



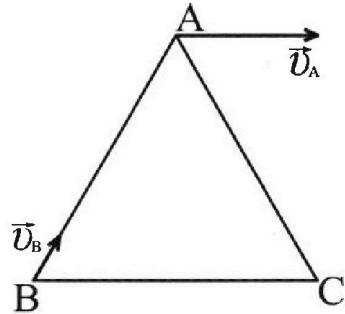
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

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



1. Найдите модуль  $v_A$  скорости вершины А.

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

Пчела массой  $m = 120 \text{ мг}$  прилетает и садится на пластину вблизи вершины С.

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

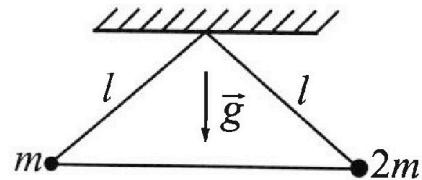
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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

На максимальной высоте  $H$  фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 20 \text{ м/с}$ . Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние  $L_{\max}$  между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами  $m = 90 \text{ г}$  и  $2m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . Систему удерживают 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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

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



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



**Вариант 10-04**

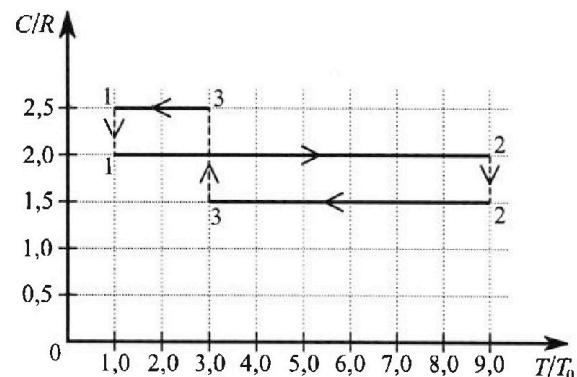
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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

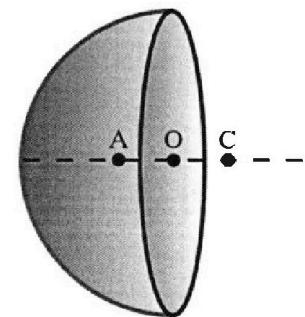
- Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , где  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

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  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль·К)}$ . 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  $K$ .



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

- 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.

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

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

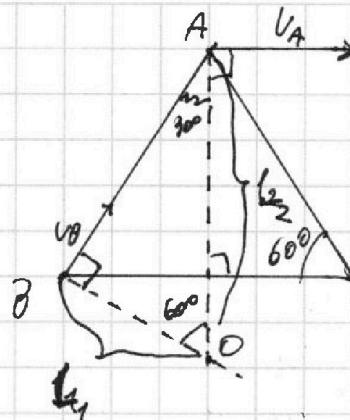
СТРАНИЦА  
1 из 2

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

$$V_B = 0,4 \text{ м/c}$$

$$\alpha = 0,4\pi$$

$$M = (20 \cdot 10^{-6}) \text{ кг}$$



1) **Дадим правильные предположения к скоростям из точки A и B**

2) по теореме о MGC.  
T.O - MGC.

$$3) \Rightarrow V_B = \omega L_1; V_A = \omega L_2$$

$$\Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{\omega L_1}{\omega L_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{L_2}{L_1} \cdot V_B$$

4) из геометрии  $\Rightarrow \angle BOA = 60^\circ; \angle OBA = 90^\circ$   
(по теореме)

$$\Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \cos(60^\circ) = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = 2$$

$$\Rightarrow [V_A = 2V_B = 0,8 \text{ м/c}]$$

5) после толка ноги массой не действуют  
внешние силы  $\Rightarrow$  по Th. о равенстве у.н.

