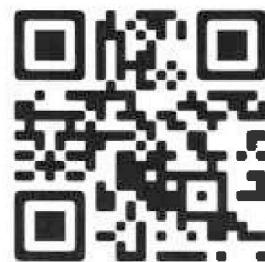


Олимпиада «Физтех» по физике,

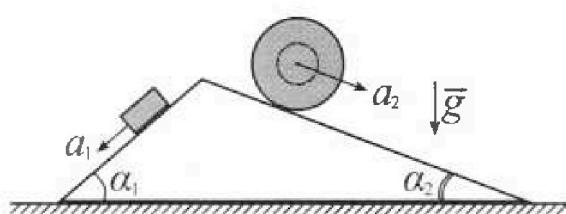
февраль 2024

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

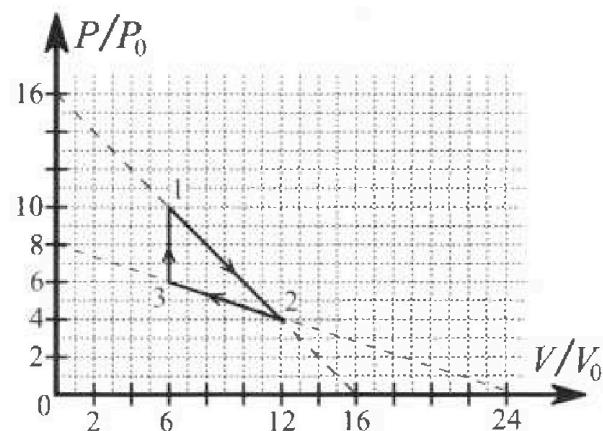


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

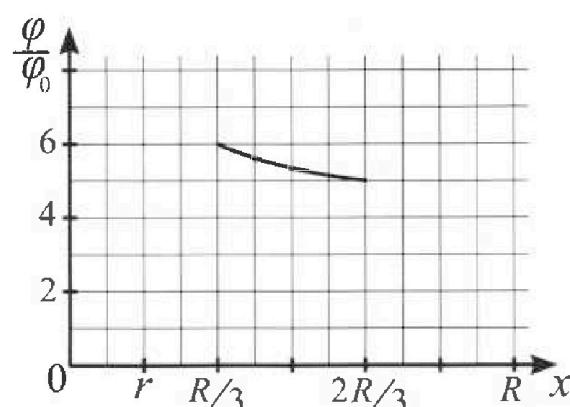
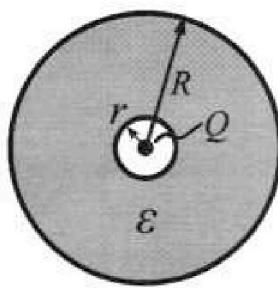
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



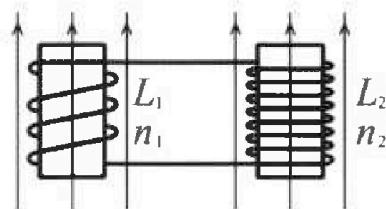
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 11-04

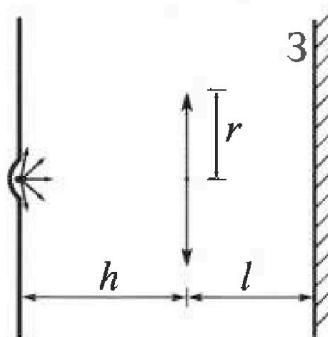
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



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.

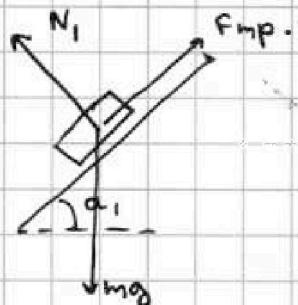
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>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

Задача 1

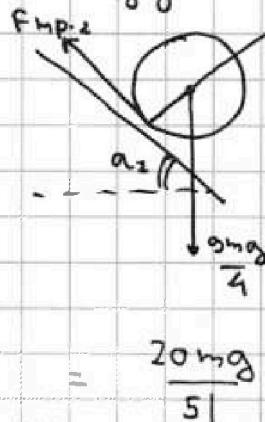
- 1) По Тр. о движении тела Масса · а₁ = $\sum \vec{F}$; внешн.
- 2) Какие внешние силы действуют на брусков? Сила тяжести, сила гр-ши винта и сила трения между винтом и винтом:



$$\begin{aligned} m \cdot a_1 &= m g \cdot \sin \alpha_1 - F_{mpr-1} \Rightarrow \\ \Rightarrow m \cdot \frac{5g}{17} &= m g \cdot \frac{3}{5} - F_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{5g}{17} &= \frac{3g}{5} - \frac{F_1}{m} \Rightarrow \frac{F_1}{m} = \frac{3g}{5} - \frac{5g}{17} = \\ &= \frac{51g - 25g}{85} = \frac{26g}{85} \Rightarrow F_1 = \frac{26mg}{85} \end{aligned}$$

