

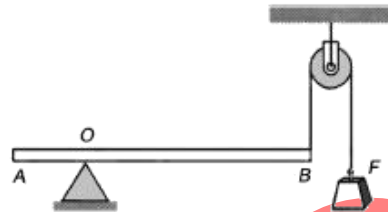
مکانیک

دینامیک و تکانه

المپیاد فیزیک ایران - دوره ۱ تا ۲۰

-۱

در شکل زیر میله همگن AB به طول L به حالت افقی و در وضع تعادل است. اگر وزن میله W و فاصله تکیه گاه O از نقطه A برابر $\frac{1}{4}$ طول میله باشد، وزنه F برابر است با:



(د) $\frac{1}{4}W$

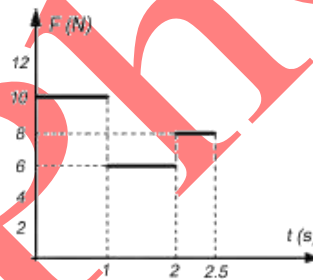
(ج) $\frac{1}{3}W$

(ب) W

(الف) $4W$

-۲

شکل زیر نمودار تغییرات نیروی وارد بر جسمی به جرم 5 kg را نسبت به زمان نشان می دهد. اگر تحت اثر این نیرو جسم از حال سکون شروع به حرکت کند، سرعت آن پس از $\frac{2}{5}$ ثانیه چند m/s می باشد؟



(د) 10

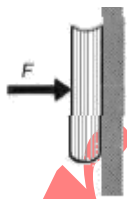
(ج) 8

(ب) 6

(الف) 4

-۳

با دست کتابی را محکم به یک دیوار قائم فشار می دهیم. بعد آهسته آهسته فشار را کم می کنیم تا سرانجام کتاب در آستانه حرکت قرار گیرد. اگر نیرویی که بر کتاب وارد کرده ایم، با F نشان داده شود:



(الف) مقدار اصطکاک در هر لحظه برابر است با $f = \mu F$ ، یعنی با کم شدن نیروی دست اصطکاک هم کم می شود.

(ب) اصطکاک همواره برابر وزن کتاب است.

(ج) فقط به هنگام شروع حرکت کتاب، اصطکاک برابر وزن کتاب است.

(د) نیروی اصطکاک برابر است با μMg .

-۴

در برخورد کاملاً غیر کشسان یک جسم متحرک با یک دیوار محکم (ساکون)، انرژی جنبشی جسم منجر به تغییر شکل جسم می شود. اما در برخورد کشسان، انرژی جنبشی جسم حفظ می شود و جسم با همان اندازه سرعت هنگام برخورد، بر می گردد. برای آن که یک اتوموبیل برای سرنشینانوش ایمن تر باشد، باید طوری ساخته شود که در برخوردها:

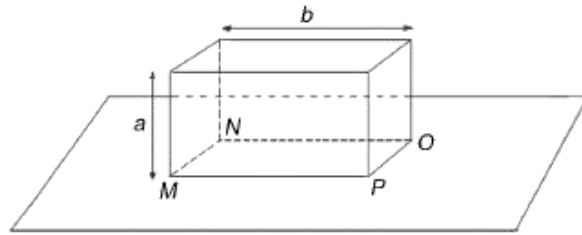
(ب) به طور غیر کشسان عمل کند.

(الف) به طور کشسان عمل کند.

۵-

مکعب مستطیلی مطابق شکل روی یک سطح افقی قرار دارد. یال MN را حداقل تا چه ارتفاعی از سطح زمین بالا آوریم تا جسم حول OP بچرخد و روی وجه دیگر خود قرار گیرد؟

IRYSC.COM



(د) $\frac{1}{3}\sqrt{a^2+b^2}$

(ج) b

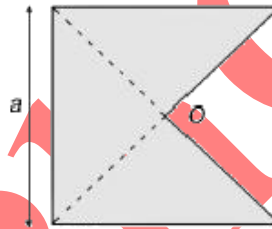
(ب) $\frac{a^2}{\sqrt{a^2+b^2}}$

(الف) $\frac{b^2}{\sqrt{a^2+b^2}}$

۶-

مطابق شکل از کناره یک صفحه مربع شکل یکنواخت به ضلع a قسمتی را جدا کرده‌ایم. فاصله مرکز ثقل جسم از مرکز مربع (نقطه O) چقدر است؟

IRYSC.COM



(د) $\frac{2a}{9}$

(ج) $\frac{a}{4}$

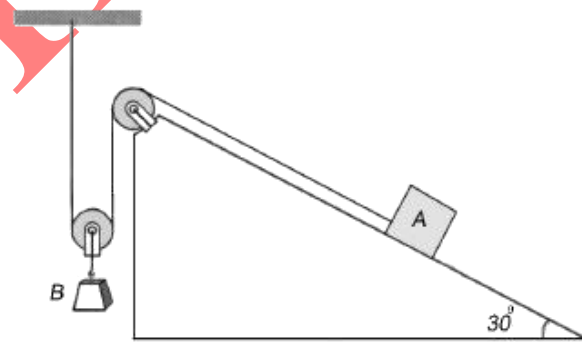
(ب) $\frac{a}{3}$

(الف) $\frac{a}{6}$

۷-

در شکل زیر وزن جسم A برابر 300 N و وزن جسم B برابر 450 N و دستگاه ساکن است. نیروی اصطکاک سطح شیب‌دار چند نیوتن است؟

IRYSC.COM



(د) 125

(ج) 100

(ب) 75

(الف) 50

۸-

چهار وزنه مشابه 2 کیلوگرمی را با 3 فنر مشابه سبک با ثابت فنر 2 N/cm طوری به یکدیگر می‌بندیم که میان هر دو وزنه متوالی یک فنر باشد. وقتی دستگاه را روی یک میز افقی بدون اصطکاک به حالت تعادل می‌خواهیم، طول کل دستگاه 36 cm است. اگر دستگاه را از سقف بیاویزیم طول آن چند سانتیمتر می‌شود؟

IRYSC.COM

($g = 10\text{ m/s}^2$)

(ا) 46

(د) 45

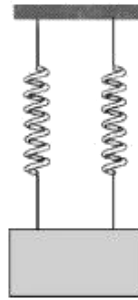
(ج) 36

(ب) 42

(الف) 39

-۹

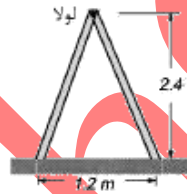
جسمی را مطابق شکل به دو فنر مشابه که به سقف بسته شده اند می‌آویزیم. بر اثر این کار طول هر یک از فنرها ۴ cm اضافه می‌شود. حال اگر فنرها را دنبال هم قرار دهیم و وزنه را به فنر پایینی بیاویزیم، هر کدام از دو فنر چقدر کشیده می‌شوند؟



- الف) ۲ cm
ب) ۴ cm
ج) ۸ cm
د) ۱۶ cm

-۱۰

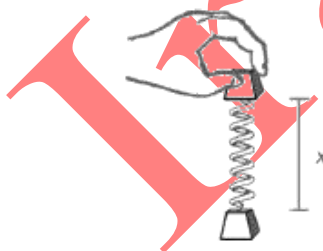
مطابق شکل یک نردبان دو طرفه که از دو نردبان کاملاً مشابه ساخته شده است، طوری روی زمین قرار دارد که فاصله پایه‌های دو نردبان از یکدیگر ۱۶ متر و ارتفاع لولای دو طرف نردبان از زمین ۲/۴ متر است. جرم هر یک از دو نردبان ۲۰ kg و $g = ۱۰ \text{ m/s}^2$ است. نیروهای زیر را (بر حسب نیوتن) محاسبه کنید.



- الف) نیروی عمودی سطح زمین وارد بر هر نردبان.
ب) مؤلفه قائم نیرویی که هر یک از دو نردبان در محل لولا به دیگری وارد می‌کنند.
ج) نیروی اصطکاک زمین با هر نردبان.
د) مؤلفه افقی نیرویی که هر یک از دو نردبان در محل لولا به دیگری وارد می‌کنند.

-۱۱

شکل زیر دو قطعه یکسان را نشان می‌دهد که به وسیله فنری به هم متصل هستند. قطعه بالایی را با دست نگه می‌داریم. پس از برقراری تعادل، فاصله دو جسم w می‌شود. در این حالت دستگاه را رها می‌کنیم. بلافاصله پس از رها شدن دو قطعه فاصله دو جسم:



- الف) کاهش می‌یابد.
ب) افزایش می‌یابد.
ج) ثابت می‌ماند.

