

مرحله اول دوازدهمین المپیاد فیزیک

بخش اول: سؤال‌های چندگزینه‌ای

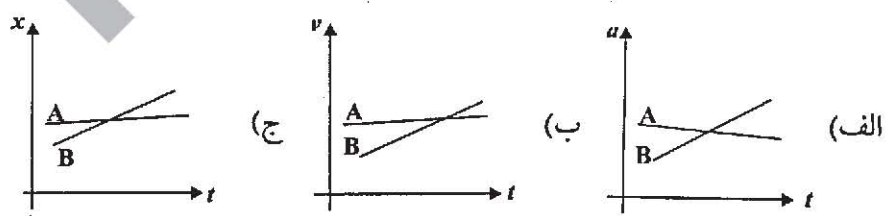
سؤال‌های ۱ تا ۳۱ چندگزینه‌ای هستند و به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. نمره مثبت و نمره منفی هر سؤال در پرانتزی در مقابل همان سؤال نوشته شده است. توجه داشته باشید که هر سؤال فقط یک گزینه درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

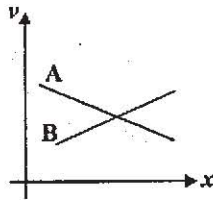
۱- دو جسم را از یک ارتفاع h با سرعت‌های افقی v_1 و v_2 ($v_1 > v_2$) پرتاب می‌کنیم. دو جسم به دیواری قائم در فاصله افقی l از نقطه پرتاب برخورد می‌کنند، به طوری که دو محل برخورد، ارتفاع h را به سمت قسمت مساوی تقسیم می‌کنند. نسبت $\frac{v_1}{v_2}$ چه قدر است؟

- (الف) $\sqrt{2}$ (ب) ۲ (ج) ۳ (د) $\sqrt{3}$

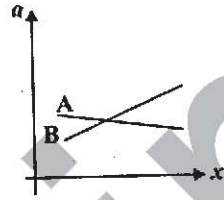
طرح از: دکتر خرمی

۲- دو خودروی A و B در جاده‌ای در حرکت‌اند. اگر متغیرهای حرکت آنها یکی از نمودارهای شکل (۱-۱۲) باشد، کدام یک از این نمودارها حتماً یک تصادف را نشان می‌دهد؟ ($+\frac{3}{4}$ ، $-\frac{3}{4}$)





(ه)



(د)

شکل (۱-۱۲)

طرح از: دکتر خرمی

۳- تعداد الکترونهاى 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.

($-\frac{4}{3}, +4$)

(د) 10^{26}

(ج) 10^{22}

(ب) 10^{28}

(الف) 10^{23}

طرح از: دکتر خرمی

۴- متحرکی $\frac{1}{4}$ مسیر خود را با سرعت v ، $\frac{1}{4}$ مسیر را با سرعت $\frac{v}{2}$ ، $\frac{1}{8}$ مسیر را با سرعت $\frac{v}{4}$ ، و به همین صورت تا انتها طی می کند. سرعت متوسط این متحرک چه قدر است؟

($-\frac{4}{3}, +4$)

(د) صفر

(ج) $\frac{v}{4}$

(ب) $\frac{v}{3}$

(الف) $\frac{v}{2}$

طرح از: آقای مقیمی

۵- تعدادی گلوله با سرعت های اولیه غیر صفر، هم زمان شروع به حرکت می کنند. این گلوله ها در مدت حرکتشان تحت اثر نیروهایی برابر، ثابت، و در جهت عکس سرعتشان قرار دارند. کدام گلوله تا زمان توقف مسافت بیشتری می پیماید؟

($-1, +4$)

(الف) گلوله ای 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.

طرح از: آقای مقیمی

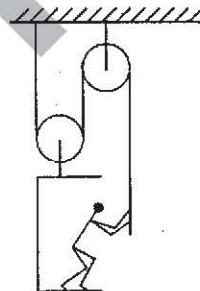
(-۱، +۴)

- ۶- در سوال 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 انرژی‌اش از همه بیشتر است.

