



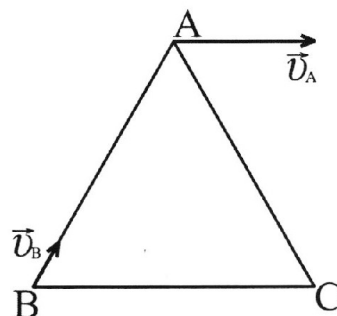
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент  $t=0$  оказалось, что скорость  $\vec{v}_A$  точки A параллельна стороне BC и по величине равна  $v_A = 0,8$  м/с, а скорость  $\vec{v}_B$  вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника  $a = 0,4$  м.



1. Найдите модуль  $v_B$  скорости вершины B.
2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершит четыре оборота?

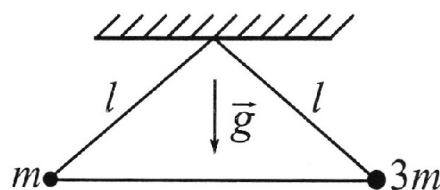
Пчела массой  $m = 60$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

3. Найдите модуль  $R$  равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте  $H$  разорвался фейерверк, если известно, что на высоте  $h = 11,2$  м фейерверк летел со скоростью  $V = 4$  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  $V_0 = 16$  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  $m = 80$  г и  $3m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины  $L = 1,2l$ . Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_2$  ускорения шарика массой  $3m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .
2. Найдите модуль  $a_2$  ускорения шарика массой  $3m$  сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.
3. Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



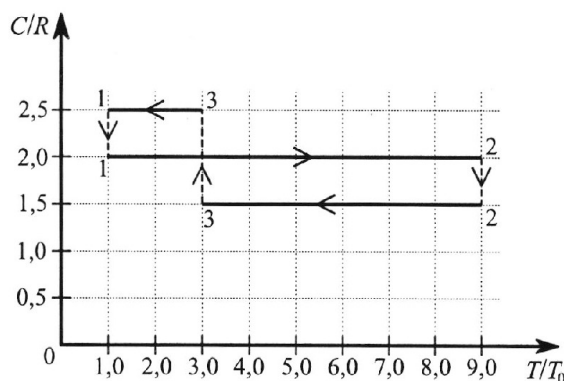
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

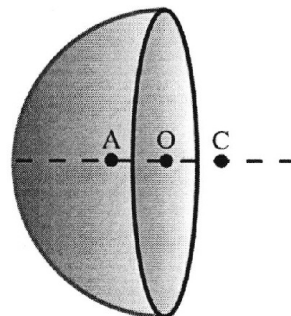


1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

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

3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 250$  кг за  $N = 15$  циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  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 большем по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О скорость частицы равна  $V$ . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



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

2. Найдите скорость  $V_C$  частицы в точке С.

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

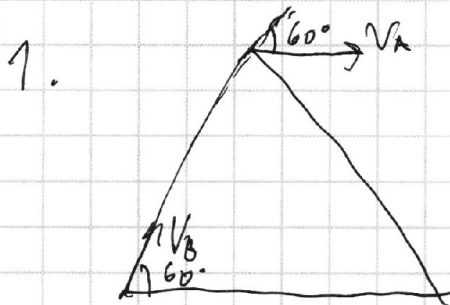


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

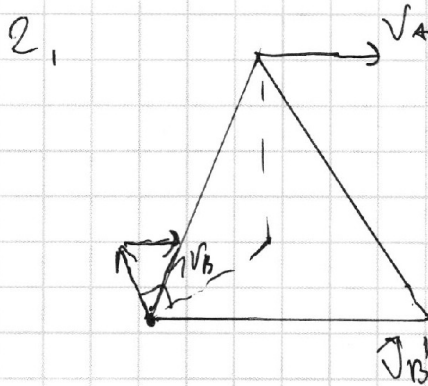
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



