

فصل ۷

مرحله اول دوازدهمین المپیاد فیزیک ایران

۱.۷ سؤالات

« بخش سؤالات چند گزینه‌ای »

توجه: سؤالات ۱ تا ۳۱ چند گزینه‌ای هستند و به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. توجه داشته باشید که هر سؤال فقط یک گزینه درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

(۱) دو جسم را از یک ارتفاع h با سرعت‌های افقی V_1 و V_2 ($V_1 > V_2$) پرتاب می‌کنیم. دو جسم به دیواری قائم در فاصله افقی l از نقطه پرتاب برخورد می‌کنند، به طوری که دو محل برخورد، ارتفاع h را به سه قسمت مساوی تقسیم می‌کنند. نسبت $\frac{V_1}{V_2}$ چه قدر است؟

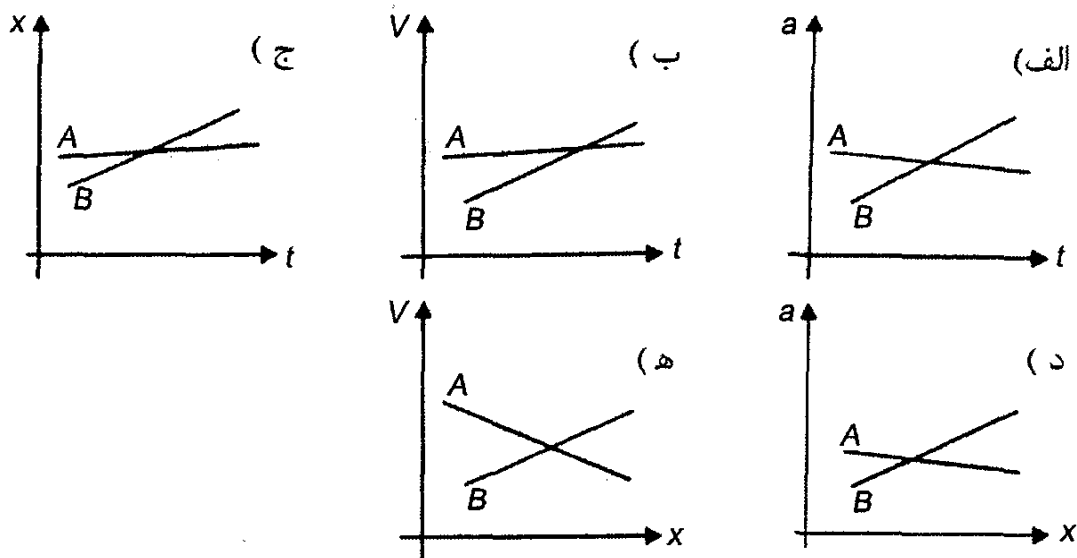
(د) $\sqrt{3}$

(ج) ۳

(ب) ۲

(الف) $\sqrt{2}$

(۲) دو خودروی A و B در جاده‌ای در حرکت‌اند. اگر متغیرهای حرکت آن‌ها یکی از نمودارهای زیر باشد، کدام یک از این نمودارها حتماً یک تصادف را نشان می‌دهد؟



(۳) تعداد الکترون‌های بدن انسان به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ عدد آووگادرو حدود 6×10^{23} است. هر کمیت دیگری را که لازم دارید تخمین بزنید.

(الف) 10^{23} (ب) 10^{28} (ج) 10^{32} (د) 10^{36}

(۴) متحرکی $\frac{1}{4}$ مسیر خود را با سرعت V ، $\frac{1}{4}$ مسیر را با سرعت $\frac{V}{3}$ ، $\frac{1}{8}$ مسیر را با سرعت $\frac{V}{4}$ ، ... و به همین صورت تا انتها طی می‌کند. سرعت متوسط این متحرک چه قدر است؟

(الف) $\frac{V}{4}$ (ب) $\frac{2V}{3}$ (ج) $\frac{V}{4}$ (د) صفر

(۵) 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. کدام گلوله تا زمان توقف مسافت بیشتری می‌پیماید؟

(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 انرژی از همه بیشتر است.

(۶) در سؤال قبل زمان توقف کدام گلوله بیش از بقیه است؟

(الف) گلوله‌ای که جرمش از همه کمتر است.

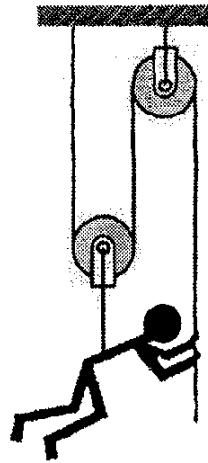
(ب) گلوله‌ای که جرمش از همه بیشتر است.

(ج) گلوله‌ای که سرعتش از همه بیشتر است.

(د) گلوله‌ای که اندازه حرکتش از همه بیشتر است.

(ه) گلوله‌ای که انرژی از همه بیشتر است.

(۷) 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 قرقره‌ها چشم‌پوشید.



