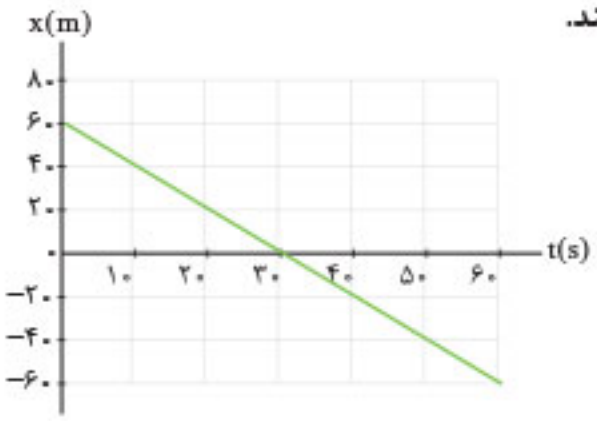
نمودارهای حرکت با سرعت ثابت

۵۰. شکل مقابل بخشی از نمودار مکان ـ زمان شخصی را نشان می‌دهد که با سرعت ثابت حرکت می‌کند.



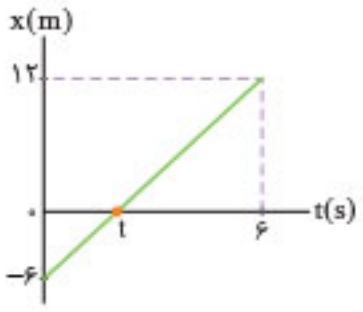
الف) شخص در مبدأ زمان ($t = ۰$) در چه مکانی قرار دارد؟

ب) سرعت حرکت این شخص را به دست آورید و نمودار سرعت ـ زمان آن را رسم کنید.

پ) در چه لحظه یا لحظه‌هایی شخص در فاصلهٔ ۴۰ متری از مبدأ قرار دارد؟

ت) اگر شخص به مدت ۳min به همین صورت حرکت کند، جابه‌جایی وی را در این مدت به دست آورید.

۵۱. نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است.



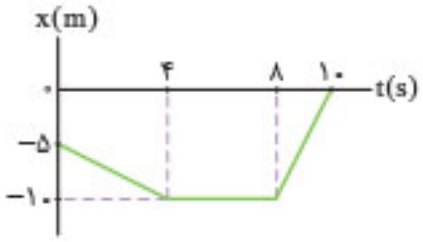
الف) معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک را بنویسید.

ب) زمان t را حساب کنید.

۵۲. شکل مقابل نمودار مکان ـ زمان جسمی را که روی محور x حرکت می‌کند، نشان می‌دهد. (خرداد ۱۴۰۲ - تجربی)

معادلهٔ حرکت متحرک را در بازه‌های زمانی صفر تا ۲۰s و ۲۰ تا ۴۰s بنویسید.

۵۳. شکل مقابل، نمودار مکان ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند.



الف) جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده توسط متحرک در کل زمان حرکت چقدر است؟

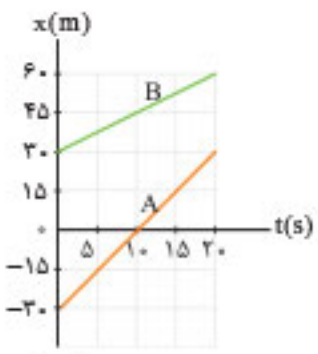
ب) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۴s تا ۸s و ۸s تا ۱۰s را به دست آورید.

پ) تندی متوسط را در کل زمان حرکت حساب کنید.

ت) معادلهٔ حرکت متحرک را در بازهٔ زمانی ۰ تا ۴s و ۸s تا ۱۰s بنویسید.

ث) نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنید.

۵۴. شکل مقابل، نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که در راستای محور x حرکت می‌کنند.



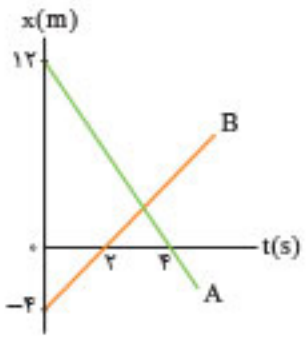
الف) سرعت هر متحرک را پیدا کنید.

ب) معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک‌ها را بنویسید.

پ) اگر حرکت متحرک‌ها با همین سرعت ادامه پیدا کند، در چه لحظه‌ای و در چه مکانی به هم می‌رسند؟

ت) نمودار سرعت ـ زمان دو متحرک را در یک دستگاه رسم کنید.

۵۵. نمودارهای مکان ـ زمان دو متحرک A و B مطابق شکل مقابل است.



الف) سرعت دو متحرک A و B را به دست آورید.

ب) بعد از چه مدت‌زمانی، دو متحرک به هم می‌رسند؟

پ) نمودار سرعت ـ زمان دو متحرک را در یک دستگاه رسم کنید.

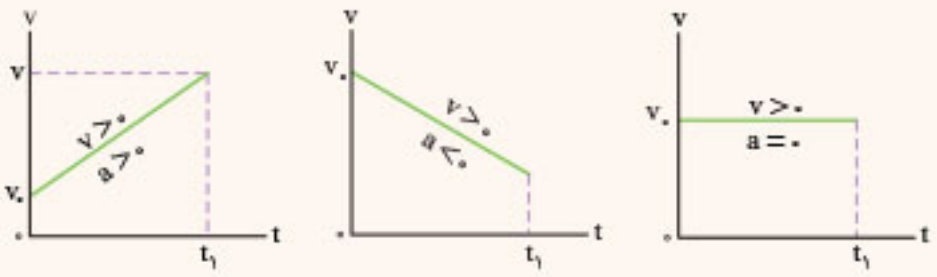
حرکت با شتاب ثابت

هرگاه شتاب متحرکی در لحظه‌های مختلف یکسان باشد، حرکت جسم را حرکت با شتاب ثابت می‌نامیم.

در حرکت با شتاب ثابت، در بازه‌های زمانی دلخواه و یکسان، همواره شتاب مقدار مشخصی به دست می‌آید. به عبارت دیگر، تغییرات سرعت آن در بازه‌های زمانی یکسان و دلخواه، مقدار ثابتی است. به عنوان مثال، اگر شتاب حرکت جسمی ثابت و برابر $۲\,m/s^۲$ باشد، یعنی در هر ثانیه سرعت آن $۲\,m/s$ کم یا زیاد می‌شود.

نکته: ● در حرکت با شتاب متوسط در هر بازهٔ زمانی، برابر شتاب لحظه‌ای متحرک است؛ یعنی: $a_{av} = a$

● در حرکت با شتاب ثابت، نمودار سرعت ـ زمان به‌صورت خط راستی با شیب ثابت است. اگر شیب این خط صفر باشد، یعنی شتاب متحرک صفر است.



● در حرکت با شتاب ثابت، نمودار شتاب ـ زمان به‌صورت خط راستی موازی محور زمان رسم می‌شود. اگر $a = 0$ باشد، نمودار آن منطبق بر محور زمان خواهد بود.

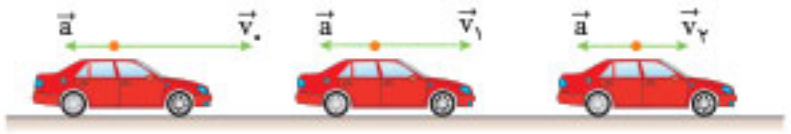
● ویژگی‌های حرکت شتاب‌دار تندشونده بر روی خط راست

۱ در این نوع حرکت، اندازهٔ سرعت (تندی) با گذشت زمان افزایش می‌یابد.
۲ بردارهای سرعت و شتاب هم‌سو هستند.
۳ زاویهٔ بین بردارهای سرعت و شتاب صفر درجه است.
۴ بردارهای سرعت و شتاب هم‌علامت هستند.

تذکر: علامت بردارهای سرعت و شتاب، به‌تنهایی نوع حرکت را مشخص نمی‌کند.

۵ حاصل‌ضرب سرعت و شتاب، مثبت است $(av > 0)$.

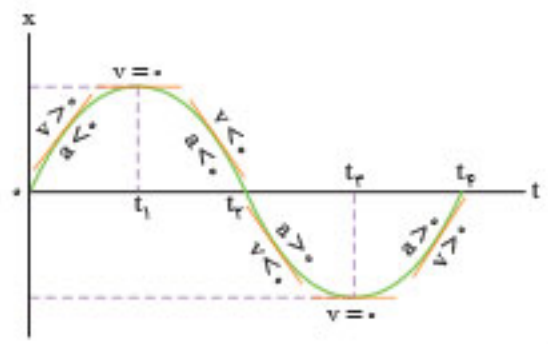
● ویژگی‌های حرکت شتاب‌دار کندشونده بر روی خط راست



۱ در این نوع حرکت، اندازهٔ سرعت (تندی) با گذشت زمان کاهش می‌یابد.
۲ بردارهای سرعت و شتاب خلاف جهت یکدیگر هستند.
۳ زاویهٔ بین بردارهای سرعت و شتاب برابر 180° است.
۴ علامت بردارهای سرعت و شتاب مخالف هم هستند.
۵ حاصل‌ضرب سرعت و شتاب، منفی است $(av < 0)$.

توجه: اگر در بازه‌های زمانی یکسان، تغییرات سرعت یکسان نباشد و یا این‌که جهت بردار سرعت تغییر کند، شتاب حرکت ثابت نیست.

بررسی نوع حرکت از روی نمودار مکان ـ زمان



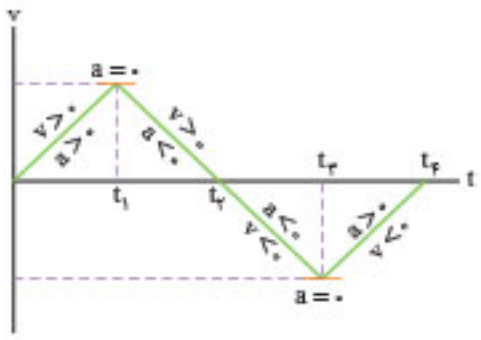
برای تعیین علامت شتاب از روی نمودار مکان ـ زمان به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:
۱ نوع حرکت را مشخص می‌کنیم. برای تعیین نوع حرکت به شیب خط مماس بر نمودار که معرف سرعت است، توجه می‌کنیم. اگر **مقدار شیب** خط مماس بر نمودار در حال افزایش باشد، اندازهٔ سرعت در حال افزایش است و در نتیجه حرکت شتاب‌دارِ تندشونده است و اگر در حال کاهش باشد، سرعت در حال کاهش و در نتیجه حرکت شتاب‌دارِ کندشونده است.
۲ علامت سرعت را از روی **علامت شیب** خط مماس بر نمودار تعیین می‌کنیم.
۳ با مشخص‌بودن نوع حرکت و علامت سرعت، با توجه به $av > 0$ و $av < 0$ علامت شتاب را تعیین می‌کنیم.
در جدول زیر، نوع حرکت، علامت سرعت و علامت شتاب با توجه به نمودار مکان ـ زمان مشخص شده است.

بازهٔ زمانی	نوع حرکت	علامت سرعت	علامت شتاب
صفر تا t_1	کندشونده	مثبت	منفی
t_1 تا t_2	تندشونده	منفی	منفی
t_2 تا t_3	کندشونده	منفی	مثبت
t_3 تا t_4	تندشونده	مثبت	مثبت

نتیجه: اگر گودی (تقعر) نمودار مکان- زمان رو به پایین باشد، شتاب متحرک منفی و اگر گودی (تقعر) نمودار مکان- زمان رو به بالا باشد، شتاب متحرک مثبت است.

بررسی نوع حرکت از روی نمودار سرعت ـ زمان

در جدول زیر علامت سرعت، علامت شتاب و نوع حرکت از روی نمودار سرعت- زمان مشخص شده است.



بازهٔ زمانی	نوع حرکت	علامت سرعت	علامت شتاب
صفر تا t_1	تندشونده	مثبت	مثبت
t_1 تا t_2	کندشونده	مثبت	منفی
t_2 تا t_3	تندشونده	منفی	منفی
t_3 تا t_4	کندشونده	منفی	مثبت

سؤالات امتحانی

حرکت با شتاب ثابت

۵۶. عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) در حرکت شتاب‌دار (کندشونده ـ تندشونده) متحرک الزاماً دارای سرعت اولیه است.

ب) در حرکت شتاب‌دار کندشونده، شتاب (قطعاً منفی است ـ ممکن است منفی باشد).

پ) اگر سرعت و شتاب هم‌علامت باشند، حرکت شتاب‌دار (تندشونده ـ کندشونده) است.

ت) اتومبیلی که از سمت شرق به غرب در حال حرکت است، در هنگام ترمز کردن، جهت سرعت آن به طرف (غرب ـ شرق) و جهت شتاب آن به طرف (غرب ـ شرق) است.

ث) در حرکت شتاب‌دار کندشونده، بردارهای سرعت و شتاب (هم‌جهت ـ در خلاف جهت) یکدیگر هستند.

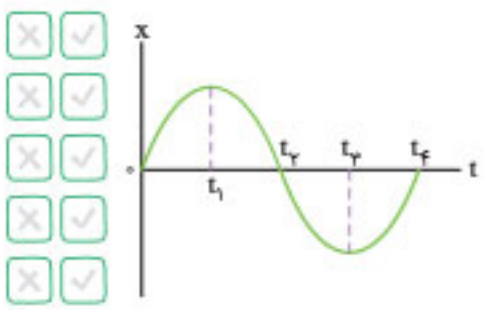
۵۷. هریک از عبارت‌های ستون (۱) به کدام مفهوم ستون (۲) مربوط است؟ (از ستون (۲) یک مورد اضافی است.)

ستون (۱)		ستون (۲)
الف) شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان در هر لحظه است.	◉	a) شتاب لحظه‌ای
ب) در این نوع حرکت $av > 0$ است.	◉	b) شتاب‌دار تندشونده
پ) شتاب متوسط برابر شتاب لحظه‌ای است.	◉	c) شتاب‌دار کندشونده
ت) شیب خط مماس بر نمودار سرعت-زمان در هر لحظه است.	◉	d) سرعت لحظه‌ای
ث) در این نوع حرکت $av = 0$ است.	◉	e) حرکت با شتاب ثابت
	◉	f) حرکت با سرعت ثابت

۵۸. جسمی در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند. شتاب جسم در حال افزایش و تندی آن در حال کاهش است. نمودار سرعت-زمان این جسم را به‌صورت کیفی رسم کنید. (خرداد ۱۴۰۲ - ریاضی)

بررسی نوع حرکت از روی نمودار x — t

۵۹. با توجه به نمودار زیر، درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با ذکر دلیل مشخص کنید. (دی ۹۵ - تجربی)



الف) در بازهٔ زمانی t_3 تا t_4 حرکت شتاب‌دار کندشونده است.

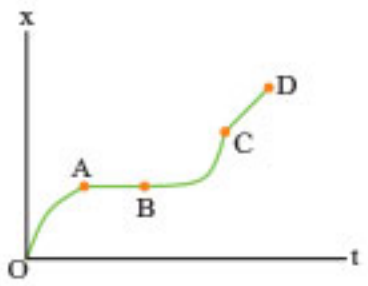
ب) متحرک در لحظهٔ t_1 تغییر جهت می‌دهد.

پ) در لحظهٔ t_3 شتاب حرکت صفر است.

ت) در بازهٔ زمانی صفر تا t_2 متحرک همواره در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند.

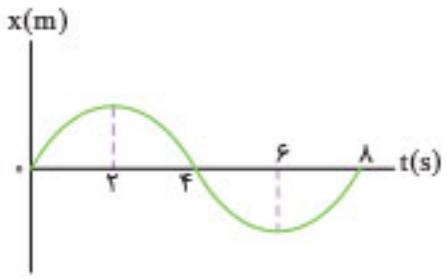
ث) علامت سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی t_1 تا t_4 منفی است.

۶۰. نمودار مکان ـ زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل است. جدول زیر را با کلمه‌های مثبت، منفی یا صفر پر کنید.
(مرحلهٔ AB خط افقی، مرحلهٔ BC قسمتی از یک سهمی و مرحلهٔ CD خط راست است.)



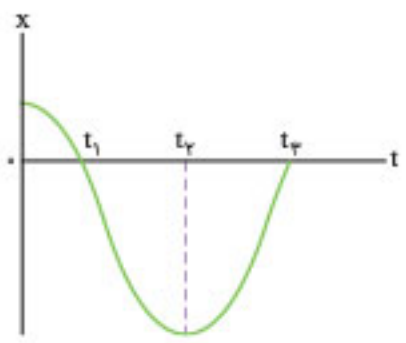
کمیت / مرحله	سرعت	شتاب
OA	.....	.....
AB	.....	.....
BC	.....	.....
CD	.....	.....

۶۱. با توجه به شکل نمودار مکان ـ زمان، جدول را کامل کنید.



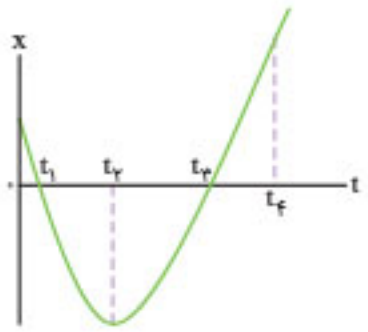
بازهٔ زمانی	علامت سرعت	علامت شتاب	نوع حرکت
صفر تا ۲s	.....	.....	.....
۲s تا ۴s	.....	.....	.....
۴s تا ۶s	.....	.....	.....
۶s تا ۸s	.....	.....	.....

۶۲. نمودار مکان ـ زمان حرکت متحرکی بر روی خط راست مطابق شکل زیر است. به سوالات زیر پاسخ دهید. (خرداد ۹۷ - تجربی)



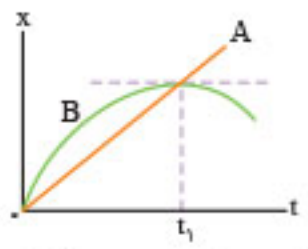
الف) در کدام لحظه، جسم تغییر جهت می‌دهد؟
ب) یک لحظه را مشخص کنید که جسم از مبدأ مکان می‌گذرد.
پ) یک بازهٔ زمانی را معین کنید که جسم در جهت محور **x**ها حرکت می‌کند.
ت) در کدام بازهٔ زمانی شتاب منفی است؟
ث) در کدام بازهٔ زمانی حرکت کندشونده است؟

۶۳. نمودار مکان ـ زمان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، به شکل سهمی زیر است. با توجه به نمودار، به سوالات زیر پاسخ دهید. (خرداد ۹۶ - ریاضی)



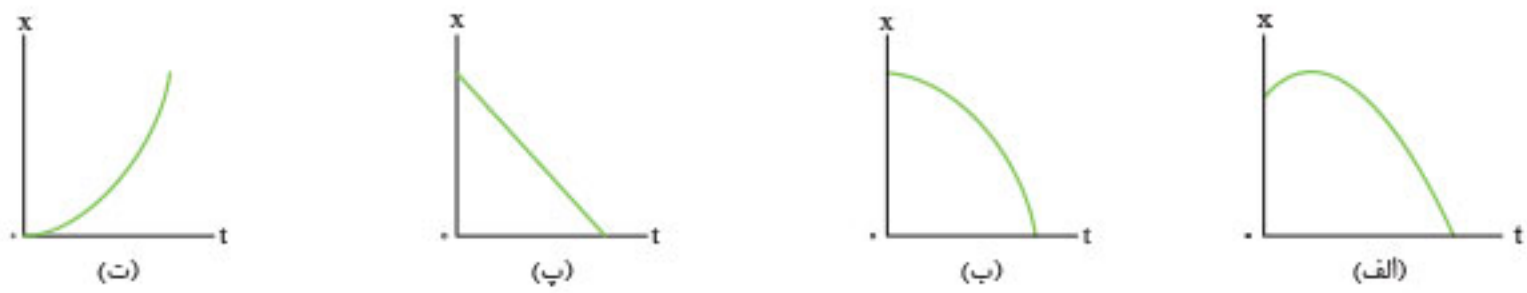
الف) در چه لحظه‌ای جهت حرکت جسم تغییر کرده است؟
ب) در کدام لحظه‌ها جسم از مبدأ مکان می‌گذرد؟
پ) شتاب حرکت جسم مثبت است یا منفی؟
ت) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1، حرکت جسم تندشونده است یا کندشونده؟

۶۴. نمودار مکان ـ زمان دو خودروی A و B، مطابق شکل مقابل است.



