Старшая лига (решения)

1. Как будет видно далее, в вершинах острых углов располагаются менее массивные звёзды (m), а в вершинах тупых углов — более массивные (km). Обозначим α *половину* острого угла ромба, a — сторону ромба, $q = Gm/a^3$. Тогда

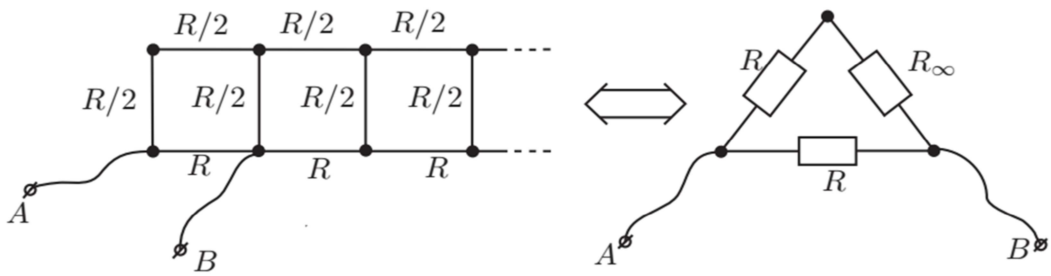
$$\omega^2 \sin\alpha = \frac{qk}{4\sin^2\alpha} + 2q\sin\alpha,\ \omega^2\cos\alpha = \frac{q}{4\cos^2\alpha} + 2qk\cos\alpha.$$

Отсюда $k = \mathrm{tg}^3\alpha\frac{1-8\cos^3\alpha}{1-8\sin^3\alpha}$ и $k-1 = \frac{\mathrm{tg}^3\alpha-1}{1-8\sin^3\alpha}$. Нетрудно убедиться, что α может быть в пределах от 30 до 45° (на одной границе $k \to \infty$, на другой $k \to 1$). Т.е. острый угол ромба лежит в пределах от 60 до 90°.

При α = 44° получаем k =1,059.

При α = 31° получаем k =9,42.

2. Из симметрии схемы, изображённой на рисунке 1, относительно линии, соединяющей точки А и В, следует, что потенциалы всех точек симметричных относительно этой линии равны, то есть схемы на рисунках 1 и 2 эквивалентны. Рассчитать сопротивление схемы на рисунке уже легко:



$$R_\infty = \frac{\frac{R}{2}\left(R_\infty + \frac{3R}{2}\right)}{R_\infty + \frac{3R}{2} + \frac{R}{2}},$$

откуда $R_\infty = \frac{(\sqrt{21}-3)R}{4}$. Таким образом,

$$R_{AB} = \frac{(R_\infty + R)R}{R_\infty + 2R} = \frac{\sqrt{21}+1}{\sqrt{21}+5} R \approx 0{,}58R$$

3. З умови $v(x) = \sqrt{B^2 - Ax}$ випливає рівняння для балансу енергії першого бруска у формі

$$\frac{mv^2(x)}{2} = \frac{mB^2}{2} - \frac{mAx}{2}.$$

Тоді величину B можна ототожнити зі швидкістю бруска в точці $x = 0$ (вважатимемо надалі, що це момент часу $t = 0$), а величину $F = mA/2$ – із силою сухого тертя, яка й гальмує брусок. Очевидно, його прискорення буде $a = -A/2$, закон зміни швидкості з часом – $v(t) = B - At/2$, закон зміни координати з часом – $x(t) = Bt - At^2/4$. Тоді безпосередньо перед зіткненням швидкість бруска буде $v(T) = B - AT/2$, а зіткнення відбудеться в точці $x(T) = BT - AT^2/4$.

Після непружного зіткнення з таким самим нерухомим бруском швидкість першого бруска зменшиться вдвічі: $V_0 = v(T)/2$. Далі бруски рухатимуться разом. Маса системи зросте вдвічі, але сила тертя, що їх гальмує, також зросте вдвічі, отже, прискорення не зміниться. Таким чином, закон зміни швидкості в просторі можна записати як $V(\Delta x)=\sqrt{V_0^2-A\Delta x}$, де Δx – віддаль від точки зіткнення брусків.

