

۰۰

مرحله اول یازدهمین المپیاد فیزیک ایران

بخش اول: سؤال های چندگزینه ای

توجه: سؤال های ۱ تا ۲۸ چندگزینه ای هستند و به هر گزینه که درست علامت زده شود نمره ای مثبت و به گزینه ای که نادرست علامت زده شود نمره ای منفی داده خواهد شد. نمره ای مثبت گزینه ای درست و نمره ای منفی هر گزینه ای نادرست همراه هر سؤال در پرانتز نوشته شده است. هر سؤال فقط یک گزینه ای درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

طرح از: دکتر اجتهادی

۱ - جسم A در کف یک ظرف مکعب مستطیلی قرار دارد. مطابق شکل (۱۱ - ۱) دو دیواره ای متقابل ظرف آینه هستند و ناظری از بالا به درون ظرف نگاه می کند. ناظر می تواند جسم A و تعدادی از تصاویر آن در آینه ها را مشاهده کند. اگر ظرف را از آب پرکنیم تعداد تصاویر

قابل مشاهده از همان نقطه: $(+5, -\frac{5}{4})$

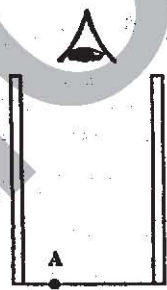
الف) حتماً بیشتر می شود.

ب) حتماً کمتر می شود.

ج) هرگز تغییر نمی کند.

د) بیشتر می شود یا تغییر نمی کند.

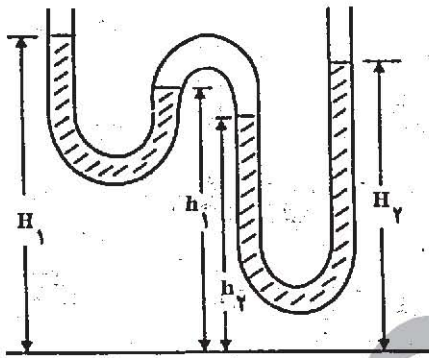
ه) کمتر می شود یا تغییر نمی کند.



شکل (۱۱ - ۱)

طرح از: دکتر اجتهادی

۲- درون لوله‌ای مطابق شکل (۱۱-۲)، که در صفحه‌ی قائم قرار دارد، مقداری آب می‌ریزیم. در قسمتی از لوله مقداری هواگیر افتاده است. ارتفاع سطح آزاد آب در قسمت‌های مختلف لوله، مطابق شکل، H_1, H_2, h_1, h_2 است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر الزاماً درست



شکل (۱۱-۲)

است؟ $(-\frac{4}{3}, +4)$

الف) $h_2 = h_1 < H_2 = H_1$

ب) $h_2 = h_1 = H_2 = H_1$

ج) $H_2 - h_2 = H_1 - h_1$

د) $H_1 = H_2$ و در حالت کلی دربارهی

$h_2 - h_1$ چیزی نمی‌توان گفت.

طرح از: دکتر اجتهادی

۳- مطابق شکل (۱۱-۳) بار نقطه‌ای q درون یک پوسته‌ی کروی رسانای بدون بار قرار دارد. از

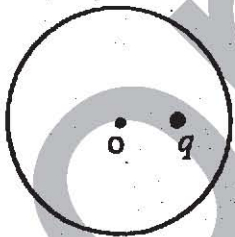
طرف کره بر بار q : $(-۳ و +۱)$

الف) نیرویی وارد نمی‌شود.

ب) نیرویی در راستای شعاع و به سمت مرکز وارد می‌شود.

ج) نیرویی در راستای شعاع و به سمت خارج وارد می‌شود.

د) نیرویی در راستای عمود بر شعاع وارد می‌شود.



شکل (۱۱-۳)

طرح از: دکتر بهمن‌آبادی

۴- مقاومت الکتریکی مواد با تغییر دما تغییر می‌کند. در دماهای نزدیک صفر، مقاومت

الکتریکی یک ماده در دمای θ از $R_0(1 + \alpha\theta)$ به دست می‌آید، که در آن R_0 مقاومت

در دمای صفر درجه و α ضریب ثابتی است که به جنس مقاومت بستگی دارد. α را ضریب

دمایی مقاومت می‌نامند. حال فرض کنید دو مقاومت با ضریب دمایی مقاومت α و α' در

دمای صفر درجه مقاومت‌های R_0 و R'_0 دارند. این دو مقاومت را به طور سری می‌بندیم.

ضریب دمایی مقاومت معادل کدام است؟ $(+۳)$ و $(-\frac{۳}{۴})$

(ج) $\alpha + \alpha'$

(ب) $\frac{\alpha + \alpha'}{۲}$

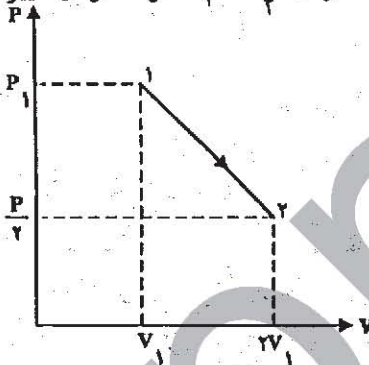
(الف) $\frac{\alpha\alpha'}{\alpha' + \alpha}$

(ه) $\frac{R_0 \alpha' + R_0' \alpha}{R_0 + R_0'}$

(د) $\frac{R_0 \alpha + R_0' \alpha'}{R_0 + R_0'}$

طرح از: دکتر بهمن آبادی

۵- در یک ظرف مقدار معینی گاز کامل به حجم V_1 و فشار P_1 وجود دارد. حجم و فشار گاز را تغییر می‌دهیم تا حجم آن $V_2 = ۲V_1$ و فشار آن $P_2 = \frac{P_1}{۲}$ شود. نمودار تغییرات فشار گاز



شکل (۱۱-۴)

برحسب حجم آن مطابق شکل (۱۱-۴) است. دمایی گاز طی

این تحول: $(+۴)$ و (-۱)

(الف) همواره کاهش می‌یابد.

