به نام خدا



سایت گروه آموزشی آلم

ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان، کنکور و دانشگاه

www.g-alm.ir	
www.g-alm.ir/ac	دانشگاه
www.g-alm.ir/forum	انجمن
www.g-alm.ir/azmoon	آزمون های آلم
www.g-alm.ir/shop	فروشگاه
www.film.g-alm.ir	فیلم های آموزشی

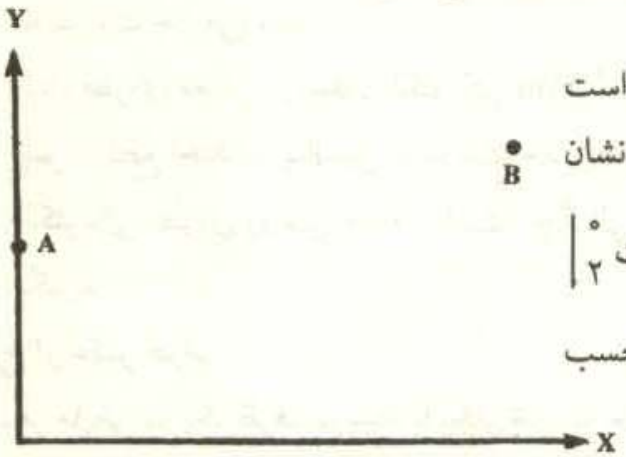
www.g-alm.ir

مرحله دوم یازدهمین المپیاد فیزیک ایران

مسأله‌های تشریحی

طرح از: دکتر بهمن‌آبادی

۱ ـ محور اصلی یک آینه‌ی کروی محور x است و نقاط A و B که در شکل (۱۱ ـ ۲۷) نشان داده شده است، به ترتیب، در مختصات $\begin{vmatrix} ۰ \\ ۲ \end{vmatrix}$ و $\begin{vmatrix} ۵ \\ ۳ \end{vmatrix}$ قرار گرفته‌اند (طول‌ها بر حسب سانتیمتر است).



شکل (۱۱ ـ ۲۷)

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

ب ـ 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 ـ 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 $f = ۶\pi\eta RV$ به دست می‌آید. در این رابطه η ضریب ثابتی است (ضریب گرانروی) که مقدار آن برای هوا $۱/۸ \times ۱۰^{-۵}\ Ns/m^۲$ است.

الف ـ 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

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

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.

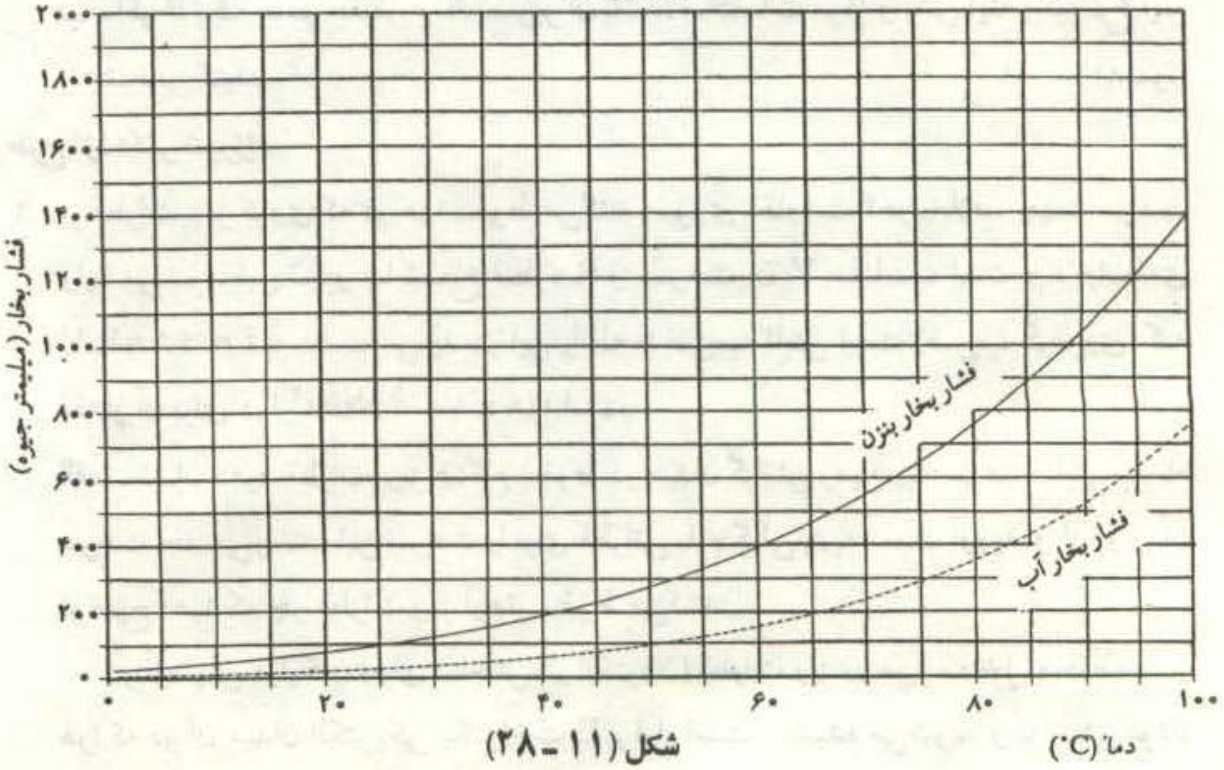
ب ـ قطره‌ی معیّنی در میدان الکتریکی $E = ۳/۱ \times ۱۰^{۴}\ V/m$ به حالت معلّق درمی‌آید و پس از قطع اختلاف پتانسیل با سرعت حد $v_f = ۴/۵ \times ۱۰^{-۵}\ m/s$ سقوط می‌کند. بار الکتریکی قطره‌ی روغن چه‌قدر است؟ چگالی روغن را $۹۰۰\ kg/m^{۳}$ و $g = ۱۰\ m/s^{۲}$ بگیرید. (۱۰ نمره)

