

فصل ۳

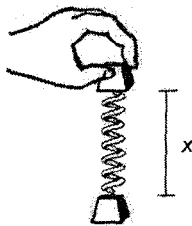
مرحله اول هشتمین المپیاد فیزیک ایران

۱.۳ سؤالات

« بخش سؤالات چند گزینه‌ای »

توجه: سؤال‌های ۱ تا ۱۳ چند گزینه‌ای هستند و ممکن است در هر سؤال بیش از یک گزینه درست وجود داشته باشد. به هر گزینه که درست علامت زده شود، نمره مثبت و به هر گزینه که نادرست علامت زده شود، نمره منفی داده خواهد شد.

(۱) 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 x 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.

(۲) در برخورد کاملاً غیرکشسان یک جسم متحرک با یک دیوار محکم (ساکن)، انرژی جنبشی جسم منجر به تغییر شکل جسم می‌شود. اما در برخورد کشسان، انرژی جنبشی

جسم حفظ می‌شود و جسم با همان اندازه سرعت هنگام برخورد، بر می‌گردد. برای آن که یک اتوموبیل برای سرنشینانش ایمن تر باشد، باید طوری ساخته شود که در برخوردها:

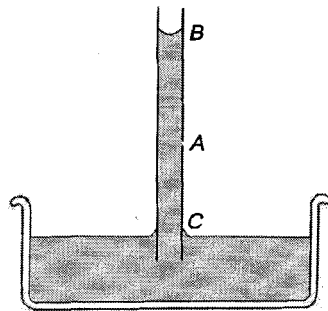
الف) به طور کشسان عمل کند.

ب) به طور غیر کشسان عمل کند.

۳) بیشینه توان موتور اتوموبیلی به جرم m برابر P است. کمترین زمان لازم برای آن که اتوموبیل از حال سکون به سرعت V برسد و با فرض آن که اتلاف انرژی ناچیز باشد برابر است با:

الف) $\frac{mV^2}{P}$ (ب) $\frac{P}{mV^2}$ (ج) $\frac{2P}{mV^2}$ (د) $\frac{mV^2}{2P}$ (ه) $\frac{1}{4}mV^2P$

۴) شکل زیر بالا رفتن آب در یک لوله موئین را نشان می‌دهد. اگر در نقطه A سوراخ ریزی ایجاد شود:



الف) سوراخ A زیر نقطه B است، در نتیجه آب از سوراخ بیرون می‌ریزد.

ب) به علت خاصیت موئینگی، آب از A بیرون می‌ریزد.

ج) هوا از سوراخ A عبور می‌کند، زیرا سوراخ بالای نقطه C است.

د) آب و هوا از سوراخ عبور نمی‌کنند، زیرا کشش سطحی جلوی آن‌ها را می‌گیرد.

ه) آب و هوا از سوراخ عبور نمی‌کنند، زیرا چسبناکی آب و لوله مانع آن‌ها می‌شود.

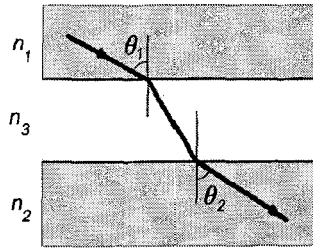
و) فشار هوای بیرون مانع خروج آب از سوراخ می‌شود.

۵) گازی با فشار P_1 را به طور ناگهانی متراکم می‌کنیم به طوری که حجم آن نصف شود. بلافاصله پس از انجام این کار، فشار گاز به P_2 می‌رسد. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

الف) $P_2 = 2P_1$ (ب) $P_1 < P_2 < 2P_1$ (ج) $P_2 > 2P_1$

۶) محیط‌هایی با ضریب شکست‌های n_1 و n_2 مطابق شکل توسط لایه‌ای به ضریب شکست n_3 از هم جدا شده‌اند. باریکه نور تک‌رنگی با زاویه θ_1 از محیط n_1 به محیط n_3 می‌تابد و با زاویه θ_2 از سطح مشترک n_3 و n_2 وارد محیط n_2 می‌شود. لایه میانی به ضریب شکست n_3 را برداشته و لایه‌ای به همان ضخامت و ضریب شکست n_3' به جای آن قرار