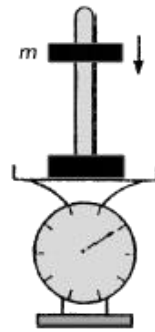
-۱۲

شخصی به وزن W روی ترازویی ایستاده است. او گلوله‌ای به وزن W_0 را به ریسمان سبکی بسته است و می‌چرخاند. به طوری که صفحه حرکت گلوله افقی است. در این حالت ترازو وزن W_1 را نشان می‌دهد. کدام گزینه درست است؟

- الف) $W_1 > W + W_0$ ب) $W_1 < W + W_0$ ج) $W_1 = W + W_0$

-۱۳

IRYSC.COM در شکل مقابل پایه‌ای به جرم $1/5 \text{ kg}$ بر روی ترازویی فنری قرار دارد. مهره m به جرم $9/5 \text{ kg}$ از میله متصل به پایه عبور داده شده است. اگر مهره رها شود، با شتاب 2 m/s^2 به پایین می‌لغزد. ترازو هنگام لغزیدن میله به پایین چند نیوتن را نشان می‌دهد؟ $g = 10 \text{ m/s}^2$



الف) ۱۵

ب) ۱۹

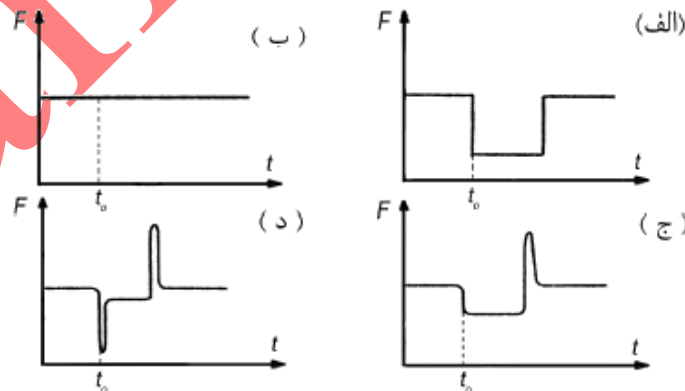
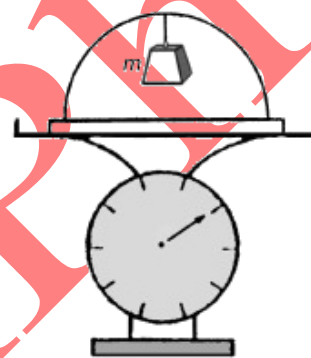
ج) ۲۴

د) ۱۶

ه) ۲۰

-۱۴

IRYSC.COM وزنه m مطابق شکل زیر از سقف یک ظرف شیشه‌ای که روی یک ترازو قرار گرفته آویزان است. در لحظه t_0 نخ نگه‌دارنده وزنه پاره می‌شود. ترازو نیروی F را نشان می‌دهد. کدام یک از نمودارهای زیر، به طور کیفی تغییرات نیروی F بر حسب زمان است؟



-۱۵

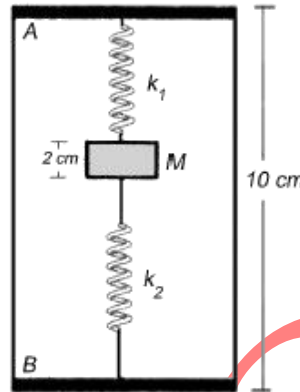
IRYSC.COM تقریباً $2/5$ ثانیه طول می‌کشد تا نور از زمین به ماه برود و برگردد. قطر ظاهری ماه 0.5° درجه است، یعنی زاویه دو خطی که دو سر یک قطر ماه را به چشم ناظر در زمین وصل می‌کنند 0.5° درجه است. جرم ماه، بر حسب کیلوگرم، به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ هر کمیت دیگری را که لازم است تخمین بزنید.

الف) 10^{18} ب) 10^{22} ج) 10^{28} د) 10^{33}

۴ از ۲۰

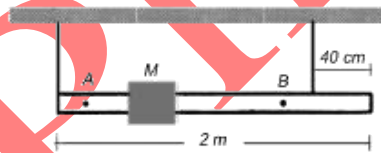
-۱۶-

IRYSC.COM دو فنر ایده آل بسیار سبک ثابت‌های $k_1 = 2 \text{ N/m}$ و $k_2 = 12 \text{ N/m}$ دارند و طول عادی هر کدام 5 cm است. جسم M به جرم 4 g و ضخامت 2 cm را مطابق شکل زیر میان دو فنر قرار می‌دهیم و آن‌ها را به طور قائم در جعبه‌ای به طول 10 cm می‌گذاریم. به طوری که قاعده A در پایین قرار گیرد. جسم M چند میلی‌متر نسبت به قاعده A جابه‌جا خواهد شد؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



-۱۷-

IRYSC.COM میله یکنواختی به طول 2 m و به وزن 4 N با دو نخ از سقف آویزان است. یکی از دو نخ را به یک انتهای میله و نخ دیگر مطابق شکل زیر به 40 cm سانتی‌متری انتهای دیگر میله بسته شده است. هر یک از نخ‌ها حداکثر می‌توانند نیروی 6 N را تحمل کنند. جسم M به وزن 5 N می‌تواند روی میله به چپ و راست حرکت کند. اگر جسم M در فاصله A و B حرکت کند نخ‌ها پاره نمی‌شوند. حداکثر فاصله A و B چند سانتی‌متر است؟



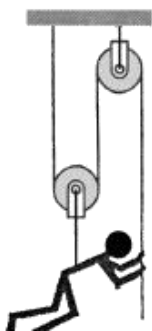
-۱۸-

IRYSC.COM تعدادی گلوله با سرعت‌های اولیه غیر صفر، هم‌زمان شروع به حرکت می‌کنند. این گلوله‌ها در مدت حرکتشان تحت اثر نیروهایی برابر، ثابت و در جهت عکس سرعتشان قرار دارند. زمان توقف کدام گلوله بیش از بقیه است؟

- (الف) گلوله‌ای که جرمش از همه کمتر است.
 (ب) گلوله‌ای که جرمش از همه بیشتر است.
 (ج) گلوله‌ای که سرعتش از همه بیشتر است.
 (د) گلوله‌ای که اندازه حرکتش از همه بیشتر است.
 (ه) گلوله‌ای که انرژی‌اش از همه بیشتر است.

-۱۹-

IRYSC.COM یک کارگر ساختمانی به وزن w برای بالا رفتن از ساختمانی، ابزاری مطابق شکل زیر به کار می‌برد. او حداقل با چه نیرویی باید طناب را به پایین بکشد تا بتواند خود را بالا ببرد؟ از جرم نخ و فرقه‌ها چشم‌پوشید.

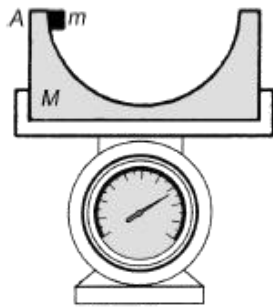


- (الف) w
 (ب) $\frac{w}{4}$
 (ج) $\frac{w}{3}$
 (د) $\frac{w}{4}$

۲۰ از ۵

۲۰-

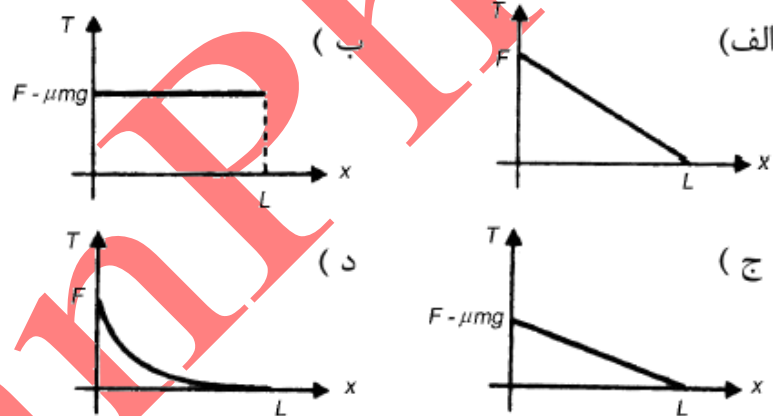
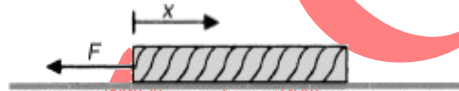
جسمی به جرم m مطابق شکل روی سطح داخلی نیم کره ای به جرم M و به شعاع R قرار دارد. سطح نیم کره را بدون اصطکاک بگیرند. جرم m از نقطه A از حالت سکون رها می شود. این مجموعه روی یک ترازو قرار دارد. عددی که ترازو نشان می دهد،



- الف) ثابت، و برابر $(M + m)g$ است.
 ب) متغیر است و بیشترین مقدار آن $(M + m)g$ است.
 ج) متغیر است و بیشترین مقدار آن $(M + 2m)g$ است.
 د) متغیر است و بیشترین مقدار آن $(M + 3m)g$ است.

