

فصل ۱

مرحلهٔ اوّل پانزدهمین المپیاد فیزیک ایران

۱.۱ سؤالات

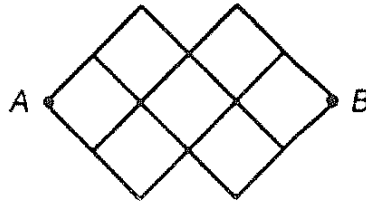
« بخش سؤالات چند گزینه‌ای »

توجه: سؤالات ۱ تا ۳۳ چند گزینه‌ای هستند و به هر گزینه که درست علامت زده شود، نمره مثبت و به گزینه‌ای که نادرست علامت زده شود، نمره منفی داده خواهد شد. هر سؤال فقط یک گزینه درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

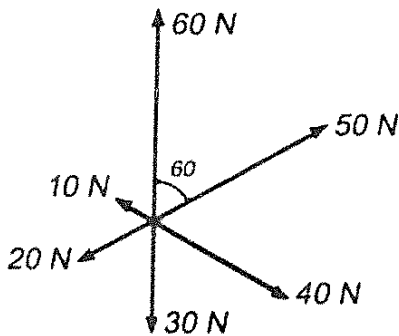
(۱) برای اندازه‌گیری بار الکتریکی الکترون از آزمایش میلیکان استفاده می‌شود. در آزمایش میلیکان، روی یک قطره روغن مقداری بار الکتریکی وجود دارد. این قطره روغن در یک میدان الکتریکی معلق می‌ماند. با اندازه‌گیری جرم قطره روغن و دانستن میدان الکتریکی می‌توان بار روی قطره روغن را به دست آورد. بار سه قطره روغن به ترتیب $3,90 \times 10^{-19} \text{C}$ ، $6,50 \times 10^{-19} \text{C}$ و $9,10 \times 10^{-19} \text{C}$ اندازه‌گیری شده است. بر اساس این اندازه‌گیری‌ها کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند بار یک الکترون باشد؟

(الف) $1,3 \times 10^{-19} \text{C}$ (ب) $2,6 \times 10^{-19} \text{C}$ (ج) $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ (د) $3,9 \times 10^{-19} \text{C}$

(۲) مقاومت هر یک از شاخه‌های مدار زیر R است. مقاومت معادل بین نقاط A و B چیست؟

(د) $8R$ (ج) $4R$ (ب) $2R$ (الف) R

(۳) به جسمی به جرم 4 kg شش نیرو که در یک صفحه افقی قرار دارند وارد می‌شوند. زاویه میان هر نیرو با دو نیروی مجاور 60° است. بزرگی و جهت شتاب جسم چیست؟



- (الف) $12/5\text{ m/s}^2$ و در جهت نیروی 50 نیوتنی
 (ب) 15 m/s^2 و در جهت نیروی 50 نیوتنی
 (ج) 15 m/s^2 و در جهت نیروی 60 نیوتنی
 (د) $12/5\text{ m/s}^2$ و در جهت نیروی 60 نیوتنی

(۴) اخترشناسان شعاع جهان قابل رؤیت را 10^{10} سال نوری تخمین زده‌اند. برآورد شده است که در جهان حدود 10^{11} کهکشان و در هر کهکشان حدود 10^{11} ستاره مانند خورشید وجود دارد. چگالی متوسط جهان بر حسب kg/m^3 به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

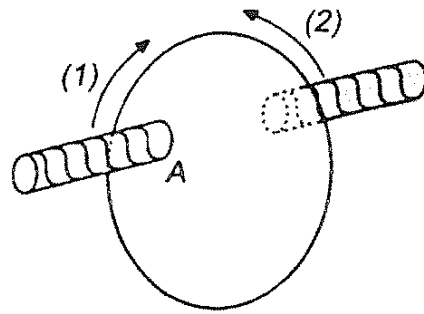
(جرم خورشید را $2 \times 10^{30}\text{ kg}$ و سرعت نور را $3 \times 10^8\text{ m/s}$ بگیرید.)

(د) 10^{-20} (ج) 10^{-26} (ب) 10^{-32} (الف) 10^{-38}

(۵) فاصله زمانی طلوع آفتاب تا غروب آن را طول روز می‌نامیم. در کدام یک از مواقع سال تغییرات طول روز کندتر است؟

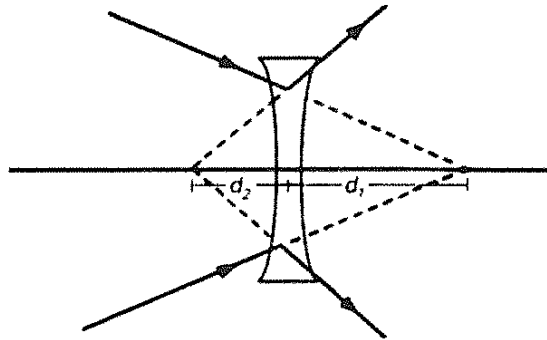
- (الف) روزهای آخر بهار، روزهای اول تابستان و نیز روزهای آخر تابستان، روزهای اول پاییز
 (ب) روزهای آخر تابستان، روزهای اول پاییز و نیز روزهای آخر پاییز، روزهای اول زمستان
 (ج) روزهای آخر زمستان، روزهای اول بهار، و نیز روزهای آخر تابستان، روزهای اول پاییز
 (د) روزهای آخر بهار، روزهای اول تابستان و نیز روزهای آخر پاییز، روزهای اول زمستان

