



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 10-03

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Снаряд летит по вертикали и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, летящих во всевозможных направлениях с равными по модулю скоростями. Через $t_1 = 0,4$ с после разрыва все осколки находятся в полете, один из осколков движется горизонтально, его импульс $P_1 = 30 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Масса снаряда $M = 10 \text{ кг}$.

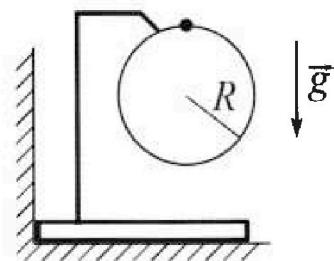
1) Найди те модуль P_2 суммарного импульса \vec{P}_2 всех остальных осколков в этот момент времени. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

2) Найдите угол α между векторами \vec{P}_2 и \vec{g} в этот момент времени. В ответе укажите значение тригонометрической функции угла α : $\sin \alpha$ или $\operatorname{tg} \alpha$.

Наибольшее расстояние от точки разрыва до точки падения осколков на горизонтальную поверхность оказалось $d = 80 \text{ м}$.

3) Найдите продолжительность T полета таких осколков. Сопротивление воздуха считайте пре-небрежимо малым.

2. Бруск установлен вплотную к вертикальной стенке (см. рис.). На бруске закреплено в вертикальной плоскости кольцо радиуса $R = 1 \text{ м}$, на которое надет шарик. Массы бруска и шарика одинаковы. Кольцо и держатель легкие. Трения нет. Из верхней точки кольца шарик скользит с пренебрежимо малой начальной скоростью.



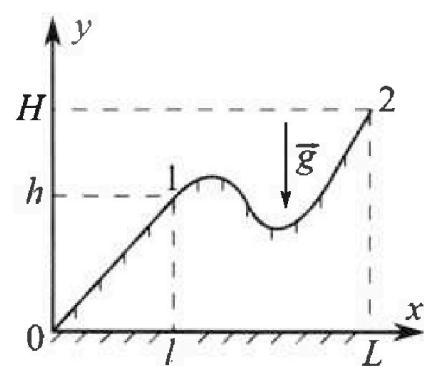
1) Найдите ускорение \vec{a} шарика в тот момент, когда сила, с которой бруск действует на вертикальную стенку, обращается в ноль. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{a} .

2) Найдите вертикальное перемещение h шарика к этому моменту времени.

3) Найдите наибольшую скорость V бруска.

Все перемещения происходят в одной вертикальной плоскости. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. В процессе движения бруск не отрывается от гладкой горизонтальной плоскости.

3. Школьник втачивает санки на горку. Профиль горки в вертикальной плоскости показан на рисунке к задаче. Для того, чтобы, двигаясь по прямой, медленно втащить санки массой $m = 5 \text{ кг}$, из точки 0 в точку 1, прикладывая силу вдоль плоской поверхности горки, необходимо совершить работу $A_1 = 300 \text{ Дж}$. В точке 1 школьник отпускает санки. Вертикальная координата точки старта $h = 4,6 \text{ м}$, начальная скорость санок нулевая. Коэффициент трения скольжения санок по горке одинаков на всей поверхности горки. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



1) Найдите скорость V санок у основания горки в точке 0.

2) Какую работу A_2 следует совершить, чтобы медленно переместить санки по горке из точки 1 в точку 2? В точке 2 вертикальная координата $H = 10 \text{ м}$, $L = 4l$. На каждом элементарном перемещении вектор силы, которую школьник прикладывает к санкам, и вектор перемещения санок лежат на одной прямой. Все перемещения происходят в одной вертикальной плоскости.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

