# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

## Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

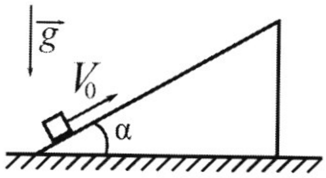
**1.** Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H =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

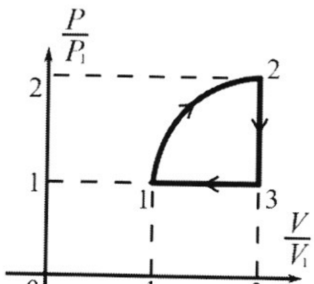
**3.** По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1{,}2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3{,}7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0{,}4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

1) Фейерверк разорвался в высшей точке траектории → в момент разрыва его скорость = 0

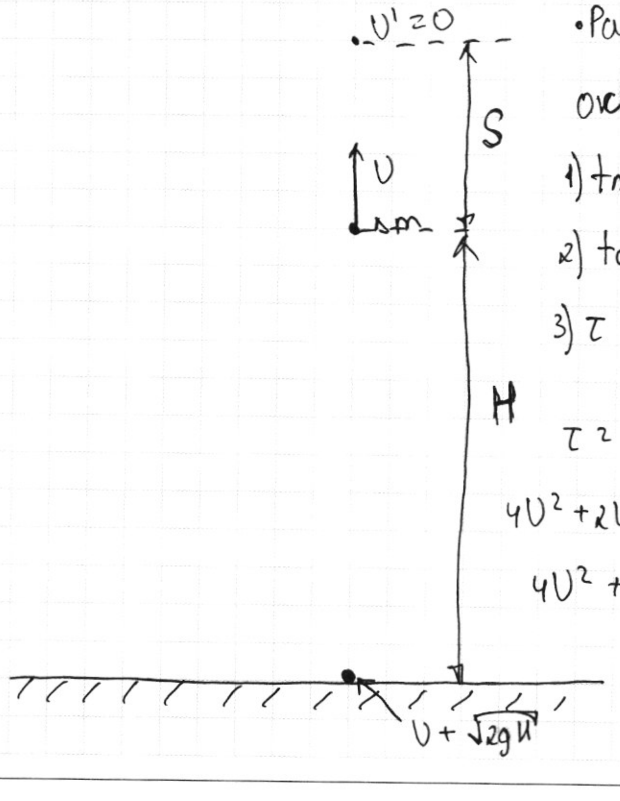
2) Запишем уравнение движения фейерверка до разрыва:

$H = \frac{V_0^2}{2g} \to V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2\cdot 10\,м/с^2\cdot 65\,м} = \sqrt{1300\,м^2/с^2} = 10\sqrt{13}\,м/с = 36\,м/с$

$3<\sqrt{13}<4 \to \sqrt{13}\approx 3,6$

$3,6 \times 3,6$: $216$, $108$, $12,96$ → наиболее близко к 13

3) Осколки падают на землю в течение $\tau = 10с$ → через $\tau = 10с$ последний осколок упадет на землю. А последним на землю упадет осколок полетевший вертикально вверх после разрыва. Рассмотрим данный осколок.




•Распишем время движения осколка $\tau$:

1) $t_{пв} = t_{св} = \frac{V}{g}$

2) $t_{сн}\cdot\frac{2V+\sqrt{2gH}}{2} = H \to t_{сн} = \frac{2H}{2V+\sqrt{2gH}}$

3) $\tau = t_{пв}+t_{св}+t_{сн} = \frac{2V}{g} + \frac{2H}{2V+\sqrt{2gH}}$

$\tau = \frac{2V(2V+\sqrt{2gH})+2gH}{g(2V+\sqrt{2gH})}$

$4V^2+2V\sqrt{2gH}+2gH = 2Vg\tau + g\tau\sqrt{2gH}$

$4V^2+2V(\sqrt{2gH}-g\tau)+\sqrt{2gH}(\sqrt{2gH}-g\tau)=0$

$\boxed{\text{См. оборот}}$

Задача №1 (продолжение)

$D = 4(\sqrt{2gH}-g\tau)^2 - 16\sqrt{2gH}(\sqrt{2gH}-g\tau) =$

$= 4(2gH + g^2\tau^2 - 2g\tau\sqrt{2gH}) - 32gH + 16g\tau = 8gH + 4g^2\tau^2 - 8g\tau\sqrt{2gH} - 32gH + 16g\tau\sqrt{2gH} =$

$= 4g^2\tau^2 - 24gH + 8g\tau\sqrt{2gH} = 4\cdot 100\frac{м^2}{с^4}\cdot с^2\cdot 100 - 24\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot 65\,м + 8\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot 10\,с\cdot 10\sqrt{13}\frac{м}{с}$

$= 40.000\frac{м^2}{с^2} - 15.600\frac{м^2}{с^2} + 8000\sqrt{13}\frac{м^2}{с^2} = 24.400 + 8000\sqrt{13}\frac{м^2}{с^2}\ (\sqrt{13}\approx 3{,}6) =$

