

فصل ۴

مرحله اول نهمین المپیاد فیزیک ایران

۱.۴ سؤالات

« بخش سؤالات چند گزینه‌ای »

توجه: سؤالهای ۱ تا ۲۸ 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.

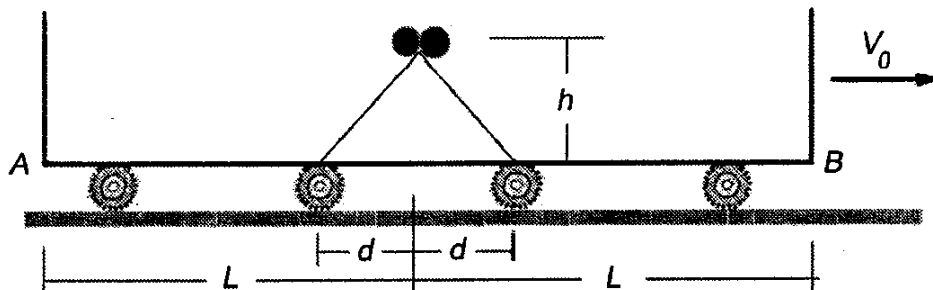
۱) چهار وزنه مشابه ۲ کیلوگرمی را با ۳ فنر مشابه سبک با ثابت فنر 20 N/cm طوری به یکدیگر می‌بندیم که میان هر دو وزنه متوالی یک فنر باشد. وقتی دستگاه را روی یک میز افقی بدون اصطکاک به حالت تعادل می‌خوابانیم، طول کل دستگاه 36 cm است. اگر دستگاه را از سقف بیاویزیم طول آن چند سانتیمتر می‌شود؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

الف) ۳۹ ب) ۴۲ ج) ۳۶ د) ۴۵ ه) ۴۶

۲) دو گلوله کوچک نارسانا دارای بارهای $+10^{-6}$ کولن و -10^{-6} کولن در دو انتهای فنری با ثابت 100 N/m قرار داده شده‌اند. در این شرایط طول فنر 10 cm است. طول عادی فنر چند سانتیمتر است؟ (فنر نارسانا است و K در قانون کولن $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ است.)

الف) ۱۰/۹ ب) ۱۱/۸ ج) ۹/۱ د) ۸/۲ ه) ۱۱/۲

(۳) واگنی با سرعت ثابت V_0 در حال حرکت است. در بالای سطح شیبدار دو طرفه‌ای که مطابق شکل به وسط کف واگن چسبیده است دو گلوله کوچک یکسان قرار دارند. این دو گلوله همزمان از بالای سطح شیبدار و از حالت سکون نسبت به واگن رها می‌شوند. اختلاف زمان رسیدن گلوله‌ها به نقاط A و B عبارت است از:



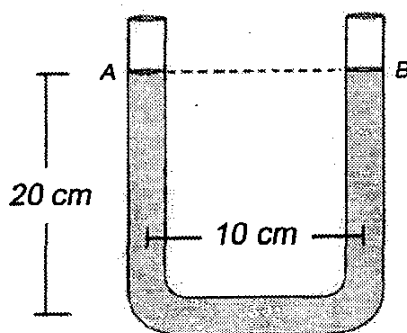
$$\frac{\sqrt{2gh(L-d)}}{V_0^2 - 2gh} \quad (\text{ب})$$

$$\frac{\sqrt{2gh(L-d)}}{V_0^2} \quad (\text{د})$$

$$\frac{\sqrt{2ghL}}{V_0^2 - 2gh} \quad (\text{الف})$$

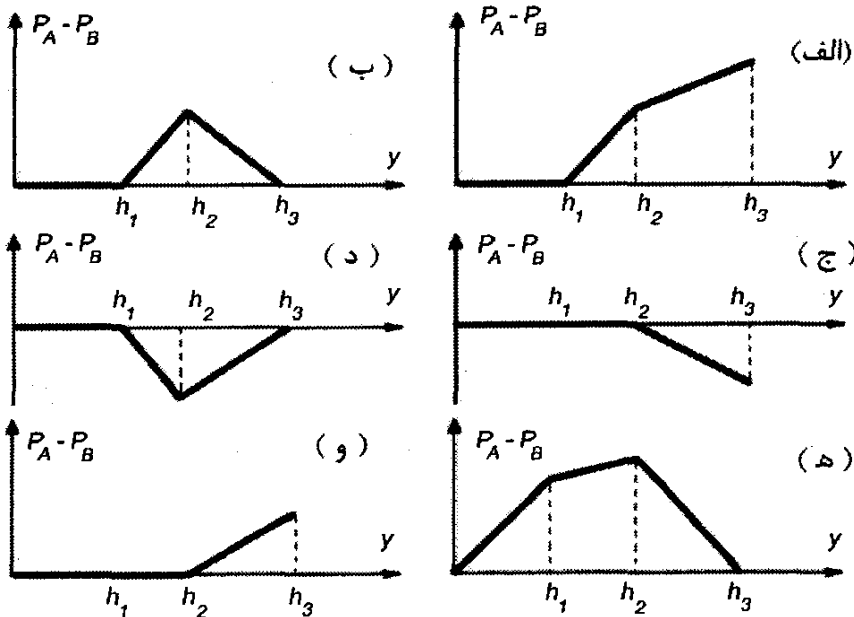
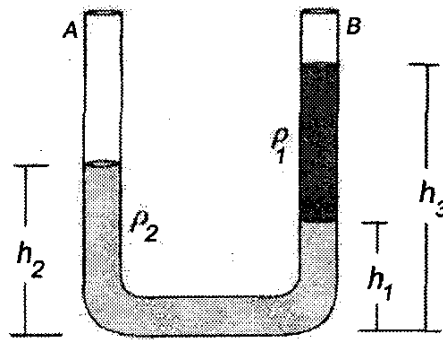
(ج) صفر

