

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

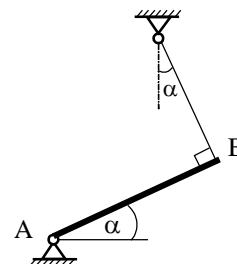
Вариант № 9

ЗАДАЧА 1.

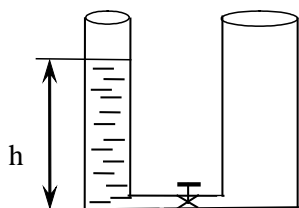
Тело массы $m = 1 \text{ кг}$ движется по оси x по закону $x = 5 + 4t - 2t^2 \text{ м}$. Определите величину импульса тела в момент времени $t = 1 \text{ с}$.

ЗАДАЧА 2.

Однородный стержень массы m закреплён в точке A с помощью шарнира и удерживается за второй конец стержня под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с помощью невесомой нерастяжимой нити, расположенной под таким же углом α к вертикали, как показано на рисунке. Найдите силу натяжения нити.



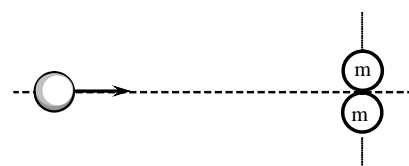
ЗАДАЧА 3.



Два цилиндрических сосуда, имеющих площади оснований S и $2S$, 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.

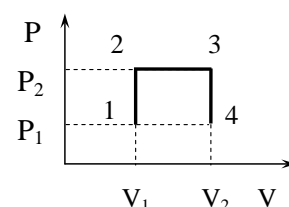
Два одинаковых шара массы m каждый лежат на абсолютно гладкой горизонтальной плоскости, соприкасаясь друг с другом. Третий шар, таких же размеров, скользящий по той же плоскости, ударяется одновременно в оба шара. Считая удар абсолютно упругим, найдите массу M налетающего шара, если после удара он останавливается.



ЗАДАЧА 5.

В озеро, имеющее среднюю глубину $h = 10 \text{ м}$ и площадь поверхности $S = 20 \text{ км}^2$, бросили кристаллик поваренной соли массой $m = 0,01 \text{ г}$. Сколько молекул этой соли оказалось бы в напёрстке воды объёмом $V = 2 \text{ см}^3$, зачерпнутой из озера, если полагать, что соль, растворившись, равномерно распределилась во всём объёме воды?

ЗАДАЧА 6.

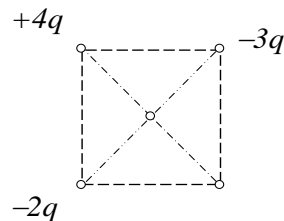


Найдите количество теплоты, которое сообщено идеальному одноатомному газу в процессе 1–2–3–4, если $V_1 = 1$ л, $V_2 = 2$ л,

$$P_1 = 9 \cdot 10^5 \text{ Па}, \quad P_2 = 2 \cdot 10^6 \text{ Па} ?$$

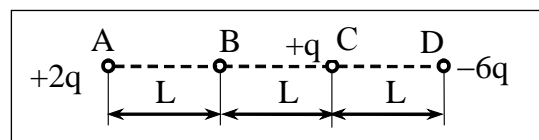
ЗАДАЧА 7.

В трёх вершинах квадрата расположены точечные заряды $-2q$, $+4q$, $-3q$. Определите, какой заряд нужно поместить в четвертую вершину квадрата, чтобы в центре квадрата потенциал электрического поля равнялся нулю.



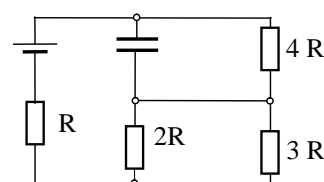
ЗАДАЧА 8.

В точках А, С, D расположены неподвижные точечные заряды $+2q$, $+q$, $-6q$, как показано на рисунке. Определите работу сил поля при перемещении заряда $+q$ из бесконечности, где потенциал электрического поля принимается равным нулю, в точку В.

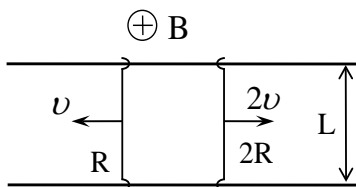


ЗАДАЧА 9.

В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, установившееся напряжение на конденсаторе $U = 20$ 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 противоположные стороны, как показано на рисунке, скользят две

перемычки, скорости которых v и $2v$. Сопротивления перемычек R и $2R$. Найдите величину индукционного тока в перемычках.

Решение варианта №9

ЗАДАЧА 1. (8 баллов)

Ответ: $p = mv = mx' = m(4 - 4t)$. При $t = 1$ с. $p = 1 \cdot (4 - 4 \cdot 1) = 0$

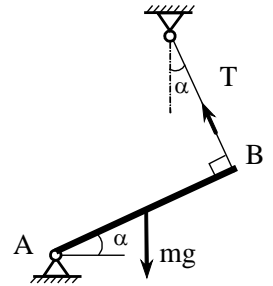
ЗАДАЧА 2. (8 баллов)

Ответ:
$$T = \frac{mg\sqrt{3}}{4}$$

Условие равновесия стержня:

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

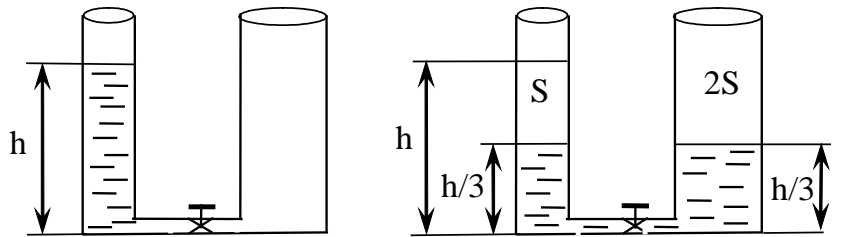
При $\alpha = 30^\circ$ $T = \frac{mg \cos \alpha}{2} = \frac{mg\sqrt{3}}{4}$.



