



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



**Вариант 10-04**

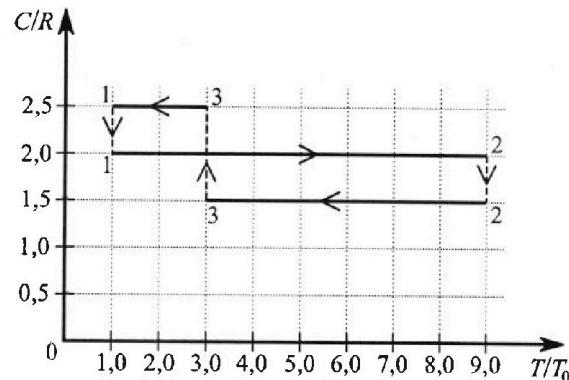
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $\nu = 5$  моль однотомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 300 \text{ K}$ .

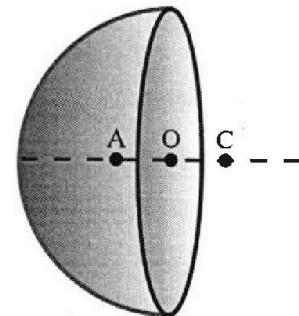
1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , где  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу  $A_1$  газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 400 \text{ кг}$  за  $N = 20$  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  $q$ . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна  $K$ .



1. Найдите скорость  $V_O$  частицы в точке О. Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

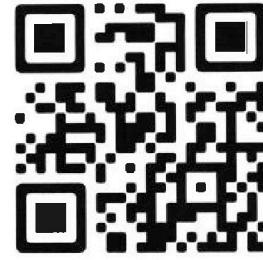
2. Найдите скорость  $V_C$  частицы в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

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



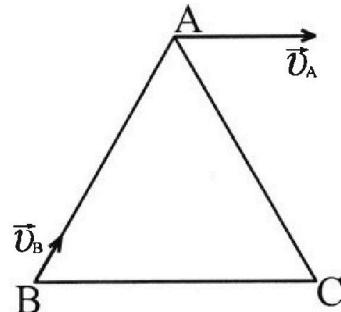
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 10-04**



*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  $\vec{v}_B$  вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна  $v_B = 0,4$  м/с, а скорость  $\vec{v}_A$  точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника  $a = 0,4$  м.



1. Найдите модуль  $v_A$  скорости вершины A.

2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершил один оборот?

Пчела массой  $m = 120$  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.

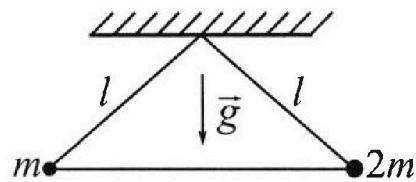
- 2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте  $H$  разорвался фейерверк, если известно, что на высоте  $h = 14,2$  м фейерверк летел со скоростью  $V = 6$  м/с? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте  $H$  фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 20$  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  $m = 90$  г и  $2m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . Системудерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_2$  ускорения шарика массой  $2m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .

2. Найдите модуль  $a_2$  ускорения шарика массой  $2m$  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.



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

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

СТРАНИЦА  
1 из 1

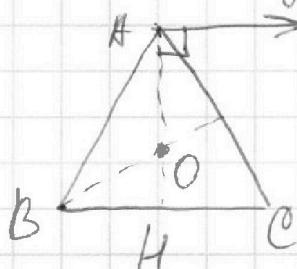
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача №1

1. Ил-к. 2.  $\vec{r}(A; B) = \text{const}$ , то  $\vec{v}_A$  в проекции на  $AB$  равен  $\vec{v}_B$  в проекции на  $AB$ . Таким образом

$$v_B = v_A \cos(60^\circ) \Rightarrow v_A = 2v_B = 0,8 \left(\frac{m}{s}\right)$$

