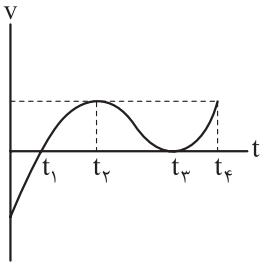
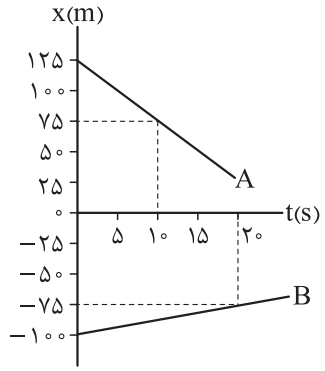
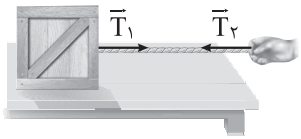
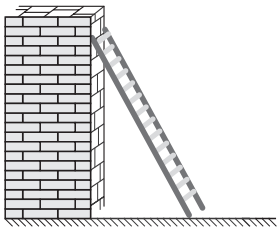
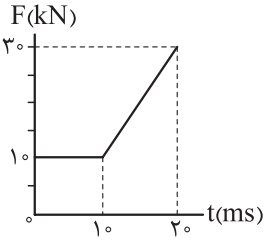
سؤالات امتحان شبیه‌ساز نهایی: فیزیک (۳)	رشته: علوم تجربی	تاریخ امتحان:	
نام و نام خانوادگی:	پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	
منطبق بر رویکرد جدید امتحانات نهایی	مرکز ارزشیابی خیلی‌سبز	تعداد صفحه: ۳	

ردیف	سـؤالات (پاسخ‌نامه دارد.)	نمره
۱	درستی یا نادرستی جملات زیر را با عبارت‌های (درست) یا (نادرست) در پاسخ‌برگ مشخص کنید. الف) در یک جابه‌جایی معین، تندی متوسط متحرک از اندازهٔ سرعت متوسط آن بزرگ‌تر است. ب) در حرکت با شتاب ثابت، تندی متوسط متحرک در یک بازهٔ زمانی، با میانگین تندی آن در ابتدا و انتهای بازه برابر است. پ) در حرکت با سرعت ثابت، مسافت طی‌شده توسط متحرک با اندازهٔ جابه‌جایی آن برابر است.	۰/۷۵
۲	نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند به شکل زیر است.  الف) در کدام بازه یا بازه‌های زمانی متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند؟ ب) در کدام بازه یا بازه‌های زمانی حرکت متحرک کندشونده است؟ پ) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 شتاب متحرک در جهت محور x است یا در خلاف جهت محور x؟ ت) در کدام لحظه یا لحظه‌ها جهت شتاب متحرک تغییر می‌کند؟	۱/۷۵
۳	متحرکی از مبدأ مکان در خلاف جهت محور x شروع به حرکت کرده و به تدریج بر تندی خود می‌افزاید. نمودار مکان ـ زمان این متحرک را به طور کیفی رسم کنید.	۰/۵
۴	نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B که با سرعت ثابت در راستای محور x حرکت می‌کنند، به شکل زیر است:  الف) سرعت هر متحرک را برحسب بردارهای یکه تعیین کنید. ب) معادلهٔ مکان ـ زمان دو متحرک در SI را بنویسید. پ) اگر خودروها با همین سرعت حرکت کنند، در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه دو متحرک به هم می‌رسند؟	۲
۵	معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $x = ۲t^۲ - ۱۲t + ۱۵$ است. الف) معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرک را بنویسید. ب) نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنید.	۱
۶	خودرویی با تندی $۹۰\,km/h$ در جاده‌ای مستقیم در حرکت است که ناگهان رانندهٔ خودرو یک مانع ساکن را در فاصلهٔ ۸۰ متری خود دیده و با شتابی ثابت به بزرگی $۵\,m/s^۲$ ترمز می‌گیرد. اگر زمان عکس‌العمل راننده $۰/۸\,s$ باشد: الف) از لحظهٔ دیدن مانع تا لحظهٔ ترمزگرفتن، خودرو چند متر جابه‌جا می‌شود؟ ب) با نوشتن روابط و انجام محاسبه‌های لازم، تعیین کنید که خودرو به مانع برخورد می‌کند یا نه؟	۲
۷	در جمله‌های زیر، از کلمات داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید. الف) اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم بستگی (دارد ـ ندارد). ب) معمولاً ضریب اصطکاک ایستایی بین دو سطح از ضریب اصطکاک جنبشی آن‌ها (کوچک‌تر ـ بزرگ‌تر) است. پ) تکانه کمیتی برداری‌ست، و جهت آن همان جهت بردار (سرعت ـ شتاب) جسم است. ت) اگر نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشند، جسم با (سرعت ـ شتاب) ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.	۱