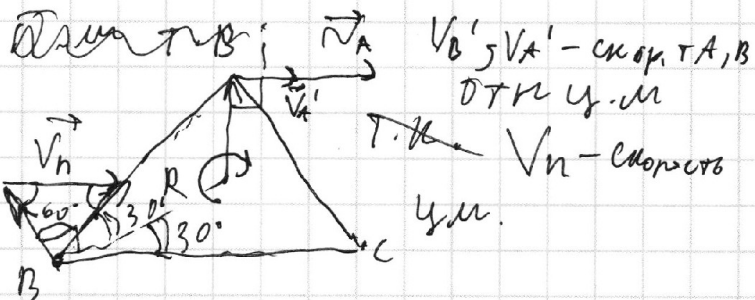
Т.к. стержень жесткий:

$$V_B = V_A \cos 60^\circ$$

$$V_B = V_A \cdot \frac{1}{2} = 0,4 \frac{м}{с}$$

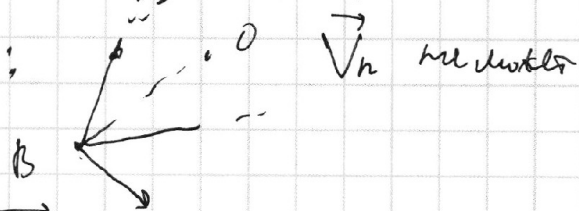


Центр масс движется поступательно:

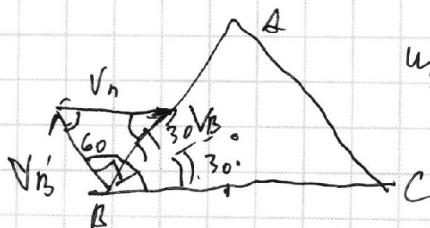


Т.к.  $\vec{V}_A$  сонаправлено с  $\vec{V}_A$ , то  $\vec{V}_n$  перпендикулярно  $\vec{V}_A$ ;

Если система отсчета Ц.м. будет брошена прямо по своей оси, то:



Тогда направление параллельно  $\vec{V}_A \Rightarrow$  Значит система брошена по своей оси от Ц.м.



из геометрических соотношений

$$V_B' = V_B = 0,4 \frac{м}{с} \quad R \text{ (расстояние от Ц.м. до A, B, C)}$$

$$\frac{a}{\sin 60^\circ} = 2R \quad \frac{a}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2} = R \quad R = \frac{a}{\sqrt{3}}$$



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.



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!

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

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

~~№~~

$$3) \vec{F} = m\vec{a}$$

$$a = \frac{v_c^2}{R}$$

Т.С

(v<sub>c</sub> - скорость на входе в окружность)

$$v_c = v_B = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$|\vec{F}| = \frac{m v_c^2}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{6 \cdot 10^{-2} \cdot 0,16 \sqrt{3}}{0,4}$$

$$F = 6 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4 \sqrt{3}$$

$$= \frac{6 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{3}}{100} = \frac{2,4 \sqrt{3}}{100} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: 1)  $0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  2)  $\frac{8\pi}{\sqrt{3}}$  3)  $\frac{2,4 \sqrt{3}}{100}$



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!

