



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



Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

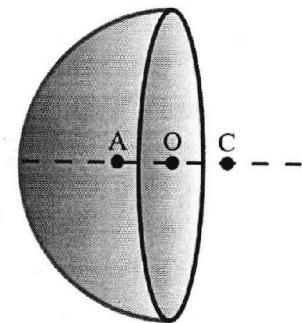
- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 3$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270 \text{ K}$.

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. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. 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.

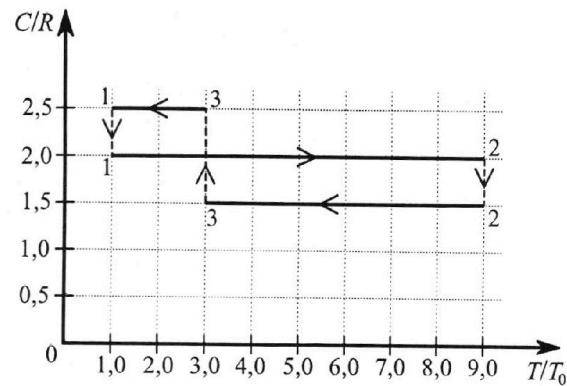
- 5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки A, O, C находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка O удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки A стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . Частица движется по прямой AC и на большом по сравнению с R расстоянии от точки O скорость частицы равна V . Точки A и C находятся на неизвестных равных расстояниях от точки O.



1. Найдите скорость V_O частицы в точке O. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы в точке C.

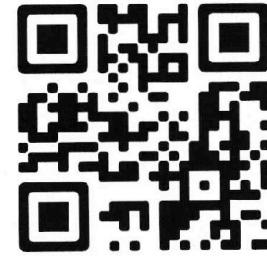
Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.





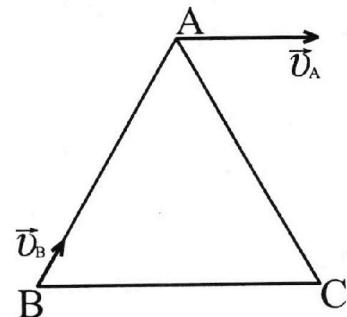
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-02



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 $a = 0,4 \text{ м}$.



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

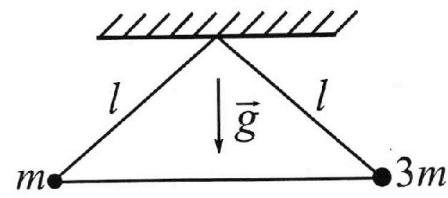
Пчела массой $m = 60 \text{ мг}$ прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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.

1. 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.

2. Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.
3. 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 $L = 1,2l$. Системудерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.
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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

Получаем

$$\vec{V}_A' = \vec{V}_A - \vec{V}_{\text{с.и.}} \quad \cancel{\text{или}}$$

$$|\vec{V}_A'| = |\vec{V}_A| - |\vec{V}_{\text{с.и.}}| = |\vec{V}_B| - |\vec{V}_B'| =$$

$$= |\vec{V}_A| - |V_B|$$

$$|\vec{V}_B| = |\vec{V}_A| - |\vec{V}_B|$$

$$2|\vec{V}_B| = |\vec{V}_A|$$

$$V_B = \frac{V_A}{2} = 0,4 \text{ м/с}$$

Ответ: $V_B = 0,4 \text{ м/с}$

2. $T = 4T$ (T - период обращения наименьшего из орбитальных радиусов b (О.и.и.)

$$T = \frac{2\pi R}{V_A}$$

$R = \frac{2}{3}a$, где a - средний радиус обращения

$$a = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} \cdot \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = a\sqrt{\frac{3}{4}} = a\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$R = \frac{2}{3}a = \frac{2}{3} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{a\sqrt{3}}{3}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot \frac{a\sqrt{3}}{3}}{0,4} = \frac{5\pi}{\sqrt{3}} a = \frac{5\pi}{\sqrt{3}} \cdot 0,4 = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}$$

$$T = 4T = \frac{8\pi}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{16\pi \frac{a}{\sqrt{3}}}{\sqrt{4}} \text{ или } \frac{8\pi}{\sqrt{3}} \text{ с.}$$

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

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

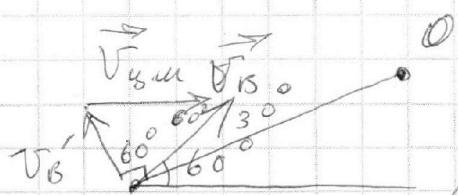
1. Числовая пятерка не развертала
~~бумагу~~ бумагу со скоростью v_A в т. А в
согл. и. \vec{V}_A' движущая бумагу пересекла
принесённую фронтальную через точку А
и и. и.