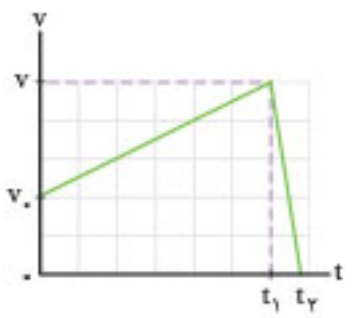
الف) نوع حرکت هر دو خودرو را از لحظهٔ صفر تا t_1 با ذکر دلیل معین کنید.
ب) در لحظهٔ t_1 برای خودروی B دو اتفاق افتاده است، آن‌ها را بنویسید.

۶۵. توضیح دهید کدام‌یک از نمودارهای مکان ـ زمان نشان داده‌شده، حرکت متحرکی را توصیف می‌کند که سرعت اولیهٔ آن در جهت محور x و شتاب آن در خلاف جهت محور x است.



بررسی نوع حرکت از روی نمودار v – t

۶۶. با توجه به نمودار سرعت ـ زمان داده‌شده که مربوط به متحرکی است که بر محور x حرکت می‌کند، در جمله‌های زیر عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید. (شهریور ۱۴۰۱ - تجربی)



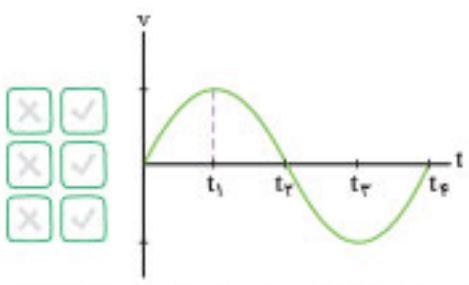
الف) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 حرکت متحرک (تندشونده ـ کندشونده) است.

ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 متحرک در (خلاف جهت ـ جهت) محور x حرکت می‌کند.

پ) در بازهٔ زمانی صفر تا t_2 اندازهٔ سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط متحرک برابر (است ـ نیست).

ت) اندازهٔ شتاب حرکت در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 (بیشتر ـ کمتر) از شتاب حرکت در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 است.

۶۷. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی در شکل مقابل نشان داده شده است. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید. (دی ۱۴۰۱ - تجربی)

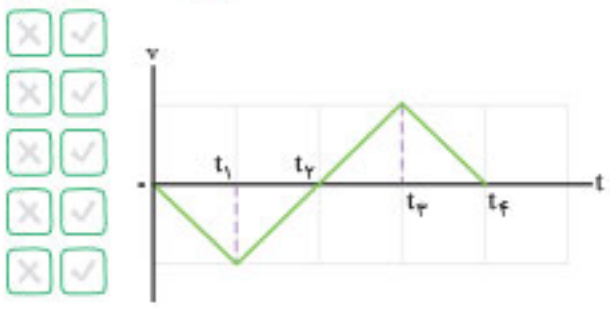


الف) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 بردار شتاب در جهت محور x است.

ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 حرکت کندشونده است.

پ) در لحظهٔ t_2 شتاب صفر است.

۶۸. شکل زیر نمودار سرعت ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. با توجه به آن درستی یا نادرستی هر یک از جمله‌های زیر را مشخص کنید. (خرداد ۱۴۰۰ - ریاضی)



الف) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند.

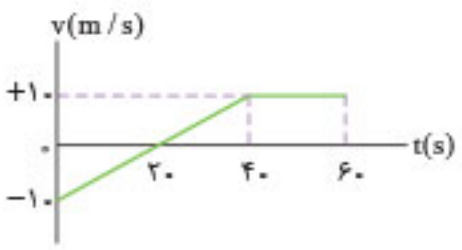
ب) در بازهٔ زمانی ۰ تا t_3، متحرک در لحظهٔ t_2 تغییر جهت می‌دهد.

پ) سرعت متوسط متحرک، در کل زمان حرکت، صفر است.

ت) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3، بردار شتاب در خلاف جهت محور x است.

ث) در بازهٔ زمانی t_3 تا t_4، حرکت متحرک کندشونده است.

۶۹. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. (شهریور ۱۴۰۱ - ریاضی)

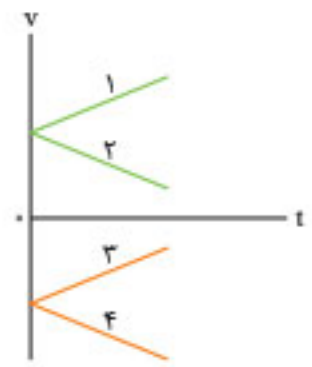


الف) در چه لحظه‌ای جهت حرکت تغییر کرده است؟

ب) در بازهٔ زمانی ۰ s تا ۴۰ s حرکت متحرک با سرعت ثابت است یا با شتاب ثابت؟

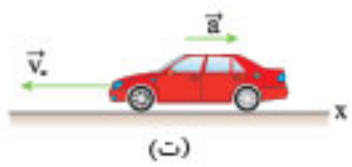
پ) در بازهٔ زمانی ۲۰ s تا ۴۰ s متحرک در جهت محور x حرکت کرده است یا در خلاف آن؟

۷۰. در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت هستند. حرکت هر یک از خودروها، توسط کدام‌یک از نمودارهای v – t توصیف می‌شود؟ همچنین توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کندشونده) است.



(ب)

(الف)

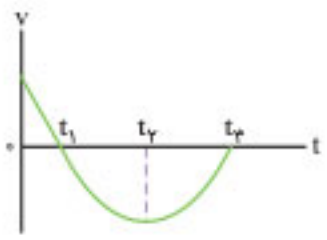


(ت)

(پ)

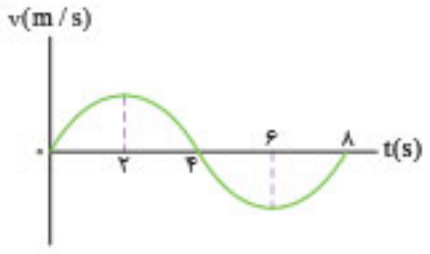
۷۱. نمودار سرعت ـ زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است.

با توجه به نمودار، جدول زیر را کامل کنید.



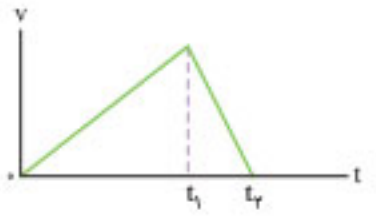
بازهٔ زمانی	t_1 تا t_2	t_2 تا t_3
نوع حرکت	.....	.....
علامت شتاب	.....	.....

۷۲. با توجه به نمودار سرعت ـ زمان داده‌شده، جدول زیر را کامل کنید.



بازهٔ زمانی	علامت سرعت	علامت شتاب	نوع حرکت
صفر تا ۲s	.....	.....	.....
۲s تا ۴s	.....	.....	.....
۴s تا ۶s	.....	.....	.....
۶s تا ۸s	.....	.....	.....

۷۳. با توجه به نمودار سرعت ـ زمان داده‌شده برای جسمی که روی خط راست از مبدأ مکان شروع به حرکت کرده است، به سوالات زیر پاسخ دهید. (شهریور ۹۶ - ریاضی)

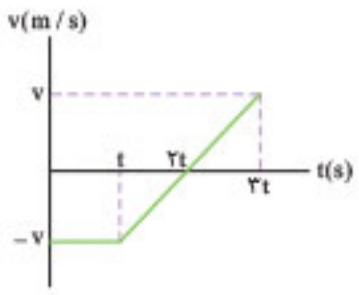


الف) شتاب حرکت جسم در بازهٔ زمانی صفر تا t_2، ثابت است یا متغیر؟ چرا؟

ب) نوع حرکت جسم در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 تندشونده است یا کندشونده؟

پ) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1، متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند یا در خلاف جهت آن؟ چرا؟

۷۴. نمودار سرعت ـ زمان جسمی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. (شهریور ۹۸ - ریاضی)

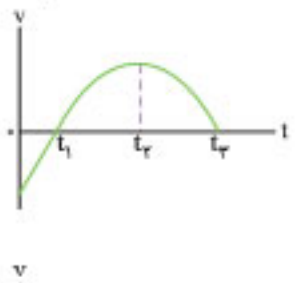


الف) در کدام بازهٔ زمانی حرکت جسم کندشونده و در کدام بازه تندشونده است؟

ب) شتاب متوسط در کل زمان حرکت مثبت است یا منفی؟ چرا؟

پ) سطح محصور در این نمودار کدام کمیت را نشان می‌دهد؟

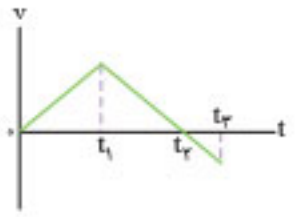
۷۵. نمودار سرعت ـ زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل است. (شهریور ۹۷ - تجربی)



الف) نوع حرکت جسم در بازه‌های زمانی صفر تا t_1 و t_1 تا t_2 چیست؟

ب) در کدام لحظه، شتاب جسم صفر است؟ چرا؟

۷۶. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x در حال حرکت است، مطابق شکل است. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (خرداد ۹۷ - ریاضی)



الف) در کدام بازهٔ زمانی، حرکت کندشونده است؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی، علامت شتاب مثبت است؟

پ) در کدام بازهٔ زمانی، حرکت تندشونده و در خلاف جهت محور x است؟

معادلهٔ سرعت- زمان در حرکت با شتاب ثابت

اگر در لحظهٔ $t = ۰$ سرعت اولیهٔ متحرک $v_۰$ و در لحظهٔ t، سرعت متحرک برابر v باشد، با توجه به این‌که در حرکت با شتاب ثابت، شتاب لحظه‌ای برابر شتاب متوسط است $(a = a_{av})$، با استفاده از رابطهٔ $v_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱}$ می‌توان معادلهٔ سرعت ـ زمان را به‌صورت زیر به دست آورد:

$$a = a_{av} = \frac{v - v_۰}{t - ۰} \Rightarrow a = \frac{v - v_۰}{t} \Rightarrow v = at + v_۰$$

معادلهٔ سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت

بنا به رابطهٔ $v = at + v_۰$، تغییرات v نسبت به t به‌صورت یک تابع خطی است، بنابراین سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 برابر با میانگین سرعت متحرک در این دو لحظه است؛ یعنی:

$$v_{av} = \frac{v_۱ + v_۲}{۲}$$

معادلهٔ مکان- زمان در حرکت با شتاب ثابت

اگر جسمی در $t = ۰$ در مکان $x_۰$ باشد و سرعت آن در این لحظه برابر $v_۰$ باشد، برای به دست آوردن مکان متحرک (x) در لحظهٔ t، از معادلهٔ مکان ـ زمان مقابل استفاده می‌کنیم:

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰$$

اثبات معادلهٔ مکان ـ زمان: با استفاده از رابطه‌های $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$، $v_{av} = \frac{v + v_۰}{۲}$ و $v = at + v_۰$ داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{v + v_۰}{۲} = \frac{x - x_۰}{t - ۰} \Rightarrow x - x_۰ = (\frac{v + v_۰}{۲})t \xrightarrow{v = at + v_۰} x - x_۰ = (\frac{at + v_۰ + v_۰}{۲})t \Rightarrow x - x_۰ = (\frac{۱}{۲}at + v_۰)t \Rightarrow x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰$$

۱۴۵. الف) در شرایط خلأ، گلوله‌ای را باید از چه ارتفاعی رها کنیم تا پس از ۵ s به زمین برسد؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$)

ب) در لحظهٔ برخورد به زمین، سرعت گلوله چقدر است؟

پ) سرعت گلوله را پس از طی $\frac{۱}{۴}$ اولیهٔ مسیر حرکت پیدا کنید.

۱۴۶. جسمی را در شرایط خلأ از ارتفاع ۳۲۰ m بالای زمین رها می‌کنیم.

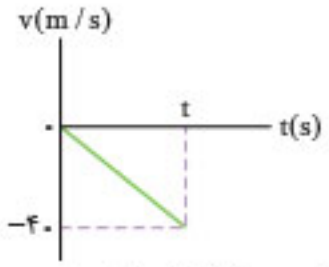
الف) زمان سقوط آزاد جسم را به دست آورید. ($g = ۱۰ m/s^۲$)

ب) سرعت متوسط جسم را در حین سقوط آزاد آن پیدا کنید.

پ) جابه‌جایی جسم را در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۳ s$ تا $t_۲ = ۵ s$ پیدا کنید.

ت) نمودارهای مکان ـ زمان، سرعت ـ زمان و شتاب ـ زمان جسم را رسم کنید.

۱۴۷. نمودار سرعت ـ زمان حرکت سقوط آزاد یک جسم مطابق شکل است. (خرداد ۹۸ - ریاضی)



الف) زمان سقوط جسم (t) را به دست آورید. ($g = ۱۰ m/s^۲$)

ب) ارتفاع سقوط چقدر بوده است؟

پ) نمودار مکان ـ زمان آن را رسم کنید.

۱۴۸. فاصله از لبهٔ یک چاه تا سطح آب درون آن ۴۵ m است. شخصی سنگی را از لبهٔ چاه بدون سرعت اولیه رها می‌کند و صدای برخورد سنگ با آب را می‌شنود. چند ثانیه پس از رهاشدن سنگ، صدای برخورد آن با آب به گوش شخص می‌رسد؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$ و تندی صوت هوای درون چاه $۳۴۰ m/s$ است.)

۱۴۹. گلوله‌ای را در شرایط خلأ از یک بلندی رها می‌کنیم. اگر در لحظه‌ای که گلوله به ۵۰ m از سطح زمین می‌رسد، سرعتش $۱۵ m/s$ باشد، چند ثانیه پس از رهاشدن به سطح زمین خواهد رسید؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$)

۱۵۰. سنگی از بام ساختمانی بدون سرعت اولیه و در شرایط خلأ به طرف زمین رها می‌شود.

الف) اگر سنگ در ۳ ثانیهٔ آخر حرکت خود ۱۰۵ m را طی کند، ارتفاع ساختمان چند متر است؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$)

ب) سرعت سنگ درست پیش از برخورد به زمین چقدر است؟

۱۵۱. سنگی از لبهٔ بام ساختمانی بدون سرعت اولیه و در شرایط خلأ رها می‌شود و پس از ۸ ثانیه به زمین برخورد می‌کند. سنگ در ۲ ثانیهٔ آخر حرکت چند متر جابه‌جا می‌شود؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$) (دی ۱۴۰۱ - ریاضی)

۱۵۲. گلوله‌ای از بام ساختمانی در شرایط خلأ آزادانه سقوط می‌کند. اگر گلوله در ثانیهٔ آخر حرکت خود ۳۵ m را طی کند، ارتفاع ساختمان را حساب کنید. ($g = ۱۰ m/s^۲$) (خرداد ۱۴۰۲ - ریاضی)

۱۵۳. گلوله‌ای از یک بلندی در شرایط خلأ بدون سرعت اولیه رها می‌شود. اگر جابه‌جایی گلوله در ثانیهٔ آخر با جابه‌جایی گلوله قبل از آن برابر باشد، ارتفاعی را که گلوله از آن رها شده است، به دست آورید. ($g = ۱۰ m/s^۲$)

سقوط آزاد دو جسم

۱۵۴. دو گلوله به فاصلهٔ زمانی ۲ s از حالت سکون و از یک نقطه بالای سطح زمین بدون سرعت اولیه در شرایط خلأ رها می‌شود. چه مدت بعد از رهاشدن جسم اول، فاصلهٔ دو گلوله به ۳۰ m می‌رسد؟

۱۵۵. در شرایط خلأ، گلولهٔ A را از ارتفاع h و بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. دو ثانیه بعد، گلولهٔ B را از ارتفاع $\frac{h}{۹}$ و بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم.

الف) نسبت سرعت گلولهٔ A به سرعت گلولهٔ B در لحظهٔ رسیدن به زمین چقدر است؟

ب) اگر دو گلوله هم‌زمان به زمین برسند، مدت‌زمان سقوط هر گلوله را حساب کنید.

پ) ارتفاع h را پیدا کنید.

۱۵۶. شخصی ابتدا سنگی را از بالای پلی به طرف رودخانه‌ای رها می‌کند. ۲ s بعد سنگ دیگری دوباره از همان ارتفاع توسط شخص رها می‌شود. با گذشت زمان و تا قبل از برخورد سنگ اول به سطح آب رودخانه، فاصلهٔ بین دو سنگ .....

الف) کاهش می‌یابد. ب) افزایش می‌یابد. پ) تغییری نمی‌کند.

دلیل انتخاب گزینهٔ مناسب را توضیح دهید.

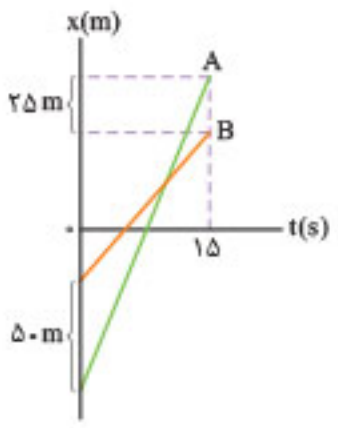
یک گام فراتر

۱۵۷. دو اتومبیل در فاصلهٔ ۲۰۰ m در یک جادهٔ مستقیم با سرعت‌های ثابت $۱۰ m/s$ و $۱۵ m/s$ به طرف یکدیگر حرکت می‌کنند.

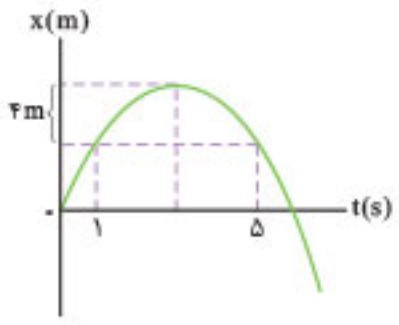
الف) چند ثانیه طول می‌کشد دو اتومبیل به هم برسند؟

ب) چند ثانیه فاصلهٔ دو اتومبیل کمتر از ۵۰ m است؟

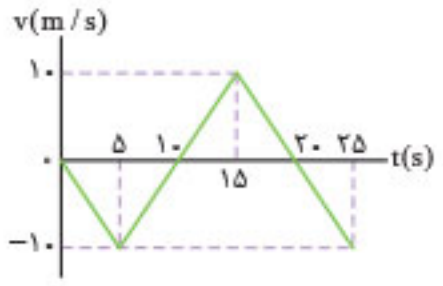
۱۵۸. نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می‌کنند، مطابق شکل است.
در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، دو متحرک به هم می‌رسند؟



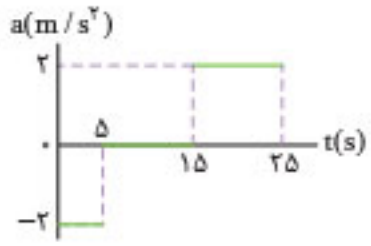
۱۵۹. نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند به‌صورت سهمی و مطابق شکل است.
الف) شتاب متحرک چند متر بر مجذور ثانیه است؟
ب) سرعت متحرک در لحظهٔ $t = ۷\,s$ چند متر بر ثانیه است؟
پ) سرعت اولیهٔ متحرک را به دست آورید.
ت) جابه‌جایی متحرک در بازهٔ $t = ۰$ تا $t = ۷\,s$ چند متر است؟



۱۶۰. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است.
الف) نمودار شتاب ـ زمان این متحرک را به‌طور دقیق رسم کنید.
ب) اگر $x_۰ = ۱۰\,m$ باشد، نمودار مکان ـ زمان متحرک را رسم کنید.



