



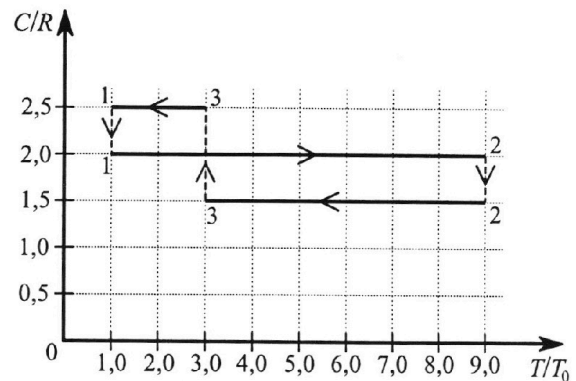
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

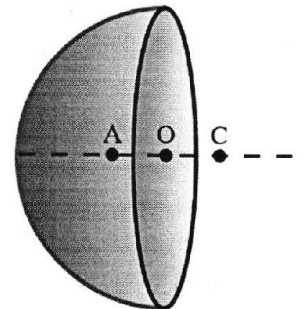


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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.



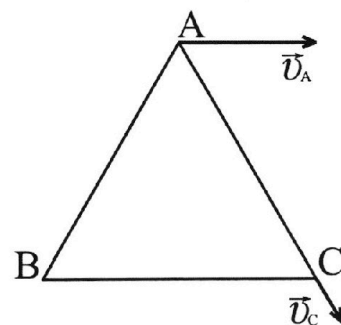
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

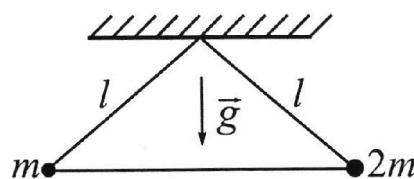
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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.

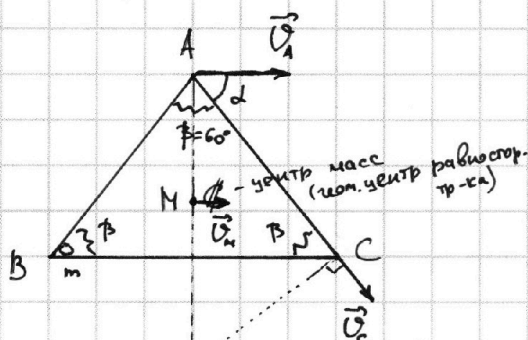


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



Дано: $v_A = 0,6 \frac{м}{с}$

$n = 8 \text{ (об.)}$

$a = 0,3 \text{ м}$

$m = 60 \text{ мг}$

Найти: $|\vec{v}_C|$

τ
 K

Решение: O - м.ц. вращ.

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

Для точек A и C:

$$v_A \cos \alpha = v_C$$

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

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

$$|\vec{v}_C| = 0,3 \frac{м}{с}$$

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

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

- 3) Центр масс M находится в геом. центре рав. 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) $v_M = \omega \cdot MO = 0,3 \frac{м}{с}$ — скорость ц.м. ($\perp MO \Rightarrow \parallel \vec{v}_A$)

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

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

$$\omega_M = \frac{v'_A}{AM} = \frac{0,3 \frac{м}{с}}{\frac{0,3}{\sqrt{3}}} = \sqrt{3} \frac{\text{рад}}{с} \quad \text{— угловая ск. вращ. пластинки вокруг ц.м.}$$

6) $\tau = \frac{2\pi n}{\omega_M} = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ с} \approx 29,5 \text{ с} \approx 30 \text{ с}$

- 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.



