



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

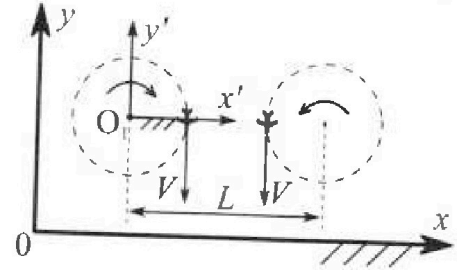
Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

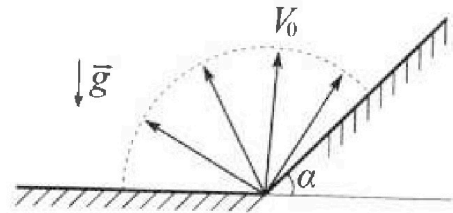
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,8 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

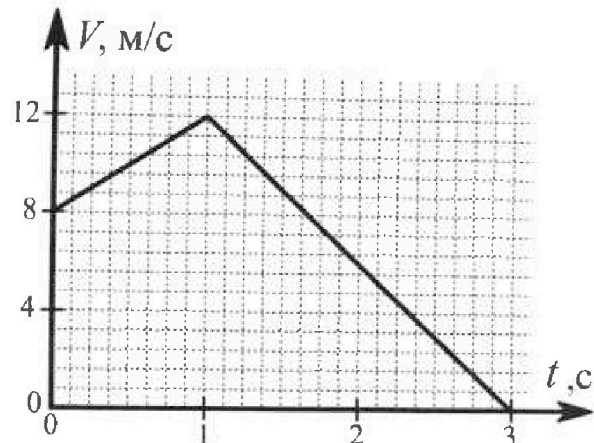
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



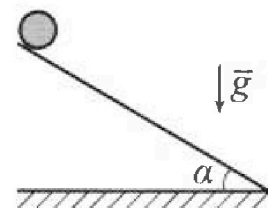
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1 \text{ м}$?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа кислорода $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



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
1 ИЗ 1

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

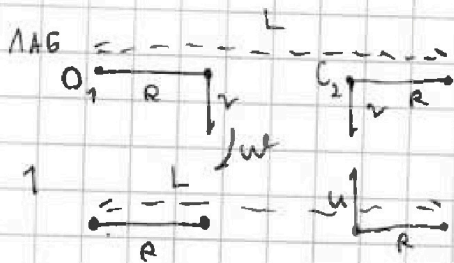


1) Вес камня складывается из двух сил: силы тяжести и той, которая удерживает его на окружности для движения по окружности R и скорости v . Мы имеем нормальное ускорение $a_n = \frac{v^2}{R} = 10 \text{ м/с}^2$

$$\Rightarrow \vec{P} = m(\vec{a}_n + \vec{g}), \text{ по условию } \vec{a}_n \perp \vec{g} \Rightarrow \text{по теореме Пифагора:}$$

$$|\vec{P}| = m\sqrt{a_n^2 + g^2} = m\sqrt{2}g \Rightarrow \gamma = \frac{mg\sqrt{2}}{P} = \frac{mg}{mg\sqrt{2}} \cdot 100\% = \frac{100\%}{\sqrt{2}}$$

2)



устав системы первого камня симметричен O_1 ; $vt = \frac{v}{R} \Rightarrow$ перейдет в его систему отсчета \Rightarrow менее координат точка приобрела систему $\vec{r}_{O_1, i}$, где $\vec{r}_{O_1, i}$ - разность координат O_1 и i моментов \Rightarrow

$$\vec{r}_{O_1, i} = L - R \Rightarrow \text{направление системы 2 камня } v - vt \vec{r}_{O_1, i} =$$

$$= v - \frac{v}{R}(L - R) = v\left(1 - \frac{L - R}{R}\right) = v\left(\frac{2R - L}{R}\right) = 60 \cdot \frac{2 \cdot 360 - 1800}{360} =$$

$$= 60 \cdot \frac{2 \cdot 36 - 180}{36} = 60 \cdot (2 - 5) = -180 \text{ м/с} = u \text{ (} \vec{u} \text{ - см. рис.)}$$

Ответ: 1) $\frac{100\%}{\sqrt{2}}$; 2) 180 м/с , \vec{u} - направлен в противоположную

сторону от системы 2 в лад. С. О.

