



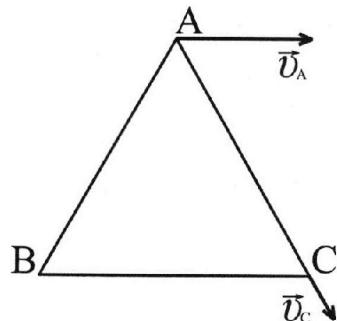
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 10-03**



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

**1.** Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент  $t = 0$  оказалось, что скорость  $\vec{v}_A$  точки A параллельна стороне BC и по величине равна  $v_A = 0,6$  м/с, а скорость  $\vec{v}_C$  вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника  $a = 0,3$  м.



1. Найдите модуль  $v_C$  скорости вершины C.

2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершил восемь оборотов?

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

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

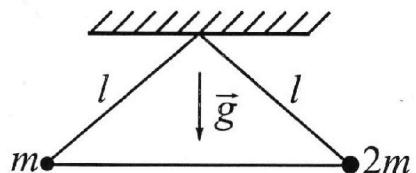
**2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 15$  м фейерверк находился через  $\tau = 1$  с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 30$  м/с. Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние  $L_{\text{MAX}}$  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.



1. Какой угол  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_1$  ускорения шарика массой  $m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .

2. Найдите модуль  $a_1$  ускорения шарика массой  $m$  сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

3. Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



# 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  $v = 1$  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  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество  $Q_1$  теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

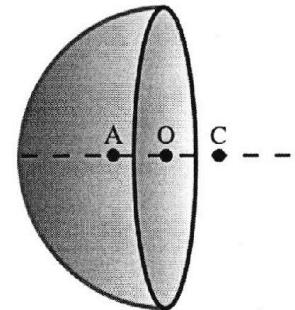
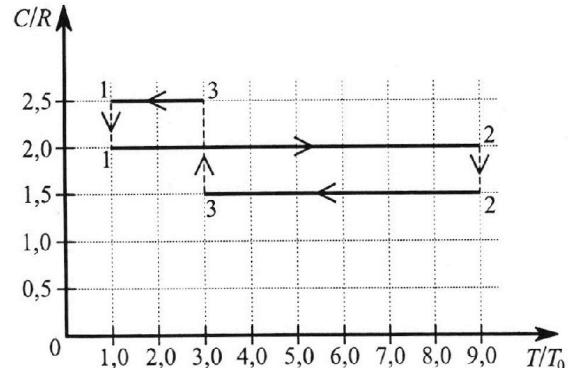
3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 415\text{ кг}$  за  $N = 25$  циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения  $g = 10\text{ м/с}^2$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31\text{ Дж/(моль·К)}$ . Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл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

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд  $Q$ . Точки 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  $q$ . В точке O кинетическая энергия частицы равна K.

1. С какой скоростью  $V$  частица движется на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки O? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость  $V_C$ , с которой частица движется в точке C. Точки A и C находятся на неизвестных равных расстояниях от точки O.

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





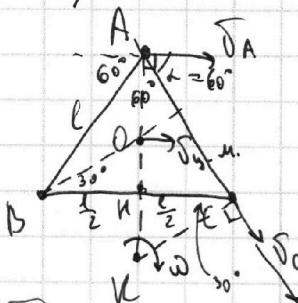
На одной странице можно оформлять **только** одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
6 из 16

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!

N1.



1. На ОХ можно записать:  $D_A \cdot \cos 60^\circ = D_C$   $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  (т.к. АС - перпендикуляр)  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow D_C = 0,6 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} = 0,3 \frac{m}{c}$$

( $l = d$ , не заменишь  
чтобы длина стор. стала одинак.)  
2. О-у.и. (неп-е висит р/c нр-ка)  
запомним, что сечение нр-к "вращ." овал.  $\Rightarrow$   
и где это верно  $\omega = \frac{J_A}{AK} = \frac{J_{\text{у.и.}}}{OK}$ .

