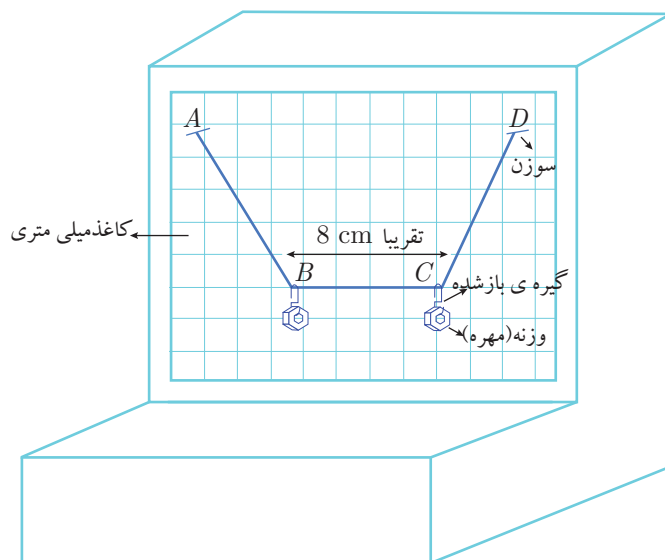
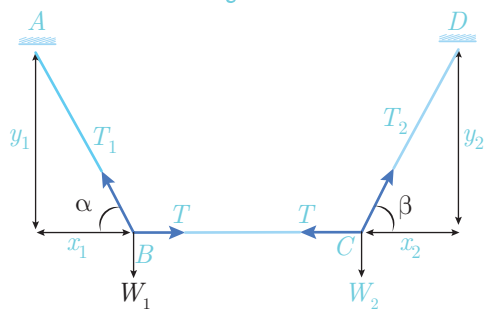


به کمک مجموعه‌ای از ابزارهای ساده، می‌توان ترازویی مطابق شکل (۱) ساخت و به وسیله آن نسبت جرم مهره‌های آویخته شده را اندازه گرفت.



شکل (۱)



شکل (۲)

در شرایطی که مطابق شکل (۲) نخ در فاصله BC در راستای افقی قرار گرفته و تعادل مجموعه برقرار است، روابط زیر را می‌توان نوشت.

$$T_1 \cos \alpha = T = T_2 \cos \beta$$

$$T_1 \sin \alpha = m_1 g, \quad T_2 \sin \beta = m_2 g$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta} = \frac{y_1}{x_1} \cdot \frac{x_2}{y_2}$$

وسایل آزمایش:

پایه ی یونولیتی، کاغذ میلی متری، مقداری نخ، چهار سوزن، چهار گیره ی کاغذ، شش پونز، یک مهره ی چهارگوش و یک مهره ی شش گوش.

شرح آزمایش:

ابتدا کاغذ میلی متری را به کمک یکی از سوزن ها از یکی از گوشه های بالای آن به پایه ی یونولیتی متصل کنید.

یکی از مهره ها را به کمک نخ از این سوزن آویزان کنید. با این ابزار، به کمک پونز، کاغذ میلی متری را طوری روی یونولیت ثابت کنید که خط های افقی کاغذ موازی سطح افق باشد.

روش خود را برای انجام این کار توضیح دهید.

حال تکه نخ به طول تقریبی 20cm بردارید. دو گیره ی کاغذ را چنان که در شکل (۱) می بینید باز کنید. نخ را از دو نقطه ی میانی (نقاط B و C) به گیره ها گره بزنید. هر سر نخ را به یک سوزن گره بزنید. از دو سوزن به عنوان تکیه گاه های A و D استفاده کنید. یکی از آنها را در یک گوشه ی کاغذ میلی متری (صفحه ی یونولیتی) در مکانی مناسب فرو کنید. این تکیه گاه (A) را تا آخر آزمایش ثابت نگه دارید. حال مکان تکیه گاه D را چنان تعیین کنید که نخ BC افقی قرار گیرد. در این حال سر سوزن دیگر (تکیه گاه D) را نیز در صفحه ی یونولیتی فرو کنید. توجه کنید که برای برقراری تعادل و افقی شدن BC ، برای مکان D بیش از یک جواب پیدا می شود.

نکته ۱: هنگام فرو کردن سوزن دوم (تکیه گاه D)، مراقب باشید BC افقی مانده باشد.

