



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



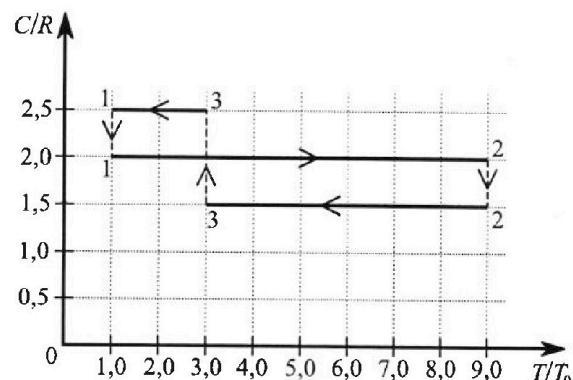
**Вариант 10-03**

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

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

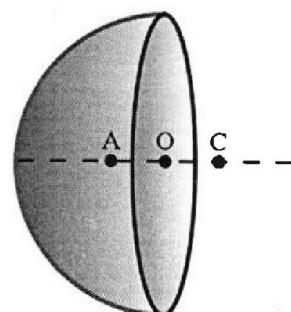
- Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

- Какое количество  $Q_1$  теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?
- 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  $R = 8,31\text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$ . Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.



**5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд  $Q$ . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние  $R$ . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой  $m$ , заряд  $q$ . В точке О кинетическая энергия частицы равна  $K$ .

- С какой скоростью  $V$  частица движется на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
- Найдите скорость  $V_C$ , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

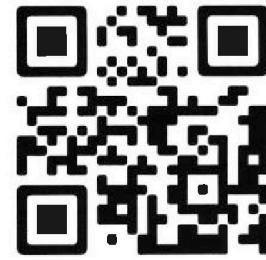


Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



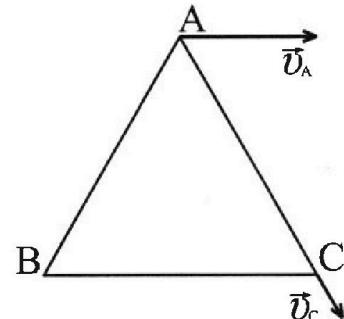
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**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  $\tau$  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.

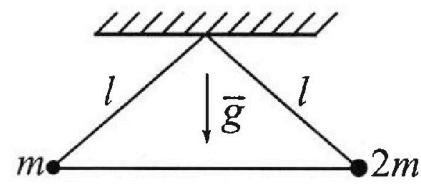
**2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h=15$  м фейерверк находился через  $\tau=1$  с после начала полета.

- На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g=10$  м/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.

- 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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.
- Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



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

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" 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!

N1

Дано:

$$V_A = 0,6 \text{ м/с}$$

$$a = 0,3 \text{ м}$$

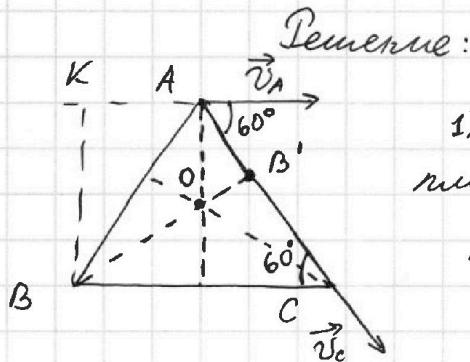
$$1) V_C - ?$$

$$2) N = ?$$

$$\alpha - ?$$

$$3) m = 60 \text{ кг}$$

$$R - ?$$



Решение:

1) Из условия, что  
пирамида пересекла:

$$V_A \cdot \cos(60^\circ) = V_C$$

$$V_C = \frac{1}{2} \cdot 0,6 \text{ м/с} = 0,3 \text{ м/с}$$

2) У.и. находится ~~на~~ 0 точке пересечения  
медиан (в точке О)