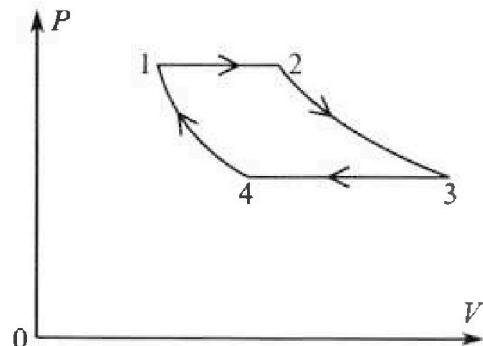
Вариант 10-03



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

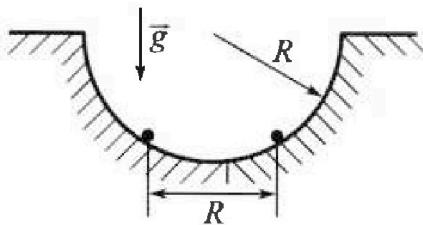
4. В цикле 1-2-3-4-1 тепловой машины две изобары и две изотермы (см. рис). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ. В процессе изобарного расширения до удвоения объема газ совершает работу A . Такую же работу A совершает газ при изотермическом расширении.

- 1) Найди те количество $Q_{\text{подв}}$ теплоты, подведенной к газу в процессах 1-2-3.
- 2) Найдите количество Q_{34} теплоты, отведенной от газа в процессе изобарического сжатия ($Q_{34} > 0$).
- 3) Найдите КПД η цикла.



5. В гладкой горизонтальной плоскости сделана полусферическая лунка радиуса R , в которой на одном горизонтальном уровне удерживаются два заряженных шарика. Масса каждого шарика m , расстояние между шариками R . Шарики одновременно отпускают, и они вылетают из лунки. Отсчитанная от края лунки максимальная высота, на которую поднимается в полете каждый шарик, равна R . Шарики отрываются от гладких стенок лунки у краев.

- 1) С какой скоростью V движется каждый шарик за мгновение до отрыва от края лунки?
- 2) Найдите заряд Q каждого шарика.
- 3) Найдите наибольшую скорость U , с которой растет расстояние между шариками после вылета из лунки. Соударения шариков с горизонтальной плоскостью абсолютно упругие. Ускорение свободного падения g . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

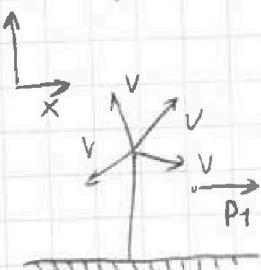
Задача №1

1) Т.к. спареду разрывается в начальном положении $V_{\text{сп}} = 0$ - скорость спареда.

Нагенный импульс = Конечный импульс = 0 через $t \rightarrow \infty$
после взрыва.

2) На систему сконцентрированы по оси X не действуют никакие
 силы, но по оси Y действует $F_Y = \text{const} = Mg$

y



3) Импульс системы через t_1

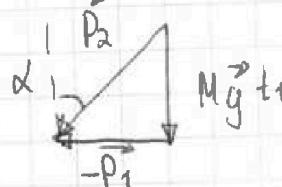
$$\vec{P}_1 + \Delta \vec{P} = \vec{P}_c \quad \vec{P}_1 = 0$$