Аналогичное условие и для
 \vec{V}_B' .

Из этого мы можем видеть, что
 \vec{V}_A в этом же месте имеет передачу
скорости V_C .

Составляем схематический рисунок
для т. В.

т. О - центр масс
трехугольника



Из шеммы видно,

что движение бумаги

трехугольником революционный

Еще $|V_B'| = |V_A'|$ (Числовая пятерка не
развертала.

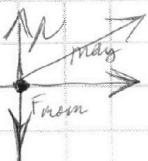
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
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!

3. Телескоп не получает чистого света, т.к. $m < M$,
Погрешность из-за $M - m$ имеет значение



действует на него

с другой реакцией опоры, поэтому
но длину F_{norm} (а это меньшее не-
одн.)

$$R = \sqrt{N^2 + m g^2} = \sqrt{F_{norm}^2 + (m g)^2}$$

$$F_{norm} = \kappa g r^2$$

$$\alpha_2 = \frac{v_B^2}{R} = \frac{\sqrt{3} v_B^2}{\alpha}$$

$$R = \sqrt{(m g)^2 + \left(m \frac{\sqrt{3} v_B^2}{\alpha}\right)^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{3 v_B^4}{\alpha^2}}$$

Найдем значение, давшее близкое

$$R = 6 \cdot 10^{-5} \sqrt{g^2 + 3 \cdot 0.16} = 6 \cdot 10^{-5} \sqrt{g^2 + 0.48}$$

$$\text{Ответ: } R = m \sqrt{g^2 + \frac{3 v_B^4}{16 \alpha^2}}$$

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"/> | <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!

$$0 = H + V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{для первого шага}$$

$$X_0 = V_0 \cos \alpha \cdot t_0 \quad (\text{перемещение по оси } Ox, \text{ время первого шага})$$

$$0 = H - V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{для второго}$$

$$X_1 = V_0 \cos \alpha t, \quad (\text{второй шаг})$$

$$L_1 = X_1 + X_0 =$$

$$= V_0 \cos \alpha \cdot t_0 + V_0 \cos \alpha \cdot t_1 =$$

$$= V_0 \cos \alpha (t_0 + t_1)$$

$$t_0 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

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

$$L_1 = V_0 \cos \alpha \left(\frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right)$$

Две возможные величины
согласно предыдущему, не учтены:

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

$$\cancel{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} = V_0^2 \cos^2 \alpha + V_0^2 \cos^2 \alpha$$

$$\cancel{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} = 2V_0^2 \cos^2 \alpha$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{gK}{V_0^2}}$$
$$L_{\max} = V_0 \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{gK}{V_0^2}} \cdot \left(\frac{2\sqrt{\frac{V_0^2}{2} + gK}}{g} \right) =$$
$$= V_0 \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{gK}{V_0^2}} \cdot \left(\frac{2\sqrt{\frac{V_0^2}{2} + gK}}{g} \right) = \frac{2}{g} \cdot \left(\frac{V_0^2}{2} + gK \right) =$$
$$= \cancel{2V_0^2 + gK} \cdot 2K + \frac{V_0^2}{g}$$

Ответ: $L_{\max} = 2K + \frac{V_0^2}{g}$ или 49,6 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 checked="" 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 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!

8.2 Задача №3 СД:

$$mgh + \frac{mv^2}{2} = mgh' \\$$

, откуда

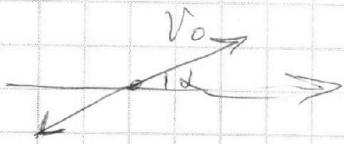
$$h' = \frac{mgh + \frac{mv^2}{2}}{mg} = h + \frac{v^2}{2g}$$

Подставим значение

$$h' = 11,2 + \frac{11^2}{2 \cdot 10} = 12 \text{ м}$$

Ответ: $h' = h + \frac{v^2}{2g}$ или 12 м.

