



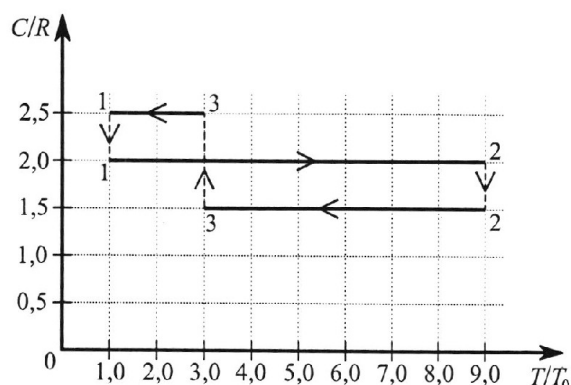
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

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 одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 300$  К.

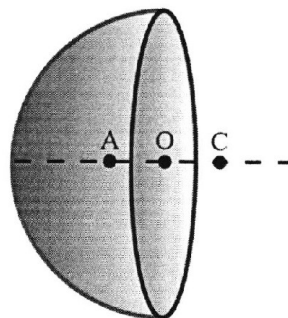


1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

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

3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 400$  кг за  $N = 20$  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 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.



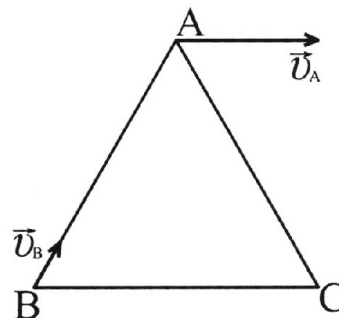
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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 совершит 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.

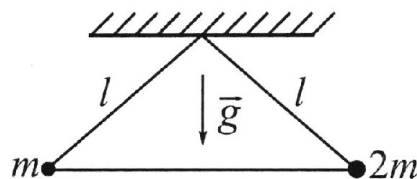
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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. Шарiki скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . Систему удерживают так, что шарiki 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.

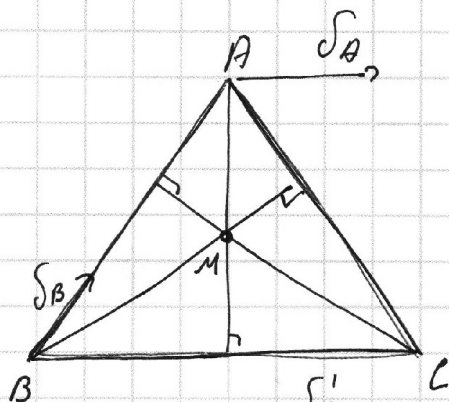


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

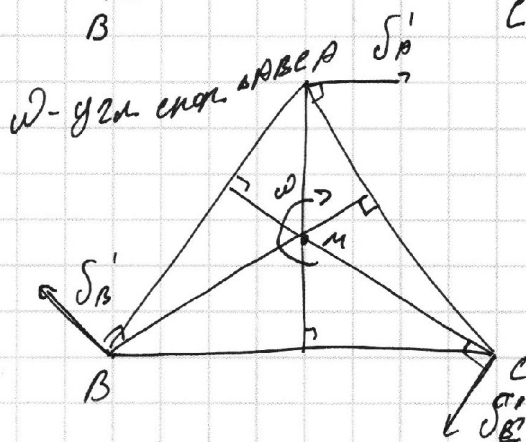
СТРАНИЦА  
1 из 10

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!



$M$  - центр масс (т.к.  $\triangle ABC$  - равностор.  $\Rightarrow M$  - перес. высот.  $\triangle ABC$ )

Перейдем в СО ч.  $M$ .