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!

$$a_{yc} = \omega_m^2 \cdot BM = \omega_m^2 \cdot AM = \cancel{0,3} \frac{\text{rad}^2}{\text{c}^2} \cdot 0,1\sqrt{3} \text{ м} = \cancel{0,3} \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{c}^2} = 3\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}}{\text{c}^2}$$

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

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

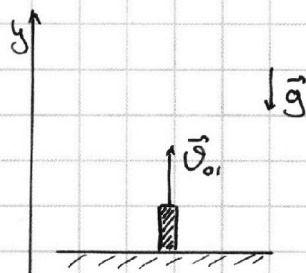


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

$$v_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Найти: L_{max}
 H

Решение:

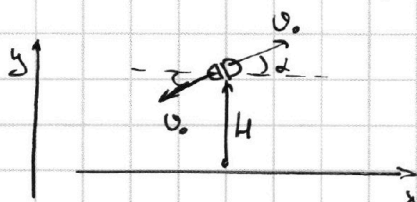
1) Из кинематики: $h = v_0 T - \frac{g T^2}{2}$ (ось y)

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

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

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.



$$|v_y| = \sqrt{2gH + v_0^2 \sin^2 \alpha} \quad \begin{array}{l} \text{вертик. сост.} \\ \text{— скорости осколков} \end{array}$$

$$\left(\text{т.к. } H = \frac{v_y^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \right) \quad y \text{ земли}$$

$$T_1 = \frac{2H}{v_0 \sin \alpha + v_y}$$

$$T_2 = \frac{2H}{-v_0 \sin \alpha + v_y}$$

Время падения:

полет. вниз

$$\left(\text{т.к. } H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha + v_y^2}{2} T \right)$$

полет. вверх

$$L_1 = |v_x| \cdot T_1 = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2H}{v_0 \sin \alpha + \sqrt{2gH + v_0^2 \sin^2 \alpha}}$$

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

$$L = L_1 + L_2 = 2H v_0 \cos \alpha \left(\frac{2 \sqrt{2gH + v_0^2 \sin^2 \alpha}}{2gH} \right) = \frac{2v_0}{g} \sqrt{2gH \cos^2 \alpha + v_0^2 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha}$$

$$= \frac{2v_0}{g} \sqrt{(2gH + v_0^2) \cos^2 \alpha - v_0^2 \cos^4 \alpha}$$



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 $(2gH + U_0^2) \cos^2 \alpha - U_0^2 \cos^4 \alpha$ —
кв. ф-я (от $\cos^2 \alpha$), пр. — парабола, ветви вниз, максимум достигается в верши-
не, т.е. при:

$$\cos^2 \alpha = \frac{-(2gH + U_0^2)}{-2U_0^2} = \frac{2gH + U_0^2}{2U_0^2} = \frac{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 \text{ м} + 30^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 30^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{13}{18} \Rightarrow \cos \alpha = \pm \sqrt{\frac{13}{18}}$$

(по физичес-
ки означает
одно и то же)

т.е. $\alpha = 0^\circ$, т.е. скакун полетит горизонтально.

$$L_{\max} = 2U_0 \sqrt{2gH} = 2 \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 \text{ м}} =$$

$$L_{\max} = \frac{2U_0}{g} \sqrt{(2gH + U_0^2) \cdot \frac{13}{18} - U_0^2 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^2} = 130 \text{ м}$$

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

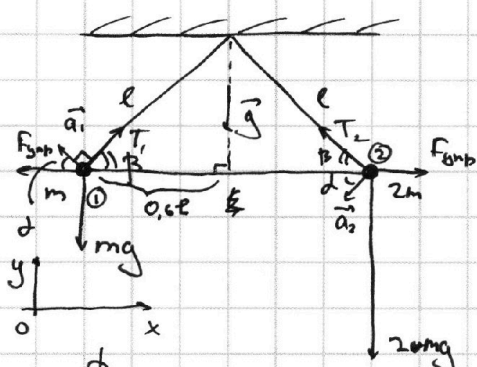


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 отдельности)

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 начнет поворачиваться по час. стрелке вокруг т. подвеса (т.к. $2m$ перевешивает) $\Rightarrow$ ускорения в нач. момент равны $\perp$ нитям как показано на рис. и равны друг другу $T_{\text{н}}^{\perp}$. Нормальной сост. ускор. в нач. момент нет, т.к. скорость нач. нулевая. $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$