سؤالات امتحان شبیه‌ساز نهایی: فیزیک (۳)	رشته: علوم تجربی	تاریخ امتحان:	
نام و نام خانوادگی:	پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	
منطبق بر رویکرد جدید امتحانات نهایی	مرکز ارزشیابی خیلی‌سبز	تعداد صفحه: ۳	

ردیف	سـؤالات (پاسخ‌نامه دارد.)	نمره
۸	در شکل زیر توسط طنابی با جرم ناچیز، جعبه‌ای را روی سطح افقی میز می‌کشیم. نیرویی که طناب به جعبه و دست وارد می‌کند، به ترتیب $\vec{T}_1$ و $\vec{T}_2$ است. در جمله‌های زیر، از کلمات داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید. الف) واکنش نیروی $\vec{T}_1$ به (طناب ـ جعبه) وارد می‌شود. ب) واکنش نیروی $\vec{T}_2$ به (طناب ـ دست) وارد می‌شود. پ) نیروهای $\vec{T}_1$ و $\vec{T}_2$ هم اندازه (هستند ـ نیستند). 	۰/۷۵
۹	آزمایشی برای اندازه‌گیری ثابت یک فنر طراحی کنید.	۱
۱۰	شخصی به جرم ۷۵ کیلوگرم، درون آسانسوری ساکن، روی ترازویی فنری ایستاده است. آسانسور با چه شتابی و در چه جهتی حرکت کند تا ترازو عدد $525\,N$ را نشان دهد؟ $(g = 10\,m/s^2)$	۱
۱۱	در شکل مقابل، نردبانی به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده و در آستانهٔ سرخوردن است. اگر بزرگی نیروی وارد از طرف دیوار به نردبان $600\,N$ و بزرگی نیروی وارد از طرف سطح افقی به نردبان $1000\,N$ باشد، جرم نردبان و ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و پای نردبان را به دست آورید. $(g = 10\,N/kg)$ 	۲
۱۲	نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی برحسب زمان به صورت شکل زیر است. تغییر تکانهٔ جسم و نیروی خالص متوسط وارد بر آن را در مدت زمان ۲۰ ثانیه‌ای نشان داده شده به دست آورید. 	۱/۵
۱۳	اگر شتاب گرانش در سطح زمین $10\,m/s^2$ و شعاع زمین $6400\,km$ در نظر گرفته شود، شتاب گرانش در ارتفاع $1600\,km$ از سطح زمین، چند متر بر مربع ثانیه است؟	۱
۱۴	در هر مورد از میان گزینه‌های داده‌شده، گزینهٔ درست را انتخاب کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید. الف) جسم متصل به فنر روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حال حرکت هماهنگ ساده است. بسامد نوسان‌های جسم به کدام‌یک از کمیت‌های زیر بستگی دارد؟ ۱) جرم جسم ۲) ثابت فنر ۳) دامنهٔ نوسان ب) بسامد طبیعی نوسانگری f_0 است. این نوسانگر با اعمال یک نیروی خارجی، با بسامد f_d به نوسان واداشته می‌شود. شرط رخ‌دادن تشدید برای این نوسانگر کدام است؟ ۱) $f_d < f_0$ ۲) $f_d > f_0$ ۳) $f_d = f_0$	۰/۵

سؤالات امتحان شبیه‌ساز نهایی: فیزیک (۳)	رشته: علوم تجربی	تاریخ امتحان:	
نام و نام خانوادگی:	پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	
منطبق بر رویکرد جدید امتحانات نهایی	مرکز ارزشیابی خیلی‌سبز	تعداد صفحه: ۳	

