



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03



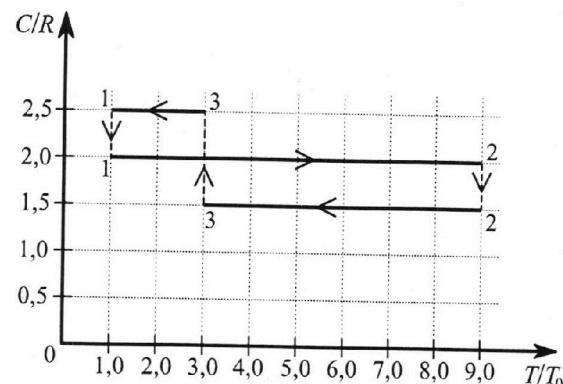
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где 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?

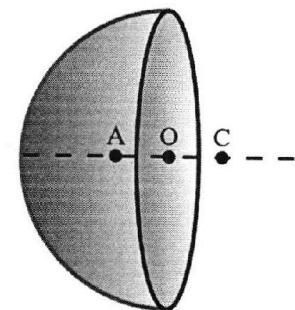
3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415 \text{ кг}$ за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль·К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется 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 . В точке О кинетическая энергия частицы равна К.

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.



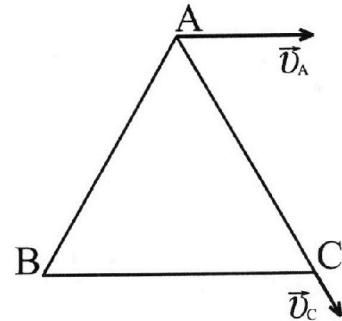
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.



- Найдите модуль v_C скорости вершины C.
- За какое время τ пластина в системе центра масс совершил восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

- Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

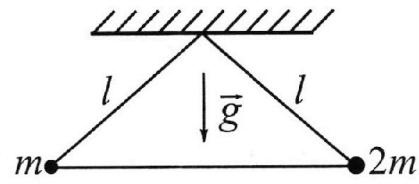
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

- 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.

- 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. 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}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.

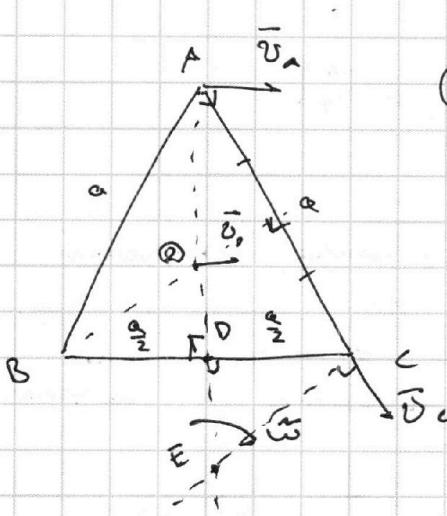


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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
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
①

Чтобы найти среднюю линию, нужно на прямую нанести вектор скорости.

$$|AD| = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

$$|DC| = \frac{a}{2}$$

$$\angle BCE = 30^\circ \Rightarrow |DE| = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

$$\angle CDE = 30^\circ \Rightarrow |CE| = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{\vec{v}_c}{|AE|} = \frac{\vec{v}_c}{|CE|} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \vec{v}_c = \vec{v}_a \cdot \frac{|CE|}{|AE|} = \vec{v}_a + \frac{\frac{a}{\sqrt{3}}}{\frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2\sqrt{3}}} \Rightarrow \vec{v}_c = \vec{v}_a \cdot \frac{2}{3+1}$$

$$\boxed{\vec{v}_c = \vec{v}_a \cdot \frac{2}{3+1} = 0.3 \text{ м/с}}$$

②

$$\frac{\vec{v}_o}{|OE|} = \frac{\vec{v}_a}{|AE|}$$

$$\vec{v}_o = \vec{v}_a \cdot \frac{|OE|}{|AE|}$$

$$|OE| = 2|DE|$$

$$\vec{v}_o = \vec{v}_a \cdot \frac{\frac{a}{\sqrt{3}}}{\frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2\sqrt{3}}} = \vec{v}_a \cdot \frac{\frac{a}{\sqrt{3}}}{\frac{3a}{2\sqrt{3}}} = \vec{v}_a \cdot \frac{2}{3} = \frac{\vec{v}_a}{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{\vec{v}_a - \vec{v}_o}{|AO|}$$