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:

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

$$\textcircled{1} \textcircled{y} \quad ma \sin d = T_1 \sin \beta - mg \quad (2)$$

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

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

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

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

$$3ma \cos d = \frac{2ma \sin d + 2mg}{\sin \beta} \cos \beta$$

$$a \cos d = a \frac{\sin d \cos \beta}{3 \sin \beta} + g \frac{\cos \beta}{3 \sin \beta}$$

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

$$\textcircled{1} \textcircled{y} \quad T_1 = \frac{ma \sin d + mg}{\sin \beta} \quad (4_2 \text{ (2)})$$

$$T_1 = mg \cdot \frac{\frac{5}{13} \cdot 0,6 + 1}{0,8} = mg \cdot \frac{\frac{16}{13}}{\frac{4}{5}} = \frac{16}{13} \cdot \frac{5}{4} mg = \frac{20}{13} mg = \frac{20}{13} \cdot 0,2 \text{ к.} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 3,14$$

Order: 1) $\sin d = 0,6$; 2) $a = 3,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 3) $T_1 \approx 3,14$.



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

Решение

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

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

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

Процесс $2 \rightarrow 3$:

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

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

$$A_{23} = 0$$

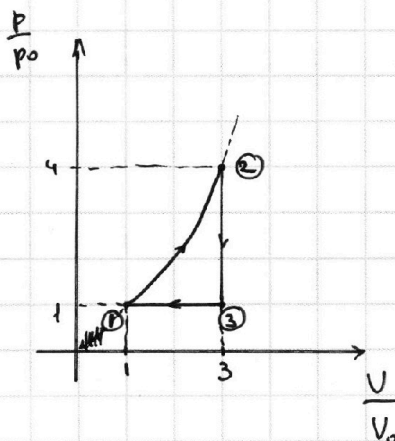
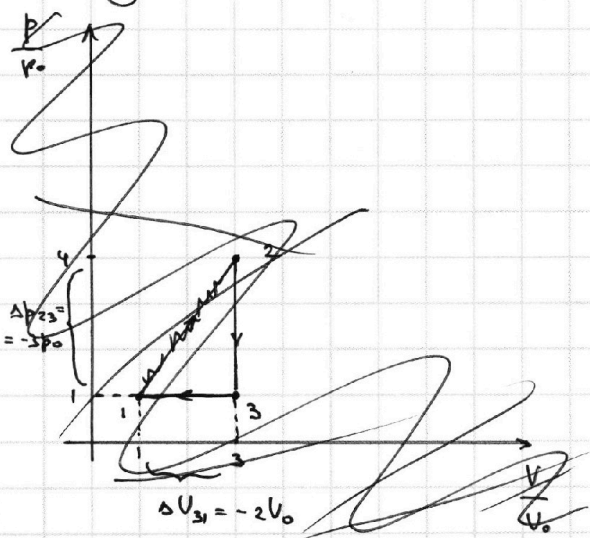
Процесс $3 \rightarrow 1$:

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

$$\Delta U_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31} = -12,5 \nu R \cdot 2T_0 = -12,5 \nu RT_0$$

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

уравн Менделеева-Клапейрона: $\nu RT_0 = p_0 V_0$



$1 \rightarrow 2$ - некоторый политропический процесс

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

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

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

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

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



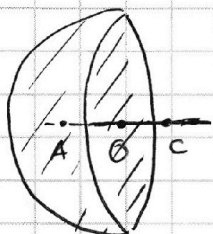
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



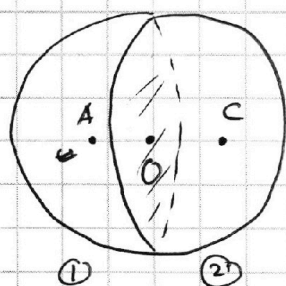
Дано: m, q, Q, k, ϵ_0

Найти: U
 U_c

1) ЗСЭ:

$$K + W_{p0} = \frac{m\theta^2}{2} + 0 \quad \text{на большом расстоянии принимает } W_p = 0$$