2.



на фигуру ЗСИ на
оси Ox, направленную

вдоль движущегося
горизонтального склонения рабочих
по подъему, но проходящую
по направлению, аналогично
вершины. В общем виде

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}_1$$

$$v_1 = -v_0$$



Пусть λ - угол между v_0 и
горизонтом, тогда

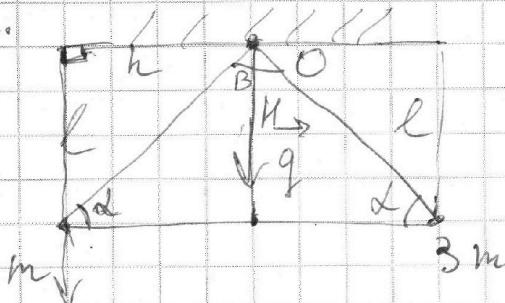
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

§ 3. 2.



пункт а. б -

точка приложения

шага с опорой

Задача подобна с той лишь разницей, что она проходит через м.о. и передает кинетическую энергию:

$$mg h - 3mg h + HT - HT = \\ = (3ml^2 + ml^2) \cdot E$$

из E - ускорение

$$-2mg h = 4ml^2 \cdot E$$

$$E = -\frac{gh}{l^2}$$

$$h = \frac{1}{2}L = 0,6l$$

$$E = -\frac{g}{l} 0,6$$

$$a = El = -0,6g$$

Ответ: $|a| = 6 \text{ см/с}^2$ или $0,6g$

1. Система движется относительно м. о. Поэтому ускорение передано ему



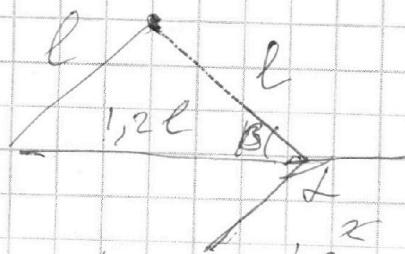
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Мешком, а из предыдущего числа
2 видно что это изображено
на человеческой схеме.



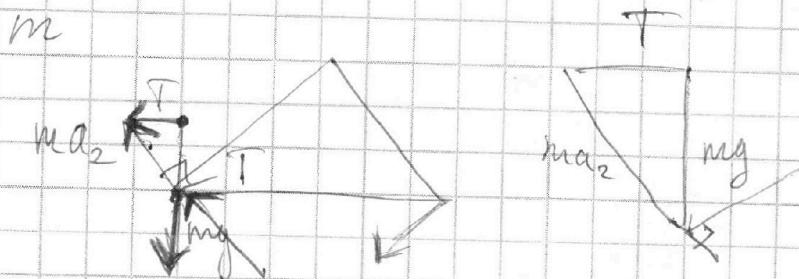
$$\sin \alpha = \cos \beta$$

$$l^2 = l^2 + 1,2^2 l^2 - 2 \cdot 1,2 l \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{1,2 \cdot l^2}{2 \cdot 1,2 \cdot l^2} = 0,6$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,6$, или $2\sqrt{1 - 0,6^2}$

3. Приведение сил горизонтальных



$$T^2 = m a_2^2 + m^2 g^2 - 2 m a_2 g \cos \beta$$

$$T^2 = m^2 g^2 (0,6^2 + 1 - 2 \cdot 0,6)$$

$$T = \sqrt{1 - 0,6^2} m g = 0,8 m g$$

Ответ: $T = 0,8 m g$ или $0,64 N$

Макаров



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
5 ИЗ 5

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!

$$A_1 = 2\pi R T_0$$

$$H = \frac{2\pi R T_0 \cdot N}{2 \cdot M g}$$

Поделившись умножения:

$$H = \frac{2\pi R T_0 \cdot N}{2 \cdot M g} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 240 \cdot 15}{2 \cdot 250 \cdot 10} =$$

40,3866 м.

Ответ:

$$H = \frac{\pi R T_0 \cdot N}{M g} \text{ или } 40,3866 \text{ м.}$$



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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 5

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!