ω в системе координат масс $\omega = \frac{\vec{v}_a - \vec{v}_o}{|AO|}$

$$\omega = \frac{\frac{\vec{v}_a}{2}}{\frac{2}{3} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2}} = \frac{3\vec{v}_a}{2a\sqrt{3}}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 8}{\omega} = \frac{16\pi}{3\vec{v}_a} = \frac{32a\pi\sqrt{3}}{3\vec{v}_a} \approx \frac{32}{\pi} \cdot \frac{3.14 \cdot \sqrt{3}}{0.6} \text{ с}$$

$$\boxed{T = \frac{32a\pi\sqrt{3}}{3\vec{v}_a} \approx \frac{32}{\pi} \cdot \frac{3.14 \cdot \sqrt{3}}{0.6} \text{ с}}$$



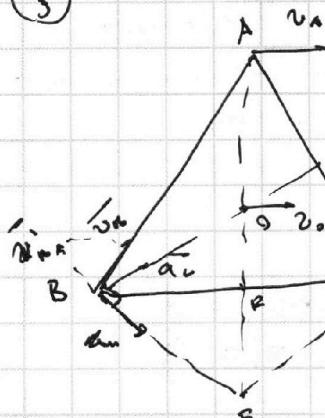
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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
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!

③



нл круго вращение

$$|\vec{v}_B| = |\vec{v}_C| = |\vec{v}_A|$$

для

重心 масс движется прямолинейно
с $v = const \Rightarrow$

\Rightarrow что точки В имеют такое
нормальное ускорение в системе
重心 масс

угол между \vec{v}_B и \vec{v}_A = $60^\circ \Rightarrow$

v_A' - скорость Т.В

В CO земли массы!

$$|\vec{v}_B'| = |\vec{v}_A'|$$

$$\vec{a}_n = \frac{\vec{v}_B'^2}{r_{B0}} = \frac{\vec{v}_A'^2}{\frac{2}{3}a\sqrt{3}} = \frac{3v_A'^2}{4a\sqrt{3}}$$

Решение

$$\vec{R} = m\vec{a}_n = m \cdot \frac{3v_A'^2}{4a\sqrt{3}} \approx \frac{3.6 \cdot 60}{4\sqrt{3}} \cdot 10^3 \text{ Н}$$

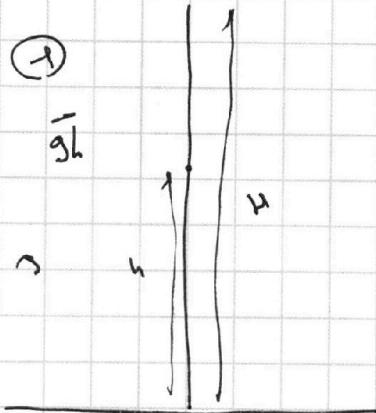
$$\boxed{\vec{R} = \frac{3mv_A'^2}{4a\sqrt{3}} \approx \frac{3.6}{4\sqrt{3}} \cdot 60 \cdot 10^3 \text{ Н}}$$



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 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!



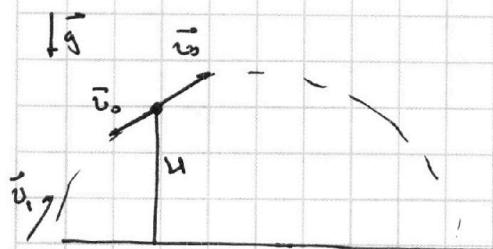
nL

$$h = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \frac{h}{v_0} + \frac{gt}{2}$$

$$\begin{aligned} mg h &= \frac{m v^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} \\ h &= \frac{\left(\frac{h}{v_0} + \frac{gt}{2}\right)^2}{2g} \approx 20 \text{ m} \end{aligned}$$

(2)

Т. к. осколка только две и у них одинаковая инициальная
масса то по закону сохранения из грави им
будут равные в момент скорости с разницей
в нра времени. Т.е. это и траектории параллельны



$$mg h = \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$v_1 = \sqrt{2gh + v_0^2}$$

~~-2gh - g^2 t^2~~

$$-v_1 \sin \theta_1 = v_0 \sin \theta_0 - gt_1 \Rightarrow t_1 = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$L_{\max} = v_1 \cos \theta_1 \cdot t_1 = v_0 \cos \theta_0 \cdot \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{\sqrt{2gh + v_0^2}}{g} \approx 130 \text{ m}$$

$$L_{\max} = \frac{\sqrt{2gh + v_0^2}}{g} \approx 130 \text{ m}$$



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 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!