(۴) در یک لوله مطابق شکل مقداری آب ریخته شده است. طول قسمت افقی لوله 10 cm و ارتفاع آب در بخشهای عمودی لوله 20 cm است. لوله با شتاب 3 m/s^2 به سمت راست حرکت می‌کند. با توجه به نیروهایی که به بخش‌های از مایع که در قسمت افقی لوله قرار گرفته وارد می‌شود، اختلاف ارتفاع آب در دو بازوی عمودی لوله $(h_A - h_B)$ چند سانتیمتر خواهد بود؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

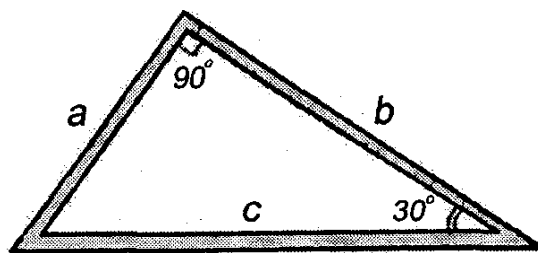


- الف) صفر ب) ۳ ج) -۳ د) ۱/۵ ه) -۱/۵ و) ۰/۶

(۵) در یک لوله U شکل دو مایع به چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 که با هم مخلوط نمی‌شوند، ریخته‌ایم. چگالی‌ها به نحوی است که ارتفاع دو مایع در شاخه‌های A و B ، مانند شکل است. مبدأ مختصات محور قائم را بر قسمت پایین لوله U شکل منطبق می‌گیریم. کدام نمودار تفاوت فشار $(P_A - P_B)$ در دو لوله را بر حسب ارتفاع y نشان می‌دهد؟



۶ سه میله a و b و c مطابق شکل زیر به هم متصل شده‌اند. ضریب انبساط خطی میله‌ها به ترتیب α_a ، α_b و α_c است به طوری که $\alpha_a = \alpha_b = \alpha$. می‌خواهیم در هر دمایی زاویه بین a و b ، 90° بماند. نسبت $\frac{\alpha_c}{\alpha}$ کدام است؟



۱ (ج)

۲ (ب)

الف (الف) $\sqrt{2}$

۳ (ه) $\frac{1}{2}(1 + \sqrt{3})$

د (د) $\frac{1}{2}$

۷ یک مخزن مکعب شکل که دارای آب داغ است، در هر ثانیه $1500 J$ گرمای خود را به محیط اطراف می‌دهد. اگر تمام سطوح مخزن را با نوعی ماده عایق بپوشانیم، میزان از دست دادن گرما به $60 J$ در ثانیه می‌رسد. اگر تنها یکی از سطوح مخزن را عایق‌بندی نکنیم، در هر ثانیه چند ژول گرما از دست خواهد داد. دمای آب درون مخزن و محیط ثابت فرض می‌شوند. در نظر بگیرید که انتقال گرما تنها از طریق سطوح مخزن انجام می‌شود و افقی و یا قائم بودن سطوح تأثیری بر میزان انتقال گرما ندارد.

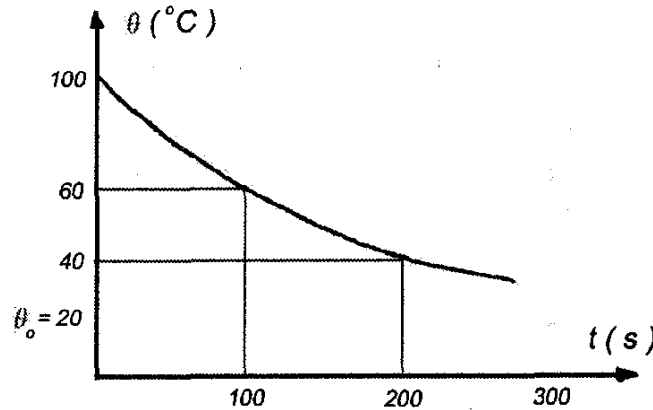
(د) ۳۶۰

(ج) ۳۰۰

(ب) ۲۵۰

(الف) ۵۰

۸) میزان گرمایی که یک جسم داغ در هر ثانیه از دست می‌دهد به تفاوت دمای جسم (θ) و دمای محیط (θ_0) بستگی دارد. نمودار شکل زیر تغییرات دمای جسم رانسبت به زمان نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟



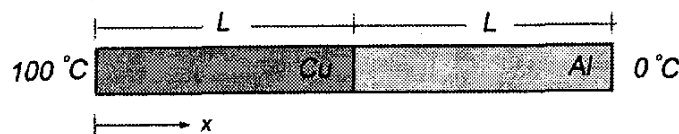
(الف) گرمایی که جسم در ۱۰۰ ثانیه اول از دست داده است برابر گرمایی است که در ۱۰۰ ثانیه دوم از دست داده است.

(ب) میزان از دست دادن گرما در ۱۰۰ ثانیه اول ۲ برابر گرمایی است که در ۱۰۰ ثانیه دوم از دست داده است.

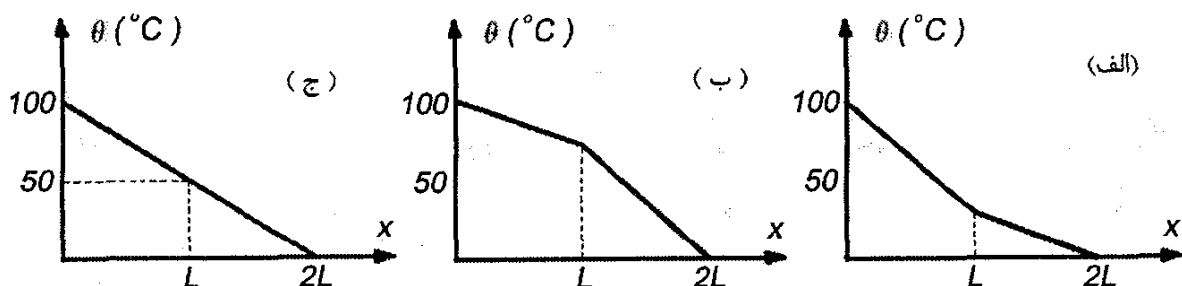
(ج) دمای جسم بعد از ۳۰۰ ثانیه برابر دمای محیط می‌شود.

(د) گرمایی که جسم در ۱۰۰ ثانیه اول از دست می‌دهد، برابر با گرمایی است که از لحظه ۱۰۰ ثانیه به بعد از دست خواهد داد

۹) دو میله مسی و آلومینیومی با ابعاد یکسان را مطابق شکل زیر به یکدیگر متصل می‌کنیم به طوری که دو میله به خوبی در تماس گرمایی با هم هستند. دمای دو انتهای میله همواره در دماهای نشان داده شده ثابت نگه داشته می‌شوند. مس بیش از آلومینیوم رسانای گرماست و اطراف میله‌ها از نظر گرمایی عایق پوشی شده است.



کدامیک از گزینه‌های زیر، نمودار تغییرات دما را بر حسب فاصله x در طول میله در شرایط ثابت (پایدار) درست نشان می‌دهد.



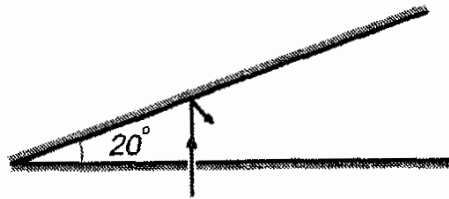
۱۰) یک ظرف محتوی آب صفر درجه را از بالا بر اثر تابش به آرامی گرم می‌کنیم. پس از مدتی دمای سطح آب به 10°C می‌رسد، اما قسمتهای پایینی آن سردتر از این دما باقی

- مانده‌اند. کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟
 الف) در پایین‌ترین قسمت ظرف آب صفر درجه می‌تواند وجود داشته باشد.
 ب) در هیچ‌جا ظرف آب صفر درجه نمی‌تواند وجود داشته باشد.
 ج) آب صفر درجه کمی بالاتر از کف ظرف وجود دارد.

۱۱) شخصی از دور به یک آینه مقعر به شعاع R نزدیک می‌شود و وقتی به فاصله معینی از آینه می‌رسد نمی‌تواند تصویری از خود در آینه ببیند. در اولین لحظه‌ای که شخص تصویر خود را نمی‌بیند. در کجا قرار گرفته است؟

- الف) در نزدیکی رأس آینه
 ب) در نزدیکی کانون آینه
 ج) در نزدیکی مرکز آینه
 د) در فاصله R از کانون آینه

۱۲) دو آینه تخت بسیار طویل مطابق شکل با یکدیگر زاویه 20° درجه می‌سازند. در آینه افقی سوراخ کوچکی ایجاد شده و نور از آن به طور قائم می‌تابد. این نور چند دفعه در برخورد با آینه‌ها منعکس خواهد شد؟

