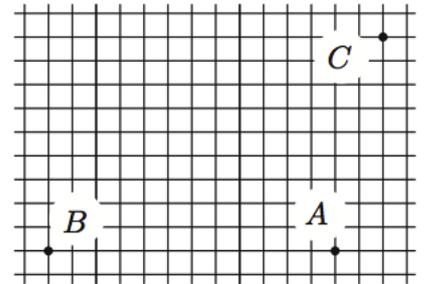


# Всероссийская олимпиада школьников по физике

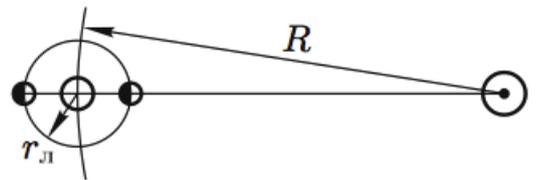
10 класс, заключительный этап, 2006/07 год

**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.



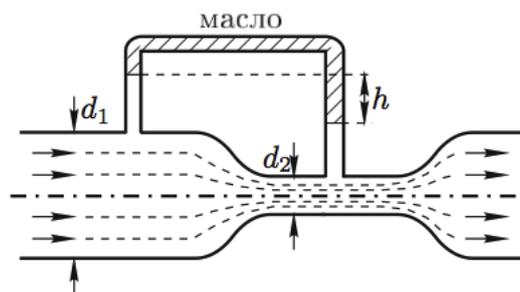
$$a_{\frac{a}{b}} = \frac{a}{b} \cdot a_{\frac{a}{b}} = \frac{a}{b}$$

**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  $m_{\text{з}}/m_{\text{с}} = 3 \cdot 10^{-6}$ .



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

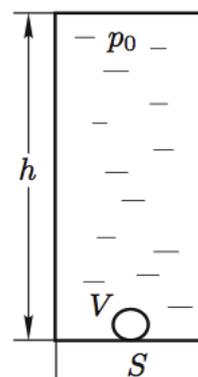
**ЗАДАЧА 3.** Для измерения скорости потока воды в отопительной системе используется устройство, изображённое на рисунке (так называемый манометр Вентури). Скорость потока измеряется в трубе с диаметром  $d_1 = 2$  см; в месте установки манометра труба сужается до диаметра  $d_2 = 0,6$  см. В верхней части П-образной манометрической трубки содержится масло с плотностью  $\rho_m = 0,82$  г/см<sup>3</sup>. 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/см<sup>3</sup>.



*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,  $\rho$  — 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,  $S = 10$  см<sup>2</sup>,  $V = 0,2$  см<sup>3</sup>,  $K = 2 \cdot 10^9$  Па, плотность воды  $\rho = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

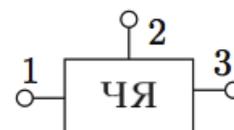
*Примечание.* Модуль всестороннего сжатия жидкости  $K$  определяется соотношением

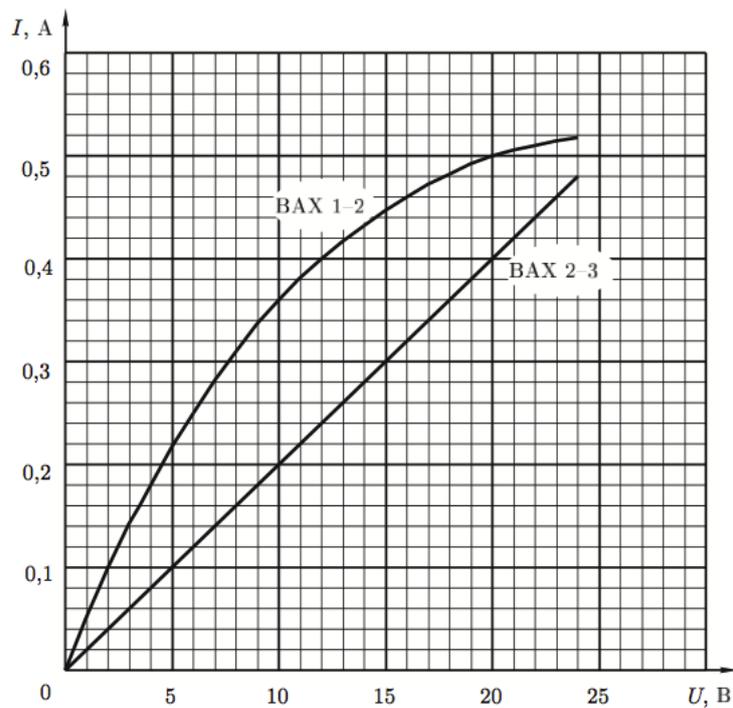
$$\Delta p = -K \frac{\Delta V_{жк}}{V_{жк}}$$

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

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

**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