2. Запишем ЗСМИ:  $\Delta \vec{L} = \sum \vec{M} \cdot \Delta t$ ,  
так как к механизму лебаны все приложены центральные силы, то  $\sum \vec{M} = 0 \Rightarrow \vec{L} = \vec{J} \omega = \text{const}$ . Учитывая скорость относительно центра масс постоянную. Найдем её.



$$\begin{aligned} AO &= \frac{2}{3} AH = \frac{2}{3} \sqrt{AB^2 - BH^2} = \\ &= \frac{2}{3} \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{3} a = \frac{a}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{v_A}{AO} = \frac{\sqrt{3} v_A}{a}$$

За время  $T_2$  плоскость совершила один оборот:

$$\omega T = 2\pi \rightarrow T = \frac{2\pi a}{\sqrt{3} v_A} \approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4}{1,73 \cdot 0,8} \approx 1,8 \text{ (c)}$$

3. По закону Ньютона:  $\vec{F} = m \vec{a}$

$$\vec{a}_{\text{плоск}} = \vec{a}_c, a_c = \omega^2 \cdot r = \omega^2 \cdot OC = \omega^2 \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\begin{aligned} R &= m \frac{\omega^2 a}{\sqrt{3}} = \frac{m 3 v_A^2 a}{\sqrt{3} a^2} = \frac{\sqrt{3} m v_A^2}{a} = \frac{173 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,8^2}{0,4} \approx \\ &\approx 0,3 \text{ (мН)} \end{aligned}$$

Ответ:  $v_A = 0,8 \frac{m}{s}$ ;  $T = 1,8 \text{ c}$ ;  $R = 0,3 \text{ мН}$ .

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

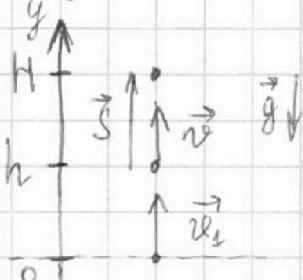


- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
1 из 3

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

Задача №2.



1. Введем ось  $y$ , направленную против действия силы тяжести  $\vec{g}$ . Установим координаты лишь в соответствии с уровнем Земли. Соответственно в момент, когда скорость дроберверка  $v_y$ , его координата  $y = h$ , а в момент максимума высоты  $y = H$ , а скорость равна нулю. Дроберверк под действием силы тяжести движется равномерно с постоянной ускорением  $a_y = -g$  вдоль оси  $y$ . Запишем закон равномеренного движения без времени:

$$S_y = \frac{v_{y0}^2 - v_{ay}^2}{2a_y}$$

$$H-h = \frac{0 - (-v_0)^2}{2(-g)} \Rightarrow H=h + \frac{v_0^2}{2g} \quad [H]=M + \frac{m^2 c^2}{c^2 M} = M$$

$$H = 14,2 + \frac{6^2}{2 \cdot 10} = 16 \text{ (м)}$$

2. Найдем осколок, движущийся со скоростью  $\vec{v}_0$ , первым. Зарегистрировав брошен осколок будем вторичной и движущейся со скоростью  $\vec{v}_2$ . Запишем ЗСИ для разности:

$$\vec{\Delta p} = \sum \vec{F} \cdot \Delta t \quad (\text{т.к. } \Delta t \ll 1, \text{то } \vec{\Delta p} = 0)$$

$$\vec{p}_{\text{начало}} = \vec{p}_{\text{конец}}$$

$$\begin{cases} \vec{p}_0 = m_1 \vec{v}_0 + m_2 \vec{v}_2 \\ m_1 = m_2 \end{cases} \Rightarrow \vec{v}_2 = -\vec{v}_0$$

Таким образом скорость второго осколка равна по модулю  $v_0$ , и притом направлена вектору  $\vec{v}_0$ .