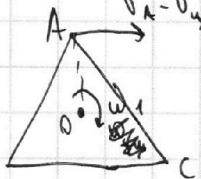
$AK =$  Пусть ~~1~~ б-стор. нр-ка  $\Rightarrow AK = AK + NK =$

$$= l \cdot \sin 60^\circ + \frac{l}{2} \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = l \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{l}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \cancel{l} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2\sqrt{3}} \right)$$

$$\text{и } OK = OK + NK = \frac{l}{2} \cdot \operatorname{tg} 30^\circ + \frac{l}{2} \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 2 \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} =$$

$$= \frac{l}{\sqrt{3}} \Rightarrow D_{\text{у.и.}} = J_A \cdot \frac{OK}{AK} = J_A \cdot \frac{\frac{l}{\sqrt{3}}}{l \left( \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2\sqrt{3}} \right)} = \cancel{l} \cdot \frac{2\sqrt{A}}{3+1} =$$

$$= \frac{\sqrt{A}}{2} \Rightarrow \beta \text{ и } c. \text{у.и.}$$



$$J_A - D_{\text{у.и.}} = \frac{1}{2} J_A \Rightarrow \cancel{D_A \cdot OA = \frac{3}{4} J_A} \cancel{D_B \cdot OB = \frac{3}{4} J_A} \cancel{D_C \cdot OC = \frac{3}{4} J_A} \Rightarrow 8 \text{ образов - расст. } f \cdot \pi \cdot l \cdot 8 \Rightarrow$$

$$2 \cdot \cancel{\frac{3}{4} J_A} = \cancel{\frac{3}{4} J_A} \cancel{\frac{3}{4} J_A} \cancel{\frac{3}{4} J_A} \cancel{\frac{3}{4} J_A} \Rightarrow 2l \cdot \cancel{\frac{3}{4} J_A} \Rightarrow 16\pi l \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = \frac{16\pi l}{\frac{1}{2} \cancel{J_A}} = \frac{64\pi l}{\cancel{J_A}} = \frac{64 \cdot \pi \cdot 0,3m}{0,6 \frac{m}{c}} = \frac{32}{\cancel{0,6}} \pi \approx 100,5c$$

(Несложные задачи на с.нр. 12)



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

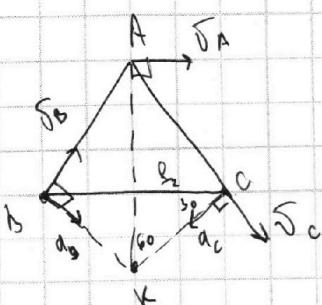
СТРАНИЦА  
11 ИЗ 16

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. (результат)

$$3. R = m \alpha \quad (\text{zg a-gesp. gering. weitet})$$

Dreh, rot.  $BK \approx KC$  (wz. annehmen).



$$\text{onnel. AK} \Rightarrow \Gamma_B = \Gamma_C \text{ und } d_B = d_C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = m \cdot \frac{V_c^2}{2 \cdot k_C} \quad \text{II} \quad \text{W.D.}$$

$$= \text{del } \text{del} \frac{60}{10^6} n \cdot \frac{\text{del}}{\frac{C^2}{\frac{e}{2}}} \frac{\mu^2}{5 \cdot 10^6}$$

$$= \frac{6}{10^5} \cdot \frac{\frac{9-10}{9.3\mu - \frac{2}{55}}}{-2} \text{ Hz} = \frac{9 \cdot 8 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 5 \cdot 10} \text{ Hz} = 9\sqrt{3} \cdot \frac{1}{10^5} \text{ Hz}$$

$$\text{Jubiläum: } 1) \quad f_1 = 0,3 \frac{1}{\mu}$$

$$2) \tau = 100,5 \text{c}$$

$$3) R = \frac{9\sqrt{3}}{10} u$$



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**.

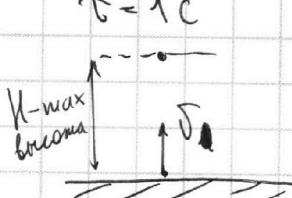
 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
1 из 14

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.

$$1). \quad h = 15 \text{ м}$$

$$\Rightarrow h = V_0 \cdot T - \frac{g T^2}{2} \quad (1)$$



$$\text{и } H = V_0 \cdot T - \frac{g T^2}{2}$$

Что  $T$  - время полёта до макс высоты  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow V_0 - gT = 0 \Rightarrow T = \frac{V_0}{g} \approx H = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{2g} \quad (2)$$