ردیف	سـؤالات (پاسخ‌نامه دارد.)	نمره
۱۵	معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر به جرم ۵۰g، در SI به صورت $x = ۰/۰۸\cos(۵۰\pi t)$ است. الف) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای دومین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟ ب) بیشینهٔ تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟	۱/۲۵
۱۶	وزنه‌ای به جرم m به فنری بسته شده و با دامنهٔ A حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و انرژی مکانیکی نوسانگر برابر $E_۱$ است. اگر وزنه‌ای به جرم ۲m را به همان فلز ببندیم و آن را با دامنهٔ A به نوسان درآوریم، انرژی مکانیکی نوسانگر برابر $E_۲$ می‌شود. با نوشتن روابط لازم، $E_۱$ را با $E_۲$ مقایسه کنید.	۱
۱۷	اگر طول آونگ ساده‌ای ۱۵cm کاهش یابد، دورهٔ تناوب آن ۱۲/۵ درصد کاهش می‌یابد. طول اولیهٔ این آونگ چند سانتی‌متر است؟	۱
	«پیروز و سربلند باشید.» جمع بارم	۲۰

۱ درستی یا نادرستی جملات زیر را با عبارت‌های (درست) یا (نادرست) در پاسخ‌برگ مشخص کنید.

الف) در یک جابه‌جایی معین، تندی متوسط متحرک از اندازهٔ سرعت متوسط آن بزرگ‌تر است.

ب) در حرکت با شتاب ثابت، تندی متوسط متحرک در یک بازهٔ زمانی، با میانگین تندی آن در ابتدا و انتهای بازه برابر است.

پ) در حرکت با سرعت ثابت، مسافت طی‌شده توسط متحرک با اندازهٔ جابه‌جایی آن برابر است.

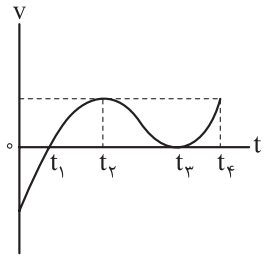
راهنمای تصحیح

الف) نادرست　　ب) درست　　پ) درست (هر مورد ۰/۲۵)

الف) در یک جابه‌جایی معین، اگر متحرک تغییر جهت نداده باشد، تندی متوسط متحرک با اندازهٔ سرعت متوسط برابر است.

پ) در حرکت با سرعت ثابت، چون متحرک تغییر جهت نمی‌دهد، مسافت طی‌شده با اندازهٔ جابه‌جایی آن برابر است.

۲ نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند به شکل زیر است.



الف) در کدام بازه یا بازه‌های زمانی متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند؟

ب) در کدام باره یا بازه‌های زمانی حرکت متحرک کند شونده است؟

پ) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 شتاب متحرک در جهت محور x است یا در خلاف جهت محور x ؟

ت) در کدام لحظه یا لحظه‌ها جهت شتاب متحرک تغییر می‌کند؟

راهنمای تصحیح

الف) دربازه زمانی (t_1, t_4) (۰/۲۵)

ب) $(0, t_1)$ و (t_2, t_3) (۰/۲۵)

پ) خلاف جهت محور x (۰/۲۵)

ت) t_3, t_2 (۰/۵)

پاسخ خیلی تشریحی

الف) هر جا سرعت مثبت باشد متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند.

ب) در هر بازهٔ زمانی که سرعت به محور زمان نزدیک می‌شود یعنی سرعت در حال کاهش و حرکت کندشونده است.

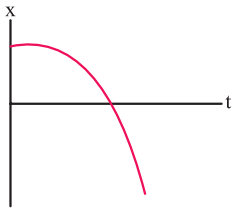
پ) در نمودار $v-t$ ، شیب خط مماس بر نمودار جهت شتاب حرکت را روی محور xها مشخص می‌کند.

ت) در هر لحظه‌ای که جهت شیب خط مماس بر نمودار قبل و بعد از آن متفاوت باشد، جهت شتاب متحرک تغییر می‌کند.