(ب) همواره افزایش می‌یابد.

(ج) ابتدا کاهش و سپس افزایش

می‌یابد.

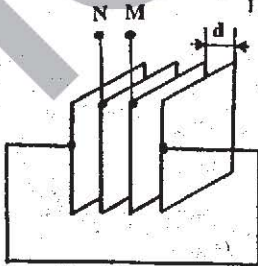
(د) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

(ه) همواره ثابت است.

طرح از: دکتر بهمن آبادی

۶- مطابق شکل (۱۱-۵) چهار صفحه‌ی رسانا به فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند. مساحت هرکدام از صفحات A و بین آن‌ها هوا است. صفحات انتهایی را به یکدیگر متصل می‌کنیم.

ظرفیت معادل بین نقاط M و N کدام است؟ $(+۴)$ و $(-\frac{۴}{۳})$



شکل (۱۱-۵)

(ب) $\frac{1}{3} \epsilon_0 \frac{A}{d}$

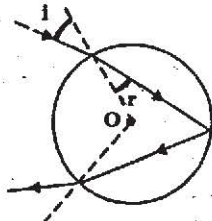
(الف) $\frac{2}{3} \epsilon_0 \frac{A}{d}$

(د) $\frac{3}{2} \epsilon_0 \frac{A}{d}$

(ج) $۳ \epsilon_0 \frac{A}{d}$

طرح از: دکتر بهمن آبادی

۷- پرتو نور تک رنگی به یک قطره‌ی باران می‌تابد و پس از یک بار بازتابش مطابق شکل (۱۱-۶) از آن خارج می‌شود. قطره را کروی فرض می‌کنیم زاویه‌ی تابش پرتو ورودی i و زاویه‌ی شکست r است. زاویه‌ی انحراف نور از جهت اولیه چه قدر است؟ $(+4$ و $-\frac{4}{3})$



شکل (۱۱-۶)

الف) $\pi - 2i - 2r$

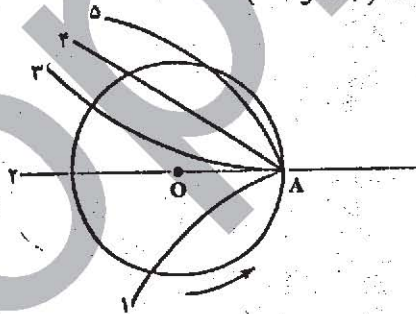
ب) $\pi + 2i - 2r$

ج) $\pi + 2i - 4r$

د) $\pi - 2i + 2r$

طرح از: دکتر اجتهادی

۸- بر روی یک میز ساکن افقی، تپانچه‌ای مطابق شکل (۱۱-۷) در یک مسیر دایره‌ای به طور یکنواخت حرکت می‌کند. جهت لوله‌ی تپانچه همواره به سمت مرکز دایره است و دوران آن در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت است. در لحظه‌ای که تپانچه از نقطه‌ی A می‌گذرد، گلوله‌ای از آن شلیک می‌شود. کدام یک از مسیرهای مشخص شده در شکل می‌تواند مسیر حرکت گلوله بعد از شلیک باشد؟ $(+3$ و $-1)$



شکل (۱۱-۷)

الف) ۱

ب) ۲

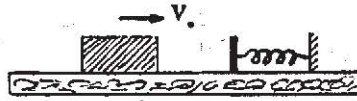
ج) ۳

د) ۴

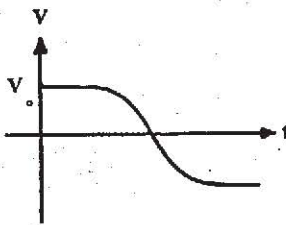
ه) ۵

طرح از: دکتر آقا محمدی

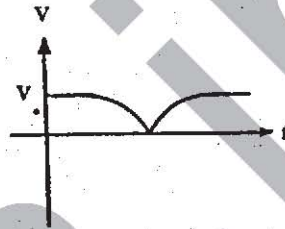
۹- جسمی که با سرعت v روی یک سطح افقی بدون اصطکاک در حال حرکت است، مطابق شکل (۱۱-۸) با فتری برخورد می‌کند. کدام نمودار می‌تواند اندازه‌ی سرعت جسم بر حسب زمان را نشان دهد؟ $(+4$ و $-\frac{4}{3})$



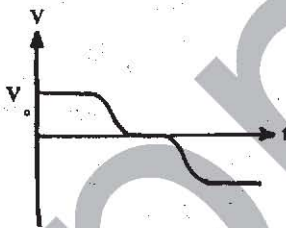
شکل (۱۱-۸)