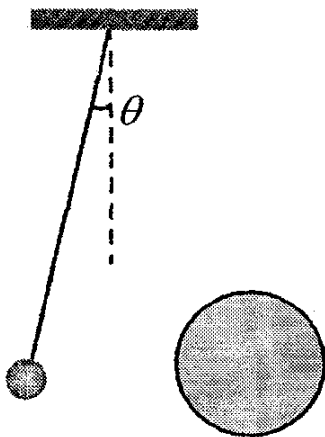
(د) $\frac{w}{4}$

(ج) $\frac{w}{3}$

(ب) $\frac{w}{2}$

(الف) w

۸) بار نقطه‌ای q را، مطابق شکل، از نقطه‌ای می‌آویزیم. یک دفعه کره‌ای رسانا با بار q' و دفعه دیگر کره‌ای نارسانا با همان بار q' به آن نزدیک می‌کنیم. توزیع بار کره نارسانا یکنواخت است. کره‌ها هم‌اندازه‌اند و q و q' هر دو مثبت‌اند. در هر دو حالت بار q دفع می‌شود. زاویه انحراف θ در کدام حالت بیشتر است؟



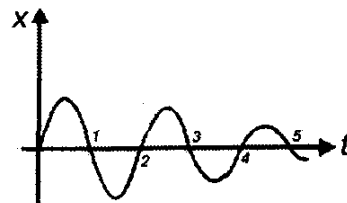
(الف) با کره رسانا

(ب) با کره نارسانا

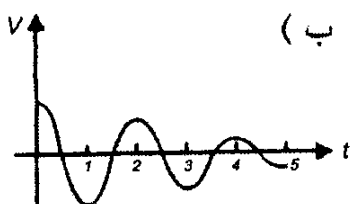
(ج) در هر دو حالت یکی است.

۹) نمودار مکان-زمان جسمی مطابق شکل است.

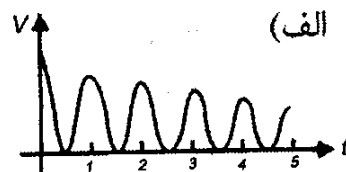
نمودار سرعت-زمان آن کدام یک از شکل‌های زیر است؟



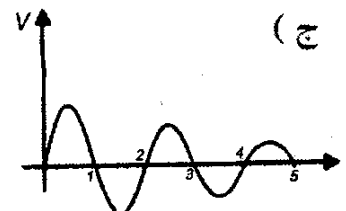
(ب)



(د)

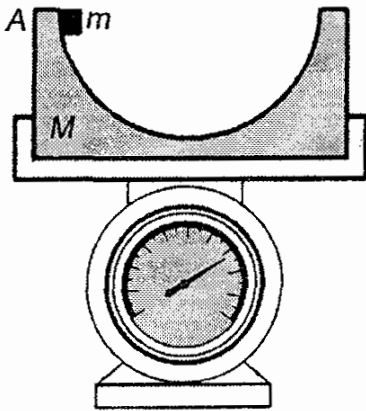


(الف)



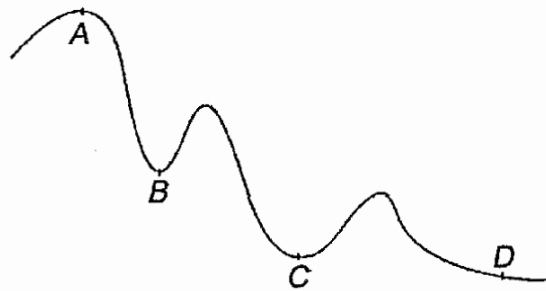
(ج)

۱۰ جسمی به جرم m مطابق شکل روی سطح داخلی نیم کره‌ای به جرم M و به شعاع R قرار دارد. سطح نیم کره را بدون اصطکاک بگیرید. جرم m از نقطه A از حالت سکون رها می‌شود. این مجموعه روی یک ترازو قرار دارد. عددی که ترازو نشان می‌دهد،



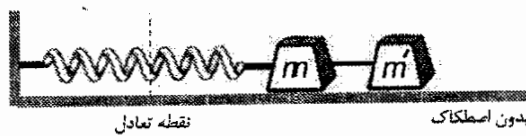
- الف) ثابت، و برابر $(M + m)g$ است.
 ب) متغیر است و بیشترین مقدار آن $(M + m)g$ است.
 ج) متغیر است و بیشترین مقدار آن $(M + 2m)g$ است.
 د) متغیر است و بیشترین مقدار آن $(M + 3m)g$ است.

۱۱ اتومبیلی روی یک مسیر افقی مارپیچ، که در شکل نشان داده شده است، حرکت می‌کند. اندازه سرعت اتومبیل ثابت است. شتاب اتومبیل در کدام یک از نقاط زیر بیشترین مقدار است؟



