



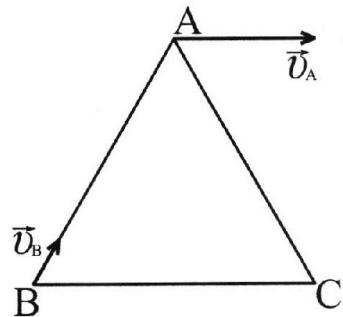
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-02



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 $v_A = 0,8 \text{ м/с}$, а скорость \vec{v}_B вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника $a = 0,4 \text{ м}$.



- Найдите модуль v_B скорости вершины B.
- За какое время τ пластина в системе центра масс совершил четыре оборота?

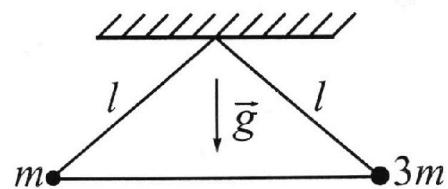
Пчела массой $m = 60 \text{ мг}$ прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

- Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.
- Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

- На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 11,2 \text{ м}$ фейерверк летел со скоростью $V = 4 \text{ м/с}$? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 16 \text{ м/с}$. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

- Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.
- Два шарика с массами $m = 80 \text{ г}$ и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.

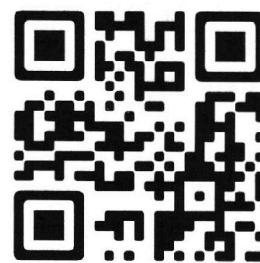


- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.
- Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

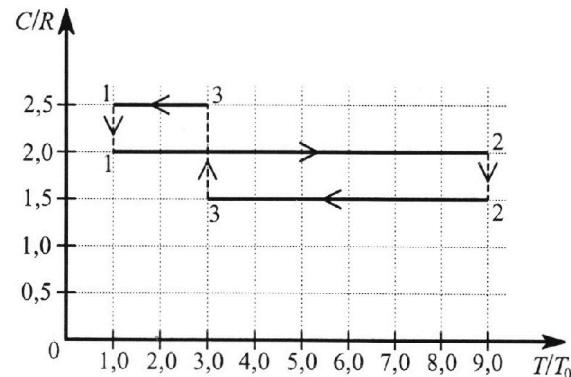
Вариант 10-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

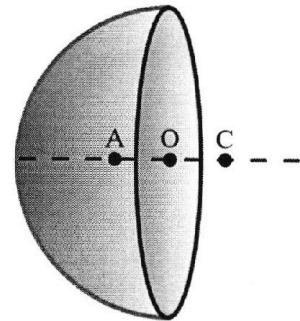
4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 3$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270 \text{ K}$.

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



- Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?
- На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250 \text{ кг}$ за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль·К)}$. 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 . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О скорость частицы равна V . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



- Найдите скорость V_O частицы в точке О. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
- Найдите скорость V_C частицы в точке С.

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 |
| <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!

Прида $\omega = \frac{0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}$ (рад/с)

ЧИЛ - скорость вращения пластинки относ. Ч.н.

$$\gamma = \sqrt{\frac{4 \cdot 2\pi}{\omega}} = \frac{8\pi}{\sqrt{3}} \approx 8\sqrt{3} \approx 13,6 \text{ (c)}$$

Ч оборота

(3) В вертикальной плоскости все силы компенсированы \Rightarrow брачущаясь вращающая сила = 0.

