۷

هفتمین المپیاد فیزیک ایران

مسئـله‌هـا

طرح از: آقای اجتهادی

۱ ـ یک قطار می‌تواند حداکثر با شتاب $0/2\ m/s^2$ بر سرعت خود بیفزاید و بیشترین شتاب ترمز آن برابر $0/8\ m/s^2$ است. کمترین زمان ممکن که این قطار می‌تواند فاصله $3/2\ Km$ میان دو ایستگاه را بپیماید چقدر است؟

طرح از: آقای شیوایی

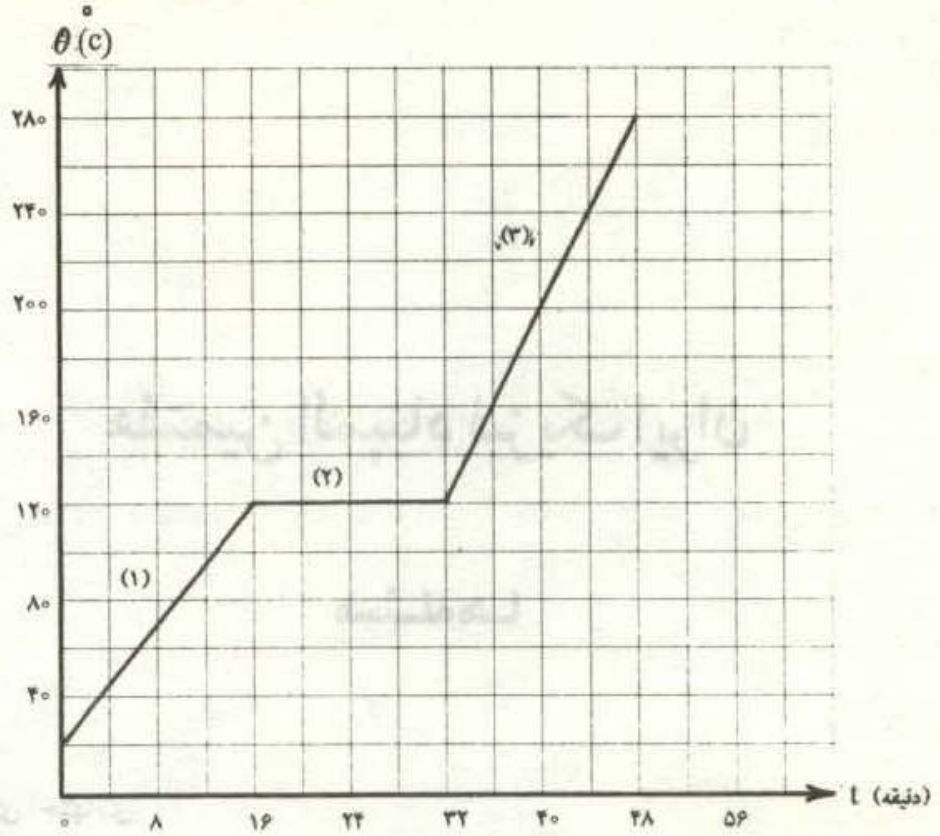
۲ ـ در محلی که فشار هوا ثابت است، دما از $273\ K$ به $290\ K$ رسیده است. به علت تغییر دما، سطح جیوه در لوله هواسنج (بارومتر) جیوه‌ای که لولهٔ شیشه‌ای آن مدرج است از مقابل عدد ۷۶ به مقابل عدد ۷۶/۲۲ سانتیمتر می‌رسد.

اگر ضریب انبساط (طولی) شیشهٔ هواسنج $9 \times 10^{-6}\ ^\circ c^{-1}$ فرض شود، ضریب انبساط حجمی مطلق جیوه را حساب کنید.

طرح از: آقای محمودزاده

۳ ـ به جسم جامدی، با توان ثابت گرما می‌دهیم. شکل (۷ ـ ۱) تغییرات دمای جسم را نسبت به زمان نشان می‌دهد.

الف) قسمتهای مختلف نمودار را تحلیل کرده و توضیح دهید که در هر شاخهٔ نمودار، جسم در چه حالتی است. شیب



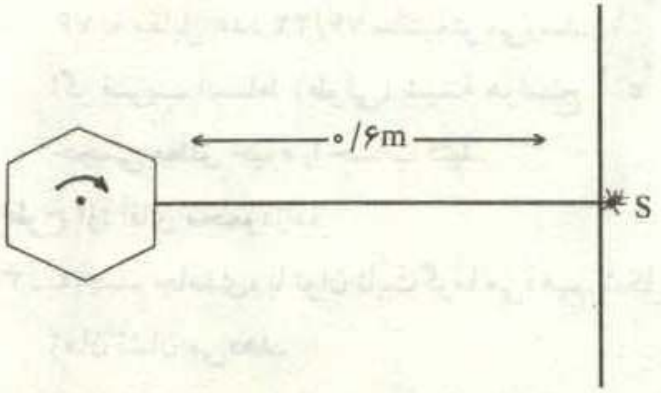
شکل (۷ ـ ۱)

شاخه‌های (۱) و (۲) را مقایسه کرده، نتیجه را بنویسید.

