)\vec{i} + (۶۴N)\vec{j}$$

$$f_{k_1} = \mu_k F_{N_1}$$

$$۴۸ = ۶۴ \times \mu_k \Rightarrow \mu_k = \frac{۳}{۴}$$

حالت دوم: با افزایش نیروی F_2، F_N و در نتیجه نیروی اصطکاک هم تغییر می‌کند:



$$F_{N_2} = ۸۰ - ۳۲ = ۴۸N$$

$$f_{k_2} = \mu_k F_{N_2} = ۴۸ \times \frac{۳}{۴} = ۳۶N$$

$$\vec{R}_2 = (-۳۶N)\vec{i} + (۴۸N)\vec{j}$$

$$\sqrt{۴۸^۲ + ۶۴^۲} > \sqrt{۳۶^۲ + ۴۸^۲} \quad |\vec{R}_1| > |\vec{R}_2|$$

و از طرفی: $\frac{-۴۸}{-۳۶} = \frac{۶۴}{۴۸} = \frac{-۴}{۳}$ پس دو بردار $\vec{R}_1$ و $\vec{R}_2$ هم‌جهت بوده و هر دو زاویهٔ برابری با راستای F_1 می‌سازند.

---

۱۷۰ گزینه ۱ ابتدا باید ببینیم که آیا نیروی واردشده، توانایی غلبه بر اصطکاک ایستایی و در نتیجه حرکت جسم را دارد یا خیر؟

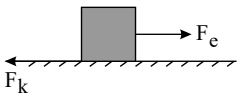
$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = ۰/۸ \times ۴ \times ۱۰ = ۳۲N \Rightarrow F = ۳۰N < f_{s,max} = ۳۲N$$

در نتیجه نیروی F نمی‌تواند جسم را حرکت دهد و نیروی اصطکاک برابر با $۳۰N$ خواهد بود. نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، هم‌اندازه با برایند نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک است که بر یکدیگر عمودند؛ پس داریم:

$$R' = R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} = \sqrt{۳۰^۲ + ۴۰^۲} = ۵۰N$$

WWW.ArefOnline.ir

۱۷۱ گزینه ۱



چون سرعت ثابت است، نیروهای وارد بر جسم متوازن‌اند، یعنی نیروی محرک F و نیروی مقاوم اصطحکاک جنبشی هم اندازه‌اند.

$$\vec{v} = \text{ثابت} \rightarrow \vec{a} = \vec{0} \rightarrow \vec{F}_{net} = m\vec{a} = \vec{0}$$

$$F_e - f_k = 0 \rightarrow F_e = f_k$$

$$f_k = k\Delta x = \mu_k \times mg$$

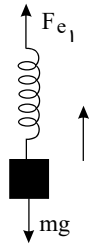
$$\mu_k \times 50 = 200 \times \frac{5}{100} \Rightarrow 50\mu_k = 10 \Rightarrow \mu_k = 0/2$$

---

۱۷۲ گزینه ۳

تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی (طول اولیه‌اش) را ΔL می‌نامیم. با توجه به نمودار نیروهای وارد بر جسم داریم:

حالت اول $\Rightarrow$

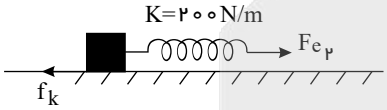


$$\Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow F_{e_1} - mg = ma \Rightarrow k\Delta L = m(g+a) \Rightarrow k(\underbrace{42-30}_{12}) \times 10^{-2}$$

$$= 2(\underbrace{10+2}_{12}) = 24 \Rightarrow k = 200\frac{N}{m}$$

بر روی سطح افقی، نیروی فنر به عنوان نیروی محرک و نیروی اصطکاک به عنوان مقاوم عمل می‌کند.

حالت دوم $\Rightarrow$

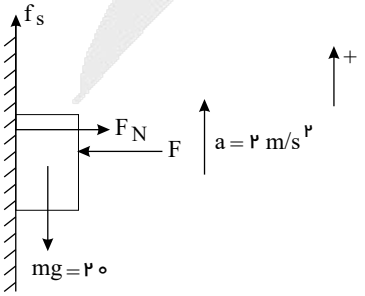


$$\Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow F_{e_2} - f_k = ma_2 \Rightarrow K\Delta L - \mu_k F_N = ma_2$$

$$\Rightarrow 200(\underbrace{36-30}_{6}) \times 10^{-2} - \mu_k \times 20 = 2 \times 2 = 4 \Rightarrow 12 - 20\mu_k = 4 \Rightarrow \mu_k = \frac{8}{20} \times \frac{5}{5} = 0/4 \Rightarrow \mu_k = 0/4$$

---

۱۷۳ دقت کنید که در اینجا، نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، هم اندازه با نیرویی است که از طرف سطح دیوارهٔ اسانسور به کتاب وارد می‌شود،گزینه ۴ یعنی حالت اول:



$$R = \sqrt{F_N^2 + f_{\text{اصطکاک}}^2}$$

نسبت به ناظر ساکن، در بیرون آسانسور داریم:

WWW.ArefOnline.ir

کتاب در امتداد افق ساکن است $\Rightarrow F_N = F = ۳۲N$

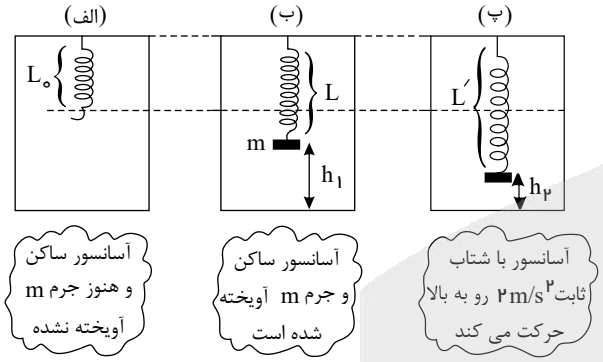
(کتاب در امتداد قائم حرکت دارد) $\Rightarrow f_s - mg = ma \Rightarrow f_s - ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow f_s = ۲۴N$

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} = \sqrt{۳۲^۲ + ۲۴^۲} = \sqrt{۴^۲ \times ۸^۲ + ۳^۲ \times ۸^۲} = ۸\sqrt{۲۵} = ۴۰N$$

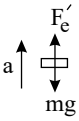
---

۱۷۴ گزینه ۲ تغییر طول فنر از حالت تعادل (تفاضل طول فنر نسبت به طول حالت عادی‌اش) را با ΔL (کتاب درسی مقدار ΔL را با x نشان داده است.) نشان می‌دهیم. فرض کنید طول اولیهٔ فنر $L_۰$، طول فنر قبل از حرکت آسانسور و پس از آویختن وزنه برابر L و بعد از حرکت آسانسور L' باشد. فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور را ابتدا $h_۱$ سپس $h_۲$ می‌نامیم:

$$\begin{cases} m = ۲kg \text{ و } L_۰ = ۴۰cm \\ h_۱ = ۱۴۰cm \text{ و } h_۲ = ۱۳۶cm \\ a = ۲\frac{m}{s^۲} \end{cases}$$



در شکل (ب) $\Rightarrow$ $\Rightarrow k(L - L_۰) = mg \quad (۱)$

در شکل (پ) $\Rightarrow$  $\Rightarrow F'_e - mg = ma \Rightarrow k(L' - L_۰) = m(g + a) \quad (۲)$

$$(۲) - (۱) \Rightarrow (kL' - kL_۰) - (kL - kL_۰) = mg + ma - mg \Rightarrow k(L' - L) = ma$$

با کمی توجه به اشکال و مقایسهٔ شکل (ب) و (پ) مشخص است که: $L' - L = h_۱ - h_۲$

$$\Rightarrow k(۴cm) = ۲ \times ۲ = ۴N \Rightarrow k = ۱\frac{N}{cm}$$

---

۱۷۵ گزینه ۴

طبق رابطهٔ قانون هوک:

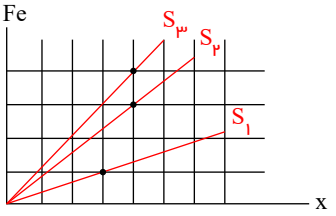
$$F_e = kx \quad (x \rightarrow \text{مقدار تغییر طول فنر})$$

طبق $F_e = kx$، شیب نمودار $(F_e - x)$ برابر ثابت فنر است. با توجه به مقیاس رسم شده در نمودار، می‌توان ثابت فنرها را پیدا کرد.

WWW.ArefOnline.ir

$$\begin{cases} k_1 = \frac{1}{3} \\ k_2 = \frac{3}{4} \end{cases} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{3}{4}} = \frac{4}{9} \Rightarrow k_1 = \frac{4}{9}k_2$$

$$\begin{cases} k_2 = \frac{3}{4} \\ k_3 = 1 \end{cases} \Rightarrow \frac{k_3}{k_2} = \frac{1}{\frac{3}{4}} = \frac{4}{3} \Rightarrow k_3 = \frac{4}{3}k_2$$



به ازای یک نیروی یکسان تغییر طول فنر با ثابت فنر رابطهٔ عکس دارد:

$$F_e = kx = \text{ثابت} \Rightarrow x \propto \frac{1}{k}$$

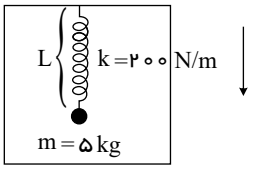
$$k_1 = \frac{4}{9}k_2 \Rightarrow x_1 = \frac{9}{4}x_2 = \frac{9}{4} \times 4cm = 9cm \Rightarrow x_1 = 9cm$$

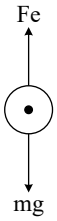
$$k_3 = \frac{4}{3}k_2 \Rightarrow x_3 = \frac{3}{4}x_2 = \frac{3}{4} \times 4cm = 3cm \Rightarrow x_3 = 3cm$$

---

۱۷۶ گزینه ۲

اگر تغییر طول فنر ار $\triangle L$ و درحالت اول جهت شتاب روبه پایین را نسبت بگیریم، داریم: $F_{net} = ma$





$$\Rightarrow mg - F_e = ma \Rightarrow F_e = m(g-a) \Rightarrow k\Delta L = m(g-a) \quad *$$

$$\text{حالت اول} :\xrightarrow{*} \begin{cases} k(\overbrace{L_1 - L_0}^{\Delta L_1}) = m(g-2) = 40 \\ \Rightarrow \Delta L_1 = \frac{40}{200}m = 20cm \quad (1) \end{cases}$$

در حالت دوم که آسانسور به صورت کندشونده پایین می‌رود، جهت شتاب روبه بالا است، بنابراین داریم:

$$\text{حالت دوم} :\xrightarrow{*} \begin{cases} k(\overbrace{L_2 - L_0}^{\Delta L_2}) = m(g+1) = 5 \times 11 = 55N \Rightarrow a_2 = -1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta L_2 = \frac{55}{k} = \frac{55}{200} = \frac{27/5}{100}m = 27/5cm \quad (2)$$

$$\Rightarrow L_2 - L_1 = 7/5cm \Rightarrow (L_2 - L_0) - (L_1 - L_0) = 7/5cm(1) \ , \ (2) \Rightarrow \Delta L_2 - \Delta L_1 = 7/5cm$$

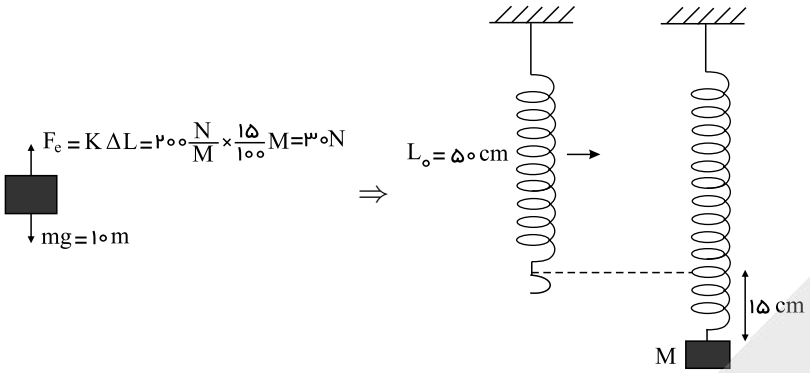
---

۱۷۷ گزینه ۱

$$K = 200\frac{N}{m} \ , \ L_0 = 50cm$$

در حالت اول که وزنه ساکن است طول نهایی فنر $65cm$ و میزان افزایش طول فنر $\Delta L = L - L_0 = 65 - 50 = 15cm$ است.

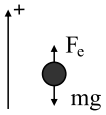
WWW.ArefOnline.ir



$$F_e = K\Delta L = ۲۰۰\frac{N}{m} \times \frac{۱۵}{۱۰۰} m = ۳۰N$$

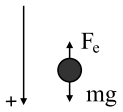
$$\Rightarrow ۳۰ = ۱۰m \Rightarrow m = ۳kg$$

اگر بخواهیم مطابق آنچه در فرض تست بیان شده است، طول فنر به $۶۰cm$ برسد، بایستی فنر نسبت به حالتی که وزنه و آسانسور ساکن است، فشرده‌تر شده باشد. یعنی یک جور حالت بی‌وزنی به وزنه می‌بایست دست داده باشد (نسبت به حالت سکون) برای این کار یا آسانسور می‌بایستی کندشونده به طرف بالا یا تندشونده به طرف پایین حرکت نموده باشد.

کندرو به بالا $\Rightarrow$ 

$$\Rightarrow F_e - mg = ma \Rightarrow K\Delta L - mg = ma \Rightarrow ۲۰۰(\frac{۶}{۱۰} - \frac{۵}{۱۰}) - ۳ \times ۱۰ = ۳a$$

$$\Rightarrow ۲۰ - ۳۰ = ۳a \Rightarrow a = -\frac{۱۰}{۳}\frac{m}{s^۲} \Rightarrow [((*))\text{خلاف جهت } (\text{پایین رو به ثانیه برمجذور متر} \frac{۱۰}{۳}] \quad (۱)$$

$or :\Rightarrow$ 

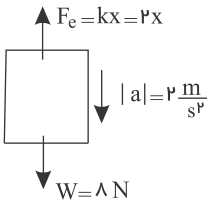
$$\Rightarrow mg - F_e = ma \Rightarrow ۳۰ - ۲۰۰(\frac{۶}{۱۰} - \frac{۵}{۱۰}) = ma = ۳a \Rightarrow a = +\frac{۱۰}{۳}\frac{m}{s^۲}$$

$$\Rightarrow [((**))\text{همجهت } (\text{پایین رو به ثانیه برمجذور متر} \frac{۱۰}{۳}] \quad (۲)$$

جهت y رو به بالا است پس چه حالت (۱) یا حالت (۲) نتیجه می‌دهد: $(\vec{a} = -\frac{۱۰}{۳}\frac{m}{s^۲})$

---

۱۷۸ گزینه ۴



هنگامی که آسانسور در حال توقف است، حرکتش کندشونده است، یعنی شتاب و سرعتش در خلاف جهت یکدیگرند، در اینجا که آسانسور حرکت کندشونده رو به بالا دارد، پس شتابی رو به پایین خواهد داشت، بنابراین داریم:

$$F_{net} = ma \rightarrow W - F_e = ma \rightarrow ۸ - ۲x = ۰/۸ \times ۲ \rightarrow x = ۳/۲cm$$

$$x = \Delta\ell = \ell - \ell_۰ \rightarrow ۳/۲ = \ell - ۲۰ \rightarrow \ell = ۲۳/۲cm$$

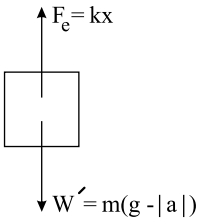
---

۱۷۹ گزینه ۱ با توجه به ترکیبی بودن این سؤال که از ترکیب نیروی کشسانی فنر و حرکت آسانسور تشکیل شده، باید به دو نکته توجه کنیم. اول اینکه چون شتاب حرکت آسانسور رو به پایین است، شتاب ظاهری از رابطهٔ $g' = g - |a|$ و همین‌طور نیروی وزن ظاهری از رابطهٔ $W' = m(g - |a|)$ محاسبه می‌شود. دوم اینکه بزرگی نیروی کشسانی فنر برای این جسم آویخته به فنر وقتی به اندازهٔ x تغییر طول پیدا کرده (نسبت به حالت عادی فنر) به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$F_e = kx$$

WWW.ArefOnline.ir

در نهایت از دید شخصی که در داخل آسانسور ایستاده و به جسم آویخته به فنر ساکن نگاه می‌کند، داریم:

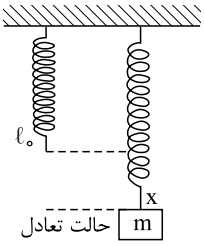


$$x = \ell - \ell_{\circ} = ۳۵ - ۲۶ = ۹cm = ۰/۰۹m$$

$$kx = W' \xrightarrow[|a|=۱\frac{m}{s^۲}]{k=۲۰۰\frac{N}{m}} (۲۰۰)(۰/۰۹) = m(۱۰ - ۱) \Rightarrow m = ۲kg$$

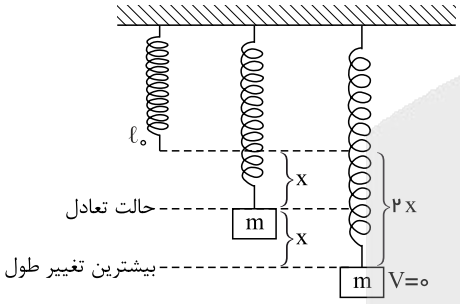
---

۱۸۰ گزینه ۱ در ابتدا تغییر طول فنر تا حالت تعادل را محاسبه می‌کنیم:



$$mg = kx \Rightarrow ۱ \times ۱۰ = ۴۰۰x \Rightarrow x = \frac{۱}{۴۰}m = \frac{۱۰}{۴}cm$$

اگر جسم را به فنر آویخته به سقف که در حالت عادی است، متصل کرده و رها کنیم، حداکثر تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی، دو برابر x می‌شود (x تغییر طول در حالت تعادل نسبت به حالت عادی است.)



پس در نهایت داریم:

$$l_{کل} = l_{\circ} + ۲x = ۲۰ + ۲ \times \frac{۱۰}{۴} \Rightarrow l_{کل} = ۲۵cm$$

در این حالت جسم متوقف شده و دوباره به طرف بالا کشیده می‌شود.

---

۱۸۱ گزینه ۳ در حالت اول، وزن وزنه به جرم m باعث تغییر طول فنر می‌شود؛ بنابراین داریم:

$$mg = k\Delta l \xrightarrow{\Delta l = ۰/۱m} mg = ۰/۱k \qquad (۱)$$

و در حالت دوم که وزنهٔ M با تندی ثابت در امتداد سطح افقی حرکت می‌کند، نیروی کشسانی فنر و نیروی اصطکاک هم‌اندازه هستند؛ یعنی:

$$k\Delta l' = f_k = \mu_k Mg \xrightarrow[\Delta l' = ۰/۰۲m]{\mu_k = ۰/۲} ۰/۰۲k = ۰/۲Mg \Rightarrow Mg = ۰/۱k \qquad (۲)$$

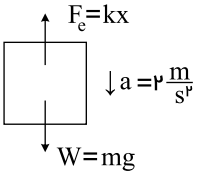
و در نهایت داریم:

$$\begin{matrix}(۱)\\(۲)\end{matrix} \begin{cases} Mg = ۰/۱k \\ Mg = ۰/۱k \end{cases} \Rightarrow \frac{M}{m} = ۱$$

---

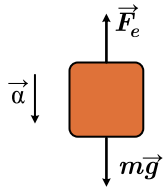
۱۸۲ گزینه ۳ با رسم نیروهای وارد بر وزنه، نیروی کشسانی و تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی فنر را محاسبه می‌کنیم؛ سپس طول فنر را می‌یابیم.

WWW.ArefOnline.ir



$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - kx = ma$$
$$\Rightarrow ۳ \times ۱۰ - ۴۰۰x = ۳ \times ۲$$
$$\Rightarrow ۴۰۰x = ۲۴ \Rightarrow x = ۰/۰۶m = ۶cm$$
$$l_۲ = l_۱ + x \xrightarrow{l_۱ = ۴۲cm} l_۲ = ۴۲ + ۶ \Rightarrow l_۲ = ۴۸cm$$

۱۸۳ گزینه ۴



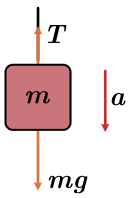
$$F_e - mg = -ma \rightarrow$$
$$F_e = m(g-a) \rightarrow kx = m(g-a) \rightarrow ۴۰۰x = ۲(۱۰ - ۲)$$
$$x = \frac{۱۶}{۴۰۰}m \xrightarrow{\times ۱۰۰} = ۴cm \rightarrow l_۲ = ۴ + ۳۰ = ۳۴cm$$

۱۸۴ گزینه ۴

$$F = kx \xrightarrow{F=mg} \begin{cases} ۴ \times ۱۰ = k(۱۲ - L_۰) \\ ۵ \times ۱۰ = k = (۱۳ - L_۰) \end{cases} \xrightarrow[\text{کم می‌کنیم}]{\text{دو رابطه را از هم}} ۱۰ = k \times ۱ \rightarrow k = ۱۰ \frac{N}{cm}$$

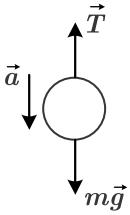
دقت کنید چون ثابت فنر برحسب $\frac{N}{cm}$ خواسته شده، تغییر طول فنر را به متر تبدیل نکردیم.

۱۸۵ گزینه ۴



$$T - mg = -ma \rightarrow T = m(g - ۰/۸g) = ۰/۲mg \Rightarrow \frac{T}{mg} = ۰/۲ = \frac{۱}{۵}$$

۱۸۶ گزینه ۴ به کمک قانون دوم نیوتون داریم:



$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - T = ma$$
$$\Rightarrow ۵۰ \times ۹/۸ - ۴۳۰ = ۵۰a \Rightarrow a = \frac{۴۹۰ - ۴۳۰}{۵۰} = ۱/۲ \frac{m}{s^۲}$$

۱۸۷ گزینه ۴ ابتدا باید ببینیم جسم حرکت می‌کند یا خیر. هر چند با نگاه به هر ۴ گزینه می‌توان فهمید که جسم متحرک بوده است:

$$\begin{cases} (f_s)_{max} = \mu_s N = \frac{۶}{۱۰} \times ۲۰ = ۱۲N \\ F = ۴۰N > ۱۲N \Rightarrow \text{جسم حرکت می‌کند} \end{cases}$$

قانون دوم نیوتون : $F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow ۴۰ - ۰/۵ \times ۲۰ = ۲a \Rightarrow a = ۱۵m/s^۲$

۵ ثانیهٔ بعد : $F_{net} = ma \Rightarrow F' - f_k = ma' \Rightarrow ۱۰ - ۰/۵ \times ۲۰ = ۲a \Rightarrow a = ۰$

پس حرکت جسم با سرعت ثابت ادامه می‌یابد.

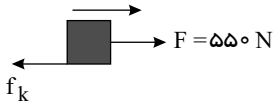
۱۸۸ گزینه ۴

این سوال ترکیبی از حرکت شناسی و دینامیک است. نقطهٔ مشترک این دو مبحث، شتاب حرکت است، بنابراین باید با استفاده از قانون دوم نیوتون، در ابتدا شتاب

WWW.ArefOnline.ir

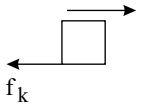
حرکت را محاسبه کنیم و پس از آن وارد بحث حرکت شناسی می‌شویم.

سؤال دارای دو بخش است. یکی در حضور طناب و دیگری پس از قطع طناب.

ابتدا $\Rightarrow$ 

$\Rightarrow ۵۵۰ - ۵۰۰ = ma_۱ = ۱۰۰a_۱ \Rightarrow a_۱ = ۰/۵\frac{m}{s^۲}$

$f_k = \mu_k F_N = \frac{۱}{۲} \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰N$

پس از پاره شدن طناب $\Rightarrow$ 

$\Rightarrow ۰ - f_k = ma_۲ \Rightarrow ۰ - ۵۰۰ = ۱۰۰a_۲ \Rightarrow a_۲ = -۵\frac{m}{s^۲}$

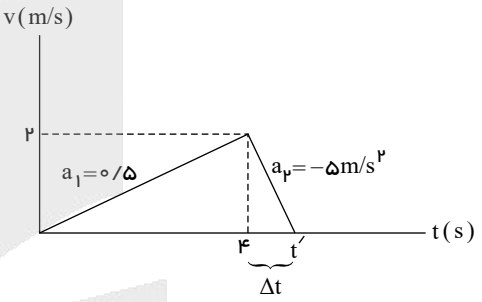
و طبق مفهوم شتاب در لحظهٔ پاره شدن طناب:

$v_{(t=۴)} = a_۱\Delta t + \cancel{v_۰} \Rightarrow v_{(t=۴)} = ۰/۵ \times ۴ = ۲\frac{m}{s}$

اکنون نمودار $(v-t)$ را رسم می‌کنیم:

$a_۲ = -۵\frac{m}{s^۲} \Rightarrow a_۲ = \text{شیب خط مماس} = \frac{۰-۲}{\Delta t} = -۵ \Rightarrow \Delta t = ۰/۴s$

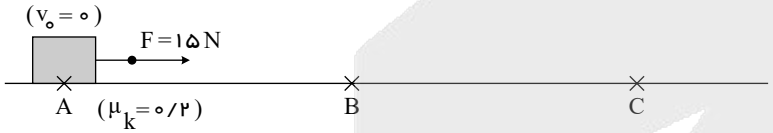
$\Rightarrow t' = ۴ + ۰/۴ = ۴/۴s \Rightarrow t' = ۴/۴s$

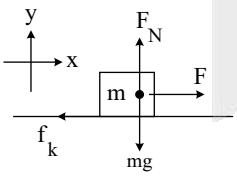


---

۱۸۹ گزینه ۴ فرض کنید نخ از (A) شروع به حرکت کرده و در نقطهٔ (B) نخ پاره شود.

از B تا C (محل توقف) در امتداد موازی سطح افقی تنها نیروی اصطکاک وارد می‌شود.



$(A \to B)$: 

$y : (F_{net})_y = ۰$

$x : (F_{net})_x = ma_x$

$$\Rightarrow \begin{cases} y : F_N = mg = ۵۰N \Rightarrow f_k = \mu_k F_N = \frac{۲}{۱۰} \times ۵۰ = ۱۰N \\ x : F - f_k = ma \Rightarrow ۱۵ - ۱۰ = ۵a \Rightarrow a = ۱\frac{m}{s^۲} \Rightarrow v_B = v_A + at \end{cases}$$

$\Rightarrow v_B = ۰ + (۱)(۲) = ۲\frac{m}{s} \Rightarrow v_B = ۲\frac{m}{s} \Rightarrow \Delta x_{AB} = (\frac{v_B + v_A}{۲})(\Delta t) \Rightarrow \Delta x_{AB} = (\frac{۲+۰}{۲})(۲) = ۲m$

$\Rightarrow \Delta x_{AB} = ۲m$

در مرحله دوم که نخ پاره شده، جسم تحت اثر نیروی اصطکاک، یک حرکت‌کندشونده با شتاب a دارد که:

$(B \to C) : a = -\mu_k g \quad (F_{net} = ma \Rightarrow ۰ - f_k = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g)$

WWW.ArefOnline.ir

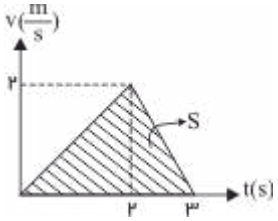
$$\Rightarrow a = -\frac{۲}{۱۰} \times ۱۰ \Rightarrow a = -۲\frac{m}{s^۲}$$

$$v_C^۲ - v_B^۲ = ۲a\Delta x_{BC} \Rightarrow ۰ - ۲^۲ = ۲(-۲)\Delta x_{BC} \Rightarrow \Delta x_{BC} = ۱m$$

$$\Delta x_{AC} = \Delta x_{AB} + \Delta x_{BC} = ۲ + ۱ = ۳m$$

روش دوم: حرکت شامل دو بخش با شتاب‌های مختلف است که می‌توانیم با رسم نمودار $v - t$، Δx آن را حساب کنیم؛ مشابه به روش قبل $a_۱$ و $a_۲$ را می‌یابیم:

$$\begin{cases} ۱ : a_۱ = ۱\frac{m}{s^۲} \\ ۲ : a_۲ = -۲\frac{m}{s^۲} \end{cases}$$



$$\Delta x = S_{\text{زیر نمودار}} = \frac{۳ \times ۲}{۲} = ۳m$$

---

۱۹۰ گزینه ۲ در ابتدا شتاب حرکت را محاسبه می‌کنیم:

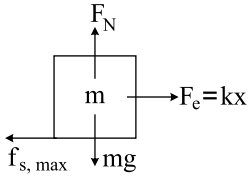
$$(۵۴\frac{km}{h} = ۱۵\frac{m}{s}) \quad v^۲ - v_۰^۲ = ۲a(\Delta x) \Rightarrow ۰ - (۱۵)^۲ = ۲(a)(۲۲/۵) \Rightarrow a = -۵\frac{m}{s}$$

حال در وضعیت ترمز که تنها نیروی موثر، نیروی اصطکاک است، داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -\mu_k F_N = ma \xrightarrow{F_N = mg = ۱۰m} -\mu_k \times ۱۰m = m(-۵) \Rightarrow \mu_k = ۰/۵$$

---

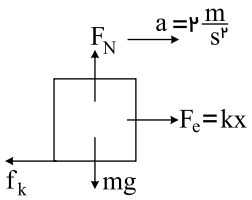
۱۹۱ گزینه ۴ هنگامی که جسم در آستانهٔ حرکت قرار دارد، نیروی فنر و بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی (نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت) هم‌اندازه‌اند. در این حالت طول فنر به اندازهٔ $۷/۵cm$ نسبت به حالت عادی فنر، تغییر کرده است؛ بنابراین داریم:



$$F_e = f_{s,max} \xrightarrow[F_N = mg]{f_{s,max} = \mu_s F_N} kx = \mu_s mg$$

$$\Rightarrow ۴۰۰ \times \frac{۷/۵}{۱۰۰} = \mu_s \times ۵ \times ۱۰ \Rightarrow \mu_s = ۰/۶$$

در حالت دوم که جسم با شتاب ثابت حرکت می‌کند، داریم:



$$F_{net} = ma \Rightarrow F_e - f_k = ma$$

$$\Rightarrow kx - \mu_k mg = ma \xrightarrow[F_N = mg]{f_k = \mu_k F_N} ۴۰۰ \times \frac{۷/۵}{۱۰۰} - \mu_k \times ۵ \times ۱۰ = ۵ \times ۲۰$$

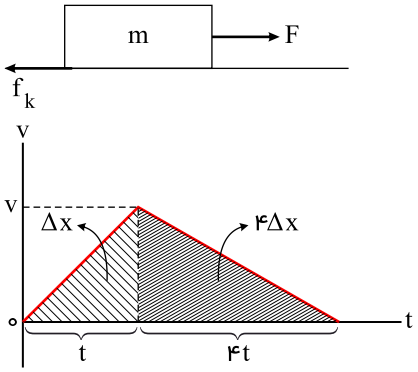
$$\Rightarrow \mu_k = ۰/۴$$

و در نهایت داریم:

$$\frac{\mu_s}{\mu_k} = \frac{۰/۶}{۰/۴} = \frac{۳}{۲}$$

WWW.ArefOnline.ir

۱۹۲ گزینه ۴



در ابتدا جسم از حال سکون شروع به حرکت کرده و هنگامی که تندی‌اش به v می‌رسد، نیروی F قطع شده و پس از مدتی متوقف می‌شود. در حالت اول دو نیروی F و f_k و در حالت دوم فقط f_k بر جسم اثر می‌کند. اگر نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنیم، داریم:

با توجه به نمودار، بدیهی است که اگر در مرحلهٔ اول شتاب a باشد، در مرحلهٔ دوم شتاب $\left(-\frac{۱}{۴}a\right)$ است. (چرا؟!)

حال داریم:

$$F_{net}=ma\Rightarrow\begin{cases}F-f_k=ma_۱\\-f_k=ma_۲\end{cases}\rightarrow\begin{cases}F-f_k=ma\\-f_k=-\frac{۱}{۴}ma\end{cases}$$

$$\Rightarrow\frac{F-f_k}{f_k}=۴\Rightarrow F=۵f_k$$

۱۹۳ گزینه ۱

$$\begin{cases}v_۰=۷۲\ \frac{km}{h}\xrightarrow{\div ۳/۶}۲۰\ \frac{m}{s}\\v=۰\ \frac{m}{s}\end{cases}\Rightarrow a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{۰-۲۰}{۵}=-۴\ \frac{m}{s^۲}$$

$$\Rightarrow|F|=m|a|=۸۰\times۴=۳۲۰N$$

۱۹۴ گزینه ۲

$$v=at+v_۰\xrightarrow{v=۰}a_{\text{توقف}}=\frac{-v_۰}{t}$$

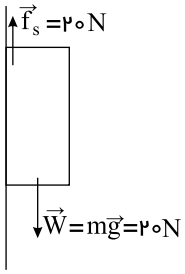
$$F_{net}=ma\rightarrow-f_k=ma_{\text{توقف}}=-m\frac{v_۰}{t}$$

$$\xrightarrow{t:\text{ثابت}}\frac{(f_k)_{\text{کامیون}}}{(f_k)_{\text{خودرو}}}=\frac{m_{\text{کامیون}}}{m_{\text{خودرو}}}\times\frac{(v_۰)_{\text{کامیون}}}{(v_۰)_{\text{خودرو}}}$$

$$\Rightarrow\frac{(f_k)_{\text{کامیون}}}{(f_k)_{\text{خودرو}}}=\frac{۱۸۰۰۰}{۱۶۰۰}\times\frac{۲۰}{۳۰}=\frac{۳۶۰}{۴۸}=۷/۵$$

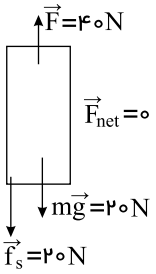
دقت کنید که تندی خودرو برابر با $۱۰۸\frac{km}{h}\div ۳/۶=۳۰\frac{m}{s}$ است.

۱۹۵ گزینه ۱



در ابتدا که جسم ساکن است، نیروی اصطکاک در حال سکون با وزن جسم یعنی $۲۰N$ برابر است.

WWW.ArefOnline.ir

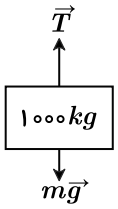


در حالت دوم که نیروی $F_۲$ به بالا وارد می‌شود، در راستای قائم سه مولفهٔ وزن، اصطکاک و $F_۲$ بر جسم نیرو وارد می‌کنند که در این راستا، نیروی خالص وارد بر جسم صفر است و جسم ساکن می‌ماند.

---

۱۹۶ گزینه ۳

ابتدا شتاب توقف آسانسور را به دست می‌آوریم:



$$۰^۲ - v^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow -۶^۲ = ۲a \times (-۱۸) \Rightarrow a = ۱\frac{m}{s^۲}$$

$$F_{net} = T - mg = ma \Rightarrow T = mg + ma = m(g+a)$$

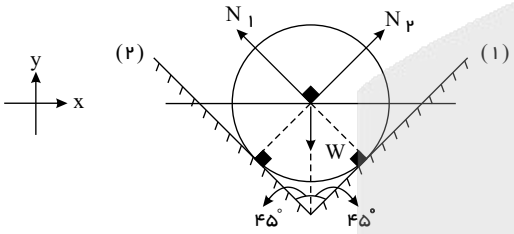
حال به کمک قانون دوم نیوتون، داریم:

$$\Rightarrow T = ۱۰۰۰(۱۰ + ۱) = ۱۱۰۰۰ = ۱/۱ \times ۱۰^۴ N$$

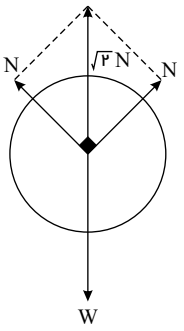
---

۱۹۷ گزینه ۳

از متن تست مشخص می‌شود که به دلیل تقارن موجود در شکل نیرویی که دیواره‌ها به جسم وارد می‌کنند (یا بالعکس جسم به دیواره‌ها وارد می‌کند) با هم برابر است. (این موضوع با بررسی توازن نیروها در امتداد محور x به سادگی نتیجه می‌شود)



حال با برسی نیروها در راستای قائم داریم:



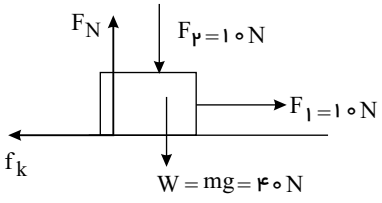
$$N_۱ = N_۲ = N$$

$$\sqrt{۲}N = W = mg = ۵۰ \rightarrow N = \frac{۵۰}{\sqrt{۲}} = \frac{۵۰\sqrt{۲}}{۲} = ۲۵\sqrt{۲}N$$

---

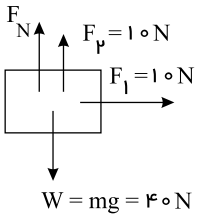
۱۹۸ گزینه ۱ قدم اول:

ابتدا حرکت جسم با سرعت ثابت است ($a = ۰$) بنابراین:



$$F_{net} = m\cancelto{۰}{a} = ۰ \Rightarrow ۱۰ - f_k = ۰ \Rightarrow f_k = ۱۰N \text{ و } F_{N_۱} = ۴۰ + ۱۰ = ۵۰N$$

WWW.ArefOnline.ir



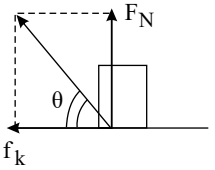
قدم دوم:

در امتداد y داریم:

$$F_{N_۲} + F_۲ = W \Rightarrow F_{N_۲} = ۳۰N$$

$$\frac{F_{N_۲}}{F_{N_۱}} = \frac{۳}{۵} \xrightarrow[\text{را در } \mu_k \text{ ضرب می‌کنیم}]{\text{صورت و مخرج}} \frac{f_{k_۲}}{f_{k_۱}} = \frac{۳}{۵} \Rightarrow f_{k_۲} = \frac{۳}{۵} f_{k_۱} \text{ و } F_{N_۲} = \frac{۳}{۵} F_{N_۱}$$

$$\tan\theta = \frac{F_N}{f_k} \Rightarrow \frac{\tan\theta_۲}{\tan\theta_۱} = \frac{F_{N_۲}}{F_{N_۱}} \times \frac{f_{k_۱}}{f_{k_۲}} = \frac{۳}{۵} \times \frac{۵}{۳} = ۱$$



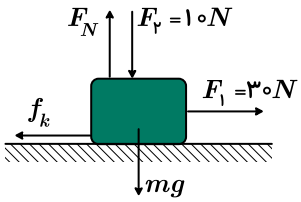
روش دوم:

$$\tan\theta = \frac{F_N}{f_k} = \frac{F_N}{\mu_k F_N} = \frac{۱}{\mu_k} = \text{ثابت}$$

$$\theta_۲ = \theta_۱ < ۹۰^\circ$$

---

۱۹۹ گزینه ۲ حالت اول:



$$F_N = mg + F_۲ = ۵۰ + ۱۰ = ۶۰$$

$$F_۱ - f_k = ma \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N} ۳۰ - \mu_k \times ۶۰ = ۵ \times ۲ \rightarrow ۲۰ = ۶۰\mu_k \rightarrow \mu_k = \frac{۱}{۳}$$

حالت دوم:

$$F_۱ - f'_k = ma' \rightarrow ۳۰ - f'_k = ۵ \times (-۲) \rightarrow f'_k = ۴۰N$$

$$f'_k = \mu_k F'_N \rightarrow F'_N = \frac{۴۰}{\frac{۱}{۳}} = ۱۲۰N \xrightarrow{F'_N = mg + F'_۲} ۵۰ + F'_۲ = ۱۲۰ \rightarrow F'_۲ = ۷۰N$$

تغییرات $F_۲$ برابر است با:

$$F'_۲ - F_۲ = ۷۰ - ۱۰ = ۶۰N$$

---

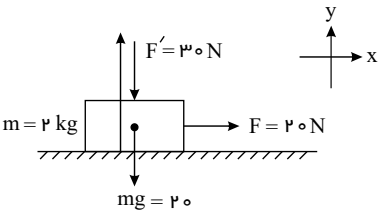
۲۰۰ گزینه ۱

$$\Delta p = F_{net} \times \Delta t$$

در مورد حرکت جسم مطلبی بیان نشده است. بنابراین ابتدا بررسی می‌کنیم جسم حرکت می‌کند یا خیر! در صورت حرکت داشتن F_{net} را محاسبه کرده و ...

WWW.ArefOnline.ir

$\rightarrow (F_{net})_y = ma_y = ۰ \rightarrow F_N = F' + mg = ۵۰N$



$\rightarrow (f_s)_{max} = \mu_s F_N = ۰/۵ \times ۵۰N = ۲۵N$

$F = ۲۰N < ۲۵N \Rightarrow$ بنابراین جسم ساکن بوده

درنتیجه:

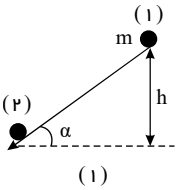
$\vec{v} = ۰ \rightarrow \vec{v_۲} = \vec{v_۱} = ۰ \rightarrow \vec{\Delta p} = m\vec{\Delta v} = ۰$

---

۲۰۱ گزینه ۲ یک گلوله به جرم m را که از ارتفاع h رها شده در نظر می‌گیریم.

نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک ناچیز است:

$E_۲ = E_۱ \rightarrow U_۲ + K_۲ = U_۱ + K_۱$



مبنای پتانسیل گرانشی را سطح افقی زمین در نظر می‌گیریم:

$K_۲ = U_۱ \rightarrow K_۲ = mgh \rightarrow K_۲ \propto m, h$

هر سه گلوله h یکسان ولی m متفاوت دارند پس انرژی جنبشی آنها با هم متفاوت است.

در مورد سرعت:

$K = \frac{۱}{۲}\not{m}v^۲ = \not{m}gh \rightarrow v = \sqrt{۲gh} \rightarrow v \propto \sqrt{h}$

چون h یکسان است بنابراین v نیز یکسان است.

از نظر تکانه:

$p = mv = m\sqrt{۲gh} \xrightarrow[m_۳=m_۱<m_۲]{h_۳=h_۲=h_۱} p_۲ > p_۱ = p_۳$

فقط گلوله‌های رسم شده در شکل‌های (۱) و (۳)، دارای تکانهٔ یکسان هنگام رسیدن به سطح زمین هستند.

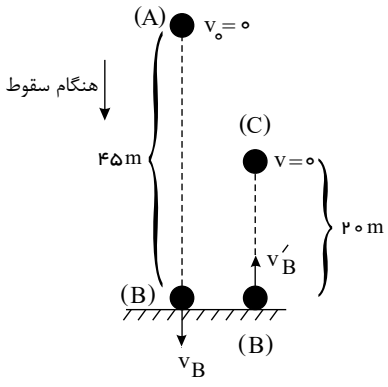
---

۲۰۲ گزینه ۳ با قرار دادن زمانهای داده شده در رابطهٔ تکانه، مقادیر تکانه در این دو لحظه را پیدا کرده و پس از آن نیروی متوسط موثروارد بر جسم را می‌یابیم.

$$\begin{cases} F_{net} = \dfrac{\Delta P}{\Delta t} = \dfrac{۵۷۰ - ۱۵۰}{۶ - ۳} = ۱۴۰(N) \\ P = ۱۵t^۲ + ۵t \begin{cases} t_۱ = ۳s \Rightarrow P_۱ = ۱۵۰ \\ t_۲ = ۶s \Rightarrow P_۲ = ۵۷۰ \end{cases} \end{cases}$$

---

۲۰۳ گزینه ۴



- ابتدا باید سرعت گلوله را در لحظهٔ برخورد با سطح زمین و لحظهٔ جدا شدن از سطح زمین بیابیم.
- شرایط خلاء درنظر گرفته شده است. چون ارتفاع بازگشت (صعود) کمتر از ارتفاع سقوط است، لاجرم هنگام برخورد با سطح زمین مقداری از انرژی جسم تلف شده است.
- جهت رو به پایین را مثبت می‌گیریم. (گرچه تفاوتی نمی‌کند.)
- پایستگی انرژی را از (A) تا (B) و نیز از (B) تا (C) می‌نویسیم:

WWW.ArefOnline.ir

$$A \to B : E_{(B)} = E_{(A)} \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_B^۲ = mgh_A \to v_B^۲ = ۲gh_A = ۲۰ \times ۴۵ = ۹۰۰ \Rightarrow v_B = \pm ۳۰\frac{m}{s}$$

$$\xrightarrow[\text{را مثبت درنظر گرفته‌ایم}]{\text{چون جهت رو به پایین}} v_B = +۳۰\frac{m}{s}$$

$$B \to C : E_{(B)} = E_{(C)} \Rightarrow \frac{۱}{۲}\cancel{m}v_B'^۲ = \cancel{m}gh_C \Rightarrow v_B'^۲ = ۲gh_C = ۴۰۰ \Rightarrow v_B' = \pm ۲۰\frac{m}{s}$$

$$\xrightarrow[\text{فرض شده بود}]{\text{چون جهت مثبت رو به پایین}} v_B' = -۲۰\frac{m}{s}$$

- نیروی خالص وارد بر گلوله:

$$F_{net} = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۲۰}{۱۰}\frac{(-۲۰ - (+۳۰))}{۲ \times ۱۰^{-۳}} = -۵۰۰۰N$$

علامت منفی به مفهوم این است که جهت F_{net} رو به بالاست. (در امتداد قائم)

$$\Rightarrow |F_{net}| = ۵۰۰۰N$$

---

۲۰۴ گزینه ۲ در ابتدا تغییر تکانهٔ جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta p = p_۲ - p_۱ \xrightarrow{p_۲ = ۲p_۱} \Delta p = ۲p_۱ - p_۱ \to \Delta p = p_۱$$

از طرفی با توجه به رابطهٔ بین قانون دوم نیوتون و تغییر تکانه داریم:

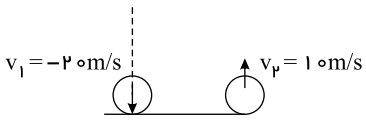
$$\Delta p = F_{net} \cdot \Delta t \xrightarrow{\Delta p = p_۱} p_۱ = F_{net} \cdot \Delta t \xrightarrow{p_۱ = mv_۱} mv_۱ = F_{net} \cdot \Delta t \xrightarrow[F_{net} = ۴N]{m = ۲۰kg, v_۱ = ۵\frac{m}{s}}$$

$$۲۰ \times ۵ = ۴\Delta t \to \Delta t = ۲۵s$$

---

۲۰۵ گزینه ۴

برای تعیین بزرگی نیروی متوسط وارد بر گلوله، باید بزرگی شتاب متوسط آن را بیابیم، به همین دلیل باید بزرگی تغییر سرعت گلوله را محاسبه کنیم. در اینجا اگر جهت رو به پایین را منفی در نظر بگیریم، داریم:



$$|v_۱| = \sqrt{۲gh} \xrightarrow[g = ۱۰\frac{m}{s^۲}]{h = ۲۰m} |v_۱| = \sqrt{۲ \times ۱۰ \times ۲۰} \Rightarrow |v_۱| = ۲۰\frac{m}{s}$$

$$\Delta v = v_۲ - v_۱ = ۱۰ - (-۲۰) \Rightarrow \Delta v = ۳۰\frac{m}{s}$$

و برای تعیین بزرگی شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۰/۲s]{\Delta v = ۳۰\frac{m}{s}} a_{av} = \frac{۳۰}{۰/۲} \Rightarrow a_{av} = ۱۵۰\frac{m}{s^۲}$$

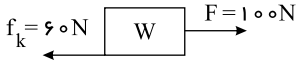
و در نهایت برای تعیین بزرگی نیروی متوسط داریم:

$$F_{av} = ma_{av} = ۰/۲ \times ۱۵۰ \Rightarrow F_{av} = ۳۰N$$

---

۲۰۶ گزینه ۲

با توجه به رابطهٔ بین تکانه و قانون دوم نیوتون داریم:



$$\vec{F_{net}} = m\vec{a} = \frac{m\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta\vec{P} = \vec{F_{net}} \cdot \Delta t \xrightarrow{F_{net} = F - f_k} \Delta P = (F - f_k)\Delta t \xrightarrow[f_k = ۶۰N]{F = ۱۰۰N, \Delta t = ۱s}$$

WWW.ArefOnline.ir

$$\Delta P = (۱۰۰ - ۶۰) \times ۱ \Rightarrow \Delta P = ۴۰ kg\frac{m}{s}$$

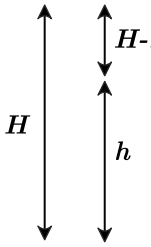
۲۰۷ گزینه ۳

$$v_۱ = ۱۴۴ \div ۳/۶ = ۴۰\frac{m}{s}$$
$$v_۲ = -۳۶ \div ۳/۶ = -۱۰\frac{m}{s}$$
$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = ۶۰ \times \frac{-۱۰ - ۴۰}{۰/۵} = -۶۰۰۰ \rightarrow |F_{av}| = ۶۰۰۰N$$

۲۰۸ گزینه ۳

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t} \Rightarrow ۲ = \frac{۰/۸ \times (۵ - (-۵))}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{۸}{۲} = ۴s$$

۲۰۹ گزینه ۱ ابتدا سرعت وزنه را در لحظهٔ موردنظر می‌یابیم:



$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a\Delta x$$
$$\xrightarrow{v_۱ = ۰} v_۲^۲ = ۲g(H - h) \Rightarrow v_۲ = \sqrt{۲g(H - h)}$$

حال از رابطهٔ تکانه داریم:

$$p = mv = m\sqrt{۲g(H - h)}$$

۲۱۰ گزینه ۳

$$K = \frac{p^۲}{۲m} \xrightarrow{m\ \text{ثابت}} \frac{K'}{K} = (\frac{p'}{p})^۲ = (\frac{۲۲}{۲۰})^۲ \Rightarrow \frac{K'}{K} = \frac{۱۲۱}{۱۰۰} \Rightarrow \frac{\Delta K}{K} = \frac{K' - K}{K} = \frac{۱۲۱ - ۱۰۰}{۱۰۰} = \%۲۱$$

یعنی انرژی جنبشی، ۲۱ درصد افزایش می‌یابد.