طرح از: آقای مقیمی

- ۷- یک کارگر ساختمانی به وزن w برای بالا رفتن از ساختمانی، ابزاری مطابق شکل (۱۲-۲) 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 چشم پوشید.

(-۱، +۲)



الف) w

ب) $\frac{w}{2}$

ج) $\frac{w}{3}$

د) $\frac{w}{4}$

طرح از: دکتر آقامحمدی

شکل (۱۲-۲)

۸- بار نقطه‌ای q را، مطابق شکل (۱۲-۳) 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 هم اندازه‌اند، 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.

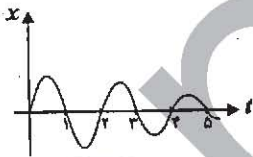
ب) با کره نارسانا.

ج) در هر دو حالت یکی است.

طرح از: مؤلف

شکل (۱۲-۳)

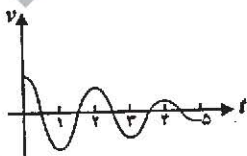
۹- نمودار مکان - زمان جسمی مطابق شکل (۱۲-۴) است.



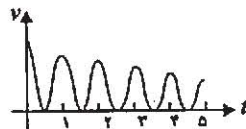
(شکل ۱۲-۴)

$(-\frac{4}{3}, +4)$

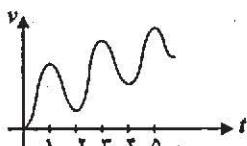
نمودار سرعت - زمان آن کدام یک از شکل‌های زیر است؟



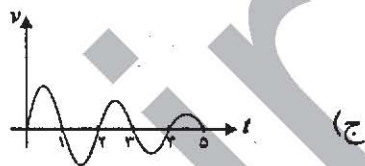
ب)



الف)



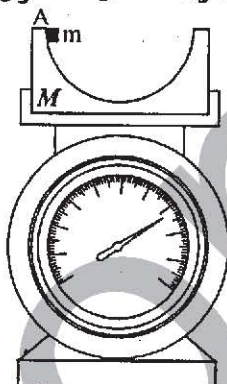
(د)



(ج)

طرح از: دکتر آقامحمدی

۱۰- جسمی به جرم m ، مطابق شکل (۵-۱۲) 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،



$(+\frac{5}{3}, -\frac{5}{3})$

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.

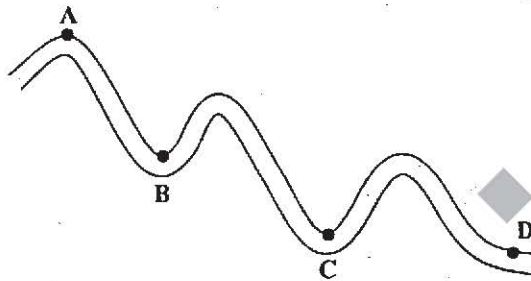
د) متغیر است و بیشترین مقدار آن $(M+3m)g$ است.

شکل (۵-۱۲)

طرح از: دکتر آقامحمدی

۱۱- اتومبیلی روی یک مسیر افقی مارپیچ، که در شکل (۶-۱۲) نشان داده شده است، حرکت می‌کند. اندازه سرعت اتومبیل ثابت است. شتاب اتومبیل در کدام یک از نقاط زیر بیشترین مقدار است؟

$(+\frac{4}{3}, -\frac{4}{3})$

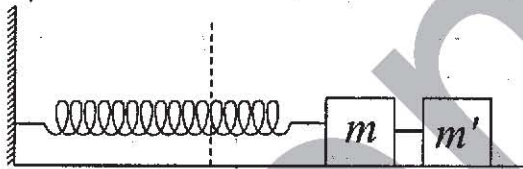


- A (الف)
- B (ب)
- C (ج)
- D (د)

شکل (۶-۱۲) طرح از: دکتر آقامحمدی

۱۲- در شکل (۷-۱۲) m و m' با میله سبکی به هم متصل اند. دستگاه حول نقطه تعادل نوسان می کند. لحظه ای که جرم ها به دورترین فاصله از نقطه تعادل می رسند، جرم m' را جدا می کنیم. دامنه نوسان جرم m چه قدر می شود؟

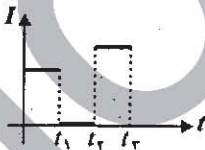
$(-\frac{4}{3}, +4)$



- الف) کمتر می شود.
- ب) بیشتر می شود.
- ج) تغییر نمی کند.
- د) بدون داشتن ثابت فنر و جرم ها نمی توان پاسخ داد.

