



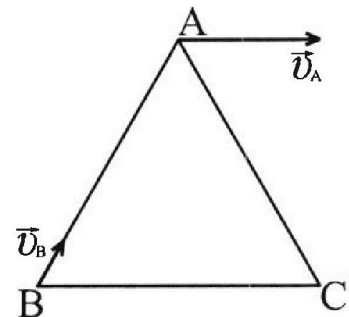
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 τ 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.

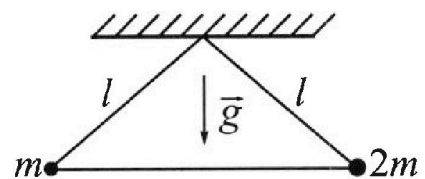
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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/с². 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_{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. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α 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/с².

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



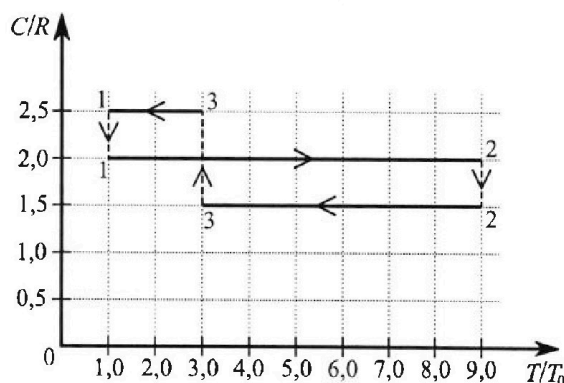
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

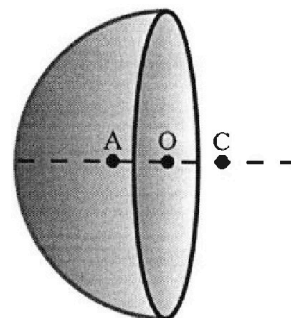


4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.



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 $M = 400 \text{ кг}$ за $N = 20$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_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.



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

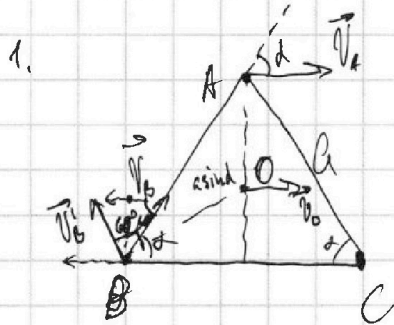
6

7

СТРАНИЦА

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!



$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_B = 0,4 \text{ м/с}$$

$$a = 0,4 \text{ м}$$

$$m = 120 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 0,12 \text{ кг}$$

$$m = 120 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 0,12 \text{ кг}$$

Треугольная пластина жесткая $\Rightarrow$ у др. ние "палочки"

AB:

$$v_B = v_A \cdot \cos \alpha \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{\cos \alpha} = \frac{0,4}{\cos 60^\circ} = 0,8 \text{ м/с} \quad \text{Ответ: } 0,8 \text{ м/с}$$

2. ~~от~~ Центр масс пластины находится в т. О - центре треугольника ABC. BO = OA = OC

Трение нет $\Rightarrow$ в со у.м. пластины движется с постоянной угловой скоростью ω . $\omega R = \frac{2}{3} a \sin \alpha = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}$

Скорость $\vec{v}_A \perp \vec{AO} \Rightarrow$ Скорость точки О направлена параллельно стороне BC. Пусть она будет $\vec{v}_O$ и направлена вправо

$$\text{Тогда в со у.м. } v_A' = \omega R = v_A - v_B$$

$$\vec{v}_B \perp \vec{BO} \Rightarrow \angle \vec{v}_B \vec{BA} = 60^\circ, \text{ т.к. } OB - \text{диссектриса } \triangle ABC$$

$$v_B' = \omega R, \angle \vec{v}_B \vec{BA} = 0^\circ \Rightarrow \vec{v}_B \parallel \vec{BA}, \angle \vec{v}_O \vec{v}_B = 60^\circ \Rightarrow |\vec{v}_B| = |\vec{v}_O| = |\vec{v}_A| \text{ у равностороннего треугольника. } \Rightarrow |\vec{v}_A'| = |\vec{v}_B| = 0,4 \text{ м/с}$$

$$v_A' = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{v_A'}{R} = \frac{v_A'}{\frac{2}{3} a \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{v_A'}{a} \sqrt{3} = \sqrt{3} \text{ рад/с}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с. } \approx 3,6 \text{ с} \quad \text{Ответ: } T \approx \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi \approx 3,6 \text{ с}$$