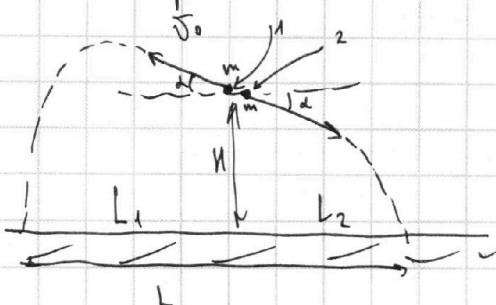
$$\text{Из (1)} \quad V_0 = \frac{h + \frac{g T^2}{2}}{T} \Rightarrow \cancel{V_0} = \frac{15 \text{ м} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{ с}^2}{2}}{1 \text{ с}} =$$

$$= 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow \cancel{T = \frac{20 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = 2 \text{ с} \quad H = \frac{400 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 20 \text{ м}$$

2).  $m$  - мяча ~~воздуха~~ воздуха  $\Rightarrow$  Из зсн скор-ми

2-ое склонение тоже равна  $V_0$  и противопол. направ.

пересечение 1-го склонения:



$L = L_1 + L_2$ . Тут же + кн склонение

найдем время  $T_1$ , а 2-ой

найдем время  $T_2$  (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 14

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!

$\sqrt{2}$  (продолжение №-1)

$$\Leftrightarrow \text{Для 1-го: } \begin{cases} L_1 = V_0 \cos \alpha \cdot T_1 \\ K = -V_0 \sin \alpha \cdot T_1 + \frac{g T_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\text{Для 2-го: } \begin{cases} L_2 = V_0 \cos \alpha \cdot T_2 \\ K = -V_0 \sin \alpha \cdot T_2 + \frac{g T_2^2}{2} \end{cases}$$

$$L = L_1 + L_2 = V_0 \cos \alpha (T_1 + T_2)$$

$$③ \frac{1}{2} \cdot T_1^2 - V_0 \sin \alpha \cdot T_1 - K = 0.$$

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK \quad (+, \text{мн. } T_1 > 0)$$

$$T_1 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK}}{g}$$

$$④ \frac{1}{2} \cdot T_2^2 + V_0 \sin \alpha \cdot T_2 - K = 0.$$

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK \quad (+, \text{мн. } T_2 > 0)$$

$$T_2 = \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK}}{g}$$

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

$$\Rightarrow L_{\max} \text{ если } -\cos \left( -V_0^2 \cdot \cos^4 \alpha + \cos^2 \alpha (2gK + V_0^2) \right) - \text{max}$$



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  
3 из 14

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!

$\sqrt{2}$  (продолжение - 2)

$$t = \cos^2 \alpha$$

↓

$$\left( -V_0^2 \cdot t^2 + (2gH + V_0^2) \cdot t \right) - \text{наработка времени вись}$$

$$\Rightarrow \text{Когда} \max \text{ ум - е при } t = \frac{-2gH - V_0^2}{-2V_0^2} = \frac{gH}{V_0^2} + \frac{1}{2}$$

$$= \frac{10 \cdot 20}{900} + \frac{1}{2} = \frac{\frac{20}{9}}{9} + \frac{1}{2} = \frac{13}{18} \quad (\cos^2 \alpha = \frac{13}{18} \text{ возможн})$$

$$\Rightarrow L_{\max} = \left( \frac{2-30}{10} \cdot \sqrt{900 \cdot \frac{13}{18} \cdot \frac{5}{18}} + 2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot \frac{13}{18} \right) \approx 131 \text{ м}$$

~~$$= (6 \cdot 10 \cdot \sqrt{\frac{13}{18}}) \text{ м} \approx 60 \cdot 2,0 \approx 120 \text{ м}$$~~

Ответ: 1).  $H = 20 \text{ м}$

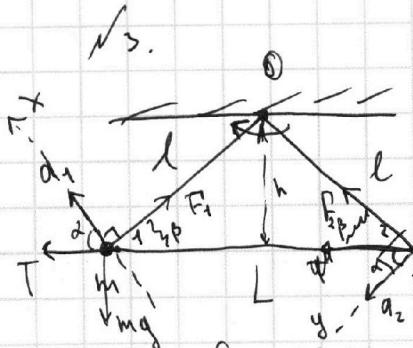
2).  $L_{\max} \approx 131 \text{ м}$

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

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 11

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. После отрыва от сист. зажима  
(не зажима) пружина не сжата. т.о. б  
тут. угл. спряткой сторону. А