۲۱۱ گزینه ۴

$$K = \frac{p^۲}{۲m} \rightarrow \frac{K_B}{K_A} = (\frac{p_B}{p_A})^۲(\frac{m_A}{m_B}) \rightarrow ۵ = (۱)(\frac{m_A}{m_B}) \rightarrow \frac{m_A}{m_B} = ۵$$

۲۱۲ گزینه ۱

انرژی جنبشی با مجذور تکانهٔ متناسب و با جرم جسم نسبت عکس دارد. یعنی:

$$\begin{cases} m_B = \frac{۵}{۸}m_A \\ p_A = \frac{۴}{۳}p_B \end{cases} \xrightarrow{k=\frac{p^۲}{۲m} \Rightarrow \frac{k_A}{k_B} = (\frac{p_A}{p_B})^۲(\frac{m_B}{m_A})} \frac{k_A}{k_B} = (\frac{۴}{۳})^۲ (\frac{۵}{۸}) \Rightarrow \frac{k_A}{k_B} = \frac{۱۶}{۹} \times \frac{۵}{۸} = \frac{۱۰}{۹} \Rightarrow \frac{k_A}{k_B} = \frac{۱۰}{۹}$$

۲۱۳ گزینه ۱ با توجه به رابطهٔ بین تکانه، انرژی جنبشی و جرم متحرک داریم:

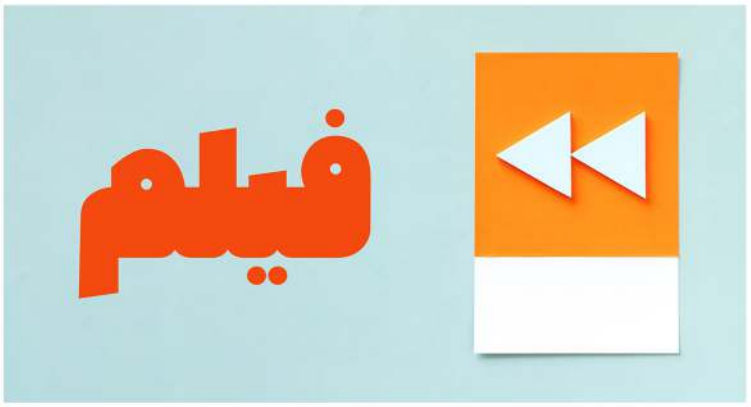
$$K = \frac{p^۲}{۲m} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = (\frac{p_A}{p_B})^۲ \times \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow{p_A = p_B} \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow[m_A = ۲kg]{K_A = ۴K_B} ۴ = \frac{m_B}{۲} \rightarrow m_B = ۸kg$$

WWW.ArefOnline.ir

آزمون

کارنامه
رتبه های
برتر
رتبه های ۱ تا ۳۰۰۰

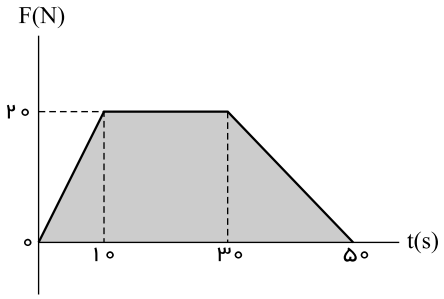
جزوه


فیلم

مشاوره

www.
arefonline.ir
مرکز مشاوره عارف

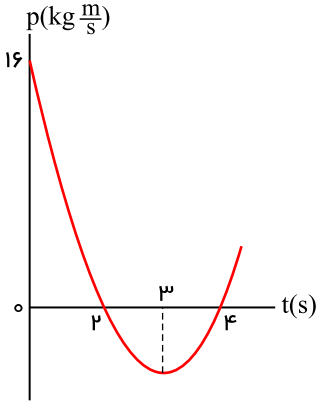
۲۱۴ گزینه ۳



می‌دانیم که سطح محصور بین نمودار نیرو - زمان و محور زمان برابر تغییر تکانهٔ جسم است. بنابراین داریم:

$$S=\Delta p \xrightarrow{\Delta p=F_{net_{av}}\cdot\Delta t} F_{net_{av}}=\frac{\Delta p}{\Delta t}=\frac{S_{F-t}}{\Delta t}\Rightarrow F_{net_{av}}=\frac{\frac{۵۰+۲۰}{۲}\times ۲۰}{۵۰}\rightarrow F_{net_{av}}=۱۴N$$

۲۱۵ گزینه ۲



ابتدا معادلهٔ سهمی را می‌نویسیم. با توجه به ریشه‌های معادلهٔ سهمی و عرض از مبدأ آن، بدیهی است که معادلهٔ سهمی به‌صورت زیر است:

$$p=۲(t-۲)(t-۴)=۲t^{۲}-۱۲t+۱۶$$

حال در دو لحظهٔ $t_۱=۳s$ و $t_۲=۵s$ داریم:

$$p=۲t^{۲}-۱۲t+۱۶\Rightarrow\begin{cases}t_۱=۳s\Rightarrow p_۱=-۲\ \frac{kg\cdot m}{s}\\ t_۲=۵s\Rightarrow p_۲=۶\ \frac{kg\cdot m}{s}\end{cases}$$

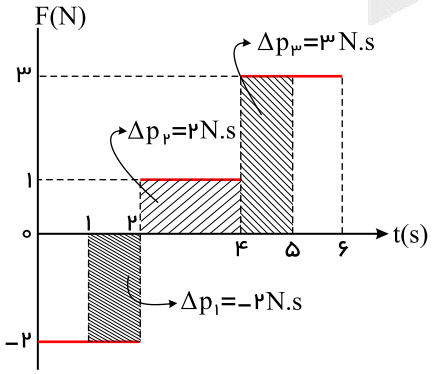
$$F_{av}=\frac{\Delta p}{\Delta t}=\frac{۶-(-۲)}{۵-۳}\Rightarrow F_{av}=۴N$$

۲۱۶ گزینه ۱ نیروی خالص متوسط با آهنگ تغییر تکانه برابر است؛ یعنی:

$$\vec{F}_{av}=\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}\Rightarrow\begin{cases}\vec{p}=(۳t-۶)\vec{i}\xrightarrow{t_۱=۱s}\vec{p}_۱=-۳\vec{i}\\ \vec{p}=(۳t-۶)\vec{i}\xrightarrow{t_۲=۳s}\vec{p}_۲=۳\vec{i}\end{cases}$$

$$\vec{F}_{av}=\frac{\vec{p}_۲-\vec{p}_۱}{t_۲-t_۱}=\frac{۳\vec{i}-(-۳\vec{i})}{۳-۱}\Rightarrow\vec{F}_{av}=۳\vec{i}$$

۲۱۷ گزینه ۱ می‌دانیم که سطح محصور بین نمودار نیرو ـ زمان و محور زمان، با تغییرات تکانهٔ جسم برابر است؛ بنابراین داریم:



$$\Delta p=\Delta p_۱+\Delta p_۲+\Delta p_۳=-۲+۲+۳\Rightarrow\Delta p=۳N\cdot s$$

از طرفی برای تعیین نیروی متوسط مؤثر وارد بر جسم داریم:

$$F_{av}=\frac{\Delta p}{\Delta t}\ \xrightarrow[\Delta t=۵-۱=۴s]{\Delta p=۳N\cdot s}\ F_{av}=\frac{۳}{۴}N$$

و در نهایت برای تعیین شتاب متوسط داریم:

$$a_{av}=\frac{F_{av}}{m}=\frac{\frac{۳}{۴}}{۰/۵}\Rightarrow a_{av}=۱/۵\frac{m}{s^{۲}}$$

۲۱۸ گزینه ۳ بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

WWW.ArefOnline.ir

$$p = t^{۲} - ۵t + ۶ \begin{cases} t_۱ = ۱ \Rightarrow p_۱ = ۲N \cdot S \\ t_۲ = ۲/۵ \Rightarrow p_۲ = -۰/۲۵N \cdot S \end{cases}$$

$$F_{av} = \left|\frac{\Delta p}{\Delta t}\right| = \left|\frac{p_۲ - p_۱}{t_۲ - t_۱}\right| = \left|\frac{-۰/۲۵ - ۲}{۲/۵ - ۱}\right| = \frac{۲/۲۵}{۱/۵} \Rightarrow F_{av} = \frac{۳}{۲}N$$

۲۱۹ گزینه ۱

$$|F_{net}| = |\text{شیب خط نمودار } p - t| = \frac{۱۸}{۵}\ N$$

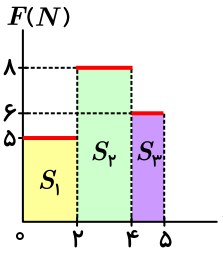
$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{\frac{۱۸}{۵}}{\frac{۴۵}{۱۰۰}} = ۸\ \frac{m}{s^{۲}}$$

۲۲۰ گزینه ۲ چون نمودار تکانه - زمان یک خط راست است، شتاب حرکت ثابت است و داریم:

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{۷ - ۱}{۱۰ - ۰} = ۰/۶N \xrightarrow[m = ۰/۲kg]{F=ma} ۰/۲a = ۰/۶ \Rightarrow a = ۳\frac{m}{s^{۲}}$$

۲۲۱ گزینه ۱ طبق رابطهٔ $F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$، تغییر تکانه برابر با حاصل‌ضرب نیرو در مدت زمان تأثیر آن است.

۲۲۲ گزینه ۴ سطح زیر نمودار $F - t$ برابر با تغییر تکانه است:



$$\Delta p = S_۱ + S_۲ + S_۳ = (۲ \times ۵) + (۲ \times ۸) + (۱ \times ۶) = ۳۲\ \frac{kg}{s}$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{۳۲}{۵} = ۶/۴N$$

$$a_{av} = \frac{F_{av}}{m} = \frac{۶/۴}{۴} = ۱/۶\ \frac{m}{s^{۲}}$$

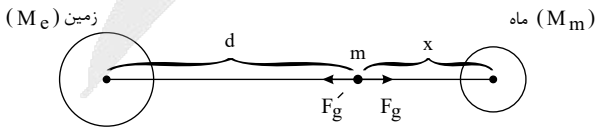
۲۲۳ گزینه ۳

ابتدا شتاب گرانش در محل حضور فضانورد را محاسبه کرده، سپس نیروی وزن او را بدست می‌آوریم:

$$\frac{g'}{g} = (\frac{r}{r'})^{۲} = (\frac{R_e}{۲R_e})^{۲} = \frac{۱}{۴}$$

$$W' = \frac{۱}{۴}mg \Rightarrow W' = \frac{۱}{۴} \times ۸۰ \times ۹/۸ = ۱۹۶(N)$$

۲۲۴ گزینه ۱ ابتدا یک طرح ساده از وضعیت قرارگیری نقطهٔ مورد نظر رسم می‌کنیم.بدیهی است که این نقطه بین زمین و ماه و نزدیکتر به ماه است (چرا؟)



نیروی وارده از طرف ماه به جسم را با F_g و نیروی وارده از طرف کرهٔ زمین به جسم را با F'_g نشان می‌دهیم:

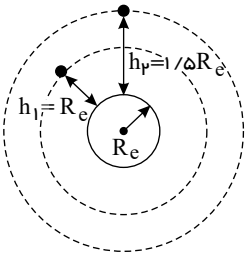
$$F'_g = F_g \rightarrow \frac{GM_em}{d^{۲}} = \frac{GM_mm}{x^{۲}} \rightarrow \frac{۸۱}{d^{۲}} = \frac{۱}{x^{۲}} \rightarrow \frac{d}{x} = ۹$$

۲۲۵ گزینه ۴ گام اول: شعاع دوران را در دو حالت تعیین می‌کنیم:

WWW.ArefOnline.ir

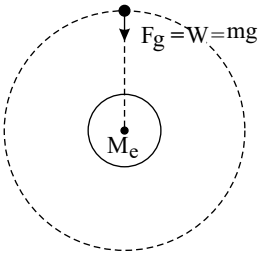
$r_۱ = R_e + h_۱ = ۲R_e$

شعاع دوران $r_۲ = R_e + h_۲ = R_e + ۱/۵R_e = ۲/۵R_e$



گام دوم: هنگامی که یک ماهواره پیرامون کرهٔ زمین آزادانه دوران می‌کند (فقط تحت تأثیر نیروی گرانش کرهٔ زمین قرار دارد.) شتاب مرکزگرای ماهواره همان شتاب گرانش در محل ماهواره است:

$$\begin{cases} F_c = ma_c \\ F_c = F_g = mg \end{cases} \Rightarrow \cancel{m}g = \cancel{m}a_c \Rightarrow a_c = g$$



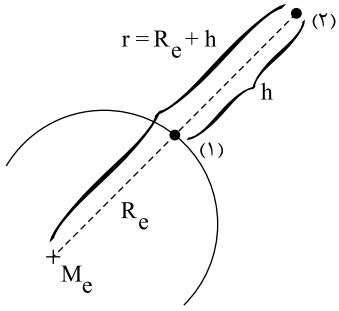
گام سوم:

$$a_c = g = \frac{GM_e}{r^۲} \Rightarrow \frac{a_۲}{a_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ = (\frac{۲R_e}{۲/۵R_e})^۲ \Rightarrow \frac{a_۲}{a_۱} = \frac{۱۶}{۲۵} \Rightarrow \text{درصد تغییرات} = (\frac{a_۲}{a_۱} - ۱) \times ۱۰۰$$

$$= (\frac{۱۶}{۲۵} - ۱) \times ۱۰۰ = \frac{-۹۰۰}{۲۵} = -۳۶\%$$

---

۲۲۶ گزینه ۴



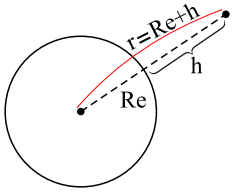
وقتی شتاب گرانش ۹۹ درصد کاهش یافته، شتاب گرانش در آن نقطه معادل یک درصد شتاب گرانش در سطح زمین است.

از طرفی می‌دانیم که شتاب گرانش با مربع فاصله از مرکز زمین نسبت عکس دارد؛ بنابراین داریم:

$$\frac{g_۲}{g_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \xrightarrow[r_۱=R_e, r_۲=R_e+h]{g_۲=۰/۰۱g_۱} \frac{۱}{۱۰۰} = (\frac{R_e}{R_e+h})^۲ \rightarrow \frac{۱}{۱۰} = \frac{R_e}{R_e+h} \rightarrow h = ۹R_e$$

---

۲۲۷ گزینه ۴ شتاب گرانش با مربع فاصله از مرکز زمین رابطهٔ عکس دارد.



$$\frac{g'}{g} = (\frac{Re}{r})^۲ = (\frac{Re}{Re+h})^۲$$

$$\Rightarrow \frac{g'}{۹/۸} = (\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰+۱۶۰۰})^۲$$

WWW.ArefOnline.ir

$g' = ۹٫۸ \times (۰٫۸)^۲ \Rightarrow g' = ۶٫۲۷۲ \frac{m}{s^۲}$

۲۲۸ گزینه ۴

$g_h = \frac{GM}{(Re+h)^۲} \Rightarrow \frac{g'}{g_۰} = (\frac{Re}{Re+h})^۲ = (\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰+۳۶۰۰})^۲ = (۰٫۶۴)^۲$

$g' = (۰٫۶۴)^۲ \times ۱۰ = ۴٫۰۹۶ \frac{m}{s^۲}$

$\Rightarrow W' = mg' = ۲۵۰ \times ۴٫۰۹۶ = ۱۰۲۴N$

۲۲۹ گزینه ۲

$F = \frac{GM_e m}{(R_e+h)^۲} = \frac{۶٫۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} \times ۵٫۹۸ \times ۱۰^{۲۴} \times ۲۰۰}{((۶۴۰۰+۲۶۰۰) \times ۱۰^۳)^۲} \simeq ۹۸۵N$

۲۳۰ گزینه ۲

$W = G\frac{M \cdot m}{R^۲} \Rightarrow \frac{W'}{W_{\text{زمین}}} = \frac{M'}{M_e} \times (\frac{R_e}{R'})^۲$

$= \frac{۲}{۱} \times (\frac{۱}{۲})^۲ = \frac{۱}{۲}$

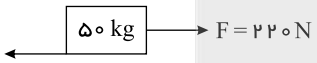
۲۳۱ گزینه ۲

$g = G\frac{M}{R^۲}$

$\frac{g_{\text{ماه}}}{g_{\text{زمین}}} = \frac{M_{\text{ماه}}}{M_{\text{زمین}}} \times (\frac{R_{\text{زمین}}}{R_{\text{ماه}}})^۲ = \frac{۱}{۸۰} \times (\frac{۴}{۱})^۲ = \frac{۱}{۵}$

$\rightarrow g_{\text{ماه}} = \frac{g_{\text{زمین}}}{۵} = \frac{۹۸۰}{۵} = ۱۹۶ \frac{cm}{s^۲}$

۲۳۲ گزینه ۲



در ابتدا شتاب حرکت و بعد از آن جابه‌جایی را در ۲ ثانیهٔ اول می‌یابیم.

$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = ۰٫۴ \times ۵۰۰ = ۲۰۰N$

با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$F_{Net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow ۲۲۰ - ۲۰۰ = ۵۰a \Rightarrow a = ۰٫۴ \frac{m}{s^۲}$

$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \xrightarrow[t=۲s]{v_۰=۰} \Delta x = (\frac{۱}{۲})(۰٫۴)(۲)^۲ \Rightarrow \Delta x = ۰٫۸m$

و برای تعیین کار نیروی F داریم:

$W_F = F \cdot d \cdot \cos\theta = ۲۲۰ \times ۰٫۸ \times \cos ۰^\circ \Rightarrow W_F = ۱۷۶J$

WWW.ArefOnline.ir

پاسخنامه کلیدی

۱	۳	۳۵	۳	۶۹	۲	۱۰۳	۳	۱۳۷	۳	۱۷۱	۱	۲۰۵	۴		
۲	۲	۳۶	۱	۷۰	۴	۱۰۴	۳	۱۳۸	۱	۱۷۲	۳	۲۰۶	۲		
۳	۳	۳۷	۲	۷۱	۱	۱۰۵	۳	۱۳۹	۳	۱۷۳	۴	۲۰۷	۳		
۴	۳	۳۸	۴	۷۲	۴	۱۰۶	۱	۱۴۰	۱	۱۷۴	۲	۲۰۸	۳		
۵	۱	۳۹	۴	۷۳	۳	۱۰۷	۳	۱۴۱	۱	۱۷۵	۴	۲۰۹	۱		
۶	۳	۴۰	۱	۷۴	۱	۱۰۸	۴	۱۴۲	۲	۱۷۶	۲	۲۱۰	۳		
۷	۳	۴۱	۳	۷۵	۴	۱۰۹	۲	۱۴۳	۴	۱۷۷	۱	۲۱۱	۴		
۸	۱	۴۲	۳	۷۶	۴	۱۱۰	۳	۱۴۴	۱	۱۷۸	۴	۲۱۲	۱		
۹	۱	۴۳	۲	۷۷	۳	۱۱۱	۳	۱۴۵	۳	۱۷۹	۱	۲۱۳	۱		
۱۰	۴	۴۴	۲	۷۸	۱	۱۱۲	۱	۱۴۶	۳	۱۸۰	۱	۲۱۴	۳		
۱۱	۴	۴۵	۲	۷۹	۲	۱۱۳	۴	۱۴۷	۴	۱۸۱	۳	۲۱۵	۲		
۱۲	۲	۴۶	۳	۸۰	۴	۱۱۴	۲	۱۴۸	۲	۱۸۲	۳	۲۱۶	۱		
۱۳	۲	۴۷	۴	۸۱	۲	۱۱۵	۲	۱۴۹	۳	۱۸۳	۴	۲۱۷	۱		
۱۴	۴	۴۸	۳	۸۲	۲	۱۱۶	۲	۱۵۰	۱	۱۸۴	۴	۲۱۸	۳		
۱۵	۱	۴۹	۳	۸۳	۲	۱۱۷	۲	۱۵۱	۲	۱۸۵	۴	۲۱۹	۱		
۱۶	۱	۵۰	۳	۸۴	۲	۱۱۸	۲	۱۵۲	۴	۱۸۶	۴	۲۲۰	۲		
۱۷	۱	۵۱	۱	۸۵	۱	۱۱۹	۴	۱۵۳	۴	۱۸۷	۴	۲۲۱	۱		
۱۸	۲	۵۲	۳	۸۶	۳	۱۲۰	۲	۱۵۴	۲	۱۸۸	۴	۲۲۲	۴		
۱۹	۴	۵۳	۱	۸۷	۲	۱۲۱	۳	۱۵۵	۲	۱۸۹	۴	۲۲۳	۳		
۲۰	۱	۵۴	۴	۸۸	۲	۱۲۲	۱	۱۵۶	۲	۱۹۰	۲	۲۲۴	۱		
۲۱	۳	۵۵	۱	۸۹	۱	۱۲۳	۳	۱۵۷	۳	۱۹۱	۴	۲۲۵	۴		
۲۲	۲	۵۶	۲	۹۰	۱	۱۲۴	۲	۱۵۸	۱	۱۹۲	۴	۲۲۶	۴		
۲۳	۳	۵۷	۴	۹۱	۳	۱۲۵	۱	۱۵۹	۱	۱۹۳	۱	۲۲۷	۴		
۲۴	۲	۵۸	۳	۹۲	۱	۱۲۶	۱	۱۶۰	۱	۱۹۴	۲	۲۲۸	۴		
۲۵	۳	۵۹	۴	۹۳	۲	۱۲۷	۳	۱۶۱	۴	۱۹۵	۱	۲۲۹	۲		
۲۶	۱	۶۰	۴	۹۴	۴	۱۲۸	۴	۱۶۲	۴	۱۹۶	۳	۲۳۰	۲		
۲۷	۲	۶۱	۳	۹۵	۴	۱۲۹	۴	۱۶۳	۴	۱۹۷	۳	۲۳۱	۲		
۲۸	۳	۶۲	۳	۹۶	۳	۱۳۰	۳	۱۶۴	۳	۱۹۸	۱	۲۳۲	۲		
۲۹	۱	۶۳	۳	۹۷	۳	۱۳۱	۲	۱۶۵	۲	۱۹۹	۲				
۳۰	۴	۶۴	۳	۹۸	۲	۱۳۲	۱	۱۶۶	۲	۲۰۰	۱				
۳۱	۴	۶۵	۴	۹۹	۱	۱۳۳	۲	۱۶۷	۳	۲۰۱	۲				
۳۲	۱	۶۶	۴	۱۰۰	۲	۱۳۴	۳	۱۶۸	۳	۲۰۲	۳				
۳۳	۳	۶۷	۴	۱۰۱	۲	۱۳۵	۳	۱۶۹	۴	۲۰۳	۴				
۳۴	۱	۶۸	۲	۱۰۲	۲	۱۳۶	۲	۱۷۰	۱	۲۰۴	۲				

WWW.ArefOnline.ir

فصل ۳: نوسان و موج

حرکت هماهنگ ساده ۱
جابه‌جایی، مسافت و معادلهٔ مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده ۱
تحلیل نوع حرکت و سرعت، شتاب و نیرو در حرکت هماهنگ ساده ۲
نمودارهای حرکت مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده ۳
نوسان جرم و فنر ۴
معادلات و نمودارهای شتاب-مکان، نیرو-مکان ۵
انرژی حرکت هماهنگ ساده ۵
انرژی جنبشی و پتانسیل ۵
رابطهٔ انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی ۶
نمودارهای انرژی ۸
آونگ ساده ۸
موج و انواع آن ۹
مفاهیم اولیهٔ موج ۹
مشخصه‌های موج ۹
موج عرضی ۹
موج طولی ۱۵
دوپلر ۱۷
بازتاب موج ۱۷
بازتاب امواج الکترومغناطیسی ۱۷
شکست موج ۲۰
قانون شکست عمومی ۲۰
شکست امواج الکترومغناطیسی ۲۲

فصل ۴: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

مفاهیم فوتوالکتریک ۲۵
انرژی فوتون ۲۶
طیف گسیلی ۲۷
طیف خطی و پیوسته ۲۷

رابطهٔ ریدبرگ ۲۷
مدل اتمی ۲۹
نظریهٔ بور ۲۹
ترازهای انرژی در اتم هیدروژن و شعاع مدارها ۲۹
ریدبرگ و مدل اتمی بور ۳۰
لیزر ۳۲
ساختار هسته ۳۲
پایداری و انرژی بستگی هسته ۳۲
پرتوزایی طبیعی و نیمه عمر ۳۲
واپاشی آلفا -بتا - گاما ۳۲
نیمه عمر ۳۵

فصل ۳: نوسان و موج

حرکت هماهنگ ساده جابه‌جایی، مسافت و معادلهٔ مکان–زمان در حرکت هماهنگ ساده

۱. نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و مبدأ مختصات نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) است. اگر دامنهٔ حرکت نوسانگر $2cm$ و بسامد حرکتش $\frac{1}{4}Hz$ باشد، بزرگی سرعت متوسط نوسانگر در کمترین بازهٔ زمانی که از مکان $+\sqrt{2}cm$ در جهت محور x عبور می‌کند و سپس به مکان $-\sqrt{2}cm$ می‌رسد، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) صفر ۲) $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ ۳) $\frac{2\sqrt{2}}{5}$ ۴) $\sqrt{2}$

۲. جرمی متصل به فنر با بسامد $5Hz$ روی پاره‌خطی به طول $8cm$ در سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. نوسانگر در لحظهٔ t_1 از یک سانتی‌متری نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) عبور می‌کند و حرکتش در این لحظه کند شونده است. از لحظهٔ t_1 حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا نوسانگر از یک سانتی‌متری طرف دیگر نقطهٔ تعادل عبور کند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) $\frac{1}{40}$ ۲) $\frac{1}{20}$ ۳) $\frac{1}{10}$ ۴) $\frac{1}{5}$

۳. معادلهٔ حرکت نوسانگری در SI به‌صورت $x = 0/02\cos\frac{\pi}{2}t$ است. تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t_1 = \frac{1}{12}s$ تا $t_2 = \frac{25}{12}s$، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

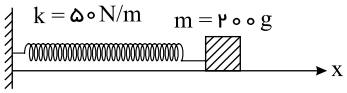
۴. معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = 0/02\cos 4\pi t$ است. در بازهٔ زمانی $t_1 = \frac{1}{12}s$ تا $t_2 = \frac{7}{6}s$ حرکت نوسانگر، چند ثانیه تندشونده است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) $\frac{5}{6}$ ۲) $\frac{7}{6}$ ۳) $\frac{7}{12}$ ۴) $\frac{13}{24}$

۵. در شکل زیر، اصطکاک سطح افقی ناچیز است. وزنه را $3cm$ از حالت تعادل در جهت محور x کشیده و رها می‌کنیم تا حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. در نیم ثانیه اول، مسافتی که نوسانگر می‌پیماید، چند برابر بزرگی جابه‌جایی آن است؟ ($\pi = \sqrt{10}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۵ ۲) ۳ ۳) ۲/۵ ۴) ۱/۵

۶. در حرکت هماهنگ سامانهٔ جرم - فنر، معادلهٔ حرکت در SI به صورت $x = 0/04\cos\frac{\pi}{2}t$ است. در بازهٔ زمانی $t_1 = 0/5s$ تا $t_2 = 5s$، چند ثانیه، بردار شتاب و سرعت هم‌زمان در جهت محور x هستند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

۷. معادلهٔ حرکت نوسانگری در SI به صورت $x = 0/04\cos 4\pi t$ است. مسافتی که نوسانگر در بازه $t_1 = 0/1s$ تا $t_2 = 1/35s$ طی می‌کند، چند متر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) $\frac{1}{5}$ ۲) $\frac{2}{5}$ ۳) $\frac{3}{5}$ ۴) $\frac{4}{5}$

۸. معادلهٔ مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $x = 0/03\cos 50\pi t$ است. در کدام بازهٔ زمانی مشخص‌شده برحسب ثانیه، بُردارهای سرعت و شتاب نوسانگر، هر دو در جهت محور x است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) $0 < t < 0/01$ ۲) $0/01 < t < 0/02$ ۳) $0/02 < t < 0/03$ ۴) $0/03 < t < 0/04$

۹. معادلهٔ حرکت نوسانگری در SI به‌صورت $x = 0/04\cos\frac{4\pi}{3}t$ است. حداقل بازهٔ زمانی دو عبور متوالی از مکان $x = 2cm$ چند ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

WWW.ArefOnline.ir

۱۰. معادلهٔ مکان ـ زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = A\cos ۵۰\pi t$ است. اگر تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰s$ تا $t_۲ = ۰/۰۲s$ برابر با $۱/۵\frac{m}{s}$ باشد، دامنهٔ نوسان چند سانتی‌متر است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱/۵ ۲) ۳ ۳) ۴/۵ ۴) ۶

۱۱. معادلهٔ مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $x = A\cos\frac{۱۶\pi}{۳}t$ است. در ۰/۵ ثانیهٔ اول حرکت، تندی متوسط نوسانگر چند برابر بزرگی سرعت متوسط آن است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $\frac{۱۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱۱}{۶}$ ۳) $\frac{۲۲}{۳}$ ۴) ۶

۱۲. معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ نوسانگری در SI به‌صورت $x = ۰/۰۲\cos ۶\pi t$ است. بیشترین سرعت متوسط نوسانگر در مدت $۰/۵s$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۲ ۲) ۸ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) $۴\sqrt{۲}$

۱۳. نوسانگری با دامنهٔ A نوسان می‌کند. اگر حداقل زمانی که نوسانگر از نقطهٔ تعادل $(x = ۰)$ به مکان $x = \frac{A}{۲}$ می‌رسد، $\frac{۱}{۶۰}$ ثانیه باشد، نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۶۰۰ ۲) ۳۶۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

۱۴. معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ نوسانگری در SI به صورت $x = ۰/۰۴\cos ۴\pi t$ است. تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰$ تا $t_۳ = \frac{۱}{۳}s$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۱۸ ۲) ۲۴ ۳) ۳۰ ۴) ۳۲

۱۵. جسمی را که به فنری متصل است، از وضعیت تعادل به اندازهٔ $۲cm$ می‌کشیم و در لحظهٔ $t = ۰$ رها می‌کنیم. با فرض اینکه این جسم حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد، مسافتی را که از لحظهٔ $t_۱ = \frac{T}{۴}$ تا لحظهٔ $t_۲ = \frac{۳T}{۸}$ می‌پیماید، چند سانتی‌متر است؟ (T دورهٔ تناوب حرکت است.) مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۴) $\sqrt{۲}$

۱۶. نوسانگر وزنه - فنر با دورهٔ ۲ ثانیه روی پاره‌خطی به طول ۸ سانتی‌متر در راستای قائم نوسان می‌کند. اگر نوسانگر در لحظهٔ $t = ۰s$ در بالاترین نقطهٔ مسیر باشد، تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t = ۰s$ تا $t = \frac{۵}{۳}s$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) ۳/۲ ۲) ۶/۲ ۳) ۸/۴ ۴) ۱۲/۴

تحلیل نوع حرکت و سرعت، شتاب و نیرو در حرکت هماهنگ ساده

۱۷. نوسانگر ساده‌ای روی پاره‌خطی به‌طول ۴ سانتی‌متر نوسان می‌کند و در هر ثانیه یک‌بار طول این پاره‌خط را طی می‌کند. بیشینهٔ سرعت این نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) $۰/۰۲\pi$ ۲) $۰/۰۴\pi$ ۳) ۲π ۴) ۴π

۱۸. نوسانگری روی سطح افقی بدون اصطکاک نوسان می‌کند، لحظه‌ای که جهت نوسانگر تغییر می‌کند، بزرگی شتاب آن $۰/۸\pi^۲\frac{m}{s^۲}$ و لحظه‌ای که نیروی وارد بر نوسانگر صفر می‌شود، بزرگی سرعت آن به $۰/۲\pi\frac{m}{s}$ می‌رسد. بزرگی شتاب نوسانگر در مکان $x = ۱cm$، چند متر بر مربع ثانیه است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) $۰/۱۶\pi^۲$ ۲) $۰/۳۶\pi^۲$ ۳) ۵π ۴) ۵۰π

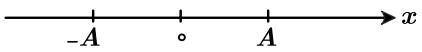
۱۹. معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به صورت $x = ۰/۰۴\cos ۵۰t$ است. سرعت نوسانگر در لحظهٔ $t = ۰/۰۷\pi\ s$ چند متر بر ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) صفر ۲) -۱ ۳) ۱ ۴) ۲

WWW.ArefOnline.ir

۲۰. در شکل زیر، نوسانگر ساده‌ای بین دو نقطهٔ A و $-A$ در نوسان است. در کدام حالت، بزرگی شتاب نوسانگر بیشینه است و در کدام حالت، در حالی که حرکت نوسانگر کندشونده است، شتاب در جهت محور x است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) در نقطهٔ A یا $-A$ باشد. - بین مرکز نوسان و $-A$، به سمت $-A$ در حرکت باشد.

۲) در نقطهٔ A یا $-A$ باشد. - به سمت A یا $-A$ در حال حرکت باشد.

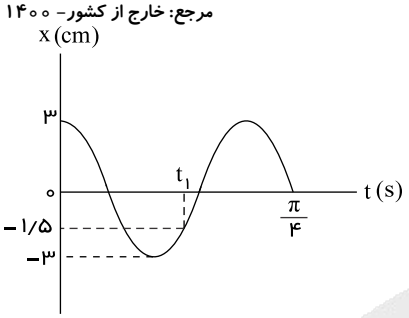
۳) در حال عبور از مرکز نوسان - در حال نزدیک شدن به A یا $-A$

۴) در حال عبور از مرکز نوسان - در حال نزدیک شدن به $-A$

نمودارهای حرکت مکان–زمان در حرکت هماهنگ ساده

۲۱. نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل زیر است. نیروی خالص وارد بر نوسانگر در لحظهٔ t_1 چند نیوتون است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۰٫۲

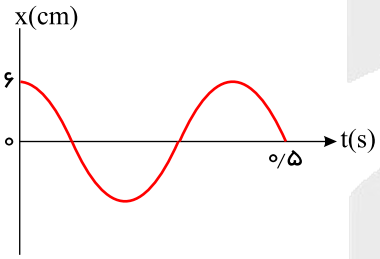
۲) ۰٫۳

۳) $۰٫۲\sqrt{۳}$

۴) $۰٫۳\sqrt{۲}$

۲۲. نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است. بزرگی شتاب متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t_1 = ۰٫۱s$ تا $t_2 = ۰٫۸s$ چند متر بر مربع ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲



۱) $\frac{۲۵}{۷}\pi$

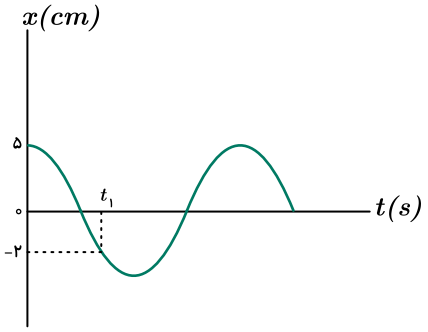
۲) $\frac{۱۵}{۷}\pi$

۳) $\frac{۳}{۷}\pi$

۴) $\frac{۲}{۷}\pi$

۲۳. نمودار مکان ـ زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده که دورهٔ حرکت آن T است، مطابق شکل است. چه مدت پس از لحظهٔ t_1 نوسانگر برای اولین بار از مکان $x = +۲cm$ عبور می‌کند؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) $\frac{T}{۳}$

۲) $\frac{T}{۲}$

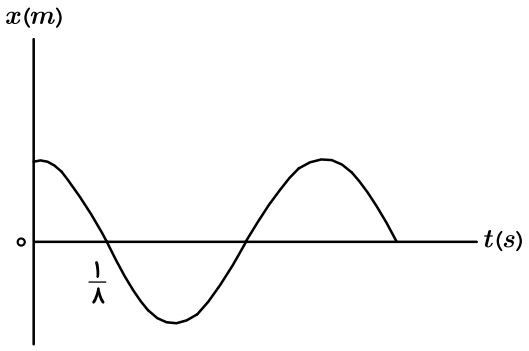
۳) $\frac{T}{۴}$

۴) $\frac{۲T}{۳}$

WWW.ArefOnline.ir

۲۴. نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل است. اگر تندی متوسط در مدت یک دوره برابر $۲۴\frac{cm}{s}$ باشد، بزرگی جابه‌جایی در بازهٔ $t_۱ = ۰s$ تا $t_۲ = \frac{۳}{۴}s$، چند سانتی‌متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

نوسان جرم و فنر

۲۵. جسمی به جرم $۴۰۰g$ به فنری با ثابت $k = ۳۶۰N/m$ بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاکی حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، این جسم در مدت یک ثانیه چند نوسان انجام می‌دهد؟ $(\pi \simeq ۳)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

۲۶. جسمی به جرم m به فنری به ثابت k متصل است و با دورهٔ $۰/۱\pi$ ثانیه نوسان می‌کند. اگر جرم جسم $۱۹۰g$ کاهش یابد با دورهٔ $۰/۰۹\pi$ ثانیه نوسان می‌کند. k چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

۲۷. وزنه‌ای به جرم $۲۰۰g$ به انتهای فنری که ثابت آن $k = ۲۰۰\frac{N}{m}$ است بسته شده و روی سطح افقی با دامنهٔ ۴cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. مسافتی که نوسانگر در مدت $۰/۱s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۱۶ ۲) ۱۲ ۳) ۸ ۴) ۴

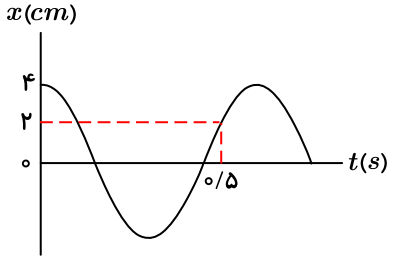
۲۸. اگر جرم وزنهٔ آویخته از فنر را ۳۲۰ گرم کاهش دهیم، دورهٔ آن در حرکت هماهنگ ساده، ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. جرم اولیهٔ وزنه چند گرم است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۸۰۰ ۲) ۷۲۰ ۳) ۶۴۰ ۴) ۵۰۰

۲۹. نمودار مکان ـ زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر است. حداکثر تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ $(\pi = ۳)$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



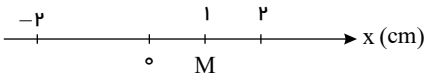
۱) ۰/۲ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۶

WWW.ArefOnline.ir

معادلات و نمودارهای شتاب–مکان، نیرو–مکان

۳۰. نوسانگری به جرم $۲kg$ به انتهای فنری با ثابت k متصل است و مطابق شکل زیر روی سطح افقی بدون اصطکاک با دامنهٔ $۲cm$ نوسان می‌کند. اگر بزرگی شتاب نوسانگر در نقطهٔ M، $۴\frac{m}{s^۲}$ باشد، k چند نیوتون بر متر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۸۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۸۰
۴) ۴۰

۳۱. نوسانگری روی پاره‌خطی، به طول $۸cm$ روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر در لحظه‌ای که فاصلهٔ نوسانگر از نقطهٔ تعادل برابر $۲cm$ است، بزرگی شتاب برابر $\frac{\pi^۲}{۲}\ (\frac{m}{s^۲})$ باشد، تندی نوسانگر در لحظهٔ عبور از نقطهٔ تعادل چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) $\frac{\pi}{۱۰}$
۲) $\frac{\pi}{۵}$
۳) ۱۰π
۴) ۲۰π

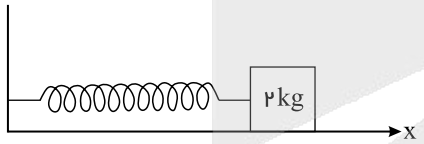
۳۲. نوسانگری روی سطح افقی بدون اصطکاک، روی پاره‌خطی به طول $۴cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ تندی آن $۰/۰۸\pi\frac{m}{s}$ باشد، بزرگی شتاب نوسانگر در لحظه‌ای که جهت حرکت آن تغییر می‌کند، در SI چقدر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) $۰/۰۶\pi^۲$
۲) $۰/۰۴\pi^۲$
۳) $۰/۱۶\pi^۲$
۴) $۰/۳۲\pi^۲$

۳۳. مطابق شکل، وزنه‌ای به جرم $۲kg$ به فنری که ثابت آن $۲۰۰\frac{N}{m}$ است بسته شده و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر کمترین و بیشترین طول فنر در حین نوسان به‌ترتیب $۴۰cm$ و $۵۰cm$ باشد، در لحظه‌ای که شتاب نوسانگر $\vec{a}=(۲\frac{m}{s^۲})\vec{i}$ است، طول فنر چند سانتی‌متر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲



۱) ۴۲
۲) ۴۳
۳) ۴۷
۴) ۴۸

انرژی حرکت هماهنگ ساده انرژی جنبشی و پتانسیل

۳۴. نوسانگری به جرم $۱۰۰g$ به انتهای فنری که ثابت آن $۴۰N/m$ است، بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر انرژی مکانیکی نوسانگر $۸mJ$ باشد، لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است، سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۵}$
۳) $۱۰\sqrt{۲}$
۴) $۲۰\sqrt{۲}$

۳۵. جسمی به جرم $۱۰۰g$ به فنری متصل است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ انرژی جنبشی نوسانگر $۰/۸mJ$ باشد، لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر $۰/۴mJ$ است، سرعت نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۲
۲) $۴\sqrt{۵}$
۳) ۴
۴) $۴\sqrt{۱۰}$

۳۶. نوسانگری به جرم $۲۰۰g$ روی پاره‌خطی به طول $۴cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و در هر دقیقه ۱۵۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. در لحظه‌ای که بزرگی سرعت نوسانگر $۵\sqrt{۲}\pi\frac{cm}{s}$ است، انرژی پتانسیل آن چند میلی ژول است؟ $(\pi^۲=۱۰)$

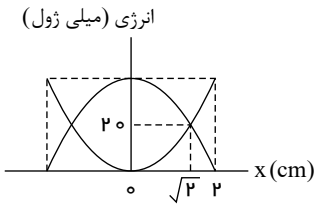
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۲/۵
۲) ۵
۳) ۷
۴) ۱۰

WWW.ArefOnline.ir

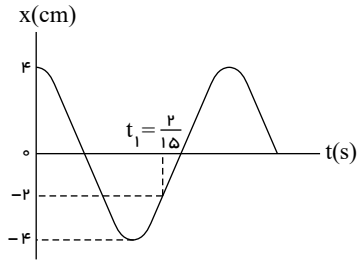
۳۷. شکل زیر، نمودار تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل سامانهٔ جرم- فنری را برحسب مکان نشان می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد که انرژی جنبشی نوسانگر از صفر به $۴۰mJ$ برسد برابر $۰/۰۵s$ باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در لحظهٔ عبور از مکان $x = ۰$ چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) $\frac{\pi}{۵}$
۲) $\frac{\pi}{۱۰}$
۳) ۲π
۴) ۱۰π

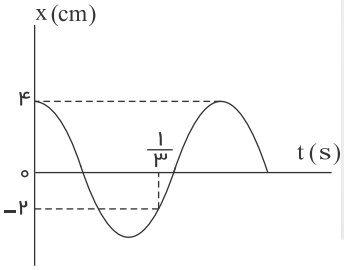
۳۸. نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۵۰ گرم مطابق شکل زیر است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) $\frac{۱}{۲۵۰}$
۲) $\frac{۱}{۲۵}$
۳) $\frac{۲}{۵}$
۴) $\frac{۱}{۵۰}$

۳۹. نمودار مکان - زمان حرکت نوسانگری مطابق شکل زیر است. انرژی جنبشی نوسانگر در لحظهٔ $t = \frac{۳}{۱۶}s$ چند برابر انرژی مکانیکی آن است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) $\frac{۱}{۴}$
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۳}{۴}$
۴) ۱

۴۰. معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر ساده‌ای در SI به‌صورت $x = ۰/۰۵\cos ۲۰\pi t$ است اگر جرم نوسانگر ۱۲۰ گرم باشد، انرژی جنبشی نوسانگر در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۸}s$، چند میلی‌ژول است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) $۱۲\pi^۲$
۲) $۳۰\pi^۲$
۳) $۶۰\pi^۲$
۴) صفر

۴۱. جسمی به جرم $۲/۰kg$ به فنری با ثابت $۲/۰\frac{N}{cm}$ متصل است و در راستای افقی با دامنهٔ $۸/۰cm$ نوسان می‌کند. وقتی تندی جسم $۴۰\frac{cm}{s}$ است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چند ژول است؟ (از نیروهای اتلاقی چشم‌پوشی شود.)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۰/۴۸
۲) ۰/۳۲
۳) ۰/۱۶
۴) ۰/۶۴

رابطهٔ انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

۴۲. دامنهٔ حرکت نوسانگری $۵cm$ و دورهٔ تناوب حرکتش $\frac{۱}{۱۰}s$ است. لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، سرعت نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

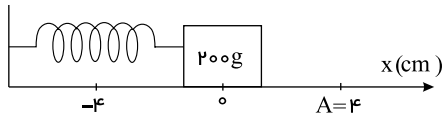
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۱۰۰π
۲) ۵۰π
۳) $۲۵\pi\sqrt{۳}$
۴) $۵۰\pi\sqrt{۲}$

WWW.ArefOnline.ir

۴۳. مطابق شکل زیر، نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر از مکان $x_1 = 1cm$ در جهت مثبت محور x عبور کند و به مکان $x_2 = -1cm$ برسد، برابر ۲ ثانیه باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی‌ژول است؟ $(\pi^2 = 10)$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۰٫۱ ۲) ۰٫۲ ۳) ۰٫۴ ۴) ۰٫۸

۴۴. جسمی به جرم m به فنری با ثابت $5\frac{N}{cm}$ متصل است. فنر را به اندازهٔ $4cm$ می‌کشیم و سپس رها می‌کنیم و جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک شروع به نوسان می‌کند. لحظه‌ای که تندی نوسانگر به $\frac{\sqrt{2}}{2}$ تندی بیشینه می‌رسد، انرژی مکانیکی آن چند ژول از انرژی جنبشی آن بیشتر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۰٫۱ ۲) ۰٫۲ ۳) ۰٫۳ ۴) ۰٫۴

۴۵. نوسانگری به جرم $100g$ روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر دامنهٔ حرکت $2cm$، انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در یک لحظه به‌ترتیب $5mJ$ و $15mJ$ باشد، بسامد نوسان چند هرتز است؟ $(\pi^2 = 10)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۴۶. نوسانگری به جرم ۴۰۰ گرم، روی پاره‌خطی به طول ۱۰ سانتی‌متر، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر حداقل زمان لازم برای طی یک مسافت ۵ سانتی‌متری برابر $\frac{1}{30}$ ثانیه باشد، بیشینهٔ انرژی جنبشی این نوسانگر، چند میلی‌ژول است؟ $(\pi = 3)$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۹۰۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۹۰ ۴) ۴۵

۴۷. جسمی به جرم $100g$ روی پاره‌خطی به طول $4cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ تکانهٔ نوسانگر در SI، $2 \times 10^{-3}\pi$ باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میکروژول است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) $20\pi^2$ ۲) $10\pi^2$ ۳) $2\pi^2$ ۴) π^2

۴۸. وزنه‌ای به جرم ۱۰۰ گرم با بسامد ۲۰ هرتز روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی آن نصف مقدار بیشینه‌اش شود، انرژی جنبشی آن به $0/1\pi^2 J$ می‌رسد. معادلهٔ مکان ـ زمان آن در SI کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) $x = 0/05\cos 40\pi t$ ۲) $x = 0/05\cos 20\pi t$ ۳) $x = 0/02\cos 40\pi t$ ۴) $x = 0/02\cos 20\pi t$

۴۹. وزنهٔ m به فنری بسته شده است و این سیستم با دامنهٔ A حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و انرژی مکانیکی آن $8J$ است. اگر وزنهٔ $\frac{m}{2}$ را به همان فنر ببندیم و با همان دامنهٔ A به نوسان درآوریم، انرژی مکانیکی این سیستم چند ژول می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) $2\sqrt{2}$ ۴) $4\sqrt{2}$

۵۰. اگر در یک سامانهٔ وزنه - فنر، جرم بسته‌شده به فنر را دو برابر کنیم، با ثابت ماندن دامنهٔ نوسان، انرژی مکانیکی سامانه چند برابر می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۱

۵۱. معادلهٔ نیرو - مکان نوسانگر وزنه - فنری در SI به صورت $F = -\frac{\pi^2}{10}x$ است. اگر جرم نوسانگر ۱۰۰ گرم و انرژی مکانیکی نوسانگر $2\pi^2 mJ$ باشد، معادلهٔ مکان - زمان آن در SI کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) $x = 0/2\cos 4\pi t$ ۲) $x = 0/02\cos \pi t$ ۳) $x = 0/2\cos \pi t$ ۴) $x = 0/02\cos 4\pi t$

۵۲. فنری را از یک نقطه آویزان می‌کنیم و به سر دیگر آن وزنهٔ ۲۰۰ گرمی وصل می‌کنیم. طول فنر $2/5cm$ افزایش می‌یابد و وزنه به تعادل می‌رسد. اگر این وزنه را در راستای قائم با دامنهٔ $2cm$ به نوسان درآوریم، بیشینهٔ انرژی جنبشی آن چند میلی‌ژول می‌شود؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۸۰ ۲) ۱۶ ۳) ۳۲ ۴) ۴۰

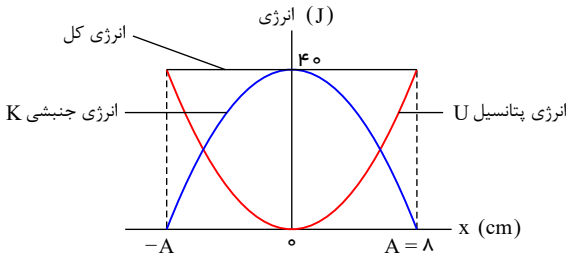
WWW.ArefOnline.ir

۵۳. معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = ۰/۰۴\cos ۲۰\pi t$ است. در لحظه‌ای که انرژی مکانیکی نوسانگر ۲ برابر انرژی جنبشی آن است، تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) $\frac{\sqrt{۲}\pi}{۵}$ ۲) $\frac{۲\sqrt{۲}\pi}{۵}$ ۳) $\frac{۴\pi}{۵}$ ۴) $\frac{۸\pi}{۵}$

نمودارهای انرژی

۵۴. نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی یک نوسان‌کننده به جرم ۵۰۰ گرم که در راستای محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، به‌صورت شکل زیر است. بسامد نوسان چند هرتز است؟ $(\pi = \sqrt{۱۰})$ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۵۰
۲) ۴۰
۳) ۲۵
۴) ۱۰

آونگ ساده

۵۵. آونگ ساده‌ای به طول $۸۰cm$ با دامنهٔ کم در حال نوسان است. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا دورهٔ نوسان آن نصف شود؟ مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۶۰ سانتی‌متر کاهش دهیم. ۲) ۶۰ سانتی‌متر افزایش دهیم. ۳) ۲۰ سانتی‌متر کاهش دهیم. ۴) ۲۰ سانتی‌متر افزایش دهیم.

۵۶. آونگ ساده‌ای در مدت ۷۲ ثانیه، ۴۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا در همان مکان و در همان مدت ۴۵ نوسان کامل انجام دهد؟ $(g = \pi^۲\frac{m}{s^۲})$ مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) $۹cm$ کاهش دهیم. ۲) $۹cm$ افزایش دهیم. ۳) $۱۷cm$ کاهش دهیم. ۴) $۱۷cm$ افزایش دهیم.