۳ **متحرکی از مبدأ مکان در خلاف جهت محور x شروع به حرکت کرده و به تدریج بر تندی خود می‌افزاید. نمودار مکان ـ زمان این متحرک را به طور کیفی رسم کنید.**

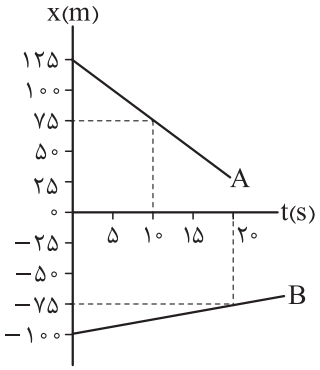
راهنمای تصحیح رسم سهمی (۰/۲۵)

افقی بودن قسمت اول نمودار (۰/۲۵)



برای رسم نمودار مکان ـ زمان، چون متحرک شروع به حرکت کرده پس باید در لحظهٔ $t = 0$ نمودار به صورت افقی رسم شود تا شیب مماس بر نمودار که نشان‌دهندهٔ سرعت اولیه است صفر باشد، هم‌چنین چون متحرک در خلاف جهت محور x شروع به حرکت کرده باید نمودار به سمت $-x$ و سهمی باشد چون بر تندی آن افزوده شده است و متحرک دارای شتاب ثابت است.

۴ نمودار مکان ـ زمان دو متحرک **A** و **B** که با سرعت ثابت در راستای محور **x** حرکت می‌کنند، به شکل زیر است:



الف) سرعت هر متحرک را برحسب بردارهای یکه تعیین کنید.

ب) معادلهٔ مکان ـ زمان دو متحرک در **SI** را بنویسید.

پ) اگر خودروها با همین سرعت حرکت کنند، در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه دو متحرک به هم می‌رسند؟

راهنمای تصحیح »

الف)

$$\text{متحرک A}: v_A = \overbrace{\frac{\Delta x}{\Delta t}}^{(۰/۲۵)} = \frac{۷۵-۱۲۵}{۱۰-۰} = \frac{-۵۰}{۱۰} \Rightarrow v_A = -۵\vec{i} \quad (۰/۲۵)$$

$$\text{متحرک B}: v_B = \frac{-۷۵-(-۱۰۰)}{۲۰-۰} = \frac{۲۵}{۲۰} \Rightarrow v_B = ۱/۲۵\vec{i} \quad (۰/۲۵)$$

ب)

$$x = vt + x_۰ \ (۰/۲۵) \Rightarrow \begin{cases} x_A = -۵t + ۱۲۵ \ (۰/۲۵) \\ x_B = ۱/۲۵t - ۱۰۰ \ (۰/۲۵) \end{cases}$$

پ)

$$\text{شرط به هم رسیدن}: x_A = x_B \ (۰/۲۵) \Rightarrow -۵t + ۱۲۵ = ۱/۲۵t - ۱۰۰$$

$$\Rightarrow ۳/۷۵t = ۲۲۵ \Rightarrow t = ۶۰s \ (۰/۲۵)$$

درس Box

در هر لحظه شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان برابر سرعت متحرک است:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی که با سرعت ثابت حرکت می‌کند به صورت مقابل است:

$$\underset{\text{مکان متحرک (m)}}{x} = \underset{\text{سرعت متحرک (m/s)}}{v}\underset{\text{زمان (s)}}{t} + \underset{\text{مکان اولیه (m)}}{x_۰}$$

۵ معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $x = ۲t^۲ + ۱۲t + ۱۵$ است.

الف) معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرک را بنویسید.

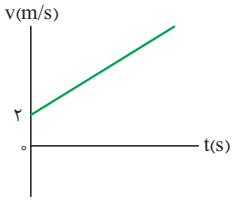
ب) نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنید.

راهنمای تصحیح

$$\left.\begin{matrix} x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \\ x = ۲t^۲ + ۱۲t + ۱۵ \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{matrix} a = ۴\,m/s^۲ \\ v_۰ = +۱۲\,m/s \end{matrix}$$

$v = at + v_۰$ (۰/۲۵) $\Rightarrow v = ۴t + ۱۲$ (۰/۲۵)

$$v = ۴t - ۱۲ \begin{cases} t = ۰ \Rightarrow v = -۱۲\,m/s \\ v = ۰ \Rightarrow ۰ = ۴t - ۱۲ \Rightarrow t = -۳s \text{ غیرقابل قبول} \end{cases}$$