Дополним полуферу 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

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

$$\varphi_0 = 2\varphi_{01} \quad \text{из симметрии}$$

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

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

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

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

$$2) \frac{m\theta_c^2}{2} + W_{pc} = \frac{m\theta_A^2}{2} + W_{pA}$$

$$\frac{m\theta_c^2}{2} = \frac{m\theta_A^2}{2} + q\Delta\varphi_{Ac}$$

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!

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

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

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



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!

$$16 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200$$

$$3200$$

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

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

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

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

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

$$\omega =$$

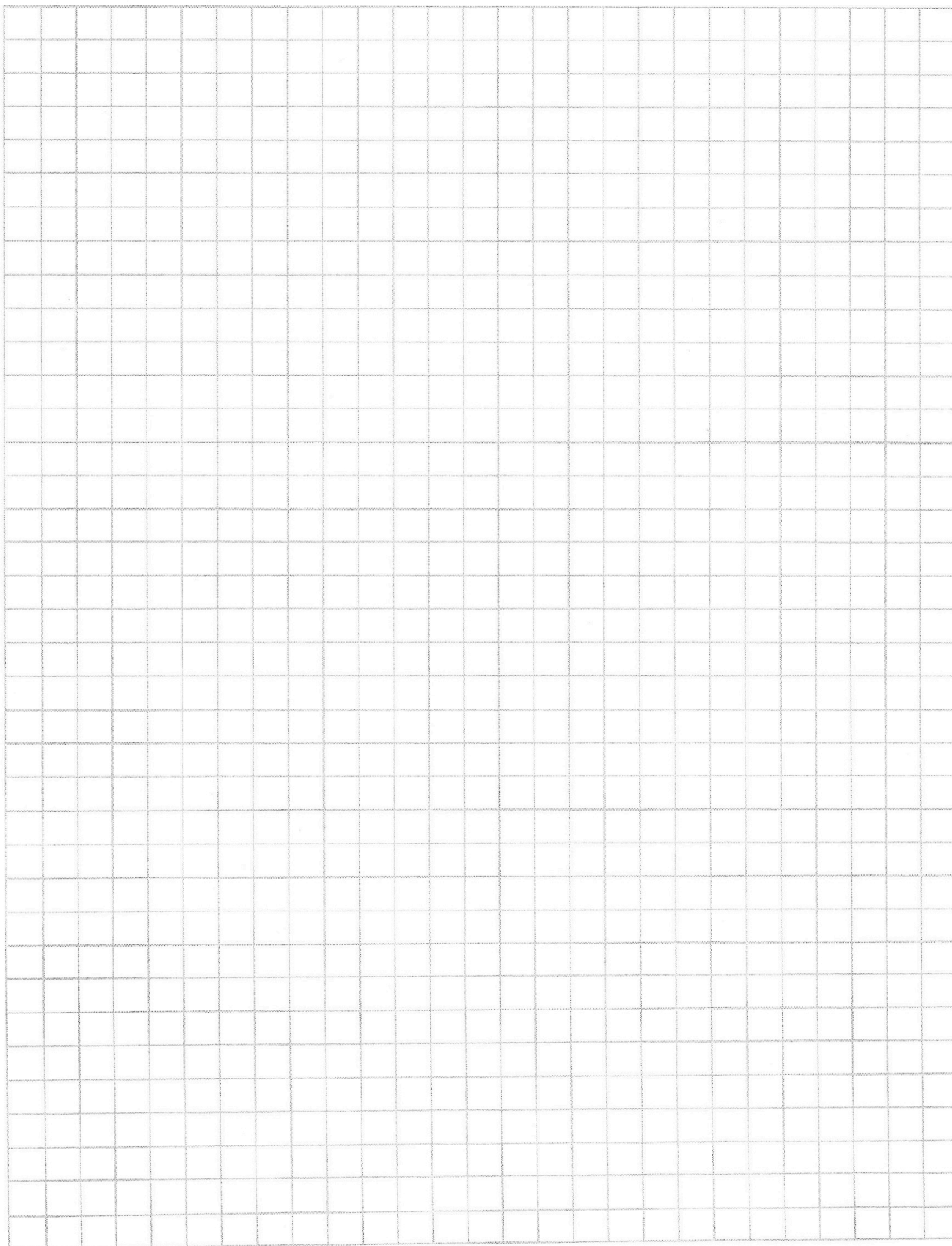


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!



$$T_1 = m \frac{\frac{5}{13}g \cdot 0,2 + n \cdot g}{0,2} = mg \frac{\frac{5 \cdot 6}{12 \cdot 10} + 1}{1} = \frac{30}{13} + 60 = \frac{30 + 780}{13} = \frac{810}{13}$$



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!

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

$$\frac{4}{2} = \frac{2}{1}$$

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

$$\frac{0,25}{0,35}$$

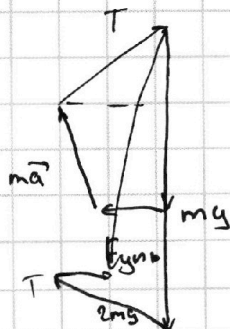
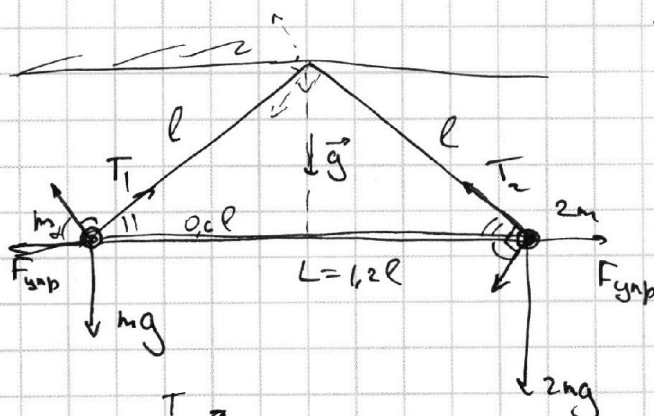
$$= 60 \sqrt{20^2 \cdot \frac{13}{18} + 900 \cdot \frac{13 \cdot 5}{18^2}} =$$