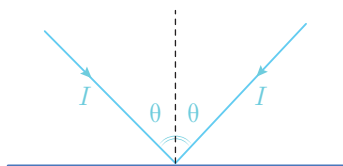
نکته ۲: نیازی نیست A و D روی یک خط افقی قرار گیرند.

مقادیر x_1 ، x_2 ، y_1 و y_2 را اندازه گیری کنید و در جدول (در پاسخ نامه) ثبت کنید. این آزمایش را سه بار دیگر (برای سه نقطه ی متفاوت D) تکرار کنید و خانه های خالی پاسخ نامه را پر کنید. m_1 جرم مهره

شش گوش، و m_2 جرم مهره چهارگوش است. جرم مهره چهارگوش 3gr است.



۱ انرژی نورانی‌ای که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر جهت تابش می‌تابد، شدت نور نامیده می‌شود. در اثر بازتابش نور از آینه، فشاری بر آن وارد می‌شود که فشار تابش نام دارد. اگر مطابق شکل پرتو نوری به شدت I ، با زاویه تابش θ ، بر سطح آینه بتابد، فشاری معادل با $\frac{2I}{c} \cos^2 \theta$ بر آینه وارد می‌شود. در این رابطه c سرعت نور در خلأ و برابر با $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ است.



یک بادبان خورشیدی یک آینه‌ی بسیار سبک است. نیروی محرک سفینه‌ی بادبانی، ناشی از تابش نور خورشید از بادبان آن است. توان خورشید (انرژی تابیده شده از خورشید بر واحد زمان، $L = 4 \times 10^{26} \text{ W}$ است.

الف) فرض کنید یک سفینه‌ی بادبانی در فاصله‌ی $2 \times 10^{11} \text{ m}$ از خورشید است. اگر نور خورشید عمود بر سطح بادبان بتابد، چه نیرویی بر یک مترمربع از بادبان وارد می‌شود؟

ب) در این فاصله، بادبان چه مساحتی داشته باشد تا فشار تابش، نیروی گرانشی خورشید را خنثی کند؟ جرم واحد سطح بادبان 0.5 g/m^2 ، جرم سفینه 20 kg ، جرم خورشید $M_s = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ و ثابت جهانی گرانشی $G = 7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ است.

ج) اگر فاصله‌ی سفینه از خورشید دو برابر شود، مساحت بادبان چه مقدار تغییر کند، تا شرایط قسمت (ب) برقرار بماند؟

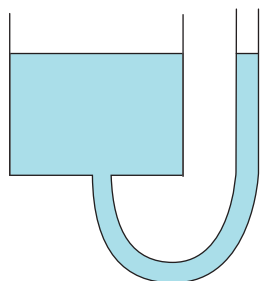
د) فرض کنید وضعیت بادبان طوری تنظیم شود که در تمام مدت حرکت، نور خورشید عمود بر آن بتابد. اگر در قسمت (ب) سرعت اولیه‌ی سفینه V_0 باشد، مسیر حرکت آن چگونه است؟

«۱۰ نمره»

۲ یک تار نوری مستقیم به طول $l = 80 \text{ m}$ ، از شیشه‌ای با ضریب شکست $n = 1.36$ ساخته شده است. در یک انتهای تار، چشمه‌ی نقطه‌ای S روی محور آن قرار دارد و علائم نوری را به فاصله زمانی Δt از یکدیگر می‌فرستد. هنگام ارسال هر علامت نوری، چشمه‌ی S در بازه‌ی زمانی بسیار کمتر از یک نانوثانیه (10^{-9} s) روشن است و سپس خاموش می‌شود. به دلیل اختلاف زمان رسیدن پرتوهایی که با زاویه‌های مختلف وارد تار می‌شوند، علامت نوری، پهن می‌شود، یعنی هنگام دریافت علامت از طرف

دیگر تا، عرض زمانی بیشتری نسبت به هنگام ارسال آن خواهد داشت. معین کنید بازه‌ی زمانی ارسال علائم، Δt ، حداقل چقدر باشد، تا گیرنده بتواند علائم دریافت شده را به خوبی از هم تفکیک کند؟

«۶ نمره»

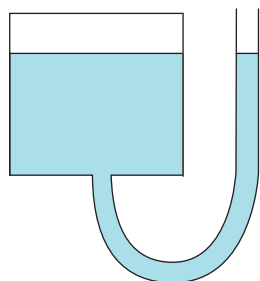


شکل (۱)

۳ یک لوله‌ی U شکل به قطر d ، مطابق شکل

(الف)

اکنون فرض کنید پیش از ریختن آب در لوله، بالای ظرف استوانه‌ای را مطابق شکل بسته‌ایم. با ریختن آب در لوله، سطح جیوه در ظرف، به اندازه‌ی x بالا می‌آید که x از L' بسیار کوچک‌تر است، یعنی $\frac{x}{L'} \ll 1$.