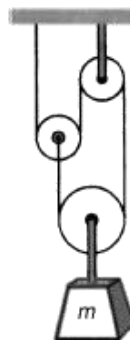
۲۱-

مطابق شکل، ریسمانی همگن به طول L و جرم m روی سطحی افقی با ضریب اصطکاک μ قرار دارد. به یک سر آن نیرویی به اندازه F ($F > \mu mg$) وارد می کنیم. نمودار نیروی کشش نخ بر حسب x کدام یک از شکل های زیر است؟



۲۲-

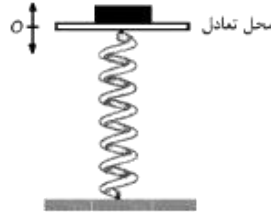
در شکل مقابل، از وزن فرقره و نخ چشم ببوشید. در این صورت جرم m با چه شتابی سقوط می کند؟



- الف) $\frac{g}{2}$
 ب) $\frac{g}{4}$
 ج) $\frac{g}{4}$
 د) g

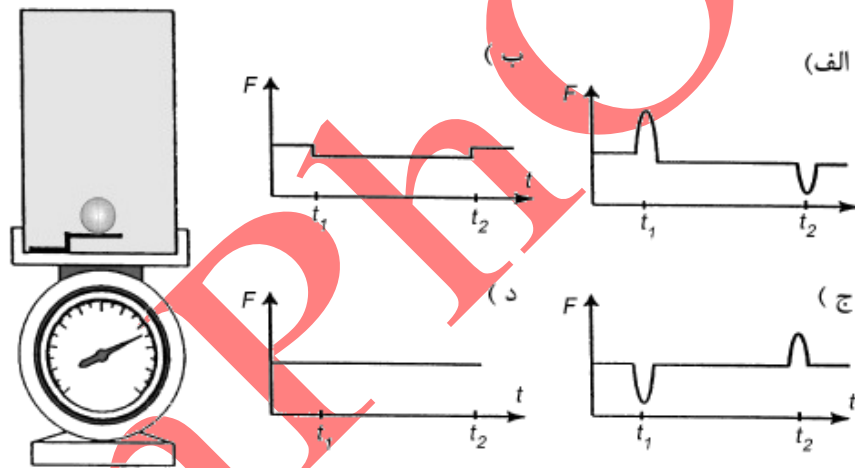
-۲۳

فتری با جرم ناچیز را، مطابق شکل، به صورت قائم قرار می‌دهیم و روی آن صفحه‌ای سبک و افقی نصب می‌کنیم. ثابت فنر $9 \frac{N}{m}$ است. روی صفحه سبک‌ای به جرم $18g$ قرار داد و دستگاه در حالت تعادل است. اکنون صفحه را به آرامی، به اندازه d نسبت به نقطه تعادل پایین می‌بریم و سپس رها می‌کنیم. بیشترین مقدار d باید چند میلی‌متر باشد تا سکه از صفحه جدا نشود؟



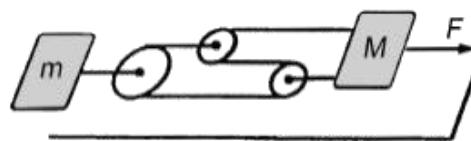
-۲۴

مطابق شکل، گلوله‌ای در لحظه t_1 به سمت بالا شلیک می‌شود. ارتفاع محفوظه از اوج گلوله کمتر است به طوری که گلوله در لحظه t_2 به سقف محفوظه برخورد می‌کند. نیرویی که ترازوی فنری نشان می‌دهد، مطابق کدام نمودار است؟



-۲۵

جرم‌های m و M مطابق شکل روی سطحی افقی قرار دارند، از اصطکاک اجسام با سطح افقی و جرم فرقره و نخ‌ها چشم‌پوشی کنید، جرم M با نیروی افقی F کشیده می‌شود. اندازه شتاب نسبی دو جسم M و m چقدر است؟



(ج) $\frac{F}{M}$

(ب) $\frac{F}{m} - \frac{F}{M}$
 (د) $\frac{F}{M+m} - \frac{F}{3m+M}$

(الف) $\frac{F}{M} - \frac{F}{3m}$

(د) صفر

-۲۶

شخصی به جرم $m = 60 \text{ kg}$ روی یک باسکول ایستاده است. این شخصی یک سر فنر بدون جرمی را در دست دارد که سر دیگر آن به کف باسکول بسته شده است. ثابت فنر 1000 N/m است. اگر این شخصی فنر را در راستای قائم نگه دارد و آن را طوری بکشد که طول آن 2 cm افزایش یابد، باسکول چند نیوتن را نشان می‌دهد؟

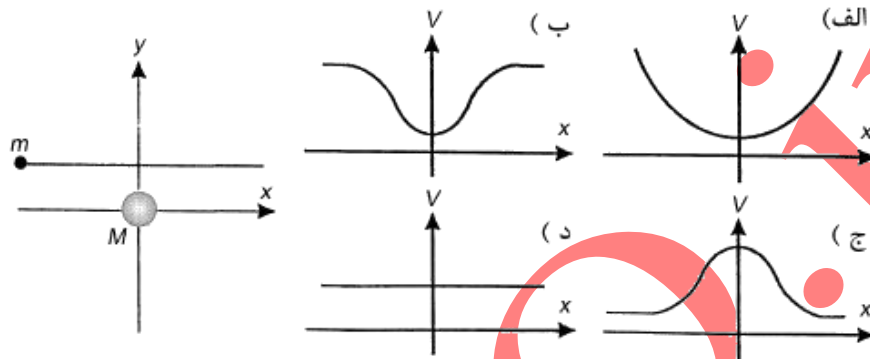
(ج) 800

(ب) 600

(الف) 400

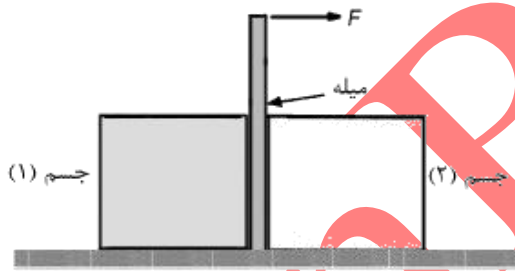
-۲۷

جرم M در مبدأ مختصات قرار دارد. جرم m مطابق شکل از بی‌نهایت به این جسم نزدیک می‌شود و سپس به بی‌نهایت می‌رود. فرض کنید تنها برهم‌کنش مؤثر بر این دو جسم، برهم‌کنش گرانشی است؛ اما چون جرم m خیلی کوچک‌تر از M است می‌توان از حرکت M چشم‌پوشی کرد. همچنین، فرض کنید سرعت m آنقدر زیاد است که نیروی گرانشی حاصل از M شکل مسیر آن را تغییر نمی‌دهد به طوری که مسیر حرکت m خطی موازی با محور x است. نمودار سرعت جسم m بر حسب x کدام است؟



-۲۸

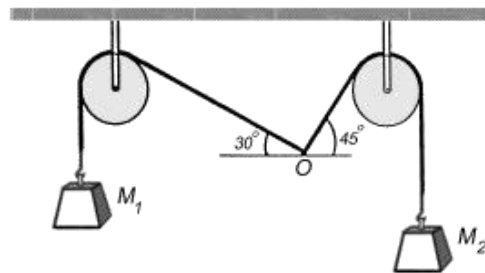
اجسام یکسان (۱) و (۲) که در شکل نشان داده شده‌اند، با زمین اصطکاک دارند. بین آن دو میله‌ای بدون هیچ فاصله‌ای قرار گرفته است که با آن‌ها اصطکاک ندارد. نیروی افقی F را به بالای میله وارد می‌کنیم و مقدار آن را به تدریج افزایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟



- الف) ابتدا جسم (۱) حرکت می‌کند.
- ب) ابتدا جسم (۲) حرکت می‌کند.
- ج) هر دو با هم شروع به حرکت می‌کنند.