СОУН - УНО

6) из всех УНО из пра сложном равенствах

одна и та же  $\omega$ .

$$\Rightarrow б УНО \text{ СОУН} \cdot \omega = \frac{V_B}{L_1}$$



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 2

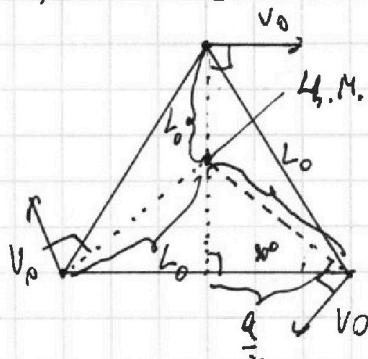
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$7) \quad L_1 = \frac{q}{\operatorname{tg} 60^\circ} = \frac{q}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow w = \frac{\sqrt{3} k}{q}$$

8) 6 40

3-14

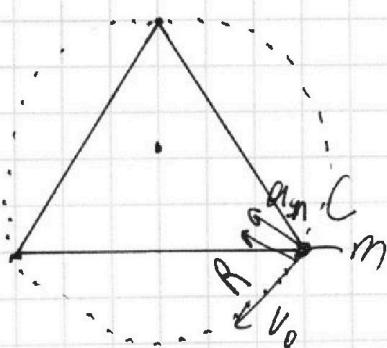


$$L_0 = \frac{q}{2\cos 30^\circ} = \frac{q}{\sqrt{3}}.$$

$$\Rightarrow V_0 = \psi \cdot L_0 = \frac{\sqrt{3} U_0}{q} \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = U_0$$

$$\Rightarrow Z = \frac{2\pi L_0}{V_0} = \frac{2\pi \cdot q}{\sqrt{3} V_0} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}\pi q}{V_0} = \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi (c) \approx \frac{15.4}{3} \sqrt{3} (c)$$

7) BCE 11101 80 BCE 400 of 4000000  
long run R 8 400 S.M.



no 23A:

$R = a^* \cdot R$ , see  $a^*$  - [Glossary](#)

$\alpha^* = \alpha_p$ , T.K.  $\beta$  ACO g.m.

Муна йет първата година по окт  
ябром до събота

$$q_n = \frac{\frac{V_0}{2}^2}{\frac{L_0}{2}} = \frac{\frac{V_0}{2}^2}{\frac{q}{2}} = \frac{\sqrt{3} V_0^2}{q}; \Rightarrow R = \frac{\sqrt{3} m V_0^2}{q} = 48 \sqrt{3} \cdot 10^{-6} (\Omega) = 402 \sqrt{3} (\text{M}\Omega)$$

$$\text{Theor.: } V_A = 0.8 \text{ km} ; \quad C = \frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ m} \approx \frac{1.54\sqrt{3}}{4.5} (l) ; \quad R = 48\sqrt{3} \text{ NmH}$$



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 1

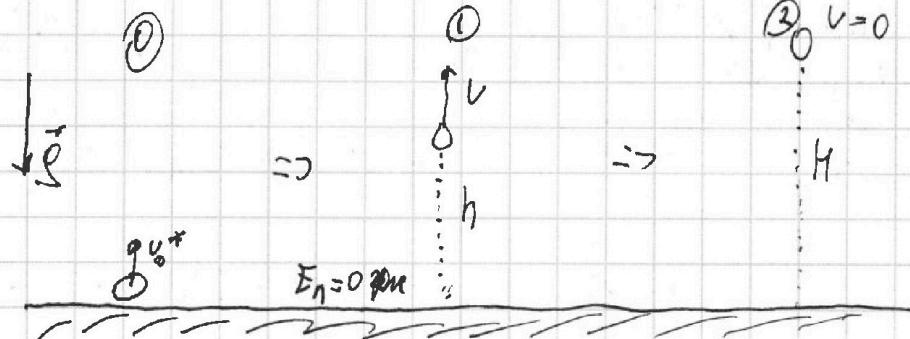
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$h = 14,2 \text{ м}$$

$$v = 6,4 \text{ м/с}$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$\mu - ?$$



$h_{\max} - ?$

1) Толчкою сгорело мгновенно  $\Rightarrow$   
масса ~~актёра~~ фейерверка не  
меняется и он двигается с посто.  
-иальным ускорением

