



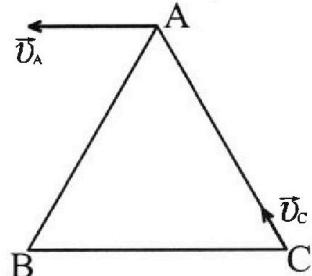
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость \vec{v}_A точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,4$ м/с, а скорость \vec{v}_C вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника $a = 0,2$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит три оборота?

Пчела массой $m = 100$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

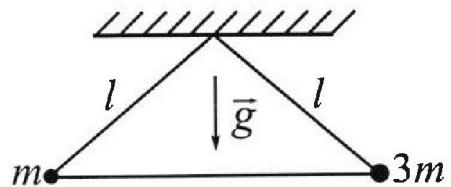
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ м/с. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние L_{\max} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 0,1$ кг и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

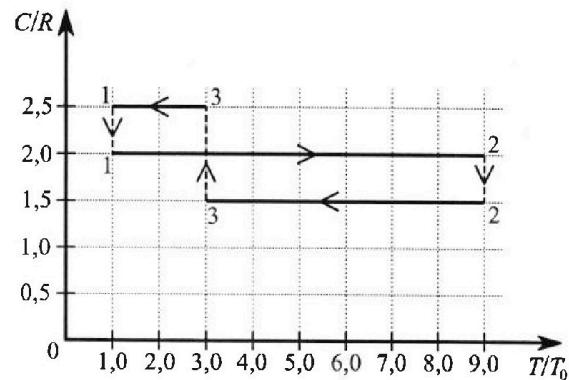
- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 2$ моль однотомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

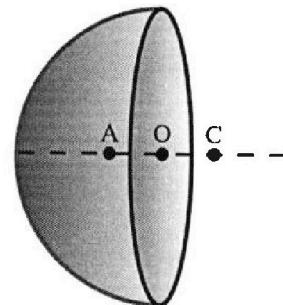
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.



- 5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О частица движется со скоростью V_O .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.

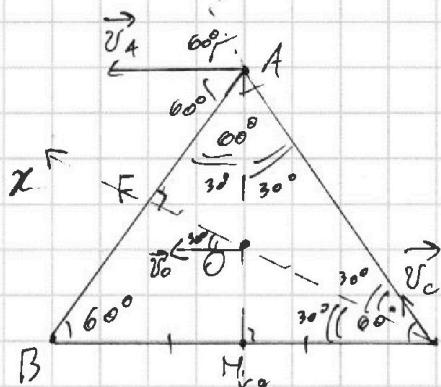


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Равномерные



$\sqrt{3}$
AC:

В силу неравенства треугольника
недостижима проекции \vec{U}_A и
 \vec{U}_C на AC равны

Из геометрических
свойств т.к. $\triangle ABC$ -
равносторонний получаем
силу динамического равновесия:

$$U_A \cdot \cos 60^\circ = U_C = U_A = U_A \cdot \cos 60^\circ = 0,4 \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \text{ м/с}$$

2) Для равностороннего треугольника
重心 (точка О) будет звездой
точки пересечения его высот (медиан, бис.)
Построим AH и CF - высоты, О - т. пересеч.
CF и AH

Журтка \vec{U}_o - скорость центра масс
через CF и AH проведём оси X и Y
по аналогии с п.1:

$$U_{ox} = U_{oy} \Rightarrow U_{ox} = U_c \cdot \cos 30^\circ$$

$$U_{oy} = U_{ay} = 0 \Rightarrow \vec{U}_o \text{ верт. направ. парал. } \vec{U}_A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_{ox} = U_o \cos 30^\circ \Rightarrow U_{ox} \cos 30^\circ = U_c \cos 30^\circ \Rightarrow U_o = U_c$$

берём в CO центра масс (COИМ)

