

**ФГБОУ ВПО РУТ(МИИТ)**  
**ОЛИМПИАДА ПО ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ «ПАРУСА НАДЕЖДЫ»**  
**2017-2018 уч. год**  
**ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**  
**11 класс**

Решения.

Задача 1

$S$  – расстояние Нижний Новгород – Астрахань

$V_n$  – скорость парохода в стоячей воде

$V_T$  - скорость течения

$T_{пл}$  - ?

Решение:

$$T_T = 5_{сут}$$

$$T_0 = 7_{сут}$$

$$S = (V_n + V_T)T_T$$

$$S = (V_n - V_T)T_0$$

$$S/T_T - S/T_0 = 2V_T$$

$$T_{пл} = S/V_T = 2 / (1/T_T - 1/T_0) = 2T_T T_0 / (T_0 - T_T) = 35 \text{ сут.}$$

Ответ:  $T_{пл} = 35$  сут.

Задача 2

$$P = 10^6 \text{ кг}$$

$$V_1 = 36 \text{ км/ч}$$

$$V_2 = 54 \text{ км/ч}$$

$$\sin \alpha_1 = 0.005$$

$$\sin \alpha_2 = 0.0025$$

$$N = \text{const}$$

$$F_{сопр} = \text{const}$$

$$V_3 = ?$$

Решение:

$$F_{сопр} + p \sin \alpha_1 = F_T$$

$$N = (F_{сопр} + p \sin \alpha_1) V_1$$

$$N = (F_{сопр} + p \sin \alpha_2) V_2$$

$$N = F_{сопр} V_3$$

$$F_{сопр} V_1 + V_1 p \sin \alpha_1 = F_{сопр} V_2 + V_2 p \sin \alpha_2$$

$$F_{сопр} = p(V_1 \sin \alpha_1 - V_2 \sin \alpha_2) / (V_2 - V_1) = 2500 \text{ кг}$$

$$F_{сопр} V_3 = (F_{сопр} + p \sin \alpha_1) V_1$$

$$V_3 = V_1(1 + p \sin \alpha_1 / F_{сопр}) = 30 \text{ м/с} = 60 \text{ км/ч}$$

Ответ:  $V_3 = 60 \text{ км/ч}$

### Задача 3

$$\begin{aligned}m &= 600 \text{ кг} \\g &= 10 \text{ м/с}^2 \\V &= 600 \text{ м}^3 \\V_0 &= 0 \\T &= 10 \text{ с} \\P &= 1.3 \text{ кг/м}^3 \\h &=? \\A &=?\end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned}m_{\text{воздуха}} &= V\rho \\m_{\text{воздуха}} &= 780 \text{ кг} \\F_A &= m_{\text{воздуха}}g = 7800 \text{ Н} \\F_p &= F_A - mg = 1800 \text{ Н} \\a &= F_p/m = 3 \text{ м/с}^2 \\h &= at^2/2 \\h &= 150 \text{ м} \\A &= F_p h = 270 \text{ кДж} \\ \text{Ответ: } A &= 270 \text{ кДж}\end{aligned}$$

### Задача 4

$$\begin{aligned}C &= 4\pi\epsilon\epsilon_0 R \\R_1 &= 0.1 \text{ м} \\R_2 &= 0.3 \text{ м} \\q_1 &= 6 \text{ нКл} \\q_2 &= 70 \text{ нКл} \\q'_1 &=? \\q'_2 &=?\end{aligned}$$

Решение:

Условие равновесия зарядов – равенство потенциалов шаров

$$\begin{aligned}q'_1/c_1 &= q'_2/c_2 \\q'_1 + q'_2 &= q_1 + q_2 \\q'_1/R_1 &= q'_2/R_2 \\q'_1 &= (R_1/R_2)q'_2 \\(R_1/R_2 + 1)q'_2 &= q_1 + q_2 \\q'_2 &= (q_1 + q_2)R_2/(R_1 + R_2) = 57 \text{ нКл} \\q'_1 &= q_1 + q_2 - q'_2 = 19 \text{ нКл} \\ \text{Ответ: } q'_2 &= 56,25 \text{ нКл}\end{aligned}$$

### Задача 5

$$E=100 \text{ В/м}$$

$$L=0.1 \text{ м}$$

$$B=50 \text{ Тл}$$

$$R=1 \text{ см.}$$

$$q/m=?$$

Решение:

$$U=EL$$

$$qU=qEL=mV^2/2$$

$$qB=m\sqrt{(2qEL/m)}/R$$

$$q^2B^2=2m^2qEL/R^2m$$

$$q/m=2EL/(R^2B^2)=80 \text{ Кл/кг}$$

$$\text{Ответ: } q/m=80 \text{ Кл/кг}$$

### Задача 6

$$S=45 \text{ км}$$

$$R=900 \text{ Ом}$$

$$U=16 \text{ В}$$

$$I=0.04 \text{ А}$$

$$L=?$$

Решение:

$r_{уд}$  = сопротивление 1 км линии

$$R=U/I=400 \text{ Ом}$$

$$R=Sr_{уд}$$

$$R_1=Lr_{уд}$$

$$R/R_1=S/L$$

$$L=S R_1/R=20 \text{ км}$$

$$\text{Ответ: } L=20 \text{ км}$$

### Задача 7

$$\varepsilon=100 \text{ В}$$

$$R=10 \text{ Ом}$$

$$r=5 \text{ Ом}$$

$$T=600 \text{ с}$$

$$\lambda=2.2 \text{ МДж/кг}$$

$$m=?$$

Решение:

из формул

$$Q=I^2Rt, \quad I=\varepsilon/(R+r), \quad I_1=\varepsilon/(2R+r)$$

получаем

$$\varepsilon^2RT/(R+r)^2 = \varepsilon^2RT/(2R+r)^2 + \lambda m$$

$$m=\varepsilon^2RT(1/(R+r)^2 - 1/(2R+r)^2)/\lambda$$

$$m=0.08 \text{ кг}$$

$$\text{Ответ: } m=0.08 \text{ кг}$$

### Задача 8

$$\begin{aligned}d &= 0.6 \text{ мм} \\d_1 &= 0.15 \text{ мм} \\d_2 &= 0.3 \text{ мм} \\ \varepsilon &= 30 \\ \varepsilon_0 &= 8.85 \cdot 10^{-12} \\ s &= 10^{-2} \text{ м}^2 \\ U &= 60 \text{ В}\end{aligned}$$

Решение:

До удаления:

$$\begin{aligned}C_1 &= \varepsilon_0 s / d_1 \\ C_2 &= \varepsilon \varepsilon_0 s / d_2 \\ C_3 &= \varepsilon_0 s / d_1 \\ 1/c_{\text{общ}} &= 2/c_1 + 1/c_2 \\ C_{\text{общ}} &= C_1 C_2 / (C_1 + 2C_2) \\ W_1 &= C_{\text{общ}} U^2 / 2 = C_1 C_2 U^2 / (2(C_1 + 2C_2)) \\ C_{\text{общ1}} &= \varepsilon_0 s / d \\ W_2 &= C_{\text{общ1}} U^2 / 2,\end{aligned}$$

После удаления:

$$\begin{aligned}A &= W_1 - W_2 \\ A &= 0.25 \cdot \text{мкДж} \\ \text{Ответ: } A &= 0.25 \text{ мкДж}\end{aligned}$$

### Задача 9

$$\begin{aligned}E &= 31 \text{ В} \\ R_1 &= 10 \text{ Ом} \\ r &= 1 \text{ Ом} \\ R_2 &= 20 \text{ Ом} \\ C_1 &= 10 \text{ мкФ} \\ C_2 &= 40 \text{ мкФ} \\ U_1, U_2 &= ?\end{aligned}$$

Решение:

напряжение  $U$  на большем сопротивлении выражается формулой

$$\begin{aligned}U &= ER_2 / (R_1 + R_2 + r) \\ U_1 C_1 &= U_2 C_2 \\ U_1 + U_2 &= U \\ U_1 &= U - U_2 \\ C_1 (U - U_2) &= U_2 C_2 \\ U_2 &= C_1 U / (C_1 + C_2) \\ U_1 &= C_2 U / (C_1 + C_2) \\ U &= 20 \text{ В}, U_1 = 16 \text{ В}, U_2 = 4 \text{ В} \\ \text{Ответ: } U_1 &= 16 \text{ В}\end{aligned}$$

### Задача 10

$$d=1\text{мкм}$$

$$l=1\text{м}$$

$$\lambda_1=600\text{нм}$$

$$\lambda_2=610\text{нм}$$

$$\Delta_1=?$$

Решение:

$$d\sin\phi_1=\lambda_1$$

$$d\sin\phi_2=\lambda_2$$

при малых углах приближённо

$$\text{tg}\phi=\sin\phi$$

$$\Delta_1=l\text{tg}\phi_2-l\text{tg}\phi_1=l\sin\phi_2-l\sin\phi_1=l(\lambda_2-\lambda_1)/d=1\text{см}$$

Ответ:  $\Delta_1=1\text{ см}$