Зато что находит в N₁. Равнение в оконч., N₁ = mg · cos α₁ = $= mg \cdot \frac{4}{5} = \frac{4mg}{5}$

- 3) Какие внешние силы действуют на шар? Второй разве это: сила тяжести, сила гр-ши винта и сила трения между винтом и винтом:



$$\begin{aligned} \frac{9m}{4} \cdot a_2 &= \frac{9mg}{4} \cdot \sin \alpha_2 - F_{mpr-2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{9m}{4} \cdot \frac{8g}{27} &= \frac{9mg}{4} \cdot \frac{8}{17} - F_2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{8g}{27} &= \frac{8g}{17} - \frac{4F_2}{9m} \Rightarrow \frac{4F_2}{9m} = \frac{8g}{17} - \frac{8g}{27} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{4F_2}{9m} &= \frac{8g \cdot 10}{27 \cdot 17} \Rightarrow F_2 = \frac{8g \cdot 10 \cdot 9m}{27 \cdot 17 \cdot 4} = \end{aligned}$$

Зато что N₂. Равнение в окончии, N₂ = $\frac{9m}{4} g \cdot \cos \alpha_2 = = \frac{9mg}{4} \cdot \frac{15}{17} = \frac{135mg}{68}$

- 4) Какие силы действуют на кинет. по III з-ку? Значит на него действуют силы гр-ши (пограничные) со стороны винта и бруска (+ сила тяжести). Кинет же на него



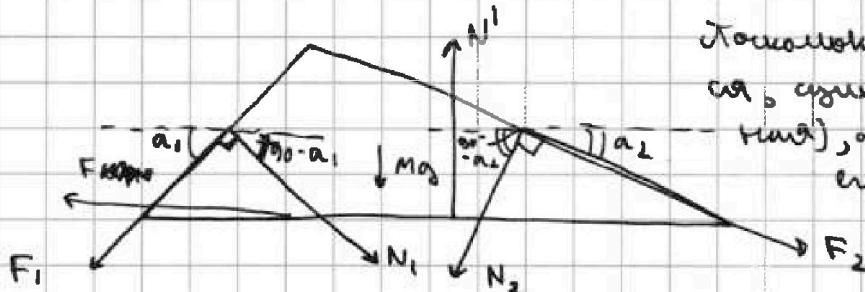
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

действует сила тяжести $m g$, под действием силы F - изображены и сила тяжести:



Под действием силы тяжести $m g$ (вектор), сущим сил (векторами), действующих на него по изображению, равны нулю:

$$F + F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_2 \cdot \sin \alpha_2 - N_1 \cdot \sin \alpha_1 - F_2 \cdot \cos \alpha_2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = N_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 - F_1 \cdot \cos \alpha_1 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 =$$

$$= \frac{4mg}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{20mg}{51} \cdot \frac{15}{17} - \frac{26mg}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{136mg}{68} \cdot \frac{8}{17} =$$

$$= \frac{12mg}{25} + \frac{300mg}{85} - \frac{104mg}{85} - \frac{1080mg}{68} =$$

$$= \frac{12mg \cdot 17 - 104mg}{5 \cdot 5 \cdot 17} + \frac{300mg \cdot 4 - 1080mg \cdot 5}{17 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 17} =$$

$$= \frac{100mg}{5 \cdot 5 \cdot 17} - \frac{2040mg}{17 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 17} = \frac{4mg}{17} - \frac{10mg}{17} =$$

$$= -\frac{6mg}{17} \quad (\text{не угадали с направлением } F).$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{26mg}{85}$

2) $F_2 = \frac{20mg}{51}$

3) $\frac{6mg}{17}$

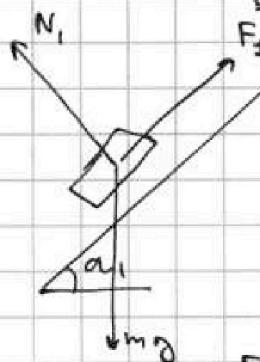
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



