

Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

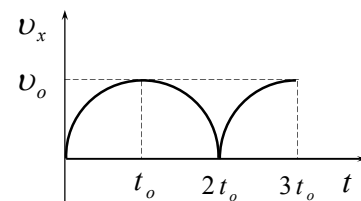
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 8.

ЗАДАЧА 1. Олимп 2012-2013 вар 12 №1

Тело движется прямолинейно вдоль оси x . График зависимости проекции скорости движения тела от времени имеет вид полуокружности и $1/4$ части окружности. Максимальная скорость тела v_0 , время движения $3t_0$. Определите путь, пройденным телом.

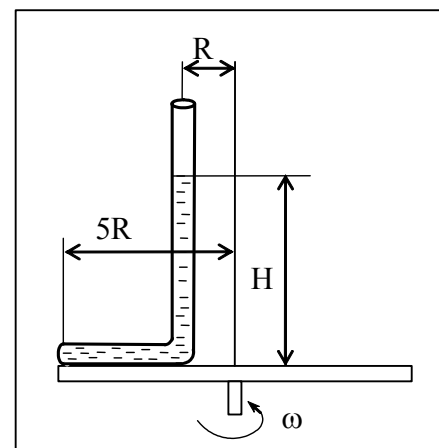


ЗАДАЧА 2.

Циклическая частота свободных малых колебаний материальной точки равна ω . Найдите наименьшее время, через которое её кинетическая энергия уменьшится вдвое по сравнению с её наибольшим значением.

ЗАДАЧА 3.

Тонкая трубка, запаянная с одного конца, заполнена жидкостью и закреплена на горизонтальной платформе, вращающейся с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси. Открытое колено трубки вертикально. Геометрические размеры установки указаны на рисунке. Атмосферное давление P_0 , плотность жидкости ρ . Найдите давление жидкости у запаянного конца трубки. Силами поверхностного натяжения пренебречь.



ЗАДАЧА 4

Сосуд объема $V = 20 \text{ дм}^3$ разделен тонкой подвижной перегородкой на две части. В левую часть помещены 16 граммов кислорода. (O_2), а в правую часть – 27 граммов воды. Температура поддерживается равной $t = 100^\circ\text{C}$. Определите объём правой части сосуда.

ЗАДАЧА 5.

Два равномерно заряженных тонких кольца находятся в одной плоскости и имеют общий центр. Линейная плотность зарядов одного кольца равна -2τ , а его радиус равен R . Линейная плотность

зарядов второго кольца равна $+τ$, а его радиус равен $2R$. Найдите работу сил электрического поля при перемещении отрицательного точечного заряда $-q$ из бесконечности в центр колец, принимая потенциал поля в бесконечности равным нулю.

ЗАДАЧА 6

Фотокатод с работой выхода A освещается монохроматическим светом с длиной волны $λ$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией B . Определите наибольший радиус окружности, по которой могут двигаться электроны.

ЗАДАЧА 7.

Найдите импульс фотона, излучённого электроном атома водорода при переходе с третьего энергетического уровня на второй. Энергия атома водорода в основном состоянии равна $E_1 = -13,53$ эВ.

РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 8

ЗАДАЧА 1. (8 баллов)

Ответ: $S = \frac{3}{4} \pi v_o t_o$.

ЗАДАЧА 2. (10 баллов)

Ответ: $t = \frac{\pi}{4\omega}$.

ЗАДАЧА 3. (10 баллов)

Ответ: $p_2 = p_o + \rho g H + 12 \rho R^2 \omega^2$

Пусть p_1 - давление в месте изгиба трубки и p_2 - у запаянного конца трубки. Рассмотрев столб масла в вертикальном колене трубки, найдем, что давление жидкости в месте изгиба трубки $p_1 = p_o + \rho g H$. Центр масс масла в горизонтальном колене трубки находится на расстоянии $3R$ от оси вращения и имеет ускорение $a = \omega^2 \cdot 3R$. Масса масла в горизонтальном колене $m = \rho 4RS$, где S – площадь поперечного сечения трубки. Запишем второй закон Ньютона для этой массы

жидкости $ma = p_2 S - p_1 S$. Подставив в это уравнение выражения m и a , находим $\rho S 4 R \cdot 3 R \omega^2 = (p_2 - p_1) S$. Подставив в это уравнение выражения для p_1 , находим

$$p_2 = p_1 + 12 \rho R^2 \omega^2 = p_o + \rho g H + 12 \rho R^2 \omega^2.$$

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $V_{\text{ИП}} = V - V_K = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$.

При температуре $t = 100^\circ\text{C}$ насыщенный пар воды имеет давление $P_o = 10^5$ Па. Таким же будет и давление в левой части цилиндра, занимаемой кислородом. Объем, занимаемый кислородом,

$$V_K = \frac{m_K}{\mu_K} \cdot \frac{RT}{P_o} = \frac{0,016}{0,032} \cdot \frac{8,31 \cdot 373}{10^5} = 15,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Объем правой части цилиндра

$$V_{\text{ИП}} = V - V_K = (20 - 15,5) \cdot 10^{-3} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

Ответ: $A = -\frac{q\tau}{2\varepsilon_o}$.

$A = -q(-\varphi_o)$ (1) где, согласно принципу суперпозиции потенциал в точке O равен,

$$\varphi_o = \varphi + \varphi_2 = -\frac{2\tau \cdot 2\pi \cdot R}{4\pi\varepsilon_o R} + \frac{\tau \cdot 2\pi \cdot 2R}{4\pi\varepsilon_o \cdot 2R} = -\frac{\tau}{\varepsilon_o} + \frac{\tau}{2\varepsilon_o} = -\frac{\tau}{2\varepsilon_o}$$

Подставляя φ_o в (1), получим $A = -q\left(-\frac{\tau}{2\varepsilon_o}\right) = -\frac{q\tau}{2\varepsilon_o}$.

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $R = \frac{1}{qB} \sqrt{2m\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)}$

1) $h\nu = A + \frac{m\nu^2}{2}$, откуда $\nu = \sqrt{\frac{2}{m}(h\nu - A)}$ (1)

$$2) \frac{m v^2}{R} = q v B, \text{ откуда } R = \frac{1}{q B} \sqrt{2 m \left(\frac{h c}{\lambda} - A \right)}.$$

З А Д А Ч А 7. (12 баллов.)

Ответ:
$$p = \frac{h \nu}{c} = \frac{E_3 - E_2}{c} = 1,00 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

Энергия атома на n -ом энергетическом уровне $E_n = \frac{E_1}{n^2}$. Тогда энергия атома на втором

энергетическом уровне $E_2 = \frac{E_1}{2^2} = \frac{E_1}{4}$, а на третьем $E_3 = \frac{E_1}{3^2} = \frac{E_1}{9}$.

$$h \nu = E_3 - E_2 = \frac{E_1}{9} - \frac{E_1}{4} = -\frac{5 E_1}{36},$$

Импульс фотона равен

$$p = \frac{h \nu}{c} = \frac{E_3 - E_2}{c} = -\frac{5 E_1}{36 \cdot 3 \cdot 10^8} = \frac{5 \cdot 13,53 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{36 \cdot 3 \cdot 10^8} = 1,00 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$