2) Всё меняется за  $\Rightarrow$  от ① до ②

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

$$\Rightarrow H = h + \frac{v^2}{2g} = 16(\text{м})$$

Фейерверк

сгорает мало  $\Rightarrow$

в процессе разрыва бьётся в землю:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = \vec{0}; \text{ сумма результирующих количества т.к. в зоне взрыва коротко}$$

$$\frac{m_1}{2} \vec{v}_0 \quad \frac{m_2}{2} \vec{v}_1$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{2} \vec{v}_0 + \frac{m_2}{2} \vec{v}_1 = \vec{0} \Rightarrow \vec{v}_1 = -\vec{v}_0; |\vec{v}_1| = |\vec{v}_0| = 20 \text{ м/с}$$

скорости рабочи по модулю и противоположны по направлению

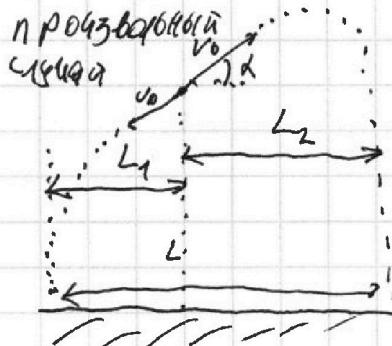


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 4

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!



$$q) \quad ① V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_1 + \frac{g t_1^2}{2} = H$$

$$② V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = -H$$

$$① g t_1^2 + 2 V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_1 - 2H = 0$$

$$\frac{d}{dt} = V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH$$

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

$$t_1 > 0 \Rightarrow t_1 = \frac{\sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH} - V_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$② g t_2^2 - 2 V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_2 - 2H = 0$$

$$\frac{d}{dt} = V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH \Rightarrow t_2 = \frac{V_0 \cdot \sin \alpha \mp \sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$t_2 > 0 \Rightarrow t_2 = \frac{V_0 \cdot \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$5) h_1 = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_1 ; \quad L_2 = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_2 \Rightarrow L = L_1 + L_2 = V_0 \cdot \cos \alpha (t_1 + t_2)$$

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

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

$$6) L = L_{\max}, \quad \text{корня } \sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH} \cdot \cos \alpha \quad \text{НЕЧИСЛЕННО}$$

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



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

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 4

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!

если  $\sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha + 2gH \cdot \cos^2 \alpha}$  максимум,

то  $V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha + 2gH \cdot \cos^2 \alpha$  максимум

$$(V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha + 2gH \cdot \cos^2 \alpha)' = (\frac{1}{4} V_0^2 \cdot \sin^2 2\alpha)' +$$

$$+ 2gH(\cos^2 \alpha)' = \frac{1}{4} V_0^2 \cdot 2 \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha \cdot 2 +$$

$$+ 2gH \cdot 2 \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) = V_0^2 \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha - 2gH \cdot \sin 2\alpha$$

$$V_0^2 \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha - 2gH \cdot \sin 2\alpha = 0$$

$$\sin 2\alpha (V_0^2 \cdot \cos 2\alpha - 2gH) = 0$$

ЭКСТРЕМУМЫ

$$\sin 2\alpha = 0$$

$$\sin 2\alpha = 0 \quad - \text{10 корней}$$

натурально

$$V_0^2 \cos 2\alpha = \frac{2gH}{V_0^2}$$

$$\Rightarrow L = L_{\max} \text{ при } \cos 2\alpha = \frac{2gH}{V_0^2}$$

$$7) \text{ если } \cos 2\alpha = \frac{2gH}{V_0^2}, \text{ то } \sin^2 2\alpha = 1 - \frac{4g^2 H^2}{V_0^4}$$

$$\text{если } \cos 2\alpha = \frac{2gH}{V_0^2}, \text{ то } 2 \cos^2 \alpha - 1 = \frac{2gH}{V_0^2}$$

$$\Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{gH}{V_0^2} + \frac{1}{2}$$

