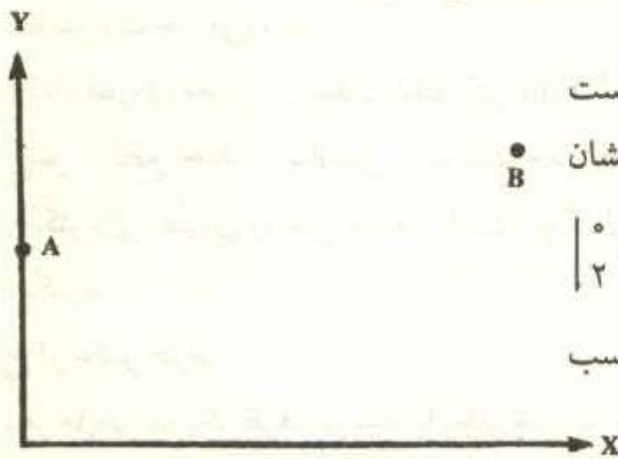


مرحله دوم یازدهمین المپیاد فیزیک ایران

مسأله‌های تشریحی

طرح از: دکتر بهمن آبادی



شکل (۱۱-۲۷)

۱- محور اصلی یک آینه‌ی کروی محور x استو نقاط A و B که در شکل (۱۱-۲۷) نشان B داده شده است، به ترتیب، در مختصات $\left| \begin{matrix} 5 \\ 3 \end{matrix} \right|$ و $\left| \begin{matrix} 5 \\ 3 \end{matrix} \right|$ قرار گرفته‌اند (طول‌ها بر حسب

سانتیمتر است).

الف- اگر A یک جسم حقیقی و B تصویر آن باشد، مختصات محل مرکز و رأس آینه و نیز نوع آینه را مشخص کنید.

ب- اگر B یک جسم حقیقی و A تصویر آن باشد، مختصات مرکز و رأس آینه و نیز نوع آینه را مشخص کنید. (۸ نمره)

طرح از: دکتر شیرزاد

۲- بر قطرات ریز کروی که در هوا سقوط می‌کنند، نیروی مقاومت f در خلاف جهت سرعت وارد می‌شود. این نیرو با شعاع قطره R و سرعت آن V متناسب است و از رابطه‌ی $f = 6\pi\eta R V$ به دست می‌آید. در این رابطه η ضریب ثابتی است (ضریب گرانروی) که مقدار آن برای هوا $1.8 \times 10^{-5} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ است.

الف- نشان دهید قطرات ریز هنگام سقوط در میدان گرانش زمین، به سرعت ثابتی به نام سرعت حد می‌رسند. این سرعت را برای قطراتی با چگالی ρ به دست آورید و از روی آن توضیح دهید که چرا قطرات ریز آرام‌تر سقوط می‌کنند.

در آزمایش میلیکان (برای سنجش بار الکترون) قطرات ریز روغن به داخل محفظه‌ای از هوا که در آن میدان الکتریکی یکنواخت E برقرار است، پاشیده می‌شوند و با تابش کوتاه

مدت پرتو X بار الکتریکی پیدا می‌کنند. میدان الکتریکی را می‌توان با یک اختلاف پتانسیل قابل تنظیم، تغییر داد و آن را چنان تعیین کرد که قطره‌ی معینی به حالت معلّق درآید. با قطع کردن اختلاف پتانسیل اعمال شده، میدان الکتریکی از بین می‌رود و قطره در مدت کوتاهی به سرعت حد می‌رسد.