$\Rightarrow \vec{SA'}, \vec{SB'}, \vec{SC'}$  - екор.  $A, B, C$ .  
соотв. в этой СО

$$\Rightarrow \vec{SA} \perp AB \Rightarrow \vec{SA} \parallel BC$$

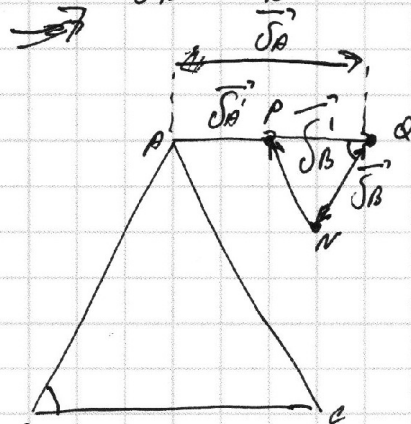
$$\vec{SB} \perp BM \Rightarrow \vec{SB} \parallel AC$$

$$\vec{SC} \perp CM \Rightarrow \vec{SC} \parallel AB$$

$$\vec{SA'} + \vec{SM} = \vec{SA}$$

$$\vec{SB'} + \vec{SM} = \vec{SB}$$

$$\vec{SA} - \vec{SB} = \vec{SA} - \vec{SB}$$



$$\vec{SB} \parallel NP \parallel AB$$

$$\vec{SB} \parallel NP \parallel AC$$

$$\vec{SA} \parallel PQ \parallel BC$$

$$\Rightarrow O P Q N \square \square C B A$$

$$\Rightarrow PQ \parallel QN \Rightarrow PN \Rightarrow \vec{SB} = \vec{SB'} = |\vec{SB} - \vec{SB'}|$$

$$\vec{SA} = \vec{SA'} + \vec{SB'} + \vec{SB} \quad \text{т.к. } \vec{SB} - \vec{SB'} \text{ сонаправл. с } \vec{SA} \text{ и } \vec{SA'}$$

$$\Rightarrow \vec{SA} = \vec{SA'} + |\vec{SB} - \vec{SB'}| = \vec{SA'} + \vec{SB}. \quad \text{т.к. } \triangle ABC - \text{равностор.}$$

$$\Rightarrow AM = BM = CM = x \Rightarrow \vec{SA'} = \vec{SB'} = \vec{SC'} = x \Rightarrow \vec{SA} = \vec{SB} = \vec{SC} \Rightarrow \vec{SA} = 2\vec{SB} = 2\vec{SC}$$

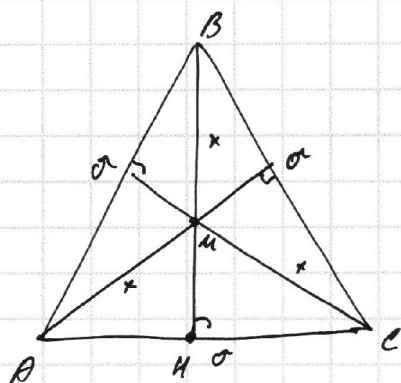


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 10

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!



$$BM = AB \sin \angle BAC = a \sin 60^\circ, \text{ так как } \triangle ABC \text{ - равносторонний, все углы } = 60^\circ$$

BM - медиана и - перпендикуляр.

$$\Rightarrow \frac{BM}{MN} = 2 \Rightarrow MN = \frac{BM}{2} = \frac{x}{2}$$

$$BM = BM + MN = 1,5x$$

$$x = \frac{BM}{1,5} = a \frac{\sin 60^\circ}{1,5} = a \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 1,5} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\vec{v}_B' = \vec{v}_B = x \omega \Rightarrow \omega = \frac{v_B}{x} = \sqrt{3} \frac{v_B}{a}$$

$$\tau = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \frac{a}{v_B} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} c = 3,63 c.$$

$a_m$  - ускор. центра масс.  $a_m = 0$   $\vec{r}_{O'}$  - ускор. C в C.O. упр.