α_3

$(\text{чел в } b \text{ месте решения})$
 $\rightarrow \text{не в } d \text{ из условия}$

(3)

$$\alpha_{3c} = \frac{T \sin \alpha_3 - mg \cos \alpha_3}{m}$$

$$\alpha_{3B} = \frac{2mg \cos \alpha_3 - T \sin \alpha_3}{2m}$$

$$\frac{T \sin \alpha_3 - mg \cos \alpha_3}{m} = \frac{2mg \cos \alpha_3 - T \sin \alpha_3}{2m}$$

$$3T \sin \alpha_3 = 4mg \cos \alpha_3$$

$$T = \frac{4mg}{3 \cos \alpha_3}$$

$$T = \frac{4mg}{3 \cdot 0,8 \cdot 0,6} = 2N$$

(1) Т.к. скорость нет
 будет только тангенциальное $2 \frac{T}{m} \sin \alpha_3 - 2mg \cos \alpha_3 = 2mg \cos \alpha_3 - T \sin \alpha_3$
 уравнение.

Чел между ускорение и
 равнодействующей $g = 2$
 $\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha = \frac{0,6}{2}$

$$\underline{\underline{2 \sin(90^\circ - \alpha) = 0,6}}$$

(2)

$$\alpha_{3c} = \frac{T \sin \alpha_3 - mg \cos \alpha_3}{m} = \frac{mg (\sin \alpha_3 - \cos \alpha_3)}{m}$$