Теперь мы увидим изменение всей схемы для изображения и видов процессов

$$3 \rightarrow 1 \text{ и } 1 \rightarrow 2.$$

Теперь рассмотрим процесс $2 \rightarrow 3$

$$\kappa_{2 \rightarrow 3} = \frac{c_{2 \rightarrow 3} - c_p}{c_{2 \rightarrow 3} - c_v} = \frac{1,5 - \frac{3}{2}}{1,5 - 1,5}$$

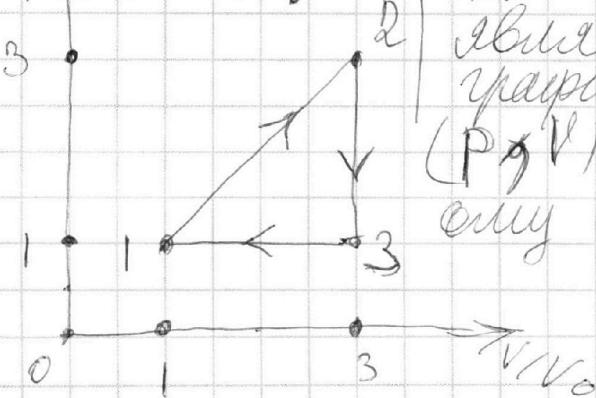
данный изображает изотермический процесс, а не вспышки подобные сгорания и взрывов. Сам по себе изотермический процесс можно представить в виде

$$\kappa = -\frac{Vdp}{pdV}$$

если в изотермии к баллончику, залитому $dV=0$ и процесс изокорицеский.

Последний график имеет вид ортогональной $(P/P_0, V/V_0)$.

Решение:



2. Давление газа вычисляется при помощи координат (P, V) , при переходе к координатам (P_0, V_0) из $(P/P_0, V/V_0)$ делится.



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
4 ИЗ 5

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!

$$\text{поэтому } A_1 = \frac{1}{2} \Delta V_{21} \cdot \Delta P_{21} = \\ = \frac{1}{2} (3V_0 - V_0) \cdot (3P_0 - P_0) = \frac{1}{2} \cdot 4P_0 V_0 = \\ = 2P_0 V_0$$

$P_0 V_0$ найдем из уравнения состояния идеального газа

$$P_0 V_0 = V R T_0$$

$$A_1 = 2P_0 V_0 = 2 V R T_0$$

Подставим известные значения

$$A_1 = 2 V R T_0 = 2 \cdot 3 \cdot R \cdot 240 = 1620 R$$

Ответ: $A_1 = 2 V R T_0$ или $1620 R$

3. Запишем 3 СЭ ~~показаний~~:

~~но~~ + $\frac{A_{15}}{2}$ мег Н, (A_{15} - суммарная рабочая за 15 минут)

, откуда

$$H = \frac{A_{15}}{2Mg}$$

$$A_{15} = A_1 \cdot N$$

$$H = \frac{A_1 \cdot N}{2Mg}$$

Через сколько получим физич. р. результатов

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 5

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!

$$1: p_0 V_0 = VRT_0$$

$$2: p_2 V_2 = VRT_2$$

Одиссуса

$$p_2 V_2 = \frac{p_0 V_0}{T_0} \cdot T_2$$

Поделив обе части получившееся равенство на p_2

$$\frac{p_0 V_2}{V_0} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \cdot T_2$$

$$\frac{V_2}{V_0} = \sqrt{\frac{T_2}{T_0}} = \sqrt{g^2} = 3$$

$$\frac{p_2}{p_0} = \frac{V_2}{V_0} = 3$$

Теперь рассмотрим процесс $3 \rightarrow 1$

$$n_{3 \rightarrow 1} = \frac{C_{3 \rightarrow 1} - C_p}{C_{3 \rightarrow 1} - C_v} = \frac{2,5 - 2,5}{2,5 - \frac{3}{2}} = 0$$

$p = \text{const}$ (процесс изобарический)

$$p_3 = p_0$$

Задачи на Уравнение состояния 1 и 3

$$p_0 V_0 = VRT_0 \quad p_3 V_3 = VRT_3$$

$$p_3 V_3 = \frac{p_0 V_0}{T_0} T_3, \text{ поделим на } p_3$$

$$p_0 V_3 = \frac{p_0 V_0}{T_0} T_3$$

$$\frac{V_3}{V_0} = \frac{T_3}{T_0} = 3$$



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"/> 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
1 ИЗ 5

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. Пусть p_i, V_i, T_i - характеристики в состояниях i (за исключением состояния 1), а $n_{i \rightarrow j}$ - показатели полидирекции при процессе перехода газа из состояния i в j , $c_{i \rightarrow 2}$ - единичка, то мы будем писать:

C_V и C_P - молярные теплоемкости газа при постоянной общей и давлении соответственно.

