Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

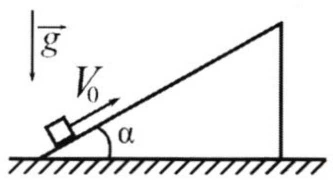
1. Фейерверк массой $m = 1$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3$ с разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая энергия осколков сразу после взрыва $K = 1800$ Дж. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$ с.

1) На какой высоте H взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени τ осколки будут падать на землю?

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 α такой, что $\cos\alpha = 0,6$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают некоторую начальную скорость V_0 (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину и поднимается на максимальную высоту



$H = 0,2$ м. Масса клина в два раз больше массы шайбы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

1) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.

2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. ~~Массы шайбы и клина одинаковы~~. массы шайбы и клина одинаковые.

3. По внутренней поверхности проволочной сферы равномерно движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Сила, с которой модель действует на сферу, в два раза больше силы тяжести, действующей на модель. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите ускорение a модели.

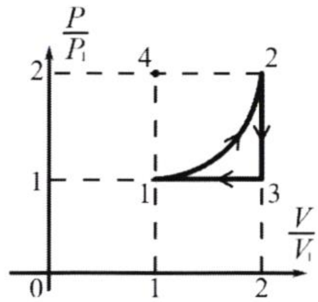
2) Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^0$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1$ м. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1–2 – дуга окружности с центром в точке 4. Считать заданными давление P_1 и объём V_1.

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

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η цикла.



5. Заряд Q >0 однородно распределен по сфере радиуса R. В первом опыте на расстоянии $3R$ 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 $3R$ от центра.

2) Найдите силу F_2, с которой заряженный стержень действует на заряженную сферу.

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

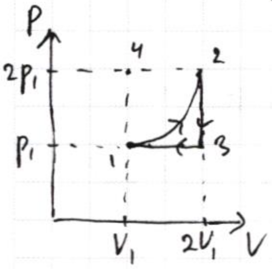
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

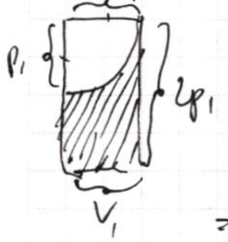
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4 | Для удобства перерисуем график из осей $\frac{p}{p_1}$ и $\frac{V}{V_1}$ в оси p и V; Заметим, что т.к. по условию (12) – дуга окружности с центром в точке 4 => (14) и (42) – её радиусы, а значит они численно равны.



1) Обозначим искомое кол-во теплоты Q, подведённое к газу, как $Q_н$ (Q нагревателя), т.к. в остальных процессах газ отдаёт тепло (уменьшается внутренняя энергия и совершается отрицательная или не совершается работа) =>

$\Rightarrow Q_н = Q_{12}$; $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$. A_{12} найдём как площадь на графике:



$A_{12} = 2p_1 \cdot V_1 - \frac{\pi \cdot R^2}{4}$; R численно равен и p_1, и V_1, в угоду совпадения размерностей пусть $R^2 = p_1 V_1$ =>

$\Rightarrow A_{12} = 2p_1V_1 - p_1V_1 \cdot \frac{\pi}{4} = p_1V_1\left(2 - \frac{\pi}{4}\right) \approx \frac{5}{4} p_1V_1$

$\Delta U_{12} = \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2}(\underbrace{\nu R T_2}_{2p_1 \cdot 2V_1} - \underbrace{\nu R T_1}_{p_1 \cdot V_1}) = \frac{i}{2}(4p_1V_1 - p_1V_1) = \frac{i}{2} \cdot 3p_1V_1$

1) $Q_{12} = \frac{i}{2} \cdot 3p_1V_1 + \frac{5}{4}p_1V_1$; т.к. $i=3$ по условию => $Q_{12} = p_1V_1\left(\frac{9}{2} + \frac{5}{4}\right) = \frac{23}{4}p_1V_1$

