Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

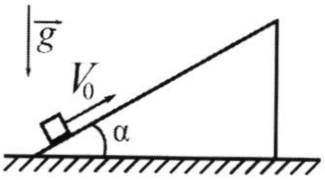
1. Фейерверк массой $m=2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H=65$ м. На землю осколки падают в течение $\tau=10$ с.

1) Найдите начальную скорость V_0 фейерверка.

2) Найдите суммарную кинетическую энергию K осколков сразу после взрыва.

Ускорение свободного падения g=10 м/с^2. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол $\alpha=30^0$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают начальную скорость $V_0=2$ м/с (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.



1) На какую максимальную высоту H над точкой старта поднимется шайба на клине?

2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

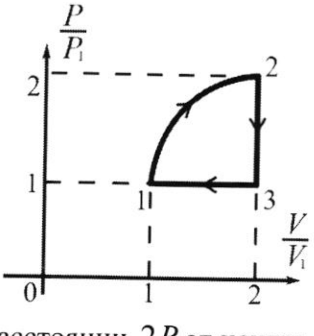
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R=1{,}2$ м равномерно со скоростью $V_0=3{,}7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m=0{,}4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) С какой по величине силой P модель действует на сферу?

2) Рассмотрим модель автомобиля равномерно движущуюся по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha=\dfrac{\pi}{6}$. Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} такого равномерного движения. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu=0{,}9$.

Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1–2 –дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1.



1) Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η цикла.

Универсальная газовая постоянная R.

5. Заряд $Q>0$ однородно распределен по сфере радиуса R. В первом опыте на расстоянии $2R$ от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом $q>0$.

1) Найдите силу F_1, действующую на заряженный шарик.

Во втором опыте заряд q однородно распределяют по стержню длины R, стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $2R$ от центра.

2) Найдите силу F_2, с которой заряд сферы действует на заряженный стержень.

Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k. Явлениями поляризации пренебрегите.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 3

Дано:

$R = 1{,}2\,м$

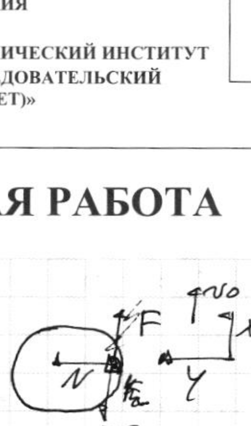
$v_0 = 3{,}7\,\frac{м}{с}$

$m = 0{,}4\,кг$

1) P — ?

2) v_{min} — ?

1)



$\vec{N} = -\vec{P}$

$3{,}7^2 = 13{,}69$

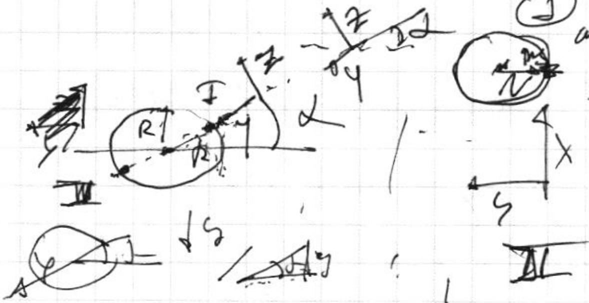
$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{P}$ $\quad a = \frac{v_0^2}{R}$

$y:\ ma = N$

$P = \frac{mv_0^2}{R}$

$P = \frac{0{,}4 \cdot 3{,}7^2}{1{,}2} = \frac{3{,}7^2}{3} = 4{,}53\,Н$

2)



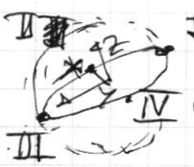
$y:\ ma = N + mg_y$

Дано 2:

$\mu = 0{,}5$

$\alpha = \frac{\pi}{6}$

$g = 10\,\frac{м}{с^2}$



$g_y = g \frac{1}{\sin\alpha}$ $\qquad y:\ -ma = N + mg_y$

(I) $y:\ ma = N_I + mg_y$ $\qquad$ (I) $ma_I = mg_y$

$x:\ 0 = F_{тр}$ $\qquad a_I = g_y$

$F_{тр} = \mu N$ $\quad N_I = 0$

Если $a > a_I$, то в точке I ускорение по x не найти

(II) $y:\ 0 = mg_y - F_{тр\,II}$

$x:\ ma = N_{II}$

$F_{тр\,II} = \mu N_{II}$

$\mu N_{II} = mg_y$

$\mu m a_{II} = mg_y$

$\mu a_{II} = g_y$

$a_{II} = \frac{g_y}{\mu}$

Если $a_{II}' \neq a_{II}$, то $N_{II}' \neq N_{II}$ и $F_{тр\,II}' \neq F_{тр}$, значит $mg_y - F_{тр\,II}' \neq 0$

$a = a_{II}$

$a = \frac{g_y}{\mu}$

$\sin\frac{\pi}{6} = 0{,}5$

$v_{min} = \sqrt{aR}$

$v_{min} = \sqrt{\frac{gR}{\mu \sin\alpha}}$

$v_{min} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1{,}2}{0{,}5 \cdot 0{,}5}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 5}{3 \cdot 3}} = 4\sqrt{\frac{5}{3}}$

Ответ: 1) $P = 4{,}53\,Н$

2) $v_{min} = 4\sqrt{\frac{5}{3}}$

Задача №2

~~Дано~~:

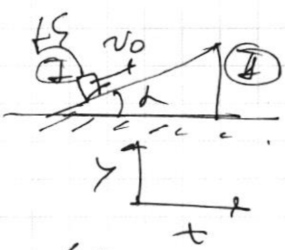
$\alpha = 30°$

$V_0 = 2\ \frac{м}{с}$

$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

$H - ?$

$V - ?$



I

$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$

$x: ma_x = N_x$

$y: ma_y = N_y - mg$

$-ma\cos\alpha = -N\sin\alpha$

$ma_y = N\cos\alpha - mg$

~~$ma_y = \cos(\alpha)\, mg\, ctg(\alpha) - mg$~~

~~$a_y = g(\cos(\alpha)\, ctg(\alpha) - 1)$~~

$N = mg\frac{\cos}{\sin}$

$N = ctg(\alpha)\, ma$

$a_x = -a\cos\alpha$

$a_y = -a\sin\alpha$

$N_x = -N\sin\alpha$

$N_y = N\cos\alpha$

$a = \frac{-a_y}{\sin\alpha}$

$ma_y = ma \cdot ctg(\alpha) \cdot \cos(\alpha) - mg$

$a_y = a\, ctg(\alpha) \cdot \cos(\alpha) - g$

$a_y = -a_y\, ctg^2(\alpha) - g$

$a_y(1 + ctg^2(\alpha)) = -g$

$a_y = g \cdot \frac{-1}{1 + ctg^2(\alpha)}$

$H = v_0 \sin(\alpha) t + \frac{a_y t^2}{2}$

$t = \left|\frac{v_0 \sin(\alpha)}{a_y}\right|$

$H = v_0^2 \sin^2(\alpha) \cdot \left|\frac{1}{a_y}\right| + \frac{v_0^2 \sin^2(\alpha)}{2a_y}$

$H = v_0^2 \sin^2(\alpha)\left(\frac{1 + ctg^2(\alpha)}{g} - \frac{1 + ctg^2(\alpha)}{2g}\right)$

$H = \frac{v_0^2 \sin^2(\alpha)}{2g} \cdot (1 + ctg^2\alpha)$

$\sin(30°) = 0{,}5 = \frac{1}{2}$

$\cos(30°) = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$ctg(30) = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$

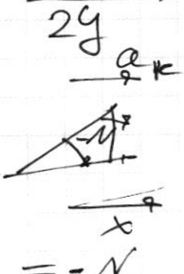
$a_x = g\, tg(\alpha) \cdot \frac{-1}{1 + ctg^2(\alpha)}$