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
1 ИЗ 1

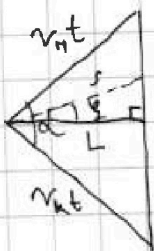
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\sqrt{2}$

1) Возьмем 3 (Э) для этого (высота макс. полёта H) \Rightarrow

$$\frac{mv_0^2}{2} = m_0 g H \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с}$$

2)

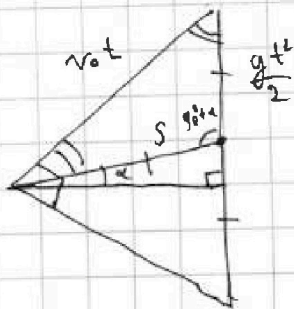


Возьмем произвольной произвольные перпендикулярные и направим максимумы L , м.к. у нас перпендикулярны задам, направим перпендикулярно без азимута $\Rightarrow L_{\text{MAX}} \Rightarrow S_{\text{MAX}}$; v_H - у нас задам, v_k - можем выразить через v_H , L , $g \Rightarrow$ максимумы \Rightarrow

$$v_H v_k t^2 \frac{1}{2} \sin \alpha \text{ и } L g t^2 \frac{1}{2} \Rightarrow v_H v_k t^2 \frac{1}{2} \sin \alpha = L g t^2 \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$L = \frac{v_H v_k}{g} \sin \alpha, \text{ по теореме косинусов: } \frac{v_H v_k}{g} = \text{const} \Rightarrow L_{\text{MAX}}, \text{ при } (\sin \alpha)_{\text{MAX}} \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ.$$

Получили произвольные перпендикулярные, у нас можем считать: По свойствам произвольных \Rightarrow



\vec{S} - известна и м.к. $S_{\text{MAX}} \Rightarrow$ произвольные $\Rightarrow S = \frac{g t^2}{2}$, а

по теореме косинусов:

$$v_0^2 t^2 = 2 \left(\frac{g t^2}{2} \right)^2 - 2 \left(\frac{g t^2}{2} \right) \cos(\alpha + 90^\circ) \Rightarrow$$

$$v_0^2 t^2 = 2 \left(\frac{g t^2}{2} \right)^2 (1 - \cos(\alpha + 90^\circ)) \Rightarrow 2 v_0^2 = g^2 t^2 (1 + \sin \alpha)$$

$$\Rightarrow t^2 = \frac{2 v_0^2}{g^2 (1 + \sin \alpha)} \Rightarrow S = \frac{g}{2} \cdot \frac{2 v_0^2}{g^2 (1 + \sin \alpha)} = \frac{2H}{1 + \sin \alpha} = 50 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_0 = 30 \text{ м/с}$; $S = 50 \text{ м}$

и невозможна теорема из геометрии: в произвольном произвольном, известна произвольная к известным работам и наоборот.

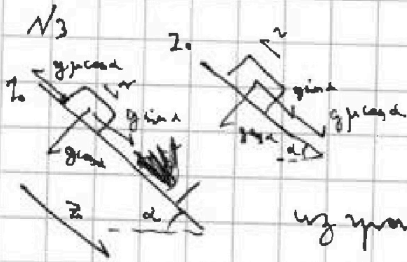


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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) Запишем II закон Ньютона для

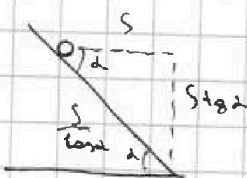
$$0 \leq 1: m a_r = m(g \sin \alpha - g \mu \cos \alpha) \text{ и}$$

$$m a_r' = m(-g \sin \alpha - g \mu \cos \alpha)$$

из условия ($a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$) $a_r = 4a/c$; $a_r' = -6a/c \Rightarrow$

$$\begin{cases} 4 = g \sin \alpha - g \mu \cos \alpha \\ 6 = g \sin \alpha + g \mu \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow 10 = g \cdot 2 \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2}$$

2)



Запишем ЗСЭ (m - масса обвисшего дольника)

$$4mg s \sin \alpha = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} + \frac{3mv^2}{2}; \text{ (возле горизонтальной)}$$