Ответ на пункт 1): $Q \approx \frac{23}{4}p_1V_1$

2) A – работа газа за цикл. Найдём через площадь на графике:

=>

$\Rightarrow A = p_1 \cdot V_1 - p_1 \cdot V_1 \cdot \frac{\pi}{4} = p_1 \cdot V_1 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \approx \frac{1}{4} p_1 \cdot V_1$

Ответ на пункт 2): $A \approx \frac{1}{4}p_1V_1$

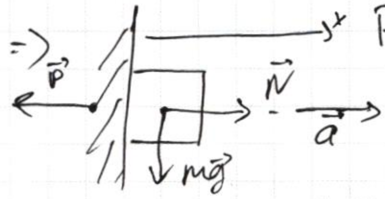
3) $\eta = \frac{A}{Q_н} = \frac{A}{Q_{12}} \approx \frac{\frac{1}{4}p_1V_1}{\frac{23}{4}p_1V_1} \approx \frac{1}{23}$ Ответ на пункт 3): $\eta \approx \frac{1}{23}$

☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Задача №3

 ← плоскость, в которой движется модель в пункте 1) ⇒



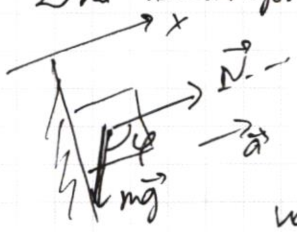
⇒ $\vec{F_т}$ (сила тяги двигателя) и вектор скорости $\vec{v}$ ⊥ плоскости рисунка; P – сила, с которой модель давит на стену, $P = 2mg$; по III З.Н. сила нормальной реакции опоры $|\vec{N}| = |\vec{P}| \Rightarrow N = 2mg$.

II Закон Ньютона для модели: Ox: $N = ma \Rightarrow a = \frac{N}{m} = \frac{2mg}{m} = 2g \Rightarrow$

$\Rightarrow a = 20 м/с^2$. Примечание: по условию $|\vec{v}| = const \Rightarrow \vec{a}$ должно быть перпендикулярно $\vec{v}$ (и в данном случае направлено в центр сферы)

Ответ на пункт 1): $a = 20 м/с^2$

Для некоторого положения модели:



Пусть φ – угол между векторами $\vec{mg}$ и $\vec{N}$. Ось Ox сонаправлена с вектором $\vec{N}$ и, как следствие, направлена в центр сферы. Второй закон Ньютона для модели: Ox: $N + mg \cdot \cos\varphi = ma$ (1) т.к. a – центростремительное ускорение, то $a = \frac{v^2}{R}$ (2). По условию модель движется равномерно ⇒ ⇒ $|\vec{v}| = const \Rightarrow |\vec{a}| = const$, а тангенциальное ускорение всё время равно нулю (иначе модуль скорости менялся бы). ⇒ $\vec{F_т} = -\vec{F_{тр}}$ (компенсируют друг друга), но $F_{тр}$ зависит от N, значит $F_{тр}$ меняется, значит $F_т$ меняется, а значит двигатель варьирует свою мощность ⇒ в том числе в нужный момент может выключиться на мгновение.

из (1) и (2) $v = \sqrt{\frac{R(N + mg \cdot \cos\varphi)}{m}}$ (3); для минимизации v надо свести к минимуму N и $mg \cdot \cos\varphi$. В один момент траектории N может быть равна нулю (модель почти-почти отрывается), и это имеет смысл, когда значение $mg \cdot \cos\varphi$ минимально.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

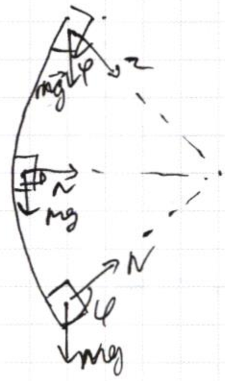
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

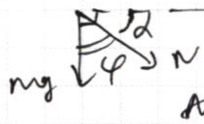

← плоскость, в которой движется модель в пункте 2. Сила нормальной реакции опоры N все время находится в этой плоскости.