طرح از: دکتر خرمی

۳ ـ هر مایعی در یک ظرف دربسته 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 ـ در قله‌ی دماوند، آب در ۸۰ °C می‌جوشد. با توجه به نمودار شکل (۱۱ ـ ۲۸)، فشار هوا در قله‌ی دماوند را به دست آورید.

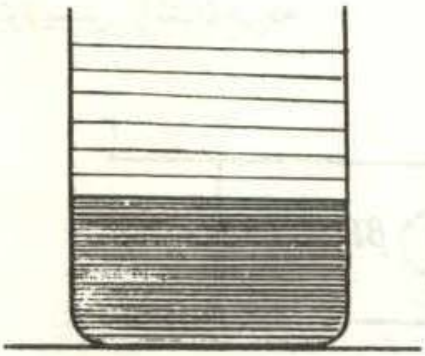
ب ـ بنزن در قله‌ی دماوند در چه دمایی می‌جوشد؟



شکل (۱۱ ـ ۲۸)

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir



شکل (۱۱ ـ ۲۹)

دو مایع مخلوط نشدنی مطابق شکل (۱۱ ـ 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.

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

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

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

هـ ـ در این دما نسبت مول‌های آب به بنزن در بخار مخلوط چه‌قدر است؟

و ـ 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 ـ 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 $2 \times 10^4\ Pa$ افت می‌کند. از این خط لوله، روزانه ۶۰۰۰ مترمکعب نفت منتقل می‌شود:

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

ب ـ سرعت انتقال نفت را به دست آورید.

ج ـ فاصله‌ی دو تلمبه‌ی نفت ۱۲۰ km است. به ازای انتقال هر مترمکعب نفت میان دو تلمبه‌خانه، چه مقدار انرژی تلف می‌شود؟

د ـ توان تلمبه را به دست آورید. (۱۰ نمره)

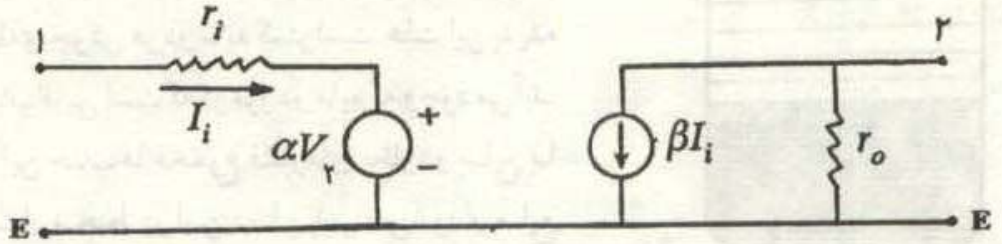
طرح از: مؤلف

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

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

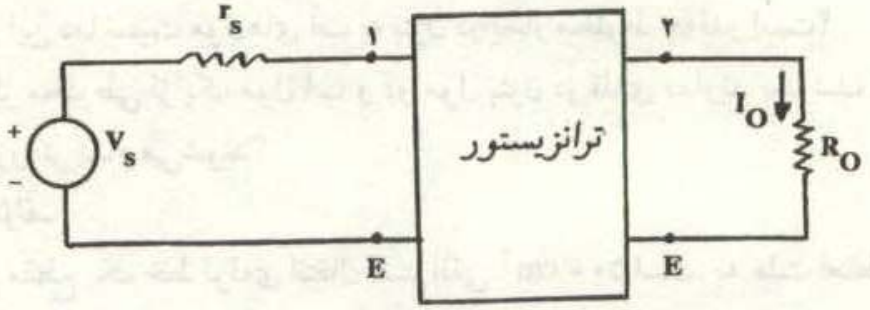
www.g-alm.ir

ترازیستور را نشان می‌دهد.