$$8) L_{\max} = \frac{2V_0}{g} \sqrt{\frac{1}{4} V_0^2 \cdot \sin^2 2\alpha + 2gH \cdot \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2V_0}{g} \sqrt{\frac{1}{4} V_0^2 \left(1 - \frac{4g^2 H^2}{V_0^4}\right) + 2gH \left(\frac{gH}{V_0^2} + \frac{1}{2}\right)} =$$

$$= \frac{2V_0}{g} \sqrt{\frac{1}{4} \frac{V_0^2}{4} - \frac{g^2 H^2}{V_0^2} + \frac{2g^2 H^2}{V_0^2} + gH} = \frac{2V_0}{g} \sqrt{\frac{V_0^2}{4} + \frac{g^2 H^2}{V_0^2} + gH} =$$



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  
Ч ИЗ Ч

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!

$$\frac{2v_0}{g} \sqrt{\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 + 2\left(\frac{v_0}{2}\right)\left(\frac{gh}{v_0}\right) + \left(\frac{gh}{v_0}\right)^2} = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\left(\frac{v_0}{2} + \frac{gh}{v_0}\right)^2} =$$
$$= \frac{2v_0}{g} \cancel{\sqrt{\left(\frac{v_0}{2} + \frac{gh}{v_0}\right)}} = \frac{v_0^2}{g} + 2h = \frac{v_0^2}{g} + 2h + \frac{h^2}{g} = \frac{v_0^2 + h^2}{g} + 2h$$
$$\boxed{L_{\max} = \frac{v_0^2 + h^2}{g} + 2h = \cancel{57.8(4)} + 2(4) = 42 \text{ м}}$$

Ответ:  $H = \frac{v^2}{2g} + h = 16 \text{ м}$ ;  $L_{\max} = \frac{v_0^2 + h^2}{g} + 2h = 42 \text{ м}$



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!

$M = 90 \text{ кг} = 0,09 \text{ кг}$  1) б) начальный момент вращения

$2M$

$$U = 0; \alpha = \alpha_0$$

$L = 1,6 \text{ м}$

тело будет вращаться по окр.

$\sin \alpha = ?$

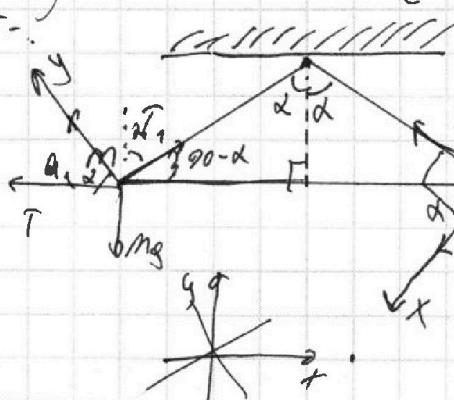
с центром в точке подвеса

$\alpha_0 = ?$

и начальным

$t = ?$

$$\therefore 2) \sin \alpha = \frac{\frac{L}{2}}{L} = \frac{0,8 \text{ м}}{L} = 0,8$$



3) начальная форма

связь гибкая стержни

и 10000 момента

вращения:

$$V_2 \cdot \cos \beta = V_1 \cdot \cos \beta \quad (\beta - угол между скоростями и стержнем)$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1$$

$\Rightarrow V_2' = V_1'$ . б) начальный момент вращения  $\alpha_{in} = \alpha_{2in} = 0$

$$\Rightarrow V_1' = \alpha_1; V_2' = \alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = \alpha_1$$

\*) no 23H erg m.

no 23H

~~$$g: m\alpha_1 \cdot \sin \alpha = T_1 \cos \alpha - mg$$~~

~~$$g: 2m\alpha_2 \cdot \sin \alpha = -T_2 \cos \alpha + 2mg$$~~

~~$$\Rightarrow \alpha_2 \cdot \sin \alpha = \frac{T_1}{m} \cos \alpha - g$$~~

~~$$\alpha_2 \cdot \sin \alpha = g - \frac{T_2}{2m} \cos \alpha$$~~

~~$$\Rightarrow \frac{T_1}{m} \cos \alpha - g = g \Rightarrow \frac{T_2}{2m} \cos \alpha$$~~