می‌دهیم به طوری که $n_1 > n_2$. در این صورت زاویه خروج برابر θ_2 می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

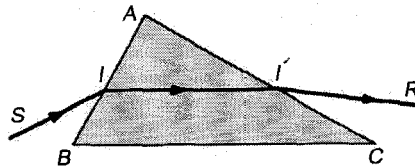


(ج) $\theta_2 < \theta_1$

(ب) $\theta_2 = \theta_1$

(الف) $\theta_2 > \theta_1$

(۷) مطابق شکل باریکه نور تک‌رنگی از هوا وارد منشور شیشه‌ای شده و پس از شکست در I و I' از منشور عبور می‌کند. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟



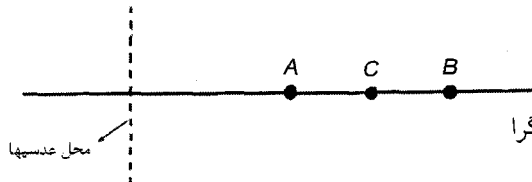
(الف) زاویه بین SI و II' زاویه انحراف منشور نام دارد.

(ب) اگر زاویه تابش افزایش یابد، زاویه $AI'R$ افزایش می‌یابد.

(ج) وقتی که زاویه انحراف حداقل باشد، II' با دو سطح AB و AC زاویه‌های یکسان می‌سازد.

(د) وقتی II' با BC موازی باشد، زاویه تابش و زاویه خروجی با هم برابر هستند.

(۸) هر گاه عدسی L_1 مقابل یک دسته پرتو قرار داده شود، نور را در نقطه A کانونی می‌کند. هر گاه عدسی L_2 را در جای عدسی L_1 قرار دهیم، نور در نقطه B کانونی می‌شود. هر گاه دو عدسی را در کنار هم در این محل قرار دهیم، نور خروجی در نقطه C کانونی می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر می‌توانند درست باشند؟



(الف) L_1 همگرا و L_2 همگرا

(ب) L_1 همگرا و L_2 واگرا

(ج) L_1 همگرا و نور ورودی همگرا

(د) L_1 واگرا و نور ورودی واگرا

(ه) L_2 همگرا و نور ورودی همگرا

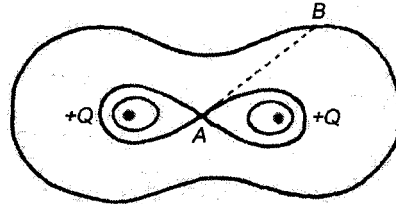
(و) L_2 همگرا و نور ورودی واگرا

(۹) بار نقطه‌ای q_1 در ابتدا به فاصله d از مرکز کره رسانایی با بار q_2 و به شعاع r واقع است. در حالت دیگر بار نقطه‌ای q_2 را به همان فاصله d از بار نقطه‌ای q_1 قرار می‌دهیم. نیروی

وارد بر بار q_1 :

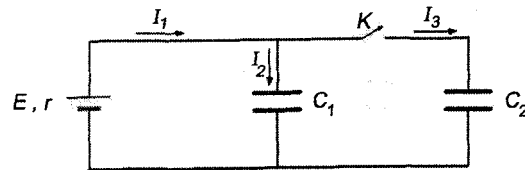
- (الف) اگر بارها همنام باشند، در حالت اول بیشتر است.
 (ب) اگر بارها همنام باشند، در حالت دوم بیشتر است.
 (ج) اگر بارها غیرهمنام باشند، در حالت اول بیشتر است.
 (د) اگر بارها غیرهمنام باشند، در حالت دوم بیشتر است.
 (ه) چه بارها همنام و چه غیر همنام باشند، نیرو در دو حالت یکی است.