В горизонтальной плоскости брачущаяся вращающая сила равна $m \cdot a_{\text{кос}}$. Т.к. поступательно движется с угловой скоростью ω , то же движется с угловой скоростью ω , т.к. связана с брачущим относительно центра масс.

$$R = m \cdot a_{\text{кос}} = m \omega^2 \cdot r = 6 \cdot 10^{-5} \cdot 3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4 = \\ = 24 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3} = 1,4 \cdot 10^{-5} \sqrt{3} \text{ (M)}.$$

Ответ: 1) $v_B = 0,4 \text{ (m/c)}$

$$2) \gamma = \frac{8\sqrt{3}\pi}{3} \approx 8\sqrt{3} \approx 13,6 \text{ (c)}$$

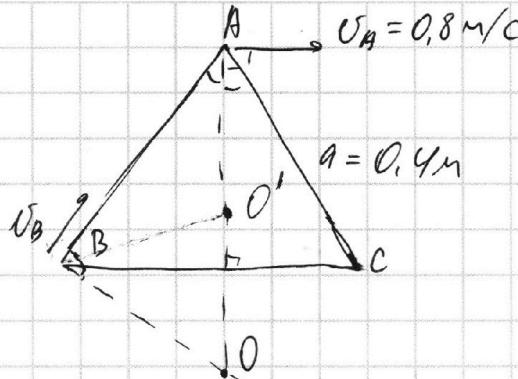
$$3) R = 1,4\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ (M)}$$



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

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
1 из 2

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



① Пластина вращается вокруг линии вращения центра. Его можно найти, как пересечение перпендикуляров к v_A и v_B . Пусть это точка O .

$$\text{Тогда } \frac{v_A}{OA} = \frac{v_B}{OB}. \quad v_B = v_A \frac{OB}{OA}$$

$v_A = 0.8 \text{ м/с}$ (по условию). $\angle BAO = 30^\circ \Rightarrow OB = \frac{1}{2} OA$.

$$\text{Значит, } v_B = v_A \cdot \frac{OB}{OA} = \frac{1}{2} v_A = 0.4 \text{ м/с}$$

② Найдём скорости точек в системе центра масс. Например, $\vec{v}_A = \vec{\omega} + \vec{v}_{\text{отн}}$

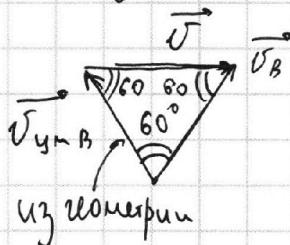
абс. скорость \rightarrow скорость $\omega \cdot r$ относительно ц. м.

(центр масс находится на прямой OA . $\vec{\omega}$ это $\vec{\omega}$)

у чл. шар. отн. ц. м.

$O'A \perp v_A \rightarrow$ Абсол. скорость $\vec{v}_A = \vec{\omega} \cdot \vec{r} - \text{расср. от верн.}$: $v_A = \omega \cdot r_{\text{чл. шар. отн. ц. м.}}$

Для точки B : в векторном треугольнике все



Учло:

учло по $60^\circ \Rightarrow$

$$\omega = \omega_B = \omega_{\text{чл. шар.}} = \omega \cdot r$$

расср. до ч. м.
может сдвиг, что
у точки A.

$$v_B = \omega \cdot r$$

$$r = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot a = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot a = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0.4 \text{ (м)}$$

(из шар. отн.)

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



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

СТРАНИЦА
1 из 3

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

① Пусть начальная **ко** скорость фейерверка
б.н. Тогда

$$y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

При $t = t_0$ $y(t_0) = h = 11,2 \text{ м.}$

$$\text{Максимальная } v(t_0) = v_0 - gt_0 = V$$

$$\begin{cases} h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ V = v_0 - gt \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} h &= (V + gt)t - \frac{gt^2}{2} \\ h &= Vt + \frac{gt^2}{2} \end{aligned}$$

$$\frac{gt^2}{2} + Vt - h = 0 \quad D = V^2 + 4h \cdot \frac{g}{2} = V^2 + 2gh.$$

$$t = \frac{-V \pm \sqrt{V^2 + 2gh}}{g} \quad (\text{последний корень})$$

$$\text{При } V_0 = V + (-V + \sqrt{V^2 + 2gh}) = \sqrt{V^2 + 2gh} \quad \boxed{V_0 = \sqrt{V^2 + 2gh}}$$

П.к. фейерверк взрывается из максимальной высоты,

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{V^2 + 2gh}{2g} = \frac{V^2}{2g} + h.$$

(формула
баллистики) $H = \frac{V^2}{2g} + h = 10 + 11,2 = 12 \text{ м.}$

② В момент разрыва скорость снаряда равна 0.
Значит, осьми (равной массе) падает с
равнением по модулю скорости $\boxed{V_0 = 16 \text{ м/с}}$

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.