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

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

$$= 60 \sqrt{\frac{9 \cdot 10^2 (400 + 218 \cdot 13 + 5 \cdot 13)}{18^2}} =$$

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



$$\frac{8}{6} - \frac{3}{6} \cdot \frac{3}{4} = \frac{2}{6} - \frac{9}{24} = \frac{7}{24}$$

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

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{20^5}{2}$$

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

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

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

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

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

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



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!

$$\frac{16 \cdot 3,14}{91,17}$$

$$\begin{array}{r} 3,14 \\ 1 \overline{) 16} \\ + 1884 \\ \hline 314 \\ \hline 5024 \end{array}$$

$$502,4$$

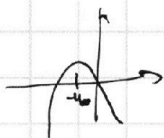
$$\begin{array}{r} 5024 \overline{) 17} \\ - 34 \\ \hline 162 \\ - 153 \\ \hline 97 \\ - 85 \\ \hline 30 \\ 90 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 97 \\ - 85 \\ \hline 30 \\ 90 \end{array}$$

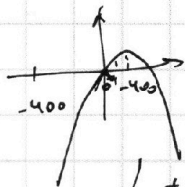
$$18$$

$$3\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-8}$$

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



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



$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

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

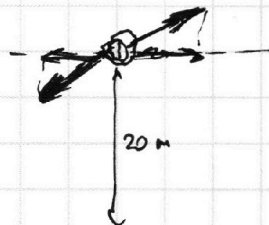
$$T = \sqrt{\frac{2H}{g}} = (2e)$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{-2gH + U_0^2}{-2U_0^2} = \frac{-2 \cdot 10 \cdot 20 - 20^2}{-2 \cdot 20^2} = \frac{-400 - 400}{-800} = 1$$