(۶) نوعی ترمز اتوموبیل، مانند شکل، از یک قرص فلزی تشکیل شده است که همراه چرخ می‌چرخد. قرص میان قطب‌های ناهمنام یک آهنربای الکتریکی می‌چرخد. برای ترمز کردن، از سیم‌پیچ‌های آهنرباهای الکتریکی دو طرف قرص، جریان مستقیم می‌گذرانند. جهت گردش قرص ممکن است ۱ یا ۲ باشد. قطب A از آهنربا ممکن است N یا S باشد. چه ترکیبی از جهت گردش قرص و قطب A می‌تواند چرخ را ترمز کند؟



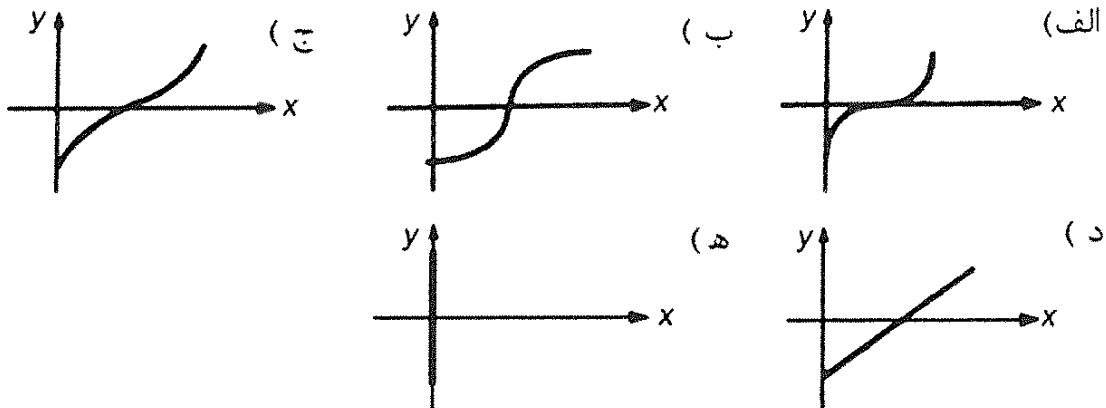
- (الف) فقط جهت ۱ و قطب N (ب) فقط جهت ۱ و قطب S
 (ج) فقط جهت ۲ و قطب N (د) فقط جهت ۲ و قطب S
 (ه) به هر صورت چرخ ترمز می شود.

(۷) مطابق شکل، پرتوهای همگرا به یک عدسی واگرا به فاصله کانونی f می تابند و به صورت واگرا از آن خارج می شود. کدام گزینه درست است؟



- (الف) $f > d_1$ (ب) $f = d_1$
 (د) $f = d_2$ (ه) $f < d_2$
 (ج) $d_2 < f < d_1$

(۸) فردی می خواهد با قایق از رودخانه ای عبور کند. سرعت پارو زدن او در آب ساکن را v بگیرید. او همواره در جهت عرض رودخانه پارو می زند. سرعت آب رودخانه از ساحل تا وسط آن تقریباً با فاصله از ساحل نزدیک تر متناسب است. منحنی مسیر حرکت قایق کدام است؟ محور x در طول رودخانه و محور y در عرض آن است.



(۹) قطاری روی یک ریل مستقیم حرکت می کند. مسافری که در قطار روبه شمال ایستاده است، یک توپ را رها می کند و مشاهده می کند، توپ کمی جلوتر از او به کف قطار می رسد. در این صورت:

- (الف) قطار حتماً به طرف شمال حرکت می‌کند.
 (ب) قطار حتماً به طرف جنوب حرکت می‌کند.
 (ج) قطار حتماً به طرف شمال شتاب دارد.
 (د) قطار حتماً به طرف جنوب شتاب دارد.

(۱۰) دو جانور چهار پا با تقریباً با هم متشابه‌اند. قد یکی از آن‌ها دو برابر قد دیگری است. نسبت قطر پای این دو جانور چقدر باشد تا فشار بر پاهای آن دو یکی باشد؟

- (الف) ۱ (ب) $\sqrt{2}$ (ج) ۲ (د) $\sqrt{8}$ (ه) ۴

(۱۱) یک تکه چوب روی سطح آب درون یک ظرف شناور است. در ظرف را می‌بندیم و فشار هوای درون ظرف را زیاد می‌کنیم. کدام گزینه درست است؟

- (الف) چوب نه به بالا و نه به پایین می‌رود.
 (ب) چوب بالاتر می‌رود.
 (ج) چوب پایین‌تر می‌رود.