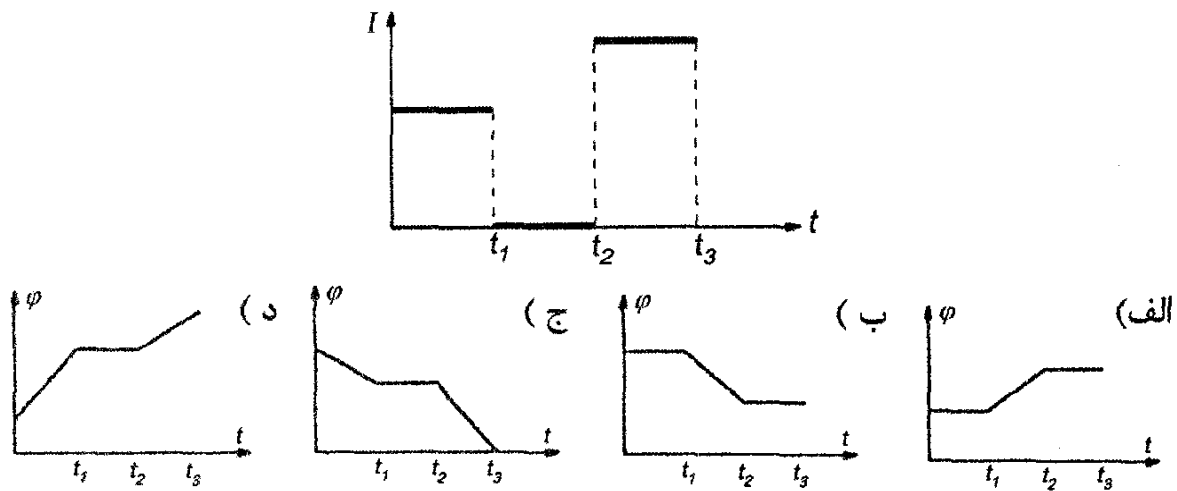
- الف) A ب) B ج) C د) D

۱۲ در شکل مقابل m و m' با میله سبکی به هم متصل‌اند. دستگاه حول نقطه تعادل نوسان می‌کند. لحظه‌ای که جرم‌ها به دورترین فاصله از نقطه تعادل می‌رسند، جرم m' را جدا می‌کنیم. دامنه نوسان جرم m چه قدر می‌شود؟

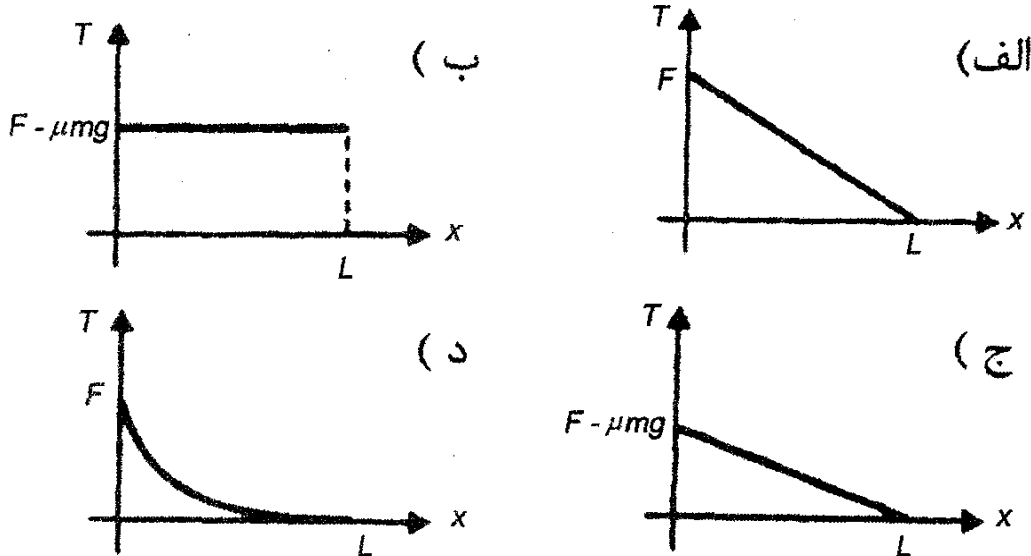


- الف) کمتر می‌شود
 ب) بیشتر می‌شود
 ج) تغییر نمی‌کند
 د) بدون داشتن ثابت فنر و جرم‌ها نمی‌توان پاسخ داد

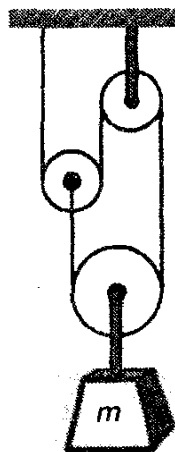
۱۳ در اثر تغییرات شار مغناطیسی در یک مدار بسته، جریانی القایی تولید می‌شود. نمودار جریان القایی بر حسب زمان مطابق شکل مقابل است. کدام یک از گزینه‌های زیر نمودار شار مغناطیسی بر حسب زمان در این مدار است؟



۱۴) 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 می‌کنیم. نمودار نیروی کشش نخ بر حسب x کدام یک از شکل‌های زیر است؟

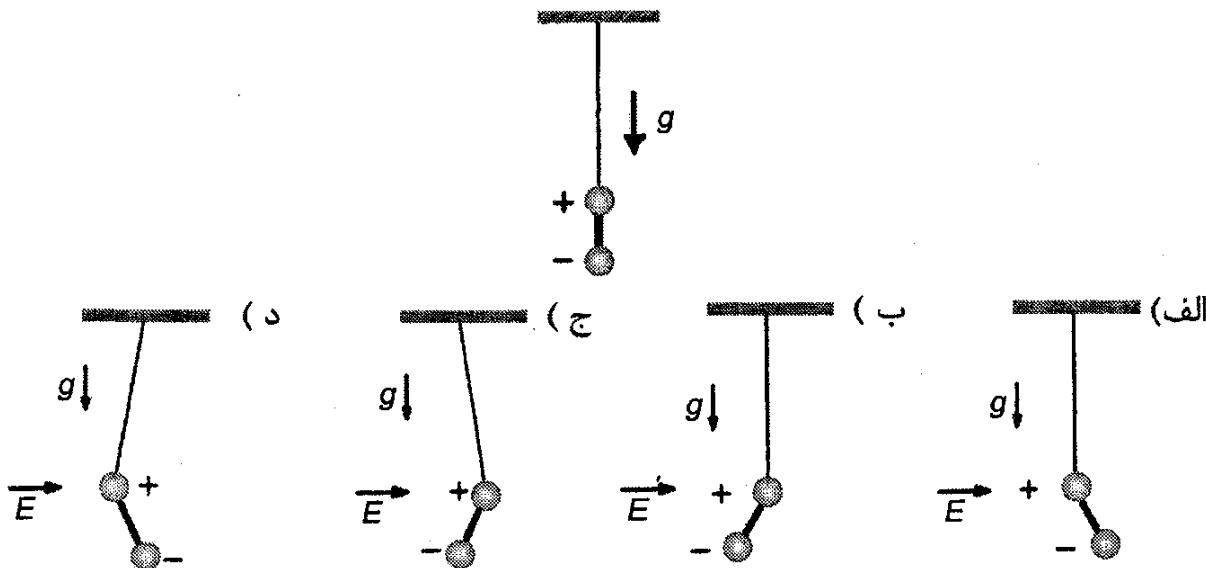


۱۵) در شکل مقابل، از وزن قرقره و نخ چشم ببوشید. در این صورت جرم m با چه شتابی سقوط می‌کند؟

