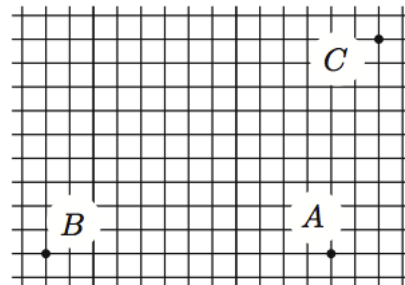


# Всероссийская олимпиада школьников по физике

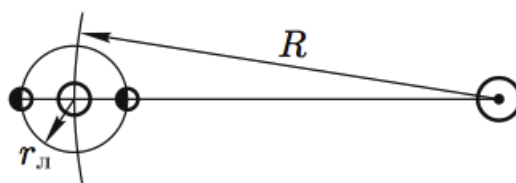
10 класс, финал, 2006/07 год

**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.



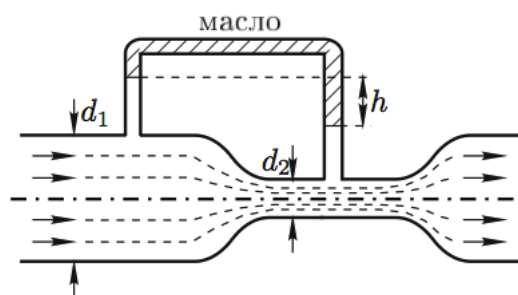
$$a_{\frac{g}{g}} = \tau a \quad a_{\frac{g}{v}} = \tau a$$

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



$$r_{\text{П}} \approx 0,73 \text{ а. е.} \quad r_{\text{Н}} \approx 1,70 \text{ а. е.}$$

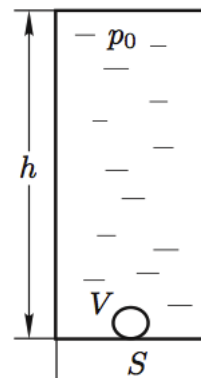
**ЗАДАЧА 3.** Для измерения скорости потока воды в отопительной системе используется устройство, изображённое на рисунке (так называемый манометр Вентури). Скорость потока измеряется в трубе с диаметром  $d_1 = 2$  см; в месте установки манометра труба сужается до диаметра  $d_2 = 0,6$  см. В верхней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

$$v/\text{г}^{\text{м}^3} \text{ с}^{-1} \approx \frac{(\frac{2}{3}p - \frac{1}{2}\rho)g}{H\delta(\frac{2}{3}\rho - \frac{1}{2}\rho)g} \sqrt{\frac{2}{3}\rho \frac{1}{2}p \frac{v}{\rho}} = \tau \Lambda$$

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>.

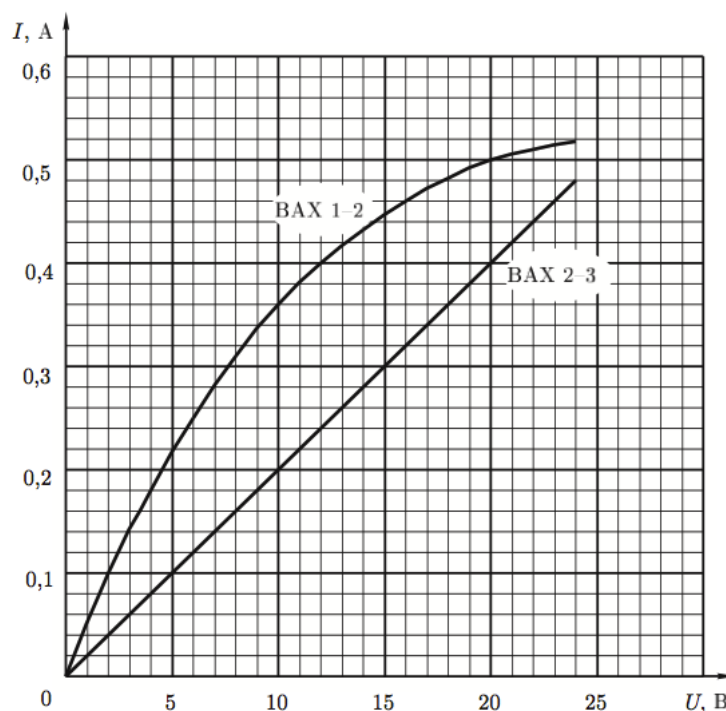
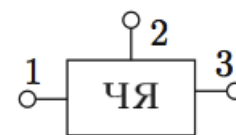
*Примечание.* Модуль всестороннего сжатия жидкости  $K$  определяется соотношением

$$\Delta p = -K \frac{\Delta V_{\text{ж}}}{V_{\text{ж}}},$$

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

$$\varepsilon_{\text{ж}} \Delta p = d : \text{убд} + \text{од} \leftarrow d \left( \varepsilon : \text{од} \leftarrow d \left( \varepsilon : \text{од} \leftarrow d \left( \left( \frac{S}{\lambda \mu^6 \sigma^4} + \frac{\gamma S}{\lambda \mu} + \text{од} \right) \wedge + \frac{\gamma S}{\lambda \mu} - \text{од} \right) \frac{\varepsilon}{\Gamma} = d \right.$$

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 (ВАХ 1–3).

Помогите Вам!

*Примечание.* Необходимые построения следует выполнять непосредственно на рисунке.

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