$= 24.400\frac{м^2}{с^2} + 28.800\frac{м^2}{с^2} = 53.240\frac{м^2}{с^2}\ (53.240 \approx 230^2) \Rightarrow \sqrt{D} = 230\frac{м}{с}$

$V_1 = \frac{-2(\sqrt{2gH}-g\tau) + 230\,м/с}{8} = \frac{2(g\tau - \sqrt{2gH}) + 230\,м/с}{8} =$

$= \frac{2(10\frac{м}{с^2}\cdot 10\,с - 36\frac{м}{с}) + 230\,м/с}{8} = \frac{128\cdot\frac{м}{с} + 230\,м/с}{8} = \frac{358\,м/с}{8} = 44{,}75\,м/с$

$\approx 45\,м/с$

$V_2 = \frac{128\,м/с - 230\,м/с}{8} < 0 \Rightarrow$ не подходит т.к. в модели моего решения V будет направлена вертикально вниз, а это не соответствует соображениям на счет минимального времени полета

$\Delta W_к = \frac{\Delta m V^2}{2} \Rightarrow$ т.к. все осколки имеют скорость $V \Rightarrow K = \frac{V^2}{2}(\Delta m_1 + \ldots + \Delta m_n)$

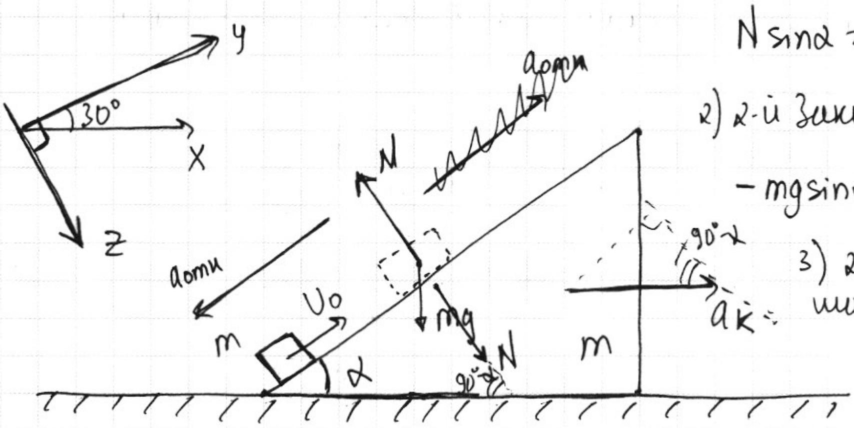
$= \frac{mV^2}{2} = \frac{2кг\cdot(45\,м/с)^2}{2} = 1кг\cdot(45\,м/с)^2 = 2025\,Дж$

Ответ: 1) $V_0 = 36\,м/с$

2) $K = 2025\,Дж$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2




1) 2-й Закон Ньют. на OX для клина:

$N\sin\alpha = ma_k$ (1)

2) 2-й Закон Ньют. на OY для шайбы:

$-mg\sin\alpha = ma_k\cos\alpha - ma_{отн}$ (2)

3) 2-й Закон Ньют на OZ для шайбы:

$-N + mg\cos\alpha = ma_k\sin\alpha$

$mg\cos\alpha - N = ma_k\sin\alpha \mid \cdot\sin\alpha$

$mg\cos\alpha\sin\alpha - N\sin\alpha = ma_k\sin^2\alpha$ (3)

(1) + (3):

$mg\cos\alpha\sin\alpha - N\sin\alpha + N\sin\alpha = ma_k + ma_k\sin^2\alpha$

$mg\cos\alpha\sin\alpha = ma_k(1+\sin^2\alpha)$

$a_k = g\dfrac{\cos\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha} = g\cdot\dfrac{\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{1}{2}}{1+\frac{1}{4}} = g\dfrac{\frac{\sqrt{3}}{4}}{\frac{5}{4}} = g\dfrac{\sqrt{3}}{5}$

4) $-mg\sin\alpha = mg\dfrac{\sqrt{3}}{5}\cos\alpha - ma_{отн}$

$-g\sin\alpha = g\dfrac{\sqrt{3}}{5}\cdot\dfrac{\sqrt{3}}{2} - a_{отн}$

$-\dfrac{g}{2} = \dfrac{3g}{10} - a_{отн}$

$a_{отн} = \dfrac{8g}{10} = 8 м/с^2$

5) Когда шайба достигнет максимальной высоты ее скорость относительно клина будет равна 0

Движение шайбы относительно клина: в проекции на OY:

$L = \dfrac{V_0^2}{2a_{отн}} \Rightarrow L = \dfrac{5V_0^2}{8g} \Rightarrow \cancel{L} \Rightarrow H = L\sin\alpha = \dfrac{5V_0^2}{16g} = \dfrac{5\cdot 4 м^2/с^2}{16\cdot 10 м/с^2} =$