(۱۲) کدام یک از گزینه‌های زیر درباره ماه در شب هفتم ماه قمری در ایران درست است؟

- (الف) نیم‌قرص روشن ماه در آسمان به طرف مشرق و طلوع ماه تقریباً ۶ ساعت پیش از طلوع خورشید است.
 (ب) نیم‌قرص روشن ماه در آسمان به طرف مشرق و غروب ماه تقریباً ۶ ساعت پس از غروب خورشید است.
 (ج) نیم‌قرص روشن ماه در آسمان به طرف مغرب و طلوع ماه تقریباً ۶ ساعت پیش از طلوع خورشید است.
 (د) نیم‌قرص روشن ماه در آسمان به طرف مغرب و غروب ماه تقریباً ۶ ساعت پس از غروب خورشید است.

(۱۳) یک باریکه الکترون از محیطی می‌گذرد که شامل یک میدان الکتریکی و یک میدان مغناطیسی است. مشاهده می‌شود اندازه و جهت سرعت الکترون‌ها طی عبور از این محیط ثابت است. کدام یک از گزینه‌ها درست است؟

- (الف) میدان الکتریکی بر باریکه عمود است. میدان مغناطیسی ممکن است بر باریکه عمود باشد یا نباشد.
 (ب) میدان الکتریکی و مغناطیسی هر دو حتماً بر باریکه عمودند.
 (ج) میدان مغناطیسی حتماً با باریکه موازی است. میدان الکتریکی ممکن است با باریکه موازی باشد یا نباشد.
 (د) میدان الکتریکی و مغناطیسی حتماً با باریکه موازی‌اند.
 (ه) میدان الکتریکی و مغناطیسی حتماً با هم موازی‌اند؛ اما با باریکه موازی نیستند.

۱۴) یک ماشین فرضی از ترکیب ماشین گرمایی A و یخچال B به وجود آمده است، که هر دو بین دو چشمه ۱ و ۲ (بادماهای T_1 و T_2) کار می کنند. T_1 بیش از T_2 است. ماشین A طی هر چرخه $20J$ گرما از چشمه ۱ می گیرد؛ $15J$ از آن را به کار تبدیل می کند و بقیه را به شکل گرما به چشمه ۲ می دهد. یخچال B طی هر چرخه از چشمه ۲، $10J$ کار هم می گیرد و $15J$ کار هم می گیرد و مجموع را به شکل گرما به چشمه ۱ می دهد. کدام گزینه درباره این ماشین فرضی مرکب درست است؟

الف) ساخت چنین ماشینی ممکن است.

ب) ساخت چنین ماشینی ممکن نیست؛ چون قانون اول ترمودینامیک نقض می شود.

ج) ساخت چنین ماشینی ممکن نیست؛ چون قانون دوم ترمودینامیک نقض می شود.

۱۵) ظرفیت گرمایی هر جسم برابر با حاصل ضرب جرم در گرمای ویژه آن است. ظرفیت گرمایی مایع A برابر C_A و ظرفیت گرمایی جسم B برابر C_B است. برای حل کردن B در A بدون تغییر دما، گرمای Q لازم است. (اگر فرآیند انحلال گرماگیر باشد Q مثبت است و اگر فرآیند انحلال گرمازا باشد Q منفی است). ظرفیت گرمایی محلول C است. کدام گزینه در مورد C درست است؟

الف) اگر Q مثبت باشد، حتماً $C > C_A + C_B$ است.

ب) اگر Q منفی باشد، حتماً $C > C_A + C_B$ است.

ج) اگر Q نسبت به دما صعودی باشد، حتماً $C > C_A + C_B$ است.

د) اگر Q نسبت به دما نزولی باشد، حتماً $C > C_A + C_B$ است.

۱۶) یک گلوله در هوا سقوط می کند. نیروی مقاومت هوا بر این گلوله با مجذور شعاع آن و سرعت آن متناسب است. سرعت حد گلوله سرعتی است که در آن حرکت گلوله یکنواخت (با سرعت ثابت) می ماند. برای گلوله های همگن از یک جنس، سرعت حد گلوله با چه توانی از شعاع آن متناسب است؟

الف) صفر ب) $0/5$ ج) ۱ د) ۲

۱۷) شخصی از بالای یک ساختمان دو گلوله را به فاصله زمانی t رها می کند. وقتی گلوله دوم رها می شود، گلوله اول به اندازه h سقوط کرده است. دو شخص دیگر (B, A) در طبقه های پایین همان ساختمان اند. وقتی گلوله اول به B می رسد، گلوله دوم به A می رسد. فاصله این دو نفر از هم H است. اختلاف زمانی گذشتن دو گلوله از کنار A برابر T است. کدام گزینه درست است؟

الف) $T < t$ و $H = h$ ب) $T = t$ و $H = h$

ج) $T < t$ و $H > h$ د) $T = t$ و $H > h$

۱۸) طی یک بارش بسیار شدید باران، پس از 100 دقیقه 60 mm باران جمع شده است. فرض کنید سرعت سقوط قطره های باران 1 m/s است.