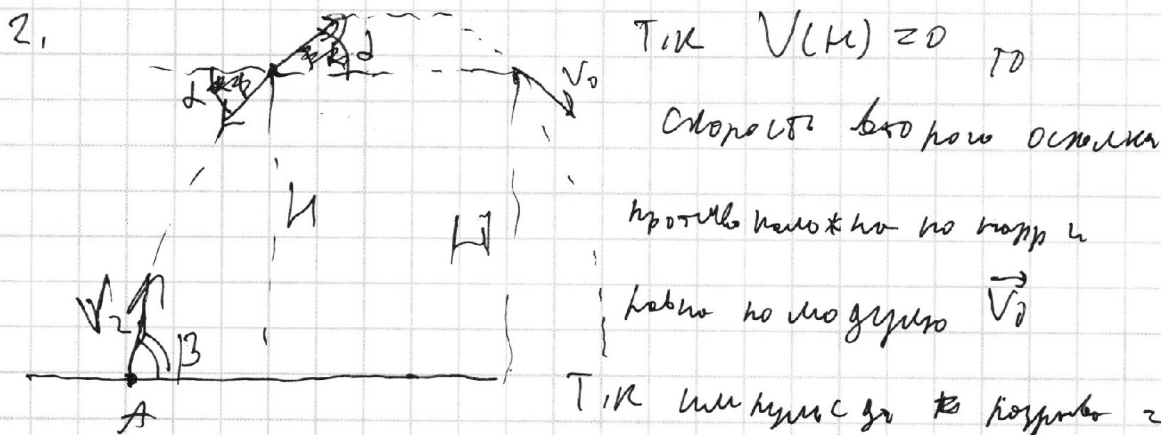
1,  $V_0$  - нач. скорость по земле

$$h = V_0 t - \frac{g t^2}{2} \quad V_0 = V_{0x} - g t \quad t = \frac{V_0 - V}{g}$$

$$h = \frac{V_0(V_0 - V)}{g} - \frac{g(V_0 - V)^2}{2g^2} \quad h = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{V_0^2 - V^2}{2g} \quad \frac{V_0^2}{2g} = h + \frac{V^2}{2g} \quad h = h + \frac{V^2}{2g}$$

$$h = 11,2 + \frac{16}{20} = 11,2 + \frac{8}{10} = 11,2 + 0,8 = 12 \text{ м}$$



Поскольку  $V_0$  и  $V_0 \sin \beta$  векторы  $\vec{V}_0$  и  $V_0 \sin \beta$  то

Вектор  $V_0$  будет  $V_0 \sin \beta$  по горизонтали  
Т.к.  $V_0$  по горизонтали  $V_0 \sin \beta$  по горизонтали  $V_0 \sin \beta$  по горизонтали

Вектор  $V_0$  по горизонтали  $V_0 \sin \beta$  по горизонтали  $V_0 \sin \beta$  по горизонтали

$$C \vec{V}_0 \quad V_2 \cos \beta = V_0 \cos \alpha \quad V_2 \sin \beta$$

$$h = \frac{V_2^2 \sin^2 \beta - V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad L_{\max} = \frac{V_0^2 \cdot 2 \cdot \sin \beta \cos \beta}{g}$$

$$= \frac{2}{g} \cdot V_2 \sin \beta \cdot V_0 \cos \beta = \frac{2}{g} \sqrt{2g h + V_0^2 \sin^2 \alpha} V_0 \cos \alpha$$



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.

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!

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

$$L_{\max}^2 = \frac{4}{g^2} V_0^2 \cos^2 \alpha (2gH + V_0^2) - V_0^4 \cos^4 \alpha$$

$$L_{\max}^2 = \frac{4}{g^2} V_0^2 (2gH + V_0^2) \cos^2 \alpha - \frac{4}{g^2} V_0^4 \cos^4 \alpha$$

$$\frac{dL_{\max}^2}{d\alpha} = \frac{4}{g^2} V_0^2 (2gH + V_0^2) \cdot 2 \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) - \frac{4}{g^2} V_0^4 \cdot 2 \cdot \cos^3 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 0$$

$$\frac{4}{g^2} V_0^2 (2gH + V_0^2) = \frac{4}{g^2} V_0^4 \cos^2 \alpha$$

$$2gH + V_0^2 = 2 \cdot V_0^2 \cos^2 \alpha$$

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

$$L_{\max} = \frac{2}{g} \sqrt{2gH + V_0^2 - \left(\frac{2gH + V_0^2}{2}\right)} \cdot V_0 \sqrt{\frac{2gH + V_0^2}{2V_0^2}}$$

$$L_{\max} = \frac{2}{g} \sqrt{\frac{2gH + V_0^2}{2}} \cdot \sqrt{\frac{2gH + V_0^2}{2}}$$

$$= \frac{2}{g} \cdot \frac{2gH + V_0^2}{2} = \frac{2gH + V_0^2}{g} = 2H + \frac{V_0^2}{g}$$