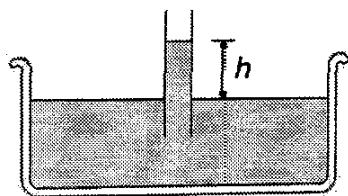


- (الف) $\frac{g}{2}$
- (ب) $\frac{g}{3}$
- (ج) $\frac{g}{4}$
- (د) g

(۱۶) دو گلوله باردار به دو سر یک میله نارسانا متصل شده‌اند. اندازه بار دو کره مساوی و علامت آن‌ها مخالف است. مطابق شکل، گلوله مثبت را به یک ریسمان سبک بسته و آونگ مرکبی درست کرده‌ایم. این آونگ را در میدان الکتریکی یکنواخت و افقی E می‌گذاریم. در حالت تعادل، آونگ مطابق کدام شکل قرار می‌گیرد؟

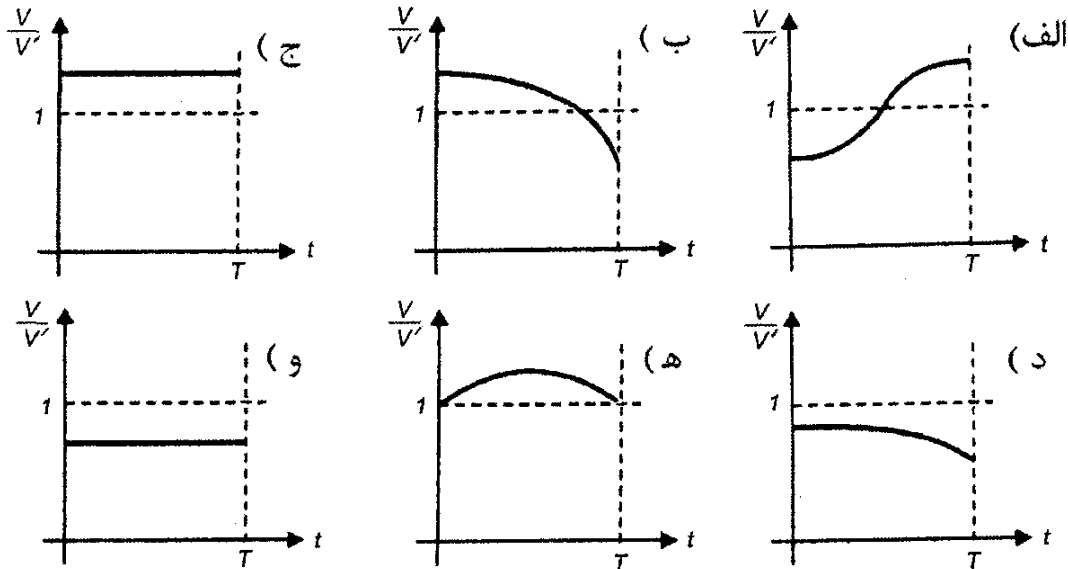
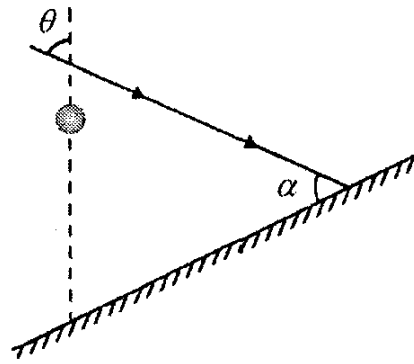


(۱۷) لوله موثینی را، مطابق شکل، در آب فرو می‌بریم. در اثر این کار، آب تا ارتفاع h در لوله بالا می‌رود. علت این پدیده آن است که به خاطر تماس آب با سطح درونی لوله نوعی انرژی پتانسیل در دستگاه به وجود می‌آید که مقدار آن از رابطه $E_1 = -\beta S$ به دست می‌آید. در این جا S مساحت جانبی ستون هاشور خورده، و β ضریبی ثابت است، که به جنس لوله و مایع (در این مورد آب) بستگی دارد. ستون آب بالا آمده، به جز انرژی E_1 یک انرژی پتانسیل گرانشی هم دارد که ناشی از بالا آمدن آب در لوله نسبت به سطح آب در ظرف است. حالت تعادل دستگاه جایی است که مجموع این دو انرژی کمینه شود. اکنون فرض کنید لوله‌ای به قطر d را در آب فرو کنیم و آب در آن به ارتفاع h ، نسبت به سطح آب ظرف، بالا رود. اگر لوله‌ای از همان جنس و با قطر $2d$ در آب فرو کنیم، آب تا چه ارتفاعی بالا می‌آید؟