ЗАДАЧА 3. (10 баллов)

Ответ:
$$Q = \frac{mgh}{3}$$

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



После открытия крана высота жидкости в обоих коленах будет одинаковой и равной $h_1 = \frac{h}{3}$, так как $Sh = Sh_1 + 2Sh_1$.

Тогда $W_1 = \frac{mgh}{2}$, $W_2 = \frac{mgh}{6}$, $Q = \frac{mgh}{3}$.

ЗАДАЧА 4. (10 баллов)

Ответ:
$$M = \frac{3}{2}m$$

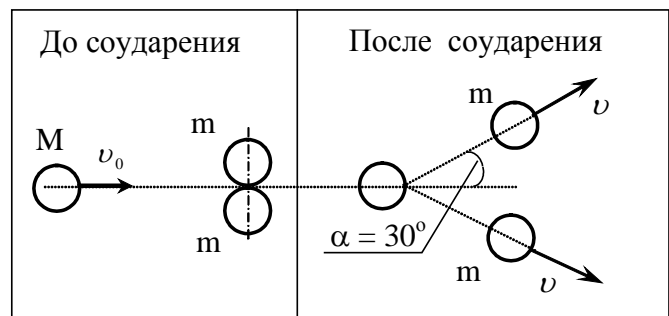
Исходя из закона сохранения механической энергии

$$\frac{Mv_0^2}{2} = 2 \frac{m}{2} v^2 \quad (1),$$

где v_0 - скорость налетающего шара,

и v - скорости первого и второго шаров после удара.

По закону сохранения импульса,



$$Mv_0 = 2mv \cdot \cos 30^\circ \quad (2)$$

Решая совместно уравнения (1) и (2), находим $M = \frac{3}{2}m$.

ЗАДАЧА 5. (10 баллов)

Ответ: $N_1 = 10^6$.

Число молекул в кристаллите соли $N = \frac{m}{\mu} \cdot N_A \quad (1)$.

Объём озера $V = S \cdot h \quad (2)$.

Концентрация молекул соли в воде $n = \frac{N}{V}$; $\mu_{NaCl} = 0,058$.

Число молекул соли в объёме воды в напёрстке

$$N_1 = nV_1 = \frac{1 \cdot 10^{-5} \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0,058 \cdot 2 \cdot 10^8} \approx 10^6.$$

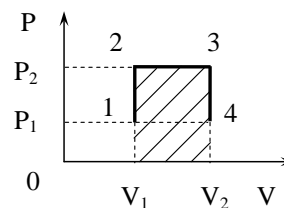
ЗАДАЧА 6. (10 баллов)

Ответ: $Q = \left(\frac{3}{2}p_1 + p_2\right)(V_2 - V_1) = 3,35 \text{ кДж}$

В соответствии с первым законом термодинамики

$$Q = \Delta U_{41} + A. \quad A = p_2(V_2 - V_1); \quad \Delta U_{41} = \frac{3}{2}p_1V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1$$

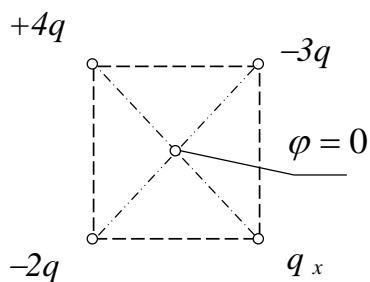
$$Q = \left(\frac{3}{2}p_1 + p_2\right)(V_2 - V_1); \quad Q = 3,35 \text{ кДж}.$$



ЗАДАЧА 7. (10 баллов)

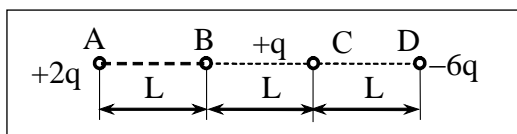
Ответ: $+q$.

$$q_x = +q$$



ЗАДАЧА 8. (10 баллов)

Ответ: $A = 0$



$$A = q(\varphi_{\infty} - \varphi_B).$$

Используя принцип суперпозиции, найдём

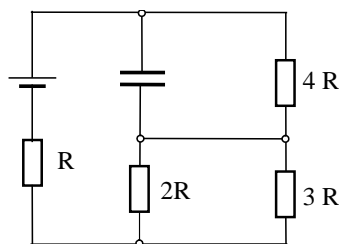
$$\varphi_B = k \frac{2q}{L} + k \frac{q}{L} - k \frac{6q}{2L} = 0, \text{ тогда } A = 0.$$

ЗАДАЧА 9. (12 баллов)

Ответ: $E = 31 B$.

1) Полное сопротивление цепи

$$R_{\Sigma} = R + 4R + \frac{6}{5}R = \frac{31}{5}R$$



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

$$\frac{E}{R_{\Sigma}} = \frac{U}{4R}, \text{ откуда } E = \frac{U \cdot R_{\Sigma}}{4R} = \frac{31}{4 \cdot 5}U = \frac{31}{20}20 = 31B.$$

ЗАДАЧА 10. (12 баллов)

Ответ: $I = \frac{E_1 + E_2}{R + 2R} = \frac{\nu BL + 2\nu BL}{3R} = \frac{\nu BL}{R}$.