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
28 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. На пчелу действует сила реакции со стороны пластины $N_{\text{тр}}$, где m - масса пчелы, а также

3. Модуль равнодействующей на пчелу силы равен полному ускорению пчелы, направленному на её массу, т.е. $R = ma_n$.

В ИСО. ц. м. пластины ~~и~~ у пчелы будет только нормальное ускорение, т.к. в этой ИСО $\omega = \text{const} \Rightarrow a_n = m \frac{v^2}{R} = m \omega^2 R = m \cdot \omega^2 \cdot a \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow R = \cancel{m \cdot \omega^2 \cdot a \frac{\sqrt{3}}{3}} = 120 \cdot 0,4 \sqrt{3} = 48 \sqrt{3} \text{ Н} \approx 83 \text{ Н}$

Ответ: $R = 48 \sqrt{3} \approx 83 \text{ Н}$

$$\Rightarrow R = 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \sqrt{3} = 48 \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н} \approx 83 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

Ответ: $R = 48 \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н} \approx 83 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$

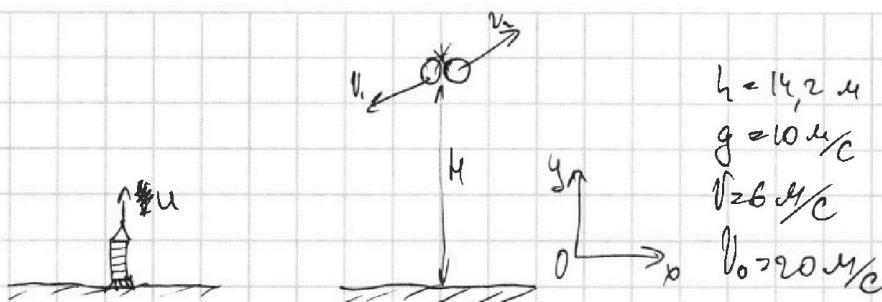


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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. ЗСД: Пусть масса фейерверка 2m

$$\#1 \frac{2mu^2}{2} = 2mgh + \frac{2mv^2}{2}, \text{ где } u - \text{изначальная скорость фейерверка}$$

$$u^2 = 2gh + v^2$$

$$u^2 = 284 + 36 = 320 \quad u = \sqrt{2gh + v^2}$$

$$\#2 \frac{2mu^2}{2} = 2mgh$$

$$u^2 = 2gh$$

$$H = \frac{u^2}{2g} = \frac{2gh + v^2}{2g} = h + \frac{v^2}{2g}$$

$$H = 14,2 + \frac{9}{5} = 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м}$$

$$\text{О.т.в.: } H = 16 \text{ м}$$

2. При разрыве скорость фейерверка $0 \Rightarrow$ из ЗСД

$\vec{v}_1 = \vec{v}_2$, где $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ - скорости осколков.

Вдоль горизонтали на систему осколков не действуют внешние силы $\Rightarrow L_{\text{max}}$ достигается при максимальных проекциях $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ на Ox , т.е. когда осколки при разрыве приобретают только горизонтальную скорость, направленную горизонтально.