$tg(30) = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$H = \frac{4 \cdot \frac{1}{4}}{2 \cdot 10} \cdot (1 + 3) = \frac{2}{10} = 0{,}2\ м$

$H = \frac{v_0^2}{2g} \cdot (\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha)) = \frac{v_0^2}{2g} = 0{,}2\ м$

II



$ma_{kx} = -N_x$

$ma_{kx} = -ma_x$

$a_{kx} = -a_x$

$a_{kx} = -tg(\alpha)\, a_y$

$v_k = a_{kx} t_2$

$a_{kx} = g\, tg(\alpha) \cdot \frac{1}{1 + ctg^2(\alpha)} = g \cdot \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\cos^2}{\sin^2}} = g\frac{\sin^3\alpha}{\cos\alpha} \cdot \frac{1}{1}$

$a_{kx} = g\, tg(\alpha) \sin^2(\alpha)$

$t_2 = 2t = \left|\frac{2v_0 \sin\alpha}{a_y}\right|$

$v_k = \frac{2v_0 \sin\alpha}{|a_y|} \cdot |a_{kx}|$

$v_k = \frac{2v_0 \sin\alpha}{|a_y|}\, tg(\alpha)|a_y|$

$v_k = 2v_0 \sin\alpha \cdot tg\,\alpha$

$v_k = 2v_0 \sin\alpha \cdot tg\alpha$

$v_k = 2 \cdot 2 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}}\ м/с$

Ответ: 1) $H = 0{,}2\ м$

2) $V = \frac{2}{3}\sqrt{3}\ м/с$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Черновик!!!

$\frac{10 \cdot 1{,}2}{0{,}5}$

$\frac{20 \cdot 12}{5}$

$R = 3 \cdot 5$

$\frac{20 \cdot 1{,}2}{0{,}5}$

$\frac{10 \cdot 1{,}2}{0{,}5 \cdot 0{,}5}$

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

$\frac{P_2}{P_1} = 2$

$\frac{V_2}{V_1} = 2$

$\int \frac{P_1}{P_1}\left(\frac{V}{V_1}\right) d\frac{V}{V_1} = 1 + \frac{\pi 1^2}{4} = 1 + \frac{\pi}{4}$

$= P_1 V_1 (\ldots)$

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

$A = \nu R T_1 \left(1 + \frac{\pi}{4}\right)$

$Q = \nu R T_1 \left(\frac{11}{2} + \frac{\pi}{4}\right)$

$F_{тр} = \mu m a$

$= -P_1 V_1$

$= \nu R T_1 \frac{\pi}{4}$

$a(t) = a_0 + (1 - \cos t)$

$R = 1{,}2\,м$

$V_0 = 3{,}7\,\frac{м}{с}$

$a = \frac{V_0^2}{R}$

$m = 0{,}2\,кг$

$\eta = \frac{A_{ц}}{Q}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

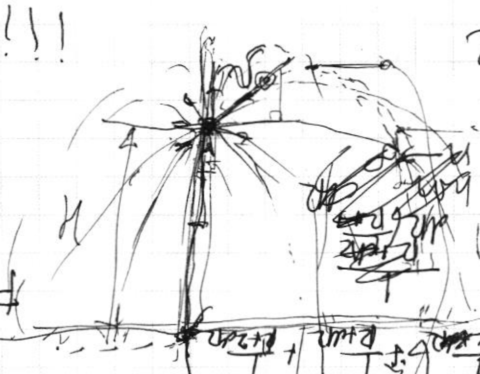
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Черновик !!!