شکل (۷-۱۲) نقطه تعادل بدون اصطکاک

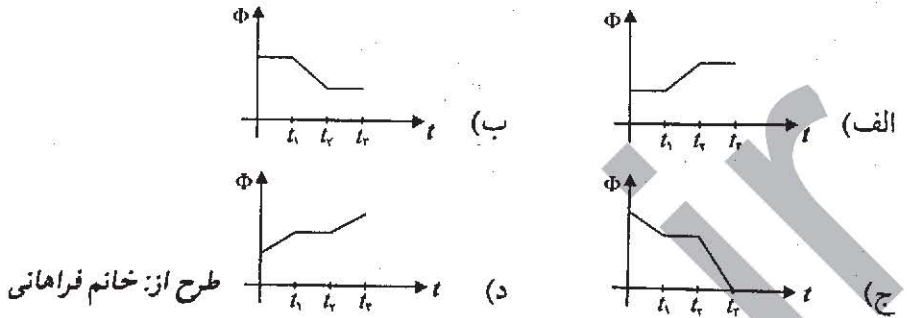
طرح از: خانم فراهانی



شکل (۸-۱۲)

۱۳- در اثر تغییرات شار مغناطیسی در یک مدار بسته، جریانی القایی تولید می شود. نمودار جریان القایی بر حسب زمان مطابق شکل (۸-۱۲) است. کدام یک از گزینه های زیر نمودار شار مغناطیسی بر حسب زمان در این مدار است؟

$(-1, +3)$



۱۴- مطابق شکل (۹-۱۲)، ریسمانی

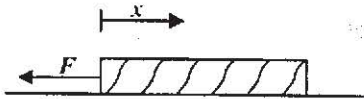
همگن به طول l و جرم m روی سطحی

افقی با ضریب اصطکاک μ قرار دارد. به

یک سر آن نیرویی به اندازه F ($F > \mu mg$)

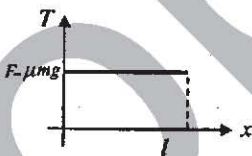
وارد می‌کنیم. نمودار نیروی کشش نخ بر

حسب x کدام یک از شکل‌های زیر است؟

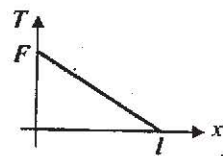


شکل (۹-۱۲)

$(-\frac{4}{3}l, +4)$



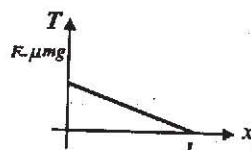
(ب)



(الف)



(د)

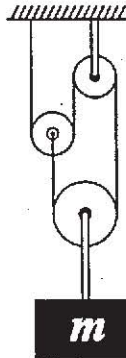


(ج)

طرح از: مؤلف

۱۵- در شکل (۱۰-۱۲) از وزن قرقره‌ها و نخ چشم ببوشید. در این صورت جرم m با

$(-\frac{4}{3}, +\frac{4}{3})$



چه شتابی سقوط می‌کند؟

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

طرح از: دکتر آقامحمدی

شکل (۱۰-۱۲)

۱۶- دو گلوله باردار به دو سر یک میله

نارسانا متصل شده‌اند. اندازه بار دو کره

مساوی و علامت آنها مخالف است. مطابق

شکل (۱۱-۱۲) گلوله مثبت را به یک

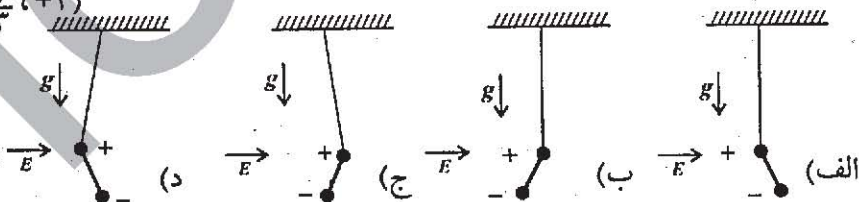
رسمان سبک بسته و آونگ مرکبی درست

کرده‌ایم. این آونگ را در میدان الکتریکی

یکنواخت و افقی E می‌گذاریم. در حالت تعادل، آونگ مطابق کدام شکل قرار می‌گیرد؟

شکل (۱۱-۱۲)