-۲۹

در شکل زیر، ریسمان را در نقطه O نگه داشته‌ایم. وزن M_1 برابر ۱۰ نیوتن و وزن M_2 برابر ۲۰ نیوتن است. اندازه نیرویی که در نقطه O به ریسمان وارد کرده‌ایم تا دستگاه در حالت تعادل بماند، چند نیوتن است؟ از جرم ریسمان و اصطکاک فرجه‌ها چشم‌پوشی کنید.



-۳۰

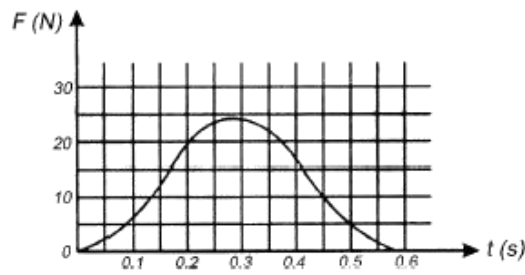
یک گلوله بر هوا سقوط می‌کند. نیروی مقاومت هوا بر این گلوله با مجذور شعاع آن و مجذور سرعت آن متناسب است. سرعت حد گلوله سرعتی است که در آن حرکت گلوله یک‌نواخت (با سرعت ثابت) می‌ماند.

برای گلوله‌های مسکن از یک جنس، سرعت حد گلوله با چه توانی از شعاع آن متناسب است؟ (۱.۳-)

- الف) صفر
- ب) ۵/۱
- ج) ۱
- د) ۲

-۳۱

توپى به جرم 0.5 kg در راستای قائم به زمین می‌خورد. توپ با سرعت V به زمین می‌خورد و با سرعت $0.8V$ از زمین بالا می‌جهد. نمودار تغییرات نیروی سطح زمین بر توپ مطابق شکل است. توپ حداکثر تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟



(د) $2m$

(ج) $1/2 m$

(ب) $9/8 m$

(الف) $9/4 m$

-۳۲

جرم‌های m_1 و m_2 مطابق شکل روی سطحی افقی قرار دارند. از جرم فرقره، نخ و اصطکاک m_1 و m_2 با سطح افقی چشم‌پوشی کنید. فرقره با شتاب A کشیده می‌شود. شتاب جسم m_1 چقدر است؟



(د) A

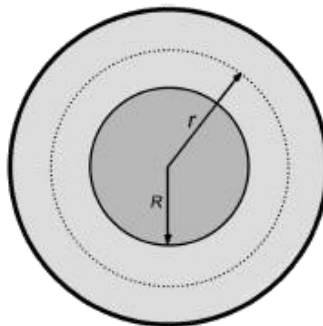
(ج) $\frac{2A(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}$

(ب) $\frac{2Am_1}{m_1 + m_2}$

(الف) $\frac{2Am_2}{m_1 + m_2}$

-۳۳

مطابق شکل، فرض کنید یک سیاره از دو بخش تشکیل شده است: یک هسته کروی به شعاع R و یک لایه کروی بیرونی، چگالی در هر یک از این دو بخش ثابت است. چگالی در هسته بیش از چگالی در لایه بیرونی است. چگالی متوسط سیاره (جرم کل آن تقسیم بر حجم کل آن) ρ_0 و چگالی در لایه بیرونی ρ_1 است. شتاب سقوط آزاد در نقطه‌ای به فاصله r از مرکز سیاره $g = \frac{GM(r)}{r^2}$ است، که در آن G ثابت گرانش و $M(r)$ جرمی است که در کره‌ای به مرکز سیاره و شعاع r موجود است. چه رابطه‌ای بین ρ_0 و ρ_1 باشد تا با پایین رفتن از سطح سیاره مثلاً فرو رفتن در یک چاه، g زیاد شود. (یعنی $\frac{dg}{dr}$ در سطح این سیاره منفی باشد)؟



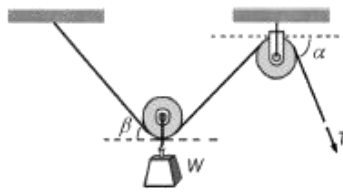
(د) $\rho_1 < \frac{1}{3}\rho_0$

(ج) $\rho_1 < \frac{1}{4}\rho_0$

(ب) $\rho_1 < \frac{2}{3}\rho_0$

(الف) $\rho_1 < \rho_0$

IRYSC.COM در شکل فرقره‌ها سبک‌بند و اتلاف اصطکاکی شان ناچیز است. مجموعه در میدان گرانشی زمین است. نیروی کششی T چنان است که دستگاه در حال تعادل باشد. رابطه T با دو زاویه α و β چگونه است؟

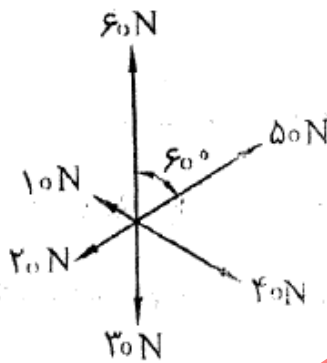


- الف) T نسبت به β نزولی است و به α بستگی ندارد.
- ب) T نسبت به β و α هر دو صعودی است.
- ج) T نسبت به β صعودی و نسبت به α نزولی است.
- د) T نسبت به β نزولی و نسبت به α صعودی است.
- ه) T نسبت به β صعودی است و به α بستگی ندارد.
- و) T نسبت به β و α هر دو نزولی است.

-۳۵

به جسمی به جرم 2 kg شش نیرو که در یک صفحه‌ی افقی قرار دارند وارد می‌شوند. زاویه‌ی میان هر نیرو

با دو نیروی مجاور 60° است. بزرگی و جهت شتاب جسم چیست؟



(-۱.۳)

الف) 12.5 m/s^2 و درجهت نیروی 50 نیوتنی

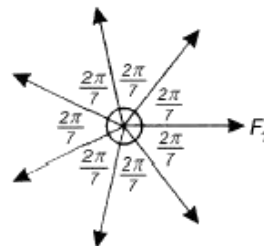
ب) 10 m/s^2 و درجهت نیروی 50 نیوتنی

ج) 15 m/s^2 و درجهت نیروی 60 نیوتنی

د) 17.5 m/s^2 و درجهت نیروی 60 نیوتنی

-۳۶

IRYSC.COM مطابق شکل جسمی به جرم 2 kg تحت تأثیر هفت نیروی مساوی که در یک صفحه واقعند، در حالت تعادل قرار دارد. اندازه هر یک از نیروها 1 N است. اگر نیروی F_1 را ناگهان حذف کنیم، اندازه شتاب چند متر بر مجذور ثانیه است؟



الف) 5

ب) 1

ج) $1 \cdot \sin(\frac{4\pi}{7})$

د) $1 \cdot \cos(\frac{4\pi}{7})$

ه) $1 \cdot \cos(\frac{2\pi}{7})$

-۳۷

هم زمین و هم خورشید، به بدن ما نیروی گرانشی وارد می‌کنند. اندازه‌ی نیروی گرانشی ناشی از زمین را W ، و اندازه‌ی نیروی گرانشی ناشی از خورشید را F می‌نامیم. نسبت $\frac{F}{W}$ به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

جرم زمین $6 \times 10^{24}\text{ kg}$ ، جرم خورشید $2 \times 10^{30}\text{ kg}$ ، فاصله‌ی زمین تا خورشید $1.5 \times 10^{11}\text{ m}$ ، شعاع زمین $6.4 \times 10^6\text{ m}$ است.