м.н. В начале супр. двим. массок 0, то будем у 1-010

будем учес. перпендул. между 1, а у 2-010  
перпендул. между 2 (иначе погиб. центростремл.)

$$\text{учес. напр. напр. к м.} \Rightarrow \angle = 90 - \beta, \text{ а } \cos \beta = \\ = \frac{\frac{l}{2}}{l} = \frac{0,6l}{l} = 0,6 \Rightarrow \cos(90 - \beta) = \sin \beta = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8 \Rightarrow \\ \Rightarrow \cos \angle = 0,8 \Rightarrow \angle = \arccos(0,8) \text{ и } \sin \angle = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$$

2. ~~F\_1 и F\_2 - это сила напрям. между 1 и 2~~  
~~Для 1-го марки на ОX верно: m\alpha\_1 = T \cos \angle~~  
~~Для 2-го марки на ОY верно: 2m\alpha\_2 = T \cos \angle~~

$$\Rightarrow \alpha_1 = \frac{T \cos \angle}{m} = \frac{T \cos \angle}{m} \quad (= a) \quad \text{равнодейств. от}$$

2. Заменим, что  $d_1 = d_2$  (м.н. ~~одинак~~)

Для 1-го марки на ОX верно:  $m\alpha_1 = T \cos \angle - mg \cdot \sin \angle$

Для 2-го марки на ОY верно:  $2m\alpha_2 = 2mg \cdot \sin \angle - T \cos \angle$

После при сложении получим:  $3ma = mg \sin \angle \Rightarrow a = \frac{g \sin \angle}{3} = 2 \frac{m}{l^2}$



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**.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
5 ИЗ 16

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!

N<sup>o</sup> 3 (продолжение)

3. Тогда  $\frac{m \cdot u}{m \cdot u + m \cdot l} = \frac{T \cos \alpha - m g \sin \alpha}{T}$

$$\Rightarrow T = \frac{m + m g \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 2 \cdot \frac{\mu}{C^2} + 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \cdot \frac{\mu}{C^2} \cdot 0,6}{0,8} =$$

$$= \frac{0,4 + 1,2}{0,8} \text{ Н} = \frac{1,6}{0,8} \text{ Н} = 2 \text{ Н}.$$

Онбем:  $\phi = \arccos(0,8)$

2)  $a_1 = 2 \frac{\mu}{C^2}$

3).  $T = 2 \text{ Н}.$



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

- 1    2    3    4    5    6    7

СТРАНИЦА  
1 из 19

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.

1. В процессе 1-2:  $pV^n = \text{const}$ , где  $n = \frac{C - V_2}{C - C_p} = \frac{C - V_2}{C - C_p}$

$C = 2R$  (из уравнения).  $C_V = \frac{3}{2}R$  (и.к. из определения)

$$C_p = C_V + R = \frac{5}{2}R \Rightarrow n = \frac{2R - \frac{3}{2}R}{2R - \frac{5}{2}R} = \frac{\frac{1}{2}}{-\frac{1}{2}} = -1$$

$$\Rightarrow p_1 V_1 = gRT_0 \quad (1) \\ p_2 V_2 = gRT_0 \quad (2)$$

$$\Rightarrow p_2 V_2 = g p_1 V_1$$

~~Изотермический процесс~~.  $\frac{p_1}{p_0} = \frac{V_0}{V_1} \Rightarrow \frac{p_1}{p_0} = \frac{V_1}{V_0} = \frac{V_1}{3V_0}$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_0} \cdot \frac{V_1}{V_0} = 3 \Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = \sqrt{3}$$

$$\Rightarrow V_1 = 3V_0 \Rightarrow p_1 = \frac{g p_0 V_0}{3V_0} = \frac{g p_0}{3} = 3p_0$$

Далее в процессе 2-3:  $pV^n = \text{const}$ , где  $n_1 = \frac{C_1 - C_2}{C_1 - C_p} = \frac{C_1 - C_2}{C_1 - C_p}$

$$C_1 = 1,5R \quad (\text{из уравнения}) \Rightarrow n_1 = \frac{2R - \frac{3}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = 0 \Rightarrow p = \text{const} =$$

$$\Rightarrow p_2 = p_1 \quad (\text{и.к. 3}) \quad \text{и} \quad p_1 V_1 = gRT_0 \\ p_1 V_2 = 3gRT_0 \quad \Rightarrow \quad p_1 V_1 = 3p_2 V_2 \quad (\Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{3V_2})$$



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

СТРАНИЦА  
8 из 16

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!