у обвисшего долька есть 2 центра вращения

горизонтальная и вертикальная, выберем, что сверху правее по направлению по всем осм. обр. \Rightarrow

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{J\omega^2}{2} \Rightarrow 4mg s \sin \alpha = \frac{5mv^2}{2}; \quad \frac{8}{5} g s \sin \alpha = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{8}{5} g s \sin \alpha} = \sqrt{\frac{16}{5}} \cdot \frac{4}{\sqrt{5}}$$

3) Запишем ЗСЭ в общем виде $\Rightarrow 4mgH = \frac{5mv^2}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{8}{5} gH}, \text{ выберем } a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow a = \frac{d(\frac{8}{5} gH)^{1/2}}{dt} = \frac{d(\frac{8}{5} gH)^{1/2}}{dH} \cdot \frac{dH}{dt} =$$

$$= \sqrt{\frac{8}{5} g} \cdot \frac{d(H)^{1/2}}{dH} \cdot \frac{dH}{dt} = \sqrt{\frac{2g}{5H}} \cdot \frac{dH}{dt}, \text{ м.к. } H - \text{выбираем за}$$

переменную $\Rightarrow \frac{dH}{dt} = \frac{ds}{dt} \cdot \sin \alpha = v \sin \alpha \Rightarrow \frac{dH}{dt} = \sqrt{\frac{8}{5} gH} \cdot \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{2}{5} gH}$

$$\Rightarrow a = \sqrt{\frac{2g}{5H}} \cdot \sqrt{\frac{2}{5} gH} = \frac{2}{5} g$$

4) Нет трения \Rightarrow моментальная ось вращения \Rightarrow моментальная ось вращения

наверху $= 0$, запишем $\Sigma M = \int \beta g r^2 dm$ по длине

$$\Rightarrow \int = mR^2, \text{ моментальная ось вращения } \Rightarrow$$

$$\Sigma M = M_{тр} = R \cdot 4mg \mu \cos \alpha \Rightarrow 4mgR\mu \cos \alpha = mR^2 \beta;$$

$$4g\mu \cos \alpha = R\beta; \text{ из начального условия } \omega R = v; \beta t R = \frac{2}{5} g t;$$

$$\beta R = \frac{2}{5} g \Rightarrow 4g\mu \cos \alpha = \frac{2}{5} g; \mu = \frac{1}{10 \cos \alpha} = \frac{1}{5\sqrt{3}} \Rightarrow \text{это условие}$$

$$\text{выполнено } \Rightarrow \mu \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = \frac{1}{2}$; 2) $\frac{4}{5\sqrt{3}}$; 3) $\frac{2g}{5}$; 4) $\mu \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$

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
1 ИЗ 1

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!

N₁

1) Запишем I закон термодинамики для обоих процессов

$$\begin{cases} Q = C_V \nu \Delta T_1, & \text{где } \nu - \text{общее число молей} \\ Q_2 = C_V \nu \Delta T_2 + A & \text{молей} \end{cases} \quad \begin{cases} C_V \nu = \frac{Q}{\Delta T_1} \\ Q = \frac{Q}{\Delta T_1} \Delta T_2 + A \end{cases} \quad A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = 360 \text{ Дж}$$

2, 3) Пусть ν_{He} , ν_0 - количество молей гелия и кислорода соответственно
 $\Delta U_{He} = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T$, $\Delta U_0 = \frac{5}{2} \nu_0 R \Delta T \Rightarrow$ запишем I закон термодинамики:

$$\begin{cases} Q = \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) R \Delta T_1 \\ Q = \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) R \Delta T_2 + A \end{cases} \quad A = \int P dV, \text{ в изобарном процессе } p = \text{const} \Rightarrow A = p \Delta V = \nu R (T_K - T_H) \Rightarrow$$

$$A = (\nu_0 + \nu_{He}) R \Delta T_2 \Rightarrow \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) (\Delta T_1 - \Delta T_2) = (\nu_0 + \nu_{He}) \Delta T_2 \Rightarrow$$

$$(3\nu_{He} + 5\nu_0) \frac{3}{10} = \nu_{He} + \nu_0; \quad 9\nu_{He} + 15\nu_0 = 10\nu_{He} + 10\nu_0; \quad 5\nu_0 = \nu_{He} \Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_0} = 5$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) R \Delta T_1}{(\nu_{He} + \nu_0) \Delta T_1} = \frac{3\nu_{He} + 5\nu_0}{2\nu_{He} + 2\nu_0} \cdot R = \frac{20\nu_0}{12\nu_0} R = \frac{5}{3} R$$