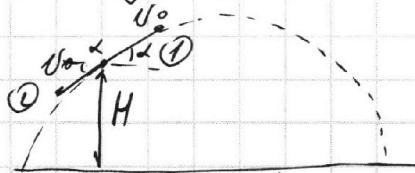


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

П.а. спортивные набеги по модулю и противоположна по направлению (из ЗСИ) траектория полета оскалов парусуют в воздухе параллельно земле.



Нам нужно найти
такую параболу
максимальной
ширины (L_{\max})
— луг с горизонтом
(база)

Первый оскалок: 1) $y_1(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$\frac{gt^2}{2} - V_0 \sin \alpha t + H = 0$

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$= -H$
при ударе
об землю

Второй: 2) $y_2(t) = \frac{g}{2} \cdot V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = -H$

$\frac{gt^2}{2} + V_0 \sin \alpha t - H = 0 \quad D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$

$$t_2 = - \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

Максимальная дальность: $L = g \cdot V_0 \cos \alpha \cdot (t_1 + t_2) =$

$$= V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

Чтобы L было

максимальным,
воздействие противодействующей
и приведено к О

$$L' = \frac{2V_0}{g} \cdot \left(-\sin \alpha \cdot \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \frac{\cos \alpha \cdot 1 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha \cdot V_0^2}{2 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} \right)$$

$$-\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \frac{g \cos^2 \alpha \cdot V_0^2}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} = 0.$$

$$-V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH + V_0^2 \cos^2 \alpha = 0.$$

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.



СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

$$2gH = V_0^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) = V_0^2 (2\cos^2 \alpha - 1) = V_0^2 (1 - 2\sin^2 \alpha)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\left(\frac{2gH}{V_0^2} + 1\right) \cdot \frac{1}{2}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{\left(1 - \frac{2gH}{V_0^2}\right) \cdot \frac{1}{2}}$$

$$L_{\max} = V_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{2gH}{V_0^2} + 1\right) \cdot \frac{1}{2}} \cdot \frac{2}{g} \cdot \sqrt{V_0^2 \cdot \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2gH}{V_0^2}\right) + 2gH} =$$

$$= \frac{2V_0}{g} \sqrt{\frac{gH}{V_0^2} + \frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} V_0^2 + gH} \quad H = 12 \text{ м}$$

$$L_{\max} = \frac{2 \cdot 16}{10} \sqrt{\frac{120}{256} + \frac{1}{2}} \cdot \sqrt{128 + 120} =$$

$$= 3,2 \cdot \sqrt{\frac{31}{32}} \cdot \sqrt{248} = 3,2 \cdot \sqrt{\frac{31 \cdot 248}{32}} =$$

$$= 3,2 \cdot \sqrt{\frac{31 \cdot 31}{4}} = \frac{3,2 \cdot 31}{2} = 1,6 \cdot 31 = 49,6 \text{ (м)}$$

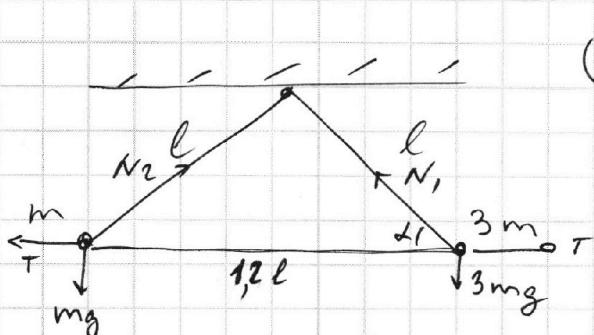
Ответ: $H = 12 \text{ м}$
 $L_{\max} = 49,6 \text{ м.}$



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 7СТРАНИЦА
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) Т.к. стержень лёгкий, сила из него скомпенсирована.