При этом скорость одного из осколков 20 м/с . Из ЗСД: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 0$
 $\Rightarrow \vec{v}_1 = -\vec{v}_2$, при этом v_1 и v_2 направлены горизонтально $\Rightarrow |\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = 20 \text{ м/с}$

$$L_{\text{max}} = 2L, \text{ где } L = v_0 \cdot T_{\text{max}}, \text{ где } T_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \Rightarrow$$



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!

$$\Rightarrow L_{\max} = 2 \cdot 10 \cdot \sqrt{\frac{24}{g}} \Rightarrow \underline{L_{\max} = 2 \cdot 20 \cdot \sqrt{3,2} = 2 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{216}{5}} = 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot \sqrt{5} = 32\sqrt{5} \text{ м}}$$

$$\underline{L_{\max} \approx 72 \text{ м}}$$

$$\underline{\text{Ответ: } L_{\max} = 32\sqrt{5} \text{ м} \approx 72 \text{ м}}$$

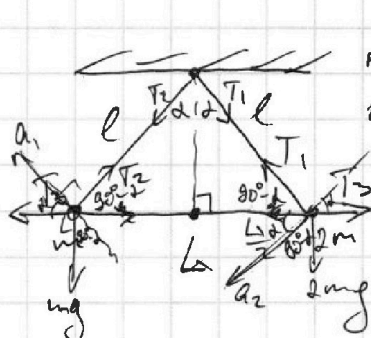


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
110 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!



$$L = 1,6 \text{ м}$$

$$m = 30 \text{ г} = 0,03 \text{ кг}$$

1. Расставим силы на грузы:

Будем освобождать систему у груза m_2

Будет только тангенциальная компонента

его ускорения, т.к. Оба тела будут двигаться по окружности

радиусом l , а скорость в начальный момент времени 0, $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ Исходный угол α сего угла α между нитью и вертикалью, т.к. $a_2 \perp$ радиусу, т.е. нити.

$$\sin \alpha = \frac{L}{2l} = \frac{1,6}{2} = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6 \quad \text{Ответ: } \sin \alpha = 0,8$$

д. $2ma_2 = 2mg \cdot \sin \alpha - T_3 \cos \alpha$ 2-й. Нютона на ОХ для m_2

В силу того, что стержень жесткий $\Rightarrow a_1 = a_2$ в начальный момент времени. $\Rightarrow$

$$ma_1 = ma_2 = \frac{1}{3} T_3 \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow T_3 \cos \alpha = ma_2 + mg \sin \alpha$$

2-й. Нютона на Оу для m ,

Подставим второе ур-ние в первое, получим, что

$$2ma_2 = 2mg \sin \alpha - ma_2 - mg \sin \alpha \Rightarrow 3a_2 = g \sin \alpha \Rightarrow a_2 = \frac{g \sin \alpha}{3}$$

$$a_2 = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3} \approx 2,667 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } a_2 \approx 2,67 \text{ м/с}^2$$

$$3. \text{ Из ур-ний 2: } T_3 = \frac{ma_2 + mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\frac{8}{3} \cdot \frac{3}{100} + \frac{9}{100} \cdot 0,8}{\frac{6}{10}} =$$

$$= \frac{\frac{8 \cdot 3}{10} + \frac{8 \cdot 9}{10}}{6} = \frac{8 \cdot 12}{6} = \frac{16}{10} = 1,6 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } T_3 = 1,6 \text{ Н}$$



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
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!

$$C_{p1} = 2,5R \quad T_0 = 300K$$

$$C_{12} = 2R$$

$$C_{13} = 1,5R$$

$$T_1 = T_0$$

$$T_3 = 3T_0$$

$$T_2 = 8T_0$$

1. Из уравнений наклонных

$$n = \frac{C_p - C_v}{C_p - C_v} \quad \text{следует, что}$$

$$n_{12} = -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$$

$$n_{23} = \infty, \text{ т.е. } V = \text{const}$$

$$n_{31} = 0, \text{ т.е. } P = \text{const}$$

$$P_1 V_1 = P_0 V_0 = RT_0$$

$$\cancel{P_0 V_0 = 5RT_0 = P_1 V_1}$$

$$P_2 V_2 = RT_2 = 8RT_0 \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{1}{8}$$