3) Представим, как будто О - центр окр.  
найдём условие скорости:

$$\omega_A = OA \cdot \omega_A = \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a\right) \cdot \omega_A = \left(\frac{\sqrt{3}}{3}\right) V_A (\text{с/с})^{-1} = \frac{\sqrt{3} V_A}{a}$$

$$\omega_C = \frac{V_C}{OB'} = \frac{V_C}{\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a} = \frac{2\sqrt{3} V_C}{a}$$

$$\omega_O = \omega_A + \omega_C = \frac{2\sqrt{3} V_C + \sqrt{3} V_A}{a} = \frac{2\sqrt{3} V_A}{a}$$

$$4) \tau = \frac{N \cdot 2\pi}{\omega_O} = \frac{16\pi a}{2\sqrt{3} V_A} = \frac{8\sqrt{3}\pi a}{3 V_A} = \frac{4\sqrt{3}\pi}{3}$$

5) Найти самое длине ВЗ

$$\omega_A = \frac{V_A}{BK} = \frac{V_A}{\frac{\sqrt{3}}{2} a} = \frac{2\sqrt{3} V_A}{3 a}$$

$$\omega_C = \frac{V_C}{BB'} = \frac{V_C}{\frac{\sqrt{3}}{2} a} = \frac{2\sqrt{3} V_C}{3 a}$$

$$\omega_B = \omega_A + \omega_C = \frac{2\sqrt{3} V_A + 2\sqrt{3} V_C}{3 a} = \frac{13 V_A}{a}$$

$$6) R = ma = m \cdot \omega_B^2 \cdot B = m \cdot \frac{3 V_A^2}{a^2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{13 V_A^2 \cdot m}{a}$$

$$\text{Ответ: } V_C = 0,3 \text{ м/с}, \tau = \frac{4\sqrt{3}\pi}{3}; R = \frac{13 V_A^2 m}{a}$$



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

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

$\frac{N_2}{N_2}$

Дано:

$$h = 15 \text{ м}$$

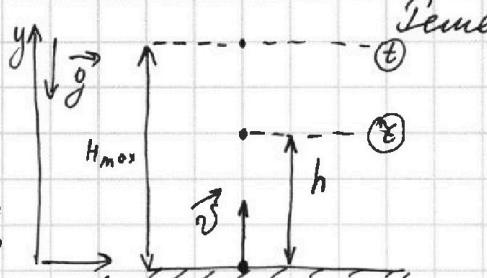
$$\tau = 1 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = 30 \text{ м/с}$$

$$1) H_{\max} - ?$$

$$2) L_{\max} - ?$$



Решение:

①

$$1) h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \\ \Rightarrow v_0 = \frac{h}{t} + \frac{gt^2}{2}$$

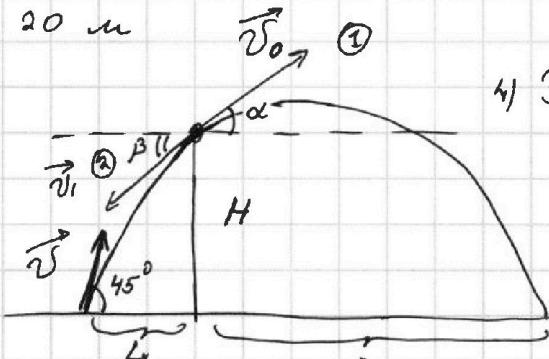
$$2) H_{\max} \Rightarrow v_{y\max} = 0$$

$$3) H_{\max} = \frac{v_{y\max}^2 - v_0^2}{-2g}$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = \left( \frac{h}{t} + \frac{gt^2}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g} = \left( \frac{15 \text{ м}}{1 \text{ с}} + \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2}$$

$$= 20 \text{ м}$$

II



4) ЗСИ на оси:

$$v_0 \cos \alpha = v_x$$

$$v_0 \sin \alpha = v_y \Rightarrow \alpha = \beta$$

$$v_0 = v_1$$

5) Получаем, что

суммарная длина  $L_1$  равна длине траектории если бы запущеным мяч из точки  $H$ , куда приземлился мяч  $v_0$

В таком случае ( $H_{\max} \rightarrow \infty$ ) надо запустить под углом  $45^\circ$  мяч, чтобы на высоте  $H$  имела скорость  $v_0$ . При этом заметим, что если  $H = H_{\max}$  для этой траектории, то  $L_1$  будет максимально удалён, а значит и суммарная длина будет максимум.

