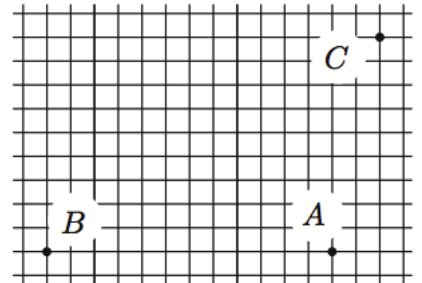


Всероссийская олимпиада школьников по физике

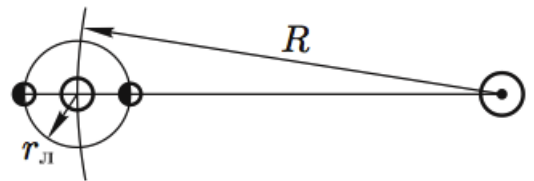
10 класс, финал, 2006/07 год

ЗАДАЧА 1. На горизонтальной плоскости находятся два одинаковых диска с гладкой боковой поверхностью. Первый покоился, а второму сообщили скорость v . Найдите скорости дисков после их упругого соударения, используя рисунок, где отмечены положение центра первого диска до столкновения (A) и положения центров первого и второго дисков в один и тот же момент времени после столкновения (точки B и C соответственно). Трением пренебречь.



$$a_{\frac{a}{b}} = \frac{a}{b} \cdot a_{\frac{a}{b}} = \frac{a}{b}$$

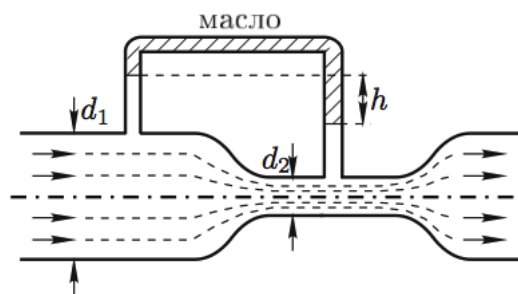
ЗАДАЧА 2. В астрономии за единицу длины принято среднее расстояние R от Земли до Солнца, называемое астрономической единицей (1 а. е.). В геоцентрической системе отсчёта, связанной с Землёй, Луна вращается по круговой орбите радиуса $r_{\text{л}} = 2,57 \cdot 10^{-3}$ а. е.



В гелиоцентрической системе траектория нашего естественного спутника выглядит гораздо более сложно, поскольку Луна вращается вокруг Земли, которая в свою очередь вращается вокруг Солнца (вращение происходит в одну сторону). Вычислите радиусы кривизны $r_{\text{п}}$ и $r_{\text{н}}$ траектории Луны в гелиоцентрической системе отсчёта во время полнолуния и новолуния. Ответ выразите в астрономических единицах. Отметьте качественно положение соответствующих центров кривизны ($O_{\text{п}}$ и $O_{\text{н}}$) на данном рисунке, на котором изображены Солнце и Земля. Отношение массы Земли к массе Солнца $m_{\text{з}}/m_{\text{с}} = 3 \cdot 10^{-6}$.

$$r_{\text{п}} = \frac{R}{\left(1 + \sqrt{\frac{g}{g_0}}\right)^2} \approx \frac{z \frac{g}{g_0} + \frac{z(g+1)}{2}}{\left(\frac{g}{g_0}\right)^2} R = 0,74 \text{ а. е.}; \quad r_{\text{н}} = \frac{R}{\left(1 - \sqrt{\frac{g}{g_0}}\right)^2} \approx \frac{z \frac{g}{g_0} - \frac{z(g-1)}{2}}{\left(\frac{g}{g_0}\right)^2} R = 1,69 \text{ а. е.}$$

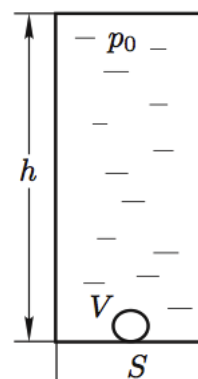
ЗАДАЧА 3. Для измерения скорости потока воды в отопительной системе используется устройство, изображённое на рисунке (так называемый манометр Вентури). Скорость потока измеряется в трубе с диаметром $d_1 = 2$ см; в месте установки манометра труба сужается до диаметра $d_2 = 0,6$ см. В верхней части П-образной манометрической трубки содержится масло с плотностью $\rho_m = 0,82$ г/см³. Вертикальные колена трубки врезаются в широкую и узкую части трубы с текущей водой. Рассматривая воду как идеальную несжимаемую жидкость, определите объём воды, протекающей через трубу в 1 с, если разность уровней воды в вертикальных коленах манометрической трубки $h = 1,2$ см. Плотность воды $\rho = 1$ г/см³.