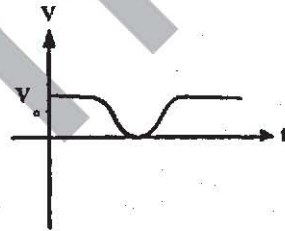
(ب)



(الف)



(د)

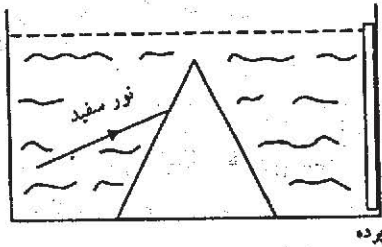


(ج)

طرح از: مؤلف

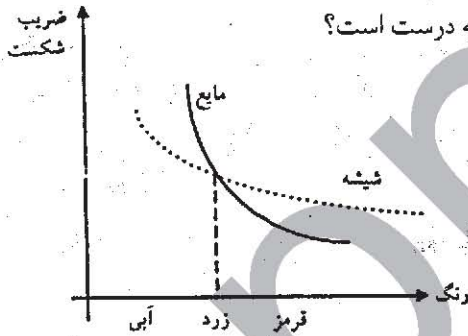
- ۱۰ - یک پوسته‌ی فلزی که روی پایه‌ی نارسانا قرار دارد، بار الکتریکی Q دارد. نیرویی که بر قسمت کوچکی از این پوسته وارد می‌شود را F می‌نامیم. نیروی F : $(+۳)$ و $(-\frac{۳}{۴})$
- (الف) به طرف بیرون پوسته و متناسب با Q است.
- (ب) به طرف داخل پوسته و متناسب با Q^2 است.
- (ج) به طرف بیرون پوسته و متناسب با Q^2 است.
- (د) به طرف داخل پوسته و متناسب با Q است.
- (ه) به طرف بیرون است اگر $Q > 0$ ، و به طرف داخل است اگر $Q < 0$ ، و در هر صورت متناسب با Q است.

طرح از: مؤلف



شکل (۱۰ - ۱۰)

شکل (۱۱ - ۱۱) مشخص شده است. در گزینه‌های زیر، رنگ‌های مشاهده شده روی پرده از بالا به پایین مرتب شده است. کدام گزینه درست است؟



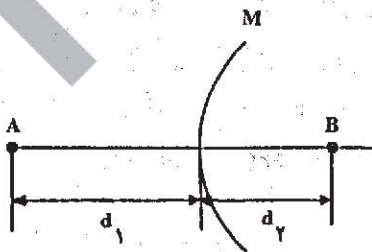
شکل (۱۱ - ۱۱)

۱۳- به یک منشور شیشه‌ای که تماماً در یک مایع قرار گرفته است مانند شکل (۱۱ - ۱۰) باریکه‌ی نور سفیدی می‌تابانیم و رنگ‌های طیف را روی پرده می‌اندازیم. ضریب شکست شیشه و مایع برای رنگ‌های مختلف نور سفید، در نمودار

- (الف) $(-\frac{4}{5} + 4)$ قرمز، زرد، آبی
- (ب) آبی، زرد، قرمز
- (ج) زرد، آبی، قرمز
- (د) زرد، قرمز، آبی
- (ه) قرمز، آبی، زرد
- (و) آبی، قرمز، زرد

طرح از: مؤلف

۱۴- مطابق شکل (۱۱ - ۱۲) آینه‌ی M قسمتی از سطح یک پوسته‌ی کروی نازک است که هر دو طرف آن باز تابنده است. از نقطه نورانی A تصویر مجازی B تشکیل می‌شود. اگر یک نقطه‌ی نورانی در B قراردهیم، کدام گزینه درباره‌ی نوع و فاصله‌ی تصویر آن از آینه، d، درست است؟

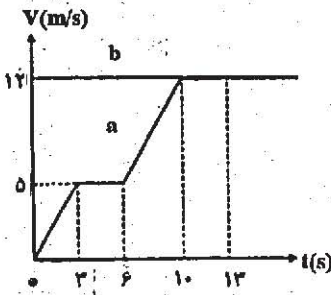


شکل (۱۲ - ۱۱)

- (الف) $(-\frac{3}{4} + 3)$ حقیقی، $d = 2d_1$
- (ب) مجازی، $d = d_1$
- (ج) مجازی، $d = d_1$
- (د) حقیقی، $d = 2d_1$
- (ه) حقیقی، در شرایط معینی $d = d_1$

طرح از: خانم فراهانی

۱۵- دو متحرک a و b روی یک خط راست و در یک جهت حرکت می کنند. نمودار سرعت -



شکل (۱۱-۱۳)

زمان دو متحرک که در لحظه $t = 0$

در یک مبدأ بوده اند مطابق شکل (۱۱-۱۳)

است. این دو متحرک: (+۳ و -۱)

(الف) در ۱۵۶ متری مبدأ به هم می رسند.

(ب) بعد از ۱۰ ثانیه به هم می رسند.

(ج) بعد از ۱۳ ثانیه به هم می رسند.

(د) اصلاً به هم نمی رسند.

