

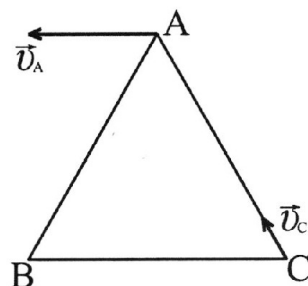
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

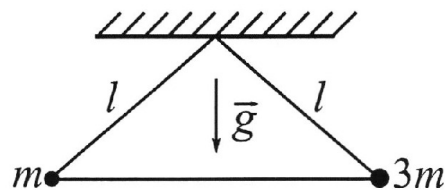
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарiki 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.



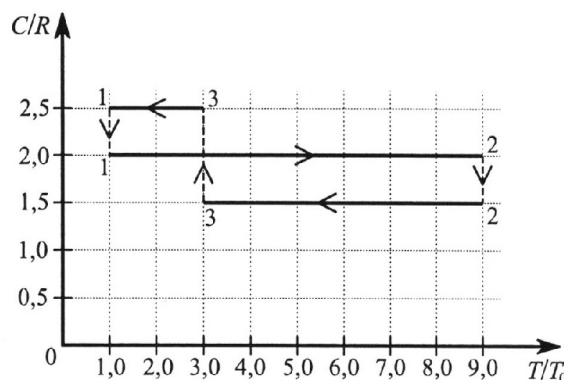
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.



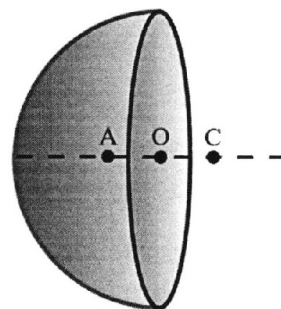
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закрепленной 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.



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

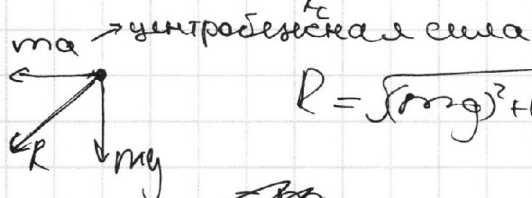
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

сб (продолжение)

т.к. сказано, что масса пены очень мала по сравнению с массой пластины ~~то~~ мы можем утверждать что когда на пластину свисает пена импульс системы не изменяется, скорости все тело пластины соответственно тоже.

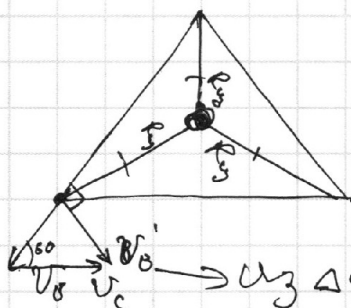
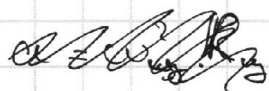
Найдем скорость T . В отн. т. $O \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_B = V_C \text{ (из симметрии)} \left(\frac{V_B}{R_B} = \frac{V_A}{R_A} \Rightarrow V_B = \frac{V_A}{2} \right) \Rightarrow$$



$$R = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} = m \sqrt{g^2 + a^2} =$$

$\vec{a}$ - нормальное ускорение ~~п.в.~~ в системе отсчета ц.м.



$$a = \frac{V_B'}{R_B}$$

$$R_B = \frac{R_A}{2}$$

из Δ скоростей т.к. $V_B = V_C = \frac{V_A}{2}$

α между $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C = 60^\circ \Rightarrow V_B' = V_C' = V_B = \frac{V_A}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{V_A}{2R_A} = \frac{V_A}{R_A} = \sqrt{3} \text{ м/с}^2 \Rightarrow R = m \sqrt{100 + 3} = 0,1 \sqrt{103} \text{ Н} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = 100 \sqrt{103} \text{ мН}$$

Ответ: $V_C = 0,2 \text{ м/с}$

$$\tau = 2\sqrt{3}\pi \text{ с}$$

$$R = 100 \sqrt{103} \text{ мН}$$



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 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!