~~уравнение~~
~~равнодействующая~~
~~равнодействующая~~

$$\underline{\underline{\alpha_{3c} = 0,2g}}$$

$$\sqrt{a^2 + 0,2^2 g^2} = \sqrt{2^2}$$

$$a_1 = a_{3c} = g (\sin \alpha_3 - \cos \alpha_3)$$

$$a_1 = g \cdot \left(\frac{\sqrt{0,2^2 + 0,6^2}}{2} - 0,6 \right)$$

$$\underline{\underline{a_1 = 0,2g = 2m/c^2}}$$

α_1

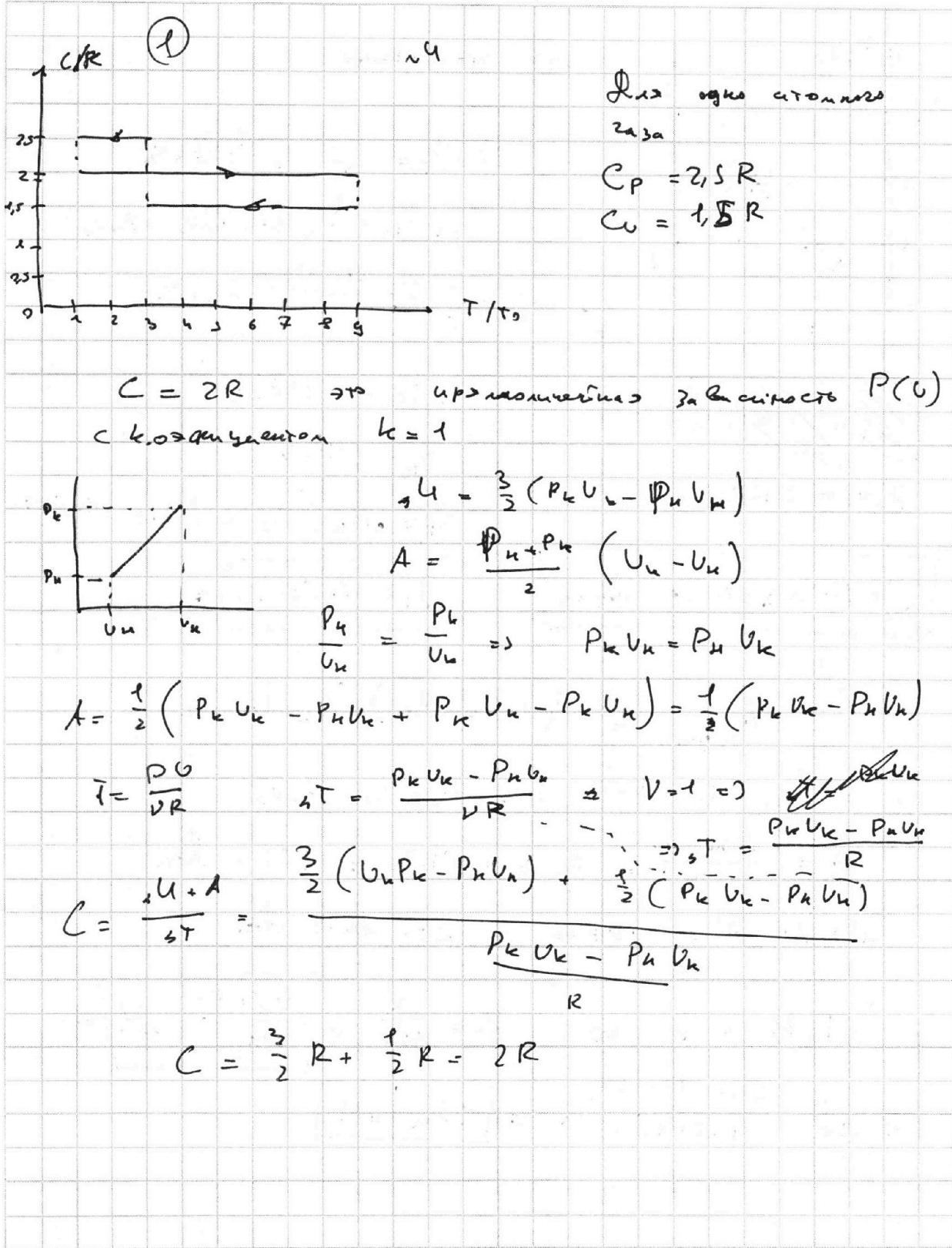


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



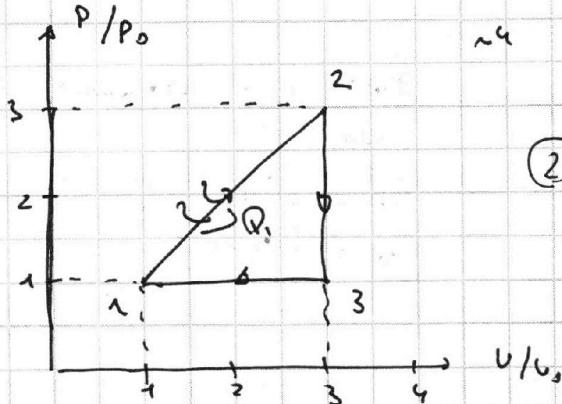


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input 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!



~4 Квадратичное

$$\textcircled{2} \quad Q_1 = \cancel{3U_1 - 3U_2 + P_0V_0}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{12} = \frac{3}{2} (3P_0 \cdot 3V_0 - P_0V_0) \\ A_{12} = \frac{3P_0 + P_0}{2} (3V_0 - V_0) \end{array} \right.$$

$$Q_1 = 12P_0V_0$$

$$A_{12} = 4P_0V_0$$

$$Q_1 = A_{12} = 16P_0V_0 = 16VRT_0$$

$$Q_1 = 16 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 200 \text{ дж}$$

$$Q_1 = 16VRT_0$$

$$\textcircled{3} \quad A_{\text{закрыт}} = \frac{1}{2} (P_u - P_n) (V_u - V_n) =$$

$$= \frac{1}{2} (3P_0 - P_0) (3V_0 - V_0) = 2P_0V_0$$

$$A' = \frac{A_{\text{закрыт}}}{2} = P_0V_0 = VRT_0 = 1662 \text{ дж}$$

$$Q = N \cdot A' = NVRT_0 \approx 25 \cdot 1662 \text{ дж}$$

$$MgH = Q \Rightarrow H = \frac{Q}{Mg} = \sqrt{\frac{NVRT_0}{Mg}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{25 \cdot 1662}{415 \cdot 10} \quad m \approx \boxed{10 \text{ м} = H}$$



