

**Первый (отборочный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету
«Физика», осень 2017 г.**

Вариант № 1

ЗАДАЧА 1.

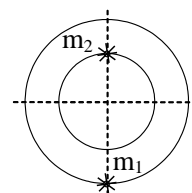
Снаряд вылетел со скоростью $v = 320 \text{ м/с}$, сделав внутри ствола $n = 2$ оборота. Длина ствола $\ell = 2,0 \text{ м}$. Считая движение снаряда в стволе равноускоренным, найдите его угловую скорость вращения вокруг оси в момент вылета.

ЗАДАЧА 2.

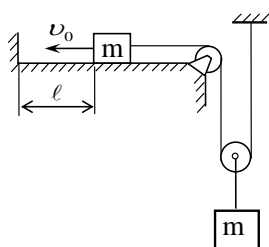
Самолёт совершает вираж, двигаясь по окружности с постоянной скоростью $v = 540 \text{ км/ч}$ на одной и той же высоте. Определите радиус R этой окружности, если плоскость крыла самолёта наклонена к горизонтальной плоскости под постоянным углом $\alpha = 30^\circ$.

ЗАДАЧА 3.

Массы двух звезд равны $m_1 = m$ и $m_2 = 2m$, расстояние между ними равно ℓ . Найдите период T обращения этих звезд по круговым орбитам вокруг их общего центра.



ЗАДАЧА 4.



В системе, изображённой на рисунке, груз m висит на подвижном блоке, а другой груз m лежит на горизонтальной плоскости. В начальный момент груз m находится на расстоянии ℓ от вертикальной стенки, движется к ней со скоростью v_0 и ударяется о неё. Считая удар груза о стенку абсолютно неупругим, определите максимальную высоту H , на которую поднимется груз, подвешенный к блоку, от начального положения. Нить считать нерастяжимой. Трением и массой нити и блоков пренебречь.

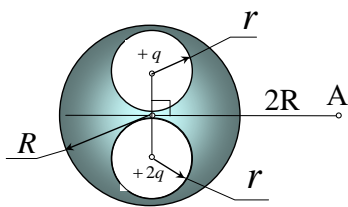
ЗАДАЧА 5.

Две свинцовые пули массы m каждая, летящие во взаимно перпендикулярных направлениях с равными по модулю скоростями v , испытали абсолютно неупругий удар. Найдите количество теплоты, которое выделится в результате этого удара.

ЗАДАЧА 6.

Рабочим веществом идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, является один моль идеального одноатомного газа. КПД цикла известен и равен η . Определите температуру нагревателя, если работа, которую совершает газ при адиабатическом расширении, равна A .

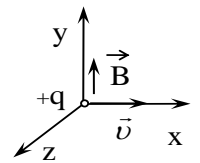
ЗАДАЧА 7.



Внутри незаряженного металлического шара радиусом R имеются две сферические полости радиусами $r < 0,5R$, расположенные таким образом, что их поверхности почти соприкасаются в центре шара. В центре одной полости находится положительный заряд $+q$, а в центре другой – положительный заряд $+2q$. Найдите модуль и направление вектора напряжённости \vec{E} электростатического поля в точке A , находящейся на расстоянии $2R$ от центра шара на перпендикуляре к отрезку, соединяющему центры полостей.

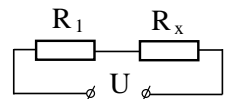
ЗАДАЧА 8.

Положительно заряженная частица движется с постоянной скоростью \vec{v} вдоль оси x в стационарном однородном электромагнитном поле. Определите модуль и направление вектора напряжённости электрического поля \vec{E} , если вектор магнитной индукции \vec{B} направлен вдоль оси y .



ЗАДАЧА 9.

Сопротивления $R_1 = 10$ Ом и изменяемое сопротивление R_x подключены к источнику постоянного напряжения $U = 100$ В. Найдите значение сопротивления R_x , при котором на нём выделяется максимальная тепловая мощность, и значение этой мощности.



ЗАДАЧА 10.