51

Дано:

$$V_A = 0,4 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 0,2 \text{ м}$$

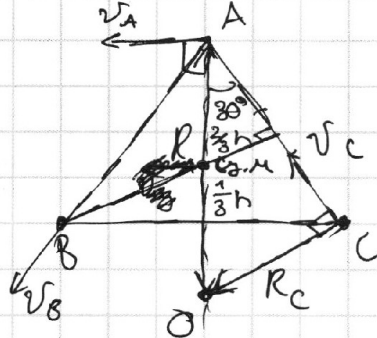
$$m = 100 \text{ г}$$

$V_C = ?$

$t = ?$

$R = ?$

Решение:



найдем мгновенный центр
вращения $\rightarrow$ точка перес.
 $\perp$ к векторам скоростей
(т.о.)

$$\text{отн. т.о. } \omega_A = \omega_C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_A}{R_A} = \frac{V_C}{R_C}$$

т.к. $\triangle ABC$ - равност. то $\angle OAC = \frac{\angle A}{2} = 30^\circ \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{R_C}{R_A} = \frac{V_A}{V_C} \Rightarrow \frac{V_A}{2R_A} = \frac{V_C}{R_C} \Rightarrow V_C = \frac{V_A}{2} = 0,2 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$T = \frac{6\pi}{\omega_y}$$

$$\alpha = \sqrt{\alpha_{\tau}^2 + \alpha_{n}^2} = \sqrt{(\omega R)^2 + (\epsilon R)^2} = \sqrt{\omega^2 + \epsilon^2} R$$

модуль ускорения $\rightarrow$ любой т. отн. центра вращения
зависит только от расстояния от него до

$$\omega_y = \frac{V_y}{R_y}$$

ω_y - угловая любой т. отн. ц.м.

V_y - ск. ц.м. (отн. т.о.)

R_y - радиус (отн. т.о.)

$$\frac{V_A}{R_A} = \frac{V_y}{R_y}$$

$$R_y = \frac{R_A}{2} \text{ (из геометрии } \triangle)$$

$$R_C = R_A$$

$$\frac{V_A}{2R_y} = \frac{V_y}{R_y} \Rightarrow \frac{V_y}{1} = \frac{V_A}{2} = 0,2 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_A = 0,2 \text{ м/с} \Rightarrow \omega_y = \frac{V_A}{R_y} = \frac{V_A}{\frac{R_A}{2}} = \frac{2V_A}{R_A} \Rightarrow R_A = \frac{\alpha}{\cos 30^\circ} = \frac{0,2 \text{ м} \cdot 2}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{0,4}{\sqrt{3}} \text{ м} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega_y = \frac{0,4}{\frac{0,4}{\sqrt{3}}} \cdot \frac{1}{2} = \sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow T = \frac{6\pi}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot 2\pi}{\sqrt{3}} = 2\sqrt{3}\pi \text{ с}$$

$$T = 2\sqrt{3}\pi \text{ с}$$



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 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!

52

Дано:

$$h = 8 \text{ м}$$

$$\tau = 0,8 \text{ с}$$

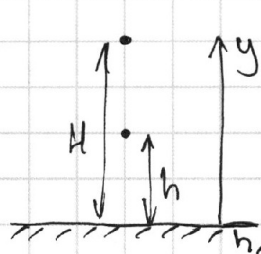
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

H - ?

L_{max} - ?

Решение.