\vec{U}_A - скорость т. A в COИМ

$$\vec{U}'_A = \vec{U}_A - \vec{U}_o, \text{ т.к. } \vec{U}_o \perp \vec{U}_A, \text{ то } |\vec{U}'_A| = |\vec{U}_A| - |\vec{U}_o| =$$

$$= U_A - U_c = U_A (1 - \cos 60^\circ)$$

ω - угловая скорость вращающейся платформы

$$\omega = \frac{U'_A}{AO}$$

$$\text{Из 2-ой. соотр. } AO = \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3}}{3} a \Rightarrow \omega = \frac{U_A (1 - \cos 60^\circ)}{\frac{\sqrt{3}}{3} a} =$$

~~$$= \frac{\sqrt{3} U_A (1 - \cos 60^\circ)}{a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot (1 - \frac{1}{2})}{0,2} = \sqrt{3} \text{ с}^{-1}$$~~



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$n - \text{число оборотов}, n = 3$$

$$\tau = n \cdot \frac{\frac{2\pi}{\omega}}{1} = n \cdot \frac{2\pi a}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot (1 - \cos 60^\circ)} = 3 \cdot \frac{2\pi \cdot 0,2}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,5)} =$$

$$= (2\sqrt{3} \pi) \text{ с}$$

3) Найдем $\vec{\omega}_B$ скорость м. В в од. со
ко аналогии с движением:
по СОУМ:

a_B - ускорение м. В

$$a_B = \omega^2 \cdot BO = (\sqrt{3})^2 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 0,2}{3} = 0,2 \cdot \sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\text{из геом. соотр.: } BO = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3}}{3} a = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,2$$

П.к. пластину "толкнули" то по ходу движения центру mass движется без ускорения \Rightarrow СОУМ - инерциальная СО. Угол α и $\vec{\omega}_B$ одн. со падающей пластиной
по 2 закону Ньютона:

$$m\vec{\omega}_B = \vec{R} \Rightarrow m\omega_B = R \Rightarrow R = m\omega_B = 100 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\sqrt{3}}{5} =$$

$$= 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

Примечание: масса пластины много меньше массы подушки, поэтому условная скорость падения до и после падки пластины остается почти такой же.

Ответ: 1) $\omega = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $\vec{\omega} = 2\sqrt{3} \cdot \pi \text{ с}$; 3) $R = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Думать о ^{1/2} маленькой фейерверк при общей скорости \vec{V}_0 (\vec{V}_0 вертикальна по условию) за время t :

$$h = V_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow V_0 = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2} = \frac{8}{0,8} + \frac{10 \cdot 0,8}{2} = 10 + 4 = 14 \text{ м/с}$$

t_1 - время полёта до достижения наибольшей высоты, когда траектория становится горизонтальной:

$$V_0 - gt_1 = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{g}$$

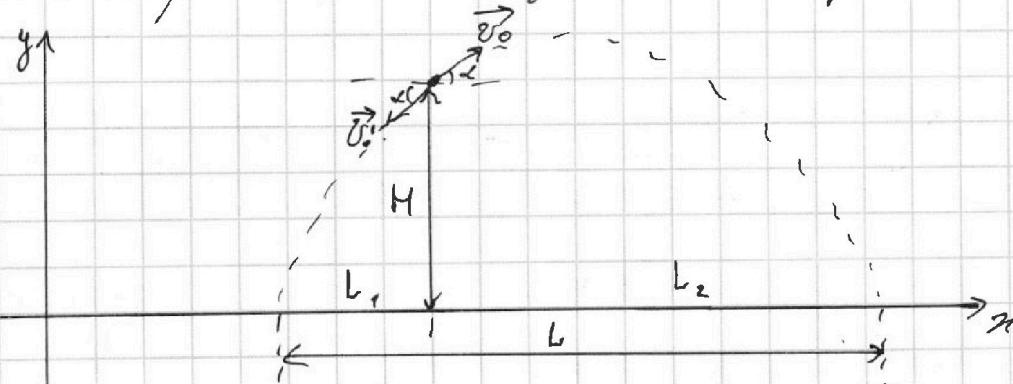
$$H = V_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{14^2}{2 \cdot 10} = \frac{196}{20} = \frac{98}{10} = 9,8 \text{ м}$$

2) Думать о - маленькой фейерверк, \vec{V}_0 - склонение к другому отталкиванию:

$\vec{v} = \frac{m}{2} \vec{V}_0 + \frac{m}{2} \vec{V}_0^\perp \Rightarrow \vec{V}_0^\perp = -\vec{V}_0$ - вектор скорости отталкивания противоположен.