~~а значит так же, как и плоскость, составляет с горизонтом угол $\alpha = 45°$~~

Разные положения модели:



$\Rightarrow$ φ минимален в высшей точке траектории.



$\Rightarrow \varphi = 90° - \alpha = 45°$,

~~N в верхней точке~~

При N в высшей точке траектории равным нулю $\upsilon = \upsilon_{min}$ и

$$\upsilon_{min} \ (\text{из } (3)) = \sqrt{\frac{R(0 + mg\cdot\cos 45)}{m}} = \sqrt{R\cdot g\cdot \cos 45} = \sqrt{R\cdot g\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}}$$

При $R = 1$ м и $g = 10$ м/с² $\upsilon_{min} = \sqrt{5\sqrt{2}}$

Ответ на пункт 2): $\upsilon_{min} = \sqrt{5\sqrt{2}}$ (с учётом того, что двигатель может менять свою мощность).

Задача 1. Фейерверк взорвался в высшей точке траектории $\Rightarrow$ в этот момент его скорость равнялась нулю, и летел он $T = 3$ с. по условию.

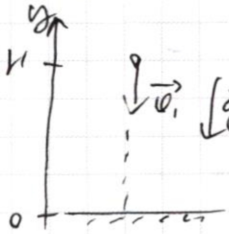
$H = \frac{\upsilon_0 + \upsilon_k}{2}\cdot T$; $\upsilon_k = 0$ (конечная скорость), υ_0 — начальная; $\upsilon_k = \upsilon_0 - gT \Rightarrow$
$\Rightarrow \upsilon_0 = gT$; $H = \frac{gT^2}{2}$. $H = \frac{10\cdot 9}{2} = 45$ м

Ответ на пункт 1): $H = 45$ м.

Суммарная кинетическая энергия всех осколков K равна сумме кинетических энергий каждого осколка $\Rightarrow K = \underbrace{\frac{\Delta m \upsilon_1^2}{2} + \frac{\Delta m \upsilon_1^2}{2} + \ldots}_{n \text{ раз}}$,
где Δm — масса одного осколка, υ_1 — скорость осколка, n — кол-во осколков. $K = n\cdot\frac{\Delta m \upsilon_1^2}{2}$, и $m = n\cdot\Delta m \Rightarrow K = \frac{m\upsilon_1^2}{2} \Rightarrow$
$\Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{\frac{2K}{m}} \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{\frac{2\cdot 1800}{1}} = 60$ м/с

Исправленный вопрос второго пункта: „Через какое время после взрыва первый осколок упадёт на землю?".

Обозначим искомое время как t_1. По условию осколки летят во всевозможных направлениях, ~~[illegible]~~ а значит найдётся такой осколок, который летит после взрыва вертикально вниз, а именно этот осколок упадёт первым.



уравнение движения: $y = H - \upsilon_1 t - \frac{gt^2}{2}$, при $t = t_1$

$y = 0 \Rightarrow 0 = H - \upsilon_1 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \Rightarrow \frac{gt_1^2}{2} + \upsilon_1 t_1 - H = 0.$

$$t_1 = \frac{-\upsilon_1 + \sqrt{\upsilon_1^2 + 4\cdot\frac{g}{2}\cdot H}}{2\cdot\frac{g}{2}} \Rightarrow t_1 = \frac{-\upsilon_1 + \sqrt{\upsilon_1^2 + 2gH}}{g}$$ (другой корень меньше нуля)

$$t_1 = \frac{-60 + \sqrt{3600 + 2\cdot 10\cdot 45}}{10} = -6 + \sqrt{45} \approx 0,7с$$

$\sqrt{45} \approx 6,7$

Ответ на пункт 2): $t_1 \approx 0,7с$ (через это время после взрыва первый осколок ~~[illegible]~~ упадёт на землю)

Задача 2: пусть масса шайбы m, масса клина – 2m.