۱۰ در شکل زیر نقطه‌های هم‌پتانسیل دو بار نقطه‌ای مشابه $+Q$ با خط‌های بسته نشان داده شده‌اند. در انتقال یک الکترون از نقطه A به نقطه B در مسیر مشخص شده:



- (الف) انرژی الکتریکی آن کاهش می‌یابد.
 (ب) انرژی الکتریکی آن تغییر نمی‌کند.
 (ج) انرژی الکتریکی آن افزایش می‌یابد.
 (د) نیروی الکتریکی بر آن وارد می‌شود که آن را به سمت A می‌کشاند.
 (ه) هیچ نیروی الکتریکی بر آن وارد نمی‌شود.

۱۱ در مدار شکل زیر، ابتدا کلید K باز بوده و خازن C_1 پر و خازن C_2 خالی است. کلید K را می‌بندیم. کدام گزینه در مورد شدت جریان‌های I_1 و I_2 در فاصله بستن کلید K و پر شدن خازن C_2 درست است؟



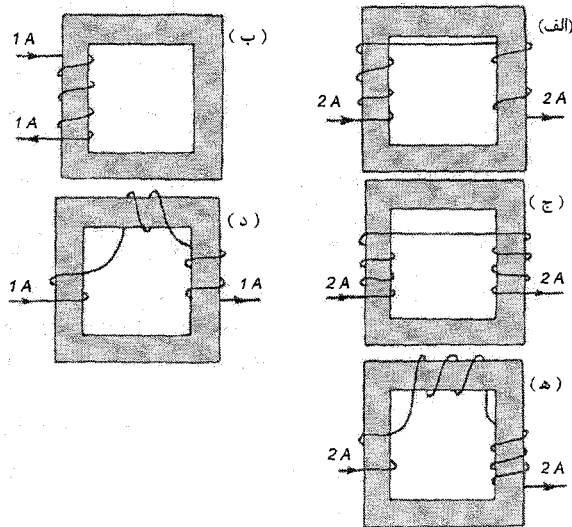
- (الف) $I_1 = I_3, I_2 = 0$
 (ب) ابتدا $I_2 < 0$ سپس $I_2 > 0$
 (ج) $I_1 \neq I_3$ و $I_2 \neq 0$
 (د) $I_1 = I_2 = I_3 = 0$

۱۲ یک حلقه که بار الکتریکی Q به طور یکنواخت روی آن قرار دارد در نظر بگیرید. بار الکتریکی نقطه‌ای q را در مرکز حلقه می‌گذاریم. می‌خواهیم بار الکتریکی q در راستای محور حلقه دارای تعادل پایدار و در راستای شعاع حلقه دارای تعادل ناپایدار باشد. در این صورت می‌توان علامت بار Q و q را به ترتیب زیر انتخاب کرد:

- الف) Q منفی و q منفی
- ب) Q منفی و q مثبت
- ج) Q مثبت و q مثبت
- د) Q مثبت و q منفی

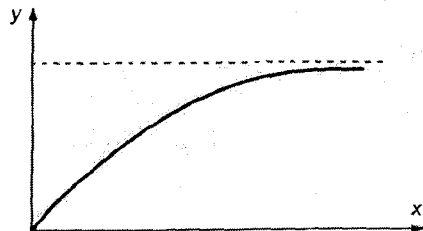
ه) با هیچ نوع انتخابی از Q و q نمی توان شرایط مورد نظر را ایجاد کرد.

۱۳) در کدام یک از مدارهای زیر شارمغناطیسی که از هسته آهنی می گذرد، بیشتر است؟



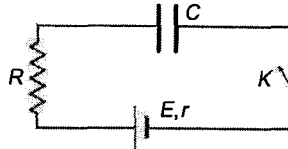
« بخش مسائل پاسخ کوتاه »

۱) شکل زیر منحنی تغییرات کمیت فیزیکی y بر حسب کمیت فیزیکی x است. در سؤالهای زیر برای x و y کمیت‌هایی پیشنهاد شده است که ممکن است درست یا نادرست باشد. درست یا نادرست بودن آن را مشخص کنید.



