

**Первый (отборочный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по образовательному предмету
«Физика», осень 2016 г.**

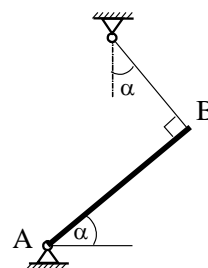
Вариант № 11

ЗАДАЧА 1.

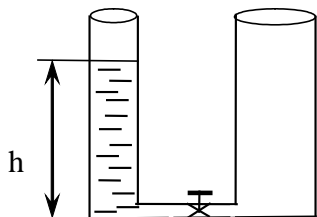
Тело массы $m = 1$ кг движется по оси x по закону $x = 10 - 8t + 2t^2$ м. Определите величину импульса тела в момент времени $t = 3$ с.

ЗАДАЧА 2.

Однородный стержень массы m закреплён в точке A с помощью шарнира и удерживается за второй конец стержня под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту с помощью невесомой нерастяжимой нити, расположенной под таким же углом α к вертикали, как показано на рисунке. Найдите силу натяжения нити.



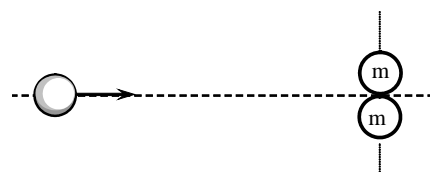
ЗАДАЧА 3.



Два цилиндрических сосуда, имеющих площади оснований S и $3S$, соединены снизу тонкой трубкой с краном. Первоначально сосуд с площадью сечения S заполнен до высоты h жидкостью, масса которой равна m . Какое количество тепла выделится после открытия крана и перехода системы в положение равновесия?

ЗАДАЧА 4.

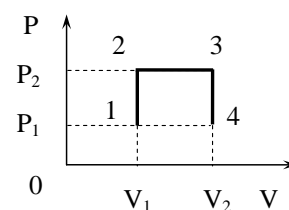
Два одинаковых шара массы m каждый лежат на абсолютно гладкой горизонтальной плоскости, соприкасаясь друг с другом. Третий шар, таких же размеров, скользящий по той же плоскости, ударяется одновременно в оба шара. Считая удар абсолютно упругим, найдите массу M налетающего шара, если после удара он отскакивает назад со скоростью, равной четверти скорости этого шара до удара.



ЗАДАЧА 5.

Находящаяся в стакане вода массой 200 г полностью испарилась за 20 суток. Сколько в среднем молекул воды вылетало с её поверхности за 1 секунду?

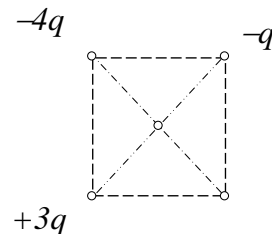
ЗАДАЧА 6.



Найдите количество теплоты, которое сообщено идеальному одноатомному газу в процессе 1–2–3–4, если $V_1 = 3$ л, $V_2 = 4$ л,
 $P_1 = 6 \cdot 10^5$ Па, $P_2 = 10^6$ Па.

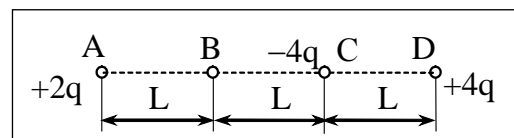
ЗАДАЧА 7.

В трёх вершинах квадрата расположены точечные заряды $+3q$, $-4q$, $-q$. Какой заряд нужно поместить в четвертую вершину квадрата, чтобы потенциал электрического поля ϕ в центре квадрата был равен нулю?



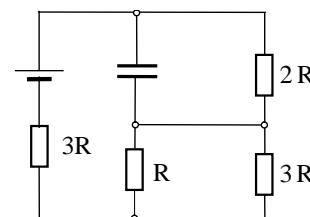
ЗАДАЧА 8.

В точках А, С, D расположены неподвижные точечные заряды $+2q$, $-4q$, $+4q$, как показано на рисунке. Определите работу сил поля при перемещении заряда $+q$ из бесконечности, где потенциал электрического поля принимается равным нулю, в точку В.