الف) $(-1, +4)$

ب) 10^{-5}

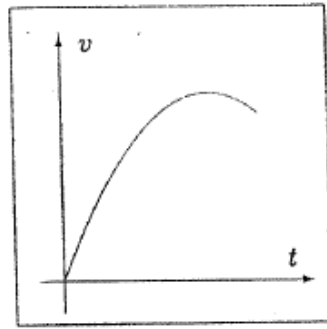
ج) 10^{-2}

د) 10^{-1}

ه) 10^1

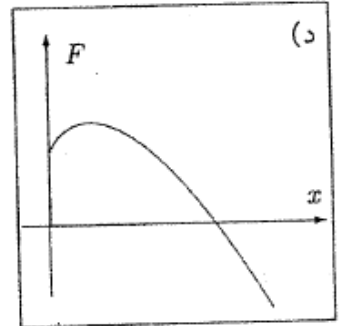
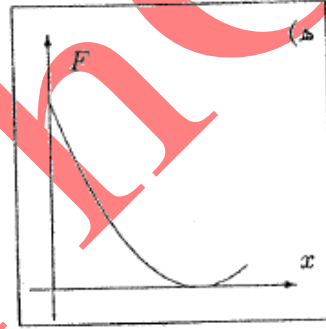
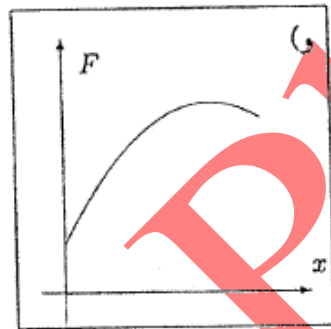
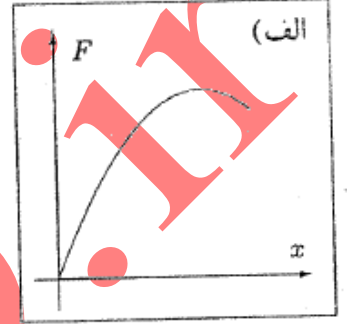
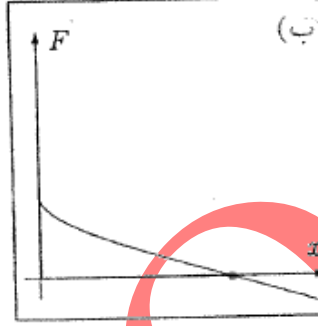
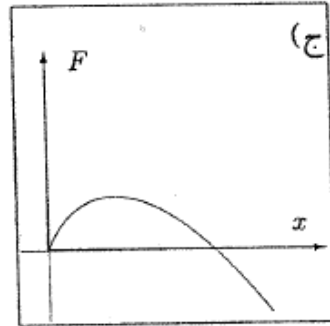
و) 10^2

نمودار سرعت- زمان یک متحرک مطابق شکل است.



(+۵, -۱)

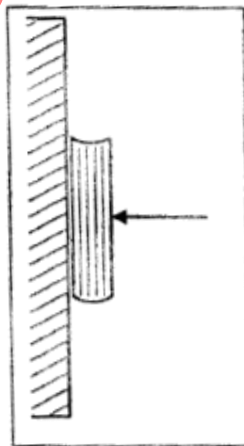
نمودار نیروی وارد بر متحرک بر حسب مکان کدام است؟



-۳۹

در شکل، کتاب با نیروی افقی F_1 ساکن می ماند، با نیروی افقی F_2 در آستانه‌ی حرکت قرار می گیرد، و با نیروی افقی F_3 با سرعت ثابت به طرف پایین می آید. نیروی اصطکاک در این سه حالت به ترتیب f_1, f_2, f_3 است. کدام گزینه درست است؟

(+۵, -۴)



الف) $f_2 = f_1 = f_3$ و $F_1 = F_2 = F_3$

ب) $f_2 > f_1 > f_3$ و $F_1 < F_2 < F_3$

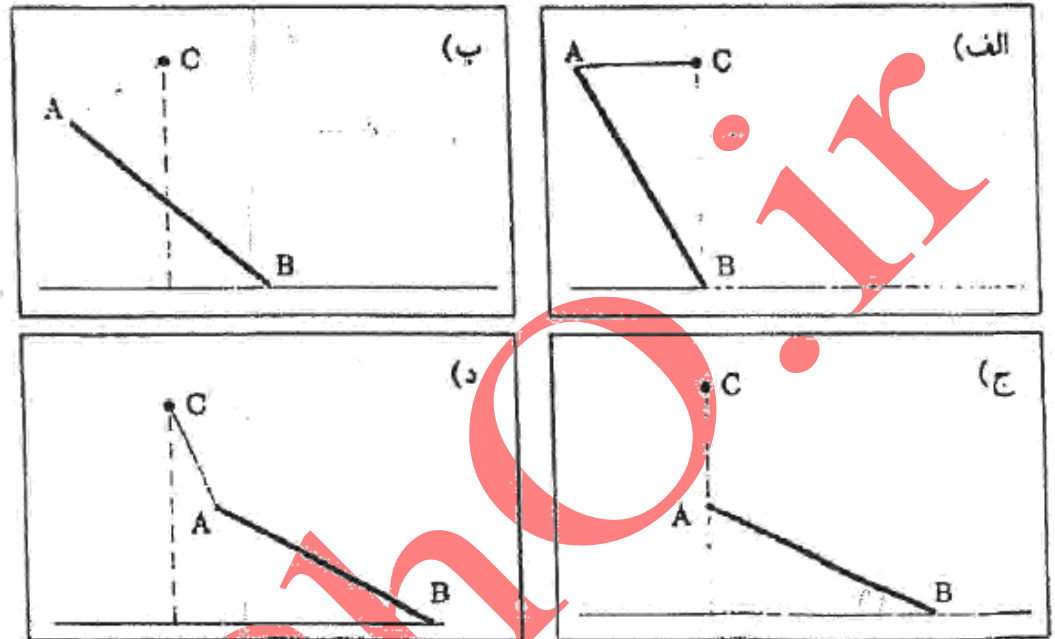
ج) $f_1 = f_2 < f_3$ و $F_1 < F_2 < F_3$

د) $f_2 < f_1 = f_3$ و $F_2 < F_1 < F_3$

ه) $f_2 = f_3 = f_1$ و $F_2 > F_3, F_1 > F_2$

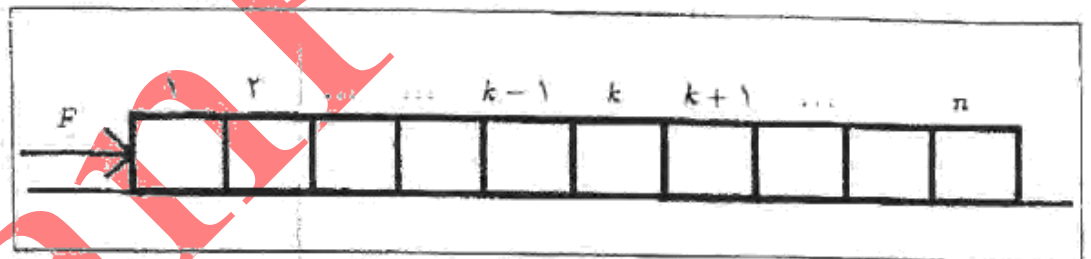
میله‌ی AB از سر A توسط نخ‌ی با جرم ناچیز به نقطه‌ی C وصل شده است. سر B ی میله روی سطحی با اصطکاک ناچیز قرار دارد و سیستم در حال تعادل است. با توجه به این که شرط لازم برای تعادل یک جسم صفر بودن برآیند نیروهای خارجی وارد بر آن است، کدام یک از گزینه‌های زیر شکل صحیح حالت تعادل را نشان می‌دهد؟

(+۲, -۱)



-۴۱-

مطابق شکل، n جسم با جرم‌های یک‌سان m روی سطحی افقی قرار دارند.



به جسم ۱ نیروی افقی ثابت F وارد می‌شود و سیستم با شتاب شروع به حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک جسم i ام با سطح μ_i است. نیروی وارد از طرف جسم k ام به جسم k+۱ ام چه قدر است؟

(+۵, -۰)

$$F_k = \frac{1}{n} \left[(n-k)F - mg \left(\sum_{i=1}^k n\mu_i - \sum_{i=1}^n k\mu_i \right) \right] \quad \text{(الف)}$$

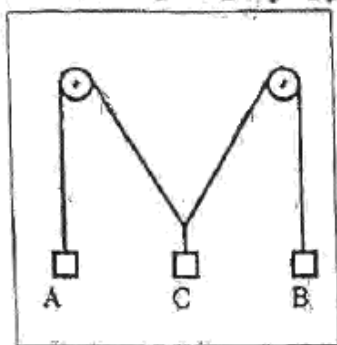
$$F_k = \frac{1}{n} \left[(n-k)F - mg \left(\sum_{i=1}^n n\mu_i - \sum_{i=1}^k k\mu_i \right) \right] \quad \text{(ب)}$$

$$F_k = \frac{1}{n} \left[(n-k)F - mg \sum_{i=1}^n \mu_i \right] \quad \text{(ج)}$$

$$F_k = \frac{1}{n} \left[(n-k)F - mg \sum_{i=1}^k \mu_i \right] \quad \text{(د)}$$

-۴۲

مطابق شکل، یک سیستم با دو قرقره‌ی ثابت و سه وزنه‌ی آویزان در حال تعادل است.