Очевидно, бруски зупиняться в точці, де $V(\Delta x_0)=0$, звідки $\Delta x_0=V_0^2/A$, а віддаль від точки $x=0$ буде

$$L=x(T)+\Delta x_0=BT-AT^2/4+\frac{(B-AT/2)^2}{4A}=\frac{B^2}{4A}+\frac{3}{4}BT-\frac{3}{16}AT^2 .$$

4. Поршень буде знаходитись у рівновазі, якщо тиск у пробірці дорівнюватиме $p_0+\rho_0 g(H-x)$ (*рис. 1*). Тоді за законом Бойля-Маріота:

$$[p_0+\rho_0 g(H-x)]xS=p_1 LS$$

$$x^2-\left(H+\frac{p_0}{\rho_0 g}\right)x+\frac{p_1 L}{\rho_0 g}=0$$

Звідки

$$x_{1,2}=\frac{1}{2}\left(H+\frac{p_0}{\rho_0 g}\right)\pm\sqrt{\frac{1}{4}\left(H+\frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2-\frac{p_1 L}{\rho_0 g}}$$

Визначимо, який з отриманих коренів задовольняє умов задачі. Для цього зобразимо залежність тику водню від x для газу всередині пробірки (за законом Бойля-Маріотта $pSx=const$, оскільки площа поперечного перерізу пробірки S стала, то $p=\frac{const}{x}$ - графіком є гіпербола) та тиску всередині рідини від x (тиск всередині рідини - це сума атмосферного та гідростатичного тиску: $p=p_0+\rho_0 g(H-x)$ - спадна пряма) (*рис. 2*).

Умові рівноваги поршня відповідають точки перетину графіків *a* та *b* (*рис. 2*). Положення поршня, якій відповідає точка *b* є нестійким: при незначному збільшенні об’єму газу тиск у рідині зменшується більше ніж тиск газу тому газ виштовхне поршень з пробірки; при незначному зменшенні об’єму газу сильніше збільшується тиск всередині рідини, над тиск газу, тому тиск рідини заштовхне поршень глибше у пробірку, доки поршень не займе положення, яке відповідає точці *a*.

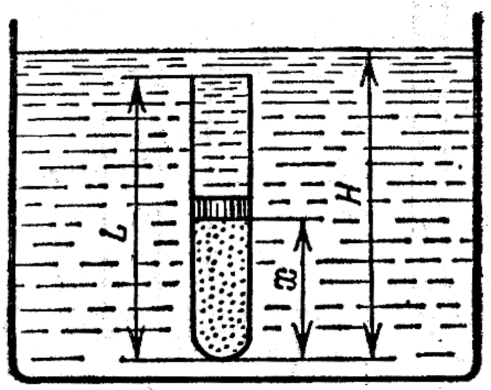


рис. 1

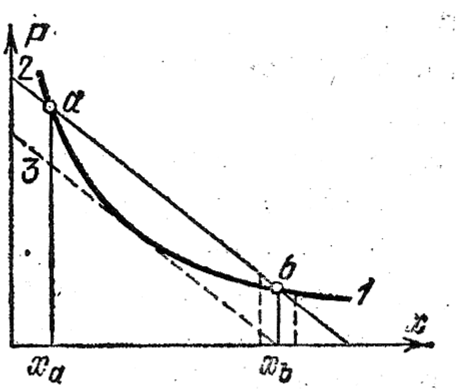


рис. 2

Точка *a* відповідає стійкій рівновазі поршня: при незначному збільшенні об’єму газу тиск всередині рідини зменшується менше ніж тиск газу, тому тиск рідини повертає поршень у положення рівноваги; при незначному зменшенні об’єму газу тиск газу зростає сильніше ніж тиск рідини, тому тиск газу повертатиме поршень у положення рівноваги. Отже, умові задачі задовольняє менший корінь

$$x_1 = \frac{1}{2}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right) - \sqrt{\frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g}}$$

Визначимо, за якої умови ця задача взагалі має розв'язки:

$$\begin{cases} \frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g} \ge 0 \\ \frac{1}{2}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right) - \sqrt{\frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g}} \le L \end{cases}$$

$$\begin{cases} H \ge 2\sqrt{\frac{p_1 L}{\rho_0 g}} - \frac{p_0}{\rho_0 g} \\ \frac{1}{2}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right) - \sqrt{\frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g}} \le L \end{cases}$$

Умова $H = 2\sqrt{\frac{p_1 L}{\rho_0 g}} - \frac{p_0}{\rho_0 g}$ відповідає випадку, коли графіки мають одну точку дотику (пряма 3 на рисунку), в цьому випадку корінь не задовольнятиме умові задачі, оскільки рівновага поршня буде нестійкою. При $H < 2\sqrt{\frac{p_1 L}{\rho_0 g}} - \frac{p_0}{\rho_0 g}$ задача розв'язків не матиме. Також задача не матиме розв'язків, якщо не буде виконуватись умова

$$\frac{1}{2}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right) - \sqrt{\frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g}} \le L$$