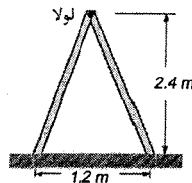
فصل ۳. مرحله اول هشتمین المپیاد فیزیک ایران

- (الف) یک چتر باز از ارتفاع بالا به پایین می‌پرد: y سرعت چتر باز و x زمان است.
 (ب) یک چتر باز از ارتفاع بالا به پایین می‌پرد: y شتاب چتر باز و x زمان است.
 (ج) گلوله فلزی را در داخل آتش قرار می‌دهیم: y دمای گلوله و x زمان است.
 (د) در مدار شکل زیر خازن بدون بار است، کلید را از حالت باز به حالت بسته تغییر وضعیت می‌دهیم: y شدت جریان و x زمان است.



- (ه) در قاعده یک مخزن بزرگ آب، سوراخی ایجاد شده است: y سرعت خروج آب و x زمان است.
 (و) بایک تفنگ به یک درخت شلیک می‌کنیم: y سرعت گلوله از لحظه برخورد به درخت و x زمان است.
 (ز) با یک تفنگ به یک درخت شلیک می‌کنیم: y مسافت پیموده شده به وسیله گلوله از لحظه ورود به درخت و x زمان است.
 (ح) y فشار هوا و x ارتفاع از سطح زمین است.

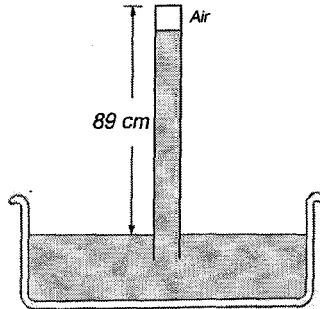
- (۲) مطابق شکل یک نردبان دو طرفه که از دو نردبان کاملاً مشابه ساخته شده است، طوری روی زمین قرار دارد که فاصله پایه‌های دو نردبان از یکدیگر $1/2$ متر و ارتفاع لولای دو طرف نردبان از زمین $2/4$ متر است. جرم هر یک از دو نردبان 20 kg و $g = 10 \text{ m/s}^2$ است. نیروهای زیر را (بر حسب نیوتن) محاسبه کنید.



- (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 می‌کند.

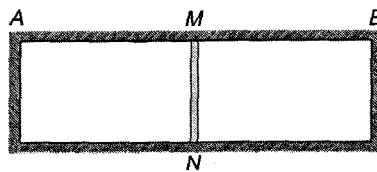
- (۳) گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع $19/2 \text{ m}$ بالای سطح زمین رها می‌شود. هر گاه گلوله در هر برخورد به زمین، $1/4$ انرژی جنبشی خود را از دست بدهد، پس از توقف مجموعاً چه مسافتی (بر حسب متر) پیموده است؟

۴) مطابق شکل مقدار کمی هوا به داخل لوله هواسنجی نفوذ کرده است به طوری که ارتفاع ستون جیوه در شرایطی که دمای هوا 27°C و فشار هوا برابر 76 سانتیمتر جیوه است، برابر 74 سانتیمتر می شود. اگر ارتفاع ستون جیوه در این هواسنج در دمای 7°C برابر 75 سانتیمتر شود، فشار هوا چند سانتیمتر جیوه است؟ هوا را گاز کامل بگیرید.

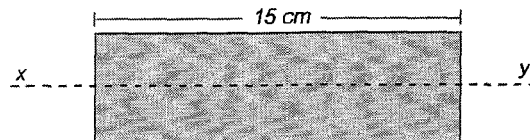


۵) یک گرم کن الکتریکی 100 واتی برای مدت زیادی داخل یک ظرف محتوی چهار کیلوگرم آب قرار دارد و نتوانسته است آب را جوش آورد. اگر گرم کن را خاموش کنیم، چند ثانیه طول می کشد تا دمای آب یک درجه سلسیوس کاهش یابد. ظرفیت گرمایی ویژه آب $4200 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$ است و از ظرفیت گرمایی ظرف و گرم کن صرف نظر می شود.