тогда  $v_0 = v_x$ ; Разобьём на два равных участка ( $L_1 = h_0$ ):

$$L_0 = v_0 \cdot t \quad H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow L_0 = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$L_{\max} = 2L_0 = 2v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2 \cdot 30 \text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 120 \text{ м}$$

Ответ:  $H = 20 \text{ м}$ ;  $L = 120 \text{ м}$



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  
1 ИЗ 2

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

Дано:

$$m_1 = 2002 \text{ г} = m$$

$$m_2 = 2m$$

$$\lambda = 1,26$$

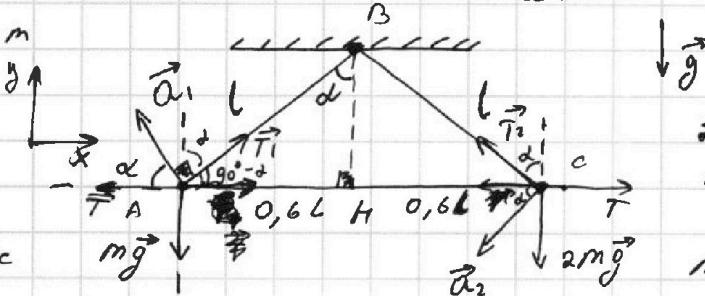
$$1) \sin \alpha = ?$$

$$2) a_1 = ?$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$3) T = ?$$

Решение:



1) Так как ресси и стержень перегиблены, то груз массой

и будет двигаться по окр., с радиусом  $l$ , так и груз массой  $2m$

2) Так как изначальная скорость  $v = 0$ , то и  $a_n = 0 \Rightarrow$  если  $\vec{a}_2 = \vec{a}_1 + \vec{b}$  (ускорение перпендикулярно радиусу)

3) Тогда угол  $\alpha$  будет равен углу между  $b$  и перпендикулером, опущенным из точки подвеса на стержень

$$4) M.K. \Delta ABC - p/2, \text{ то } Ah = \frac{1}{2} \cdot AC = 0,6l$$

5)

$$\sin \alpha = \frac{Ah}{AB} = \frac{0,6l}{l} = 0,6; \cos \alpha = 0,8$$

6) Из условия не расщепления стержня:

$a_1 = a_2$ , а в силе упругости тоже однаковая и равна  $T$

7) II З-я Ньютона в проекциях на оси:

$$\begin{cases} -ma_1 \cos \alpha = T_1 \sin \alpha + T \\ ma_1 \sin \alpha = T_1 \cos \alpha - mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} -2ma_1 \cos \alpha = +T - T_2 \sin \alpha \\ -2ma_1 \sin \alpha = T_2 \cos \alpha - m \cdot 2g \end{cases}$$

$$\begin{cases} -3 \cdot 0,8ma_1 = 0,6\bar{T}_1 - 0,8\bar{T}_2 \\ 0 = 1,6\bar{T}_1 - 4mg + 0,8\bar{T}_2 \\ 0,6ma_1 = 0,8\bar{T}_1 - mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} -2,4ma_1 = 0,6\bar{T}_1 - 0,8\bar{T}_2 \\ 4mg - 1,6\bar{T}_1 = 0,8\bar{T}_2 \\ \bar{T}_1 = \frac{0,6ma_1 + mg}{0,8} \end{cases}$$



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!

$$\left\{ \begin{array}{l} -2,4ma_1 = 0,6(T_1 - T_2) \\ 4mg - 2(0,6ma_1 + mg) = 0,8T_2 \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -2,4ma_1 = 0,6(T_1 - T_2) \\ \frac{2mg - 1,2ma_1}{0,8} = T_2 \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -2,4ma_1 = 0,6 \left( \frac{0,6ma_1 + mg}{0,8} - \frac{2mg - 1,2ma_1}{0,8} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -4a_1 = \frac{1,2a_1 + 2g - 2g + 1,2a_1}{1,6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -4a_1 = \left( \frac{0,6a_1 + g - 2g + 1,2a_1}{0,8} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -3,2a_1 = -g + 1,8a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{1}{5}g = 2 \text{ m/c}^2$$

$$8) -0,8 \cdot 0,2mg = 0,6 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,2mg + mg}{0,8} + T$$

$$-0,16mg = \frac{3}{4} \cdot (0,12mg + mg) + T$$

$$T = 0,08mg + 0,75mg + 0,16mg = mg = 2H$$

Ответ:  $\sin \alpha = 0,6$ ;  $a_1 = 2 \text{ m/c}^2$ ;  $T = 2H$



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 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