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

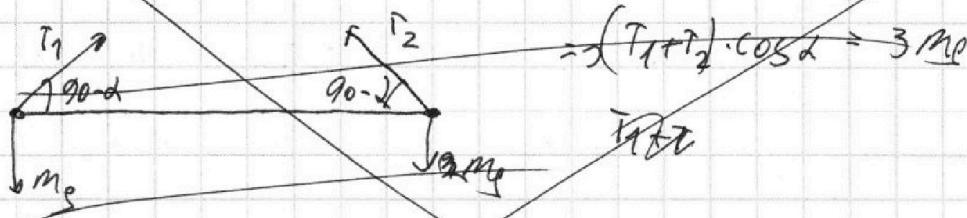
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------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

3) ~~К~~ К стержень лёгкий  $\rightarrow$  блочная схема

Нет него сколько наше время



~~6)  $m g_1 \cdot \sin \alpha = T_1 \cdot \cos \alpha \quad mg \quad \text{①}$~~

~~$2m g_2 \cdot \sin \alpha = 2mg - T_2 \cdot \cos \alpha \quad \text{②}$~~

~~$(T_1 + T_2) \cos \alpha = 3mg$~~

у) no 234 319 m: no 234 849 2m:

g:  $m g_1 = T \cdot \cos \alpha - m g \sin \alpha \quad X: 2m g_2 = 2m g \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha$

$$\Rightarrow \begin{cases} m g_1 = -m g \sin \alpha + T \cdot \cos \alpha & \text{①} \\ 2m g_2 = 2m g \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha & \text{②} \end{cases}$$

Отсюда:  $3m g_2 = m g \cdot \sin \alpha$

$$\Rightarrow g_2 = \frac{8 \sin \alpha}{3} =$$

$$= \frac{4}{15} g = \frac{8}{3} \left( \frac{m}{c^2} \right) \quad 5) 43 \quad \text{①} \Rightarrow T = \frac{m g_2 + m g \sin \alpha}{\cos \alpha} =$$

$$= \frac{m g \sin \alpha}{\cos \alpha} + m g \sin \alpha = \frac{4}{3} m g \tan \alpha = \frac{16}{9} m g = 1,6(m)$$

Ответ:  $\sin \alpha = 0,8$ ;  $g_2 = \frac{8 \sin \alpha}{3} = \frac{4}{15} g = \frac{8}{3} \left( \frac{m}{c^2} \right)$ ;  $T = \frac{m g_2 + m g \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{16}{9} m g = 1,6(m)$



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 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!

$$J=5$$

$$1) б \text{ процесс } 3 \leftarrow C_3 = \frac{5}{2} R \Rightarrow 3-1 - \\ -430 \text{ джоули}$$

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

$$\text{T-K. при } i=3 \quad C_p = \frac{5}{2} R$$

$$\eta = 0,5$$

$$i = 3$$

(Число степеней)  
свободы

$$M = 400 \text{ K2}$$

$$N = 20$$

$$2) б \text{ процесс } 2-3 \quad C_{23} = \frac{3}{2} R \Rightarrow 2-3 - \\ -430 \text{ джоули}$$

$$\text{T-K. при } i=3 \quad C_V = \frac{3}{2} R$$

$$3) \text{ процесс } 1-2 \text{ политропный } (C_{12} = \text{const})$$

$$\Rightarrow P V^n = \text{const}, \quad \text{зде } n = \frac{C_{12} - C_p}{C_{12} - C_V} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = -1$$

$$\Rightarrow P V^{-1} = \text{const} \Rightarrow P = \text{const} \cdot V \quad \text{зависимость} \\ \text{пропорционального} \\ \text{объему}$$

$$4) \text{ Рисунок 6} \quad б \quad \text{T.1} \quad P = P_0; \quad V = V_0$$

$$\Rightarrow P_0 V_0 = 3RT_0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \Rightarrow \\ P_2 V_2 = 9RT_0 \end{array} \right.$$

$$б \text{ T.к.2} \quad P_2 V_2 = 9RT_0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \Rightarrow \\ P_0 V_0 \end{array} \right.$$

$$\cancel{43} \quad n=3 \Rightarrow P_0 = k \cdot V_0; \quad P_2 = k \cdot V_2$$

$$\text{Рисунок 6} \quad б \quad \text{процесс } 1-2 \quad \text{зависимость} \quad \text{увеличение}$$