В момент толчка шайбы система имеет энергию $E_1 = \frac{m\upsilon_0^2}{2} + \frac{2m\cdot\upsilon_{к1}^2}{2}$,

$\upsilon_{к1}$ – скорость клина в этот момент; нулевой уровень потенциальной энергии расположен на уровне поверхности, на которой лежит клин.

Т.к. шайба движется безотрывно, горизонтальный компонент её скорости и горизонтальный компонент скорости клина равны и сонаправлены $\Rightarrow \upsilon_{к1} = \upsilon_0\cdot\cos\alpha \Rightarrow E_1 = \frac{m\upsilon_0^2}{2} + m\cdot\upsilon_0^2\cdot\cos^2\alpha$

Энергия системы в момент, когда шайба на высоте H:

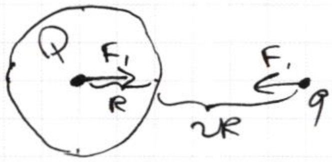
$E_2 = mgH$, т.к. высота максимальная $\Rightarrow$ скорость шайбы $= 0$, скорость шайбы $= 0 \Rightarrow$ скорость клина $= 0$ из-за условия безотрывности. По закону сохранения энергии $E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{\cancel{m}\upsilon_0^2}{2} + \cancel{m}\upsilon_0^2\cdot\cos^2\alpha = \cancel{m}gH$

$\upsilon_0^2(\frac{1}{2} + \cos^2\alpha) = gH \Rightarrow \upsilon_0 = \sqrt{\frac{gH}{\frac{1}{2}+\cos^2\alpha}} = \sqrt{\frac{10\cdot 0,2}{\frac{1}{2}+0,36}} = \sqrt{\frac{2}{0,86}} = \frac{1}{0,43} \approx 1,5 м/с$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ на пункт 1): $v_0 \approx 1{,}5$ м/с

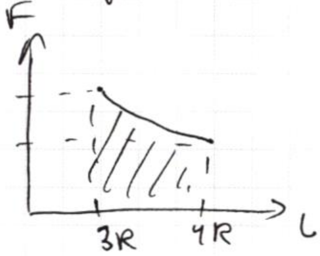
~~Зад~~ Задача 5! По закону Кулона: $F_1 = k\frac{Qq}{(3R)^2} = k\frac{Qq}{9R^2}$



Ответ на пункт 1): $F_1 = k\frac{Qq}{9R^2}$

Пусть L - расстояние от центра сферы до некой точки на стержне

$$F(L) = k\frac{Qq}{L^2}$$



4R-3R

$$F_2 \cdot R = \int_{3R}^{4R} F(L)\,dL = \qquad \boxed{(-x^{-1})' = +x^{-2} = \frac{1}{x^2}}$$

$$= \int_{3R}^{4R} kQq\cdot\frac{1}{L^2}\,dL = kQq\int_{3R}^{4R}\frac{1}{L^2}\,dL = kQq\cdot\left(-\frac{1}{L}\Big|_{3R}^{4R}\right) = kQq\cdot\left(-\frac{1}{4R}+\frac{1}{3R}\right) =$$

$$= \cancel{\frac{kQq\,1}{12R}}\ \frac{k\cdot Q\cdot q}{12\cdot R} \Rightarrow F_2 = k\frac{Q\cdot q}{12R^2}$$

Ответ на пункт 2): $F_2 = k\frac{Qq}{12R^2}$

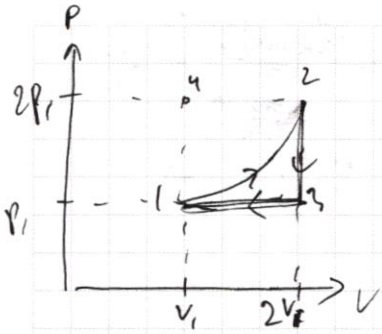
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$i=3,\ \nu = 1$ моль