شکل (۲)

ب) برای $\epsilon \ll 1$ داریم:

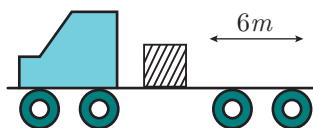
$$\frac{1}{1 - \epsilon} \approx 1 + \epsilon$$

با استفاده از این تقریب، فشار هوای بالای جیوه در ظرف را بر حسب x به دست آورید.

ج) ارتفاع آب در لوله را به دست آورید.

«۱۲ نمره»

۴ مطابق شکل جعبه‌ای روی کف یک تریلی

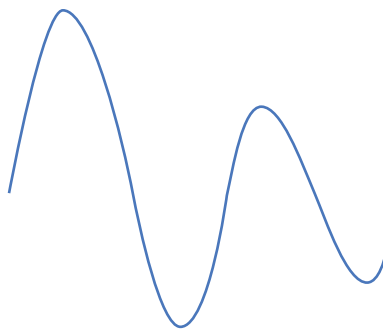
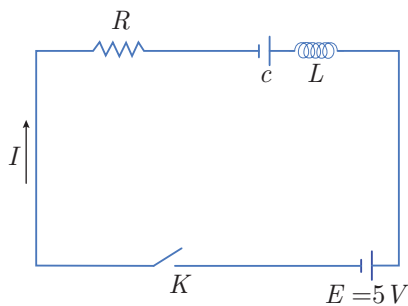


(الف)

ب) اگر تریلی به مدت 2s با شتاب تندکننده 4m/s^2 حرکت کند، و پس از آن سرعت تریلی ثابت بماند، جعبه با چه سرعتی نسبت به زمین، تریلی را ترک می‌کند؟

«۸ نمره»

۵ مدارى مطابق شکل از یک مقاومت R ،



الف)

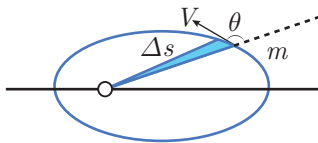
ب) با استفاده از اطلاعات نمودار در لحظه t_2 ، مقدار C را محاسبه کنید.

ج) با استفاده از اطلاعات نمودار در لحظه t_1 ، مقدار R را محاسبه کنید.

د) با استفاده از اطلاعات نمودار، اختلاف پتانسیل دو سر خازن را در لحظه t_3 حساب کنید.

«۱۲ نمره»

۶ یک ماهواره به جرم m در یک مدار بیضی



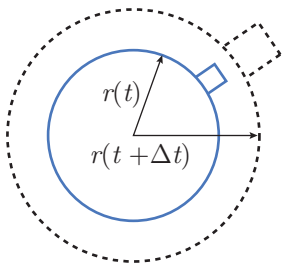
(الف)

θ می‌سازد. آهنگ مساحت جاروب شده توسط شعاع حامل، یعنی $\frac{\Delta S}{\Delta t}$ را بر حسب r ، V و θ به دست آورید.

(ب) کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین شعاع حامل را به ترتیب با r_1 و r_2 نشان می‌دهیم. با توجه به قانون دوم کپلر (مقدار ثابت $= \frac{\Delta S}{\Delta t}$)، سرعت ماهواره در این دو نقطه از مسیرش یعنی V_1 و V_2 را بر حسب r_1 ، r_2 ، M_e و G به دست آورید.

«۱۰ نمره»

۷ فرض کنید جهان از ماده‌ای با چگالی



(الف)

فقط تابع زمان است و به شعاع اولیه‌ی کره بستگی ندارد. این نسبت را پارامتر هابل (H) می‌نامند.