Запишем y -я равноускор. движение отн оси y :

$$1) \begin{cases} h = v_0' \tau - \frac{g \tau^2}{2} \\ H = \frac{-v_0'^2}{-2g} \end{cases} \Rightarrow h = \sqrt{2gH} \tau - \frac{g \tau^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h + \frac{g \tau^2}{2} = \sqrt{2gH} \tau$$

$$\Rightarrow H = \frac{\left(\frac{2h + g \tau^2}{2\tau} \right)^2}{2g} = \frac{(10 + 4)^2}{2 \cdot 10} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{14^2}{2 \cdot 10} = \frac{196}{20} = 9,8 \text{ м}$$

2) Найдём скорости второго осколка с помощью

ЗСЗ, для этого найдём скорость второго осколка

Запишем ЗСЗ для моментов, когда фреерверк только

начал взлетать и для момента когда он там

разорвался на два куска. Если их массы

равны а у фреерверка масса M ; то у оскоков

масса $\frac{M}{2} = m \Rightarrow M = 2m \Rightarrow$

$\Rightarrow$ ЗСЗ:

$$\frac{2m(v_0')^2}{2} = 2mgH + \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0' = \sqrt{2gH} \Rightarrow 2 \cdot 2gH = 4gH$$

$$\vec{L}_{\text{max}} = \vec{L}_{\text{max}} + \vec{L}_{\text{zmax}}$$

где L_{max} и L_{zmax} -

настоящие скорости
после разрыва



1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

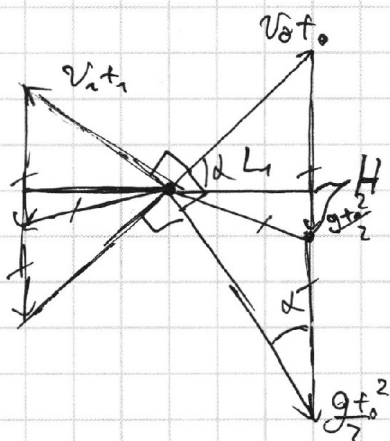
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

52 (продолжение)

Рассмотрим первый скачок. Для того, чтобы скачки разлетались на максимальное расстояние надо, чтобы угол между векторами исходных скоростей был равен $90^\circ \Rightarrow$

при этом, чтобы $L_1 \rightarrow \max$ надо чтобы угол между векторами $\vec{v}_0$ и конечных скоростей был тоже 90°



для того, чтобы $L_1 - \max$

$$L_1 = \sqrt{\left(\frac{gt^2}{2}\right)^2 + H^2}$$

$$\frac{v_0 t}{\sin 45^\circ} = \frac{gt^2}{2}$$

$$-H = v_0 t \sin 45^\circ - \frac{gt^2}{2}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{gt^2}{2}\right)^2 = \left(\frac{v_0^2}{g} + H\right)^2$$

$$\Rightarrow L_1 = \sqrt{\left(\frac{v_0^2}{g} + H\right)^2 - H^2}$$

Аналогично будет и с $L_2 \Rightarrow$ т.к. импульсы соар и массы скачков одинаковые $\Rightarrow$

$$\Rightarrow L_1 = L_2 (v_1 = v_0) \Rightarrow L_{\max} = 2 \sqrt{\left(\frac{v_0^2}{g} + H\right)^2 - H^2} = 2 \sqrt{\left(\frac{400}{10} + 9,8\right)^2 - 9,8^2} = 2 \sqrt{59,8^2 - 9,8^2} \approx 2 \cdot \sqrt{2400} \approx 40,5 \text{ м}$$

Ответ: $H = 9,8 \text{ м}$
 $L_{\max} \approx 40,5 \text{ м}$



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
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

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!

54

Дано:

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

$$\nu = 2 \text{ моль}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$M = 150 \text{ кг}$$

$$N = 10$$

И-?

укажите pV

Q_1 - ?

Решение:

~~Внимание! В данной задаче требуется найти работу, которую совершит газ, если он будет расширяться из состояния 1 в состояние 2. Для этого необходимо знать уравнение состояния газа. В условии задачи дано, что газ является идеальным. Следовательно, можно использовать уравнение состояния идеального газа: $pV = \nu RT$. В данном случае $T = T_0$. Таким образом, можно найти работу, которую совершит газ, если он будет расширяться из состояния 1 в состояние 2.~~

Из 1 начала термодинамики:

$$(1-2) \quad ① \quad 2R \cdot \nu \cdot 8T_0 = \frac{3}{2} \nu R 8T_0 + p_1(V_2 - V_1) + (p_2 - p_1)V_1$$

$$(2-3) \quad ② \quad \frac{3}{2} \nu R 6T_0 = -\frac{3}{2} \nu R 6T_0 + p_2(V_3 - V_2) + (p_3 - p_2)V_2$$

$$(3-1) \quad ③ \quad -\frac{5}{2} \nu R 8T_0 = -\frac{3}{2} \nu R 8T_0 + p_3(V_1 - V_3) + (p_1 - p_3)V_3$$

Для каждого из случаев будем определять, что это за процесс, т.к. это может быть изобара, изохора, политропа

①) предположим, что (1-2) → изобара

①
 $4 \nu RT_0 \neq 8 p_0 V_0 \Rightarrow p_0 V = \nu RT_0 \Rightarrow$ такое равенство не выполняется а значит, что (1-2) → не изобара

2) предположим, что (1-2) изохора

②
 $4 \nu RT_0 \neq 8 p_0 V_0 \Rightarrow$ равенство опять не выполняется $\Rightarrow$ (1-2) → не изохора, значит, что (1-2) → политропа

Аналогично делаем проверку для (2-3)

1) предположим (2-3) → политропа т.к. на участке (2-3) $\frac{C_p}{R} = \frac{3}{2}$; а газ одноатомный и для него $C_v = \frac{3}{2} R \Rightarrow C_{2-3} = C_v \Rightarrow$ (2-3) → изохора $\Rightarrow$ чтобы участок был замкнутым надо чтобы начали строить график pV и определим (3-1)

см стр 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**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

5
☐

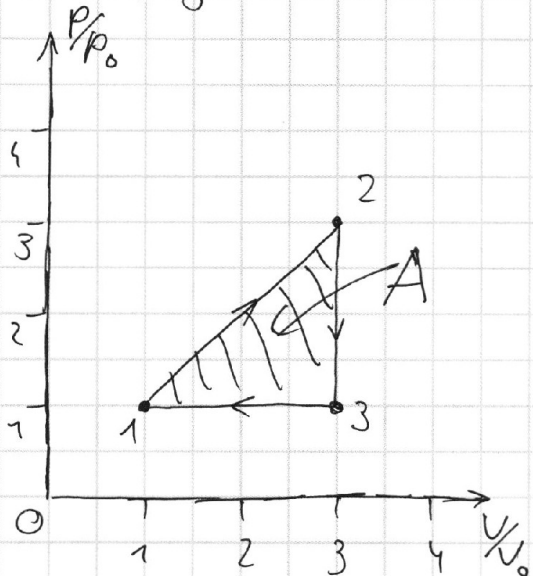
6
☐

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!

4 (пропускание)



$$T.2: p_2 V_2 = \nu R g T_0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow p_2 V_2 = g p_0 V_0 \Rightarrow \text{т.к. (1-2) по изотерме и проходит через } (0; 0) \Rightarrow$

$$\Rightarrow p_2 = 3 p_0$$

$$p_2 = 3 p_0$$

Если (2-3) $\Rightarrow$ изохора, то

$$p_2 V_2 = \nu R g T_0 \quad | \quad p_3 V_2 = \nu R 3 T_0 \quad | \Rightarrow p_2 = 3 p_0 = 3 p_3 \Rightarrow$$

$\Rightarrow p_3 = p_0 \Rightarrow$ Как мы видим из графика, чтобы

1-2-3-1 был циклом надо, чтобы (3-1) $\rightarrow$ был изобарой $\Rightarrow$ (3-1) $\rightarrow$ изобара $\Rightarrow$

Найдём Q_1 : Q_1 - тепло подведённое к газу на участке

(1-2) т.к. только там газ расширяется $\Rightarrow$

$$\rightarrow Q_1 = C_{n1} \cdot \nu R (T_2 - T_1) = 2 R \cdot \nu \cdot 8 T_0 = 2 \cdot 8,31 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 300 \text{ Дж} =$$

$$= 8,31 \cdot 9600 \text{ Дж} = 8,31 \cdot 9,6 \text{ кДж} \approx 80 \text{ кДж} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_1 \approx 80 \text{ кДж}$$

Если за 1 цикл только $\frac{1}{2}$ работы уходит на полезную работу то $\text{кпд}(\eta)$ цикла $= 50\% \Rightarrow \eta = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ Полезную работу совершил газ - работа по подвигу груза $\Rightarrow$

$$\Rightarrow A \cdot g H = \eta \cdot N \cdot A$$

A - работа газа за цикл

как известно работа газа за цикл - площадь под графиком (или рис) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow A = \frac{p_0 V_0 (3-1)}{2} = 2 p_0 V_0 \Rightarrow p_0 V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = 2 \nu R T_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{\eta \cdot N \cdot A}{g} = \frac{0,5 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300^2}{10 \cdot 150} \approx 33,2 \text{ м}$$

Ответ: $H \approx 33,2 \text{ м}$ $Q_1 \approx 80 \text{ кДж}$



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 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!

55

~~Дано~~

Дано

$v_0; k; R$

$v - ?$

$v_c - ?$

Решение:

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kqQ}{R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$$

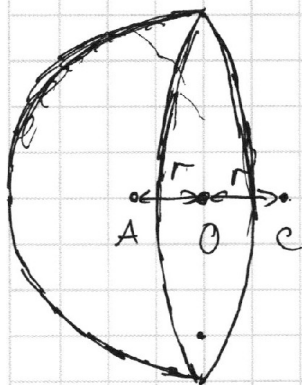
$$\delta A = (E \cdot dr)$$

$$\delta A = q dE r + q dr E =$$

$$= q \frac{Q}{2\epsilon_0 2\pi R^2} \cdot dr$$

$$A = \frac{kqQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$



$$\frac{mv_0^2}{2} + A_c = \frac{mv_c^2}{2}$$

$$A_c = \frac{kqQ}{R^2} r$$

$$A_c = A_A = \frac{kqQ}{R^2} r = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mv_0^2 = \frac{mv_c^2}{2} \Rightarrow v_c = \sqrt{2} v_0$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

$$v_c = \sqrt{2} v_0$$



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
☒

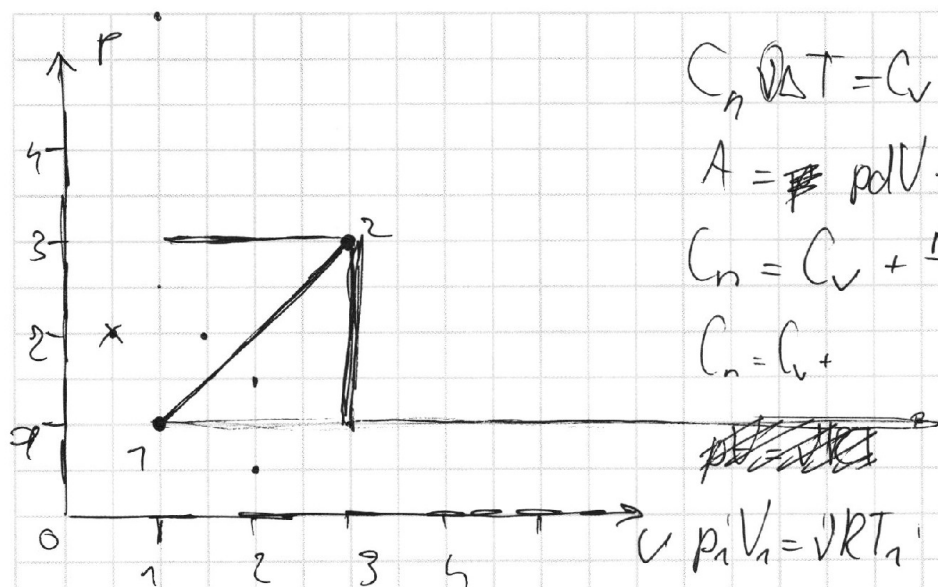
5
☒

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!