حجم قطره‌های باران چه کسری از هوا را تشکیل می‌دهد؟

- الف) 10^{-2} (ب) 10^{-3} (ج) 10^{-4} (د) 10^{-5} (ه) 10^{-6}

۱۹) یک ظرف شامل مقداری آب است که روی آن مقداری روغن قرار دارد. آب و روغن را هم می‌زنیم تا یک مخلوط معلق تقریباً یکنواخت آب و روغن به دست آید. نقطه A به فاصله مساوی از سطح بالایی روغن و کف ظرف است. پیش از هم زدن مخلوط، فشار نقطه‌ای A ، برابر P بوده است. پس از تشکیل مخلوط معلق، فشار همین نقطه P' می‌شود. کدام گزینه درست است؟

- الف) حتماً $P' < P$ (ب) حتماً $P' > P$ (ج) حتماً $P' = P$
 (د) اگر پیش از هم زدن، نقطه A در روغن بوده باشد، $P' > P$ و اگر پیش از هم زدن، نقطه A در آب بوده باشد، $P' < P$ است.

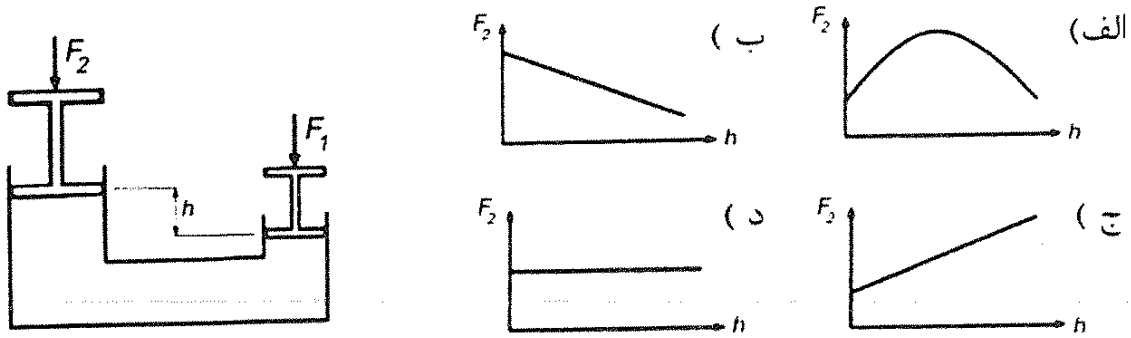
۲۰) یک تکه یخ در فشار جو و در دمای صفر درجه سلسیوس ذوب می‌شود. در اثر این فرآیند حجم یخ کم می‌شود؛ به طوری که حجم آب تقریباً $9/10$ حجم یخ اولیه می‌شود. گرمای نهان ذوب یخ در فشار و دمای صفر درجه سلسیوس 330 kJ/kg است. گرمایی که از طرف جو به یخ داده می‌شود را با Q و کاری که از طرف جو روی یخ انجام می‌شود را با W نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

- الف) $\frac{W}{Q} = 3 \times 10^{-5}$ (ب) $W = Q$ (ج) $W + Q = 0$
 (د) $W = 0$ (ه) $Q = 0$

۲۱) جسمی در فاصله L از چشم قرار دارد. قطر این جسم در جهت عمود بر خط دید D است. نسبت $\frac{D}{L}$ را بزرگی ظاهری جسم می‌نامند. فرض کنید نزدیک‌ترین فاصله جسم تا چشم برای این که آن را واضح ببینیم r باشد. بزرگی ظاهری جسم در این حالت را γ می‌نامیم. حالا جسم را پشت یک ذره‌بین به فاصله کانونی f می‌گذاریم تا یک تصویر مجازی از آن تشکیل شود. بزرگی ظاهری تصویر را γ' می‌نامیم. نسبت $\frac{\gamma'}{\gamma}$ را درشت‌نمایی ذره‌بین می‌نامیم. فاصله ذره‌بین از چشم s است. درشت‌نمایی این ذره‌بین در حالتی که جسم تقریباً در کانون آن است، چقدر است؟

- الف) $\frac{r}{f}$ (ب) $\frac{r}{f+s}$ (ج) $\frac{r+s}{f+s}$ (د) $\frac{f}{r}$ (ه) $\frac{f+s}{r}$

۲۲) شکل زیر طرح‌واره‌ای از یک جک روغنی است. بر پیستون طرف راست نیروی ثابت F_1 وارد می‌شود. فاصله پایین دو پیستون h است. نمودار F_2 بر حسب h ، برای تعادل جک کدام است؟ وزن پیستون‌ها را در مقایسه با بقیه نیروها ناچیز بگیرید.