$N_4$  (продолжение -1)

$$\text{В процессе } 1-3 \quad pV^{n_2} = \text{const}$$

$$n_2 = \frac{C_2 - C_p}{C_2 - C_V}$$

$$\Rightarrow \text{м.н. } C_2 = 2,5R \quad (\text{из граф.}) \Rightarrow n_2 = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}$$

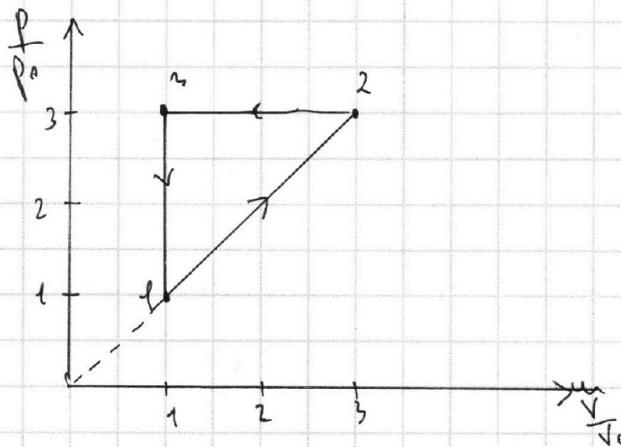
$$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{3} = V_0$$

$$\text{В процессе } 1-3 \quad pV^{n_2} = \text{const} \quad \text{и} \quad n_2 = \frac{C_2 - C_V}{C_2 - C_p}$$

$$\text{м.н. } C_2 = 2,5R \Rightarrow n_2 = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R} \rightarrow \infty \Rightarrow V = \text{const}$$

$$\Rightarrow V_1 = V_2 = V_0 \quad \text{и} \quad p_1 V_0^2 = 2RT_0 \quad p_2 V_0^2 = 3RT_0$$

Диаграмма:





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  
9 ИЗ 14

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!

N<sub>4</sub> (решено графическим - 2)

2. Ось, что первоначальная подъёмная сила  $b$  (-2)

$$\Rightarrow Q_1 = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$A_{12} (\text{под } S \text{ под графиком}) = \frac{p_0 + 3p_0}{2} \cdot (3V_0 - V_0) =$$

$$= 4p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} gR (gT_0 - T_0) = \frac{3}{2} \cdot 8gRT_0 = 12gRT_0$$

$$p_0 V_0 = gRT_0 \Rightarrow Q_{12} = 4gRT_0 + 12gRT_0 = 16gRT_0 =$$

$$= 16 \cdot 1 \text{ млн. } 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}} \cdot 200\text{K} \approx 26,6 \text{ КДж.}$$

3. Рабочая масса за цикл (S под графиком) =  $A_2$  =

$$= (3p_0 - p_1) \cdot (3V_0 - V_0) \cdot \frac{1}{2} = 2p_0 V_0 = 2gRT_0 \Rightarrow A_{\text{рабочий}} = \frac{A_2}{2} = gRT_0$$

При подъёме M на высоту H нужно совершить работу  $A_n = MgH$ . За 25 циклов совершил рабочую  $N \cdot A_{\text{рабочий}}$

$\Rightarrow A_n = MgH \Rightarrow N \cdot A_{\text{рабочий}} = 25 \cdot 0,7gRT_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow H = \frac{25 \cdot 0,7gRT_0}{Mg} = \frac{25 \cdot 1 \text{ млн. } 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}} \cdot 200\text{K}}{415\text{кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} \approx 10\text{м}$$

Ответ: 1) на стр. 8 2)  $Q_1 \approx 26,6 \text{ КДж}$  3)  $H \approx 10\text{м}$



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  
10 ИЗ 14

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).