Теперь рассмотрим процесс $1 \rightarrow 2$:

$$h_{1 \rightarrow 2} = \frac{C_{1 \rightarrow 2} - C_P}{C_{1 \rightarrow 2} - c_V} = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = -1 \quad (C_V = \frac{3}{2}R, C_P = \frac{5}{2}R)$$

Т. к. это однодimensionalный

$$pV^{n_{1 \rightarrow 2}} = \text{const.}$$

$$pV^{n_{1 \rightarrow 2}} = p_0 V_0$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{V_0}{V^{n_{1 \rightarrow 2}}}$$

$\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0}$ - (видно, что зависимость прямолинейная)

$$p_2 = \frac{p_0 V_2}{V_0}$$

Найдём $\frac{p_2}{p_0}$ и V_2 , видя, что

Зависимость уравнения состояния 1 и 2

одна и та же?



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

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!

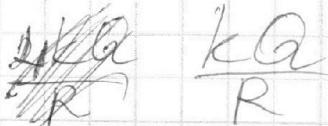
№5.

1. Пусть на дисково-чашевом узелке с радиусом r сидят n рабочих.

Потом из этого узла сходит один рабочий.

$$\text{рабочий } \frac{m v^2}{2}$$

Помалошься в ит. О рабочем



Задача 3 С Д:

$$\frac{\cancel{m}kQq}{R} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mr^2}{2}$$

$$\text{Ответ: } V_0 = \sqrt{v^2 - \frac{\cancel{m}kQq}{mR}}$$

2. Помалошься в ит. А

$$\text{рабочий } \frac{mv^2}{2} \text{ (из 3 С Д)}$$

$$\frac{\cancel{m}kQq}{R} + W_c = \frac{mv^2}{2} + \frac{\cancel{m}kQ}{R} = \frac{\cancel{m}kQ}{R} - \frac{mv^2}{2}$$

3 С Д:

$$2 \frac{\cancel{m}kQq}{R} - \frac{mv^2}{2} + \frac{mv_c^2}{2} = \frac{mv_a^2}{2}$$

$$V_c = \sqrt{2v^2 - \frac{\cancel{m}kQq}{mR}}$$

$$\text{Ответ: } V_c = \sqrt{2v^2 - \frac{\cancel{m}kQq}{mR}}$$



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.

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!

4

$$E_0 = kQr =$$

$$= 2\pi \cdot k \cdot \frac{Q}{2R^2}$$

$$4\pi R^2$$

$$E_0 = 2\pi \cdot k \cdot \frac{Q}{2\pi R^2} = \frac{kQ}{R^2}$$

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

$$\frac{kQ}{R^2} - \frac{kQ}{2\pi R^2} =$$

$$= \frac{kQ}{2\pi R^2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2q}$$

$$\frac{mv^2}{2q}$$



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 checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" 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!

Diagram and equations for problem 1:

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

$$-V_0 \sin \alpha \frac{2V_0 \sin^2 \alpha + 2kQ}{g} +$$

$$+ V_0 \cos \alpha \frac{1}{g \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2kQ}} \cos \alpha$$

$$= 0$$

$$a^2 - \frac{a^2}{4} = \frac{3a^2}{4} \times \frac{16}{16}$$

$$a \sqrt{\frac{3}{4}} + \frac{16}{16} \frac{2V_0 \sin^2 \alpha}{2V_0 \sin^2 \alpha + 2kQ}$$

$$a = \frac{a}{\sqrt{12}}$$

$$mg \sin \alpha = 0$$

$$\frac{kQq}{R}$$

$$V_A = V_B + \frac{16}{10}$$

$$V_A - V_B = V_B \times 24 + 25,6$$

$$V_B = \frac{V_A}{2}$$

$$\sin \alpha \sin \alpha - \cos \cos$$

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

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 4H \frac{q}{2}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{qf}{V^2}$$

$$t_0 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 4Hq}}{2}$$

$$-q$$

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

$$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$

$$\frac{1}{2} - \frac{qH}{V^2}$$

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.