Ответ: 1) 360 Дж; 2) $\frac{5}{3} R$; 3) $\frac{\nu_{He}}{\nu_0} = 5$



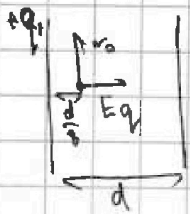
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

№5



1) скорость и разность потенциалов связаны выражением:

$$\frac{v_0^2}{R} = a_{\text{н}}, \quad \vec{a} \text{ по направлению } \vec{F} = \frac{E q}{m} \Rightarrow a = \frac{E q}{m} = E \gamma;$$

$$E = \frac{v_0^2}{R \gamma} \Rightarrow U = \Delta \varphi = \frac{A}{q} = \int \vec{E} d\vec{r}, \quad \text{в конденсаторе } E = \text{const.}$$

$$\Rightarrow U = E d = \frac{v_0^2 d}{R \gamma}$$

2)



Возникнет же поле на разности конденсаторов, конденсаторы имеют на противоположных и срединных максимумах конденсатора, поэтому суммарный конденсатор равномерно макс, макс $\Delta \varphi = -q \text{ делит}$
 \Rightarrow постоянная $q = d = \text{const} \Rightarrow$ макс эфф

поле (если поле не максимум) будет создавать суммарное напряжение, направленное макс, макс направлено на средин. максимум $0 \Rightarrow$

это будет же все напряжение $U_{\text{конд}} \Rightarrow$

на все расстояние тоже напряжение \perp $U_{\text{конд}} \Rightarrow$

глубина по пути $\Delta \varphi = 0$ (м.к. $\cos 90^\circ = 0$) \Rightarrow

наибольший потенциал между пластинами и максимумом $\Delta \varphi = E \frac{3}{4} d \Rightarrow$ ЗСЗ:

$$\frac{m v^2}{2} + E q \frac{3}{8} d = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v_0^2 + E \gamma \frac{3}{4} d = v^2; \quad v = \sqrt{v_0^2 + E \gamma \frac{3}{4} d}$$

Ответ: $U = \frac{v_0^2 d}{R \gamma}; \quad v = \sqrt{v_0^2 + E \gamma \frac{3}{4} d}$

