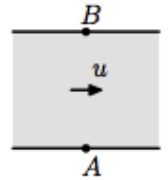


# Московская олимпиада школьников по физике

11 класс, нулевой тур, 2014/15 год

## Заочное задание 2

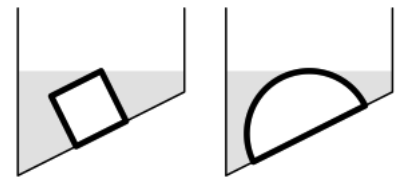
ЗАДАЧА 1. Школьник Вася, находящийся в точке  $A$ , собирается переплыть на противоположный берег реки и оказаться как можно ближе к точке  $B$ , расположенной точно напротив точки  $A$ . Ширина реки равна  $L$ , скорость течения реки равна  $u$ , скорость Васи в стоячей воде равна  $v$ . Определите, на каком минимальном расстоянии от точки  $B$  может оказаться Вася после переправы. Объясните Ваш ответ. Изобразите на рисунке векторы скорости течения реки, скорости Васи в стоячей воде и скорости Васи относительно берега при оптимальном способе переправы. Решите задачу в общем случае и в частных случаях



- (а)  $u = 0,8$  м/с,  $v = 1$  м/с,  $L = 100$  м;  
 (б)  $u = 1$  м/с,  $v = 0,8$  м/с,  $L = 100$  м.

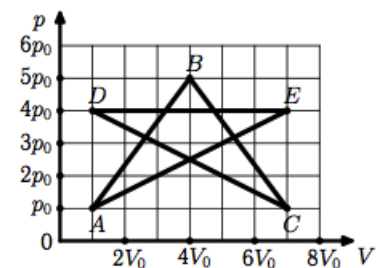
$$n \leq L = x \text{ (г) } \text{ '0} = x \text{ (в) } \text{ :n} > a \text{ или } \frac{a}{z^a - z^n} \wedge T = x \text{ и } n \leq a \text{ или } 0 = x$$

ЗАДАЧА 2. Школьница Ирина проводит опыты с сосудами с наклонным дном. На дне первого сосуда — кубик, на дне второго сосуда — полусфера. Уровень воды в каждом сосуде точно совпадает с положением наивысшей точки кубика или полусферы. Оказалось, что сила давления, действующая со стороны воды как на кубик, так и на полусферу (без учёта атмосферного давления), направлена горизонтально. Под каким углом к горизонту наклонено дно первого сосуда? Второго сосуда? Вода под кубик и полусферу не подтекает.



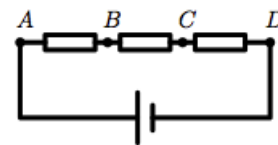
$$\frac{3}{2} \text{ сосуда; } \frac{2}{1} \text{ ; arcsos}$$

ЗАДАЧА 3. Над идеальным газом совершают циклический процесс, который на  $pV$ -диаграмме изображается в виде звезды, соединяющей точки  $A(p_0; V_0)$ ,  $B(5p_0; 4V_0)$ ,  $C(p_0; 7V_0)$ ,  $D(4p_0; V_0)$ ,  $E(4p_0; 7V_0)$  и  $A(p_0; V_0)$ . Как выразить работу  $A$ , совершённую газом за цикл, через площади образовавшихся на рисунке треугольников и пятиугольника? Выразите эту работу через параметры  $p_0$  и  $V_0$ . Рассчитайте численное значение работы, если минимальная температура газа равна  $T_0 = 100$  К, а количество вещества составляет  $\nu = 1$  моль. Универсальная газовая постоянная  $R = 8,3$  Дж/(моль · К).



$$\text{Работа равна сумме площадей треугольников и пятиугольника; } A = 12p_0V_0 = 12\nu RT_0 = 10 \text{ кДж}$$

ЗАДАЧА 4. Школьник Станислав проводит опыты с электрической цепью, состоящей из трёх одинаковых резисторов и батарейки. Подключив вольтметр к клеммам  $A$  и  $B$ , Станислав записал показания прибора  $U_{AB} = 4$  В. Станислав был уверен, что показание вольтметра при подключении к клеммам  $A$  и  $C$  составит 8 В, а при подключении к клеммам  $A$  и  $D$  будет равно 12 В. Действительно, одно из показаний прибора совпало с предсказаниями Станислава:  $U_{AD} = 12$  В. Однако второе показание оказалось неожиданным:  $U_{AC} = 7$  В. Как мог рассуждать Станислав? Почему одно из показаний прибора было предсказано неправильно? Какую информацию о характеристиках приборов можно получить на основе проведённых измерений? Считайте, что сила тока через вольтметр пропорциональна напряжению на нём.



Станислав считал батарейку и вольтметр идеальными;  $\mathcal{E} = 28$  В;  $r = R$ ;  $r = R$

ЗАДАЧА 5. Протон (заряд  $+e$ , масса  $m$ ) движется в электромагнитном поле по окружности радиуса  $R$ . В каждой точке траектории электрическое поле направлено к центру окружности и равно  $E$ . Индукция магнитного поля направлена перпендикулярно плоскости окружности и равна  $B$ . При каких условиях на параметры задачи протон движется со скоростью, много меньшей скорости света? Какой может быть кинетическая энергия протона? Решите задачу в общем случае и получите численный ответ в двух частных случаях:

- (а)  $R = 1$  м,  $E = 1$  кВ/м,  $B = 0$ ;
- (б)  $R = 1$  м,  $E = 1$  кВ/м,  $B = 0,1$  Тл.

Ответ представьте в электронвольтах (1 эВ — энергия, получаемая протоном при прохождении разности потенциалов 1 В). Элементарный заряд составляет  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, масса протона  $m = 1,7 \cdot 10^{-27}$  кг, скорость света  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

$eBR \ll mc$ ;  $eER \ll mc^2$ ;  $K = \frac{1}{2}eER \left( 1 + \alpha \pm \sqrt{\alpha^2 + 2\alpha} \right)$ , где  $\alpha = \frac{eBR}{2mE}$ ; (а)  $K = 470$  кэВ или  $K = 0,53$  эВ