Матрица

$$3ma = \vec{N}_1 + mg + \vec{T}$$

сила ее стержня

Шарик будет двигаться по окружности
из-за силы длиной l

\Rightarrow ускорение (y/l) параллельно узлам

$$\cos \alpha = \frac{0,6}{0,8} \Rightarrow \sin \alpha = 0,8$$

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



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

① Заметим, что для одногоменного газа $\frac{C}{R} = 2,5$ не изобаре, $C/R = 1,5$ не изотерме и $C/R = 3,0$ не изохоре, график которого в осах $P(V)$ - прямая.

Пусть состояния газа в точках 1, 2, 3 соответственно: $P_1, V_1, T_1; P_2, V_2, T_2; P_3, V_3, T_3$.

Прирд Уравнения Менделеева:

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{VR}; \quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{VR}; \quad T_3 = \frac{P_3 V_3}{VR}.$$

($V = 3$ Мол)

Из графика $T_3 = 3T_1$, между точками 1 и 3, как и в большинстве изобар $P_3 = 3P_1$

$$\text{Прирд: } \begin{cases} T_1 = \frac{P_1 V_1}{VR} \\ 3T_1 = \frac{P_1 V_3}{VR} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad V_3 = 3V_1.$$

Из графика $P_2 = 3P_1$ $T_2 = 3T_1$, между шлими изотерм ($V_2 = V_3$), получим:

$$\begin{cases} T_2 = \frac{P_2 V_2}{VR} \\ 3T_1 = \frac{P_3 V_2}{VR} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad 3P_3 = 3P_2.$$

Итак: $P_1 = P_3 = \frac{3}{2}P_2 / 3$

$$T_1 = \frac{T_3}{3} = T_2 / 9$$

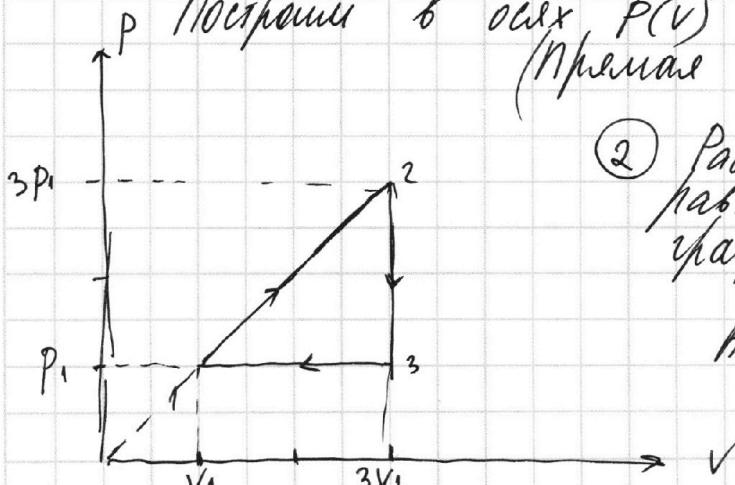
$$V_1 = \frac{V_3}{3} = \frac{V_2}{3}$$

Построим в осах $P(V)$

(Прямая 2-3 проходит через $(0;0)$)

② Работа газа из сущес твующих плаяди внути графика $P(V)$

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot 2P_1 \cdot 2V_1 = 2P_1 V_1.$$





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

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!

Мы знаем, что $T_1 = T_0$ с графика в условии,
а $T_0 = 270\text{K}$.

$$\rho_1 V_1 = VR T_0 \Rightarrow \rho_1 V_1 = 3 \cdot 8,31 \cdot 270 \text{ (Дж)}$$

Значит, работа $A_1 = 3 \cdot 8,31 \cdot 270 \cdot 2 \approx 50 \cdot 270 =$
 $(6 \cdot 8,31 = 49,86 \approx 50) = \underline{13500 \text{ (Дж)}} \text{ за 1}$
чел.