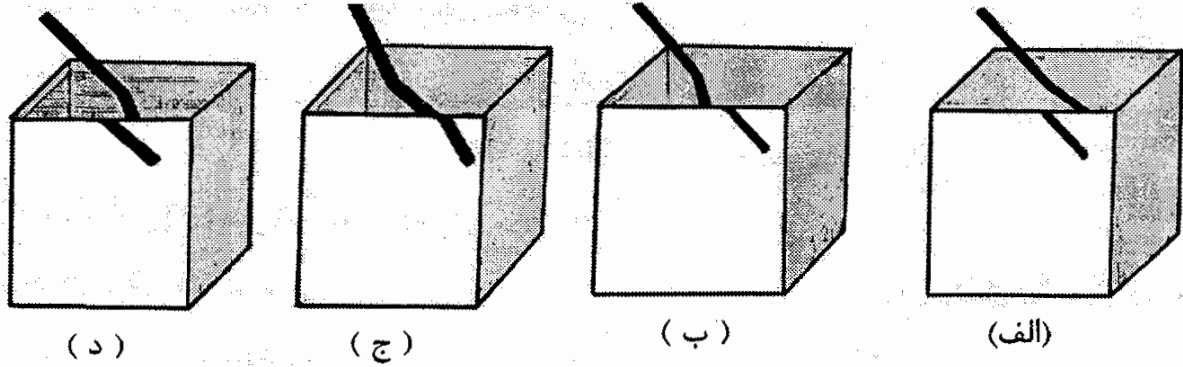


- الف) ۳ ب) ۴ ج) ۵ د) ۶ ه) ۱۷ و) بی‌نهایت

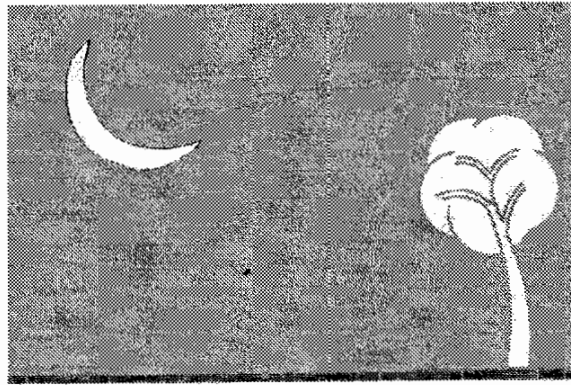
۱۳) نقطه‌ای نورانی روی محور اصلی عدسی همگرایی قرار دارد. در طرف دیگر عدسی پرده‌ای عمود بر محور اصلی نصب شده است و روی آن قرص روشنی مشاهده می‌شود. اگر پرده را عمود بر محور اصلی در یک جهت جابه‌جا کنیم قطر قرص روشن چه تغییری می‌کند؟

- الف) حتماً زیاد می‌شود.
 ب) حتماً کم می‌شود.
 ج) امکان دارد زیاد شود.
 د) امکان دارد ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.
 ه) امکان دارد ابتدا کم و سپس زیاد شود.

۱۴) یک میله مستقیم را وارد یک ظرف مستطیل پر از آب با یک دیواره شفاف می‌کنیم. کدامیک از تصاویر زیر را مشاهده می‌کنیم؟



۱۵) تصویر زیر وضعیت هلال ماه را نسبت به افق در لحظاتی بعد از طلوع ماه نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد زمان ثبت این تصویر درست است؟



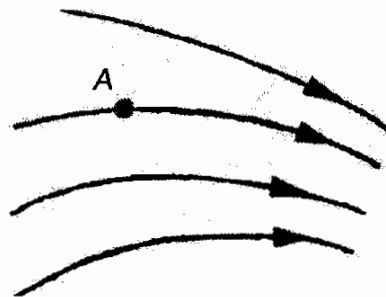
(الف) کمی قبل از غروب خورشید
(ب) کمی بعد از غروب خورشید
(ج) کمی قبل از طلوع خورشید
(د) کمی بعد از طلوع خورشید

(الف) کمی قبل از غروب خورشید
(ج) کمی قبل از طلوع خورشید

۱۶) گلوله کوچکی دارای بار الکتریکی q بوده و با یک نخ عایق از نقطه‌ای آویخته شده است. می‌خواهیم در این حالت میدان الکتریکی حاصل از بار q را در نقطه‌ای روی یک صفحه افقی که از بار q می‌گذرد اندازه بگیریم. برای این کار بار q را در نقطه مورد نظر قرار می‌دهیم و با اندازه‌گیری نیروی الکتریکی وارد بر آن، میدان الکتریکی را بدست می‌آوریم. کدام گزینه درست است؟

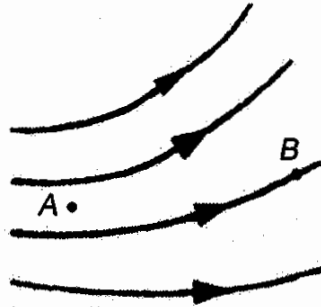
(الف) اگر بارهای q و q مثبت باشند، میدان به دست آمده از میدان مورد نظر کوچکتر است.
(ب) اگر بار q مثبت و بار q منفی باشد، میدان به دست آمده از میدان مورد نظر بزرگتر است.
(ج) اگر بارهای q و q منفی باشند، میدان به دست آمده از میدان مورد نظر بزرگتر است.
(د) اگر بار q منفی و بار q مثبت باشد، میدان به دست آمده از میدان مورد نظر کوچکتر است.