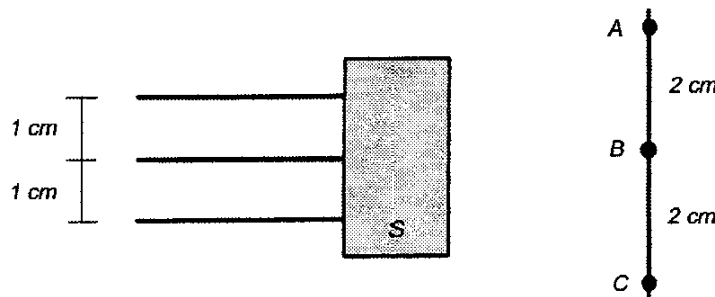


- (الف) $\frac{h}{4}$ (ب) $\frac{h}{2}$ (ج) h (د) $\sqrt{2}h$ (ه) $2h$

(۱۸) مطابق شکل، نور خورشید با زاویه α به یک سطح شیب‌دار می‌تابد. زاویه تابش پرتوهای آفتاب با خط قائم θ است ($\theta < \alpha$). گلوله‌ای را بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم تا در راستای قائم سقوط کند. سایه گلوله روی سطح شیب‌دار می‌افتد. کدام یک از نمودارهای زیر ممکن است نشان‌دهنده نسبت سرعت گلوله (V) به سرعت سایه آن روی سطح شیب‌دار (V') بر حسب زمان باشد؟



۱۹) مطابق شکل، سه باریکه نور کاملاً موازی به ابزار نوری S می‌تابند و روی پرده L نقاط روشن A, B, C را پدید می‌آورند. ابزار نوری S ،

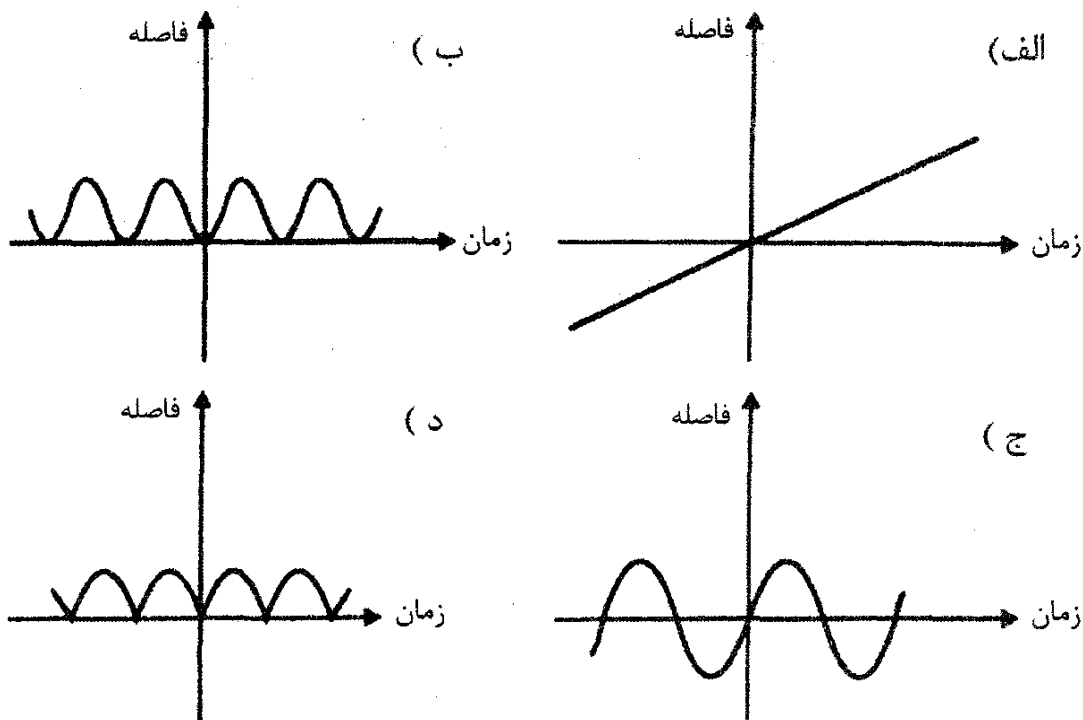


- (الف) حتماً یک عدسی واگر است.
- (ب) حتماً یک عدسی همگرا است.
- (ج) ممکن است یک عدسی همگرا یا یک عدسی واگرا باشد.

۲۰) فرض کنید در شهری، به طور متوسط، در هر خانه یک شیر آب چکه کند، چنانچه در هر ثانیه یک قطره از شیر بچکد، حجم هر قطره را $0/1$ سانتی‌متر مکعب بگیرید. فرض کنید در هر خانه به طور متوسط پنج نفر زندگی می‌کنند و مصرف آب روزانه هر نفر به طور متوسط 200 لیتر باشد. کسری از آب که از این راه هدر می‌رود به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

- (الف) $0/1$
- (ب) $0/01$
- (ج) $0/001$
- (د) $0/0001$

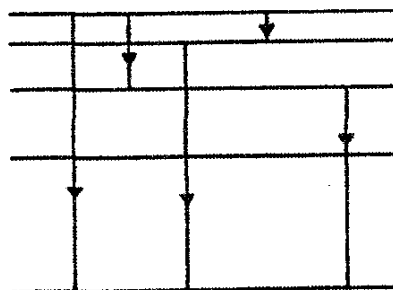
(۲۱) متحرکی با سرعت ثابت روی دایره‌ای حرکت می‌کند. نمودار فاصله متحرک از نقطه ثابت A روی محیط دایره، بر حسب زمان شبیه کدام یک از شکل‌های زیر است؟