شکل (۱۱ ـ ۳۰)

در این شکل  یک چشمه جریان است که جریانی در جهت مشخص شده از آن می‌گذرد و  یک چشمه‌ی ولتاژ با قطب‌بندی مشخص شده است. ضرایب α، β، r_i و r_o اعداد ثابتی هستند که به مشخصات ترانزیستور بستگی دارد و $V_۲$ اختلاف پتانسیل نقطه‌ی ۲ نسبت به نقطه‌ی E است. این ترانزیستور را در مدار شکل (۱۱ ـ ۳۱) که یک تقویت‌کننده است به کار می‌بریم. کمیت‌های زیر را برحسب مشخصات ترانزیستور و R_o و r_s حساب کنید. $V_۱$ اختلاف پتانسیل نقطه‌ی ۱ نسبت به نقطه‌ی E است. (۱۲ نمره)



شکل (۱۱ ـ ۳۱)

الف ـ بهره‌ی جریان یعنی $A_i = \frac{I_o}{I_i}$

ب ـ مقاومت ورودی یعنی $Z_i = \frac{V_۱}{I_i}$

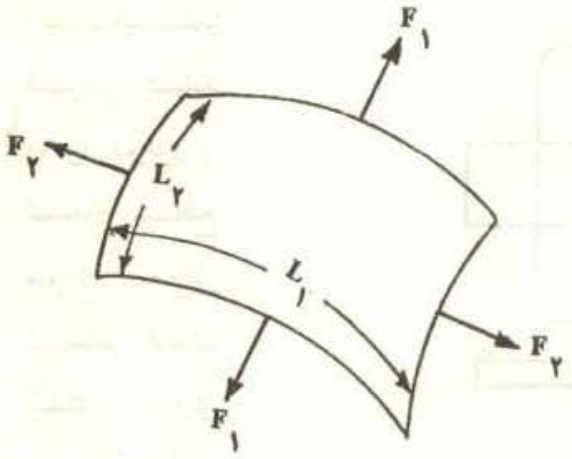
ج ـ بهره‌ی ولتاژ یعنی $A_v = \frac{V_۲}{V_s}$

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

طرح از: مؤلف

۶ ـ 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 ـ ۳۲) از طرف بقیه‌ی پوسته نیروهای F_1 و F_2 وارد می‌شود. این نیروها بر سطح پوسته



شکل (۱۱ ـ ۳۲)

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. (۸ نمره)

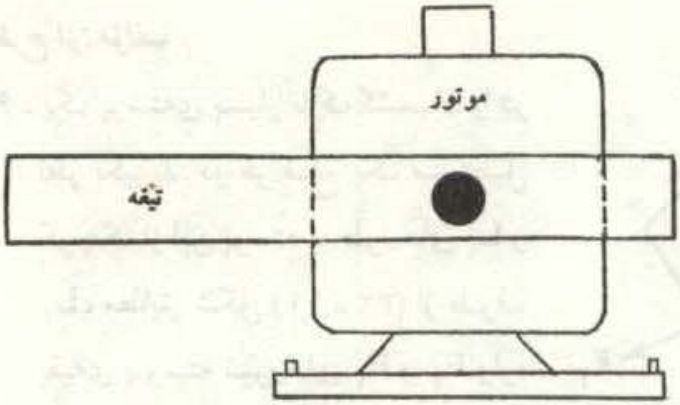
طرح از: مؤلف

۷ ـ 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 ـ 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:

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

الف ـ ابتدا فرض کنید محور موتور با تمام سطح سوراخ تیغه در تماس است. گشتاور نیروی اصطکاک وارد بر محور موتور را حساب کنید.

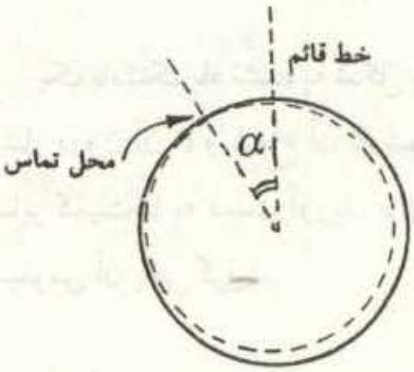


شکل (۱۱ ـ ۳۳)

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

ب ـ توضیح دهید که چرا برای افقی ماندن تیغه، خط تماس محور موتور با سطح سوراخ نمی‌تواند در بالاترین جای محور موتور باشد.

ج ـ زاویه‌ی α را که در شکل (۱۱ ـ 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 تیغه وجود دارد؟ (۸ نمره)



شکل (۱۱ ـ ۳۴)

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir