



## پنجمین المپیاد فیزیک ایران

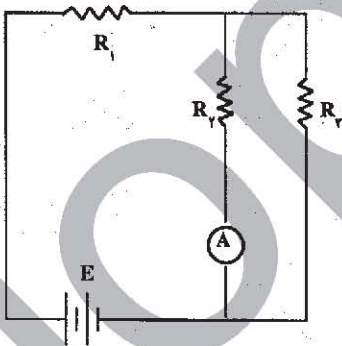
### مسئله‌ها

طرح از: دکتر بهین آیین

۱- در مدار شکل (۵-۱) مقاومت آمپرسنج و مقاومت درونی مولد ناچیز فرض می‌شود.

الف) ثابت کنید که اگر جای آمپرسنج و مولد را با هم عوض کنیم، در شدت جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد تغییری حاصل نمی‌شود.

ب) به ازای  $E = 137$ ،  $R_1 = 2\Omega$ ،  $R_2 = 3\Omega$ ،  $R_3 = 4\Omega$  شدت جریانی را که در حالت اول از هر شاخه می‌گذرد حساب کنید.



شکل (۵-۱)

طرح از: مؤلف

۲- در یک سیم مسی حامل جریان، به ازای هر اتم مس، یک الکترون آزاد وجود دارد که با سرعت متوسط  $V_H$  در امتداد سیم حرکت می‌کند. سرعت  $V_H$  را در یک سیم مسی به سطح

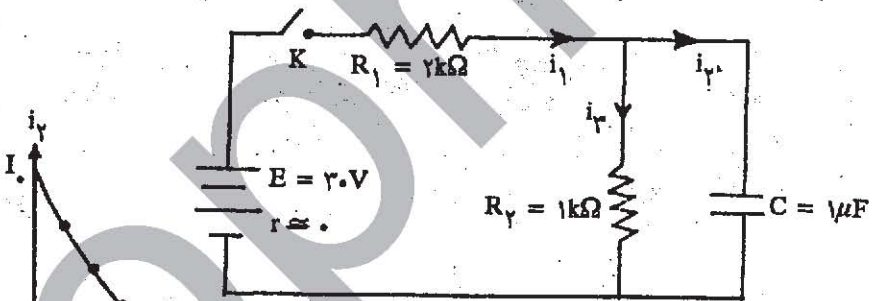
مقطع  $1 \text{ mm}^2$  که از آن جریان الکتریکی  $2 \text{ A}$  می‌گذرد حساب کنید. چگالی (جرم حجمی) مس  $\rho = 9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ، عدد آووگادرو  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ ، بار الکتریکی الکترون  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و جرم اتمی مس  $64$  است.

طرح از: مؤلف

۳- در مدار شکل (۲-۵) کلید  $K$  باز بوده و خازن  $C$  بدون بار است.

در لحظه  $t = 0$  کلید را می‌بندیم. شکل (۳-۵) نمودار تغییرات شدت جریان  $i_1$  را نسبت به زمان از لحظه  $t = 0$  نشان می‌دهد. (محور زمان برحسب یک واحد اختیاری مدرج شده است).  
الف:  $I_0$  را محاسبه کنید.

ب: نمودار تغییرات  $i_2$  نسبت به زمان را روی محورهای مختصاتی که محور زمان آن بر حسب واحدهای شکل (۳-۵) مدرج شده باشد به طور تقریبی رسم کنید.  
(روش تعیین  $i_2$  مربوط به لحظه‌های ۱ و ۲ و ۳... را ذکر کنید.)

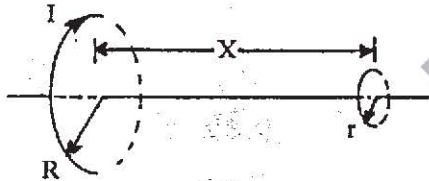


شکل (۲-۵)

شکل (۳-۵)

طرح از: مؤلف

۴- اگر از حلقه‌ای به شعاع  $R$  جریان  $I$  بگذرد، بردار القای مغناطیسی در نقطه‌ای واقع بر محور حلقه و به فاصله  $X$  از سطح آن، در امتداد محور حلقه بوده و اندازه آن از رابطه زیر به دست می‌آید:



شکل (۴-۵)

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2\sqrt{(X^2 + R^2)^3}}$$

مطابق شکل (۴-۵) حلقه کوچکی به شعاع  $r$  در نقطه‌ای به فاصله  $X$  از سطح حلقه بزرگ و هم محور با آن قرار می‌دهیم. اگر  $r \ll R$  (یعنی  $r$  خیلی کوچک‌تر از  $R$  است)، با تقریب خوبی می‌توان  $B$  را در سطح حلقه کوچک یکنواخت فرض کرد. الف) شار مغناطیسی که از سطح حلقه کوچک می‌گذرد را حساب کنید.