$= \dfrac{1}{8} м = 0{,}125 м = 12{,}5 см.$

б) ~~Горизон~~ Клин разгоняет единственная сила $N_x = N\sin\alpha = mg\frac{\sqrt{3}}{5}$ ⇒

эта сила будет разгонять клин когда шайба будет~~оо~~ подниматься вверх и когда шайба будет спускаться вниз. Спускаться и подниматься шайба будет за одинаковое ~~кол-во~~ время. Найдем его:

$$L = \frac{5v_0^2}{8g} = t_x\frac{v_0}{2} \Rightarrow t_x = \cancel{\frac{5v_0}{16}}\ \frac{5v_0}{4g}.$$

⇒ разгоняться клин будет в течение $2t_x = \frac{5v_0}{2g} = \tau$

Закон изм. импульса для клина на OX: $m(V-0) = N_x\tau$ ⇒

$$\Rightarrow V = \frac{N_x\tau}{m} = \frac{mg}{m}\cdot\frac{\sqrt{3}}{5}\cdot\frac{5v_0}{2g} = \frac{\sqrt{3}v_0}{2} = \frac{\sqrt{3}\cdot 2\,м/с}{2} = \sqrt{3}\,м/с$$

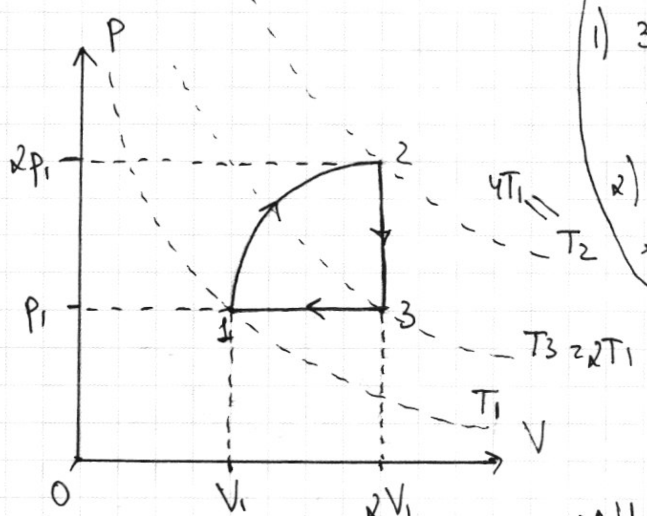
$(\sqrt{3}\approx 1{,}76)$ ⇒

⇒ $V = 1{,}76$ м/с

Ответ: 1) $H = 12{,}5$ см

2) $V = 1{,}76$ м/с

Задача №4




1) $3 \to 1$ ($p = const$) $\Rightarrow \frac{T}{V} = const \Rightarrow$
$\Rightarrow \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_3}{2V_1} \Rightarrow T_3 = 2T_1$

2) $2 \to 3$ ($V = const$) $\Rightarrow \frac{T}{p} = const' \Rightarrow$
$\Rightarrow \frac{T_3}{p_1} = \frac{T_2}{2p_1} \Rightarrow T_2 = 2T_3 = 4T_1$

3) Q в процессе расширения =
$= Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$\bullet \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R \cdot 3T_1 =$
$= \frac{9\nu RT_1}{2} = (4{,}5 RT_1)$ Дж

$\bullet A_{12} = p_1V_1 + \frac{\pi p_1 V_1}{4} = p_1V_1\left(1 + \frac{\pi}{4}\right) =$
$p_1V_1 = \nu RT_1$
$= \nu RT_1\left(\frac{4+\pi}{4}\right)$

$\Rightarrow Q_{12} = \nu RT_1\left(4{,}5 + 1 + \frac{\pi}{4}\right) = \nu RT_1\left(5{,}5 + \frac{\pi}{4}\right) \approx \nu RT_1(5{,}5 + 0{,}75) \approx \nu RT_1 \cdot 6{,}25 =$
$= (6{,}25 \nu RT_1)$ Дж $= Q$

4) $A_{цикл} = A_{12} - A_{31} = p_1V_1 + \frac{\pi p_1 V_1}{4} - p_1V_1 = \frac{\pi p_1 V_1}{4} = \frac{\pi \nu RT_1}{4} = (0{,}75 \nu RT_1)$ Дж

5) $\eta = \frac{A_{цикл}}{Q^+} = \frac{\pi \nu RT_1}{4} \cdot \frac{4}{(22+\pi)\nu RT_1} = \frac{\pi}{22+\pi} \approx \frac{3}{25} \approx 0{,}12 \approx 12\%$
$Q^+ = Q_{12}$

Ответ: 1) $Q = (6{,}25 \nu RT_1)$ Дж (~~здесь я считаю R; T₁ безразмерными коэф.~~)
2) $A_{цикл} = (0{,}75 \nu RT_1)$ Дж (~~здесь я считаю R; T₁ – безразмерными коэф.~~)
3) $\eta = 12\%$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