Будет \vec{V}_0 расположена под углом α к горизонту, тогда \vec{V}_0^\perp расположена под углом $-\alpha$ к горизонту.

Дано движение по отдельности движущие отталкивания:



Для тела со скоростью \vec{V}_0 :

$$\text{O y: } -H = -V_0' \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \quad (1)$$

$$\text{O x: } L_1 = V_0' \cos \alpha \cdot t_1 \quad (2)$$

t_1 - время полёта 1 отл.

t_2 - время полёта 2 отл.

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Для остановки со скоростью v_0 :

$$0 \Rightarrow -M = v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \quad (2)$$

$$0 \Rightarrow L_2 = v_0 \cos \alpha t_2 \quad (4)$$

из уравнений (1) и (2) имеем:

$$\begin{cases} M = v_0 \sin \alpha t_1 + \frac{gt_1^2}{2} \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} -M = v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \end{cases} \quad (6)$$

сложим 2 уравнения:

$$0 = v_0 \sin \alpha (\epsilon_1 + \epsilon_2) + \frac{g}{2} (\epsilon_1 - \epsilon_2)(\epsilon_1 + \epsilon_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \epsilon_1 - \epsilon_2 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

вычтем из уравнения (3) уравнение (4):

$$L_1 - L_2 = v_0 \cos \alpha (\epsilon_1 - \epsilon_2) = \frac{v_0^2 \sin 2 \alpha}{g}$$

дополнительные уравнения 6 реш - $\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}$ и
составим с g-равенство:

$$M + \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} M = \frac{gt_1^2}{2} + \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow M \cdot \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{\epsilon_2} = \frac{g \epsilon_1}{2} (\epsilon_1 + \epsilon_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2M}{g} = \epsilon_1 \cdot \epsilon_2$$

используем g-равенство (3) или g-равенство (4):

$$L_1 \cdot L_2 = v_0^2 \cos^2 \alpha \cdot \epsilon_1 \cdot \epsilon_2 = \frac{2M v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$$

тогда $L = L_1 + L_2$, ~~тогда~~ $L_1 - L_2 = L - 2L_2$,

~~$$L_1 \cdot L_2 = L_2 \cdot (L - L_2) = L_2 \cdot L - L_2^2$$~~

$$L - 2L_2 = \frac{v_0^2 \sin 2 \alpha}{g} \Rightarrow L_2 = \frac{L}{2} - \frac{v_0^2 \sin 2 \alpha}{2g}$$

второе решение из g-равенства 6:

$$2M = v_0 \sin \alpha (\epsilon_1 - \epsilon_2) + \frac{g(\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2)}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} t_1^2 + t_2^2 &= (t_1 + t_2)^2 - 2t_1 t_2 = (t_1 + t_2)^2 - \frac{4H}{g} \\ 4H &= -2V_0 \sin \alpha \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} + \frac{2}{g} g ((t_1 + t_2)^2 - \frac{4H}{g}) \\ 8H &= -\frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} + g (t_1 + t_2)^2 \Rightarrow \\ (t_1 + t_2)^2 &= \frac{8H}{g} + \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} \Rightarrow t_1 + t_2 = 2 \sqrt{\frac{H}{g} + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}} = \end{aligned}$$

~~Формула для пути:~~ $(t_1 + t_2)^2 = \frac{2}{g} \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}$

 $L = L_1 + L_2 = V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = \frac{2V_0}{g} \cdot \cos \alpha \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}$

Перенесём в НЕИСО, след. с телом, движущ. с ускорением \vec{g} в осн. CO
В этой НЕИСО осколки летят по прямой, а поверхность земли - вверх с ускорением $-\vec{g}$