③ За $N=15$ человек с учетом КПД $\eta=0,5$ будет совершена полезная работа:

$A_{\text{пол}} = \eta \cdot N \cdot A_1$, которая будет равна
 $Mgh \rightarrow$ высота подъёма груза.

$$Mgh = \eta N \cdot A_1 \quad h = \frac{\eta N A_1}{Mg}$$

$$h = \frac{\frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 13500}{250 \cdot 10} = \frac{15 \cdot 135}{2 \cdot 25} =$$

$$= \frac{3 \cdot 135}{2 \cdot 5} = 3 \cdot 13,5 = \underline{40,5 \text{ (м)}}$$

Ответ: $A_1 = 13500 \text{ Дж}$

$$h = 40,5 \text{ м}$$



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**.

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

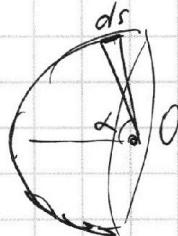
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

П.и. на большом расстоянии от O скорость частиц равна V помимо энергии частичек:

$$\mathcal{E} = \frac{mv^2}{2}$$

Найдём радиус действия силы со стороны полусфера на заряд Q в точке O :



$$dF = \frac{kqQds}{r^2} \cos\theta \quad \text{где } Q - \text{поверхностный заряд}$$

dS -маленький кусочек плоскости Мора $\cdot \cos\theta$, т.к. раз оставляет только компоненты по горизонтальной оси.
Тогда суммарная сила:

$$F = \oint \frac{kqQ}{R^2} \sum dS \cos\theta \quad Q = \frac{Q}{2\pi R^2}$$

$$\text{Тогда } F = \frac{kq}{R^2} \cdot \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot \pi R^2 = \frac{kqQ}{2R^2}$$

Значит, напр. энергия заряда вт. O : $\mathcal{E}_0 = \frac{kqQ}{R}$

ЗСГ где заряда Q из бесконечности в \mathcal{E}_0 м.о.:

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

$$V_0^2 = V^2 - \frac{2kqQ}{mR} \quad V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kqQ}{mR}}$$



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

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

② М.н. в море О на θ действует сила

$\frac{kqQ}{2R^2}$, можно заменить полусферу
точками зарядами на расстоянии $\sqrt{2}R$ от
точки О (море О)

$$\text{Мога } \frac{mV^2}{2} = \frac{kqQ}{a} \rightarrow \text{расст. от } D \text{ до } A)$$

$$a = \frac{2kqQ}{mV^2}$$

Мога при перемещении
из точки А в точку С разность потенциалов

$$\Delta W = \frac{kqQ}{2\sqrt{2}R-a} - \frac{kqQ}{a}$$

Мога ЗСГ для моря А и С:

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + kqQ \left(\frac{1}{2\sqrt{2}R-a} - \frac{1}{a} \right)$$

(море А)

$$V_0^2 = V^2 + \frac{2kqQ}{m} \cdot \frac{1}{a} - \frac{kqQ \cdot 2}{m} \cdot \frac{1}{2\sqrt{2}R-a}$$

$$V_0^2 = 2V^2 - \frac{2kqQ}{m \cdot \left(2\sqrt{2}R - \frac{2kqQ^2}{mV^2} \right)}$$

$$\text{Отвем: } V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kqQ}{mR}}$$

$$V_C = \sqrt{2V^2 - \frac{2kqQ}{m \left(2\sqrt{2}R - \frac{2kqQ^2}{mV^2} \right)}}$$



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!

