

**20 октября 2024 года. 9 класс, второй отборочный тур олимпиады
Физтех 2025**

Решение задачи 1

Средняя скорость при движении по реке

$$\langle V \rangle = \frac{2L}{\frac{L}{V} + \frac{L}{V + \Delta V}} = \frac{V + \Delta V}{V + \frac{\Delta V}{2}} V.$$

Искомое время

$$T = \frac{S}{m \langle V \rangle} = \frac{1}{m} \frac{V + \frac{\Delta V}{2}}{V + \Delta V} \frac{S}{V}.$$

Решение задачи 2

В поступательно движущейся системе отсчета, связанной с самолетом, концевая точка винта движется со скоростью $U = 2\pi nR = \pi nD$. По закону сложения скоростей находим скорость этой точки в лабораторной системе отсчета

$$\vec{V}_K = \vec{V} + \vec{U}, \quad V_K = \sqrt{V^2 + U^2} = \sqrt{V^2 + (\pi nD)^2}.$$

Искомый путь

$$S = V_K \cdot T = \sqrt{V^2 + (\pi nD)^2} \cdot T.$$

Решение задачи 3

По условию $\frac{X}{100\%} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \alpha$, далее $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2}$, отсюда,

$V_2 = \frac{1 - \alpha}{\alpha} \frac{\rho_1}{\rho_2} V_1$. Суммарный объем реактивов до смешивания $V_1 + V_2 = \frac{100\%}{Y} V$,

тогда $V_1 \left(1 + \frac{1 - \alpha}{\alpha} \frac{\rho_1}{\rho_2} \right) = \frac{100\%}{Y} V$, окончательно

$$m_1 = \rho_1 V_1 = \frac{1}{1 + \frac{1 - \alpha}{\alpha} \frac{\rho_1}{\rho_2}} \frac{100\%}{Y} \rho_1 V$$

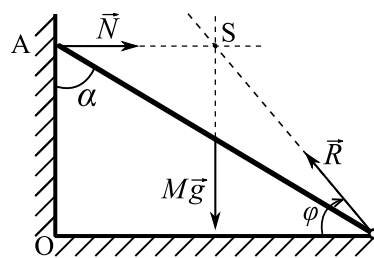
Решение задачи 4

Силы, действующие на стержень, показаны на рисунке к решению. Стержень покоится, тогда из равенства нулю суммы сил следует $N = R \cos \varphi$, $Mg = R \sin \varphi$.

Уравнение моментов относительно оси, проходящей через шарнир перпендикулярно плоскости чертежа,

$$NL \cos \alpha = Mg \frac{L}{2} \sin \alpha, \text{ здесь } L - \text{длина стержня.}$$

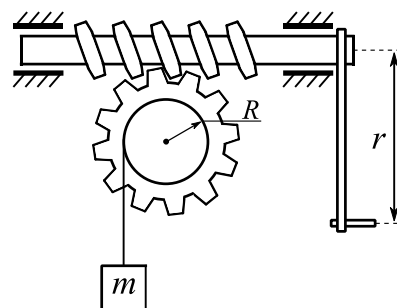
Из приведенных соотношений следует $R = \sqrt{1 + (0,5 \operatorname{tg} \alpha)^2} Mg$.



Решение задачи 5

Обратимся к рисунку: на шестеренке 12 зубьев. Поворот рукоятки на один оборот приводит к подъему груза на $\frac{2\pi R}{12}$. По закону сохранения энергии

$$F 2\pi r = mg \frac{2\pi R}{12}, \text{ отсюда } F = \frac{mg}{12} \frac{r}{R}.$$



Решение задачи 6

По графику мощность тепловых потерь

$$P(t) = 100 + \frac{300 - 100}{400} t = 100 + 0,5t \text{ Вт.}$$

За любой промежуток времени от t до $t + \Delta t$ в окружающую среду уходит количество теплоты $\Delta Q = P \cdot \Delta t$, тогда за время от 0 до t в окружающую среду уходит количество теплоты, численно равное площади под графиком зависимости $P(t)$ за время от 0 до t ,

$$Q(t) = \frac{100 + 100 + 0,5t}{2} t = (100 + 0,25t)t.$$

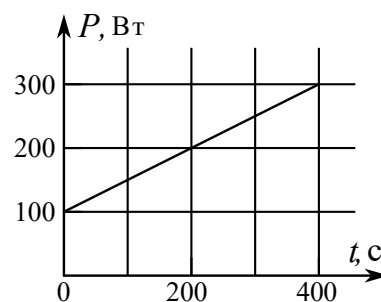
Закон сохранения энергии в тепловых процессах

$$P_{\text{НАГР}} T = C\Delta t + (100 + 0,25T)T.$$

После подстановки численных значений физических величин приходим к квадратному уравнению

$$T^2 - 4(P_{\text{НАГР}} - 100) \cdot T + 4C\Delta t = 0,$$

один из корней которого является ответом на вопрос задачи.



Решение задачи 7

По условию модули зарядов шариков одинаковы и равны

$$|q_1| = |q_2| = \frac{m}{M} N_A e.$$

Сила электрического взаимодействия таких шариков равна силе тяжести куба воды, длина ребра которого L ,

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9}{r^2} \cdot \left(\frac{m}{M} N_A e \right)^2 = \rho L^3 g.$$

Искомая величина
$$L = \sqrt[3]{\frac{F}{\rho g}}.$$

Решение задачи 8

Схема электрической цепи показана на рисунке.

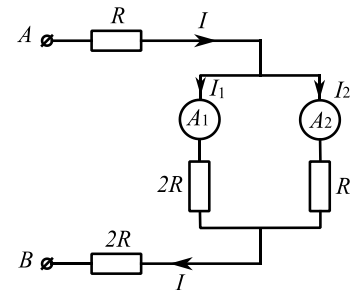
Из равенства напряжений на параллельно соединенных резисторах следует

1) $I_2 = 2I_1.$

В неразветвленной части цепи сила тока

$$I = I_1 + I_2 = 3I_1,$$

в этой части цепи резисторы R и $2R$ можно поменять местами.



Эквивалентное сопротивление цепи

$$R_{\text{ЭКВ}} = R + 2R + \frac{2}{3}R = \frac{11}{3}R.$$

В цепи рассеивается мощность

$$P = I^2 R_{\text{ЭКВ}} = 9I_1^2 \frac{11}{3}R = 33I_1^2 R.$$

Решение задачи 9

Введем обозначения: a – ускорение поезда, T – искомое время. К моменту начала наблюдения поезд движется со скоростью aT . Тогда длину вагона можно представить в следующем виде

$$aTt_1 + 0,5at_1^2 = a(T + t_1)t_2 + 0,5at_2^2.$$

Отсюда

$$T = \frac{t_2^2 + 2t_1t_2 - t_1^2}{2(t_1 - t_2)}.$$

Решение задачи 10

Перемещения мяча за время полета: горизонтальное $L = V_0 \cos \alpha T$, вертикальное $H = 0,5gT^2 - V_0 \sin \alpha T$. Далее $V_0 \cos \alpha = \frac{L}{T}$, $V_0 \sin \alpha = \frac{1}{T}(0,5gT^2 - H)$, отсюда

$$V_0 = \frac{1}{T} \sqrt{(0,5gT^2 - H)^2 + L^2}$$