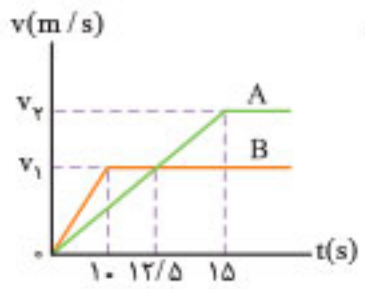
۱۶۱. شکل زیر نمودار شتاب ـ زمان یک ماشین اسباب‌بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. با فرض $x_۰ = ۰$ و $v_۰ = ۰$ در بازهٔ زمانی صفر تا $۲۵\,s$:
الف) نمودار سرعت ـ زمان این ماشین را رسم کنید.
ب) نمودار مکان ـ زمان این ماشین را رسم کنید.
پ) با توجه به نمودار سرعت ـ زمان، مشخص کنید در کدام‌یک از بازه‌های زمانی، حرکت ماشین تندشونده، کندشونده یا با سرعت ثابت است؟
ت) شتاب متوسط ماشین را در بازهٔ زمانی صفر تا $۲۵\,s$ حساب کنید.
ث) جابه‌جایی ماشین را در بازهٔ زمانی صفر تا $۲۵\,s$ پیدا کنید.



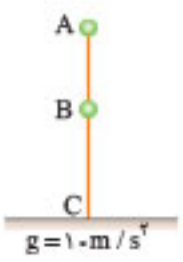
۱۶۲. دو قطار یکی با سرعت $۲۵\,m/s$ و دیگری با سرعت $۳۰\,m/s$ روی یک ریل مستقیم و افقی به طرف یکدیگر در حال حرکت‌اند. وقتی فاصلهٔ آن‌ها از یکدیگر به $۱/۶\,km$ می‌رسد، هر یک از دو لوکوموتیوران دیگری را مقابل خود می‌بینند و هر دو در یک لحظه ترمز می‌کنند. اگر در اثر ترمز، حرکت هر یک از قطارها با شتاب $۰/۵\,m/s^۲$ کند شود، معین کنید، آیا دو قطار به هم برخورد می‌کنند؟ اگر برخورد نمی‌کنند در چه فاصله‌ای از یکدیگر متوقف می‌شوند؟

۱۶۳. اتومبیل A از ابتدای یک جاده شروع به حرکت می‌کند و $۱۰\,s$ بعد از همان نقطه، اتومبیل B به راه می‌افتد. اگر شتاب متحرک A برابر $\frac{۳}{۴}\,m/s^۲$ و شتاب متحرک B برابر $۲\,m/s^۲$ باشد و پس از گذشت $۲۰\,s$ از شروع حرکت اتومبیل A، هر دو متحرک هم‌زمان حرکتشان را با سرعت ثابت ادامه دهند:
الف) نمودار سرعت ـ زمان اتومبیل‌ها را در یک دستگاه مختصات به مدت $۴۰\,s$ با جزئیات رسم کنید.
ب) به کمک نمودار رسم شده، معلوم کنید پس از چه مدت از شروع حرکتِ اتومبیل A، دو اتومبیل به هم می‌رسند و در این لحظه در چه فاصله‌ای از ابتدای جاده قرار دارند؟

۱۶۴. نمودار سرعت ـ زمان دو خودروی A و B که کنار هم از ابتدای یک جادهٔ مستقیم هم‌زمان شروع به حرکت می‌کنند، مطابق شکل مقابل است. اگر دو خودرو بعد از طی مسافت $۳۰۰\,m$ دوباره به هم برسند:
الف) زمانِ طی این مسافت را پیدا کنید.
ب) سرعت هر یک را در لحظه‌ای که به هم می‌رسند، حساب کنید.



۱۶۵. در شرایط خلأ و در امتداد قائم، گلوله‌ای از نقطهٔ A و $۱\,s$ بعد گلولهٔ دیگری از نقطهٔ B بدون سرعت اولیه رها می‌شوند. اگر $\overline{AB} = ۴۵\,m$ باشد و دو گلوله هم‌زمان به نقطهٔ C (سطح زمین) برسند، اندازهٔ فاصله‌های $\overline{AC}$ و $\overline{BC}$ را پیدا کنید.
$(g = ۱۰\,m/s^۲)$



سؤالات امتحانی

نیروی کشسانی فنر

۲۱۲. جاهای خالی را در جمله‌های زیر با عبارت‌های مناسب پر کنید.

الف) طبق قانون ..... ، نیروی کشسانی فنر، متناسب با تغییر طول آن است.

ب) ثابت فنر به اندازه، شکل و ..... مادهٔ تشکیل‌دهندهٔ آن بستگی دارد.

پ) یکای ثابت فنر در SI ..... است.

ت) در نمودار نیروی کشسانی یک فنر برحسب تغییر طول آن، شیب نمودار نشان‌دهندهٔ ..... است.

۲۱۳. گزینهٔ درست را در جمله‌های زیر انتخاب کنید.

الف) در یک طناب کشیده‌شده، اگر جرم طناب ناچیز باشد، نیروی کشش طناب در نقطه‌های مختلف آن (متفاوت ـ یکسان) است.

ب) نیروی کشسانی فنر در حالتی که فنر (فشرده می‌شود ـ در وضعیت عادی است) برابر با صفر می‌باشد.

پ) هرچه فنری سخت‌تر باشد، ثابت آن (کوچک‌تر ـ بزرگ‌تر) است. (خرداد ۱۴۰۱ - ریاضی با تغییر)

ت) نیروی کشسانی فنر با میزان فشردگی یا کشیدگی آن نسبت (مستقیم ـ وارون) دارد.

ث) ثابت فنر به شکل آن بستگی (ندارد ـ دارد). (شهریور ۱۴۰۱ - ریاضی با تغییر)

۲۱۴. فنری با ثابت k داریم؛ آزمایشی را توضیح دهید که بتوان با استفاده از وسایل زیر مقدار ثابت فنر را به دست آورد. (خرداد ۱۴۰۲ - تجربی)

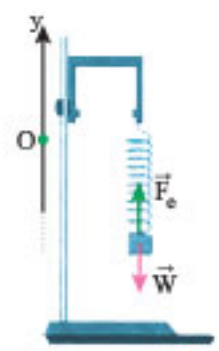
وسایل آزمایش: فنر، وزنه با جرم معلوم، خط‌کش

۲۱۵. جسمی به جرم m به انتهای فنر سبکی مطابق شکل آویزان است.

الف) نیروهای وارد بر جسم را رسم کنید.

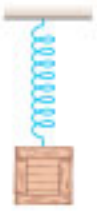
ب) تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها بر چه جسمی وارد می‌شود؟

۲۱۶. در شکل زیر، وزنه‌ای به فنر متصل و در حالت تعادل است. (دی ۱۴۰۱ - ریاضی)



دو دلیل بیاورید که نشان دهد نیروهای $\vec{F}_e$ و $\vec{W}$، کنش و واکنش یکدیگر نیستند.

۲۱۷. یک فنر به سقف آویزان است. اگر وزنهٔ ۱ کیلوگرمی به آن بیاویزیم، طول فنر به ۱۷ cm و اگر وزنهٔ ۱/۶ کیلوگرمی به آن آویزان کنیم، طول فنر به ۲۰ cm می‌رسد. ($g = 10\ N/kg$)

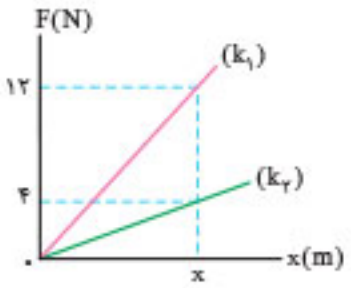


الف) طول اولیهٔ فنر چند سانتی‌متر است؟

ب) ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

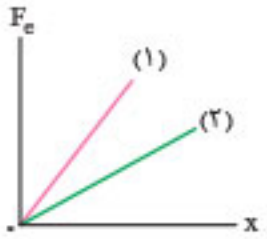
۲۱۸. به یک فنر قائم با ثابت k یک‌بار وزنهٔ ۱ نیوتونی و یک‌بار وزنهٔ ۸ نیوتونی آویزان می‌کنیم. اگر مقدار افزایش طول فنر در حالت دوم ۳/۵ cm بیشتر از حالت اول باشد، ثابت فنر چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟ ($g = 10\ N/kg$) (خرداد ۱۴۰۲ - ریاضی)

۲۱۹. شکل مقابل، نمودار $F - x$ برای دو فنر مختلف است. اگر $k_1 = 450\ N/m$ باشد، مقدار k_2 چند نیوتون بر متر است؟



(شهریور ۱۴۰۰ - ریاضی)

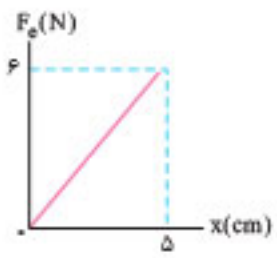
۲۲۰. نمودار نیروی کشسانی برحسب تغییر طول برای دو فنر (۱) و (۲) مطابق شکل است. (شهریور ۱۴۰۱ - تجربی)



الف) ثابت کدام فنر بزرگ‌تر است؟ چرا؟

ب) ثابت هر فنر به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟ (دو مورد)

۲۲۱. نمودار نیروی کشسانی برحسب تغییر طول برای یک فنر مطابق شکل است. (شهریور ۱۴۰۰ - ریاضی خارج از کشور)



الف) ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

ب) این نمودار کدام قانون مهم را در رابطه با نیروی کشسانی فنر تأیید می‌کند؟

۲۲۲. جسمی به جرم ۴kg را توسط فنری با ثابت ۸۰N/m به‌صورت افقی می‌کشیم. اگر طول فنر از ۱۲cm به ۱۹cm برسد، شتاب جسم چقدر خواهد شد؟

۲۲۳. جسمی به جرم ۴kg را توسط یک فنر افقی با شتاب $۲ m/s^۲$ روی سطح افق می‌کشیم. اگر ضریب اصطکاک سطح ۰/۵ بوده و فنر نسبت به وضع تعادل ۱۰cm کشیده شده باشد، ثابت فنر را حساب کنید. $(g = ۱۰ N/kg)$

۲۲۴. فنری به طول ۱۲cm را از یک نقطه آویزان می‌کنیم و به سر دیگر آن، وزنهٔ ۰/۳ کیلوگرمی وصل می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، طول آن به ۱۴cm می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ $(g = ۱۰ N/kg)$ (خرداد ۱۴۰۰ - ریاضی)

۲۲۵. مطابق شکل، فنر سبکی از سقف آویزان است. اگر فنر را بکشیم تا طول آن ۱۲cm شود، نیروی کشسانی فنر ۲N است و اگر فنر را فشرده کنیم تا طول آن ۷cm شود، نیروی کشسانی فنر ۳N می‌شود. طول عادی فنر چند سانتی‌متر است؟ (دی ۱۴۰۱ - تجربی)

۲۲۶. جسمی به جرم ۲kg را به انتهای فنری با ثابت ۶۰N/m بسته‌ایم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. اگر آسانسور با شتاب ثابت $۲/۵ m/s^۲$ به طرف پایین شروع به حرکت کند، تغییر طول فنر چه اندازه است؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$ (خرداد ۱۴۰۰ - ریاضی خارج از کشور)

۲۲۷. جسمی به جرم ۶kg به نیروسنجی درون یک آسانسور آویزان است. عدد نیروسنج را در حالت‌های زیر حساب کنید.

الف) آسانسور با شتاب ثابت و تندشوندهٔ $۳ m/s^۲$ به طرف بالا حرکت کند.

ب) آسانسور با شتاب ثابت و کندشوندهٔ $۳ m/s^۲$ به طرف بالا حرکت کند.

پ) آسانسور با شتاب ثابت و کندشوندهٔ $۴ m/s^۲$ به طرف پایین حرکت کند.

ت) آسانسور با سرعت ثابت $۴ m/s$ به طرف بالا حرکت کند. $(g = ۱۰ N/kg)$

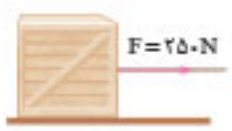
نیروی کشش طناب

۲۲۸. در شکل روبه‌رو، شخصی با یک طناب افقی جعبهٔ ۱۰۰ کیلوگرمی را با نیروی T می‌کشد. (دی ۱۴۰۰ - ریاضی)

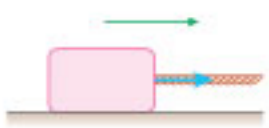
الف) اگر جعبه در آستانهٔ حرکت و $T = ۴۰۰N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و سطح را محاسبه کنید. $(g = ۱۰ m/s^۲)$

ب) اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سطح ۰/۳ و $T = ۴۴۰N$ باشد، شتاب حرکت جعبه را پس از حرکت حساب کنید.

۲۲۹. مطابق شکل جعبهٔ ساکنی به جرم ۱۰۰kg را با نیروی ثابت افقی می‌کشیم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جعبه و سطح ۰/۴ باشد، با محاسبه مشخص کنید جعبه ساکن می‌ماند یا شروع به حرکت می‌کند؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$ (خرداد ۱۴۰۱ - ریاضی)



۲۳۰. مطابق شکل، یک جسم به جرم ۸۰۰kg در سطح افقی به ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۴، در حرکت است. اگر نیروی کشش طناب ۵۶۰۰N باشد، شتاب حرکت جسم را به دست آورید. $(g = ۱۰ N/kg)$ (شهریور ۱۴۰۰ - ریاضی)



۲۳۱. جسمی به وزن ۶۰ نیوتون را با طناب سبکی به طرف بالا می‌کشیم. اگر شتاب ثابت رو به بالای جسم $۲ m/s^۲$ باشد، نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و نیروی کشش طناب را به دست آورید. $(g = ۱۰ m/s^۲)$ (خرداد ۹۸ - ریاضی)

۲۳۲. با توجه به شکل، توسط یک طناب، سطلی به جرم ۲۰kg را با تندی ثابت به طرف بالا می‌کشیم. نیروی کشش طناب چقدر است؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

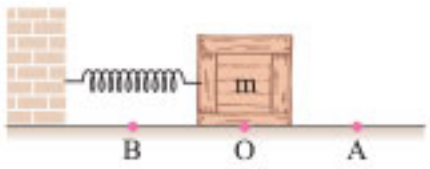
نیروی سطح

۲۳۳. مطابق شکل، شخصی یک یخچال به جرم ۱۰۰kg را بر روی سطحی افقی با نیروی $F = ۵۰۰N$ هل می‌دهد و یخچال در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد. (دی ۱۴۰۱ - ریاضی)

الف) ضریب اصطکاک ایستایی بین یخچال و سطح چقدر است؟

ب) اندازهٔ نیرویی که سطح زمین به یخچال وارد می‌کند را محاسبه کنید. $(g = ۱۰ N/kg)$

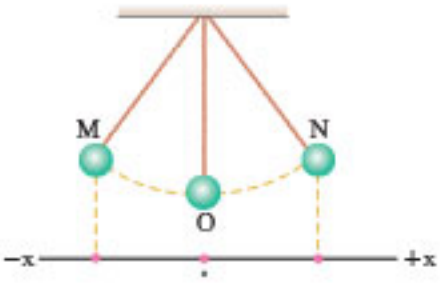
۳۳۶. مطابق شکل، وزنهٔ متصل به فنر، روی پاره‌خط AB حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد.



خانه‌های خالی جدول زیر را با کلمه‌های (بیشینه ـ ثابت ـ صفر) کامل کنید. (شهریور ۹۵ - تجربی)

مکان / کمیت	A	O	B
انرژی جنبشی	.....	.....	.....
انرژی پتانسیل	.....	.....	.....
انرژی مکانیکی	.....	.....	.....

۳۳۷. مطابق شـــکل، یک آونگ بین دو نقطهٔ M و N نوسان می‌کند. اگر از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنیم، خانه‌های خالی جدول زیر را با استفاده از کلمات (افزایش، کاهش، ثابت، مثبت، منفی، تندشونده و کندشونده) کامل کنید.



جهت حرکت نوسانگر	علامت سرعت	نوع حرکت	انرژی جنبشی	انرژی پتانسیل	انرژی مکانیکی
M به O	.....	.....	.....	.....	.....
O به N	.....	.....	.....	.....	.....

۳۳۸. به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید.

الف) در حرکت هماهنگ سادهٔ جرم‌ـفنر، اگر دامنهٔ نوسان نصف شود، چه تغییری در دورهٔ تناوب، انرژی مکانیکی و بیشینهٔ تندی نوسانگر ایجاد می‌شود؟

ب) در حرکت هماهنگ سادهٔ جرم‌ـ فنر، اگر تندی بیشینهٔ نوسانگر ۲ برابر شود، انرژی کل آن چند برابر می‌شود؟

پ) وقتی نوسانگر به نقاط بازگشتی نزدیک می‌شود، انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد یا کاهش؟ (خرداد ۱۴۰۱ - ریاضی)

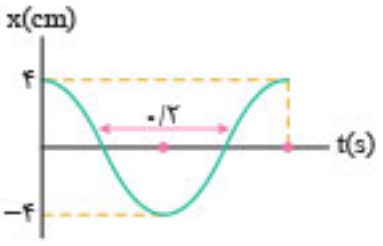
ت) در حرکت هماهنگ سادهٔ سامانهٔ جرم‌ـ فنر، کدام انرژی در نقاط بازگشتی به بیشینهٔ مقدار خود می‌رسد؟ (خرداد ۱۴۰۰ - ریاضی)

ث) انرژی پتانسیل نوسانگر در وسط مسیر نوسان (نقطهٔ تعادل) چقدر است؟ (دی ۱۴۰۰ - ریاضی)

ج) انرژی جنبشی نوسانگر در دو انتهای مسیر چقدر است؟ (دی ۹۹ - ریاضی)

۳۳۹. نوسانگر ساده‌ای به جرم ۱۰۰ g با دامنهٔ ۲۰ cm و بسامد $\frac{۲۰}{\pi}$ Hz نوسان می‌کند. انرژی مکانیکی نوسانگر را در هنگام عبور از نقطهٔ تعادل پیدا کنید.

۳۴۰. نمودار مکان‌ـ زمان نوسانگری به جرم ۶۴ kg مطابق شکل مقابل است. انرژی مکانیکی این نوسانگر چند ژول است؟ ($\pi^۲ = ۱۰$)



۳۴۱. انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، در یک لحظهٔ معین به‌ترتیب برابر ۰/۱۲ J و ۰/۰۶ J است. اگر بسامد نوسان $\frac{۳}{۴\pi}$ Hz و دامنهٔ حرکت آن ۴ m باشد، جرم نوسانگر را پیدا کنید.

۳۴۲. دامنهٔ نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت فنر ۱۰۰ N/m متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر ۱۰ cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر نوسان، ۰/۳ J باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.)

۳۴۳. معادلهٔ حرکت هماهنگ ســـادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = ۰/۰۵\cos ۵\pi t$ اســـت. در چه لحظه‌ای پس از زمان صفر، برای دومین بار انرژی جنبشی آن بیشینه می‌شود؟ (خرداد ۹۸ - ریاضی)

۳۴۴. معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = ۰/۴\cos ۱۰\pi t$ می‌باشد. (شهریور ۱۴۰۱ - تجربی)

الف) بسامد نوسان را حساب کنید.

ب) تندی بیشینهٔ نوسانگر را حساب کنید.

پ) اگر جرم نوسانگر ۴۰۰ g باشد، انرژی مکانیکی آن را حساب کنید. ($\pi = ۳$)

۳۴۵. معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر به جرم ۱۰۰ گرم در SI به‌صورت $x = ۰/۰۲\cos ۵۰\pi t$ است. (خرداد ۹۹ - ریاضی)

الف) بیشینهٔ تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

ب) انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

۳۴۶. معادلهٔ مکان ـ زمان نوسانگر هماهنگ ساده در SI به‌صورت $x = ۰/۲\cos ۲۰\pi t$ است. (دی ۱۴۰۱ - تجربی)

الف) در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۶۰}$ s، اندازهٔ شتاب نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟

ب) اگر جرم نوسانگر ۲۰ g باشد، انرژی مکانیکی آن چند ژول است؟ ($\pi^۲ = ۱۰$ ، $\cos\frac{\pi}{۳} = \frac{۱}{۲}$)

اثر دوپلر

۴۸۵. در جمله‌های زیر جاهای خالی را کامل کنید و یا عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) در اثر دوپلر، اگر چشمهٔ صوت در حال حرکت باشد، طول‌موج صوت در جلو چشمه ..... از طول‌موج صوت در عقب چشمه است.