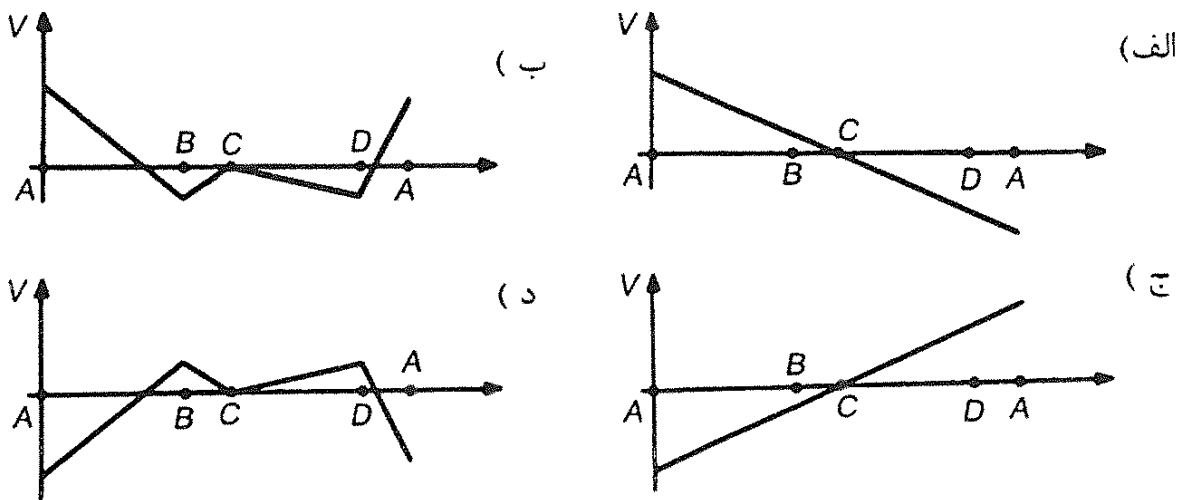
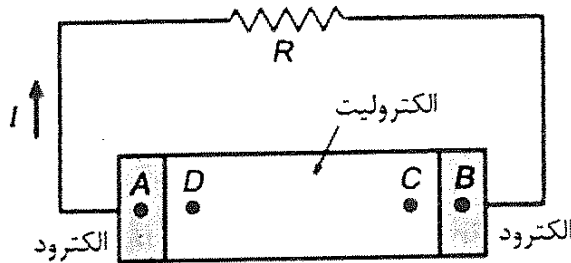


۲۳) دورن سه زودپز یکسان A ، B و C مقدار مساوی آب می‌ریزیم. در زودپز A را محکم می‌کنیم. در زودپز B را می‌گذاریم؛ اما آنرا محکم نمی‌کنیم. در زودپز C را نمی‌گذاریم. سه زودپز را روی شعله‌های یکسانی می‌گذاریم. آب کدام یک زودتر جوش می‌آید.

(الف) A
 (ب) B
 (ج) C
 (د) هر سه با هم جوش می‌آیند.

۲۴) شکل زیر یک باطری را نشان می‌دهد که پایانه‌های آن به یک مقاومت وصل شده است. از مدار جریان I می‌گذرد. باتری شامل دو پایانه (الکتروود) و یک الکترولیت است. کدام یک از شکل‌های زیر ممکن است نمودار اختلاف پتانسیل نقطه‌های مختلف مدار نسبت به نقطه C را نشان دهد؟

(جهت افزایش x در نمودارها همان جهت جریان روی مدار است.)



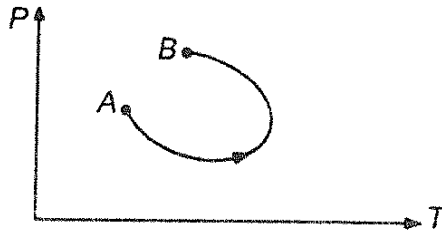
۲۵) وقتی قطار سریع‌السیر تهران - کرج به ایستگاه کرج می‌رسد، مسافران باید از راهرویی به عرض 4 m و طول 10 m بگذرند. معمولاً جلوی ورودی این راهرو ازدحام است؛ به طوری که چند دقیقه طول می‌کشد تا همه مسافران وارد راهرو شوند و از آن بگذرند. فرض کنید در مواقع شلوغ، موقع عبور از راهرو، هر نفر به طور متوسط 0.5 m^2

فصل ۱. مرحله اول پانزدهمین المپیاد فیزیک ایران

جا را اشغال کند و سرعت عبور مسافران در عبور از راهرو $5/0 \text{ m/s}$ باشد. وقتی که جریان عبور مردم تقریباً یکنواخت شده باشد، هر ثانیه تقریباً چند نفر از راهرو خارج می‌شوند؟

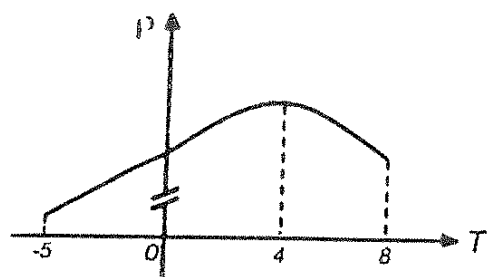
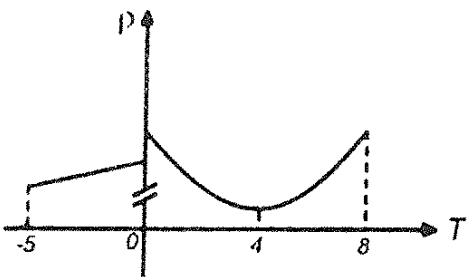
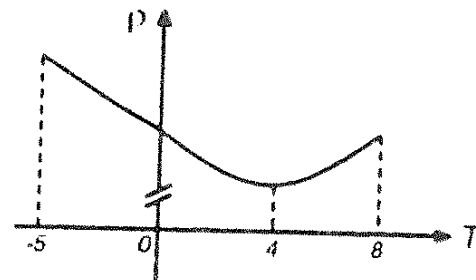
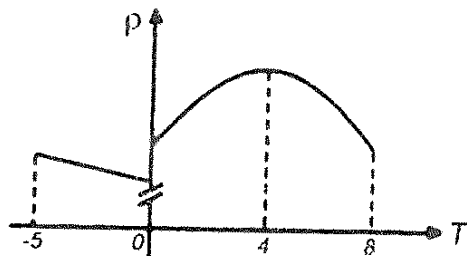
- الف) ۱ نفر ب) ۴ نفر ج) ۲۰ نفر د) ۱۰۰ نفر