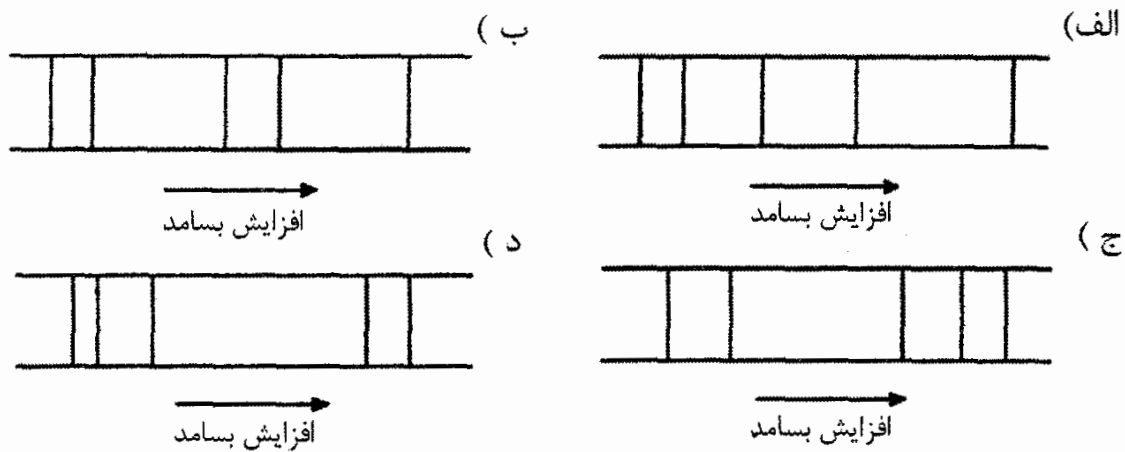


(۲۲) سیم لوله بلندی به شکل استوانه‌ای به شعاع r است و جریان I از آن می‌گذرد. مؤلفه شعاعی نیروی مغناطیسی وارد بر قوس کوچکی از سیم لوله،

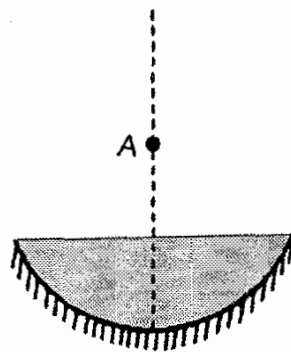
- (الف) متناسب با I و به طرف خارج است.
 (ب) متناسب با I و به طرف داخل است.
 (ج) متناسب با I^2 و به طرف خارج است.
 (د) متناسب با I^2 و به طرف داخل است.
 (ه) صفر است.

(۲۳) شکل روبه‌رو جهش‌های الکترون را در ترازهای مختلف یک اتم نشان می‌دهد. کدام یک از شکل‌های زیر، طیف تابشی این اتم را نشان می‌دهد؟





(۲۴) برای اندازه‌گیری ضریب شکست یک مایع، آینه مقعری به شعاع 28cm را مطابق شکل، روی سطحی افقی می‌گذاریم و گودی آن را از مایع پر می‌کنیم، به طوری که ضخامت مایع در وسط 1cm شود. مشاهده می‌شود که تصویر نقطه نورانی A واقع بر محور اصلی آینه، بر خودش منطبق می‌شود. اگر فاصله نقطه A از سطح آزاد مایع 20cm باشد، ضریب شکست مایع چقدر است؟

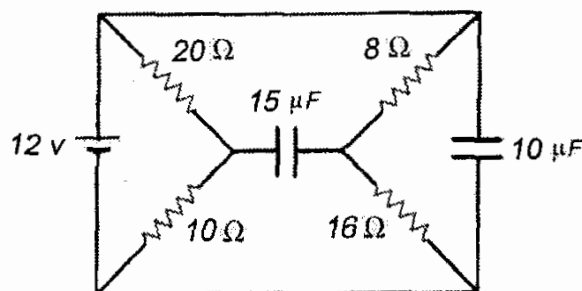


- (الف) $1/35$ (ب) $1/40$ (ج) $1/45$ (د) $1/50$

(۲۵) دانشمندی به نام اراتوستن برای سنجش شعاع زمین از این پدیده استفاده کرد که وقتی تابش نور خورشید در شهر آسوان در مصر بر زمین عمود است، زاویه پرتوهای نور خورشید با راستای عمود بر زمین در شهر اسکندریه حدود 7° درجه است. با توجه به این که شهر اسکندریه تقریباً در شمال آسوان قرار دارد، فاصله این دو شهر تقریباً چند کیلومتر است؟ (شعاع زمین حدود 6400 کیلومتر است.)

- (الف) 1100 (ب) 780 (ج) 520 (د) 32

(۲۶) اختلاف پتانسیل نهایی دو سر خازن $15\mu\text{F}$ در مدار زیر چند ولت است؟

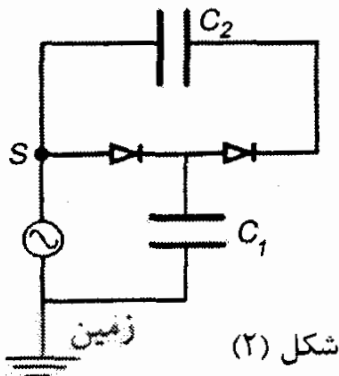


- (الف) صفر (ب) 4 (ج) 8 (د) 12

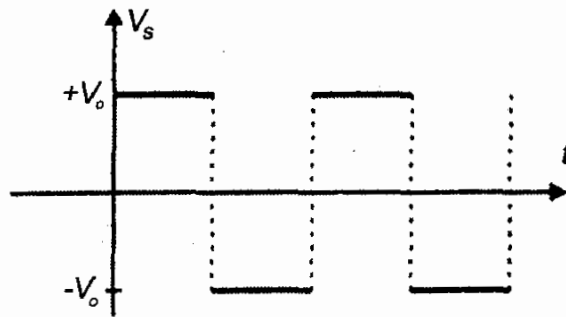
(۲۷) جرم جو زمین به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟
 فشار جو زمین 10^5 Pa است. هر کمیت دیگری را که لازم دارید تخمین بزنید.