ب) در اثر دوپلر، در حالتی که ناظر به چشمهٔ ساکن نزدیک می‌شود، بسامد صوتی که می‌شنود ..... از بسامد صوتی است که چشمهٔ ساکن ایجاد می‌کند.

پ) اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی برقرار (است ـ نیست).

ت) در اثر دوپلر، اگر چشمهٔ صوت ساکن باشد، طول‌موج امواج صوتی در جلوی چشمهٔ (کوچک‌تر از ـ بزرگ‌تر ـ هم‌اندازه با) طول‌موج امواج صوتی در عقب چشمهٔ صوت است.

ث) در اثر دوپلر، اگر چشمهٔ صوت از ناظر ساکن دور شود، بسامد صوتی که ناظر می‌شنود ..... از بسامد صوتی است که چشمهٔ ساکن ایجاد می‌کند.

ج) اگر ناظر به طرف چشمهٔ صوت حرکت کند، در مقایسه با ناظر ساکن، بسامد صوتی که می‌شنود ..... می‌یابد. (دی ۱۴۰۱ - تجربی)

۴۸۶. معین کنید هر مورد از ستون A به کدام مورد از ستون B مرتبط است و در پاسخ برگ بنویسید. (۳ مورد در ستون B اضافی است.)

ستون A		ستون B
الف) تندی انتشار صوت در این ماده بیشتر است.	⊙	a) بسامد
ب) با افزایش آن، تندی صوت در هوا افزایش می‌یابد.	⊙	b) یخ
پ) در اثر دوپلر، وقتی چشمهٔ صوت از ناظر ساکن دور می‌شود، طول‌موج	⊙	c) بلندتر
صوتی که ناظر دریافت می‌کند به این‌صورت تغییر می‌کند.	⊙	d) دما
ت) هنگامی که چشمهٔ صوت به طرف ناظر ساکن در حرکت است. این	⊙	e) برابر با
ویژگی صوت را ناظر بیشتر دریافت می‌کند.	⊙	f) آب
	⊙	g) طول‌موج

۴۸۷. با توجه به مفاهیم حرکت توسانی و موج، هر کدام از موارد ستون A، با یک مورد از ستون B ارتباط دارد. پاسخ درست را مشخص کنید. (در ستون B سه مورد اضافی است.) (دی ۱۴۰۱ - ریاضی)

ستون A		ستون B
الف) در طیف امواج الکترومغناطیسی از امواج رادیویی به سمت امواج گاما این کمیت در خلأ ثابت می‌ماند.	⊙	a) ارتفاع صوت
ب) در این پدیده، با برابرشدن بسامدهای واداشته و طبیعی نوسانگر، دامنهٔ نوسان تا حد معینی افزایش می‌یابد.	⊙	b) نوسان‌های دوره‌ای
پ) در اثر دوپلر وقتی چشمهٔ نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود، این کمیت افزایش می‌یابد.	⊙	c) تندی انتشار
ت) شدت صوتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.	⊙	d) بسامد
	⊙	e) بلندی صوت
	⊙	f) تشدید
	⊙	g) طول‌موج

۴۸۸. الف) هنگام حرکت یک منبع صوتی، تجمع جبهه‌های موج در جلو و عقب آن چگونه می‌شود؟ (دی ۹۸ - ریاضی)

ب) اگر ناظر به چشمهٔ صوت ساکن نزدیک شود، آیا طول‌موج کاهش می‌یابد؟ (خرداد ۱۴۰۲ - تجربی)

۴۸۹. شکل زیر نشان‌دهندهٔ کدام پدیدهٔ فیزیکی است؟ (خرداد ۱۴۰۱ - ریاضی)

۴۹۰. در شکل مقابل شنونده‌ها ساکن و چشمهٔ صوت با تندی ثابت به شنوندهٔ A نزدیک و از شنوندهٔ B دور می‌شود. بسامد دریافتی توسط شنونده‌های A و B را با بسامد چشمه مقایسه کنید.

۷۵۶. جاهای خالی در فرایند واپاشی ستون A تنها با یکی از واپاشی‌های ستون B مرتبط است. آن‌ها را در پاسخ‌نامه مشخص کنید. (یک مورد اضافه است.)

(خرداد ۱۴۰۰ - ریاضی)

ستون A		ستون B
الف) $^{27}_{13}AL \rightarrow {}^{27}_{14}Si + \cdots$	۱)	α
ب) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + \cdots$	۲)	β^+
پ) $^{99}_{43}T^* \rightarrow {}^{99}_{43}T + \cdots$	۳)	β^-
	۴)	γ

۷۵۷. جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر، نشان‌دهندهٔ یک ذرهٔ α، β^+، β^- یا γ است. در هر واکنش نام ذره را بنویسید. (شهریور ۹۹ - ریاضی)

الف) $^{211}_{82}Pb \rightarrow {}^{211}_{83}Bi + \cdots$

ب) $^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O + \cdots$

پ) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + \cdots$

ت) $^{231}_{90}Th^* \rightarrow {}^{231}_{90}Th + \cdots$

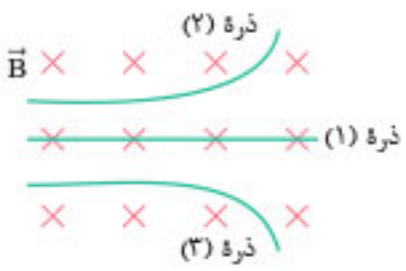
۷۵۸. الف) کدام‌یک از پرتوهای زیر، بیشترین نفوذ را در ورقهٔ سربی دارند؟ (خرداد ۱۴۰۱ - تجربی)

۱) پرتو گاما ۲) پرتو آلفا ۳) پرتو بتا

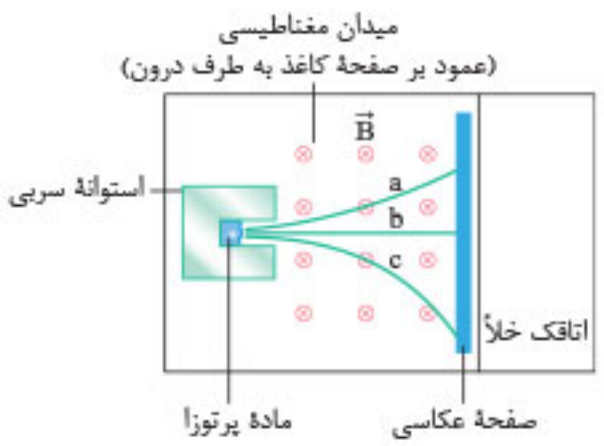
ب) کدام مورد دربارهٔ نیروی هسته‌ای درست است؟

۱) بلندبرد است. ۲) کوتاه‌برد است. ۳) رانشی است.

۷۵۹. با توجه به شکل، نوع پرتوهای α، β و γ را با ذکر دلیل تعیین کنید.



۷۶۰. شکل مقابل طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان سه نوع پرتوزایی طبیعی را مشاهده کرد. پرتو ..... از نوع گاما است. (دی ۱۴۰۱ - ریاضی)



۷۶۱. الف) عنصری دو ذرهٔ آلفا و یک الکترون از دست می‌دهد. معادلهٔ واپاشی آن را کامل کنید.

$^{A}_{Z}X \rightarrow 2\alpha + e^- + \cdots\cdots$

ب) ایزوتوپ $^{16}_{8}O$ با گسیل پوزیترون، واپاشی می‌کند. معادلهٔ این واکنش را بنویسید.

۷۶۲. واکنش‌های زیر را کامل کنید. (هستهٔ دختر را $^{A}_{Z}Y$ بگیرید.)

الف) $^{238}_{92}U \rightarrow \cdots + {}^{4}_{2}\alpha$ (خرداد ۱۴۰۱ - ریاضی)

ب) $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + \cdots$ (خرداد ۱۴۰۱ - ریاضی)

پ) $^{231}_{91}Pa \rightarrow \cdots + {}^{227}_{89}Ac$ (شهریور ۱۴۰۱ - ریاضی)

ت) $^{24}_{11}X \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{\cdots}_{12}Y$ (شهریور ۱۴۰۱ - ریاضی)

ث) $^{211}_{82}Pb \rightarrow {}^{211}_{83}Bi + \cdots$ (دی ۱۴۰۱ - تجربی)

ج) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + \cdots$ (دی ۱۴۰۱ - تجربی)

۷۶۳. معادله‌های واپاشی زیر را کامل کنید. (عنصر مجهول را با X نمایش دهید.)

الف) $^{۲۴۰}_{۹۲}U \rightarrow \cdots\cdots + ^{۲۳۶}_{۹۰}Th$ (شهریور ۹۶ - تجربی)

ب) $^{۲۳۱}_{۹۱}Pa \rightarrow {}^{۰}_{+۱}e^{+} + \cdots\cdots$ (شهریور ۹۶ - تجربی)

پ) $^{۷۴}_{۳۳}W \rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + \cdots\cdots$

۷۶۴. واکنش‌های هسته‌ای زیر را کامل کنید. (به جای نماد هستهٔ ایجادشده از Y استفاده کنید.) (شهریور ۱۴۰۱ - تجربی)

الف) $^{۲۳۱}_{۹۱}Pa \rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + \cdots\cdots$

ب) $^{۲۷}_{۱۳}Al \rightarrow {}^{۲۷}_{۱۴}Si + \cdots\cdots$

پ) $^{۲۳۵}_{۹۲}U^{*} \rightarrow \gamma + \cdots\cdots$

ت) $^{۱۵}_{۸}O \rightarrow e^{+} + \cdots$

ث) $^{۲۳۱}_{۹۱}Pa \rightarrow \cdots + ^{۲۲۷}_{۸۹}AC$

ج) $^{۲۳۱}_{۹۰}Th^{*} \rightarrow \cdots + ^{۲۳۱}_{۹۰}Th$

۷۶۵. هستهٔ دختر حاصل از هر یک از واپاشی‌های زیر را به‌صورت $^{A}_{Z}Y$ مشخص کنید.

الف) $^{۲۴۳}_{۹۵}X \rightarrow ۵He + ۶\beta^{-} + \cdots\cdots$

ب) $^{A}_{Z}X \rightarrow ۳\alpha + ۴(\beta^{+}) + \cdots\cdots$

پ) $^{۲۲۲}_{۸۶}Rn \rightarrow \cdots + {}^{۴}_{۲}\alpha$ (خرداد ۱۴۰۱ - تجربی)

۷۶۶. در یک واپاشی هسته‌ای عنصر پرتوزا سرب ($^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$) با تابش دو ذرهٔ آلفا و یک ذرهٔ بتای منفی (β^{-}) و دو نوترون ($^{۱}_{۰}n$) به عنصر ($^{A}_{Z}Y$) تبدیل می‌شود. معادلهٔ واپاشی را نوشته و مقادیر Z و A را حساب کنید. (دی ۱۴۰۱ - ریاضی)

۷۶۷. نپتونیم $^{۲۳۷}_{۹۳}Np$ ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل سه ذرهٔ آلفا و یک ذرهٔ بتای منفی صورت می‌گیرد. پس از وقوع این واپاشی‌ها عدد اتمی و عدد جرمی هستهٔ نهایی چقدر است؟ (خرداد ۱۴۰۲ - ریاضی)

نیمه‌عمر

۷۶۸. پس از گذشت ۱۰۰ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{۱}{۱۶}$ تعداد موجود در آغاز، کاهش یافته است. نیمه‌عمر این ماده چند روز است؟ (خرداد ۱۴۰۱ - ریاضی)

۷۶۹. نیمه‌عمر یک نمونهٔ پرتوزا، ۲۰ دقیقه است. پس از گذشت چندساعت تعداد هسته‌های پرتوزای این نمونه به $\frac{۱}{۶۴}$ تعداد هسته‌های پرتوزای اولیه می‌رسد؟ (خرداد ۱۴۰۰ - ریاضی)

۷۷۰. اگر نیمه‌عمر یک عنصر پرتوزا سه روز باشد، پس از گذشت چند روز، $\frac{۳}{۴}$ هسته‌های عنصر واپاشیده شده است؟ (خرداد ۱۴۰۲ - تجربی)

۷۷۱. پس از ۱۵ دقیقه، $\frac{۷}{۸}$ هسته‌های یک نمونهٔ مس پرتوزا به فلز دیگری تبدیل می‌شود. نیمه‌عمر این نمونهٔ مس چند دقیقه است؟ (شهریور ۱۴۰۱ - تجربی)

۷۷۲. پس از گذشت ۱۲۰ روز از یک مادهٔ رادیواکتیو، $\frac{۱}{۱۶}$ هسته‌های اولیه، باقی مانده است. نیمه‌عمر این ماده چند روز است؟ (دی ۱۴۰۰ - ریاضی)

۷۷۳. نیمه‌عمر یک عنصر رادیواکتیو، ۴ ساعت است. پس از گذشت ۱۲ ساعت، چه کسری از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند؟

پُرتکرار (مشابه شهریور ۱۴۰۰ - ریاضی، مشابه دی ۱۴۰۰ - تجربی، خرداد ۹۷ - ریاضی)

۷۷۴. نیمه‌عمر یک عنصر رادیواکتیو، ۸ روز است. پس از گذشت ۴۸ روز، چه کسری از هسته‌های این ماده، واپاشیده می‌شود؟

(مشابه خرداد ۹۹ - ریاضی، خرداد ۹۶ - ریاضی)

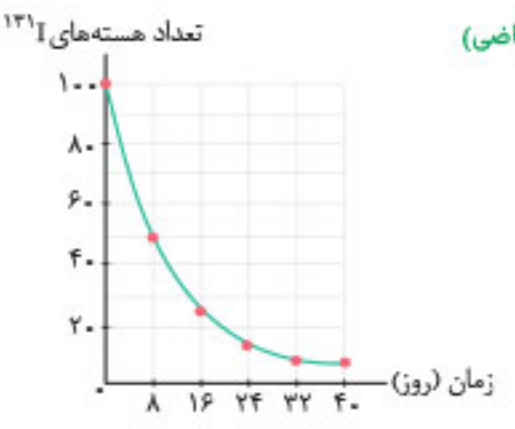
۷۷۵. نیمه‌عمر یک مادهٔ رادیواکتیو، ۲۰ دقیقه است. پس از گذشت ۴۰ دقیقه، چه کسری از هسته‌های اولیه باقی می‌ماند.

(مشابه خرداد ۱۴۰۱ - تجربی، شهریور ۹۹ - ریاضی)

۷۷۶. پس از ۲۱ ساعت، $\frac{۱}{۱۲۸}$ تعداد هسته‌های اولیهٔ یک مادهٔ پرتوزا، فعال می‌ماند. نیمه‌عمر این مادهٔ پرتوزا چند ساعت است؟ (خرداد ۹۹ - تجربی)

۷۷۷. نیمه‌عمر یک عنصر پرتوزا، ۴۰ ثانیه است. پس از گذشت ۳ دقیقه و ۲۰ ثانیه، چند درصد از هسته‌های اولیهٔ آن متلاشی می‌شود؟ (خرداد ۹۶ - تجربی)

۷۷۸. نمودار واپاشی ایزوتوپ $^{۱۳۱}_{۵۳}I$ به‌صورت مقابل است: (شهریور ۱۴۰۱ - ریاضی)



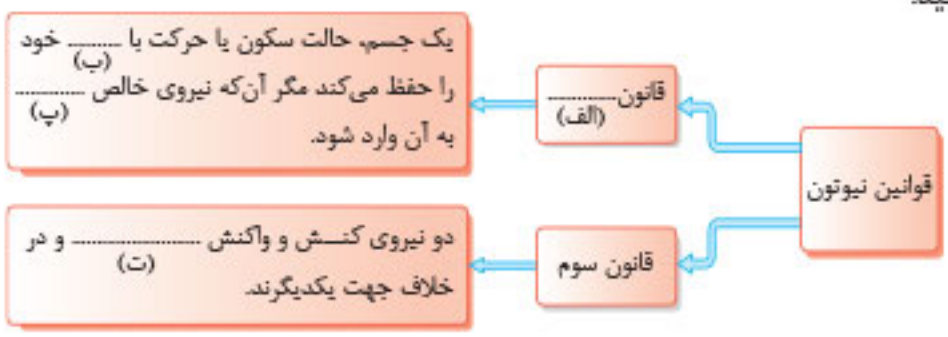
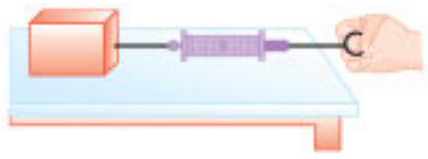
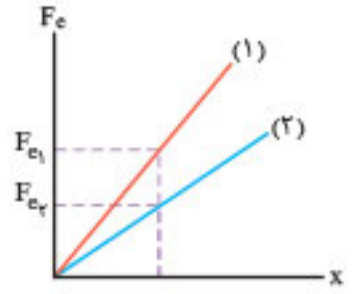
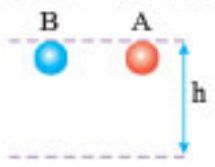
الف) نیمه‌عمر این عنصر چند روز است؟

ب) پس از چند روز، $\frac{۶۳}{۶۴}$ هسته‌های اولیه واپاشیده می‌شود؟

۲

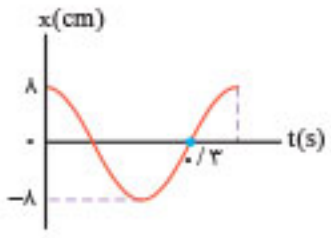
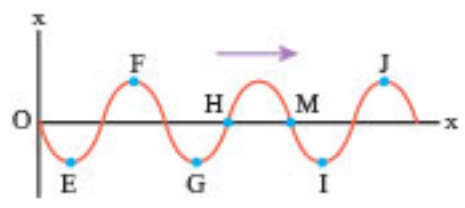
سؤالات شبیه‌ساز امتحانی نوبت اول — تألیفی نوبت اول

درس: فیزیک (دوازدهم) | رشته: ریاضی | مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه | تاریخ: / /

۹	نقشهٔ مفهومی زیر را کامل کنید. 	۱
۱۰	شکل زیر انجام آزمایشی را نشان می‌دهد.  الف) اگر آزمایش را با وزنه‌های مختلف (از نظر جرم) انجام دهیم، در مورد رابطهٔ $f_{s,max}$ با نیروی عمودی سطح چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟ ب) این آزمایش به چه منظوری انجام می‌شود؟	۱
۱۱	الف) نمودار نیروی کشسانی برحسب تغییر طول برای دو فنر (۱) و (۲) مطابق شکل رسم شده است. ثابت کدام فنر بزرگ‌تر است؟ چرا؟  ب) آیا در حرکت دایره‌ای یکنواخت، سرعت متحرک تغییر می‌کند؟ (با ذکر دلیل)	۱/۵
۱۲	مطابق شکل دو گلولهٔ A و B با ابعاد یکسان و $m_A = \frac{۱}{۳} m_B$ از ارتفاع یکسان در هوا رها می‌شوند. ($g = ۱۰ m/s^۲$)  در هریک از عبارت‌های زیر، در داخل ☐ علامت ($<$، $=$، $>$) قرار دهید. الف) a_A ☐ a_B ب) t_A ☐ t_B پ) v_A ☐ v_B	۰/۷۵
۱۳	شخصی به جرم ۴۰ kg بر روی یک ترازوی فنری داخل آسانسور ایستاده است. در حالت‌های زیر عددی را که ترازو نشان می‌دهد، محاسبه کنید. ($g = ۱۰ m/s^۲$) الف) آسانسور با شتاب کندشوندهٔ $۲ m/s^۲$ به طرف پایین حرکت کند. ب) آسانسور با سرعت ثابت $۱۰ m/s$ به طرف پایین حرکت کند.	۱/۵
۱۴	توپی به جرم ۵۰۰ g با سرعت افقی $۱۰ m/s$ به دیواری برخورد کرده و با سرعت افقی $۸ m/s$ برمی‌گردد. اگر زمان تغییر سرعت توپ ۳ ms باشد، نیروی متوسط وارد بر توپ را حساب کنید.	۱
۱۵	گلوله‌ای به جرم ۴۰۰ g را به نخی به طول ۲۰ cm بسته و آن را به کمک نخ در یک مسیر افقی می‌چرخانیم. اگر تندی گلوله $۱۲ m/s$ باشد: الف) دورهٔ حرکت گلوله را حساب کنید. ($\pi \simeq ۳$) ب) نیروی کشش نخ چقدر است؟ پ) شتاب مرکزگرای گلوله را حساب کنید.	۱/۵