$$= 24 + \frac{256}{10} = 49,6 \text{ м}$$

Ответ: 1) 72 м 2) 49,6 м

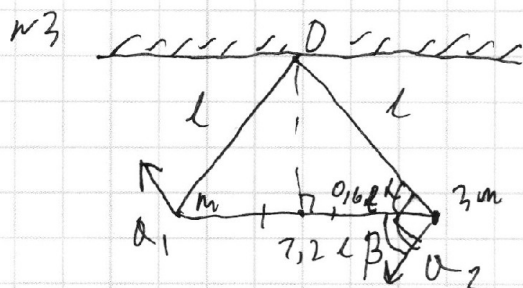


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

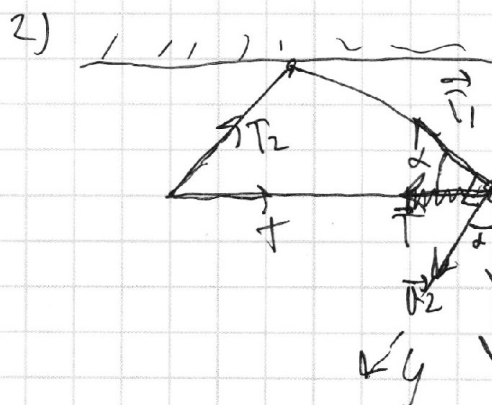


При отрывании груза может  
3m будет двигаться по окружности  
радиусом l и центр в B

1) Груз стр. центр  $\approx 0$  и  $V_0 = 0$  м/с, следовательно  
будет только точка. Центр, радиус  $l$ .

$$\cos \alpha = 0,6 \Rightarrow \sin \alpha = 0,8 \quad \text{и} \quad \cos \beta = \cos \alpha = 0,6$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$



$$\cos \alpha = 0,6 \quad \sin \alpha = 0,8$$

$$T \text{ ОХ'} \quad 3mg \sin \alpha = T_1 + T \cos \alpha$$

$$\text{ОУ} \quad 3mg \cos \alpha = T_2 + T \sin \alpha$$

$$\text{ОХ'} \quad 3mg \cos \alpha = 3mg - T_1 \sin \alpha$$

$$3mg \sin \alpha = T_1 + T \cos \alpha$$

$$3mg \cos \alpha = 3mg \cos \alpha + T \sin \alpha$$

$$3mg \cos \alpha = 3mg - T_1 \sin \alpha$$

$$T_1 = 3mg \sin \alpha + T \cos \alpha$$

$$3mg \cos \alpha = 3mg \cos \alpha + T \sin \alpha$$

$$3mg \cos \alpha = 3mg - 3mg \sin^2 \alpha + T \sin \alpha \cos \alpha$$

$$T \sin \alpha = 3mg - 3mg \cos \alpha$$

$$3mg \cos \alpha = 3mg - 3mg \sin^2 \alpha + 3mg \cos \alpha \sin \alpha$$



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                        |
| <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!

$$T_1 = 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$

$$T_2 = 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$

$$T_1 = 3mg \sin \alpha + T \cos \alpha$$

$$3mg \cos \alpha = 3mg \cos \alpha + T \sin \alpha$$

$$3mg \cos \alpha = 3mg \cos \alpha - T$$

$$3mg \cos \alpha = 3mg - 3mg \sin^2 \alpha - T \sin \alpha \cos \alpha$$

$$3mg \cos^2 \alpha = T \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\text{Отсюда } \alpha = \arcsin(0,6)$$



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!

$$1. C_3 = \frac{5}{2} R \quad C_3 \Delta T_3 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_3 + \nu R \Delta T_3$$