طرح از: خانم فراهانی

۱۶- یک قطعه یخ ۲۰ گرمی از حالت سکون، داخل دریاچه‌ای به دمای صفر درجه‌ی سلسیوس

سقوط می کند و نیمی از آن ذوب می شود. حداقل ارتفاعی که یخ از آن افتاده چه قدر است؟

(+۳ و -۱)

($L_f = ۳۳۳ \text{ kJ/kg}$ و $g = ۱۰ \text{ m/s}^2$ و $c = ۴/۲ \text{ kJ/kg K}$)

(ب) $۳۳/۳ \text{ km}$

(د) $۸/۸۲ \text{ km}$

(الف) $۱۶/۶۵ \text{ km}$

(ج) $۶۶/۶ \text{ km}$

طرح از: دکتر شیرزاد

۱۷- وزنه‌ی m مطابق شکل (۱۱-۱۴) از سقف

یک ظرف شیشه‌ای که روی یک ترازو قرار

گرفته آویزان است. در لحظه‌ی $t = t_0$ نخ

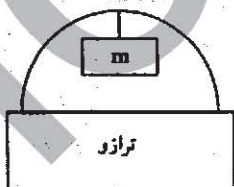
نگه دارنده‌ی وزنه پاره می شود. ترازو نیروی F را

نشان می دهد. کدام یک از نمودارهای زیر، به

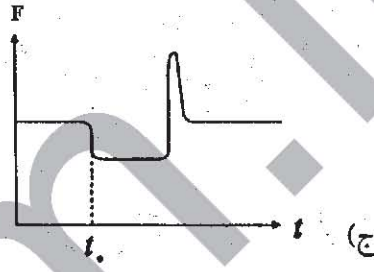
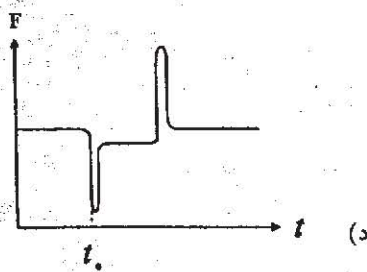
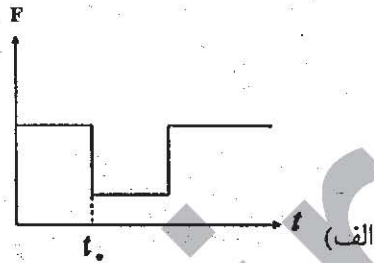
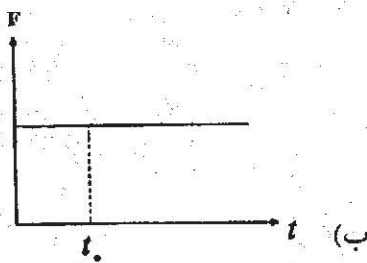
طور کیفی تغییرات نیروی F بر حسب زمان

است؟

(+۴ و $-\frac{۴}{۳}$)



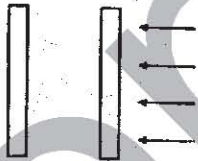
شکل (۱۱-۱۴)



طرح از: دکتر شیرزاد

۱۸- دو سطح نیم آینه‌ای که مطابق شکل (۱۱-۱۵)

هر کدام ۵۰ درصد از نور را عبور و بقیه را باز می‌تابانند، موازی یکدیگر قرار گرفته‌اند. اگر یک دسته پرتو نور عمود بر آن‌ها بتابد، چه کسری از آن، از مجموعه عبور می‌کند؟



شکل (۱۱-۱۵)

- (الف) $\frac{1}{2}$ (ب) $\frac{1}{3}$ (ج) $\frac{1}{4}$ (د) $\frac{2}{5}$ (ه) صفر

طرح از: دکتر خرمی

۱۹- در یک ظرف مقداری مایع a به وزن W، و در ظرف دیگری مقداری مایع b به همان وزن

وجود دارد. مقداری مایع به وزن u از ظرف اول برمی‌داریم و در ظرف دوم می‌ریزیم.

مخلوط را به هم می‌زنیم تا یکنواخت شود. سپس به همان وزن u از مخلوط برمی‌داریم و در

ظرف اول می‌ریزیم. با فرض این که دو مایع اثر شیمیایی بر یکدیگر ندارند، نسبت وزن

مایع b در ظرف اول به وزن مایع a در ظرف دوم برابر است با: $(+۳ و -\frac{۳}{۴})$

- (الف) $\frac{W}{W+u}$ (ب) $\frac{W-u}{W}$ (ج) ۱ (د) $\frac{W+u}{W}$ (ه) $\frac{W}{W-u}$ (و) $\frac{W+2u}{2W+u}$

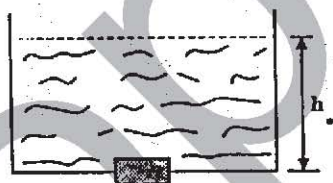
طرح از: دکتر خرمی

۲۰ - تقریباً $\frac{۲}{۵}$ ثانیه طول می‌کشد تا نور از زمین به ماه برود و برگردد. قطر ظاهری ماه $\frac{۰}{۵}$ درجه است، یعنی زاویه‌ی دو خطی که دو سر یک قطر ماه را به چشم ناظری در زمین وصل می‌کنند $\frac{۰}{۵}$ درجه است. جرم ماه، برحسب کیلوگرم، به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ هرکمیت دیگری را که لازم است تخمین بزنید. $(+۳ و -۱)$

- (الف) $۱۰^{۱۸}$ (ب) $۱۰^{۲۳}$ (ج) $۱۰^{۲۸}$ (د) $۱۰^{۳۳}$

طرح از: دکتر خرمی

۲۱ - در ظرفی، مطابق شکل، تا ارتفاع h آب ریخته‌ایم. در ته این ظرف دریچه‌ای قرار دارد که مساحت مقطع آن s است. هم‌زمان با بازکردن دریچه، از بالا جریان آبی وارد ظرف می‌کنیم. حجم آب ورودی در واحد زمان D است. در اثر این کار، ارتفاع



شکل (۱۱-۱۶)

آب تغییر می‌کند و به مقدار تعادلی h می‌رسد. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ $(+۴ و -۱)$

(الف) h همواره بزرگ‌تر از h است. (ب) h همواره کوچک‌تر از h است.