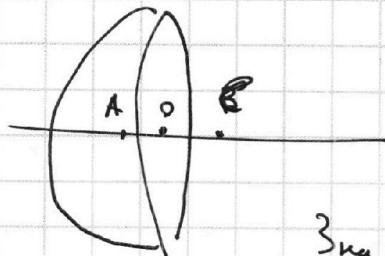
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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)



$$S = \frac{Q}{2\pi R^2 \epsilon_0}$$

$$F_0 = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} = \frac{Q^2}{8\pi R^2 \epsilon_0}$$

$$W = \frac{\epsilon_0}{2} \cdot \frac{F_0^2}{R^2} = \frac{\epsilon_0}{2} \cdot \frac{Q^2}{8\pi R^2 \epsilon_0}$$

W - энергия между сферами в т.0
(не очень понятно)
результат

Значит энергия между в т.0 не поменяется
потому что сила притяжения одинакова
и всегда в т.0 энергия между в
кинетической энергии между частицами

$$k' = k + W$$

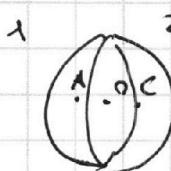
$$v = \sqrt{\frac{2(k+W)}{m}}$$

$$\frac{mv^2}{2} = k + W$$

$$= \sqrt{\frac{2}{m} \left(k + \frac{Q^2}{2 \cdot 8\pi R^2 \epsilon_0} \right)} = v$$

(2)

Доказать что сила гравитации сфер



т.к. эта сила притяжения и сила гравитации действуют на одинаковую массу

значит сила гравитации и сила притяжения \Rightarrow

\Rightarrow сила притяжения $\propto A \propto B$ Значит
также кинетическая энергия зависит только от
расстояния r и не зависит от θ и C .

$$k_c = k_{OA} + k_{OC} = 2k$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = 2k \Rightarrow \boxed{v_c = \sqrt{\frac{4k}{m}}}$$

(\star т.к. сила работы притяжения и работы гравитации совершаются
работы от гравитации сфер. то)



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**.

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**.

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!

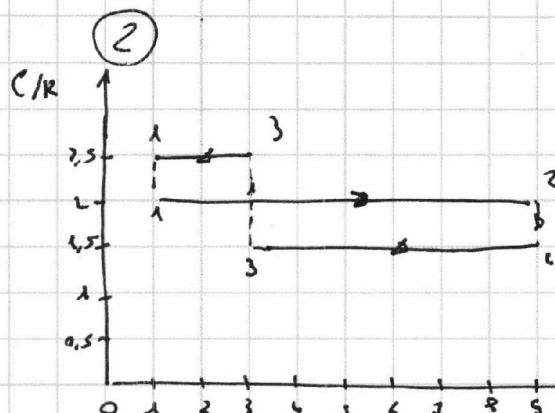


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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



~4

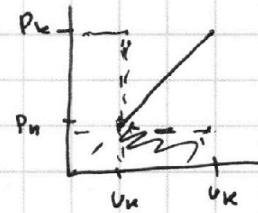
$$C_p = 2,5 R$$

$$C_V = 1,5 R$$

здесь
одинаково
203a

$$C = 212 \text{ это линейка}$$

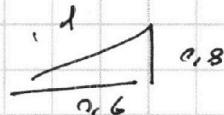
за зависимость $P(V)$ с
изотермическим показателем $k=1$



$$C_V = 1,5$$

$$C_p = 2,5$$

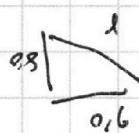
$$\cos \theta = 0,6$$



0,88

0,64

10:



$$+ \Rightarrow \frac{4}{3}$$

$$\zeta U = \frac{3}{2} (P_n V_n - P_k V_k)$$

$$A = \frac{P_n + P_k}{2} (V_k - V_n)$$

$$\frac{P_n}{V_n} = \frac{P_k}{V_k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_n V_n = P_k V_n$$

$$A = \frac{1}{2} (P_k V_k - P_n V_n + P_n V_k - P_k V_n)$$

$$\lambda = \frac{1}{2} (P_k V_k - P_n V_n)$$

$$C = \frac{\zeta U + A}{V R} = \frac{\frac{3}{2} (P_n V_n - P_k V_k) + \frac{1}{2} (P_k V_k - P_n V_n)}{P_k V_n - P_n V_n}$$