جرم دو وزنه‌ی A و B یکسان است. نخ‌ها سبک اند و اصطکاک قرقره‌ها با محورشان قابل چشم‌پوشی است. اگر وزنه‌ی C را به طرف پایین بکشیم و سپس رها کنیم، چه رخ می‌دهد؟
 (+۲, -۱)

الف) وزنه‌ی C در همان وضعیت می‌ماند.

ب) وزنه‌ی C شروع به حرکت به سمت بالا می‌کند.

ج) وزنه‌ی C شروع به حرکت به سمت پایین می‌کند.

-۴۳

جرم M در شکل در حالت تعادل آویزان است. کشش نخ بالایی T_۱ چقدر است؟ از جرم قرقره‌ها، نخ‌ها و نیز اصطکاک چشم‌پوشی کنید.
 (+۳, - $\frac{۲}{۵}$)



الف) F

ب) $\frac{۸}{۷}F$

ج) $\frac{۴}{۳}F$

د) ۴F

ه) ۷F

و) ۸F

-۴۴

چگالی سیاره‌های X و Y یکی است و شعاع سیاره‌ی X نصف شعاع سیاره‌ی Y است. نسبت بزرگی شتاب گرانشی در سطح سیاره‌ی X به بزرگی شتاب گرانشی در سطح سیاره‌ی Y برابر است با:
 (+۲, - $\frac{۴}{۳}$)

د) $\frac{۱}{۲}$

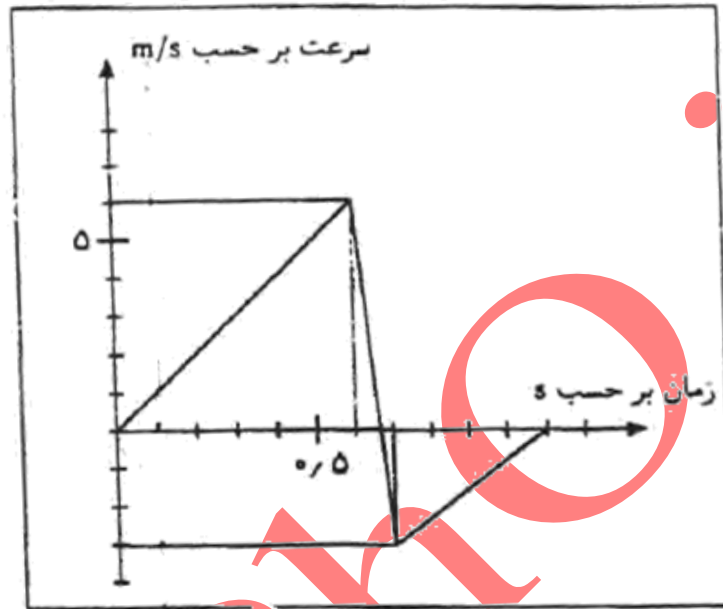
ج) $\sqrt{۲}$

ب) ۱

الف) ۴

-۴۵

یک توپ کوچک نرم به جرم 0.2 kg کیلوگرم از ارتفاع h رها می‌شود و پس از برخورد با یک سطح افقی، به طرف بالا برمی‌گردد. قسمتی از نمودار سرعت - زمان آن در شکل نشان داده شده است. نیروی متوسطی که هنگام برخورد با سطح افقی از طرف سطح به توپ وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$) (۲ نمره)



-۴۶

مطابق شکل جسمی به جرم m را روی جسم دیگری به جرم M ($M > m$) می‌کشیم. هنگامی که سرعت m برابر v شد، آن را رها می‌کنیم. اندازه‌ی شتاب m درست پس از رها شدن، چه قدر خواهد شد؟ ضریب اصطکاک بین جسم‌ها μ است. اصطکاک بین M و زمین، جرم نخ، جرم قرقره، و اصطکاک نخ و قرقره ناچیز است.

(۱٫۵، -۴٫۵)

الف) $\frac{2\mu mg}{M+m}$

ب) μg

ج) 0

د) $\frac{\mu mg}{M+m}$



-۴۷

یک جسم روی یک سطح افقی است (و به آن نچسبیده است). سطح افقی در راستای قائم حرکت می‌کند و معادله‌ی حرکت آن $y = A \cos \omega t$ است، که y ارتفاع و t زمان است، و A و ω ثابت اند. نیروی مقاومت هوا وارد بر این جسم $-mb \frac{dy}{dt}$ است، که m جرم جسم و b مقداری ثابت است. شتاب گرانش g است. A حداکثر چه قدر باشد تا جسم از سطح جدا نشود؟

(۱، -۲)

الف) $\frac{g}{\omega b}$

ب) $\frac{g}{\omega(b+\omega)}$

ج) $\frac{g}{\omega^2}$

د) $\frac{g}{\omega \sqrt{b^2 + \omega^2}}$

۱۴ از ۲۰

-۴۸

یک مکعب به جرم M روی یک سطح افقی است. یک جسم به جرم m روی این مکعب است. ضریب اصطکاک بین مکعب و سطح افقی μ_1 و ضریب اصطکاک بین دو جسم μ_2 است. مکعب و جسم ساکن اند. با اعمال یک نیروی افقی به جسم بالایی، این جسم شروع به حرکت می‌کند. کدام گزینه درست است؟

(۴/۵، -۱/۵)

الف) مکعب در هیچ حالتی حرکت نمی‌کند.

ب) اگر $\mu_2 < \mu_1$ باشد، مکعب حتماً حرکت می‌کند.

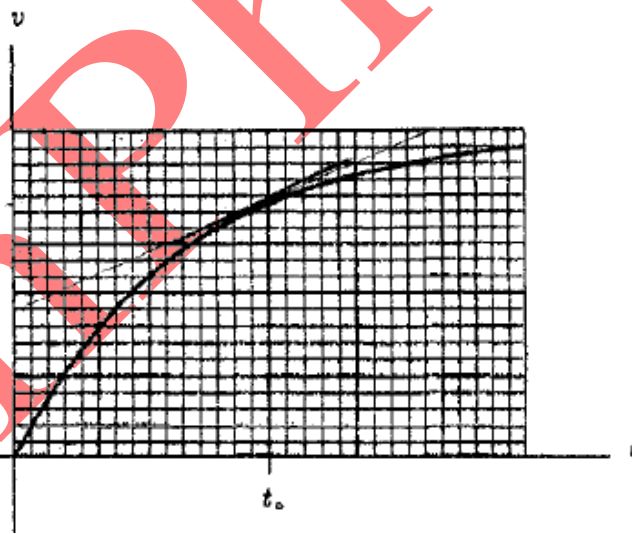
ج) اگر $\mu_2 < \mu_1$ باشد، و m از حد معینی بیشتر باشد، مکعب حرکت می‌کند. اگر m از آن حد بیشتر نباشد، مکعب حرکت نمی‌کند.

د) اگر $\mu_2 < \mu_1$ باشد، و m از حد معینی کم‌تر باشد، مکعب حرکت می‌کند. اگر m از آن حد کم‌تر نباشد، مکعب حرکت نمی‌کند.