$Q = Q_н$

$6{,}5 - 0{,}75 = 5{,}75$

$A_ц = Q_{12}$, $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$; $A_{ц}$ (из графика) =

$A_{12} = 2p_1 \cdot V_1 - \frac{p_1 V_1 \pi}{4}$

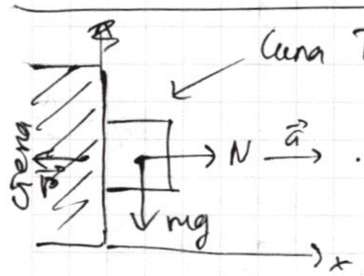
V_1 и p_1 (не считая размерности) численно равны.

$\Delta U_{12} = \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1) = \frac{i}{2}(4p_1V_1 - p_1V_1) = \frac{i}{2} \cdot 3p_1V_1$

1) $Q_{12} = \frac{i}{2} \cdot 3p_1V_1 + 2p_1V_1 - \frac{p_1^2 \pi}{4}$, $Q_н = \underbrace{\frac{9}{2}}_{4,5} p_1V_1 + 2p_1V_1 - \frac{p_1V_1\pi}{4} = p_1V_1\left(6{,}5 - \frac{\pi}{4}\right) \approx 5{,}75 p_1V_1$

$A_ц$ = (по графику) $p_1\{$ V_1 $\Rightarrow A_ц = p_1V_1 - \frac{p_1V_1\pi}{4} = p_1V_1\left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \approx \frac{1}{4}p_1V_1$

$\eta = \frac{A_ц}{Q_н} = \cancel{\frac{p_1V_1(1-\frac{\pi}{4})}{p_1V_1}}\ \frac{0{,}25\, p_1V_1}{5{,}75\, p_1V_1} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{23}{4}} = \boxed{\frac{1}{23}}$



Сила Трения $F_т$ ⊥ плоскости рисунка, как и вектор скорости $\vec{v}$

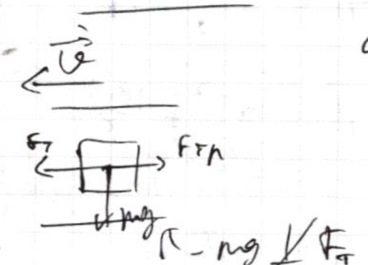
модуль вектора скорости не меняется $\Rightarrow$ ~~ускорение~~

$\vec{a} \perp \vec{v} \Rightarrow$ ~~a это центростремительное уск~~

P – сила ..., по усл $P = 2mg$; по III з.Н. $|\vec{P}| = |\vec{N}| \Rightarrow$

$\Rightarrow N = 2mg$; По II з.Н.: Ox: $N = ma \Rightarrow a = \frac{N}{m} = \frac{2mg}{m} = \boxed{2g} = 20\,м/с^2$

Ответ: $a = 20\,м/с^2$



$\Gamma - mg \perp F_т$

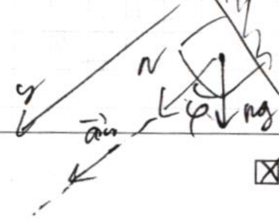
$a_ц = \frac{v_{min}^2}{R}$ $N + mg\cdot\cos\varphi = \frac{mv^2}{R}$

$v = \sqrt{\frac{R(N + mg\cos\varphi)}{m}}$

$N + mg\cdot\cos\varphi = ma_ц$

при $\varphi = 90°$

$N = ma_ц$, макс $N = m(a_ц - g\cdot\cos\varphi)$



☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

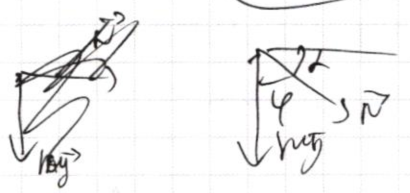
Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

φ min в верхней точке! N всегда в плоскости движения ⇒

в верх...