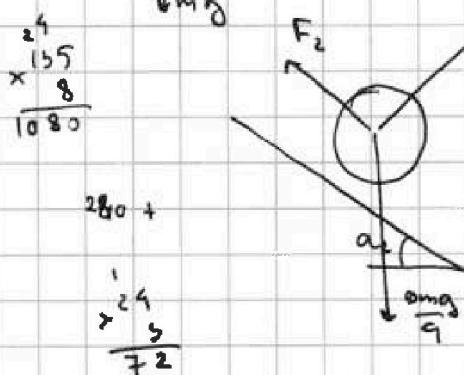
$$\begin{array}{r} 7 \\ \times 85 \\ - 55 \\ \hline 17 \end{array}$$

$$m a_1 = m g \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

$$a_1 = g \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

$$\frac{5g}{17} = g \cdot \frac{3}{5} - F_1 \Rightarrow F_1 = \frac{3g}{5} - \frac{5g}{17} =$$

$$= \frac{51g - 25g}{85} = \frac{26g}{85} \Rightarrow F_1 = \frac{26mg}{85}$$

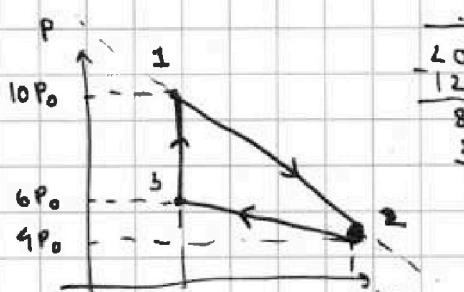


$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 135 \\ - 1080 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\text{зан} \quad \frac{9m}{q} \cdot a_2 = \frac{9mg}{q} \cdot \sin \alpha_2 - F_2 =$$

$$\Rightarrow a_2 = g \cdot \frac{8}{17} - \frac{qF_2}{9m} =$$

$$\Rightarrow \frac{qF_2}{9m} = \cancel{\frac{8g}{17}} \cdot \frac{8g}{27} - \cancel{\frac{8g}{17}} = \frac{8g \cdot 10}{17 \cdot 27}$$



$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 12 \\ - 1040 \\ \hline 12 \\ 84 \\ 34 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 1080 \\ - 1240 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$10P_0 \cdot 6V_0 = \text{JRT}_1$$

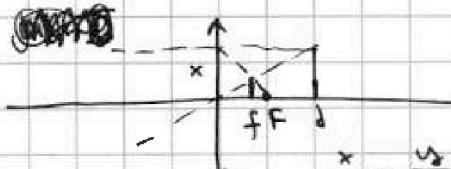
$$4P_0 \cdot 12V_0 = \text{JRT}_2$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 1240 \\ - 1200 \\ \hline 40 \\ 4 \end{array}$$

$$\frac{1}{h} = \frac{1}{T} - \frac{3}{2h} \Rightarrow \frac{1}{T} = \frac{1}{h} + \frac{3}{2h} = \frac{5}{2h} \Rightarrow T = \frac{2h}{5}$$

$$B_0 + L I_1 + \frac{3}{2} \cdot 4B_0 + \frac{27L I_1}{8} = \frac{380}{4} + L I_2 + \frac{27L I_2}{8} + \frac{3}{2} \cdot \frac{380}{8}$$

$$23 \cdot 19 = 0 \quad 7B_0 + \frac{35L I_1}{8} = 19B_0 + 55L I_2$$



$$\frac{35L I_2}{8} = \frac{380}{4} + \frac{35L I_1}{8}$$

$$\frac{x}{F} = \frac{y}{F-f} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{F}{F-f}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{y}{x} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{1}{F} = \frac{F}{F-f} \Rightarrow Ff = fF - Ff$$

$$\frac{1}{\delta} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F-f}$$



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

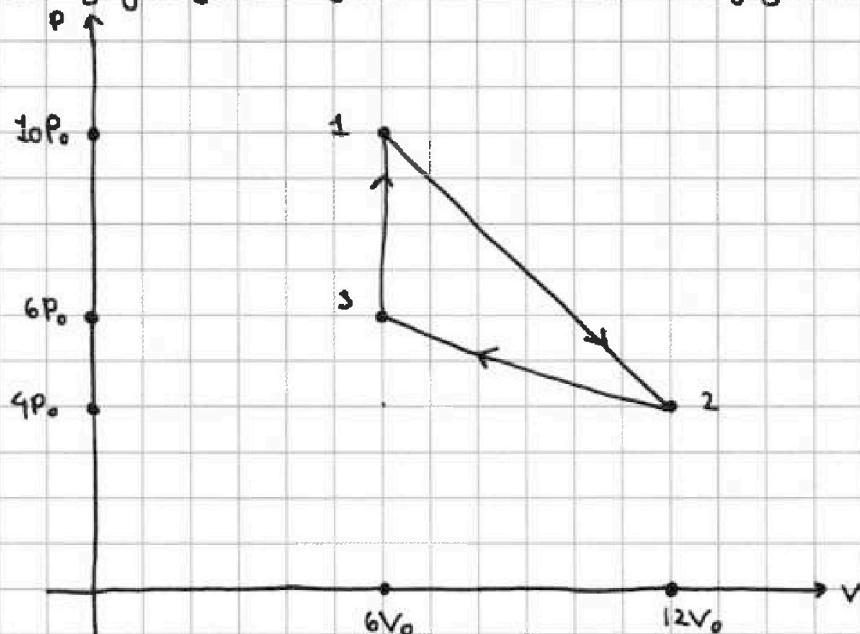
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