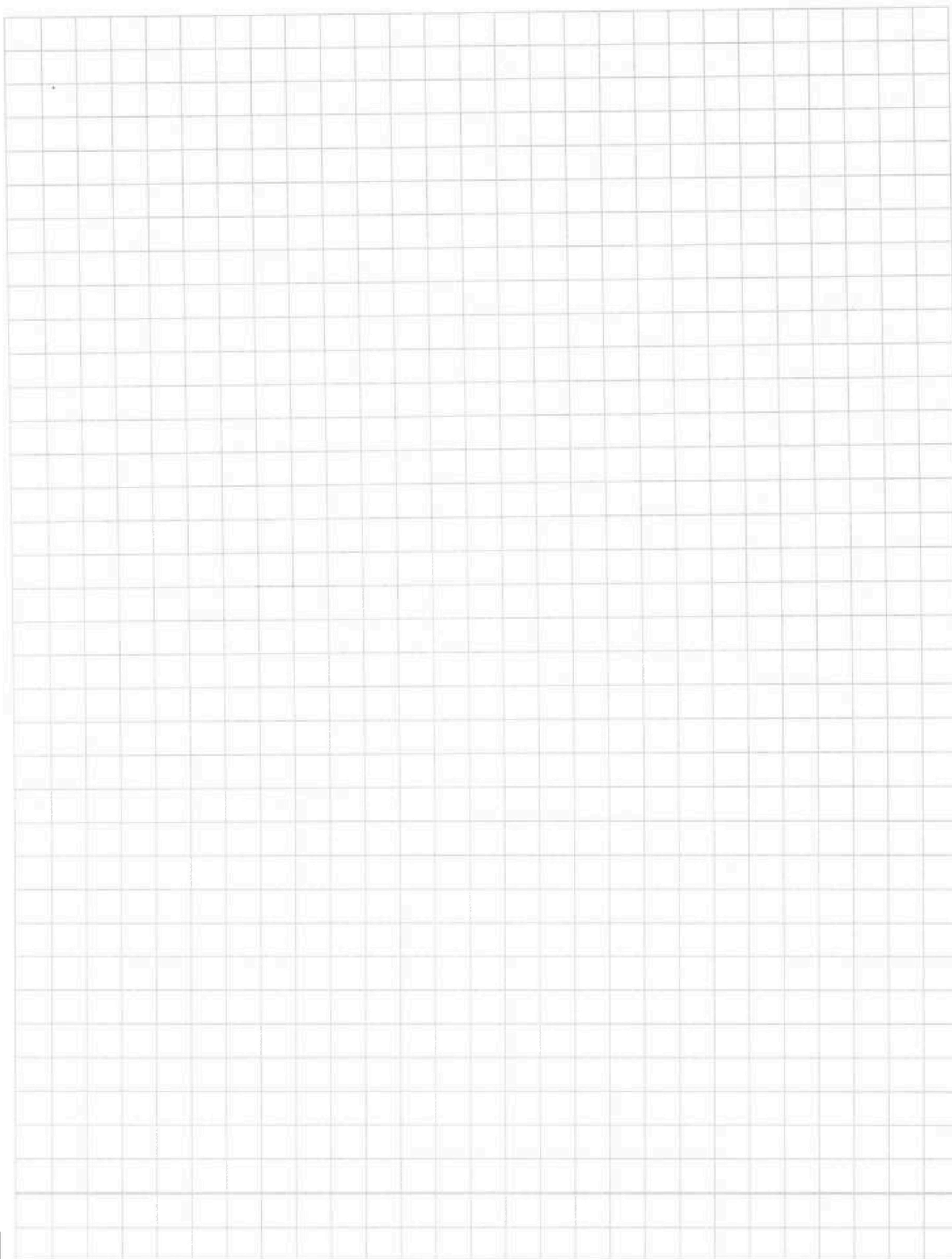


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!





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
__ 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!

№5

2) ~~$\frac{mv^2}{2} = E \gamma \frac{3}{4} d$~~ $\exists \angle \alpha: \frac{mv^2}{2} + E \gamma \frac{3}{4} d = \frac{mv_0^2}{2}; v_0^2 + E \gamma \frac{3}{4} d = v^2;$

$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{3}{4} E \gamma d}$

№3

$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} \Rightarrow a = \frac{v^2}{2 \cdot \frac{s}{\cos \alpha}} = \frac{v^2 \cdot \cos \alpha}{2s} = \frac{\frac{v}{\sqrt{5}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2s} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}} g$

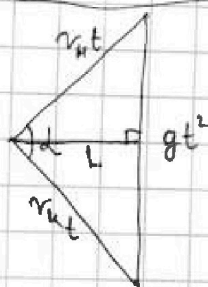
$\frac{1}{2} m g H = \frac{5 m v^2}{2}; \frac{1}{5} m g H = v^2; \sqrt{\frac{1}{5} g H} = v \Rightarrow \frac{dv}{dt} = a = \frac{d(\frac{1}{5} g H)^{1/2}}{dt} = (\frac{1}{5} g)^{1/2} \frac{d(H)^{1/2}}{dt}$
 $= \sqrt{\frac{1}{5} g} \cdot \frac{d(H)}{dt} = \sqrt{\frac{1}{5} g} \cdot \frac{d(\frac{1}{2} H)}{dH} \cdot \frac{dH}{dt} = \sqrt{\frac{1}{5} g} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{dH}{dt} = \sqrt{\frac{2g}{5H}} v_y$
 $v_y = v \sin \alpha = \sqrt{\frac{1}{5} g H} \cdot \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{2g}{5H}} \Rightarrow a = \sqrt{\frac{2g}{5H}} \cdot \sqrt{\frac{1}{5} g H} = \frac{1}{5} g$