б & к прик. 43. из n=3 \Rightarrow \text{объем та же}

увеличился б & к прик.

$$\Rightarrow P_2 V_2 = k^2 P_0 V_0 \Rightarrow \frac{P_2 V_2}{P_0 V_0} = k^2 = 9 \Rightarrow k = 3 \\ \Rightarrow P_2 = 3P_0; \quad V_2 = 3V_0$$



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

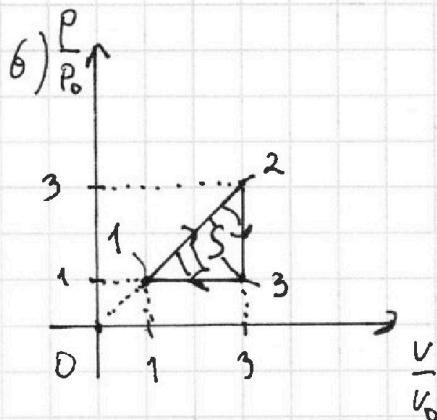
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

5) б) процесс 2-3  $V = \text{const}$

$$\Rightarrow \frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}; \quad \frac{P_3}{3T_0} = \frac{3P_0}{9T_0}; \Rightarrow P_3 = P_0$$

$$V_3 = 3V_0$$



7)  $A_1 = P_0 V_0 \cdot S$ ; где  $S$  - площадь цикла

$$\Rightarrow A_1 = 2P_0 V_0$$

$$8) P_0 V_0 = 0RT_0 \Rightarrow [A_1 = 20RT_0 = 24930 \text{ дж}]$$

$$9) \eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_1} \Rightarrow A_{\text{пол}} = A_1 \cdot \eta$$

10) по ЗУМЭ

$$\Delta E_H = A_{\text{внеш}}$$

$$A_{\text{внеш}} = A_{\Sigma}$$

$$\Delta E_H = \Delta E_K + \Delta E_n = M g H$$

Недоступная  
погрешка

$$\Rightarrow M g H = A_{\Sigma}$$

$$M g H = N \cdot A_1 \cdot \eta \Rightarrow [H = \frac{N \cdot A_1 \cdot \eta}{M g} = \frac{20RT_0 \cdot N \cdot \eta}{M g} = 62,325 \text{ м}]$$

Ответ:  $\frac{P}{P_0}(V/V_0)$  - ч. РЧ

$$H = 62,325 \text{ м}$$

$$A_1 = 24930 \text{ дж}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решенис 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!

Q

1) Точка  $O$  называется концентрической

R

расстояние от всех точек

$n; q$

полусферы.  $\Rightarrow R$  - радиус полусферы

$E_0$

2) определим  $\varphi_0$  - потенциал центра

$V_0 = ?$

полусферы (в точке  $O$ )

$V_C = ?$

мысленно приставим к полусфере

такую же полусферу с таким

же зарядом. Получится сфера с

зарядом  $2Q$  и радиусом  $R$

Потенциал центра сферы:

$$\varphi = \frac{2 \cdot k \cdot Q}{R} = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R}$$

но причем

суперпозиция  $\varphi = 2\varphi_0$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{\varphi}{2}$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R}$$

3) но как  $\varphi_0$  от  $r \cdot 0$   $\varphi_0 \propto (\varphi_0 = 0)$

$$-\frac{mV_0^2}{2} + K = (\varphi_0 - \varphi_\infty)q \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \varphi_0 q + K = -\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} + K$$

$$\Rightarrow V_0^2 = \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 m R} + \frac{2K}{m} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 m R} + \frac{2K}{m}}$$



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.