в нижней точке...

$$\Delta F = \frac{Q \cdot \frac{\Delta q}{n}}{L_i} \quad F = \sum_{i=0}^{n} \left(\frac{Q \cdot \frac{q}{n}}{L_i} \right) = Q$$



⇒ $\varphi_{min} = 45°$

$L_i \in [3R; 4R]$

$$\sum_{i=0}^{n} L_i = \frac{(3R+4R) \cdot n}{2} = \frac{7R \cdot n}{2}$$

$N_{min} = 0 \Rightarrow \quad N_{min} + mg \cdot \cos 45 = ma_n \Rightarrow mg \cdot \cos 45 = \frac{m v_{min}^2}{R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_{min} = \sqrt{\frac{Rg \cdot \sqrt{2}}{2}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1 \cdot \sqrt{2}}{2}} = \sqrt{5\sqrt{2}}$$

масса шайбы = m, масса клина 2m. ~~Предположим, что скорость клина v_k = const~~

по З.С.Э (нет трения): В момент толчка: $E_1 = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{2m \cdot v_{k_1}^2}{2}$

для системы

$$v_{k_1} = v_0 \cdot \cos\alpha, \text{ т.к. } \dots$$

$$E_1 = \frac{m v_0^2}{2} + m v_0^2 \cdot \cos^2\alpha \Rightarrow E_2$$

В наивысшей т. траектории шайба не движется ⇒ её гор. компонента = 0, ⇒

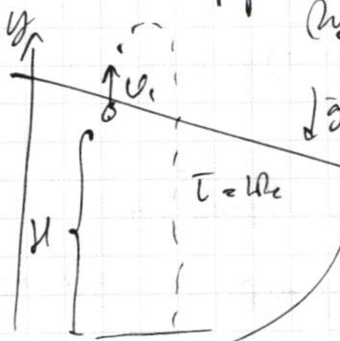
⇒ клин не движется, но у шайбы пот. эн... $E_2 = mgH$

$E_1 = E_2 \Rightarrow \quad \frac{m v_0^2}{2} + m v_0^2 \cdot \cos^2\alpha = mgH \Rightarrow \quad v_0^2 \left(\frac{1}{2} + \cos^2\alpha \right) = gH$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gH}{\frac{1}{2} + \cos^2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 0{,}2}{0{,}5 + 0{,}36}} = \sqrt{\frac{2}{0{,}86}} = \sqrt{\frac{1}{0{,}43}} \approx \frac{1}{0{,}7} \approx \frac{10}{7} \approx$$

$\approx 1{,}5$ м/с

про последний снимок:



Ур. y: $H + v_1 t - \frac{g t^2}{2}$; $y = 0$ при $t = \tau$ ⇒ $0 = H + v_1 \tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$$v_1 = \frac{\frac{g\tau^2}{2} - H}{\tau}$$

$\tau = 10$ с

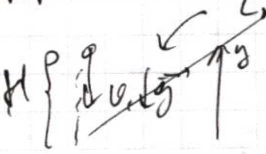
$$H = \frac{v_0 + v_k}{2} \cdot T; \quad v_k = 0 = v_0 - gT \Rightarrow v_0 = gT$$

$$\Rightarrow H = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м}$$

$$v_1 = \frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau} = \frac{10 \cdot 10}{2} - \frac{45}{10} = 50 - 4{,}5 = 45{,}5 \text{ м/с}$$

про первый снимок:

τ_n — ?