ب) یک عامل خارجی حلقه کوچک را به اندازه  $X \ll \Delta X$  به آرامی به سمت راست می‌برد، به طوری که دو حلقه هم محور بمانند. تغییر شار مغناطیسی از سطح حلقه کوچک را محاسبه کنید.

ج) اگر تغییر مکان حلقه کوچک در مدت زمان  $\Delta t$  انجام شده باشد، نیروی محرکه القایی در حلقه را محاسبه کنید.

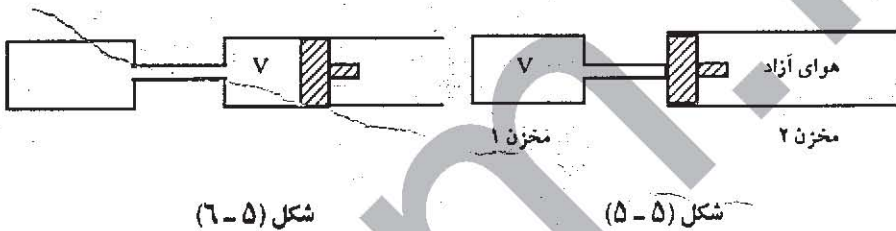
د) در این مدت در حلقه کوچک، جریانی القا می‌شود و  $q$  کولن بار در این حلقه دور می‌زند. انرژی ایجاد شده در حلقه را محاسبه کنید.

ه) عامل خارجی که حلقه را جابه‌جا کرده است، چه نیرویی و در کدام جهت (با ذکر دلیل) به حلقه کوچک وارد کرده است؟

و) اگر بخواهیم همین نیروی محرکه القایی با تغییر جریان  $I$  نسبت به زمان حاصل شود، تغییر شدت جریان  $\Delta I$  در مدت  $\Delta t$  چقدر باید باشد؟

طرح از: آقای دکتر بهین آیین

۵ - مخزن ۱ در شکل (۵-۵) محتوی گاز کاملی به حجم  $V_0 = 4 \text{ lit}$  و دمای صفر درجه سلسیوس است. پیستون در انتهای چپ مخزن ۲ قرار دارد. این دو مخزن با لوله بسیار باریکی که از حجم گاز داخل آن صرف نظر می شود به هم متصل است. مخزن ۱ را در آب داغ و مخزن ۲ را در مخلوط آب و یخ با دمای صفر درجه سلسیوس قرار می دهیم. ملاحظه می شود که پیستون در مخزن ۲ به عقب رانده شده و حجم گاز داخل مخزن ۲ هنگام تعادل برابر  $V = 1 \text{ lit}$  می شود (شکل (۵-۶)). با فرض آنکه دمای آب دور مخزنها در تمام مدت آزمایش ثابت بماند، دمای آب داغ را محاسبه کنید.



طرح از: آقای محمودزاده

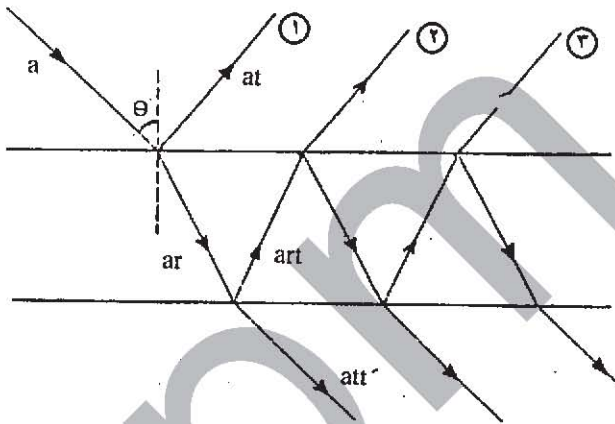
۶ - یک خط کش فلزی به ضریب انبساط طولی  $\lambda_1 = 1/2 \times 10^{-5}$  در دمای صفر درجه سلسیوس طول اجسام را درست نشان می دهد. درون یک استوانه شیشه ای مقداری مایع ریخته ایم. وقتی دمای خط کش، استوانه، و مایع برابر  $50^\circ \text{C}$  است، خط کش طول ستون مایع را  $43/2 \text{ cm}$  نشان می دهد. اگر ضریب انبساط حجمی مایع  $\lambda_2 = 1/6 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  و ضریب انبساط طولی شیشه  $\lambda_3 = 8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  باشد، طول ستون مایع در دمای صفر درجه سلسیوس چقدر است؟

طرح از: آقای شیوایی

۷ - الف - آینه مقعری به شعاع یک متر را در چه فاصله ای از یک عدسی همگرا به فاصله کانونی یک متر باید قرار داد تا اگر یک دسته پرتو نور به موازات محور اصلی مشترک آنها بتابد، به موازات محور اصلی از عدسی خارج شود.  
 ب - تصویر نهایی جسمی که در فاصله  $60$  سانتی متری عدسی و در خارج فاصله آن دو واقع است را در این دستگاه رسم کرده و فاصله این تصویر از عدسی و بزرگنمایی دستگاه را حساب کنید.