- الف) 10^{13} kg ب) 10^{16} kg ج) 10^{19} kg د) 10^{22} kg

(۲۸) دیود (یا یک سو کننده) عنصری الکترونیکی است که آن را با علامت $a \rightarrow \text{---} | \text{---} c$ نشان می دهند. کار دیود چنان است که یا جریانی از آن نمی گذرد و در این صورت $V_a \leq V_c$ ، یا جریان مثبت از a به c برقرار است و در این حالت $V_a = V_c$ و ولتاژ نقاط a و c (مانند). مدارهای مطابق شکل ۱ را در نظر بگیرید. در این مدار، خازن ها در ابتدا خالی اند و ولتاژ نقطه S بر حسب زمان مطابق شکل ۲ است.
 اختلاف پتانسیل دو سر خازن های C_1 و C_2 را به ترتیب V_1 و V_2 می نامیم. پس از گذشت زمان زیاد:



شکل (۲)



شکل (۱)

- الف) $V_2 = V_0, V_1 = V_0$
 ب) $V_2 = \frac{V_0}{2}, V_1 = \frac{V_0}{2}$
 ج) $V_2 = 2V_0, V_1 = V_0$
 د) $V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_0, V_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} V_0$
 ه) $V_2 = 0, V_1 = V_0$

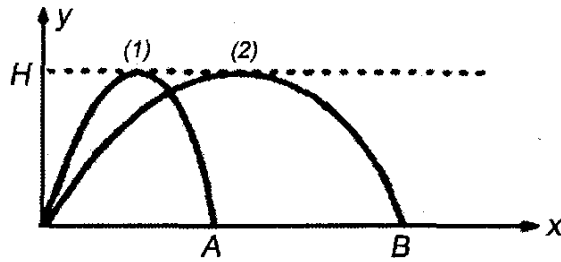
(۲۹) با توجه به دوره گردش ماه به دور زمین و دوره چرخش زمین به دور محور خود، تأخیر طلوع یا غروب ماه در هر روز نسبت به روز قبل تقریباً چند دقیقه است؟

- الف) ۴۰ ب) ۵۰ ج) ۶۰ د) ۷۰

(۳۰) کدام یک از گزاره های زیر در مورد رؤیت ماه درست است؟

- الف) هلال باریکی که در شب های بعد بزرگ می شود در سر شب، و هلال باریکی که در شب های بعد کوچک می شود قبل از طلوع آفتاب دیده می شوند.
 ب) هلال باریکی که در شب های بعد بزرگ می شود قبل از طلوع آفتاب و هلال باریکی که در شب های بعد کوچک می شود در سر شب دیده می شوند.
 ج) هلال های باریک، همواره در سر شب دیده می شوند.
 د) هلال های باریک، همواره قبل از طلوع آفتاب دیده می شوند.

(۳۱) نمودار حرکت دو پرتابه ۱ و ۲ مطابق شکل روبه‌رو است. دو پرتابه هم‌زمان پرتاب می‌شوند و ارتفاع اوچشان یکسان است. کدام‌گزینه درست است؟



- الف) پرتابه‌ها هم‌زمان، به ترتیب، به نقاط A و B می‌رسند.
 ب) پرتابه ۱ زودتر به A می‌رسد.
 ج) پرتابه ۲ زودتر به B می‌رسد.

«بخش مسائل پاسخ کوتاه»

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیح زیر را به دقت بخوانید:

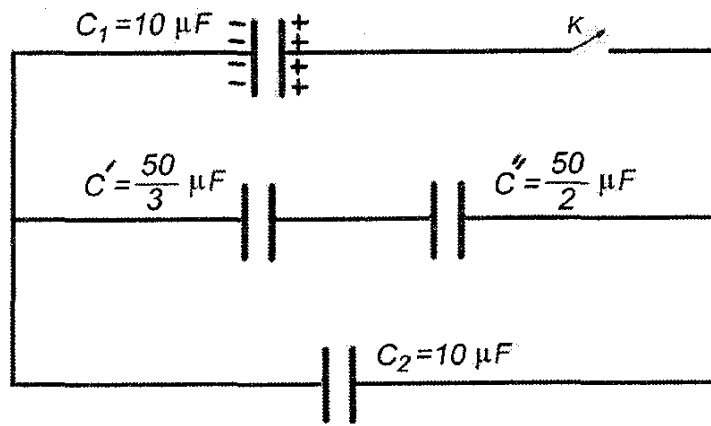
در مسئله‌های شماره ۱ تا ۹ باید پاسخ را بر حسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌متر، متر، کیلوگرم، میکروفاراد و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده است، با دو رقم به دست آورید. مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی بر حسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷$ میکروفاراد را به دست آورده باشید. آن را گرد کنید و به ۲۷ میکروفاراد تبدیل کنید. توجه: پاسخ نادرست در این بخش نمره منفی ندارد.