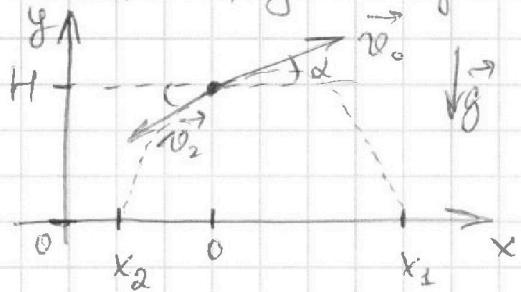
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Рассмотрим задачу кинематической. 2 оскала стартуют из одной точки в одно время. Рассмотрим зависимость  $L_{\max}(\alpha)$ , где  $\alpha$  - угол между горизонтом и векторами  $v_0$ .



$$L_{\max} = x_1 - x_2$$

$$s_x = v_x \cdot t$$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha_1 \cdot t_1$$

$$x_2 = -v_0 \cos \alpha_2 \cdot t_2$$

Так как тела движутся под действием силы тяжести, то их ускорение равно  $g$ , и это мы сформулировали закон равнопреломленного движения.

$$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$0 = H + v_0 \sin \alpha_1 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$\Delta = v_0^2 \sin^2 \alpha_1 + 2 H g$$

$$t_1 = \frac{-v_0 \sin \alpha_1 \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha_1 + 2 H g}}{-g}, \text{ т.к. } t_1 > 0, \text{ то } t_1 = \frac{1}{g} (-v_0 \sin \alpha_1 + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha_1 + 2 H g})$$

аналогично для второго объекта

$$0 = H - v_0 \sin \alpha_2 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$\Delta = v_0^2 \sin^2 \alpha_2 + 2 H g$$

$$t_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha_2 \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha_2 + 2 H g}}{-g}, \text{ т.к. } t_2 > 0$$

$$t_2 = \frac{1}{g} (-v_0 \sin \alpha_2 + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha_2 + 2 H g})$$



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.

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

$$L^2(\alpha) = v_0^2 \cos^2 \alpha (t_1 + t_2)^2 = \\ = \frac{4v_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2} (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg)$$

$$(L^2(\alpha))' = 0 \text{ при } L_s = L_{\max}$$

$$\frac{4v_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2} (2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha) - \frac{4v_0^2 \cos^2 \alpha \sin \alpha}{g^2} (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg) = \\ = 0$$

$$2v_0^2 \cos^3 \alpha \sin \alpha - v_0^2 \cos^2 \alpha \sin^3 \alpha + 2Hg \cos^2 \alpha \sin \alpha = 0$$

$$2v_0^2 \cos^2 \alpha - v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg = 0$$

$$2v_0^2 \cos^2 \alpha - v_0^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha + 2Hg = 0$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{v_0^2 - 2Hg}{3v_0^2}} = \sqrt{\frac{1}{3} - \frac{2}{3} \frac{Hg}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{0.2}{3}}$$

$$L_{\max}^2 = \frac{4v_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2} (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg) = \frac{6656}{9}$$

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{6656}{9}} \approx 27.2 \text{ м}$$

Ответ:  $H=16 \text{ м}$ ;  $L_{\max} \approx 27,2 \text{ м}$ .



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

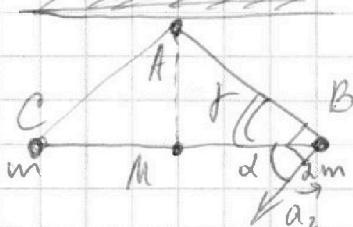
- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

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!