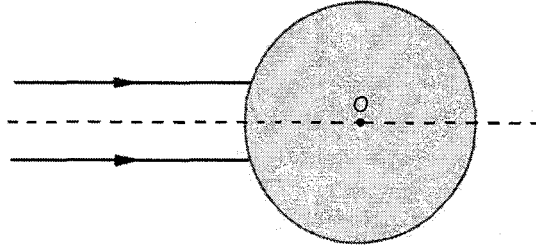
۶) در شکل زیر پیستون MN که از هدایت گرمایی خوبی برخوردار است، استوانه AB را به دو قسمت مساوی تقسیم کرده و می تواند آزادانه در استوانه جابه جا شود. پیستون را ثابت نگه داشته و در طرف A گازی با فشار 10 اتمسفر و دمای 27°C و در طرف دیگر گازی با فشار 5 اتمسفر و دمای 227°C وارد می کنیم. سپس پیستون را رها کرده و اجازه می دهیم زمان کافی بگذرد تا دو گاز هم دما شوند. در این حالت فاصله AM چند سانتیمتر است. طول استوانه $AB = 46 \text{ cm}$ است.



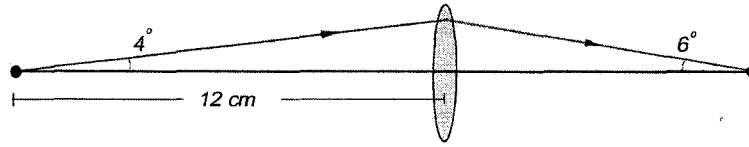
۷) مطابق شکل نقطه O روی خط xy و داخل تیغه شیشه ای به ضریب شکست $\frac{3}{4}$ واقع است. اگر از سمت x به آن نگاه کنیم، نقطه O را در فاصله 6 سانتیمتری این سطح می بینیم. اگر از سطح y به آن نگاه کنیم، O در چه فاصله از y (بر حسب سانتیمتر) دیده می شود؟



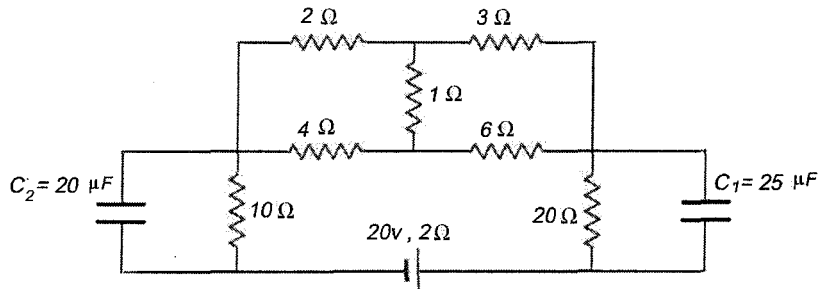
۸) باریکه نور تک‌رنگی مطابق شکل روی یک کره شفاف به شعاع R و ضریب شکست n تابانده می‌شود. مقدار n چقدر باشد تا پرتوها درست روی سطح کره جمع شوند؟



۹) مطابق شکل پرتو نوری محور اصلی یک عدسی را در نقطه‌ای به فاصله ۱۲ سانتیمتری از عدسی و با زاویه ۴ درجه قطع کرده و به عدسی می‌تابد. این پرتو بعد از خروج از عدسی، محور اصلی آن را با زاویه ۶ درجه قطع می‌کند. فاصله کانونی عدسی را (بر حسب سانتیمتر) حساب کنید.



۱۰) در مدار شکل زیر نسبت انرژی ذخیره شده در خازن C_1 به انرژی ذخیره شده در خازن C_2 چقدر است؟



۱۱) اختلاف پتانسیل الکتریکی سطح زمین تا نقطه‌ای در ارتفاع یک متر از سطح زمین چند ولت باشد تا یک ذره بسیار کوچک با بار $q = 1.5 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم $m = 9 \times 10^{-20} \text{ kg}$ بتواند در آن نقطه معلق بماند. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)