Примечание. При течении идеальной несжимаемой жидкости по горизонтальной трубе переменного сечения выполнено $p + \rho v^2/2 = \text{const}$ вдоль всей трубы. Здесь p — давление жидкости, ρ — плотность, v — скорость течения.

$$v = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho(1 - \frac{d_2^4}{d_1^4})}}$$

ЗАДАЧА 4. В высоком закрытом вертикально расположенном цилиндрическом сосуде сечением S и высотой h находится вода, занимающая весь объём сосуда, кроме маленького пузырька воздуха объёмом V , образовавшегося у дна (рис.). Давление воды в верхней части сосуда равно атмосферному давлению p_0 . Определите, каким будет давление воды в верхней части сосуда после того, как пузырёк поднимется вверх. Процесс считать изотермическим. Модуль всестороннего сжатия жидкости равен K . Рассмотрите предельные переходы:



- 1) $V \rightarrow 0$,
- 2) $K \rightarrow 0$ (сильно сжимаемая жидкость),
- 3) $K \rightarrow \infty$ (несжимаемая жидкость).

Найдите численное решение задачи для случая $h = 3$ м, $S = 10$ см², $V = 0,2$ см³, $K = 2 \cdot 10^9$ Па, плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³, $g = 10$ м/с².

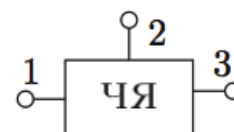
Примечание. Модуль всестороннего сжатия жидкости K определяется соотношением

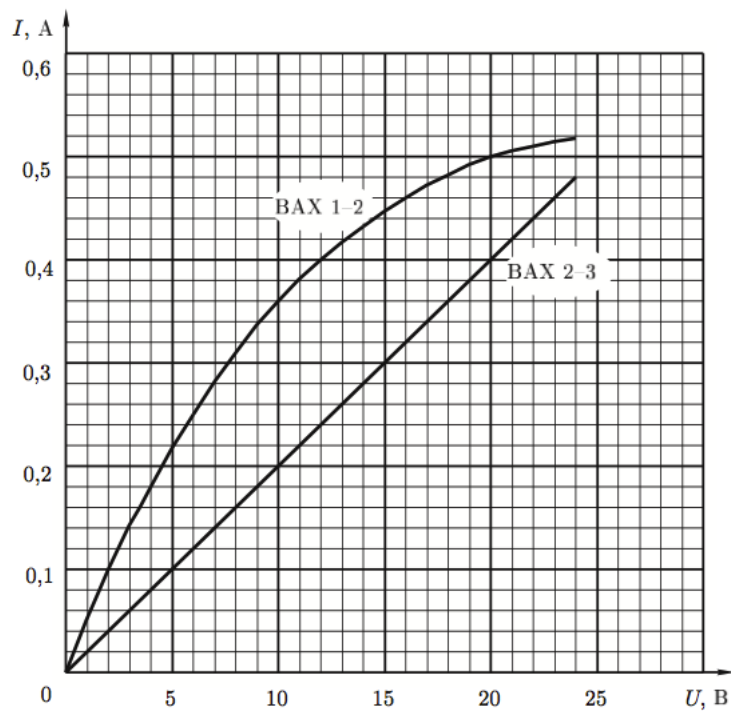
$$\Delta p = -K \frac{\Delta V_{жк}}{V_{жк}}$$

где Δp — изменение давления, $|\Delta V_{жк}/V_{жк}| = \varepsilon$ — относительное изменение объёма жидкости.

$$K = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_{T, n}$$

ЗАДАЧА 5. Школьнику Васе Незнайкину на олимпиаде по физике предложили разгадать схему «чёрного ящика» с тремя выводами (рис.), в котором по условию задачи находились два резистора и нелинейный элемент (автомобильная лампочка, рассчитанная на номинальное напряжение $U_N = 12$ В и мощность $P_N = 6$ Вт). Были приведены две вольт-амперные характеристики (рис. ниже), снятые между выводами 1–2 (ВАХ 1–2) и выводами 2 и 3 (ВАХ 2–3).





Нужно было:

- 1) Проанализировать возможные схемы включения элементов «чёрного ящика», совместимые с условием задачи.
- 2) Выбрать одну из возможных схем и определить для этой схемы сопротивления резисторов.
- 3) Построить вольт-амперную характеристику нелинейного элемента.
- 4) Построить вольт-амперную характеристику, снятую между выводами 1 и 3 (BAX 1-3).

Помогите Васе!

Примечание. Необходимые построения следует выполнять непосредственно на рисунке.

Возможны две эквивалентных схемы, одна из которых — звезда с резисторами 16 и 34 Ом