

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

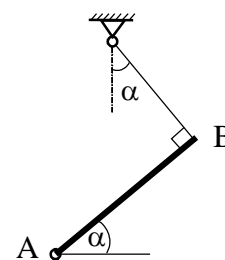
Вариант № 1

ЗАДАЧА 1.

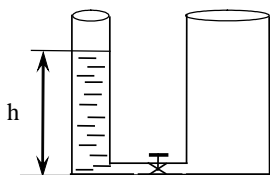
Тело массы $m = 1$ кг движется по оси x по закону $x = 10 + 8t - 2t^2$ м. Определите величину импульса тела в момент времени $t = 1$ с.

ЗАДАЧА 2.

Однородный стержень массы m закреплён в точке A с помощью шарнира и удерживается за второй конец стержня под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту с помощью невесомой нерастяжимой нити, расположенной под таким же углом α к вертикали, как показано на рисунке. Найдите силу натяжения нити.



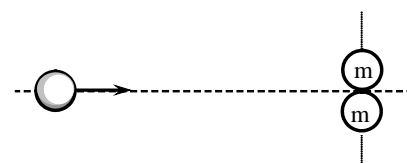
ЗАДАЧА 3



Два цилиндрических сосуда, имеющих площади оснований S и $4S$, 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.

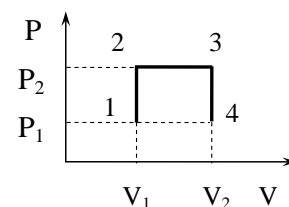
Два одинаковых шара массы m каждый лежат на абсолютно гладкой горизонтальной плоскости, соприкасаясь друг с другом. Третий шар, таких же размеров, скользящий по той же плоскости, ударяется одновременно в оба шара. Считая удар абсолютно упругим, найдите массу M налетающего шара, если после удара он отскакивает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



ЗАДАЧА 5.

В озеро, имеющее среднюю глубину $h = 10$ м и площадь поверхности $S = 20$ км², бросили кристаллик поваренной соли массой $m = 0,01$ г. Сколько молекул этой соли оказалось бы в бутылке воды объёмом 1 литр, зачерпнутой из озера, если полагать, что соль, растворившись, равномерно распределилась во всём объёме воды?

ЗАДАЧА 6.

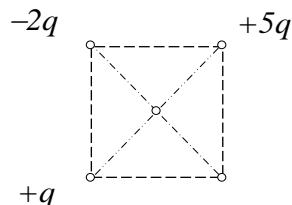


Найдите количество теплоты, которое сообщено идеальному одноатомному газу в процессе 1–2–3–4, если $V_1 = 2$ л, $V_2 = 3$ л,

$$P_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}, \quad P_2 = 7 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

ЗАДАЧА 7.

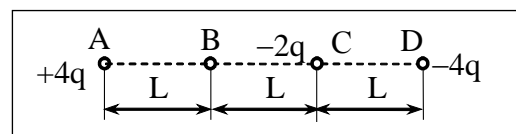
В трёх вершинах квадрата расположены точечные заряды $+q$, $-2q$, $+5q$. Какой заряд нужно поместить в четвертую вершину квадрата, чтобы потенциал электрического поля ϕ в центре квадрата был равен нулю?



ЗАДАЧА 8.

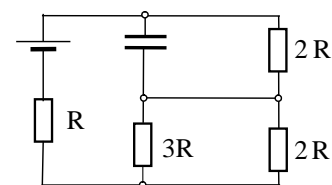
В точках А, С, D расположены неподвижные точечные заряды $+4q$, $-2q$, $-4q$, как показано на рисунке.

Определите работу сил поля при перемещении заряда $+q$ из бесконечности, где потенциал электрического поля принимается равным нулю, в точку В.



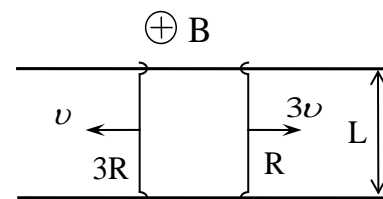
ЗАДАЧА 9.

В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, установившееся напряжение на конденсаторе $U = 20$ 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 $3v$. Сопротивления перемычек $3R$ и R . Найдите величину индукционного тока в перемычках.



Решение варианта №10

ЗАДАЧА 1. (8 баллов)

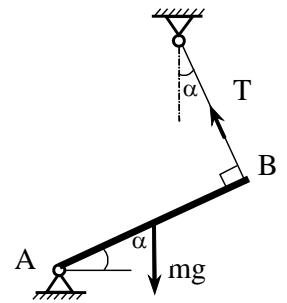
Ответ: $x = 10 + 8t - 2t^2$ м. $p = mv = mx' = m(8 - 4t)$. При $t = 1$ с. $p = 1 \cdot (8 - 4 \cdot 1) = 4$ кг·м/с

ЗАДАЧА 2. (8 баллов)

Ответ: $T = \frac{mg\sqrt{2}}{4}$

Условие равновесия стержня: $mg \frac{L}{2} \cos \alpha = TL$, где L – длина

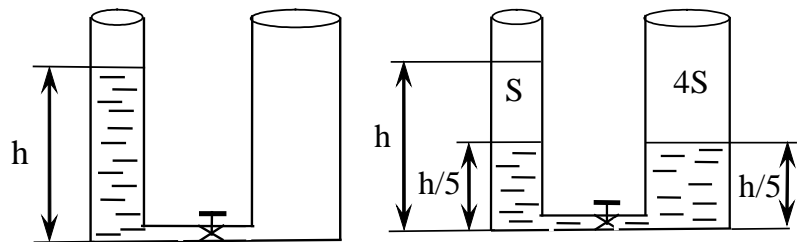
стержня. Откуда $T = \frac{mg \cos \alpha}{2}$. При $\alpha = 45^\circ$ $T = \frac{mg \cos \alpha}{2} = \frac{mg\sqrt{2}}{4}$.