ω₂

1) Изобразите цикл в P(V)-координатах:



2) Найдем работу Адиабаты газа по циклу. Она равна интегралу под парциальными вине циклики:

$$A = \frac{1}{2} 6P_0 \cdot 6V_0 - \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 6V_0 = \frac{1}{2} \cdot 6V_0 \cdot 4P_0 = 3V_0 \cdot 4P_0 = 12P_0 V_0$$

3) Найдем T₁ - температура газа в первом состоянии, T₂ - во втором, U - к-во газа:

$$1: 10P_0 \cdot 6V_0 = ORT_1$$

$$2: 4P_0 \cdot 12V_0 = ORT_2$$

Так одновременно \rightarrow ее энергию U₁ в первом состоянии =

$$= \frac{5}{2} ORT_1 = \frac{5}{2} \cdot 60P_0V_0 = 90P_0V_0, \text{ а энергия } U_2 \text{ во втором } =$$

$$= \frac{7}{2} ORT_2 = \frac{7}{2} \cdot 48P_0V_0 = 72P_0V_0$$

Найдем выражение внутренней энергии газа в ар-се

$$3 \rightarrow 2: U_1 - U_2 = 90P_0V_0 - 72P_0V_0 = 18P_0V_0 = \Delta U$$

$$4) \frac{\Delta U}{A} = \frac{18P_0V_0}{12P_0V_0} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$$



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"/> 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!

5) Уравнение, которое описывает процесс 12. Зависимость $P(V)$ в виде линейной \Rightarrow

$$\Rightarrow P = kV + b$$

$$10P_0 = k \cdot 6V_0 + Q \quad \Rightarrow \quad 6P_0 = -6kV_0 \Rightarrow k = -\frac{P_0}{V_0} \Rightarrow$$

$$4P_0 = k \cdot 12V_0 + Q$$

$$\Rightarrow 10P_0 = -\frac{P_0}{V_0} \cdot 6V_0 + Q \Rightarrow 10P_0 = -6P_0 + Q \Rightarrow Q = 16P_0.$$

Следовательно, $P = -\frac{P_0}{V_0} \cdot V + 16P_0$

$$PV = UR \Rightarrow T \text{ в выражении } 12 \text{ не зависит от } V \text{ следующим образом: } T = \frac{PV}{UR} = \frac{1}{UR} \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0} \cdot V + 16P_0 \right) \cdot V =$$

$$= \frac{1}{UR} \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0} \cdot V^2 + 16P_0V \right).$$

Когда при этом уравнении $V = 0$ и $V = 16V_0 \Rightarrow$ максимум температура достигается при $V = 8V_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_{\max} = \frac{1}{UR} \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0} \cdot 64V_0^2 + 16P_0 \cdot 8V_0 \right) = \frac{1}{UR} \cdot \left(-64P_0V_0 + 128P_0V_0 \right) = \frac{1}{UR} \cdot 64P_0V_0$$

6) Найдите T_3 - температуру газа в состоянии 3.

$$6P_0 \cdot 6V_0 = UR T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{36P_0V_0}{UR}$$

$$7) \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64P_0V_0 \cdot UR}{UR \cdot 36P_0V_0} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}.$$

$$8) Q_{12} = A_{12} + \alpha U_{12} = 0 + \frac{3}{2} \cdot (10P_0 \cdot 6V_0 - 6P_0 \cdot 6V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6V_0 \cdot 4P_0 =$$

$$= 3 \cdot 6V_0 \cdot 2P_0 = 36P_0V_0$$

$$Q_{12} = A_{12} + \alpha U_{12} = \frac{1}{2} \cdot (10P_0 + 4P_0) \cdot 6V_0 - 18P_0V_0 = 5V_0 \cdot 14P_0 - 18P_0V_0 =$$

$$= 42P_0V_0 - 18P_0V_0 = 24P_0V_0$$



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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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 во каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

В 3 цир-сах $3 \rightarrow 1$ и $1 \rightarrow 2$ тепло подводится \Rightarrow В цир-се $2 \rightarrow 3$ оно отводится $\Rightarrow Q_{\text{подв.}} = Q_{31} + Q_{12} = 36 P_0 V_0 + 24 P_0 V_0 =$
 $= 60 P_0 V_0$

Страна Энергия, $\eta = \frac{A}{Q_{\text{подв.}}} = \frac{12 P_0 V_0}{60 P_0 V_0} = \frac{1}{5} = 0,2$

Ответ: 1) $\frac{3}{2} = 1,5$

2) $\frac{16}{9}$

3) 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.