(۱) با خوردن یک گرم کشمش ۱۳kJ انرژی جذب بدن می‌شود. شخصی به جرم ۶۵kg ، ۲۰g کشمش می‌خورد. اگر بدن می‌توانست از تمام این انرژی برای بالا رفتن استفاده کند، این شخص چند کیلومتر می‌توانست از کوهی بالا رود؟ (ارتفاع عمودی مورد نظر است و $g = ۱۰\text{m/s}^2$)

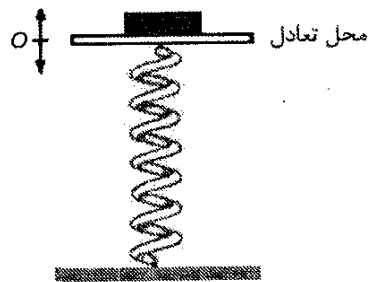
(۲) گلوله‌ای را از ارتفاع $h_0 = ۸۰\text{m}$ رها می‌کنیم. این گلوله پس از برخورد m با زمین تا ارتفاع h_n بالا می‌آید. در هر برخورد، داریم: $h_n = ۰/۳۶ h_{n-1}$. این گلوله چند ثانیه پس از رها شدن روی زمین متوقف می‌شود؟ ($g = ۱۰\text{m/s}^2$)

(۳) تیری به طول ۲m به طور قائم بر کف استخر آبی نصب شده است. از این تیر بیرون آب است. آفتاب با زاویه ۵۳° نسبت به خط قائم بر سطح آب می‌تابد. طول سایه‌ای که از تیر بر کف استخر می‌افتد چند دسی‌متر است؟ ($\sin ۵۳^\circ \approx \frac{۴}{۵}$, $n \approx \frac{۴}{۳}$)

(۴) در مدار زیر خازن c_1 را تا اختلاف پتانسیل ۳۰۰ ولت پر کرده‌ایم. پس از بستن کلید، اختلاف پتانسیل دو سر خازن c' چند ولت می‌شود؟

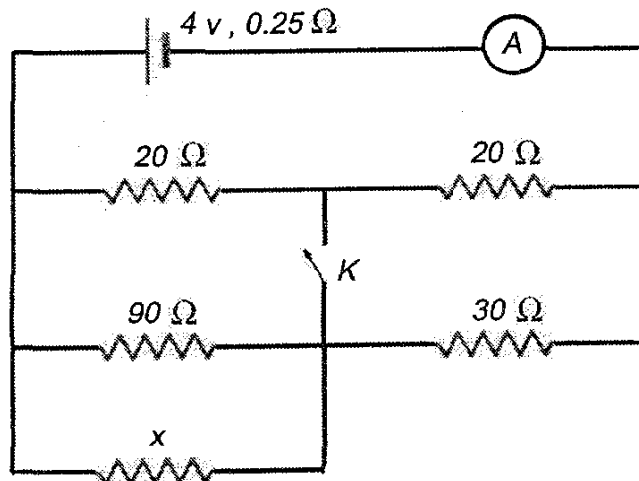


۵) فتری با جرم ناچیز را، مطابق شکل، به صورت قائم قرار می‌دهیم و روی آن صفحه‌ای سبک و افقی نصب می‌کنیم. ثابت فنر $9 \frac{N}{m}$ است. روی صفحه سکه‌ای به جرم $18g$ قرار داد و دستگاه در حالت تعادل است. اکنون صفحه را به آرامی، به اندازه d نسبت به نقطه تعادل پایین می‌بریم و سپس رها می‌کنیم. بیشترین مقدار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



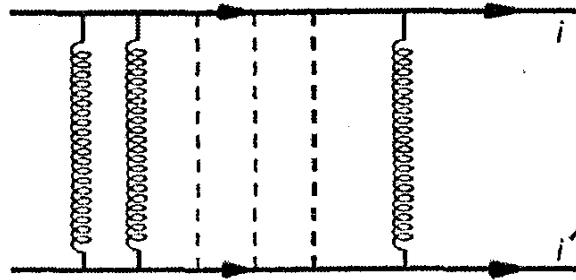
۶) دو توپخانه به فاصله 30 km از هم شلیک می‌کنند. هر توپخانه اختلاف زمان بین مشاهده نور و شنیدن صدای شلیک توپخانه دیگر را می‌سنجد. این زمان برای یکی از آن‌ها 92 ثانیه و برای دیگری 88 ثانیه است. فرض کنید راستای وزش باد در راستای خط واصل توپخانه‌ها است. سرعت باد چند کیلومتر بر ساعت است؟

۷) در مدار زیر با قطع و وصل کلید K شدت جریان در آمپرسنج تغییری نمی‌کند. مقاومت x چند اهم است؟



۸) بین دو کابل راست موازی و بلند، تعدادی فنر با ثابت $k = 500 \frac{N}{m}$ گذاشته‌ایم. هنگامی که از هر کابل جریان 50 A می‌گذرد، طول فنرها 5 cm است. اگر

شدت جریان کابل‌ها 20 A بیشتر شود، طول فنرها $4/9\text{ cm}$ می‌شود. در هر کیلومتر از طول این کابل‌ها چند فنر گذاشته‌ایم؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tm}{A}$)



۹) میان کلاhek یک وان‌دوگراف و کرهٔ رسانایی در نزدیکی آن در هر ثانیه دو جرقه زده می‌شود. کرهٔ رسانا به زمین متصل است. اگر سر راه کره به زمین یک میکروآمپر متر بگذاریم، جریان متوسط $2\mu A$ خوانده می‌شود. فرض کنید در هر جرقه وان‌دوگراف کاملاً تخلیه می‌شود. ظرفیت معادل بین کره و وان‌دوگراف 30 pF است. ولتاژ کلاhek قبل از هر جرقه چند کیلووات است؟