طرح از: مؤلف

۸- انرژی نورانی که در واحد زمان به طور عمود از سطح می‌گذرد، متناسب با مجذور دامنه نور است. اکنون فرض کنید یک باریکه نور با دامنه  $a$  به یک تیغه شیشه‌ای به ضریب شکست  $n$  و ضخامت  $c$  می‌تابد. ضریب بازتابش از سطح تیغه (در هوا یا در شیشه)  $r$  است، یعنی دامنه نور در هر بازتابش  $r$  برابر می‌شود. ضریب عبور نور از هوا به شیشه  $t$  و از شیشه به هوا  $t'$  است. در هر تابش به سطح تیغه، قسمتی از نور باز می‌تابد و قسمتی از آن عبور می‌کند. دامنه نور برای برخی پرتوها با حرف یا حرفهایی نشان داده شده است. (به شکل ۵-۷ نگاه کنید)



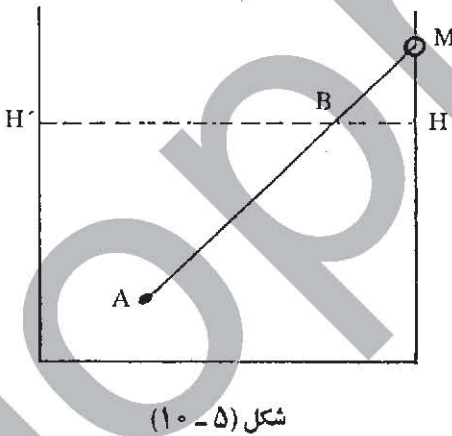
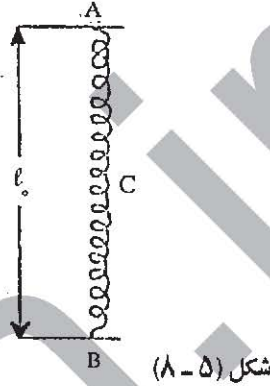
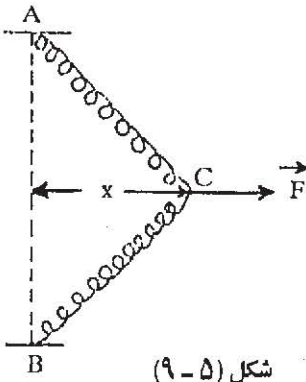
شکل (۵-۷)

- الف) مدت زمانی را که پرتو ۲ بیشتر از پرتو ۱ در راه بوده است حساب کنید.
- ب) در شرایط معینی می‌توان دامنه پرتوهای ۲ به بعد را با هم جمع کرد. این حاصل جمع را به دست آورید.
- ج) ثابت کنید اگر دامنه پرتو بازتابیده ۱، برابر مجموع دامنه‌های تمام پرتوهای ۲ به بعد باشد، رابطه  $1 - r^2 = t t'$  برقرار است. (سرعت نور در هوا را  $c$  فرض کنید).

طرح از: آقای دکتر بهین آیین

- ۹- دو سرفنری به ثابت  $K$  را که طول آزاد آن  $l$  است به دو نقطه  $A$  و  $B$  به فاصله  $l$  روی یک میز افقی می‌بندیم (شکل (۵-۸)). شخصی وسط فنر را گرفته و آن را در راستای عمود بر فنر و در امتداد افقی به اندازه  $x$  به آرامی کشیده و به همان حالت نگاه می‌دارد (شکل (۵-۹)). الف) نیرویی که شخص در این حالت بر فنر وارد می‌کند چقدر است؟

ب) انرژی پتانسیل ذخیره شده در یک فنر با ثابت  $K$  که به اندازه  $\Delta l$  کشیده شده باشد برابر  $\frac{1}{2} K (\Delta l)^2$  است. کار انجام شده توسط شخص برای کشیدن فنر فوق را حساب کنید (از کلیه اصطکاکها صرف نظر می شود).



طرح از: آقای دکتر بهین آیین  
 ۱۰ - میله نازکی به چگالی (جرم حجمی)  $\rho$  را مطابق شکل (۵-۱۰) در آب لولاکرده ایم. میله می تواند آزادانه و بدون اصطکاک حول محور افقی که عمود بر صفحه کاغذ از نقطه  $M$  می گذرد دوران کند. اگر در حال تعادل  $0/2$  طول میله خارج از آب واقع شود چگالی میله را حساب کنید. (چگالی آب  $\rho' = 1000 \text{ kg/m}^3$  است).