### Задача №3

1

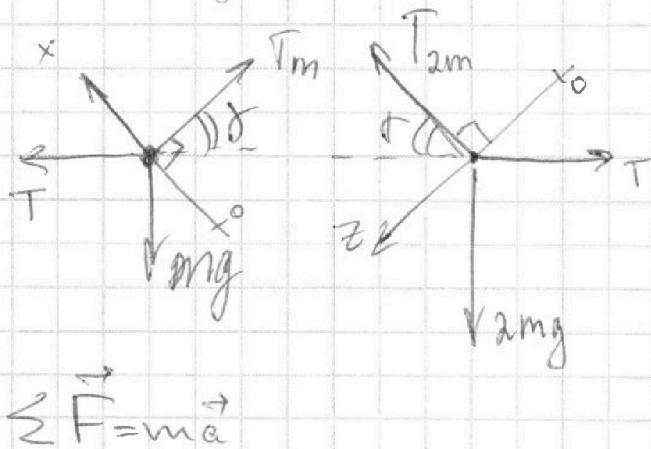


$\alpha_2$

М.н. Вторая шарик больше по массе чем первый, то  $\sigma$  после того как систему освободят он будет стремиться вниз. Из неподвижности шарика и быстрого перераспределения сил в системе следует, что в направлении кинет все силы складываются, а значит будут оставшие шарик все ускоряется. Следовательно можно уравнение  $\ddot{\alpha}_2 \perp AB$ . Из геометрии:

$$\alpha + \gamma = 90^\circ; \cos \gamma = \frac{0.8l}{l} = 0.8 \Rightarrow \sin \alpha = 0.8$$

2. Рассмотрим силы, действующие на шарики в ИСО, выведенной с Землей.



Для первого тела распределение при нанесении  $\alpha_1$ , аналогично. Научавшись ох врем  $\alpha_1$  и оз будем  $\alpha_2$

$$ox: T \sin \gamma - mg \cos \gamma = m a_1$$

$$oz: 2mg \cos \gamma - T \sin \gamma = 2m a_2$$

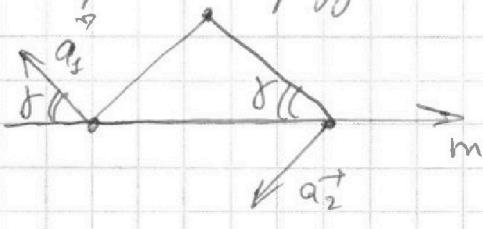
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

III. к стержню прикреплены, то ~~и~~ проекции ускорений грузов на его ось равны



$$\text{om: } -a_1 \cos\alpha = -a_2 \sin\beta$$

$$a_1 = a_2 \tan\beta$$

$$-(ma_1 + my \cos\beta) + 2my \cos\beta = 2ma_2$$

$$2a_2 + a_2 \tan\beta = 3g \cos\beta$$

$$a_2 = \frac{3g \cos\beta}{2 + \tan\beta} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0.8}{2 + \frac{0.8}{0.6}} = \frac{32 \cdot 3}{11} \approx 8.7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$3. 2my \cos\beta - Ts \sin\beta = 2ma_2$$

$$T = \frac{2mg \cos\beta}{\sin\beta} - \frac{2m \cdot 3g \cos\beta}{\sin\beta(2 + \tan\beta)} =$$

$$= 2mg \left( \frac{\cos\beta}{\sin\beta} - \frac{3\cos\beta}{\sin\beta(2 + \tan\beta)} \right) =$$

$$= 2 \cdot 0.09 \cdot 10 \left( \frac{0.8}{0.6} - \frac{3 \cdot 0.8}{0.6 \cdot 2.75} \right) =$$

$$= 2 \cdot 0.9 \left( \frac{4}{3} - \frac{16}{11} \right) = 2.4 - \frac{4 \cdot 2 \cdot 0.8}{33} = 0.22 \text{ (H)}$$

следовательно T направлен в обратную сторону

$$T = 0.22 \text{ (H)}$$

$$\text{Ответ: } \sin\beta = 0.8, T = 0.22 \text{ H}; a_2 = 8.7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

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.