۲۶) در یک فرآیند، نمودار فشار بر حسب دما برای یک نوع گاز کامل مانند شکل است. در این فرآیند حجم گاز:

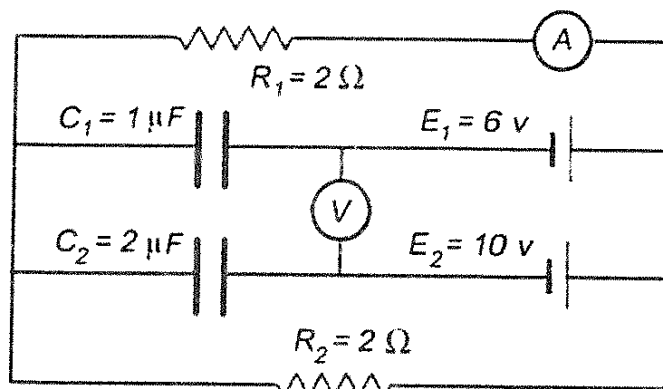


- الف) کم می‌شود. ب) اول کم، بعد زیاد می‌شود.
ج) زیاد می‌شود. د) اول زیاد، بعد کم می‌شود.

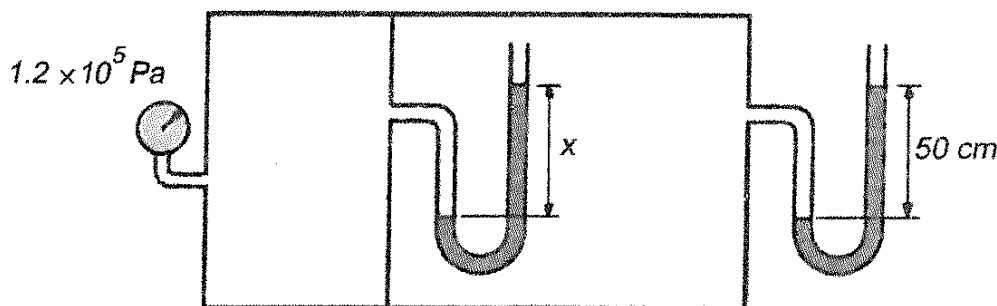
۲۷) یک کیلوگرم آب 8°C را سرد می‌کنیم تا به یخ 5°C تبدیل شود. کدام گزینه برای تغییرات چگالی آن بر حسب دما درست است؟



۲۸) پس از گذشت زمان طولانی از بستن مدار، مقادارهایی که آمپرسنج و ولتسنج نشان می‌دهند برابر است با

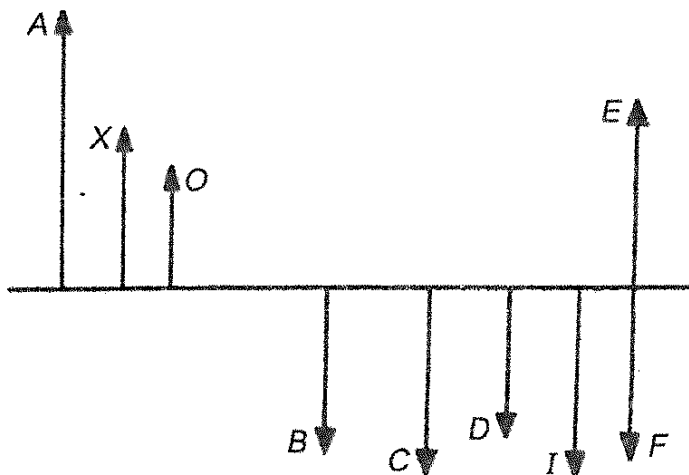


الف) ۲A و ۸V (ب) ۰A و ۰V (ج) ۰A و ۱۶V (د) ۰A و ۴V (ه) ۱A و ۴V
 ۲۹) فشار هوای جو را 10^5 Pa و چگالی آب را 10^3 kg/m^3 فرض کنید. مقدار x چند سانتی متر است؟



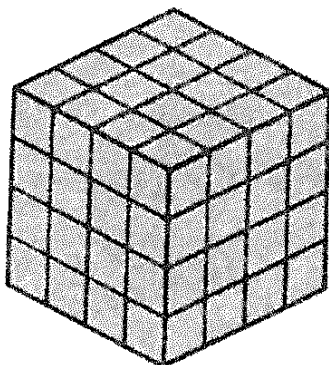
- الف) ۱۵۰ (ب) ۲۵۰ (ج) ۱۰۰ (د) ۶۰

۳۰) مطابق شکل، جسم O مقابل یک عدسی قرار گرفته و تصویر آن I است. تصویر جسم X کدام است؟