(ب) جرم کوچک m را بر سطح این کره در نظر بگیرید. این جرم، مطابق شکل، همراه ماده‌ی درون کره حرکت می‌کند. فرض کنید حرکت این جرم نسبت به مرکز کره، شعاعی است. همچنین فرض کنید جرم m فقط تحت تأثیر نیروی گرانشی کره (با جرم ثابت M) است. شتاب این جرم را بر حسب r و M (ثابت جهانی گرانش) بنویسید.

ج) انرژی پتانسیل گرانشی جرم m از رابطه $U = -G \frac{Mm}{r}$ به دست می‌آید. انرژی جنبشی و انرژی کل جرم m را حساب کنید.

د) انرژی کل در چه رابطه‌ای صدق کند تا جرم m بتواند تا بی‌نهایت (نسبت به مرکز کره) برود، این شرط را بر حسب چگالی و پارامتر هابل (هر دو در زمان t) بنویسید.

«۱۲ نمره»

الف) برای به دست آوردن شدت نور خورشید در فاصله r می دانیم کل انرژی خورشید بر واحد زمان به سطح کره ای به شعاع r می رسد (برای به دست آوردن شدت نور در هر فاصله ای این کره مجازی به شعاع r را می توان در نظر گرفت).

$$I = \frac{L}{4\pi r^2} = \frac{4 \times 10^{26}}{4\pi \times (2 \times 10^{11})^2} = 7.96 \times 10^2 \text{ W/m}^2$$

این نور عمود بر بادبان است پس فشار ناشی $P = \frac{2I}{c} = 5.3 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$ نیرو $F = PA$ و $A = 1 \text{ m}^2$ پس

$$F = 5.3 \times 10^{-6} \text{ N}$$

ب) اگر مساحت سطح بادبان A باشد جرم کل سفینه $M = 20 + 0.5 \times 10^{-3} A$ است. پس

$$\begin{aligned} F_G &= \frac{GM_s M}{r^2} = \frac{7 \times 10^{-11} \times 2 \times 10^{30} \times (20 + 5 \times 10^{-4} A)}{(2 \times 10^{11})^2} \\ &= 0.07 + 1.75 \times 10^{-6} A \\ F_P &= PA = 5.3 \times 10^{-6} A \\ F_G &= F_P \end{aligned}$$

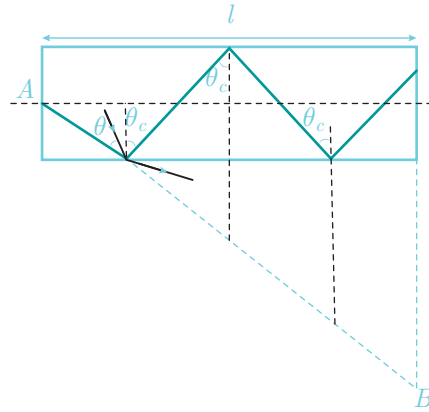
در نتیجه

$$A = 1.97 \times 10^4 \text{ m}^2$$

ج) توجه کنیم $F_G = \frac{GM_s M}{r^2}$ و $F_P = \frac{LA}{2\pi r^2 c}$ پس r^2 از دو طرف حذف می شود یعنی به فاصله مرتبط نیست و با A به دست آمده در قسمت (ب) همواره این اتفاق می افتد.

د) چون نیرویی بر سفینه وارد نمی شود پس با سرعت ثابت v_0 به حرکت در امتداد اولیه ادامه می دهد.

۲) پرتویی که در جهت محور حرکت می کند کمترین زمان را طی می کند $t_{\min} = \frac{nl}{c}$ (توجه کنیم سرعت نور داخل تار $\frac{c}{n}$ است). حال باید برای یافتن بیشترین زمان، پرتویی که بیشترین مسیر را طی می کند پیدا کنیم.



پرتوها با هر زاویه‌ای می‌توانند وارد شوند (چون از محیط با n کمتر آمده‌اند) اما برای این‌که داخل تار بمانند و بازتاب کلی شوند باید از θ_c کمتر نباشند که $\sin \theta_c = \frac{1}{n}$ پرتویی که زاویه‌اش از θ_c کمتر باشد می‌شکند و خارج می‌شود. همان پرتوهایی که با زاویه θ_c هستند بیشترین طول مسیر را طی می‌کنند. برای طول مسیر آنها می‌توان گفت اگر مقدار Δx در طول رفته باشند $\Delta l = \frac{\Delta x}{\sin \theta_c}$ پس $S = \frac{l}{\sin \theta_c}$ طول مسیر حرکت است). این را از شکل هم می‌توانستیم بفهمیم چون در مثلث، $S = AB$ و $AB = \frac{l}{\sin \theta_c}$ پس