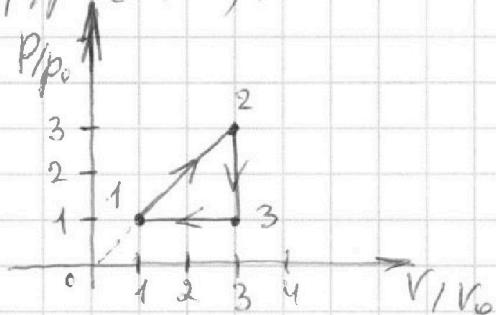
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

### Задача №4

1. Рассмотрим график. Процесс  $1 \rightarrow 2$   $C=2R \Rightarrow$  это процесс  $p \sim V$ . Процесс  $2 \rightarrow 3$   $C = 1.5R \Rightarrow$  это изохорный процесс  $V = \text{const}$ . Процесс  $3 \rightarrow 1$   $C = 2.5R \Rightarrow$  это изобарный процесс  $p = \text{const}$ . Постройте в координатах  $p/p_0$  ( $V/V_0$ ).



м.к.  $p \sim V$ , т.к.  $\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0}$ , таким образом из закона Клайперона Менделеева  $pV = \nu RT$ , соотвественно 3 соответствует  $3p_0$ ,  $3V_0$ .

2. Запишем первое начало термодинамики в дифференциальном виде.

$$Q = \Delta U + A, \text{ где } \Delta U = 0, \text{ м.к. } \Delta U = \Delta T.$$

Найдем  $Q$  из уравнения  $C/R(T/T_0)$  как площадь под графиком, умноженная на  $\nu R T_0$ .

$$Q = (2 \cdot 8 - 1.5 \cdot 6 - 2.5 \cdot 2) \nu R T_0 = (16 - 9 - 5) \nu R T_0 = 2 \nu R T_0$$

$$\text{м.к. } Q = A_3, T_0 \quad A_3 = 2 \nu R T_0 = 2 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 31 \cdot 300 = 24,93 \text{ (кДж)}$$

$$3. \Delta E_{\text{ном}} = \frac{1}{2} N \cdot A_1 = MgH$$

$$H = \frac{\nu R T_0 N}{Mg} = \frac{5 \cdot 8 \cdot 31 \cdot 300 \cdot 20}{400 \cdot 10} \approx 6,23 \text{ (м)}$$

Ответ:  $A_3 = 24,93 \text{ кДж}$ ,  $H = 6,23 \text{ м}$ .



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

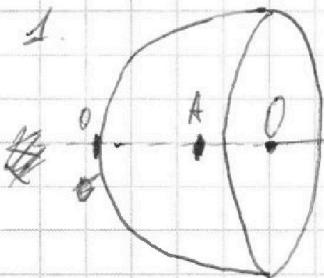
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------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

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

Задача №5

1.



Дадим Внешнему  $\infty$ ,  
по которому будем отсчитывать потенциал

$$\varphi = \sum \varphi_i$$

т.к. в т. А  $v=0$ ,

то ЗС7 будет равняться так:  $\varphi(A)$

$$\varphi(A) = \varphi(+\infty) + K, \text{ где } \varphi(+\infty) \ll K \\ \varphi(+\infty) \approx 0$$

$$\varphi(A) = K = \varphi(0) + \frac{m v_0^2}{2} = \varphi(c) + \frac{m v_c^2}{2}$$

$$\varphi(0) = \sum \varphi_i = \sum \frac{kq dQ}{R} = \frac{kq Q}{R}$$

$$\frac{kq Q}{R} + \frac{m v_0^2}{2} = K$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \left( K - \frac{kq Q}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$

$$2. \quad \varphi(A) = \varphi(0) + \frac{m v_0^2}{2} = \varphi(c) + \frac{m v_c^2}{2}$$

~~$$\varphi(A) = \varphi(0) - \varphi(c) - \varphi(0)$$~~

$$\varphi(A) - \varphi(0) = \varphi(0) - \varphi(c)$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{kq Q}{R} + \frac{m v_c^2}{2} - K$$



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

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

$$K - \frac{kqQ}{R} = \frac{kqQ}{R} + \frac{mv_c^2}{2} - K$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = 2K - 2 \frac{kqQ}{R}$$

$$v_c = 2 \sqrt{\frac{K}{m} - \frac{kqQ}{R}}$$

$$v_c = 2 \sqrt{\frac{K}{m} - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}}$$