~~Ур. y: H − v₁τₙ~~

$$K = \underbrace{\frac{\Delta m v_1^2}{2} + \frac{\Delta m v_1^2}{2} + \dots}_{n} = \frac{\overbrace{n \cdot \Delta m}^{m} \cdot v_1^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 60 \text{ м/с}$$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

„В течение 10 с" => от момента t_1, когда приземлился первый, до t_2, прил. ... посл. .. t_0 – взрыв = 0 с => $t_2 - t_1 = \tau = 10$ с

первого: $0 = H - v_1 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$ (1)

последний: $0 = H + v_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$ (2)

$\frac{g t_2^2}{2} - v_1 t_2 - H = 0$

$t_2 = \frac{v_1 + \sqrt{v_1^2 + 4\cdot\frac{g}{2}\cdot H}}{2\cdot\frac{g}{2}}$

$t_2 > 0$

$t_2 = \frac{v_1 + \sqrt{v_1^2 + 2gH}}{g}$

$\frac{g t_1^2}{2} + v_1 t_1 - H = 0$

$t_1 = \frac{-v_1 + \sqrt{v_1^2 + 4\cdot\frac{g}{2}\cdot H}}{2\cdot\frac{g}{2}}$ =>

$t_1 > 0$

=> $t_1 = \frac{-v_1 + \sqrt{v_1^2 + 2gH}}{g}$

$g t_1 + v_1 = \sqrt{v_1^2 + 2gH}$

$(g t_1 + v_1)^2 = v_1^2 + 2gH$ =>

$\underbrace{t_2 - t_1}_{\tau} = \frac{v_1 + \sqrt{v_1^2 + 2gH}}{g} - \frac{\sqrt{v_1^2 + 2gH} - v_1}{g}$

$\tau = \frac{v_1 + \sqrt{v_1^2 + 2gH} - \sqrt{v_1^2 + 2gH} + v_1}{g}$

$\tau = \frac{2v_1}{g}$ => $v_1 = \frac{g\tau}{2} = 50$

67 × 67 = 469 + 4020 = 4489

„В течение 10 с" после взрыва => время падения посл. ск.:

$y = H + v_1 t - \frac{g t^2}{2}$ => при $y = 0$ $t = \tau$ => $0 = H + v_1\tau - \frac{g\tau^2}{2}$ =>

=> $H = \frac{g\tau^2}{2} - v_1\tau = \frac{10\cdot 100}{2} - 60\cdot 10 = -100$ м...

66 × 66 = 396 + 3960 = 4356

$H = \frac{g\tau^2}{2} = \frac{10\cdot 9}{2} = 45$ м ; $K = \frac{m v_1^2}{2}$ => $v_1 = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 60$ м/с

первый – тот, который вниз ; пусть за t_1 $y = H - v_1 t - \frac{g t^2}{2}$

$0 = H - v_1 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$ => $\frac{g t_1^2}{2} + v_1 t_1 - H = 0$; $t_1 = \frac{-v_1 + \sqrt{v_1^2 + 4\cdot\frac{g}{2}\cdot H}}{2\cdot\frac{g}{2}}$ =

$= \frac{-60 + \sqrt{3600 + 20\cdot 45}}{10} = \frac{-60 + 10\sqrt{45}}{10} = -6 + \sqrt{45} \approx 0{,}7$ с

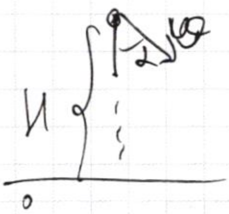
$\sqrt{45} > 6$ $\sqrt{45} \approx 6{,}7$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$y = \cancel{H - vt - \frac{gt^2}{2}}$ $\Rightarrow$ $y = H - v\cdot\cos\alpha\cdot t_n - \frac{gt_n^2}{2}$

$\cancel{0 = H - vt_n}$



$0 = H - v\cdot\cos\alpha\cdot t_n - \frac{gt_n^2}{2}$

$\frac{gt_n^2}{2} + v\cdot\cos\alpha\cdot t_n - H = 0$ $\quad (-x^{-1})' = -1\cdot(-1)\cdot x^{-2} = \frac{1}{x^2}$

$t_n = \frac{-v\cos\alpha + \sqrt{v^2\cos^2\alpha + 4\cdot\frac{g}{2}\cdot H}}{g}$ $\quad x^{-2}$