Опишемо процес занурення пробірки у ртуть для того випадку, коли обидва корені задовольняють умові:

$$\frac{1}{2}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right) - \sqrt{\frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g}} \le L$$

$$\frac{1}{2}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right) + \sqrt{\frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g}} < L$$

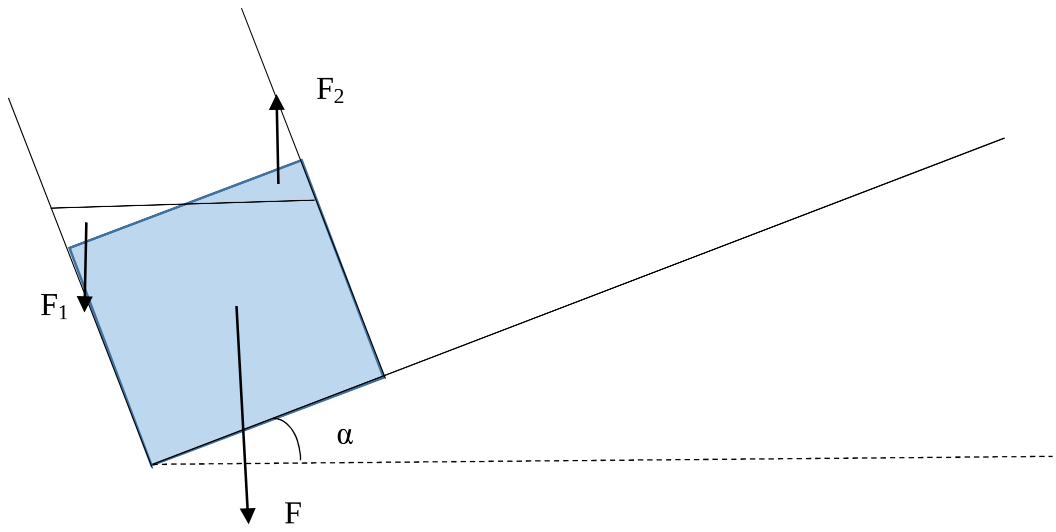
Перед зануренням пробірки водень у ній необхідно квазістаціонарно стиснути до значення *x*, який задовольняє умові:

$$\frac{1}{2}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right) - \sqrt{\frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g}} \le x < \frac{1}{2}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right) + \sqrt{\frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g}}$$

Відповідь: $x_1 = \frac{1}{2}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right) - \sqrt{\frac{1}{4}\left(H + \frac{p_0}{\rho_0 g}\right)^2 - \frac{p_1 L}{\rho_0 g}}$

Младшая лига (решения)

1. Розгляньмо посудину, яка знаходиться у нижньому положенні:



Рівень рідини в посудині залишиться горизонтальним, тому рідина у вигляді збоку матиме вигляд прямокутної трапеції. У порівнянні з попереднім положенням частина води, переріз якої має вигляд трикутника переміститься у такий самий трикутник, симетрично відносно точки перетину нового та старого рівнів. В результаті утворюється момент пари сил F_1 та F_2, сумарний момент яких не залежить від осі обертання. Обчислимо цей момент відносно точки перетину старого та нового рівнів рідини. Сили F_1 та F_2 прикладені до точок перетину медіан трикутників. Плечі цих сил можемо знайти з відповідних геометричних міркувань:

$$d(F_1) = d(F_2) = \frac{1}{3}\left(\frac{a}{2}cos\alpha - \frac{a}{4cos\alpha}\right) + \frac{a}{4}cos\alpha = \frac{a}{12}\left(5cos\alpha - \frac{1}{cos\alpha}\right)$$

Якщо позначити масу рідини в кожній посудині m, то в об'ємі води, якому відповідає кожний трикутний переріз знаходиться маса води: $\frac{mtg\alpha}{4}$

Момент пари цих сил дорівнюватиме:

$$M_н = \frac{mgatg\alpha}{24}\left(5cosa - \frac{1}{cos\alpha}\right)$$

Момент сили F для цієї посудини дорівнюватиме:

$$M'_н = mg\left(l_0 + \frac{a}{2}tg\alpha\right)cosa = mg\left(l_0cosa + \frac{a}{2}sin\alpha\right)$$

Аналогічні вирази для моментів сил для верхньої посудини матимуть вигляд:

$$M_в = \frac{mgatg\alpha}{24}\left(5cosa - \frac{1}{cosa}\right)$$

$$M'_в = mg\left(l_0 - \frac{a}{2}tg\alpha\right)cosa = mg\left(l_0cosa - \frac{a}{2}sin\alpha\right)$$