- (ج) h متناسب است با $\frac{D}{s}$ (د) h متناسب است با $(\frac{D}{s})^2$ (ه) h متناسب است با $\sqrt{\frac{D}{s}}$

طرح از: دکتر خترمی

۲۲ - به مقداری یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس مقداری نمک طعام با همین دما اضافه می‌کنیم. کدام یک از اتفاقات زیر رخ می‌دهد؟

(۳+ و ۱-)

(الف) یخ شروع به ذوب شدن می‌کند و دمای مجموعه زیاد می‌شود.

(ب) یخ شروع به ذوب شدن می‌کند و دمای مجموعه کم می‌شود.

(ج) دمای مجموعه کم می‌شود و یخ ذوب نمی‌شود.

(د) دمای مجموعه زیاد می‌شود و یخ ذوب نمی‌شود.

طرح از: دکتر خترمی

۲۳ - مطابق شکل (۱۱ - ۱۷) چهار ظرف یکسان داریم که در سه تا از آنها آب و در چهارمی

محلول آب نمک می‌ریزیم. هر چهار ظرف را روی شعله می‌گذاریم تا محتوایشان به جوش

بیاید. شعله‌های زیر ظروف شماره‌ی ۱، ۲ و ۴ یکسان و شعله‌ی ظرف شماره‌ی ۳ از آنها

بزرگ‌تر است. پس از به جوش آمدن مایعات، در ظرف شماره‌ی ۱ دو تخم‌مرغ و در سه

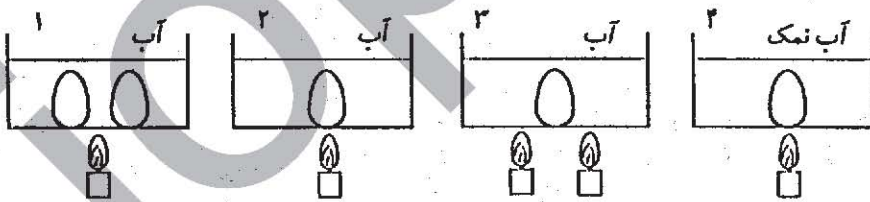
ظرف دیگر هر یک، یک تخم‌مرغ می‌اندازیم و از این لحظه زمان می‌گیریم. زمان پخته شدن

تخم‌مرغ‌ها را به ترتیب t_1 تا t_4 می‌گیریم. فرض کنید تخم‌مرغ‌ها یکسانند و در اثر انداختن

آنها در ظرف، مایع درون ظرف از جوشیدن نمی‌افتد. کدام گزینه درست

است؟

(۳+ و $\frac{-۳}{۵}$)



شکل (۱۱-۱۷)

(ب) $t_1 > t_2 > t_3 > t_4$

(د) $t_1 = t_2 = t_3 > t_4$

(و) $t_1 = t_2 = t_3 < t_4$

(الف) $t_1 = t_2 = t_3 = t_4$

(ج) $t_1 > t_2 = t_3 > t_4$

(ه) $t_1 = t_2 > t_3$ و $t_3 < t_4$

طرح از: دکتر خرمی

۲۴- روی دو جاده‌ی مستقیم متقاطع

مطابق شکل (۱۱-۱۸) دو اتومبیل

با سرعت ثابت به طرف محل

تقاطع در حرکت‌اند، و موقعیتشان

چنان است که با هم به تقاطع

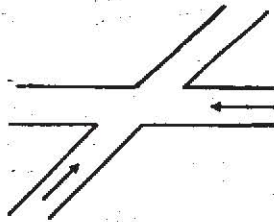
نمی‌رسند. فرض کنید فاصله‌ی دو

اتومبیل در هر لحظه از هم L باشد.

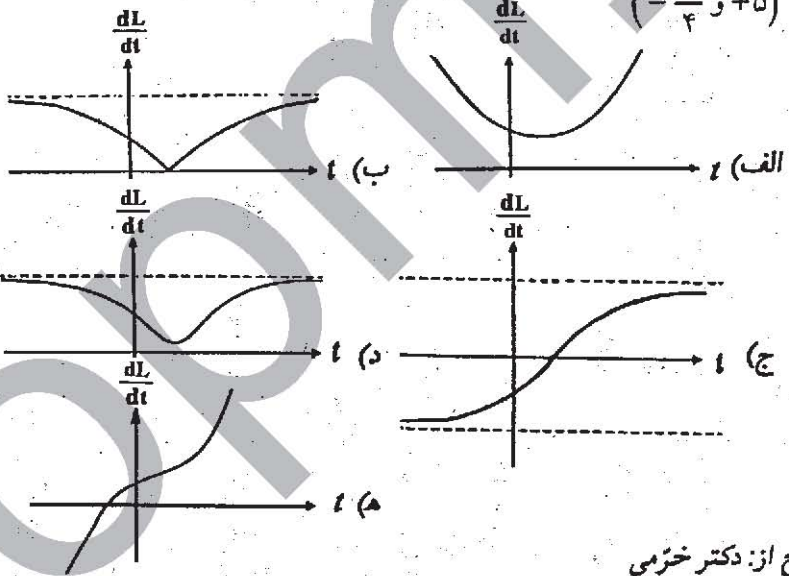
نمودار $\frac{dL}{dt}$ برحسب زمان (t) شبیه