۵۷. در مکانی که شتاب گرانش برابر $g = \pi^۲\frac{m}{s^۲}$ است، طول آونگ ساده‌ای را چند سانتی‌متر انتخاب کنیم تا در هر ثانیه یک نوسان کامل انجام دهد؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۱۰۰ ۲) ۷۵ ۳) ۵۰ ۴) ۲۵

۵۸. دو آونگ A و B در یک مکان، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند و در یک لحظه هر دو در انتهای مسیر خود قرار دارند، از آن لحظه، در مدتی که تندی آونگ A، برای اولین‌بار بیشینه می‌شود، آونگ B، به انتهای دیگر مسیر خود می‌رسد. طول آونگ A، چند برابر طول آونگ B است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۵۹. آونگ ساده‌ای در مدت ۳۶ ثانیه، ۲۰ نوسان انجام می‌دهد. اگر طول آونگ ساده $۱۷cm$ کاهش یابد، در مدت ۴۰ ثانیه چند نوسان انجام می‌دهد؟ $(g = \pi^۲)$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۲۵ ۲) ۲۸ ۳) ۳۰ ۴) ۳۲

۶۰. طول آونگ ساده‌ای را ۱۷ سانتی‌متر تغییر می‌دهیم، دورهٔ آن ۱۲/۵ درصد افزایش می‌یابد. دورهٔ آونگ (قبل از تغییر طول) چند ثانیه است؟ $(g = \pi^۲\frac{m}{s^۲})$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۴ ۳) ۱/۶ ۴) ۱/۸

۶۱. ذره‌ای حرکت نوسانی ساده با دامنهٔ $۷mm$ انجام می‌دهد. اگر بیشترین تندی این ذره $۴/۴\frac{m}{s}$ باشد، دورهٔ تناوب حرکت کدام است؟ $(\pi = \frac{۲۲}{۷})$ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۱۱ ۳) ۰/۰۲ ۴) ۰/۰۱

WWW.ArefOnline.ir

موج و انواع آن مفاهیم اولیهٔ موج

۶۲. بسامد اصلی یک تار ویولن به طول $۲۰cm$ برابر $۵۰۰Hz$ است. طول موج امواج صوتی گسیل‌شده توسط تار، چند سانتی‌متر است؟ (سرعت صوت را در هوا $۳۴۰\frac{m}{s}$ بگیرید.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۸۰ ۲) ۶۸ ۳) ۴۰ ۴) ۳۴

۶۳. طول موج یک موج الکترومغناطیسی ۳ متر است. مسافتی که این موج در مدت $۶۰ns$ طی می‌کند، چند برابر طول موج است؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۶ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

مشخصه‌های موج موج عرضی

۶۴. یک موج عرضی در طنابی در حال انتشار است. کدام کمیت در یک بازهٔ زمانی معین برای تمام ذرات طناب یکسان است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) مسافت ۲) جابه‌جایی ۳) شتاب متوسط ۴) بسامد زاویه‌ای

۶۵. چگالی خطی جرم (جرم واحد طول) در یک سیم که در ساز موسیقی به‌کار رفته $۴ \times ۱۰^{-۳}kg/m$ است و این سیم بین دو نقطه با نیروی $۲۵۰N$ کشیده شده است. اگر بسامد صوت حاصل از ساز $۳۱۲٫۵Hz$ باشد، طول موج ایجاد شده در آن چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۰٫۵۰ ۲) ۰٫۷۵ ۳) ۰٫۸۰ ۴) ۱٫۲۵

۶۶. تاری به طول یک متر و به جرم ۸ گرم با نیروی کشش $۳۲۰N$ بین دو نقطه بسته شده است. موج عرضی در تار ایجاد می‌کنیم. این موج طول تار را در چند ثانیه طی می‌کند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۰٫۰۲۰ ۲) ۰٫۰۵۰ ۳) ۰٫۰۰۲ ۴) ۰٫۰۰۵

۶۷. در سیمی به چگالی $۱۰\frac{g}{cm^{۳}}$ موج عرضی با بسامد ۶۰۰ هرتز ایجاد شده و طول موج آن $۲۰cm$ است. اگر نیروی کشش این سیم $۳۶N$ باشد، سطح مقطع این سیم چند میلی‌متر مربع است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۰٫۲۵ ۲) ۰٫۵ ۳) ۱ ۴) ۲

۶۸. موج عرضی سینوسی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن وارد می‌شود. بسامد و طول موج آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند ۲) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد ۳) ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد ۴) ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد

۶۹. سطح مقطع یک تار مرتعش $۲mm^{۲}$ و چگالی آن $۸\frac{g}{cm^{۳}}$ است. اگر تندی انتشار موج در تار $۲۵\frac{m}{s}$ باشد، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

۷۰. نیروی کشش یک تار $۶۰N$ است و هنگامی که با بسامد ۲۰۰ هرتز به ارتعاش درمی‌آید، طول موج در آن ۲۵ سانتی‌متر می‌شود. اگر چگالی تار $۸\frac{g}{cm^{۳}}$ باشد، قطر مقطع آن چند میلی‌متر است؟ ($\pi = ۳$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۷۱. تار مرتعشی به قطر $۲mm$ و چگالی $۷٫۸\frac{g}{cm^{۳}}$ با نیروی $۲۳۴N$ کشیده می‌شود و در آن موج عرضی با بسامد $۲۰۰Hz$ ایجاد می‌شود. فاصلهٔ یک قله و یک درهٔ بعد از آن چند سانتی‌متر است؟ ($\pi = ۳$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱۲٫۵ ۲) ۲۲٫۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰

۷۲. فنری به جرم $۲۰۰g$ و طول $۵۰cm$ را با نیروی $۱۰N$ می‌کشیم. اگر سر آزاد فنر با بسامد $۲۰Hz$ به نوسان درآوریم، طول موج ایجادشده در فنر چند سانتی‌متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۲٫۵ ۲) ۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰

WWW.ArefOnline.ir

۷۳. جرم و نیروی کشش دو تار مسی A و B با هم برابر و سطح مقطع تار A، ۴ برابر سطح مقطع تار B است. اگر تندی انتشار موج عرضی در تار A، $۱۰۰\frac{m}{s}$ باشد، تندی انتشار این موج در تار B چند متر بر ثانیه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) $۱۰۰\sqrt{۲}$ ۲) ۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

۷۴. در سیمی با چگالی $۷٫۸\frac{g}{cm^۳}$ و سطح مقطع $۰٫۵mm^۲$، یک موج عرضی ایجاد کرده‌ایم. اگر نیروی کشش سیم $۱۵۶N$ باشد، مسافتی که این موج در مدت یک ثانیه طی می‌کند، چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۴۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۲۰۰

۷۵. یک نوسان‌ساز، موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده‌شده ایجاد می‌کند. اگر کشش ریسمان را افزایش دهیم، «تندی موج»، «دورهٔ تناوب موج» و «طول موج»، به‌ترتیب، چه تغییری می‌کنند؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) افزایش می‌یابد، ثابت می‌ماند و کاهش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد و ثابت می‌ماند.
۳) افزایش می‌یابد، ثابت می‌ماند و افزایش می‌یابد.
۴) ثابت می‌ماند، کاهش می‌یابد و افزایش می‌یابد.

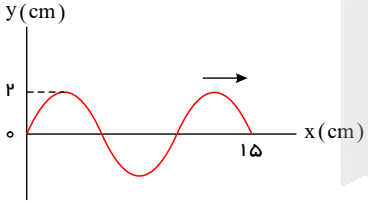
۷۶. یک موج سینوسی از قسمت ضخیم طنابی به قسمت نازک آن وارد می‌شود. بخشی از این موج از مرز عبور می‌کند و بخشی از آن بازمی‌تابد. کدام کمیت موج عبوری در مقایسه با موج فرودی کاهش می‌یابد؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) دامنه ۲) دورهٔ تناوب ۳) تندی انتشار ۴) طول موج

۷۷. شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر نیروی کشش ریسمان $۸۰N$ و چگالی خطی (جرم واحد طول) آن $۰٫۲kg/m$ باشد، هر یک از ذرات ریسمان در مدت $۰٫۰۱s$ مسافت چند سانتی‌متر را طی می‌کنند؟

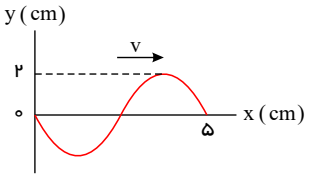
مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۶

۷۸. نقش یک موج عرضی که در یک طناب با سرعت $۲۰\ cm/s$ در حال انتشار است، مطابق شکل زیر است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت $\frac{۱}{۸}s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟

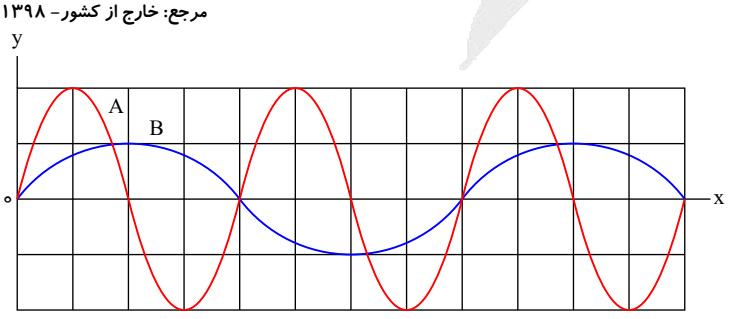
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۸

۷۹. در شکل زیر، دو موج مکانیکی A و B در یک محیط منتشر می‌شوند. اگر T دورهٔ موج و v سرعت انتشار موج باشد، $\frac{T_A}{T_B}$ و $\frac{v_A}{v_B}$ به‌ترتیب کدام‌اند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

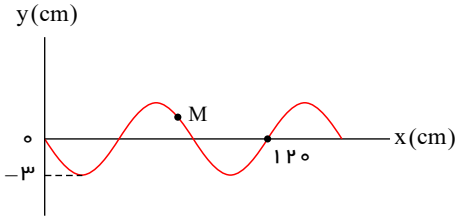


۱) ۲ و ۱
۲) ۲ و $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$
۴) ۱ و $\frac{۱}{۲}$

WWW.ArefOnline.ir

۸۰. شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در یک طناب در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد که با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ در حال انتشار است. مسافتی که ذرهٔ M در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۰۱s$ تا $t_۲ = ۰/۰۵s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟

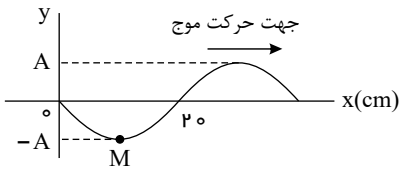
مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۳
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۲

۸۱. شکل زیر، تصویری از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. اگر سرعت انتشار موج $۲\frac{m}{s}$ باشد در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۲۵s$ تا $t_۲ = ۰/۳۵s$ حرکت ذرهٔ M چگونه است؟

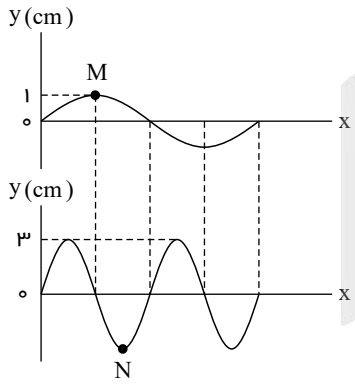
مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ابتدا کند شونده و سپس تند شونده
۲) ابتدا تند شونده و سپس کند شونده
۳) پیوسته کند شونده
۴) پیوسته تند شونده

۸۲. در شکل زیر، دو موج عرضی با تندی‌های مساوی در دو طناب منتشر می‌شوند. در مدت زمانی که ذرهٔ M، دو نوسان انجام می‌دهد. ذرهٔ N چند نوسان انجام می‌دهد؟

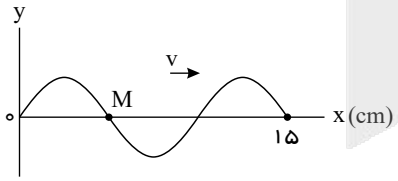
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۸۳. شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی را در لحظهٔ $t_۱$ در یک ریسمان کشیده شده نشان می‌دهد. اگر سرعت انتشار موج $۲۰\frac{cm}{s}$ باشد، در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲ = t_۱ + \frac{۹}{۴}s$ چند بار جهت حرکت ذرهٔ M تغییر کرده است؟

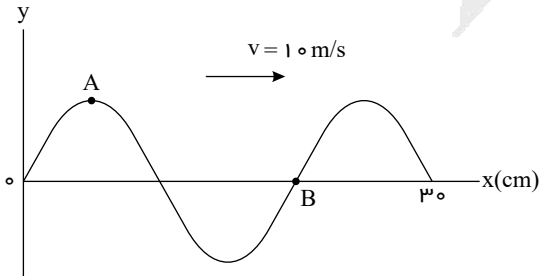
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۷
۲) ۸
۳) ۹
۴) ۱۰

۸۴. شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظهٔ $t_۱$ نشان می‌دهد. در لحظهٔ $t_۲ = t_۱ + \frac{۹}{۴۰۰}s$ کدام مورد، درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

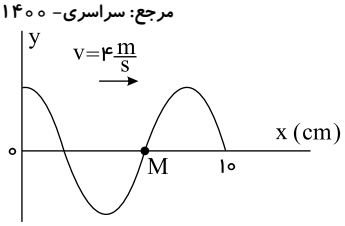


۱) تندی ذرهٔ B، صفر است.
۲) تندی ذرهٔ A، بیشینه است.
۳) حرکت ذرهٔ A، تندشونده است.
۴) حرکت ذرهٔ B، تندشونده است.

WWW.ArefOnline.ir

۸۵. شکل زیر، تصویری از موجی عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. اگر تندی متوسط حرکت ذرهٔ M در مدت $۰/۲۵s$ برابر $۶\frac{m}{s}$ باشد، دامنهٔ موج چند سانتی‌متر است؟

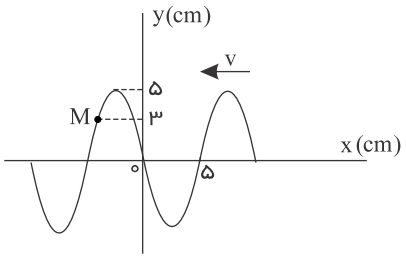
مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۶

۸۶. شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده‌شده را در لحظهٔ $t_۱$ نشان می‌دهد و موج به سمت چپ حرکت می‌کند، اگر تندی موج $۲۰\frac{cm}{s}$ باشد، بزرگی سرعت متوسط ذرهٔ M در مدت $t_۱$ تا $t_۱ + \frac{۱}{۴}s$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

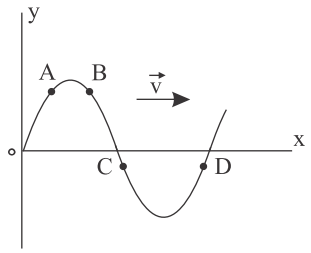
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۱۲
۲) ۲۰
۳) ۲۴
۴) ۴۰

۸۷. شکل زیر، موج مکانیکی عرضی سینوسی را در یک لحظه نشان می‌دهد. پس از این لحظه، تندی کدام ذره، زودتر صفر می‌شود؟

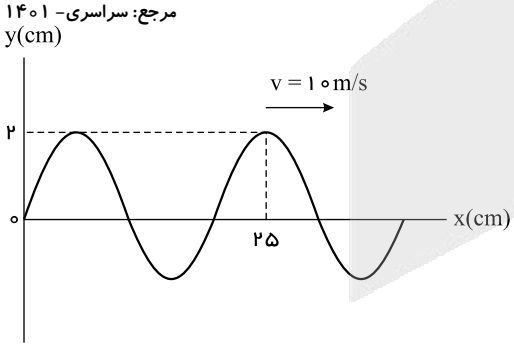
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۸۸. کدام موارد با توجه به شکل زیر که تصویر لحظه‌ای از یک موج عرضی را نشان می‌دهد، درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



الف- مسافتی که موج در هر ثانیه طی می‌کند، برابر $۲۰cm$ است.

ب- مسافتی که هر ذره از محیط در مدت $۰/۰۱s$ طی می‌کند، $۴cm$ است.

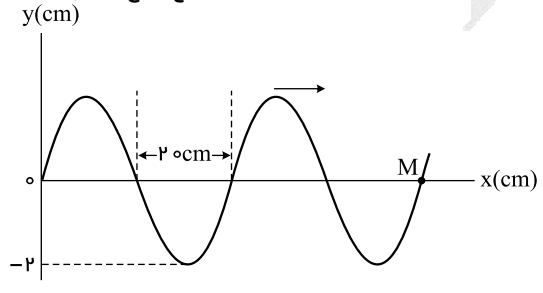
پ- جابه‌جایی هریک از ذرات محیط در مدت $۰/۰۱s$ برابر $۴cm$ است.

ت- جابه‌جایی هریک از ذرات محیط در مدت $۰/۰۲s$ برابر صفر است.

۱) «الف» و «ت»
۲) «الف» و «پ»
۳) «ب» و «ت»
۴) «ب» و «پ»

۸۹. شکل زیر، موجی را در لحظهٔ t نشان می‌دهد که با تندی $۲۰\frac{m}{s}$ در جهت محور x منتشر می‌شود. تندی نقطهٔ M در آن لحظه، چند متر بر ثانیه و جهت حرکت آن کدام است؟

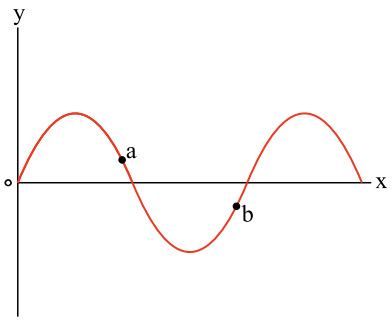
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۳٫۱۴، بالا
۲) ۳٫۱۴، پایین
۳) ۶٫۲۸، بالا
۴) ۶٫۲۸، پایین

WWW.ArefOnline.ir

۹۰. نقش یک موج عرضی در یک لحظه مطابق شکل است. اگر در این لحظه انرژی جنبشی ذرهٔ a در حال افزایش باشد، جهت انتشار موج کدام است و جهت شتاب ذرهٔ b به ترتیب، در این لحظه کدام است؟



مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

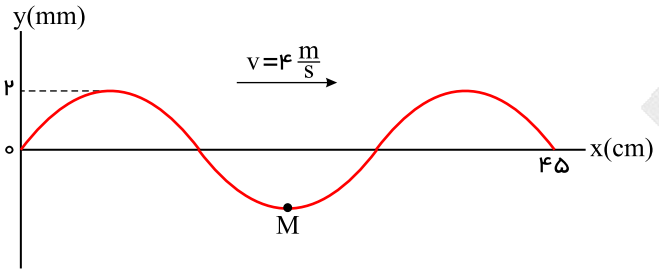
۱) خلاف جهت محور x و در جهت محور y

۲) در جهت محور x و خلاف جهت محور y

۳) در جهت محور x و در جهت محور y

۴) خلاف جهت محور x و خلاف جهت محور y

۹۱. شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. تندی متوسط نقطهٔ M از لحظهٔ $t_۱ = ۰s$ تا لحظهٔ $t_۲ = ۰/۰۵s$ چند متر بر ثانیه است؟



مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ۰/۰۵

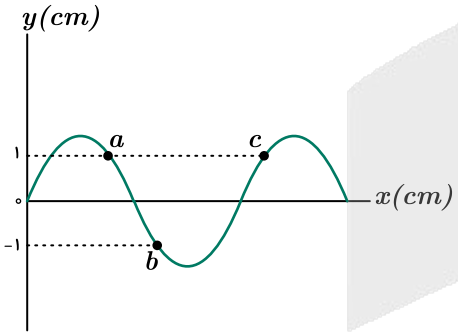
۲) ۰/۰۶

۳) ۰/۰۸

۴) ۰/۱۰

۹۲. شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد و موج در جهت محور x در طول ریسمان کشیده‌شده‌ای حرکت می‌کند. کدام مورد دربارهٔ ذرات a، b و c درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) تندی ذرات a و b با هم برابر است.

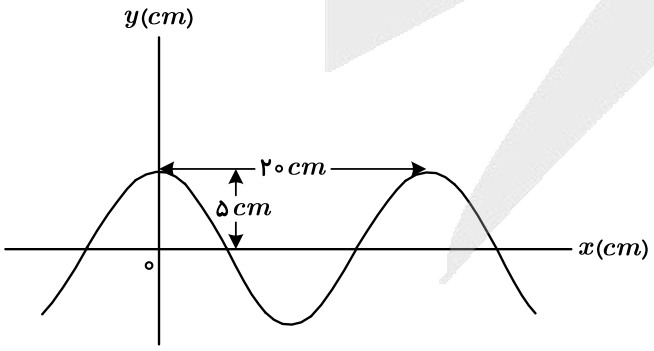
۲) حرکت ذرات a و c تندشونده است.

۳) فاصلهٔ a و c برابر طول موج است.

۴) فاصلهٔ a و b برابر نصف طول موج است.

۹۳. نمودار جابه‌جایی - مکان یک موج عرضی که در یک ریسمان در حال انتشار است، مطابق شکل است. اگر تندی انتشار موج $۱۰\frac{m}{s}$ باشد، مسافتی که هر یک از ذرات ریسمان در مدت $۰/۰۱s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) ۲۰

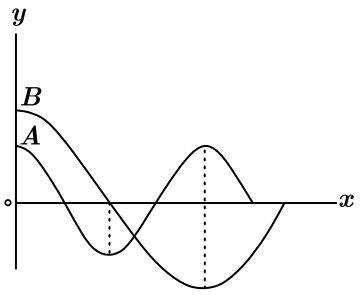
۲) ۱۵

۳) ۱۰

۴) ۵

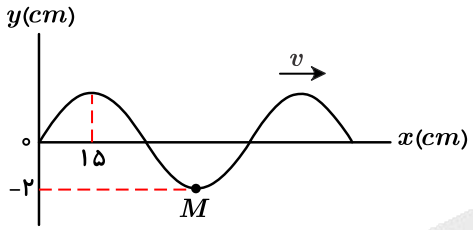
WWW.ArefOnline.ir

۹۴. نمودار جابه‌جایی - مکان دو موج عرضی که در یک محیط در حال انتشارند، مطابق شکل است. در مدتی که چشمهٔ موج A، ۱۰۰ نوسان انجام می‌دهد، چشمهٔ موج B چند نوسان انجام می‌دهد؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳



۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۲۰۰

۹۵. شکل زیر، نقش یک موج عرضی در طنابی را نشان می‌دهد. اگر ذرهٔ M در هر $\frac{1}{8}$ ثانیه مسافت $4cm$ را طی کند، تندی انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

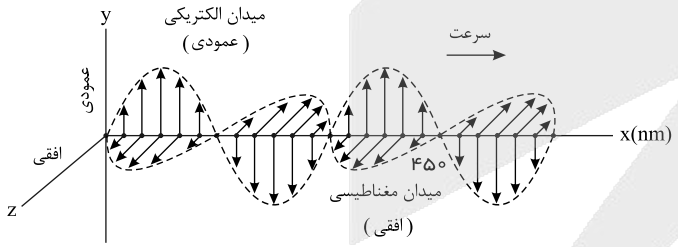


۱) ۲٫۴ ۲) ۴ ۳) ۴٫۸ ۴) ۸

۹۶. در یک عمل جراحی چشم از پرتو لیزر که طول موج آن در هوا $0/6\mu m$ و بسامد آن f است، استفاده می‌شود. اگر طول موج این پرتو در زجاجیهٔ چشم $\lambda' = 0/45\mu m$ و سرعت انتشار نور در هوا $3\times10^8 m/s$ باشد، بسامد و سرعت انتشار این پرتو در زجاجیه، در SI به‌ترتیب کدام‌اند؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) 3×10^{14} و 3×10^8 ۲) 5×10^{14} و $2/25\times10^8$
۳) $3/75\times10^{14}$ و 3×10^8 ۴) $3/75\times10^{14}$ و $2/25\times10^8$

۹۷. شکل روبه‌رو، تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با سرعت $3\times10^8\frac{m}{s}$ در حال انتشار است. کدام مورد درست است؟



مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) مدت زمانی که طول می‌کشد میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، یک نوسان کامل انجام دهند، 10^{-15} ثانیه است.
۲) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در هر ثانیه $1/5\times10^{15}$ نوسان انجام می‌دهند.
۳) مسافتی که موج در مدت یک ثانیه طی می‌کند، ۳۰۰ نانومتر است.
۴) این موج در ناحیهٔ مرئی طیف قرار دارد.

۹۸. کدام موج‌ها، برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند؟

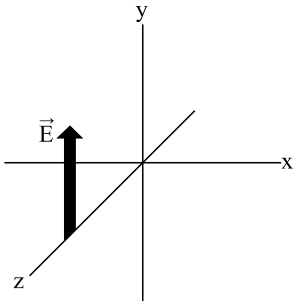
الف- امواج صوتی ب- پرتوهای x پ- امواج رادیویی ت- پرتوهای فروسرخ

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) «الف» ۲) «پ» ۳) «الف» و «ب» ۴) «ب» و «پ»

WWW.ArefOnline.ir

۹۹. در شکل زیر، موج الکترومغناطیسی سینوسی در جهت محور Z منتشر می‌شود و میدان الکتریکی آن، در یک لحظه و در یک نقطه نشان داده شده است. در این نقطه و در این لحظه، میدان مغناطیسی موج به کدام جهت است؟

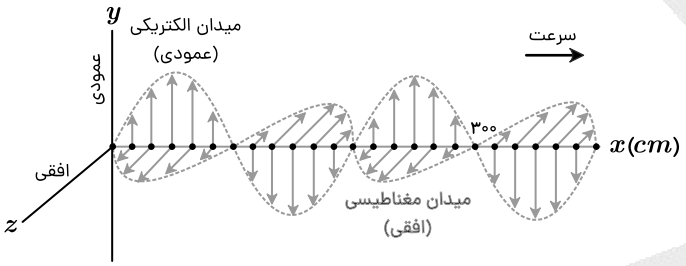


مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) در خلاف جهت محور x
۲) در خلاف جهت محور y
۳) در جهت محور x
۴) در جهت محور y

۱۰۰. یک تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی که در خلأ منتشر می‌شود، مطابق شکل است. بسامد این موج چند مگاهرتز است؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) ۱۲۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۲

موج طولی

۱۰۱. سه ناظر A، B و C در فاصله‌های $۲r$، r و $۴r$ از یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای قرار دارند. تراز شدت صوتی که ناظرهای A و B در معرض آن قرار دارند، β و $\frac{۵}{۶}\beta$ است. تراز شدت صوتی که ناظر C در معرض آن قرار دارد، چند دسی‌بل است؟ ($\log ۲ = ۰/۳$ و از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۲۴ ۲) ۳۰ ۳) ۳۶ ۴) ۴۸

۱۰۲. اگر با زیاد کردن دامنهٔ یک صوت، شدت صوتی که به گوش می‌رسد، ۱۰۰۰ برابر شود، تراز شدت صوتی که می‌شنویم، چگونه تغییر می‌کند؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۳۰ برابر می‌شود. ۲) ۳ برابر می‌شود. ۳) ۳۰ دسی‌بل افزایش می‌یابد. ۴) ۳ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

۱۰۳. تندی صوت در یک فلز خاص برابر $v_۱$ است. به یک سر لولهٔ توخالی بلندی به طول L از جنس این فلز ضربهٔ محکمی می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می‌شنود. یکی ناشی از موجی که از دیوارهٔ لوله می‌گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله با تندی $v_۲$ عبور می‌کند. بازهٔ زمانی بین این دو صدا در گوش شنونده کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $\frac{(v_۲ + v_۱)L}{۲v_۱v_۲}$ ۲) $\frac{(v_۲ + v_۱)L}{v_۱v_۲}$ ۳) $\frac{(v_۱ - v_۲)L}{v_۱v_۲}$ ۴) $\frac{(v_۱ - v_۲)L}{۲v_۱v_۲}$

۱۰۴. توان چشمهٔ صوتی ۴۸ وات است. در فاصلهٔ چند متری این چشمه، تراز شدت صوت ۸۰ دسی‌بل است؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود، $\pi = ۳$ و $I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

۱۰۵. در مکانی که تراز شدت صوت ۹۶ دسی‌دبل است، در مدت یک دقیقه به هر میلی‌متر مربع از سطحی که در این مکان عمودبر مسیر انتشار صوت قرار دارد، چند میکروژول انرژی صوتی می‌رسد؟ ($\log ۲ = ۰/۳$، $I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۰/۲۴ ۲) ۰/۴۸ ۳) ۲۴۰ ۴) ۴۸۰

WWW.ArefOnline.ir

۱۰۶. در یک فضای باز، تراز شدت صوت در فاصلهٔ ۵۰ متری چشمهٔ صوت برابر ۶۰ دسی‌بل است. توان چشمهٔ صوت، چند میلی‌وات است؟ ($\pi = ۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$ و از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود.)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۰٫۳ ۲) ۶ ۳) ۷٫۵ ۴) ۳۰

۱۰۷. در یک مکان، اختلاف تراز شدت دو صوت A و B برابر ۱۰ دسی‌بل است. اگر شدت صوت A، بیشتر از شدت صوت B و برابر $۰٫۰۴ \frac{W}{m^۲}$ باشد، اختلاف شدت این دو صوت چند میلی وات بر مترمربع است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۰٫۴ ۲) ۴ ۳) ۳۶ ۴) ۳۶۰

۱۰۸. شدت صوتی $۲\sqrt{۱۰} \times ۱۰^{۵}$ برابر شدت صوت مرجع است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ ($\log ۲ = ۰٫۳$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۵٫۸ ۲) ۱۰٫۳ ۳) ۵۸ ۴) ۱۰۳

۱۰۹. اگر فاصله از چشمهٔ صوت نصف شود و هم‌زمان توان چشمهٔ صوت دو برابر شود، تراز شدت صوت چگونه تغییر می‌کند؟ ($\log ۲ = ۰٫۳$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۸ برابر می‌شود. ۲) ۹ برابر می‌شود. ۳) ۴ دسی‌بل افزایش می‌یابد. ۴) ۹ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

۱۱۰. اگر تراز شدت صوت A، ۱۱٫۵ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت B باشد، در آن مکان، شدت صوت A چند برابر شدت صوت B است؟ ($\log ۲ = ۰٫۳$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) $\sqrt{۲۳}$ ۲) $۱۰\sqrt{۲۳}$ ۳) $۱۰\sqrt{۲}$ ۴) $۱۰\sqrt{۳}$

۱۱۱. چشمهٔ صوتی در یک فضای باز امواج صوتی پخش می‌کند و تراز شدت صوت در مکانی به فاصلهٔ ۵۰ متری از این چشمه ۹۰ دسی‌بل است. در این مکان، آهنگ متوسط انتقال انرژی صوتی از هر سانتی‌متر مربع از سطحی که عمود بر مسیر انتشار صوت باشد، چند میکروواط است؟ ($I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $۱۰^{-۱}$ ۲) $۱۰^{-۲}$ ۳) $۱۰^{-۳}$ ۴) $۱۰^{-۴}$

۱۱۲. در یک آتش‌بازی، صوتی با شدت $۰٫۱ \frac{W}{m^۲}$ به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_۱ = ۶۴۰m$ از محل انفجار قرار دارد، می‌رسد. این صوت به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_۲ = ۱۶۰m$ قرار دارد، با شدت چند وات بر مترمربع می‌رسد؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود.)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۰٫۴ ۲) ۱٫۶ ۳) ۴ ۴) ۱۶

۱۱۳. وقتی شنونده‌ای فاصلهٔ خود را از یک منبع صوت از $r_۱$ به $r_۲$ می‌رساند، تراز شدت صوتی که می‌شنود از ۴۶ دسی‌بل به ۲۰ دسی‌بل می‌رسد. اگر $r_۲ - r_۱ = ۹۵m$ باشد، $r_۲$ چند متر است؟ ($\log ۲ = ۰٫۳$ و از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۱۰۵ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۵

۱۱۴. یک دستگاه، صدایی با تراز شدت صوت $\beta_۱ = ۴۰dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_۲ = ۴۵dB$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (برحسب $\frac{W}{m^۲}$) به‌ترتیب، $I_۱$ و $I_۲$ هستند، $\frac{I_۲}{I_۱}$ کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) ۱۰۰ ۲) ۵۰ ۳) $\sqrt{۱۰}$ ۴) $\sqrt{۵}$

۱۱۵. اگر در یک فضای باز، فاصلهٔ خود را از چشمهٔ صوت دو برابر کنیم، تراز شدت صوت چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟ (از جذب انرژی صوتی توسط محیط، صرف‌نظر شود و $\log ۲ = ۰٫۳$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

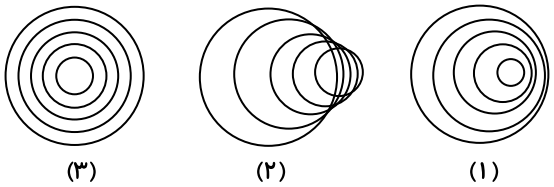
۱) ۱۲ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۳

WWW.ArefOnline.ir

دوپلر

۱۱۶. شکل زیر جبهه‌های موج حاصل از چشمه‌های صوت را نشان می‌دهد. اگر تندی چشمه‌ها را به ترتیب v_1، v_2 و v_3 نشان دهیم و تندی صوت v باشد، کدام رابطه درست است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳



۱) $v_3 < v_1 < v < v_2$
۲) $v_1 < v_3 < v < v_2$
۳) $v_2 < v_1 < v_3 < v$
۴) $v_3 < v_1 < v_2 < v$

۱۱۷. یک چشمهٔ صوت ساکن است و شنونده‌ای در حال دور شدن از آن است. کدام مورد در مقایسه با حالتی که این دو نسبت به هم ساکن‌اند، درست است؟

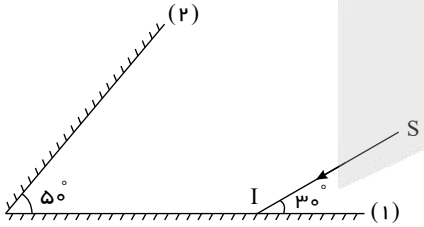
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) بسامدی که شنونده می‌شنود کاهش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده ثابت می‌ماند.
۲) بسامدی که شنونده می‌شنود افزایش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده ثابت می‌ماند.
۳) بسامدی که شنونده می‌شنود کاهش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده کوتاه‌تر می‌شود.
۴) بسامدی که شنونده می‌شنود افزایش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده بلندتر می‌شود.

بازتاب موج بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۱۱۸. مطابق شکل زیر، پرتو نور SI به آینهٔ (۱) می‌تابد و پس از بازتاب از آینهٔ (۲)، دوباره به آینهٔ (۱) می‌تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI، زاویهٔ چند درجه می‌سازد؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۱۲۰
۲) ۱۴۰
۳) ۱۶۰
۴) ۱۸۰

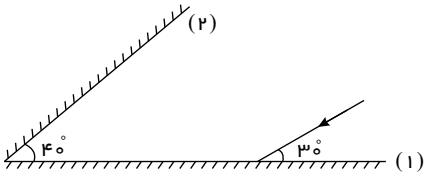
۱۱۹. شخصی بین دو صخرهٔ قائم و موازی ایستاده است و فاصله‌اش از صخرهٔ نزدیک‌تر ۵۱۰ متر است. اگر این شخص فریاد بزند، اولین پژواک صدای خود را ۳ ثانیهٔ بعد می‌شنود و پژواک دوم را یک ثانیه پس از آن می‌شنود. فاصلهٔ بین دو صخره چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۱۳۶۰
۲) ۱۱۹۰
۳) ۱۰۲۰
۴) ۸۵۰

۱۲۰. مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینهٔ (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینهٔ (۲) می‌تابد و در ادامهٔ مسیرش دوباره از آینهٔ (۲) بازتاب می‌شود. زاویهٔ بازتاب آینهٔ (۲) در دومین بازتاب چند درجه است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

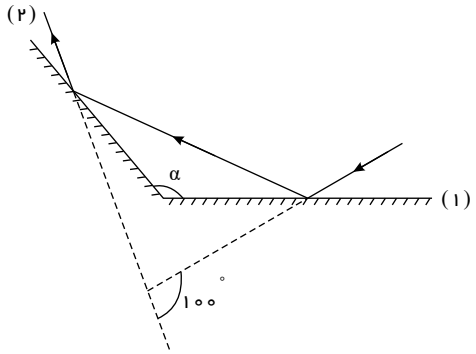


۱) ۶۰
۲) ۵۰
۳) ۴۰
۴) ۳۰

WWW.ArefOnline.ir

۱۲۱ . مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینهٔ (۱) می‌تابد و پس از بازتاب، به آینهٔ (۲) برخورد می‌کند. اگر امتداد پرتو تابش آینهٔ (۱) با امتداد پرتو بازتاب آینهٔ (۲) زاویهٔ 100° بسازد، α چند درجه است؟

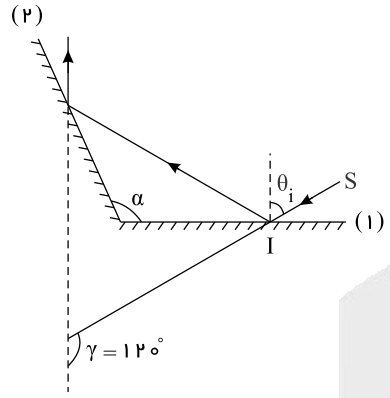
مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۱۰۰
۲) ۱۲۰
۳) ۱۳۰
۴) ۱۴۰

۱۲۲ . مطابق شکل زیر، پرتو SI تحت زاویهٔ تابش i به آینهٔ تخت (۱) می‌تابد. زاویهٔ بین پرتو SI با پرتو بازتاب آینهٔ (۲)، $\gamma = 120^\circ$ است. اگر زاویهٔ i، 20° افزایش باید، γ چه تغییری می‌کند؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) 40° افزایش می‌یابد.
۲) 20° افزایش می‌یابد.
۳) 20° کاهش می‌یابد.
۴) ثابت می‌ماند.

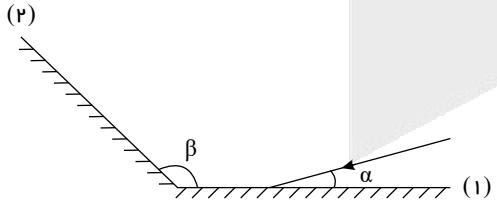
۱۲۳ . در کدام‌یک از موارد زیر از مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) میکروفون سهموی
۲) دستگاه لیتوتریپسی
۳) تعیین تندی خودروها
۴) تعیین تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز) در رگ‌ها

۱۲۴ . مطابق شکل زیر، پرتوی نوری تحت زاویهٔ α به آینهٔ (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینهٔ (۲) می‌تابد. پرتو بازتابیده از آینهٔ (۲) چه زاویه‌ای با سطح آن آینه می‌سازد؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) $\pi - \beta$
۲) $\beta - \alpha$
۳) $\pi - (\beta - \alpha)$
۴) $\pi - (\alpha + \beta)$

۱۲۵ . در کدام موارد زیر، از بازتاب امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

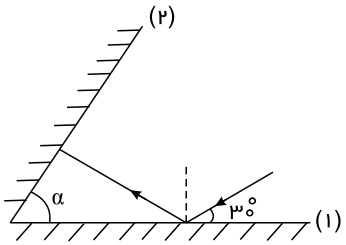
الف- رادار دوپلری
ب- سونوگرافی
پ- اجاق خورشیدی
ت- دستگاه سونار درکشتی‌ها

۱) الف و پ
۲) الف و ب
۳) الف، ب و پ
۴) ب، پ و ت

WWW.ArefOnline.ir

۱۲۶ . مطابق شکل زیر، پرتو نوری تحت زاویهٔ 30° به آینهٔ تخت (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینهٔ تخت (۲) می‌تابد. اگر در دومین بازتاب از آینه (۱) پرتو نور موازی آینهٔ (۲) شود، زاویهٔ α چند درجه است؟

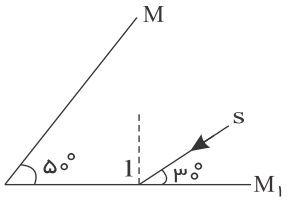
مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۶۰

۱۲۷ . در شکل زیر، امتداد پرتو نور بازتابیده از آینهٔ M_2 با امتداد پرتو SI، زاویهٔ چند درجه می‌سازد؟

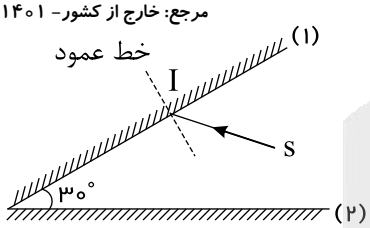
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۴۰
۲) ۷۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۱۰

۱۲۸ . مطابق شکل زیر، پرتو SI با زاویهٔ تابش 40° بر آینهٔ (۱) می‌تابد. این پرتو، پس از بازتابش‌های متوالی، آینه‌ها را ترک می‌کند. آخرین زاویهٔ بازتابش چند درجه است؟ (سطح آینه‌های تخت، به اندازهٔ کافی بزرگ فرض شود.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۵۰
۲) ۶۰
۳) ۷۰
۴) ۸۰

۱۲۹ . در کدام مورد زیر، از امواج مکانیکی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود؟

الف: اندازه‌گیری تندی شارش خون ب: دستگاه سونار

پ: اجاق خورشیدی ت: رادار دوپلری

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) «الف» و «ب»
۲) «الف» و «پ»
۳) «پ» و «ب»
۴) «ب» و «ت»

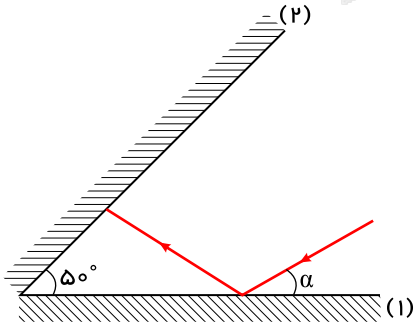
۱۳۰ . دانش‌آموزی بین دو صخرهٔ قائم ایستاده است و فاصلهٔ بین دو صخره $1020m$ است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از $2s$ و صدای پژواک دوم را $2s$ بعد از پژواک اول می‌شنود. فاصلهٔ دانش‌آموز از صخرهٔ نزدیک‌تر چند متر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱۷۰
۲) ۳۴۰
۳) ۵۱۰
۴) ۶۸۰

۱۳۱ . پرتو نوری مطابق شکل، تحت زاویهٔ α به آینهٔ تخت (۱) می‌تابد. اگر پس از دومین برخورد به آینهٔ (۱) موازی آینهٔ (۲) شود، α چند درجه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

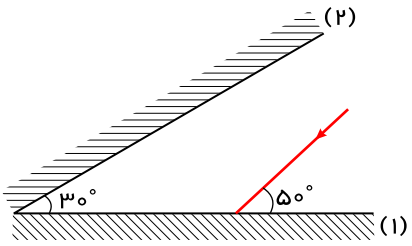


۱) ۵۰
۲) ۴۰
۳) ۳۰
۴) ۲۰

WWW.ArefOnline.ir

۱۳۲ . پرتو نوری مطابق شکل زیر به آینهٔ (۱) می‌تابد. در چهارمین بازتاب، چه زاویه‌ای با سطح آینهٔ (۲) می‌سازد؟

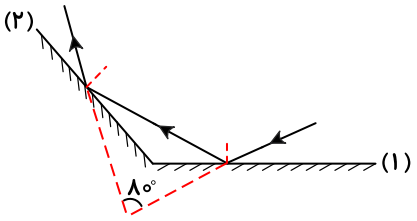
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲



۱) 10° ۲) 40° ۳) 50° ۴) 80°

۱۳۳ . مطابق شکل، پرتو نوری به آینهٔ تخت (۱) می‌تابد و در نهایت از آینهٔ تخت (۲) بازتاب می‌شود. زاویهٔ بین دو آینه چند درجه است؟

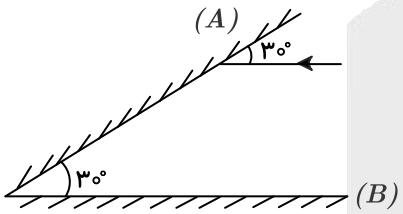
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) ۱۴۰ ۲) ۱۳۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۰۰

۱۳۴ . در شکل زیر، پرتو نوری با زاویهٔ 30° به آینهٔ (A) می‌تابد و پس از بازتاب به آینه (B) می‌تابد. زاویهٔ تابش در دومین برخورد به آینهٔ (A) چند درجه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

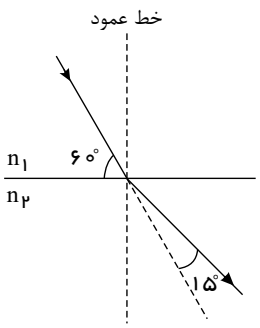


۱) ۹۰ ۲) ۶۰ ۳) ۳۰ ۴) صفر

شکست موج قانون شکست عمومی

۱۳۵ . مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شود. طول موج نور در محیط (۲) چند برابر طول موج نور در محیط (۱) است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

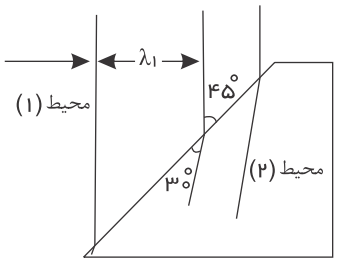


۱) $\sqrt{2}$
۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
۳) 2
۴) $\frac{1}{2}$

WWW.ArefOnline.ir

۱۳۶ . شکل زیر جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که از محیط (۱) وارد محیط (۲) شده است. تندی نور در محیط (۱) چند برابر تندی نور در محیط (۲) است؟

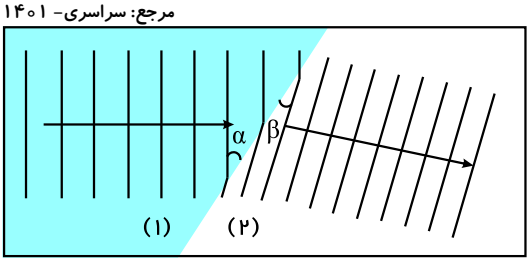
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۲) $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$
۳) $\sqrt{۲}$
۴) ۲

۱۳۷ . شکل زیر، ورود موج از محیط (۱) به (۲) را نشان می‌دهد. اگر $\alpha = ۳۷^\circ$ و $\beta = ۳۰^\circ$ باشد، نسبت سرعت انتشار موج در محیط (۱) به سرعت انتشار موج در محیط (۲) چقدر است؟ ($\cos ۳۷^\circ = ۰/۸$)

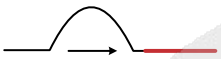
مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

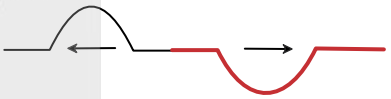


۱) $\frac{۱/۶\sqrt{۳}}{۳}$
۲) $\frac{۵}{۶}$
۳) $\frac{۵\sqrt{۳}}{۸}$
۴) $\frac{۶}{۵}$

۱۳۸ . در یک طناب کشیده‌شده که قسمتی از آن نازک و قسمت دیگر ضخیم است، مطابق شکل یک تپ در طناب نازک به سمت مقابل در حرکت است. کدام شکل، وضعیت بعدی طناب را درست نشان می‌دهد؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱)
۲)
۳) 
۴)

۱۳۹ . کدام مورد درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) قانون بازتاب عمومی برای امواج صوتی برقرار نیست.
۲) از امواج الکترومغناطیسی برای مکان‌یابی پژواکی و تعیین تندی خودروها استفاده می‌شود.
۳) از امواج فروسرخ تندی شارش خون را با استفاده از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر اندازه‌گیری می‌کنند.
۴) خفاش فورانی از امواج فروسرخ از دهان خود گسیل می‌کند و با استفاده از مکان‌یابی پژواکی طعمهٔ خود را شکار می‌کند.

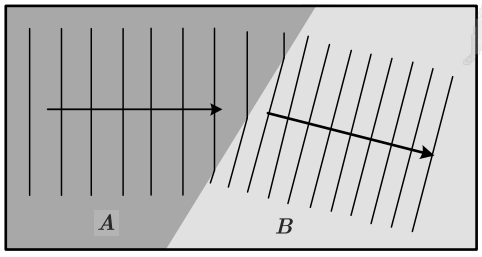
۱۴۰ . نوری از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط بازمی‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. کدام مشخصهٔ موج بازتابیده و موج شکست‌یافته و موج فردی یکسان‌اند؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) طول موج
۲) بسامد
۳) تندی انتشار
۴) شدت نور

۱۴۱ . شکل زیر، جبهه‌های موج روی آب را نشان می‌دهد که از ناحیهٔ A وارد ناحیهٔ B می‌شوند. به‌ترتیب، تندی انتشار موج و عمق آب در کدام ناحیه بیشتر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

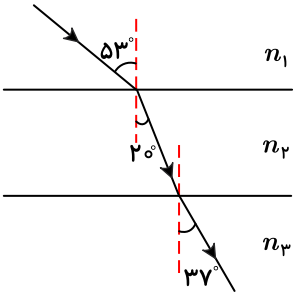


۱) B و A
۲) A و B
۳) A و A
۴) B و B

WWW.ArefOnline.ir

۱۴۲ . مطابق شکل، پرتو نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط شفاف (۲) و سپس وارد محیط شفاف (۳) می‌شود. طول موج نور در محیط (۳)، چند برابر طول موج نور در محیط (۱) است؟ ($\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$)

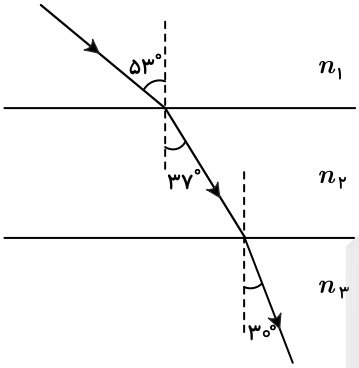
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

۱۴۳ . در شکل زیر، سطح جدایی محیط‌های شفاف با هم موازی‌اند. نور از هوا وارد محیط (۲) و سپس وارد محیط (۳) می‌شود. سرعت نور در محیط (۲) چند متر بر ثانیه از سرعت نور در محیط (۳) بیشتر است؟ ($c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$ و $\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴



۱) $۱/۱۲۵ \times ۱۰^۷$ ۲) $۱/۸۷۵ \times ۱۰^۸$ ۳) $۲/۲۵ \times ۱۰^۸$ ۴) $۳/۷۵ \times ۱۰^۷$

۱۴۴ . پرتو نوری با زاویهٔ تابش ۶۰° از هوا وارد آب می‌شود. کدام کمیت‌های وابسته به پرتو، با ورود آن به آب تغییر می‌کنند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

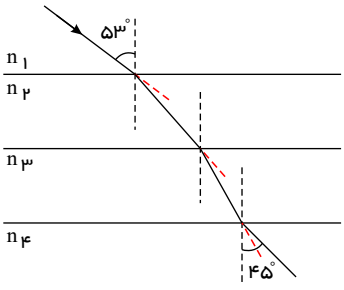
۱) جهت انتشار، تندی و طول‌موج ۲) بسامد، جهت انتشار و طول‌موج ۳) بسامد، جهت انتشار و تندی ۴) تندی، بسامد و طول‌موج

شکست امواج الکترومغناطیسی

۱۴۵ . مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط‌های شفاف دیگر می‌شود. اگر سرعت نور در محیط (۲)، ۲۵ درصد کمتر از سرعت نور در محیط (۱) باشد و سرعت نور در محیط (۴)، ۴۰ درصد بیشتر از سرعت نور در محیط ۳ باشد، ضریب شکست محیط (۲) چند برابر ضریب شکست محیط (۳) است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

($\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$, $\sin ۴۵^\circ = ۰/۷$)

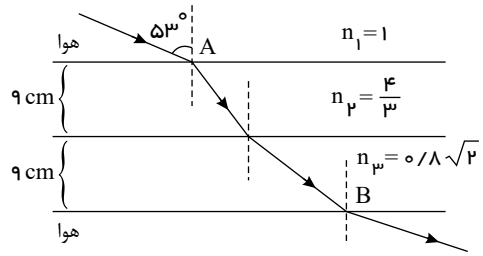


۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

WWW.ArefOnline.ir

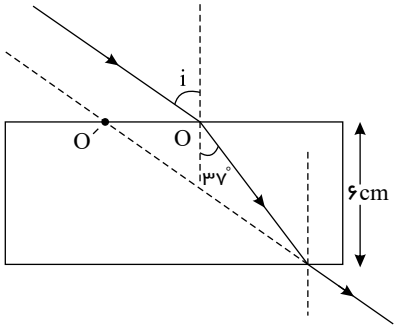
۱۴۶. پرتو نوری مطابق شکل زیر، از هوا وارد محیط‌های شفافی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصلهٔ A تا B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$، تندی نور در هوا $= 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$) (با تغییر)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۰/۶
۲) ۹۶
۳) ۰/۹۸
۴) ۹/۶

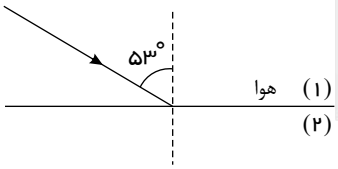
۱۴۷. پرتو نوری، مطابق شکل زیر از هوا به یک تیغهٔ متوازی‌السطوح می‌تابد و پس از شکست در محیط شفاف تیغه، دوباره وارد هوا می‌شود. اگر امتداد پرتو خروجی در O' به تیغه برخورد کند و $OO' = 3/5cm$ باشد، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$) مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) $\frac{5}{4}$
۲) $\frac{4}{3}$
۳) $\frac{3}{2}$
۴) $\frac{5}{3}$

۱۴۸. مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا به یک محیط شفاف می‌تابد و در ورود به محیط (۲)، 16° از راستای اولیه منحرف می‌شود. اگر طول موج نور در محیط دوم، $\frac{1}{8}\mu m$ از طول موج نور در هوا کمتر باشد، بسامد نور چند هرتز است؟ ($\sin 53^\circ = 0/8$، سرعت نور در هوا $= 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

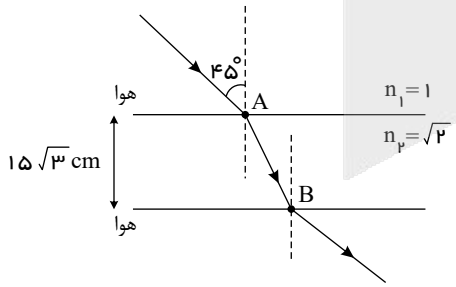
مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) 6×10^{14}
۲) 6×10^{15}
۳) $8/4 \times 10^{14}$
۴) $8/4 \times 10^{15}$

۱۴۹. مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفافی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصلهٔ A تا B را در چند نانوثانیه طی می‌کند؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

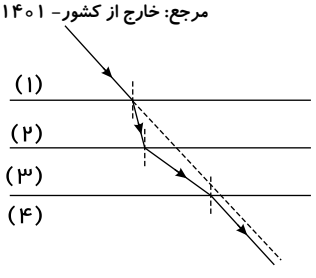
مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
۲) ۱
۳) $\sqrt{2}$
۴) ۳

۱۵۰. در شکل زیر، پرتو نور از محیط (۱) وارد محیط‌های شفاف (۲)، (۳) و (۴) شده است. کدام رابطه برای سرعت نور در این محیط‌ها درست است؟ (پرتو خروجی موازی با پرتو ورودی است.)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) $\frac{v_1}{v_3} = \frac{v_4}{v_2}$
۲) $\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_3}{v_4}$
۳) $v_2 < v_1 = v_4 < v_3$
۴) $v_3 < v_1 = v_4 < v_2$

WWW.ArefOnline.ir

۱۵۱. نوری که طول موج آن در خلأ λ_1 است، وارد محیط شفافی می‌شود و طول موج آن ۱۵۰ نانومتر تغییر می‌کند. اگر بسامد این نور $۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$ باشد، ضریب شکست این محیط شفاف چقدر است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۸}{۵}$

۱۵۲. بسامد نوری در خلأ $۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$ است و طول موج آن در مایعی $\frac{۹}{۲۰} \mu m$ است. ضریب شکست آن مایع چقدر است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $\frac{۵}{۴}$ ۲) $\frac{۵}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$

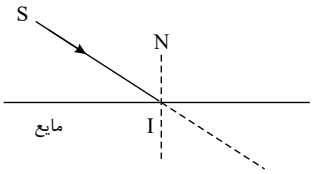
۱۵۳. ضریب شکست مایعی $\frac{۵}{۴}$ و ضریب شکست شیشه ۱٫۵ است. اگر نوری به‌طور مایل از شیشه به مرز شیشه با مایع بتابد و وارد مایع شود، تندی انتشار نور چند برابر می‌شود؟

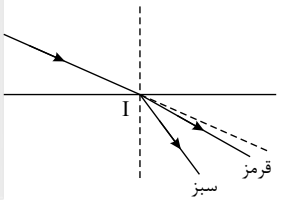
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

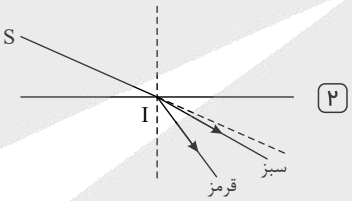
۱) $\frac{۵}{۶}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

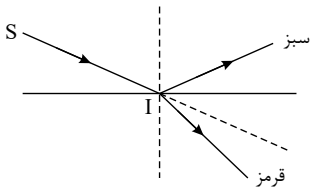
۱۵۴. در شکل زیر، پرتو فرودی SI شامل نورهای تکفام قرمز و سبز است که از هوا وارد یک مایع شفاف می‌شود. کدام‌یک از شکل‌های زیر مسیر شکست نور را درست نشان می‌دهد؟

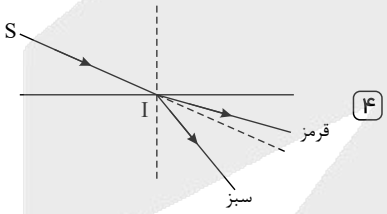
مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱)


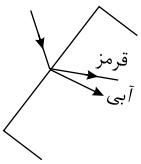
۲)


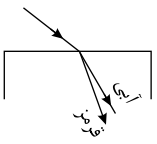
۳)


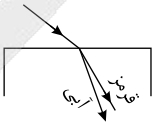
۴)


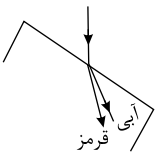
۱۵۵. در شکل‌های زیر، پرتو فرودی که شامل نورهای آبی و قرمز است، از هوا وارد شیشه می‌شود، کدام شکل، شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱)


۲)


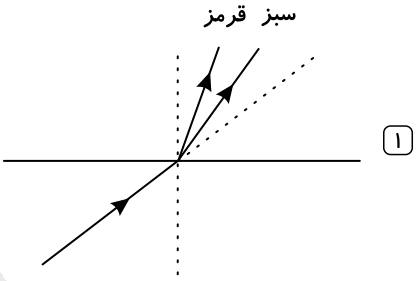
۳)


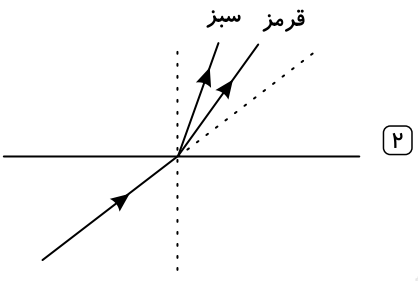
۴)


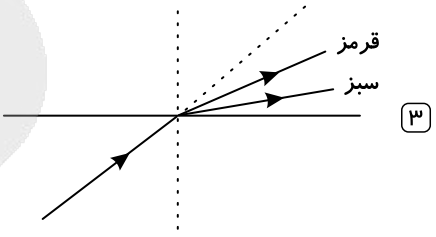
WWW.ArefOnline.ir

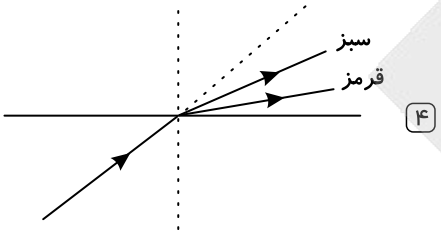
۱۵۶ . پرتو فرودی که شامل نورهای قرمز و سبز است، از شیشه وارد هوای رقیق می‌شود. کدام شکل شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱)


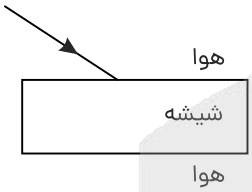
۲)


۳)


۴)


۱۵۷ . پرتو نوری شامل نورهای آبی و قرمز، مطابق شکل بر تیغهٔ شیشه‌ای متوازی‌السطوح می‌تابد. نوری که از طرف دیگر شیشه خارج می‌شود، چگونه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) پرتوها از هم جدا شده‌اند و در دو جهت متفاوت، منتشر می‌شوند.