$g\sin\alpha - \frac{U^2}{R} = \mu g\cos\alpha$

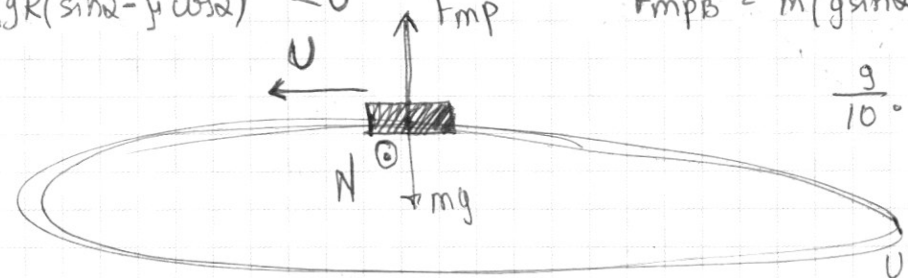
$U = \sqrt{gR(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} < 0$

1) $N = m\frac{U_0^2}{R} = P$

$F_{трA} = m\left(g\sin\alpha - \frac{U^2}{R}\right) \to \mu mg\cos\alpha$

$F_{трB} = m\left(g\sin\alpha + \frac{U^2}{R}\right) \to \mu mg\cos\alpha$

$\frac{9}{10}\cdot\frac{18}{20} = \frac{9}{10}\cdot\frac{9}{10} = 0{,}81$




$g^2\sin^2\alpha + \frac{U^4}{R^2} = \mu^2 g^2\cos^2\alpha$

$m^2g^2\sin^2\alpha + \frac{U^4}{R^2}m^2 = \mu^2m^2g^2\cos^2\alpha$ $F_{тр_1} = mg\sin\alpha$

$\frac{U^4}{R^2} = g^2(\mu^2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)$

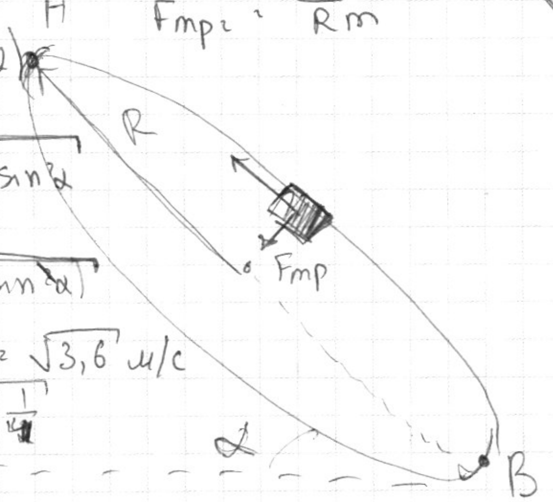
$F_{тр} = \frac{U^2}{Rm}$

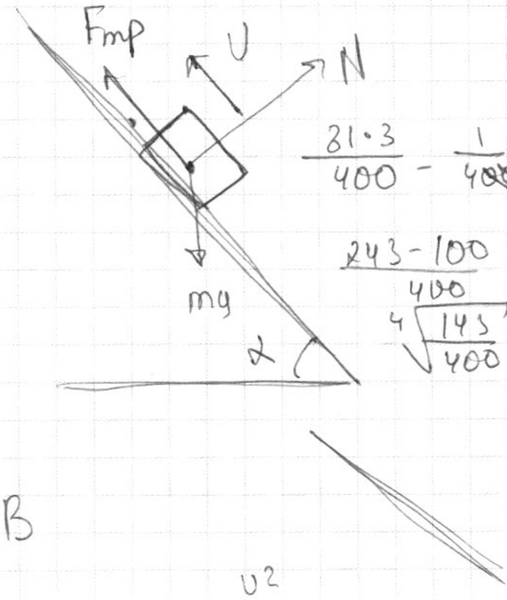
$U = \sqrt{gR}\sqrt[4]{\mu^2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha}$

$U = \sqrt{gR(\mu\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)}$

$U = \sqrt{10\cdot 1{,}2\cdot 0{,}3} = \sqrt{3{,}6}$ м/с

$\sqrt{3{,}6}\cdot\sqrt[4]{0{,}81\cdot\frac{3}{4} - \frac{1}{4}}$



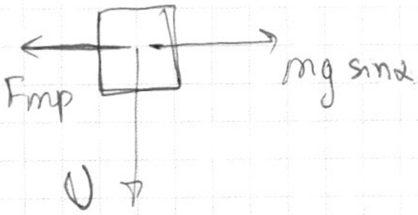




$\frac{81\cdot 3}{400} - \frac{1}{400}$

$\frac{243-100}{400}$

$\sqrt[4]{\frac{143}{400}}$

т. A:

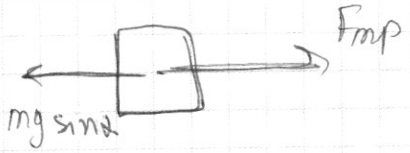



$mg\sin\alpha - F_{трA} = m\frac{U^2}{R}$

$F_{трA} = m\left(-\frac{U^2}{R} + g\sin\alpha\right)$

$F_{трB} - mg\sin\alpha = m\frac{U^2}{R}$

т. B:




$F_{трB} = m\left(g\sin\alpha + \frac{U^2}{R}\right) =$

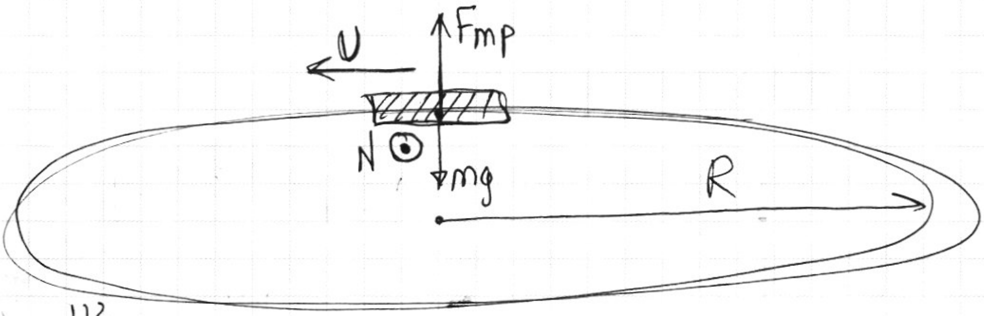
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

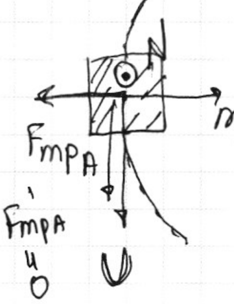
(Нумеровать только чистовики)

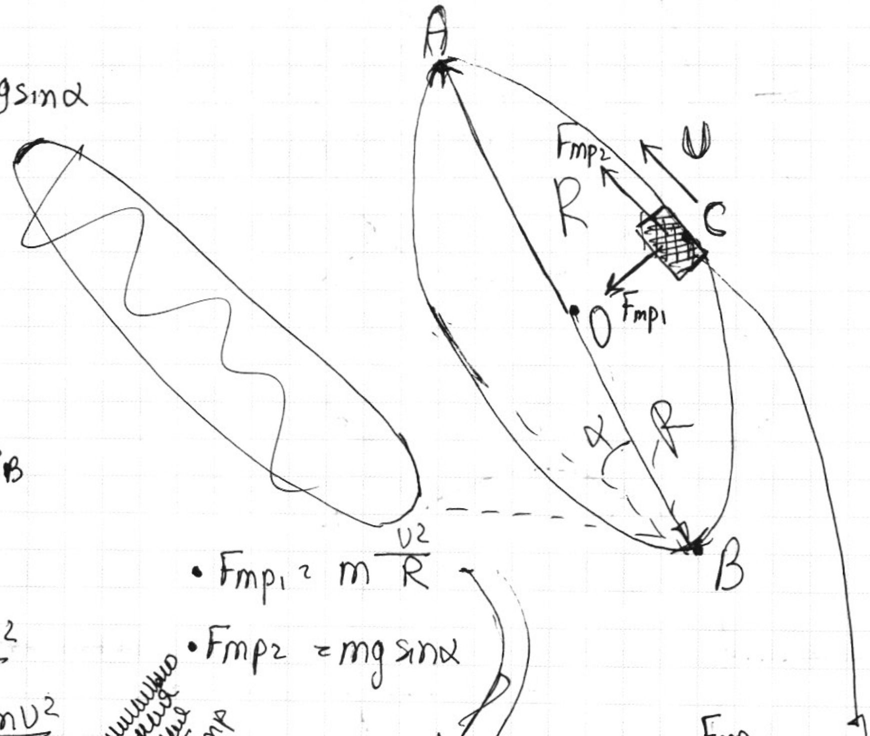
Задача №3



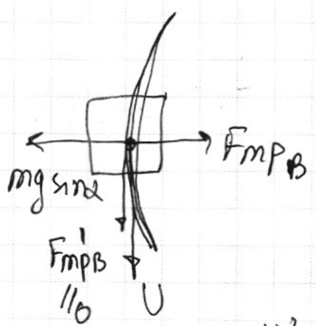

1) $N = m\frac{v_0^2}{R} = \frac{0,4кг\cdot 13,69 м^2/с^2}{1,2 м} = \frac{1кг\cdot 13,69 м^2/с^2}{3м} \approx 4,6 Н$

т.А:




т.B




• $F_{тр1} = m\frac{v^2}{R}$

• $F_{тр2} = mg\sin\alpha$

$-F_{трA} + mg\sin\alpha = \frac{mv^2}{R}$

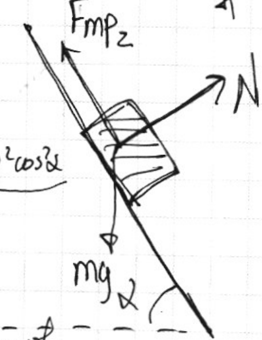
$F_{трB} - mg\sin\alpha = \frac{mv^2}{R}$

минимально возможная нормальная Fтр

$F_{трA} = m\left(g\sin\alpha - \frac{\cancel{m}v^2}{R}\right)$

$F_{трB} = m\left(g\sin\alpha + \frac{\cancel{m}v^2}{R}\right)$

максимально возможная нормальная Fтр




$F_{тр1} \in$

$\underbrace{m^2\frac{v^4}{R^2} + m^2g^2\sin^2\alpha = \mu^2m^2g^2\cos^2\alpha}$

максимально возможная сумма квадратов

$F_{трA} = \mu mg\cos\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow v = \sqrt{gR(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$

$\sin\alpha < \mu\cos\alpha \Rightarrow F_{трA} \neq \mu mg\cos\alpha$

См страницу 8

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

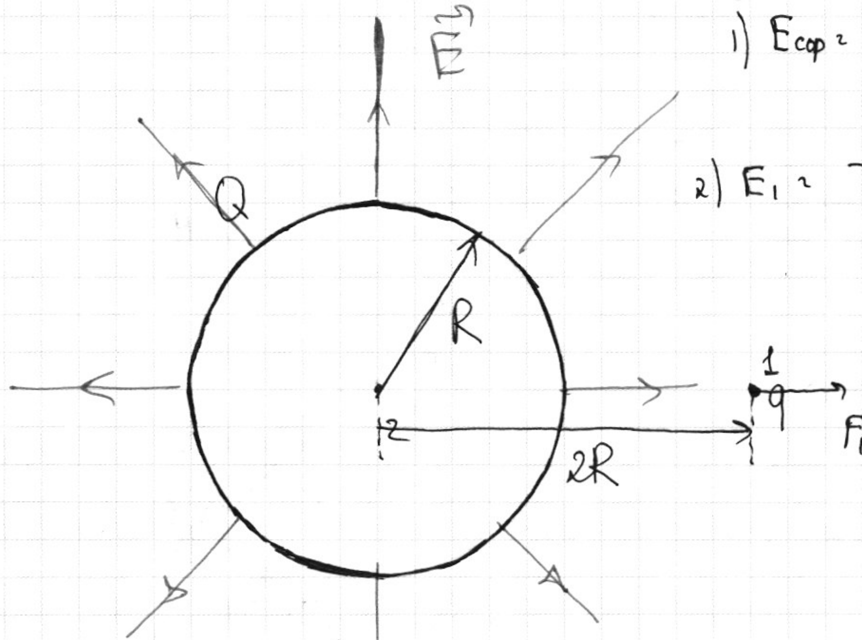
ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

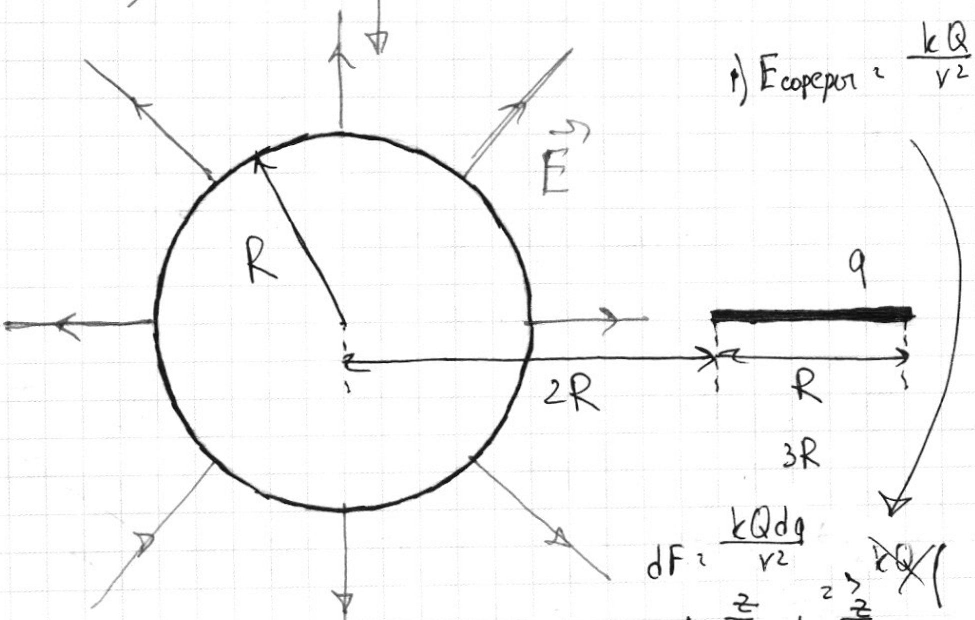
1)