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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$1) y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad y(t_{\max}) = -H.$$

$$-H = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{gt^2}{2} - V_0 \sin \alpha t - H = 0 \quad D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$2) y(t) = -V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = -H.$$

$$\frac{gt^2}{2} + V_0 \sin \alpha t - H = 0 \quad D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH.$$

$$t_2 = -V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

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

$$L' = -\sin \alpha \cdot \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \cos \alpha \cdot \frac{g \cdot 1 \cdot 2V_0^2}{2 \sqrt{\dots}}$$

$$L' = -\sin \alpha \sqrt{\dots} + \cos \alpha \cdot \frac{1 \cdot (V_0^2 \sin^2 \alpha)'}{2 \sqrt{\dots}} = \frac{V_0^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{V_0^2 \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{\cos 2\alpha}{2}$$

$$-\sqrt{\dots} + \frac{\cos^2 \alpha}{2} = 0 \quad 2gH = V_0^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \quad 2gH = V_0^2 \cdot \cos 2\alpha.$$

$$-\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \sqrt{\frac{2gH}{V_0^2}} = \cos 2\alpha = \frac{2gH}{V_0^2} \quad \sin \alpha = \sqrt{\frac{1 - 2gH}{V_0^2 / 2}}$$



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

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

СТРАНИЦА
2 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) При перемещении от точки A в точку C потенциал меняется на $E_0 \cdot 2a$, где $a = AO = OC$.
направление

$$E_{\text{ф0}} = \frac{kQ}{2R^2}$$

$$\text{Пот. энергия в т. } A = E_H = \frac{mv^2}{2}$$

(закон сохранения кинетич. и пот. энергии)

ЗСТ для точек A и C:

$$E_A = E_{\text{ф0}} + \frac{mV_c^2}{2} \quad (\text{из } A \rightarrow 0)$$

$$E_A = \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_c^2}{2} + q \cdot \frac{kQ}{2R^2} \cdot 2a.$$

ЗСТ для точек A и O:

$$E_A = \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \left(q \cdot \frac{kQ}{2R^2} \cdot a \right), \quad \begin{array}{l} \text{что согласно} \\ \text{из п. 1,} \\ \text{право} \end{array}$$



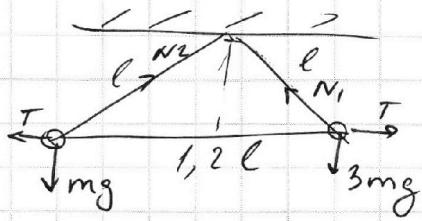
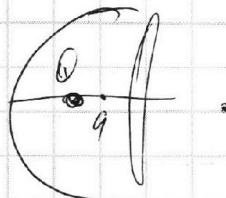
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

$$\begin{aligned}
 & \frac{2 \cdot 16}{10} \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 12}{256} + \frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{256}{2} + 120} \approx \frac{x_1 31}{186} \\
 & \approx 3,2 \cdot \sqrt{\frac{15}{32} + \frac{1}{2}} \cdot \sqrt{248} - \frac{31}{496} = \\
 & \frac{120}{256} = \frac{60}{128} = \frac{30}{64} = \frac{15}{32} = \frac{31}{32} = \\
 & \approx 3,2 \cdot \sqrt{\frac{31}{32}} \cdot \sqrt{248} \approx \frac{31}{4} \\
 & = \frac{3,2 \cdot 31}{\cancel{2}} = 1,6 \cdot 31
 \end{aligned}$$



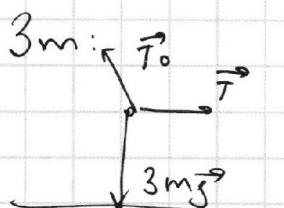
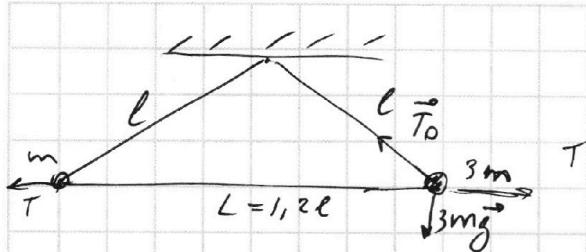
$$\frac{R + 2(\sqrt{2}R - R + a)}{R - (\sqrt{2}R - a)} = R - \sqrt{2}R + a$$

$$\frac{\sqrt{2}R + (R - \sqrt{2}R + a)}{\sqrt{2}R + \sqrt{2}R - a} (\sqrt{2}R - a)$$