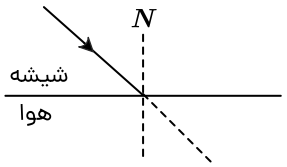
۲) پرتوها از هم جدا نشده‌اند و در امتداد پرتو تابش، منتشر می‌شوند.

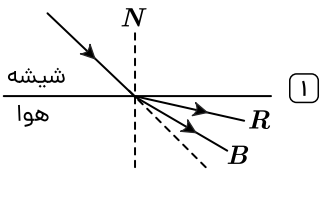
۳) پرتوها از هم جدا شده‌اند و نزدیک هم در یک جهت منتشر می‌شوند.

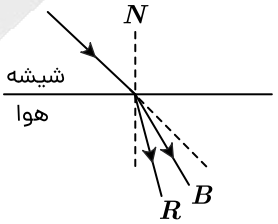
۴) پرتوها از هم جدا نشده‌اند و در جهت متفاوت با پرتو تابش، منتشر می‌شوند.

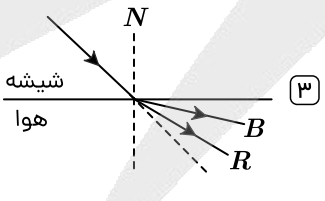
۱۵۸ . مطابق شکل زیر، پرتو نوری شامل پرتوهای آبی (B) و قرمز (R) از شیشه وارد هوا می‌شود. کدام شکل زیر از نظر فیزیکی قابل قبول است؟

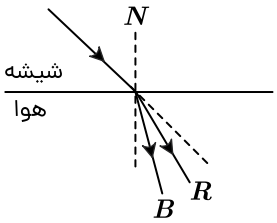
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱)


۲)


۳)


۴)


فصل ۴: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

مفاهیم فوتوالکتریک

۱۵۹ . کدام‌یک از موارد زیر، با فیزیک کلاسیک قابل‌توجیه نیستند؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) مکانیک نیوتونی و پدیدهٔ فوتوالکتریک

۲) پدیدهٔ فوتوالکتریک و طیف خطی

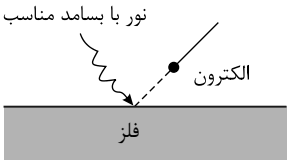
۳) لیزر و نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول

۴) نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول و طیف خطی

WWW.ArefOnline.ir

۱۶۰ . شکل زیر، مربوط به کدام پدیدهٔ فیزیکی است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) فوتوالکتریک
۲) پرتوزایی
۳) بازتاب
۴) لیزر

انرژی فوتون

۱۶۱ . یک لامپ ۲۰۰ وات، نور بنفش با طول موج $400nm$ گسیل می‌کند. یک لامپ ۲۰۰ واتی دیگر نور زرد با طول موج $600nm$ گسیل می‌کند. تعداد فوتون‌هایی که در هر ثانیه از لامپ زرد گسیل می‌شود، چند برابر تعداد فوتون‌هایی است که در همین مدت از لامپ بنفش گسیل می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) $\frac{2}{3}$
۲) ۱
۳) $\frac{3}{2}$
۴) ۲

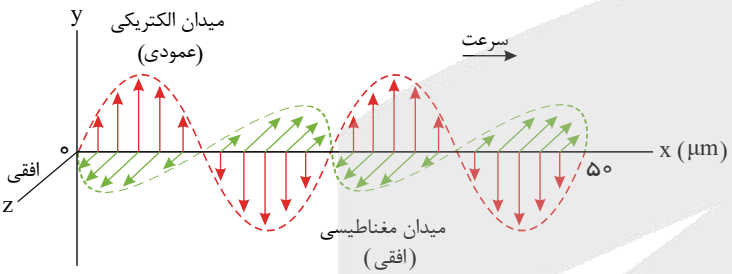
۱۶۲ . انرژی هر فوتون یک موج الکترومغناطیسی $4\times10^{-7}eV$ است. این موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟ ($e=1/6\times10^{-19}C$ ،$c=3\times10^{8}\frac{m}{s}$ و $h=6/63\times10^{-34}J\cdot s$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) رادیویی
۲) نور مرئی
۳) فرا بنفش
۴) فرو سرخ

۱۶۳ . شکل زیر، تصویری از یک موج الکترومغناطیسی است که در خلأ در حال انتشار است. انرژی هریک از فوتون‌های این موج چند الکترون- ولت است؟ ($h=4\times10^{-15}eV\cdot s$ ،$c=3\times10^{8}\frac{m}{s}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۲/۴
۲) $2/4\times10^{-2}$
۳) ۴/۸
۴) $4/8\times10^{-2}$

۱۶۴ . توان یک لامپ که نور تکرنگ با بسامد $6\times10^{14}Hz$ گسیل می‌کند، ۳۳ وات است. این لامپ در هر دقیقه چند فوتون تابش می‌کند؟ ($e=1/6\times10^{-19}C$ و $h=6/6\times10^{-34}J\cdot s$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) $1/5\times10^{21}$
۲) 5×10^{21}
۳) $5/3\times10^{20}$
۴) 8×10^{20}

۱۶۵ . انرژی فوتون A، ۲/۵ برابر انرژی فوتون B است. اگر اختلاف بسامد این دو فوتون $9\times10^{14}Hz$ باشد، طول موج فوتون A، چند میکرومتر است؟ ($c=3\times10^{8}\frac{m}{s}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۳۰۰
۲) ۲۰۰
۳) ۰/۳
۴) ۰/۲

۱۶۶ . انرژی فوتون B ، ۲۵ درصد از انرژی فوتون A کمتر است. اگر اختلاف طول موج این دو فوتون ۵۰ نانومتر باشد، اختلاف بسامد این دو فوتون چند هرتز است؟ ($c=3\times10^{8}\frac{m}{s}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) 5×10^{15}
۲) 2×10^{15}
۳) 2×10^{14}
۴) 5×10^{14}

۱۶۷ . اگر یک چشمهٔ لیزر با توان ۰/۳ میلی‌وات، نوری با طول موج ۶۶۳ نانومتر تولید کند، در هر ثانیه چند فوتون از این چشمه گسیل می‌شود؟ ($c=3\times10^{8}\frac{m}{s}$ و $h=6/63\times10^{-34}J\cdot s$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) 3×10^{15}
۲) 10^{15}
۳) 5×10^{13}
۴) 10^{13}

۱۶۸ . نسبت انرژی فوتونی با طول موج $400nm$ به انرژی فوتونی با طول موج $600nm$ کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۰/۴۴
۲) ۰/۶۷
۳) ۱/۵۰
۴) ۲/۲۵

WWW.ArefOnline.ir

۱۶۹. توان باریکهٔ نور خروجی یک لیزر گازی $۶۶۳mW$ است. اگر طول موج این باریکه $۶۰۰nm$ باشد، تعداد فوتون‌هایی که در هر دقیقه از این لیزر گسیل می‌شود، چقدر است؟ ($h = ۶٫۶۳ \times ۱۰^{-۳۴} J \cdot s$ و $c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۲×۱۰^{۲۰} ۲) $۱٫۲ \times ۱۰^{۲۰}$ ۳) ۲×۱۰^{۱۸} ۴) $۱٫۲ \times ۱۰^{۱۸}$

۱۷۰. توان یک چشمهٔ نوری چند وات باشد تا در مدت زمان یک دقیقه، به تعداد $n = ۳ \times ۱۰^{۲۱}$ فوتون با طول موج $\lambda = ۲۴۸nm$ گسیل کند؟ ($hc = ۱٫۲۴ \times ۱۰^{۳} eV \cdot nm$ و $e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) $۴۰W$ ۲) $۶۰W$ ۳) $۱۰۰W$ ۴) $۱۲۰W$

طیف گسیلی طیف خطی و پیوسته

۱۷۱. کدام موارد درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

الف: یک جسم جامد، در هر دمایی تابش گرمایی گسیل می‌کند.

ب: در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فرابنفش قرار دارد.

پ: تابش گرمایی، فقط از اجسام داغ گسیل می‌شود.

ت: طیف گسیلی گازها، خطی است.

۱) «ب» و «ت» ۲) «ب» و «پ» ۳) «الف» و «ت» ۴) «الف» و «پ»

۱۷۲. در تخلیهٔ الکتریکی درون گاز در ولتاژ بالا، عامل تأثیرگذار در رنگ نور گسیلی کدام است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) فشار گاز ۲) نوع گاز ۳) تغییر ولتاژ ۴) تغییر جریان

رابطهٔ ریدبرگ

۱۷۳. در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی چند نانومتر است و این گسیل مربوط به کدام رشته است؟ $R = ۰٫۰۱(nm)^{-۱}$

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۱۰۰ و بالمر ۲) ۱۰۰ و لیمان ۳) $\frac{۴۰۰}{۳}$ و بالمر ۴) $\frac{۴۰۰}{۳}$ و لیمان

۱۷۴. طول موج پنجمین خط طیف اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر ($n' = ۲$) تقریباً چند نانومتر است و این خط در کدام گسترهٔ طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد؟ ($R = ۰٫۰۱۱(nm)^{-۱}$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۴۳۳، مرئی ۲) ۴۳۳، فرابنفش ۳) ۳۹۶، فروسرخ ۴) ۳۹۶، فرابنفش

۱۷۵. در اتم هیدروژن، الکترون در مدار n قرار دارد. اگر این الکترون به مدار $n' = ۳$ برود، فوتونی به طول موج $۱۲۰۰nm$ گسیل می‌کند، n کدام است؟ ($R = ۰٫۰۱(nm)^{-۱}$)

مرجع: سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۱۷۶. اختلاف طول موج دومین و سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن ($n' = ۳$) چند نانومتر است؟ ($R = \frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) $\frac{۸۲۵}{۸}$ ۲) ۱۵۰ ۳) $\frac{۸۲۵}{۴}$ ۴) ۳۰۰

۱۷۷. در اتم هیدروژن، محدودهٔ تقریبی طول موج‌های رشتهٔ پاشن ($n' = ۳$) برحسب میکرومتر کدام است؟ ($R = ۰٫۰۱nm^{-۱}$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۰٫۹ تا ۲ ۲) ۰٫۹ تا ۴٫۴ ۳) ۱٫۶ تا ۲ ۴) ۱٫۶ تا ۴٫۴

۱۷۸. در اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر ($n' = ۲$)، بلندترین طول موج گسیل‌شده، چند نانومتر بیشتر از کوتاه‌ترین طول موج این رشته است؟ [$R = ۰٫۰۱(nm)^{-۱}$]

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۲۴۰ ۲) ۳۲۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

WWW.ArefOnline.ir

۱۷۹. در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشتهٔ لیمان ($n'=۱$) برابر $\frac{۸}{۳}\times ۱۰^{۱۵}Hz$ است؟ $\left(c=۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\ ,\ R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}\right)$

۱) اولین ۲) دومین ۳) سومین ۴) چهارمین

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱۸۰. بسامد سومین خط طیف اتم هیدروژن در کدام رشته $۲/۵\times ۱۰^{۱۴}Hz$ است؟ $\left[c=۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}, R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}\right]$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) پاشن ($n'=۳$) ۲) براکت ($n'=۴$) ۳) پفوند ($n'=۵$) ۴) بالمر ($n'=۲$)

۱۸۱. در اتم هیدروژن، کدام گذار منجر به گسیل فوتونی با بسامد $۲/۲۵\times ۱۰^{۱۵}Hz$ می‌شود؟ $(c=۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}, R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) $n=۲$ به $n'=۱$ ۲) $n=۳$ به $n'=۱$ ۳) $n=۴$ به $n'=۲$ ۴) $n=۵$ به $n'=۲$

۱۸۲. طول موج دومین خط طیف رشته براکت ($n'=۴$) چند برابر طول موج چهارمین خط طیف رشتهٔ بالمر ($n'=۲$) است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) $\frac{۷۲}{۵}$ ۲) ۸ ۳) $\frac{۳۲}{۵}$ ۴) ۴

۱۸۳. اختلاف بیشترین و کمترین بسامد فوتون گسیلی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن ($n'=۳$) چند هرتز است؟ $(R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}, e=۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) $۷/۵\times ۱۰^{۱۵}$ ۲) $۱/۸۷۵\times ۱۰^{۱۵}$ ۳) $۷/۵\times ۱۰^{۱۴}$ ۴) $۱/۸۷۵\times ۱۰^{۱۴}$

۱۸۴. اختلاف بسامد اولین و دومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشتهٔ معین $\frac{۳۵}{۲۴}\times ۱۰^{۱۴}Hz$ است. این رشته کدام است؟ $(R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}\ ,\ c=۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) براکت ($n'=۴$) ۲) لیمان ($n'=۱$) ۳) پاشن ($n'=۳$) ۴) بالمر ($n'=۲$)

۱۸۵. در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موجی که الکترون تابش می‌کند تا به مدار n' برسد، ۱۶۰۰ نانومتر است. این نور در کدام ناحیه از طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد و n' چقدر است؟ $(R=۰/۰۱(nm)^{-۱})$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) فرابنفش ـ ۴ ۲) فرابنفش ـ ۲ ۳) فروسرخ ـ ۴ ۴) فروسرخ ـ ۲

۱۸۶. در طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ پاشن ($n'=۳$) طول موج اولین خط طیفی چند برابر طول موج دومین خط طیفی این رشته است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $\frac{۲۵}{۶۴}$ ۲) $\frac{۶۴}{۲۵}$ ۳) $\frac{۱۷۵}{۲۷۶}$ ۴) $\frac{۲۵۶}{۱۷۵}$

۱۸۷. طول موج چهارمین خط کدام رشته برابر $۱۱۰۲/۵\ nm$ است؟ $(R=۰/۰۱(nm)^{-۱})$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) پفوند ($n'=۵$) ۲) براکت ($n'=۴$) ۳) پاشن ($n'=۳$) ۴) بالمر ($n'=۲$)

۱۸۸. طول موج سومین خط طیف اتم هیدروژن در رشته براکت ($n'=۴$) تقریباً چند نانومتر است؟ $[R=۰/۰۱(nm)^{-۱}]$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ۲۰۵۷ ۲) ۲۳۷۶ ۳) ۲۶۴۲ ۴) ۲۹۳۳

۱۸۹. طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در کدام رشته، ۱۲۰۰ نانومتر است؟ $[R=۰/۰۱(nm)^{-۱}]$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) پاشن ($n'=۳$) ۲) براکت ($n'=۴$) ۳) بالمر ($n'=۲$) ۴) لیمان ($n'=۱$)

WWW.ArefOnline.ir

۱۹۰. کدام ویژگی مربوط به تمام موج‌های الکترومغناطیسی است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

الف- سرعت آنها در خلأ یکسان است.

ب- منشأ تولید همه، تغییر تراز انرژی الکترون‌های اتم است.

ج- همه موج عرضی هستند.

د- تشخیص و آشکارسازی همه، به یک روش است.

۱) «الف» و «د» ۲) «الف» و «ج» ۳) «ب» و «د» ۴) «ب» و «ج»

۱۹۱. در تابش‌های اتم هیدروژن در رشتهٔ براکت ($n' = ۴$)، نسبت بلندترین طول موج گسیل‌شده به کوتاه‌ترین طول موج این رشته، چقدر است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) $\frac{۲۵}{۹}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۱۶}{۹}$ ۴) $\frac{۵}{۳}$

۱۹۲. اگر $\lambda_۱$ بلندترین و $\lambda_۲$ کوتاه‌ترین طول موج در رشتهٔ پفوند ($n' = ۵$) در اتم هیدروژن باشند، نسبت $\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}$ کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) $\frac{۳۶}{۱۱}$ ۲) $\frac{۳۶}{۱۳}$ ۳) $\frac{۹۰۰}{۱۱۵}$ ۴) $\frac{۹۰۰}{۲۱۵}$

۱۹۳. الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = ۵$ قرار دارد. فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n = ۱$ مجاز باشند. در این صورت امکان گسیل چند فوتون فروسرخ وجود دارد؟ $\left[R = \frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}\right]$ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۹۴. الکترون در اتم هیدروژن در تراز $n = ۴$ قرار دارد. فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n = ۱$ مجاز باشد، کوتاه‌ترین طول‌موجی که این الکترون می‌تواند گسیل کند چند نانومتر است؟ $[R = ۰/۰۱(nm)^{-۱}]$ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) $\frac{۳۲۰}{۳}$ ۴) $\frac{۴۰۰}{۳}$

مدل اتمی نظریهٔ بور

۱۹۵. کدام‌یک از موارد زیر را نمی‌توان برای اتم‌های هیدروژن گونه، با استفاده از مدل اتمی بور توجیه کرد؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) تبیین پایداری اتم ۲) طول موج‌های گسیلی طیف اتم

۳) گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم ۴) متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم

۱۹۶. کدام مورد با توجه به الگوهای اتمی درست است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) طبق مدل رادرفورد، طیف گسیلی توسط اتم باید پیوسته باشد. ۲) مدل اتمی بور فقط برای اتم هیدروژن درست است.

۳) طبق مدل اتمی تامسون، اتم دارای هسته‌ای چگال در مرکز اتم است. ۴) مدل اتمی بور می‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.

۱۹۷. مدل اتمی بور، کدام موارد را نمی‌تواند توضیح دهد و در تحلیل آنها ناتوان است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

الف) محاسبهٔ انرژی یونش اتم هیدروژن

ب) متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن

ج) حالتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد.

د) طیف‌های جذبی گاز هیدروژن اتمی

۱) «ب» و «د» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «د» ۴) «الف» و «ج»

ترازهای انرژی در اتم هیدروژن و شعاع مدارها

۱۹۸. در اتم هیدروژن اگر اختلاف انرژی الکترون بین ترازهای ۱ و ۳ برابر ΔE و بین ترازهای ۴ و ۶ برابر $\Delta E'$ باشد، نسبت $\frac{\Delta E}{\Delta E'}$ کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۳۵/۸ ۲) ۲۵/۶ ۳) ۳/۹۸ ۴) ۱

WWW.ArefOnline.ir

۱۹۹. در اتم هیدروژن، انرژی الکترون از $-۰٫۸۵eV$ به $-۰٫۵۴۴eV$ رسیده است. در این حالت الکترون از K امین حالت برانگیختهٔ اتم به L امین حالت برانگیختهٔ اتم رسیده است. K و L به ترتیب کدام‌اند؟ $(E_R = ۱۳٫۶eV)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۵ و ۴ ۲) ۴ و ۵ ۳) ۴ و ۳ ۴) ۳ و ۴

۲۰۰. در اتم هیدروژن، انرژی الکتریکی در دومین حالت برانگیخته، چند برابر انرژی الکترون در حالت پایه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۹}$

۲۰۱. در اتم هیدروژن، الکترون از مدار n به n' می‌رود و فوتونی با انرژی $۴٫۰۸ \times ۱۰^{-۱۹}J$ تابش می‌کند. شعاع مدار nاُم، چند برابر شعاع بور است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}C, E_R = ۱۳٫۶eV)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۲۵ ۲) ۱۶ ۳) ۹ ۴) ۴

۲۰۲. کدام انرژی (برحسب الکترون‌ولت) وابسته به فوتونی در محدودهٔ نور مرئی است؟ $(hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm)$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱ ۲) ۲٫۵ ۳) ۴٫۵ ۴) ۱۰

۲۰۳. طبق مدل اتمی بور، الکترون در اتم هیدروژن، از مدار $n' = ۲$ به $n = ۵$ می‌رود. شعاع مدار حرکت الکترون به‌ترتیب چند برابر می‌شود و انرژی الکترون در این جابه‌جایی چند الکترون ولت تغییر می‌کند؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) $\frac{۵}{۲}$ و ۴٫۰۸ ۲) $\frac{۲۵}{۴}$ و ۴٫۰۸ ۳) $\frac{۵}{۲}$ و ۲٫۸۵۶ ۴) $\frac{۲۵}{۴}$ و ۲٫۸۵۶

۲۰۴. طبق مدل اتمی بور در نمودار ترازهای الکترون برای اتم هیدروژن، کدام مورد درست نیست؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) بالاترین تراز انرژی مربوط به $n = \infty$ است.
۲) پایین‌ترین تراز انرژی مربوط به $n = ۱$ است.
۳) در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت برانگیخته قرار دارد.
۴) با افزایش n انرژی‌های حالت برانگیخته به هم نزدیک و نزدیک‌تر می‌شوند.

۲۰۵. طبق مدل اتمی بور کوچک‌ترین شعاع مدار الکترون به دور هسته $a_۰ = ۵۲٫۹pm$ است. شعاع مدار $n = ۴$ چند پیکومتر است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۸۴۶٫۴ ۲) ۲۱۱٫۶ ۳) ۸۴٫۶۴ ۴) ۲۱٫۱۶

ریدبرگ و مدل اتمی بور

۲۰۶. در گسیل‌های مربوط به اتم هیدروژن، بلندترین طول موج مربوط رشتهٔ بالمر، تقریباً چند نانومتر است؟ $(hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm, E_R = ۱۳٫۶eV)$

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۴۵۴ ۲) ۴۶۰ ۳) ۶۵۶ ۴) ۷۶۰

۲۰۷. الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. انرژی لازم برای این‌که الکترون از حالت پایه به اولین حالت برانگیخته جهش کند، چند ژول است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}C \ , \ E_R = ۱۳٫۶eV)$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) $۱٫۶۳۲ \times ۱۰^{-۱۸}$ ۲) $۳٫۱۷۶ \times ۱۰^{-۱۸}$ ۳) $۴٫۷۲ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۴) $۵٫۴۴ \times ۱۰^{-۱۹}$

۲۰۸. الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = ۵$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، کم‌انرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند گسیل کند، بسامدش چند تراهرتز است؟ $(h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵}eV \cdot s \ , \ E_R = ۱۳٫۶eV)$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۲۵٫۵ ۲) ۷۶٫۵ ۳) ۱۷۰ ۴) ۳۲۶۴

۲۰۹. در اتم هیدروژن، الکترون از مداری به شعاع r به مدار دیگری به شعاع r' می‌رود و فوتونی با انرژی $۲٫۵۵eV$ گسیل می‌کند. $r - r'$ چند برابر شعاع بور $(a_۰)$ است؟ $(E_R = ۱۳٫۶eV)$

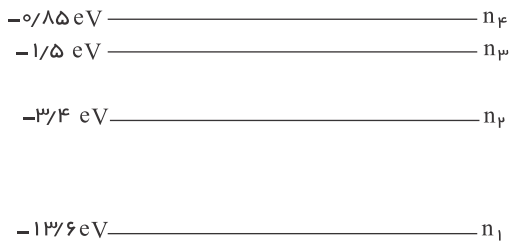
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۲

WWW.ArefOnline.ir

۲۱۰. شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین دو تراز می‌تواند به گسیل فوتونی با بسامد $۴/۷۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$ منجر شود؟ ($h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV \cdot s$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) $n_۲$ به $n_۳$
۲) $n_۱$ به $n_۲$
۳) $n_۲$ به $n_۴$
۴) $n_۱$ به $n_۴$

۲۱۱. الکترونی در سومین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد. اگر این الکترون به حالت پایه جهش کند، بسامد فوتون گسیلی چند تراهرتز است؟ ($E_R = ۱۳/۶ eV, h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV \cdot s$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۲۰۲۵ ۲) ۲۱۲۵ ۳) ۳۰۲۲/۲ ۴) ۳۱۸۷/۵

۲۱۲. در اتم هیدروژن وقتی الکترون از چهارمین حالت برانگیخته به حالت پایه جهش می‌کند، بسامد فوتون گسیل‌شده چند هرتز است؟ ($h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV \cdot s$ و $E_R = ۱۳/۶ eV$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) $۳/۱۸۷۵ \times ۱۰^{۱۵}$ ۲) $۳/۲۶۴ \times ۱۰^{۱۵}$ ۳) $۲/۵۵ \times ۱۰^{۱۵}$ ۴) $۲/۷۲ \times ۱۰^{۱۵}$

۲۱۳. الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = ۵$ قرار دارد. فرض کنید، فقط گذارهای $\Delta n = ۱$ مجاز باشند. در این صورت اختلاف طول‌موج کم‌انرژی‌ترین فوتون و پرانرژی‌ترین فوتون گسیلی، تقریباً چند نانومتر است؟ ($E_R = ۱۳/۶ eV$ و $hc = ۱۲۴۰ eV \cdot nm$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱۲۱۰ ۲) ۲۹۵۷ ۳) ۳۹۳۱ ۴) ۴۰۵۲

۲۱۴. در اتم هیدروژن، الکترون با جذب فوتونی با انرژی ۱۲/۷۵ الکترون ولت از مدار n' به مدار n می‌رود. n' و n به‌ترتیب کدام‌اند؟ ($E_R = ۱۳/۶ eV$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱ و ۴ ۲) ۱ و ۶ ۳) ۲ و ۴ ۴) ۲ و ۶

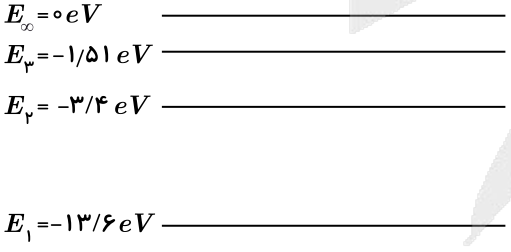
۲۱۵. در اتم هیدروژن الکترون در تراز $n = ۵$ قرار دارد. فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n = ۱$ مجاز باشند. در این صورت اختلاف انرژی مربوط به فوتون‌هایی که بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج گسیلی را دارند، چند ژول است؟ ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ و $E_R = ۱۳/۶ eV$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) $۱/۵۸ \times ۱۰^{-۱۸}$ ۲) $۱/۶۳ \times ۱۰^{-۱۸}$ ۳) $۱/۷۴ \times ۱۰^{-۱۸}$ ۴) $۲/۰۸ \times ^{-۱۸}$

۲۱۶. شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین دو تراز می‌تواند منجر به گسیل فوتونی به بسامد $۲/۵۵ \times ۱۰^{۱۵}$ شود؟ ($h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV \cdot s$)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) $n_۱$ به $n_۲$ ۲) $n_۲$ به $n_۳$ ۳) $n_۱$ به $n_۳$ ۴) $n_۱$ به n_∞

۲۱۷. الکترونی در سومین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد. وقتی الکترون از این حالت به اولین حالت برانگیخته جهش می‌کند، بسامد فوتون گسیل‌شده چند هرتز است؟ ($h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eVs$ و $E_R = ۱۳/۶ eV$)

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

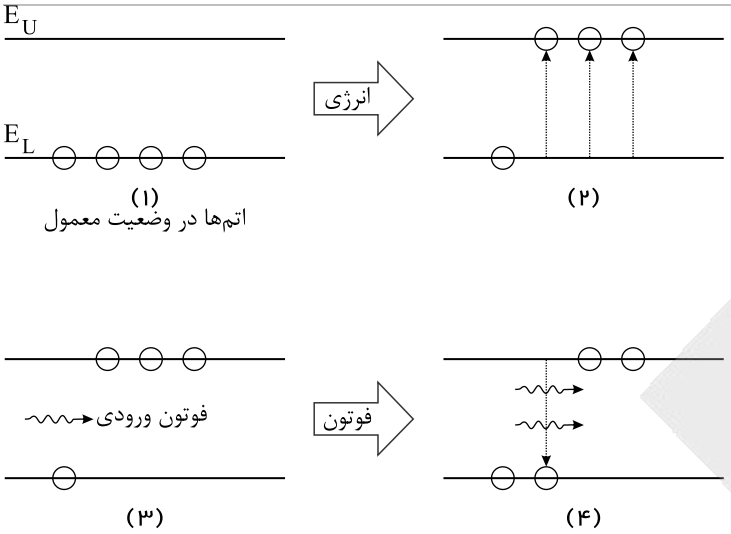
۱) $۸/۵ \times ۱۰^{۱۴}$ ۲) $۶/۳۷۵ \times ۱۰^{۱۴}$ ۳) $۴/۱۲۵ \times ۱۰^{۱۴}$ ۴) $۳/۰۲ \times ۱۰^{۱۴}$

WWW.ArefOnline.ir

لیزر

۲۱۸. شکل زیر، فرایند ایجاد باریکهٔ لیزری را به‌طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد.

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



نام مرحلهٔ ۲ و ۴ کدام است؟

۱) وارونی جمعیت و فرایند گسیل القایی

۲) برانگیختهٔ معمولی و فرایند گسیل القایی

۳) وارونی جمعیت و فرایند گسیل خودبه‌خود

۴) برانگیختهٔ معمولی و فرایند گسیل خودبه‌خود

ساختار هسته پایداری و انرژی بستگی هسته

۲۱۹. در هستهٔ اتم یک عنصر، اگر نیروی ربایشی هسته‌ای بین دو پروتون مجاور F و بین دو نوترون مجاور برابر F' و بین یک پروتون و یک نوترون مجاور برابر F'' باشد، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) $F = F' = F''$ ۲) $F'' > F' > F$ ۳) $F' > F'' > F$ ۴) $F > F' > F''$

۲۲۰. اگر N تعداد نوترون‌ها و Z تعداد پروتون‌های هستهٔ یک اتم باشد، کدام مورد صحیح است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) در تمام هسته‌های پایدار $N = Z$ است.

۲) نسبت $\frac{N}{Z}$ برای تمام عناصر یکسان است.

۳) هسته‌ای ناپایدار است که در آن $Z > N$ باشد.

۴) در هسته‌های پایدار سنگین، نسبت $\frac{N}{Z}$ بزرگ‌تر است.

۲۲۱. نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها ..... .

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) با مربع فاصلهٔ بین دو نوکلئون نسبت عکس دارد.

۲) متناسب با تعداد نوکلئون‌های هسته، افزایش می‌یابد.

۳) کوتاه‌بُرد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.

۴) بین دو پروتون از نوع دافعه و بین پروتون و نوترون از نوع جاذبه است.

۲۲۲. کدام موارد درست است؟

الف: اندازه‌گیری‌های دقیق نشان داده است که جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهندهٔ هسته اندکی بیشتر است.

ب: انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته را انرژی بستگی هسته‌ای می‌نامند.

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

پ: در هسته‌های پایدار، هر چه هسته سنگین‌تر می‌شود، نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون افزایش می‌یابد.

۱) «الف»، «ب» و «پ» ۲) «الف» و «پ» ۳) «الف» و «ب» ۴) «ب» و «پ»

۲۲۳. کدام مورد در خصوص «هستهٔ اتم» درست است؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته می‌شوند.

۲) جرم هسته برابر مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن است.

۳) نوکلئون‌های درون هسته می‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند.

۴) اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبهٔ keV تا مرتبهٔ MeV است.

پرتوزایی طبیعی و نیمه عمر واپاشی آلفا –بتا – گاما

۲۲۴. در واکنش $^{۲۳۷}_{۹۲}X \to Y + ۳\alpha + \beta^-$ تعداد نوکلئون‌های Y چقدر است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۲۲۴ ۲) ۲۲۵ ۳) ۲۲۶ ۴) ۲۲۸

WWW.ArefOnline.ir

۲۲۵. در واکنش هسته‌ای $\cdots + \cdots + {}^{A}_{Z}X \Rightarrow {}^{A-۸}_{Z}Y$ به‌جای نقطه‌چین‌ها چند آلفا و چند بتای منفی باید قرار داد؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) یک آلفا و ۳ بتا ۲) ۲ آلفا و ۴ بتا ۳) ۲ آلفا و ۲ بتا ۴) ۲ آلفا و ۳ بتا

۲۲۶. در واکنش هسته‌ای (نوترون) $M,{}^{۲۰۷}_{۸۲}X \rightarrow {}^{۱۹۷}_{۷۹}Y + N(\alpha) + M(\beta^-) + ۲$ و N به‌ترتیب کدام‌اند؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۱ و ۱ ۲) ۱ و ۲ ۳) ۲ و ۲ ۴) ۲ و ۳

۲۲۷. کدام موارد درست است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

الف – در واپاشی β^-، الکترون گسیل‌شده در هستهٔ مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست.

ب – در واپاشی β^+، ذرهٔ گسیل‌شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد.

پ – اغلب هسته‌ها پس از واپاشی بتا، در حالت پایدار قرار می‌گیرند.

ت – در واپاشی β^+، یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) ب و ت ۴) ب و پ

۲۲۸. نپتونیم ${}^{۲۳۷}_{۹۳}Np$ ایزوتوپ ناپایداری است که واپاشی آن از طریق گسیل ۳ ذرهٔ α و یک ذرهٔ β^- صورت می‌گیرد. در این واپاشی، هستهٔ نهایی به‌ترتیب چند نوترون و چند پروتون دارد؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۱۳۶ و ۸۷ ۲) ۱۳۶ و ۸۸ ۳) ۱۳۷ و ۸۷ ۴) ۱۳۷ و ۸۸

۲۲۹. سدیم ${}^{۲۴}_{۱۱}Na$ واپاشی β^- انجام می‌دهد، هستهٔ جدید به‌ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۱۳ و ۱۱ ۲) ۱۲ و ۱۱ ۳) ۱۱ و ۱۳ ۴) ۱۲ و ۱۲

۲۳۰. کدام موارد درست است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

الف- پرتوهای α سنگین‌اند و برد بلندی دارند.

ب- تعداد نوکلئون‌ها در طی فرآیند واپاشی هسته پایسته است.

پ- یکی از کاربردهای گستردهٔ واپاشی α، در آشکارسازی‌های دود است.

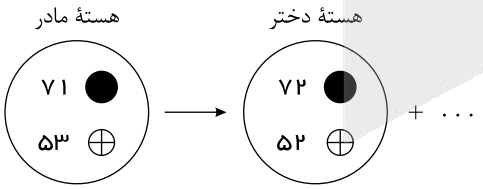
ت- واپاشی α در هسته‌های سبک صورت می‌گیرد.

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) ب و ت ۴) ب و پ

۲۳۱. هستهٔ ${}^{۲۳۴}_{۹۰}Th$ واپاشی β^- انجام می‌دهد. عدد اتمی هستهٔ دختر چند برابر عدد نوترونی آن است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) $\frac{۹۱}{۱۴۴}$ ۲) $\frac{۸۹}{۱۴۵}$ ۳) $\frac{۸۹}{۱۴۴}$ ۴) $\frac{۹۱}{۱۴۳}$

۲۳۲. شکل زیر، واپاشی ید ۱۲۴ را نشان می‌دهد. نام ذرهٔ گسیل‌شده، کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

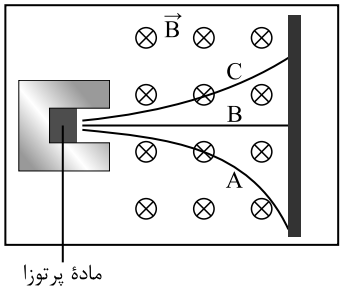


۱) آلفا ۲) گاما
۳) پوزیترون ۴) الکترون

۲۳۳. سرب ${}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$ هستهٔ دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی α حاصل شود. عدد جرمی هستهٔ مادر، کدام است؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۲۰۳ ۲) ۲۰۵ ۳) ۲۰۹ ۴) ۲۱۱

۲۳۴. شکل زیر، مسیر پرتوهای گسیل‌شده از یک ماده پرتوزای طبیعی را نشان می‌دهد که از یک میدان مغناطیسی عبور می‌کنند. نوع آنها در مسیرهای از A تا C به‌ترتیب کدام است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲



۱) الکترون، گاما و آلفا
۲) آلفا، گاما و الکترون
۳) الکترون، پوزیترون و آلفا
۴) آلفا، پوزیترون و الکترون

WWW.ArefOnline.ir

۲۳۵ . در کدام مورد ، فرایند واپاشی درست است؟

الف: ${}^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y_{N+1} + e^-$ **ب:** ${}^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y_{N+1} + e^+$

پ: ${}^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y_N + e^-$ **ت:** ${}^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y_{N+1} + e^+$

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) «الف» ۲) «ب» ۳) «پ» ۴) «ت»

۲۳۶ . در فرایند واپاشی ${}^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + x$، x کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) پروتون ۲) β^+ ۳) β^- ۴) نوترون

۲۳۷ . اگر عدد جرمی عنصری ۲ برابر عدد اتمی آن باشد، پس از گسیل یک پرتو α و یک الکترون و یک پوزیترون، تعداد نوترون‌های هستهٔ جدید چند تا از تعداد پروتون‌های هستهٔ جدید بیشتر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) صفر

۲۳۸ . اگر ${}^{238}_{92}U$ واپاشی α انجام دهد، کدام هسته، حاصل این واپاشی خواهد بود؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) ${}^{235}_{92}U$ ۲) ${}^{231}_{91}Pa$ ۳) ${}^{234}_{90}Th$ ۴) ${}^{232}_{90}Th$

۲۳۹ . در کدام واپاشی هسته‌ای، عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

۱) بتای منفی ۲) بتای مثبت ۳) گاما ۴) آلفا

۲۴۰ . اگر لوتسیم (${}^{176}_{71}Lu$) با گسیل بتای منفی پرتوزایی کند، هستهٔ دختر کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) ${}^{176}_{72}Hf$ ۲) ${}^{175}_{72}Hf$ ۳) ${}^{176}_{69}Tm$ ۴) ${}^{177}_{69}Tm$

۲۴۱ . دو ذرهٔ α و β با یک تندی و در یک جهت وارد میدان مغناطیسی یکنواخت می‌شوند، تحت تأثیر میدان، مسیر انحراف کدام ذره، شعاع انحنای کوچک‌تری دارد و علت آن کدام است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) β، جرمش کمتر است. ۲) β، بار الکتریکی آن بیشتر است. ۳) α، شتابی که می‌گیرد بیشتر است. ۴) α، نیروی بیشتری بر آن وارد می‌شود.

۲۴۲ . در پرتوزایی طبیعی سه نوع ذرهٔ آلفا، بتا و گاما تولید می‌شود. در کدام مورد، به ترتیب از راست به چپ، قدرت نفوذ ذرات بیشتر می‌شود؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۳

۱) آلفا، گاما و بتا ۲) آلفا، بتا و گاما ۳) گاما، آلفا و بتا ۴) بتا، گاما و آلفا

۲۴۳ . در واپاشی، (هستهٔ دختر) $+\beta^+ \rightarrow {}^{15}_{8}O$ هستهٔ دختر چند نوترون دارد؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

۲۴۴ . کدام موارد درست است؟

الف: در پرتوزایی طبیعی تعداد نوکلئون‌ها کاهش می‌یابد.

ب: در پرتوزایی طبیعی تعداد نوکلئون‌ها افزایش می‌یابد.

پ: اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته در مقایسه با اختلاف ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم، خیلی زیاد است.

مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) «پ» ۲) «ب» ۳) «الف» و «ب» ۴) «الف» و «پ»

۲۴۵ . در کدام واپاشی، عدد جرمی تغییر می‌کند؟

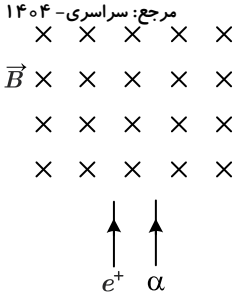
مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) گاما ۲) آلفا ۳) بتای منفی ۴) بتای مثبت

WWW.ArefOnline.ir

۲۴۶. مطابق شکل، پرتوهایی از دو ذرهٔ آلفا و پوزیترون در جهت نشان‌داده‌شده وارد میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سو می‌شوند. جهت انحراف ذرات در درون میدان چگونه است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴



۱) هر دو به چپ
۲) هر دو به راست
۳) آلفا به راست و پوزیترون به چپ
۴) آلفا به چپ و پوزیترون به راست

۲۴۷. $^{۲۴۲}_{۹۴}Pu$ واپاشی α انجام می‌دهد. عدد جرمی هستهٔ دختر چقدر است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۲۳۸
۲) ۲۴۰
۳) ۲۴۶
۴) ۲۴۸

۲۴۸. در واکنش هسته‌ای «تعداد نوترون $^{۱}_{۰}n + {}^{۲۳۵}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۱۳۳}_{۵۰}Sn + {}^{۱۰۱}_{۴۲}Mo +$»، چند نوترون آزاد می‌شود و اگر مجموع جرم ذرات اولیه و مجموع جرم ذرات ثانویه واکنش را به ترتیب $M_۱$ و $M_۲$ بنامیم، کدام رابطه درست است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۳ و $M_۱ > M_۲$
۲) ۲ و $M_۱ > M_۲$
۳) ۳ و $M_۲ > M_۱$
۴) ۲ و $M_۲ > M_۱$

۲۴۹. اورانیم $^{۲۳۸}_{۹۲}U$ (هستهٔ مادر)، در اثر تابش α، به یک هستهٔ دختر تبدیل می‌شود. عدد نوترونی هستهٔ دختر، چند واحد کمتر از عدد نوترونی هستهٔ مادر است؟

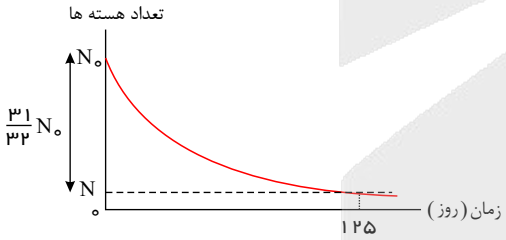
مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۴

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

نیمه عمر

۲۵۰. نمودار واپاشی هسته‌های یک ماده پرتوزا برحسب زمان به‌صورت شکل زیر است. نیمه‌عمر این ماده چند روز است؟

مرجع: سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۵
۲) ۲۵
۳) ۵۰
۴) ۶۲٫۵

۲۵۱. از یک مادهٔ رادیواکتیو که نیمه‌عمر آن ۸ روز است، پس از گذشت چند روز، ۷۵ درصد هسته‌های این ماده واپاشیده می‌شود؟

مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۸
۲) ۱۶
۳) ۲۴
۴) ۳۲

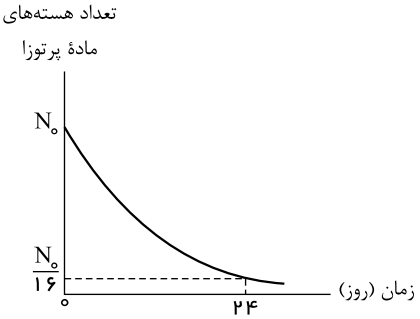
۲۵۲. دانشمندی به یک نمونه از زغال قدیمی اشاره می‌کند و ادعا می‌کند که عمر این زغال حدود ۲۲۹۲۰ سال است. برای اثبات این ادعا، کربن ۱۴ این زغال، چند درصد مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی باید باشد که تازه تولید شده است؟ (نیمه‌عمر کربن ۵۷۳۰ سال است.)

مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۱٫۵۶
۲) ۳٫۱۳
۳) ۶٫۲۵
۴) ۱۲٫۵۰

۲۵۳. نمودار واپاشی یک مادهٔ پرتوزا به شکل زیر است. نیمه‌عمر این ماده، چند روز است؟

مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۱۲
۲) ۸
۳) ۶
۴) ۴

WWW.ArefOnline.ir

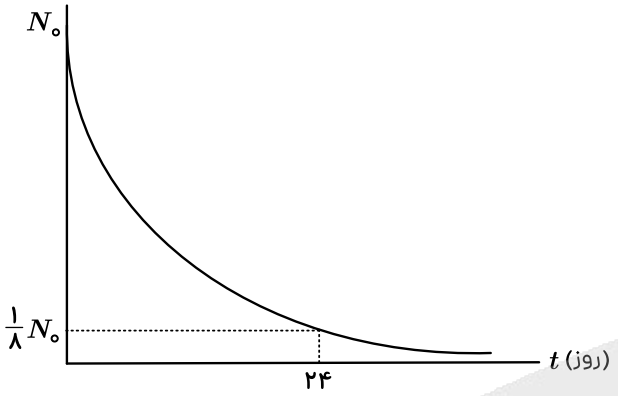
۲۵۴. نیمه‌عمر یک مادهٔ پرتوزا ۴۵ دقیقه است. پس از گذشت ۳ ساعت، چه کسری از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

۲۵۵. چهار سال طول می‌کشد تا ۷۵ درصد تعداد هسته‌های یک مادهٔ پرتوزا به هسته‌های دیگر تبدیل شود. چند سال دیگر بگذرد تا تعداد هسته‌های باقی‌مانده ۱۲٫۵ درصد تعداد هسته‌های اولیه باشد؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۲۴ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۲

۲۵۶. نمودار تعداد هسته‌های مادهٔ پرتوزا در یک نمونه برحسب زمان، مطابق شکل است. نیمه عمر این مادهٔ پرتوزا چند روز است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۳



۱) ۱۲ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۸

۲۵۷. نیمه عمر یک مادهٔ پرتوزا ۶۰ دقیقه است. پس از گذشت ۶ ساعت چه کسری از مادهٔ اولیه در نمونه‌ای از این مادهٔ پرتوزا باقی می‌ماند؟ مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۳

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۲۴}$ ۳) $\frac{۱}{۳۲}$ ۴) $\frac{۱}{۶۴}$

۲۵۸. پس از گذشت ۸ ساعت، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{۱}{۱۶}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه‌عمر ماده چند ساعت است؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

۱) ۱ ۲) ۸ ۳) ۴ ۴) ۲

۲۵۹. نیمه عمر یک ایزوتوپ پرتوزا ۸ روز است، پس از گذشت ۱۶ روز، چند درصد از هسته‌های مادر اولیه در محیط زیست باقی می‌ماند؟ مرجع: سراسری- ۱۴۰۴

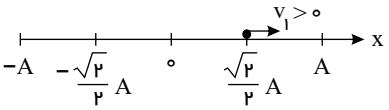
۱) ۷۵ ۲) ۵۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۲٫۵

WWW.ArefOnline.ir

پاسخنامه تشریحی

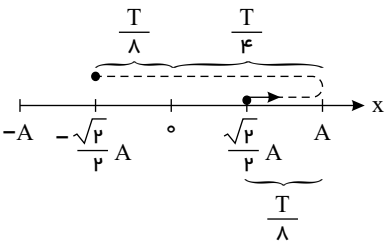
۱ گزینه ۴

$A = ۲cm = \frac{۲}{۱۰۰}m$ و $f = \frac{۱}{۴}Hz \Rightarrow T = ۴s$ و $x = ۰$ مرکز تعادل نوسانگر $\Rightarrow$



$$x_۱ = \sqrt{۲}cm \Rightarrow \frac{x_۱}{A} = \frac{\sqrt{۲}cm}{۲cm} = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow x_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}A$$

$$x_۲ = -\sqrt{۲}cm \Rightarrow x_۲ = -\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$$



گام اول: $v > ۰$ (طبق فرض تست) و $x_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}A$.