کدام یک از شکل‌های زیر است؟

$$\left(+\frac{5}{4} \text{ و } -\frac{5}{4} \right)$$



شکل (۱۱-۱۸)



طرح از: دکتر خرمی

۲۵- در مدار شکل (۱۱-۹) خازن‌ها در

ابتدا بدون بارند. در لحظه‌ی $t = 0$ کلید

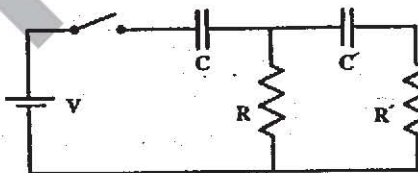
را می‌بندیم. کدام یک از گزینه‌های زیر به

طور کیفی نمودار اختلاف پتانسیل دو

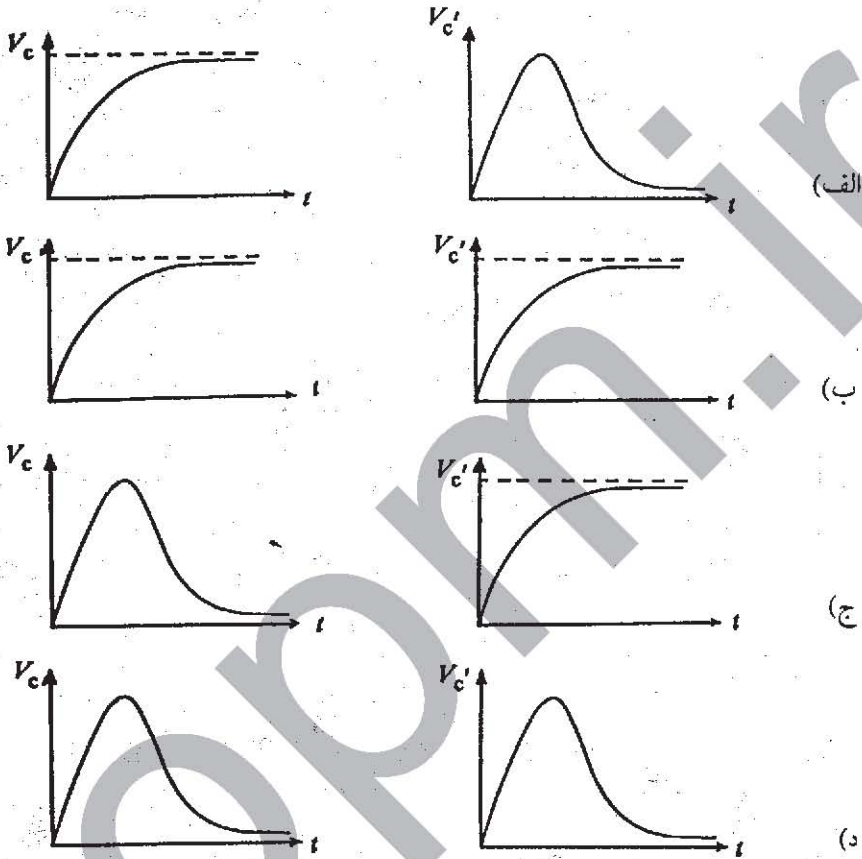
سر خازن‌های C و C' را برحسب زمان

نشان می‌دهد؟

$$\left(+\frac{5}{4} \text{ و } -\frac{5}{4} \right)$$



شکل (۱۱-۱۹)



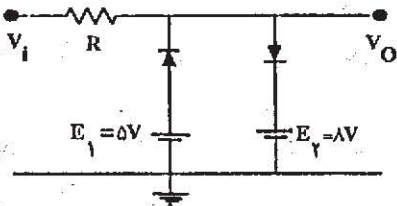
طرح از: دکتر خرمی

۲۶- حباب هوایی از کف استخری به عمق 4 m بالا می‌آید و به سطح آب می‌رسد. حباب در کف استخر به شکل کره‌ای به شعاع a ، و در سطح آب به شکل نیم‌کره‌ای به شعاع a است. فشار هوای محیط 10^5 Pa ، چگالی آب 10^3 kg/m^3 ، $g = 10\text{ m/s}^2$ و تغییرات دمای آب استخر ناچیز است. نسبت a/a_0 به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ $(+4)$ و $(-\frac{4}{3})$