$0 = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} + H$

$h = v_0 \sin(\alpha) t_2 - \frac{g t_2^2}{2} + H$

$0 = v_0 \sin(\alpha) t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$

$L = v_0 \cos(\alpha)$

$t_2 - t_1 = 2t$

$\frac{m v_0^2}{2}$

$\frac{2}{\sqrt{3}}$ $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

$\frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{2}{3}$

$1 - \cos^2\alpha$

$t_2 = \frac{-v_0\sin(\alpha) + \sqrt{v_0^2 \sin^2(\alpha) + 2gH}}{g}$

$ma = N + mg$

$ma_x = N_x$

$ma_y = N_y$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 4

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

Дано:

$m = 2$кг

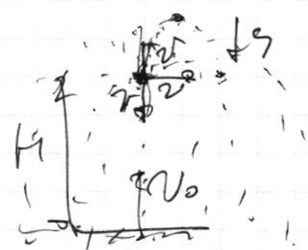
$\tau = 10$ с

$H = 65$ м

Ответ 1: $v_0 = \sqrt{2gH} = 10\cdot\sqrt{13}\ \frac{м}{с}$

Ответ 2: $K = 2{,}5$ кДж

1)



$H = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$t = \frac{v_0}{g}$

$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$

$v_0 = \sqrt{2gH}$

$v_0 = \sqrt{20\cdot 65} = \sqrt{13\cdot5\cdot5\cdot4} =$

$= \cancel{\sqrt{13\cdot 5\cdot 4}} = 10\cdot\sqrt{13}\ \frac{м}{с}$

$H = 10\cdot\sqrt{13}\ \frac{м}{с}$

2) $K = \sum_i \frac{m_i v^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$

v – скорость осколков

$\tau = t_2 - t_1$

t_1 – время падения первого осколка

t_2 – время падения последнего осколка

t_1:

$H = vt_1 + \frac{gt_1^2}{2}$

$\frac{g}{2}t_1^2 + vt_1 - H = 0$

$D = v^2 + 2gH$

$\left[\begin{array}{l} t_1 = \frac{1}{g}\cdot(-v + \sqrt{v^2+2gH}) \\ t_1 = \frac{1}{g}\cdot(-v - \sqrt{v^2+2gH}) \end{array}\right.$

$t_1 = \frac{1}{g}(-v + \sqrt{v^2+2gH})$

t_2: $H = -vt_2 + \frac{gt_2^2}{2}$

$D = v^2 + 2gH$

$\left[\begin{array}{l} t_2 = \frac{1}{g}(v - \sqrt{v^2+2gH}) \\ t_2 = \frac{1}{g}(v + \sqrt{v^2+2gH}) \end{array}\right.$

$t_2 = \frac{1}{g}(v + \sqrt{v^2+2gH})$

$t_2 - t_1 = \frac{1}{g}(v + v) =$

$\tau = \frac{2v}{g}$ $\quad v = \frac{g\tau}{2}$

$K = \frac{mg^2\tau^2}{8}$ $\quad v^2 = \frac{g^2\tau^2}{4}$

$K = \frac{2\cdot100\cdot100}{8} = \frac{2\cdot2\cdot2\cdot50\cdot50}{8} =$

$= 50^2 = 2500$ Дж

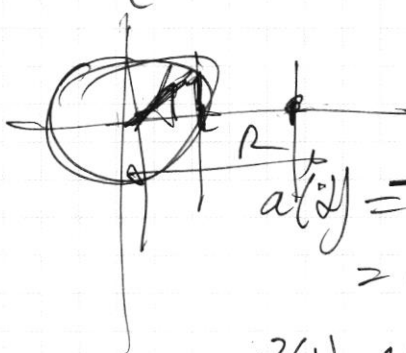
Ответ:

$v_0 = 10\cdot\sqrt{13}\ \frac{м}{с}$

$K = 2{,}5$ кДж

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Черновик



$a(\alpha) = -R\cos(\alpha) + 2R =$

$= R(2-\cos(\alpha))$

$a^2(\alpha) = 4R^2 - 4R^2\cos(\alpha) + R^2\cos^2(\alpha)$

$b^2(\alpha) = R^2\sin^2(\alpha)$

$r^2(\alpha) = a^2(\alpha) + b^2(\alpha)$

$r^2(\alpha) = 4R^2 - 4R^2\cos(\alpha) + R^2\cos^2(\alpha) + R^2\sin^2(\alpha)$

$\boxed{r^2(\alpha) = 5R^2 - 4R^2\cos(\alpha)}$

$F = kqQ\frac{1}{r^2(\alpha)}$

$F(\alpha) = Q$

$dF(\alpha) = kqdQ\frac{1}{r^2(\alpha)}$

$dF(\alpha) = dkdqQ \cdot \frac{1}{5R^2 - 4R^2\cos(\alpha)}$

$y(\alpha) = 5 - 4\cos(\alpha)$

$\boxed{5-4\cos(\alpha)} =$

$\frac{dF(y)}{dy} = \frac{dk}{} \cdot \frac{1}{y^2}$

$\int F(y)\,dy =$

$= \int F(y(\alpha))\,dy(\alpha)\,d(5-4\cos(\alpha))$

$\frac{d(5-4\cos(\alpha))}{d\alpha} =$

$= 4\sin(\alpha)$

F

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №6
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

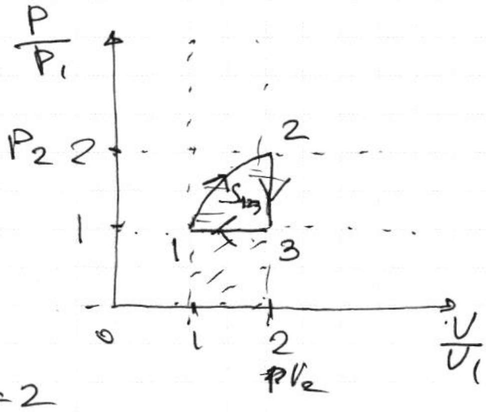
Задача № 4

$S_{круг} = \pi R^2$

$S_{123} = \frac{\pi}{4}$

Дано:
R T_1
$\nu = 1$ моль
$i = 3$

1) $Q - ?$
2) $A_{цикл} - ?$
3) $\eta - ?$



1) Процесс нагрев $1 \to 2$

$Q = \Delta U + A$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$

$P_1V_1 = \nu RT_1$

$P_2V_2 = \nu RT_2$

$\frac{P_2}{P_1} = 2$

$\frac{V_2}{V_1} = 2$

$\frac{P_2V_2}{P_1V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 4$

$T_2 = 4T_1$ $\quad T_2 - T_1 = 3T_1$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \cdot 3T_1$

$\Delta U_{12} = \frac{9}{2}\nu RT_1$

$$A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} P(V)dV = V_1P_1 \cdot \int_1^2 \frac{P}{P_1}\left(\frac{V}{V_1}\right)d\frac{V}{V_1} = P_1V_1 \cdot \left(1 + \frac{\pi}{4}\right)$$ площадь круга/4 + прямоугольника

$A_{12} = P_1V_1\left(1 + \frac{\pi}{4}\right)$

$A_{12} = \nu RT_1\left(1 + \frac{\pi}{4}\right)$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \nu RT_1\left(1 + \frac{\pi}{4} + \frac{9}{2}\right) = \nu RT_1\left(\frac{11}{2} + \frac{\pi}{4}\right)$$

$A_{12} = PV_1 \cdot (S_{123} + 1)$

~~Ответ I: $Q = \frac{1}{2}\nu RT_1\left(11 + \frac{\pi}{2}\right)$~~

~~$Q = \frac{1}{2}\nu RT_1\left(11 + \frac{\pi}{2}\right)$~~

Ответ 1) $Q_{12} = \frac{1}{2}RT_1\left(11 + \frac{\pi}{2}\right)$

2) ~~$A_{газ} =$~~

$A_{цикл} = A_{12} + A_{13}$

$A_{13} = P_1 \cdot (2V_1 - 2V_1) = -P_1V_1 = -\nu RT_1$

$A_{цикл} = \nu RT_1\left(1 + \frac{\pi}{4} - 1\right) = \frac{\pi}{4}\nu RT_1$

~~$A_{полн}$~~

$Q_{ин} = A_{цикл}$

$A_{газ} = A_{12}$

$\pi \approx 3,14$

~~$\eta = \frac{A_{12}}{}$~~ ~~$\eta = \frac{A_{цикл}}{Q_{12}}$~~

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} = \frac{\frac{\pi}{2}}{11 + \frac{\pi}{2}} = 1 - \frac{11}{11 + \frac{\pi}{2}}$$