گام دوم: مدت زمان رسیدن نوسانگر با شرایط ($x_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ و $v_۱ > ۰$)

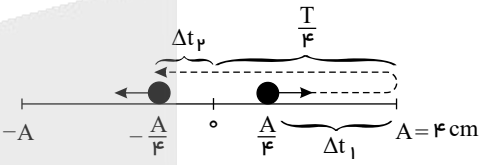
به مکان ($x_۲ = -\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ و $v_۲ < ۰$) برابر است با:

$$\Delta t = \frac{T}{۸} + \frac{T}{۴} + \frac{T}{۸} = \frac{T}{۲} = \frac{۴}{۲} = ۲s$$

$$|v_{av}| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \left|\frac{-\sqrt{۲}cm - (+\sqrt{۲}cm)}{۲s}\right| = \sqrt{۲}\frac{cm}{s}$$

۲ گزینه ۳

$$amp; f = ۵Hz \rightarrow T = \frac{۱}{۵}s$$
$$۲A = ۸cm \rightarrow A = ۴cm$$
$$x = \pm ۱cm \Rightarrow x = \pm\frac{A}{۴}$$



نکتهٔ بسیار جالب در این تست این است که $\Delta t_۱$ و $\Delta t_۲$ با اطلاعات موجود قابل محاسبه نمی‌باشند امّا: $\Delta t_۱ + \Delta t_۲ = \frac{T}{۴}$ بنابراین:

$$\Delta t_{\text{کل مورد نظر}} = \Delta t_۱ + \frac{T}{۴} + \Delta t_۲ = \underbrace{(\Delta t_۱ + \Delta t_۲)}_{\frac{T}{۴}} + \frac{T}{۴} = \frac{T}{۲} = \frac{۱}{۱۰}s$$

به طر کلی، حداقل زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر از یک وضعیت با مکان x سرعت v به مکانی با وضعیت قرینه یعنی مکان $-x$ و سرعت $-v$ برود، $\frac{T}{۲}$ است.

۳ گزینه ۲ گام اول: دقت کنیم برای یافتن تندی متوسط به مسافت احتیاج داریم نه جابه‌جایی.

$$x = ۰/۰۲\cos\frac{\pi}{۲}t$$

در این تیپ سؤالات بهتر است ابتدا رابطهٔ بازهٔ زمانی داده شده را با دورهٔ تناوب نوسانگر بیابیم.

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{\omega} = \frac{۲\pi}{\frac{\pi}{۲}} = ۴s$$

$$\Delta t = \frac{۲۵}{۱۲}s - \frac{۱}{۱۲}s = \frac{۲۴}{۱۲} = ۲s \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{۲}{۴} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۲}$$

گام دوم: در مدت $\frac{T}{۲}$ نوسانگر مسافت $۲A$ را طی می‌کند:

WWW.ArefOnline.ir

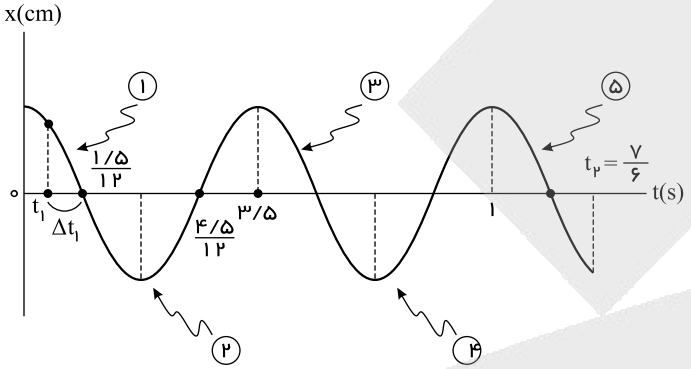
$$S_{av}=\frac{L}{\Delta t}=\frac{۲A}{\frac{T}{۲}}=\frac{۲(۰/۰۲)(m)}{۲s}=۰/۰۲\frac{m}{s}=۲\frac{cm}{s}$$

۴ گزینه ۴ برای حل سؤال در ابتدا دورهٔ نوسان را محاسبه می‌کنیم و لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ را بر روی مسیر نوسان (یا نمودار مکان – زمان) می‌یابیم.

$$x=۰/۰۲\cos ۴\pi t\rightarrow \omega=۴\pi \xrightarrow{T=\frac{۲\pi}{\omega}}$$

$$T=\frac{۲\pi}{۴\pi}\rightarrow T=۰/۵s=\frac{۶}{۱۲}s$$

حال با رسم نمودار مکان – زمان داریم:



می‌دانیم در مرحله‌ای که نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود، حرکت نوسانگر تندشونده است. با توجه به شکل در مراحل شماره‌گذاری، حرکت تندشونده است. بنابراین داریم:

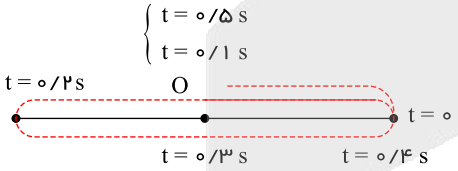
$$\Delta t=\Delta t_۱+\Delta t_۲+\Delta t_۳+\Delta t_۴+\Delta t_۵ \xrightarrow{\Delta t_۱=\frac{۱/۵}{۱۲}-\frac{۱}{۱۲}=\frac{۱}{۲۴}s}$$

$$\Delta t=\frac{۱}{۲۴}+\frac{T}{۴}+\frac{T}{۴}+\frac{T}{۴}+\frac{T}{۴}=\frac{۱}{۲۴}+T=\frac{۱}{۲۴}+\frac{۶}{۱۲}\rightarrow \Delta t=\frac{۱۳}{۲۴}s$$

۵ گزینه ۱ در ابتدا دورهٔ نوسان را محاسبه می‌کنیم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow[k=۵۰\frac{N}{m},\pi=\sqrt{۱۰}]{m=۲۰۰g=۰/۲kg} T=(۲)(\sqrt{۱۰})\times\sqrt{\frac{۰/۲}{۵۰}}\rightarrow T=۰/۴s$$

حال باید ببینیم که در مدت ۰/۵ ثانیه، حرکت نوسانگر چگونه است.

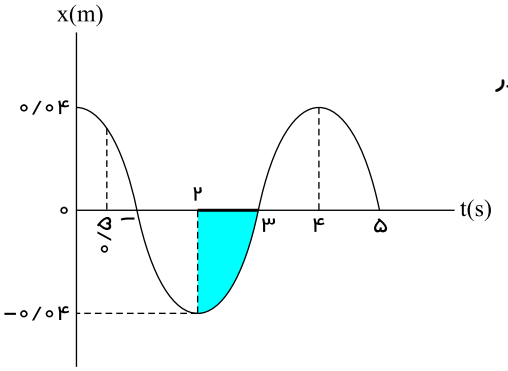


با توجه به مسیر حرکت رسم‌شده در مدت ۰/۵ ثانیهٔ اول، مسافت طی‌شده توسط نوسانگر و بزرگی جابه‌جایی آن برابر است با: (A دامنه نوسان است.)

$$\begin{cases}\ell=۵A\\ |\vec{d}|=A\end{cases}\rightarrow\frac{\ell}{|\vec{d}|}=۵$$

WWW.ArefOnline.ir

۶ گزینه ۱



وقتی بردارهای شتاب و سرعت هم‌جهت هستند، حرکت نوسانگر تندشونده بوده، یعنی نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود. از طرف دیگر اگر جهت شتاب نوسانگر در جهت مثبت محور x باشد، نوسان‌گر در مکان‌های منفی است یعنی $x < ۰$ است. ($a = -\omega^۲ x$)

بنابراین در ابتدا دورهٔ نوسان را پیدا کرده و نمودار مکان - زمان نوسانگر را رسم می‌کنیم. پس از آن در بازهٔ زمانی داده‌شده به تحلیل نمودار حرکت می‌پردازیم:

$$x = ۰/۰۴ \cos \frac{\pi}{۲} t \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{۲} \xrightarrow{T=\frac{۲\pi}{\omega}} T = \frac{۲\pi}{\frac{\pi}{۲}} \Rightarrow T = ۴s$$

با توجه به آنچه در مقدمهٔ پاسخ گفتیم در بازهٔ زمانی داده‌شده، فقط بین دو لحظهٔ $t' = ۲s$ و $t'' = ۳s$، نوسانگر دارای $x < ۰$ بوده و حرکتش تندشونده است. یعنی به مدت ۱ ثانیه دارای این ویژگی است.

---

۷ گزینه ۲ در ابتدا دورهٔ نوسان را محاسبه می‌کنیم. پس از آن رابطهٔ بین بازهٔ زمانی داده‌شده و دورهٔ نوسان را می‌یابیم و در نهایت مسافت طی‌شده در این مدت را به دست می‌آوریم:

$$x = ۰/۰۴ \cos ۴\pi t \Rightarrow \begin{cases} A = ۰/۰۴m = ۴cm \\ \omega = ۴\pi \xrightarrow{T=\frac{۲\pi}{\omega}} T = \frac{۲\pi}{۴\pi} \Rightarrow T = ۰/۵s \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_۱ = ۰/۱s \\ t_۲ = ۱/۳۵s \end{cases} \Rightarrow \Delta t = t_۲ - t_۱ = ۱/۳۵ - ۰/۱ = ۱/۲۵s$$

$$\begin{cases} \Delta t = ۱/۲۵ \\ T = ۰/۵s \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{۱/۲۵}{۰/۵} \Rightarrow \Delta t = ۵\frac{T}{۲}$$

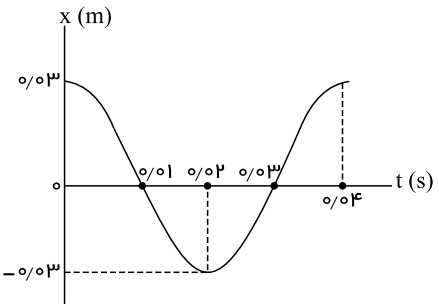
از طرفی می‌دانیم، مسافتی که نوسانگر در هر $\frac{T}{۲}$ طی می‌کند، معادل دو برابر دامنه است، پس در مدت $\frac{۵T}{۲}$، مسافتی معادل $۱۰A$ را طی می‌کند، یعنی:

$$\ell = ۱۰A = ۱۰ \times ۴ = ۴۰m = ۰/۴ = \frac{۲}{۵}m$$

---

۸ گزینه ۳ در ابتدا نمودار مکان - زمان نوسانگر را رسم می‌کنیم. شیب خط مماس بر نمودار، جهت بردار سرعت را نمایش می‌دهد، از طرفی در مکان‌های «+»، شتاب نوسانگر «−» است. بنابراین داریم:

$$x = ۰/۰۳ \cos ۵۰\pi t \Rightarrow W = ۵۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = ۰/۰۴s$$



بدیهی است که بین دو لحظهٔ $۰/۰۲ < t < ۰/۰۳$، $v > ۰$ و $x < ۰$ و $a > ۰$ است.

WWW.ArefOnline.ir

۹ گزینه ۱ با قرار دادن $x = ۲cm$ در معادله، لحظه‌هایی که نوسانگر از این مکان می‌گذرد را می‌یابیم:

$$x = ۰/۰۴\cos\frac{۴\pi}{۳}t \xrightarrow{x=۲cm=۰/۰۲m} ۰/۰۲ = ۰/۰۴\cos\frac{۴\pi}{۳}t$$

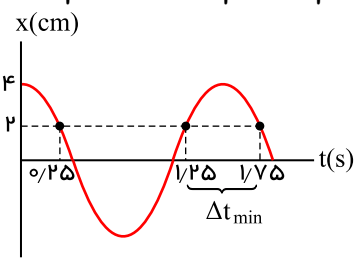
$$\Rightarrow \cos\frac{۴\pi}{۳}t = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \cos\frac{۴\pi}{۳}t = \cos\begin{cases}\frac{\pi}{۳}\\ \frac{۵\pi}{۳}\\ \frac{۷\pi}{۳}\\ .\\ .\\ .\end{cases}$$

بدیهی است که برای تعیین حداقل بازهٔ زمانی داریم:

$$\cos\frac{۴\pi}{۳}t_۱ = \cos\frac{\pi}{۳} \Rightarrow \frac{۴\pi}{۳}t_۱ = \frac{\pi}{۳} \Rightarrow t_۱ = ۰/۲۵s$$

$$\cos\frac{۴\pi}{۳}t_۲ = \cos\frac{۵\pi}{۳} \Rightarrow \frac{۴\pi}{۳}t_۲ = \frac{۵\pi}{۳} \Rightarrow t_۲ = ۱/۲۵s$$

$$\cos\frac{۴\pi}{۳}t_۳ = \cos\frac{۷\pi}{۳} \Rightarrow \frac{۴\pi}{۳}t_۳ = \frac{۷\pi}{۳} \Rightarrow t_۳ = ۱/۷۵s$$



$$\Delta t_{min} = ۱/۷۵ - ۱/۲۵ \Rightarrow \Delta_{min} = ۰/۵s$$

---

۱۰ گزینه ۱ در ابتدا با توجه به معادلهٔ حرکت، دورهٔ نوسان را می‌یابیم.

$$x = A\cos ۵۰\pi t \Rightarrow \omega = ۵۰\pi \xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}} ۵۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow t = ۰/۰۴s$$

حال بازهٔ زمانی داده‌شده را با دورهٔ نوسانگر مقایسه می‌کنیم.

$$\begin{cases} t_۱ = ۰ \\ t_۲ = ۰/۰۲s \end{cases} \Rightarrow \Delta t = t_۲ - t_۱ = ۰/۰۲ - ۰ \Rightarrow \Delta t = ۰/۰۲s$$

با مقایسهٔ Δt و T در می‌یابیم که ΔT معادل نصف دورهٔ نوسان است و در این مدت، نوسانگر مسافتی معادل $۲A$ (دو برابر دامنهٔ نوسان) را می‌پیماید. بنابراین داریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=۰/۰۲s]{s_{av}=۱/۵\frac{m}{s}} ۱/۵ = \frac{۲A}{۰/۰۲} \Rightarrow A = ۰/۰۱۵m \Rightarrow A = ۱/۵cm$$

---

۱۱ گزینه ۱

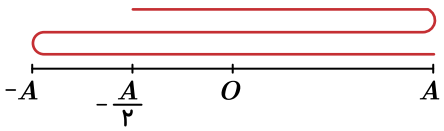
ابتدا دورهٔ تناوب حرکت را می‌یابیم تا ببینیم بازهٔ زمانی داده‌شده، چه کسری از دورهٔ تناوب است:

$$x = A\cos\frac{۱۶\pi}{۳}t \xrightarrow{x=A\cos wt} \frac{۱۶\pi}{۳} = \frac{۲\pi}{T} \rightarrow T = \frac{۳}{۸}s$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۳}{۸}} = \frac{۴}{۳} \rightarrow \Delta t = T + \frac{T}{۳}$$

WWW.ArefOnline.ir

نوسانگر در یک دورهٔ تناوب کامل، یک نوسان انجام می‌دهد و در $\frac{T}{۳}$ باقی‌مانده، به مکان $x=-\frac{A}{۲}$ می‌رسد. بنابراین جابه‌جایی مسافت پیموده‌شده برابر است با:



$$l=۴A+A+\frac{A}{۲}=۵/۵A$$

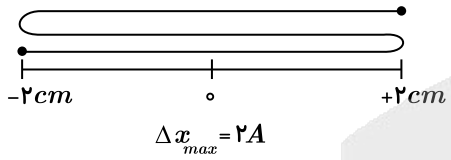
$$|\Delta x|=A+\frac{A}{۲}=۱/۵A$$

$$\frac{s_{av}}{|v_{av}|}=\frac{l}{\Delta x}=\frac{۵/۵A}{۱/۵A}=\frac{۱۱}{۳}$$

---

۱۲ گزینه ۲

$$\begin{cases}\omega=\frac{۲\pi}{T}\rightarrow T=\frac{۲\pi}{۶\pi}=\frac{۱}{۳}\\ \Delta t=۰/۵s\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta t}{T}=۱/۵\Rightarrow\Delta t=\frac{۳}{۲}T$$



$$v_{av\ ,max}=\frac{\Delta x_{max}}{\Delta t}=\frac{۲\times۲}{۰/۵}=۸\ \frac{m}{s}$$

---

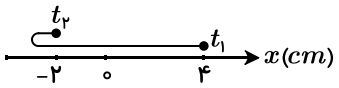
۱۳ گزینه ۳

$$\frac{T}{۱۲}=\frac{۱}{۶۰}\rightarrow T=\frac{۱}{۵}s$$

$$T=\frac{t}{n}\rightarrow n=\frac{۶۰}{\frac{۱}{۵}}=۳۰۰\ \text{نوسان}$$

---

۱۴ گزینه ۳



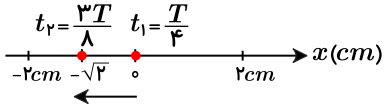
$$x_۱=۰/۰۴\cos(۴\pi\times۰)=۰/۰۴m=۴cm$$

$$x_۲=۰/۰۴\cos(۴\pi\times\frac{۱}{۳})=-۰/۰۲m=-۲cm$$

$$l=۴+۴+۲=۱۰cm\longrightarrow s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{۱۰}{\frac{۱}{۳}}=۳۰\frac{cm}{s}$$

---

۱۵ گزینه ۴



$$l=\sqrt{۲}cm$$

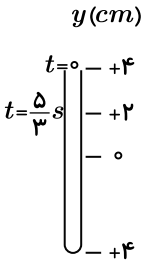
WWW.ArefOnline.ir

۱۶ گزینه ۳

$A = ۴cm$

$T = ۲s \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} ۲\pi = \pi \frac{rad}{s}$

$x = A\cos\omega t \xrightarrow[W=\pi \frac{rad}{s}]{A=۴cm} x = ۴\cos(\frac{۵}{۳}\pi) = ۲cm$



$S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۸ + ۴ + ۲}{\frac{۵}{۳}} = ۸/۴ \frac{cm}{s}$

۱۷ گزینه ۳ در هر ثانیه یک‌بار طول پاره‌خط طی شده بنابراین در هر دو ثانیه نوسانگر یک نوسان کامل انجام می‌دهد یعنی: $T = ۲s$. از طرفی:

$$\begin{cases} \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۲} = \pi\, rad/s \rightarrow v_{max} = A\omega = ۲cm \times \pi\, rad/s \\ \text{دامنه} = \frac{\text{طول پاره‌خط نوسانی}}{۲} \rightarrow A = \frac{۴cm}{۲} = ۲cm \end{cases}$$

$\rightarrow v_{max} = ۲\pi\ cm/s$

۱۸ گزینه ۱ توجه: در حرکت نوسانی ساده، نوسانگر در نقاط بازگشت (دامنه) تغییر جهت می‌دهد. در این نقاط بزرگی شتاب نوسانگر بیشینه است:

$| a_{max} | = ۰/۸\pi^۲ \frac{m}{s^۲} \Rightarrow Aw^۲ = ۰/۸\pi^۲ \quad (۱)$

در لحظه‌ای که نیروی وارد بر نوسانگر صفر می‌شود، نوسانگر در حال عبور از مرکز نوسان است و بزرگی سرعت نوسانگر بیشینه است:

$| v_{max} | = Aw \Rightarrow Aw = ۰/۲\pi \quad (۲)$

$\frac{(۱)}{(۲)} = \frac{A\omega^۲}{A\omega} = \frac{۰/۸\pi^۲}{۰/۲\pi} \Rightarrow w = ۴\pi \rightarrow \begin{cases} x = ۱cm = \frac{۱}{۱۰۰}m \\ w^۲ = ۱۶\pi^۲ \end{cases} \Rightarrow | a | = w^۲ | x | \Rightarrow a = ۰/۱۶\pi^۲$

۱۹ گزینه ۴ در $t = ۰/۰۷\pi\ s$، نوسانگر در مکان $x = ۰$ یعنی در مرکز نوسان است و تندی آن بیشینه است و داریم:

$x = ۰/۰۴\cos ۵۰t \xrightarrow{x=A\cos Wt} \begin{cases} A = ۰/۰۴\ m \\ W = ۵۰\ \frac{rad}{s} \end{cases}$

$v_{max} = AW = ۰/۰۴ \times ۵۰ = ۲\ \frac{m}{s}$

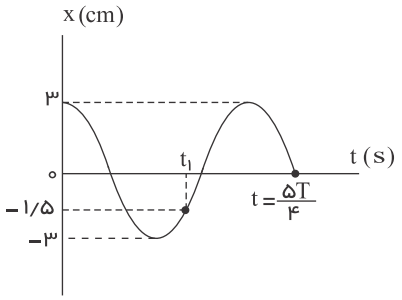
۲۰ گزینه ۱ شتاب نوسانگر در نقاط بازگشتی $(-A, A)$ بیشینه است. (رد گزینه‌های ۳ و ۴)

در حرکت از مرکز نوسان به سمت $-A$، سرعت نوسانگر منفی و شتاب آن مثبت است؛ در حالی که بین ۰ و A، شتاب همواره منفی است. (رد گزینهٔ ۲)

WWW.ArefOnline.ir

۲۱ گزینه ۲

با توجه به نمودار، دامنهٔ نوسانگر $۳cm$ و دورهٔ آن $\frac{\pi}{۵}$ ثانیه است زیرا:



$$t=\frac{۵T}{۴}=\frac{\pi}{۴}\rightarrow T=\frac{\pi}{۵}s\rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{\frac{\pi}{۵}}\rightarrow\omega=۱۰\frac{rad}{s}$$

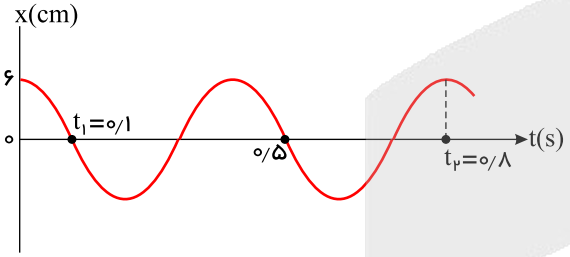
در مکان $x=-۱/۵cm$ در لحظهٔ $t_۱$ داریم:

$$m=۲۰۰g=۰/۲kg$$

$$|F|=|ma|=m\omega^۲|x|=۰/۲\times(۱۰)^۲\times(۱/۵)\times۱۰^{-۲}\rightarrow|F|=۰/۳N$$

---

۲۲ گزینه ۳ با توجه به نمودار مکان ـ زمان نوسانگر هماهنگ ساده، دامنه و دورهٔ نوسان را به دست می‌آوریم:



$$\begin{cases}A=۶cm=۶\times۱۰^{-۲}m\\ ۵\frac{T}{۴}=۰/۵s\Rightarrow\frac{T}{۴}=۰/۱s\Rightarrow T=۰/۴s\end{cases}$$

با توجه به نمودار، $t_۱=\frac{T}{۴}$ و $t_۲=\frac{۸T}{۴}$ را روی نمودار مشخص می‌کنیم.

در لحظهٔ $t_۱$ که نوسانگر از مرکز نوسان عبور می‌کند و شیب خط مماس بر نمودار در این لحظه منفی است، بزرگی سرعت نوسانگر بیشینه بوده و از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$t_۱=۰/۱s\Rightarrow v_۱=-v_{max}=-A\omega\xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}}v_۱=-\frac{۶}{۱۰۰}\times\frac{۲\pi}{۰/۴}$$

$$\Rightarrow v_۱=-۰/۳\pi\frac{m}{s}$$

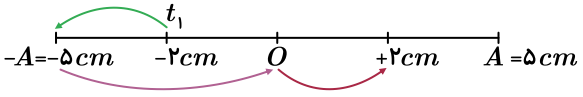
در لحظهٔ $t_۲$ که شیب خط مماس بر نمودار صفر است، $v_۲=۰$ است. در آخر داریم:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_۲-v_۱}{t_۲-t_۱}=\frac{۰-(-۰/۳\pi)}{۰/۸-۰/۱}$$

$$\Rightarrow a_{av}=\frac{۳}{۷}\pi\ \frac{m}{s^۲}$$

---

۲۳ گزینه ۲ نوسانگر برای رسیدن به مکان $x=+۲cm$، مسیری مطابق شکل زیر را طی می‌کند:



بنابراین زمان موردنیاز برای این جابه‌جایی، برابر نصف دورهٔ تناوب یا $\frac{T}{۲}$ است.

WWW.ArefOnline.ir

۲۴ گزینه ۳

به کمک نمودار T را می‌یابیم:

$$\frac{T}{۴}=\frac{۱}{۸}\Rightarrow T=\frac{۱}{۲}s$$

$$s_{av}=\frac{۴A}{T}\xrightarrow{s_{av}=۲۴\frac{cm}{s}}A=\frac{۲۴\times\frac{۱}{۲}}{۴}=۳cm \quad \text{در یک دوره} s_{av}$$

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[T=\frac{۱}{۲}s]{\omega=\frac{۲\pi}{T}}x=۳\cos(۴\pi t)\begin{cases}t=۰s\Rightarrow x=۳cm\\ t=\frac{۳}{۴}s\Rightarrow x'=-۳cm\end{cases}$$

$$\Rightarrow|\Delta x|=۶cm$$

---

۲۵ گزینه ۱

$$f=\frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}=\frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{۳۶۰}{۰/۴}}=\frac{۳۰}{۲\pi}=\frac{۱۵}{\pi}=۵Hz$$

به تعداد نوسان‌های کامل در $۱\,s$، بسامد یا فرکانس می‌گویند.

بنابراین در این سؤال همان فرکانس خواسته شده است.

---

۲۶ گزینه ۲ با توجه به اینکه فنر در هر دو حالت، یکسان است، ثابت فنر بدون تغییر بوده، پس با مقایسهٔ دورهٔ نوسان، جرم نوسانگر در هر مرحله را یافته و در نهایت ثابت فنر را می‌یابیم. یعنی:

$$\begin{cases}m_۱=m\\ T_۱=۰/۱\pi s\end{cases}\text{ و }\begin{cases}m_۲=m-۱۹۰g\\ T_۲=۰/۰۹\pi s\end{cases}$$

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}\times\frac{k_۱}{k_۲}}=\sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}}\Rightarrow\frac{۰/۰۹\pi}{۰/۱\pi}=\sqrt{\frac{m-۱۹۰g}{m}}\Rightarrow\frac{۸۱}{۱۰۰}=\frac{m-۱۹۰}{m}$$

$$\Rightarrow ۱۰۰m-۱۹۰۰۰=۸۱m\Rightarrow ۱۹m=۱۹۰۰۰\Rightarrow m=۱۰۰۰g=۱kg\Rightarrow T_۱=\frac{\pi}{۱۰}=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow\frac{۱}{۲۰}=\sqrt{\frac{۱}{k}}$$

$$=\frac{۱}{\sqrt{k}}\Rightarrow\sqrt{k}=۲۰\Rightarrow k=۴۰۰\frac{N}{m}=۴\frac{N}{cm}$$

---

۲۷ گزینه ۳ در ابتدا دورهٔ نوسان و پس از آن نسبت $\frac{t}{T}$ را محاسبه می‌کنیم تا بتوانیم مسیری که نوسانگر در این مدت را پیموده، بیابیم. یعنی:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=۲\pi\sqrt{\frac{۰/۲}{۲۰۰}}=۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۱۰۰۰}}=\frac{۲\pi}{۱۰}\times\frac{۱}{\sqrt{۱۰}}\xrightarrow{\sqrt{۱۰}=\pi}T=۰/۲$$

$$\frac{t}{T}=\frac{۰/۱}{۰/۲}\to t=\frac{T}{۲}$$

می‌دانیم مسافتی که نوسانگر در مدت $\frac{T}{۲}$ (نصف دوره) می‌پیماید، معادل $۲A$ (یعنی دو برابر دامنهٔ نوسان) است. پس:

$$\ell=۲A=۲\times۴\to\ell=۸cm$$

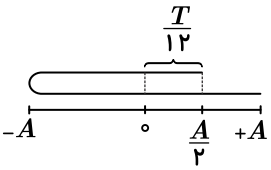
WWW.ArefOnline.ir

۲۸ گزینه ۴

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}} \xrightarrow{m_۲ = m_۱ - ۳۲۰} \frac{۶۰}{۱۰۰} = \sqrt{\frac{m_۱ - ۳۲۰}{m_۱}}$$

$$\rightarrow \frac{۹}{۲۵} = \frac{m_۱ - ۳۲۰}{m_۱} \rightarrow ۹m_۱ = ۲۵m_۱ - ۸۰۰۰ \rightarrow m_۱ = \frac{۸۰۰۰}{۱۶} = ۵۰۰g$$

۲۹ گزینه ۳ با توجه به نمودار، مسیر حرکت نوسانگر را رسم می‌کنیم:



$$۰/۵ = ۳\frac{T}{۴} + \frac{T}{۱۲} = \frac{۵T}{۶} \Rightarrow T = ۰/۶s \rightarrow \Omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲ \times ۳}{۰/۶} = ۱۰\frac{rad}{s}$$

$$v_{max} = A\Omega = ۰/۰۴ \times ۱۰ = ۰/۴\frac{m}{s}$$

۳۰ گزینه ۱ ابتدا با استفاده از رابطهٔ بین شتاب و مکان نوسانگر، بسامد زاویه‌ای (یا مجذور بسامد زاویه‌ای) را یافته و پس از آن ثابت فنر را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} m = ۲kg \\ A = ۰/۰۲m \end{cases}$$

$$\text{گام(۱)} : a = -w^۲x \Rightarrow |a| = w^۲|x| \Rightarrow ۴ = w^۲ \times \frac{۱}{۱۰۰} \Rightarrow w^۲ = ۴۰۰ \Rightarrow w^۲ = \frac{k}{m} \rightarrow k = mw^۲$$

$$= ۲ \times ۴۰۰ = ۸۰۰\frac{N}{m} \rightarrow k = ۸۰۰\frac{N}{m}$$

۳۱ گزینه ۲ در ابتدا بسامد زاویه‌ای را محاسبه می‌کنیم.

$$|a| = \omega^۲x \Rightarrow \frac{\pi^۲}{۲} = \omega^۲ \times ۰/۰۲ \Rightarrow \omega = ۵\pi(\frac{rad}{s})$$

در لحظهٔ عبور از نقطهٔ تعادل تندی نوسانگر بیشینه است. بنابراین داریم:

$$v_{max} = A\omega \Rightarrow v_{max} = ۰/۰۴ \times ۵\pi \Rightarrow v_{max} = ۰/۲\pi\frac{m}{s} = \frac{\pi}{۵}(\frac{m}{s})$$

(دقت کنید که دامنهٔ نوسان، نصف طول پاره‌خط نوسان است.)

۳۲ گزینه ۴ می‌دانیم که دامنهٔ نوسان، نصف طول پاره‌خط نوسان است که در اینجا معادل $۲cm$ می‌شود. در لحظهٔ تغییر جهت، بزرگی شتاب نوسانگر بیشینه است و به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$a_{max} = A\omega^۲ = \frac{(A\omega)^۲}{A} = \frac{(v_{max})^۲}{A} \Rightarrow a_{max} = \frac{(۰/۰۸\pi)^۲}{۲ \times ۱۰^{-۲}}$$

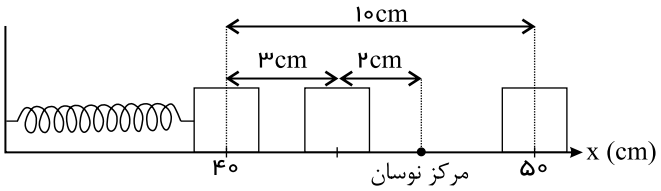
$$\Rightarrow a_{max} = ۰/۳۲\pi^۲\frac{m}{s^۲}$$

۳۳ گزینه ۲ فاصلهٔ بین بیشترین و کمترین طول فنر، معادل طول پاره‌خط نوسان است که در اینجا $۱۰cm$ می‌شود، پس دامنهٔ نوسان $۵cm$ است. حال برای تعیین فاصله از مرکز نوسان (یعنی x) داریم:

$$a = -\omega^۲x = -\frac{k}{m}x \Rightarrow ۲ = -\frac{۲۰۰}{۲}x \Rightarrow x = -۲cm$$

یعنی در لحظه‌ای که شتاب نوسانگر $۲\frac{m}{s^۲}$ است، نوسانگر در ۲ سانتی‌متری سمت چپ مرکز نوسان قرار دارد. برای این حالت داریم:

WWW.ArefOnline.ir



$$l = ۴۰ + ۳ = ۴۳cm$$

۳۴ گزینه ۲ وقتی انرژی جنبشی و پتانسیل با هم برابرند، سهم هر یک از انرژی مکانیکی، فقط نیمی از آن است. یعنی:

$$K = U = \frac{E}{۲} \Rightarrow K = ۴mJ = ۴ \times ۱۰^{-۳}J$$

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۴ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۱ \times v^۲ \Rightarrow v^۲ = ۸ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow v = ۲\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۱} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{۲}}{۵}\ m/s$$

۳۵ گزینه ۲ بیشینهٔ انرژی جنبشی نوسانگر، همان انرژی مکانیکی آن است، بنابراین داریم:

$$m = ۱۰۰g = \frac{۱}{۱۰}kg \text{ و } K_{max} = E = ۰/۸mJ = ۸ \times ۱۰^{-۴}J \text{ و } U = ۴ \times ۱۰^{-۴}J\ V = ?\frac{cm}{s}$$

$$E = U + K \Rightarrow K = E - U = (۸ \times ۱۰^{-۴}) - (۴ \times ۱۰^{-۴}) = ۴ \times ۱۰^{-۴}J \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۱۰} \times v^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow v^۲ = ۸۰ \times ۱۰^{-۴}$$

$$v = \sqrt{۸۰} \times ۱۰^{-۲}\frac{m}{s} \Rightarrow v = \sqrt{۱۶ \times ۵} \times ۱۰^{-۲}\frac{m}{s} = ۴\sqrt{۵}\frac{cm}{s}$$

۳۶ گزینه ۲

$$m = ۲۰۰g = \frac{۱}{۵}kg \text{ و } ۲A = ۴cm \rightarrow A = ۲cm = ۰/۰۲m$$

گام اول: دورهٔ نوسان را می‌یابیم:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{۶۰}{۱۵۰} = ۰/۴s \rightarrow T = ۰/۴s$$

گام دوم: انرژی جنبشی نوسانگر را در لحظهٔ موردنظر محاسبه می‌کنیم.

$$v = ۵\sqrt{۲}\pi\frac{cm}{s} = \frac{\sqrt{۲}\pi}{۲۰}\frac{m}{s} \Rightarrow K = \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۵} \times (\frac{\sqrt{۲}\pi}{۲۰})^۲ = ۰/۰۰۵J = ۵mJ$$

گام سوم: انرژی مکانیکی نوسانگر را محاسبه می‌کنیم:

$$E = K_{max} = \frac{۱}{۲}mv_{max}^۲ = \frac{۱}{۲}m(Aw)^۲ = \frac{۱}{۲}mA^۲\frac{۴\pi^۲}{T^۲} \Rightarrow E = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۵} \times (\frac{۲}{۱۰۰})^۲(\frac{۴ \times ۱۰}{۰/۱۶}) = ۰/۰۱J = ۱۰mJ$$

گام چهارم: طبق رابطهٔ انرژی مکانیکی:

$$E = U + K \Rightarrow ۱۰mJ = U + ۵mJ \Rightarrow U = ۵mJ$$

۳۷ گزینه ۱ گام (۱): می‌دانیم بزرگی سرعت نوسانگر ساده در لحظهٔ عبور از مرکز نوسان (در این تست $x = ۰$) بیشینه و مقدار آن برابر $A\omega$ است. (A دامنه و ω برابر بسامد زاویه‌ای است: $\omega = \frac{۲\pi}{T}$). در مرکز نوسان انرژی پتانسیل کشسانی صفر و انرژی مکانیکی: $E = K_{max}$

گام (۲): در محل تقاطع دو نمودار $K - x$ و $U - x$، انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی نوسانگر باهم برابر هستند. این مکان‌ها $x = \pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ می‌باشند. با توجه به شکل داده شده:

$$x = \sqrt{۲}cm\ (= \frac{\sqrt{۲}}{۲}A) \Rightarrow U = K = ۲۰mJ = ۰/۰۲ = \frac{۱}{۲}E \Rightarrow E = ۰/۰۴J$$

WWW.ArefOnline.ir

گام (۳): هنگامی که نوسانگر بدون تغییر جهت از $x=+A$ یا $x=-A$ به $x=0$ می‌رود (در مدت زمان $\frac{T}{4}$) انرژی جنبشی آن از صفر به مقدار بیشینه‌اش که در این تست برابر $E=K_{max}=40mJ=0/04J$ است (در مرکز نوسان) می‌رسد. پس:

$$\frac{T}{4}=0/05s\Rightarrow T=0/2s\Rightarrow \omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0/2}=10\pi\frac{rad}{s}$$

گام (۴): محاسبهٔ $|v_{max}|$:

$$|v_{max}|=A\omega=\frac{2}{100}\times 10\pi=\frac{\pi}{5}\frac{m}{s}$$

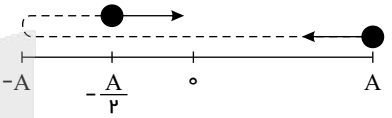
---

۳۸ گزینه ۲ ابتدا دورهٔ نوسان و پس از آن بسامد زاویه‌ای و در نهایت انرژی مکانیکی نوسانگر را محاسبه می‌کنیم.

$$E=K_{max}=\frac{1}{2}mv_m^2=\frac{1}{2}m(A\omega)^2=\frac{1}{2}mA^2\omega^2$$

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[A=4cm]{x=-2cm,t=\frac{2}{15}}-2=4\cos(\omega\times\frac{2}{15})\rightarrow\cos\frac{2}{15}\omega=-\frac{1}{2}$$

$$=\cos\frac{4\pi}{3}\rightarrow\frac{2}{15}\omega=\frac{4\pi}{3}\rightarrow\omega=10\pi\frac{rad}{s}$$



$$E=\frac{1}{2}(\frac{5}{100})(\frac{4}{100})^2=\frac{5}{200}\times 16\times 10^{-4}\times 10^3$$

$$\Rightarrow E=\frac{5}{200}\times 1/6=\frac{8}{200}=\frac{1}{25}J$$

---

۳۹ گزینه ۲ در ابتدا معادلهٔ حرکت نوسانگر را می‌نویسیم. برای این منظور باید ω را محاسبه کنیم.

در اینجا داریم:

$$\begin{cases}A=4cm\\t=\frac{1}{3}s\\x=-2cm\end{cases}\rightarrow x=A\cos\omega t\rightarrow -2=4\cos\omega t\rightarrow\cos\omega t=-\frac{1}{2}\cos\frac{4\pi}{3}\rightarrow\omega t=\frac{4\pi}{3}\xrightarrow{t=\frac{1}{3}s}\omega\times\frac{1}{3}=\frac{4\pi}{3}$$

$$\rightarrow\boxed{\omega=4\pi\frac{rad}{s}}$$

پس در کل داریم:

$$x=4\cos 4\pi t$$

حال در لحظهٔ $t=\frac{3}{16}s$ داریم:

$$x=4\cos 4\pi\times\frac{3}{16}=4\cos\frac{3\pi}{4}=-2\sqrt{2}cm$$

در این لحظه $x=-\frac{\sqrt{2}}{2}A$ است ($\frac{x}{A}=\frac{-2\sqrt{2}}{4}=-\frac{\sqrt{2}}{2}$) پس می‌دانیم که در این مکان $K=U=\frac{1}{2}E$ یعنی:

$$\frac{K}{E}=\frac{1}{2}$$

تذکر: به طور کلی، برای کی حرکت هماهنگ ساده، در لحظه‌ای که انرژی جنبشی و پتانسیل با هم برابرند، داریم:

$$\begin{cases}U=K=\frac{1}{2}E\\x=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}A\\V=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}V_{max}\end{cases}$$

WWW.ArefOnline.ir

۴۰ گزینه ۳

$$x = ۰/۰۵ \cos ۲۰\pi t \xrightarrow{t=\frac{۱}{۸}s} x = ۰/۰۵ \cos ۲/۵\pi = ۰$$

چون نوسانگر در مرکز نوسان قرار دارد، اندازهٔ سرعت بیشینه است:

$$v_{max} = Aw = ۰/۰۵ \times ۲۰\pi = \pi \frac{m}{s}$$

$$K = K_{max} = \frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۱۲ \times \pi^{۲} = ۰/۰۶\pi^{۲}\ J = ۶۰\pi^{۲}\ mJ$$

---

۴۱ گزینه ۱

$$E = U + K = U_{max} = \frac{۱}{۲}kA^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۲۰۰ \times (۰/۰۸)^{۲} = ۰/۶۴J$$

$$k = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times (۰/۴)^{۲} = ۰/۱۶J$$

$$۰/۶۴ = U + ۰/۱۶$$

$$\Rightarrow U = ۰/۶۴ - ۰/۱۶ = ۰/۴۸J$$

---

۴۲ گزینه ۴

$$\begin{cases} A = ۵cm = \frac{۵}{۱۰۰}m = \frac{۱}{۲۰}m \\ T = \frac{۱}{۱۰}s \rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{(\frac{۱}{۱۰})} = ۲۰\pi\ rad/s \end{cases}$$

$$K = U \rightarrow E = U + K = K_{\max} \rightarrow ۲K = K_{\max} = \frac{۱}{۲}mv_{m}^{۲} = \frac{۱}{۲}m(A\omega)^{۲}$$

$$\rightarrow ۲(\frac{۱}{۲}mv^{۲}) = \frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲} \rightarrow ۲v^{۲} = A^{۲}\omega^{۲}$$

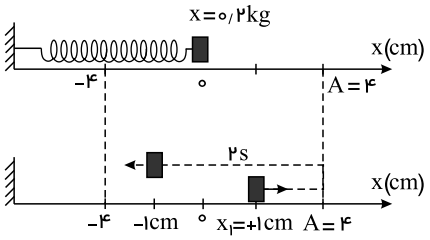
$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{A^{۲}\omega^{۲}}{۲}} = \frac{A\omega}{\sqrt{۲}} = \frac{\frac{۱}{۲۰} \times ۲۰\pi}{\sqrt{۲}} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}\pi\ m/s = ۵۰\pi\sqrt{۲}\ cm/s$$

به طور کلی، در لحظه‌ای که انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر برابر باشند، رابطهٔ بین سرعت نوسانگر و سرعت بیشینه به‌صورت زیر است.

$$V = \pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}V_{max} = \pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}A\omega$$

---

۴۳ گزینه ۳

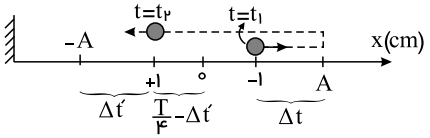


گام اول: نکتهٔ بسیار مهم در حل این تست این است که مکان $x_۱$ یک مکان نامشخص است $\frac{x_۱}{A} = \frac{۱}{۴} \rightarrow x_۱ = \frac{A}{۴}$ (یعنی جزو مکان‌های شاخصِ (طلایی))

WWW.ArefOnline.ir

$\pm\frac{A}{۲}$ و $\pm\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ و $\pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ نمی‌باشد. به خاطر داشته باشیم در این‌گونه تست به‌ناچار، اختلاف‌ها مد نظر خواهد بود. مثل اختلاف زمان (قدیم‌ها: اختلاف فاز $\Delta\varnothing$ و...)

نگاه کنید:



کاملاً مشخص است به دلیل تقارن: $[\Delta t' = \Delta t]$ بنابراین:

$$t_۲ - t_۱ = \Delta t + \frac{T}{۴} + (\frac{T}{۴} - \Delta t') \xrightarrow{\Delta t' = \Delta t} t_۲ - t_۱ = \frac{T}{۲}$$

گام دوم:

$$\Delta t = ۲s \Rightarrow \frac{T}{۲} = ۲s \Rightarrow T = ۴s$$

گام سوم:

$$[\text{انرژی مکانیکی نوسانگر ساده}] \rightarrow E = K_{max} = \frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲} = ۲m\pi^{۲}A^{۲}f^{۲}$$

$$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۴}Hz\ ,\ \pi^{۲} = ۱۰\ ,\ m = ۲۰۰g = \frac{۱}{۵}kg\ ,\ A = \frac{۴}{۱۰۰}m$$

$$\rightarrow E = ۲(\frac{۱}{۵})(۱۰)(۴\times ۱۰^{-۲})^{۲}(\frac{۱}{۴})^{۲} = (۴)(۱۰^{-۴}) = ۰/۴ \times ۱۰^{-۳}J = ۰/۴mJ$$

تذکر: به طور کلی، حداقل مدت زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر از مکان $x_۱$ با سرعت $-v_۱$ عبور کند تا به مکان $-x_۱$ و سرعت $-v_۱$ برسد $\Delta t = \frac{T}{۲}$ است.

---

۴۴ گزینه ۲ در ابتدا انرژی مکانیکی را محاسبه می‌کنیم. برای دستگاه جرم - فنر داریم: (دقت کنید که همهٔ یکاها در SI باشند.)

$$k = ۵\frac{N}{cm} = ۵۰۰\frac{N}{m}, A = ۴cm = ۰/۰۴m$$

$$E = \frac{۱}{۲}kA^{۲} = \frac{۱}{۲}(۵۰۰)(۰/۰۴)^{۲} \rightarrow E = ۰/۴J$$

از طرفی می‌دانیم، در لحظه‌ای که $|v| = \frac{\sqrt{۲}}{۲}v_{max}$ است، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر برابر بوده و سهم هر یک، نیمی از انرژی مکانیکی است، زیرا:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} \xrightarrow{|v| = \frac{\sqrt{۲}}{۲}v_{max}} K = \frac{۱}{۲}m(\frac{\sqrt{۲}}{۲}v_{max})^{۲} = \frac{۱}{۲}(\frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲}) \xrightarrow{E = \frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲}} K = \frac{۱}{۲}E$$

بنابراین در لحظهٔ مورد نظر داریم:

$$K = \frac{۱}{۲}E \xrightarrow{E = ۰/۴J} K = ۰/۲J$$

و در نهایت داریم:

$$E - K = ۰/۴ - ۰/۲ = ۰/۲J$$

---

۴۵ گزینه ۱ وقتی انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در یک لحظه معلوم باشند، به‌راحتی انرژی مکانیکی آن قابل محاسبه است، بنابراین به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$E = U + K \xrightarrow[K = ۵mJ]{U = ۱۵mJ} E = ۱۵ + ۵ \rightarrow E = ۲۰mJ$$

اما برای یک نوسانگر هماهنگ ساده به جرم m داریم:

$$E = ۲\pi^{۲}mA^{۲}f^{۲} \xrightarrow[A = ۲cm = ۰/۰۲m]{m = ۱۰۰g = ۰/۱kg} ۲۰\times ۱۰^{-۳} = (۲)(۱۰)(۰/۱)(۰/۰۲)^{۲}f^{۲} \Rightarrow \pi^{۲} = ۱۰f^{۲} = ۲۵ \rightarrow f = ۵Hz$$

WWW.ArefOnline.ir

۴۶ گزینه ۲ می‌دانیم که دامنهٔ نوسان، نصف طول پاره‌خط نوسان است و حداقل زمان لازم برای طی مسافتی به‌اندازهٔ دامنهٔ نوسان معادل $\Delta t = \frac{T}{۶}$ است. بنابراین داریم:

$$\Delta t = \frac{T}{۶} = \frac{۱}{۳۰} \Rightarrow T = ۰/۲s \xrightarrow{\omega = \frac{۲\pi}{T}} \omega = \frac{۲\pi}{۰/۲} \Rightarrow \omega = ۱۰\pi \frac{rad}{s}$$

و بیشینهٔ انرژی جنبشی نوسانگر برابر است با:

$$K_{max} = \frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲} = \frac{۱}{۲}m(A\omega)^{۲} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۴۰۰}{۱۰۰۰}(۵ \times ۱۰^{-۲} \times ۱۰\pi)^{۲} \Rightarrow K_{max} = ۰/۴۵J = ۴۵۰mJ$$

۴۷ گزینه ۱ بیشترین تکانهٔ نوسانگر مربوط به لحظهٔ عبور از مرکز تعادل است. بنابراین داریم: (در این لحظه تندی و انرژی جنبشی نوسانگر نیز بیشینه است.)

$$k_{max} = \frac{p_{max}^{۲}}{۲m} \Rightarrow k_{max} = \frac{(۲ \times ۱۰^{-۳}\pi)^{۲}}{۲ \times ۱۰^{-۱}} \Rightarrow k_{max} = ۲\pi^{۲} \times ۱۰^{-۵}J$$

از طرفی می‌دانیم که:

$$E = k_{max} = ۲\pi^{۲} \times ۱۰^{-۵}J = ۲۰\pi^{۲}\mu J$$

۴۸ گزینه ۱ در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر، نصف مقدار بیشینه‌اش (نصف انرژی مکانیکی) است، انرژی جنبشی نیز نصف مقدار بیشینه‌اش، یعنی نصف انرژی مکانیکی است؛ بنابراین داریم:

$$K = \frac{۱}{۲}E = \frac{۱}{۲}\left(\frac{۱}{۲}mw^{۲}A^{۲}\right) \xrightarrow[f = ۲۰Hz]{w = ۲\pi f = ۴۰\pi \frac{rad}{s}} ۰/۱\pi^{۲} = \frac{۱}{۴} \times \frac{۱۰۰}{۱۰۰۰} \times (۲\pi \times ۲۰)^{۲}A^{۲} \Rightarrow A = ۰/۰۵m$$

و در ادامه داریم:

$$x = A\cos wt = ۰/۰۵\cos ۴۰\pi t$$

۴۹ گزینه ۲

راه حل اول:

$$E = U_{max} = \frac{۱}{۲}kA^{۲} \Rightarrow E_{۲} = E_{۱} = ۸J \rightarrow \text{با تغییر جرم، انرژی مکانیکی تغییری نمی‌کند}$$

راه حل دوم:

$$\omega = \sqrt{\frac{R}{m}} \xrightarrow{\text{ثابت}R} \frac{\omega_{۲}}{\omega_{۱}} = \sqrt{\frac{m_{۱}}{m_{۲}}} = \sqrt{\frac{m}{\frac{m}{۲}}} = \sqrt{۲}$$

$$E = \frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲} \xrightarrow{\text{ثابت}A} \frac{E_{۲}}{E_{۱}} = \frac{\frac{۱}{۲}m_{۱}}{m_{۱}} \times (\frac{\sqrt{۲}\omega_{۱}}{\omega_{۱}})^{۲} = ۱ \rightarrow E_{۲} = E_{۱} = ۸J$$

۵۰ گزینه ۴ طبق رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}KA^{۲}$ مادامی که دامنهٔ نوسان (A) و ثابت فنر (K) ثابت باشند، انرژی مکانیکی تغییری نمی‌کند و ثابت می‌ماند $(E_{۱} = E_{۲})$.