- الف) A (ب) B (ج) C (د) D (ه) E (و) F

۳۱) مس جامد، ساختار بلوری دارد. این ساختار از مکعب‌های یکسانی تشکیل شده است که به هم چسبیده‌اند. هر دو مکعب مجاور در یک وجه مشترک‌اند. در هر رأس و در مرکز هر وجه یک اتم قرار دارد. در یک قطعه فلز مس نسبت تعداد اتم‌ها به تعداد مکعب‌ها چند است؟

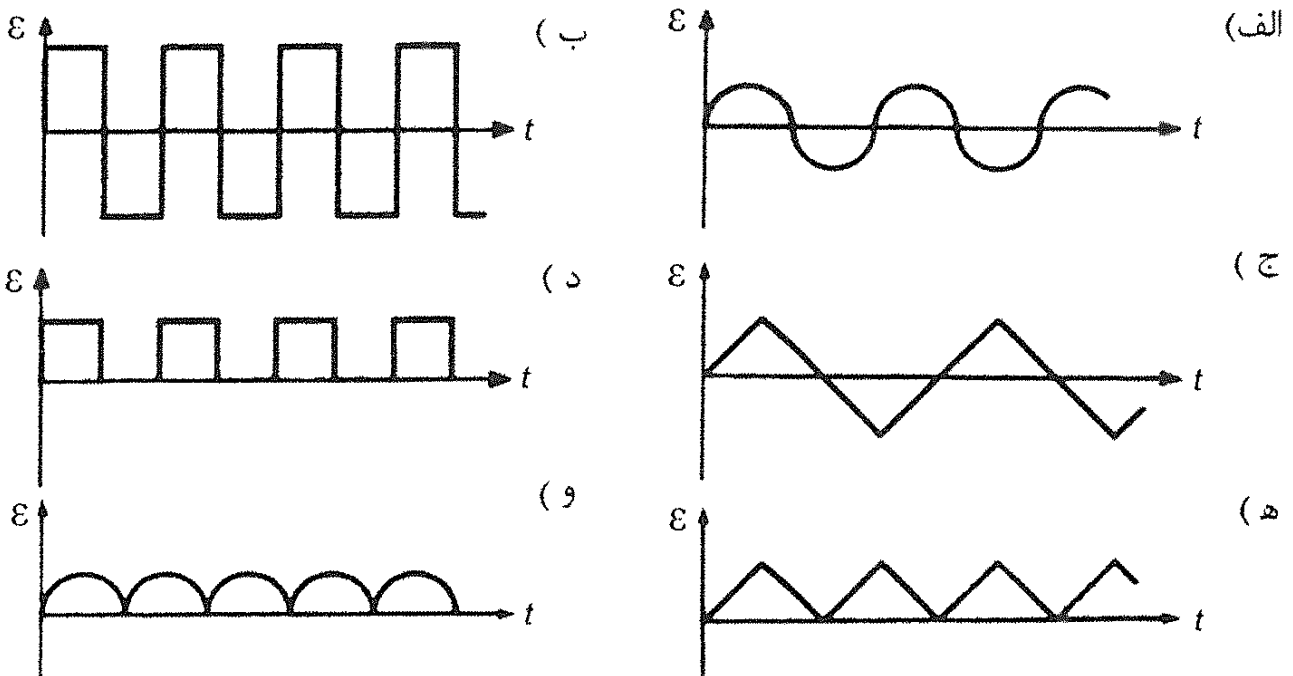
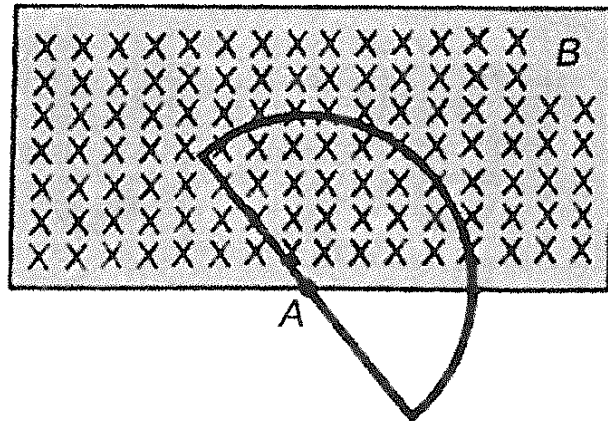


- الف) ۶ (ب) ۴ (ج) ۱۴ (د) ۱ (ه) ۳ (و) ۵

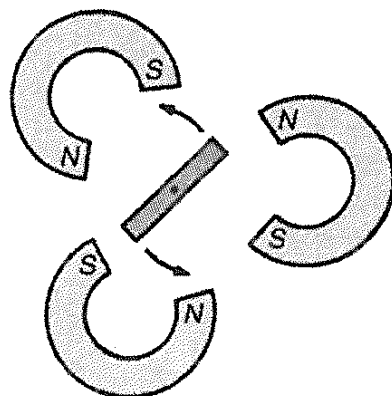
۳۲) مطابق شکل، یک میدان مغناطیسی یکنواخت در محدوده مستطیل وجود دارد. یک مدار