ب) گرمای ویژه جسم را درحالت جامد و مایع حساب‌کنید. گرمای‌نهان ذوب‌جسم ۸۰J/g است

طرح از: آقای شیوایی

۴ ـ یک باریکهٔ نور پس از عبور از شکاف پرده‌ای مطابق شکل (۷ ـ ۲) بر سطح جانبی یک شش وجهی منتظم که سطحه ی آن آینهٔ تخت است می‌تابد. باریکهٔ نور بر پرده و محور شش وجهی که به طور قائم قرار دارد عمود است. اگر شش وجهی دور محور یاد شده بگردد، طول خط روشن حاصل از بازتاب نور بر پرده را با رسم شکل و توضیح کافی، محاسبه کنید.



شکل (۷ ـ ۲)

طرح از: مؤلف

۵ ـ یک ظرف استوانه شکل که تمام سطحهای درونی آن کاملا بازتابنده است، در اختیار داریم و آن را از مایعی به ضریب شکست n پر کرده‌ایم. یک منبع نورانی نقطه‌ای شکل درون مایع و روی محور استوانه قرار دارد.

الف) نشان دهید که کسری از انرژی منبع نورانی که از سطح مایع خارج می‌شود، به فاصلهٔ منبع نورانی از سطح مایع، بستگی ندارد.

ب) کسر مزبور را حساب کنید.

طرح از: آقای بهمن آبادی

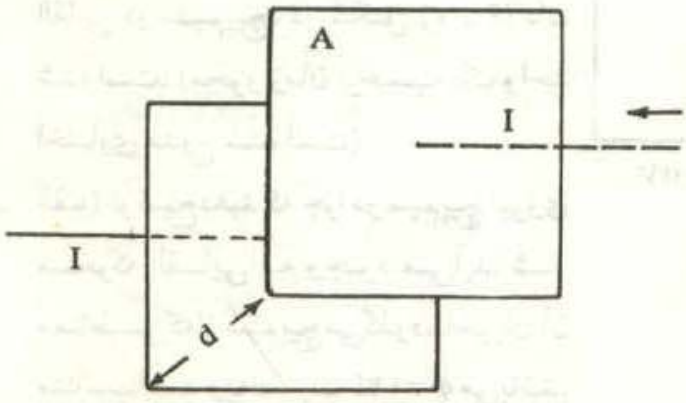
۶ ـ روشنایی ظاهری یک جسم نورانی که نورش را در تمام جهات به طور یکنواخت منتشر می‌کند، در فاصلهٔ r از آن جسم، عبارتست از انرژیی که در واحد زمان به واحد سطح می‌رسد. مثلا اگر انرژی تابش شده از جسم نورانی در واحد زمان (توان) L باشد، f، روشنایی ظاهری جسم در فاصلهٔ r از آن، از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$f = \frac{L}{4\pi r^2}$$

فرض کنید ماه و خورشید هر دو از زمین با بزرگی زاویه‌ای ۰/۵ درجه مشاهده می‌شوند و روشنایی ظاهری ماه در زمین حدود 2×10^{-6} برابر روشنایی ظاهری خورشید در زمین باشد. اگر نوری که از خورشید به ماه می‌رسد، در تمام جهات یک نیم کره به طور یکنواخت بازتاب پیدا کند، ضریب بازتاب ماه را به دست آورید. فاصلهٔ خورشید از زمین و از ماه را برابر بگیرید.

طرح از: مؤلف

۷ ـ خازن مسطحی با مساحت صفحات A و فاصلهٔ d رامطابق شکل (۷ ـ ۳) در نظر بگیرید. در یک لحظه جریان I به طرف یکی‌از صفحه‌ها می‌رود و از صفحهٔ دیگر همان جریان I خارج می‌شود. در مدت زمان کوتاه Δt:



شکل (۷ ـ ۳)

الف) افزایش بار خازن، ΔQ را حساب کنید.