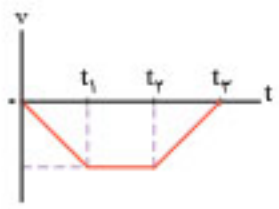
۲

سؤالات شبیه‌ساز امتحانی نوبت اول			تألیفی نوبت اول
درس: فیزیک (دوازدهم)	رشته: ریاضی	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	تاریخ: / /

۱۶	درستی یا نادرستی هریک از جمله‌های زیر را با حرف (د) یا (ن) مشخص کنید. الف) در نقطهٔ تعادل، تندی نوسانگر صفر است. ب) در موج پیش‌رونده، ذرات محیط همراه موج منتقل نمی‌شوند.	۰/۵
۱۷	الف) نشان دهید تندی بیشینه در حرکت هماهنگ ساده برابر $A\omega$ است. ب) نمودار مکان ـ زمان نوسانگری مطابق شکل مقابل است. معادلهٔ حرکت این نوسانگر را به دست آورید. 	۱
۱۸	طول آونگ ساده‌ای ۱m است. این آونگ در مدت ۲۸ s چند نوسان کامل را انجام می‌دهد؟ $(\pi^2 = g = 10)$	۰/۵
۱۹	نوسانگری به جرم ۰/۲kg به انتهای فنری که ثابت آن ۱۰ N/m است، بسته شده و روی سطح افقی روی پاره‌خطی به طول ۲۰ cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. بیشینهٔ انرژی جنبشی نوسانگر را پیدا کنید.	۰/۵
۲۰	شکل مقابل، نقش یک موج را در طول یک ریسمان نشان می‌دهد. الف) این موج ، طولی است یا عرضی؟ ب) یک نقطه که فاصلهٔ آن از F برابر $\frac{3\lambda}{4}$ باشد، نام ببرید. پ) یک نقطه دارای تندی بیشینه و منفی را نام ببرید. 	۰/۷۵
۲۱	اگر در طول طیف موج‌های الکترومغناطیسی از پرتوی گاما به طرف موج‌های رادیویی برویم، کدام خاصیت پرتوها افزایش، کدام خاصیت ثابت و کدام خاصیت کاهش می‌یابد؟	۰/۷۵
	جمع نمره	۲۰

۴

سؤالات شبیه‌ساز امتحانی نوبت دوم			تألیفی نوبت دوم
درس: فیزیک (دوازدهم)	رشته: ریاضی	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	تاریخ: / /

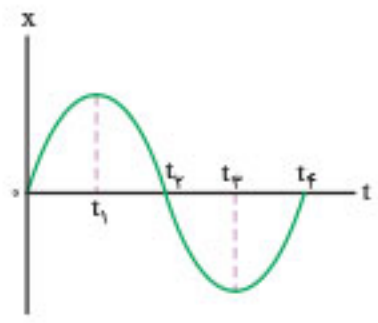
ردیف	سؤالات	نمره
۱	عبارت درست را از داخل پرانتز، انتخاب کنید. الف) بردار شتاب متوسط، هم‌جهت با بردار (سرعت ـ تغییر سرعت) است. ب) در حرکت یک‌بعدی و بدون تغییر جهت، مسافت طی‌شده (برابر با ـ بزرگ‌تر از ـ کوچک‌تر از)، جابه‌جایی است.	۰/۵
۲	نمودار سرعت ـ زمان حرکت متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. الف) در کدام بازهٔ زمانی حرکت کندشونده است؟ ب) نمودار شتاب ـ زمان متحرک را به‌طور کیفی رسم کنید. 	۱
۳	هریک از عبارت‌های ستون (۱)، تنها با یک مورد از عبارت‌های ستون (۲) ارتباط دارد. عبارت‌های مرتبط را مشخص کنید. ستون (۱) الف) در این نوع حرکت $av < 0$ است. ب) مماس بر نمودار مکان ـ زمان حرکت است. پ) شیب خطی که دو نقطه از نمودار مکان ـ زمان را به هم وصل می‌کند. ت) سقوط آزاد از این نوع حرکت است. ستون (۲) a) سرعت لحظه‌ای b) شتاب لحظه‌ای c) تندشونده d) کندشونده e) سرعت متوسط f) شتاب متوسط	۱
۴	معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x = t^2 - 4t + 3$ است. الف) در چه لحظه‌هایی متحرک از مبدأ مکان می‌گذرد؟ ب) در لحظهٔ $t = 3s$، سرعت متحرک چقدر است؟	۱/۲۵
۵	درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر را تعیین کنید. الف) نیروی وارد بر یک جسم می‌تواند سبب تغییرِ سرعت جسم شود. ب) تمایل اجسام به حفظ وضعیت خود را لَختی می‌گویند. پ) دو گوی هم‌اندازه به‌طور هم‌زمان از ارتفاع h رها می‌شوند. با فرض $m_1 = 2m_2$ و یکسان و ثابت‌بودن نیروی مقاومت هوا، می‌توان گفت $V_2 > V_1$ است. ت) نیروی اصطکاک جنبشی با افزایش مساحت سطح تماس دو جسم، افزایش می‌یابد. ث) تغییر تکانه برابر با سطح زیر نمودار نیرو ـ زمان است. ج) با افزایش فاصلهٔ میان دو ذره، نیروی گرانشی بین دو ذره، افزایش می‌یابد.	۱/۵
۶	وزنه‌ای به جرم ۲ kg را به انتهای فنری به طول ۱۲ cm و ثابت فنر ۲۰ N / cm می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. در صورتی‌که آسانسور با شتاب ثابت $2\ m/s^2$ و از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند: الف) با رسم شکل، نیروهای وارد بر جسم را نشان دهید. ب) تغییر طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟ ($g = 10\ N/kg$)	۱/۵
۷	حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرو بتواند با تندی ۳۶ km / h، پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن ۵۰ m است. دور بزند؟ ($g = 10\ m/s^2$)	۱

۵۶. **الف** کندشونده / **ب** ممکن است منفی باشد. / **پ** تندشونده / **ت** غرب ـ شرق / **ث** در خلاف جهت

۵۷. الف) **d** / ب) **b** / پ) **e** / ت) **a** / ث) **f**

۵۸. چون سرعت متحرک منفی و در حال کاهش و شتاب آن در حال افزایش است، نمودار سرعت ـ زمان مطابق شکل زیر رسم می‌شود.

۵۹. الف: **نادرست** زیرا در این بازهٔ زمانی، چون سرعت (شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان) در حال افزایش است، حرکت شتاب‌دار تندشونده است.

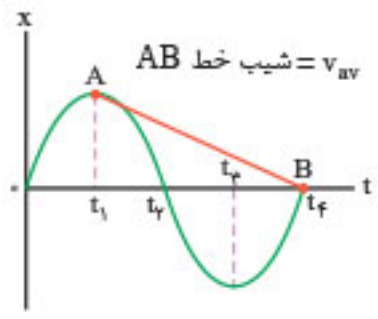


ب: **درست** زیرا علامت سرعت (شیب خط مماس) از مثبت به منفی تغییر می‌کند.

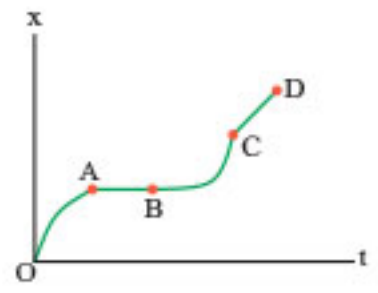
پ: **نادرست** زیرا در بازهٔ زمانی t_2 تا t_4، شتاب یک عدد ثابت و غیرصفر است. دقت کنید، در لحظهٔ t_3 سرعت صفر است.

ت: **نادرست** زیرا در بازهٔ زمانی صفر تا t_1، متحرک در جهت مثبت و در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 در جهت منفی محور **x** حرکت می‌کند.

ث: **درست** زیرا شیب خطی که مکان جسم در لحظهٔ t_1 را به مکان جسم در لحظهٔ t_4 وصل می‌کند و معرف سرعت متوسط است، منفی است.



۶۰.

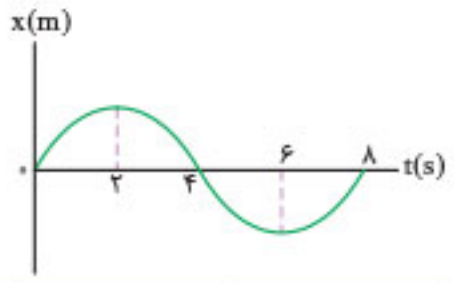


کمیت / مرحله	سرعت	شتاب
OA	مثبت	منفی
AB	صفر	صفر
BC	مثبت	مثبت
CD	مثبت	صفر

توضیح: • **بررسی سرعت:** در تمام مراحل به جز مرحلهٔ AB، چون شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان مثبت است، سرعت نیز مثبت است. در مرحلهٔ AB که شیب خط مماس بر نمودار صفر است، سرعت نیز صفر است.

• **بررسی شتاب:** در مرحلهٔ OA حرکت کندشونده است (شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ که معرف سرعت است، در حال کاهش است.)، چون $v>0$ است، باید $a<0$ باشد یا می‌توان گفت گودی (تقعر) نمودار رو به پایین است. در مرحله‌های AB و CD شتاب صفر است: زیرا در مرحلهٔ AB، سرعت صفر و در مرحلهٔ CD، سرعت ثابت است. در مرحلهٔ BC، حرکت تندشونده است. چون $v<0$ است، باید $a<0$ باشد یا می‌توان گفت، چون گودی نمودار رو به بالا است، $a>0$ است.

۶۱.



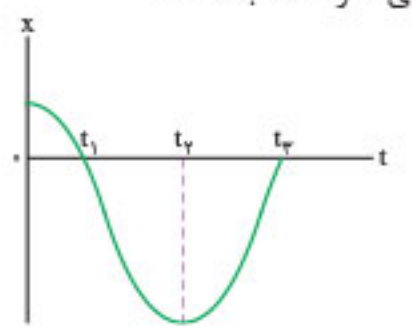
بازهٔ زمانی	علامت سرعت	علامت شتاب	نوع حرکت
صفر تا ۲s	مثبت	منفی	کندشونده
۲s تا ۴s	منفی	منفی	تندشونده
۴s تا ۶s	منفی	مثبت	کندشونده
۶s تا ۸s	مثبت	مثبت	تندشونده

توجه: در بازه‌های زمانی صفر تا ۲s و ۶s تا ۸s که شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ مثبت است، $v>0$ و در بازهٔ زمانی ۲s تا ۶s که شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ منفی است، $v<0$ است. در بازهٔ زمانی صفر تا ۴s که گودی (تقعر) نمودار رو به پایین است، $a<0$ و در بازهٔ زمانی ۴s تا ۸s که گودی (تقعر) نمودار رو به بالا است، $a>0$ می‌باشد.

۶۲. **الف** در لحظهٔ t_2: زیرا علامت سرعت (شیب خط مماس بر نمودار $x-t$) از منفی به مثبت تغییر می‌کند.

ب لحظهٔ t_1: زیرا در این لحظه نمودار محور زمان را قطع کرده است.

پ در بازهٔ زمانی t_2 تا t_4 جسم در جهت محور **x**ها حرکت می‌کند: زیرا در این بازهٔ زمانی، سرعت مثبت است.

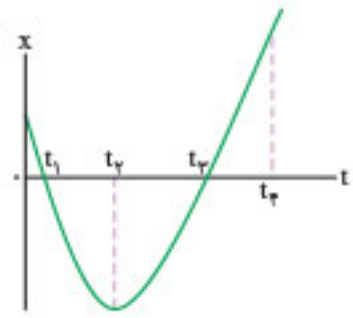


ت در بازهٔ زمانی صفر تا t_1: زیرا گودی (تقعر) نمودار رو به پایین است یا می‌توان گفت، چون حرکت تندشونده و سرعت (شیب خط مماس بر نمودار) منفی است، باید شتاب نیز منفی باشد.

ث در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2: در این بازهٔ زمانی، سرعت (شیب خط مماس بر نمودار $x-t$) در حال کاهش است یا می‌توان گفت، در این بازهٔ زمانی $v<0$ و $a>0$ است، بنابراین $av<0$ است و حرکت کندشونده است. دقت کنید، چون گودی نمودار رو به بالا است، $a>0$ است.

۶۳. **الف** در لحظهٔ t_2: در این لحظه علامت سرعت (شیب خط مماس بر نمودار $x-t$) از منفی به مثبت تغییر کرده است.

ب در لحظه‌های t_1 و t_3: در این لحظه‌ها نمودار محور زمان را قطع کرده است.

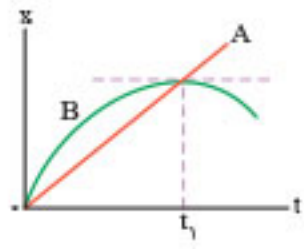


پ مثبت: زیرا گودی (تقعر) نمودار رو به بالا است.

ت کندشونده: زیرا در این بازهٔ زمانی، سرعت جسم در حال کاهش و جهت تقعر رو به بالا است یا می‌توان گفت، $v<0$ و $a>0$ است، بنابراین $av<0$ و حرکت کندشونده است.

۶۴. **الف** خودروی A با سرعت ثابت حرکت می‌کند: زیرا شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ که معرف سرعت خودرو است، در تمام لحظه‌ها ثابت است.

حرکت خودروی B کندشونده است: زیرا شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ که معرف سرعت است، در حال کاهش است: همچنین گودی منحنی رو به پایین است $(a<0)$.



ب ۱ تغییر جهت داده است: زیرا در لحظهٔ t_1 شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ از مثبت به منفی تغییر کرده است.

۲ با خودروی A در یک مکان قرار دارد: زیرا در لحظهٔ t_1 نمودارها یکدیگر را قطع می‌کنند.

۶۵. **نمودارها را بررسی می‌کنیم:**

نمودار (الف): در این نمودار، سرعت اولیه (شیب خط مماس بر نمودار در $t=0$) مثبت و شتاب منفی است. دقت کنید اگر گودی نمودار $x-t$ رو به پایین باشد، شتاب منفی است.

نمودار (ب): در این نمودار، سرعت اولیه صفر است: زیرا شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ در $t=0$ برابر صفر می‌باشد. شتاب متحرک منفی است: زیرا تقعر نمودار رو به پایین است.

نمودار (پ): در این نمودار، سرعت ثابت و منفی و شتاب حرکت صفر است.

نمودار (ت): در این نمودار، سرعت اولیه (شیب خط مماس بر نمودار در $t=0$) صفر و شتاب حرکت نیز مثبت است. دقت کنید، اگر گودی نمودار $x-t$ رو به بالا باشد، شتاب مثبت است: بنابراین **در نمودار (الف)**، سرعت اولیهٔ متحرک در جهت محور x و شتاب آن در خلاف جهت محور x است.

۶۶. **الف** تندشونده / **ب** جهت / **پ** است / **ت** کمتر

۶۷. الف: **نادرست** در این بازهٔ زمانی شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ منفی است، بنابراین شتاب منفی و در خلاف جهت محور x است. / ب: **درست** در این بازهٔ زمانی سرعت مثبت و شتاب منفی است. / پ: **نادرست** در لحظهٔ t_2 سرعت صفر است.

۶۸. الف: **نادرست** در این بازهٔ زمانی سرعت متحرک منفی است، پس در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

ب: **درست** در لحظهٔ t_2 نمودار حرکت متحرک با محور زمان تلاقی دارد و سرعت صفر می‌شود.

پ: **درست** مساحت سطح محصور بین نمودار و محور زمان (جابه‌جایی) برابر صفر است.

ت: **نادرست** در این بازهٔ زمانی، تغییرات سرعت مثبت است و در جهت محور x حرکت می‌کند.

ث: **درست** در این بازهٔ زمانی، علامت سرعت مثبت و علامت شتاب، منفی است.

۶۹. **الف** در لحظهٔ $t=20\,s$ / **ب** شتاب ثابت / **پ** در جهت محور x

۷۰. با توجه به جهت سرعت و شتاب، نوع حرکت را مشخص و نمودار آن را تعیین می‌کنیم. دقت کنید، در نمودار (۱)، $v>0$ و $a>0$، در نمودار (۲)، $v>0$ و $a<0$، در نمودار (۳)، $v<0$ و $a>0$ و در نمودار (۴)، $v<0$ و $a<0$ است.

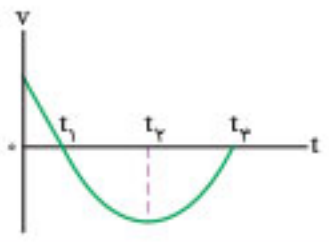
خودرو «الف»: برای این خودرو $v>0$ و $a<0$ است، بنابراین حرکت آن کندشونده و نمودار $v-t$ آن نمودار (۲) است.

خودرو «ب»: برای این خودرو $v>0$ و $a>0$ است، بنابراین حرکت آن تندشونده و نمودار $v-t$ آن نمودار (۱) است.

خودرو «پ» برای این خودرو $v<0$ و $a<0$ است، بنابراین حرکت آن تندشونده و نمودار $v-t$ آن نمودار (۴) است.

خودرو «ت»: برای این خودرو $v<0$ و $a>0$ است، بنابراین حرکت آن کندشونده و نمودار $v-t$ آن نمودار (۳) است.

۷۱.

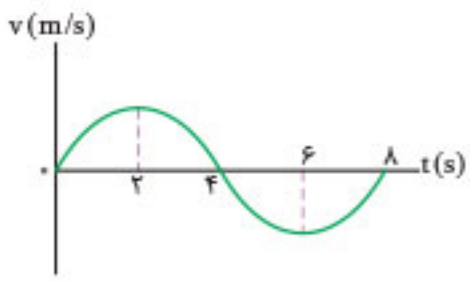


بازهٔ زمانی	t_1 تا t_2	t_2 تا t_3
نوع حرکت	تندشونده	کندشونده
علامت شتاب	منفی	مثبت

در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 سرعت منفی و شتاب (شیب خط مماس بر نمودار) نیز منفی است: بنابراین حرکت تندشونده است.

در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 سرعت منفی و شتاب مثبت است: بنابراین حرکت کندشونده است.

۷۲.

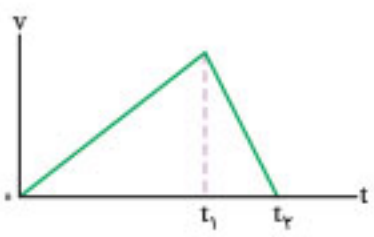


بازهٔ زمانی	علامت سرعت	علامت شتاب	نوع حرکت
صفر تا ۲s	مثبت	مثبت	تندشونده
۲s تا ۴s	مثبت	منفی	کندشونده
۴s تا ۶s	منفی	منفی	تندشونده
۶s تا ۸s	منفی	مثبت	کندشونده

توجه: در بازهٔ زمانی صفر تا ۴ s که نمودار بالای محور زمان است، $v>0$ و در بازهٔ زمانی ۴ s تا ۸ s که نمودار زیر محور زمان است، $v<0$ است. همچنین در بازه‌های زمانی صفر تا ۲ s و ۶ s تا ۸ s که شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ مثبت است، $a>0$ و در بازهٔ زمانی ۲s تا ۶s که شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ منفی است، $a<0$ است.

۷۳. **الف** متغیر است: زیرا در این بازه، شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان که معرف شتاب حرکت است، ثابت نیست.

ب کندشونده: زیرا در این بازهٔ زمانی سرعت در حال کاهش است یا می‌توان گفت، سرعت مثبت $(v>0)$ و شتاب منفی $(a<0)$ است.