В симметрии с осколками V_0 и \vec{V}_0 будут горизонтальны. $\Rightarrow \alpha = 0^\circ \Rightarrow$

$$\begin{aligned} \Rightarrow L_{\max} &= \frac{2V_0}{g} \cdot \cos 0^\circ \sqrt{V_0^2 \sin^2 0^\circ + 2Hg} = \\ &= \frac{2V_0}{g} \sqrt{2Hg} = \frac{2 \cdot 20}{10} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 20} = 2 \cdot \sqrt{196} = 28 \text{ м} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $H = 9,8 \text{ м}$; 2) $L_{\max} = 28 \text{ м}$

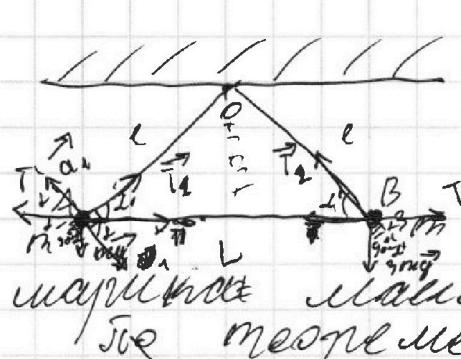


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Для стержня с
нагрузкой шарниров
и центральной
массой (ЦМ) находятся
на расстоянии $\frac{1}{4} l$ от
шарниров массой $3m$

по теореме о центре масс:

$$\vec{a}_{\text{цм}} = \frac{1}{4m} \cdot \vec{F}_p \Rightarrow \vec{a}_{\text{цм}} = \frac{4m}{4m} \vec{g} = \vec{g}$$

$\vec{a}_{\text{цм}}$ - ускорение ц.м.
 F_p - равнодействующая

Перейдём в СИСО, связанную с ЦМ
вращения (в СИСО)

$$\vec{F}_{\text{цм}} = -3m \cdot \vec{a}_{\text{цм}} = -3m \vec{g}$$



П.к. движется телом с постоянной
скоростью между телами постоянных.
П.к. грузы движутся по опр. радиусами
 r , то ~~они~~ в нач. моментах ~~они~~ имеют
одинаковые ускорения равны, а ~~перпендикулярные~~
им ускорения равны $\omega^2 r$. К. $\omega = 0$

$$a_{12} = \omega^2 r \cos(90^\circ - \delta) \Rightarrow a_{12} = 0 \Rightarrow T_2 = mg + F_d$$

$$a_{12} = \omega^2 r \cos(60^\circ - \delta), a_{12} = 0 \Rightarrow T_2 = 3mg \sin \delta$$

Б) 1) П.к. маленькое ускорение равно
0 то ускорение \vec{a} , будет направлено
вдоль перпендикуляра к AO

из глоб. сообр. тогда угол между \vec{a} и
горизонтом составляет $\angle = 90^\circ - L' \Rightarrow \sin \angle = \cos L'$
из ΔAOB по теореме косинусов:

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\cos \angle' = \frac{0,6^2 + 10^2 - 0,6^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 10} = \frac{10^2 + 0,6 \cdot 10^2 - 0,6^2}{2 \cdot 10 \cdot 0,6} = \frac{1,6 \cdot 100 - 0,36}{28 \cdot 0,6} = \frac{16 - 0,36}{28} = \frac{15,64}{28} = \frac{391}{700} = \frac{4}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \angle' = \cos \angle' = \left(\frac{4}{5}\right) \Rightarrow \sin \angle' = \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$$