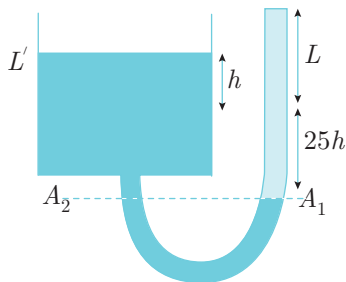
$$t_{\max} = \frac{S}{\left(\frac{c}{n}\right)} = \frac{nl}{c \sin \theta_c} = \frac{n^2 l}{c}$$

پس به اندازه‌ی $t_{\max} - t_{\min}$ پهن می‌شود یعنی اختلاف زمانی باید حداقل برابر این پهن شدگی باشد:

$$\Delta t = t_{\max} - t_{\min} = \frac{80 \times 1.36}{3 \times 10^8} (1.36 - 1)$$

در نتیجه

$$\Delta t = 130 \times 10^{-9} \text{ s}$$



۳ الف) فرض کنیم وقتی کل لوله با آب پر شد، سطح جیوه در ظرف به اندازه‌ی h بالا بیاید، به دلیل یکسان بودن حجم خارج شده از لوله و حجم وارد شده به ظرف، چون مساحت ظرف ۲۵ برابر لوله است پس در لوله به اندازه $25h$ جیوه پایین آمده یعنی ارتفاع آب برابر است با:

$$L + 25h = 65.2 + 25h$$

می‌دانیم فشار یک مایع در ارتفاع‌های یکسان، با هم برابر است یعنی

$$P_{A_1} = P_{A_2}$$

$$P_{A_1} = \rho_w g(65.2 + 25h) + P_0, \quad P_{A_2} = \rho_{Hg} g(25h + h) + P_0$$

$$\Rightarrow (65.2 + 25h) \times 1 = (26h) \times 13.5 \Rightarrow h = 0.2 \text{ cm}$$

$$H_{\text{ب}} = L + 25h$$

در نتیجه

$$H_{\text{ب}} = 70.2 \text{ cm}$$

ب) می‌دانیم $P_0 V_0 = P' V'$ پس

$$P_0 A L' = P' A (L' - x)$$

$$\Rightarrow P' = \frac{P_0 L'}{L' - x} = P_0 \left(1 + \frac{x}{L'} \right)$$

در نتیجه

$$P' = 75 \left(1 + \frac{x}{20} \right) \text{ cmHg} \quad (x \text{ بر حسب cm})$$

ج) دوباره معادله‌ی $P_{A_1} = P_{A_2}$ را می‌نویسیم:

$$P_{A_1} = P_0 + \rho_w g(L + 25h), \quad P_{A_2} = P' + \rho_{Hg} g(h + 25h)$$

در این قسمت $x = h$ است پس:

$$P_0 + \rho_w g(65.2 + 25h) = P_0 + \frac{P_0 h}{20} + \rho_{Hg} g(h + 25h)$$

توجه کنیم $P_0 = 75 \text{ cmHg}$ بر حسب واحد سانتی‌متر جیوه است پس P_0 را تبدیل می‌کنیم

$$P_0 = 75 \text{ cmHg} = 75 \text{ cm} \times 13.5 \text{ g/cm}^3 \times g = 1012g \times \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}$$

$$1 \times g \times (65.2 + 25h) = \frac{1012gh}{20} + 13.5g(26h)$$

که g از طرفین حذف می‌شود، دقت کنیم اگر g حذف نمی‌شد در جایگذاری باید آن را بر حسب cm/s^2 در می‌آوردیم و قرار می‌دادیم

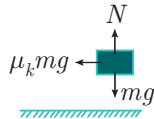
$$h = 0.17 \text{ cm}$$

$$H_{\text{ب}} = L + 25h$$

در نتیجه

$$H_{\text{آب}} = 69.45 \text{ cm}$$

۲ الف



$$f_{s \max} = \mu_s mg$$

$$f_{s \max} = ma_{\max} \Rightarrow a_{\max} = 0.3 \times 10$$

$$a_{\max} = 3 \text{ m/s}^2$$

ب) چون شتاب تندشونده از a_{\max} بیشتر است پس جعبه می لغزد. یعنی جعبه با شتاب $a_m = 1.5 \text{ m/s}^2$ می رود و ماشین با شتاب $a_M = 4 \text{ m/s}^2$. پس به طور نسبی جرم با شتاب $a_{\text{rel}} = -2.5 \text{ m/s}^2$ عقب می رود. سرعت اولیه اش هم به طور نسبی صفر بوده است. پس