(۰/۲۵) عدد $v_۰$

(۰/۲۵) شیب نمودار

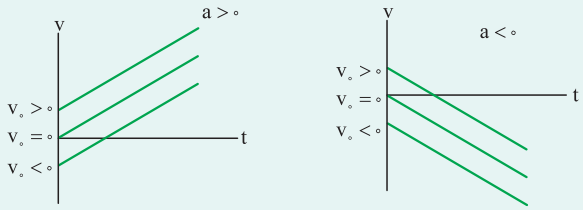
درس Box

در حرکت با شتاب ثابت معادلهٔ مکان ـ زمان و شتاب زمان به صورت معادلهٔ زیر است:

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰$$

$$v = at + v_۰$$

نمودار سرعت ـ زمان: شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان، شتاب حرکت را نشان می‌دهد. پس با توجه به شیب نمودار و سرعت اولیهٔ متحرک، نمودارها به حالت‌های زیر رسم می‌شوند:



۶ خودرویی با تندی $۹۰\,km/h$ در جاده‌ای مستقیم در حرکت است که ناگهان رانندهٔ خودرو یک مانع ساکن را در فاصلهٔ ۸۰ متری خود دیده و با شتابی ثابت به بزرگی $۵\,m/s^۲$ ترمز می‌گیرد. اگر زمان عکس‌العمل راننده $۰/۸\,s$ باشد:

الف) از لحظهٔ دیدن مانع تا لحظهٔ ترمزگرفتن، خودرو چند متر جابه‌جا می‌شود؟

ب) با نوشتن روابط و انجام محاسبه‌های لازم، تعیین کنید که خودرو به مانع برخورد می‌کند یا نه؟

راهنمای تصحیح»

الف)

$$v_۲^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \ (۰/۲۵) \Rightarrow ۰ - \underbrace{(\frac{۹۰}{۳/۶})^۲ = ۲(-۵)(\Delta x)}_{(۰/۲۵)} \Rightarrow \Delta x = ۶۲/۵ \ m \quad (۰/۲۵)$$

ب)

$$\overbrace{\Delta x' = vt}^{(۰/۲۵)} = \overbrace{(\frac{۹۰}{۳/۶})\times ۰/۸}^{(۰/۲۵)} = ۲۰m \quad (۰/۲۵)$$

$$\Delta x + \Delta x' = ۶۲/۵ + ۲۰ = ۸۲/۵ \quad (۰/۲۵)$$

به مانع برخورد می‌کند. (۰/۲۵)

درس Box

در حرکت با شتاب ثابت، معادلهٔ مستقل از زمان به صورت زیر است:

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow (m) \text{ جابه‌جایی}$$

سرعت اولیه (m/s) ↑ ↓ شتاب $(m/s^۲)$

سرعت ثانویه (m/s)

۷ در جمله‌های زیر، از کلمات داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید.

الف) اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم بستگی (دارد ـ ندارد).

ب) معمولاً ضریب اصطکاک ایستایی بین دو سطح از ضریب اصطکاک جنبشی بین آن‌ها (کوچک‌تر ـ بزرگ‌تر) است.

پ) تکانه کمیتی برداری است و جهت آن همان جهت بردار (سرعت ـ شتاب) جسم است.

ت) اگر نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشد، جسم با (سرعت ـ شتاب) ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

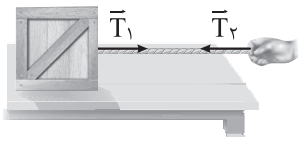
راهنمای تصحیح » الف) ندارد ب) بزرگ‌تر پ) سرعت ت) سرعت (هر مورد ۰/۲۵)

الف) اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی به عامل‌هایی مثل جنس سطح تماس و میزان صافی و زبری آن‌ها بستگی دارد.

پ) تکانه، کمیتی برداری است که از رابطهٔ $\vec{p} = m\vec{v}$ به دست می‌آید و جهت تکانه با v یکسان است.

ت) وقتی نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشند اگر جسم ساکن باشد، همچنان ساکن باقی می‌ماند و اگر در حال حرکت باشد سرعت جسم ثابت می‌ماند.