$$C_n \Delta T = C_v \Delta T + A$$

$$A = \int p dV + \int dp V$$

$$C_n = C_v + \frac{p dV + dp V}{\Delta T}$$

$$C_n = C_v +$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$2 \nu R T_0 = \frac{3}{2} \nu R T_0 + p_1 (V_2 - V_1) +$$

$$+ (p_2 - p_1) V_1$$

$$- 2,5 \nu R T_0 = \frac{3}{2} \nu R T_0 + p_3 (V_3 - V_1) +$$

$$+ (p_1 - p_3) V_3 \quad \Delta T$$

МЕРКУЛОВ

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
☒

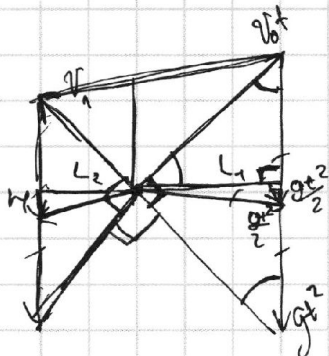
7
☒

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!

$$\frac{2mV_0^2}{2} = 2mgH$$

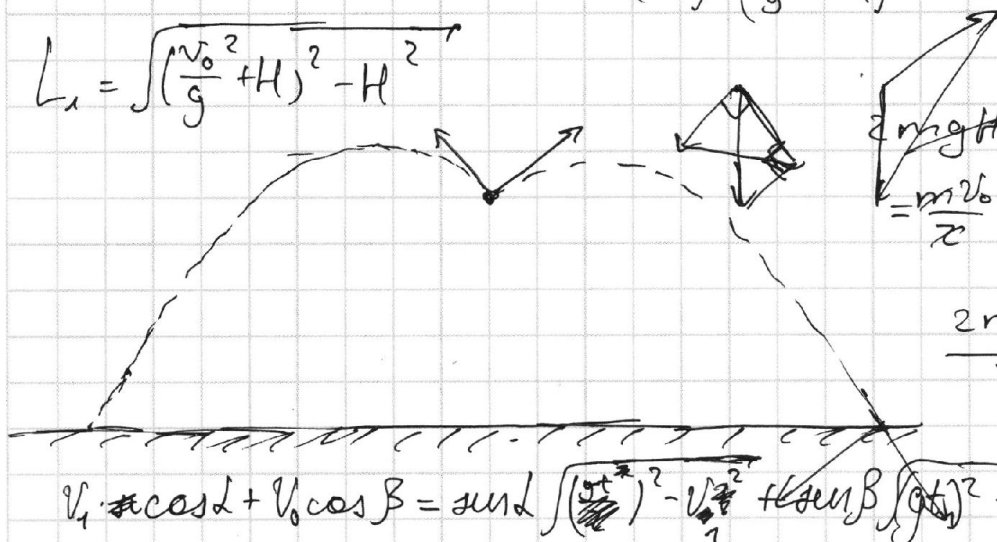
$$mgH + \frac{2mV_0^2}{2} =$$



$$L_2 = \sqrt{\left(\frac{V_1^2}{g} + H\right)^2 - H^2}$$

$$L_1 + L_2 = \sqrt{\left(\frac{V_1^2}{g}\right)^2 + \frac{2H V_1^2}{g}} +$$

$$L_1 = \sqrt{\left(\frac{V_0^2}{g} + H\right)^2 - H^2}$$



$$V_1 \cos \alpha + V_0 \cos \beta = \sin \alpha \sqrt{\left(\frac{V_1^2}{g}\right)^2 - V_1^2} + \sin \beta \sqrt{\left(\frac{V_0^2}{g}\right)^2 - V_0^2}$$

$$\frac{40000 \cdot 10}{10 \cdot 150}$$

$$\begin{array}{r} 231 \\ 9600 \\ 238600 \end{array}$$

$$\frac{2m(V_0)^2}{2} = 2mgH + \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 40000 \cdot 15 \\ 32 \\ 3 \\ 9600 \end{array}$$

$$2600$$