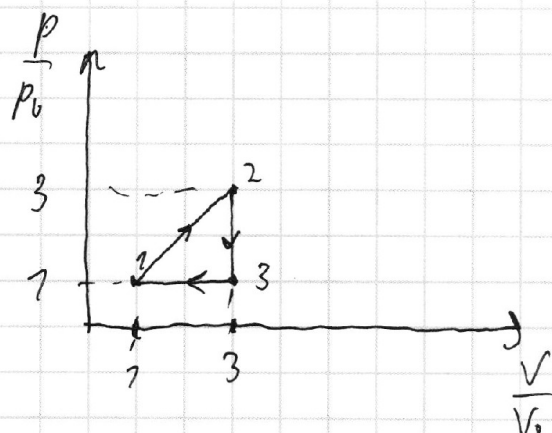
$$P_3 A_3 \nu R \Delta T_3 = 3 \rightarrow 1 - \text{узо-бюро}$$

$$C_2 = \frac{5}{2} R \quad C_1 \nu R \Delta T_1 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1 + \frac{1}{2} \nu R \Delta T_1$$

$$A_2 = \frac{1}{2} \nu R \Delta T_1 \Rightarrow 1 \rightarrow 2: P_2 \propto V$$

$$C_2 = \frac{3}{2} R \quad C_2 \nu R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 + 0 \quad A_2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \rightarrow 3 - \text{узо-хоро}$$



$$P_0 V_0 = \nu R \frac{T_1}{T_0} \cdot T_0$$

$$P_3 V_3 = \nu R \frac{T_3}{T_0} \cdot T_0$$

$$\frac{P_3 V_3}{P_0 V_0} = \frac{T_3}{T_0} = 3$$

$$P_2 V_2 = \nu R \frac{T_2}{T_0} \cdot T_0 \quad V_2 = V_3 \quad P_1 = P_3$$

$$P_3 V_3 = \nu R \frac{T_3}{T_0} \cdot T_0 \quad \frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{9}{3} = 3 \quad P_2 = 3 P_1$$

$$2. A_1 = Q_{12} - Q_{13} = \nu \cdot 2R \cdot 8T_0$$

$$A_{12} = Q_{12} - (Q_{23} + Q_{31}) = \nu \cdot 2R \cdot 8T_0 - \nu \cdot 1,5R \cdot 6T_0 -$$

$$- \nu \cdot 2,5R \cdot 2T_0 = \nu R T_0 (2 \cdot 8 - 1,5 \cdot 6 - 2,5 \cdot 2) =$$

$$= \nu R T_0 (16 - 9 - 5) = 2 \nu R T_0 = 2 \cdot 3 \cdot 8,37$$



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**.

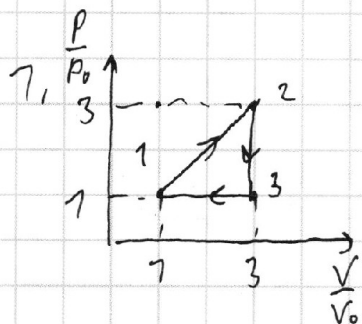
1 2 3 4 5 6 7  
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

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!

$$3, \quad 0,5 A_1 \cdot 15 = m g \quad m = \frac{8,5 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 25}{250 \cdot 10} =$$
$$= \frac{3 \sqrt{R T_0}}{500} = \frac{g \cdot R \cdot 270}{500} = \frac{81,3 R}{50} = \frac{243}{50} R$$

Ответ:



$$2, \quad 6 R \cdot 270 R$$

$$3, \quad \frac{243}{50} \cdot 8,31 \quad m$$



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.

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

5  
☒

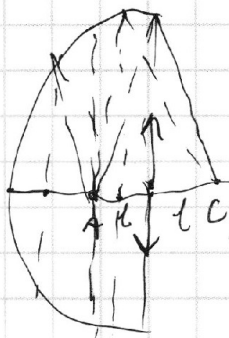
6  
☐

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!

$$1. \frac{mV^2}{2} = W_A = W_0 + \frac{mV_0^2}{2}$$



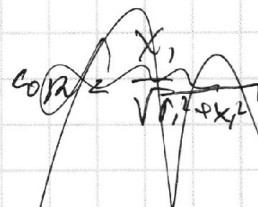
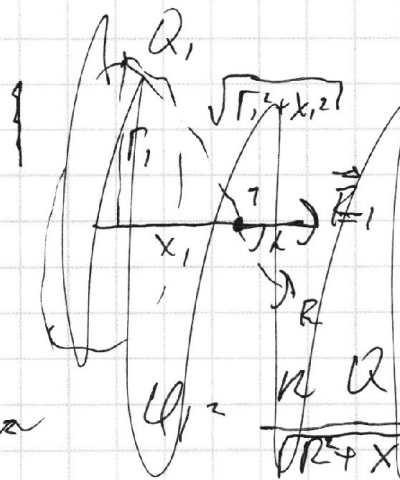
$$W_0 = \varphi_0 \cdot q$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{kQq}{R} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_0^2 = V^2 - \frac{2kQq}{mR}$$