فصل ۱. مرحله اول پانزدهمین المپیاد فیزیک ایران

بسته به شکل نیم‌دایره و قطر آن است. مرکز نیم‌دایره، نقطه A ، مرکز ناحیه مستطیلی است. میدان مغناطیسی بر صفحه مدار عمود است. این مدار دور محوری موازی با میدان مغناطیسی، به طور یکنواخت می‌چرخد. نمودار نیروی محرکه القایی در مدار بر حسب زمان کدام است؟



۳۳) یک سیم پیچ با بسامد 10 Hz (10 دور بر ثانیه) در یک میدان مغناطیسی می‌چرخد. میدان مغناطیسی، مطابق شکل، با سه آهن‌ریا ایجاد شده است. بسامد نیروی محرکه القایی در سیم پیچ چقدر است؟



- الف) 1 Hz ب) $\frac{1}{3}\text{ Hz}$ ج) 10 Hz د) 30 Hz ه) 60 Hz

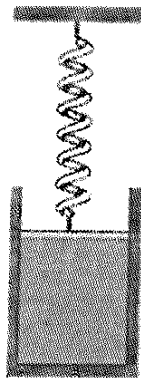
«بخش مسائل پاسخ کوتاه»

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید. در این مسئله‌ها باید پاسخ را بر حسب واحدهای مورد نظر (مثلاً، میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی بر حسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $26,7 \mu F$ را به دست آورده باشید. آن را گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. توجه: پاسخ نادرست در این بخش نمره منفی ندارد.

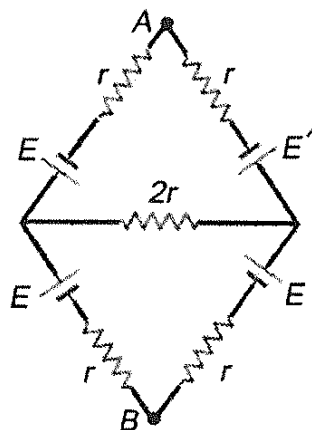
(۱) اتوبوسی در یک ایستگاه ایستاده است. شخصی با سرعت ثابت v می‌دود تا به اتوبوس برسد. وقتی فاصله این شخص تا اتوبوس $8m$ است، اتوبوس شتاب $1m/s^2$ شروع به حرکت می‌کند. اگر سرعت شخص تغییر نکند، سرعتش حداقل چند متر بر ثانیه باشد تا به اتوبوس برسد؟

(۲) عرض جغرافیایی تهران 36° است. زاویه محور قطبی زمین با راستای عمود بر صفحه مدار زمین به دور خورشید 23° است. کمترین زاویه پرتوی خورشید با راستای عمود بر زمین در تهران چند درجه است؟

(۳) دهانه یک استوانه را با پیستون بدون جرم و بدون اصطکاک، که مساحت مقطع، آن $0.01 m^2$ است، می‌بندیم. مانند شکل یک فنر با ثابت $k = 2 \times 10^2 N/m$ به پیستون متصل است. درون استوانه ۵ لیتر گاز کامل در فشار $10^5 Pa$ و دمای $0^\circ C$ هست. وقتی دمای گاز کامل در فشار $27,3^\circ C$ برسد، پیستون چند میلی‌متر جابه‌جا می‌شود؟



(۴) در مدار شکل زیر، اختلاف پتانسیل نقطه‌های A و B چند ولت است؟



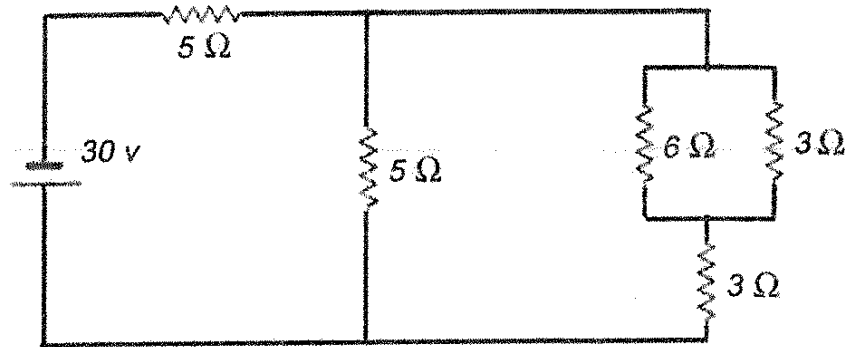
$E = 24 v$

$E' = 12 v$

$r = 10 \Omega$

فصل ۱. مرحله اول پانزدهمین المپیاد فیزیک ایران

۵) در مدار شکل اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی که کمترین توان در آن تلف می شود، چند ولت است؟



۶) کلید K به مدت طولانی بسته بوده است. در لحظه $t = 0$ آن را باز می کنیم. اختلاف پتانسیل نقاط A و B بر حسب زمان مطابق نمودار است. ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟

(راهنمایی: مساحت زیر نمودار جریان - زمان هر شاخه از مدار، برابر باری است که از آن شاخه گذشته است.)