1) $E_{сф} = \frac{kQ}{r^2}$ (r – расст до центра сферы)

2) $E_1 = \frac{kQ}{4R^2} \Rightarrow F_1 = \frac{kQq}{4R^2}$

2)




1) $E_{сферы} = \frac{kQ}{r^2}$ (r – расст до центра сферы)

$dF = \frac{kQdq}{r^2}$ ~~kQ~~ (

$\Rightarrow F = \cancel{kQ}\, kQ \left(\frac{dq_1}{4R^2} + \frac{dq_2}{\cancel{8}r_1^2} + \ldots + \frac{dq_i}{9R^2}\right) = \frac{kQ}{R^2}\left(\frac{dq_1 \frac{z}{4} + dq_2 \frac{z}{\ldots} + \ldots + dq_n \frac{z}{9}}{z}\right.$

$z = 4 \cdot \ldots \cdot 9$

$4 + \ldots + 5 =$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{kQq}{4R^2}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 7

(Нумеровать только чистовики)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3 (продолжение)

$$\cancel{m^2}\frac{v^4}{R^2} + \cancel{m^2} g^2\sin^2\alpha = \cancel{4k}\,\mu^2 \cancel{m^2} g^2\cos^2\alpha$$

$$\cancel{\frac{v^4}{R^2} =}$$

• $m\frac{v^2}{R} > mg\sin\alpha - m\frac{v^2}{R}$

$$\frac{2v^2}{R} > g\sin\alpha$$

$$v > \sqrt{\frac{gR\sin\alpha}{2}} > \sqrt{\frac{10\,м/с^2\cdot 1{,}2\,м\cdot 0{,}5}{2}} > \sqrt{3}\ м/с$$

$$\cancel{\frac{mv^2}{r}}\quad m^2\frac{v^4}{R^2} + m^2g^2\sin^2\alpha = \mu^2m^2g^2\cos^2\alpha$$

$$v = \sqrt{2gR}\cdot\sqrt[4]{\mu^2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha} = \underset{24}{\sqrt{\cancel{3{,}6}}}\cdot\sqrt[4]{\frac{143}{400}} = \underset{24}{\sqrt{\cancel{3{,}6}}}\cdot\sqrt[4]{\frac{3}{8}}$$

• $m\frac{v^2}{R} < mg\sin\alpha - m\frac{v^2}{R}$

$v < \sqrt{3}$ м/с

$mg\sin\alpha - m\frac{v^2}{R} = \mu mg\cos\alpha$

$$v = \sqrt{gR(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)} = \sqrt{3{,}6}\ м/с > \sqrt{3}\ м/с \Rightarrow \text{не подходит}$$

$$v = 2\sqrt{6}\sqrt[4]{\frac{3}{8}} = 2\sqrt{6}\sqrt{\frac{9}{64}} = 2\sqrt{\frac{54}{64}} = 2\sqrt{\frac{5}{6}} = 2\sqrt{1{,}2} \approx 2\ м/с$$

Ответ: $v = 2$ м/с

$$U_1 = \frac{-2(\sqrt{2gH}-g\tau)+\sqrt{53.240\ м^2/c^2}}{8} = \frac{2(g\tau-\sqrt{2gH})+\sqrt{53.240\ м^2/c^2}}{8}$$

$$= \frac{2(100-36)+\sqrt{53.240}}{8} = \frac{128+\sqrt{53.240}}{8}$$

64

$3,14 \,|\, 4$ $\approx 0,75$

$128 \times 128$: 1024, 256, 128 — 16.384

$23 \times 23$: 69, 46 — 52.900

$22 \cdot 22 \cdot 100$

$4 \cdot 11 \cdot 11 \cdot 100$

$4 \cdot 121 \cdot 100$

48400

40000

62500

$176 \times 176$: 1056, 1232, 176 — 2,9976

$24 \times 24$: 96, 48 — 57.600

$21 \times 21$: 21, 42 — 44.100

$13,69 : 3 = 4,58333$ (12, 16, 15, 19, 18)

$231 \times 231$: 231, 693, 462 — 53.361

$\sqrt{53.240} \approx 230$

$37 \times 37$: 259, 111 — 1369

$$U_1 = \frac{128+230}{8} = 44,75\ м/c \approx 45\ м/c$$

$\frac{358}{8}$

$358 : 8 = 44,75$ (32, 38, 32, 60, 56, 40, 40, 0)

$$W_{ki} = \frac{dmU^2}{2} \Rightarrow W_к = K = \frac{U^2}{2}(dm+dm+\ldots+dm) = \frac{mU^2}{2} = 1кг \cdot (45\ м/c)^2$$