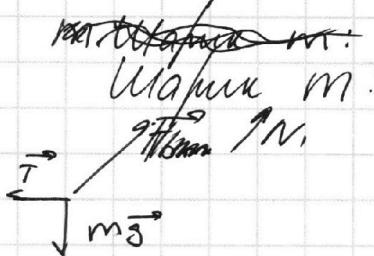
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

СТРАНИЦА
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!



$$m = 80 \text{ г}$$



$$y(t) = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$V_y(t) = V_0 - gt.$$

$$\begin{cases} h = V_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ V = V_0 - gt \end{cases}$$

$$h = (V + gt)t - \frac{gt^2}{2}$$

$$11,2 = 4t + 3t^2$$

$$5t^2 + 4t - 11,2 = 0$$

$$\Delta = 16 + 220 \cdot 11,2 =$$

$$= 16 + 220 \cdot 4 = 240 \quad \sqrt{240} = \\ = 2\sqrt{60} = \\ = 4\sqrt{15}$$

$$t = \frac{-4 + \sqrt{240}}{10} =$$

$$= \frac{-4 + 4\sqrt{15}}{10} = \underline{\underline{0,4f - 0,4f + 0,4\sqrt{15}}}.$$

$$V = 0, \text{ когда } t = \frac{V_0}{g}$$

$$y\left(\frac{V_0}{g}\right) = \frac{V_0^2}{g} - \frac{\frac{g}{2}V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{2g}$$



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

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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

① М.к. на большом расстоянии от O скорость частиц равна V , начальная энергия частиц: $\frac{mV^2}{2} = E$.

Найдем равнодействующую силу со стороны полусфера на заряд Q в точке O :

$dF = k \frac{q \cdot \sigma ds}{R^2}$, где σ - поверхность заряда на полусфере, ds - единичная маленькая площадь на сфере, q - заряд.

т.к. расстояние от O до всех точек полусферы одинаково с радиусом R , суммарная сила:

$$F = k \frac{qQ}{R^2}$$

Найдем потенциальную энергию E в точке O : $E = -\frac{kqQ}{R}$

Запишем ЗС для заряда Q в точке O

$$\text{из бесконечности} \rightarrow E = E_0 + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{kqQ}{R}$$

$$V_0^2 = V^2 + \frac{2kqQ}{mR}$$

$$V_0 = \sqrt{V^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

$$\begin{array}{r} 49,86 \\ \times 270 \\ \hline 13416 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 498,6 \\ \times 27 \\ \hline 13416 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 135 \\ \times 3 \\ \hline 405 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \cdot 135 \\ \hline 2 \cdot 25 \\ = \end{array} = \frac{3 \cdot 135}{10} = 3 \cdot 13,5 =$$

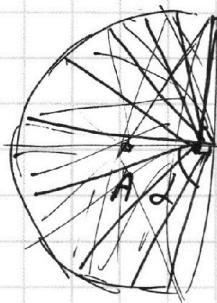


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ из _

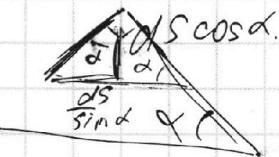
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