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!

$$\begin{aligned}
 & \frac{2,5 - 2,5}{R} = 0 \quad \frac{\frac{2Q}{\pi E_0 R^2} \cdot 2\pi t}{R} \times \frac{486}{831} \times \frac{Q}{2\pi E_0 R^2 \cdot 2t} \\
 & Ex = \frac{4kQ}{R} - \frac{mv^2}{2} + \frac{4kQ}{R} \times \frac{486}{831} \times \frac{Q}{2\pi E_0 R^2} \\
 & p = \cos \alpha s t + \frac{4kQ}{R} \times \frac{486}{831} \times \frac{Q}{2\pi E_0 R^2} \\
 & P_3 = P_0 \quad \frac{P_3}{R^2} \\
 & ER = \frac{4kQ}{R} \times \frac{V_0}{2\pi E_0 R^2} \times \frac{V_3}{V_0} = \frac{V_3}{V_0} \\
 & E \cdot (R+x) = \frac{mv^2}{2} \times \frac{V_0}{V_0} \\
 & E(R+x) V_3 = ? \quad \cancel{mv^2} \\
 & Ex \quad \frac{V_0}{Q} \\
 & \frac{P_3}{P_0} = 1 \quad Q \\
 & E = kG \cdot R \\
 & K \cdot \frac{2Q}{\pi E_0 R^2} \cdot 2\pi t \\
 & 3 \bullet \frac{Q}{\pi E_0 R^2} \\
 & 1 \bullet \frac{Q}{\pi E_0 R} \\
 & 2 \bullet \frac{Q}{R} \\
 & O = V_0 \sin \frac{gt_1}{2} + H \\
 & X_1 = V_0 \cos \alpha t_1 \\
 & X_2 = V_0 \cos \alpha t_2 \\
 & 403866 \quad 1486 \quad \frac{2kQ}{R} \\
 & 3888 \quad 1829 \\
 & 1506 \\
 & 942 \quad 2Q \\
 & 53462 \quad 4\pi E_0 R \\
 & 403866 \quad 1486 \\
 & 3888 \quad 1829 \\
 & 1506 \\
 & - 1458 \\
 & \hline 486
 \end{aligned}$$



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"/> |

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!

Газодинамический процесс $1 \rightarrow 2$.

представим его в виде
изменения состояния, получив n -коэффициент подавления, получив

$$n_2 = \frac{c - c_p}{c - c_v} = \frac{c_R - c_{p,R}}{c_R - c_{v,R}} = \frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = -1$$

$$pV^n = \text{const}$$

$$pV^{-1} = \text{const}$$

$$pV^{-1} = p_0 V_0$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{V_0}{V^{-1}} = \frac{V}{V_0}$$

Зависимость предиктора от температуры

получим значения $\frac{p_2}{p_0}$ и $\frac{V_2}{V_0}$ для состояния 2.

Запишем уравнение состояния газа

$$p_0 V_0 = VR T_0 \quad (1) \qquad p_2 V_2 = VR T_2 \quad (2)$$

аналогично:

$$p_2 V_2 = \frac{p_0 V_0 \cdot T_2}{T_0}$$

$$p_2 = \frac{p_0 \cdot V_2}{V_0}$$

$$\frac{p_0 \cdot V_2}{V_0} = p_0 \frac{T_2}{T_0}$$

$$\frac{V_2}{V_0} = \sqrt{\frac{T_2}{T_0}} = \sqrt{9} = 3$$

Газодинамический процесс $1 \rightarrow 3$.



