Решение варианта 1

1. Решение:

Доля энергии η, перешедшей в тепловую, будет равна:

$$\eta = \frac{r_{\text{в}} m_{\text{в}}}{Q},$$

где Q – затраченная энергия (в джоулях), rв – удельная теплота парообразования воды, mв – масса испарившейся воды. Тогда:

$$m_{\text{в}} = \frac{\eta Q}{r_{\text{в}}} = 6{,}67 \text{ г}$$

Ответ: 6,67 г

2. Решение:

При испарении спирта (в отсутствие внешних нагревателей) у смеси будет отобрана тепловая энергия:

$$m_{\text{в}} c_{\text{в}} \Delta t = r_{\text{сп}} m_{\text{сп}}$$

где mв – масса воды в смеси, cв – удельная теплоёмкость воды, $\Delta t = (t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}})$ – изменение температуры воды, rсп – удельная теплота парообразования спирта, mсп – масса спирта в смеси. Тогда:

$$t_{\text{кон}} = \frac{m_{\text{в}} c_{\text{в}} t_{\text{нач}} - r_{\text{сп}} m_{\text{сп}}}{m_{\text{в}} c_{\text{в}}} = t_{\text{нач}} - \frac{r_{\text{сп}} m_{\text{сп}}}{m_{\text{в}} c_{\text{в}}} = 21{,}4\text{°C}$$

Ответ: 21,4°C

3. Решение:

Температура стального куба будет минимальной, когда при полном растапливании льда, находящегося строго под ним, наступит тепловое равновесие при 0°C. В таком случае, уравнение теплового баланса будет выглядеть следующим образом:

$$c_{\text{ст}} m_{\text{к}} \Delta t = \lambda_{л} m_{л},$$

где $c_{\text{ст}}$ – удельная теплоёмкость стали, mк – масса стального куба, $\Delta t = (t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}})$ – изменение его температуры, $\lambda_{л}$ – удельная теплота плавления льда, mл – масса расплавленного льда. С учётом габаритов куба и плотностей материалов:

$$c_{\text{ст}} \rho_{\text{ст}} a^3 \Delta t = \lambda_{л} \rho_{л} a^3$$

$$\Delta t = \frac{\lambda_{л} \rho_{л}}{c_{\text{ст}} \rho_{\text{ст}}} = 76\text{°C} = t_{\text{нач}}, \text{т. к. } t_{\text{кон}} = 0\text{°C}$$

Ответ: 76°C

4. Решение:

Выразим время, в течение которого V = 1 л воздуха взаимодействует с радиатором:

$$\tau = \frac{d}{v},$$

где d – ширина радиатора, а v – скорость потока воздуха. При максимальной тепловой мощности процессора всё выделенное им за время τ количество теплоты Q будет отведено воздухом посредством теплообмена:

$$cm\Delta t = P\tau$$

Тогда (с учётом перевода удельной теплоёмкости c = 1000 Дж/кг·°C):

$$P = \frac{cm\Delta t}{\tau} = \frac{cmv\Delta t}{d} = \frac{c\rho Vv\Delta t}{d} = 200\ \text{Вт}.$$

Ответ: 200 Вт

5. Решение:

Выразим время, в течение которого объём воды V = 1 мл взаимодействует с радиатором в микроканалах:

$$\tau = \frac{l}{v},$$

где l – длина микроканалов, а v – скорость потока воды. При максимальной тепловой мощности вычислителя всё выделенное им за время τ количество теплоты Q будет отведено водой посредством теплообмена:

$$cm\Delta t = P\tau$$

Тогда: $P = \frac{cm\Delta t}{\tau} = \frac{c\rho Vv\Delta t}{l} = 210\ \text{Вт}.$

Ответ: 210 Вт

6. Решение:

В течение одной секунды двигатель пылесоса выделяет тепловую энергию

$$P\tau(1-\eta) = 600\ \text{Вт}\ (\tau = 1\ c),$$

которая отводится от него теплообменом с воздухом объёмом 60 литров.

$$P\tau(1-\eta) = cm\Delta t = c\rho V\Delta t$$

Отсюда выразим Δt:

$$\Delta t = \frac{P\tau(1-\eta)}{c\rho V} = 10\ ^\circ\text{C}$$

Ответ: 10 °C

7. Решение:

Выразим КПД идеального двигателя:

$$\eta_{ид} = \frac{T_н - T_х}{T_н} = \frac{A_{ид}}{Q_з},$$

где Аид – работа, совершаемая идеальным двигателем за один цикл, Qз – затраченная энергия (одинаковая для обоих двигателей).

При этом работа, необходимая для поднятия груза на высоту 3 м:

$$mgh = 4A_{ид}$$

Тогда выражение для работы неидеального двигателя примет вид:

$$A_{неид} = \eta_{неид} Q_з = \eta_{неид} \frac{A_{ид}}{\eta_{ид}} = \frac{\eta_{неид} mgh}{4\eta_{ид}} = 250 \text{ Дж}.$$

Ответ: 250 Дж

8. Решение:

Выразим Qх из КПД идеального теплового двигателя:

$$\eta_1 = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н}; \quad Q_х = Q_н(1 - \eta_1),$$

где Qн – количество теплоты, выделяемое нагревателем. Тогда КПД двигателя после уменьшения Qх в два раза выразится как:

$$\eta_2 = \frac{Q_н - \frac{1}{2}Q_х}{Q_н} = \frac{Q_н - \frac{1}{2}Q_н(1 - \eta_1)}{Q_н} = 0{,}5 + 0{,}5\eta_1$$

Ответ: 1,167

9. Решение:

Сравним силы тяги, развиваемой двигателем, до и после его преобразования с помощью изменения полезной работы (поднятия кабины лифта на одну и ту же высоту), совершаемой двигателем:

$$A_2 = F_2 S; A_1 = F_1 S$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\eta_2 Q_{затр}}{\eta_1 Q_{затр}} = \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{0{,}5 + 0{,}5\eta_1}{\eta_1} = 1{,}167$$

Работа, произведённая двигателями обоих тепловозов, будет равна работе сил сопротивления, которые пропорциональны весу тепловозов (а вес в данном случае будет совпадать по значению с силой тяжести):

$$A_1 = \eta_1 Q_з = F_{сопр} S_1 = \mu P S_2 = \mu m g S_1,$$

$$A_2 = \eta_2 Q_з = F_{сопр} S_2 = \mu P S_2 = \mu m g S_2,$$

где S – путь, пройденный тепловозом, Qз – количество теплоты, выделившееся при сгорании угля. Сравним пройденные тепловозами пути:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{\eta_2 Q_з}{\eta_1 Q_з} = \frac{\frac{T_н - T_х}{T_н}}{\eta_1} = 2$$

Ответ: 2