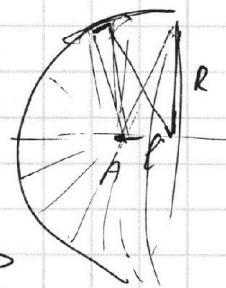
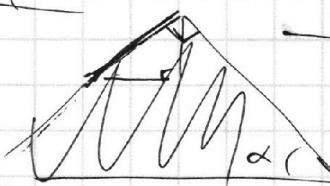
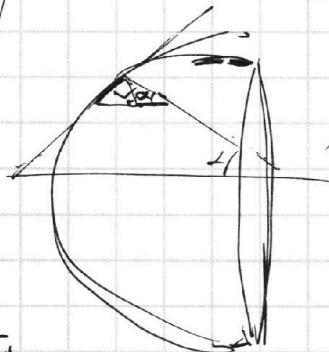
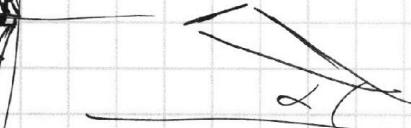
$$\sum \sigma ds \cdot \cos \alpha$$

$$\sigma \cdot \pi R^2$$

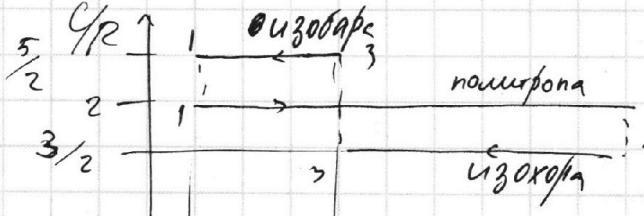
$$\sigma = \frac{\theta}{2\pi R^2} \Rightarrow \frac{\theta}{2}$$



$$= \frac{6 \cdot 8,31}{8,31} = \underline{\underline{49,86}}$$



~~диск~~ σds



$P_0 V_0$ ① $T = \frac{P_0 V_0}{VR}$

$$② \quad gT = \frac{P_2 V_2}{VR}$$

$$③ \quad 3T = \frac{P_3 V_3}{VR} \quad \leftarrow P_0 = P_3$$

$$\begin{cases} T = \frac{P_0 V_0}{VR} \\ 3T = \frac{P_0 V_3}{VR} \end{cases} \quad V_3 = 3V_0.$$



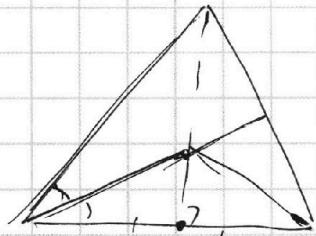


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

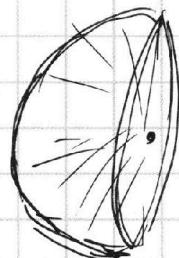


$$8 \cdot 1, 7 = 8004 \quad 13, 6$$

$$60\text{н} = 60 \cdot 10^{-3}\text{л} = \\ = 60 \cdot 10^{-6}\text{м}^3$$

$$\frac{L}{m} \cdot \frac{m}{10^6} \cdot \frac{10^6}{10^6} = \frac{L}{10^6}$$

$$\frac{mv^2}{r} = \cancel{\frac{mv^2}{r}} + \frac{kqQ}{r^2}$$



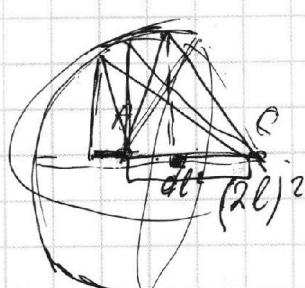
$$dF = \frac{kqQ ds}{r^2} = \frac{kqQ}{r^2}$$

$$\Rightarrow \Phi_0 = \frac{kqQ}{R} \quad \int F(x) dx$$

$\Delta \Phi = E \cdot x \quad \Delta \Phi = E \cdot \Delta x$
~~E~~ напр. \rightarrow если однородное
 F напр. \rightarrow если однородное
и \leftarrow , если разобщенное.
также \Rightarrow боязливается
 \rightarrow скроить из бесконечных
больше.

ЗСТ для токов A и десн:

$$E_A = \frac{mv^2}{r} \quad \text{для токов } A \text{ и } O:$$



$$E = \frac{kQ}{R^2}$$

$$E = \int dE \frac{1}{(2r)^2}$$