$$\vec{P}_c = Mg \vec{t}_1 \quad \Delta \vec{P} = Mg \vec{t}_1$$

По оси X импульс системы = 0

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_c$$

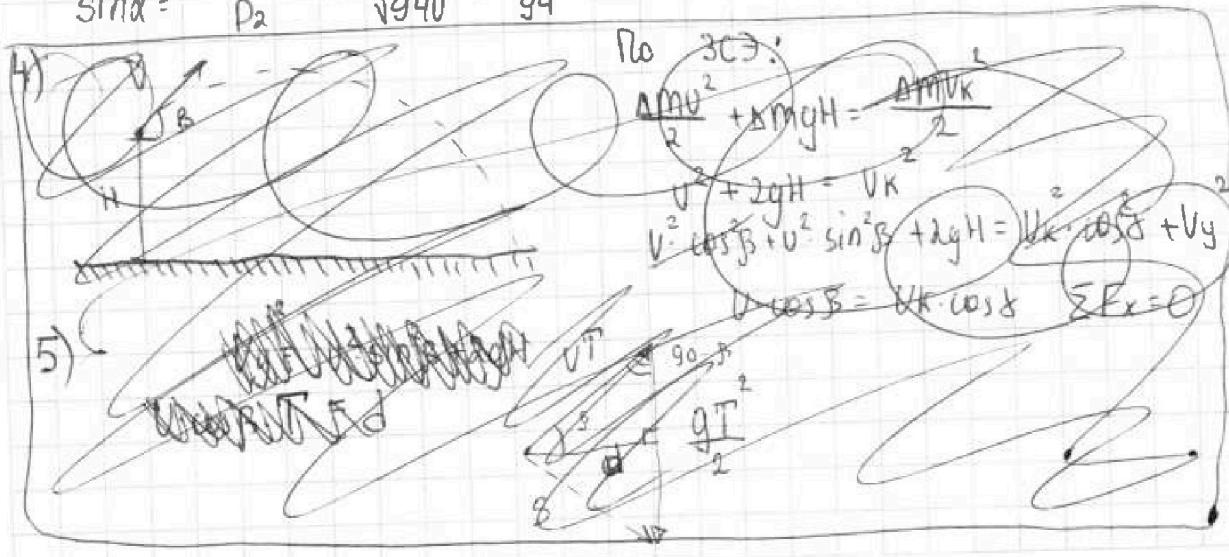
$$\vec{P}_2 = \vec{P}_c - \vec{P}_1$$



По теореме Пифагора:

$$P_2 = \sqrt{(Mg t_1)^2 + P_1^2} = \sqrt{40 + 900} \frac{\text{кН}\cdot\text{м}}{\text{с}} = \sqrt{940} \frac{\text{кН}\cdot\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \alpha = \frac{P_1}{P_2} = \frac{30}{\sqrt{940}} = \frac{3}{94} \sqrt{940}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

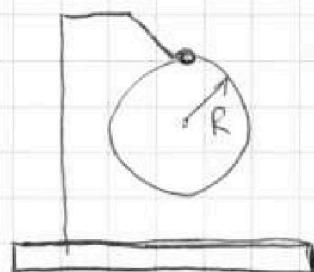
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ.



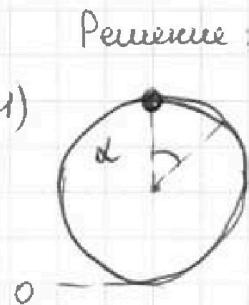
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №2



↓
 g

1)



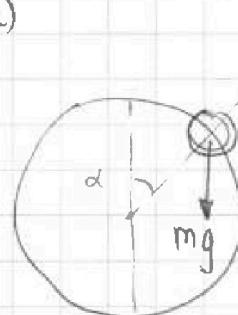
Решение:

ЗСЭ:

$$2mgR = \frac{mv^2}{R} + (R+R\cos\alpha)mg$$

$$2gR = \frac{v^2}{R} + R(1+\cos\alpha)g$$

2)



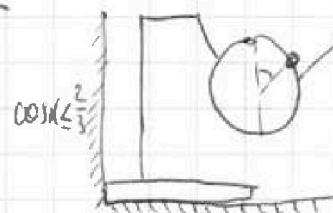
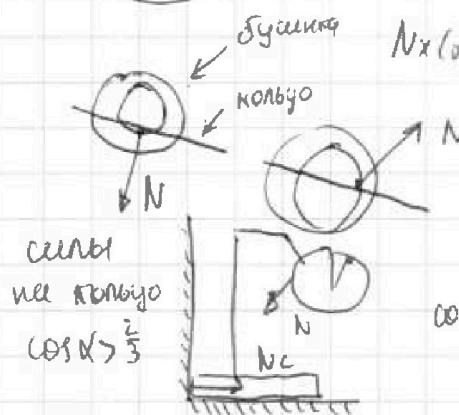
Po II-му з-ну Иютова: $\frac{mv^2}{R} = -mg\cos\alpha + Nx$

$$v^2 = 4gR - 2R(1+\cos\alpha)g = 2Rg - 2R\cos\alpha g$$

$$Nx(\alpha) = -m(2g - 2\cos\alpha g) + mg\cos\alpha = -2mg + 3mg\cos\alpha$$

$Nx(\alpha) > 0$ сила реакции на кольцо направлена
внутрь (прижимает к стене)