Норм. ускор. ($a_{\alpha_1}, a_{\alpha_2}$) равна 0:

$$\begin{cases} ma_{\alpha_1} = T_1 - my \sin \angle' - T \cos \angle' \Rightarrow my \sin \angle' = T_1 - T \cos \angle' \\ a_{\alpha_1} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} ma_{\alpha_2} = T_2 - 3my \sin \angle' - T \cos \angle' \Rightarrow 3my \sin \angle' = T_2 - T \cos \angle' \\ a_{\alpha_2} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Угловое ускорение равно ($\alpha_{\alpha_1} = \alpha_{\alpha_2}$)

$$\begin{cases} ma_{\alpha_1} = T \sin \angle' - my \cos \angle' \\ 3ma_{\alpha_2} = -T \sin \angle' + 3my \cos \angle' \Rightarrow \end{cases}$$

$$\alpha_{\alpha_1} = \alpha_{\alpha_2}$$

$$\Rightarrow T \sin \angle' - my \cos \angle' = my \cos \angle' - \frac{T}{3} \sin \angle' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3} T \sin \angle' = 2my \cos \angle' \Rightarrow T = \frac{3}{2} \cdot \frac{\cos \angle'}{\sin \angle'} my =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{5} : \frac{3}{5} \cdot 0,1 \cdot 10 = \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{3} = \boxed{2 \text{ M}}$$

Уравнение (1):

$$my \sin \angle' = T_1 - T \cos \angle' \Rightarrow T_1 = my \sin \angle' + T \cos \angle' =$$

$$= 0,1 \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} + 2 \cdot \frac{4}{5} = \frac{3}{5} + \frac{8}{5} = \frac{11}{5} = \boxed{2,2 \text{ M}}$$

Уравнение (2):

$$3my \sin \angle' = T_2 - T \cos \angle' \Rightarrow T_2 = 3my \sin \angle' + T \cos \angle' =$$

$$= 3 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} + 2 \cdot \frac{4}{5} = \frac{9}{5} + \frac{8}{5} = \frac{17}{5} = \boxed{3,4 \text{ M}}$$

By малой линии момента сил:



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$m\vec{a}_1 = \vec{T} + \vec{T}_1 + m\vec{g}$
然是 проекции на ось, сокращающую с \vec{a}_1 :

$$-m\alpha_1 = -T \cos \alpha + T_1 \cdot \cos 90^\circ + m g \sin \alpha \Rightarrow \\ \Rightarrow \alpha_1 = \frac{T}{m} \cos \alpha + g \sin \alpha = \frac{T}{m} \sin \alpha + g \cos \alpha = \frac{2}{0.1} \cdot \frac{3}{5} - 10 \cdot \frac{4}{5} = \\ = 12 - 8 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = \frac{4}{5}$; 2) $\alpha_1 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; 3) $T = 2 \text{Н}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

ν^4

1) при изобарном процессе $c = \frac{3}{2}R \Rightarrow$

$\Rightarrow 3 \rightarrow 1$ - изобарный процесс $\Rightarrow P_3 = \text{const}$

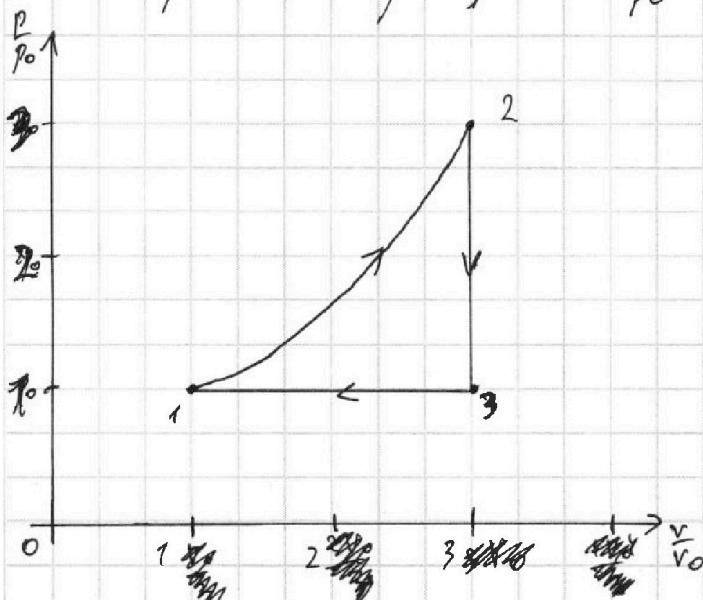
При изохорном процессе $c = \frac{3}{2}R \Rightarrow$
 $\Rightarrow 2 \rightarrow 3$ - изохорный процесс $\Rightarrow V_2 = \text{const}$