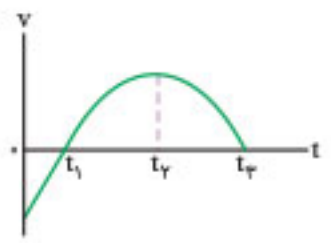
پ متحرک در جهت محور حرکت می‌کند: زیرا در این بازهٔ زمانی سرعت مثبت است. دقت کنید، اگر نمودار $v-t$ بالای محور زمان باشد، سرعت مثبت و اگر زیر محور زمان باشد، سرعت منفی است.

۷۴. **الف** از t تا $2t$ کندشونده و از $2t$ تا $3t$ تندشونده است.

ب مثبت: زیرا شیب خطی که ابتدای نمودار را به انتهای آن وصل می‌کند، مثبت است.

پ جابه‌جایی

۷۵. **الف** دربازهٔ زمانی صفر تا t_1، سرعت منفی و شتاب (شیب خط مماس بر نمودار) مثبت است، بنابراین حرکت کندشونده است یا می‌توان گفت چون سرعت در حال کاهش است، حرکت کندشونده است. در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، سرعت و شتاب (شیب خط مماس بر نمودار) هر دو مثبت‌اند، بنابراین حرکت تندشونده است یا می‌توان گفت، چون سرعت در حال افزایش است، حرکت تندشونده است.



ب در لحظهٔ t_2 شتاب (شیب خط مماس بر نمودار) صفر است: زیرا در این لحظه، شیب خط مماس بر نمودار صفر است.

۷۶. **الف** در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 حرکت کندشونده است: زیرا سرعت در حال کاهش است یا می‌توان گفت $v>0$ و $a<0$ است.

ب دربازهٔ زمانی صفر تا t_1 علامت شتاب مثبت است: زیرا شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ مثبت است.

پ دربازهٔ زمانی t_2 تا t_3 که سرعت در حال افزایش و منفی است، حرکت تندشونده و در خلاف جهت محور x است یا می‌توان گفت، v و a هر دو منفی هستند.

۷۷. **الف** با استفاده از رابطهٔ $v=at+v_0$، شتاب متحرک را حساب می‌کنیم. دقت کنید، چون متحرک با سرعت $10\,m/s$ در حال حرکت بوده است و بعد از آن بر سرعت خود افزوده، $v_0=10\,m/s$ است.

$$v=at+v_0 \xrightarrow{v=30\,m/s,\ t=8\,s} 30=a\times 8+10$$

$$\Rightarrow 20=8a \Rightarrow a=2/5\,m/s^2$$

ب برای نوشتن معادلهٔ سرعت باید در رابطهٔ $v=at+v_0$ به‌جای v_0 و a، مقدار هر یک را جایگزین کنیم:

$$v=at+v_0 \xrightarrow{a=2/5\,m/s^2,\ v_0=10\,m/s} v=2/5t+10$$

پ چون شتاب متحرک ثابت است، سرعت متوسط آن را به‌صورت زیر حساب می‌کنیم:

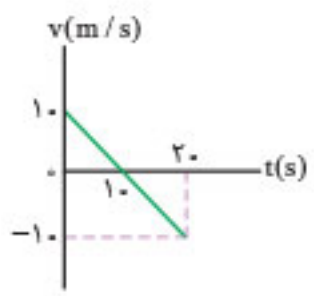
$$v_{av}=\frac{v+v_0}{2} \xrightarrow{v=30\,m/s,\ v_0=10\,m/s} v_{av}=\frac{30+10}{2}=\frac{40}{2}$$

$$\Rightarrow v_{av}=20\,m/s$$

۷۸. ابتدا نمودار سرعت ـ زمان آن را رسم می‌کنیم:

$$v=at+v_0 \xrightarrow{v_0=10\,m/s,\ a=-1\,m/s^2} v=-t+10$$

$$\begin{cases} t=20\,s \Rightarrow v=-20+10=-10\,m/s \\ v=0 \Rightarrow 0=-t+10 \Rightarrow t=10\,s \end{cases}$$



آن‌طور که نمودار نشان می‌دهد، در بازهٔ زمانی $t=0$ تا $t=10\,s$، تندی متحرک کاهش و در بازهٔ زمانی $t=10\,s$ تا $t=20\,s$، تندی متحرک در حال افزایش است.

۷۹. **الف** اگر معادلهٔ $v=2t-4$ را با معادلهٔ $v=at+v_0$ مقایسه کنیم، می‌بینیم $v_0=-4\,m/s$ و $a=2\,m/s^2$ است.

ب در معادلهٔ سرعت ـ زمان به جای t مقدار $5\,s$ را قرار می‌دهیم:

$$v=2t-4 \xrightarrow{t=5\,s} v=2\times 5-4 \Rightarrow v=6\,m/s$$

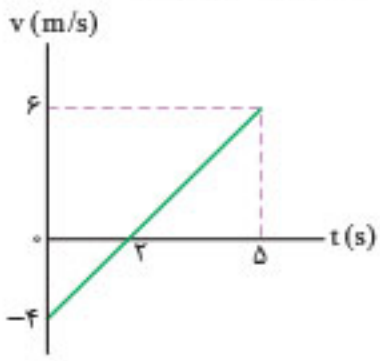
پ چون شتاب ثابت است، سرعت در لحظه‌های $t=0$ و $t=5\,s$ را به دست می‌آوریم و از رابطهٔ $v_{av}=\frac{v+v_0}{2}$ استفاده می‌کنیم. دقت کنید، در قسمت (ب) سرعت در $t=5\,s$ را $v_5=6\,m/s$ به دست آوردیم و $v_0=-4\,m/s$ است.

$$v_{av}=\frac{v_5+v_0}{2}=\frac{6-4}{2}=\frac{2}{2} \Rightarrow v_{av}=1\,m/s$$

برای به دست آوردن جابه‌جایی از رابطهٔ $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ استفاده می‌کنیم:

$$\Delta x=v_{av}\Delta t \xrightarrow[v_{av}=1\,m/s]{\Delta t=5-0=5\,s} \Delta x=1\times 5 \Rightarrow \Delta x=5\,m$$

ت چون معادلهٔ سرعت یک تابع خطی است، نمودار آن به‌صورت زیر رسم می‌شود.



$$v=2t-4 \Rightarrow$$

$t\,(s)$	$v\,(m/s)$
0	-4
5	6

دقت کنید که با مساوی صفر قراردادن معادلهٔ سرعت ـ زمان، لحظهٔ تغییر جهت حرکت (لحظهٔ برخورد نمودار با محور زمان) برابر $t=2\,s$ به دست می‌آید.

۸۰. **گام اول:** سرعت متحرک را در $t = ۳\,s$ حساب می‌کنیم:

$$v = ۲t + v_۰ \xrightarrow{t=۳\,s} v = ۲\times ۳ + v_۰ \Rightarrow v = ۶ + v_۰$$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ $v_{av} = \frac{v + v_۰}{۲}$، سرعت اولیه $(v_۰)$ را حساب می‌کنیم:

$$v_{av} = \frac{v + v_۰}{۲} \xrightarrow[v = ۶ + v_۰]{v_{av} = ۱۲\,m/s}$$

$$۱۲ = \frac{۶ + v_۰ + v_۰}{۲} \Rightarrow ۲۴ = ۶ + ۲v_۰ \Rightarrow ۱۸ = ۲v_۰ \Rightarrow v_۰ = ۹\,m/s$$

۸۱. **الف** با توجه به معادلهٔ $v = -۱۰t + ۲۰$، شتاب متحرک برابر $a = -۱۰\,m/s^۲$ است، بنابراین در جهت منفی محور x است.

سرعت در لحظهٔ $t = ۳s$ را به دست می‌آوریم و جهت آن را تعیین می‌کنیم:

$$v = -۱۰t + ۲۰ = (-۱۰\times ۳) + ۲۰ = -۱۰\,m/s$$

سرعت نیز در جهت منفی محور x است.

ب در لحظهٔ تغییر جهت $v = ۰$ است.

$$v = -۱۰t + ۲۰ \Rightarrow ۰ = -۱۰t + ۲۰ \Rightarrow t = ۲\,s$$

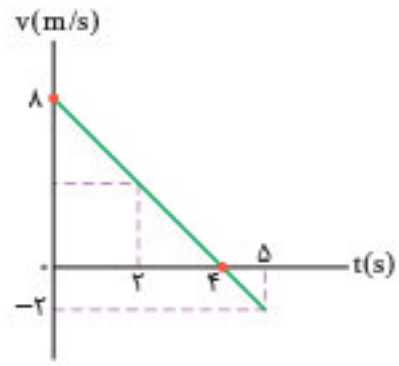
۸۲. **الف گام اول:** برای تعیین نوع حرکت بهتر است نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنیم. به همین منظور ابتدا لحظه‌ای که سرعت صفر می‌شود، به دست می‌آوریم:

$$v = -۲t + ۸ \xrightarrow{v=۰} ۰ = -۲t + ۸ \Rightarrow ۲t = ۸ \Rightarrow t = ۴\,s$$

گام دوم: نمودار سرعت ـ زمان را رسم می‌کنیم.

$$v = -۲t + ۸$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t = ۰ \Rightarrow v_۰ = ۸\,m/s \\ t = ۵\,s \Rightarrow v = -۲\times ۵ + ۸ = -۲\,m/s \end{cases}$$



گام سوم: همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید، در بازهٔ زمانی صفر تا $۴\,s$، سرعت در حال کاهش و از لحظهٔ $t = ۴\,s$ به بعد، سرعت در حال افزایش است:

بنابراین در بازهٔ زمانی $۲\,s$ تا $۵\,s$، ابتدا حرکت کندشونده (بین $۲\,s$ تا $۴\,s$) و سپس تندشونده ($۴\,s$ به بعد) است.

ب چون شتاب ثابت است، سرعت متحرک در لحظه‌های $t = ۰$ و $t = ۴\,s$ را به دست می‌آوریم و سپس از رابطهٔ $v_{av} = \frac{v + v_۰}{۲}$ استفاده می‌کنیم:

$$v = -۲t + ۸ \Rightarrow \begin{cases} t = ۰ \Rightarrow v_۰ = ۸\,m/s \\ t = ۴\,s \Rightarrow v = -۲\times ۴ + ۸ = ۰ \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{v + v_۰}{۲} = \frac{۰ + ۸}{۲} \Rightarrow v_{av} = ۴\,m/s$$

۸۳. قبل از پاسخ‌دادن به سؤال، a ،$v_۰$ و $x_۰$ و همچنین معادلهٔ سرعت ـ زمان، لحظهٔ تغییر جهت و جهت حرکت را تعیین می‌کنیم:

$$\begin{cases} x = t^۲ - ۱۲t + ۱۶ \\ x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_۰ = ۱۶\,m \\ v_۰ = -۱۲\,m/s \\ \frac{۱}{۲}a = ۱ \Rightarrow a = ۲\,m/s^۲ \end{cases}$$

معادلهٔ سرعت ـ زمان و لحظهٔ تغییرجهت برابر است با: (لحظهٔ تغییر جهت با برابر صفر قراردادن معادلهٔ سرعت ـ زمان به دست می‌آید.)

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = ۲t - ۱۲ \Rightarrow ۰ = ۲t - ۱۲ \Rightarrow t = ۶\,s$$

چون $v_۰ < ۰$ است، متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا $۶\,s$ در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند. در این بازهٔ زمانی چون $v_۰ < ۰$ و $a > ۰$، حرکت کندشونده است. برای لحظه‌های $t > ۶\,s$ حرکت تندشونده در جهت محور x خواهد بود.

حال با توجه به توضیحات داده‌شده عبارت‌های «الف»، «ب» و «ث» نادرست و عبارت‌های «پ» و «ت» درست هستند.

۸۴. **الف گام اول:** ابتدا مکان جسم در لحظه‌های $t_۱ = ۰$ و $t_۲ = ۲\,s$ را می‌یابیم:

$$x = ۲t^۲ - ۳t - ۸ \Rightarrow \begin{cases} t_۱ = ۰ \Rightarrow x_۱ = ۰ - ۰ - ۸ = -۸\,m \\ t_۲ = ۲\,s \Rightarrow x_۲ = ۸ - ۶ - ۸ = -۶\,m \end{cases}$$

گام دوم: سرعت متوسط را به دست می‌آوریم:

$$v_{av} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{-۶ - (-۸)}{۲ - ۰} = ۱\,m/s$$

ب با توجه به معادلهٔ مکان ـ زمان، $\frac{۱}{۲}a = ۲$ است، بنابراین شتاب حرکت برابر $a = ۴\,m/s^۲$ می‌باشد.

۸۵. **الف** با مقایسهٔ معادلهٔ حرکت جسم با معادلهٔ مکان ـ زمان در حرکت با شتاب ثابت، داریم:

$$\begin{cases} x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \\ x = ۲t^۲ + ۶t - ۱۸ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{۲}a = ۲ \Rightarrow a = ۴\,m/s^۲ \\ v_۰ = ۶\,m/s \end{cases}$$

ب ابتدا مکان جسم در لحظه‌های $t_۱ = ۰$ و $t_۲ = ۲\,s$ را پیدا می‌کنیم و سپس سرعت متوسط را به دست می‌آوریم:

$$x = ۲t^۲ + ۶t - ۱۸ \Rightarrow \begin{cases} t_۱ = ۰ \Rightarrow x_۱ = ۰ + ۰ - ۱۸ \Rightarrow x_۱ = -۱۸\,m \\ t_۲ = ۲\,s \Rightarrow x_۲ = (۲\times ۴) + (۶\times ۲) - ۱۸ \\ \Rightarrow x_۲ = ۲\,m \end{cases}$$

$$v_{av} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۲ - (-۱۸)}{۲ - ۰} = ۱۰\,m/s$$

۸۶. **الف** با توجه به معادلهٔ مکان ـ زمان داریم:

$$\frac{۱}{۲}a = -۲ \Rightarrow a = -۴\,m/s^۲$$

ب کافی است در معادلهٔ حرکت به جای x، عدد صفر را قرار دهیم و لحظه‌های موردنظر را به دست آوریم:

$$x = -۲t^۲ + ۵t \xrightarrow{x=۰} ۰ = -۲t^۲ + ۵t \Rightarrow t(-۲t + ۵) = ۰$$

$$\Rightarrow t = ۰, -۲t + ۵ = ۰ \Rightarrow t = ۲/۵\,s$$

۸۷. **الف گام اول:** با توجه به رابطهٔ $v = at + v_۰$، a و $v_۰$ را از روی معادلهٔ حرکت جسم تعیین می‌کنیم:

$$x = ۴t^۲ - ۲۰t + ۱۰ \Rightarrow \begin{cases} v_۰ = -۲۰\,m/s \\ \frac{۱}{۲}a = ۴ \Rightarrow a = ۸\,m/s^۲ \end{cases}$$

گام دوم: معادلهٔ سرعت را به دست می‌آوریم:

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = ۸t - ۲۰$$

ب مکان جسم در لحظه‌های $t_۱ = ۰$ و $t_۲ = ۵\,s$ را می‌یابیم و سپس جابه‌جایی را حساب می‌کنیم:

$$x = ۴t^۲ - ۲۰t + ۱۰$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t_۱ = ۰ \Rightarrow x_۱ = ۰ - ۰ + ۱۰ = ۱۰\,m \\ t_۲ = ۵\,s \Rightarrow x_۲ = (۴\times ۲۵) - (۲۰\times ۵) + ۱۰ = ۱۰\,m \end{cases}$$

$$\Delta x = x_۲ - x_۱ = ۱۰ - ۱۰ = ۰$$

۸۸. **الف** **گام اول:** برای به دست آوردن معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرک، ابتدا a و v_0 را به دست می‌آوریم:

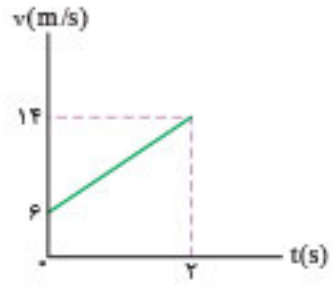
$$\begin{cases} x = 2t^2 + 6t - 8 \\ x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_0 = 6\,m/s \\ x_0 = -8\,m \\ \frac{1}{2}a = 2 \Rightarrow a = 4\,m/s^2 \end{cases}$$

گام دوم: معادلهٔ سرعت ـ زمان را به دست می‌آوریم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 4t + 6$$

ب نمودار سرعت ـ زمان یک تابع خطی است، بنابراین دو نقطه از نمودار را مشخص کرده و آن را رسم می‌کنیم.

$$v = 4t + 6 \Rightarrow \begin{cases} t = 0 \Rightarrow v = 6\,m/s \\ t = 2\,s \Rightarrow v = 4\times 2 + 6 = 14\,m/s \end{cases}$$



پ چون شتاب ثابت است، در تمام لحظه‌ها شتاب آن برابر $a = 4\,m/s^2$ است.

ت چون v_0 و a هر دو مثبت‌اند، در تمام بازه‌های زمانی حرکت تندشونده است.

۸۹. **الف** در لحظه‌ای که متحرک از مبدأ مکان عبور می‌کند، $x = 0$ است؛ بنابراین داریم:

$$x = 2t^2 - 20t + 42 \xrightarrow{x=0} 0 = 2t^2 - 20t + 42 \Rightarrow t^2 - 10t + 21 = 0$$
$$\Rightarrow (t-3)(t-7) = 0 \Rightarrow t = 3\,s,\ t = 7\,s$$

ب در لحظهٔ تغییر جهت سرعت متحرک صفر می‌شود؛ بنابراین کافی است، معادلهٔ سرعت ـ زمان را به دست آوریم و آن را مساوی صفر قرار دهیم:

$$\begin{cases} x = 2t^2 - 20t + 42 \\ x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_0 = -20\,m/s \\ x_0 = 42\,m \\ \frac{1}{2}a = 2 \Rightarrow a = 4\,m/s^2 \end{cases}$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 4t - 20 = 0 \Rightarrow 4t = 20 \Rightarrow t = 5\,s$$

پ متحرک تا لحظهٔ تغییر جهت در جهت سرعت اولیه و بعد از لحظهٔ تغییر جهت در خلاف آن حرکت می‌کند؛ بنابراین چون سرعت اولیه منفی است، در بازهٔ زمانی صفر تا $5\,s$ (به مدت $5\,s$) در خلاف جهت محور x و در لحظه‌های $t > 5\,s$ در جهت محور x حرکت می‌کند.

ت چون $a > 0$ و $v_0 < 0$ است. در ابتدا تا لحظهٔ تغییرجهت $(t = 5\,s)$ حرکت کندشونده و بعد از لحظهٔ $t = 5\,s$ حرکت تندشونده است.

۹۰. **الف** با داشتن t، v_0 و v شتاب به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$v = at + v_0 \xrightarrow[v_0 = 20\,m/s]{v=0,\ t=4\,s} 0 = a\times 4 + 20$$
$$\Rightarrow a = -5\,m/s^2$$

ب با استفاده از رابطهٔ زیر جابه‌جایی را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2}\Delta t = \frac{0 + 20}{2}\times 4 = 40\,m$$

پ خیر: زیرا جابه‌جایی تا لحظهٔ توقف $(40\,m)$ کمتر از فاصلهٔ اولیهٔ خودرو تا گوزن $(45\,m)$ است.

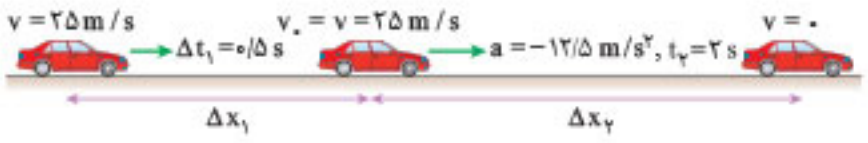
۹۱. **الف** چون $2/5\,s$ پس از دیدن مانع، اتومبیل متوقف می‌شود، ابتدا مدت‌زمان لحظهٔ ترمز تا لحظهٔ توقف را با استفاده از معادلهٔ سرعت ـ زمان پیدا می‌کنیم و سپس این مدت را از $2/5\,s$ کم می‌کنیم تا زمان واکنش راننده به دست آید. دقت کنید، چون سرعت در حال کاهش است، حرکت کندشونده است؛ بنابراین اگر حرکت را در جهت محور x فرض کنیم، شتاب منفی خواهد بود.

$$v = at + v_0 \xrightarrow[v_0 = 25\,m/s,\ v = 0]{a = -12/5\,m/s^2} 0 = -12/5t + 25 \Rightarrow t = 2\,s$$

زمان واکنش راننده برابر است با:

$$\Delta t = 2/5 - 2 = 0/5\,s$$

ب راننده به مدت $0/5\,s$ با سرعت ثابت و به مدت $2\,s$ به‌صورت کندشونده حرکت نموده است، بنابراین جابه‌جایی کل اتومبیل از مجموع دو جابه‌جایی که یکی با سرعت ثابت و دیگری شتاب‌دار کندشونده است، به دست می‌آید. (چون حرکت در خط راست است، مسافت و جابه‌جایی برابر هستند.)