Дано:

$$V = 1 \text{ моль}$$

$$i = 3$$

$$T_0 = 200 \text{ K}$$

$$\begin{aligned} 1) & \text{ градуск} \\ & P(V) \end{aligned}$$

$$2) Q_1$$

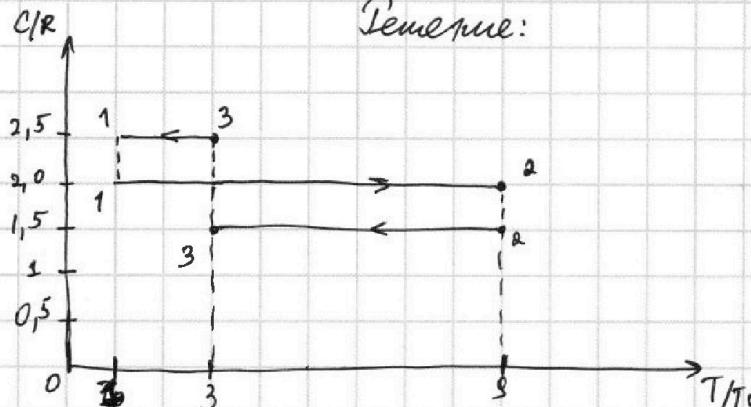
$$3) M = 415 \text{ кг}$$

$$N = 25$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$$

$$\beta = \frac{1}{2} \quad H - ?$$



Решение:

1) Запишем 1 шагаю термодинамики:

$$Q = A + \Delta U = C_V \Delta T \Rightarrow C_V = \frac{3}{2} R + \frac{A}{\Delta T}$$

$$2) C_{1-2} = 2R = \frac{3}{2} R + \frac{A}{\Delta T} \Rightarrow A_{1-2} = \frac{1}{2} VR \Delta T_{1-2} = 4VRT_0$$

$$C_{2-3} = \frac{3}{2} R + \frac{3}{2} R + \frac{A}{\Delta T} \Rightarrow A_{2-3} = 0 \Rightarrow 2-3 - \text{изохорический процесс}$$

$$C_{3-1} = \frac{5}{2} R = \frac{3}{2} R + \frac{A}{\Delta T} \Rightarrow A_{3-1} = VR \Delta T_{3-1} = 2VRT_0$$

3) Работа представлена собой шагаю лог кривой процесса. Так как по диаграмме  $A_{1-2} > A_{3-1} > A_{2-3}$ , то процесс 1-2 будет находиться выше, чем процесс 3-1.

4) Уп-е менделеева - квадрата:

$$p_0 V_0 = VR T_0$$

$$p_1 V_2 = VR \cdot 3T_0 \Rightarrow p_2 = 3p_3$$

$$p_3 V_3 = VR \cdot 3T_0$$

$$5) V_2 = V_3 \quad (A_{2-3} = 0)$$

6)

$$A_{1-2} = \frac{p_0 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_0) = 4VRT_0$$

$$A_{3-1} = \frac{p_0 + p_3}{2} \cdot (V_2 - V_0) = 2VRT_0 \quad \textcircled{-}$$

$$2VRT_0 = p_3 \cdot (V_3 - V_0) = \frac{3VRT_0}{V_3} \cdot (V_3 - V_0) \Rightarrow V_3 = 3V_0 = V_2$$

$$7) p_2 = 3p_0 ; p_3 = p_0 \quad \text{смотри продолжение}$$



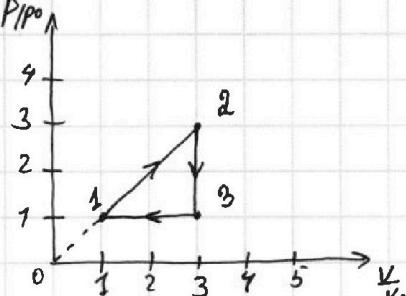
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Получаем, что процесс 3-1 - изобарический, а процесс 1-2 - прямое пропорциональность



8) Динамике:

$P$  ↑  
 так как процесса не можно было, так как в нем  $V \neq C_V \neq \text{const}$ , а также же можно было изотермы

$$9) Q_{1-2} = A_{1-2} + \frac{3}{2} VR_0 \bar{T}_{1-2} > 0$$

$$Q_{1-2} = 4VRT_0 + \frac{3}{2}VR \cdot 8T_0 = 16VRT_0 = 16 \cdot 200K \cdot 8,31 \cdot 1 = \\ = 26592 \text{ Дж}$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \frac{3}{2} VR_0 \bar{T}_{2-3} < 0 \Rightarrow Q_1 = Q_2 = Q_{1-2} = 26592 \text{ Дж}$$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \frac{3}{2} VR_0 \bar{T}_{3-1} < 0$$

$$10) A_{1-2-3-1} = |A_{1-2}| - |A_{3-1}| = 4VRT_0 - 2VRT_0 = 2VRT_0$$

~~$$MgH = \frac{N}{2} A_{1-2-3-1} = VRT_0 \cdot N \Rightarrow H = \frac{N \cdot VRT_0}{Mg}$$~~

$$H = \frac{25 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200}{415 \cdot 10} = \frac{831 \cdot 5}{415} = \frac{831}{83} = 10 \frac{1}{83} \text{ м}$$

Ответ: а) δ) 26592 Дж б) 10  $\frac{1}{83}$  ≈ 10 м



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

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

N5

Дано:

$Q, \rho, m, R, v_0, k$

1)  $v$ ?

2)  $v_c$ ?

Решение:

1) Решение как

сфера симметрична, то  
то тело будет

действовать всегда

"здесь". Но ввиду по горизонтали будет  
складываться, а по вертикали взаимо-  
упротивление. Значит можно представить что  
重心 находится в точке  $O'$

ЗСЭ при переходе из  $A$  в бесконечность

$$\cancel{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{(R-x)}} = k - \cancel{\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}} \quad k - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{2k}{m} - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R \cdot m}$$

все термины перешли в кинетическую, т.к.  
за бесконечности  $W_{pot} = 0$

ЗСЭ при переходе из  $A$  в  $O$ :

$$-\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0(R-x)} = k - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow \cancel{k} - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 x} = k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 k}$$

ЗСЭ при переходе из  $O$  в  $C$ :

$$k - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} = -\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0(x+R)} + \frac{mv^2}{2}$$



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

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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  
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!

$$k - \frac{9Q}{4\pi\epsilon_0 R} = -\frac{9Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{9Q}{4\pi\epsilon_0 x} + \frac{m v_c^2}{2}$$
$$v_c = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{29Q}{m4\pi\epsilon_0 \cdot R}} = \frac{2k}{m} + \frac{29Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot R} = \frac{2k}{m}$$
$$= \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{29Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{9Qm}{4\pi\epsilon_0 \cdot k}}} = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{2k}{m}} = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{9Q}{2\pi\epsilon_0 \cdot R \cdot m}}$$

$$v_c = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$$



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.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

$$\begin{aligned}\Delta T_{1-3} &= -2T_0 \\ \Delta T_{1-2} &= 8T_0 \\ \Delta T_{2-3} &= 6T_0\end{aligned}$$