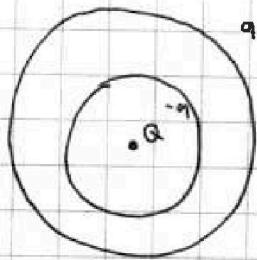
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <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. Перев QR-кода недопустим!

- 1) Из-за поля, создаваемого внешним зарядом Q , на внутренней поверхности шара распространяется однородный заряд $-q$, а на внешней — концентрический заряд q .
- 2) Эти заряды q и $-q$ распределены по поверхности шара равномерно.

3)



Выразим q через Q . Там видны шари r и R для решения поля внешнего заряда Q :

$$\frac{kQ}{\epsilon r^2} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{kq}{r^2} \Rightarrow \frac{Q}{\epsilon} = Q - q \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q = Q - \frac{Q}{\epsilon} = Q \cdot \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon}.$$

- 4) Определить на какой v падает.

$$\text{Если } v < \frac{11R}{12}: \varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{kQ \cdot 12}{11R} - \frac{kQ \cdot (\epsilon - 1) \cdot 12}{\epsilon \cdot 11R} +$$

$$+ \frac{kQ \cdot (\epsilon - 1)}{\epsilon R} = \frac{12kQ}{11R} - \frac{12kQ \cdot (\epsilon - 1)}{11\epsilon R} + \frac{kQ \cdot (\epsilon - 1)}{\epsilon R}.$$

$$\text{Если } v > \frac{11R}{12}: \varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{v} + \frac{kq}{R} = \frac{kQ \cdot 12}{11R} - \frac{kQ \cdot (\epsilon - 1)}{\epsilon v} +$$

$$+ \frac{kQ \cdot (\epsilon - 1)}{\epsilon R}.$$

- 5) Помимо зависимости на графике синтеза, на той же представлена зависимость $\varphi(x)$ внутри какой-то огтой ограниченной области (внутри диэлектрика или внутри ядерного ядра).

Допустим, $v < \frac{R}{3}$ (то есть зона зависимости внутри диэлектрика).

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 6\varphi_0 = \frac{kQ \cdot 3}{R} - \frac{kq \cdot 3}{R} + \frac{kq}{R} = \frac{kq}{R} + \frac{3kq}{R} + \frac{3kQ}{R} =$$

$$= \frac{3kQ}{R} - \frac{2kq}{R}$$



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.

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

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{kQ \cdot 3}{2R} - \frac{kq \cdot 3}{2R} + \frac{kq}{R} = \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kq}{2R} + \frac{2kq}{2R} = \frac{3kQ}{2R} - \frac{kq}{2R} = \\ = 5\varphi_0$$

$$\frac{kq}{2R} = \frac{3kQ}{2R} - 5\varphi_0 \Rightarrow q = 3Q - \frac{2R \cdot 5\varphi_0}{K} = 3Q - \frac{10R\varphi_0}{K}$$

$$\frac{2kq}{R} = \frac{7kQ}{R} - 6\varphi_0 \Rightarrow q = \frac{3Q}{2} - \frac{3\varphi_0 R}{K} \text{ (здесь } \cancel{+2kq}$$

$$\frac{3Q}{2} - \frac{3\varphi_0 R}{K} = 3Q - \frac{10R\varphi_0}{K} \Rightarrow \frac{3Q}{2} = \frac{7\varphi_0 R}{K} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{kq}{2R} = \frac{k}{R} \cdot \frac{7\varphi_0 R}{K} - 5\varphi_0 = 2\varphi_0 \Rightarrow \frac{k}{2R} \cdot \frac{Q \cdot (E-1)}{E} = 2\varphi_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{4 \cdot (E-1)}{ER} \cdot \frac{7\varphi_0 R}{3K} = 2\varphi_0 \Rightarrow \frac{7 \cdot (E-1)}{3E} = 2 \Rightarrow 6E = 7E - 7 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = 7.$$

Допустим, $v > \frac{2R}{3}$ (внешний концентрический находящийся) \Rightarrow

$$\Rightarrow \varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{v} + \frac{kq}{R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ \cdot 3}{R} - \frac{kq}{v} + \frac{kq}{R} = 6\varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{kQ \cdot 3}{2R} - \frac{kq}{v} + \frac{kq}{R} = 5\varphi_0$$

$$\frac{3kQ}{2R} = \varphi_0$$

Однако условие сказано, что дано еще внутренний концентрический. Следовательно, второй слагаемый не учитывается $\Rightarrow v < \frac{R}{3} \Rightarrow v < \frac{11R}{12}$.