$\Sigma M = \int \rho \Rightarrow M = \int m g \rho \cos \alpha \cdot R = m R^2 \cdot \rho$
 $g \rho \cos \alpha = R \rho;$



$\omega R = v$
 $\rho R \frac{1}{2} g \Rightarrow \rho R = \frac{2}{5} g \Rightarrow g \rho \cos \alpha = \frac{2}{5} g \Rightarrow \mu = \frac{2}{5 \cos \alpha} = \frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow \mu \geq \frac{1}{\sqrt{5}}$



$S = \frac{1}{2} L g t^2$
 $S = \frac{1}{2} v_0 v t^2 \sin \alpha \Rightarrow \frac{1}{2} L g t^2 = \frac{1}{2} v_0 v t^2 \sin \alpha$
 $\frac{g}{v_0 \sin \alpha} L = \sin \alpha$

$\frac{d(a^x)}{da} = x a^{x-1}$
 $0,5 H^{0,5-1} = \frac{1}{2 \sqrt{H}}$

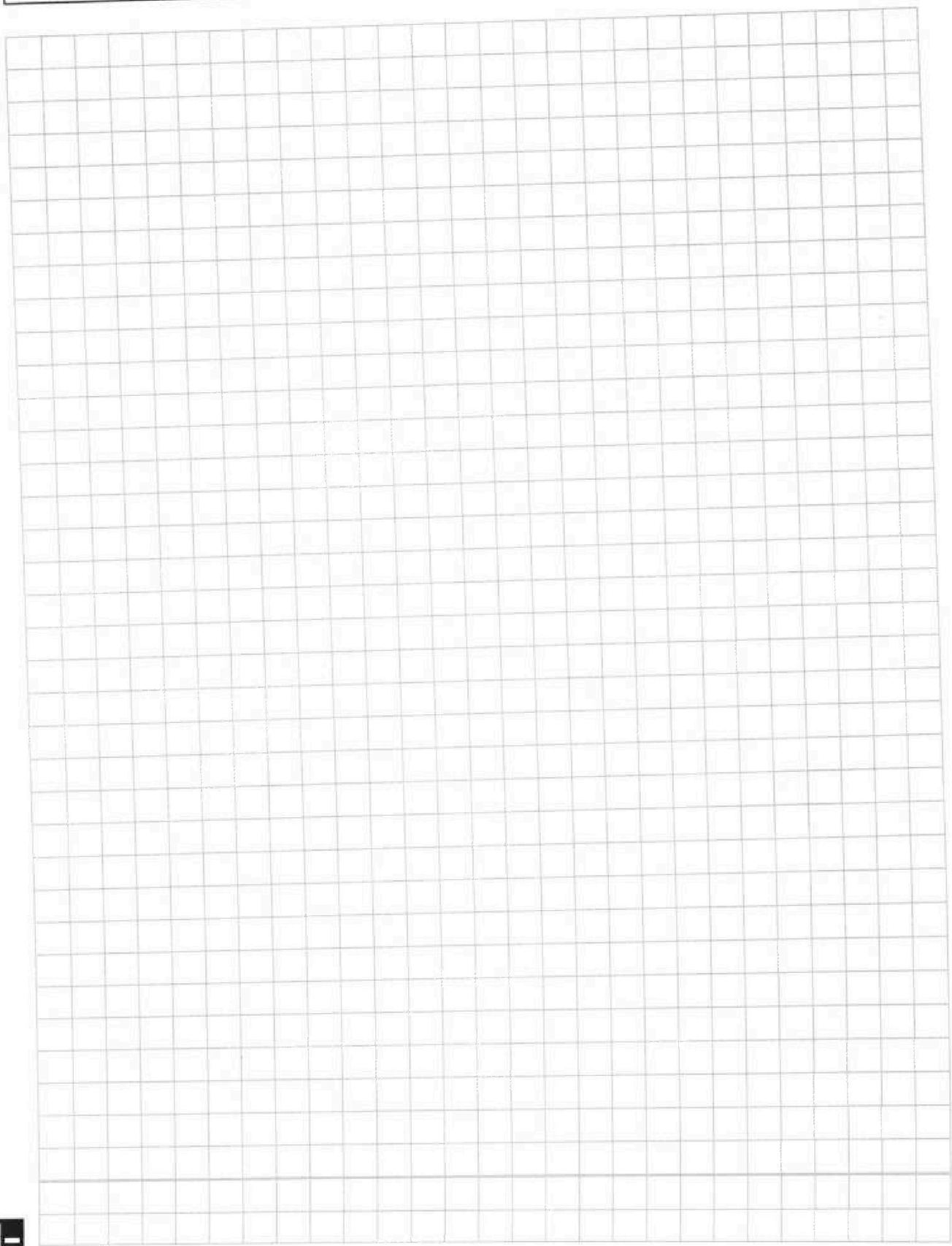


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите **номер страницы** и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!





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
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!

№4

$V_{2 \text{ моль}}$; $He, \varphi_2 \quad | \Delta T_1 \quad | \quad P = \text{const} \quad He, \varphi_2 \quad | \Delta T_2$
 $\uparrow A \quad P_{\text{const}} \quad \downarrow Q \quad \downarrow Q \quad \uparrow A$ $Q = \frac{1}{2} \nu R \Delta T + P \Delta V$

$$1) Q = \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) R_0 \Delta T_1 + A_0 \quad Q = \left(\frac{1}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) R_0 \Delta T_2 + A_{He} + A_0;$$

$$A_0 = P_0 \Delta V = \nu R (\Delta T_2 - \Delta T_1) = \nu R_0 \Delta T \Rightarrow A = A_{He} + A_0 = \nu R_0 (\nu_{He} + \nu_0) \Delta T_2$$