۵۱ گزینه ۳ ابتدا رابطهٔ نیرو با مکان را به دست می‌آوریم:

$$a = -\omega^{۲}x \xrightarrow{F=ma} F = -m\omega^{۲}x$$

با مقایسهٔ این رابطهٔ صورت سؤال، داریم:

$$\begin{cases} F = -m\omega^{۲}x \\ F = -\frac{\pi^{۲}}{۱۰}x \end{cases} \rightarrow m\omega^{۲} = \frac{\pi^{۲}}{۱۰} \xrightarrow{m=۱۰۰g=۰/۱kg} ۰/۱\omega^{۲} = \frac{\pi^{۲}}{۱۰} \rightarrow \omega = \pi \frac{rad}{s}$$

رابطهٔ انرژی نوسانگر به‌صورت مقابل است:

WWW.ArefOnline.ir

$$E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲ \xrightarrow[\omega=\pi \frac{rad}{s}]{m=۰/۱kg} ۲\pi^۲\times ۱۰^{-۳}=\frac{۱}{۲}\times ۰/۱\times A^۲\times \pi^۲$$

$$\rightarrow A^۲=۴\times ۱۰^{-۲}\rightarrow A=۲\times ۱۰^{-۱}=۰/۲m$$

حال رابطهٔ مکان - زمان نوسانگر را می‌نویسیم:

$$x=A\cos\omega t \xrightarrow[\omega=\pi]{A=۰/۲m} x=۰/۲\cos\pi t$$

---

۵۲ گزینه ۲ ابتدا ثابت فنر را به‌دست می‌آوریم. با توجه به تعادل فنر در راستای قائم، داریم:

$$F_{net}=۰\rightarrow F_e=mg \xrightarrow{F_e=kx} k\times ۲/۵\times ۱۰^{-۲}=۰/۲\times ۱۰\Rightarrow k=۸۰\frac{N}{m}$$

بیشینهٔ انرژی جنبشی برابر با انرژی مکانیکی نوسانگر است:

$$K_{max}=E=\frac{۱}{۲}kA^۲\Rightarrow K_{max}=\frac{۱}{۲}\times ۸۰\times (۰/۰۲)^۲=۱۶\times ۱۰^{-۳}J=۱۶mJ$$

---

۵۳ گزینه ۲

$$x=۰/۰۴\cos ۲۰\pi t \xrightarrow{x=A\cos\omega t} A=۰/۰۴m\ ,\ \omega=۲۰\pi\frac{rad}{s}$$

$$E=۲K\Rightarrow \frac{K}{E}=\frac{۱}{۲}=(\frac{v}{v_{max}})^۲\Rightarrow v^۲=\frac{v_{max}^۲}{۲}=\frac{A^۲\omega^۲}{۲}\Rightarrow v=\frac{\sqrt{۲}A\omega}{۲}$$

$$\Rightarrow v=\frac{\sqrt{۲}\times ۰/۰۴\times ۲۰\pi}{۲}=\frac{۲\sqrt{۲}\pi}{۵}\frac{m}{s}$$

---

۵۴ گزینه ۳ با توجه به نمودار مقادیر E و A را مشخص کرده و پس از آن بسامد نوسان را محاسبه می‌کنیم.

$$E=۴۰J\ ,\ A=۸cm=\frac{۸}{۱۰۰},m=۵۰۰g=۰/۵kg$$

$$E=K_{max}=\frac{۱}{۲}mv_m^۲=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲=\frac{۱}{۲}mA^۲(۲\pi f)^۲$$

$$\rightarrow E=۲m\pi^۲A^۲f^۲\rightarrow ۴۰=۲(۰/۵)(۱۰)(\frac{۸}{۱۰۰})^۲\times f^۲$$

$$\rightarrow ۴۰=\frac{۶۴}{۱۰۰۰}f^۲\rightarrow f^۲=\frac{۴۰۰۰۰}{۶۴}\rightarrow \boxed{f=\frac{۲۰۰}{۸}=۲۵Hz}$$

---

۵۵ گزینه ۱

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\Rightarrow \frac{T'}{T}=\sqrt{\frac{L'}{L}}\Rightarrow \frac{۱}{۲}=\sqrt{\frac{L'}{۸۰}}\Rightarrow L'=۲۰\ cm$$

$$\Delta L=L'-L=۲۰-۸۰=-۶۰\ cm$$

---

۵۶ گزینه ۳

$$\begin{cases}t=۷۲s\\N=۴۰\end{cases}\Rightarrow T=\frac{t}{N}\Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=\frac{\overset{۱}{\cancel{t_۲}}}{\cancel{t_۱}}\times\frac{N_۱}{N_۲}=\frac{۴۰}{۴۵}=\frac{۸}{۹}$$

WWW.ArefOnline.ir

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\Rightarrow\sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}\times\frac{g_۱}{g_۲}}=\frac{۸}{۹}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\frac{۶۴}{۸۱}=\frac{L_۲}{L_۱} & (۱)\\ T_۱=\frac{t}{N}=\frac{۷۲s}{۴۰}=\frac{۹}{۵}=۲\pi\sqrt{\frac{L_۱}{g}}=۲\pi\sqrt{\frac{L_۱}{\pi^۲}}=۲\sqrt{L_۱}\rightarrow\sqrt{L_۱}=\frac{۹}{۱۰}\Rightarrow L_۱=\frac{۸۱}{۱۰۰} & (۲)\end{cases}$$

$$(۱)\text{و}(۲)\Rightarrow\frac{۶۴}{\cancel{۸۱}}=\frac{L_۲}{\frac{\cancel{۸۱}}{۱۰۰}}\Rightarrow ۱۰۰L_۲=۶۴\Rightarrow L_۲=\frac{۶۴}{۱۰۰}m=۶۴cm\rightarrow\Delta L=۶۴-۸۱=-۱۷cm$$

۵۷ گزینه ۴ با توجه به رابطهٔ مربوط به دورهٔ آونگ ساده داریم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\xrightarrow[g=\pi^۲\frac{m}{s^۲}]{T=\frac{t}{N}=\frac{۱}{۱}=۱s}۱=۲\pi\sqrt{\frac{L}{\pi^۲}}\rightarrow L=\frac{۱}{۴}m=۲۵cm$$

۵۸ گزینه ۱ می‌دانیم که تندی نوسانگر در مرکز نوسان (تعادل) بیشینه می‌شود، پس مدت زمانی که طول می‌کشد تا آونگ A از انتهای مسیر به مرکز نوسان (تندی بیشینه) برسد، معادل $t=\frac{T_A}{۴}$ است. از طرفی آونگ B در همین مدت از یک انتها به انتهای دیگر مسیر می‌رود که زمانی معادل $t=\frac{T_B}{۲}$ طول می‌کشد. (هر دو اتفاق برای اولین بار رخ داده) بنابراین رابطهٔ بین دورهٔ دو آونگ را داریم:

$$t=\frac{T_A}{۴}=\frac{T_B}{۲}\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=۲$$

از طرفی می‌دانیم که دورهٔ نوسان آونگ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

پس برای تعیین رابطهٔ بین طول آونگ‌ها داریم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\xrightarrow{g:\text{ثابت}}\frac{T_A}{T_B}=\sqrt{\frac{L_A}{L_B}}\xrightarrow{\frac{T_A}{T_B}=۲}۲=\sqrt{\frac{L_A}{L_B}}\Rightarrow\frac{L_A}{L_B}=۴$$

۵۹ گزینه ۱ ابتدا دورهٔ نوسان آونگ و طول آن در حالت اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$T=\frac{t}{N}=\frac{۳۶}{۲۰}\Rightarrow T=۱/۸s$$

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\xrightarrow{g=\pi^۲}۱/۸=۲\pi\sqrt{\frac{L}{\pi^۲}}\Rightarrow L=۰/۸۱m=۸۱cm$$

در حالت دوم داریم:

$$L_۲=L_۱-۱۷=۸۱-۱۷\Rightarrow L_۲=۶۴cm=۰/۶۴m$$

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}=۲\pi\sqrt{\frac{۰/۶۴}{\pi^۲}}\Rightarrow T_۲=۱/۶s$$

و در نهایت داریم:

$$N=\frac{t}{T}\Rightarrow N_۲=\frac{۴۰}{۱/۶}\Rightarrow N_۲=۲۵$$

۶۰ گزینه ۳ می‌دانیم که در یک محل معین، دورهٔ آونگ ساده با جذر طول آونگ رابطهٔ مستقیم دارد. یعنی:

WWW.ArefOnline.ir

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\Rightarrow\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}}\xrightarrow[T_۲=\frac{۹}{۸}T_۱]{L_۲=L_۱+۱۷}\frac{۹}{۸}=\sqrt{\frac{L_۱+۱۷}{L_۱}}\Rightarrow\frac{۸۱}{۶۴}=\frac{L_۱+۱۷}{L_۱}$$

$$\Rightarrow ۸۱L_۱=۶۴L_۱+۶۴\times۱۷\Rightarrow ۱۷L_۱=۶۴\times۱۷\Rightarrow L_۱=۶۴cm$$

دقت کنید که در اینجا:

۱- با توجه به اینکه ذکر شده دورهٔ آن افزایش می‌یابد، دریافتیم که طول آونگ نیز افزایش می‌یابد.

۲- وقتی ذکر شده، دورهٔ آن ۱۲٫۵ درصد افزایش یافته یعنی $\frac{۱}{۸}T_۱$ به مقدار $T_۱$ اضافه شده، پس $T_۲=T_۱+\frac{۱}{۸}T_۱=\frac{۹}{۸}T_۱$ است.

حال برای تعیین دورهٔ آونگ با طول اولیه داریم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}=۲\pi\sqrt{\frac{۰٫۶۴}{\pi^۲}}=۲\times۰٫۸\Rightarrow T=۱٫۶s$$

---

۶۱ گزینه ۴

$$v_{max}=Aw=A(\frac{۲\pi}{T})$$

$$\Rightarrow T=\frac{۲\pi A}{v_{max}}=\frac{۲\times\frac{۲۲}{۷}\times\frac{۷}{۱۰۰۰}}{\frac{۴۴}{۱۰}}=۰٫۰۱s$$

---

۶۲ گزینه ۲ طول موج امواج صوتی گسیلی که در هوا با سرعت $۳۴۰\frac{m}{s}$ پیش می‌روند، به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۳۴۰}{۵۰۰}\Rightarrow\lambda=۰٫۶۸m\Rightarrow\lambda=۶۸cm$$

---

۶۳ گزینه ۱ در ابتدا مسافتی که این موج الکترومغناطیسی طی می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta x=c\cdot\Delta t=۳\times۱۰^۸\times۶۰\times۱۰^{-۹}\Rightarrow\Delta x=۱۸m$$

از آنجا که طول موج این موج الکترومغناطیسی ۳ متر است، مسافت طی‌شده ۶ برابر طول موج آن است.

$$\frac{\Delta x}{\lambda}=\frac{۱۸}{۳}=۶$$

---

۶۴ گزینه ۴ بسامد زاویه‌ای از ویژگی‌های چشمه است و برای تمام ذرات یکسان است.

---

۶۵ گزینه ۳

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۲۵۰}{۴\times۱۰^{-۳}}}=۲۵۰m/s$$

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۲۵۰}{۳۱۲٫۵}=۰٫۸\ m$$

---

۶۶ گزینه ۴

$$L=۱m\ ,\ m=۸\times۱۰^{-۳}kg\ ,\ F=۳۲۰N$$

$$v=\sqrt{\frac{F\cdot L}{m}}=\sqrt{\frac{۳۲۰\times L}{۸\times۱۰^{-۳}}}=۲۰۰m/s\rightarrow\Delta t=\frac{\Delta x}{v}=\frac{L}{v}=\frac{۱m}{۲۰۰m/s}=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

$$\rightarrow\Delta t=۰٫۰۰۵s$$

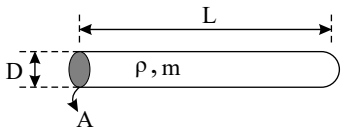
WWW.ArefOnline.ir

۶۷ گزینه ۱

$\rho = ۱۰\frac{g}{cm^۳} = ۱۰۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ و $f = ۶۰۰Hz$ و $\lambda = ۲۰cm = ۰/۲m$

$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow v = \lambda f = \frac{۲}{۱۰} \times ۶۰۰ = ۱۲۰\frac{m}{s}$ و $F = ۳۶N$

در یک سیم یا طناب کشیده شده سرعت انتشار موج عرضی از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:



سرعت انتشار موج $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{(\frac{m}{L})}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho \underbrace{V}_{\text{حجم}}}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$

$۱۲۰ = \sqrt{\frac{۳۶}{۱۰^۴ A}} = \frac{۶}{۱۰۰\sqrt{A}} \Rightarrow \sqrt{A} = \frac{۱}{۲۰۰۰} \Rightarrow A = \frac{۱}{۴ \times ۱۰^۶} m^۲ = \frac{۱۰^۶ mm^۲}{۴ \times ۱۰^۶} \Rightarrow A = \frac{۱}{۴} mm^۲$

$= ۰/۲۵mm^۲$

---

۶۸ گزینه ۴ با عبور موج از یک محیط به محیط دیگر، بسامد موج تغییر نمی‌کند. از طرفی در یک طناب، سرعت انتشار موج و البته طول موج در قسمت ضخیم‌تر، کمتر از قسمت نازک‌تر طناب است.

اگر D قطر طناب باشد، در یک طناب داریم:

$f_۲ = f_۱$

$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{D_۱}{D_۲}$

---

۶۹ گزینه ۱ تندی انتشار امواج عرضی در یک تار مرتعش به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}} \xrightarrow[\rho = ۸\frac{g}{cm^۳} = ۸۰۰۰\frac{kg}{m^۳}]{v = ۲۵\frac{m}{s}, A = ۲mm^۲ = ۲ \times ۱۰^{-۶} m^۲}$

$۲۵ = \sqrt{\frac{F}{۸۰۰۰ \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}} \Rightarrow (۲۵)^۲ = \frac{F}{۱۶ \times ۱۰^{-۳}} \rightarrow F = ۱۰N$

---

۷۰ گزینه ۳ در ابتدا تندی انتشار موج در تار و پس از آن قطر تار را محاسبه می‌کنیم.

$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow ۰/۲۵ = \frac{v}{۲۰۰} \Rightarrow v = ۵۰\frac{m}{s}$

$v = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}} \Rightarrow ۵۰ = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{۶۰}{۳ \times ۸۰۰۰}} \Rightarrow D = ۰/۰۰۲m \Rightarrow D = ۲mm$

---

۷۱ گزینه ۳ می‌دانیم که فاصلهٔ یک قله و یک درهٔ بعد از آن، معادل نصف طول موج است؛ پس برای تعیین این مقدار، ابتدا باید تندی انتشار موج عرضی و طول موج را محاسبه کنیم:

WWW.ArefOnline.ir

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}\Rightarrow v=\frac{۲}{۲\times ۱۰^{-۳}}\sqrt{\frac{۲۳۴}{۳\times ۷/۸\times ۱۰^{۳}}}\Rightarrow v=۱۰۰\frac{m}{s}$$

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۱۰۰}{۲۰۰}\Rightarrow \lambda=۰/۵m=۵۰cm$$

فاصلهٔ یک قله و درهٔ بعد از آن $=\frac{\lambda}{۲}=\frac{۵۰}{۲}=۲۵cm$

۷۲ گزینه ۳ ابتدا به کمک رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{FL}{m}}$ تندی انتشار موج را به دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{۱۰\times ۰/۵}{۰/۲}}=۵\ \frac{m}{s}$$

$$v=\lambda f\Rightarrow \lambda=\frac{v}{f}=\frac{۵}{۲۰}\ m=۲۵\ cm$$

۷۳ گزینه ۳

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F}{\rho_A}}\Rightarrow \frac{v_B}{v_A}=\sqrt{\frac{F_B}{F_A}\times\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{A_A}{A_B}}\Rightarrow \frac{v_B}{۱۰۰}=\sqrt{۱\times ۱\times ۴}\Rightarrow v_B=۲۰۰\frac{m}{s}$$

۷۴ گزینه ۴ ابتدا تندی انتشار موج را می‌یابیم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{۱۵۶}{۷۸۰۰\times ۰/۵\times ۱۰^{-۶}}}=\sqrt{\frac{۱۰^{۶}}{۲۵}}=۲۰۰\frac{m}{s}$$

حال داریم:

$$l=v\times\Delta t=۲۰۰\times ۱=۲۰۰m$$

۷۵ گزینه ۳

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\xrightarrow[\mu\text{ثابت}]{F\text{افزایش}}v\text{افزایش}$$

$$v=\frac{\lambda}{T}\xrightarrow[T\text{ثابت}]{v\text{افزایش}}\lambda\text{افزایش}$$

۷۶ گزینه ۱ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: انرژی موج هنگام ورود به قسمت نازک کاهش و در نتیجه دامنهٔ آن نیز کاهش می‌یابد.

گزینهٔ «۲»: بسامد و دورهٔ تناوب، ویژگی چشمهٔ موج هستند و با تغییر محیط، تغییر نمی‌کنند.

گزینهٔ «۳»: طبق رابطهٔ $v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{FL}{m}}$، چون D کاهش می‌یابد، v افزایش پیدا می‌کند.

گزینهٔ «۴»: چون بسامد ثابت است، با افزایش تندی، طول موج نیز افزایش می‌یابد.

۷۷ گزینه ۴

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۸۰}{۰/۲}}=۲۰m/s$$

$$\frac{۳}{۲}\lambda=۱۵\Rightarrow \lambda=۱۰cm=۰/۱m$$

WWW.ArefOnline.ir

$$\lambda = vT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۱}{۲۰} = \frac{۱}{۲۰۰}s$$

۰/۰۱ ثانیه معادل با $۲T$ است و هر ذره در مدت ۱ دوره، $۴A$ مسافت طی می‌کند. پس مسافت طی شده در مدت $۲T$ برابر $۸A$ است. $۸ \times ۲ = ۱۶cm$

۷۸ گزینه ۳ ابتدا طول موج، سپس دورهٔ موج را محاسبه می‌کنیم. بعد از آن رابطهٔ بین مدت زمان داده شده و دورهٔ موج را می‌یابیم:

$$\lambda = ۵cm \rightarrow \lambda = vT \rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۵cm}{۲۰\ cm/s} = \frac{۱}{۴}s$$

$$\Delta t = \frac{۱}{۸}s \rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۱}{۸}}{\frac{۱}{۴}} = \frac{۱}{۲} \rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{T}{۲}}$$

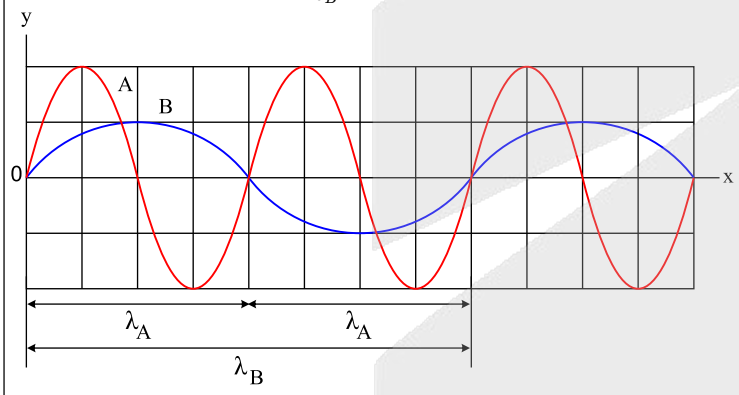
در نصف دوره، هر ذره از محیط انتشار موج، مسافتی معادل ۲ برابر دامنهٔ نوسانی خود را طی می‌کند:

مسافت طی‌شده $l = ۲A = ۴cm$

۷۹ گزینه ۴ سرعت انتشار موج به ویژگی‌های محیط بستگی دارد. بنابراین چون هر دو موج در یک محیط منتشر شده‌اند، $\frac{v_A}{v_B} = ۱$، $v_A = v_B$.

با توجه به شکل صورت سؤال درمی‌یابیم که $\lambda_B = ۲\lambda_A$ می‌باشد. داریم:

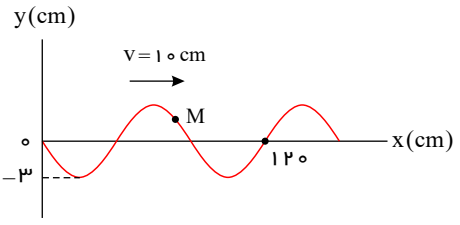
$$v_A = v_B \xrightarrow[T=\frac{\lambda}{v}]{\lambda=vT} \frac{T_A}{T_B} = \frac{\frac{\lambda_A}{v_A}}{\frac{\lambda_B}{v_B}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{۱}{۲}$$



۸۰ گزینه ۲ ابتدا طول موج، سپس دورهٔ T و پس از آن $\frac{\Delta t}{T}$ را می‌یابیم. یعنی:

$$۰۵ - ۰/۰۱ = ۰/۰۴s \quad (۱)$$

$$۳\frac{\lambda}{۲} = ۱۲۰cm \Rightarrow \lambda = ۸۰cm \Rightarrow \lambda = ۰/۸ = vT = ۱۰T \Rightarrow T = ۰/۰۸s \quad (۲)$$



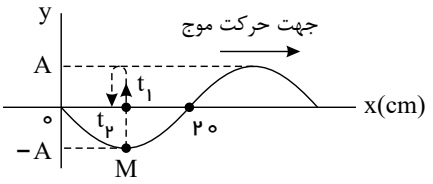
$$(۱)و(۲) \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{۰/۰۴}{۰/۰۸} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۲}$$

ذرهٔ «M» مانند یک نوسانگر ساده (با جرم کم) عمل می‌کند. این نوسانگر کوچک، در مدت $\frac{T}{۲}$ مسافت $۲A$ را طی می‌کند:

$$۲A = ۲ \times ۳ = ۶cm$$

۸۱ گزینه ۱ برای بررسی نوع حرکت ذره باید ببینیم که Δt داده شده چه کسری از دورهٔ نوسان است. یعنی:

WWW.ArefOnline.ir



$$v = ۲\frac{m}{s} \text{ و } \frac{\lambda}{۲} = ۲۰cm \to \lambda = ۴۰cm = ۰/۴m \to T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۴}{۲} = ۰/۲s$$

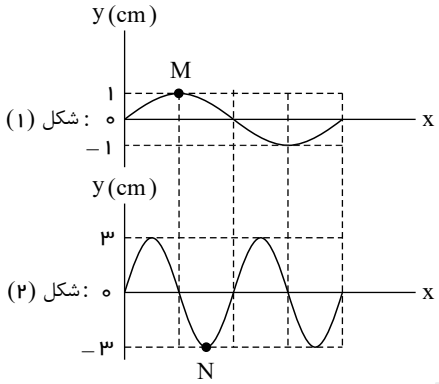
$$t_۱ = ۰/۲۵s \to \frac{t_۱}{T} = \frac{۰/۲۵}{۰/۲} = \frac{۲/۵}{۲} = ۱/۲۵ \to t_۱ = ۱/۲۵T = T + \frac{T}{۴}$$

$$t_۲ = ۰/۳۵s \to \frac{t_۲}{T} = \frac{۰/۳۵}{۰/۲} = \frac{۳/۵}{۲} = ۱/۷۵ \to t_۲ = ۱/۷۵T = T + ۳\frac{T}{۴}$$

در فاصلهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، همان‌گونه که در شکل رسم شده مشاهده می‌شود، حرکت ذرهٔ M ابتدا کُند شوند، سپس تُند شونده خواهد بود.

---

۸۲ گزینه ۴



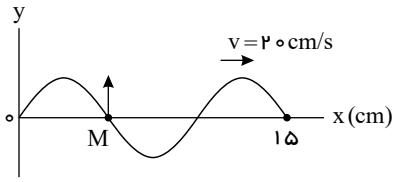
توجه: هر ذره از محیط انتشار در مدت یک دوره (T) یک نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر در مدت زمان Δt، N نوسان کامل انجام دهد: $T = \frac{t}{N}$

$$\lambda_۱ = ۲\lambda \Rightarrow \cancel{V_۱}T_۱ = ۲\cancel{V_۲}T_۲ \Rightarrow T_۱ = ۲T_۲ \Rightarrow \frac{\cancel{\Delta t}}{N_۱} = \frac{۲\cancel{\Delta t}}{N_۲} \Rightarrow \frac{۱}{N_۱} = \frac{۲}{N_۲} \Rightarrow N_۲ = ۲N_۱ = ۲ \times ۲ = ۴ \to N_۲ = ۴$$

---

۸۳ گزینه ۳ در این تیپ تست‌ها اغلب: (۱) ابتدا به کمک اطلاعات موجود در تست T را می‌یابیم. (۲) زمان‌ها یا بازه‌های زمانی را برحسب T می‌یابیم. (۳) به ذرهٔ موردنظر در تست به مانند یک نوسانگر سادهٔ با جرم کم نگاه می‌کنیم. (۴) با اطلاعات خود در مبحث حرکت نوسانی ساده به یافتن مجهولات درمورد ذرهٔ موردنظر می‌پردازیم.

گام (۱):



$$۱۵cm = ۳\frac{\lambda}{۲} \Rightarrow \lambda = ۱۰cm = vT = ۲۰\frac{cm}{s} \times T \Rightarrow T = \frac{۱}{۲}s$$

گام (۲): $\Delta t = \frac{۹}{۴}s$ را برحسب T می‌یابیم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۹}{۴}}{\frac{۱}{۲}} = ۴/۵$$

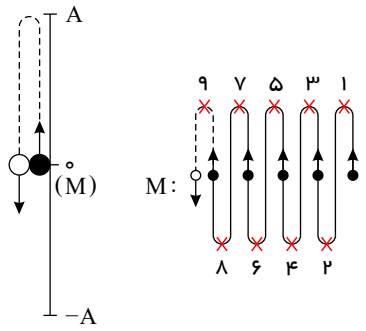
$$\Delta t = ۴/۵T = ۴T + \frac{T}{۲}$$

گام (۳):

WWW.ArefOnline.ir

وضعیت ذرهٔ M را پس از این مدت مشخص می‌کنیم:

۹ بار جهت حرکت ذرهٔ M تغییر نموده است.



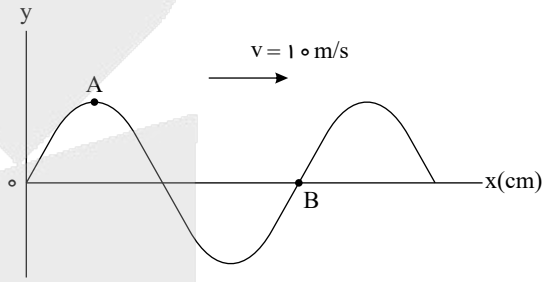
---

۸۴ گزینه ۳ گام اول: ابتدا Δt را برحسب دورهٔ تناوب نوسانات ذرات محیط انتشار می‌یابیم تا تحلیل حرکت راحت‌تر صورت گیرد. برای این کار با استفاده از اطلاعات شکل داده شده، λ و T را می‌یابیم.

$$۳۰cm = \frac{۳}{۲}\lambda \Rightarrow \lambda = ۲۰cm = ۰/۲m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۲m}{۱۰\frac{m}{s}} = ۰/۰۲s \Rightarrow T = ۰/۰۲s$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۹}{۴۰۰}s}{\frac{۲}{۱۰۰}s} = \frac{۹}{۸} \Rightarrow \Delta t = \frac{۹}{۸}T = T + \frac{T}{۸}$$



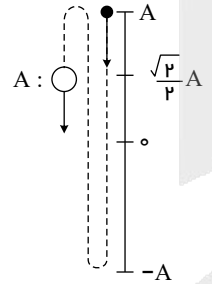
گام دوم: به وضعیت حرکت و مکانی ذرات A و B در $t_۲ = T + \frac{T}{۸}$ توجه کنیم.

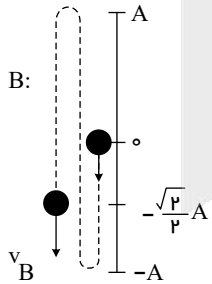
تندی ذرهٔ B صفر نیست پس گزینهٔ ۱ نادرست است.

تندی ذرهٔ A هم بیشینه نیست پس گزینهٔ ۲ نادرست است.

حرکت ذرهٔ B، کندشونده است (در $t = T + \frac{T}{۸}$) به سمت بیشینهٔ دامنهٔ نوسانی خود در حال حرکت است. پس گزینهٔ ۴ نادرست است.

حرکت ذرهٔ A در $t = T + \frac{T}{۸}$ چون به سمت مرکز نوسانی خود در این لحظه در حال حرکت است، تندشونده است.





---

۸۵ گزینه ۲ [نقش موج در $t = ۰$]

گام اول: ابتدا به کمک عدد $۱۰cm$ طول موج را می‌یابیم:

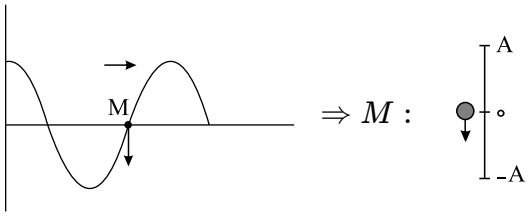
$$۱۰cm = \lambda + \frac{\lambda}{۴} = \frac{۵\lambda}{۴} \Rightarrow \lambda = ۸cm$$

گام دوم:

$$\rightarrow \lambda = vT \rightarrow ۰/۰۸m = ۴\frac{m}{s} \times T \rightarrow T = \frac{۰/۰۸}{۴} = \frac{\frac{۸}{۱۰۰}}{۴} = \frac{۲}{۱۰۰}s \rightarrow T = ۰/۰۲s$$

WWW.ArefOnline.ir

گام سوم: فقط به ذرهٔ M نگاه کنیم. مانند یک نوسانگر ساده عمل می‌کند:



$\Rightarrow M:$

عادت کرده‌ایم بازهٔ زمانی داده شده را معنا کنیم. یعنی رابطهٔ آن را با T بیابیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۰/۲۵s}{۰/۰۲s}=\frac{۲۵}{۲}=۱۲/۵\Rightarrow \Delta t=۱۲/۵T$$

تندی متوسط در مدت $\Delta t=۱۲/۵T$ را بررسی می‌کنیم. برای این کار مسافت طی‌شده را مشخص کنیم. در هر دورهٔ T، مسافت $۴A$ طی می‌شود. بنابراین در مدت $۱۲/۵T$، مسافت طی‌شده: $L=۱۲/۵(۴A)=۵۰A$ می‌باشد:

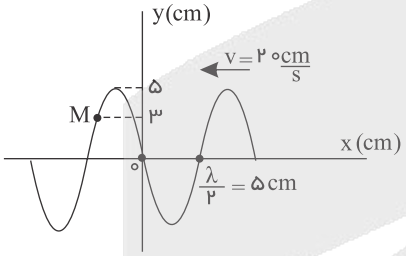
$$s_{av}=\frac{L}{\Delta t}\rightarrow ۶\frac{m}{s}=\frac{۵۰A}{۰/۲۵s}=۲۰۰A(\frac{۱}{s})$$

$$\Rightarrow A=\frac{۶}{۲۰۰}m=\frac{۳}{۱۰۰}m\rightarrow A=۳cm$$

---

۸۶ گزینه ۳

ابتدا طول موج و پس از آن دورهٔ موج را محاسبه می‌کنیم.



$$\lambda=vT\rightarrow ۱۰=۲۰T\rightarrow T=\frac{۱}{۲}s$$

حال کافی است که ببینیم Δt چه کسری از دوره است. در اینجا:

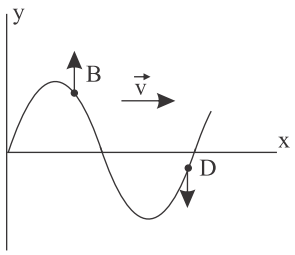
$$\Delta t=t_۲-t_۱=t_۱+\frac{۱}{۴}-t_۱\rightarrow \Delta t=\frac{۱}{۴}s\xrightarrow{T=\frac{۱}{۲}s}\Delta t=\frac{۱}{۲}T$$

می‌دانیم که در مدت نصف دوره، ذرهٔ M در وضعیتی کاملاً قرینه با این وضعیت (یعنی هم سرعت و هم مکان قرینه) قرار می‌گیرد، پس، از $y_۱=۳cm$ به $y_۲=-۳cm$ می‌رود و در نهایت داریم:

$$v_{av}=\frac{\Delta y}{\Delta t}=\frac{y_۲-y_۱}{\Delta t}=\frac{-۳-۳}{\frac{۱}{۴}}\rightarrow v_{av}=-۲۴\frac{cm}{s}\rightarrow |v_{av}|=۲۴\frac{cm}{s}$$

---

۸۷ گزینه ۲

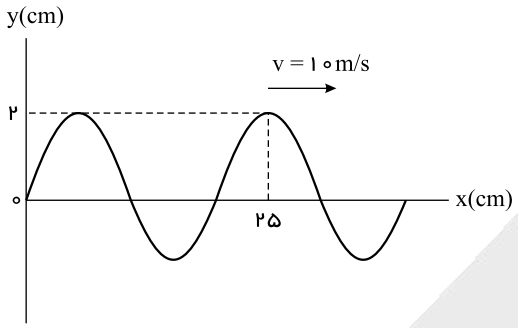


می‌دانیم که در موجهای رونده، هر ذره تمایل به تکرار وضعیت ارتعاشی ذرهٔ ماقبل خود را دارد. با توجه به جهت انتشار موج به راحتی می‌توان دریافت که حرکت ذره‌های B و D کندشونده است (در حال دور شدن از مرکز نوسان هستند) و چون B به انتهای مسیرش نزدیک‌تر است، زودتر متوقف می‌شود (تندی‌اش زودتر به صفر می‌رسد)

WWW.ArefOnline.ir

۸۸ گزینه ۳

به بررسی هریک از گزاره‌ها می‌پردازیم:



الف) نادرست. با توجه به تندی انتشار موج، مسافتی که در هر ثانیه می‌پیماید معادل $۱۰m$ است زیرا:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t \rightarrow \Delta x = ۱۰ \times ۱ = ۱۰m$$

ب) درست. برای بررسی این گزاره باید طول موج و دورهٔ موج را بیابیم. با توجه به نقش موج داریم:

$$۵\frac{\lambda}{۴} = ۲۵ \rightarrow \lambda = ۲۰cm = ۰/۲m$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۲}{۱۰} = ۰/۰۲s$$

می‌دانیم، هر ذره از محیط که بر روی موج قرار دارد، در مدت $\frac{T}{۲}$، مسافتی معادل $۲A$ می‌پیماید.

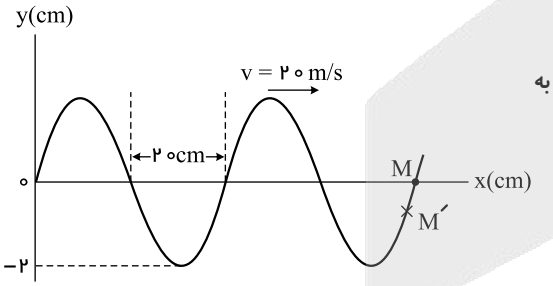
$$\Delta t = ۰/۰۱ = \frac{T}{۲} \rightarrow \ell = ۲A = ۴cm$$

پ) نادرست. برای تعیین جابه‌جایی در مدت $\Delta t = \frac{T}{۲}$ باید موقعیت اولیهٔ ذره معلوم باشد.

ت) درست. در مدت یک دوره جابه‌جایی هر ذره، صفر است.

---

۸۹ گزینه ۴



می‌دانیم که در انتشار موج، هر ذرهٔ واقع بر موج، تمایل دارد تا وضعیت ارتعاشی ذرهٔ ماقبل خود را تکرار کند، بنابراین در اینجا با توجه به جهت انتشار موج، اگر ذرهٔ ماقبل M را M' بنامیم، با توجه به اینکه پایین‌تر از M قرار دارد، M نیز تمایل دارد تا پایین‌تر برود و وضعیت M' را تکرار کند.

از طرفی با توجه به موقعیت M که در مرکز تعادل خود قرار گرفته، تندی ارتعاشی آن بیشینه است و از رابطهٔ $v_{max} = A\omega$ محاسبه می‌شود. بنابراین، ω را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{\lambda}{۲} = ۲۰cm \Rightarrow \lambda = ۴۰cm = ۰/۴m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow ۰/۴ = ۲۰T \Rightarrow T = ۰/۰۲s \xrightarrow{\omega = \frac{۲\pi}{T}} \omega = \frac{۲\pi}{۰/۰۲} \Rightarrow \omega = ۱۰۰\pi \frac{rad}{s}$$

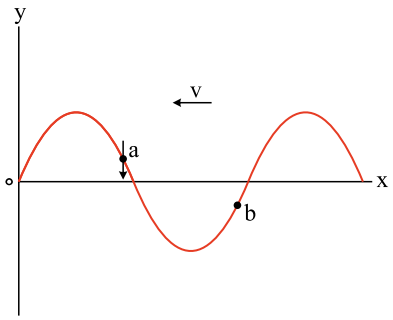
و در نهایت داریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{A = ۲cm = ۰/۰۲m} v_{max} = ۰/۰۲ \times ۱۰۰\pi \Rightarrow v_{max} = ۲\pi \frac{m}{s} \xrightarrow{\pi = ۳/۱۴} v_{max} = ۶/۲۸ \frac{m}{s}$$

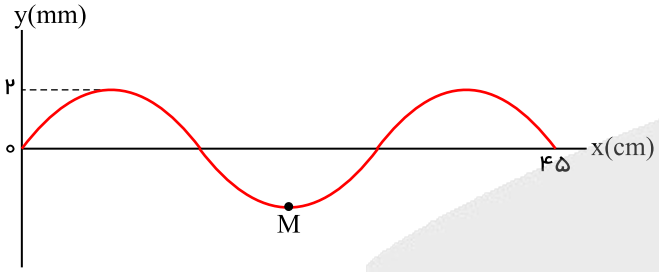
WWW.ArefOnline.ir

۹۰ گزینه ۱ انرژی جنبشی ذرهٔ a در حال افزایش است، یعنی به مرکز تعادل نزدیک می‌شود. از آنجا که هر ذره تمایل به تکرار وضعیت ارتعاشی ذرهٔ ماقبل را دارد، موج در خلاف جهت محور x منتشر می‌شود.

از طرفی، از آنجا که b در y منفی است، شتاب آن در جهت مثبت محور y است.



۹۱ گزینه ۴ برای تعیین تندی متوسط، باید مسافتی که ذره در این مدت می‌پیماید را محاسبه کنیم. برای این منظور، در ابتدا دورهٔ نوسان را می‌یابیم تا ببینیم که مدت زمان داده‌شده، چه کسری از دورهٔ نوسان است. با توجه به نمودار داریم:



$$A = ۲mm$$

$$۳\frac{\lambda}{۲} = ۴۵ \Rightarrow \lambda = ۳۰cm = ۰/۳m$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۳}{۴} \Rightarrow T = ۰/۰۷۵s$$

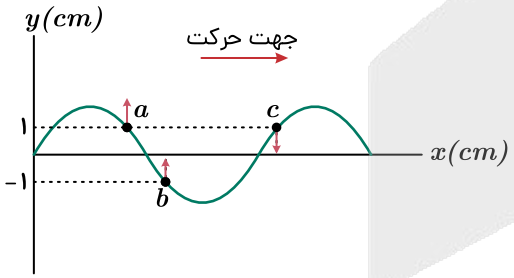
$$\begin{cases} \Delta t = t_۲ - t_۱ = ۰/۰۵ \\ T = ۰/۰۷۵ \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{۲}{۳} \Rightarrow \Delta t = \frac{۲}{۳}T$$

در این مدت ذرهٔ M مسافتی معادل $۲/۵$ برابر دامنه را می‌پیماید (چرا)؟ بنابراین داریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۲/۵A}{\Delta t} = \frac{۲/۵ \times ۲ \times ۱۰^{-۳}}{۵ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow s_{av} = ۰/۱\frac{m}{s}$$

۹۲ گزینه ۱ جهت حرکت ذرات a و b و c به‌سمت ذرات قبل از خود است؛ بنابراین حرکت ذرات b و c تندشونده و ذرهٔ a کندشونده است.

همچنین از آنجایی که ذرات a و b در فاصلهٔ یکسانی از مرکز تعادل هستند، تندی حرکت آنها با هم برابر است.



۹۳ گزینه ۳

با توجه به شکل، دامنهٔ نوسان و طول موج را داریم:

$$\begin{cases} A = ۵cm \\ \lambda = ۲۰cm \end{cases} \xrightarrow{f = \frac{v}{\lambda}} f = \frac{۱۰}{۰/۲} = ۵۰Hz \rightarrow T = \frac{۱}{۵۰}s = ۰/۰۲s$$

در مدت $۰/۰۱$ ثانیه که نصف دورهٔ تناوب نوسان است، هر ذره مسافتی معادل $۲A$ را طی می‌کند:

$$l = ۲A = ۱۰cm$$

۹۴ گزینه ۲ از روی شکل نصف طول موج موج A برابر با یک‌چهارم طول موج B است، پس $۲\lambda_A = \lambda_B$

با توجه به اینکه سرعت دو موج برابر است، داریم:

WWW.ArefOnline.ir

$$\lambda = \frac{v}{f} \longrightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{f_B}{f_A} = \frac{۱}{۲}$$

$$\frac{n_B}{n_A} = \frac{f_B}{f_A} \longrightarrow \frac{n_B}{۱۰۰} = \frac{۱}{۲} \longrightarrow n_B = ۵۰$$

---

۹۵ گزینه ۱ دامنهٔ نوسان $۲cm$ است، پس نوسانگر در هر $\frac{۱}{۸}s$، مسافتی به اندازهٔ $۲A$ را می‌پیماید؛ یعنی زمان داده‌شده برابر نصف دورهٔ نوسان است و داریم:

$$\frac{T}{۲} = \frac{۱}{۸} \rightarrow T = \frac{۱}{۴}s$$

با توجه به نمودار، داریم:

$$\frac{\lambda}{۴} = ۱۵ \Rightarrow \lambda = ۶۰cm \rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{۰/۶}{\frac{۱}{۴}} = ۲/۴\frac{m}{s}$$

---

۹۶ گزینه ۲

بسامد به محیط بستگی ندارد. بنابراین کافی است فرکانس پرتو لیزر را در هوا بیابیم:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\text{هوا}: f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸} m/s}{۰/۶ \times ۱۰^{-۶} m} = ۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz \rightarrow \text{در زجاجیهٔ چشم } f = ۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$$

$$\lambda = \frac{v}{\boxed{f}} \rightarrow \lambda \alpha v \rightarrow \frac{\lambda \text{ در چشم}}{\lambda' \text{ در هوا}} = \frac{v \text{ در چشم}}{v' \text{ در هوا}} \rightarrow \frac{۰/۴۵\mu m}{۰/۶\mu m} = \frac{v}{۳ \times ۱۰^{۸} m/s}$$

(ثابت)

$$\rightarrow v = ۲/۲۵ \times ۱۰^{۸} m/s$$

---

۹۷ گزینه ۱ نکته: طول موج را در امواج الکترومغناطیسی هم از میدان‌های الکتریکی می‌توان یافت و هم از طریق میدان‌های مغناطیسی. همچنین دوره، بسامد و تندی انتشار هر دو میدان در یک محیط مشخص، برابر با تندی انتشار موج در آن محیط است. با توجه به شکل داریم:

$$۴۵۰(nm) = ۳\frac{\lambda}{۲} \rightarrow \lambda = ۳۰۰nm$$

$$\lambda = vT \rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۳۰۰nm}{۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}} = ۱۰^{-۱۵} s$$

$$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۱۰^{-۱۵}} = ۱۰^{+۱۵} Hz$$

و اما چه نکاتی قابل استخراج است:

۱) دوره $۱۰^{-۱۵} s$ است. یعنی مدت زمان یک نوسان کاملِ میدان‌های الکتریکی یا مغناطیسی (تأیید گزینهٔ (۱)).

۲) فرکانس $۱۰^{+۱۵} Hz$ شده یعنی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در هر $۱s$، $۱۰^{۱۵}$ نوسان می‌کند. (ردّ گزینهٔ (۲))

۳) مسافتی که طول موج در مدت ۱ ثانیه طی می‌کند: (ردّ گزینهٔ (۳))

$$\Delta x = v\Delta t = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s} \times ۱s \rightarrow \Delta x = ۳ \times ۱۰^{۸} m$$

۴) طول موج تقریبی طیف مرئی: $۴۰۰nm \leq \lambda \leq ۷۰۰nm$ است. اما در این موج، $\lambda = ۳۰۰nm$ است. (ردّ گزینهٔ (۴))

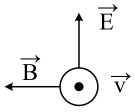
---

۹۸ گزینه ۱ امواج مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیازمندند. از امواج داده‌شده، فقط امواج صوتی «الف» از امواج مکانیکی هستند و پرتوهای x «ب»، امواج

WWW.ArefOnline.ir

رادیویی «پ» و پرتوهای فروسرخ «ت» از امواج الکترومغناطیسی هستند که برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند.

۹۹ گزینه ۱ اگر چهار انگشت دست راست در جهت $\vec{E}$ به‌گونه‌ای قرار گیرد که انگشت شست جهت انتشار موج را نمایش دهد، بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج می‌شود که در اینجا در خلاف جهت مثبت محور x است.



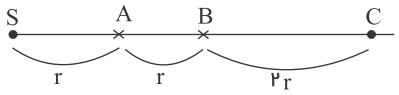
۱۰۰ گزینه ۲

$$\frac{۳}{۲}\lambda = ۳۰۰ \rightarrow \lambda = ۲۰۰cm = ۲m$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \rightarrow f = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۲} = ۱/۵ \times ۱۰^{۸}\ Hz = ۱۵۰\ MHz$$

۱۰۱ گزینه ۱

در ابتدا یک طرح ساده از محل قرارگیری ناظرها و چشمهٔ صوتی رسم می‌کنیم.



برای دو ناظر A و B داریم: (اگر $\beta_A = B$ فرض شود.)

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B} \xrightarrow[\frac{I_A}{I_B} = (\frac{r_B}{r_A})^{۲}]{\text{در اطراف یک چشمه}} \beta - \frac{۵}{۶}\beta = ۱۰ \log(\frac{r_B}{r_A})^{۲}$$

$$\rightarrow \frac{۱}{۶}\beta = ۱۰ \log ۲^{۲} = ۲۰ \log ۲ = ۲۰ \times ۰/۳ \rightarrow \frac{۱}{۶}\beta = ۶ \rightarrow \beta = ۳۶dB$$

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_C = \log \frac{I_A}{I_C} = ۱۰ \log(\frac{r_C}{r_A})^{۲} = ۱۰ \log ۴^{۲} = ۱۰ \log ۲^{۴} = ۴۰ \log ۲ = ۴۰ \times ۰/۳$$

$$\rightarrow ۳۶ - \beta_C = ۱۲ \rightarrow \beta_C = ۲۴dB$$

۱۰۲ گزینه ۳

$$\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰^{۳} \Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰ \log ۱۰^{۳} = ۳۰ \log ۱۰ = ۳۰dB$$

۱۰۳ گزینه ۳

$$v = \frac{L}{\Delta t} \rightarrow \Delta t_{\text{کل}} = \Delta t_۲ - \Delta t_۱ = \frac{L}{v_۲} - \frac{L}{v_۱} = L(\frac{v_۱ - v_۲}{v_۱ v_۲})$$

۱۰۴ گزینه ۲ ابتدا شدت صوت و پس از آن با استفاده از تعریف شدت صوت، فاصله را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} I_{۰} = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^{۲}} \\ P = ۴۸W \\ r = ? \\ \beta = ۸۰dB \\ \pi = ۳ \end{cases}$$

$$\beta = ۱۰ \log(\frac{I}{I_{۰}}) = ۱۰ \log(۱۰^{۱۲} I) = ۱۰[\underbrace{\log ۱۰^{۱۲}}_{۱۲} + \log I] = ۱۲۰ + ۱۰ \log I \Rightarrow ۸۰ = ۱۲۰ + ۱۰ \log I$$

WWW.ArefOnline.ir

$$\Rightarrow \log I = -۴ \Rightarrow I = \frac{P}{۴\pi r^۲} = ۱۰^{-۴} = \frac{۱}{۱۰^۴} \Rightarrow \frac{۴۸}{۴ \times ۳ \times r^۲} = \frac{۱}{۱۰^۴} \Rightarrow \frac{۴}{r^۲} = \frac{۱}{۱۰^۴} \Rightarrow \frac{۲}{r} = \frac{۱}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow r = ۲۰۰m$$

۱۰۵ گزینه ۱ ابتدا شدت صوت را می‌یابیم:

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \rightarrow ۹۶ = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \rightarrow ۹/۶ = \log \frac{I}{I_۰} \rightarrow \log \frac{I}{I_۰} = ۹ + ۰/۶ = ۹ + ۲ \log ۲$$

$$= ۹ + \log ۴ = \log ۱۰^۹ + \log ۴ \rightarrow \log \frac{I}{I_۰} = \log ۴ \times ۱۰^۹ \rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۴ \times ۱۰^۹ \xrightarrow{I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}} I = ۱۰^{-۱۲} \times ۴ \times ۱۰^۹$$

$$\rightarrow I = ۴ \times ۱۰^{-۳} \frac{W}{m^۲}$$

حال برای تعیین انرژی‌ای که به‌طور عمود در واحد سطح می‌گذرد، داریم:

$$I = \frac{E}{A \times t} \rightarrow E = IAt = ۴ \times ۱۰^{-۳} \times ۱ \times ۱۰^{-۶} \times ۶۰ \rightarrow E = ۰/۲۴ \times ۱۰^{-۶} J \rightarrow E = ۰/۲۴ \mu J$$

۱۰۶ گزینه ۴ در ابتدا با توجه به معلوم بودن تراز شدت صوت، مقدار شدت صوت در فاصلهٔ ۵۰ متری از چشمهٔ صوت را محاسبه می‌کنیم و پس از آن با استفاده از تعریف شدت صوت، توان چشمهٔ صوتی را می‌یابیم.

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \xrightarrow[I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}]{\beta = ۶۰ dB} ۶۰ = ۱۰ \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۶ = \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^۶ \Rightarrow I = ۱۰^{-۶} \frac{W}{m^۲}$$

حال با توجه به تعریف شدت صوت داریم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{۴\pi r^۲} \Rightarrow ۱۰^{-۶} = \frac{P}{(۴)(۳)(۵۰)^۲} \rightarrow P = ۰/۰۳W \Rightarrow P = ۳۰mW$$

۱۰۷ گزینه ۳ با استفاده از رابطهٔ مربوط به تراز نسبی شدت دو صوت داریم:

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B} \xrightarrow[I_A = ۰/۰۴ \frac{W}{m^۲}]{\Delta\beta = ۱۰ dB} ۱۰ = ۱۰ \log \frac{۰/۰۴}{I_B}$$

$$\Rightarrow ۱ = \log \frac{۰/۰۴}{I_B} \Rightarrow \frac{۰/۰۴}{I_B} = ۱۰ \Rightarrow I_B = ۰/۰۰۴ \frac{W}{m^۲}$$

و در نهایت داریم:

$$\Delta I = I_A - I_B = ۰/۰۴ - ۰/۰۰۴ \Rightarrow \Delta I = ۰/۰۳۶ \frac{W}{m^۲} \Rightarrow \Delta I = ۳۶ \frac{mW}{m^۲}$$

۱۰۸ گزینه ۳ با توجه به تعریف تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow \beta = ۱۰ \log ۲\sqrt{۱۰} \times ۱۰^۵ = ۱۰ \log ۲ \times ۱۰^{۵/۵}$$

$$\beta = ۱۰(\log ۲ + ۵/۵ \log ۱۰) \Rightarrow \beta = ۱۰(۰/۳ + ۵/۵) \Rightarrow \beta = ۵۸ dB$$

۱۰۹ گزینه ۴ می‌دانیم که شدت صوت با توان چشمهٔ صوتی رابطهٔ مستقیم دارد و با مربع فاصله از چشمه نسبت عکس دارد. پس در ابتدا چگونگی تغییر در شدت صوت و پس از آن تغییر تراز شدت صوت را می‌یابیم.

$$I = \frac{P_{av}}{A} \xrightarrow{A = ۴\pi r^۲} \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{P_۲}{P_۱} \times (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \xrightarrow[r_۲ = \frac{۱}{۲} r_۱]{P_۲ = ۲P_۱} \frac{I_۲}{I_۱} = ۲ \times (۲)^۲ = ۸$$

$$\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰ \log ۸ = ۱۰ \log ۲^۳ = ۳۰ \log ۲ = ۳۰ \times ۰/۳ = ۹ dB$$

یعنی تراز شدت صوت ۹ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

WWW.ArefOnline.ir

۱۱۰ گزینه ۳ در اینجا برای دو صوت A و B داریم:

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B} \xrightarrow{\Delta\beta=\beta_A-\beta_B=۱۱٫۵dB}$$

$$\Rightarrow ۱۱٫۵ = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B}$$

$$\Rightarrow ۱٫۱۵ = \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow ۱ + ۰٫۱۵ = \log \frac{I_A}{I_B}$$

$$\xrightarrow{۰٫۱۵ = \frac{۱}{۲} \times ۰٫۳ = \frac{۱}{۲} \log ۲} \log ۱۰ + \frac{۱}{۲} \log ۲ = \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \log ۱۰ + \log ۲^{\frac{۱}{۲}} = \log \frac{I_A}{I_B}$$

$$\Rightarrow \log \frac{I_A}{I_B} = \log ۱۰\sqrt{۲} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = ۱۰\sqrt{۲}$$

---

۱۱۱ گزینه ۱

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \xrightarrow{\beta=۹۰db} ۹۰ = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \xrightarrow{I_۰=۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}}$$

$$I = \frac{P}{A} \xrightarrow{A=۱cm^۲=۱۰^{-۴}m^۲} P = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{-۴} = ۱۰^{-۷}W = ۰٫۱\mu W$$

---

۱۱۲ گزینه ۲

$$I = \frac{P}{۴\pi r^۲} \rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \Rightarrow \frac{I_۲}{۰٫۱} = (\frac{۶۴۰}{۱۶۰})^۲ = ۱۶ \Rightarrow I_۲ = ۱٫۶ \frac{W}{m^۲}$$

---

۱۱۳ گزینه ۳

$$\beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰ \log \frac{I_۱}{I_۲} \xrightarrow{\frac{I_۱}{I_۲}=(\frac{r_۲}{r_۱})^۲} ۴۶ - ۲۰ = ۱۰ \log (\frac{r_۱ + ۹۵}{r_۱})^۲$$

$$۲۶ = ۲۰ \log (\frac{r_۱ + ۹۵}{r_۱}) \rightarrow \log \frac{r_۱ + ۹۵}{r_۱} = ۱٫۳ = \underset{\log ۱۰}{\underset{\downarrow}{۱}} + \underset{\log ۲}{\underset{\downarrow}{۰٫۳}}$$

$$\rightarrow \log \frac{r_۱ + ۹۵}{r_۱} = \log ۲۰ \rightarrow \frac{r_۱ + ۹۵}{r_۱} = ۲۰ \rightarrow r_۱ + ۹۵ = ۲۰ r_۱$$

$$r_۱ = \frac{۹۵}{۱۹} = ۵m \rightarrow r_۲ = r_۱ + ۹۵ = ۱۰۰m$$

---

۱۱۴ گزینه ۳

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۴۵ - ۴۰ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \log \frac{I_۲}{I_۱} = ۰٫۵$$

$$\Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰^{\frac{۱}{۲}} = \sqrt{۱۰}$$

---

۱۱۵ گزینه ۲

$$r_۲ = ۲r_۱ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ = \frac{۱}{۴}$$

WWW.ArefOnline.ir

$$\Delta\beta = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰\log\frac{۱}{۴} = ۱۰\log ۲^{-۲} = -۲۰\log ۲ = -۲۰ \times ۰/۳ = -۶dB$$

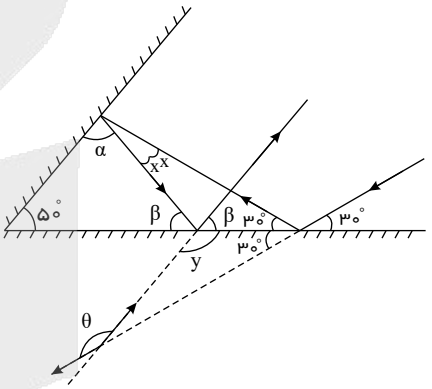
۱۱۶ گزینه ۱ در شکل‌های (۱) و (۲) منبع صوت به سمت راست حرکت می‌کند و در شکل (۳) ساکن است ($v_۳ = ۰$). همچنین تندی حرکت چشمه در شکل (۱) کمتر از تندی صوت و در شکل (۲) بیشتر از تندی صوت است. بنابراین داریم:

$$v_۱ < v \text{ و } v_۲ > v \text{ و } v_۳ = ۰ \Rightarrow v_۳ < v_۱ < v < v_۲$$

۱۱۷ گزینه ۱ چشمهٔ موج ثابت است، پس طول موج تغییر نمی‌کند؛ اگر شنونده در حال دور شدن از چشمه باشد، در مقایسه با زمانی که نسبت به هم ساکن هستند، در مدت زمان یکسان با جبهه‌های موج کمتری مواجه می‌شود که این منجر به کاهش بسامد صوتی می‌شود که می‌شنود.