(решение: 1) $\frac{12kQ}{11R} - \frac{12kQ \cdot (E-1)}{11ER} + \frac{kQ \cdot (E-1)}{ER}$.

2) $E = 7$



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 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!

54

1) Пусть B_1 - внешнее поле внутренней катушки 1 в некоторый момент, $B_{\text{сд}1}$ - собственное поле внутренней катушки 1 в этот же момент.

B_2 и $B_{\text{сд}2}$ - внешнее и собственное поле катушки 2 в этот же момент соответственно.

2) Так известно, $B_{\text{сд}1} = L_1 I_1$, а $B_{\text{сд}2} = L_2 I_2$. Током первая катушка имеет одинаковые токи, $B_{\text{сд}1} = L_1 I$, а $B_{\text{сд}2} = \frac{9L}{4} I = \frac{9LI}{4}$ (I - ток первая катушка в этот момент).

3) Током первая катушка в этот момент $= (B_1 + B_{\text{сд}1}) \cdot h_1 S = hS \cdot (B_1 + LI) = \Phi$,

Током первая катушка $= \Phi_2 = (-B_2 + B_{\text{сд}2}) \cdot h_2 S = (B_2 + \frac{9LI}{4}) \cdot \frac{3h}{2} \cdot S$.

$$4) \dot{\Phi}_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt} = - hS \cdot (B_1 + LI) = - hS \cdot (\dot{B}_1 + LI)$$

$$\dot{\Phi}_2 = - \frac{d\Phi_2}{dt} = - \frac{3hS}{2} \cdot (-B_2 + \frac{9LI}{4}) = - \frac{3hS}{2} \cdot (-\dot{B}_2 + \frac{9LI}{4})$$

5) $\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = 0$ (внешнее никаких других изменений в нем нет) \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{3hS}{2} \cdot (\dot{B}_1 + LI) + \frac{3hS}{2} \cdot (-\dot{B}_2 + \frac{9LI}{4}) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{B}_1 + LI + \frac{3B_2}{2} + \frac{27LI}{8} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_1 + LI + \frac{3B_2}{2} + \frac{27LI}{8} = \text{const}$$

6) Рассмотрим тот случай когда. Изменение производят так, что $\dot{B}_2 = 0$, а $B_1 = -a$ \Rightarrow

$$\Rightarrow -a + LI + \frac{27LI}{8} = 0 \Rightarrow a = \frac{35LI}{8} \Rightarrow I = \frac{8a}{35L}$$



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!

7) Ответами на вопрос инициированы. Дадим в самом начале изложенный через начинки ответ так I₁, а к концу изложений \Rightarrow так I₂.

Сначала дадим,

$$\begin{aligned}
 B_0 + L I_1 &= \frac{3}{2} \cdot 4 B_0 + \cancel{L I_2} \quad \frac{27 L I_1}{8} = \frac{3 B_0}{4} + L I_2 \quad \frac{3}{2} \cdot \frac{8 B_0}{3} + \frac{27 L I_2}{8} = \\
 \Rightarrow 18 B_0 + \frac{35 L I_1}{8} &= \frac{9 B_0}{4} + \frac{35 L I_2}{8} \quad \Rightarrow \frac{35 L I_2}{8} = \frac{39 L I_1}{8} + \frac{9 B_0}{4} \\
 \Rightarrow I_2 &= I_1 + \frac{9 B_0}{4 \cdot 35 L} = I_1 + \frac{18 B_0}{35 L} \\
 \Rightarrow \frac{35 L I_1}{8} - 5 B_0 &= \frac{35 L I_2}{8} + \frac{9 B_0}{4} - 4 B_0 = \frac{35 L I_2}{8} - \frac{13 B_0}{4} = \\
 \Rightarrow \frac{35 L I_2}{8} &= \frac{35 L I_1}{8} + \frac{13 B_0}{4} - 5 B_0 = \frac{35 L I_1}{8} - \frac{7 B_0}{4} = \\
 \Rightarrow I_2 &= I_1 - \frac{7 B_0}{4} \cdot \frac{8^2}{35 L} = I_1 - \frac{2 B_0}{5 L}
 \end{aligned}$$

Ответ: 1) $\frac{8a}{35L}$.



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.