$Nx(\alpha) \leq 0$ - бруск оторвется от
стены



$Nx = 0$

$\cos\alpha = \frac{2}{3}$ - предельный
угол

$Nc = 0$ сила реакции
стены

$$3) ma = -\frac{2}{3}mg - 2mg + 2my = -\frac{2}{3}mg$$

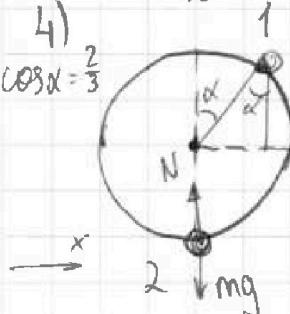
$|a| = \frac{2}{3}g$ - ускорение шарика (без учета кольца)

$$h = R - \frac{2}{3}R = \frac{1}{3}R \text{ - вертикальное перемещение}$$

В начальный момент кольцо имела реакцию на
шарик всегда направлена ~~внеш~~ (внутрь)
⇒ На участке 1,2 - бруск оторзает от стены
⇒ Ускоряется

После точки 2 бруск замедляется

5) РЕЗУЛЬТАТ: В точке 2 $F_{рез.} = 0$
⇒ достигнута макс. скорость



→
x

2 mg



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

6) По ЗСИ для бруска и шарика:

$$-U_w \cdot \sin\alpha \cdot m = 0 + U_{\text{шарик}} m$$

$$(U_{\text{шарик}}) = U \cdot \sin\alpha = \sqrt{\frac{2}{3} g R} \cdot \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{5}{9} g R} = \sqrt{\frac{10}{27} g R}$$

Ещё одно подсчётие для 2-ого пункта решения:
Бруском оторвётся от стены т.к. сила реакции со стороны
шарика будет действовать от стены.

Ответ: 1) $a = \frac{2}{3} g$

2) $h = \frac{1}{3} R$

3) $U = \sqrt{\frac{10}{27} g R}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №3

Дано:

$$m = 5 \text{ кг} \quad \mu = 10$$

$$A_1 = 300 \text{ дм} \quad L = 4 \text{ м}$$

$$h = 4,6 \text{ м}$$

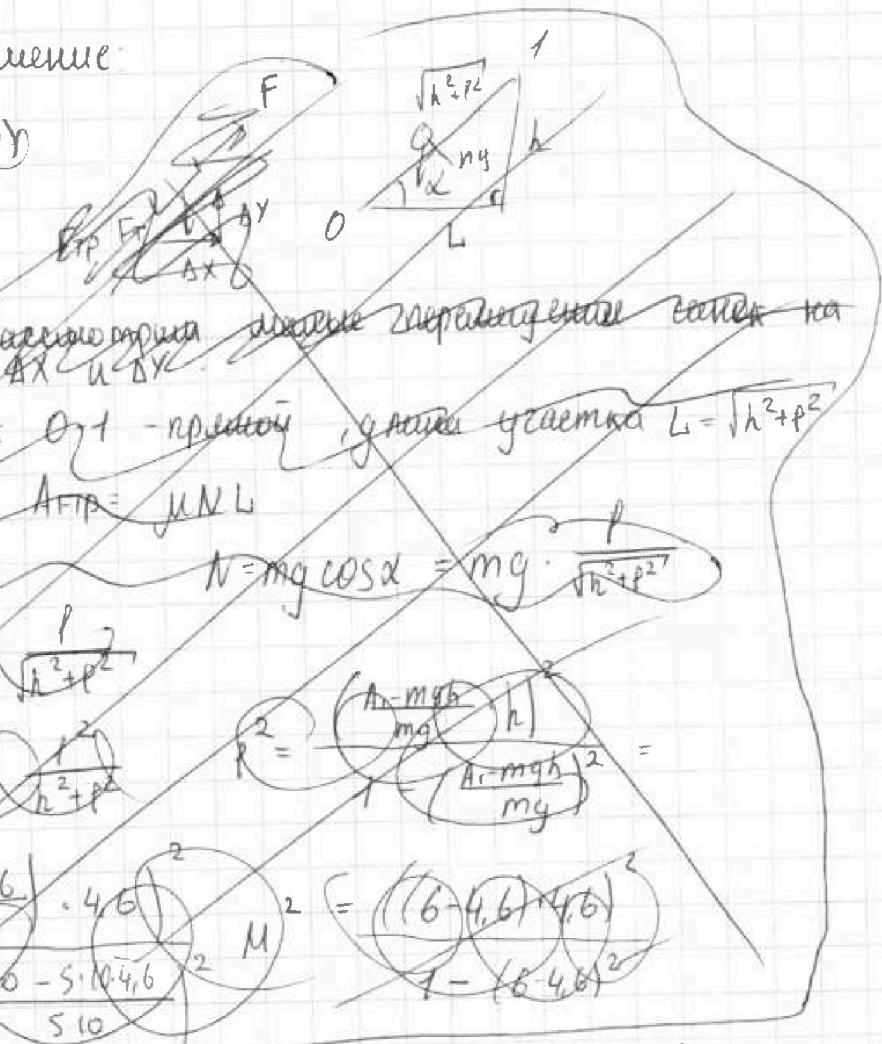
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = \text{const}$$