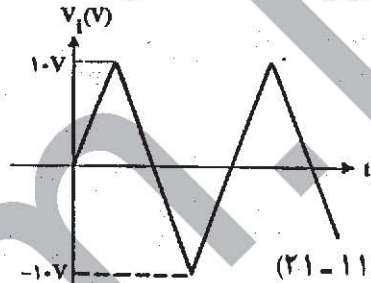
الف) $0/7$ ب) $0/9$ ج) $1/1$ د) $1/4$

طرح از: مؤلف

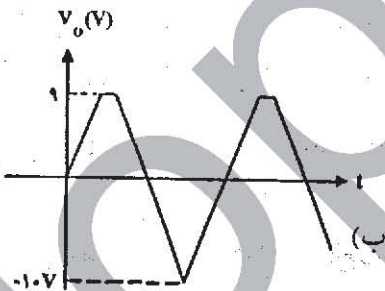
۲۷- دیود یک قطعه‌ی الکترونیکی است که با نماد $(A \rightarrow K)$ نشان داده می‌شود. رفتار تقریبی یک دیود معین چنین است: یا $V_A - V_K < 1V$ است و جریانی از دیود نمی‌گذرد، یعنی دیود مانند یک کلید باز است؛ یا جریانی از A به K به هر مقدار می‌گذرد، که در این حالت $V_A - V_K < 1V$ است. مداری مطابق شکل (۱۱ - ۲۰) در نظر بگیرید. تغییرات اختلاف پتانسیل ورودی V_i مطابق شکل (۱۱ - ۲۱) است. کدام گزینه تغییرات اختلاف پتانسیل خروجی V_o را درست نشان می‌دهد؟



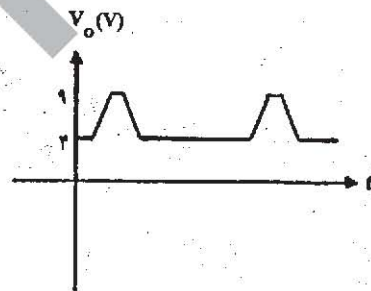
شکل (۱۱ - ۲۰)



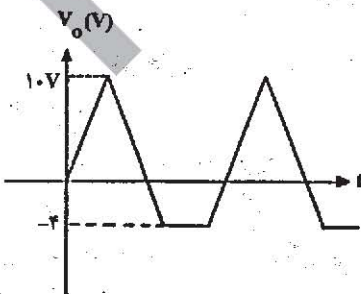
شکل (۱۱ - ۲۱)



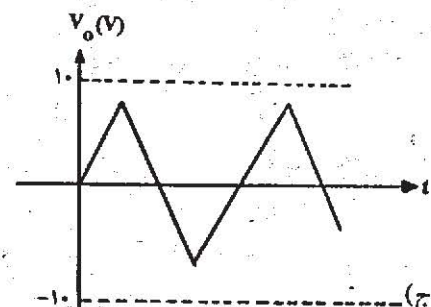
(ا)



(ب)



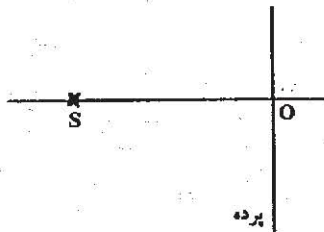
(ج)



(د)

طرح از: دکتر بهمن آبادی

۲۸- شدت یک چشمه‌ی نقطه‌ای نور در فاصله‌ی x از آن متناسب با $\frac{1}{x^2}$ است. مطابق شکل (۱۱) - (۲۲) چشمه‌ی نقطه‌ای S مقابل پرده قرار دارد. شدت این چشمه در نقطه‌ی O ، $\frac{3}{6}$ واحد است. یک آینه‌ی تخت بزرگ موازی پرده در طرف دیگر چشمه قرار می‌دهیم، به طوری که فاصله‌ی چشمه از پرده و آینه یکسان باشد. شدت نور در نقطه‌ی O چند واحد می‌شود؟



شکل (۱۱-۲۲)

(ب) ۴

(الف) $\frac{4}{5}$

(د) $\frac{5}{4}$

(ج) $\frac{4}{8}$

حضرت امام باقر(ع):

« كَفَى بِالْيَقِينِ غِنًى »

یقین بزرگترین بی‌نیازی است.

بخش دوم: مسأله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیح زیر را به دقت بخوانید:
در مسئله‌های شماره‌ی ۱ تا ۶ باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌متر، متر، کیلوگرم، میکروفاراد، و غیره) که در صورت مسئله آمده با دو رقم به دست آورید.

طرح از: دکتر خرمی

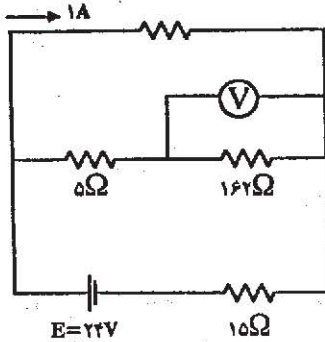
۱- نور خورشید تقریباً بدون جذب شدن به لایه‌های بالایی جو زمین می‌رسد. در این نقاط توانی که از واحد سطح عمود بر جهت تابش خورشید می‌گذرد، $1/4 \text{ kW/m}^2$ است. سفینه‌ی رهیاب، که در تابستان ۱۳۷۶ به سیاره‌ی مریخ رسید، مریخ‌نورد کوچکی داشت که انرژی خود را (به وسیله‌ی باتری‌های خورشیدی روی سطحش) از خورشید تأمین می‌کرد. مساحت مجموعه‌ی این باتری‌های خورشیدی در حدود $0/20 \text{ m}^2$ است. فاصله‌ی مریخ تا خورشید، $1/5$ برابر فاصله‌ی زمین تا خورشید است. جو مریخ بسیار رقیق است و می‌توان فرض کرد که نور خورشید تقریباً بدون جذب به سطح آن می‌رسد. سطح باتری‌های خورشیدی مریخ‌نورد همواره بر جهت تابش خورشید عمود نیست. زاویه‌ی خط عمود بر سطح باتری‌های خورشیدی با جهت تابش را θ می‌نامیم. متوسط $\cos\theta$ را $0/30$ فرض کنید. مقدار متوسط توانی که باتری‌های خورشیدی مریخ‌نورد دریافت می‌کنند چند وات است؟