-۴۹

یک توپ فلزی به جرم 0.4 Kg در جوی سقوط می‌کند. منحنی سرعت آن بر حسب زمان به صورت شکل است. در $t = t_0$ نیروی اصطکاک هوا وارد بر توپ چه قدر است؟

(۴/۵، -۱/۵)



الف) ۱ N

ب) ۲ N

ج) ۳ N

د) ۴ N

-۵۰

یک گاری و یک جعبه روی آن، روی یک سطح افقی ساکن اند. در زمان صفر گاری به حرکت در می‌آید و از زمان صفر تا زمان T با سرعت ثابت حرکت می‌کند. در زمان T گاری ساکن می‌شود و از آن پس ساکن می‌ماند. جعبه‌ی روی گاری در زمان t متوقف می‌شود. فرض کنید فقط گاری و زمین به جعبه نیرو وارد می‌کنند و جعبه از گاری بیرون نمی‌افتد. کدام گزینه درست است؟

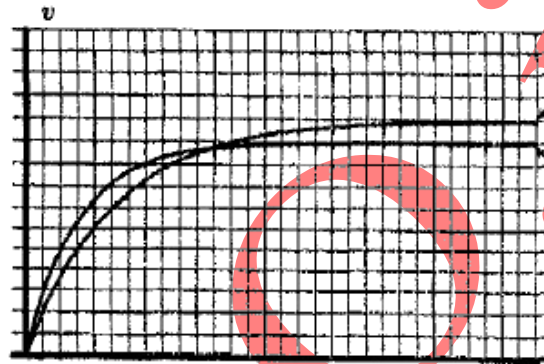
(۳، -۱)

الف) $t > 2T$ (ج) $t < 2T$ ب) $t = 2T$ (د) مواردی هست که $t = 2T$ ، و مواردی هست که $t < 2T$

-۵۱

به جسمی که با سرعت کوچک « درون مایعی حرکت می‌کند، نیروی مقاومی برابر با $k v$ و در جهت عکس حرکت آن وارد می‌شود. ضریب k به اندازه و شکل جسم و نوع مایع بستگی دارد. دو جسم ۱ و ۲ با جرمهای m_1 و m_2 را درون مایعی می‌گذاریم و با نیروهای ثابت F_1 و F_2 می‌کشیم. (از نیروی وزن صرف نظر کنید.) ضریب k برای این دو جسم به ترتیب k_1 و k_2 است. این دو جسم از حالت سکون شروع به حرکت می‌کنند و نمودار سرعت - زمان آنها به شکل زیر است. اگر $\frac{m_2}{m_1} = 2$ باشد، $\frac{k_2}{k_1}$ چقدر است؟

(+۴/۵, -۱/۵)



الف) ۱

ب) ۳

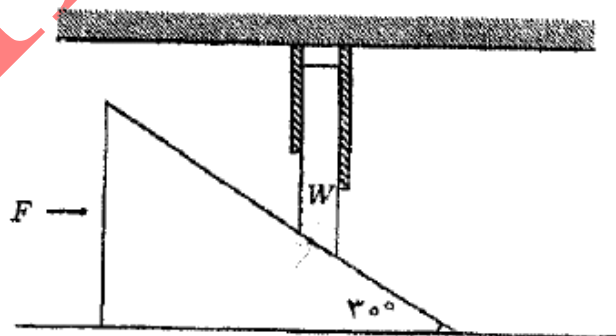
ج) ۵

د) ۷

-۵۲

مطابق شکل وزنه‌ای به وزن W داخل غلافی قرار دارد و امکان جابجایی افقی ندارد. انتهای این وزنه روی سطح شیب‌داری قرار دارد. زاویه‌ی این سطح شیب‌دار 30° درجه است. اصطکاک سطح شیب‌دار با سطح زیرینش و نیز اصطکاک وزنه با غلاف و سطح شیب‌دار قابل چشم‌پوشی است. نیروی F به صورت افقی به سطح شیب‌دار وارد می‌شود. $\frac{F}{W}$ چه قدر باشد تا سطح شیب‌دار ثابت بماند؟

(+۴, -۱)



الف) ۲

ب) $\sqrt{3}$

ج) ۱

د) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ه) $\frac{1}{2}$

-۵۳

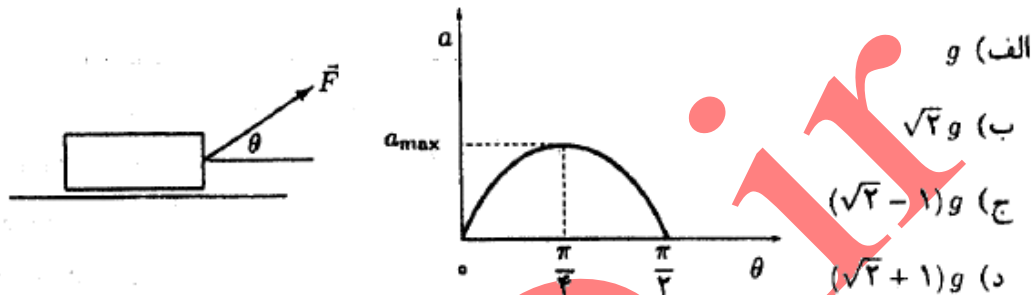
دو فنر جرم‌دار یکسان داریم. طول کشیده نشده‌ی هر یک از آنها 12 cm است. وقتی یکی از فنرها را از نقطه‌ی ثابتی می‌آویزیم، طولش 15 cm می‌شود. اگر دو فنر را به هم وصل کنیم و سپس از نقطه‌ی ثابتی بیاویزیم، طول فنر مرکب حاصل چند سانتی‌متر است؟ راه‌نمایی: کشیدگی یک فنر جرم‌دار آویزان به جرم m ، برابر است با کشیدگی یک فنر بی‌جرم آویزان که به انتهای آن جسمی به جرم $m/2$ بسته باشند.

(۱۰ نمره)

-۵۴

شکل، جعبه‌ای را نشان می‌دهد که با نیروی \vec{F} روی سطح افقی اصطکاک‌داری کشیده می‌شود. اندازه‌ی \vec{F} را ثابت نگه می‌داریم ولی جهت آن را تغییر می‌دهیم. شتاب جعبه تغییر می‌کند. نمودار شتاب جعبه بر حسب θ رسم شده است. a_{max} چه قدر است؟ (g شتاب گرانش زمین است.)

(+۳, -۱)



(الف) g

(ب) $\sqrt{2}g$

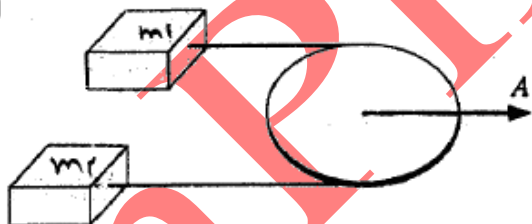
(ج) $(\sqrt{2}-1)g$

(د) $(\sqrt{2}+1)g$

-۵۵

دو جرم m_1 و m_2 ($m_2 > m_1$) مطابق شکل توسط نخ‌ی که از روی قرقره‌ای گذشته است به هم وصل شده‌اند. مطابق شکل قرقره و جرم‌ها روی یک سطح افقی هستند و مرکز قرقره با شتاب A کشیده می‌شود. شتاب m_1 نسبت به زمین a_1 و شتاب m_2 نسبت به زمین a_2 می‌شود. از اصطکاک بین جرم‌ها و زمین، بین نخ و قرقره و همچنین جرم نخ چشم‌پوشی کنید. کدام گزینه راجع به شتاب جرم‌ها درست است؟

(+۳, -۱)



(الف) $a_1 > A > a_2$ (ج) $a_1 = A = a_2$

(ب) $a_1 < A < a_2$ (د) $a_1 > a_2 > A$

-۵۶

فردی به جرم m روی جسمی به جرم m ایستاده است. اصطکاک بین جسم و زمین را ناچیز بگیرید. ضریب اصطکاک بین پای این فرد و جسم μ است. فرض کنید همواره حداقل یکی از پاهای او روی جسم است. او حداکثر با چه شتابی نسبت به زمین می‌تواند حرکت کند؟ (g شتاب گرانش زمین است.)