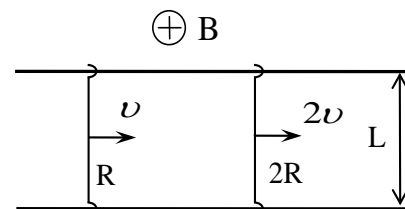
ЗАДАЧА 9.

В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, установившееся напряжение на конденсаторе $U = 8$ В. Считая параметры элементов схемы известными, определите величину ЭДС источника тока. Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь



ЗАДАЧА 10.

Два параллельных идеально проводящих рельса расположены на расстоянии L друг от друга в плоскости, перпендикулярной однородному магнитному полю индукции B . По рельсам в одну сторону скользят две перемычки, скорости которых v и $2v$. Сопротивления перемычек R и $2R$. Найдите величину индукционного тока в перемычках.



Решение варианта №11

ЗАДАЧА 1. (8 баллов)

Ответ: $x = 10 - 8t + 2t^2$ м. $p = mv = mx' = m(4t - 8)$. При $t = 3$ с. $p = 1 \cdot (4 \cdot 3 - 8) = 4$ кг·м/с.

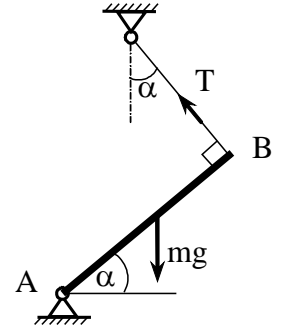
ЗАДАЧА 2. (8 баллов)

Ответ: $T = \frac{mg}{4}$.

Условие равновесия стержня:

$$mg \frac{L}{2} \cos \alpha = TL, \quad \text{где } L - \text{длина стержня.}$$

Откуда $T = \frac{mg \cos \alpha}{2}$. При $\alpha = 60^\circ$ $T = \frac{mg \cos 60^\circ}{2} = \frac{mg}{4}$.

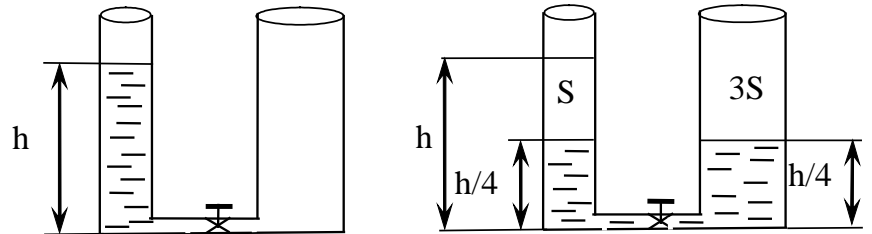


ЗАДАЧА 3. (10 баллов)

Ответ: $Q = \frac{3}{8} mgh$.

Теплота Q равна убыли потенциальной энергии системы $Q = W_1 - W_2$.

После открытия крана высота жидкости в обоих



коленах будет одинаковой и равной $h_1 = \frac{h}{4}$, так как $Sh = Sh_1 + 3Sh_1$.

Тогда $W_1 = \frac{mgh}{2}$, $W_2 = \frac{mgh}{8}$, $Q = \frac{3}{8} mgh$.

ЗАДАЧА 4. (10 баллов)

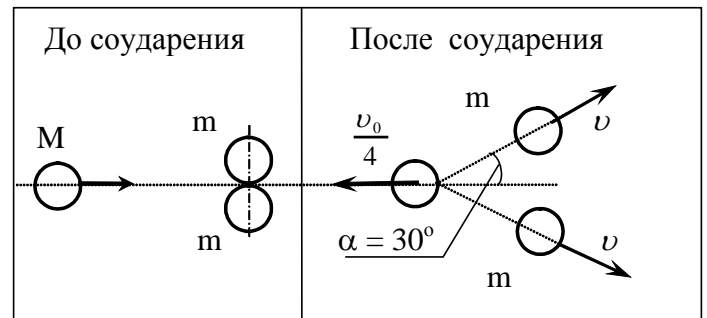
Ответ: $M = \frac{9}{10} m$.