۱۱۸ گزینه ۳

$$\begin{cases} \alpha + ۲x = ۱۸۰^\circ - (۵۰^\circ + ۳۰^\circ) = ۱۰۰^\circ \quad (۱) \\ \alpha + x = ۹۰^\circ \quad (۲) \end{cases}$$



$$(۱),(۲) \rightarrow x = ۱۰^\circ \rightarrow \boxed{\alpha = ۸۰^\circ}$$

$$\rightarrow \beta = ۱۸۰^\circ - (\alpha + ۵۰^\circ) = ۵۰^\circ$$

$$\rightarrow \boxed{\beta = ۵۰^\circ} \rightarrow \boxed{\hat{y} = ۱۳۰^\circ}$$

$$\rightarrow \theta = \hat{y} + ۳۰^\circ = ۱۳۰^\circ + ۳۰^\circ = ۱۶۰^\circ$$

۱۱۹ گزینه ۲ وقتی شخص اولین پژواک صدای خود را می‌شنود، درواقع صوت یک بار از شخص تا صخرهٔ نزدیک‌تر را پیموده و سپس این مسیر را بازگشته است بنابراین مسافت پیموده شده توسط صوت دو برابر فاصلهٔ شخص تا صخرهٔ نزدیک‌تر یعنی ۱۰۲۰ متر می‌باشد.

$$d = v\Delta t$$

$$۱۰۲۰ = v \times ۳$$

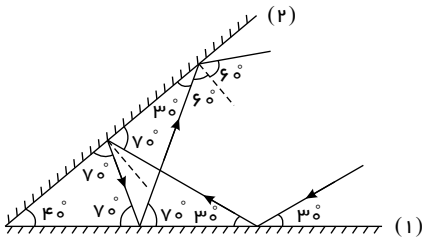
$$v = ۳۴۰\ m/s$$

اما پژواک دوم را ۴ ثانیه بعد از تولید صوت دریافت می‌کند (یک ثانیه بعد از اولی که ۳ ثانیه طول کشیده) بنابراین:

فاصله از صخرهٔ دورتر = $d = ۳۴۰ \times ۴ = \frac{۱۳۶۰}{۲} = ۶۸۰$

فاصلهٔ دو صخره از هم = $۶۸۰ + ۵۱۰ = ۱۱۹۰$

۱۲۰ گزینه ۱



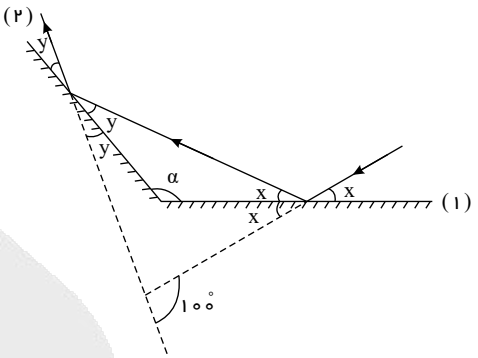
WWW.ArefOnline.ir

۱۲۱ گزینه ۳

$$۱۰۰^\circ = ۲x + ۲y \rightarrow \boxed{x + y = ۵۰^\circ}$$

$$\alpha = ۱۸۰ - (x + y) = ۱۸۰ - ۵۰^\circ$$

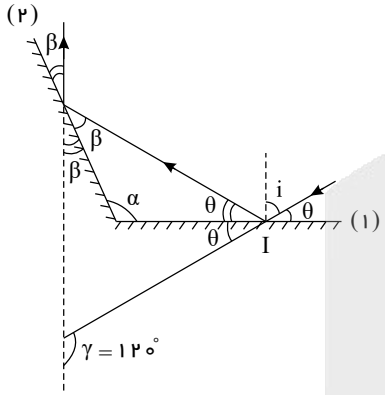
$$\Rightarrow \alpha = ۱۳۰^\circ$$



۱۲۲ گزینه ۴

$$\begin{cases} (۲\theta + ۲\beta) = \gamma \Rightarrow (\theta + \beta) = \frac{\gamma}{۲} \\ \theta + \beta = ۱۸۰ - \alpha \Rightarrow \frac{\gamma}{۲} = ۱۸۰ - \alpha \Rightarrow \gamma = ۳۶۰^\circ - ۲\alpha \end{cases}$$

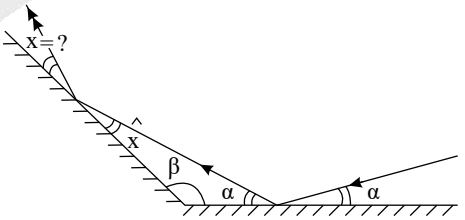
زاویهٔ θ_i، ۲۰° افزایش پیدا می‌کند. امّا γ به θ_i بستگی ندارد چون α ثابت است. γ نیز ثابت خواهد ماند.



۱۲۳ گزینه ۴ طبق توضیحات در فناوری متن کتاب درسی.

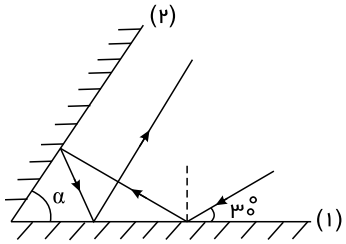
۱۲۴ گزینه ۴

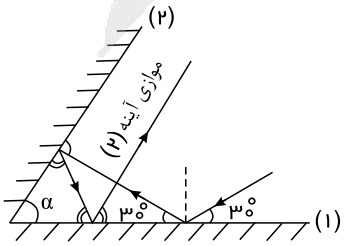
$$\alpha + x + \beta = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \hat{x} = ۱۸۰ - (\alpha + \beta) \text{ یا } \pi_{(rad)} - (\alpha + \beta)$$



۱۲۵ گزینه ۱ به متن کتاب درسی مراجعه شود. این تست اهمیت مطالعهٔ فعالیت‌ها و شکل‌های متن کتاب درسی را نشان می‌دهد.

۱۲۶ گزینه ۳

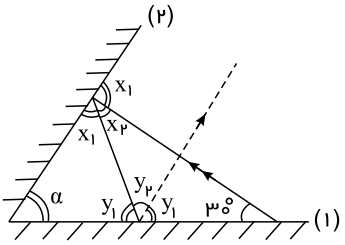




چون پرتو بازتاب نهایی موازی آینهٔ (۲) است: $\hat{y_۱} = \hat{\alpha}$

WWW.ArefOnline.ir

$$x_1 + y_1 + \alpha = 180 \xrightarrow{y_1 = \alpha} x_1 = 180 - 2\alpha \rightarrow x_2 = 180 - 2x_1 = 180 - 2(180 - 2\alpha) \rightarrow x_2 = 4\alpha - 180^\circ$$



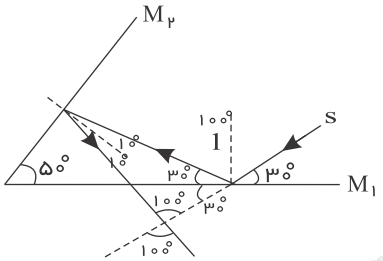
$$\alpha + 30^\circ + x_1 + x_2 = 180^\circ \rightarrow \alpha + 30^\circ + \overbrace{(180 - 2\alpha)}^{x_1} + \overbrace{(4\alpha - 180^\circ)}^{x_2} = 180^\circ \Rightarrow 3\alpha + 30^\circ = 180^\circ$$

$$\rightarrow 3\alpha = 150^\circ \rightarrow \alpha = 50^\circ$$

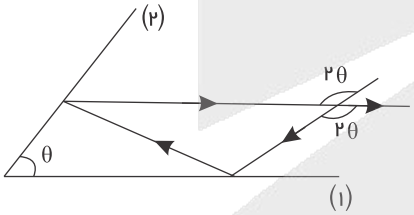
---

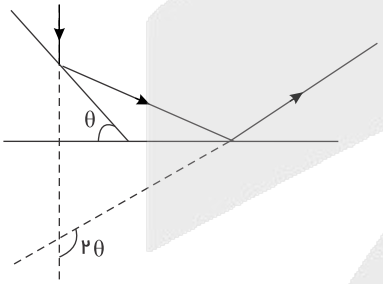
۱۲۷ گزینه ۳

با دنبال کردن مسیر پرتوهای تابش به آینه‌ها و بازتابش از روی آن‌ها، می‌توان به راحتی زاویهٔ بین امتداد پرتو تابش به آینه (۱) و بازتابش از آینهٔ (۲) را به دست آورد.



تذکر: به طور کلی اگر پرتوی به سطح یک آینه بتابد و از روی دیگری مطابق شکل بازتاب شود، زاویه بین پرتو تابش و بازتابش (یا امتداد آن‌ها) دو برابر زاویهٔ حادهٔ بین آینه‌هاست، یعنی:

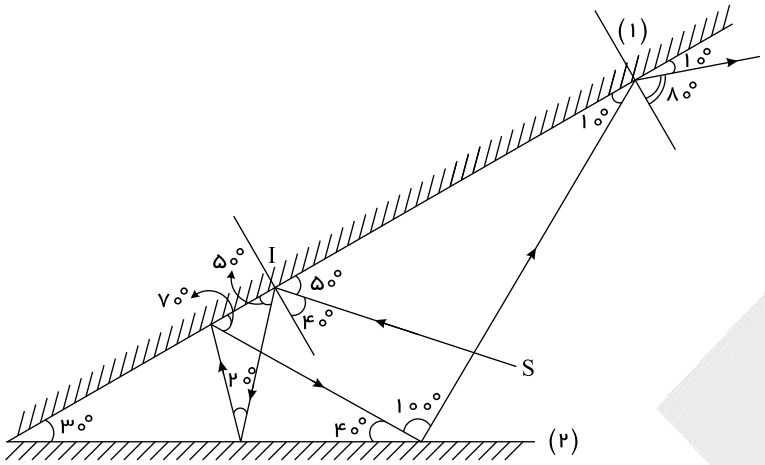




WWW.ArefOnline.ir

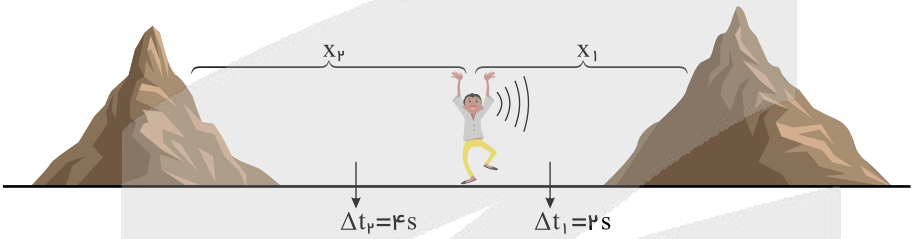
۱۲۸ گزینه ۴

پرتوهای تابش و بازتابش را آنقدر رسم می‌کنیم تا یا پرتو نهایی موازی یکی از آینه‌ها شود یا واگرا با یکی از آینه‌ها باشد و به آن برخورد نکند.



۱۲۹ گزینه ۱ برای مکان‌یابی پژواکی در اندازه‌گیری تندی شارش خون و دستگاه سونار از امواج مکانیکی (مانند فراصوت) استفاده می‌شود.

۱۳۰ گزینه ۲



می‌دانیم که در اولین پژواک، صوت مسافتی معادل $2x_1$ و در دومین پژواک، مسافتی معادل $2x_2$ را می‌پیماید؛ بنابراین داریم:

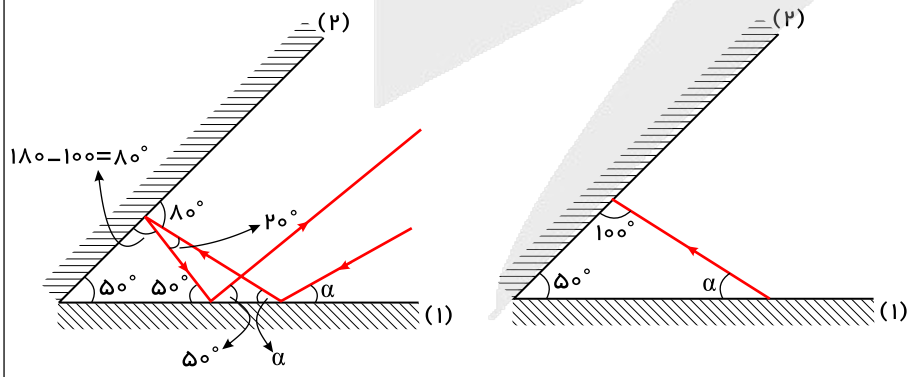
$$\Delta x = v(\Delta t) \Rightarrow \begin{cases} 2x_1 = v(2) \\ 2x_2 = v(4) \end{cases} \Rightarrow x_2 = 2x_1$$

و با توجه به فاصلهٔ بین دو صخره داریم:

$$L = x_2 + x_1 \xrightarrow[L=1020]{x_2=2x_1} 1020 = 2x_1 + x_1 = 3x_1 \Rightarrow x_1 = 340m$$

۱۳۱ گزینه ۳

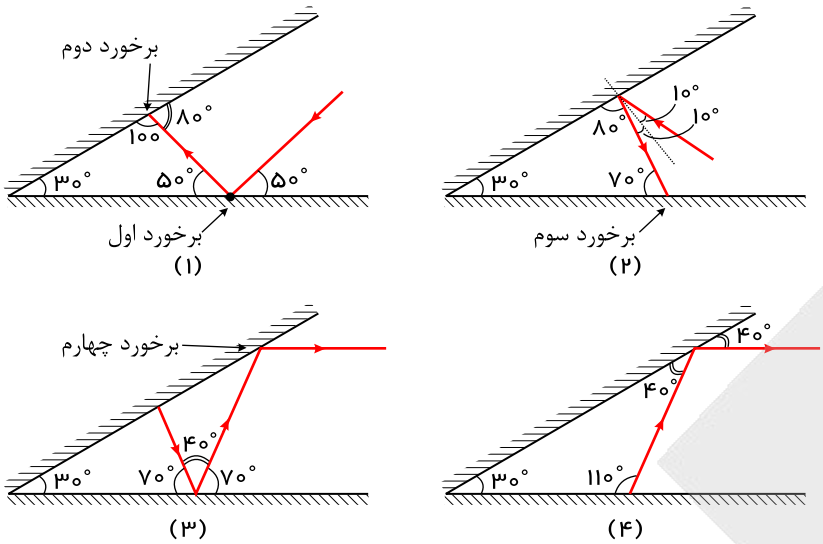
با توجه به قانون بازتاب عمومی، مسیر پرتوها را ادامه می‌دهیم و با توجه به اینکه جمع زوایای داخلی هر مثلث 180° است داریم:



$$180 = 100 + 50 + \alpha \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

۱۳۲ گزینه ۲ اگر مسیر پرتو تابیده‌شده به آینهٔ (۱) را دنبال کنیم، با توجه به اینکه مجموع زاویه‌های داخلی مثلث 180° است و همچنین زاویه‌های تابش و بازتابش برابرند، خواهیم داشت:

WWW.ArefOnline.ir

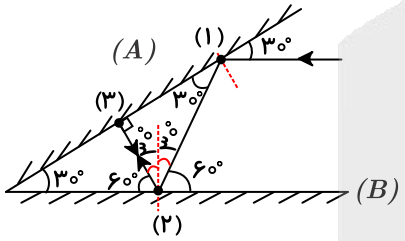


۱۳۳ گزینه ۱ زاویهٔ بین پرتو ورودی و خروجی از مجموعه، برابر ۲α است. (α زاویهٔ حادّه‌ای است که دو آینه با هم می‌سازند.)

$$۲\alpha = ۸۰^\circ \rightarrow \alpha = ۴۰^\circ \rightarrow \text{زاویه بین دو آینه} = ۱۸۰ - ۴۰ = ۱۴۰^\circ$$

۱۳۴ گزینه ۴ زاویهٔ تابش، زاویهٔ پرتوی بازتاب‌شده و خط عمود است. مسیر حرکت پرتو را رسم می‌کنیم:

دومین برخورد به آینهٔ (A) به صورت عمود بر سطح آینه است. پس زاویهٔ تابش صفر است.

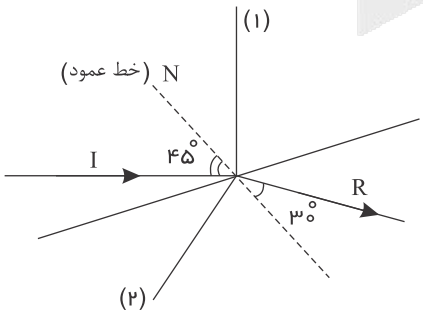


۱۳۵ گزینه ۱ دقت کنید که زاویهٔ تابش، زاویهٔ بین پرتو تابش و نیم خط عمود است، بنابراین داریم:

$$\begin{cases} \lambda = \dfrac{v}{f} \\ f = \text{ثابت} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۳۰^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = \sqrt{۲}$$

۱۳۶ گزینه ۳

با توجه به جبهه‌های موج و پرتوهای موج که بر سطح جبهه‌های موج عمود است، با توجه به قانون شکست عمودی داریم:



$$\rightarrow \frac{V_۱}{V_۲} = \sqrt{۲}\frac{V_۱}{V_۲} = \frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۳۰^\circ}$$

WWW.ArefOnline.ir

۱۳۷ گزینه ۴

با توجه به زاویه‌های تابش و شکست داده‌شده و قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{v_۱}{v_۲}\rightarrow\frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۳۰^\circ}=\frac{v_۱}{v_۲}\rightarrow\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{۰/۶}{۰/۵}\rightarrow\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{۶}{۵}$$

۱۳۸ گزینه ۴ موج بازتابیده وارون می‌شود، ولی موج عبوری مانند موج فرودی است. همچنین چون تندی موج با ورود به طناب ضخیم، کم می‌شود، طول موجِ موج عبوری کمتر از موج بازتابیده است.

۱۳۹ گزینه ۲ قانون بازتاب عمومی برای همهٔ انواع امواج برقرار است. همچنین در مکان‌یابی خفاش و اندازه‌گیری تندی شارش خون، از امواج فراصوت استفاده می‌شود.

۱۴۰ گزینه ۲ بسامد از ویژگی‌های منبع نور است و با تغییر محیط انتشار تغییر نمی‌کند.

۱۴۱ گزینه ۳ هنگام ورود موج از محیط A به B، زاویهٔ جبهه‌های موج با مرز دو محیط کاهش یافته است؛ بنابراین تندی و طول موج در محیط B نسبت به محیط A کاهش یافته است. یعنی عمق آب محیط B کمتر بوده است.

۱۴۲ گزینه ۱ چون بسامد ثابت است، نسبت طول موج در دو محیط با نسبت تندی‌ها برابر است:

$$\frac{\lambda_۳}{\lambda_۱}=\frac{v_۳}{v_۱}=\frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۱}=\frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۵۳^\circ}=\frac{۰/۶}{۰/۸}=\frac{۳}{۴}$$

۱۴۳ گزینه ۴

$$\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin ۳۷^\circ}=\frac{۰/۸}{۰/۶}=\frac{۴}{۳}\xrightarrow{v_۱=c}v_۲=\frac{۳}{۴}\times ۳\times ۱۰^۸=\frac{۹}{۴}\times ۱۰^۸\frac{m}{s}$$

$$\frac{v_۲}{v_۳}=\frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۳۰^\circ}=\frac{۰/۶}{۰/۵}=\frac{۶}{۵}\Rightarrow v_۳=\frac{۵}{۶}v_۲=\frac{۵}{۶}\times\frac{۹}{۴}\times ۱۰^۸=\frac{۱۵}{۸}\times ۱۰^۸\frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow v_۲-v_۳=\frac{۹}{۴}\times ۱۰^۸-\frac{۱۵}{۸}\times ۱۰^۸=(\frac{۱۸}{۸}-\frac{۱۵}{۸})\times ۱۰^۸=\frac{۳}{۸}\times ۱۰^۸=۳/۷۵\times ۱۰^۷\frac{m}{s}$$

۱۴۴ گزینه ۱ بسامد نور با عبور از محیط‌های متفاوت تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند.

۱۴۵ گزینه ۴

$$(۲)\ ,\ (۱)\ \text{محیط}:\ \frac{v_۲}{v_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}\Rightarrow\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{۷۵}{۱۰۰}=\frac{۳}{۴}\xrightarrow{\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{\sin\theta_r}{\sin ۵۳^\circ}}\sin\theta_r=\frac{۳}{۴}\times ۰/۸$$

$$(۴)\ ,\ (۳)\ \text{محیط}:\ \frac{v_۴}{v_۳}=\frac{n_۳}{n_۴}\Rightarrow\frac{n_۳}{n_۴}=\frac{۱۴۰}{۱۰۰}=\frac{۷}{۵}\xrightarrow{\frac{n_۳}{n_۴}=\frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin\theta_i}}\sin\theta_i=\frac{۵}{۷}\times ۰/۷$$

$$\frac{n_۲}{n_۳}=\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r}=\frac{\frac{۵}{۷}\times ۰/۷}{\frac{۳}{۴}\times ۰/۸}=\frac{۰/۵}{۰/۶}=\frac{۵}{۶}$$

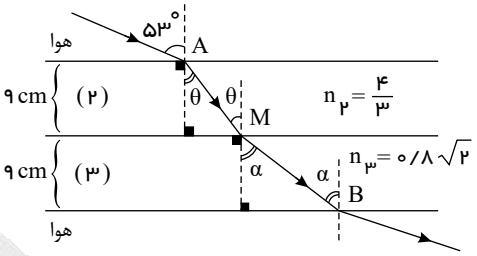
۱۴۶ گزینه ۳

ابتدا زوایای تابش و شکست را در محیط‌های (۲) و (۳) محاسبه می‌کنیم. پس از آن تندی انتشار نور را در این محیطها بدست می‌آوریم. یعنی:

$AM=d_۱$ و $MB=d_۲$

WWW.ArefOnline.ir

قانون اسنل $\begin{cases} A: ۱ \times \sin ۵۳^\circ = \frac{۴}{۳} \sin\theta \Rightarrow \theta = ۳۷^\circ \\ B: \frac{۴}{۳} \times \sin ۳۷^\circ = ۰/۸\sqrt{۲} \times \sin\alpha \Rightarrow \alpha = ۴۵^\circ \end{cases}$



$$\cos\theta = \frac{۹cm}{d_۱} \rightarrow d_۱ = \frac{۹cm}{\cos ۳۷} = \frac{۹ \times ۱۰^{-۲}}{۰/۸} = \frac{۴۵}{۴} \times ۱۰^{-۲} m$$

$$\cos\alpha = \frac{۹cm}{d_۲} \rightarrow d_۲ = \frac{۹cm}{\cos ۴۵} = \frac{۹ \times ۱۰^{-۲}}{\frac{۱}{\sqrt{۲}}} = ۹\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲} m$$

$$\begin{cases} v_۱ = \frac{c}{n_۱} = \frac{۳}{۴}c \Rightarrow \Delta t_۱ = \frac{d_۱}{v_۱} = \frac{\frac{۴۵}{۴} \times ۱۰^{-۲}}{\frac{۳}{۴}c} \\ v_۲ = \frac{c}{n_۲} = \frac{۵}{۴\sqrt{۲}}c \Rightarrow \Delta t_۲ = \frac{d_۲}{v_۲} = \frac{۹\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲}}{\frac{۵}{۴\sqrt{۲}}c} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \Delta t_۱ + \Delta t_۲ = \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۲}}{c} + \frac{۷۲ \times ۱۰^{-۲}}{۵c}$$

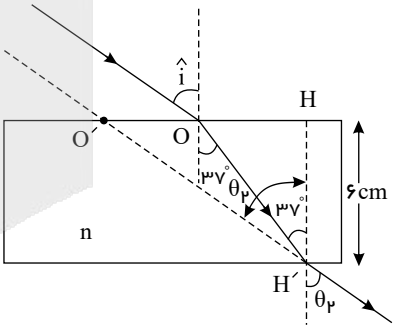
$$\Delta t = \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۲}}{۳ \times ۱۰^{۸}} + \frac{۷۲ \times ۱۰^{-۲}}{۵ \times ۳ \times ۱۰^{۸}} = ۵ \times ۱۰^{-۱۰} + ۴/۸ \times ۱۰^{-۱۰} = ۹/۸ \times ۱۰^{-۱۰} s = ۰/۹۸ \times ۱۰^{-۹} s = ۰/۹۸ ns$$

---

۱۴۷ گزینه ۲

$OO' = ۳/۵cm$

$\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ و $n = ?$



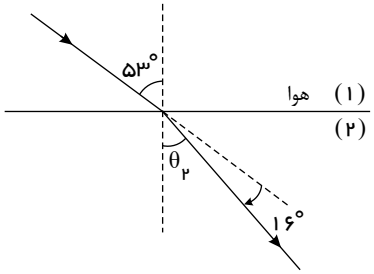
$$\overset{\Delta}{OHH'} \Rightarrow \tan ۳۷^\circ = \frac{۳}{۴} = \frac{\overline{OH}}{۶cm} \Rightarrow \overline{OH} = \frac{۱۸}{۴} = ۴/۵cm$$

$$O'H = OO' + OH = ۳/۵cm + ۴/۵cm = ۸cm \Rightarrow O'H' = \sqrt{۸^۲ + ۶^۲} = ۱۰cm \rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{O'H}{O'H'} = \frac{۸cm}{۱۰cm} = \frac{۸}{۱۰}$$

$$H': \underset{\text{تیغه}}{n} \sin ۳۷^\circ = \underset{\text{هوا}}{n} \times \sin\theta_۲ \Rightarrow n \times \frac{۶}{۱۰} = ۱ \times \frac{۸}{۱۰} \Rightarrow n = \frac{۴}{۳}$$

WWW.ArefOnline.ir

۱۴۸ گزینه ۱



چون پرتو از هوا وارد محیط شفاف (غلیظ) شده، به خط عمود نزدیکتر شده و تندی و طول موج کاهش یافته ولی بسامد (فرکانس) که فقط به منبع موج بستگی دارد، ثابت است. بنابراین تفاوتی نمی‌کند بسامد را در کدام محیط محاسبه نماییم.

گام اول:

$$\theta_2 = \theta_1 - 16^\circ = 53^\circ - 16^\circ = 37^\circ$$

گام دوم:

$$\lambda_2 = \lambda_1 - \frac{1}{8}\mu m$$

$$\begin{cases} \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1 - \frac{1}{8}\mu m}{\lambda_1} = \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{0/6}{0/8} = \frac{3}{4} \\ f_2 = f_1, v = \frac{c}{n}, n_2 \sin\theta_2 = n_1 \sin\theta_1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 3\lambda_1 = 4\lambda_1 - 0/5\mu m \Rightarrow \lambda_1 = 0/5\mu m = 5 \times 10^{-7} m$$

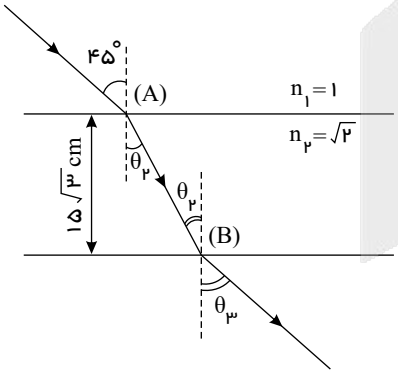
گام سوم:

$$\lambda_1 = \frac{v_1}{f_1} \xrightarrow[v_1=c\ ,\ f_2=f_1=f]{\text{محیط اول هوا است}} 5 \times 10^{-7} = \frac{3 \times 10^8}{f} \Rightarrow f = \frac{3}{5} \times 10^{15} = 0/6 \times 10^{15} = 6 \times 10^{14} Hz$$

$$\Rightarrow f = 6 \times 10^{14} Hz$$

۱۴۹ گزینه ۳

گام اول:

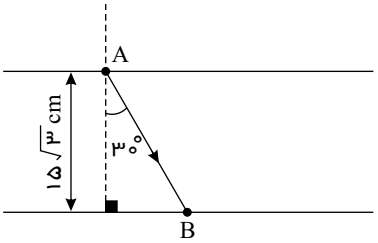


$$(A): n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \Rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \times \sin\theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

گام دوم: طول $\overline{AB}$ را می‌یابیم:

WWW.ArefOnline.ir

$$\cos ۳۰^\circ = \frac{۱۵\sqrt{۳}cm}{\overline{AB}} = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \Rightarrow \overline{AB} = ۳۰ = ۰/۳m$$



گام سوم: تندی انتشار پرتو نور را در محیط شفاف می‌یابیم:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}}{\sqrt{۲}} = \frac{۳\sqrt{۲}}{۲} \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$$

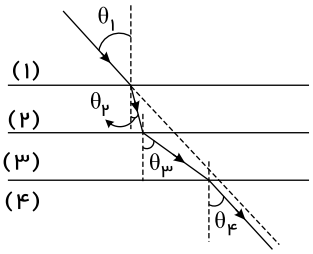
گام چهارم: اکنون زمان طی فاصلهٔ A تا B را محاسبه می‌نماییم:

$$\Delta t = \frac{\overline{AB}}{v} = \frac{۰/۳m}{\frac{۳\sqrt{۲}}{۲} \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}} = \sqrt{۲} \times ۱۰^{-۹} s = \sqrt{۲} ns$$

---

۱۵۰ گزینه ۳

با توجه به قانون شکست عمومی، وقتی پرتوی مایل از یک محیط وارد محیط دیگری شود، هرچه زاویهٔ بین پرتو و خط عمود در یک محیط بیشتر باشد، تندی انتشار موج در آن محیط بیشتر است. با توجه به شکل داریم:



$$\theta_۴ = \theta_۱ \rightarrow v_۴ = v_۱$$

$$\theta_۲ < \theta_۱ \rightarrow v_۲ < v_۱$$

$$\theta_۳ > \theta_۴ \rightarrow v_۴ < v_۳$$

و در نهایت داریم:

$$v_۲ < v_۱ = v_۴ < v_۳$$

---

۱۵۱ گزینه ۲ در ابتدا طول موج را در خلأ می‌یابیم:

$$\lambda_۱ = \frac{c}{f} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۵ \times ۱۰^{۱۴}} \Rightarrow \lambda_۱ = ۶۰۰nm$$

بدیهی است که با ورود نور به محیط شفاف، طول موج آن کاهش می‌یابد، بنابراین داریم:

$$\lambda_۲ = \lambda_۱ - ۱۵۰ = ۶۰۰ - ۱۵۰ \Rightarrow \lambda_۲ = ۴۵۰nm$$

و در آخر داریم:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{۶۰۰}{۴۵۰} = \frac{۴}{۳}$$

---

۱۵۲ گزینه ۴

$$\begin{cases} V = \lambda f \\ n = \frac{C}{V} \end{cases} \rightarrow n = \frac{C}{\lambda f} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{\frac{۹}{۲۰} \times ۱۰^{-۶} \times ۵ \times ۱۰^{۱۴}} = \frac{۴}{۳}$$

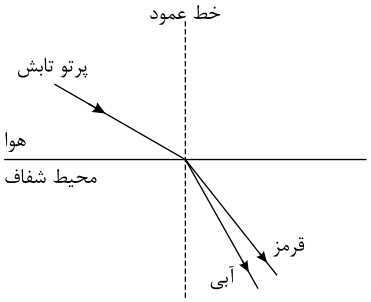
WWW.ArefOnline.ir

۱۵۳ گزینه ۲

$$\frac{v_{\text{مایع}}}{v_{\text{شیشه}}} = \frac{n_{\text{شیشه}}}{n_{\text{مایع}}} = \frac{۱٫۵}{\frac{۵}{۴}} = \frac{۶}{۵}$$

۱۵۴ گزینه ۱ وقتی پرتو شکست پیدا می‌کند، حتماً از راستای اولیه‌اش منحرف می‌شود و به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود. ضریب شکست نور برای نور سبز بیشتر از نور قرمز است.

۱۵۵ گزینه ۳



در عبور پرتوهایی که از چند نور ترکیب شده‌اند، از هوا به یک محیط شفاف، (۱) پرتوهای تابش و شکست در دو طرف خط عمود بر سطح جداکنندهٔ دو محیط در نقطهٔ تابش قرار دارند (۲) هر چه بسامد پرتو بیشتر باشد، میزان انحراف آن نیز بیشتر است. بنابراین در اینجا که بسامد پرتو آبی بیشتر از قرمز است، بیشتر منحرف می‌شود و گزینهٔ «۳» صحیح است.

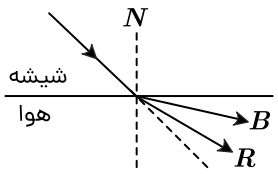
۱۵۶ گزینه ۳ پرتو شکست باید از خط عمود دورتر شود چرا که سرعت نور در محیط رقیق (هوا) بیشتر است (رد گزینهٔ ۲ و ۱) همچنین پرتویی که بسامد بیشتری دارد (یعنی پرتو سبز) بیشتر شکسته می‌شود.

۱۵۷ گزینه ۳ با توجه به اینکه محیط‌های اول و آخر یکسان هستند، پرتوهای ورودی و خروجی با هم موازی خواهند بود (رد گزینه‌های (۱) و (۴)).

از طرفی با توجه به تفاوت در ضریب شکست شیشه برای طول موج‌های مختلف، پرتوها در داخل شیشه از هم جدا می‌شوند. (رد گزینهٔ (۲))

۱۵۸ گزینه ۳ طول موج نور آبی از نور قرمز کمتر است، بنابراین بیشتر شکسته می‌شود.

از طرفی نور از شیشه وارد هوا شده، پس سرعت آن بیشتر می‌شود و از خط عمود فاصلهٔ بیشتری می‌گیرد.



۱۵۹ گزینه ۲ مکانیک نیوتونی و نظریهٔ الکترومغناطیس با فیزیک کلاسیک قابل توجیه هستند.

۱۶۰ گزینه ۱ پدیدهٔ فوتوالکتریک

۱۶۱ گزینه ۳

اگر رنگ زرد را با حرف Y و رنگ بنفش را با حرف V نشان دهیم، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} E = nh\frac{C}{\lambda} \\ E = P\cdot t \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} P_Y t_Y = n_Y \frac{hC}{\lambda_Y} \\ P_V t_V = n_V \frac{hC}{\lambda_V} \end{array} \xrightarrow{\text{تقسیم دو رابطه}} \frac{۲۰۰\times ۱}{۲۰۰\times ۱} = \frac{n_Y}{n_V} \times \frac{\frac{۱}{۶۰۰}}{\frac{۱}{۴۰۰}} \Rightarrow \frac{n_Y}{n_V} = \frac{۳}{۲}$$

۱۶۲ گزینه ۱

ابتدا باید انرژی فوتون را بر حسب ژول بنویسیم و سپس از رابطهٔ انرژی فوتون، طول موج را محاسبه کنیم و سپس نوع موج را تشخیص دهیم:

$$\text{انرژی هر فوتون } E = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{[۶٫۶۳\times ۱۰^{-۳۴} J\cdot s][۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}]}{(۴\times ۱۰^{-۷})(۱٫۶\times ۱۰^{-۱۹} J)} \Rightarrow \lambda = \frac{۱۹٫۸۹}{۶٫۴}\left(\frac{۱۰^{-۲۶}}{۱۰^{-۲۶}}\right) \cong ۳٫۱ m$$

طول موج‌هایی که در حد چند متر یا کیلومتر هستند از نوع امواج رادیویی می‌باشند.

WWW.ArefOnline.ir

۱۶۳ گزینه ۴ ابتدا با توجه به شکل طول موج را به دست می‌آوریم و سپس انرژی هر فوتون را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$۲\lambda = ۵۰\mu m \Rightarrow \lambda = ۲۵\mu m = ۲۵ \times ۱۰^{-۶} m$$

$$\text{انرژی هر فوتون } E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV \cdot s \times ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}}{۲۵ \times ۱۰^{-۶} m} = \frac{۱۲}{۲۵} \times ۱۰^{-۱} = ۴{,}۸ \times ۱۰^{-۲} eV$$

$$\Rightarrow E = ۴{,}۸ \times ۱۰^{-۲} eV$$

---

۱۶۴ گزینه ۲ با ترکیب دو رابطهٔ $E = nhf$ و $P = \frac{E}{t}$ داریم:

$$Pt = nhf$$

$$\begin{cases} f = ۶ \times ۱۰^{۱۴} Hz \\ P = ۳۳W \\ t = ۶۰s \end{cases} \Rightarrow ۳۳ \times ۶۰ = n(۶{,}۶ \times ۱۰^{-۳۴})(۶ \times ۱۰^{۱۴}) \Rightarrow n = \frac{۳۳ \times ۶۰}{۶{,}۶ \times ۶ \times ۱۰^{-۲۰}} = \frac{۳۳۰۰}{۶۶} \times ۱۰^{۲۰}$$

$$= ۵ \times ۱۰^{۲۱}$$

توجه: می‌بینیم که لزوماً همهٔ اطلاعات داده شده را نباید به کار برد. مانند e در این تست.

---

۱۶۵ گزینه ۴ نسبت انرژی فوتون‌ها، معادل نسبت بسامد آنهاست، یعنی:

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{hf_A}{hf_B} = ۲{,}۵ \rightarrow f_A = ۲{,}۵ f_B \xrightarrow{f_A - f_B = ۹ \times ۱۰^{۱۴}} ۲{,}۵ f_B - f_B = ۹ \times ۱۰^{۱۴} \rightarrow ۱{,}۵ f_B = ۹ \times ۱۰^{۱۴}$$

$$\rightarrow f_B = ۶ \times ۱۰^{۱۴} \xrightarrow{f_A = ۲{,}۵ f_B} f_A = ۲{,}۵ \times ۶ \times ۱۰^{۱۴} \rightarrow f_A = ۱۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$$

و برای تعیین طول موج A داریم:

$$\lambda_A = \frac{c}{f_A} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۱۵ \times ۱۰^{۱۴}} \rightarrow \lambda_A = ۰{,}۲ \times ۱۰^{-۶} m \rightarrow \lambda_A = ۰{,}۲ \mu m$$

---

۱۶۶ گزینه ۴ می‌دانیم که رابطه بین انرژی هر فوتون با طول موج و بسامد آن به‌صورت زیر است:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

از آنجا که انرژی فوتون B به اندازهٔ ۲۵ درصد از انرژی فوتون A کمتر است، درمی‌یابیم که انرژی فوتون B، معادل ۷۵ درصد انرژی فوتون A است. بنابراین داریم:

$$E_B = ۰{,}۷۵ E_A \rightarrow \frac{hc}{\lambda_B} = \frac{۳}{۴} \frac{hc}{\lambda_A} \rightarrow \lambda_B = \frac{۴}{۳} \lambda_A \xrightarrow{\lambda_B - \lambda_A = ۵۰nm} \begin{cases} \lambda_A = ۱۵۰nm \\ \lambda_B = ۲۰۰nm \end{cases}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \rightarrow f_A - f_B = \frac{c}{\lambda_A} - \frac{c}{\lambda_B} \rightarrow f_A - f_B = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۱۵۰ \times ۱۰^{-۹}} - \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۲۰۰ \times ۱۰^{-۹}} \rightarrow f_A - f_B = ۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$$

---

۱۶۷ گزینه ۲ برای تعیین مقدار فوتون‌های گسیلی داریم:

$$E = P \cdot t = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow ۰{,}۳ \times ۱۰^{-۳} \times ۱ = n \times \frac{۶{,}۶۳ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۶۳ \times ۱۰^{-۹}} \Rightarrow n = ۱۰^{۱۵}$$

---

۱۶۸ گزینه ۳

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda} \xrightarrow{hc = \text{ثابت}} \frac{E_۱}{E_۲} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۶۰۰}{۴۰۰} = ۱{,}۵۰$$

WWW.ArefOnline.ir

۱۶۹ گزینه ۲

$$E = Pt = ۶٫۶۳ \times ۱۰^{-۵}$$

$$E = \frac{nhc}{\lambda} = \frac{n \times ۶٫۶۳ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۶ \times ۱۰^{-۷}} = ۶.۶۳ \times ۱۰^{-۵} \times ۶ \times ۱۰ \Rightarrow n = ۱٫۲ \times ۱۰^{۲۰}$$

۱۷۰ گزینه ۱

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhc}{\lambda t} = \frac{۳ \times ۱۰^{۲۱} \times ۱٫۲۴ \times ۱۰^{۳} \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۲۴۸ \times ۶۰} = \frac{۸۰۰}{۲۰} = ۴۰W$$

۱۷۱ گزینه ۳ بررسی سایر موارد:

ب) در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارد.

پ) اجسام در هر دمایی، تابش گرمایی دارند.

۱۷۲ گزینه ۲ رنگ نور گسیلی تنها به نوع گاز بستگی دارد و هر نوع گاز رنگ‌های منحصر به فرد خودش را تابش می‌کند.

۱۷۳ گزینه ۲ کوتاه‌ترین طول موج زمانی اتفاق می‌افتد که $(n' = ۱)$ رشتهٔ لیمان و $(\infty = n)$ باشد:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n^{۲}} - \frac{۱}{n'^{۲}}) = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱} - ۰) \Rightarrow \lambda = ۱۰۰nm$$

۱۷۴ گزینه ۴ در رشتهٔ بالمر، به ازای $n = ۳, ۴, ۵, ۶$ طول موج‌های گسیلی مرئی و به ازای $n \geq ۷$ طول موج‌های گسیلی فرابنفش هستند. پنجمین خط بالمر به ازای $n' = ۲$ و $n = ۷$ به دست می‌آید. داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}})$$

$$\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱۱}{۱۰۰۰nm}(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۴۹}) = \frac{۴۵ \times ۱۱}{۱۹۶۰۰۰} \Rightarrow \lambda = \frac{۱۹۶۰۰۰}{۴۹۵} \approx ۳۹۶nm$$ فرابنفش

۱۷۵ گزینه ۳

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) = \frac{۱}{۱۰۰nm}(\frac{۱}{۳۲} - \frac{۱}{n^{۲}}) = \frac{۱}{۱۲۰۰nm} \Rightarrow \frac{۱}{۹} - \frac{۱}{n^{۲}} = \frac{۱}{۱۲} \Rightarrow \frac{۱}{n^{۲}} = \frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۲} = \frac{۴-۳}{۳۶} = \frac{۱}{۳۶}$$

$$\Rightarrow n = ۶$$

۱۷۶ گزینه ۳

mامین خط در هر رشته به ازای $n = n' + m$ ایجاد می‌شود؛ مثلاً دومین خط در رشتهٔ پاشن به ازای $n = ۳ + ۲ = ۵$ و سومین خط رشتهٔ پاشن به ازای $n = ۳ + ۳$ به دست می‌آید. داریم:

$$\text{رشتهٔ پاشن}(n' = ۳) \begin{cases} \text{دومین خط}: (n = ۵) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۳^{۲}} - \frac{۱}{۵^{۲}}) = \frac{R}{۹} - \frac{R}{۲۵} \\ \text{سومین خط}: (n = ۶) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda'} = R(\frac{۱}{۳^{۲}} - \frac{۱}{۶^{۲}}) = \frac{R}{۹} - \frac{R}{۳۶} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱۶R}{۹ \times ۲۵} \\ \frac{۱}{\lambda'} = \frac{۲۷R}{۹ \times ۳۶} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \lambda = \frac{۹ \times ۲۵}{۱۶R} = \frac{۹ \times ۲۵۰۰nm}{۱۶} = ۱۴۰۶٫۲۵nm \\ \lambda' = \frac{۹ \times ۳۶}{۲۷R} = \frac{۱۲}{R} = ۱۲۰۰nm \end{cases}$$

$$\lambda - \lambda' = ۱۴۰۶٫۲۵nm - ۱۲۰۰nm = ۲۰۶٫۲۵nm = \frac{۸۲۵}{۴}$$

۱۷۷ گزینه ۱ کافی است گسترهٔ طول موج‌های سری پاشن را بیابیم:

WWW.ArefOnline.ir

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})$$

$n'=۳$

$\Rightarrow$

$$\begin{cases}\text{بلندترین طول موج}: n=n'+۱\rightarrow \begin{cases}n=۴\\n'=۳\end{cases}\Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}}=\frac{۱}{۱۰۰nm}(\frac{۱}{۳^۲}-\frac{۱}{۴^۲})=\frac{۷}{۱۴۴۰۰}\rightarrow \lambda_{max}\cong ۲۰۵۷nm\simeq ۲\mu m\\ \text{کوتاه‌ترین طول موج}: n=\infty\rightarrow \begin{cases}n=\infty\\n'=۳\end{cases}\Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}}=\frac{۱}{۱۰۰nm}(\frac{۱}{۳^۲}-\frac{۱}{\infty})\Rightarrow \lambda_{min}\cong ۹۰۰nm=۰/۹\mu m\end{cases}$$

$$\Rightarrow \lambda_{min}\le\lambda\le\lambda_{max}\Rightarrow ۰/۹\mu m\le\lambda\le ۲\mu m$$

---

۱۷۸ گزینه ۲

بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج در هر رشته به ترتیب به ازای $n=n'+۱$ و $n=\infty$ به دست می‌آیند. داریم:

$$(n'=۲)\text{بالمر}\Rightarrow\begin{cases}\text{بلندترین طول موج}[n=۳]\Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}}=R(\frac{۱}{۲^۲}-\frac{۱}{۳^۲})=\frac{۵}{۳۶۰۰nm}\\ \text{کوتاه‌ترین طول موج}[n=\infty]\Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}}=R(\frac{۱}{۲^۲}-\cancelto{۰}{\frac{۱}{\infty}})=\frac{۱}{۴۰۰nm}\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\lambda_{max}=۷۲۰nm\\ \lambda_{min}=۴۰۰nm\end{cases}\Rightarrow \lambda_{max}-\lambda_{min}=۳۲۰nm$$

---

۱۷۹ گزینه ۲ ابتدا طول موج فوتون گسیل‌شده را به دست می‌آوریم:

$$\lambda=\frac{c}{f}=\frac{۳\times ۱۰^۸}{\frac{۸}{۳}\times ۱۰^{۱۵}}=\frac{۹}{۸}\times ۱۰^{-۷}m=۱۱۲/۵nm$$

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow \frac{۱}{۱۱۲/۵nm}=\frac{۱}{۱۰۰}(۱-\frac{۱}{n^۲})$$

$$۱-\frac{۱}{n^۲}=\frac{۱۰۰}{۱۱۲/۵}\rightarrow \frac{۱}{n^۲}=۱-\frac{۱۰۰}{۱۱۲/۵}=\frac{۱}{۹}\rightarrow n^۲=۹\rightarrow n=۳$$

$$n'=۱\rightarrow\begin{cases}\xrightarrow{\text{خط اول}} n=۲\\ \xrightarrow{\text{خط دوم}} n=۳\\ \xrightarrow{\text{خط سوم}} n=۴\end{cases}$$

$[n'=۱\rightarrow n=۳]$: (خط دوم سری لیمان)

---

۱۸۰ گزینه ۱ در ابتدا طول موج گسیلی را می‌یابیم:

$$\lambda=\frac{c}{f}=\frac{۳\times ۱۰^۸}{۲/۵\times ۱۰^{۱۴}}\rightarrow \lambda=۱/۲\times ۱۰^{-۶}m\rightarrow \lambda=۱۲۰۰nm$$

حال با استفاده از معادلهٔ ریدبرگ و توجه به اینکه سومین خط در هر رشته به ازای $n=n'+۳$ به دست می‌آید، داریم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n'^۲})\rightarrow \frac{۱}{۱۲۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n'^۲})\xrightarrow{n=n'+۳\text{خط سوم}}\frac{۱}{۱۲}=\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{(n'+۳)^۲}$$

بدیهی است که با جایگذاری گزینه‌ها، به عدد $n'=۳$ یعنی رشتهٔ پاشن می‌رسیم.

WWW.ArefOnline.ir

۱۸۱ گزینه ۱ ابتدا طول موج را محاسبه می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۲/۲۵ \times ۱۰^{۱۵}} \rightarrow \lambda = \frac{۴}{۳} \times ۱۰^{-۷} \rightarrow \lambda = \frac{۴۰۰}{۳} nm$$

با توجه به اینکه طول موج محاسبه‌شده مربوط به ناحیهٔ فرابنفش است، گزینه‌های مربوط به رشتهٔ بالمر که در اینجا بیانگر طول موج در ناحیهٔ مرئی هستند (در رشتهٔ بالمر، طول موج مربوط به $n = ۴$ و $n = ۵$ در ناحیهٔ مرئی قرار دارد.) حذف می‌شوند و می‌توان دریافت که این طول موج مربوط به رشتهٔ لیمان و $n' = ۱$ است.

بنابراین با نوشتن معادلهٔ ریدبرگ داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) \rightarrow \frac{۳}{۴۰۰} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{n^{۲}}) \rightarrow n = ۲$$

و درنهایت $n = ۲$ و $n' = ۱$ است.