(+۳, -۱)



(الف) μg (ج) $3\mu g$

(ب) $2\mu g$ (د) $4\mu g$

-۵۷

یک آدم به جرم M به یک طناب وصل است. طناب از روی قرقره‌ی ثابتی گذشته و به یک وزنه به جرم m وصل است. این آدم نقطه‌ای از طناب بین قرقره و وزنه را با نیروی T به طور قائم به طرف پایین می‌کشد. شتاب گرانش g است. T چه قدر باشد تا آدم با شتاب a بالا برود؟

(+۴, -۱)

(الف) $\frac{M(a+g) + m(a-g)}{2}$ (ج) $M(a+g)$

(ب) $M(a+g) + m(a-g)$ (د) $(M+m)(a+g)$

(ه) $\frac{(M+m)(a+g)}{2}$

-۵۸

حرکت یک نوار نقاله به این شکل است که نوار به مدت T_1 ساکن است، به مدت T_2 با سرعت v حرکت می‌کند، و این روند تکرار می‌شود. نوار افقی است. روی این نوار یک جسم هست که تنها نیروی افقی بی که به آن وارد می‌شود نیروی اصطکاک با نوار است. جسم و نقاله از حالت سکون شروع به حرکت می‌کنند. دیده می‌شود پس از زمانی طولانی، سرعت این جسم نسبت به زمین یک تابع دوره‌ای از زمان می‌شود، و در این وضعیت این سرعت هرگز صفر نمی‌شود. بیشینه‌ی این سرعت را V می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟

(+۳, -۱)

$$\text{الف) } T_2 \leq T_1 \text{ و } V < v \quad \text{ج) } T_2 \leq T_1 \text{ و } V = v$$

$$\text{ب) } T_2 \geq T_1 \text{ و } V < v \quad \text{د) } T_2 \geq T_1 \text{ و } V = v$$

-۵۹

یک جسم به جرم m روی یک سطح افقی است. این جسم از طریق یک ریسمان به یک دیوار متصل است. به این ریسمان در نقطه‌ی A یک نیروی قائم F رو به بالا وارد می‌شود. بخشی از ریسمان که بین A و دیوار است افقی است، و بخشی دیگر که بین A و جسم است با راستای قائم زاویه‌ی θ می‌سازد. از سطح افقی به جسم یک نیروی عمود بر سطح وارد می‌شود، که آن را با N نشان می‌دهیم. فرض کنید جسم روی سطح می‌ماند. شتاب گرانش g است. N چه قدر است؟

(+۴, -۱)

$$\text{الف) } mg - F \cos^2 \theta \quad \text{ج) } mg - F$$

$$\text{ه) } mg - \frac{F}{\cos^2 \theta}$$

$$\text{ب) } mg - F \cos \theta \quad \text{د) } mg - \frac{F}{\cos \theta}$$

-۶۰

استوانه‌ای به ارتفاع h و شعاع R از یک ماده‌ی جامد در نظر بگیرید. اگر دو قاعده‌ی این استوانه را بکشیم یا فشار دهیم، هم ارتفاع استوانه و هم شعاع آن تغییر می‌کند. تغییر ارتفاع را Δh و تغییر شعاع قاعده را ΔR می‌نامیم. هر کدام از این‌ها، بسته به این که جسم کش بیاید یا کوچک بشود مثبت یا منفی اند. برای تغییرهای کوچک نسبت پواسن (ν) را این طور تعریف می‌کنیم.

$$\nu = \frac{-h \Delta R}{R \Delta h}$$

برای نوعی شیشه نسبت پواسن $\nu = 0.23$ است. اگر یک استوانه‌ی شیشه‌ای از این نوع را آن قدر بکشیم که ارتفاعش $1 + \lambda$ برابر شود، حجمش $1 + \kappa$ برابر می‌شود. اگر λ عدد بسیار کوچکی باشد کدام گزینه درست است؟

راه‌نمایی: اگر x و y کوچک باشند، به تقریب داریم: $(1+x)^n (1+y)^m \simeq 1 + nx + my$ (+۳, -۱)

$$\text{الف) } \kappa = 2\lambda \quad \text{ب) } \kappa = 3\lambda \quad \text{ج) } \kappa = 0.54\lambda \quad \text{د) } \kappa = 1.46\lambda$$

-۶۱

یک جسم روی یک دایره حرکت می‌کند. اندازه‌ی نیروی وارد بر جسم را با F ، و جهت آن را با \hat{n} نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

(۳، -۱)

(الف) همیشه F ثابت و \hat{n} به طرف مرکز دایره است.

(ب) همیشه F ثابت است، اما مواردی هست که \hat{n} به طرف مرکز دایره نیست.

(ج) همیشه \hat{n} به طرف مرکز دایره است، اما مواردی هست که F ثابت نیست.

(د) مواردی هست که F ثابت نیست، و مواردی هست که \hat{n} به طرف مرکز دایره نیست.

-۶۲

یک جسم به جرم m روی یک خط راست حرکت می‌کند. نیروی اصطکاک وارد بر این جسم $(-m\alpha v)$ است، که v سرعت جسم و α یک ثابت است. سرعت جسم در زمان صفر را با v_i و سرعت جسم در زمان t را با v_f نمایش می‌دهیم. برای t های کوچک، یک تقریب خوب برای بررسی حرکت این جسم آن است که شتاب آن را ثابت و برابر میانگین شتاب در زمان صفر و در زمان t بگیریم. با این تقریب، کدام گزینه درست است؟

(۴، -۱)

$$\begin{aligned} \text{الف)} \quad v_f &= v_i (1 - \alpha t) & \text{ب)} \quad v_f &= v_i \frac{1}{1 + \alpha t} \\ \text{ج)} \quad v_f &= v_i \frac{[1 - (\alpha t/2)]}{[1 + (\alpha t/2)]} & \text{د)} \quad v_f &= v_i \sqrt{1 - 2\alpha t} \\ \text{ه)} \quad v_f &= v_i \frac{1}{\sqrt{1 + 2\alpha t}} \end{aligned}$$

-۶۳

در حرکت اجسام درون شاره‌ها، در وضعیت‌های خاصی \vec{v} (بردار سرعت) برابر است با $\alpha \vec{F}$ ، که α بردار نیرو و α یک ثابت است. فرض کنید این وضعیت برقرار است و \vec{F} در هر نقطه در راستای بردار مکان آن نقطه (نسبت به یک مبدأ ثابت) است. کدام گزینه درست است؟

(۳، -۱)

(الف) حرکت این جسم حتماً روی یک خط راست است. این خط ممکن است از مبدأ بگذرد یا نگذرد.

(ب) حرکت این جسم حتماً روی یک خط راست است که از مبدأ می‌گذرد.

(ج) حرکت این جسم حتماً روی یک دایره به مرکز مبدأ است.

(د) هم حرکت دایره‌ای و هم حرکت روی خط راست برای این جسم ممکن اند.

-۶۴

وقتی می‌خواهیم سیمی را با قیچی ببریم، می‌بینیم سیم اول روی تیغه‌های قیچی سُرمی خورد، و وقتی زاویه‌ی بین تیغه‌های قیچی θ می‌شود متوقف می‌شود. از گرانس صرف نظر کنید. ضریب اصطکاک ایستایی بین تیغه و سیم چه قدر است؟

(۳، -۱)

$$\begin{aligned} \text{الف)} \quad \tan \theta & \quad \text{ب)} \quad \cot \theta & \text{ج)} \quad \tan \frac{\theta}{2} & \text{د)} \quad \cot \frac{\theta}{2} \end{aligned}$$

یک جسم روی یک سطح افقی ساکن است. محورهای x ، y ، و z را عمود بر هم می‌گیریم، چنان که محور z قائم است. این جسم با سطح اصطکاک دارد. یک نیروی غیرصفر به اندازه‌ی F_1 در راستای محور x به جسم وارد می‌شود و دیده می‌شود جسم روی سطح ساکن می‌ماند. وقتی علاوه بر این نیرو یک نیرو با اندازه‌ی F_2 در راستای محور y هم به جسم وارد می‌شود، جسم به حرکت درمی‌آید. در این صورت،

(۱-، ۲+)

الف) حرکت جسم در راستای محور y است

ب) حرکت جسم در راستای محور x است

ج) حرکت جسم نه در راستای محور x است و نه در راستای محور y

د) مواردی هست که حرکت جسم در راستای محور x است، مواردی هست که حرکت جسم در راستای محور y است، و مواردی هست که حرکت جسم نه در راستای محور x است و نه در راستای محور y

پاسخنامه

سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ
۱		۱۱		۲۱		۳۱		۴۱		۵۱		۶۱	
۲		۱۲		۲۲		۳۲		۴۲		۵۲		۶۲	
۳		۱۳		۲۳		۳۳		۴۳		۵۳		۶۳	
۴		۱۴		۲۴		۳۴		۴۴		۵۴		۶۴	
۵		۱۵		۲۵		۳۵		۴۵		۵۵		۶۵	
۶		۱۶		۲۶		۳۶		۴۶		۵۶			
۷		۱۷		۲۷		۳۷		۴۷		۵۷			
۸		۱۸		۲۸		۳۸		۴۸		۵۸			
۹		۱۹		۲۹		۳۹		۴۹		۵۹			
۱۰		۲۰		۳۰		۴۰		۵۰		۶۰			