

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический профиль
Междисциплинарные задачи

10 класс

1 вариант

Задача 1 (20 баллов)

Определите, сколько секунд понадобится для травления слоя кремния толщиной 20 мкм со скоростью 2400 Å/мин.

Решение: $t = 20 \cdot 10^{-6} / 2400 \cdot 10^{-10} = 83.3$ мин

Критерии:

10 баллов — представлен правильный порядок действий

5 баллов — верно выполнено преобразование единиц измерения СИ

5 баллов — получен верный численный ответ

Задача 2 (30 баллов)

Определить тепловыделение медного проводника длиной 10 см, высотой 0,5 мм и шириной 2 мм за время 10 с. $U = 5$ В. Удельное сопротивление меди $1,67 \cdot 10^{-8}$ (Ом·м²)/м.

Решение: $R = \rho L / S = 1.67 \cdot 10^{-3}$ Ом

$I = U / R = 3000$ А

$E = I U t = 3000 \cdot 5 \cdot 10 = 150000$ Дж

Критерии:

15 баллов — представлен правильный порядок действий

10 баллов — верно выполнено преобразование единиц измерения СИ

5 баллов — получен верный численный ответ

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический профиль
Междисциплинарные задачи

Задача 3 (50 баллов)

Инфракрасная лампа с мощностью излучения $P_L = 1$ Вт производит пайку плёнки припоя толщиной 30 мкм, площадью 4 см² и плотностью $\rho = 7.3$ г/см³, при этом тепловое сопротивление от плёнки припоя к подложке, нагретой до $T_n = 50$ °С, составляет $\theta_{\text{ПП}} = 300$ °С/Вт, это означает, что плёнка олова теряет 1 Вт при разнице температур в 10 °С между подложкой и плёнкой. Через сколько времени от начала подачи излучения плёнка расплавится? Теплоёмкость олова 268 Дж · кг⁻¹ · °С⁻¹, температура плавления $T_o = 232$ °С. Температура плёнки и подложки равны до включения лампы.

Решение:

/*задание численных параметров в единицах СИ*/

(Num) $[\rho = 7300, \theta = 300, T_p = 50, l = 3.0 \cdot 10^{-5}, S = 4.0 \cdot 10^{-4}, T_o = 232, c = 268, P_L = 1]$

/*Баланс мощности, P_L - мощность лампы, P_n - мощность требуемая на нагрев олова,

P_s - мощность расходуемая на преодоление температурного сопротивления плёнка-подложка*/

(V1) $P_L = P_s + P_n$

(V2) /*мощность требуемая для нагрева олова - отношение количества теплоты (энергии)

к времени нагрева t, m - масса плёнки олова, T_o - конечная температура*/

(V2) $P_n = \frac{(T_o - T_p)cm}{t}$

--> /*масса олова через плотность и геометрию */;

(V3) $m = Sl\rho$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический профиль
Междисциплинарные задачи

/*мощность для нагрева с учётом геометрии подставить в 2 выражение 3*/

$$(V4) \quad Pn = \frac{S(T_o - T_p)cl\rho}{t}$$

/*мощность потерь равна разнице температур делённой на тепловое сопротивление*/

$$(V5) \quad P_s = \frac{T_o - T_p}{\theta}$$

/*подставить в 1 выражения 4,5*/

V6:V1,[V4,V5];

$$(V6) \quad PL = \frac{S(T_o - T_p)cl\rho}{t} + \frac{T_o - T_p}{\theta}$$

(%i221) V6:solve(V6,t);

$$(V6) \quad \left[t = - \frac{(ST_p - ST_o)cl\rho}{PL\theta + T_p - T_o} \right]$$

--> /*подставить численные параметры*/;

$$(V7) \quad [t = 10.86299389830508]$$

Критерии:

30 баллов — представлен правильный порядок действий

15 баллов — верно выполнено преобразование единиц измерения СИ

5 баллов — получен верный численный ответ

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический профиль
Междисциплинарные задачи

10 класс

2 вариант

Задача 1 (20 баллов)

Сколько секунд в проводнике протекал ток силой 5 А, если при напряжении на его концах 12 В в проводнике выделилось количество теплоты, равное 270 кДж?

Решение: $t=Q/UI=4500$ с

Критерии:

10 баллов — представлен правильный порядок действий

5 баллов — верно выполнено преобразование единиц измерения СИ

5 баллов — получен верный численный ответ

Задача 2 (30 баллов)

Проходит экспонирование кремниевой пластины диаметром 300 мм. Номинальная удельная энергия экспонирования $G = 80$ мДж/см², это означает, что пластина проэкспонирована, когда каждый см² получил 80 мДж энергии. Мощность ультрафиолетового излучения на поверхности пластины $P = 900$ мВт. Определите время экспонирования.

Решение:

$$S=\pi R^2=706.5 \text{ см}^2$$

$$W=P/S=900/706.5= 1.27 \text{ мВт/см}^2$$

$$T=G/W=80/1.27 =62.99 \text{ с}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический профиль
Междисциплинарные задачи

Критерии:

15 баллов — представлен правильный порядок действий

10 баллов — верно выполнено преобразование единиц измерения СИ

5 баллов — получен верный численный ответ

Задача 3 (50 баллов)

Раствор активатора объёмом $V_1 = 0.5$ л плотностью $\rho_1 = 1.1$ кг/л и удельной теплоёмкостью $c_1 = 4$ Дж \cdot г $^{-1}$ \cdot °C $^{-1}$ с температурой $T_1 = 40$ °C вливают в раствор для травления объёмом $V_2 = 1$ л плотностью $\rho_2 = 1050$ мг \cdot см $^{-3}$ с температурой $T_2 = 50$ °C и удельной теплоёмкостью $c_2 = 4.1$ Дж \cdot г $^{-1}$ \cdot °C $^{-1}$. Определить конечную температуру раствора, если известно, что в процессе смешения выделилось количество теплоты, равное $Q = 10.3$ кДж. Получившийся раствор имеет усреднённую плотность, теплоёмкость и эквивалентную начальную температуру относительно исходных. Ответ округлить до десятых.

Решение:

/*задаём начальные параметры - переводим в систему СИ*/;

(Num) $[V_1 = 0.5, \rho_1 = 1.1, c_1 = 4000, V_2 = 1, \rho_2 = 1.05, c_2 = 4100, Q = 10300, T_1 = 40, T_2 = 50]$

/*уравнение теплового баланса*/;

(V1) $(Tc - T_2)V_2c_2\rho_2 + (Tc - T_1)V_1c_1\rho_1 + Q = \frac{(Tc - \frac{T_2+T_1}{2})(V_2+V_1)(c_2+c_1)(\rho_2+\rho_1)}{4}$

--> /*подставить численные параметры*/;

V2:V1,Num;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический профиль
Междисциплинарные задачи

(V2) $2200.0(T_c - 40) + 4305.0(T_c - 50) + 10300 = 6530.625000000001$
 $(T_c - 45)$

решить относительно T_c :

$$[T_c = 36.21951219512195]$$

Ответ 36.22 С.

Критерии:

30 баллов — представлен правильный порядок действий

15 баллов — верно выполнено преобразование единиц измерения СИ

5 баллов — получен верный численный ответ