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_{\text{rel}} t^2 = \frac{1}{2} \times (-2.5) \times (2)^2 = -5 \text{ m}$$

یعنی هنوز 1m از انتها فاصله دارد و سرعتش هم نسبت به تریلی

$$v_{\text{rel}} = v_{0 \text{rel}} + a_{\text{rel}} t = 0 - 2.5 \times 2 = -5 \text{ m/s}$$

چون سرعت جسم منفی است هنوز اصطکاک $\mu_k mg$ وارد می شود و چون تریلی شتاب ندارد این شتاب نسبت به زمین هم هست. سرعت تریلی در این لحظه

$$V = 3 + 4 \times 2 = 8 \text{ m/s}$$

است. سرعت جسم در لحظه ترک:

$$v_f^2 - v_{\text{rel}}^2 = 2 \times (-1.5) \times 1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_f = \sqrt{22}$$

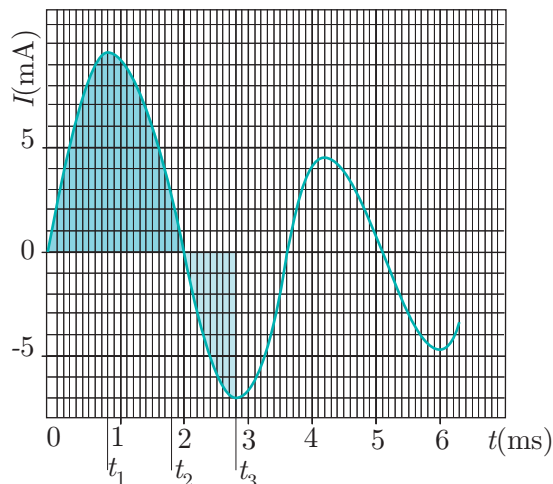
$$\Rightarrow V_{\text{تری}} = V - v_f = 11 \text{ m/s} - \sqrt{22} \text{ m/s}$$

در نتیجه

$$V_{\text{تری}} = 6.3 \text{ m/s}$$

۵ الف) در $I = 0, t = 0$ و بار خازن صفر است پس:

$$E = L \frac{dI}{dt}$$



از روی نمودار داریم: $\frac{dI}{dt} = 20$ در نتیجه

$$L = 0.25H$$

ب) در t_2 , $I = 0$:

$$E = \frac{q}{C} + 0.25 \frac{dI}{dt}(t = t_2)$$

که q را از مساحت زیر نمودار $I - t$ می‌توان به‌دست آورد (چون $dq = Idt$) برای این مساحت داریم:

$$102 \text{ خانه} \times 0.1\text{ms} \times 1\text{mA} = 10.2 \times 10^{-6} \text{As}$$

و شیب نمودار در این لحظه $\frac{dI}{dt}(t = t_2) = -15 \text{A/s}$ است پس:

$$5 = \frac{10.2 \times 10^{-6}}{C} - 0.25 \times 15$$

در نتیجه

$$C = 1.17\mu\text{F}$$

ج) در t_1 , $\frac{dI}{dt} = 0$ است و بار خازن از مساحت زیر نمودار به‌دست می‌آید (که ۵۱ خانه است) و I هم ۹.۵mA است:

$$E = \frac{q}{C} + IR$$

$$5 = \frac{5.1 \times 10^{-6}}{1.17 \times 10^{-6}} + 9.5 \times 10^{-3} \times R$$

$$R = 67.5\Omega$$

د) در t_3 ، $\frac{dI}{dt} = 0$ و $I = -7\text{mA}$ است پس

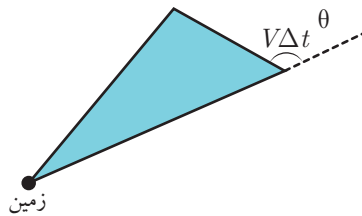
$$E = IR + V_C$$

$$\Rightarrow V_C = 5 + 7 \times 67.5 \times 10^{-3}$$

در نتیجه

$$V_C = 5.47\text{V}$$

۶ الف) می‌دانیم مساحت یک مثلث برابر است با:



$$\Delta S = \frac{1}{2} r V \Delta t \sin(\pi - \theta)$$

$$\Delta S = \frac{1}{2} r V \Delta t \sin \theta$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{r V \sin \theta}{2}$$

