

Инженерная олимпиада

9 класс, 2024/25 год, отборочный этап

1. На скоростном морском катере установлен электродвигатель, питающийся от аккумуляторных батарей. Двигатель развивает силу тяги $F = 6000$ Н при скорости катера $v = 36$ км/ч. Считая, что КПД двигателя составляет $\eta = 80\%$, а напряжение батареи аккумуляторов — $U = 600$ В, найти ток в обмотке двигателя.

$$\eta = \frac{P_{\text{мех}}}{P_{\text{эл}}} = I$$

2. Наиболее известным оружием времён первой мировой войны был пулемёт «Максим», в котором использовалось водяное охлаждение ствола. Ствол пулемёта помещался в кожух объёмом $V = 4$ л, в который заливалась вода. За какое время непрерывной стрельбы вода в кожухе закипит, если пулемёт совершает $n = 10$ выстрелов в секунду? Масса пороха в патроне $m = 3,1$ г, теплота сгорания пороха $q = 3,8$ МДж/кг. Считать, что на нагревание воды идёт $\eta = 0,2$ энергии, выделившейся при сгорании пороха. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг · °С), температура кипения воды $t_{\text{кип}} = 100$ °С. Начальная температура воды $t_0 = 20$ °С.

$$Q_{\text{отп}} \approx \frac{Q_{\text{сгор}}}{\eta} = \rho V c_{\text{в}} (t_{\text{кип}} - t_0)$$

3. В стакане находится раствор соли с некоторой неизвестной концентрацией C . Из стакана забирают третью часть раствора и выпаривают его до тех пор, пока концентрация соли не повысится в два раза. После этого выпаренный раствор возвращают обратно в стакан. В результате концентрация соли в стакане становится равной $C + 0,1$. Определить исходную концентрацию C соли в стакане. Считать, что в воде может раствориться любое количество соли.

$$C + 0,1 = C$$

4. Коэффициент объёмного теплового расширения воды достаточно сильно зависит от температуры (см. таблицу). Пользуясь данными таблицы, оцените, во сколько раз возрастёт объём воды при её нагревании от 10 °С до температуры кипения 100 °С. *Указание.* Коэффициент объёмного теплового расширения β позволяет находить, как изменяется объём тел при нагревании. Если при некоторой температуре объём тела был равен V , то при увеличении температуры на ΔT объём тела вырастет на величину $\Delta V = V\beta\Delta T$.

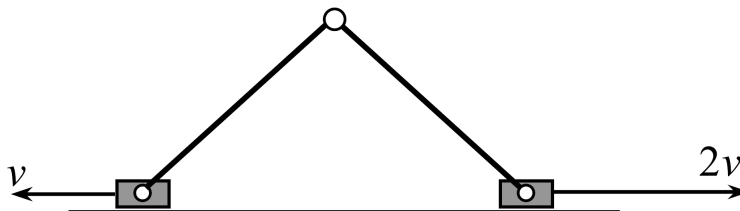
Температура	Коэффициент теплового расширения
10 – 20 °С	$1,5 \cdot 10^{-4}$ 1/°С
20 – 40 °С	$3 \cdot 10^{-4}$ 1/°С
40 – 60 °С	$4,5 \cdot 10^{-4}$ 1/°С
60 – 100 °С	$6 \cdot 10^{-4}$ 1/°С

$$\Delta V \approx (\beta \Delta T + 1) \prod_{i=1}^n V_i = V_n$$

5. На камбузе (кухне) ледокола, совершающего проход по льдам Северного ледовитого океана, кок (повар) готовит обед для команды. Работают батареи отопления. В результате в камбузе установилась температура $t = 16^\circ\text{C}$. Когда кок включил ещё одну плиту для приготовления обеда вахтенным (дежурным), тепловая мощность которой составляет одну четверть от мощности уже работающих источников тепла, в камбузе установилась температура $t_1 = 19^\circ\text{C}$. Какова температура воздуха за бортом ледокола? *Указание.* Отдача тепла от горячего тела холодному пропорциональна разности температур между телами (закон Ньютона-Рихмана).

$$t_0 = t_1 - t_2 = 0$$

6. Два ползуна шарнирно соединены с одинаковыми стержнями длиной ℓ , которые в свою очередь шарнирно соединены между собой (см. рисунок). Ползуны движутся по горизонтальной поверхности в противоположные стороны со скоростями v и $2v$. Найти скорость шарнира, связывающего ползуны, в тот момент, когда углы между стержнями и поверхностью равны 45° . Ползуном называют точечную деталь, которая может перемещаться по некоторой поверхности или направляющей.



$$n = \frac{2}{\sqrt{10}}, \text{ направлена вниз под углом } \beta = \arctg \frac{3}{1} \text{ к вертикали}$$