Однако:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \left( K - \frac{Qg}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$

$$v_c = 2 \sqrt{\frac{1}{m} \left( K - \frac{Qg}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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

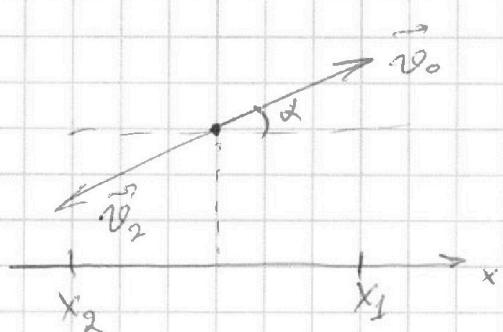
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



$$x_1 = v_0 \cos \alpha t_1$$

$$x_2 = v_0 \sin \alpha t_2$$

$$-H = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$-H = -v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$0 = 2v_0 \sin \alpha t$$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha t_1$$

24930

$$x_2 = v_0 \cos \alpha t_2$$

$$-H = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$-H = -v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 24,93 \\ 24,09 \end{array} \mid 4$$

$$gt_1^2 - 2v_0 \sin \alpha t_1 - 2H = 0 \quad t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha t_1 + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}}{2g}$$

$$gt_2^2 + 2v_0 \sin \alpha t_2 - 2H = 0 \quad t_2 = \frac{-2v_0 \sin \alpha t_2 + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}}{2g}$$

$$x_1 = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \left( v_0 \sin \alpha t_1 + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha t_1^2 + 2Hg} \right)$$

$$x_2 = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \left( -v_0 \sin \alpha t_2 + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha t_2^2 + 2Hg} \right)$$

$$x_1 - x_2 = L_{\max} = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \left( 2v_0 \sin \alpha t \right) = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

и  
c

c

и  
c ch



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

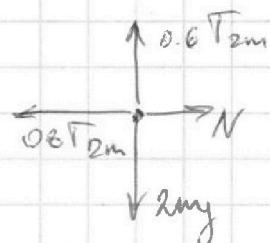
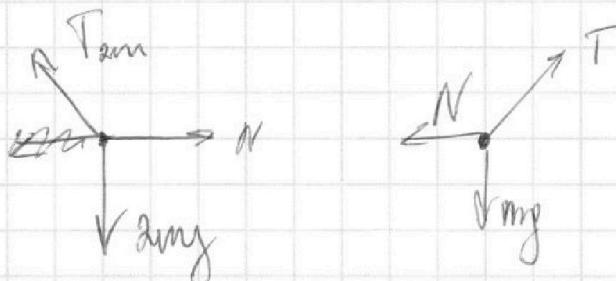
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$-\frac{2\omega_0^2}{g} \sin \alpha \sqrt{\omega_0^2 \sin^2 \alpha + 2ky} + \frac{2\omega_0^2 \cos \alpha}{2g} \left( \frac{2\omega_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{\omega_0^2 \sin^2 \alpha + 2ky}} \right) = 0$$

$$-\sin \alpha (\omega_0^2 \sin^2 \alpha + 2ky) + \omega_0^2 \cos^2 \sin \alpha = 0$$

$$\omega_0^2 (\cancel{\sin^2 \alpha} - \cancel{\cos^2 \alpha}) = 2ky$$

$$\cos(2\alpha) = \frac{2ky}{\omega_0^2}$$



$$0.6T_{2m} = 2mg ; 0.6T_m = mg$$

$$0.8T_{2m} - N = 2ma = 2(0.8T_m - N)$$

$$\frac{4}{3}2mg$$

$$\frac{4}{3}mg$$



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

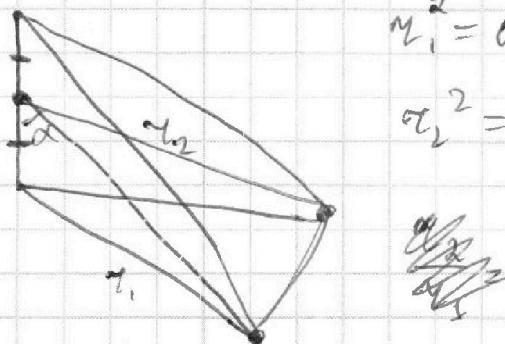
6

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!