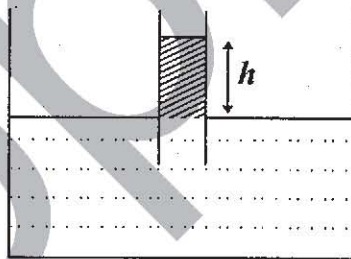
$(-\frac{4}{3}, +\frac{4}{3})$



طرح از: دکتر اجتهادی

۱۷- لوله موئینی را، مطابق شکل (۱۲-۱۲)، 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 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 پتانسیل E_1 یک انرژی 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؟

(+۵، -۵)



شکل (۱۲-۱۲)

الف) $\frac{h}{4}$

ب) $\frac{h}{2}$

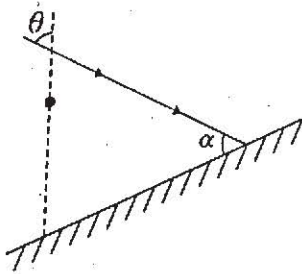
ج) h

د) $\sqrt{2}h$

ه) $2h$

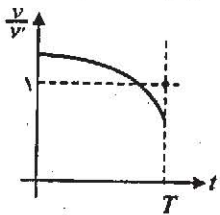
طرح از: دکتر خرمی

۱۸- مطابق شکل (۱۳-۱۲)، نور خورشید با زاویه α به یک سطح شیب دار می‌تابد. زاویه تابش پرتوهای آفتاب با خط قائم θ است ($\theta < \alpha$). گلوله‌ای را بدون سرعت اولیه

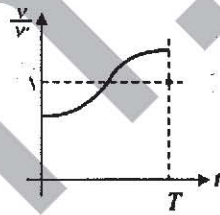


شکل (۱۲-۱۳)

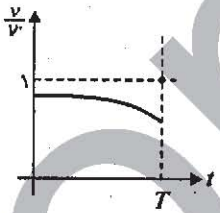
رها می‌کنیم تا در راستای قائم سقوط کند. سایه گلوله روی سطح شیب دار می‌افتد. کدام یک از نمودارهای زیر ممکن است نشان دهنده نسبت سرعت گلوله (V) به سرعت سایه آن روی سطح شیب دار (V') بر حسب زمان باشد؟
 (-۴/۵، +۴)



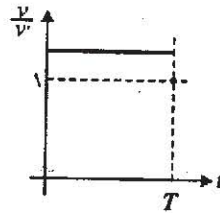
(ب)



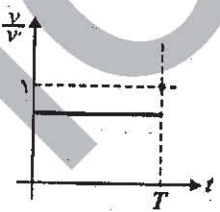
(الف)



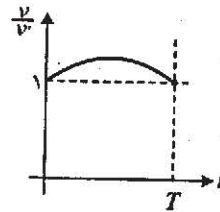
(د)



(ج)



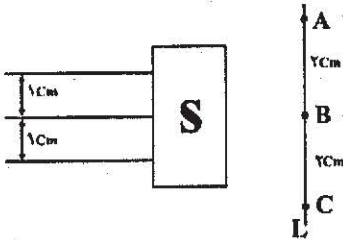
(و)



(ه)

طرح از: دکتر خرمی

- ۱۹- مطابق شکل (۱۲-۱۴) سه باریکه نور کاملاً موازی به ابزار نوری S می‌تابند و روی پرده L نقاط روشن A، B و C را پدید می‌آورند. ابزار نوری S،



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

شکل (۱۲-۱۴)