$$\zeta + = \frac{P_k V_n - P_n V_n}{V R}$$



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

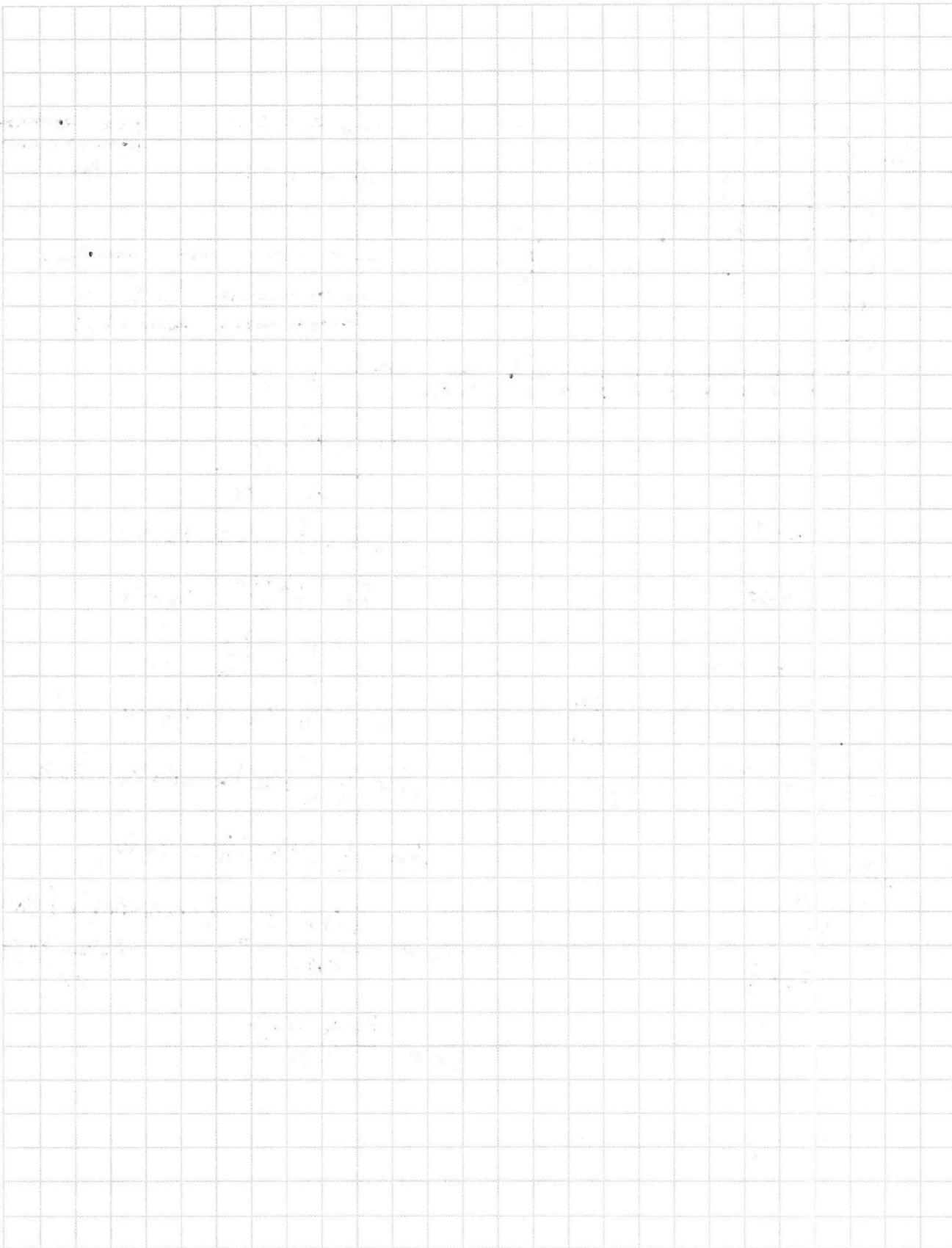
5

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!