$\vec{a}_C = \vec{a}_m + \vec{a}_C'$  П.а. C в C.O. упр. движ. по окруж.

$$\text{с крив. тангенс. скор.} \Rightarrow \vec{a}_C' = \omega^2 x = \frac{v_B^2}{a} \sqrt{3}$$

$$a_C = a_C' = \frac{v_B^2}{a} \sqrt{3} \text{ ускор. плечи } = a_C$$

$R$  - радиус вращ. движ. по окруж.

$$R = m a_C - \text{II з-н. Ньютона} \quad R = \sqrt{3} m \frac{v_B^2}{a} \approx 82,1 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$



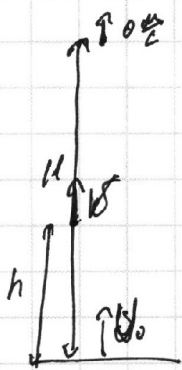
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 10

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!

Тогда механическая энергия  $\rightarrow$  сохраняется, т.е.  
у шарика будет нач. скор.  $v_0$ , а в дальнейшем на него  
действует только  $mg$ .



$$3 \text{ с.з.}: \frac{mv_0^2}{2} = mgh = \frac{mv_2^2}{2} + mgh$$

$$h = \frac{v_2^2}{2g} + h = 16 \text{ м}$$

Суммарная скор. в верш. точки  $= 0$

$\rightarrow$  шарик разбивается на две части. Скор.

$\Pi$  часть  $\rightarrow$   $\Pi$  часть. скор.  $v_0$   
скачет в др. стор.

Из принципа сохранения механич.  
энергии, если бы  $\Pi$  часть

вышла из точки со скоростью

со скор.  $-v_0$  ( $v_0$  - скор. шарика, упрям), то вместе

разрыв шарика  $\Pi$  часть могла бы со скор.  $v_0$  в др. стор.

куда направил его разрыв  $v_0$  сейчас.  $\rightarrow$  он со скор.

$I$  часть  $\rightarrow$  ост. его часть была бы направлена  $I$  часть

$\rightarrow$  далее рассматриваем на такой "обратный разрыв"  $\Pi$  часть.

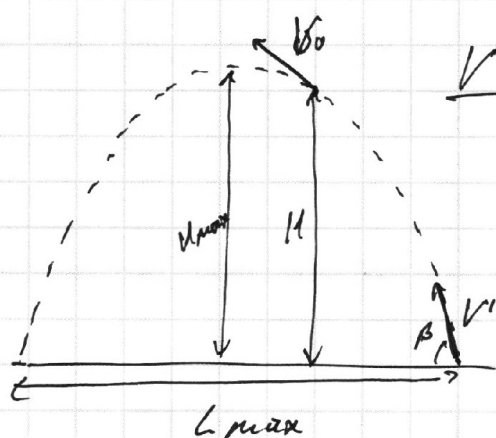


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
4 из 10

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!



$$\frac{V_1^2 m}{2} = \frac{m V_0^2}{2} + m g H - 3 \text{ балла}$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 + 2 g H}$$

$t$  - время полёта:

$$t = \frac{2 V_1 \sin \beta}{g}$$

$$L_{\max} = V_1 \cos \beta t = \frac{2 V_1^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{V_1^2}{g} \sin 2\beta$$

$\sin 2\beta \leq 1 \Rightarrow \max L_{\max}$  при  $\sin 2\beta = 1$  и  $\beta = 45^\circ$

$L_{\max} = \frac{V_1^2}{g}$ , но в этом случ.  $\max$  высот, но в крайне

случ. ( $H_{\max}$ )  $H_{\max} = V_1 \sin \beta \frac{t}{2} - \frac{g t^2}{8}$

$$H_{\max} = \frac{V_1^2 \sin^2 \beta}{2g} - \frac{g t^2}{8} = \frac{2 V_1^2 \sin^2 \beta}{2g} - \frac{g \cdot 4 V_1^2 \sin^2 \beta}{8 g^2} =$$

$$= \frac{V_1^2}{g} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) = \frac{V_1^2}{4g} = \frac{V_0^2 + 2gH}{4g} = 18 \text{ м. } \neq H$$

$\Rightarrow$  в таком случ. ( $\beta = 45^\circ$ ) не trajectory. "обратного полёта"

и случ. найдётся точка с высотой  $H \Rightarrow L_{\max}$  при  $\beta = 45^\circ$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2 + 2gH}{g} = 72 \text{ м.}$$

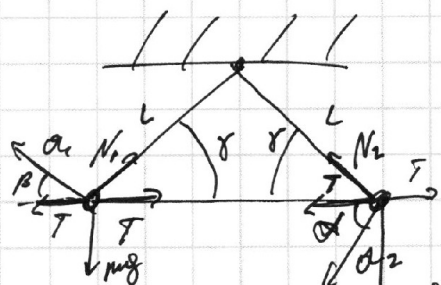


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
9 из 10

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!



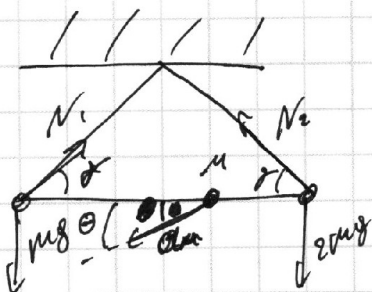
через.  $\Delta t$  - малое время у зр.з., малое  
2м движ. скор.  $\vec{dS}_2$ , а у 2м малое  $m - \vec{dS}_1$

$$\vec{dS}_2 = \Delta t \vec{a}_2; \vec{dS}_1 = \Delta t \vec{a}_1$$

Век. скор. не знаем. а

$$\Delta S_2 \cos \alpha = \Delta S_1 \cos \beta \Rightarrow a_2 \cos \alpha = a_1 \cos \beta$$

Век. скор. не знаем. а сумма сил, действ. на него  $\Rightarrow$   
а на шнур, малой  $m$  он. действ. е сил.  $T$ , в зм. стор,  
от. стор. него, или о действ. на  $\vec{T}$  стор (такой 2м)  
 $T$  - горизонтальна, т.е. её проекция на ось  $Ox$  равна  
его проекции  $\Rightarrow 0$ , иначе укл. укл. стор.  $a$ .



•  $M$  - центр масс системы  
2 груза + шнур.

По теореме о ц.м.

$$\vec{a}_M = 3m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2$$

$$3m a_M \cos \Theta = (N_2 - N_1) \cos \gamma \quad \text{Пот. } \bullet M \text{ не движ. по стор,}$$

а как стор.  $\bullet M = 0$ , то по крив. опр. выше.

$$a_M \cos \Theta = a_2 \cos \alpha = a_1 \cos \beta = (N_2 - N_1) \cos \gamma \frac{1}{3m}$$

$$3m a_M \sin \Theta = 3mg - (N_1 + N_2) \sin \gamma$$

$$a_2 \cos \alpha \cdot 2m = N_2 \cos \gamma - T$$

$$a_1 \cos \beta \cdot m = T - N_1 \cos \gamma$$

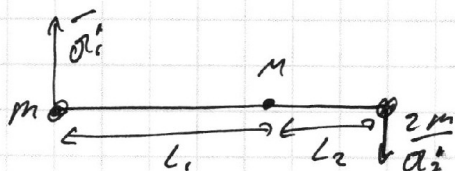


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  
☐2  
☐3  
☒4  
☐5  
☐6  
☐7  
☐СТРАНИЦА  
10 ИЗ 10

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!

Перейдем в СС у.м. сеп. 2 гр. + см.



$$L_2 2m = L_1 m \Rightarrow L_1 = 2L_2$$

$$\vec{a}_2' = \vec{a}_2 - \vec{a}_m$$

$$\vec{a}_1' = \vec{a}_1 - \vec{a}_m$$

Вектор скор. 0  $\Rightarrow$  скорость точки век. у гр. м.  $\Rightarrow$

$$a_1' \text{ и } a_2' - \text{вект.} \Rightarrow a_2' = a_2 \sin \alpha - a_m \sin \theta$$