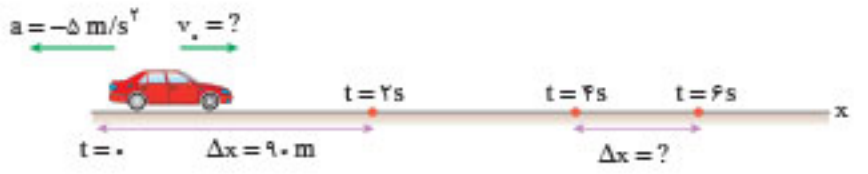
$$\Delta x_1 = v\Delta t_1 = 25\times 0/5 \Rightarrow \Delta x_1 = 12/5\,m$$

$$\Delta x_2 = \frac{1}{2}at_2^2 + v_0 t_2 = \frac{1}{2}\times(-12/5)\times 4 + 25\times 2 \Rightarrow \Delta x_2 = 25\,m$$

جابه‌جایی کل برابر است با:

$$\Delta x_{کل} = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 12/5 + 25 \Rightarrow \Delta x_{کل} = 37/5\,m$$

۹۲. **روش اول:** **گام اول:** برای محاسبهٔ جابه‌جایی در ۲ ثانیهٔ سوم، یعنی بازهٔ زمانی $4\,s$ تا $6\,s$، ابتدا باید معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک را به دست آوریم. به همین منظور با استفاده از جابه‌جایی در ۲ ثانیهٔ اول، سرعت اولیهٔ متحرک را حساب می‌کنیم. دقت کنید، چون حرکت کندشونده است، با فرض این‌که جهت حرکت را مثبت فرض کنیم، شتاب منفی خواهد بود.



$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow 90 = \frac{1}{2}\times(-5)\times 4 + v_0\times 2 \Rightarrow v_0 = 50\,m/s$$

گام دوم: معادلهٔ مکان ـ زمان را به دست می‌آوریم:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \xrightarrow[v_0 = 50\,m/s]{a = -5\,m/s^2,\ x_0 = 0}$$

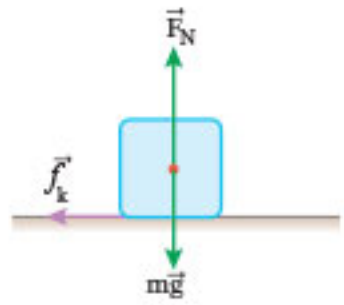
$$x = \frac{1}{2}\times(-5)t^2 + 50t + 0 \Rightarrow x = -\frac{5}{2}t^2 + 50t$$

گام سوم: مکان جسم در $t = 4\,s$ و $t = 6\,s$ را پیدا می‌کنیم و سپس جابه‌جایی بین این دو لحظه را به دست می‌آوریم:

$$x = -\frac{5}{2}t^2 + 50t \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 4\,s \Rightarrow x_1 = -\frac{5}{2}\times 16 + 50\times 4 \\ \qquad\qquad \Rightarrow x_1 = 160\,m \\ t_2 = 6\,s \Rightarrow x_2 = -\frac{5}{2}\times 36 + 50\times 6 \\ \qquad\qquad \Rightarrow x_2 = 210\,m \end{cases}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 210 - 160 \Rightarrow \Delta x = 50\,m$$

گام دوم: با اســـتفاده از قانـــون دوم نیوتون ضریب اصطکاک جنبشـــی را حساب می‌کنیم:



$$F_{net,y}=0 \Rightarrow F_N-mg=0 \Rightarrow F_N=mg$$

$$F_{net,x}=ma \Rightarrow 0-f_k=ma \xrightarrow{f_k=\mu_k F_N=\mu_k mg} -\mu_k mg=ma \Rightarrow a=-\mu_k g \xrightarrow[g=10\,m/s^2]{a=-5\,m/s^2} -5=-\mu_k\times 10 \Rightarrow \mu_k=0/5$$

۲۱۰. **گام اول:** برای به دســـت آوردن شتاب حرکت، ابتدا سرعت را برحسب متر بر ثانیه حساب می‌کنیم:

$$36\frac{km}{h}=36\times\frac{1\,km}{1\,h}\times\frac{1000\,m}{1\,km}\times\frac{1\,h}{3600\,s}=10\,m/s$$

شتاب حرکت برابر است با: $a=\frac{v-v_0}{t}=\frac{10-0}{4}=2/5\,m/s^2$

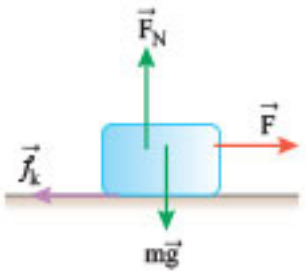
گام دوم: به کمک قانون دوم نیوتون، نیروی موتور را به دست می‌آوریم:

$$F_{net}=ma$$

$$F_m-f_k=ma \Rightarrow F_m-\frac{1}{5}mg=ma$$

$$\Rightarrow F_m-\frac{1}{5}\times 1500\times 10=1500\times 2/5 \Rightarrow F_m=6750\,N$$

۲۱۱. با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:



$$F-f_k=ma$$

از طرفی می‌دانیم: $f_k=\mu_k F_N=\mu_k mg$

$$\Rightarrow 40-\mu_k(8\times 10)=8\times 3$$

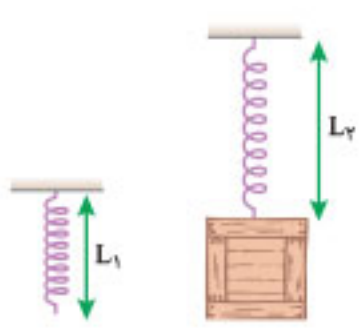
$$\Rightarrow 40-24=80\mu_k \Rightarrow \mu_k=\frac{16}{80}=0/2$$

۲۱۲. **الف** هوک / **ب** جنس / **پ** N/m / **ت** ثابت فنر

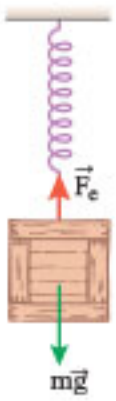
۲۱۳. **الف** یکســـان / **ب** در وضعیـــت عادی اســـت. / **پ** بزرگ‌تر / **ت** مستقیم / **ث** دارد.

۲۱۴. ۱ فنر را از نقطه‌ای آویزان می‌کنیم و طول اولیهٔ آن را اندازه می‌گیریم (L_1).
۲ وزنه را به فنر آویزان کرده و در شرایط تعادل دوباره طول فنر را اندازه‌گیری می‌کنیم (L_2).
۳ با استفاده از رابطهٔ زیر مقدار k را به دست می‌آوریم:

$$F_e=kx \xrightarrow[x=L_2-L_1]{F_e=mg} k=\frac{mg}{L_2-L_1}$$



۲۱۵. **الف**



ب واکنش نیروی وزن جســـم بر مرکز زمین و واکنش نیروی کشسانی فنر بر فنر وارد می‌شود.

۲۱۶. ۱ هم‌نوع نیستند. ۲ بر یک جسم وارد می‌شوند.

۲۱۷. **الف**

$$\left.\begin{matrix}F_e=kx\\F_e=mg\end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{F_{e_1}}{F_{e_2}}=\frac{kx_1}{kx_2}$$

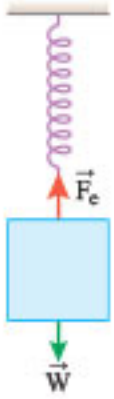
$$\frac{10}{16}=\frac{k(17-L_1)\times 10^{-2}}{k(20-L_1)\times 10^{-2}} \Rightarrow 1/6\times 17-1/6L_1=20-L_1$$

$$\Rightarrow 7/2=0/6L_1 \Rightarrow L_1=12\,cm$$

$$F_{e_1}=kx_1 \Rightarrow 10=k\times 5\times 10^{-2} \Rightarrow k=200\,N/m$$

ب

۲۱۸. با اســـتفاده از رابطهٔ نیروی کشســـانی فنر به‌صورت زیـــر، ثابت فنر را به دست می‌آوریم:



$$F_e=W \Rightarrow kx=W \xrightarrow{W=1N} kx=1N$$

$$F'_e=W' \Rightarrow kx'=W' \xrightarrow[W'=8N]{x'=x+3/5} k(x+3/5)=8 \Rightarrow kx+3/5k=8 \xrightarrow{kx=1N} 1+3/5k=8 \Rightarrow 3/5k=7 \Rightarrow k=2\,N/cm$$

۲۱۹. به ازای یک تغییر طول یکسان، برای دو فنر داریم: $F_e=kx$

$$x_1=x_2 \Rightarrow \frac{F_1}{k_1}=\frac{F_2}{k_2} \Rightarrow \frac{12}{k_1}=\frac{4}{k_2} \Rightarrow k_1=3k_2$$

$$k_2=\frac{450}{3} \Rightarrow k_2=150\,N/m$$

۲۲۰. **الف** می‌دانیم که در نمودار نیروی کشســـانی یک فنر برحسب تغییر طول آن، شـــیب نمودار نشـــان‌دهندهٔ ثابت فنر اســـت: پس هر کدام شیب بیشتری دارد، دارای ثابت فنر بزرگ‌تری است: بنابراین داریم:

شیب (۱) > شیب (۲) $\Rightarrow k_1>k_2$

ب ثابت فنر به اندازه، شکل و ساختار ماده‌ای که فنر از آن ساخته شده، بستگی دارد.

۲۲۱. **الف** بـــا توجه به این‌که بـــه ازای $5\,cm$ تغییر طول فنر، نیروی $6N$ بر آن وارد شده، ثابت فنر را حساب می‌کنیم:

$$F_e=kx \Rightarrow 6=k\times 0/05 \Rightarrow k=120\,N/m$$

ب قانون هوک

۲۲۲. نیروی کشسانی فنر همان نیروی خالص وارد بر جسم است.

$$F_{net}=ma \Rightarrow F_e=ma$$

$$kx=ma \Rightarrow 80\times 7\times 10^{-2}=4a \Rightarrow a=1/4\,m/s^2$$

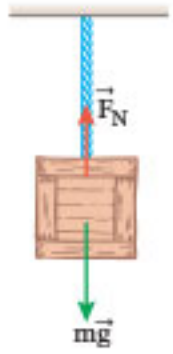
۲۲۳. در راستای افقی دو نیروی کشسانی و اصطکاک جنبشی بر جسم اثر می‌کند.

$$F_{net,y}=0 \Rightarrow F_N=mg$$

$$F_{net,x}=ma \Rightarrow F_e-f_k=ma$$

$$kx-\mu_k mg=ma \Rightarrow k\times 10^{-1}-0/5\times 40=4\times 2 \Rightarrow k=280\ N/m$$

۲۲۴. **گام اول:** تغییر طول فنر را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta L=L_2-L_1=14-12=2cm=2\times 10^{-2}\ m$$

گام دوم: به کمک قانون دوم نیوتون، k را به دست می‌آوریم:

$$F_N-mg=0 \Rightarrow k\Delta L=mg$$

$$k\times 2\times 10^{-2}=0/3\times 10$$

$$\Rightarrow k=\frac{3}{2\times 10^{-2}}=150\ N/m$$

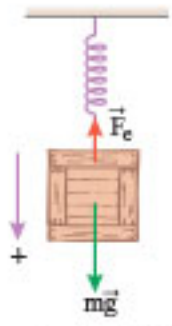
۲۲۵. با استفاده از رابطهٔ $F_e=kx$، طول اولیهٔ فنر را حساب می‌کنیم:

$$F_e=kx \xrightarrow{k=\text{ثابت}} \frac{F'_e}{F_e}=\frac{x'}{x} \xrightarrow{x=12-L_1,\ x'=L_1-7} \frac{F'_e}{F_e}=\frac{L_1-7}{12-L_1}$$

$$\xrightarrow[F_e=2N]{F'_e=3N} \frac{3}{2}=\frac{L_1-7}{12-L_1} \Rightarrow 2L_1-14=36-3L_1$$

$$\Rightarrow 5L_1=50 \Rightarrow L_1=10\ cm$$

۲۲۶. برای راحتی جهت حرکت را مثبت در نظر می‌گیریم:



$$mg-F_e=ma$$

$$F_e=m(g-a)=2(10-2/5)=15\ N$$

از طرفی داریم:

$$F_e=kx \Rightarrow 15=60x$$

$$\Rightarrow x=0/25\ m$$

۲۲۷. در تمامی حالت‌ها برای راحتی، جهت حرکت را مثبت در نظر گرفته‌ایم.

الف تندشونده رو به بالا یعنی $(a>0)$:

$$a=+3\ m/s^2$$

$$F-mg=ma$$

$$\Rightarrow F=m(g+a)=6(10+3)=78\ N$$

ب کندشونده رو به بالا یعنی $(a<0)$:

$$a=-3\ m/s^2$$

$$F-mg=ma$$

$$\Rightarrow F=m(g-a)=6(10-3)=42\ N$$

پ کندشونده رو به پایین یعنی $(a<0)$:

$$a=-4\ m/s^2$$

$$mg-F=ma \Rightarrow F=m(g-a)=6(10+4)=84\ N$$

ت زمانی که آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند یعنی $a=0$ است:

پس داریم:

$$F=mg=60\ N$$

۲۲۸. **الف** چون جسم در آستانهٔ حرکت است $a=0$ است: پس داریم:

$$T-f_{s,max}=ma \Rightarrow T-f_{s,max}=0$$

از طرفی داریم:

$$f_{s,max}=\mu_s F_N=\mu_s mg$$

$$400-\mu_s(100\times 10)=0 \Rightarrow \mu_s=0/4$$

ب با استفاده از قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت جعبه را پس از حرکت به دست می‌آوریم:

$$T-f_k=ma$$

از طرفی داریم:

$$f_k=\mu_k mg$$

$$440-(0/3\times 1000)=100a \Rightarrow 140=100a \Rightarrow a=1/4\ m/s^2$$

۲۲۹. ابتدا باید بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی را حساب کنیم:

$$f_{s,max}=\mu_s F_N=\mu_s mg=0/4\times 1000=400\ N$$

با توجه به این‌که $F<f_{s,max}$ است، پس جعبه ساکن می‌ماند.

۲۳۰. **گام اول:** نیروی اصطکاک جنبشی را محاسبه می‌کنیم:

$$f_k=\mu_k F_N=\mu_k mg$$

$$f_k=0/4\times 800\times 10=3200\ N$$

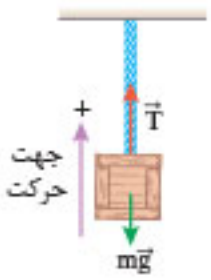
گام دوم: به کمک قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:

$$F_{net}=ma$$

$$T-f_k=ma$$

$$\Rightarrow 5600-3200=800a \Rightarrow a=3\ m/s^2$$

۲۳۱. جرم جسم $6\ kg$ است.

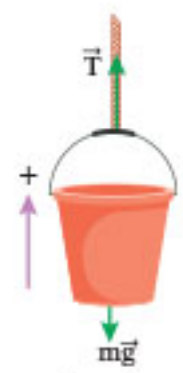


$$m=\frac{W}{g}=\frac{60}{10}=6kg$$

$$T-mg=ma \Rightarrow T=m(g+a)$$

$$\Rightarrow T=6(10+2)=72\ N$$

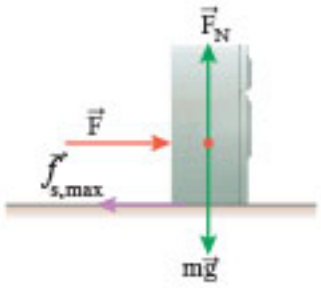
۲۳۲. از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:



$$F_{net}=ma \Rightarrow T-mg=ma$$

$$\xrightarrow[a=0]{\text{چون تندی ثابت است.}} T=mg=200\ N$$

۲۳۳. **الف** چون یخچال در آستانهٔ حرکت قرار دارد، نیروی خالص وارد بر آن صفر و نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه است. در این حالت داریم:



$$F-f_{s,max}=0 \Rightarrow f_{s,max}=F$$

$$\xrightarrow{F=500\ N} f_{s,max}=500\ N$$

$$f_{s,max}=\mu_s F_N$$

$$\xrightarrow{F_N=mg} f_{s,max}=\mu_s mg$$

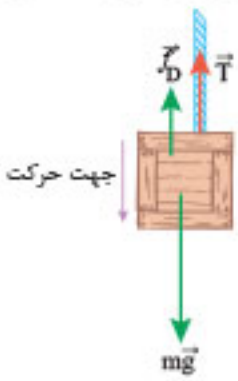
$$\xrightarrow{m=100kg} 500=\mu_s\times 100\times 10 \Rightarrow \mu_s=0/5$$

ب اندازهٔ نیرویی که سطح زمین به یخچال وارد می‌کند، برایند دو نیروی F_N و $f_{s,max}$ است: بنابراین داریم:

$$R=\sqrt{f_{s,max}^2+F_N^2} \xrightarrow[f_{s,max}=500\ N]{F_N=mg=100\times 10=1000\ N} R=\sqrt{500^2+1000^2}$$

$$\Rightarrow R=\sqrt{500^2+4(500)^2} \Rightarrow R=500\sqrt{5}\ N$$

۲۳۴. با استفاده از قانون دوم نیوتون و با توجه به شکل زیر، نیروی کشش طناب را حساب می‌کنیم:

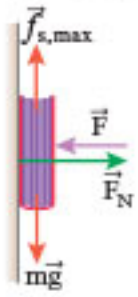


$$F_{net}=ma \Rightarrow mg-T-f_D=ma$$

$$\xrightarrow[m=40kg]{a=2\ m/s^2,\ f_D=100\ N} 40\times 10-T-100=40\times 2$$

$$\Rightarrow T=220\ N$$

۲۳۵. **الف** با توجه به این‌که کتاب در آستانهٔ حرکت است، بنابراین نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر آن، بیشینه است و داریم:

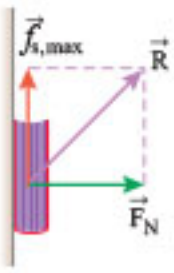


$$mg - f_{s,max} = 0$$
$$mg = f_{s,max} = 25\ N$$

از طرفی داریم: $f_{s,max} = \mu_s F_N$

$$\Rightarrow 25 = 0/2 F_N \Rightarrow F_N = 125\ N$$

ب نیروهایی که از طرف دیوار بر کتاب وارد می‌شوند، شامل دو نیروی عمودی (F_N) و مماسی $(f_{s,max})$ هستند.



$$R = \sqrt{F_N^2 + f_{s,max}^2}$$
$$R = \sqrt{25^2 + 125^2}$$

برای راحتی در این محاسبه، می‌توان چنین نوشت:

$$R = \sqrt{25^2 + (5\times 25)^2} = \sqrt{25^2 + (5)^2(25)^2}$$
$$\Rightarrow R = \sqrt{25^2(1+5^2)} = 25\sqrt{26}\ N$$

۲۳۶. چون آسانسور تندشونده به طرف بالا می‌رود، شتاب آسانسور به طرف بالاست و با توجه به رابطهٔ نیروی فنر $F = kx$ و استفاده از قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_e - mg = ma \Rightarrow kx = m(g+a)$$
$$20x = 4(10+2) \Rightarrow x = 2/4\ cm$$

۲۳۷. **الف** از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم و شتاب را محاسبه می‌کنیم:

$$F_{net} = ma$$
$$F_{\text{پیشران}} - F_{\text{مقاومت}} = ma \Rightarrow 5000 - 1250 = 1500a$$
$$3750 = 1500a \Rightarrow a = 2/5\ m/s^2$$

ب در راستای عمود بر سطح، نیروی خالص صفر است و داریم:

$$F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg = 15000\ N$$

۲۳۸. **الف** mv یا p / **ب** افزایش / **پ** تکانه / **ت** بیشتر

۲۳۹. **الف** سرعت / **ب** تکانه / **پ** ثابت / **ت** مماس / **ث** تکانه

۲۴۰. الف: **درست** / ب: **درست** / پ: **نادرست** / ت: **درست** / ث: **درست** / ج: **درست**

۲۴۱.