2.



$$\varphi_C = k \Delta Q$$

$$\varphi_C = \frac{k \cdot 2Q}{R} - \varphi_A$$

$$\varphi_{CQ} = \frac{k \cdot 2Qq}{R} - \varphi_A q$$

$$W_A = \varphi_A q$$

т.к. сам симметрично нулю поля точки с 6

дополнить до нуля то потенциал ТС равен нулю

$\varphi =$  - потенциал, т.е. отн. забав сферы (он равен  $\varphi_A$  из-за симметрии)



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!

$$W_c = \frac{2kQq}{R}$$

$$q_L (16 \text{ зарядов}) = \frac{2kQq}{R} \quad (12Q, \text{ т.к. } 16Q - 4Q \text{ зарядов})$$

$$W_c = \frac{2kQq}{R} - 4Aq \quad 4Aq = W_A = \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{2kQq}{R}$$

$$\frac{mV^2}{2} = W_c + \frac{mV_c^2}{2}$$

$$\frac{2mV^2}{2} = \frac{2kQq}{R} + \frac{mV_c^2}{2}$$

$$2mV^2 - \frac{4kQq}{R} = mV_c^2$$

$$2V^2 - \frac{4kQq}{mR} = V_c^2$$

$$\text{Ответ: } 1. \sqrt{V^2 - \frac{2kQq}{mR}}$$

$$2. \sqrt{2V^2 - \frac{4kQq}{mR}}$$



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

$$V_{max} = \sqrt{\frac{2}{g} V_0 \cos \alpha \sqrt{(2gH + V_0^2 \sin^2 \alpha) - V_0^2 \cos^2 \alpha}}$$

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

$$(L_{max})^2 = \frac{4}{g^2} V_0^2 (2gH + V_0^2 \sin^2 \alpha) \cos^2 \alpha - V_0^4 \cos^4 \alpha$$

$$L_{max}^2 = \frac{4}{g^2} V_0^2 (2gH + V_0^2 \sin^2 \alpha) \cos^2 \alpha - V_0^4 \cos^4 \alpha = C$$

$$L_{max}^2 = C \cdot \cos^2 \alpha - V_0^4 \cos^4 \alpha$$

$$\frac{dL_{max}^2}{d\alpha} = C \cdot 2 \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) - V_0^4 \cdot 4 \cos^3 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 0$$

$$C \cdot 2 \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) + V_0^4 \cdot 4 \cos^3 \alpha \cdot \sin \alpha = 0$$

$$2C \cos \alpha \sin \alpha = 4V_0^4 \cos^3 \alpha \sin \alpha$$

$$2C = 4V_0^4 \cos^2 \alpha \quad \cos \alpha = \sqrt{\frac{C/2}{V_0^4 \cdot 4}} = \sqrt{\frac{C}{2V_0^4}}$$

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

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

$$C = \frac{4}{g^2} V_0^2 (2gH + V_0^2 \sin^2 \alpha)$$

$$\frac{d(L_{max}^2)}{d\alpha} = 2C \cos \alpha (-\sin \alpha) - \frac{4}{g^2} V_0^4 \cdot 4 \cos^3 \alpha (-\sin \alpha) = 0$$

$$2C \cos \alpha \sin \alpha = \frac{4}{g^2} V_0^4 \cdot 4 \cos^3 \alpha \sin \alpha \quad C = \frac{8}{g^2} V_0^4 \cos^2 \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{g^2 C}{8V_0^4}} = \sqrt{\frac{1}{2} \frac{2gH + V_0^2 \sin^2 \alpha}{V_0^2}}$$



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

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено болес 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!