$t_n = \frac{-v\cdot\cos\alpha + \sqrt{v^2\cdot\cos^2\alpha + 2gH}}{g}$; Пусть $v\cos\alpha = x$ $\quad \left(\frac{1\cdot x^{-1}}{-2}\right)' =$

$2gH = a$ $\quad t_n = y$

$g = b$

$y = \frac{\sqrt{x^2+a} - x}{b}$

$y' = \frac{1}{b}\left(\left((x^2+a)^{\frac{1}{2}}\right)' - 1\right) = \frac{1}{b}\left(\frac{1}{2}(x^2+a)^{-\frac{1}{2}} - 1\right)$ $\quad \left(\frac{\ln x}{x}\right)' = \frac{\frac{1}{x}\cdot x - 1\cdot\ln x}{x^2}$

$\frac{\frac{1}{x} - \ln x}{x^2}$

$y' = \frac{1}{b\sqrt{x^2+a}} - \frac{1}{b} \Rightarrow y' = \frac{1 - \sqrt{x^2+a}}{b\sqrt{x^2+a}}$

$y' = 0 \Rightarrow \begin{cases} 1 - \sqrt{x^2+a} = 0, \\ b\sqrt{x^2+a} \neq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 = \sqrt{x^2+a} \\ x^2 \neq -a \end{cases} \Rightarrow x^2 + a = 1 \Rightarrow$

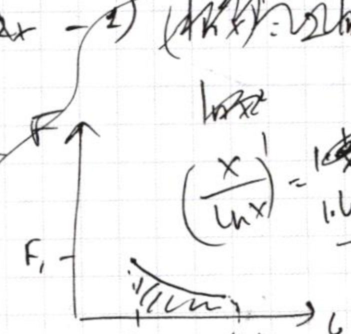
$\Rightarrow v^2\cdot\cos^2\alpha + 2gH = 1 \Rightarrow \cos^2\alpha = \frac{1 - 2gH}{v^2} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{\sqrt{1 - 2gH}}{v}$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{1 - 2\cdot10\cdot45}}{60} = \frac{\sqrt{899}}{60} \approx \frac{30}{60} \approx \frac{1}{2}$

$y' = \frac{1}{b}\left(\left(\left((x^2+a)^{\frac{1}{2}}\right)' - 1\right)\right) = \frac{1}{b}\left(\frac{1}{2}(x^2+a)^{-\frac{1}{2}}\cdot 2x - 1\right)$

$y' = \frac{x}{b\sqrt{x^2+a}} - \frac{1}{b} \Rightarrow y' = \frac{x - \sqrt{x^2+a}}{b\sqrt{x^2+a}}$ $\quad \left(\frac{x}{\ln x}\right)' = \frac{1\cdot\ln x - x\cdot\frac{1}{x}}{\ln^2 x}$

$y' = 0 \Rightarrow \begin{cases} x - \sqrt{x^2+a} = 0 \\ b\sqrt{x^2+a} \neq 0 \end{cases} \Rightarrow x^2 = x^2 + a$



$F(L) = k\frac{Qq}{L^2}$

$F = \sum_{i=0}^{n}\left(\frac{Q\cdot q_i}{L_i^2}\right)$ $\quad \cancel{F(L)}$ $\quad (\ln x)' = \frac{1}{x}$?

$F_2 = \int_{3R}^{4R} F(L)\,dL$ $\quad \left(\frac{\ln x^2}{2x}\right)' = \frac{1}{2x}\cdot\frac{1}{x^2}\cdot 2x$ $\quad (\ln x^2)' = \frac{1}{x^2}\cdot 2x$

$\left(\frac{\ln x^2_i}{a(x)}\right)' = \frac{\frac{1}{x^2}\cdot a(x)\cdot 2x - \ln x^2\cdot a'(x)}{a^2(x)}$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)