$$U?$$

$$A_2 - ?$$

Решение:



1) Участок O-1 - прямой $\Rightarrow F_{\text{тр}} = \text{const}$, т.к. $N = \text{const}$

но ЗС:

$$1) 0 + A_1 - A_{\text{тр}} = mgh \quad - A_{\text{тр}} = mgh - A_1$$

$$2) mgh - A_{\text{тр}} = \frac{mv^2}{2} \quad \frac{mv^2}{2} = 2mgh - A_1$$

$$v = \sqrt{\frac{4gh - 2A_1}{m}} = \sqrt{10 \cdot 8,6 - \frac{300}{5}} \text{ м/с}$$

$$v = \sqrt{4 \cdot 10 \cdot 4,6 - 2 \cdot \frac{300}{5}} \text{ м/с} = \sqrt{46 \cdot 4 - 120} \text{ м/с} = \sqrt{184 - 120} \text{ м/с} = 8 \text{ м/с}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3) Рассмотрим малое перемещение на Δx и Δy ,
участок можно считать прямым.

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \Delta s$$



$$\Delta A_{\text{тр}} = \mu N \Delta s$$

А ЗСЭ: ("0" потому что
бесперенесение в момент
стартса)

$$0 + \Delta A - \mu N \Delta s = mg \Delta y$$

$$N = mg \cos \alpha = mg \frac{\Delta x}{\Delta s}$$

$$\Delta A = \mu mg \Delta x + mg \Delta y \rightarrow \sum \text{ прошущимущим}$$

$$A_{\text{полн}} = \mu mg (x_k - x_0) + mg (y_k - y_0)$$

4) Для участка 0-1:

$$A_1 = \mu mg (l - 0) + mg (h - 0) = \mu mgl + mgh$$

Для участка 1-2 $\mu mgl = A_1 - mgh$

$$A_2 = \mu mg (L - l) + mg (H - h) = \mu mg 3l + mg (H - h)$$

$$A_2 = 3A_1 - 3mgh + mg(H - h) = (3 \cdot 300 - 3 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 4,6 + 5 \cdot 10 \cdot 5,4) \text{ дж}$$

$$= (900 - 46 \cdot 15 + 54 \cdot 5) \text{ дж} = (210 + 270) \text{ дж} = 480 \text{ дж}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 15 \\ \hline 230 \\ 46 \\ \hline 690 \end{array}$$