Ответ: 1) $Q_{12} = \frac{1}{2}RT_1\left(11 + \frac{\pi}{2}\right)$

2) $A = \nu RT_1\left(\frac{\pi}{4} + 1\right)$

3) $\eta = 1 - \frac{11}{11 + \frac{\pi}{2}}$

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5

Дано:

Q

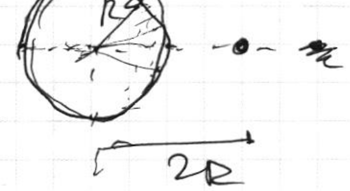
q

R

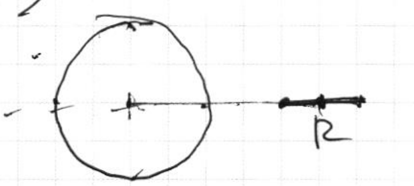
$\cancel{F = k\frac{qQ}{r}}$

$F_k = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$

1)



2)



$F_2 = F(x_2) - F(x_1) =$

$= k\rho Q_э \cdot \left(-\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_1}\right)$

$\boxed{F_2 = \frac{kQ_э q}{R}\cdot\left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2}\right)}$

$x_2 - x_1 = R$

$F_2 = \frac{kQ_э q}{R}\left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_1+R}\right)$

x_1 — ?

$Q_э$ — ?

2) $\cancel{F_2 = \int_{x_1}^{x_2} f(x)\,dx}$

$\cancel{dF = k\frac{dq\,Q_э}{x^2}}$

$\cancel{dF = k\frac{\rho\,dR\,Q_э}{x^2}}$

$\cancel{dq = \rho\,dR}$

$dq = \rho\,dx$

$\rho = \frac{q}{R}$

$F_2 = \int_{x_1}^{x_2} f(x)\,dx$

$\cancel{dF = k\rho}$

$dF = k\frac{dq\,Q_э}{x^2}$ $\quad dF = k\frac{\rho\,dx\,Q_э}{x^2}$

$f(x) = \frac{dF}{dx} = \frac{k\rho Q_э}{x^2}$

$F_2 = \int_{x_1}^{x_2} \frac{k\rho Q_э}{x^2}\,dx$ $\quad F(x) = \int \frac{k\rho Q_э}{x^2}\,dx$

$F(x) = k\rho Q_э \cdot \int \frac{1}{x^2}\,dx$

$\cancel{F_2}$

$F(x) = k\rho Q_э \cdot \frac{-1}{x}$

$F(x) = -\frac{1}{x}k\rho Q_э$

Мозом на стр 9

Задача №5

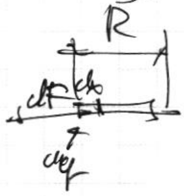
$$F_2 = k\frac{Q_э q}{R}\cdot\left(\frac{1}{x_1}-\frac{1}{x_1+R}\right)$$

$$F_2 = F(x_1+R) - F(x_1)$$

$$F(x) = \int_0^x \frac{k\rho Q_э}{x^2}dx$$

$$dF = \frac{kQ_э\rho\, dx}{x^2}$$

$$\frac{dF}{dx} = k\frac{Q_э\rho}{x^2}$$



$$\rho = \frac{dq}{dx} = \frac{q}{R}$$

$$F(x) = k\frac{Q_э q}{R}\cdot\int_0^x \frac{1}{x^2}dx = k\frac{Q_э q}{R}\cdot -\frac{1}{x}$$

$$F_1 = k\frac{Q_э q}{x_1^2}$$

$$Q_э = Q$$

$$x_1 = 2R$$

Ответ $F_1 = k\frac{Qq}{4R^2}$

$$F_2 = k\frac{Qq}{R^2}\cdot\frac{1}{6}$$