Исходя из закона сохранения кинетической энергии

$$\frac{Mv_0^2}{2} = \frac{M}{2} \left(\frac{v_0}{4} \right)^2 + 2 \frac{m}{2} v^2 \quad (1)$$

По закону сохранения импульса,

$$Mv_0 = -M \frac{v_0}{4} + 2mv \cdot \cos 30^\circ \quad (2)$$



Решая совместно уравнения (1) и (2): находим, $M = \frac{9}{10} m$.

ЗАДАЧА 5. (10 баллов)

Ответ: $v = 3,9 \cdot 10^{18} \frac{1}{c}$.

Число молекул в стакане воды $N = \frac{m}{\mu} \cdot N_A$.

Скорость испарения молекул

$$v = \frac{N}{\Delta t} = \frac{m}{\mu \cdot \Delta t} \cdot N_A = \frac{0,2}{0,018 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 20} \cdot 6 \cdot 10^{23} = \frac{1,2}{1,8 \cdot 10^{-2} \cdot 3,6 \cdot 10^3 \cdot 2,4 \cdot 2 \cdot 10^2} \approx 3,9 \cdot 10^{18} \frac{1}{c}$$

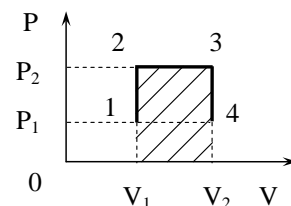
З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $Q = \left(\frac{3}{2} p_1 + p_2\right)(V_2 - V_1) = 1,9 \text{ кДж}$.

В соответствии с первым законом термодинамики

$$Q = \Delta U_{41} + A. \quad A = p_2(V_2 - V_1); \quad \Delta U_{41} = \frac{3}{2} p_1 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1;$$

$$Q = \left(\frac{3}{2} p_1 + p_2\right)(V_2 - V_1);$$

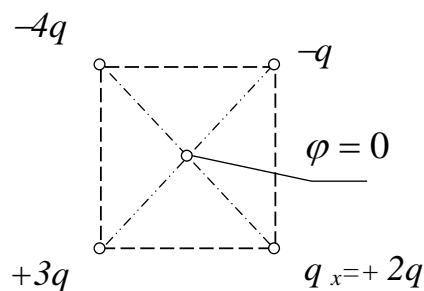


Подставив числовые значения, получим $Q = 1,9 \text{ кДж}$.

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

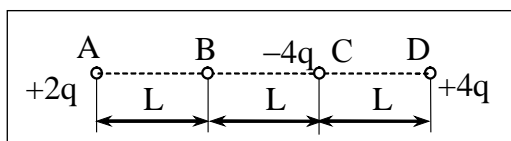
Ответ: $+2q$.

$$q_x = +2q$$



З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $A = 0$.



$A = q(\varphi_\infty - \varphi_B)$. Используя принцип суперпозиции, найдём потенциал в точке B

$$\varphi_B = k \frac{2q}{L} - k \frac{4q}{L} + k \frac{4q}{2L} = 0. \text{ Тогда } A = 0.$$

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

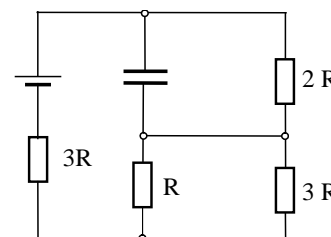
Ответ: $E = 23 \text{ В}$

1) Полное сопротивление цепи

$$R_\Sigma = 3R + 2R + \frac{3}{4}R = \frac{23}{4}R$$

2) Ток в источнике ЭДС равен току в сопротивлении, подключенном параллельно конденсатору

$$\frac{E}{R_\Sigma} = \frac{U}{2R}, \text{ откуда } E = \frac{U \cdot R_\Sigma}{2R} = \frac{23}{2 \cdot 4} U = \frac{23}{8} 8 = 23 \text{ В}.$$



ЗАДАЧА 10. (12 баллов)

Ответ:
$$I = \frac{E_1 - E_2}{2R + R} = \frac{2vBL - vBL}{3R} = \frac{vBL}{3R}$$