طرح از: دکتر خرمی

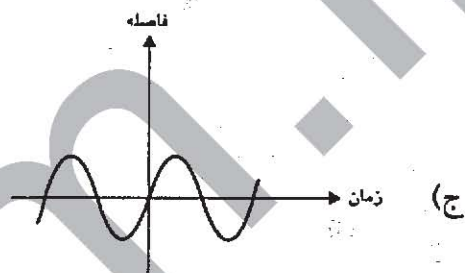
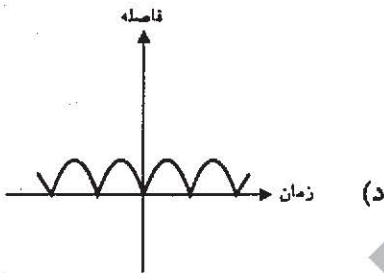
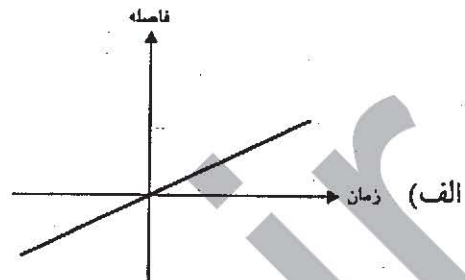
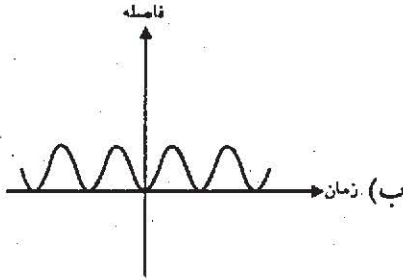
- ۲۰- فرض کنید در شهری، به طور متوسط، در هر خانه یک شیر آب چکه کند، چنان که در هر ثانیه یک قطره از شیر بچکد. حجم هر قطره را 0.1 سانتی متر مکعب بگیرید. فرض کنید در هر خانه به طور متوسط پنج نفر زندگی کنند و مصرف روزانه هر نفر به طور متوسط 200 لیتر باشد. کسری از آب که از این راه هدر می‌رود به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

- الف) 0.1 ب) 0.01 ج) 0.001 د) 0.0001

طرح از: دکتر خرمی

- 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؟

- (4 ، $-\frac{4}{3}$)



طرح از: دکتر خرمی

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، $(+4, -1)$

(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.

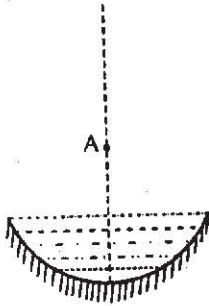
(ه) صفر است. طرح از: دکتر خرمی

۲۳- برای اندازه‌گیری ضریب شکست یک مایع، آینه مقعری به شعاع 28 cm را، مطابق

شکل (۱۲-۱۵) روی سطحی افقی می‌گذاریم و گودی آن را از مایع پر می‌کنیم، به

طوری که ضخامت مایع در وسط 1 cm شود. مشاهده می‌شود که تصویر نقطه نورانی A

واقع بر محور اصلی آینه، برخوردش منطبق می‌شود. اگر فاصله نقطه A از سطح آزاد مایع 20 cm باشد، ضریب شکست مایع چقدر است؟
 (+۴، -۴)



الف) $1/35$

ب) $1/40$

ج) $1/45$

د) $1/50$

شکل (۱۲-۱۵)

طرح از: آقای محمودزاده

۲۴- دانشمندی به نام اراتوستن برای سنجش شعاع زمین از این پدیده استفاده کرد که وقتی تابش نور خورشید به 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 km است.

(+۳، -۱)

الف) 1100

ب) 780

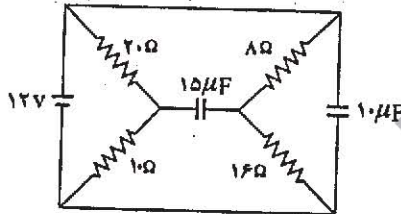
ج) 520

د) 32

طرح از: دکتر خرمی

۲۵- اختلاف پتانسیل نهایی دو سر خازن $15\mu\text{F}$ در مدار شکل (۱۲-۱۶) چند ولت است؟

(+۳، -۱)



الف) صفر

ب) ۴

ج) ۸

د) ۱۲

طرح از: آقای مقیمی

شکل (۱۲-۱۶)

۲۶- جرم جو زمین به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ فشار جو زمین 10^5 pa است. هر کمیّت دیگری را که لازم دارید تخمین بزنید.