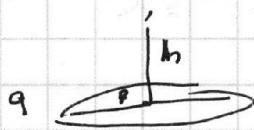


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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

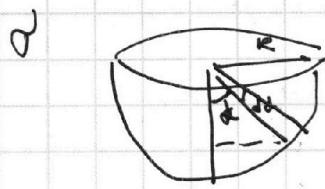
СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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!



$$E = \frac{kq}{r^2 + h^2} \cdot \frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}}$$

$$E = \frac{kqh}{(r^2 + h^2)^{3/2}}$$



$$\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2}$$

$$\frac{1662}{25}$$

$$dq = R d\theta \cdot R \sin\theta \cdot 2\pi \cdot \sigma$$

$$dE = \frac{kR \cos\theta \cdot 2\pi \sigma R^2 \sin\theta d\theta}{(R^2 + R^2 \sin^2\theta)^{3/2}}$$

$$E = \frac{\pi k \sigma}{2} \left| \frac{x^2 \cos\theta \sin\theta}{x^2 + (R \cos\theta)^2} \right|^{1/2} d\theta$$

$$E = 2\pi k \sigma$$

$$W = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}$$

$$R \cdot R \sin\theta \cdot R \cos\theta$$

$$\frac{3}{2} \cos\theta \sin\theta$$

$$\frac{n^2}{2}$$

$$\cos 2\theta$$

$$\frac{5 \sin 2\theta}{2}$$



$$\frac{Kx^2}{2}$$

$$-\sin^2\theta \cdot 2$$

$$-\cos^2\theta$$

$$F = Eq$$

$$\frac{m c^2}{2}$$

$$-\frac{\cos^2\theta}{2} \sin\theta$$

$$\frac{1 - \cos^2\theta}{2}$$

$$F \propto x$$

$$E = \pi k \sigma$$

$$E = \frac{\sigma}{4\pi \epsilon_0}$$

$$A =$$

$$4\pi \epsilon_0 = \frac{4\pi k}{3}$$

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



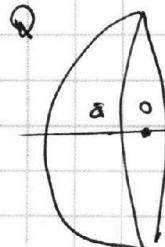
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

$$23 = Cp$$

н, а



$$R = \frac{\frac{3}{2}UR + T}{D} \quad k$$

$$C = \frac{3}{2} R \quad \text{и} \quad \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$C_D - C_0 = R$$

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$$

$$PV = URT$$

$$T = \frac{PV}{DR}$$

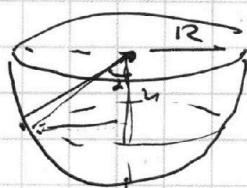
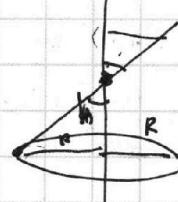
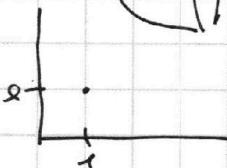
$$E = \frac{kq_2}{r^2}$$

$$F = Eq$$

$$\cos \theta = \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}}$$

$$E = \frac{kq}{h^2 + r^2}$$

$$E' = \frac{kqrh}{\sqrt{h^2 + r^2}} \quad 3$$



$$dh = R d\theta$$

$$2\pi r^2$$

$$h = R \cos \theta$$

$$r = R \sin \theta$$

$$E = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{k R \cos \theta}{\sqrt{R^2 + R^2 \sin^2 \theta}} \quad Q \quad d\theta$$

$$S = R^2 \sin \theta d\theta$$

$$Q_1 = Q \cdot \frac{R^2 \sin \theta d\theta}{2\pi R^2}$$

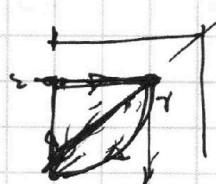
$$E = \frac{k \theta}{\lambda} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{R^2 \cos \theta d\theta}{R^2 \sqrt{1 + \sin^2 \theta}} \quad d\theta$$

$$C_p = 3 \cdot R$$

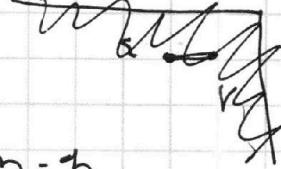
$$C_0 = 1,5 \cdot R$$

$$1 - P = R = C - C_0$$

$$P = 1 - R$$



$$\frac{2\pi R}{P_1 \ln \left(\frac{R}{R_0} \right)} = 1$$



$$n = \epsilon - 2$$