ЗАДАЧА 3. (10 баллов)

Ответ: $Q = \frac{2}{5} mgh$.

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



После открытия крана высота жидкости в обоих коленах будет одинаковой и равной

$h_1 = \frac{h}{5}$, так как $Sh = Sh_1 + 4Sh_1$.

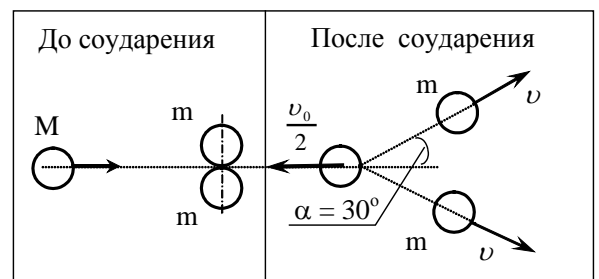
Тогда $W_1 = \frac{mgh}{2}$, $W_2 = \frac{mgh}{10}$, $Q = \frac{mgh}{2} - \frac{mgh}{10} = \frac{2}{5} mgh$.

ЗАДАЧА 4. (10 баллов)

Ответ: $M = \frac{1}{2} m$.

Исходя из закона сохранения механической энергии

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



По закону сохранения импульса,

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

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

ЗАДАЧА 5. (10 баллов)

Ответ: $N_1 = 5 \cdot 10^8$.

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

Объём воды в озере $V = S \cdot h \quad (2)$.

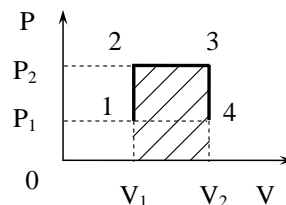
Концентрация молекул соли в воде озера $n = \frac{N}{V}$; $\mu_{NaCl} = 0,058 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$.

Число молекул соли в объёме V_1 воды в бутылке

$$N_1 = nV_1 = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{N_A}{V} \cdot V_1 = \frac{1 \cdot 10^{-5} \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0,058 \cdot 2 \cdot 10^8} \approx 5 \cdot 10^8.$$

ЗАДАЧА 6. (10 баллов)

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



В соответствии с первым законом

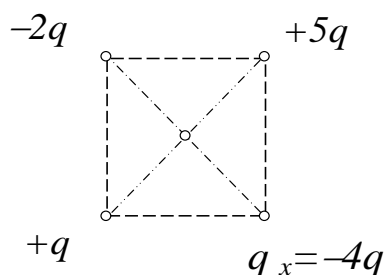
термодинамики $Q = \Delta U_{41} + A$. $A = p_2(V_2 - V_1)$;

$$\Delta U_{41} = \frac{3}{2} p_1 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1; \quad Q = \left(\frac{3}{2} p_1 + p_2 \right) (V_2 - V_1); \quad Q = 1 \text{ кДж}.$$

ЗАДАЧА 7. (10 баллов)

Ответ: $-4q$.

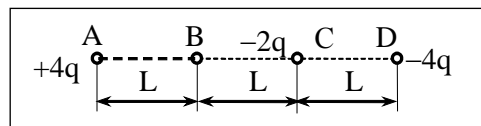
$$q_x = -4q$$



ЗАДАЧА 8. (10 баллов)

Ответ: $A = 0$

$A = q(\varphi_\infty - \varphi_B)$. Используя принцип



суперпозиции, найдём $\varphi_B = k \frac{4q}{L} - k \frac{2q}{L} - k \frac{4q}{2L} = 0$, тогда $A = 0$.

ЗАДАЧА 9. (12 баллов)

Ответ: $E = 42 B$

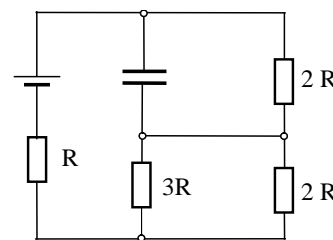
1) Полное сопротивление цепи

$$R_\Sigma = R + 2R + \frac{6}{5}R = \frac{21}{5}R$$

2) Ток в источнике ЭДС равен току в сопротивлении,

подключенном параллельно конденсатору

$$\frac{E}{R_\Sigma} = \frac{U}{2R}, \text{ откуда } E = \frac{U \cdot R_\Sigma}{2R} = \frac{21}{2 \cdot 5} U = \frac{21}{10} 20 = 42 B.$$



ЗАДАЧА 10. (12 баллов)

Ответ: $I = \frac{E_1 + E_2}{3R + R} = \frac{\nu BL + 3\nu BL}{4R} = \frac{\nu BL}{R}$.