Ответ: 1) 8 м/c
2) 480 дж

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



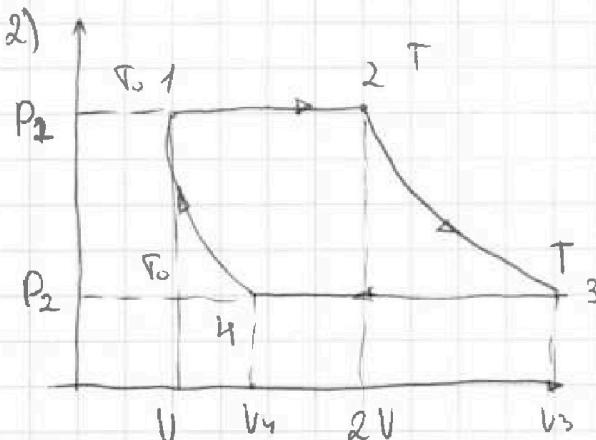
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача № 4 $i=3$

1) $T_0 \cdot T_1 = T_4$, $T_2 = T_3 = T$ M.K. лежат на одних изотермах



(1-2) $P = \text{const}$

$$A = P dV$$

$$A = P_1 V$$

$$VR T_0 = P_1 V = A$$

(2-3) (2) $T = \text{const}$

$$P_1 \cdot 2V = VRT = 2A$$

4) (1-2)

$$\Delta Q_{1-2} = \Delta U + A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} VR (T - T_0) = A \cdot \frac{3}{2}$$

$$\Delta Q_{1-2} = \frac{5}{2} A$$

6) (3-4)

$$\Delta Q = \Delta U + A_{\text{газа}}$$

$$3-4 \quad A_{\text{газа}} = P_2 (V_4 - V_3) =$$

$$= -A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} VR (T_0 - T) -$$

$$\Delta Q = -\frac{3}{2} A - A = -\frac{5}{2} A$$

$$Q_{3-4} = \frac{5}{2} A$$

$$\Delta U = 0$$

$$\Delta Q = 0 + A_{\text{газа}} = A$$

$$Q_{\text{ногб}} = \frac{5}{2} A + A = \frac{7}{2} A$$

$$\begin{cases} VR T_0 = P_1 V \\ VR T_0 = P_2 V_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_2 V_4 = VR T_0 \\ P_2 V_3 = VR T \end{cases}$$

$$\frac{V_4}{V_3} = \frac{T_0}{T} = \frac{1}{2}$$

$$P_1 V = P_2 V_4 = A$$

$$P_1 2V = P_2 \cdot V_3 = 2A$$

$$A_{3-4} = -A$$

Все

7) $\Delta Q_{2-3} = A_{\text{газа}} = A$ работа газа 4-1

$$\Delta Q_{4-1} < 0 = -\frac{T_0}{T} A = -\frac{1}{2} A \Rightarrow \text{тепло поглощалось}$$

только в 6 процессах

$$8) \eta = \frac{\sum A}{Q_{\text{ногб}}} = \frac{A + A - A - \frac{1}{2} A}{\frac{7}{2} A} = \frac{1}{7}$$

Ответы: 1) $\frac{7}{2} A$ 2) $\frac{5}{2} A$ 3) $\frac{1}{7}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача № 5

Дано

R, m

$g \downarrow$

Решение:

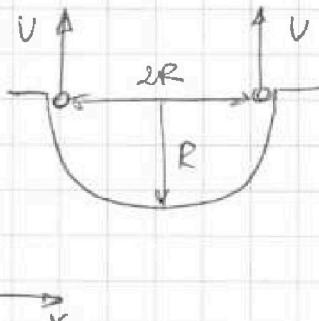
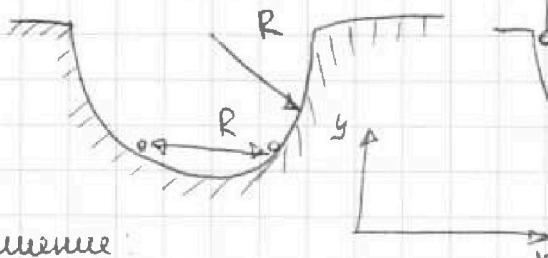
$v - ?$