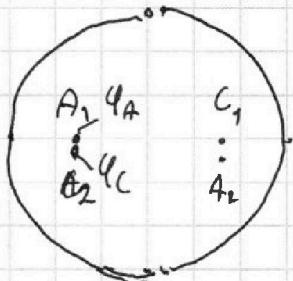
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------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

9) Аналогично п. 2 полигуар сферы

43) Решение полисфер



$$Q_A + Q_C = Q$$

$$\Rightarrow \varphi_C = \varphi - \varphi_A$$

5) 43 Задача от Т. А. 90% ( $\varphi_\infty = 0$ )

$$K = (\varphi_A - \varphi_\infty) q \Rightarrow K = \varphi_A \cdot q \Rightarrow \varphi_A = \frac{K}{q}$$

$$\Rightarrow \frac{K}{q} + \frac{\varphi_C}{q} = \varphi \Rightarrow \varphi_C = \varphi - \frac{K}{q} = \cancel{\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R}} - \cancel{\frac{K}{q}}$$

6) Но задача от Т. А. 90% т.ч.

$$\frac{mV_C^2}{2} = (\varphi_A - \varphi_C) q \Rightarrow \frac{mV_C^2}{2} = (2\varphi_A - \varphi) q = \left( \frac{2K}{q} - \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R} \right) q = 2K - \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow$$

~~$$\Rightarrow V_C^2 = \frac{4K}{mq} - \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 MR}$$~~

$$V_C^2 = \frac{4K}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 MR}$$

$$\Rightarrow V_C = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 MR}}$$

$$\text{Ответ. } V_C = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 MR}} ; V_C = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 MR}}$$



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

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

Черновик

$$2m\ddot{a}_2 = 2mg\sin\alpha - T \cdot \cos\alpha$$

$$m\ddot{a}_2 = T \cdot \cos\alpha - mg\sin\alpha$$

$$2m\ddot{a}_2 = 3mg\sin\alpha$$

$$\ddot{a}_2 = g\sin\alpha = \frac{4}{5}g$$

$$\frac{16}{9} \cdot g \cdot 10^{-2} \cdot 10 = 1,6 \text{ (Н)}$$

$$m\ddot{a} \sin\alpha = 0$$

$$L = \frac{2V_0 \sqrt{2gH}}{g} - \frac{2V_0 \sqrt{2\frac{H}{g}}}{g}$$

$$40\sqrt{3,2}$$

$$\frac{72}{40} = \frac{36}{20} = \frac{18}{10} = 1,8$$

$$\Rightarrow L_{\max} = 40\sqrt{3,2} + 18$$

$$\begin{array}{r} 250 \\ - 24 \\ \hline 10 \\ - 8 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2993 \\ - 240 \\ \hline 93 \\ - 80 \\ \hline 133 \end{array}$$

$$\frac{4}{3 \cdot 8} \cdot 2 \cdot 8 = \frac{8}{3}$$

$$\frac{\frac{4}{5}}{\frac{4}{5}} = \frac{1}{1}$$

20 РТ0

$$\begin{array}{r} 1111 \\ 5831 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$83,1 \cdot 300$$

$$831 \cdot 30$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 30 \\ \hline 000 \\ 2493 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 18 \\ \hline 2493 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ \times 18 \\ \hline 2493 \end{array}$$

$$\frac{24030 \cdot 20 \cdot \frac{1}{2}}{4000} = \frac{24030 \cdot 10}{4000}$$

$$= \frac{2493}{40} = \frac{2500}{40} - \frac{7}{40}$$



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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



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!