$$a_1' = a_1 \sin \beta - a_m \sin \theta$$

$$\frac{a_1' L_2}{a_2'} = \frac{L_1}{L_2} = 2 \quad a_1' = a_2' \cdot 2$$

$$a_1 \sin \beta = 2a_2 \sin \alpha - a_m \sin \theta$$

$$a_m \sin \theta = g - \frac{N_1 + N_2}{3m} \sin \gamma$$

$$a_2 \cos \alpha = a_1 \cos \beta = \frac{N_2 - N_1}{3m} \cos \gamma$$

$$a_2 \cos \alpha = \frac{N_2 \cos \gamma - T}{2m}$$

$$a_2 \sin \alpha = g - \frac{N_2 \sin \gamma}{2m}$$

$$a_1 \sin \beta = \frac{N_1 \sin \gamma}{m} - g$$

$$\frac{N_1 \sin \gamma}{m} - g = 2g - \frac{N_2 \sin \gamma}{m} - g + \frac{N_1 + N_2}{3m} \sin \gamma$$

$$\frac{2}{3}(N_1 + N_2) \sin \gamma = 2mg$$

$$N_1 + N_2 = \frac{3mg}{\sin \gamma}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
5 из 10

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!

$$pV = \nu RT$$

$$dpV + p dV = \nu R dT$$

$$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

$$d \ln p = -n d \ln V$$

$$\ln p = \text{const} = -n \ln V + \text{const}$$

$$\ln p + \ln V^n = \text{const}$$

$$\ln pV^n = \text{const} \Rightarrow pV^n = \text{const}$$

$$n = \frac{C_p - C}{C_v - C}$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R$$

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

Плн. 223. основн.  $\Rightarrow i=3$

$$C_p = 2,5 R \quad C_v = 1,5 R$$

$\Rightarrow$  при  $C = \text{const}$  имеем:

$$pV^{\frac{2,5R - C}{1,5R - C}} = \text{const}$$

в процессе 1-2  $C = 2R$

$$\Rightarrow pV^{\frac{2,5R - 2R}{1,5R - 2R}} = p_0 V_0^{\frac{2,5R - 2R}{1,5R - 2R}}$$

$$\frac{p}{p_0} = \left( \frac{V}{V_0} \right)^2$$

$\Rightarrow$  это ом. - 1 (4; 1) гв. - 2, где  $T_2 = 9T_0$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{V_2}{V_0} = 9 \quad \left( \frac{p_2}{p_0} \right)^2 = 9 \Rightarrow \frac{p_2}{p_0} = 3$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

в процессе 2-3  $C = 1,5 R = C_v \Rightarrow V = \text{const}$

в процессе 3-1  $C = 2,5 R = C_p \Rightarrow p = \text{const}$



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  
☒

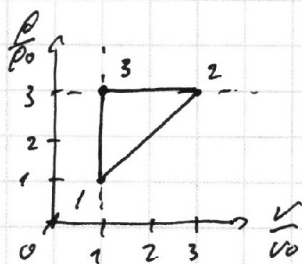
5  
☐

6  
☐

7  
☐

СТРАНИЦА  
6 ИЗ 10

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 - перес. экв. линии из. + 2 и берем из
- 1 соотв.

$$Q = \Delta U + A_r$$

За 1 цикл. газ. возвр. в нач. сост.  $\Rightarrow \Delta U = 0$

$$Q = C_{12} V (T_2 - T_1) + C_{23} V (T_3 - T_2) + C_{31} V (T_1 - T_3) =$$

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

$$A_r = 2 V T_0 R = 2 \cdot 5 \cdot 300 \cdot 8,31 = 24930 \text{ Дж}$$

Плн. только половина от  $A_r$  - полез. раб. двигателя

$$\text{За 1 цикл. } (A_1) \Rightarrow A_1 = \frac{A_r}{2} = 12465 \text{ Дж}$$

За 30 циклов. получим. соверш. раб.  $A = N A_1$

$A = M g H$ , м. сил. - максималь.

$$H = \frac{N A_1}{M g} \approx 62,3 \text{ м}$$



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  
7 ИЗ 10

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!