۱۷) نمودار شکل زیر خطوط میدان الکتریکی را در فضای معینی نشان می‌دهد بار نقطه‌ای q را در نقطه A قرار می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟



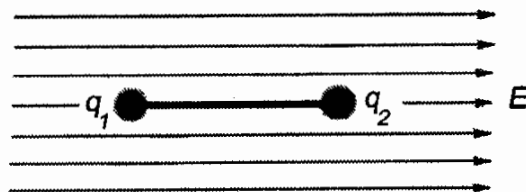
- الف) بار q_0 در هر شرایطی همواره روی خط میدان حرکت خواهد کرد.
 ب) اگر بار q_0 سرعت اولیه‌ای مماس بر خطوط میدان داشته باشد، به طور مداوم روی خط میدان حرکت خواهد کرد.
 ج) اگر سرعت اولیه بار q_0 صفر باشد، به طور مداوم روی خط میدان حرکت خواهد کرد.
 د) در هیچ شرایطی بار q_0 روی خط میدان ادامه حرکت نخواهد داد.

۱۸) نمودار شکل زیر خطوط میدان الکتریکی را در فضای معینی نشان می‌دهد. بار الکتریکی q را یک مرتبه در نقطه A و مرتبه دیگر در نقطه B قرار می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟



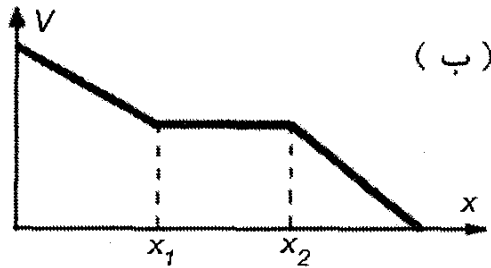
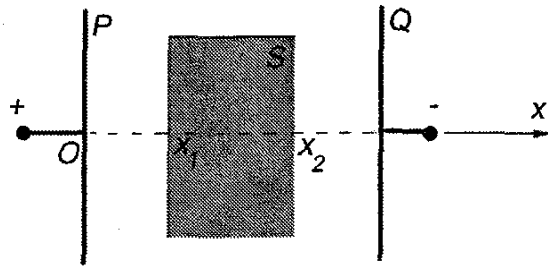
- الف) اندازه نیرویی که در نقطه A بر بار وارد می‌شود، از اندازه آن در نقطه B کوچکتر است.
 ب) اندازه نیرویی که در نقطه A بر بار وارد می‌شود، از اندازه آن در نقطه B بزرگتر است.
 ج) در نقطه A نیرویی بر بار الکتریکی وارد نمی‌شود، زیرا میدان در نقطه A صفر است، ولی بر بار در نقطه B نیرو وارد می‌شود.
 د) اطلاعات مسأله برای مقایسه نیروی وارد بر بار q در نقطه A و B کافی نیست.

۱۹) دو بار q_1 و q_2 که اندازه‌های آنها با یکدیگر برابر است با میله نارسانای بسیار سبکی به هم وصل شده‌اند و مطابق شکل، مجموعه در میدان الکتریکی یکنواختی قرار دارد. کدام گزینه درست است؟

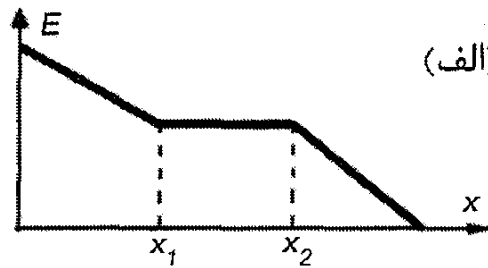


- الف) اگر q_2 مثبت و q_1 منفی باشد، مجموعه دارای تعادل پایدار است.
 ب) اگر q_1 و q_2 مثبت باشند، مجموع دارای تعادل ناپایدار است.
 ج) اگر q_1 منفی و q_2 مثبت باشد، مجموعه دارای تعادل ناپایدار است.
 د) اگر q_1 و q_2 منفی باشند، مجموعه دارای تعادل پایدار است.
 ه) اگر q_1 و q_2 منفی باشند، مجموعه تعادل ندارد.