До - сфер. часм. 8 м.О



В на беш.  $\varphi_B$  (заполнено) = 0

$$\text{III фига из 3(7): } \frac{mV^2}{2} = q \cdot (\varphi_A - \varphi_B) = q \cdot \varphi_A \quad q(\varphi_A - \varphi_0) =$$

$$\text{Прием 8 м.О } F_x = K = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow \text{из 3(7): } K = q(\varphi_0 - \varphi_A) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K = \frac{mV^2}{2} - q\varphi_0 \Rightarrow \frac{mV^2}{2} = K + q\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} \Rightarrow \frac{mV^2}{2} = K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{2(K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R})}{m}}$$

(заполнено полуподземный  $\varphi_0$ )  
(заполнено и тогда  $\varphi_C = \varphi_0$ )  
(заполнено и тогда  $\varphi_C = \varphi_A - \varphi_A$ )  
(заполнено и тогда  $\varphi_C = \varphi_A$ )

$$2). \text{ Из 3(7): } \frac{mV_c^2}{2} = q(\varphi_A - \varphi_C)$$

Из метода суперпозиции легко понять,

$$\text{что } \varphi_C = \varphi_0 - \varphi_A \Rightarrow \frac{mV_c^2}{2} = q(2\varphi_A - \varphi_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{mV_c^2}{2} = 2q\varphi_A - q\varphi_0 = mV^2 - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\Rightarrow 2K + \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} = 2K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \quad V_c = \sqrt{\frac{2(2K + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R})}{m}} \quad \text{(заполнено)}$$



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  
12 ИЗ 14

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!