ب) طبق قسمت الف)، چون در شعاع‌های مینیمم و ماکزیمم، شعاع بر سرعت عمود است $\sin \theta = 1$ و

$$\frac{r_1 V_1}{2} = \frac{r_2 V_2}{2} \Rightarrow V_2 = \frac{r_1}{r_2} V_1$$

از رابطه‌ی بقای انرژی استفاده می‌کنیم:

$$\frac{-GM_e m}{r_1} + \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{-GM_e m}{r_2} + \frac{1}{2} m V_2^2$$

$$\Rightarrow V_1^2 - V_2^2 = 2GM_e \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\Rightarrow V_1^2 \left(1 - \frac{r_2^2}{r_1^2} \right) = 2GM_e \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{2GM_e r_2}{r_1(r_1 + r_2)}}, \quad V_2 = \sqrt{\frac{2GM_e r_2}{r_1(r_1 + r_2)}}$$

۷ الف) چون جرم کره ثابت است و $M = \rho V$ پس

$$M = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho$$

$$\frac{dM}{dt} = \frac{4}{3} \pi \left(3r^2 \rho \frac{dr}{dt} + r^3 \frac{d\rho}{dt} \right)$$

چون جرم کره ثابت است $\frac{dM}{dt} = 0$ پس

$$\frac{\left(\frac{dr}{dt}\right)}{r} = -\frac{1}{3} \frac{\left(\frac{d\rho}{dt}\right)}{\rho}$$

در نتیجه

$$H = -\frac{1}{3} \frac{\left(\frac{d\rho}{dt}\right)}{\rho}$$

ب)

$$a = \frac{-GM}{r^2}$$

$$\frac{-GMm}{r^2} = ma$$

ج)

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = \frac{1}{2}mH^2r^2$$

$$E = U + K$$

$$E = \frac{1}{2}mH^2r^2 - \frac{GMm}{r}$$

د) می‌دانیم انرژی ثابت است و در بی‌نهایت $\frac{GMm}{r} = 0$ و $K \geq 0$ پس در بی‌نهایت $E \geq 0$

است:

$$\frac{1}{2}mH^2r^2 - \frac{GMm}{r} \geq 0 \Rightarrow \frac{1}{2}H^2r^2 \geq G\left(\frac{4}{3}\pi r^3\rho\right)$$

در نتیجه

$$H_{(t)}^2 \geq \frac{8}{3}\pi G\rho_{(t)}$$

دورهی سیزدهم



آزمون عملی



وسایل موجود:

۱. کاغذ میلی‌متری با جرم مجهول (m_1)

۲. سیم با جرم مجهول (m_2)

۳. چوب کبریت

شرح آزمایش:

کاغذ میلی‌متری را چند بار تا بزنید و به شکل یک خط‌کش باریک درآورید. از این کاغذ تا شده به عنوان اهرم استفاده کنید.

الف) نسبت m_1 به m_2 را به دست آورید.

ب) روش انجام آزمایش را بنویسید.

ج) عوامل مؤثر بر خطای آزمایش را بنویسید.

«۱۲ نمره»



۱ اتومبیلی در یک جاده‌ی افقی بدون پیچ با سرعت ثابت v حرکت می‌کند. هوا ساکن است و باران

(الف)

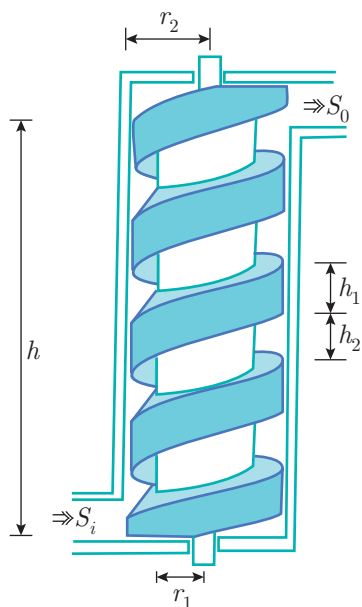
به سطح افقی را حساب کنید.