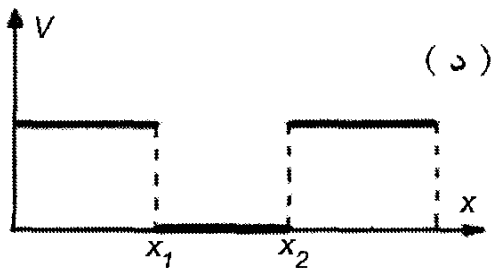
۲۰) در شکل زیر P و Q صفحه‌های یک خازن متصل به باتری هستند. قطعه فلزی S را بدون اتصال با صفحه‌ها، وسط آنها وارد می‌کنیم. اگر E شدت میدان الکتریکی و V اختلاف پتانسیل الکتریکی و x فاصله از صفحه P باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر درست هستند؟



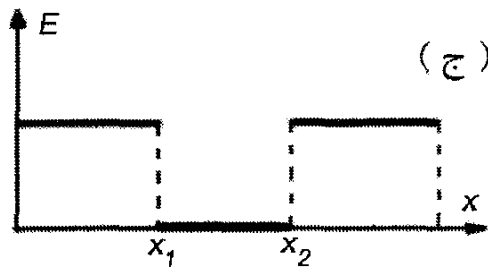
(ب)



(الف)

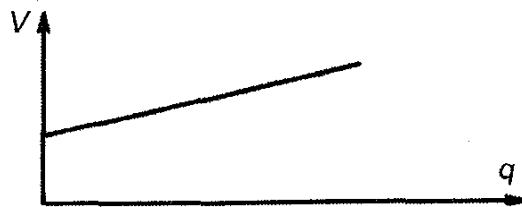


(د)



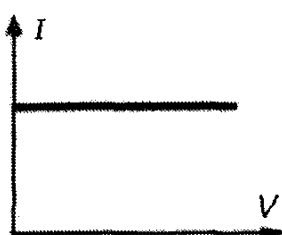
(ج)

۲۱) هنگامی که مقدار بار الکتریکی روی یک جسم فلزی را تغییر می‌دهیم، اختلاف پتانسیل آن نسبت به یک نقطه معین، تغییر می‌کند. اگر نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل بر حسب بار الکتریکی مطابق شکل باشد، مساحت زیر نمودار، کدام کمیت است؟

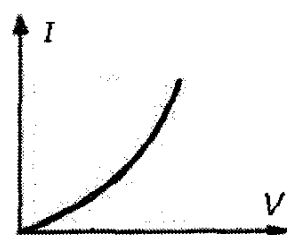


- الف) توان
- ب) انرژی
- ج) شدت جریان
- د) عکس مقاومت
- ه) ظرفیت
- و) عکس ظرفیت

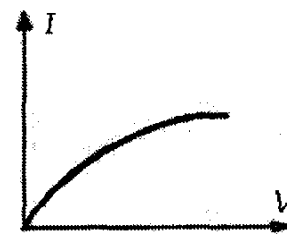
۲۲) مقاومت الکتریکی یک قطعه کربنی با افزایش دما کاهش می‌یابد. اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دوسر آن را به آرامی افزایش دهیم، کدامیک از نمودارهای زیر می‌تواند نمودار تغییرات شدت جریان بر حسب ولتاژ باشد؟



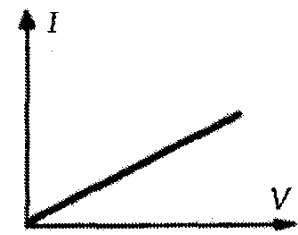
(د)



(ج)

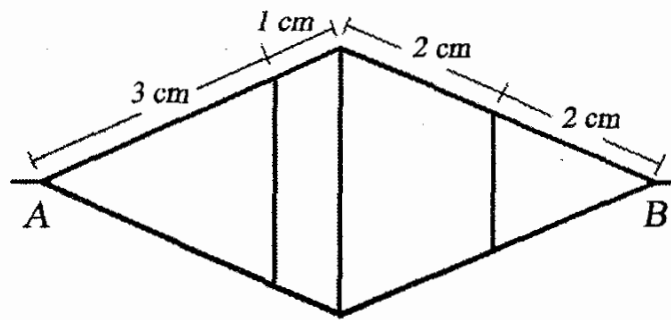


(ب)



(الف)

۲۳) از سیمی که مقاومت هر سانتی‌متر آن ۱۰ اهم است مطابق شکل یک شبکه سیمی ساخته‌ایم. مقاومت معادل بین نقاط A و B چند اهم است؟



۱۶۰ (ه)

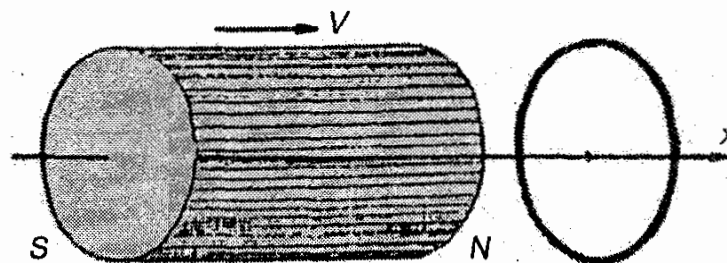
۱۶ (د)