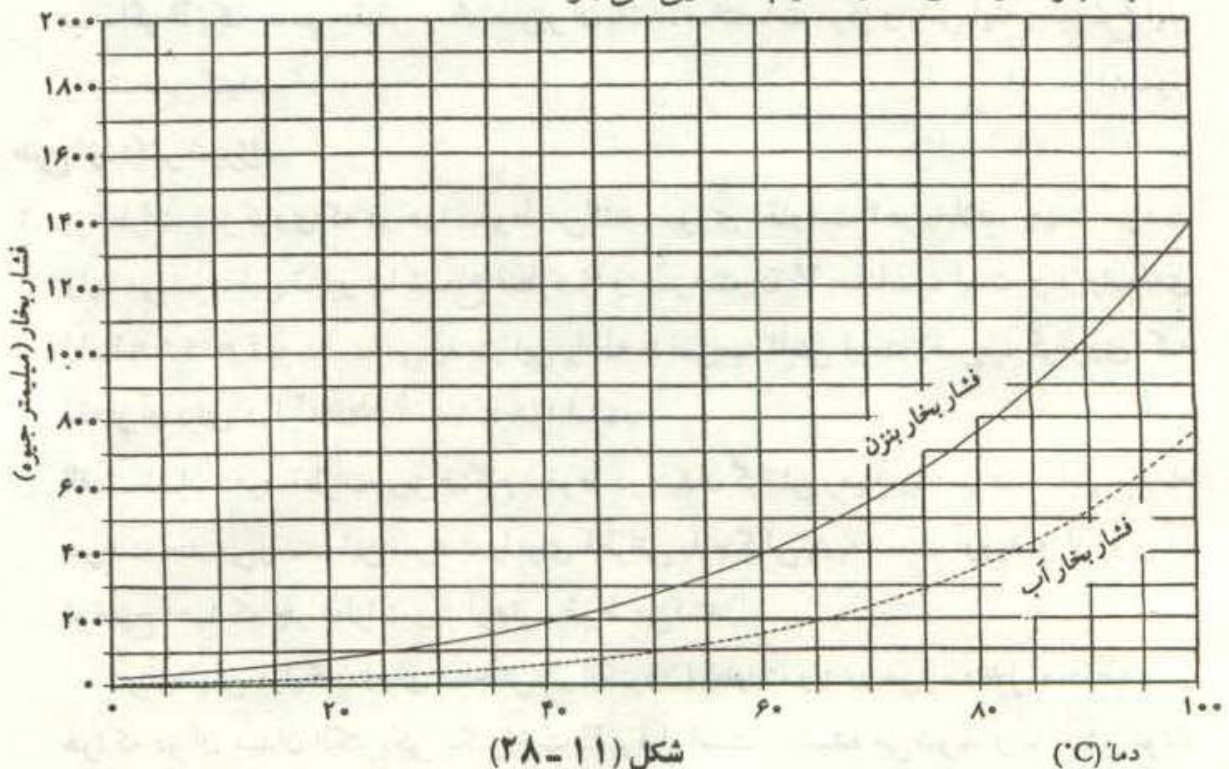
ب - قطره‌ی معینی در میدان الکتریکی $E = 3/1 \times 10^4 \text{ V/m}$ به حالت معلّق درمی‌آید و پس از قطع اختلاف پتانسیل با سرعت حد $v_f = 4/5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ سقوط می‌کند. بار الکتریکی قطره‌ی روغن چه قدر است؟ چگالی روغن را 900 kg/m^3 و $g = 10 \text{ m/s}^2$ بگیرید. (۱۰ نمره)

طرح از: دکتر خرمی

۳ - هر مایعی در یک ظرف در بسته با بخار خود به حالت تعادل می‌رسد. در حالت تعادل فشار بخار مایع تابعی از دما است. نقطه‌ی جوش مایع دمایی است که در آن دما فشار بخار مایع با فشار هوای محیط برابر باشد.

الف - در قله‌ی دماوند، آب در 80°C می‌جوشد. با توجه به نمودار شکل (۱۱ - ۲۸)، فشار هوا در قله‌ی دماوند را به دست آورید.

ب - بنزن در قله‌ی دماوند در چه دمایی می‌جوشد؟





دو مایع مخلوط نشدنی مطابق شکل (۱۱ - ۲۹) که در یک ظرف باشند در دمایی می‌جوشند که از نقطه‌ی جوش هر دو مایع کمتر است. علت این پدیده حباب‌هایی است که در مرز دو مایع به وجود می‌آید. در این حباب‌ها مجموع فشارهای بخار دو مایع با فشار محیط در این دما برابر می‌شود و مایع می‌جوشد.

شکل (۱۱ - ۲۹)

به این ترتیب، مجموعه در دمایی می‌جوشد که مجموع فشارهای بخار دو مایع با فشار محیط برابر شود. در این حالت، اگر فشار بخار مایع A برابر P_A ، و فشار بخار مایع B برابر

$$P_B \text{ باشد، نسبت مولی دو بخار A و B در بخار خارج شونده } \frac{n_A}{n_B} = \frac{P_A}{P_B} \text{ است.}$$

ج - نمودار مجموع فشار بخارهای آب و بنزن بر حسب دما را در نموداری مانند آنچه در شکل (۱۱ - ۲۸) آمده است رسم کنید.