Принимем потенциалы на бесконеч. наст. от сферы  $\varphi_\infty = 0$ , тогда назовём сферу на расстоянии  $r$  от центра, малой площадью  $dS$ , тогда ( $dS \ll 4\pi R^2$ )

заряд. нагр. эле.  $dQ = Q \frac{dS}{4\pi R^2}$ ; потенциал, созд.

только зарядом  $b = 0$  на наст  $R$   $d\varphi = \frac{k dQ}{R}$

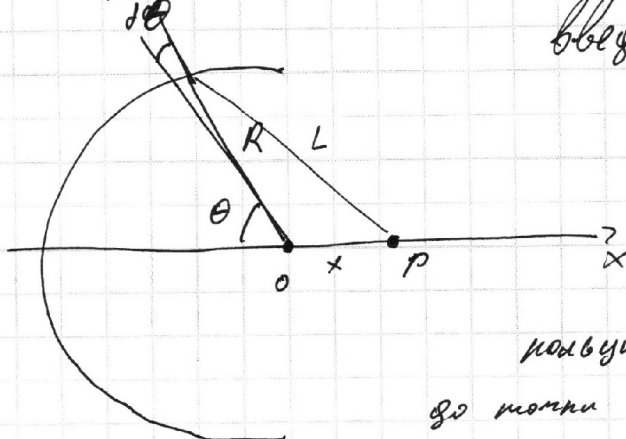
Из принципа супер. позиций потенциал.  $b = 0$  от полушара

$$\varphi_0 = \int_0^{2\pi R^2} Q \frac{dS}{4\pi R^2} \frac{k}{R} = \frac{kQ}{R}$$

ЗСЭ:  $\varphi_0 - \varphi_\infty = K$   $K_0 + \varphi_0 Q = K + \varphi_\infty Q$

$$\Rightarrow K_0 = \frac{mV_0^2}{2} = K - \varphi_0 Q = K - \frac{kQ^2}{R} = K - \frac{Q^2}{4\pi R \epsilon_0}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{Q^2}{2\pi R \epsilon_0 m}}$$



введём ось x вдоль AC, с

$O \in O$   $\Rightarrow$  потенциал

из  $O$  по углу  $d\varphi$

на  $\frac{1}{2}$  сферы, образуя

угол  $\varphi$  с осью x, возьмём

кольца на полушаре, радиус-вектор

до точки потенциала  $\varphi$  угол  $\theta$  с AC,

и его модуль. Вдоль пол.  $d\theta$  из  $O$   $\Rightarrow$  т.к. все это

точки пол. на ос. наст. от  $P \Rightarrow d\varphi = \frac{k dQ}{r}$

$$dQ = dQ R^2 \sin \theta \frac{Q}{4\pi R^2} \frac{1}{r} \frac{Q}{4\pi R^2} dQ = \sin \theta d\theta Q$$



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  
8 ИЗ 10

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!

$$L = \sqrt{x^2 + R^2 + 2 \cos \theta x R}$$

$$d\varphi = kQ \frac{\sin \theta d\theta}{\sqrt{x^2 + R^2 + 2 \cos \theta x R}}$$

$$\Rightarrow \text{потенциал в } P \varphi_P = \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} kQ \frac{\sin \theta d\theta}{\sqrt{x^2 + R^2 + 2 \cos \theta x R}} =$$

$$= kQ = \frac{kQ}{xR} (x + R - \sqrt{x^2 + R^2}) \text{ на } x$$

$$\Rightarrow \text{будет } R_0 = L = \frac{1}{2}, \text{ тогда}$$

$$\varphi_A = \frac{kQ}{LR} (\sqrt{L^2 + R^2} + L - R)$$

$$\varphi_C = \frac{kQ}{LR} (L + R - \sqrt{L^2 + R^2})$$

$K$  - кин. энерг. частицы в  $x$

$$K, \text{ в } C: K_A + \varphi_A q = K_C + \varphi_C q$$

$$K_A = 0, \text{ т.к.}$$

$$K_A + \varphi_A q = K_C + \varphi_C q$$

$$\text{на } C \text{ н. } = 0.$$

$$K_C = q(\varphi_A - \varphi_C) = 2q \frac{kQ}{LR} (\sqrt{L^2 + R^2} - R)$$

$$K_0 = q(\varphi_A - \varphi_0) = q \frac{kQ}{LR} (2R\sqrt{L^2 + R^2} - R) = K - \varphi_0 q$$