۲۴ (ج)

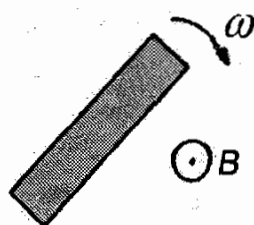
۴۰ (ب)

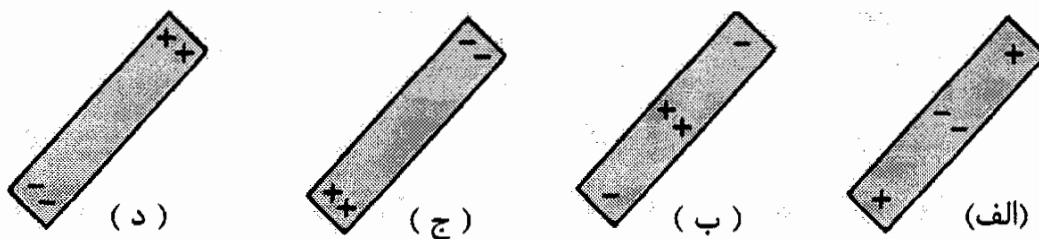
۸۰ (الف)

۲۴) یک آهنربای سبک استوانه‌ای مطابق شکل با سرعت افقی V به سمت یک حلقه که قطر آن حدود قطر آهنرباست، پرتاب شده و از داخل آن عبور می‌کند. نمودار تقریبی تغییرات شتاب آهنربا در طول مسیر آن کدام است؟



۲۵) یک میله رسانا مطابق شکل عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت B به طرف خارج صفحه شکل، قرار گرفته است. این میله دور محوری که با B موازی است و از وسط آن می‌گذرد، در جهت مشخص شده می‌چرخد. بارهای القایی میله کدام است؟



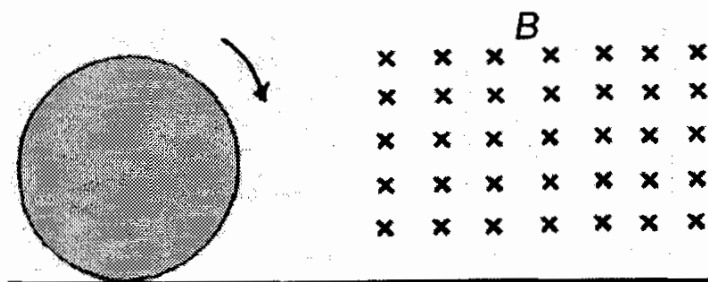


۲۶) روی یک حلقه نارسانا بار الکتریکی منفی به طور یکنواخت توزیع شده است. حلقه را مطابق شکل دور یکی از قطره‌های آن بسیار سریع به دوران در می‌آوریم. در این صورت در مرکز حلقه:



- الف) میدان مغناطیسی عمود بر سطح حلقه بوجود می‌آید.
- ب) میدان مغناطیسی بوجود نمی‌آید.
- ج) میدان مغناطیسی در امتداد محور دوران و رو به پایین به وجود می‌آید.
- د) میدان مغناطیسی در امتداد محور دوران و رو به بالا به وجود می‌آید.

۲۷) یک قرص مسی روی سطح افقی مطابق شکل از چپ به راست می‌غلتد. در ضمن این حرکت از میان دهانه یک آهنربا که میدان مغناطیسی آن به سمت داخل صفحه شکل است رد می‌شود. به هنگام عبور از میان دهانه آهنربا:



- الف) سرعت آن کم می‌شود.
- ب) سرعت آن افزایش می‌یابد.
- ج) سرعت آن ثابت می‌ماند.
- د) سرعت آن ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.
- ه) سرعت آن ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

۲۸) در مسأله قبل، جهت جریان القایی بر روی سطح قرص:

- الف) همواره در جهت چرخش عقربه‌های ساعت است.
 ب) همواره در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت است.
 ج) هنگام ورود به میدان در جهت چرخش عقربه‌های ساعت و هنگام خروج در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت است.
 د) هنگام ورود به میدان در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت و هنگام خروج در جهت چرخش عقربه‌های ساعت است.

« بخش مسائل پاسخ کوتاه »

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

در مسائل شماره ۱ تا ۸ باید پاسخ را بر حسب واحدهای مورد نظر (مثلاً بر حسب میلی‌متر یا متر یا کیلوگرم یا میکروکولن و غیره) که در صورت مسأله آمده را با دو رقم به دست آورید. مثال: فرص کنید بار الکتریکی خازنی را بر حسب میکروکولن خواسته باشند و شما عدد $26/7$ میکروکولن را به دست آورید. آن را گرد کرده و 27 میکروکولن بگیرید. توجه: پاسخ نادرست در این بخش نمره منفی ندارد.