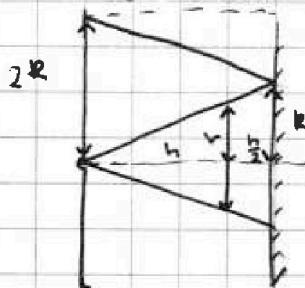
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

ω 5

1) Многи, которые не находятся в контакте, дотоудают до зеркала и освещают его:

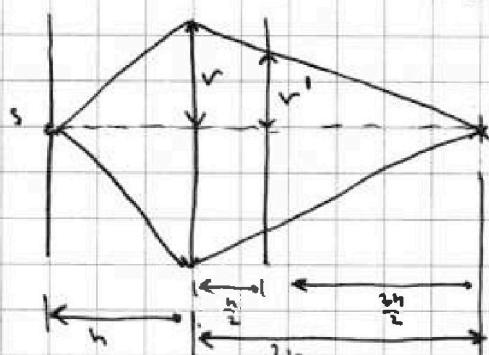


$$\frac{v}{h} = \frac{R-2}{3h} \Rightarrow R = \frac{3v}{2}$$

Затем эти лучи отражаются от зеркала и попадают на стекло, освещая её. Дело в том, что когда на расстоянии (то есть вертикально) $2R$ и более стекла будет освещена.

2) Центр тяжести ~~одного~~ из многи, которые находятся в контакте. Поскольку центр тяжести находится от многа на расстоянии ~~одного~~ радиуса проекции:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{2h} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{3-2}{2h} = \frac{1}{2h} \Rightarrow f = 2h \quad (f - \text{расстояние между многой и изображением источника в контакте}).$$



Когда обеими зеркалами дотоудают v' будет освещена:

$$\frac{v}{2h} = \frac{v' \cdot 2}{5h} \Rightarrow v' = \frac{3v}{4}.$$

Сумма S^* , неописанная $\frac{3v}{4}$ часть ~~одного~~ радиуса между v' зеркалами и R . Её площадь $S = \pi R^2 - \pi v'^2 = \pi \cdot \frac{9v^2}{4} - \pi \cdot \frac{9v^2}{16} = \pi \cdot \frac{9v^2}{16} \cdot \left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{\pi \cdot 9v^2}{16} \cdot \frac{3}{4} = \frac{27\pi v^2}{16} = \frac{27\pi}{16} \text{ м}^2$.

$$= \frac{27\pi}{16} \cdot 16 = 27\pi \text{ м}^2.$$

3) Многи, выхождающие через многа, находящиеся на зеркале и отраженные от него. Используй слова выходит через многа.

4) S^* - центральный предмет для зеркал. Его изображение S^{**} будет находиться на расстоянии $\frac{3h}{2}$ от зеркала.



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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

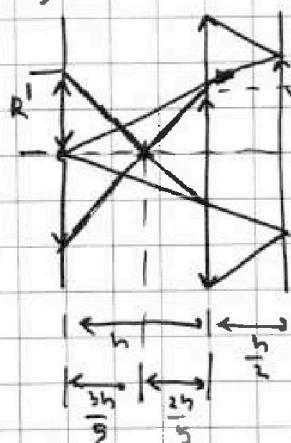
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

значит (это есть что расстояние h от центра шара до плоскости). Это изображение S'' для этого будем считать \Rightarrow расстояние f' между центром и изображением предмета в системе можно найти так:

$$\frac{1}{h} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f'} = \frac{1}{F} + \frac{1}{h} = \frac{3}{2h} + \frac{1}{h} = \frac{5}{2h} \Rightarrow f' = \frac{2h}{5}.$$

5)



$$\Rightarrow v'' = v - 2 \cdot (v - v') = v - 2v + 2v' = 2v' - v = \frac{6v}{4} - v = \frac{3v}{2} - v = \frac{v}{2}.$$

$$\frac{R \cdot v}{3h} = \frac{v'' \cdot 5}{2h} \Rightarrow R = \frac{3v''}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{v}{2} = \frac{3v}{4}.$$

Следовательно, не будем обрезана часть симметрия между R' и $2R$, то есть между $\frac{3v}{4}$ и $3v$. Площадь этой части

$$\text{можно найти как } \pi \cdot 9v^2 - \pi \cdot \frac{9v^2}{16} = 9\pi v^2 \left(1 - \frac{1}{16}\right) = 9\pi v^2 \cdot \frac{15}{16} = 9\pi \cdot 16 \cdot \frac{15}{16} = 135\pi \text{ см}^2$$

Ответы: 1) 27π .

2) 135π .