Тоді сумарний момент сили тяжіння, що діє на важіль:

$$M_{mg} = M_н + M_в + M'_н - M'_в = \frac{mgatg\alpha}{12}\left(5cosa - \frac{1}{cosa}\right) + mgasin\alpha$$

Для виведення важеля з цього положення в верхню посудину необхідно опустити вантаж, який при зануренні змінює рівень води в посудині. З боку води на вантаж діє сила Архімеда, тому і на рідину буде діяти така ж за модулем сила прикладена у точці, що є центром мас витісненої тілом води. Тому занурене тіло можна замінити водою такого ж об'єму. Маса цього об'єму води має створювати момент сили тяжіння M_x, який має бути більшим або рівним величині M_{mg}. Далі розглядатимемо крайній випадок:

$$M_{mg} = M_x$$

Момент M_x розраховується аналогічно до моменту $M'_в$. Позначимо об'єм води, що доливають xa^2. Тоді:

$$M_x = \frac{mgx}{a}\left(l_0cos\alpha - \left(\frac{x}{2} + a\right)sin\alpha\right)$$

Остаточно маємо квадратне рівняння відносно х:

$$\frac{x}{a}\left(l_0 cos\alpha - \left(\frac{x}{2}+a\right)sin\alpha\right) = \frac{atg\alpha}{12}\left(5cos\alpha - \frac{1}{cos\alpha}\right) + asin\alpha$$

Розв'язок цього рівняння в загальному вигляді є громіздким, тому підставляючи чисельні значення та враховуючи що:

$$sin\alpha = \frac{h}{l_0 + \frac{a}{2}} = \frac{1}{3}$$

Отримаємо числову відповідь: $x \approx 0{,}5$ см

Тоді шуканий об'єм дорівнює 8 см^3.

2. Якщо б світло не розсіювалося та не поглиналося, то після збільшення відстані до джерела вдвічі освітленість зменшилася б до 25 лк. Отже, шар туману завтовшки 2 м спричиняє зменшення освітленості: $E_1 = kE_0$, де $k = \frac{24}{25} = 0{,}96$. На великій відстані зі збільшенням відстані на 2 м зменшенням освітленості за рахунок розширення хвильового фронту (обернено пропорційним квадрату відстані) можна знехтувати. Отже, $E_4 = kE_3 = 12$ млк.

Задача 3 (8 клас)

1) Знайдемо час зустрічі хлопчиків.

Графік швидкості, зображений ліворуч відповідає руху першого хлопчика, а графік, зображений праворуч - руху другого хлопчика. Оскільки перші *2 хв* після старту швидкість першого хлопчика більша ніж другого, то протягом перших двох хвилин руху другий хлопчик не наздожене першого. Вважаючи, що координата старту відповідає *0*, знайдемо координати хлопчиків x_1 та x_2 через перші *2 хв* руху (t_1=*2 хв*=*120 с*). З графіків слідує, що швидкості хлопчиків протягом цього часу υ_1=*5 м/с* та υ_2=*3 м/с*.

$$x_1(t) = \upsilon_1 t_1; \quad x_1 = 5 \cdot 120 = 600(м)$$

$$x_2(t) = \upsilon_2 t_1; \quad x_2 = 3 \cdot 120 = 360(м)$$

Отже, через перші *2 хв* руху перший хлопчик буде попереду другого.

Через дві хвилини швидкості бігунів зміняться. Запишемо рівняння руху $x_1^1(t)$ та $x_2^1(t)$ для наступних t_2=*3 хв*=*180 с* руху та знайдемо координати хлопчиків через цей час - x_1^1 та x_2^1. З графіків слідує, що швидкості хлопчиків протягом цього часу υ_1^1=*2 м/с* та υ_2^1=*5 м/с*.

$$x_1^1(t) = x_1 + \upsilon_1^1 t_2; \quad x_1^1 = 600 + 2 \cdot 180 = 960(м)$$

$$x_2^1(t) = x_2 + \upsilon_2^1 t_2; \quad x_2^1 = 360 + 5 \cdot 180 = 1260(м)$$

Отже, через наступні *3 хв* руху другий хлопчик пережене першого, тому зустріч відбудеться саме в цей проміжок часу. У момент, коли другий хлопчик наздожене першого, їх координати будуть однакові. Щоб знайти час зустрічі t_3 прирівняємо рівняння руху бігунів для цієї ділянки $x_1^1(t)$ та $x_2^1(t)$, підставивши замість часу t_3:

$$x_1 + \upsilon_1^1 t_3 = x_2 + \upsilon_2^1 t_3 \text{ звідки } t_3 = \frac{x_1 - x_2}{\upsilon_2^1 - \upsilon_1^1}; \; t_3 = 80\ с$$

Отже, хлопчики зустрінуться через *80 с* після першого свистка тренера (через *200 с* після старту).