(۱) گلوله A از بام ساختمانی به ارتفاع 24 m بدون سرعت اولیه رها می‌شود. همزمان با آن گلوله B را از سطح زمین در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. در هنگام رسیدن دو گلوله به هم، اندازه سرعت گلوله A دو برابر اندازه سرعت گلوله B است. نقطه برخورد دو گلوله در چه ارتفاعی از سطح زمین بر حسب متر قرار دارد؟

(۲) یک لوله موئین به طول 1 m را که دو سر آن باز است وارد آب می‌کنیم. مشاهده می‌شود که آب در لوله به میزان 10 cm بالا می‌آید. اکنون لوله را از آب خارج کرده و آب درون آن را خارج می‌کنیم و سپس با انگشت یک انتهای لوله را مسدود می‌کنیم. انتهای دیگر لوله چند میلی‌متر باید وارد آب شود تا آب داخل لوله و ظرف، هم سطح شوند فشار هوا در محل آزمایش معادل فشار ناشی از ستونی از آب به ارتفاع 10 متر است و در هر مورد لوله را به طور قائم در آب وارد می‌کنیم.

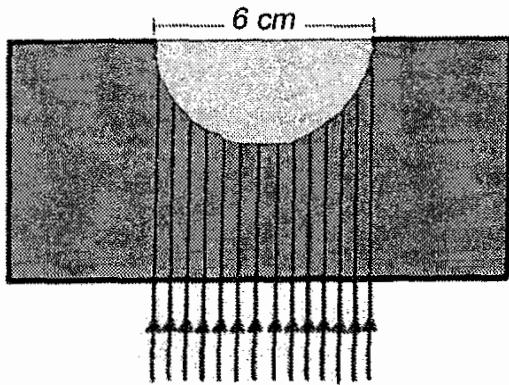
(۳) استوانه‌ای مطابق شکل به طور افقی روی سطحی قرار داده شده است. پیستونی می‌تواند بدون اصطکاک در داخل سیلندر حرکت کند و فاصله پیستون از ته سیلندر 10 cm است. فشار هوای بیرون 10^5 N/m^2 و سطح مقطع پیستون 224 cm^2 است. در اثر گرم کردن گاز درون سیلندر، پیستون به آرامی حرکت کرده و به فاصله 11 cm از ته سیلندر رسیده و همان جا متوقف می‌شود. گاز در فرآیند انبساط چند ژول کار انجام می‌دهد؟



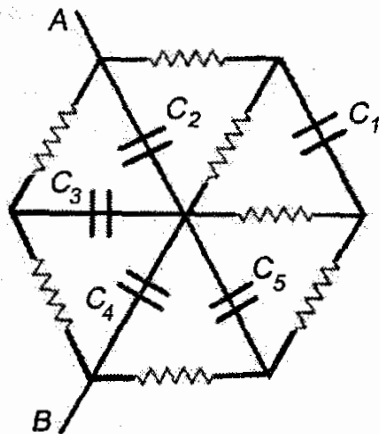
۴) در مسأله قبل اگر دمای گاز پیش از گرم کردن صفر درجه سلسیوس باشد و برای افزایش دمای یک مول از گاز به اندازه یک کلوین، ۱۰ ژول لازم باشد، در این فرآیند چند ژول انرژی از منبع گرما گرفته شده است؟

۵) گلوله کوچکی با سرعت افقی 720 km/h از مقابل دوربینی رد می‌شود. اگر فاصله گلوله هنگام عبور از مقابل دوربین ۲۶ m و فاصله کانونی عدسی آن $1/3 \text{ cm}$ باشد، دریچه دوربین چه زمانی بر حسب میلی‌ثانیه باز بماند تا طول تصویر گلوله بر فیلم ۲ mm باشد.

۶) شکل زیر یک مکعب مستطیل شیشه‌ای را نشان می‌دهد که در وجه بالایی آن گودی به شکل نیم‌کره به قطر ۶ cm تعبیه شده است. این گودی را از آب پر کرده و از زیر، یک دسته پرتو نور موازی را عمود بر وجه مکعب به آن می‌تابانیم. قطر دسته پرتوهایی که می‌تواند وارد نیم کره شوند بر حسب میلی‌متر چقدر است؟ ضریب شکست شیشه $1/5$ و ضریب شکست آب $1/3$ است.



۷) در مدار شکل زیر همه خازن‌ها $2 \mu\text{F}$ و همه مقاومتها 200Ω هستند و $V_A - V_B = 220 \text{ V}$ است. بار روی خازن C_3 چند میکروکولن است؟



۸) مداری مطابق شکل بسته‌ایم. ابتدا کلید K در موقعیت A قرار داشته و سپس در موقعیت B قرار می‌گیرد. آنگاه این عمل تکرار می‌شود یعنی کلید K به حالت A برگشته و مجدداً به حالت B برمی‌گردد و این کار را مرتباً تکرار می‌کنیم. بار نهایی روی خازن C_1 بر حسب میکروکولن چقدر می‌شود؟