$$r_1^2 = a^2 + R^2 - 2aR \cos \alpha$$

$$r_2^2 = a^2 + R^2 + 2aR \cos \alpha$$



$$\cancel{a^2 - 2aR \cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{r_1^2 - a^2 - R^2}{2aR}$$

$$r_2^2 = a^2 + R^2 - r_1^2 + a^2 + R^2$$

$$r_1^2 + r_2^2 = 2(a^2 + R^2)$$



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  
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!

$$\left( \frac{v_0^2}{g} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha + 2 \tan \alpha \cos^2 \alpha \right)^{\frac{1}{2}} = 0$$

cos

$$\frac{v_0^2}{g} 2 \sin \alpha \cos \alpha - \frac{v_0^2}{g} 2 \cos^2 \alpha \sin \alpha$$

D

8

$$\begin{array}{r} 93 \\ \times 82 \\ \hline 164 \\ 656 \\ \hline 7724 \end{array}$$

24,3

$$R^2 + a^2 +$$

4

80

$$\begin{array}{r} 6656 \\ \times 36 \\ \hline 73955 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 86 \\ \times 50 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ \times 100 \\ \hline 1600 \end{array}$$

$$\frac{1}{3} - \frac{0.8}{3} \sqrt{\frac{0.2}{3}}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 28 \\ \hline 1024 \\ 256 \\ \hline 3584 \\ + 3042 \\ \hline 6656 \end{array}$$

$$\frac{4 \cdot 20 \cdot \frac{0.2}{3}}{10^2} \left( 20^2 \frac{2.6}{3} + 2 \cdot 16 \cdot 10 \right)$$

$$\frac{3.2 \cdot 2.2 \cdot 2.8}{3} + \frac{3.2 \cdot 2 \cdot 16 \cdot 10}{3}$$

1024

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.

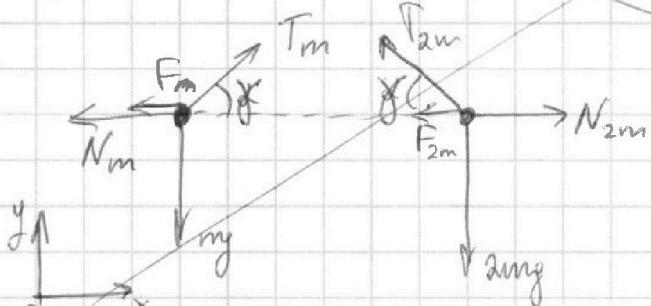
- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------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

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!

~~Задача №3~~

~~Воздушный шар, связанный с землей. Рассмотрим силы, действующие на шарах.~~



Из закона Ньютона:  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$by: T_m \sin \alpha = mg$$

$$T_{2m} \sin \alpha = 2mg$$

$$\frac{8}{8} \\ \frac{9}{9} \\ \frac{10}{10} \\ \frac{11}{11} \\ \frac{12}{12} \\ \frac{13}{13} \\ \frac{14}{14} \\ \frac{15}{15}$$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha t_1$$

$$x_2 = -v_0 \cos \alpha t_2$$

$$0 = H + v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$0 = H - v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$t_{1,2} = \frac{v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L = x_1 - x_2 = v_0 \sin \alpha (t_1 + t_2)$$

$$t_{1,2} = \frac{-v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$L = \sqrt{\frac{v_0^4}{g^2} \sin^2 \alpha + \frac{8H}{g} v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2H \cos^2 \alpha}{g}$$