---

۱۸۲ گزینه ۳ دومین خط طیف رشتهٔ براکت ($n' = ۴$) مربوط به $n = ۶$ و چهارمین خط طیف رشتهٔ بالمر ($n' = ۲$) نیز مربوط به $n = ۶$ است. بنابراین با استفاده از معادلهٔ ریدبرگ داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}})$$

$$\frac{۱}{\lambda_{\text{براکت}}} = R(\frac{۱}{۱۶} - \frac{۱}{۳۶}) \rightarrow \lambda_{\text{براکت}} = \frac{۳۶ \times ۱۶}{۲۰R}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{\text{بالمر}}} = R(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۳۶}) \rightarrow \lambda_{\text{بالمر}} = \frac{۳۶ \times ۴}{۳۲R} \rightarrow \frac{\lambda_{\text{براکت}}}{\lambda_{\text{بالمر}}} = \frac{\frac{۳۶\times۱۶}{۲۰R}}{\frac{۳۶\times۴}{۳۲R}} \rightarrow \frac{\lambda_{\text{براکت}}}{\lambda_{\text{بالمر}}} = \frac{۳۲}{۵}$$

---

۱۸۳ گزینه ۴ در یک رشتهٔ معین، بیشترین طول موج به ازای $n = n' + ۱$ و کمترین طول موج به ازای $n = \infty$ محاسبه می‌شود. بنابراین داریم:(رابطهٔ ریدبرگ)

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) \xrightarrow{n'=۳} \Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{max}} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۹۰۰\times۱۶}{۷} nm \\ \frac{۱}{\lambda_{min}} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{\infty}) \Rightarrow \lambda_{min} = ۹۰۰ nm \end{cases}$$

حال برای تعیین اختلاف بیشترین و کمترین بسامد داریم:

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f_{max} - f_{min} = \frac{c}{\lambda_{min}} - \frac{c}{\lambda_{max}}$$

$$\rightarrow \Delta f = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۹۰۰ \times ۱۰^{-۹}} - \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{\frac{۹۰۰\times۱۶}{۷} \times ۱۰^{-۹}} \Rightarrow \Delta f = ۱/۸۷۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$$

---

۱۸۴ گزینه ۴ برای تعیین این رشته باید مقدار n' را در معادلهٔ ریدبرگ بیابیم. بنابراین داریم:

$$f_۲ - f_۱ = \frac{۳۵}{۲۴} \times ۱۰^{۱۴} \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} c(\frac{۱}{\lambda_۲} - \frac{۱}{\lambda_۱}) = \frac{۳۵}{۲۴} \times ۱۰^{۱۴}$$

$$cR[(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n_۲^{۲}}) - (\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n_۱^{۲}})] = \frac{۳۵}{۲۴} \times ۱۰^{۱۴}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{n_۱^{۲}} - \frac{۱}{n_۲^{۲}} = \frac{۳۵ \times ۱۰^{۱۶}}{۲۴ \times ۳ \times ۱۰^{۸} \times ۱۰^{۹}} \Rightarrow \frac{۱}{n_۱^{۲}} - \frac{۱}{n_۲^{۲}} = \frac{۳/۵}{۷۲} = \frac{۷}{۱۶ \times ۹}$$

یعنی مقادیر پیداشده برای $n_۱$ و $n_۲$ می‌تواند $\begin{cases} n_۱ = ۳ \\ n_۲ = ۴ \end{cases}$ باشد، پس $n_۱ = ۳$ خط اول رشتهٔ بالمر و $n_۲ = ۴$ خط دوم رشتهٔ بالمر است یعنی $n' = ۲$ رشتهٔ (بالمر) است.

---

۱۸۵ گزینه ۳ طول موج ۱۶۰۰ نانومتر در محدودهٔ فروسرخ است. بین دو گزینهٔ «۳» و «۴»، طول موج‌های $n' = ۲$ مرئی یا فرابنفش هستند؛ پس $n' = ۴$ درست است. یعنی گزینهٔ ۳ صحیح است.

WWW.ArefOnline.ir

۱۸۶ گزینه ۴

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$

$$\begin{cases} \text{اولین خط}: n' = ۳, n_۱ = ۴ \\ \text{دومین خط}: n' = ۳, n_۲ = ۵ \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{۱}{\lambda_۱}}{\frac{۱}{\lambda_۲}} = \frac{\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}}{\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۲۵}} = \frac{\frac{۷}{۹ \times ۱۶}}{\frac{۱۶}{۹ \times ۲۵}} = \frac{۱۷۵}{۲۵۶} \rightarrow \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{۲۵۶}{۱۷۵}$$

۱۸۷ گزینه ۳

$$\frac{۱}{\lambda} = R = (\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \xrightarrow[n=n'+۴]{\text{چهارمین خط}} \frac{۱}{۱۱۰۲/۵} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۴)^۲}\right)$$

$$\rightarrow \frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۴)^۲} = \frac{۱۰۰}{۱۱۰۲/۵} = \frac{۴۰}{۴۴۱} \xrightarrow{\text{امتحان گزینه‌ها}} n' = ۳ \, , n = ۷$$

۱۸۸ گزینه ۲ سومین خط در رشته براکت ناشی از گذار از تراز **۷** به **۴** است:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{۷^۲}) = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱۶} - \frac{۱}{۴۹}) = \frac{۱}{۱۰۰} \times \frac{۳۳}{۷۸۴}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{۷۸۴۰۰}{۳۳} \simeq ۲۳۷۶ \, nm$$

۱۸۹ گزینه ۱ سومین خط مربوط به رشتهٔ n'، مربوط به الکترونی است که از تراز $n' + ۳$ به تراز n' رفته است:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \frac{۱}{۱۲۰۰} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۳)^۲})$$

$$\frac{۱}{۱۲} = \frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۳)^۲}$$

می‌توان این معادلهٔ درجه **۲** را حل کرد، اما بهتر است با امتحان گزینه‌ها، پاسخ درست را به‌دست بیاوریم:

$$n' = ۳ \rightarrow \frac{۱}{۱۲} = \frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۳۶} \Rightarrow \frac{۱}{۱۲} = \frac{۴-۱}{۳۶} = \frac{۳}{۳۶} \checkmark \Rightarrow$$ این طول موج مربوط به رشتهٔ پاشن است.

۱۹۰ گزینه ۲ الف) درست

ب) نادرست؛ بر اثر گذار الکترون‌ها از ترازهای برانگیخته به تراز پایه، فقط فوتون‌هایی با طول موج‌های مرئی، فروسرخ و فرابنفش گسیل می‌شوند.

ج) درست

د) نادرست؛ هر گستره از طول موج‌های الکترومغناطیسی، روش آشکارسازی خاص خود را دارد.

۱۹۱ گزینه ۱

بلندترین طول موج، مربوط به گذار از تراز **۵** به **۴** و کوتاه‌ترین طول موج مربوط به گذار از تراز ∞ به **۴** است.

WWW.ArefOnline.ir

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۱)^۲}) = R(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{۵^۲}) = \frac{۹R}{۱۶ \times ۲۵} \rightarrow \lambda_{max} = \frac{۱۶ \times ۲۵}{۹R}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{\overset{\circ}{۱}}{\infty}) = \frac{R}{۱۶} \rightarrow \lambda_{min} = \frac{۱۶}{R}$$

$$\rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{\cancel{۱۶} \times ۲۵}{۹\cancel{R}}}{\frac{\cancel{۱۶}}{\cancel{R}}} = \frac{۲۵}{۹}$$

---

۱۹۲ گزینه ۱

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$

بلندترین طول موج $\Rightarrow (۶ \rightarrow ۵) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_۱} = R(\frac{۱}{۲۵} - \frac{۱}{۳۶}) \Rightarrow \lambda_۱ = \frac{۲۵ \times ۳۶}{۱۱ \times R}$

کوتاه ترین طول موج $\Rightarrow (\infty \rightarrow ۵) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_۲} = R(\frac{۱}{۲۵} - \frac{\cancel{۱}}{\infty}) \Rightarrow \lambda_۲ = \frac{۲۵}{R}$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{۳۶}{۱۱}$$

---

۱۹۳ گزینه ۲

الکترون هنگام گذار به ترازهای ۴، ۳ و ۲ می‌تواند فوتون فروسرخ گسیل کند؛ اما فقط الکترون‌هایی که از تراز ۷ یا بالاتر از آن به تراز $n = ۲$ گذار کنند، فوتون فروسرخ گسیل می‌کنند و در غیر این صورت، فوتون گسیل‌شده مرئی است.

$n = ۵ \rightarrow n = ۴$ ✓ فروسرخ

$n = ۴ \rightarrow n = ۳$ ✓ فروسرخ

$n = ۳ \rightarrow n = ۲$ × مرئی

$n = ۲ \rightarrow n = ۱$ × فرابنفش

---

۱۹۴ گزینه ۴

هر چه تراز مقصد به هسته نزدیک‌تر باشد، انرژی فوتون گسیلی بیشتر و طول موج آن کوتاه‌تر است؛ بنابراین گذار موردنظر از $n = ۲$ به $n = ۱$ است:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n_۲^۲} - \frac{۱}{n_۱^۲})$$

$$\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۲^۲}) = \frac{۱}{۱۰۰} \times \frac{۳}{۴} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۴۰۰}{۳} nm$$

---

۱۹۵ گزینه ۴ این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل بور نمی‌تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.

---

۱۹۶ گزینه ۱ طبق مدل اتمی رادرفورد، طیف گسیلی توسط اتم باید پیوسته باشد که با واقعیت سازگار نیست.

---

۱۹۷ گزینه ۲ مدل اتمی بور نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن را توجیه کند و برای اتم‌هایی با بیش از یک الکترون نیز به کار نمی‌رود.

WWW.ArefOnline.ir

۱۹۸ گزینه ۲

با توجه به رابطهٔ انرژی الکترون در هر تراز $\left(E_n=-\frac{E_R}{n^2}\right)$ داریم:

$$E_n=-\frac{E_R}{n^2}\rightarrow \Delta E=-E_R(\frac{1}{n_2^2}-\frac{1}{n_1^2})$$

$$\frac{\Delta E_{3\rightarrow 1}}{\Delta E_{6\rightarrow 4}}=\frac{-E_R\left(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{1^2}\right)}{-E_R\left(\frac{1}{6^2}-\frac{1}{4^2}\right)}=\frac{-\frac{8}{9}}{-\frac{4/5-2}{72}}=\frac{8\times 72}{9\times 2/5}=\frac{64}{2/5}=25/6$$

---

۱۹۹ گزینه ۴ برای تعیین چندمین حالت برانگیخته، با استفاده از انرژی مجاز هر تراز داریم:

$$E_n=-\frac{E_R}{n^2}\rightarrow n^2=-\frac{E_R}{E_n}\rightarrow \begin{cases} n_1^2=-\frac{13/6}{-85}=16\rightarrow n_1=4 \\ n_2^2=-\frac{13/6}{-0/544}=25\rightarrow n_2=5 \end{cases}$$

می‌دانیم که $n=4$، سومین حالت برانگیخته یعنی $K=3$ و $n=5$، چهارمین حالت برانگیخته یعنی $L=4$ است.

---

۲۰۰ گزینه ۴ دومین حالت برانگیخته یعنی $n=3$ و حالت پایه یعنی $n=1$. بنابراین برای تعیین نسبت انرژی الکترون در این دو حالت داریم:

$$E_n=-\frac{13/6}{n^2}\rightarrow \frac{E_3}{E_1}=\frac{-\frac{13/6}{9}}{-\frac{13/6}{1}}\rightarrow \frac{E_3}{E_1}=\frac{1}{9}$$

---

۲۰۱ گزینه ۲ می‌دانیم که انرژی الکترون در مدار nام به‌صورت زیر محاسبه می‌شود. (برحسب الکترون ولت)

$$E_n=-\frac{13/6}{n^2}$$

از طرفی می‌دانیم که انرژی فوتون گسیلی نیز برحسب الکترون ولت، وقتی الکترتون از مدار n به n' می‌رود، به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E=13/6(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\xrightarrow{E=4/08\times 10^{-19}J=\frac{4/08\times 10^{-19}}{1/6\times 10^{-19}J}=2/55eV}$$

$$2/55=13/6(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow \frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}=\frac{2/55}{13/6}=\frac{3}{16}=\frac{1}{4}-\frac{1}{16}\Rightarrow \begin{cases} n'=n_L=2 \\ n=n_U=4 \end{cases}$$

و در نهایت داریم:

$$r_n=a_0n^2\xrightarrow{n=4}r_4=16a_0$$

---

۲۰۲ گزینه ۲ می‌دانیم که محدودهٔ تقریبی طول موج نور مرئی بین $400nm$ و $700nm$ است.

بنابراین انرژی فوتون نور مرئی نیز در محدودهٔ زیر است.

$$400nm\leq \lambda_{\text{مرئی}}\leq 700nm$$

$$1/77\leq E_{\text{مرئی}}\leq 3/1$$

$$E=hf=\frac{hc}{\lambda}\Rightarrow \begin{cases} E_{max}=\frac{1240}{400}=3/1eV \\ E_{min}=\frac{1240}{700}\simeq 1/77eV \end{cases}$$

پس گزینهٔ «۲» که $E=2/5eV$ است وابسته به فوتونی در محدودهٔ نور مرئی است.

---

۲۰۳ گزینه ۴ می‌دانیم که رابطهٔ مربوط به شعاع مدار گردش با شمارهٔ مدار گردش به‌صورت زیر است؛ بنابراین داریم:

WWW.ArefOnline.ir

$$r_n = a_0 n^2 \Rightarrow \frac{r_n}{r_{n'}} = \left(\frac{n}{n'}\right)^2 = \left(\frac{5}{2}\right)^2 = \frac{25}{4}$$

و برای انرژی الکترون داریم:

$$E_n = \frac{-13/6}{n^2} \Rightarrow E_5 - E_2 = -13/6\left(\frac{1}{25} - \frac{1}{4}\right) \Rightarrow \Delta E = 2/856eV$$

۲۰۴ گزینه ۳ در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت پایه قرار دارد.

۲۰۵ گزینه ۱

۲۰۶ گزینه ۳ در رشتهٔ بالمر هم طول موج‌های مرئی و هم طول موج‌های فرا بنفش موجود است. طول موج‌های مرئی بلندتر از طول موج‌های فرا بنفش هستند و در طول موج‌های مرئی هر چه الکترون‌ها از لایهٔ کوچکتری به لایهٔ $n = 2$ سقوط کنند طول موج‌های تابشی بیشتر است.

$$(hc = 1240eV \cdot nm, E_R = 13/6eV)$$

$$n = 3 \to n' = 2 \Rightarrow \text{فوتون تابشی } E = hf = h\frac{c}{\lambda} \to E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{max}}$$

$$\to (-\frac{E_R}{3^2}) - (-\frac{E_R}{2^2}) = \frac{hc}{\lambda_{max}} \to E_R(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}) = \frac{hc}{\lambda_{max}}$$

$$\to 13/6eV(\frac{5}{36}) = \frac{1240eVnm}{\lambda_{max}} \to \lambda_{max} = \frac{1240}{\frac{68}{36}} \simeq 656nm$$

به طور خلاصه می‌توان گفت بلندترین طول موج در هر رشته به ازای $n_U = n_L + 1$ به‌دست می‌آید.

۲۰۷ گزینه ۱ نکته: حالت پایه یعنی $n = 1$، بنابراین:

$$\begin{bmatrix} n = 2 \leftarrow \text{اولین حالت برانگیخته} \\ n = 3 \leftarrow \text{دومین حالت برانگیخته} \\ n = 4 \leftarrow \text{سومین حالت برانگیخته} \end{bmatrix}$$

برای گذار الکترون از یک لایه به لایه‌های بالاتر، الکترون باید به اندازهٔ اختلاف انرژی ترازهای مبدأ و مقصد انرژی بگیرد. با توجه به انرژی الکترون در هر تراز داریم $\left(E_n = -\frac{E_R}{n^2}\right)$

$$\Delta E = \overset{\text{اولین حالت برانگیخته}}{\overset{\uparrow}{E_2}} - \underset{\text{حالت پایه}}{\underset{\downarrow}{E_1}} = (-\frac{E_R}{2^2}) - (-\frac{E_R}{1^2}) = \frac{3}{4}E_R \Rightarrow \Delta E = \frac{3}{4} \times 13/6eV = \frac{3}{4} \times 13/6 \times 1/6 \times 10^{-19}J$$

$$= 16/32 \times 10^{-19}J \Rightarrow \Delta E = 1/632 \times 10^{-18}J$$

۲۰۸ گزینه ۲ فرض کنید الکترونی در مدار nاُم اتم است.

اگر الکترون به $\begin{bmatrix} \text{تراز انرژی}(n-1)\text{اُم} \\ (\text{تراز انرژی } n=1) \end{bmatrix}$ گذاری انجام دهد، فوتون گسیل (تابش) شده $\begin{bmatrix} \text{کمترین انرژی} \\ (\text{بیشترین انرژی}) \end{bmatrix}$، $\begin{bmatrix} \text{کمترین فرکانس} \\ (\text{بیشترین فرکانس}) \end{bmatrix}$ و $\begin{bmatrix} \text{بلندترین طول موج} \\ (\text{کمترین طول موج}) \end{bmatrix}$ را خواهد داشت. بنابراین:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$$

$$E_{min} = E_5 - E_4 = hf_{min} \to (-\frac{E_R}{25}) - (-\frac{E_R}{16}) = hf_{min}$$

WWW.ArefOnline.ir

$$۱۳٫۶eV(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{۲۵})=۴\times ۱۰^{-۱۵}(eV\cdot s)\times f_{min}$$

$$\rightarrow f_{min}=۳٫۴(\frac{۹}{۴۰۰})\times ۱۰^{۱۵}=۰٫۰۷۶۵\times ۱۰^{۱۵}=۷۶٫۵\times ۱۰^{۱۲}Hz=۷۶٫۵THz$$

[ترا $=۱۰^{۱۲}$]

---

۲۰۹ گزینه ۴ با استفاده از رابطهٔ مربوط به انرژی مجاز الکترون در مدار مانا داریم:

$$E_n=-\frac{E_R}{n^۲}\rightarrow \Delta E=E_R(\frac{۱}{n_L^۲}-\frac{۱}{n_U^۲})\xrightarrow{\Delta E=۲٫۵۵}۲٫۵۵=۱۳٫۶(\frac{۱}{n_L^۲}-\frac{۱}{n_U^۲})$$

$$\rightarrow \frac{۱}{n_L^۲}-\frac{۱}{n_U^۲}=\frac{۲٫۵۵}{۱۳٫۶}=\frac{۳}{۱۶}$$

از طرفی داریم:

$$=\frac{۳}{۱۶}=\frac{۱}{۴}-\frac{۱}{۱۶}\rightarrow\begin{cases}n_L^۲=۴\rightarrow n_L=۲\\ n_U^۲=۱۶\rightarrow n_L=۴\end{cases}$$

حال با توجه به رابطهٔ شعاع ترازهای اتم هیدروژن داریم:

$$r_n=n^۲a_۰\rightarrow\begin{cases}r=۱۶a_۰\\ r'a_۰\end{cases}\rightarrow r-r'=۱۲a_۰$$

---

۲۱۰ گزینه ۱ ابتدا انرژی فوتون گسیلی را می‌یابیم می‌دانیم که این انرژی معادل اختلاف انرژی مربوط به دو تراز انرژی مجاز است.

$$\Delta E=hf\Rightarrow \Delta E=۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۴٫۷۵\times ۱۰^{۱۴}=۱٫۹\,eV$$

با به‌دست آوردن $۱٫۹\,eV$ باید ببینیم که اختلاف انرژی بین کدام دو تراز برابر این عدد می‌شود که این مرحله با حدس و سعی و خطا انجام می‌شود:

$$\Delta E=E_۳-E_۲=-۱٫۵+۳٫۴=۱٫۹\,eV$$

یعنی $n_۳$ به $n_۲$

---

۲۱۱ گزینه ۴ می‌دانیم که سومین حالت برانگیخته یعنی $n_u=۴$ و حالت پایه یعنی $n_L=۱$. از طرفی می‌دانیم که انرژی فوتون گسیلی، وقتی تغییر تراز داریم، به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$hf=E_U-E_L\xrightarrow[h=۴\times ۱۰^{-۱۵}eV\cdot s]{E_n=-\frac{۱۳٫۶}{n^۲}}۴\times ۱۰^{-۱۵}\times f=-\frac{۱۳٫۶}{n_U^۲}-(-\frac{۱۳٫۶}{n_L^۲})\xrightarrow[n_L=۱]{n_U=۴}$$

$$۴\times ۱۰^{-۱۵}\times f=۱۳٫۶(\frac{۱}{۱}-\frac{۱}{۱۶})\Rightarrow f=\frac{۱۳٫۶}{۴\times ۱۰^{-۱۵}}\times\frac{۱۵}{۱۶}\Rightarrow f=۳٫۱۸۷۵\times ۱۰^{۱۵}Hz=۳۱۸۷٫۵THz$$

---

۲۱۲ گزینه ۲ چهارمین حالت برانگیخته یعنی $n=۵$. بنابراین داریم:

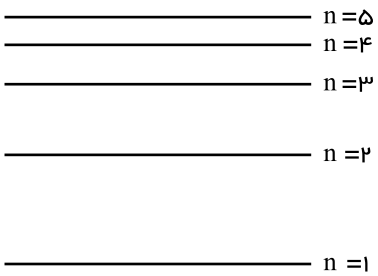
$$\begin{cases}E_n=-\frac{E_R}{n^۲}\\ \Delta E=E_n-E_{n'}\xrightarrow[n'=۱]{n=۵}\Delta E=-\frac{۱۳٫۶}{۵^۲}-(-\frac{۱۳٫۶}{۱^۲})\end{cases}$$

$$\xrightarrow{\Delta E=h_f}۴\times ۱۰^{-۱۵}f=۱۳٫۰۵۶\Rightarrow f=۳٫۲۶۴\times ۱۰^{۱۵}Hz$$

WWW.ArefOnline.ir

۲۱۳ گزینه ۳

می‌دانیم که فاصلهٔ ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن به‌صورت مقابل است.



بدیهی است که پرانرژی‌ترین فوتون مربوط به $\begin{cases} n_L = ۱ = n' \\ n_U = ۲ = n \end{cases}$

و کم‌انرژی‌ترین فوتون مربوط به $\begin{cases} n_L = ۴ = n' \\ n_U = ۵ = n \end{cases}$ است.

از طرفی با توجه به رابطهٔ ریدبرگ برای تعیین طول موج داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \xrightarrow{R=\frac{E_R}{hc}} \frac{۱}{\lambda} = \frac{E_R}{hc}(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U{}^۲})$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{\lambda_۱} = \frac{۱۳/۶}{۱۲۴۰}(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۴}) \Rightarrow \lambda_۱ = ۱۲۱/۶nm \\ \frac{۱}{\lambda_۲} = \frac{۱۳/۶}{۱۲۴۰}(\frac{۱}{۱۶} - \frac{۱}{۲۵}) \Rightarrow \lambda_۲ = ۴۰۵۲/۳ \end{cases}$$

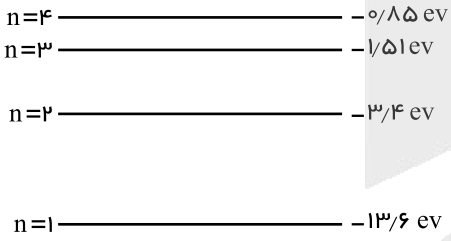
$$\Rightarrow \lambda_۲ - \lambda_۱ = ۴۰۵۲/۳ - ۱۲۱/۶ \Rightarrow \lambda_۲ - \lambda_۱ = ۳۹۳۰/۷ \Rightarrow \lambda_۲ - \lambda_۱ \simeq ۳۹۳۱nm$$

۲۱۴ گزینه ۱ می‌دانیم که رابطهٔ بین تغییر انرژی الکترون و شمارهٔ مدارهای گردش به‌صورت زیر است:

$$\Delta E = E_R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \xrightarrow[E_R=۱۳/۶eV]{\Delta E=۱۲/۷۵eV} ۱۲/۷۵ = ۱۳/۶(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲} = \frac{۱۲/۷۵}{۱۳/۶} = \frac{۱۵}{۱۶} = ۱ - \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{n'^۲} = ۱ \Rightarrow n' = ۱ \\ \frac{۱}{n^۲} = \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow n = ۴ \end{cases}$$

روش دوم: اگر شکل کتاب درسی را به خاطر داشته باشیم، برای ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن داشتیم:



$$\Delta E = ۱۲/۷۵ = ۱۳/۶ - ۰/۸۵ \Rightarrow \begin{cases} n' = ۱ \\ n = ۴ \end{cases}$$

۲۱۵ گزینه ۱ با توجه به رابطهٔ $E_n = \frac{-۱۳/۶}{n^۲}$، داریم:

بلندترین λ (کم‌انرژی‌ترین فوتون) $\begin{cases} n = ۵ \\ n' = ۴ \end{cases} \rightarrow \Delta E = -\frac{۱۳/۶}{۵^۲} - (\frac{-۱۳/۶}{۴^۲}) = ۰/۸۵ - ۰/۵۴ = ۰/۳۱ \ eV$

کوتاه‌ترین λ (پُرانرژی‌ترین فوتون) $\begin{cases} n = ۲ \\ n' = ۱ \end{cases} \rightarrow \Delta E' = -\frac{۱۳/۶}{۲^۲} - (\frac{-۱۳/۶}{۱^۲}) = ۱۳/۶ - ۳/۴ = ۱۰/۲ \ eV$

اختلاف انرژی دو فوتون برابر است با:

$$(۱۰/۲ - ۰/۳۱) \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \simeq ۱۵/۸ \times ۱۰^{-۱۹} = ۱/۵۸ \times ۱۰^{-۱۸} J$$

۲۱۶ گزینه ۱

$$\Delta E = hf = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۲/۵۵ \times ۱۰^{۱۵} = ۱۰/۲ \ eV$$

این مقدار انرژی طبق شکل معادل اختلاف انرژی بین ترازهای (۲) و (۱) است.

$$|E_۱ - E_۲| = |-۱۳/۶ - (-۳/۴)| = ۱۰/۲ \ eV$$

۲۱۷ گزینه ۲ طبق مدل اتمی بور برای انرژی الکترون در ترازهای مختلف، داریم: $E_n = \frac{E_R}{n^۲}$

WWW.ArefOnline.ir

سومین حالت برانگیخته، $n=۴$ و اولین حالت برانگیخته، $n=۲$ است:

$$E_۲ - E_۴ = E_R(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶}) = ۱۳٫۶(\frac{۳}{۱۶}) = ۲٫۵۵eV$$

$$E = hf \longrightarrow ۲٫۵۵ = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} f \longrightarrow f = ۶٫۳۷۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$$

---

۲۱۸ گزینه ۱ شکل ۲ حالت وارونی جمعیت و شکل‌ها گسیل القایی را در تولید پرتوهای لیزری نمایش می‌دهند.

---

۲۱۹ گزینه ۱ نیروی بین‌هسته‌ای برای تمام نوکلئون‌ها یکسان است.

---

۲۲۰ گزینه ۴ با افزایش عدد اتمی، برای حفظ پایداری هسته، نسبت $\frac{N}{Z}$ بزرگ‌تر می‌شود و برای همهٔ هسته‌های پایدار یکسان نیست. به‌طور مثال برای هسته‌های سبک ($Z < ۲۰$) نسبت $\frac{N}{Z} = ۱$ است و برای هسته‌های سنگین پایدار نسبت $\frac{N}{Z} \geq ۱٫۵$ است.

---

۲۲۱ گزینه ۳ نیروی هسته‌ای از نوع جاذبه است که نوکلئون‌های موجود در هسته به هم وارد می‌کنند و کوتاه‌بُرد است.

---

۲۲۲ گزینه ۴ بررسی سایر موارد:

الف) اندازه‌گیری‌های دقیق نشان داده است که جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهندهٔ هسته اندکی کمتر است. به این اختلاف جرم کاستی جرم هسته می‌گویند.

---

۲۲۳ گزینه ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: هسته‌ها در واکنش‌های هسته‌ای برانگیخته می‌شوند.

گزینهٔ «۲»: جرم هسته کمتر از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن است.

گزینهٔ «۳»: انرژی نوکلئون‌های درون هسته کوانتیده است و نمی‌توانند هر مقدار دلخواهی را اختیار کنند.

---

۲۲۴ گزینه ۲

با توجه به معادلهٔ واپاشی و موازنهٔ عدد جرمی و عدد اتمی داریم:

$$^{۲۳۷}_{۹۲}X \rightarrow ^{m}_{n}Y + ۳\ ^{۴}_{۲}\alpha + \ ^{۰}_{-۱}\bar{e} \Rightarrow \begin{cases} m + ۱۲ = ۲۳۷ \Rightarrow m = ۲۲۵ & \text{تعداد نوکلئون‌ها} \\ n + ۶ - ۱ = ۹۲ \Rightarrow n = ۸۷ & \text{تعداد پروتون‌ها} \end{cases}$$

---

۲۲۵ گزینه ۲

با توجه به پایستگی تعداد نوکلئون‌ها داریم:

$$^{A}_{Z}X \Rightarrow ^{A-۸}_{Z}Y + \underbrace{\cdots}_{m\ ^{۴}_{۲}\alpha} + \underbrace{\cdots}_{n\ ^{۰}_{-۱}\beta^-}$$

$$A = (A-۸) + m(۴) + n(۰) \rightarrow ۴m = ۸ \rightarrow \boxed{m = ۲} \Rightarrow ۲ \text{ ذرهٔ آلفا}$$

$$Z = Z + m(۲) + n(-۱) \rightarrow ۲m = n \rightarrow \boxed{n = ۴} \Rightarrow ۴ \text{ ذرهٔ بتای منفی}$$

---

۲۲۶ گزینه ۲

$$^{۲۰۷}_{۸۲}X \rightarrow ^{۱۹۷}_{۷۹}Y + N\ ^{۴}_{۲}(\alpha) + M\ ^{۰}_{-۱}(\beta^-) + ۲\ ^{۱}_{۰}n \quad \text{(نوترون)}$$

$^{۱}_{۰}n$: نوترون، $^{۰}_{۱}e^-$: β^-، $^{۴}_{۲}He$: α

WWW.ArefOnline.ir

$$\begin{cases} ۲۰۷ = ۱۹۷ + ۴N + M(۰) + ۲(۱) \Rightarrow \boxed{N = ۲} \\ ۸۲ = ۷۹ + N(۲) + M(-۱) + ۲(۰) = ۷۹ + ۲ \times ۲ - M \rightarrow \boxed{M = ۱} \end{cases}$$

۲۲۷ گزینه ۱ در واپاشی β^-، یک نوترون به یک الکترون و پروتون در درون هسته تبدیل می‌شود. β^- یا ${}^{۰}_{-۱}\beta^-$ همان الکترون است که در این واپاشی از درون هسته خارج می‌شود.

$$[{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+۱}Y + {}^{۰}_{-۱}e^-]$$

در واپاشی β^+ یا ${}^{۰}_{+۱}\beta^+$، درون هسته، یکی از پروتون‌ها به یک نوترون و یک β^+ (که به آن پوزیترون گویند) تبدیل می‌شود. پوزیترون هم جرم با الکترون بوده ولی به جای بار $(-e)$ حامل بار $(+e)$ است.

$$[{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-۱}Y + {}^{۰}_{+۱}e^+]$$

اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل فوتون‌های پرانرژی (پرتو گاما γ) به حالت پایه می‌رسند.

۲۲۸ گزینه ۴ در واپاشی α (آلفا) داریم: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}\alpha$

نکته: در واپاشی β^- (${}^{۰}_{-۱}\beta^-$ همان الکترون ${}^{۰}_{-۱}e^-$ است) داریم: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+۱}Y + {}^{۰}_{-۱}\beta^-$

$${}^{۲۳۷}_{۹۳}NP \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{۰}_{-۱}\beta^- \Rightarrow \begin{cases} ۲۳۷ = A + ۱۲ \\ ۹۳ = Z + ۶ - ۱ = Z + ۵ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = ۲۲۵ \rightarrow A = Z + N \\ Z = ۸۸ \rightarrow \text{تعداد پروتون‌ها} = ۸۸ \end{cases}$$

$$\Rightarrow ۲۲۵ = ۸۸ + N \Rightarrow N = ۱۳۷ \text{ تعداد نوترون‌ها}$$

۲۲۹ گزینه ۴ هرگاه هستهٔ یک عنصر پرتوزا، یک بتای از نوع الکترون گسیل کند، هستهٔ مربوط به عنصر دختر، عدد جرمی‌اش بدون تغییر مانده ولی عدد اتمی‌اش یک واحد افزایش می‌یابد، یعنی:

$${}^{۲۴}_{۱۱}Na \rightarrow {}^{۰}_{-۱}\beta^- + {}^{۲۴}_{۱۲}Y \rightarrow \begin{cases} A = ۲۴ \\ Z = ۱۲ \end{cases} \rightarrow N = A - Z = ۲۴ - ۱۲ \rightarrow N = ۱۲$$

۲۳۰ گزینه ۴ می‌دانیم که در طی فرآیند واپاشی هسته، تعداد نوکلئون‌ها درطی فرآیند پایسته است و یکی از کاربردهای گستردهٔ واپاشی α در آشکارسازی دود است. ولی پرتوهای α به دلیل سنگینی برد کوتاه دارند و واپاشی α در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد.

۲۳۱ گزینه ۴ با نوشتن واکنش هسته‌ای انجام شده داریم:

$${}^{۲۳۴}_{۹۰}Th \rightarrow {}^{۰}_{-۱}\beta + {}^{۲۳۴}_{۹۱}Y \rightarrow \begin{cases} A = ۲۳۴ \\ Z = ۹۱ \end{cases} \rightarrow N = ۲۳۴ - ۹۱ \rightarrow N = ۱۴۳ \rightarrow \frac{Z}{N} = \frac{۹۱}{۱۴۳}$$

۲۳۲ گزینه ۳ در گسیل پوزیترون، یک واحد از عدد اتمی کاسته شده و یک واحد به عدد نوترونی اضافه می‌شود، به گونه‌ای که عدد جرمی تغییر نمی‌کند.

$${}^{۱۲۴}_{۵۳}X_{۷۱} \rightarrow {}^{۱۲۴}_{۵۲}Y_{۷۲} + \underbrace{{}^{۰}_{+۱}e_{+}}_{\text{پوزیترون}}$$

۲۳۳ گزینه ۴ در واپاشی آلفازایی که منجر به تولید هستهٔ دختر ${}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$ شده، اگر هستهٔ مادر را ${}^{A}_{Z}X$ بنامیم داریم:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb + {}^{۴}_{۲}\alpha \Rightarrow A = ۲۰۷ + ۴ \rightarrow A = ۲۱۱$$

یعنی عدد جرمی هستهٔ مادر ۲۱۱ است.

۲۳۴ گزینه ۱ طبق قاعدهٔ دست راست و جهت انحراف ذره‌ها در مسیرهای داده‌شده می‌توان دریافت که با توجه به گزینه‌ها، در مسیر C، ذره دارای بار مثبت (که در اینجا آلفا است) و در مسیر A، ذره دارای بار منفی (که در اینجا الکترون است) می‌باشند. در مسیر B نیز که پرتو منحرف نشده، گاما است.

۲۳۵ گزینه ۲ در واپاشی همراه با گسیل پوزیترون، عدد اتمی یک واحد کاهش و عدد نوترونی یک واحد افزایش می‌یابد.

WWW.ArefOnline.ir

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e^{+}$$

۲۳۶ گزینه ۲ این فرایند واپاشی همراه با گسیل پوزیترون است.

$${}^{11}_{6}C \longrightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}x \Rightarrow {}^{0}_{+1}x = \beta^{+}$$

۲۳۷ گزینه ۴ اگر عدد جرمی و عدد اتمی را قبل از گسیل به‌ترتیب A و Z بنامیم، براساس فرض سؤال $A = ۲Z$ است. بنابراین داریم:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{+1}e + {}^{A'}_{Z'}Y \rightarrow \begin{cases} A' = A - ۴ \\ Z' = Z - ۲ \end{cases} \xrightarrow{A=۲Z} \begin{cases} A' = ۲Z - ۴ \\ Z' = Z - ۲ \end{cases} \Rightarrow A' = ۲Z'$$

تعداد نوترون‌های هسته: $N' = A' - Z' = ۲Z' - Z' = Z'$

یعنی تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ جدید برابرند. یعنی $N' - Z' = ۰$

۲۳۸ گزینه ۳ در واپاشی همراه با گسیل α، از عدد اتمی دو واحد و از عدد جرمی چهار واحد کاسته می‌شود؛ بنابراین:

$${}^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۲۳۴}_{۹۰}Th + {}^{۴}_{۲}\alpha$$

۲۳۹ گزینه ۱ در واپاشی بتای منفی عدد اتمی هستهٔ دختر، یک واحد بیشتر از عدد اتمی هستهٔ مادر است.

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}\beta$$

۲۴۰ گزینه ۱

$${}^{۱۷۶}_{۷۱}Lu \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{A}_{Z}X$$

$$A + ۰ = ۱۷۶ \rightarrow A = ۱۷۶$$

$$Z - ۱ = ۷۱ \rightarrow Z = ۷۲$$

۲۴۱ گزینه ۱ در این حرکت، نیروی مرکزگرا همان نیروی مغناطیسی است و داریم:

$$\frac{mv^{۲}}{r} = |q|vb \rightarrow r = \frac{mv}{|q|B} \xrightarrow[B:\text{ثابت}]{V:\text{ثابت}}$$

$$\frac{r_\alpha}{r_\beta} = \frac{m_\alpha}{m_\beta} \times \frac{|q|_\beta}{|q|_\alpha} \xrightarrow[m_\alpha > m_\beta]{|q|_\alpha = ۲e \ , \ |q|_\beta = e} \frac{r_\alpha}{r_\beta} = \frac{m_\alpha}{۲m_\beta} > ۱ \rightarrow r_\alpha > r_\beta$$

(توجه کنید که جرم ذرهٔ آنها بیش از دو برابر ذرهٔ بتا است.)

۲۴۲ گزینه ۲ در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می‌شود: پرتوهای آلفا (α)، پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما (γ). پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقهٔ نازک سربی با ضخامت ناچیز ($\approx ۰/۰۱mm$) متوقف می‌شوند، در حالی که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را ($\approx ۰/۱mm$) در سرب نفوذ می‌کنند. پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌ای سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌ای ($\approx ۱۰۰mm$) بگذرند.

۲۴۳ گزینه ۳

$${}^{۱۵}_{۸}O \rightarrow {}^{0}_{+1}\beta^{+} + {}^{A}_{Z}X \rightarrow \begin{cases} ۱۵ = ۰ + A \Rightarrow A = ۱۵ \\ ۸ = +۱ + Z \Rightarrow Z = ۷ \end{cases} \rightarrow N = A - Z = ۸$$

۲۴۴ گزینه ۱ در پرتوزایی طبیعی تعداد نوکلئون‌ها ثابت می‌ماند (نادرستی (الف) و (ب))

۲۴۵ گزینه ۲ فقط در واپاشی آلفا است که عدد جرمی تغییر می‌کند:

معادلهٔ واپاشی آلفا: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}\alpha$

۲۴۶ گزینه ۱ چون α و پوزیترون هر دو بار مثبت دارند، پس طبق قانون دست راست هر دو به چپ منحرف می‌شوند.

WWW.ArefOnline.ir

۲۴۷ گزینه ۱ در واپاشی α، ۲ واحد از عدد اتمی و ۴ واحد از عدد جرمی کم می‌شود.

$A' = ۲۴۲ - ۴ = ۲۳۸$

---

۲۴۸ گزینه ۲

$۱ + ۲۳۵ = ۱۳۳ + ۱۰۱ + N \rightarrow ۲۳۶ = ۲۳۴ + N \rightarrow N = ۲ \rightarrow$ ۲ نوترون آزاد می‌شود.

در واکنش‌های شکافت هسته‌ای، انرژی آزادشده ناشی از کاهش جرم فراورده‌ها نسبت به واکنش‌دهنده‌ها است. (این اختلاف جرم با رابطهٔ $E = mc^۲$ تبدیل به انرژی می‌شود.) پس مجموع جرم ذرات اولیه باید بیشتر از مجموع جرم ذرات ثانویه باشد.

$M_۱ > M_۲$

---

۲۴۹ گزینه ۲ در واپاشی α هستهٔ مادر ۲ پروتون و ۲ نوترون از دست می‌دهد.

---

۲۵۰ گزینه ۲

وقتی $\frac{۳۱}{۳۲}$ هسته‌های اولیه دچار واپاشی می‌شود، $\frac{۱}{۳۲}$ هسته‌های اولیه باقی می‌ماند. پس در مدت ۱۲۵ روز تعداد ۵ نیمه‌عمر سپری شده، زیرا:

$$N_۰ \xrightarrow{T} \frac{N_۰}{۲} \xrightarrow{T} \frac{N_۰}{۴} \xrightarrow{T} \frac{N_۰}{۸} \xrightarrow{T} \frac{N_۰}{۱۶} \xrightarrow{T} \frac{N_۰}{۳۲}$$

$t = ۵T \Rightarrow ۱۲۵ = ۵T \Rightarrow T = ۲۵$ روز

---

۲۵۱ گزینه ۲ ۷۵ درصد هسته‌های مادر اولیه واپاشیده می‌شود بنابراین ۲۵ درصد باقی (معادل $\frac{۱}{۴}$) می‌ماند؛ بنابراین داریم:

$$\begin{cases} N = \frac{۲۵}{۱۰۰} N_۰ = \frac{۱}{۴} N_۰ \\ N = \frac{N_۰}{۲^n} \end{cases} \rightarrow \frac{۱}{۴} N_۰ = \frac{N_۰}{۲^n} \rightarrow ۲^n = ۴ \rightarrow n = ۲$$

$\frac{t}{T} = ۲ \rightarrow t = ۲T = ۲ \times ۸ = ۱۶$ روز

---

۲۵۲ گزینه ۳

در ابتدا تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده را محاسبه می‌کنیم. پس از آن درصد جرم باقی‌مانده از جرم اولیه را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} t = \text{زمان کل} = ۲۲۹۲۰y \\ T = \text{نیمه‌عمر} = ۵۷۳۰y \end{cases} \Rightarrow n = \frac{t}{T} = \frac{۲۲۹۲۰}{۵۷۳۰} = ۴$$

$$\frac{m(\text{جرم باقی‌مانده این زغال})}{m_۰(\text{جرم اولیهٔ زغال مقدار عادی زغال})} = \frac{۱}{۲^n} = \frac{۱}{۲^۴} = \frac{۱}{۱۶} = ۰/۰۶۲۵$$

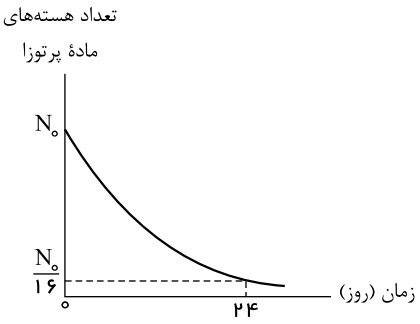
m چند درصد $m_۰$ است، یعنی: $\frac{m}{m_۰} \times ۱۰۰$. بنابراین:

$۰/۰۶۲۵ \times ۱۰۰ = ۶/۲۵\%$

WWW.ArefOnline.ir

۲۵۳ گزینه ۳

با توجه به اینکه در نمودار، تعداد هسته‌های مادهٔ پرتوزای باقی‌مانده داده شده است، داریم:



$$N=\frac{N_۰}{۲^n}\xrightarrow{N=\frac{N_۰}{۱۶}}\frac{N_۰}{۱۶}=\frac{N_۰}{۲^n}\rightarrow ۲^n=۱۶=۲^۴\rightarrow n=۴$$

یعنی ۴ نیمه عمر در مدت ۲۴ روز سپری شده است، بنابراین برای تعیین نیمه‌عمر مادهٔ پرتوزا:

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\rightarrow ۴=\frac{۲۴}{T_{\frac{۱}{۲}}}\rightarrow T_{\frac{۱}{۲}}=۶\text{روز}$$

---

۲۵۴ گزینه ۳ در ابتدا تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده را محاسبه می‌کنیم و پس از آن کسری از مادهٔ اولیه که باقی مانده است را محاسبه می‌کنیم.

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\xrightarrow[T_{\frac{۱}{۲}}=۴۵min]{t=۳h=۳\times ۶۰min}n=\frac{۳\times ۶۰}{۴۵}=۴$$

$$N=(\frac{۱}{۲^n})N_۰\xrightarrow{n=۴}N=\frac{۱}{۲^۴}N_۰\Rightarrow N=\frac{۱}{۱۶}N_۰$$

---

۲۵۵ گزینه ۴ باتوجه به تعداد هسته‌های باقی‌مانده داریم:

$$N=N_۰-۰/۷۵N_۰\Rightarrow N=\frac{۱}{۴}N_۰$$

$$N=\frac{N_۰}{۲^n}\Rightarrow\frac{۱}{۴}N_۰=\frac{N_۰}{۲^n}\Rightarrow n=۲$$

$$n=\frac{t}{T}\Rightarrow ۲=\frac{۴}{T}\Rightarrow T=۲\text{سال}$$

و در حالت دوم داریم:

$$N'=\frac{N_۰}{۲^{n'}}\Rightarrow\frac{۱}{۸}N_۰=\frac{N_۰}{۲^{n'}}\Rightarrow n'=۳=\frac{t'}{T}\Rightarrow ۳=\frac{t'}{۲}\Rightarrow t'=۶\text{سال}$$

یعنی از t تا t'، دو سال طول می‌کشد.

$$\Delta T=t'-t=۶-۴=۲\text{سال}$$

---

۲۵۶ گزینه ۴

$$N=\frac{N_۰}{۲^n}\rightarrow\frac{۱}{۸}N_۰=\frac{۱}{۲^n}N_۰\Rightarrow n=۳$$

$$۳T_{\frac{۱}{۲}}=۲۴\Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}}=۸\quad\text{روز}$$

---

۲۵۷ گزینه ۴ پس از گذشت ۶ ساعت، ۶ نیمه عمر می‌گذرد.

WWW.ArefOnline.ir

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \longrightarrow n = \frac{۶ \times ۶۰}{۶۰} = ۶$$

$$\frac{N'}{N} = (\frac{۱}{۲})^n = (\frac{۱}{۲})^۶ = \frac{۱}{۶۴}$$

---

۲۵۸ گزینه ۴

$$N = \frac{N_۰}{۲^n} \Rightarrow \frac{۱}{۱۶}N_۰ = \frac{N_۰}{۲^n} \Rightarrow ۲^n = ۱۶ \Rightarrow n = ۴$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow ۴ = \frac{۸}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = ۲h$$

---

۲۵۹ گزینه ۳ بعد از ۱۶ روز، این عنصر دو بار واپاشی می‌کند:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow n = \frac{۱۶}{۸} = ۲$$

$$N = \frac{N_۰}{۲^n} = \frac{N_۰}{۲^۲} = \frac{۱}{۴}N_۰ \Rightarrow \frac{N}{N_۰} = \frac{۱}{۴} = ۲۵\%$$

WWW.ArefOnline.ir

پاسخنامه کلیدی

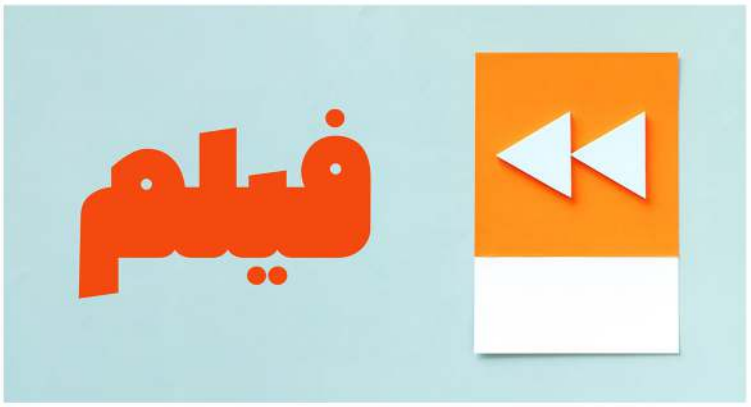
۱	۴	۳۸	۲	۷۵	۳	۱۱۲	۲	۱۴۹	۳	۱۸۶	۴	۲۲۳	۴		
۲	۳	۳۹	۲	۷۶	۱	۱۱۳	۳	۱۵۰	۳	۱۸۷	۳	۲۲۴	۲		
۳	۲	۴۰	۳	۷۷	۴	۱۱۴	۳	۱۵۱	۲	۱۸۸	۲	۲۲۵	۲		
۴	۴	۴۱	۱	۷۸	۳	۱۱۵	۲	۱۵۲	۴	۱۸۹	۱	۲۲۶	۲		
۵	۱	۴۲	۴	۷۹	۴	۱۱۶	۱	۱۵۳	۲	۱۹۰	۲	۲۲۷	۱		
۶	۱	۴۳	۳	۸۰	۲	۱۱۷	۱	۱۵۴	۱	۱۹۱	۱	۲۲۸	۴		
۷	۲	۴۴	۲	۸۱	۱	۱۱۸	۳	۱۵۵	۳	۱۹۲	۱	۲۲۹	۴		
۸	۳	۴۵	۱	۸۲	۴	۱۱۹	۲	۱۵۶	۳	۱۹۳	۲	۲۳۰	۴		
۹	۱	۴۶	۲	۸۳	۳	۱۲۰	۱	۱۵۷	۳	۱۹۴	۴	۲۳۱	۴		
۱۰	۱	۴۷	۱	۸۴	۳	۱۲۱	۳	۱۵۸	۳	۱۹۵	۴	۲۳۲	۳		
۱۱	۱	۴۸	۱	۸۵	۲	۱۲۲	۴	۱۵۹	۲	۱۹۶	۱	۲۳۳	۴		
۱۲	۲	۴۹	۲	۸۶	۳	۱۲۳	۴	۱۶۰	۱	۱۹۷	۲	۲۳۴	۱		
۱۳	۳	۵۰	۴	۸۷	۲	۱۲۴	۴	۱۶۱	۳	۱۹۸	۲	۲۳۵	۲		
۱۴	۳	۵۱	۳	۸۸	۳	۱۲۵	۱	۱۶۲	۱	۱۹۹	۴	۲۳۶	۲		
۱۵	۴	۵۲	۲	۸۹	۴	۱۲۶	۳	۱۶۳	۴	۲۰۰	۴	۲۳۷	۴		
۱۶	۳	۵۳	۲	۹۰	۱	۱۲۷	۳	۱۶۴	۲	۲۰۱	۲	۲۳۸	۳		
۱۷	۳	۵۴	۳	۹۱	۴	۱۲۸	۴	۱۶۵	۴	۲۰۲	۲	۲۳۹	۱		
۱۸	۱	۵۵	۱	۹۲	۱	۱۲۹	۱	۱۶۶	۴	۲۰۳	۴	۲۴۰	۱		
۱۹	۴	۵۶	۳	۹۳	۳	۱۳۰	۲	۱۶۷	۲	۲۰۴	۳	۲۴۱	۱		
۲۰	۱	۵۷	۴	۹۴	۲	۱۳۱	۳	۱۶۸	۳	۲۰۵	۱	۲۴۲	۲		
۲۱	۲	۵۸	۱	۹۵	۱	۱۳۲	۲	۱۶۹	۲	۲۰۶	۳	۲۴۳	۳		
۲۲	۳	۵۹	۱	۹۶	۲	۱۳۳	۱	۱۷۰	۱	۲۰۷	۱	۲۴۴	۱		
۲۳	۲	۶۰	۳	۹۷	۱	۱۳۴	۴	۱۷۱	۳	۲۰۸	۲	۲۴۵	۲		
۲۴	۳	۶۱	۴	۹۸	۱	۱۳۵	۱	۱۷۲	۲	۲۰۹	۴	۲۴۶	۱		
۲۵	۱	۶۲	۲	۹۹	۱	۱۳۶	۳	۱۷۳	۲	۲۱۰	۱	۲۴۷	۱		
۲۶	۲	۶۳	۱	۱۰۰	۲	۱۳۷	۴	۱۷۴	۴	۲۱۱	۴	۲۴۸	۲		
۲۷	۳	۶۴	۴	۱۰۱	۱	۱۳۸	۴	۱۷۵	۳	۲۱۲	۲	۲۴۹	۲		
۲۸	۴	۶۵	۳	۱۰۲	۳	۱۳۹	۲	۱۷۶	۳	۲۱۳	۳	۲۵۰	۲		
۲۹	۳	۶۶	۴	۱۰۳	۳	۱۴۰	۲	۱۷۷	۱	۲۱۴	۱	۲۵۱	۲		
۳۰	۱	۶۷	۱	۱۰۴	۲	۱۴۱	۳	۱۷۸	۲	۲۱۵	۱	۲۵۲	۳		
۳۱	۲	۶۸	۴	۱۰۵	۱	۱۴۲	۱	۱۷۹	۲	۲۱۶	۱	۲۵۳	۳		
۳۲	۴	۶۹	۱	۱۰۶	۴	۱۴۳	۴	۱۸۰	۱	۲۱۷	۲	۲۵۴	۳		
۳۳	۲	۷۰	۳	۱۰۷	۳	۱۴۴	۱	۱۸۱	۱	۲۱۸	۱	۲۵۵	۴		
۳۴	۲	۷۱	۳	۱۰۸	۳	۱۴۵	۴	۱۸۲	۳	۲۱۹	۱	۲۵۶	۴		
۳۵	۲	۷۲	۳	۱۰۹	۴	۱۴۶	۳	۱۸۳	۴	۲۲۰	۴	۲۵۷	۴		
۳۶	۲	۷۳	۳	۱۱۰	۳	۱۴۷	۲	۱۸۴	۴	۲۲۱	۳	۲۵۸	۴		
۳۷	۱	۷۴	۴	۱۱۱	۱	۱۴۸	۱	۱۸۵	۳	۲۲۲	۴	۲۵۹	۳		

WWW.ArefOnline.ir

آزمون

کارنامه
رتبه های
برتر
رتبه های ۱ تا ۳۰۰۰

جزوه


فیلم

مشاوره

www.
arefonline.ir
مرکز مشاوره عارف