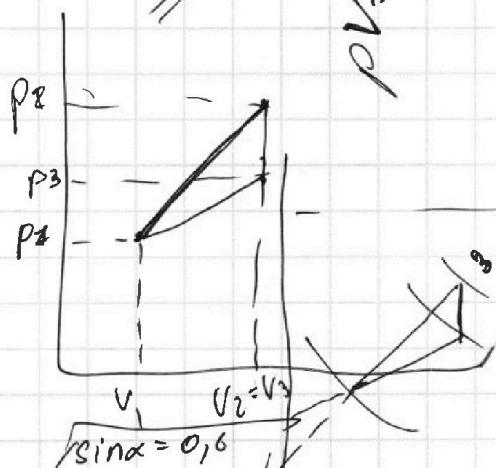
$$A_{2-3} = 0$$

$$C_V \Delta T = A + \Delta U$$

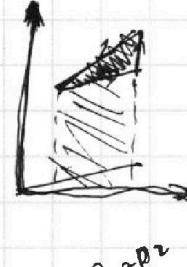
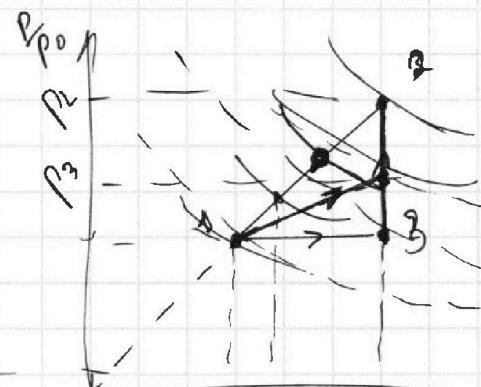
$$\begin{aligned}C_V &= \frac{A + \Delta U}{\Delta T} = \\ &= \frac{\frac{3}{2}VR\Delta T + A}{\Delta T} = \frac{3}{2}R + \frac{A}{VR\Delta T}\end{aligned}$$



$$\frac{A}{VR\Delta T} = \frac{1}{2}R \quad A = \frac{1}{2}VR\Delta T$$



$$PV = C_V T$$



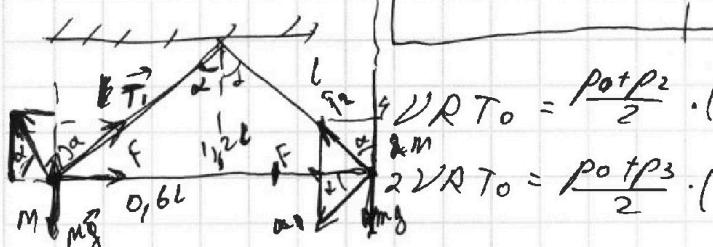
8

$$V \sin \alpha = 0,6$$

$$P_1 V_1 = P_0 V_0 = VR T_0$$

$$P_2 V_2 = VR \cdot 8T_0$$

$$P_3 V_3 = VR \cdot 3T_0$$



$$VR T_0 = \frac{P_0 + P_2}{2} \cdot (V_2 - V_0) \quad V_2 = V_3$$

$$2VR T_0 = \frac{P_0 + P_3}{2} \cdot (V_3 - V_0) \quad P_2 = 3P_3$$

$$P_3 V_3 = V P_3 T_0 \quad V_3 = \frac{3VR T_0}{P_3}$$

A

$$P_3 V_3 = V P_3 T_0$$

$$V_3 = \frac{3VR T_0}{P_3}$$

$$V_3 = \frac{3200}{8,31}$$

$$2VR T_0 = \frac{3P_3}{2} \cdot (V_3 - V_0) - \frac{P_3^2}{2} \cdot (V_3 - V_0)$$

$$2VR T_0 = P_3 (V_3 - V_0)$$

$$X = \frac{8,31}{16,62}$$

$$2VR T_0 = \frac{3VR T_0}{V_3} \cdot (V_3 - V_0)$$

$$X = \frac{32}{26,552}$$

$$\frac{2}{3}V_3 = V_3 - V_0$$

$$V_3 = 3V_0$$

$$X = \frac{99}{4780K}$$

$$\begin{aligned}T_1 \cos \alpha + a_1 \sin \alpha &= mg \\ a_1 \cos \alpha &= T_1 \sin \alpha + F \\ T_2 \cos \alpha &= mg + a_2 \sin \alpha\end{aligned}$$