$Q - ?$

k, g

$u - ?$

Решение:



Решение:

1) ~~из~~ Шарики взаимодействуют друг с другом, после отрыва по сей ~~чай~~ ^{на} шарик не действует никакое силы, & ищет отрыва v - вертикалька ^(кроме mg)

2) из ~~БС~~ из т.к. движение по Oy равноускоренное

$$R = \frac{v^2}{2g} \quad v = \sqrt{2gR}$$

Потому энергия взаимодействия ~~0~~

3) из 3~~с~~: ($A_N = 0$; $N \neq S$) м.н. шарик отталкивается

$$+ \frac{kQ^2}{R} = + \frac{kQ^2}{2R} + \frac{2mV^2}{2} + 2mgR$$

$$+ \frac{kQ^2}{2R} = 2gMR + 2mgR = 4mgR$$

$$kQ^2 = 8mgR^2 \quad Q = \frac{2\sqrt{2mgR}}{\sqrt{k}}$$

$$Q^2 = \frac{8mgR^2}{k}$$

4) Сразу после отрыва $F_x = \frac{kQ^2}{4R^2} = 4mg \frac{8mgR^2}{4R^2} = 2mg$
сила на камающий шарик по Ox :

5) Когда шарик разлетается по бесконечности $F_x = 0 \Rightarrow$

$$F_x \uparrow \quad a = \frac{F_x}{m} \quad U = \int_0^\infty adt$$

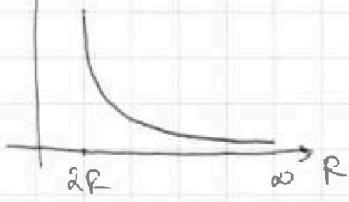
$$E_{kin} = 0$$

из 3~~с~~:

$$\frac{kQ^2}{2R} + \frac{2mU^2}{2} = \frac{2mU_0^2}{2}$$

$$8mgR + 4gmr = 2mU_0^2$$

$$U_0 = \sqrt{16gR} - \text{скорость камающего шарика, } U = 2\sqrt{16gR} = 2U_0$$



$$\text{Ответ: } \sqrt{2gR}, \sqrt{2\frac{2mg}{k}R}, \sqrt{16gR};$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

4) За время T обозначенное окружность осколков радиуса

$$r = vt$$



за время T' ее центр опускается

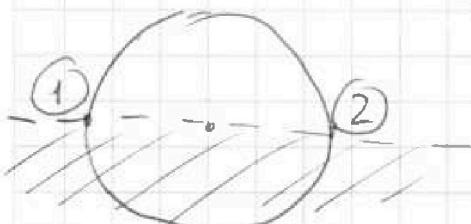
$$\text{на } x = \frac{gT^2}{2}$$

до земли до земли
шаги предыдущие будут ускользать

$$4.2$$

$$d = vt \\ d = \frac{vt}{2} \\ T' = \sqrt{\frac{2d}{g}}$$

$$T = \sqrt{\frac{2d}{g}}$$



Чтобы не землю упали осколки на
наибольшее расстояние центр окр-ти
должен опуститься на x

$$d = \frac{gT^2}{2} \quad T = \sqrt{\frac{2d}{g}} = 4c$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{940} \frac{\text{км}}{\text{с}} ; \frac{30}{\sqrt{940}} ; 4c ;$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №1

Дано:

$$t_1 = 0,4 \text{ с}$$

$$P_1 = 30 \text{ кН МИС}$$

$$M = 10 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$z = 80 \text{ м}$$

$$P_2 = ?$$

$$T = ?$$

Черновик

Решение



В начальном положении
у основки были 2 комп.
скорости v_x и v_y

$$\text{Т.к. через } t_1 \quad v_y = 0$$

$$v_y = g t_1 - \text{нагашнишь}
изкореть основка по } Oy$$

3) Сразу после разрыва импульс P движения не изменился.