2) Знайдемо середні швидкості хлопчиків за перші сім хвилин руху.

Щоб знайти середню швидкість кожного хлопчика необхідно увесь шлях, який подолав кожен з них за *7 хв* поділити на цей час. Шлях простіше всього знайти, скориставшись властивістю графіка швидкості: шлях чисельно рівний площі фігури, яка обмежена графіком, віссю *Ot* та перпендикулярами опущеними на цю вісь. Звідки шлях, який здолає перший хлопчик $S_1 = 5 \cdot 120 + 2 \cdot 180 + 3 \cdot 120 = 1320\,(м)$, а другий: $S_2 = 3 \cdot 120 + 5 \cdot 180 + 2 \cdot 120 = 1500\,(м)$. Середні швидкості хлопчиків за *t=7 хв=420 с*:

$$\upsilon_{CP1} = \frac{S_1}{t};\ \upsilon_{CP1} \approx 3{,}14\ (м/с)$$

$$\upsilon_{CP2} = \frac{S_2}{t};\ \upsilon_{CP2} \approx 3{,}57\ (м/с)$$

3) Визначимо переможця у змаганні з бігу

Визначити переможця однозначно неможливо, оскільки невідомо на якій відстані від старту знаходиться фініш. З попередніх розрахунків слідує, що через *5 хв* від старту попереду буде другий хлопчик, але його швидкість $\upsilon_2^2 = 2$ *м/с* менша ніж у першого $\upsilon_1^2 = 3$ *м/с*, тому якщо фініш буде достатньо далеко, перший хлопчик пережне другого. Знайдемо час *T* і координату *X* другої зустрічі. Для цього запишемо рівняння руху хлопчиків $x_1^2(t)$ та $x_2^2(t)$ через *5 хв* після старту:

$$x_1^2(t) = x_1^1 + \upsilon_1^2 t_3;$$

$$x_2^2(t) = x_2^1 + \upsilon_2^2 t_3;$$

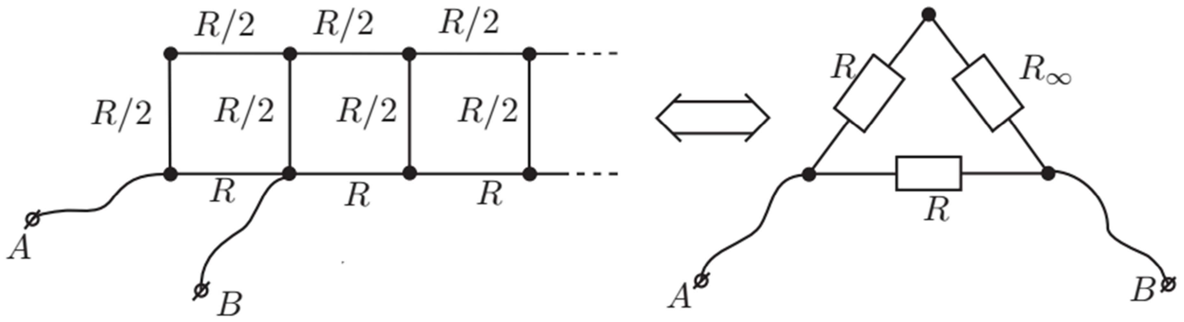
Щоб знайти час зустрічі T_3 прирівняємо рівняння руху бігунів для цієї ділянки $x_1^2(t)$ та $x_2^2(t)$, підставивши замість часу T_3:

$x_1^1 + \upsilon_1^2 T_3 = x_2^1 + \upsilon_2^2 T_3$ звідки $T_3 = \dfrac{x_2^1 - x_1^1}{\upsilon_1^2 - \upsilon_2^2}$; $T_3 = 300$ *с* після другого свистка тренера.

Тоді координата другої зустрічі $X = x_1^1 + \upsilon_1^2 T_3$; *X= 1860 м*. Отже, відповідь на запитання «хто з хлопчиків переможе?» слід дати так:

- Якщо фініш знаходиться на відстані меншій ніж *1860 м* від старту, то у змаганні переможе другий хлопчик, який пережене першого на двохсотій секунді руху, від моменту старту;
- Якщо фініш знаходиться на відстані рівній *1860 м* від старту, то хлопчики фінішують одночасно;
- Якщо фініш знаходиться на відстані більшій за *1860 м* від старту, то у змаганні переможе перший хлопчик, який пережене другого у момент часу *300 с* після другого свистка тренера (*600 с* від моменту старту);

