

## ФИЗИКА

### Задача №1

Электровоз массой  $m_0$ , движущийся со скоростью  $V$ , сталкивается с неподвижным вагоном массой  $m_1$ , после чего они движутся вместе. Найдите скорость их совместного движения.

Ответ:  $V_2 = \frac{m_0 V}{m_0 + m_1}$ .

### Задача №2

Маленький шарик, подвешенный на шелковой нити, имеет заряд  $q$ . В горизонтальном электрическом поле с напряженностью  $E$  нить отклонилась от вертикали на угол  $\alpha$ . Найдите массу шарика.

Ответ:  $m = \frac{qE}{g \tan \alpha}$ .

### Задача №3

Гальванический элемент с ЭДС 15 В и внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут на сопротивление 4 Ом. Найдите силу тока в цепи.

Ответ:  $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ .

### Задача №4

Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл со скоростью  $1,6 \cdot 10^7$  м/с, направленной перпендикулярно линиям индукции. Определите радиус (в мм) окружности, по которой движется электрон. Заряд электрона  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, его масса  $9 \cdot 10^{-31}$  кг.

Ответ:  $R = \frac{mV}{eB}$ .

### Задача №5

Камень брошен горизонтально. Через время  $T$  после броска вектор его скорости составил угол  $\alpha$  с горизонтом. Найдите начальную скорость камня.

Решение:

Скорость камня при равноускоренном движении зависит от времени как:

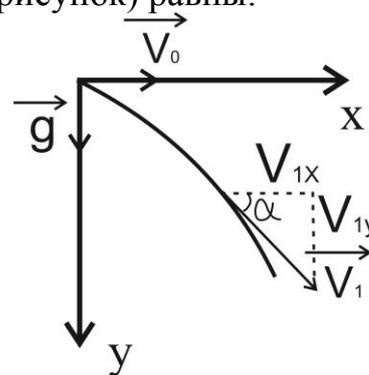
$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t.$$

В момент времени  $T$  проекции скорости на координатные оси и тангенс угла, который составляет скорость с горизонтом (смотри рисунок) равны:

$$\begin{aligned} V_{1x} &= V_0, \\ V_{1y} &= gT, \\ \tan \alpha &= \frac{V_{1y}}{V_{1x}}; \end{aligned}$$

выразим отсюда величину начальной скорости:

$$V_0 = gT \operatorname{ctg} \alpha$$



Ответ:  $V_0 = gT \operatorname{ctg} \alpha$ .

### Задача №6

К одному концу резинового шнура прикрепили шарик массой  $m$ , другой его конец закрепили на горизонтальной гладкой поверхности и привели шарик во вращение по поверхности с угловой скоростью  $\omega$ . Найдите удлинение шнура  $x$ , если его жесткость  $k$ , а первоначальная длина  $l_0$ .

Решение:

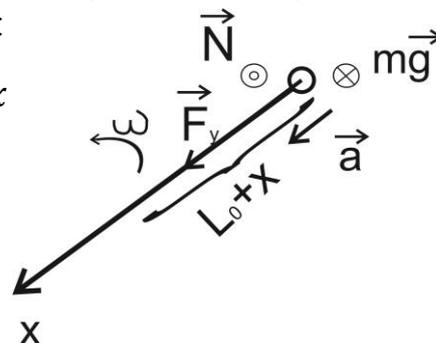
Запишем для шарика второй закон Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F}_y + \vec{N} + m\vec{g}.$$

Спроецируем его на ось, сонаправленную с силой упругости, а также учтем, что ускорение центростремительное и равно  $a = \omega^2(l_0 + x)$ , где  $(l_0 + x)$  - радиус окружности, по которой движется шарик:

$$x: m\omega^2(l_0 + x) = kx$$

выразим удлинение шнура:



$$x = \frac{m\omega^2 l_0}{k - m\omega^2}$$

Ответ:  $x = \frac{m\omega^2 l_0}{k - m\omega^2}$ .

### Задача №7

Некоторое количество идеального одноатомного газа изохорно нагрели, сообщив ему  $Q$  теплоты. Затем газ изобарно охладили до первоначальной температуры. Сколько теплоты было отобрано у газа при изобарном охлаждении?

Решение:

Запишем первое начало термодинамики для процессов 1-2 и 2-3, при этом учтем, что в процессе 2-3 тепло от газа отбирается:

$$Q = (U_2 - U_1) + A_{12},$$

$$-Q' = (U_3 - U_2) + A_{23}.$$

Внутренняя энергия идеального одноатомного газа для каждого  $i$ -ого состояния равна  $U_i = \frac{3}{2} \nu R T_i$ .

Работа газа в процессе 1-2 равна 0, в процессе 2-3  $A_{23} = P_2(V_3 - V_2)$ , с учетом уравнения Менделеева-Клайперона:

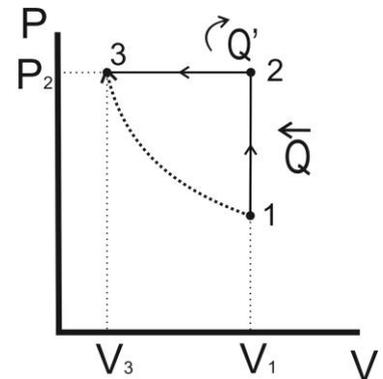
$$A_{23} = \nu R(T_3 - T_2).$$

Учтем, что  $T_1 = T_3$ .

После алгебраических преобразований получаем:

$$Q' = \frac{5}{3} Q.$$

Ответ:  $Q' = \frac{5}{3} Q$ .



### Задача №8

Вдоль оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  расположен стержень так, что его середина находится на расстоянии  $a$  от линзы. Чему равна длина стержня, если его продольное увеличение равно  $K$ ?

Решение:

Продольное увеличение линзы:

$$k = \frac{l'}{l},$$

при этом (смотри рисунок):

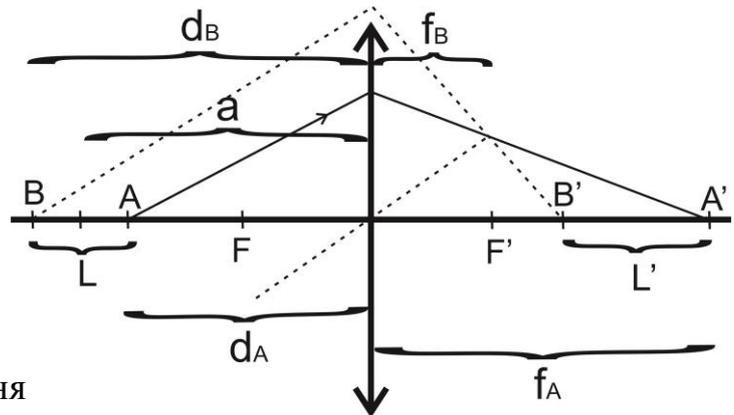
$$l' = f_A - f_B$$

$$d_A = a - \frac{l}{r},$$

$$d_B = a + \frac{l}{r}.$$

С учетом вышесказанного запишем формулу линзы для точек A' и B':

$$\begin{cases} \frac{1}{F} = \frac{2}{a - \frac{l}{r}} + \frac{1}{f_A}, \\ \frac{1}{F} = \frac{2}{a + \frac{l}{r}} + \frac{1}{f_B}, \\ k = \frac{f_A - f_B}{l}; \end{cases}$$



выразим отсюда длину стержня

$$l = 2 \sqrt{(a - F)^2 - \frac{F^2}{k}}$$

Ответ:  $l = 2 \sqrt{(a - F)^2 - \frac{F^2}{k}}$