الف) 10^3 kg

ب) 10^{16} kg

ج) 10^{19} kg

د) 10^{22} kg

طرح از: دکتر خرمی

۲۷- دیود (یا یک سو کننده) عنصری الکترونیکی است که آن را با

علامت $c \rightarrow a$ نشان می دهند. کار دیود چنان است که یا جریانی

از آن نمی گذرد و در این صورت $V_a \leq V_c$

یا جریانی مثبتی از a به c برقرار است و در

این حالت $V_a = V_c$ و ولتاژ نقاط a

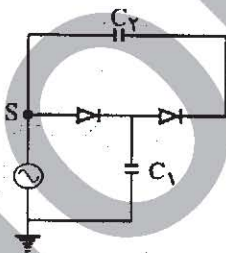
و c اند. مداری مطابق شکل (۱۲-۱۷) را

در نظر بگیرید. در این مدار، خازن ها در

ابتدا خالی اند و ولتاژ نقطه d بر حسب زمان

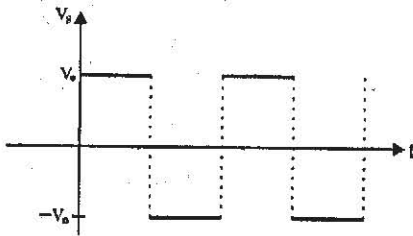
مطابق شکل (۱۲-۱۸) است. اختلاف

پتانسیل دو سر خازن های C_1 و C_2 را، به



شکل (۱۲-۱۷)

ترتیب، V_2 و V_1 می‌نامیم. پس از گذشت زمان زیاد، $(-\frac{5}{4}, +5)$



(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) $V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_0$ ، $V_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} V_0$ (شکل (۱۲-۱۸))

طرح از: دکتر خرمی

(ه) $V_2 = 0$ ، $V_1 = V_0$

۲۸- 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؟ $(-\frac{4}{3}, +4)$

(د) ۷۰

(ج) ۶۰

(ب) ۵۰

(الف) ۴۰

طرح از: دکتر بهمن آبادی

۲۹- کدام یک از گزاره‌های زیر در مورد رؤیت ماه درست است؟ $(-\frac{4}{3}, +4)$

(الف) هلال باریکی که در شب‌های بعد بزرگ می‌شود در سر شب، و هلال باریکی که در شب‌های بعد کوچک می‌شود قبل از طلوع آفتاب دیده می‌شوند.

(ب) هلال باریکی که در شب‌های بعد بزرگ می‌شود قبل از طلوع آفتاب، و هلال باریکی که در شب‌های بعد کوچک می‌شود در سر شب دیده می‌شوند.

(ج) هلال‌های باریک، همواره در سر شب دیده می‌شوند.

(د) هلال‌های باریک، همواره قبل از طلوع آفتاب دیده می‌شوند.

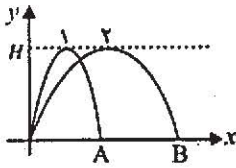
طرح از: دکتر بهمن آبادی

۳۰- نمودار حرکت دو پرتابه ۱ و ۲ مطابق شکل (۱۲-۱۹) است. دو پرتابه هم زمان پرتاب می شوند و ارتفاع اوجشان یکسان است. کدام گزینه درست است؟ $(+۳, -\frac{۳}{۴})$

الف) پرتابه ها هم زمان، به ترتیب، به نقاط A و B می رسند.

ب) پرتابه ۱ زودتر به A می رسد.

ج) پرتابه ۲ زودتر به B می رسد.



شکل (۱۲-۱۹)

طرح از: آقای مقیمی

بخش دوم: مسئله‌های 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 میلی 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 $26/7$ میکروفاراد را به دست آورده باشید. آن را گرد کنید و به 27 میکروفاراد تبدیل کنید.