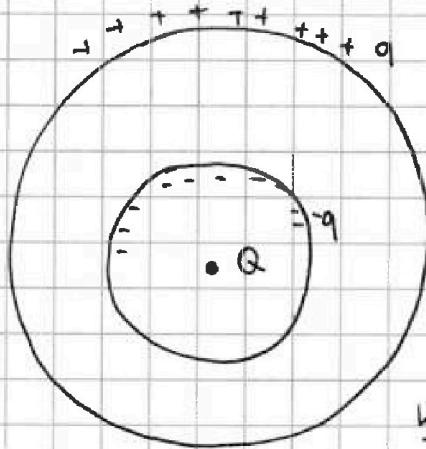
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



$$(LI + \text{Внешн})sN +$$

$$\frac{kQ}{R} - \frac{kq}{R+L} = \frac{kQ}{\epsilon \cdot R}$$

$$kq = kQ - \frac{kQ \cdot (\epsilon - 1)}{\epsilon} = \frac{kQ \cdot (1 - \epsilon)}{\epsilon}$$

$$q = \frac{Q \cdot (1 - \epsilon)}{\epsilon}$$

$$\frac{kQ}{R} - \frac{kq}{R} + \frac{kq}{L} = \frac{kQ \cdot 2}{IR} - \frac{kQ \cdot (\epsilon - 1) \cdot 2}{\epsilon \cdot IR} + \frac{kQ \cdot (\epsilon - 1)}{\epsilon \cdot R} = \frac{2kQ}{IR}$$

$$\Phi = (B_{\text{внешн}} + B_{\text{внешн}})sN = \\ = (LI + \text{Внешн}) \cdot s \cdot h$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} \quad \Phi = BS \cdot N = \frac{\mu_0 NI}{l} \cdot sN = \frac{\mu_0 s}{l} \cdot N^2 \cdot I$$

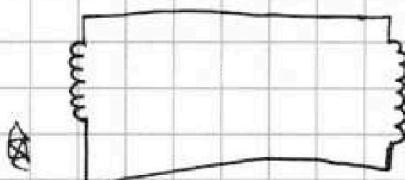
$$L_1 I_1 + L_2 I_2 = \text{const} = 0$$

$$\frac{\mu_0 s \cdot h^2}{l_1} = L$$

$$l_1 = l_2$$

$$\frac{\mu_0 s}{l_2} \cdot \frac{gh^2}{4} = \frac{gL}{4}$$

$$E = - \frac{\partial \Phi}{\partial t} = - \frac{\partial B}{\partial t} \cdot s = as$$



$$\Phi_1 = (LI + \text{Внешн}) \cdot hs \sim$$

$$L_1 \dot{I}_1 = -L_2 \dot{I}_2$$

$$\Phi_2 = \left(\frac{9L}{4} \cdot I + \text{Внешн}_2 \right) \cdot \frac{3h}{2} \cdot s$$

$$LI = B$$



$$a = \frac{\partial B}{\partial t} = \frac{LI}{dt}$$

$$\varepsilon_1 = - \frac{\partial \Phi}{\partial t} = (Lhs \cdot \dot{I} + hs \cdot \text{Внешн}_1)$$

$$\varepsilon_2 = - \frac{\partial \Phi_2}{\partial t} = \left(\frac{9L}{4} \cdot \frac{3h}{2} \cdot s \cdot \dot{I} + \text{Внешн}_2 \cdot \frac{3h}{2} s \right)$$

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 0$$

$$Lhs \cdot \dot{I} - \frac{9L}{4} \cdot \frac{3h}{2} s \cdot \dot{I} = 0$$

$$s \cdot a = \frac{3h}{2} \cdot \frac{LI}{8} \Rightarrow \dot{I} = \frac{8a}{35L}$$



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!

$$f = \frac{1}{3}h$$

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{5} = \frac{9}{25} \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{3-2}{25} = \frac{1}{25} \Rightarrow f = 2h$$

$$\frac{v}{R} = \frac{h \cdot 2}{3h} \Rightarrow \frac{v}{R} = \frac{2}{3} \Rightarrow R = \frac{3v}{2}$$

$$2h - \frac{h}{2} = \frac{3h}{2}$$

$$\frac{v'}{v} = \frac{3h}{2 \cdot 2h} = \frac{3}{4}$$

$$v' = \frac{3v}{4}$$

$$\pi R^2 - \pi v'^2 = \pi \cdot \frac{9v^2}{4} - \pi \cdot \frac{9v^2}{16} =$$

$$\cancel{\frac{9v^2}{4}} \pi \cdot \left(1 - \frac{1}{4}\right) =$$

$$= \frac{9v^2}{4} \pi \cdot \frac{3}{4} = \frac{27\pi v^2}{16}$$