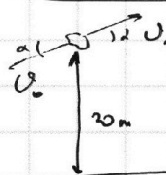
$$(120m)$$

$$\frac{400 + 900}{1300} = \frac{1300}{1300} = \frac{13}{13} h = 13h$$

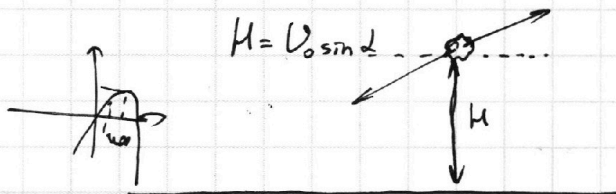
$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{13}{13}}$$



$$2 \cdot 30$$



$$S_1 = U_0 \cos \alpha \cdot \frac{U_0 \sin \alpha}{g}$$



$$H = \frac{U_y^2 - U_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$U_y = \sqrt{2gH + U_0^2 \sin^2 \alpha}$$

$$T = \frac{2H}{U_0 \sin \alpha + U_y}$$

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

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

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

$$\frac{4U_0 \cos \alpha \sqrt{2gH + U_0^2 \sin^2 \alpha}}{4U_0 \sqrt{(2gH + U_0^2) \cos^2 \alpha - \cos^4 \alpha}}$$



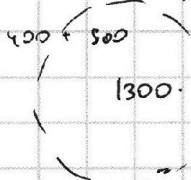
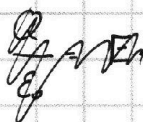
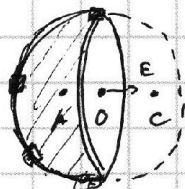
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!

$$2 \cdot 30 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20 + 30^2} \cdot \frac{13}{12} - 30^2 \cdot \frac{13^2}{12^2} = 60 \downarrow$$



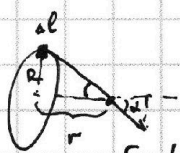
$$1300 \cdot \frac{13 \cdot 12}{12^2} - 900 \cdot \frac{13^2}{12^2}$$

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

$$A = -\Delta W_p - q E d = \alpha q q$$

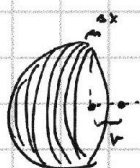
$$= \frac{13 \cdot 30^5}{2 \cdot 10^2} \cdot 20$$

$$\varphi = \frac{50 + 15}{1300}$$



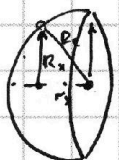
$$F_x = k \frac{q Q}{(\sqrt{r^2 + R^2})^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2 + R^2}} = \frac{k Q q r}{(r^2 + R^2)^{3/2}}$$

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



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

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

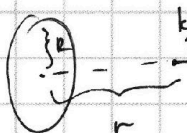
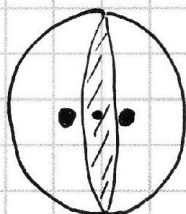


$$\Delta Q = \frac{2 \pi k_x \Delta x}{2 \pi R^2} Q = \frac{k_x \Delta x}{R^2} Q$$

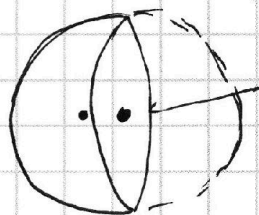
$$\frac{k q Q}{R^2 \cdot 2 \pi k^2} \Sigma s_x r_x$$

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

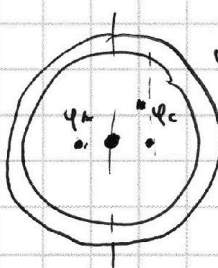
$$\Sigma \Delta F = \frac{k Q}{R^{3/2}}$$



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



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



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