По оси x на систему не действуют силы $\Rightarrow P_x = \text{const}$

По оси y на систему действует $F_{\text{неш}} \Rightarrow$

$$F_{\text{неш}} = \text{const} = Mg$$

4) ЗСУ на Ox :

$$P_1 + P_{2x} = 0$$

$$P_{2x} = -P_1$$

В высшей точке скорость снаряда

$$V = 0 \Rightarrow P_{2y} = F_{\text{неш}} \Delta t = Mg t_1$$

(Нагашний импульс $P_y = 0$)

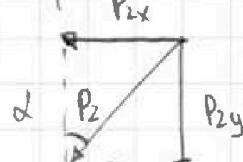
$$5) P_2 = \sqrt{P_{2x}^2 + P_{2y}^2} = \sqrt{P_1^2 + (Mgt_1)^2} = \sqrt{900 + 10 \cdot 10 \cdot 0,4} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{с}} =$$

по теореме Пифагора

$$= 2\sqrt{235} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

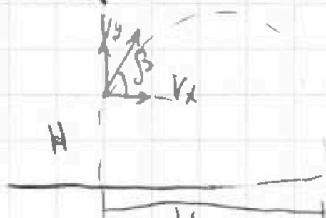
$$\begin{array}{r} 940 \\ 470 \\ 235 \\ 47 \end{array}$$

6)



$$\sin \alpha = \frac{P_{2y}}{P_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{30}{\sqrt{940}} = \frac{15}{\sqrt{235}} = \frac{3\sqrt{235}}{47}$$

7)



$$U = V \cdot \cos \beta \cdot T_0$$

$$H = \frac{(V \cdot \sin \beta)^2}{2g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$V_y = gt_1$ - начальная скорость окончания

$$P_{2x} = -P$$

$$(P_2 \Delta P) \quad P_{\text{уско}} + gt_1 \Delta m = 0$$

$$P_{\text{уско}} = -gt_1 \Delta m$$

$$P_x = 30 \text{ кг} \cdot \text{м/c} = \Delta m \cdot V_x$$

$$t_1 = 0,4 \text{ с}$$

$$P_f = 30 \text{ кг} \cdot \text{м/c}$$

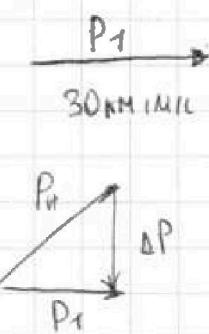
$$M = 10 \text{ кг}$$

Т

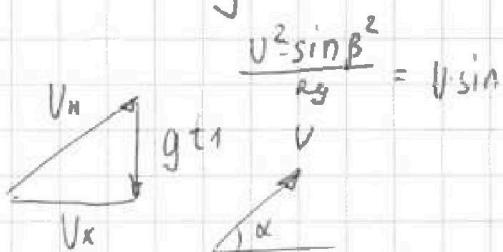
$$H = \frac{V^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

$$d = V \cos \beta \cdot T$$

Задача №1



$$\Delta P = \Delta m g t_1$$



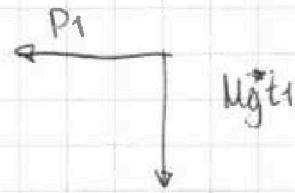
$$\frac{V^2 \sin^2 \beta}{2g} = V \sin \alpha$$

$$V \sin \alpha \cdot t = g t$$

Шипуры по оси X истекают сокращением $P_{2x} = -P_1$

$$\Delta P_{\text{уско}} = M g t_1 \quad P_{2x} = -P_1 = P_{\text{уско}}$$

$$L = V \cos \beta \cdot t$$



$$L = V \cos \beta \cdot t \quad T = \frac{L}{V \cos \beta}$$

$$-H = L \tan \beta - \frac{\Delta l^2}{V \cdot \cos^2 \beta}$$

$$-H = V \sin \beta t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{g L^2}{2V^2 \cos^2 \beta} - L \tan \beta \cdot H = 0$$

$$D = d = V \cos \beta \cdot t$$