3. (9 клас) Из симметрии схемы, изображённой на рисунке 1, относительно линии, соединяющей точки А и В, следует, что потенциалы всех точек симметричных относительно этой линии равны, то есть схемы на рисунках 1 и 2 эквивалентны. Рассчитать сопротивление схемы на рисунке уже легко:



$$R_\infty = \frac{\frac{R}{2}(R_\infty + \frac{3R}{2})}{R_\infty + \frac{3R}{2} + \frac{R}{2}},$$

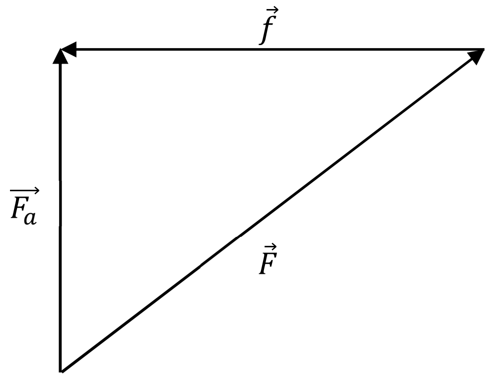
откуда $R_\infty = \frac{(\sqrt{21}-3)R}{4}$. Таким образом,

$$R_{AB} = \frac{(R_\infty + R)R}{R_\infty + 2R} = \frac{\sqrt{21}+1}{\sqrt{21}+5} R \approx 0{,}58R$$

4. Если бы вместо конуса в объёме, который он занимает, находилась та же самая жидкость, то она была бы в положении равновесия. Это означает, что на конус действует сила Архимеда, направленная вверх и равная по величине силе тяжести, которая действует на жидкость равного с конусом объёма:

$$F_a = \frac{\rho g S h}{3} = \frac{\rho g \pi D^2}{12} h.$$

Эта сила складывается из двух сил: силы $\vec{f}$, с которой жидкость действует на основание конуса, и той силы $\vec{F}$, которую нужно по условию задачи найти. Сила, действующая на основание конуса, направлена вдоль его оси и равна по величине произведению площади основания на среднее давление.



В силу симметрии формы основания конуса и однородности поля тяжести это среднее давление равно $\rho g H$. Отсюда $f = \rho g H \pi D^2/4$.

Согласно рисунку, горизонтальная составляющая силы равна силе f, а вертикальная составляющая – силе Архимеда, следовательно, искомая сила

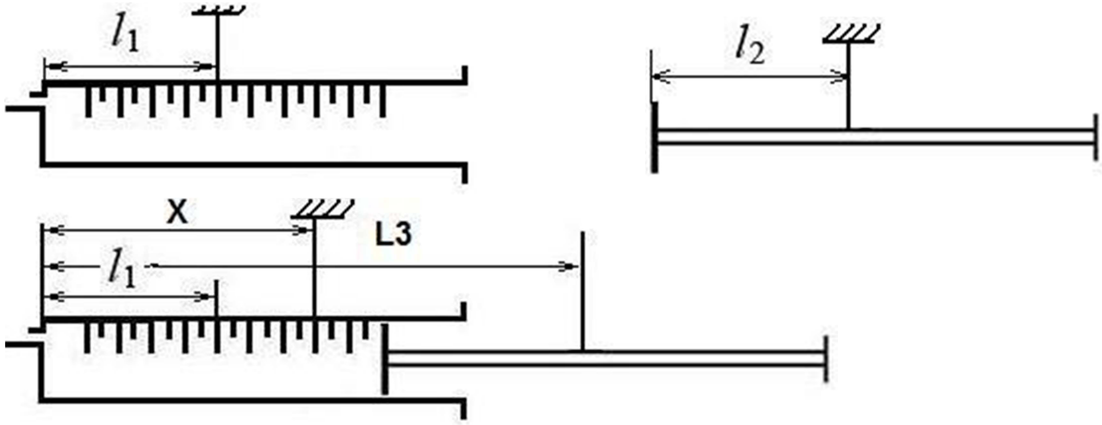
$$F = \sqrt{F_a^2 + f^2} = \frac{\rho g \pi D^2}{4} \sqrt{H^2 + \frac{h^2}{9}}.$$

Эксперимент (решения)

Задача 1

Застосуємо нитку для створення підвісу. Зрівноваживши на ній шприц або його частини, можна знаходити положення їх центру мас. Для вимірювання довжин використовується шкала на шприці.

1. Розберемо шприц і зрівноважуванням знайдемо положення l_1 і l_2 центрів мас корпусу і поршня шприца.
Визначимо центр мас системи корпус-поршень,вставивши поршень у шприц.