۸ در شکل زیر توسط طنابی با جرم ناچیز، جعبه‌ای را روی سطح افقی میز می‌کشیم. نیرویی که طناب به جعبه و دست وارد می‌کند، به ترتیب $\vec{T}_1$ و $\vec{T}_2$ است. در جمله‌های زیر، از کلمات داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید.



الف) واکنش نیروی $\vec{T}_1$ به (طناب ـ جعبه) وارد می‌شود.

ب) واکنش نیروی $\vec{T}_2$ به (طناب ـ دست) وارد می‌شود.

پ) نیروهای $\vec{T}_1$ و $\vec{T}_2$ هم اندازه (هستند ـ نیستند).

راهنمای تصحیح

الف) طناب ب) طناب پ) هستند *(هر مورد ۰/۲۵)*

- طبق قانون سوم نیوتون چون T_1 نیروی طناب به جعبه است، پس واکنش T_1 نیروی جعبه به طناب است.
- طبق قانون سوم نیوتون چون T_2 نیروی طناب به دست است، در نتیجه واکنش T_2 نیروی دست به طناب است.
- نیروی طناب در سرتاسر آن هم اندازه است.

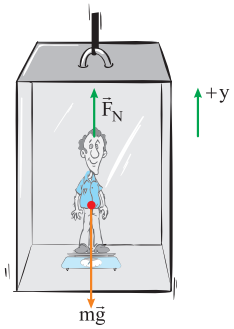
۹ آزمایشی برای اندازه‌گیری ثابت یک فنر طراحی کنید.

راهنمای تصحیح» فنری با طول اولیهٔ x_0 را از یک نقطه به طور قائم آویزان می‌کنیم و به سر دیگر آن وزنه‌ای به جرم m وصل می‌کنیم (۰/۲۵) کمی صبر می‌کنیم تا وزنه به حالت تعادل برسد (۰/۲۵). طول فنر را اندازه می‌گیریم (x_1) و تغییر طول فنر را به دست می‌آوریم $(x = x_1 - x_0)$ و در رابطهٔ زیر قرار می‌دهیم تا ثابت فنر به دست آید. (۰/۲۵)

$$kx = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{x}$$ (۰/۲۵)

۱۰ شخصی به جرم ۷۵ کیلوگرم، درون آسانسوری ساکن، روی ترازویی فنری ایستاده است. آسانسور با چه شتابی و در چه جهتی حرکت کند تا ترازو عدد ۵۲۵N را نشان دهد؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

راهنمای تصحیح » مطابق شکل به شخص دو نیرو وارد می‌شود، یکی نیروی وزن و دیگری نیروی عمودی سطح. قانون دوم نیوتون را در راستای قائم می‌نویسیم تا شتاب حرکت را پیدا کنیم. (جهت مثبت را بالا در نظر می‌گیریم.)

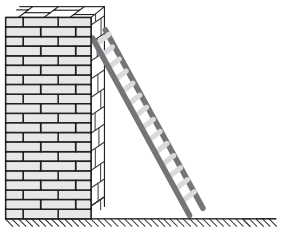


$$F_{net} = ma \Rightarrow F_N - mg = ma \ (۰/۲۵) \Rightarrow ۵۲۵ - ۷۵ \times ۱۰ = ۷۵a \ (۰/۲۵)$$

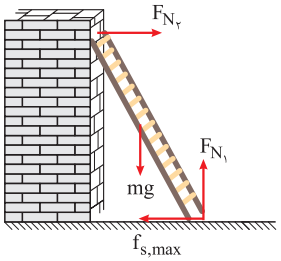
$$\Rightarrow ۵۲۵ - ۷۵۰ = ۷۵a \Rightarrow a = \frac{-۲۲۵}{۷۵} = -۳ \ m/s^۲ \ (۰/۲۵)$$

چون جهت مثبت را به سمت بالا در نظر گرفته بودیم پس آسانسور به سمت پایین حرکت می‌کند. (۰/۲۵)

۱۱ در شکل مقابل، نردبانی به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده و در آستانهٔ سرخوردن است. اگر بزرگی نیروی وارد از طرف دیوار به نردبان $۶۰۰\,N$ و بزرگی نیروی وارد از طرف سطح افقی به نردبان $۱۰۰۰\,N$ باشد، جرم نردبان و ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و پای نردبان را به دست آورید. $(g = ۱۰\,N/kg)$