$$K_C = 2K - \frac{2kQq}{R} = 2K - \frac{Qq}{2\epsilon_0 R} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{Qq}{5\epsilon_0 R m}}$$



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                        |
| <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 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!

300

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ 3 \\ \hline 249,3 \end{array} \quad \text{00}$$

$$\begin{array}{r} 249,3 \quad | \quad 4 \\ 24 \\ \hline 09 \\ 8 \\ \hline 13 \\ 12 \\ \hline 10 \\ 8 \\ \hline 2 \end{array}$$

0 - - - - - 0 - - - - -

$$B = \frac{\mu_0 I dL}{L^2}$$

$$\frac{\sqrt{x^2 + R^2 + 2 \cos \theta \times R}}{\times R} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sin \theta \times R}{\sqrt{x^2 + R^2 + 2 \cos \theta \times R}}$$

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!



$$\begin{array}{r} 121 \\ 121 \\ \hline 121 \\ 1127 \\ 121 \\ \hline 29241 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 123 \\ 173 \\ \hline 519 \\ 1211 \\ 173 \\ \hline 29929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 628 \overline{) 123} \\ 548 \\ \hline 1090 \\ 1038 \\ \hline 520 \end{array}$$

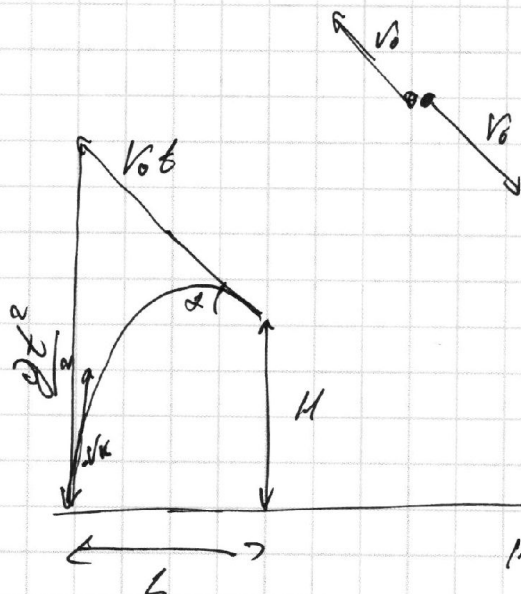
228

48

$$\begin{array}{r} 5 \\ 48 \\ \hline 121 \\ 48 \\ \hline 336 \\ 48 \\ \hline 8208 \end{array}$$

$$\frac{400}{40} + 8 = 18$$

16-9-5



$$t \vec{V}_2 \vec{V}_0 + \vec{g} t$$

$$\downarrow g. \vec{V}' = \vec{V}_k + \vec{g} t$$

$$-\vec{V}_k t + \frac{\vec{g} t^2}{2} = -\vec{V}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

$$t = \vec{V}_k = \vec{V}_0 + \vec{g} t$$

$$H = \frac{\vec{g} t^2}{2} = \frac{\vec{V}_k t}{2} - \frac{\vec{V}_0 t}{2}$$

$$H = \frac{g t^2}{2} + V_0 \sin \alpha t \quad H + L = \frac{(\vec{V}_k + \vec{V}_0) t}{2}$$

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

$$t^2 - \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} t - \frac{2 H}{g} = 0$$

$$t = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} + \sqrt{\frac{4 V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{2 H}{g}} = \frac{4 V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{8 H}{g}$$

7