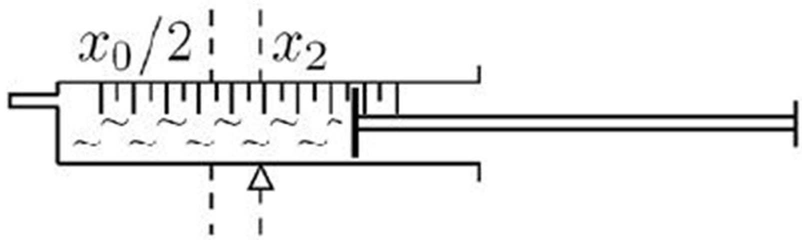


За рівнянням $m_1 l_1 + m_2 l_3 = x(m_1 + m_2)$
визначимо співвідношення мас складових системи. (наприклад,при такому висунутому поршні, що центр мас системи попадає на максимальну поділку шкали). $\alpha = \frac{m_2}{m_1}$

2. Висунемо поршень шприца на деяку відстань x_0 (в поділках шкали). Зрівноваживши шприц на нитці, знайдемо положення його центру мас x_1 (мал 4)

(мал 4)

при такому висуванні поршня. Потім наберемо в шприц об'єм води x_0 (за шкалою) і знайдемо нове положення центру мас системи x_2 (при тому ж висуванні) (мал. 5).



(мал 5)

В данному випадку центр мас шприца (пустого) не змінився. Центр мас води знаходиться на $\frac{x_0}{2}$ від початку відліку. Масу води можемо визначити за густиною та об’ємом $m = \rho\, x_0$. Тоді вираз для центру мас системи:

$$(m + m_1 + m_2) \cdot x_2 = m \cdot \frac{x_0}{2} + (m_1 + m_2)\, x_1$$

Звідки знайдемо суму мас корпусу і поршня шприца:

$$M = m_1 + m_2 = \frac{x_2 - \frac{x_0}{2}}{x_1 - x_2}\, \rho\, x_0$$

3.Користуючись результатами,здобутими в пунктах 1 та 2, визначимо маси поршня та корпуса шприца.

$$m_1 = \frac{M}{(1+\alpha)}$$

$$m_2 = \frac{\alpha M}{(1+\alpha)}$$

В нашому випадку вони становлять 1,3 та 1,9 г відповідно.

4.Проводячи вимірювання ,як в пункті 2,але з невідомою рідиною, визначимо її масу,а далі і густину. Вона виявилась рівною 1,4 г/см3 .

Задача 2

При плавлении кристаллических тел их температура не меняется. По графику видим, что плавление льда происходило в течение 5 минут. Отверстие в дне, а лед в воде плавает – он наверху, поэтому лед в отверстие не уходит. Все подведенное тепло идет на плавление льда, поэтому

$$\mathbf{P\tau_1 = \lambda m_л}$$

Отсюда получим массу льда:

$$\mathbf{m_л = \frac{P\tau_1}{\lambda} = \frac{600\ Вт \cdot 5 \cdot 60\ с}{340000\ Дж/(кг \cdot {}^\circ C)} = \frac{18}{34}\ кг = 0{,}529\ кг}$$

