



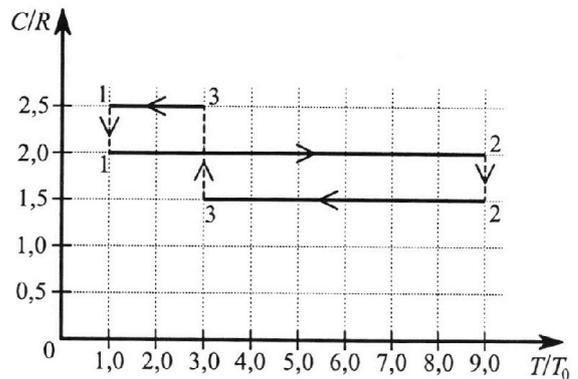
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

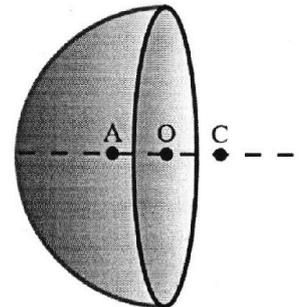


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·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 кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . 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.



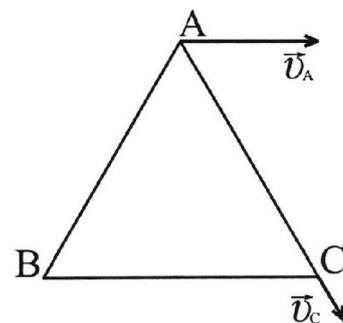
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03

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 $v_A = 0,6$ м/с, а скорость \vec{v}_C вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ 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.

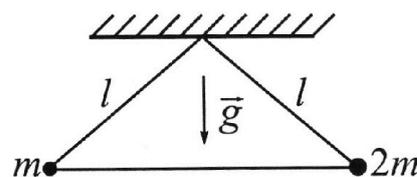
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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 $V_0 = 30$ 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 $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится 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.

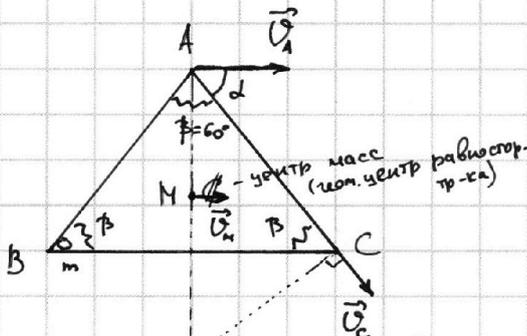


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



Дано: $v_A = 0,6 \frac{m}{c}$ $n = 8 \text{ (об.)}$
 $a = 0,3 \text{ м}$ $m = 60 \text{ мг}$
 Найти: $|\vec{v}_C|$
 \uparrow
 R

Решение: O - м.ц. центр вращ.

- 1) т.к. пластинка из металла, считаем её абсолютно твёрдой. Тогда равны проекции скоростей её точек на направление, их соединяющее.

Для точек A и C:

$$v_A \cos \alpha = v_C$$

$$v_C = v_A \cos 60^\circ = 0,6 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} = 0,3 \frac{m}{c}$$

$$(\alpha = (180^\circ - \beta) / 2 = 60^\circ)$$

$$|\vec{v}_C| = 0,3 \frac{m}{c}$$

- 2) Найдём м.ц. центр вращения: O - расположен на пересечении пер-ров к скоростям точек A и C.

$$\omega = \frac{v_A}{AO} = \frac{v_A}{AC / \cos \frac{\beta}{2}} = \frac{v_A \cos 30^\circ}{a} = \frac{0,6 \frac{m}{c} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{0,3 \text{ м}} = 2\sqrt{3} \frac{\text{рад}}{c} \text{ - угловая скорость вращ. пластинки вокруг м.ц.}$$

- 3) Центр масс M находится в геом. центре прав. тр-ка. Тогда из геометрии: $AM = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{0,3 \text{ м}}{\sqrt{3}} = \frac{0,3}{\sqrt{3}} \text{ м} = \frac{0,3\sqrt{3}}{3} \text{ м} = 0,1\sqrt{3} \text{ м}$

$$MO = AO - AM = \frac{AC}{\cos \frac{\beta}{2}} - \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{2a}{\sqrt{3}} - \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}} = 0,1\sqrt{3} \text{ м}$$

4) $v_M = \omega \cdot MO = 0,3 \frac{m}{c}$ - скорость ц.м. ($\perp MO \Rightarrow \parallel \vec{v}_A$)

5) $\vec{v}'_A = \vec{v}_A - \vec{v}_M$

$$v'_A = v_A - v_M = 0,6 \frac{m}{c} - 0,3 \frac{m}{c} = 0,3 \frac{m}{c} \text{ - скорость т. A в со.ц.м.}$$

$$\omega'_M = \frac{v'_A}{AM} = \frac{0,3 \frac{m}{c}}{\frac{0,3\sqrt{3}}{3}} = \frac{0,3 \frac{m}{c} \cdot 3}{0,3\sqrt{3}} = \sqrt{3} \frac{\text{рад}}{c} \text{ - угловая ск. вращ. пластинки вокруг ц.м.}$$

6) $T = \frac{2\pi n}{\omega'_M} = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ с} \approx 29,5 \text{ с} \approx 30 \text{ с}$

- 7) Движение тела складывается из поступ. движения с пост. скоростью \vec{v}_M и вращения с угловой ск. ω'_M вокруг ц.м. \Rightarrow она имеет только центростремительное ускорение.



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 checked="" 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!

$$a_{\text{цс}} = \omega_m^2 \cdot BM = \omega_m^2 \cdot AM = \cancel{3} \frac{\text{rad}^2}{\text{с}^2} \cdot 0,1\sqrt{3} \text{ м} = \cancel{0,3} \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 3\sqrt{3} \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$R = a_{\text{цс}} \cdot m = 3\sqrt{3} \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \approx 3,06 \cdot 10^{-5} \text{ Н} \approx 3,1 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } 1) |\vec{U}| = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}; 2) T = 30 \text{ с}; 3) R = 3,1 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

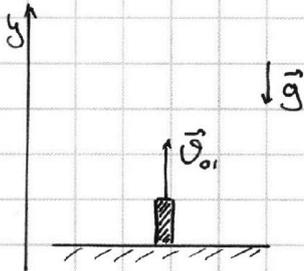


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



Дано: $h = 15 \text{ м}$ $T = 1 \text{ с}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $U_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Найти: L_{max}
 H

Решение:

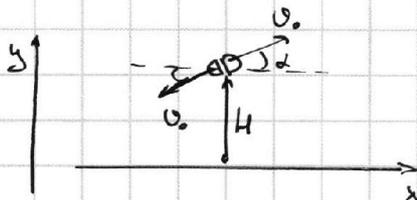
1) Из кинематики: $h = U_0 T - \frac{g T^2}{2}$ (ось y)

$$U_{01} = \frac{h}{T} + \frac{g T}{2} = \frac{15 \text{ м}}{1 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{ с}}{2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{— нар. скорость фейерверка}$$

$$H = \frac{U_{01}^2 - 0}{2g} = \frac{20^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 20 \text{ м} \quad \text{(т.к. скорость на макс. высоте равна 0)}$$

2) В наивысшей точке подъёма скорость фейерверка равна 0 \Rightarrow импульс также равен 0.

По ЗСИ после разрыва импульс системы осколков равен 0 \rightarrow т.к. их массы равны, скорости осколков равны и противоположны.



$$|U_y| = \sqrt{2gH + U_0^2 \sin^2 \alpha} \quad \begin{array}{l} \text{вертик. сост.} \\ \text{— скорости осколков} \end{array}$$

(т.к. $H = \frac{U_y^2 - U_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$) y земли

$$T_1 = \frac{2H}{U_0 \sin \alpha + U_y} \quad T_2 = \frac{2H}{-U_0 \sin \alpha + U_y}$$

время падения:

полет. вниз $\left(\text{т.к. } H = \frac{U_0 \sin \alpha + U_y}{2} T \right)$ полет. вверх

$$L_1 = |U_x| \cdot T_1 = U_0 \cos \alpha \cdot \frac{2H}{U_0 \sin \alpha + \sqrt{2gH + U_0^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$L_2 = U_0 \cos \alpha \cdot \frac{2H}{-U_0 \sin \alpha + \sqrt{2gH + U_0^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$L = L_1 + L_2 = 2H U_0 \cos \alpha \left(\frac{2 \sqrt{2gH + U_0^2 \sin^2 \alpha}}{2gH} \right) = \frac{2U_0}{g} \sqrt{2gH \cos^2 \alpha + U_0^2 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha}$$

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



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!

Максимум L достигается при максимуме $(2gH + v_0^2) \cos^2 \alpha - v_0^2 \cos^4 \alpha$ -
кв. ф-я (от $\cos^2 \alpha$), пр. - парабола, ветви вниз, максимум достигается в верши-

це, т.е. при:

$$\cos^2 \alpha = \frac{-(2gH + v_0^2)}{-2v_0^2} = \frac{2gH + v_0^2}{2v_0^2} = \frac{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 \text{ м} + 30^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 30^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{13}{18} \Rightarrow \cos \alpha = \pm \sqrt{\frac{13}{18}}$$

(то физически означает одно и то же)

т.е. $\alpha = 0^\circ$, т.е. скакалка падает горизонтально.

$$v_{\text{max}} = 2v_0 \sqrt{2gH} = 2 \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 \text{ м}}$$

$$L_{\text{max}} = \frac{2v_0}{g} \sqrt{(2gH + v_0^2) \cdot \frac{13}{18} - v_0^2 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^2} = 130 \text{ м}$$

Отв: 1) $H = 20 \text{ м}$; 2) $L_{\text{max}} = 130 \text{ м}$.

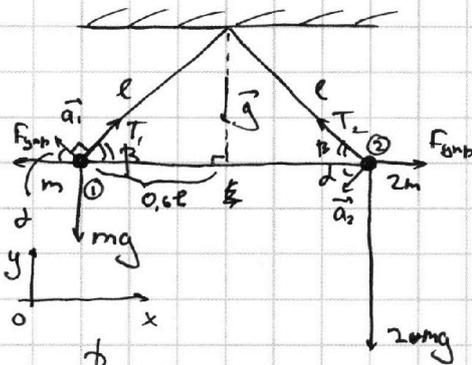


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



Дано: $m = 200 \text{ г}$

$L = 1,2 \text{ л}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Найти: d

a ,

T (T_1, T_2 по возможности)

Для углов:

$$\cos \beta = 0,6$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$\operatorname{ctg} \beta = \frac{3}{4}$$

Решение:

1) После освобождения система начинает поворачиваться по час. стрелке вокруг т.подвеса (т.к. $2m$ перевешивает) \Rightarrow ускорения в нач. момент направлены \perp нити как показано на рис. и равны друг другу $\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = a$ (нормальной осн. ускор. в нач. момент нет, т.к. скорость нач. нулевая).

2) Тогда $d = 90^\circ - \beta$ (см. рис.)

$$\sin d = \cos \beta = \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{L} = \frac{0,6L}{L} = 0,6 \quad (\cos d = 0,8)$$

3) ИЗН в нр. на x и y для 1-го и 2-го шариков:

$$\textcircled{1} \times \quad ma \cos d = F_{\text{уп}} - T_1 \cos \beta \quad (1)$$

$$\textcircled{4} \quad ma \sin d = T_1 \sin \beta - mg \quad (2)$$

$$\textcircled{2} \times \quad 2ma \cos d = T_2 \cos \beta - F_{\text{уп}} \quad (3)$$

$$2ma \sin d = T_2 \sin \beta - 2mg \quad (4)$$

$$(1) + (3): \quad 3ma \cos d = (T_2 - T_1) \cos \beta$$

$$(4) - (2): \quad (T_2 - T_1) \sin \beta = 3ma \sin d - 3mg \quad ma \sin d = (T_2 - T_1) \sin \beta - mg$$

$$3ma \cos d = \frac{3ma \sin d + 3mg}{\sin \beta} \cos \beta$$

$$a \cos d = a \frac{\sin d \cos \beta}{\sin \beta} + g \frac{\cos \beta}{\sin \beta}$$

$$a = g \frac{\frac{1}{2} \operatorname{ctg} \beta}{\cos d - \frac{1}{3} \sin d \operatorname{ctg} \beta} = g \frac{0,75 \cdot \frac{1}{3}}{0,8 - 0,6 \cdot 0,75 \cdot \frac{1}{3}} = g \frac{0,25}{0,8 - 0,6 \cdot 0,25} = \frac{5}{13} g \approx 3,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\textcircled{4} \quad T_1 = \frac{ma \sin d + mg}{\sin \beta} \quad (4) \quad (2)$$

$$T_1 = mg \cdot \frac{\frac{5}{13} \cdot 0,6 + 1}{0,8} = mg \cdot \frac{16}{13} = \frac{16}{13} \cdot \frac{5}{4} mg = \frac{20}{13} mg = \frac{20}{13} \cdot 0,2 \text{ к.} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 3,1 \text{ Н}$$

Order: 1) $\sin d = 0,6$; 2) $a = 3,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 3) $T_1 \approx 3,1 \text{ Н}$.



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.

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!

Процесс 2→3 - изохора (т.к. $C = \frac{3}{2}R$, а газ одноат.), охл. т.е. $V = \text{const}$
 3→1 - изобара (т.к. $C = \frac{5}{2}R$), охл. $p = \text{const}$ $T \downarrow$ $V \downarrow$

~~Процесс~~

Процесс 1→2: ~~...~~ $Q_{12} = c_{12} \cdot \nu \cdot \Delta T_{12} = 2R \nu \cdot 8T_0 = 16 \nu RT_0$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot 8T_0 = 12 \nu RT_0$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 4 \nu RT_0 = 4 p_0 V_0$$

Процесс 2→3:

$$Q_{23} = c_{23} \cdot \nu \cdot \Delta T_{23} = -1,5R \nu \cdot 6T_0 = -9 \nu RT_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = -9 \nu RT_0 = -9 p_0 V_0 \Rightarrow \frac{\Delta p_{23}}{p_0} = -3 \text{ (т.к. } V_{23} = \text{const)}$$

$$A_{23} = 0$$

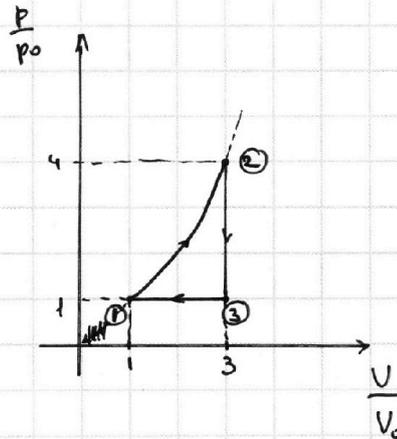
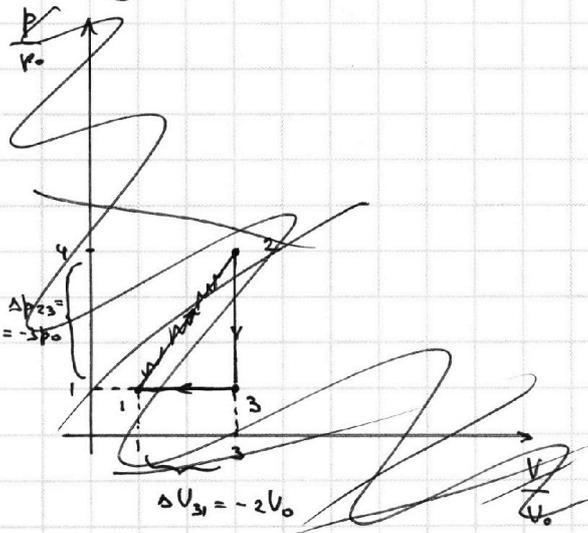
Процесс 3→1:

$$Q_{31} = c_{31} \nu \Delta T_{31} = -2,5R \nu \cdot 2T_0 = -5 \nu RT_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31} = -15 \nu R \cdot 2T_0 = -3 \nu RT_0$$

$$A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = -2 \nu RT_0 = -2 p_0 V_0 \Rightarrow \frac{\Delta V_{31}}{V_0} = -2 \text{ (т.к. } p_{31} = \text{const)}$$

уп-е Менд.-Клау.: $\nu RT_0 = p_0 V_0$



1→2 - некоторый политропический процесс

$$Q_1 = Q_{12} = 16 \nu RT_0 = 16 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} = 26592 \text{ Дж}$$

$$A_{\text{зага за цикл}} = A_{12} + A_{13} = 2 p_0 V_0$$

$$MgH = \frac{1}{2} \cdot N \cdot A_{\text{зага за цикл}} = \frac{1}{2} \cdot N \cdot 2 p_0 V_0 = \frac{1}{2} N \cdot 2 \nu RT_0 = N \nu RT_0$$

$$H = \frac{N \nu RT_0}{gM} = \frac{25 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 415 \text{ кг}} \approx 2 \text{ м}$$

Ответ: 2) $Q_1 = 26592 \text{ Дж}$; 3) $H = 2 \text{ м}$.



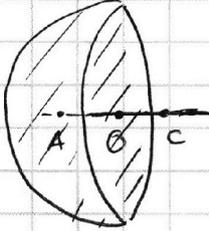
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Дано: m, q, Q, k, ϵ_0

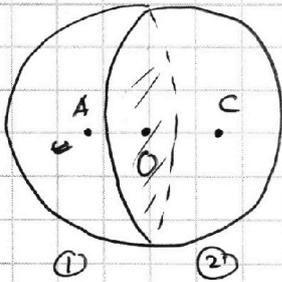
Найти: v
 v_c

1) ЗСЭ:

$$K + W_{p0} = \frac{mv^2}{2} + 0$$

на большом расстоянии принимает $W_p = 0$

Дополним полушару до сферы.



$\varphi_0 = \frac{k \cdot 2Q}{R}$ — потенциал в т. O равен потенциалу на пов-ти

$$\varphi_A = \varphi_C = \varphi_{A1} + \varphi_{A2} = \varphi_{C1} + \varphi_{C2} = \varphi_0$$

$\varphi_0 = \varphi_{01} + \varphi_{02}$ — по принципу суперпозиции

$\varphi_{A1} = \varphi_{C2}$ $\varphi_{A2} = \varphi_{C1}$ — из симметрии $\Rightarrow \varphi_{A1} + \varphi_{C1} = \varphi_0$

$\varphi_0 = 2\varphi_{01}$ — из симметрии

$$\varphi_{01} = \frac{\varphi_0}{2} = \frac{kQ}{R}$$

$$K + \varphi_{01} \cdot q = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(k + \frac{kQq}{R})}{m}} = \sqrt{2 \frac{Rk + kQq}{mR}} = \sqrt{2 \frac{Rk + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0}}{mR}} =$$

$$= \sqrt{2 \frac{4\pi\epsilon_0 Rk + Qq}{4\pi\epsilon_0 mR}}$$

$$2) \frac{mv_c^2}{2} + W_{pc} = \frac{mv_A^2}{2} + W_{pA}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = \frac{mv_A^2}{2} + q\Delta\varphi_{Ac}$$

Пусть потенциал в т. O = 0. Тогда: $W_{pA} = K$ (ЗСЭ)

$$W_{pA} + W_{pc} = \varphi_0 q \Rightarrow W_{pc} = W_{pA} + \frac{k \cdot 2Q}{R} q \Rightarrow W_{pc} = -k + \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0} = k + \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0}$$



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
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!

$$W_{PA} = W_{PC} + \frac{mQ_c^2}{2}$$

$$Q_c = \sqrt{\frac{2(W_{PA} - W_{PC})}{m}} = \sqrt{\frac{2(2K - \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0})}{m}} = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0}}$$

Ответ: $Q_c = \sqrt{2 \frac{4\pi\epsilon_0 kK + Qq}{4\pi\epsilon_0 mR}}$; $Q_c = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0}}$



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!

$$6 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200$$

$$3000$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 3200 \\ \hline 1662 \\ + 2493 \\ \hline 2659200 \end{array}$$

$$\frac{2\pi n}{\omega_n} = \frac{2\pi \cdot 8}{\omega_n}$$

$$\frac{0,3}{\sqrt{3}} \sqrt{3}$$

$$a = R\sqrt{3}$$

$$0,3 = \frac{0,3}{\sqrt{3}} \sqrt{3}$$

$$\omega =$$

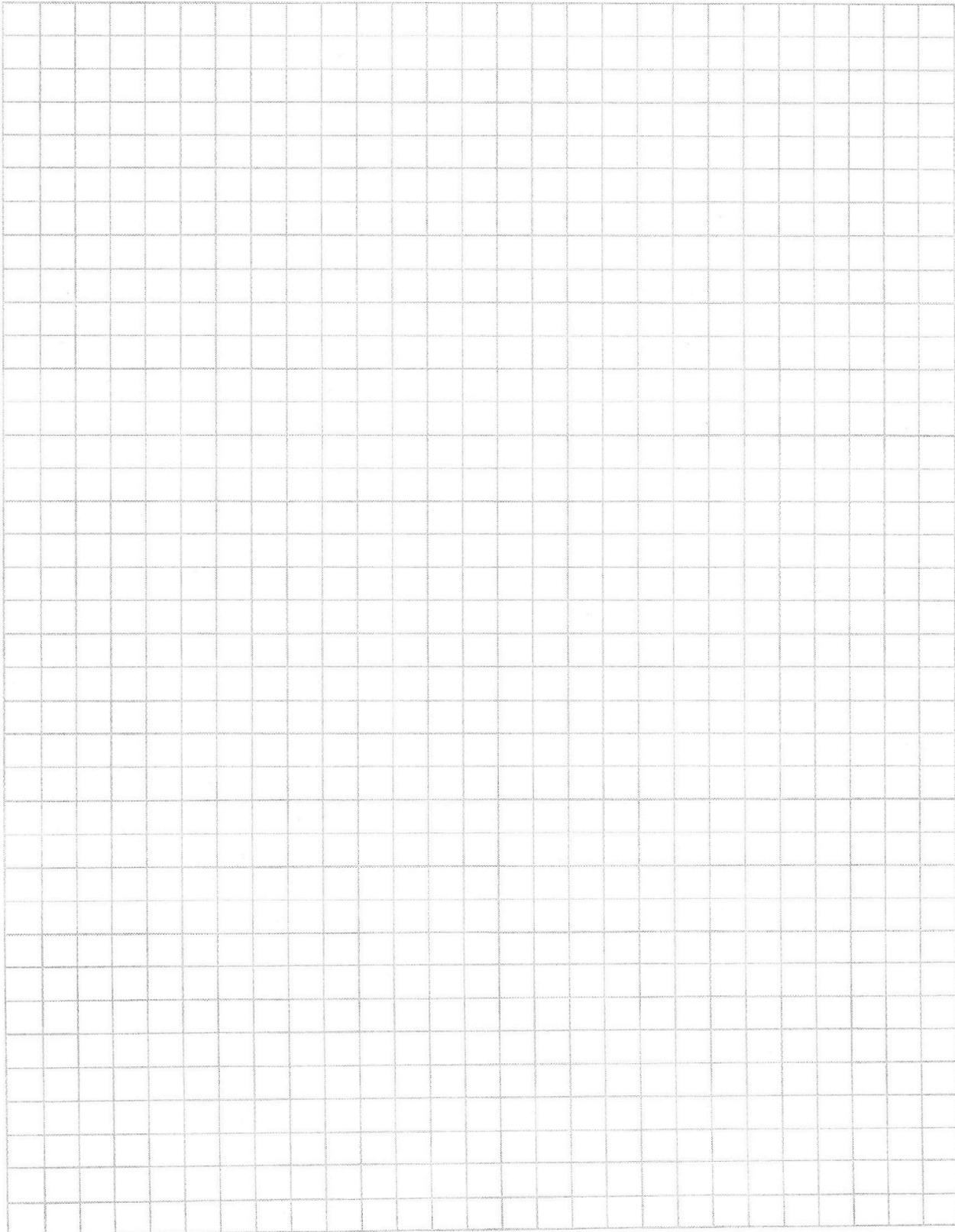


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

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!

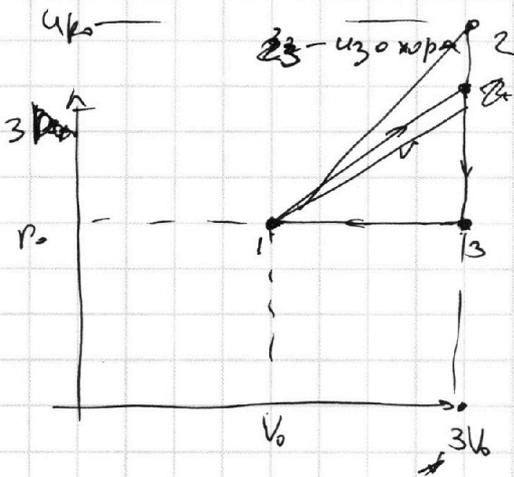
2R =

$\frac{1+2}{2} \quad v = \text{const}$

$\frac{1+2}{2} \quad p = \text{const}$

$\frac{3}{2} \quad \frac{5}{2}$

изодара - 3-1



Handwritten calculations on the right side of the page, including several long division problems and algebraic steps. One prominent calculation shows $\frac{153}{306} = \frac{1}{2}$.

$$\begin{array}{r} 6,31 \\ \times 1200 \\ \hline 126200 \\ \times 16 \\ \hline 9972 \\ + 126200 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$\frac{25 \cdot 6,31 \cdot 200}{10 \cdot 415} \approx 2$$

$$T = \frac{m \cdot \frac{5}{13} g \cdot 0,2 + n \cdot g}{98} = mg \frac{\frac{5 \cdot 6}{12 \cdot 10} + 1}{6} = \frac{30}{13} + 6 = \frac{30 + 78}{13} = \frac{108}{13}$$



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!

$$\frac{400 + 900}{1800} = \frac{1300}{1800} = \frac{13}{18}$$

$\frac{1}{2}$
 $\frac{1}{3}$

$$2 \cdot 30 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot \frac{13}{18} + 500 \cdot \frac{13}{10} \cdot \frac{5}{18}} =$$

0,25

0,35

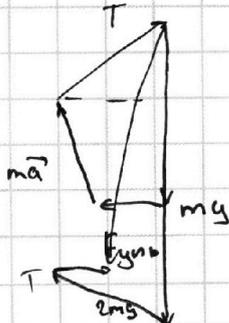
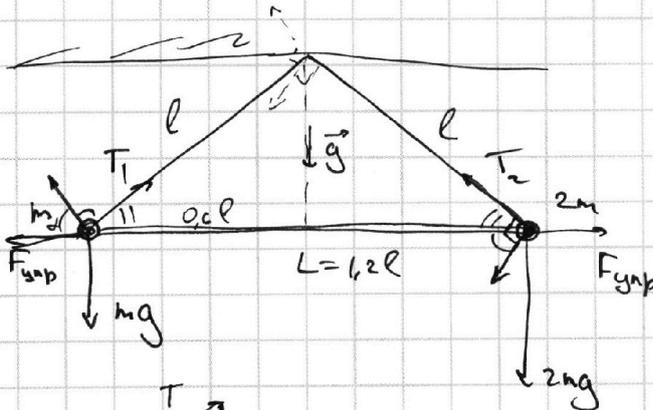
$$= 60 \sqrt{20^2 \cdot \frac{13}{18} + 900 \cdot \frac{13 \cdot 5}{18^2}} =$$

$$= 60 \sqrt{\frac{20^2 \cdot 13 \cdot 18 + 900 \cdot 13 \cdot 5}{18^2}} =$$

$$= 60 \sqrt{\frac{9(20^2 \cdot 26 + 10^2 \cdot 13 \cdot 5)}{18^2}} =$$

$$= 60 \sqrt{\frac{9 \cdot 10^2 (40 + 8 \cdot 13 + 5 \cdot 13)}{18^2}} =$$

$$= \frac{60}{18} \cdot \frac{3 \cdot 10 \cdot 13}{3} = 1300$$



$$\frac{8}{6} - \frac{3}{6} \cdot \frac{3}{12} = \frac{3}{20} = \frac{7}{20}$$

$$\frac{2m \sin \alpha + 3mg}{\sin \beta}$$

$$\frac{3}{7} \cdot \frac{20^5}{2}$$

$$\frac{15}{7} g$$

$$2m \cos \alpha = (T_2 - T_1) \cos \beta$$

$$\frac{3}{6} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{6}$$

$$\frac{6}{6} - \frac{3}{6}$$

$$m \cos 2 = F_{sup} - T_1 \cos \beta$$

$$m \sin \alpha = T_1 \sin \beta - mg$$

$$m \cos \alpha = T_2 \cos \beta - F_{sup}$$

$$m \sin \alpha = T_2 \sin \beta - 2mg$$



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 __

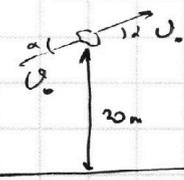
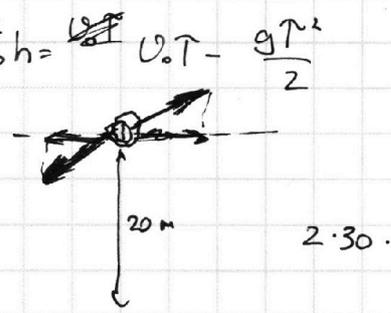
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{array}{r} 16 \cdot 3,14 \\ 91,17 \\ \times 3,14 \\ 1 \quad 16 \\ + 1884 \\ 314 \\ \hline 5024 \end{array}$$

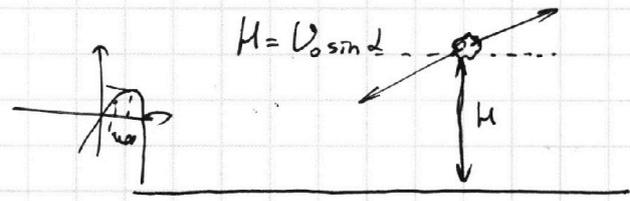
$$\begin{array}{r} 502,4 \\ \overline{) 5024 \mid 17} \\ - 34 \quad 295 \\ \hline 162 \\ - 153 \\ \hline 97 \\ - 85 \\ \hline 30 \\ 90 \end{array}$$

$$\frac{400 + 900}{1800} = \frac{1300}{1800} = \frac{13}{18} h = \frac{13}{18} \cdot 20 = 14,44$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{13}{18}}$$



$$S_x = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$



$$H = \frac{v_y^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$v_y = \sqrt{2gh + v_0^2 \sin^2 \alpha}$$

$$T = \frac{2H}{-v_0 \sin \alpha + v_y}$$

$$L_1 = \frac{2H \cdot v_0 \cos \alpha}{v_0 \sin \alpha + \sqrt{2gh + v_0^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$L_2 = \frac{2H \cdot v_0 \cos \alpha}{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{2gh + v_0^2 \sin^2 \alpha}}$$

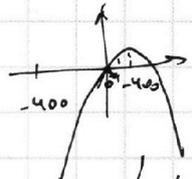
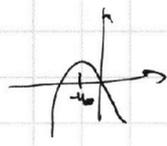
$$L_1 + L_2 = \frac{2H v_0 \cos \alpha}{\frac{2\sqrt{2gh + v_0^2 \sin^2 \alpha}}{2g}}$$

$$3\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-2}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 1,7 \\ \hline 126 \\ + 18 \\ \hline 306 \end{array}$$

$$n = \frac{v + v_y}{2} T$$

$$30,6 \cdot 10^{-2} = 3,06 \cdot 10^{-1}$$



$$H = \frac{gt^2}{2}$$

$$T = \sqrt{\frac{2H}{g}} = (2e)$$



$$\cos^2 \alpha = \frac{-2gh - v_0^2}{-2v_0^2} = \frac{-2 \cdot 10 \cdot 20 - 20^2}{-2 \cdot 20^2} = \frac{-400 - 400}{-800} = 1$$

$$\cos \alpha = 1$$

$$\frac{4v_0 \cos \alpha \sqrt{2gh + v_0^2 \sin^2 \alpha}}{4v_0 \sqrt{(2gh + v_0^2) \cos^2 \alpha - \cos^2 \alpha}}$$

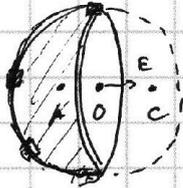


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Q
 E_p

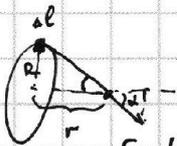
$$2 \cdot 30 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20 + 30^2} \cdot \frac{13}{18} - 30^2 \cdot \frac{13^2}{18^2} = 60 \downarrow$$

$$1300 \cdot \frac{13 \cdot 12}{18^2} - 900 \cdot \frac{13^2}{18^2}$$

$$\frac{1300 \cdot 13 \cdot 12 - 900 \cdot 13^2}{18^2} = \frac{13^2 \cdot 30^2}{18^2} =$$

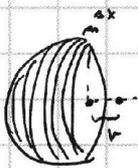
$$= \frac{13 \cdot 30^5}{R^{10}} \cdot 20 \quad \varphi =$$

$$A = -\Delta W_p - q E_{fd} = \alpha q \varphi$$



$$F_x = k \frac{q \Delta Q}{(\sqrt{r^2 + R^2})^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2 + R^2}} = \frac{k \Delta Q q r}{(r^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$\Sigma F_x = \frac{k q r}{r^2 + R^2} \cdot Q = \frac{k q Q}{(r^2 + R^2)^{3/2}} \quad E_x = \frac{k Q r}{(r^2 + R^2)^{3/2}}$$



$$\Delta F = \frac{k q \cdot \Delta Q}{(r^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{k q \Delta Q}{R^{3/2}}$$

$$\Delta Q r = \frac{\Sigma s_x r_x}{2\pi R^2} Q$$

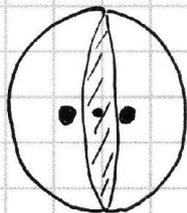


$$\Delta Q = \frac{2\pi R^2 \Delta x}{2\pi R^2} Q = \frac{R^2 \Delta x}{R^2} Q$$

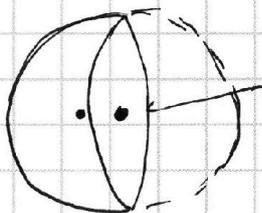
$$\frac{k q Q}{R^2} \cdot \frac{\Sigma s_x r_x}{2\pi R^2}$$

$$\varphi = \frac{Q k}{R} = \frac{k Q}{R}$$

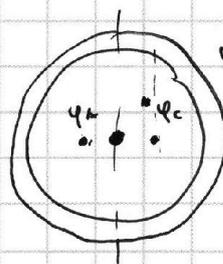
$$\Sigma \Delta F = \frac{k Q}{R^{3/2}}$$



$$\varphi_a + \varphi_c = \frac{Q k}{R}$$



$$\varphi = \frac{Q k}{2R}$$



$$\varphi = \frac{Q k}{R}$$

$$\frac{\varphi}{2} = \frac{Q k}{2R}$$