د - مخلوط آب و بنزن در قله‌ی دماوند در چه دمایی می‌جوشد؟

ه - در این دما نسبت مول‌های آب به بنزن در بخار مخلوط چه قدر است؟

و - اگر مخلوطی از یک مول آب و دو مول بنزن در قله‌ی دماوند بجوشد، کدام یک از دو مایع زودتر تمام می‌شوند؟

(۱۲ نمره)

طرح از: مؤلف

۴ - سطح مقطع یک خط لوله‌ی انتقال نفت افقی 500 cm^2 است. به علت اصطکاک، فشار در

سراسر لوله یکسان نیست. در این لوله، در هر کیلومتر، فشار به اندازه‌ی $2 \times 10^4 \text{ Pa}$ افت

می‌کند. از این خط لوله، روزانه 6000 مترمکعب نفت منتقل می‌شود:

الف - نیروی اصطکاک نفت با لوله در هر متر از لوله چند نیوتن است؟

ب - سرعت انتقال نفت را به دست آورید.

ج - فاصله‌ی دو تلمبه‌ی نفت 120 km است. به ازای انتقال هر مترمکعب نفت میان دو

تلمبه‌خانه، چه مقدار انرژی تلف می‌شود؟

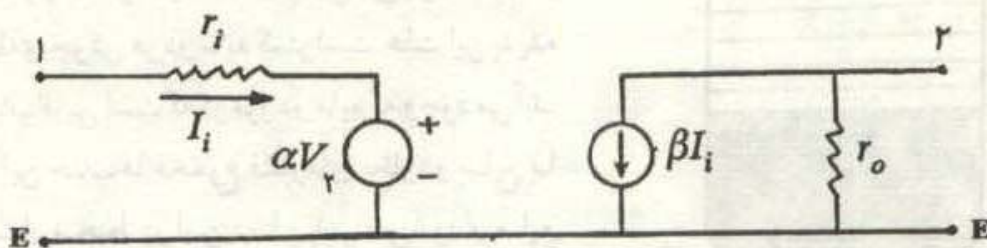
د - توان تلمبه را به دست آورید.

(۱۰ نمره)

طرح از: مؤلف

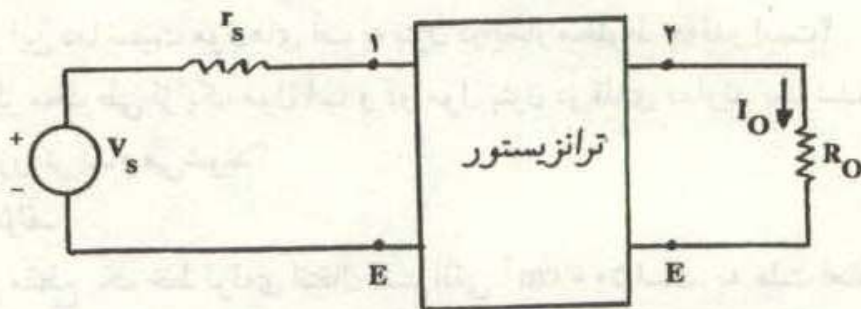
۵ - ترانزیستور یک قطعه‌ی الکترونیکی است که سه سر دارد. شکل (۱۱ - ۳۰) مدار معادل

ترانزیستور را نشان می دهد.



شکل (۱۱ - ۳۰)

در این شکل βI_i یک چشمه جریان است که جریانی در جهت مشخص شده از آن می گذرد و αV_2 یک چشمه ولتاژ با قطب بندی مشخص شده است. ضرایب α ، β ، r_i و r_o اعداد ثابتی هستند که به مشخصات ترانزیستور بستگی دارد و V_2 اختلاف پتانسیل نقطه ۲ نسبت به نقطه E است. این ترانزیستور را در مدار شکل (۱۱ - ۳۱) که یک تقویت کننده است به کار می بریم. کمیت های زیر را بر حسب مشخصات ترانزیستور و R_o و r_s حساب کنید. V_1 اختلاف پتانسیل نقطه ۱ نسبت به نقطه E است. (۱۲ نمره)



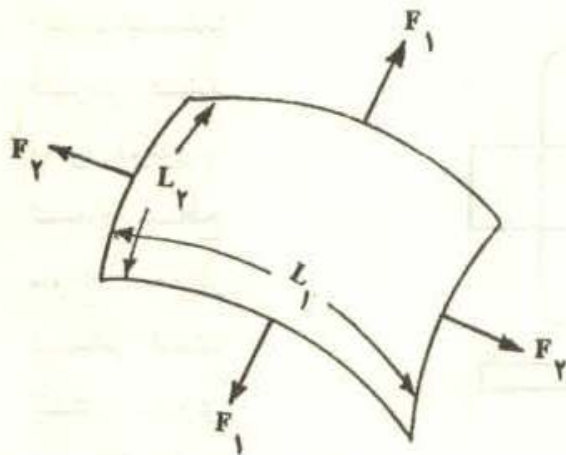
شکل (۱۱ - ۳۱)