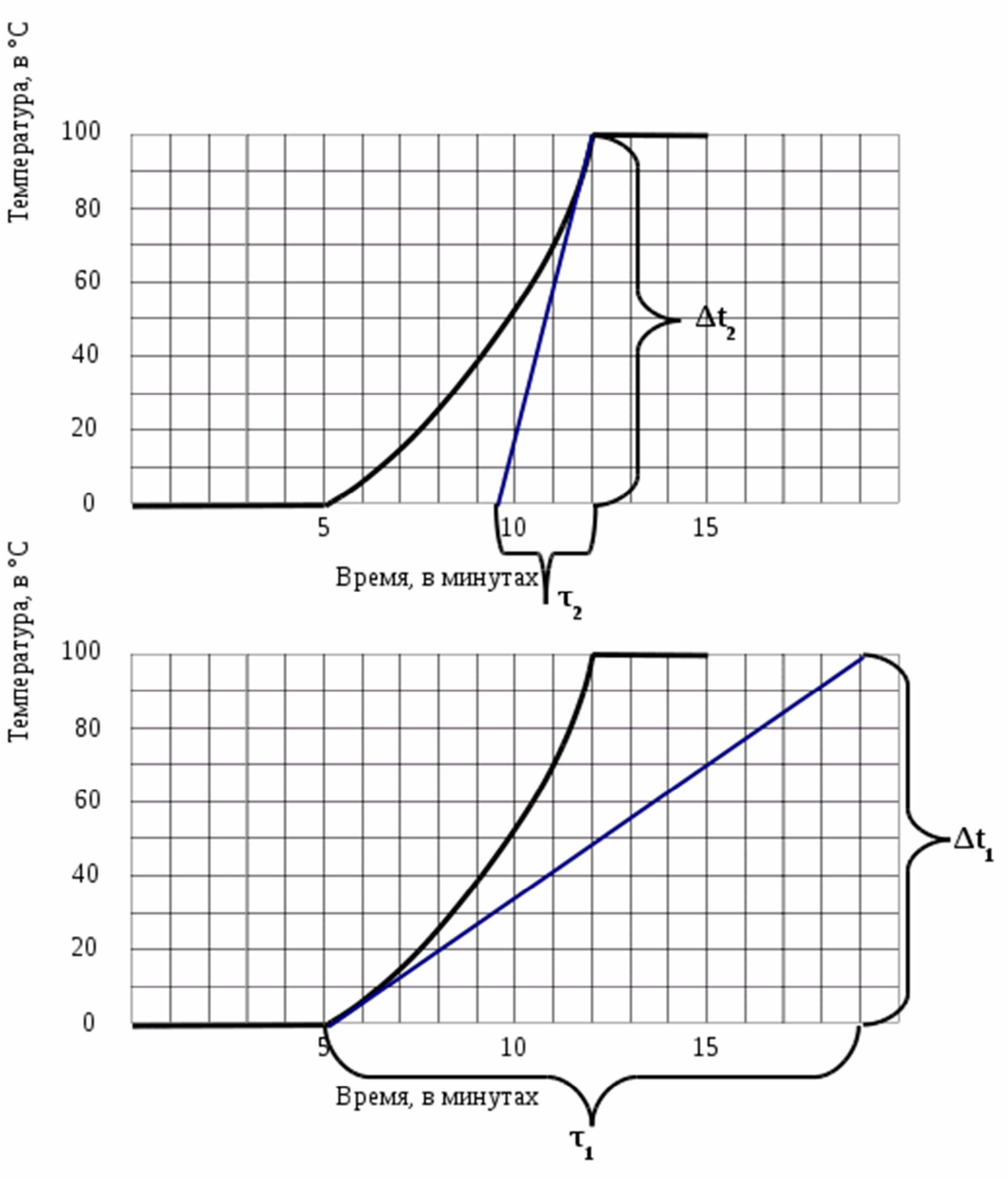
Теплообмена с окружающей средой нет, но вода в сосуде с 5-ой по 12-ю минуту нагревается все быстрее и быстрее. Как это можно объяснить? Тем, что вода вытекает, масса воды в сосуде уменьшается, а мощность нагревателя остается прежней! Если бы вода не вытекала, этот участок графика был бы прямолинейным. Проведем касательные к этому участку графика в начале и в конце.

По ним мы сможем рассчитать массу воды в сосуде в эти моменты времени. Поделив разницу найденных масс на время, в течение которого температура воды в калориметре изменялась, найдем расход жидкости.

$$\mathbf{m_{в1} = \frac{P\tau_1}{c\Delta t_1^\circ} = \frac{600\ Вт \cdot 14 \cdot 60\ с}{4200 \frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C} \cdot 100^\circ C} = 1{,}2\ кг}$$

$$\mathbf{m_{в2} = \frac{P\tau_2}{c\Delta t_2^\circ} = \frac{600\ Вт \cdot 2{,}5 \cdot 60\ с}{4200 \frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C} \cdot 100^\circ C} = \frac{3}{14}\ кг \approx 0{,}214\ кг}$$

$$\left|\frac{\Delta m}{\Delta t}\right| = \frac{|m_{в1} - m_{в2}|}{\Delta t} = \frac{|1{,}2\text{ кг} - 0{,}214\text{ кг}|}{7\cdot\text{мин}} = 0{,}141\,\frac{\text{кг}}{\text{мин}}$$



При кипении идет интенсивный процесс парообразования, а значит, масса воды в калориметре уменьшается двумя путями – вытекая через отверстие и превращаясь в пар.

$$m = m_{в2} - \left|\frac{\Delta m}{\Delta t}\right| \cdot \tau_3 - \frac{P\tau_3}{L}$$

Вода в калориметре закончится еще до окончания эксперимента!

Ответ: a) $m_{в1} \approx 1{,}2\text{ кг}$; b) $\left|\frac{\Delta m}{\Delta t}\right| = 0{,}141\,\frac{\text{кг}}{\text{мин}}$; c) **$m_л$=0,529 кг**; d) **m=0**