$1 \rightarrow 2$ - полиморфный процесс

$$P_3 = \text{const} \Rightarrow \frac{V_0}{V_3} = \frac{T_0}{T_3} = \frac{1}{3} \Rightarrow V_3 = 3V_0, P_0 = P_3$$

$$V_{23} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{9}{3} = 3 \Rightarrow P_2 = 3P_3, V_2 = V_3$$

Построим график $\frac{P}{P_0}$ ($\frac{V}{V_0}$):



2) В) расширение 1 \rightarrow 2:

$$\Delta U_{12} = \gamma R \Delta T_{12} \quad \text{где } \gamma \text{ - коэффициент изохоричности - калориметрическое расширение}$$

$$PV = \gamma RT \Rightarrow \gamma R \Delta T_{12} = P_2 V_2 - P_1 V_1 = 9P_0 V_0 - P_0 V_0 = 8P_0 V_0$$

$$\Rightarrow \Delta T_{12} = \frac{8P_0 V_0}{\gamma R}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$Q_1 = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = C_{12} \cdot \frac{8 p_0 V_0}{\sqrt{R}} \quad \text{***}$$

В м. 1 по у-чию Менделеева-Капилонка.
 $p_0 V_0 = kT_0 \Rightarrow p_0 V_0 = kT_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow Q_1 = C_{12} \cdot \frac{8 \sqrt{R} T_0}{\sqrt{R}} = C_{12} \cdot 8 T_0 = 8 \cdot 2 R \cdot T_0 = 8 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = \\ = 48 \cdot 831 = 38058 \text{ Дж} \approx (38 \text{ кДж})$$

3) а) цикл по 1 началу термодинамики:

$$A_{12} = \Delta U_{12} + Q_{12}$$

$$\Delta U_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = Q_{12} = Q_{12} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$$

$$Q_{23} = C_{23} \cdot \Delta T_{23} = \frac{3}{2} R \cdot (3T_0 - 9T_0) = -9RT_0$$

$$Q_{12} = Q_1 = 16RT_0$$

$$Q_{31} = C_{31} \cdot \Delta T_{31} = \frac{5}{2} R \cdot (T_0 - 3T_0) = -5RT_0$$

$$Q_{12} = 16RT_0 - 9RT_0 - 5RT_0 = 2RT_0 \Rightarrow A_{12} = 2RT_0$$

П.к. шары находятся рабочем цикле идёт
 на подъём грузов то же $N = 10$ циклов
 на подъём груза будет $A = N \cdot \frac{A_{12}}{2} = NRT_0$,

$$A = MgH \Rightarrow NRT_0 = MgH \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{NRT_0}{Mg} = \frac{10 \cdot 8,31 \cdot 300}{450 \cdot 10} = (16,62 \text{ м})$$

Ответ: 2) $Q=38 \text{ кДж}$; 3) $H=16,62 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) По сфере радиусом $r = 5$ распределен равномерно заряд Q . Капка из заряда q из начальной точки A соударяется в точке O с потерянной скоростью.

$\Delta \varphi = \frac{k \Delta Q}{R}$ будем, тогда потерики в точке O составят:

$$\varphi_0 = \sum \Delta \varphi = \sum \frac{k \Delta Q}{R} = \frac{8}{R} \sum \Delta Q = \frac{k Q}{R} - \text{по принципу суперпозиции}$$

Тогда при удалении на бесконечность заряд преобразует всю свою потерики-ную энергию (E_{Π}) в кинетическую (E_{K0} - в начале, E_{K1} - в конце):

По 3 С7:

$$\left. \begin{aligned} E_{\Pi} + E_{K1} &= E_{K2} \\ E_{K1} &= \frac{m v_0^2}{2} \\ E_{\Pi} &= \varphi_0 \cdot q = \frac{k Q q}{R} \\ E_{K2} &= \frac{m v^2}{2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{m v_0^2}{2} + \frac{k Q q}{R} = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2 k Q q}{m R}}}$$

2) Две частицы в точке A потерики равны φ_A , в точке C - φ_B

Может ли в точке B не погаснуть и дополнить её первично погаснувшую заряды?