$$\begin{cases} Q = \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) R_0 \Delta T_1 \\ Q = \left(\frac{1}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) R_0 \Delta T_2 + A \end{cases}; \quad Q = \frac{Q \Delta T_2}{\Delta T_1} + A; \quad A = Q \left(\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1}\right) =$$

$$= 960 \frac{18}{48} = 20 \cdot 18 = \underline{360 \text{ Дж}}$$

$$2) \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) (\Delta T_1 - \Delta T_2) R_0 = (\nu_{He} + \nu_0) R_0 \Delta T_2;$$

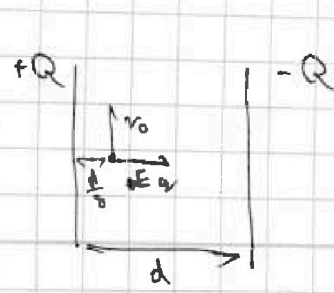
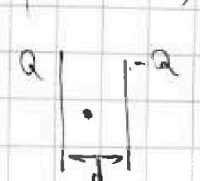
$$\left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0\right) \cdot \frac{18}{30} = \nu_{He} + \nu_0; \quad (3\nu_{He} + 5\nu_0) \frac{9}{30} = \nu_{He} + \nu_0;$$

$$(3\nu_{He} + 5\nu_0) \frac{3}{10} = \nu_{He} + \nu_0; \quad 9\nu_{He} + 15\nu_0 = 10\nu_{He} + 10\nu_0; \quad 5\nu_0 = \nu_{He} \Rightarrow$$

$$\epsilon_r = \frac{Q}{\nu \Delta T} \Rightarrow \epsilon_r = \frac{\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_0}{\nu_{He} + \nu_0} R = \frac{(3 \cdot 5 + 5) \nu_0}{12 \nu_0} R = \frac{20}{12} R = \frac{10}{6} R = \frac{5}{3} R$$

№5

$$\gamma = \frac{q}{n} > 0;$$



$$\frac{\nu_0}{R} = \frac{E q}{n} = E \gamma \Rightarrow E = \frac{\nu_0}{\gamma R};$$

$$U = E d = \frac{\nu_0}{\gamma} \cdot \frac{d}{R}$$

$$\frac{d}{2} - \frac{d}{\epsilon} = \frac{4d}{3} - \frac{d}{\epsilon} = \frac{3d}{\epsilon}$$

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.