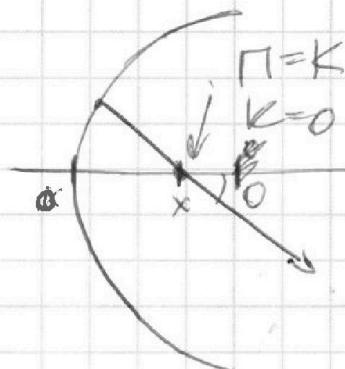


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                                       |                            |                                       |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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  
\_ 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!



$$\Pi = K \\ K=0$$

$$\frac{k \cdot \omega^3}{c^2 \cdot \omega^2} \Rightarrow$$

$$\Pi = 0 \\ K=0 \quad K=K$$

$$\begin{array}{r} 1.73 \\ \times 1.73 \\ \hline 519 \end{array}$$

$$1211$$

$$173$$

$$\cancel{29329} \quad \cancel{Q} \cancel{\alpha R^2} \cancel{\alpha R^2} \cancel{\alpha R^2} \cancel{\alpha R^2}$$

$$\frac{Q}{\omega R^2}$$

$$\frac{q}{g \pi \epsilon_0}$$

$$E = \frac{q}{x^2 + R^2 + 2xR \cos \alpha}$$



$$E(x) \approx$$

$$E = \frac{kQ}{2} \int \frac{dz}{x^2 + R^2 - 2xR \cos \alpha}$$

$$0.4^2 \cdot 0.2^2$$

$$\frac{8^2 \cdot 10^{-8}}{4 \cdot 10^{-1}}$$

$$12 \cdot 16 \cdot 10^{-6}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 12 \\ \hline 32 \\ 16 \\ \hline 192 \\ 173 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 314 \\ 173 \\ \hline 1470 \\ 1384 \\ \hline 260 \\ 173 \\ \hline 870 \end{array} \quad \begin{array}{r} 173 \\ \hline 181 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 192 \\ \times 173 \\ \hline 576 \\ 1344 \\ 192 \\ \hline 33216 \end{array}$$

3.

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



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

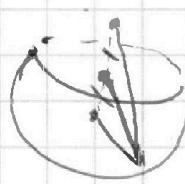
СТРАНИЦА  
ИЗ

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

$$L(\alpha) = v_0 \cos \alpha t_1 + v_0 \cos \alpha t_2$$

~~$$L^* = \frac{v_0 \cos \alpha}{g}$$~~ 
$$L(\alpha) = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \cdot 2 \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} + 2 H g}$$

пр V



$$dQ = dU + dA$$

~~$$\frac{dQ}{dT} = \frac{\partial}{\partial T} R + \frac{\partial}{\partial T} \cancel{R} \frac{R}{2}$$~~

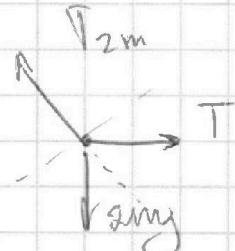
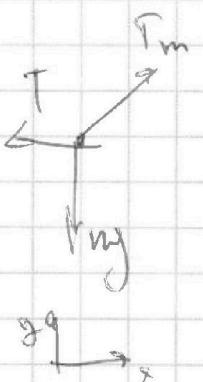
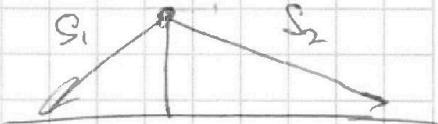
$$V = dP$$

$$pdV + Vdp = -RdT$$

$$dp = \frac{dV}{2}$$

~~W~~

~~$$\frac{pdV}{dT} = - \frac{V dp}{RdT}$$~~



$$T_{2m} \cos \alpha - T = \\ = 2(T - T_m \cos \alpha)$$

$$T_{2m} \cos \alpha + 2T_m \cos \alpha = 3T$$

$$T_{2m} + 2T_m = \frac{3T}{\cos \alpha} \quad (3)$$