Внутри сферы потерики равны

После в нем асимметрии и по принципу суперпозиции:



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\varphi_A' = \varphi_A + \varphi_C - \text{пометка под точкой A в сфере}$$

$$\varphi_O' = 2\varphi_O - \text{пометка под точкой O в сфере}$$

$$\varphi_C' = \varphi_C + \varphi_A - \text{пометка под точкой C в сфере}$$

$$\varphi_A' = \varphi_O' = \varphi_C' \Rightarrow 2\varphi_O = \varphi_A + \varphi_C \Rightarrow \varphi_A - \varphi_O = \varphi_O - \varphi_C$$

Значит под поверхностью разности

пометка под точками A и C

$$\text{равна сумме } \varphi_A - \varphi_O = \varphi_O - \varphi_C = 1\text{q}$$

точка C?

$$\Delta E_P = \Delta E_K \Rightarrow \frac{1}{2}mV_0^2 = (\varphi_A - \varphi_O)q = 1\text{q}q$$

$$\frac{1}{2}mV_0^2 = \frac{1}{2}mV_C^2 + (\varphi_O - \varphi_C)q = \frac{1}{2}mV_0^2 + \Delta q q \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_C = \sqrt{V_0^2 + \frac{2\Delta q q}{m}}$$

$$\text{Ответ: 1) } V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2\Delta q q}{mR}}; 2) V_C = \sqrt{V_0^2 + \frac{2\Delta q q}{m}}$$



На одной странице можно оформлять **только** одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input 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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$(U_0^2 \cos^2 \varphi \sin^2 \vartheta + g h \cos^2 \vartheta) = U_0^2 \cdot (-2 \cos \varphi \sin \vartheta) \sin^2 \vartheta + U_0^2 \cos \varphi \sin \vartheta$$

$$(\cos^2 \vartheta) = -2 \cos \vartheta \cdot \sin \vartheta = -\sin 2 \vartheta$$

$$(\cos^2 \vartheta (U_0^2 \sin^2 \vartheta + g h \cos^2 \vartheta)) = (U_0^2 \sin^2 \vartheta + g h \cos^2 \vartheta) \cdot (\sin 2 \vartheta) + \\ + \cos^2 \vartheta \cdot (U_0^2 \sin^2 \vartheta) = 0$$

~~$$2gh \sin^2 \vartheta + g h \cos^2 \vartheta = 0$$~~

$$\frac{2gh}{\sin^2 \vartheta} = \cos^2 \vartheta$$

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot 9,8}{\sin^2 \vartheta} = \frac{9,8}{\sin^2 \vartheta}$$

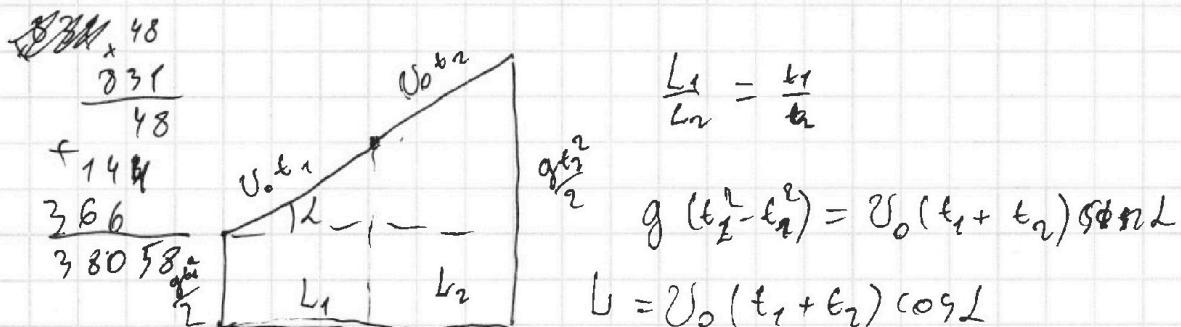
$$\cos^2 \vartheta = \cos^2 \vartheta - \sin^2 \vartheta = 2 \cos^2 \vartheta - 1$$