راهنمای تصحیح» نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم:



از طرف دیوار فقط نیروی $F_{N_۲}$ به نردبان وارد می‌شود پس:

$$F_{N_۲} = ۶۰۰\,N \quad (۰/۲۵)$$

در راستای افقی، قانون دوم نیوتون را می‌نویسیم:

$$F_{N_۲} = f_{s,max} = ۶۰۰\,N \quad (۰/۲۵)$$

نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند برایند دو نیروی $F_{N_۱}$ و $f_{s,max}$ است، پس:

$$R = \sqrt{F_{N_۱}^۲ + f_{s,max}^۲} \ (۰/۲۵) \Rightarrow ۱۰۰۰ = \sqrt{F_{N_۱}^۲ + ۶۰۰^۲} \Rightarrow F_{N_۱} = ۸۰۰\,N \ (۰/۲۵)$$

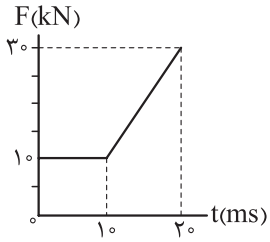
در راستای قائم قانون دوم را می‌نویسیم تا جرم نردبان را به دست آوریم:

$$mg = F_{N_۱} \ (۰/۲۵) \Rightarrow m(۱۰) = ۸۰۰ \Rightarrow m = ۸۰\,kg \ (۰/۲۵)$$

از رابطهٔ نیروی اصطکاک بیشینه داریم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_{N_۱} \ (۰/۲۵) \Rightarrow ۶۰۰ = \mu_s(۸۰۰) \Rightarrow \mu_s = \frac{۳}{۴} \ (۰/۲۵)$$

۱۲ نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی برحسب زمان به صورت شکل زیر است. تغییر تکانهٔ جسم و نیروی خالص متوسط وارد بر آن را در مدت زمان ۲۰ ثانیه‌ای نشان داده شده به دست آورید.



راهنمای تصحیح » سطح زیر نمودار برابر تغییرات تکانه است. طبق شکل یک مربع داریم و یک ذوزنقه، پس مجموع مساحت این دو شکل برابر تغییرات تکانه است:

$$\Delta p = S \Rightarrow \Delta p = \underbrace{(۱۰\times ۱۰)}_{(۰/۲۵)} + \underbrace{\frac{(۱۰+۳۰)\times ۱۰}{۲}}_{(۰/۲۵)} = ۱۰۰+۲۰۰$$

$$\Rightarrow \Delta p = ۳۰۰\frac{kg.m}{s} \quad (۰/۲۵)$$

$$\underbrace{F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}}_{(۰/۲۵)} \Rightarrow F_{av} = \frac{۳۰۰}{۲۰} = ۱۵\,N \quad (۰/۵)$$

۱۳ اگر شتاب گرانش در سطح زمین $10\,m/s^2$ و شعاع زمین $6400\,km$ در نظر گرفته شود، شتاب گرانش در ارتفاع $1600\,km$ از سطح زمین، چند متر بر مربع ثانیه است؟

راهنمای تصحیح »

$$g=\frac{GMe}{r^2}\ (0/25) \Rightarrow \frac{g}{g_0}=(\frac{r_0}{r})^2\ (0/25)$$

$$\Rightarrow \frac{g}{10}=(\frac{6400}{6400+1600})^2\ (0/25) \Rightarrow g=(\frac{6400}{8000})^2\times 10$$

$$\Rightarrow g=\frac{64}{100}\times 10=6/4\ m/s^2\ (0/25)$$

۱۴ در هر مورد از میان گزینه‌های داده‌شده، گزینهٔ درست را انتخاب کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید.