(۸ نمره)

طرح از: دکتر بهمن‌آبادی

۲- در یک گاز کامل $PV = nRT$ ، که در آن n تعداد مول‌های گاز و R ثابت گازها و برابر با $R = 8/3 \text{ J/(mol K)}$ است. داخل یک استوانه‌ی عایق‌بندی شده 60 گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد و یک پیستون باوزن ناچیز نیز روی آب قرار دارد. مساحت سطح پیستون 250 cm^2 و فشار هوا 10^5 Pa پاسکال است. به آب داخل استوانه 39 kJ گرمای دهیم. پیستون چند سانتیمتر بالا می‌رود؟ بخار آب را یک گاز کامل فرض کنید. ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب 4200 J/(kg K) ، گرمای نهان تبخیر آب $2/3 \times 10^6 \text{ J/kg}$ و جرم مولی آب 18 g است.

(۸ نمره)

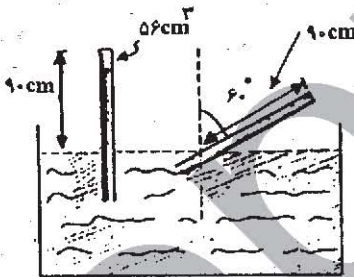


شکل (۱۱ - ۲۳)

طرح از: آقای بهمن آبادی

۳- در مداری مطابق شکل (۱۱ - ۲۳)، ولت‌سنج ۸ ولت را نشان می‌دهد. بقیه‌ی کمیت‌های مورد نیاز روی شکل داده شده است. مقاومت ولت‌سنج چند کیلو اهم است؟ (۸ نمره)

طرح از: خانم فراهانی

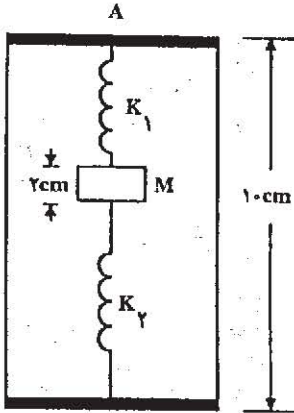


شکل (۱۱ - ۲۴)

۴- مطابق شکل (۱۱ - ۲۴)، حجم فضای خای بالای ستون جیوه در حالت قائم که خلأ فرض می‌کنیم، 56 cm^3 است. سطح مقطع لوله 4 cm^2 و فاصله‌ی انتهای بسته‌ی لوله تا سطح جیوه در تشتک 90 cm است. چنانچه لوله نسبت به امتداد قائم 60° منحرف شود، نیروی وارد بر ته لوله از طرف جیوه چند نیوتن است؟ فشار هوای بیرون 10^5 Pa است. (۸ نمره)

طرح از: دکتر شیرزاد

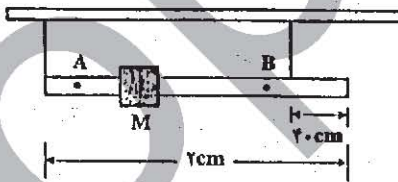
۵ - دو فنر ایده‌آل بسیار سبک ثابت‌های $k_1 = 20 \text{ N/m}$ و $k_2 = 12 \text{ N/m}$ دارند و طول عادی هر کدام 5 cm است. جسم M به جرم 40 g و ضخامت 2 cm را مطابق شکل (۱۱-۲۵) میان دو فنر قرار می‌دهیم و آن‌ها را به طور قائم در جعبه‌ای به طول 10 cm می‌گذاریم، به طوری که قاعده‌ی A بالا قرار گیرد. اگر جعبه را برگردانیم تا قاعده‌ی A در پایین قرار گیرد، جسم M چند میلی‌متر نسبت به قاعده‌ی A جابه‌جا خواهد شد؟
($g = 10 \text{ m/s}^2$)
(۸ نمره)



شکل (۱۱-۲۵)

طرح از: دکتر شیرزاد

۶ - میله‌ی یکنواختی به طول 2 m و به وزن 40 N با دو نخ از سقف آویزان است. یکی از دو نخ به یک انتهای میله و نخ دیگر مطابق شکل (۱۱-۲۶) به سانتیمتری انتهای دیگر



شکل (۱۱-۲۶)

میله بسته شده است. هر یک از نخ‌ها حداکثر می‌تواند نیروی 60 N را تحمل کند. جسم M به وزن 50 N می‌تواند روی میله به چپ و راست حرکت کند. اگر جسم M در فاصله‌ی A و B حرکت کند نخها پاره نمی‌شوند. حداکثر فاصله‌ی A و B چند سانتیمتر است؟

(۸ نمره)