$$\frac{14}{\sin^2 \vartheta} = \cos^2 \vartheta \\ \sin^2 \vartheta = \sqrt{\frac{200^2 - 14^2}{200}} = \sqrt{\frac{384 \cdot 576}{200}}$$

$$h = 14 \cdot 0,8 - \frac{10 \cdot 0,8^2}{2} = 11,2 - \frac{6,4}{2} = 11,2 - 3,2 = 8 \text{ м}$$

$$t = \frac{14}{10} = 1,4$$

$$M = 14 \cdot 1,4 - \frac{10 \cdot 1,4^2}{2} = 19,8 - 5 \cdot 1,4^2 = 5 \cdot 1,96 = 9,80$$



$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{t_1}{t_2}$$

$$g(t_2^2 - t_1^2) = U_0(t_1 + t_2) \sin \vartheta$$

$$U = U_0(t_1 + t_2) \cos \vartheta$$

$$U = \frac{kQ}{R}$$

$$L = g(t_2^2 - t_1^2) \cdot \frac{\cos \vartheta}{\sin \vartheta}$$

$$l = \frac{kQ}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$

$$U_A + U_C = 2U_0 \Rightarrow U_A - U_0 = U_0 - U_C$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$H = U_0 \sin \alpha t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$$

$$\frac{t_1}{t_2} H = -U_0 \sin \alpha t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$$

$$H \cdot \frac{t_1+t_2}{t_2} = \frac{g}{2} t_1 (t_2 + t_1) \Rightarrow t_1 t_2 = \frac{2H}{g}$$

$$L_1 \cdot L_2 = U_0^2 \cos^2 \alpha \cdot \frac{1}{4} t_1 t_2 = \frac{2H U_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$$

$$C_V = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$$C_P = \frac{i+2}{2} R = \frac{5}{2} R$$

~~$$\gamma = \frac{C_V - C}{C_P - C}$$~~

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{C_V - C}{C_P - C} = \frac{\frac{3}{2}R - C}{\frac{5}{2}R - C} \\ &= +2 \end{aligned}$$

$$L \cdot B = 0$$

$$L \cdot B = 0$$

$$(x+\beta)^3 (x+\beta) = 0$$

$$\beta^2 + \alpha \beta - 6 = 0$$

$$\frac{g}{2} t_1^2 + U_0 \sin \alpha t_1 - H = 0$$

$$\frac{g}{2} t_2^2 + U_0 \sin \alpha t_2 - H = 0$$

$$D_1 = g t_1^2 + 2 U_0 \sin \alpha t_1 - 2H = 0$$

$$D_2 = U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_1 = \frac{-U_0 \sin \alpha + \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$t_2 = \frac{U_0 \sin \alpha + \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$t_1 + t_2 = \frac{2\sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \Rightarrow L = \frac{2}{g} \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$= \frac{2U_0}{g} \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$(uv)' = u'v + uv'$$

$$-\sin \alpha \cdot \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \cos \alpha \cdot \frac{2U_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} = 0$$

$$U_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH - U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH + 2U_0^2 \cos^2 \alpha = 0$$

$$\frac{2gH}{U_0^2} = -\sin^2 \alpha + 2 \cos^2 \alpha \Rightarrow 3 \cos^2 \alpha - 1 = 0,49 \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1,49}{3}$$

$$h = U_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow U_0 = \frac{h}{t} + \frac{gt^2}{2} = \frac{14}{2} + \frac{10 \cdot 0,8}{2} = 14$$

$$H = \frac{U_0^2}{2g} = \frac{14^2}{20} = \frac{196}{20} = 9,8$$