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

486

~~$C = \frac{3}{2}R + \frac{p dV}{V dT}$~~

$$C = \frac{5Q}{V dT}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \cdot 8,31 \cdot 18^3 \\ - 280 \cdot 10 \\ \hline 50 \end{array}$$

$$\frac{3}{2} R dT + p dV$$

$$1620$$

$$\begin{array}{r} 1620 \cdot 8,31 \cdot 3 \\ - 250 \\ \hline 486 \end{array}$$

$$\frac{3}{2} R +$$

$$\frac{p dV}{V dT}$$

~~$\frac{1620 \cdot 8,31}{250}$~~

$$\frac{p dV + V dp}{R}$$

$$\frac{3}{2} R +$$

$$\frac{R \cdot p dV}{p dV + V dp}$$

$$= \frac{3}{2} R + \frac{R}{1 + \frac{V dp}{p dV}}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \cdot 8,31 \cdot 246 \cdot 3 \\ - 12 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$C = C_V + \frac{R}{1 + \frac{V dp}{p dV}}$$

$$C = \frac{5Q}{V dT}$$

$$\Delta = \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1) \cdot$$

$$\frac{C}{R} = \frac{C_V}{R} + \frac{1}{1 + \frac{V dp}{p dV}}$$

$$C = \frac{p dV}{V dT}$$

$$\Delta = \frac{1}{2} \cdot 2V_0$$

$$I \rightarrow I'$$

$$T = \text{const}$$

$$\times 831$$

$$3^2$$

$$pV = \text{const}$$

$$\begin{array}{r} 3 \cdot 8,31 \cdot 246 \cdot 15 \\ - 250 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 8,31 \\ - 250 \\ \hline 50 \end{array}$$

$$250$$

$$3^5 \cdot 8,31$$

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 checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" 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!

$$1 \rightarrow 1 \quad T = \text{const} \quad pV = \frac{p_0 V_0}{\sqrt{T_1 T_0}} \cdot T_1$$

~~$pV = \text{const}$~~

~~$p_1 = \frac{p_0 V_1}{V_0}$~~

~~5/10~~

~~$p = \text{const}$~~

~~$1 \rightarrow 2 \quad \frac{p_0 V}{V_0} = \frac{p_0 V_0 T_1}{\sqrt{T_0 T_1}}$~~

$$C/R = 2 \quad \gamma_R = \frac{C_v}{R} + \frac{1}{1-h}$$

$$\frac{2,5 - \frac{5}{2}}{2,5 - \frac{3}{2}}$$

$$\frac{C - C_v}{R} = \frac{1}{1-h}$$

~~$\frac{p_0 V}{V_0} = VR T_0$~~

$$p_0 V_0 = VR T_0$$

$$\frac{R}{C - C_v} - 1 = -h \quad p = \frac{1}{V^\infty} \left(\frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} \right)$$

$$\frac{R - C + C_v}{C - C_v} = -h$$

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

$$p_0 V_0 = VR T_0 \quad p_0 V_0 = \frac{p_0 V_0 T_3}{T_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T_1}{T_0}$$

$$\frac{C - C_p}{C - C_v} = h$$

$$\frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R}$$

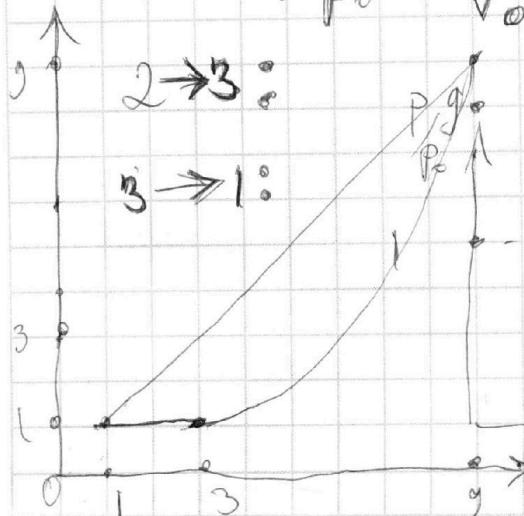
$$pV = \text{const}$$

$$pV = p_0 \cdot V_0$$

$$1 \rightarrow 2: \quad \frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} \quad 1,5R = \frac{3}{2}R + \frac{R}{1+h}$$

$$1,5R - \frac{5}{2}R \quad V_3 = V_0 \cdot \frac{T_3}{T_0}$$

$$\frac{\frac{3}{2} - \frac{5}{2}}{2} \quad \frac{V_3}{V_0} = \frac{T_3}{T_0}$$



$$\frac{3}{2}R \neq \frac{3}{2}R + \frac{R}{1+h}$$

$$1,2 + \frac{R}{8}$$

$$T_3$$