الف) جسم متصل به فنر روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حال حرکت هماهنگ ساده است. بسامد نوسان‌های جسم به کدام‌یک از کمیت‌های زیر بستگی ندارد؟

۱) جرم جسم ۲) ثابت فنر ۳) دامنهٔ نوسان

ب) بسامد طبیعی نوسانگری f_0 است. این نوسانگر با اعمال یک نیروی خارجی، با بسامد f_d به نوسان واداشته می‌شود. شرط رخ‌دادن تشدید برای این نوسانگر کدام است؟

۱) $f_d < f_0$ ۲) $f_d > f_0$ ۳) $f_d = f_0$

راهنمای تصحیح

الف) گزینهٔ (۳)؛ بسامد نوسان در سامانهٔ جرم ـ فنر از رابطهٔ زیر حساب می‌شود:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

پس به دامنهٔ نوسان بستگی ندارد. (۰/۲۵)

ب) گزینهٔ (۳)؛ شرط رخ‌دادن تشدید این است که بسامد طبیعی با بسامد نوسان واداشته با هم برابر باشند. (۰/۲۵)

۱۵ معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر به جرم ۵۰g، در SI به صورت $x = ۰/۰۸\cos(۵۰\pi t)$ است.

الف) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای دومین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟

ب) بیشینهٔ تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

راهنمای تصحیح » الف) تندی نوسانگر در نقطهٔ تعادل، بیشینه است که همواره مضرب فردی از $\frac{T}{۴}$ است، پس:

$$\frac{۲\pi}{T}t = ۵۰\pi t \Rightarrow T = ۰/۰۴s \quad (۰/۲۵)$$

دومین بار که تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد در $\frac{۳T}{۴}$، است پس:

$$\underbrace{\frac{۳T}{۴} = \frac{۳\times ۰/۰۴}{۴}}_{(۰/۲۵)} = ۰/۰۳s \quad (۰/۲۵)$$

ب)

$$\underbrace{v = A\omega = ۰/۰۸\times ۵۰\pi}_{(۰/۲۵)} = ۴\pi\, m/s \quad (۰/۲۵)$$

۱۶ وزنه‌ای به جرم m به فنری بسته شده و با دامنهٔ A حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و انرژی مکانیکی نوسانگر برابر E_1 است. اگر وزنه‌ای به جرم $2m$ را به همان فنر ببندیم و آن را با دامنهٔ A به نوسان درآوریم، انرژی مکانیکی نوسانگر برابر E_2 می‌شود. با نوشتن روابط لازم، E_1 را با E_2 مقایسه کنید.

راهنمای تصحیح » طبق رابطهٔ $E=\frac{1}{2}kA^2$ داریم:

$$E_1=\frac{1}{2}kA^2 \ (0/25)$$
$$E_2=\frac{1}{2}kA^2 \ (0/25) \xrightarrow{k \text{ و } A \text{ برابر}} E_1=E_2 \ (0/5)$$

۱۷ اگر طول آونگ ساده‌ای ۱۵cm کاهش یابد، دورهٔ تناوب آن ۱۲/۵ درصد کاهش می‌یابد. طول اولیهٔ این آونگ چند سانتی‌متر است؟

راهنمای تصحیح »

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \frac{T_۱}{T_۲} = \sqrt{\frac{L_۱}{L_۲}} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \frac{T_۱}{\frac{۷}{۸}T_۱} = \sqrt{\frac{L_۱}{L_۱ - ۱۵}} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \frac{۸}{۷} = \sqrt{\frac{L_۱}{L_۱ - ۱۵}} \Rightarrow \frac{۶۴}{۴۹} = \frac{L_۱}{L_۱ - ۱۵}$$

$$\Rightarrow ۶۴L_۱ - ۹۶۰ = ۴۹L_۱ \Rightarrow ۱۵L_۱ = ۹۶۰$$

$$\Rightarrow L_۱ = ۶۴\,cm \quad (۰/۲۵)$$

۱۸ فنری به جرم ۲۰۰g و طول ۵۰cm را با نیروی ۱۰N می‌کشیم. اگر سر آزاد فنر با بسامد ۲۰Hz به نوسان درآید، طول موج ایجادشده در فنر چند سانتی‌متر است؟

راهنمای تصحیح »

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{۲۰۰ \times ۱۰^{-۳}}{۵۰ \times ۱۰^{-۲}} = ۰/۴ \quad (۰/۲۵)$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۱۰}{۰/۴}} = ۵ \ m/s \quad (۰/۲۵)$$

$$\underbrace{\lambda = \frac{v}{f}} = \frac{۵}{۲۰} m = ۲۵ \ cm \quad (۰/۲۵)$$

(۰/۲۵)