الف - بهره ی جریان یعنی $A_i = \frac{I_o}{I_i}$

ب - مقاومت ورودی یعنی $Z_i = \frac{V_1}{I_i}$

ج - بهره ی ولتاژ یعنی $A_v = \frac{V_2}{V_s}$

طرح از: مؤلف



شکل (۱۱-۳۲)

۶- یک پوسته‌ی بسیار نازک کشسان را در نظر بگیرید. در هر ضلع یک مستطیل کوچک از این پوسته به طول‌های L_1 و L_2 ، مطابق شکل (۱۱-۳۲) از طرف بقیه‌ی پوسته نیروهای F_1 و F_2 وارد می‌شود. این نیروها بر سطح پوسته

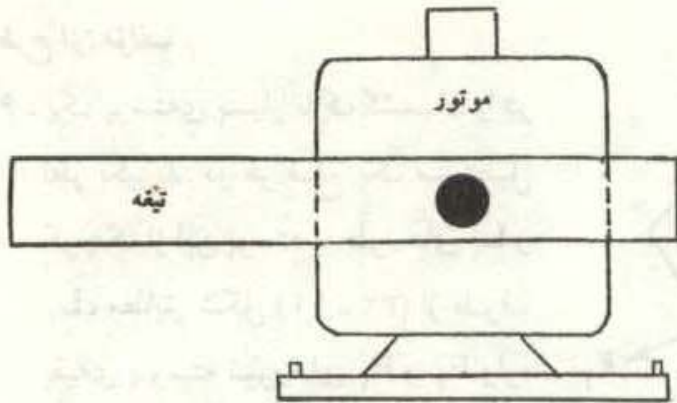
مماس و بر ضلع مستطیل عموداند. اگر اضلاع مستطیل یاد شده هنگامی که F_1 و F_2 صفر شود، یعنی پوسته کشیده نشده باشد، L_{01} و L_{02} باشد، ضریب کشسانی پوسته k را با رابطه زیر تعریف می‌کنیم.

$$k = \frac{F_1/L_{01}}{(L_2 - L_{02})/L_{02}} = \frac{F_2/L_{02}}{(L_1 - L_{01})/L_{01}}$$

یک بادکنک باد نشده به شکل یک کره به شعاع a در نظر بگیرید. بادکنک را باد می‌کنیم تا فشار درون آن P و شعاع آن R شود. فشار هوای بیرون را P_0 بگیرید و P را برحسب R و سایر کمیت‌ها به دست آورید. برای زاویه‌های کوچک، می‌توان زاویه برحسب رادیان را با سینوس آن یکی گرفت. (۸نمره)

طرح از: مؤلف

۷- شعاع محور یک موتور الکتریکی r است. از یک تیغه به وزن W سوراخی به شعاع تقریبی r بیرون آورده و آن را، مطابق شکل (۱۱-۳۳) روی محور موتور نصب کرده‌ایم. فاصله‌ی گرانیگاه تیغه تا محور دوران d است. چون تیغه با محور موتور کاملاً درگیر نیست، هنگامی که محور موتور می‌چرخد، تیغه را با خود نمی‌چرخاند. فرض کنید نیروی اصطکاک میان تیغه و محور موتور چنان است که تیغه افقی می‌ماند:



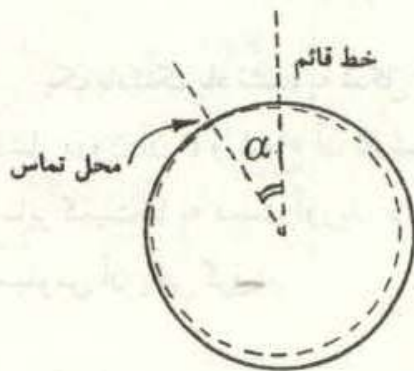
شکل (۱۱ - ۳۳)

الف - ابتدا فرض کنید محور موتور با تمام سطح سوراخ تیغه در تماس است. گشتاور نیروی اصطکاک وارد

بر محور موتور را حساب کنید.

ب - اکنون فرض کنید قطر سوراخ کمی از قطر محور موتور بزرگتر است، به طوری که مطابق شکل (۱۱ - ۳۴) تماس محور با سطح سوراخ تقریباً روی یک خط است.

ج - توضیح دهید که چرا برای افقی ماندن تیغه، خط تماس محور موتور با سطح سوراخ نمی تواند در بالاترین جای محور موتور باشد.



شکل (۱۱ - ۳۴)

د - زاویه α را که در شکل (۱۱ - ۳۴) مشخص شده است به دست آورید. برای سادگی، محور دوران را بر محور سوراخ منطبق بگیرید. در این حالت چه محدودیتی روی محل گرانیگاه وجود دارد؟ (۸ نمره)