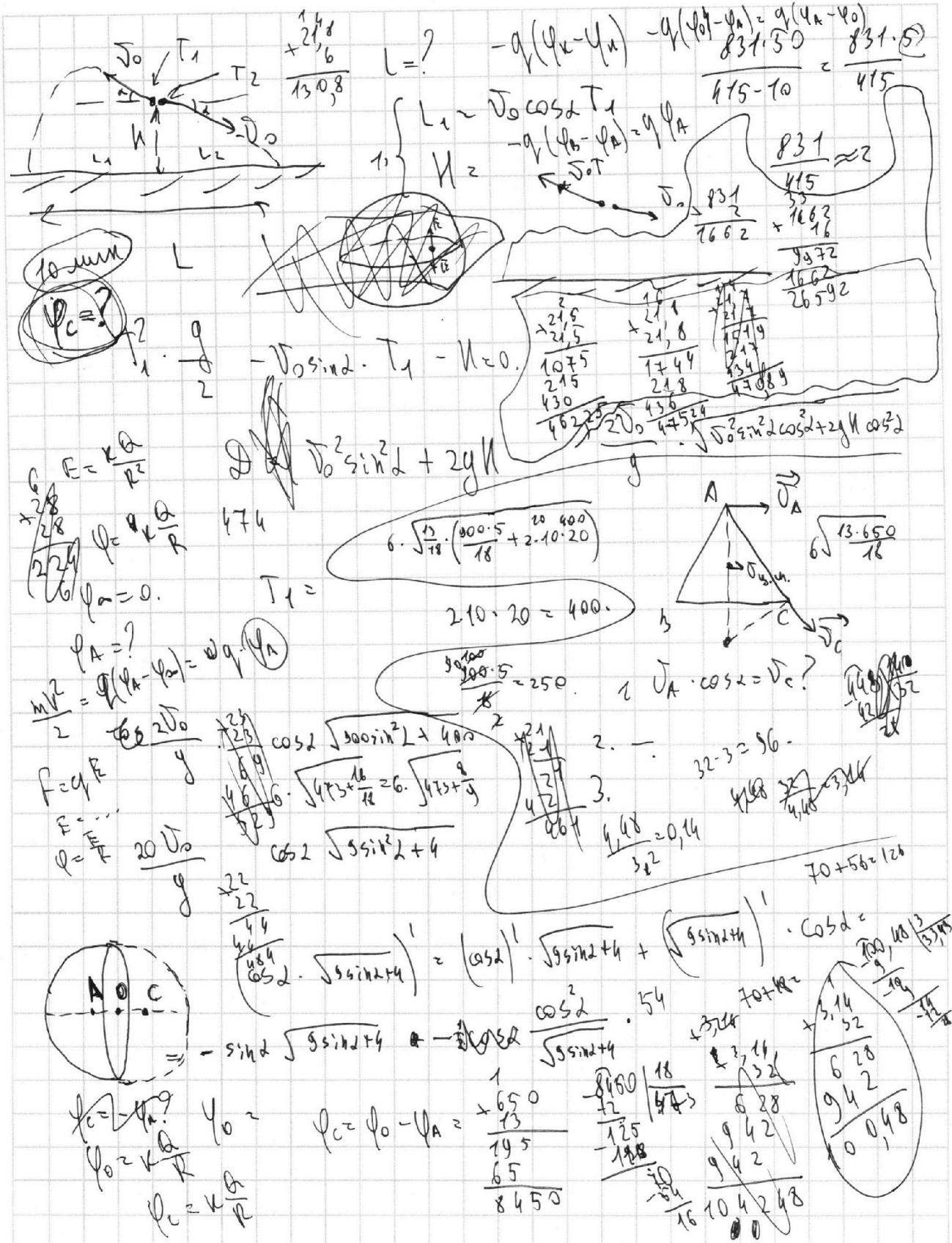


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



СТРАНИЦА  
14 ИЗ 14

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**.



СТРАНИЦА  
13 из 14

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!

$R = m \cdot a$   
 $t^2 + t \cdot \left(2gH + V_0^2\right) \frac{C_V}{C_P} = \frac{3}{2} RT \quad V = const$   
 $p = const \Rightarrow dP = dA + dU = \frac{\partial U}{\partial T} dT + \frac{1}{2} \frac{\partial P}{\partial T} dT \Rightarrow p = const$   
 $\frac{(-C_V)}{C_P} = \frac{p dV}{R dT} = \frac{1}{2} \frac{R - \frac{3}{2} R}{2R - \frac{3}{2} R} = -\frac{1}{2}$

$t^2 = \frac{-2gH - V_0^2}{2V_0} + \frac{gH}{V_0} + \frac{V_0}{2} = \frac{10 \cdot 20}{30} + \frac{31}{3V_0}$   
 $C = \frac{\partial Q}{\partial T} = 1 + \frac{i}{2} = 1 + \frac{3}{2} = \frac{5}{2}, \quad p = \sqrt{V_0}$

$631 - 200 = t^2 = \frac{-2gH - V_0^2}{-2V_0^2} - \frac{gH}{V_0^2} + \frac{1}{2} = \frac{10 \cdot 20}{900} + \frac{1}{2}$

$\frac{831}{16} = \frac{2}{2} - \frac{9}{g} + \frac{1}{2} \cdot \frac{13}{18}$   
 $831 = 2 \cdot 16 \cdot 16$   
 $415 = 2 \cdot 16 \cdot 16$   
 $2 \cdot 2 = 4$   
 $\frac{2g}{100} = \frac{10 \cdot 10}{100}$   
 $\cos = \cos(90 - \alpha)$   
 $\cos(90 - \alpha) = \sin \alpha$   
 $60 \text{ mN} \cdot \frac{60}{1000} = \frac{6}{100} = 0,6$   
 $\frac{10 \cdot 0,6}{3} = 20$   
 $\frac{5,2}{0,8} = 6,5$   
 $\frac{5,2}{0,8} = 6,5$   
 $C_V = \frac{3}{2} R \quad C_P = \frac{5}{2} R$   
 $\frac{13}{18} \left(250 + 400\right) = \frac{13 \cdot 650}{183} = \frac{2R - \frac{3}{2}R}{20} = \frac{\frac{1}{2}R}{20} = \frac{3}{2}R \cdot \frac{13}{18} \cdot \frac{16}{16} = \frac{3}{2}R \cdot \frac{13}{18} \cdot \frac{16}{16} = \frac{1662}{2658} = \frac{1662}{2658}$

$\frac{pV^n}{V^n} = const \Rightarrow \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$   
 $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_0}{V_0}$   
 $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow p_1 \cdot V_0 = p_0 \cdot V_1$   
 $1-2: \quad C = 2R \quad p_1 = p_0 \cdot \frac{V_0}{V_1} = 5V_0$   
 $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow p_1 \cdot V_2 = p_2 \cdot V_1$   
 $V = const$

$C_V = \frac{C_P}{\Delta T} = \frac{5R}{\Delta T} = \frac{\frac{5}{2}R \cdot \Delta T}{\Delta T} = \frac{5}{2}R$

$\frac{50}{18} \left(\frac{100}{500} \cdot 5 + \frac{20}{100} \cdot 20\right) = \frac{100}{18} + 20 = 24,4$