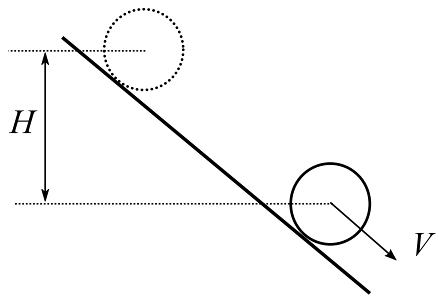
# ФИЗИКА

Пример письменной части

## Билет 1

1. Найти скорость центра масс однородного цилиндра, который скатывается с нулевой начальной скоростью с наклонной плоскости без проскальзывания с высоты $H$.




2. Найти приращение энтропии одного моля азота при нагревании его от температуры 100° С до 200°С:

   а) при $V$=const;

   б) при $P$=const.

3. Найти изменение разности потенциалов между пластинами плоского конденсатора после введения внутрь конденсатора диэлектрической пластины толщиной $h$ с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon$. Расстояние между пластинами конденсатора равно $d$ ($h < d$). Конденсатор заряжен до разности потенциалов $U_1$ и отключен от источника.

4. Свет от газоразрядной трубки, диаметр которой $D$ = 0,1 см, падает на дифракционную решётку. Оценить, на каком минимальном расстоянии $L_{\min}$ от трубки нужно расположить решётку, чтобы можно было разрешить две спектральные линии с разностью длин волн между ними $\delta\lambda$=5 нм при средней длине волны излучения $\lambda$ = 500 нм.

5. Частица находится в сферически симметричном потенциальном поле в стационарном состоянии с волновой функцией $\psi = \frac{1}{\sqrt{2\pi a}}\frac{e^{-r/a}}{r}$, где $r$ – расстояние от центра поля. Найти среднее расстояние частицы $\langle r \rangle$.

## Решение билета 1

1. ЗСЭ: $mgH = \dfrac{mV^2}{2} + \dfrac{I\omega^2}{2}$ (1)

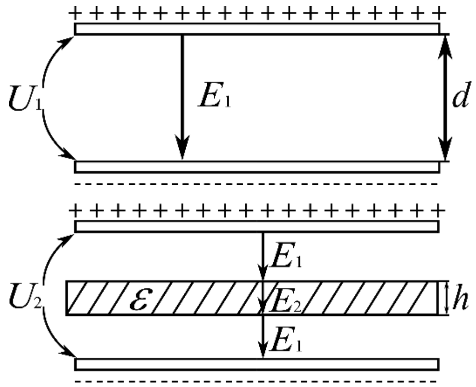
   $V = \omega R$ (2)

   Из (1), (2): $V^2\left(m + \dfrac{I}{R^2}\right) = 2mgH \Rightarrow V = \sqrt{\dfrac{2gH}{1+\dfrac{I}{mR^2}}} = \sqrt{\dfrac{2gH}{1+\dfrac{mR^2/2}{mR^2}}} = \sqrt{\dfrac{4gH}{3}}$

2. а) $\Delta S_V = \int_1^2 \frac{\delta Q_V}{T} = \int_1^2 \frac{C_V dT}{T} = C_V \ln\frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{2}R\ln\frac{T_2}{T_1} = 4{,}93\ \frac{\text{Дж}}{\text{моль·К}}$

   б) $\Delta S_P = \int_1^2 \frac{\delta Q_P}{T} = \int_1^2 \frac{C_P dT}{T} = C_P \ln\frac{T_2}{T_1} = \frac{7}{2}R\ln\frac{T_2}{T_1} = 6{,}91\ \frac{\text{Дж}}{\text{моль·К}}$

3. После введения пластины поле в зазоре не изменится (по т. Гаусса).




   $U_1 = E_1 d$ (1)

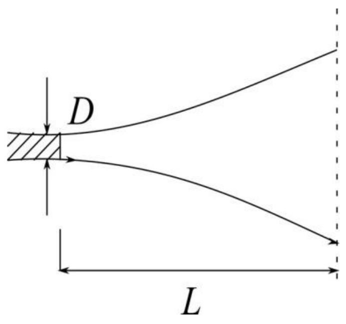
   $U_2 = E_1(d-h) + E_2 h$ (2)

   Из граничных условий:

   $D_1 = D_2;\ E_1 = \varepsilon E_2$ (3)

   Из (1) ÷ (3): $U_2 - U_1 = -\left(\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}\right)\frac{h}{d}U_1$

4. Радиус пространственной когерентности:




   $\rho_{\text{ког}} = \frac{\lambda}{\psi} = \frac{\lambda}{D/L} = \frac{\lambda L}{D};$

   ($\psi$ − угловой размер трубки)

   $\dfrac{\lambda}{\delta\lambda} \le m_{\max}N = \dfrac{d}{\lambda}\dfrac{\rho_{\text{êî ã}}}{d} = \dfrac{\rho_{\text{êî ã}}}{\lambda} = \dfrac{L}{D};\ L_{\min} \approx D\dfrac{\lambda}{\delta\lambda} = 10\ \text{см}$

5. $\langle r\rangle = \int\limits_V |\psi|^2 r dV = \int\limits_0^\infty |\psi|^2 r\cdot 4\pi r^2 dr = \dfrac{2}{a}\int\limits_0^\infty e^{-2r/a} r dr = \dfrac{a}{2}\left(1 - e^{-2r/a}\right)\Big|_0^\infty = \dfrac{a}{2}$