ب) فرض کنید زاویه‌ی شیشه‌ی جلوی اتومبیل با راستای قائم α باشد. چه شرطی بین α ، u و v برقرار

باشد تا بارانی که به شیشه‌ی جلوی اتومبیل می‌خورد، روی شیشه شروع به بالا رفتن کند؟

«۶ نمره»

۲ وسیله‌ای که در شکل نشان داده شده،



(الف)

حجم آبی که از تلمبه بیرون می‌آید، چقدر است؟

ب) اگر قسمت میانی N دور بر ثانیه بگردد،

سرعت آب خروجی از تلمبه چقدر است؟

ج) چه توانی لازم است تا تلمبه را N دور بر ثانیه بگرداند؟ چگالی آب را ρ و شتاب گرانش را g بگیرید.

د) اکنون با فرض مقادیر $r_1 = 16\text{cm}$ ، $h_2 = 25\text{cm}$ ، $h_1 = 20\text{cm}$ ، $h = 180\text{cm}$

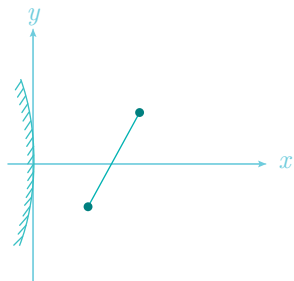
سرعت آب خروجی از تلمبه $S_0 = 100\text{cm}^2$ ، دور بر ثانیه $N = 0.3$ و مقدار عددی $\rho = 1000\text{kg/m}^3$.

کمیت‌های محاسبه شده در الف، ب و ج را به دست آورید.

«۱۰ نمره»

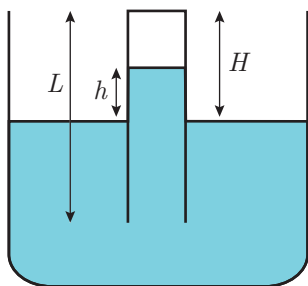


۳ مطابق شکل، میله نازکی که قسمتی از



«۸ نمره»

۴ وقتی یک لوله نازک را به طور عمودی در



«۱۰ نمره»

۵

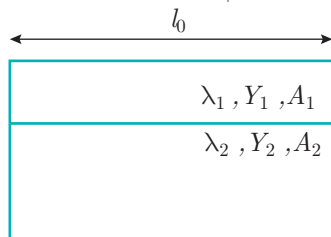
(الف)

(ب) دو فنر یکسان با ثابت فنر k را موازی با هم می‌بندیم. ثابت فنر حاصل چقدر است؟

(ج) هر میله را می‌توان شبیه فنری در نظر گرفت که طول آن تحت کشش و فشار عوض می‌شود. فرض کنید ثابت فنر میله‌ای از یک جنس معین، به طول واحد و مساحت مقطع واحد Y باشد. به Y مدول یانگ می‌گویند.

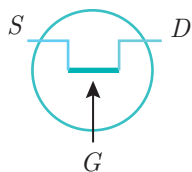
ثابت فنر میله‌ای از همین جنس به طول l و مساحت A چقدر است؟

د) دو میله از دو جنس مختلف در نظر بگیرید. در دمای T_0 ، طول هر میله l_0 است. مطابق شکل، این دو میله را به هم جوش داده‌اند. ضریب انبساط طولی میله‌ها λ_1 و λ_2 ، مساحت مقطع میله‌ها A_1 و A_2 و مدول یانگ میله‌ها Y_1 و Y_2 است. میله‌ها را گرم می‌کنیم. چون ضریب انبساط میله‌ها با هم فرق می‌کند، افزایش طول ناشی از گرم شدن میله‌ها یکسان نیست. اما میله‌ها به هم جوش خورده‌اند، و اگر مساحت مقطع‌شان به حد کافی زیاد باشد، تقریباً خم نمی‌شوند. بنابراین در یکی



کشش و در دیگری فشار به وجود می‌آید، به طوری که طول دو میله در دمای T یکسان می‌شود. ثابت فزر این دو میله را همان ثابت فزرشان در دمای T_0 بگیرید. این طول چقدر است؟

«۱۲ نمره»



شکل (۱)

۶ ترازیستور اثر میدان (FET) یک عنصر