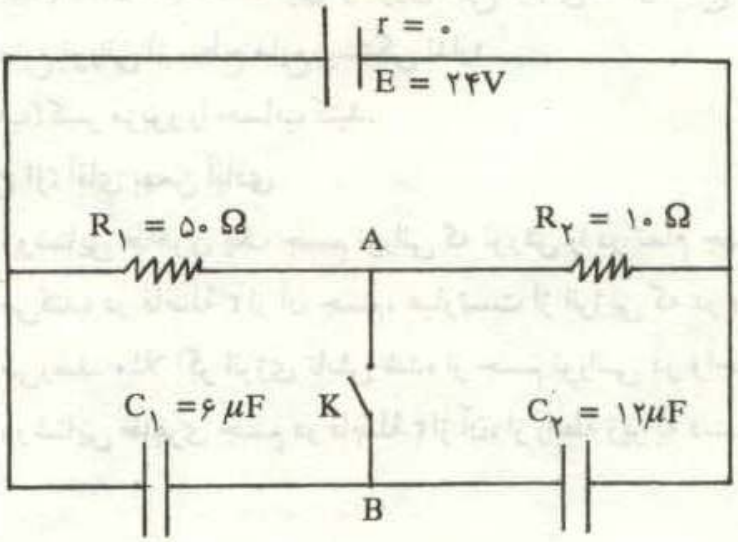
ب) افزایش میدان الکتریکی میان صفحه‌ها، ΔE را حساب کنید.

ج) آهنگ تغییرات میدان الکتریکی، $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ را حساب کنید.

در لحظه‌ای که بار خازن Q باشد، شدت میدان الکتریکی E است.

طرح از: مؤلف

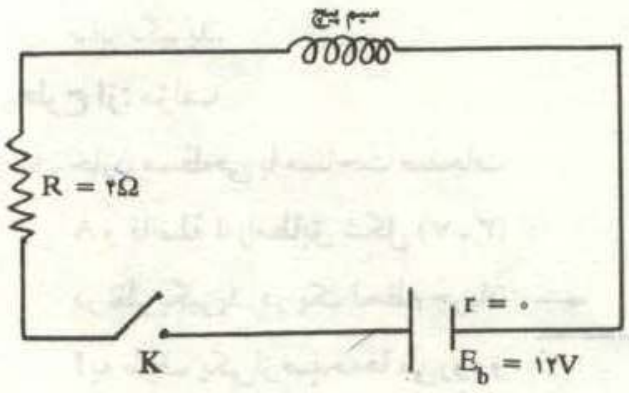
۸ ـ در مدار شکل (۷ـ۴) ابتدا کلید K باز است. اگر کلید K را ببندیم، چه مقدار بارالکتریکی از کلید K عبور می‌کند و جهت جریان الکتریکی در کلید به کدام طرف است؟



شکل(۷ ـ ۴)

طرح از: مؤلف

۹ ـ مداری مانند شکل (۷ ـ ۵) در نظر بگیرید. در لحظهٔ t = ۰، کلید K را می‌بندیم. نمودار تغییرات نیروی محرکهٔ القایی در سیم‌پیچ، در شکل (۷ ـ ۶) داده شده است. (محور زمان برحسب یک واحد اختیاری مدرج شده است)

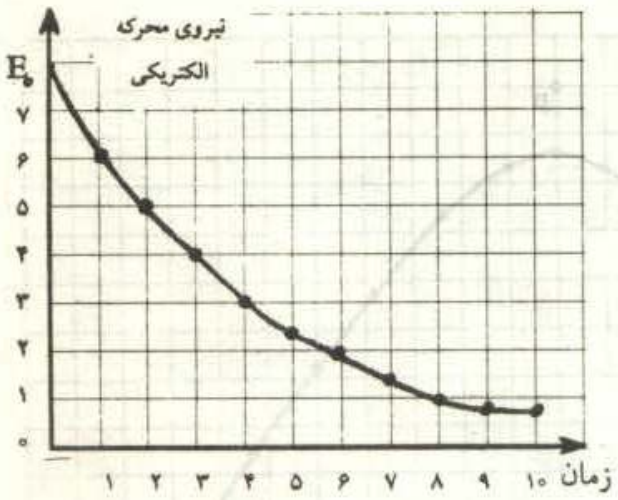


(شکل ۷ ـ ۵)

الف) توضیح دهید که چرا در سیم‌پیچ نیروی محرکه القایی به وجود می‌آید. شار مغناطیسی که از سیم‌پیچ می‌گذرد، با جریان آن متناسب است و به‌صورت $\phi = ۱۴I$ می‌باشد.

ب) با توجه به اینکه هیچگاه یک کمیت فیزیکی بی‌نهایت نمی‌شود، مقدار E_0 را حساب کنید.

ج) نمودار تغییرات جریان مدار را نسبت به زمان روی محورهای مختصاتی که محور زمان آن برحسب واحد زمان درشکل (۷ـ ۶) مدّرج شده باشد، به‌طور تقریبی رسم کنید. (روش تعیین جریان مدار، مربوط به زمانهای ۱، ۲، ۳، ... را ذکر کنید)



شکل (۷ـ ٦)

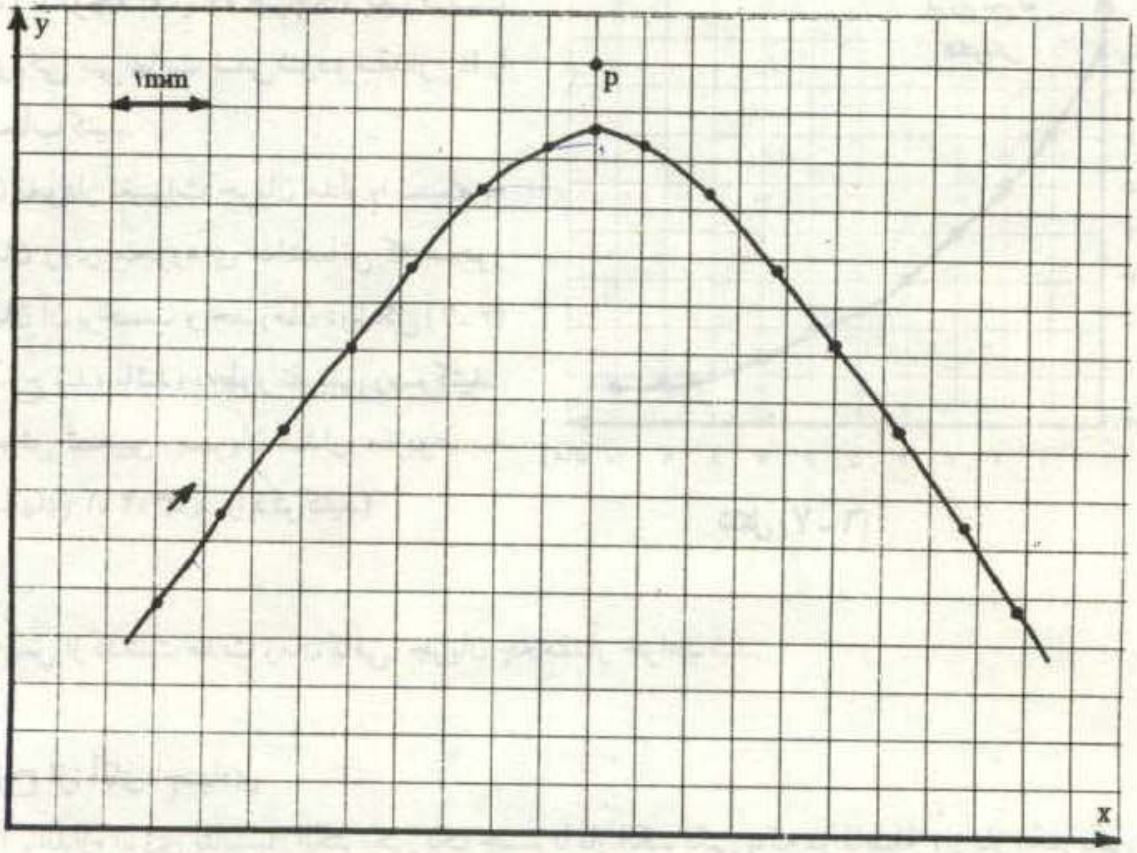
د) پس از گذشت مدت زمان کافی، جریان چه مقدار خواهد شد.

طرح از: آقای اجتهادی

۱۰ ـ اندازهٔ انرژی پتانسیل الکتریکی یک جسم با بار الکتریکی q که در فاصلهٔ r از بار الکتریکی دیگری با بار Q قرار دارد از رابطهٔ $E_p = K\frac{qQ}{r}$ محاسبه می‌شود. در این رابطه $K = ۹ \times ۱۰^{۹}\ Nm^{۲}/C^{۲}$، است.

پروتونی با بار $q_p = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$ و جرم $m_p = ۱/۶۷ \times ۱۰^{-۲۷}\ kg$ به سمت یک هسته سنگین با بار Q پرتاب می‌شود و تحت تأثیر نیروی دافعهٔ الکتریکی آن مسیری مطابق شکل (۷ ـ ۷) را طی می‌کند. نقطهٔ P، در شکل مکان هسته است که در طی این عمل ثابت فرض می‌شود.

نقاط مشخص شده روی منحنی مسیر، مکان پروتون را در فاصله‌های زمانی $\Delta t = ۵ \times ۱۰^{-۶}\ s$ نشان می‌دهند. با توجه به قانون بقای انرژی مکانیکی، نسبت بار هسته به بار پروتون $(\frac{Q}{q})$ را حساب کنید. پاسخ با ۲۰٪ خطا قابل قبول است.



شکل (۷ـ۷)