Из тонкого провода, площадь поперечного сечения которого равна S , сделано кольцо радиуса R . По кольцу течет ток I , а перпендикулярно плоскости кольца возбуждено однородное магнитное поле. Определите индукцию магнитного поля, разрывающего кольцо, если разрыв провода происходит, когда механическое напряжение в любом его сечении достигает значения σ_{\max} . Магнитным полем тока пренебречь.

Решение варианта №1

ЗАДАЧА 1.

Ответ: $\omega_{\max} = \frac{2\pi \cdot v_{\max}}{\ell} \approx 2 \cdot 10^3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

Для равноускоренного движения тела $\ell = \frac{1}{2} v_{\max} \tau$, откуда $\tau = \frac{2\ell}{v_{\max}}$.

Аналогично, для вращательного движения снаряда

$$\varphi = \frac{1}{2} \omega_{\max} \tau, \text{ откуда } \omega_{\max} = \frac{2\varphi}{\tau}, \text{ где } \varphi = 2\pi.$$

Из полученных соотношений находим

$$\omega_{\max} = \frac{2\pi \cdot v_{\max}}{\ell} \approx 2 \cdot 10^3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

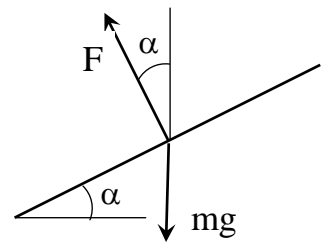
ЗАДАЧА 2.

Ответ: $R = \frac{v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \alpha} \approx 3892 \text{ м}$.

Из условия горизонтальности полёта $F \cos \alpha = mg$, откуда $F = \frac{mg}{\cos \alpha}$

- сила, действующая на крылья самолёта перпендикулярно их плоскости.

Используя второй закон Ньютона для движения по окружности радиуса



R , запишем $\frac{mv^2}{R} = F \sin \alpha$.

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{mg}{\cos \alpha} \sin \alpha = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ откуда } R = \frac{v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{150^2}{10} \sqrt{3} \approx 3892 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 3.

Ответ: $T = 2\pi \ell \sqrt{\frac{\ell}{3mG}}$.

ЗАДАЧА 4.

Ответ: $H = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{\ell}{10}$.

Используя закон сохранения энергии, получим:

$$H = \frac{\ell}{2} + \frac{v^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{\ell}{10}, \text{ где } v - \text{ скорость груза массы } m \text{ в момент удара о стенку..}$$

ЗАДАЧА 5.

Ответ: $Q = \frac{m\nu^2}{2}$.

По закону сохранения импульса $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}$, где $p_1 = m\nu$, $p_2 = m\nu$,
 $p = (m + m)u$.

$$2m \cdot u = \sqrt{(m\nu)^2 + (m\nu)^2} = m\nu\sqrt{2}; \quad u = \frac{\nu\sqrt{2}}{2}.$$

Суммарная кинетическая энергия до удара $E_1 = \frac{m\nu^2}{2} + \frac{m\nu^2}{2} = m\nu^2$,

Кинетическая энергия обеих пуль после удара $E_2 = \frac{m+m}{2}u^2 = \frac{m\nu^2}{2}$.

Таким образом, количество теплоты, выделившееся при ударе, равно

$$Q = E_1 - E_2 = m\nu^2 - \frac{m\nu^2}{2} = \frac{m\nu^2}{2}.$$

ЗАДАЧА 6.

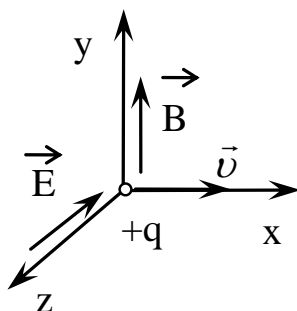
Ответ: $T_1 = \frac{2A}{3R\eta}$.

ЗАДАЧА 7.

Ответ: $E = \frac{3q}{16\pi\epsilon_0 \cdot R^2}$. Вектор \vec{E} направлен от центра шара.

ЗАДАЧА 8.

Ответ: $E = \nu \cdot B$



ЗАДАЧА 9.

Ответ: $R_x = 10 \text{ Ом}$;

$$P_{\max} = 250 \text{ Вт}.$$

ЗАДАЧА 10.

Ответ: $B_{\max} = \frac{\sigma_{\max} \cdot S}{I \cdot R}$.