$\sim m$

$= 2025$ Дж

$45 \times 45$: 225, 180 — 2025

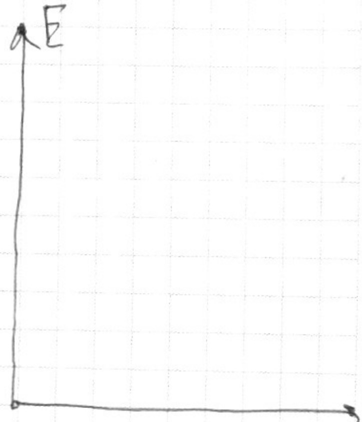
$pV = \nu RT$

$p = const$

$\Rightarrow \frac{T}{V} = const \quad \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{2V_1} \Rightarrow T_2 = 2T_1$

$V = const \Rightarrow \frac{T}{p} = const$

$\frac{2T_1}{p_1} = \frac{T_3}{2p_1} \Rightarrow T_3 = 4T_1$




☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $H = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH}$

$40.000 - 15.600 = 24.400$

$24 \times 65$: $120$, $144$, $1560$

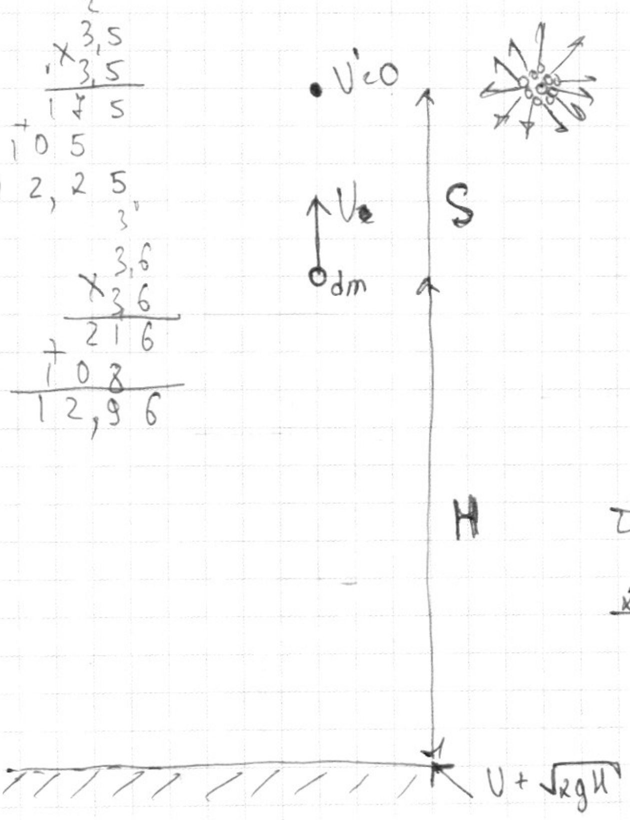
2) $m = m_{01} + m_{02} + \dots + m_{0i}$

Падают в течение $\tau = 10с$ => через 10с упал последний осколок. => тот который полетел вертикально вверх

$3,5 \times 3,5$: $175$, $105$, $12,25$

$3,6 \times 3,6$: $216$, $108$, $12,96$

$8,0 \times 3,6$: $480$, $240$, $28,80$




2) $S = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow \cancel{t_1 = \frac{V_0}{g}}$

$\cancel{28gH}$ $t_п = t_c = \frac{U}{g}$ $28800$

$t_1 \cdot \frac{2U + \sqrt{2gH}}{2} = H$

$t_1 = \frac{2H}{2U + \sqrt{2gH}}$

$\tau = 2t_п + t_1 = \frac{2U}{g} + \frac{2H}{2U + \sqrt{2gH}}$

$\frac{2U(2U + \sqrt{2gH}) + 2gH}{(2U + \sqrt{2gH})g} = \tau$

$4U^2 + 2U\sqrt{2gH} + 2gH = 2U\tau g + g\tau\sqrt{2gH}$

$24.440 + 28.800 = 53.240$

$4U^2 + 2U(\sqrt{2gH} - g\tau) + 2gH - g\tau\sqrt{2gH} = 0$

$4U^2 + 2U(\sqrt{2gH} - g\tau) + \sqrt{2gH}(\sqrt{2gH} - g\tau) = 0$

$D = 4(\sqrt{2gH} - g\tau)^2 - 16\sqrt{2gH}(\sqrt{2gH} - g\tau)$

$\cancel{U} = 4(2gH + g^2\tau^2 - 2g\tau\sqrt{2gH}) - 32gH + 16g\tau\sqrt{2gH} = 8gH + 4g^2\tau^2 - 8g\tau\sqrt{2gH} - 32gH + 16g\tau\sqrt{2gH}$

$= 4g^2\tau^2 - 24gH + 8g\tau\sqrt{2gH} = 4 \cdot 100 \cdot 100 - 24 \cdot 10 \cdot 65 + 8 \cdot 10 \cdot 10\sqrt{1300}$

$= 40.000 - 15600 + 8000\sqrt{13} = 24.400 + 8000\sqrt{13}$ $(\sqrt{13} \approx 3,6)$

$\approx 24.440 + 28.800 = 53.240\ м^2/с^2$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)