۱- با خوردن یک گرم کشمش 13% انرژی جذب بدن می‌شود. شخصی به جرم 65kg ، 200g 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 $g = 10\text{ m/s}^2$) (۴ نمره) طرح از: دکتر اجتهادی

۲- گلوله‌ای را از ارتفاع $h_0 = 80\text{m}$ رها می‌کنیم. این گلوله پس از برخورد n م با زمین تا ارتفاع h_n بالا می‌آید. در هر برخورد، داریم: $h_n = 0/36 h_{n-1}$. این گلوله چند ثانیه پس از رها شدن روی زمین متوقف می‌شود؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$) (۵ نمره)

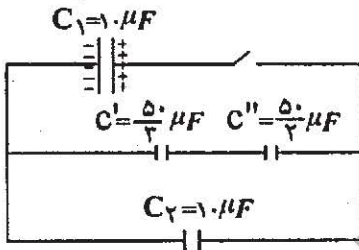
طرح از: مولف

۳- تیری به طول 2m به طور قائم بر کف استخر آبی نصب شده است. $0/5\text{m}$ از این

تیر بیرون آب است. آفتاب با زاویه 53° نسبت به خط قائم بر سطح آب می تابد. طول سایه‌ای که از تیر بر کف استخر می افتد چند دسی متر است؟

(۴ نمره) $\left(\sin 53^\circ \approx \frac{4}{5}, n \approx \frac{4}{3} \right)$

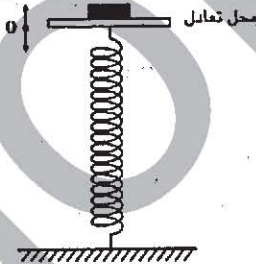
طرح از خانم فراهانی



شکل (۲۰-۱۲)

۴- در مدار شکل (۱۲-۲۰) خازن C_1 را تا اختلاف پتانسیل ۳۰۰ ولت پر کرده‌ایم. پس از بستن کلید، اختلاف پتانسیل دو سر خازن C' چند ولت می شود؟ (۴ نمره)

طرح از خانم فراهانی



شکل (۲۱-۱۲)

۵- فنری با جرم ناچیز را، مطابق شکل (۱۲-۲۱)، به صورت قائم قرار می دهیم و روی آن صفحه‌ای سبک و افقی نصب می کنیم. ثابت فنر $9 \frac{N}{m}$ است. روی صفحه سکه‌ای به جرم ۱۸g قرار دارد و دستگاه در حالت تعادل است. اکنون صفحه را به آرامی، به اندازه d نسبت به نقطه تعادل پایین می بریم و سپس رها می کنیم. بیشترین مقدار d باید چند میلی متر باشد تا سکه از

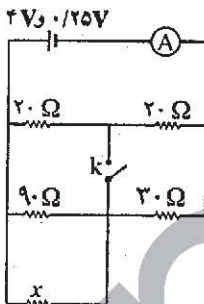
صفحه جدا نشود؟

طرح از: خانم فراهانی

(۵ نمره)

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؟ (۵ نمره)

طرح از: آقای محمودزاده



۷- در مدار شکل (۱۲-۲۲) با قطع و وصل کلید K

شدت جریان در آمپرسنج تغییری نمی‌کند.

مقاومت X چند اهم است؟ (۴ نمره)

شکل (۱۲-۲۲)

طرح از: آقای محمودزاده

۸- میان کلاهک یک وان دو گراف و کره رسانایی در نزدیکی آن در هر ثانیه دو جرقه زده می‌شود. کره رسانا به زمین متصل است. اگر سر راه کره به زمین یک میکروآمپر متر بگذاریم، جریان متوسط $3 \mu\text{A}$ خوانده می‌شود. فرض کنید در هر جرقه وان دو گراف کاملاً تخلیه می‌شود. ظرفیت معادل بین کره و وان دو گراف 30 pF است. ولتاژ کلاهک قبل از هر جرقه چند کیلوولت است؟ (۴ نمره)