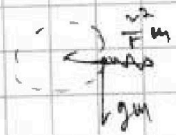


1 2 3 4 5 6 7

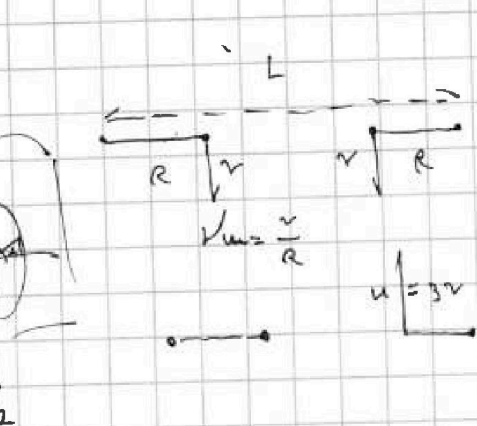
СТРАНИЦА
— ИЗ —

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!

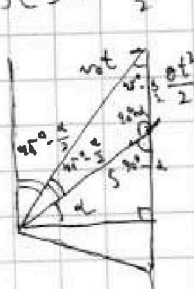
N1

1)  $F_T = mg$
 $\rho = m \sqrt{g^2 + \frac{v^2}{R^2}}$
 $\Rightarrow \rho = \frac{F_T}{\rho} \cdot 100\% = \frac{g \cdot 100\%}{\sqrt{g^2 + \frac{v^2}{R^2}}} = \frac{100\%}{\sqrt{1 + \frac{v^2}{g^2 R^2}}} = \frac{100\%}{\sqrt{1 + \frac{36}{1}}}$

2)

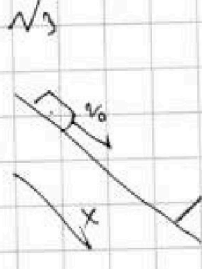
 $v - \omega(L - R) = v \left(1 - \frac{L - R}{R}\right) = \frac{60}{6} = 1$
 $= 80 \cdot \left(1 - \frac{1800 - 360}{360}\right) = 60 \left(1 - \frac{180 - 36}{36}\right) =$
 $= 60 \left(1 - \frac{30 - 6}{6}\right) = 60(1 - 5 + 1) = -180 \text{ м/с}$

3) $\frac{4v^2}{2} = mgt \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с}$

 $\begin{cases} \frac{gt^2}{2} = S \\ \frac{v_0 t}{\sin(90^\circ + \alpha)} = \frac{gt^2}{2} \end{cases}$
 $v_0^2 t^2 = 2 \left(\frac{gt^2}{2}\right)^2 - 2 \left(\frac{gt^2}{2}\right)^2 \cos(90^\circ + \alpha)$
 $v_0^2 t^2 = 2 \left(\frac{gt^2}{2}\right)^2 (1 - \cos(90^\circ + \alpha))$
 $v_0^2 t^2 = \frac{g^2 t^4}{2} (1 + \sin \alpha);$
 $2v_0^2 = g^2 t^2 (1 + \sin \alpha); t^2 = \frac{2v_0^2}{g^2 (1 + \sin \alpha)}$

$= \frac{4gH}{g^2(1 + \sin \alpha)} = \frac{4H}{g(1 + \sin \alpha)} \Rightarrow S = \frac{g}{2} \cdot \frac{4H}{g(1 + \sin \alpha)} = \frac{2H}{1 + \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 45}{1,7} = \frac{90}{1,7} = \frac{10}{2,07} = 50 \text{ м}$

N3

 II 3H: Ox: 1) $g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = a_r$; 2) $-g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = a_r'$
 no wrap: $a_r = \frac{12-8}{1} = 4 \text{ м/с}^2$; $a_r' = \frac{-12}{2} = -6 \text{ м/с}^2 \Rightarrow$
 $\begin{cases} g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 4 \\ g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 6 \end{cases}; 2g \sin \alpha = 10; \sin \alpha = \frac{1}{2}$

3) $4mgS \sin \alpha = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + \frac{3mv^2}{2} = \frac{5mv^2}{2}; v^2 = \frac{8}{5} gS \sin \alpha$
 $v = \sqrt{\frac{16 \cdot 1}{5}} = \frac{4}{\sqrt{5}} \text{ м/с}$