Черновик

$$\cos 2\alpha = \frac{2gH}{v_0^2}$$

$$\sin^2 2\alpha = 1 - \frac{4g^2 H^2}{v_0^4} = \frac{v_0^4 - 4g^2 H^2}{v_0^4}$$

$$2\cos^2 2\alpha - 1 = \frac{2gH}{v_0^2}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{gH}{v_0^2} + \frac{1}{2} \approx \frac{2gH + v_0^2}{2v_0^2}$$

$$\frac{2\sqrt{3}}{3} \frac{\pi Q}{\sqrt{6}} = \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi$$

$$\frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 0,4}{0,4} =$$

$$= \frac{10^{-6}}{120} \cdot \frac{2}{5} = \frac{240}{5} \cdot 10^{-6} = \\ = 48 \cdot 10^{-6} = 48 \text{ (НКН)}$$

$$\sqrt{\frac{1}{4} v_0^2 \cdot \sin^2 2\alpha + 2gH \cdot \cos^2 2\alpha} = \sqrt{\frac{1}{4} \frac{v_0^4 - 4g^2 H^2}{v_0^2} + \frac{4g^2 H^2 + 2gH}{2v_0^2}} \\ = \sqrt{\frac{v_0^2}{4} - \frac{g^2 H^2}{v_0^2} + \frac{2g^2 H^2}{v_0^2} + gH} = \sqrt{\frac{v_0^2}{4} + \frac{g^2 H^2}{v_0^2} + gH}$$

$$\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{v_0}{2} \cdot \frac{gH}{v_0}\right) + \left(\frac{gH}{v_0}\right)^2 = \sqrt{\left(\frac{v_0}{2} + \frac{gH}{v_0}\right)^2} = \frac{v_0}{2} + \frac{gH}{v_0}$$

$$\cdot \frac{2v_0}{g} \cdot \left(\frac{v_0}{2} + \frac{gH}{v_0}\right) = \frac{v_0^2}{g} + 2gH$$

$$\frac{628}{500} = \frac{314}{150} = \frac{154}{75}$$

$$\frac{400+36}{10} + 14,2 = 43,6 + 14,2$$

$$\frac{154}{5 \cdot 5 \cdot 3}$$

$$+ \begin{array}{r} 43,6 \\ 14,2 \\ \hline 57,8 \end{array}$$

$$+ \begin{array}{r} 1 \\ 1 \\ 57,8 \\ 14,2 \\ \hline 42,0 \end{array}$$

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!

Черновик

$$831 \quad A_1 = 2 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 300 = 83,1 \cdot 300 = 831 \times 30$$

$$\begin{array}{r} \cancel{8} \\ \times \frac{831}{9} \\ \hline 2493 \end{array} \Rightarrow A_1 = 24930 \text{ руб}$$

$$\frac{24930 \cdot 20 \cdot 0,5}{4000} = \frac{24930 \cdot 10}{4000} = \frac{2493}{40} : \frac{2500}{40} - \frac{4}{40} = \\ = \frac{250}{4} - \frac{4}{40} = 625 - 0,145$$

$$\begin{array}{r} 1250 \cancel{12} \\ \cancel{12} \quad 625 \\ \cancel{5} \\ \cancel{4} \\ \hline 10 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times \frac{3}{4} \\ 145 \\ \hline 62,325 \end{array} \quad \begin{array}{r} 62,500 \\ - 00,145 \\ \hline 62,325 \end{array}$$

$$\frac{36}{20} = \frac{18}{10} = 1,8(4) \quad \begin{array}{r} 14,2 \\ + 18 \\ \hline 16,0 \end{array}$$

$$(V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha + 2gH \cdot \cos^2 \alpha)^{\frac{1}{2}} = \\ = \left( \frac{1}{4} V_0^2 \cdot \sin^2 2\alpha + 2gH \cdot \cos^2 \alpha \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} V_0^2 \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha \cdot \sqrt{4}$$

$$= 2gH \cdot 2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \cancel{2gH} \cdot \cancel{2} \cancel{\cos \alpha} \cancel{\sin \alpha}$$

$$= V_0^2 \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha - 2gH \cdot \sin 2\alpha = 0$$

$$= \sin 2\alpha (V_0^2 \cdot \cos 2\alpha - 2gH) = 0; \cos 2\alpha = \frac{2gH}{V_0^2}$$