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

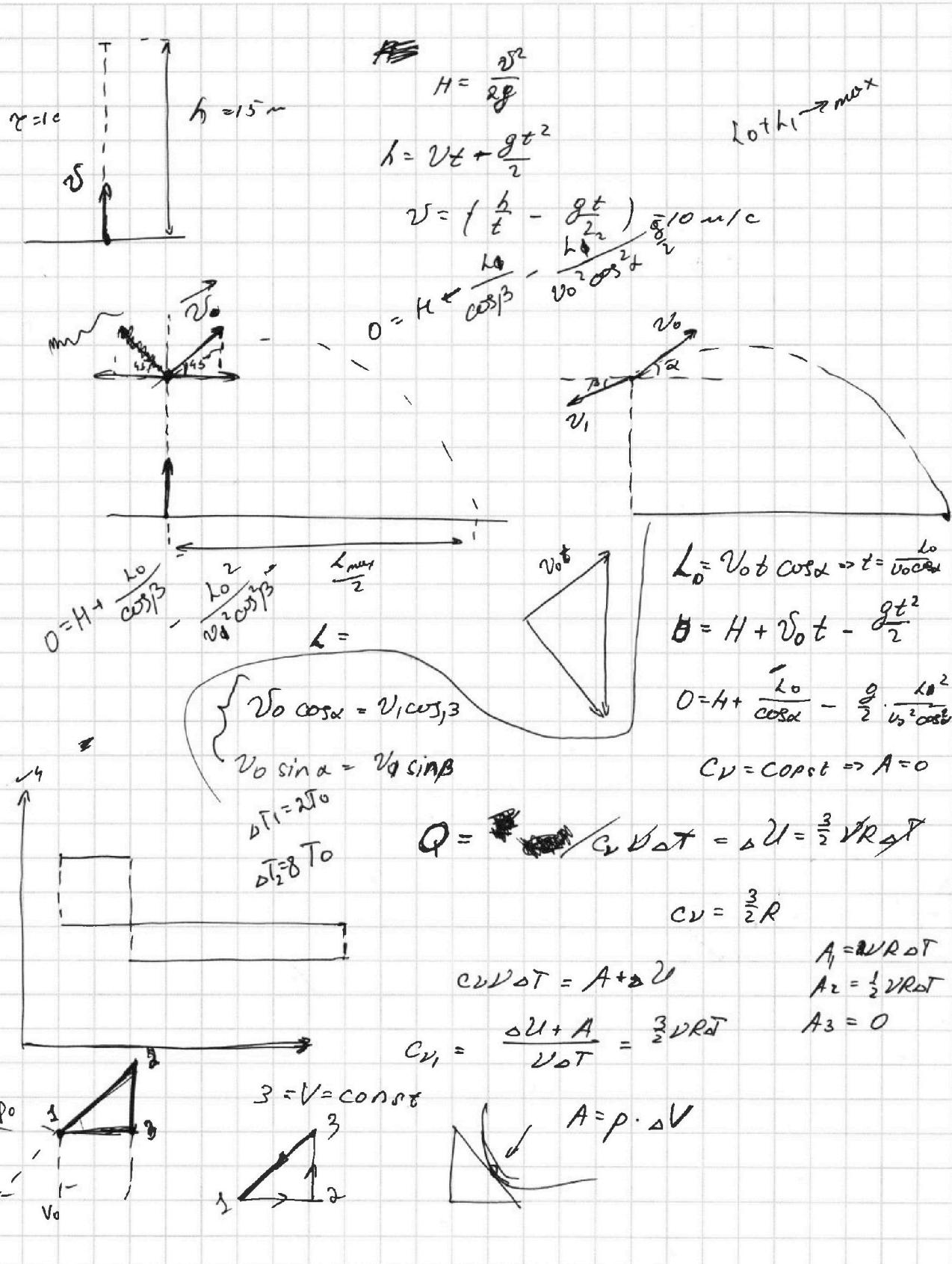
5

6

7

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!

$\theta = 45^\circ$   
 $\varphi = \frac{v_0 \cos \alpha}{v_0 \sin \alpha} = \frac{v_0 \cos \alpha}{v_0 \sin \alpha}$   
 $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$   
 $v_0 \cos \alpha = v_0 \cos \alpha$   
 $v_0 \sin \alpha = v_0 \sin \alpha - g t$   
 $KQ = K - \frac{KQ}{R-x}$   
 $KQ = \frac{1}{2} \pi R^2$   
 $A = F \cdot dr$   
 $H = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$   
 $v_0^2 = v_0^2 + (g t)^2 - \frac{1}{2} v_0 g t$   
 $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$   
 $H_{\max} = \frac{1}{2} g t^2$   
 $v_{0g} = g t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot g$   
 $m v_0 = K Q \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right)$

The page contains several hand-drawn diagrams and mathematical derivations related to a physics problem. At the top left, there's a diagram of a projectile's path in a coordinate system with axes  $x$  and  $y$ . The angle  $\theta = 45^\circ$  is shown. Below it, another diagram shows a particle moving in a circular path with velocity  $v_0$  and force  $F$ . To the right, there are diagrams of triangles and circles, possibly representing geometric or trigonometric relationships. The text includes various equations for velocity components, time, height, and initial velocity, along with formulas for the Earth's rotation and gravitational force. A large portion of the page is dedicated to calculating the maximum height  $H_{\max}$  reached by the projectile, using the formula  $H_{\max} = \frac{1}{2} g t^2$  and the expression  $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ .

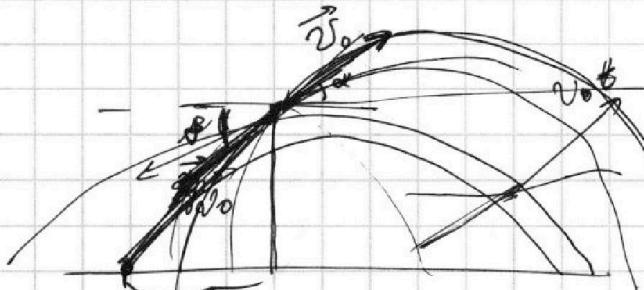


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



$$\begin{cases} V_0 \cos \beta = V_0 \cos \alpha \\ V_0 \sin \beta = V_0 \sin \alpha \end{cases}$$

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

$$L_0 = V_0 t \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{L_0}{V_0 \cos \alpha}$$

$$H = \frac{g}{2} \cdot \frac{L_0^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} - L_0 \cdot t g \alpha$$

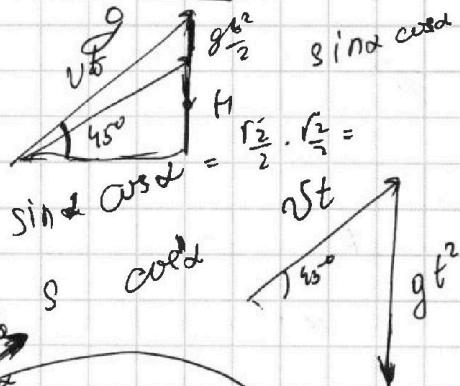
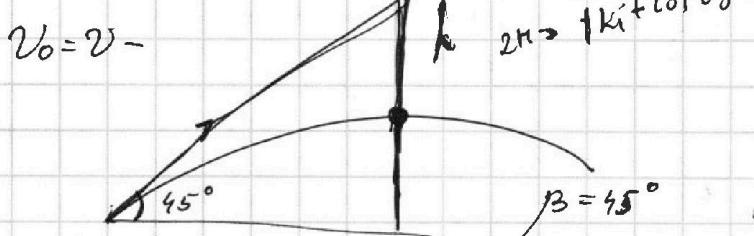
$$H = L_1 t g \alpha + \frac{g}{2} \cdot \frac{L_1^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$(L_1 + L_0) t g \alpha + \frac{g}{2} \cdot \frac{1}{V_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot (L_1^2 + L_0^2) = 0 \quad (H + \frac{g t^2}{2})$$

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha \quad \operatorname{tg} \alpha + \frac{g}{2} \cdot \frac{1}{V_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot (L_1 - L_0) = 0 \quad t = \frac{L_0}{V_0 \cos \alpha}$$

$$L_1 - L_0 = - \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot V_0^2 \cos^2 \alpha \cdot 2}{g}$$

$$2H = \frac{g}{2} \cdot \frac{g}{2}$$



$$H = V$$

$$V_{0x} = V \cos 45^\circ$$

$$V_{0y} = V \sin 45^\circ - g t \cos \alpha$$

$$V_0 = \sqrt{V^2 \left( \frac{1}{2} \right)^2 \left( V^2 \frac{1}{2} - g t \right)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{2} V^2 + \left( V \frac{1}{2} - g t \right)^2} \quad L = V \frac{1}{2} t$$

$$V_0^2 = \frac{1}{2} V^2 + \frac{1}{2} V^2 - \sqrt{2} V g t + \frac{g t^2}{2} \quad V = \sqrt{\frac{H + \frac{g t^2}{2}}{\frac{1}{2}}} =$$

$$H = V \cos 45^\circ t - \frac{g t^2}{2}$$

$$t = \frac{V \cos 45^\circ}{g} \quad H = \frac{1}{2} V t - \frac{g t^2}{2}$$

$$= \frac{1}{2} H + \frac{1}{2} g t^2$$