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{p=mv} K = \frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{m} \Rightarrow K = \frac{1}{2}\frac{p^2}{m}$$

۲۴۲. **الف** چون تودهٔ علف مدت‌زمان توقف (از لحظهٔ برخورد به تودهٔ علف تا ایست کامل) را زیادتر می‌کند و طبق رابطهٔ $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$، نیروی وارد بر شخص را کاهش داده و از آسیب‌دیدن جلوگیری می‌کند.

ب کیسهٔ هوا مدت‌زمان توقف شخص (زمان تأثیر نیرو) را افزایش داده و چون زمان اثر نیرو با نیروی وارد بر شخص نسبت عکس دارد $(F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t})$، پس نیروی وارد بر شخص کم شده و آسیب نمی‌بیند.

۲۴۳. **الف**

$$\vec{p} = m\vec{v}$$
$$\vec{p} = 1/5(-4\vec{j}) = (-6\ kg\cdot m/s)\vec{j}$$

ب روش اول:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$
$$K = \frac{1}{2}\times 1/5 \times 16 \Rightarrow K = 12\ J$$

روش دوم:

$$K = \frac{p^2}{2m} = \frac{36}{2\times 1/5} \Rightarrow K = 12\ J$$

۲۴۴.

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t}$$
$$F_{av} = \frac{60(0-20)}{2\times 10^{-1}} = -6000\ N$$

جهت نیروی وارد بر شخص به طرف بالا یعنی خلاف جهت حرکت شخص است.

۲۴۵. **الف** با توجه به تعریف تکانه داریم:

$$\Delta p = m\Delta v = 1200(-2-10) = -14400\ kg\cdot m/s$$

توجه کنیم که جهت سرعت ثانویه در خلاف جهت سرعت اولیه است.

ب

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-14400}{0/2} = -72000\ N$$

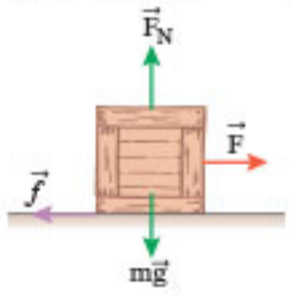
علامت منفی نشان می‌دهد که نیروی متوسط در خلاف جهت حرکت وارد شده است.

۲۴۶.

$$F_{av} = \left|\frac{\Delta p}{\Delta t}\right| = \left|\frac{m\Delta v}{\Delta t}\right| \xrightarrow{v_0=+10\ m/s,\ v=-10\ m/s}$$
$$F_{av} = \left|\frac{1/5\times(-10-10)}{0/005}\right| = 6000\ N$$

۲۴۷. **الف** برای محاسبهٔ حداقل نیرو می‌توان نوشت:

$$f_{s,max} = \mu_s mg \xrightarrow[m=75\,kg]{\mu_s=0/6}$$
$$f_{s,max} = 0/6\times 75 = 45\ N$$
$$F_{net,x} = ma \xrightarrow{a=0} F_{min} - f_{s,max} = 0 \Rightarrow F_{min} = f_{s,max} = 45\ N$$



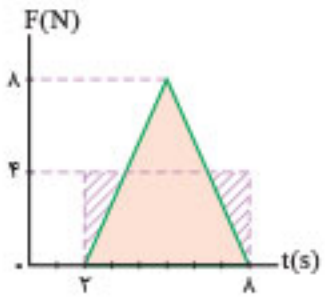
ب **گام اول:** برای محاسبهٔ Δp، ابتدا F_{net} را حساب می‌کنیم:

$$F_{net,x} = F - f_k \xrightarrow[F_N=mg]{f_k=\mu_k F_N} F_{net} = F - \mu_k mg$$
$$\xrightarrow[\mu_k=0/5]{F=500\ N} F_{net} = 500 - 0/5\times 75\times 10 = 125\ N$$

گام دوم: تغییر تکانهٔ جعبه را حساب می‌کنیم:

$$F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t=2s} 125 = \frac{\Delta p}{2} \Rightarrow \Delta p = 250\ kg\cdot m/s$$

۲۴۸. با استفاده از نمودار، نیروی متوسط وارد بر جسم را به دست می‌آوریم:



$$\Delta t = 8-2 = 6\ s$$
$$F_{av} = \frac{8+0}{2} = 4\ N$$
$$\Delta p = F_{av}\Delta t = 4\times 6 = 24\ kg\cdot m/s$$

۲۴۹. **گام اول:** با استفاده از مساحت سطح محصور نمودار $F-t$ و محور t، Δp را به دست می‌آوریم:

$$\Delta p = S_{\text{ذوزنقه}} = \frac{6+2}{2}\times 100 = 400\ kg\cdot m/s$$

گام دوم: اندازهٔ سرعت جسم را به دست می‌آوریم:

$$\Delta p = m(v_{6s} - v_0) \xrightarrow[m=100\,kg]{v_0=0} 400 = 100\times(v_{6s} - 0)$$
$$\Rightarrow v_{6s} = 4\ m/s$$

گام دوم: با داشتن $I_۲$ و $I_۰$، تراز شدت‌صوت $I_۲$ را حساب می‌کنیم:

$$\beta_۲=(۱۰\,dB)\log\left(\frac{I_۲}{I_۰}\right)\xrightarrow[I_۲=۱۰^{-۶}\,W/m^۲]{I_۰=۱۰^{-۱۲}\,W/m^۲}\beta_۲=۱۰\log\frac{۱۰^{-۶}}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\Rightarrow\beta_۲=۱۰\log۱۰^۶\Rightarrow\beta_۲=۶۰\log۱۰\xrightarrow{\log۱۰=۱}\beta_۲=۶۰\,dB$$

۴۷۶. **گام اول:** وقتی در مکانی صوت به زحمت شنیده می‌شود، یعنی تراز شدت صوت در آن مکان صفر است $(\beta_۲=۰)$؛ بنابراین برای به دست آوردن فاصله از چشمهٔ صوت ابتدا با استفاده از رابطهٔ زیر نسبت $\frac{I_۲}{I_۱}$ را به دست می‌آوریم:

$$\Delta\beta=\beta_۲-\beta_۱=(۱۰\,dB)\log\left(\frac{I_۲}{I_۱}\right)\xrightarrow[\beta_۲=۰]{\beta_۱=۴۰\,dB}۰-۴۰=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\Rightarrow-۴=\log\frac{I_۲}{I_۱}\xrightarrow{\log۱۰^{-۴}=-۴}\log۱۰^{-۴}=\log\frac{I_۲}{I_۱}\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=۱۰^{-۴}$$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ زیر، فاصله از چشمه $(r_۲)$ را به دست می‌آوریم. دقت کنید، بسامد و دامنهٔ چشمه صوت ثابت است.

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{f_۲}{f_۱}\times\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲\xrightarrow[f_۱=f_۲,A_۱=A_۲]{r_۱=۱۵\,m}۱۰^{-۴}=\left(۱\times۱\times\frac{۱۵}{r_۲}\right)^۲$$

$$\Rightarrow۱۰^{-۲}=\frac{۱۵}{r_۲}\Rightarrow r_۲=۱۵۰۰\,m$$

۴۷۷. با داشتن $\beta_۱$ و $\beta_۲$ با استفاده از رابطهٔ $\Delta\beta=\beta_۲-\beta_۱=(۱۰dB)\log\left(\frac{I_۲}{I_۱}\right)$ و با توجه به این‌که $\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^۲$ است، می‌توان نوشت:

$$\beta_۲-\beta_۱=(۱۰\,dB)\log\left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^۲$$

$$\xrightarrow[\beta_۲=۲۰\,dB]{\beta_۱=۲۵\,dB}۲۰-۲۵=۱۰\log\left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^۲$$

$$\Rightarrow-۵=۲۰\log\frac{d_۱}{d_۲}\Rightarrow-\frac{۱}{۴}=\log\frac{d_۱}{d_۲}$$

$$\xrightarrow{-\frac{۱}{۴}=\log۱۰^{-\frac{۱}{۴}}}\log۱۰^{-\frac{۱}{۴}}=\log\frac{d_۱}{d_۲}\Rightarrow\frac{d_۱}{d_۲}=۱۰^{-\frac{۱}{۴}}$$

$$\Rightarrow\frac{d_۲}{d_۱}=۱۰^{\frac{۱}{۴}}\Rightarrow\frac{d_۲}{d_۱}=\sqrt[۴]{۱۰}$$

دقت کنید، $\log۱۰^{-\frac{۱}{۴}}=-\frac{۱}{۴}\log۱۰=-\frac{۱}{۴}$ است.

۴۷۸. **گام اول:** برای محاسبهٔ تغییر تراز شدت صوت باید از رابطهٔ $\Delta\beta=\beta_۲-\beta_۱=(۱۰\,dB)\log\left(\frac{I_۲}{I_۱}\right)$ استفاده کنیم؛ بنابراین ابتدا باید نسبت $\frac{I_۲}{I_۱}$ را به دست آوریم. با توجه به این‌که $A_۲=۵A_۱$، $f_۲=۵f_۱$ و $r_۲=\frac{r_۱}{۲}$ است، می‌توان نوشت:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{f_۲}{f_۱}\times\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{۵A_۱}{A_۱}\times\frac{۵f_۱}{f_۱}\times\frac{r_۱}{\frac{۱}{۲}r_۱}\right)^۲$$

$$\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=۵۰^۲$$

گام دوم: تغییر تراز شدت صوت را به دست می‌آوریم:

$$\Delta\beta=(۱۰\,dB)\log\left(\frac{I_۲}{I_۱}\right)\Rightarrow\Delta\beta=۱۰\log۵۰^۲\Rightarrow\Delta\beta=۲۰\log۵۰$$

$$\xrightarrow{۵۰=۱۰\times۵}\Delta\beta=۲۰\log۱۰\times۵$$

$$\xrightarrow{\log ab=\log a+\log b}\Delta\beta=۲۰(\log۱۰+\log۵)$$

$$\xrightarrow[\log۱۰=۱]{\log۵=۰/۷}\Delta\beta=۲۰\times(۱+۰/۷)\Rightarrow\Delta\beta=۳۴\,dB$$

۴۷۹. **گام اول:** برای محاسبهٔ $\beta_A-\beta_B$، باید نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ را داشته باشیم: بنابراین باید دامنه (A) و بسامد (f) را داشته باشیم. با توجه به نمودار جابه‌جایی ـ مکان، دامنهٔ موج A، ۲ برابر دامنهٔ موج B $(A_A=۲A_B)$ و $\lambda_A=\frac{\lambda_B}{۲}$ است: بنابراین با توجه به این که تندی انتشار صوت برای هر دو موج یکسان است (زیرا در یک محیط منتشر می‌شوند.)، ابتدا با استفاده از رابطهٔ $f=\frac{v}{\lambda}$، نسبت $\frac{f_A}{f_B}$ را حساب می‌کنیم:

$$\lambda_A=\frac{\lambda_B}{۲}\Rightarrow\lambda_B=۲\lambda_A$$

$$f=\frac{v}{\lambda}\xrightarrow{v_A=v_B}\frac{f_A}{f_B}=\frac{\lambda_B}{\lambda_A}\Rightarrow\frac{f_A}{f_B}=\frac{۲\lambda_A}{\lambda_A}\Rightarrow\frac{f_A}{f_B}=۲$$

گام دوم: نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{I_A}{I_B}=\left(\frac{A_A}{A_B}\times\frac{f_A}{f_B}\times\frac{r_B}{r_A}\right)^۲$$

$$\xrightarrow[A_A=۲A_B\,,\,\frac{f_A}{f_B}=۲]{r_A=r_B}\frac{I_A}{I_B}=(۲\times۲\times۱)^۲=۱۶=۲^۴$$

گام سوم: $\beta_A-\beta_B$ را به دست می‌آوریم:

$$\beta_A-\beta_B=(۱۰\,dB)\log\left(\frac{I_A}{I_B}\right)\Rightarrow\beta_A-\beta_B=۱۰\log۲^۴=۴۰\log۲$$

$$\xrightarrow{\log۲=۰/۳}\beta_A-\beta_B=۴۰\times۰/۳\Rightarrow\beta_A-\beta_B=۱۲\,dB$$

۴۸۰. **الف** بلندی تُن

ب ارتفاع تُن

پ بلندی ـ ارتفاع تُن

ت تُن موسیقی

ث بسامدی

۴۸۱. **الف** می‌شنود. (گوش انسان صوت‌هایی که بسامد آن‌ها بین ۲۰ Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz است را می‌شنود.)

ب نمی‌شنود. (تمام امواج صوتی بین ۲۰ Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz اگر از شدت کافی برخودار باشند، قابل شنیدن می‌باشند.)

پ می‌شنود.

۴۸۲. **الف** ارتفاع و بلندی تُن

ب **ارتفاع:** بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند.

بلندی: شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.

۴۸۳. ارتفاع به بسامد و بلندی به شدت صوت وابسته هستند.

۴۸۴. **الف** گوش انسان قادر به شنیدن تُن‌هایی (صداهایی) با بسامد ۲۰ Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz است.

ب بله: زیرا در گسترهٔ بسامدهایی است که گوش انسان قادر به شنیدن آن است. گوش انسان صوت‌هایی که بسامد آن‌ها بین ۲۰ Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz است را می‌شنود.

پ بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ۲۰۰۰ Hz تا ۵۰۰۰ Hz است.

۴۸۵. **الف** کوچک‌تر / **ب** بیشتر / **پ** است. / **ت** هم‌اندازه با / **ث** کمتر / **ج** افزایش

۴۸۶. الف) b / ب) d / پ) c / ت) a

۴۸۷. الف) c / ب) f / پ) g / ت) e

۴۸۸. **الف** در جلوی منبع صوتی بیشتر و در عقب آن کمتر می‌شود.

ب خیر: اگر چشمهٔ صوت ساکن باشد، طول‌موج آن تغییر نمی‌کند و به حرکت ناظر بستگی ندارد.

۴۸۹. اثر دوپلر

۴۹۰. چون چشمهٔ صوت به شنوندهٔ A نزدیک و از شنوندهٔ B دور می‌شود، بسامد صوتی که شنوندهٔ A دریافت می‌کند، از بسامد چشمهٔ صوت بزرگ‌تر و بسامد صوتی که شنوندهٔ B دریافت می‌کند، از بسامد چشمهٔ صوت کوچک‌تر است.

۴۹۱. اگر طول‌موج ماشین آتش‌نشانی را در حالت ساکن با λ_s نشان دهیم:

پس داریم:

$$\begin{cases} \lambda_A < \lambda_s \\ \lambda_B > \lambda_s \end{cases}$$

توضیح: چون ماشین آتش‌نشانی به شنوندهٔ ساکن A نزدیک و از شنوندهٔ ساکن B دور می‌شود، مطابق شکل زیر، فاصلهٔ جبهه‌های موج در جلوی ماشین کمتر از پشت آن خواهد بود، بنابراین شنوندهٔ ساکن A در جلو ماشین طول‌موج کوتاه‌تری را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن باشد، اندازه می‌گیرد و شنوندهٔ ساکن B در عقب ماشین طول‌موج بلندتری را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن باشد، اندازه خواهد گرفت.

۴۹۲. اگر طول‌موج چشمهٔ صوت را در حالت ساکن‌بودن با λ_s و بسامد آن را با f_s نشان دهیم، می‌توان نوشت:

$$\lambda_A = \lambda_B = \lambda_s \quad , \quad f_B > f_s \quad , \quad f_A < f_s$$

توضیح: ۱ اگر چشمهٔ صوت ساکن باشد، طول‌موج در همهٔ نقاط اطراف آن یکسان و برابر طول‌موج چشمهٔ صوت است و حرکت شنونده تأثیری در طول‌موج ندارد.

۲ اگر شنونده به چشمهٔ صوت ساکن نزدیک شود، بسامد دریافتی توسط شنونده بزرگ‌تر از بسامد چشمهٔ صوت ساکن است و اگر شنونده از چشمهٔ صوت دور شود، بسامد دریافتی توسط شنونده از بسامد چشمه صوت ساکن کوچک‌تر است.

۴۹۳. در وضعیت a بسامدی که ناظر می‌شنود با بسامد چشمهٔ موج یکسان است، زیرا هر دو ساکن‌اند. در وضعیت b، بسامد دریافتی توسط ناظر از بسامد چشمهٔ صوت بزرگ‌تر است؛ زیرا چشمه به ناظر نزدیک می‌شود، بنابراین $f_b > f_a$ است. در وضعیت c، بسامد دریافتی توسط ناظر از بسامد چشمهٔ صوت کوچک‌تر است، زیرا ناظر از چشمهٔ صوت دور می‌شود؛ بنابراین $f_c < f_a$ است.

۴۹۴. **الف** ۱ حالت «b»: وقتی چشمهٔ صوت در حرکت باشد، طول‌موج در جلو چشمه، کوچک‌تر از طول‌موج واقعی چشمه است.

۲ حالت «d»: وقتی چشمهٔ صوت در حرکت باشد، طول‌موج در عقب چشمه، بزرگ‌تر از طول‌موج واقعی چشمه است.

۳ حالت‌های «a»، «c» و «e»: وقتی چشمهٔ صوت ساکن باشد، طول‌موج دریافتی در همهٔ نقاط اطراف آن برابر طول‌موج واقعی چشمهٔ صوت است.

ب ۱ حالت‌های «b» و «c»: اگر چشمهٔ صوت به شنونده نزدیک و یا شنونده به چشمهٔ صوت نزدیک شود، بسامد دریافتی توسط شنونده از بسامد واقعی چشمهٔ صوت، بیشتر است.

۲ حالت‌های «d» و «e»: اگر چشمهٔ صوت از شنونده دور و یا شنونده از چشمهٔ صوت دور شود، بسامد دریافتی توسط شنونده از بسامد واقعی چشمهٔ صوت، کوچک‌تر است.

۳ حالت «a»: اگر ناظر و شنونده ساکن باشند، بسامد دریافتی توسط شنونده هم‌اندازه با بسامد واقعی چشمهٔ صوت است.

۴۹۵. وقتی تندی حرکت چشمه برابر با تندی انتشار صوت باشد، چشمهٔ صوت همگام با جبههٔ موج تولیدشده که در جلویش قرار دارد، حرکت می‌کند و جبهه‌های موج در جلوی چشمه مماس بر هم می‌شوند، بنابراین گزینهٔ «۳» درست است.

۴۹۶. کاهش ـ به آبی ـ افزایش ـ به سرخ

۴۹۷. **الف** تعیین تندی خودروها

ب وقتی چشمهٔ نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود، طول‌موج افزایش می‌یابد که به آن انتقال به سرخ می‌گویند.

پ وقتی چشمهٔ نور به ناظر نزدیک می‌شود، طول‌موج کاهش پیدا می‌کند که به آن انتقال به آبی می‌گویند.

ت چون ستاره به رنگ قرمز دیده می‌شود، طول‌موج آن نسبت به طول‌موج نور آبی بزرگ‌تر است و این نشان می‌دهد، ستاره در حال دورشدن از زمین است.

۴۹۸. **الف** دورشدن: وقتی چشمهٔ نور از آشکارساز دور گردد، طول‌موج آن افزایش می‌یابد که به آن اصطلاحاً انتقال به سرخ می‌گویند.

ب کاهش: چون تندی نور ثابت است، طبق رابطهٔ $f = \frac{v}{\lambda}$، با افزایش طول موج، بسامد نور کاهش می‌یابد.