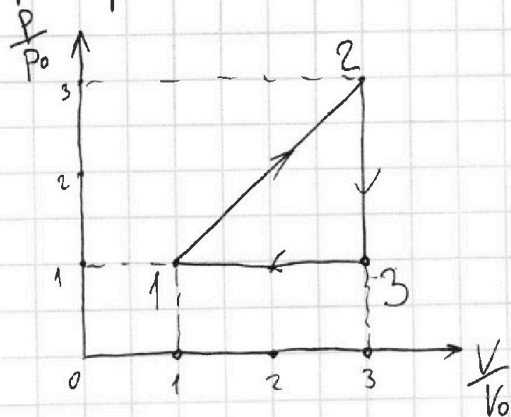
$$P_3 V_3 = RT_3 = 3RT_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_3 V_3}{P_0 V_0} = 3$$

$$P_3 = P_0 \Rightarrow V_3 = 3V_0$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow P_2 = P_1 \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{\sqrt{8}} \Rightarrow V_2 = \sqrt{8} V_1 = 2\sqrt{2} V_0$$

$$\Rightarrow P_2 = 3P_0$$





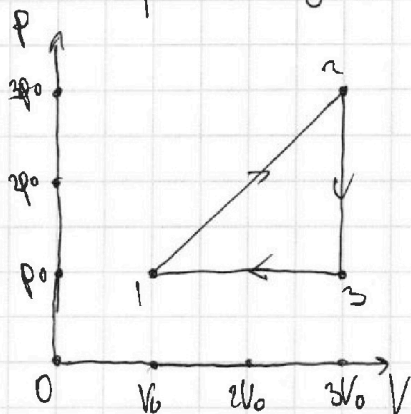
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

2. Построим цикл в pV -координатах



$$A = S_{123} = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0 = 2p_0V_0$$

$$p_0V_0 = 5RT_0 \Rightarrow A = 25RT_0$$

$$A = 2 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 300 = 831 \cdot 30 = 24930 \text{ Дж} \approx 25 \text{ кДж}$$

Ответ, $A = 24930 \text{ Дж}$

3. $M = 400 \text{ кг}$

$$N = 20 \text{ циклов}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$A_{\text{тр}} = \frac{A}{2}$$

$$A_{\text{тр}} = \frac{24930}{2} = 12465 \text{ Дж}$$

$$A_{\text{одн}} = N \cdot A_{\text{тр}} = 20 \cdot 12465 = 249300 \text{ Дж} \approx 250000 \text{ Дж}$$

$$A_{\text{одн}} = MgM$$

$$M = \frac{A_{\text{одн}}}{Mg} = \frac{249300}{4000} = \frac{2493}{40} \approx 62,3 \text{ м}$$

$$\text{Ответ } M = \frac{2493}{40} \approx 62,3 \text{ м}$$

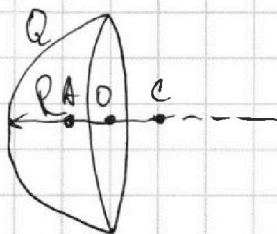


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 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, q, K, Q, ϵ_0

$\vec{K}$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow \epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$$

1. В Π взаимодействие заряда и сферы, когда заряд находится в т.О будет $\Pi = \frac{kqQ}{R}$, т.к. О равноудалена от всех точек полушара на расстояние R.

из ЗСЭ:

$$K = \Pi + K_0 = \frac{kqQ}{R} + \frac{mv_0^2}{2} \text{ , т.к. при кин. энергии } K \text{ нет взаимодействия}$$

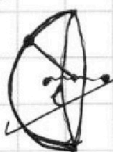
$$v_0^2 = \frac{2K}{m} - \frac{2kqQ}{4\pi m R \epsilon_0} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

$$v_0^2 = \frac{2K}{m} - \frac{qQ}{2\pi m R \epsilon_0}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{qQ}{2\pi m R \epsilon_0}}$$

2. Если на большом расстоянии заряд будет иметь кин. энергию K, то в т.О его потенциальная энергия взаимодействия будет $\Pi_A = K$, т.к. $\Pi_A = 0$.

Взаимодействие на полушаре можно считать с зарядом $\frac{Q}{2}$ (их можно представить в виде точечных зарядов)





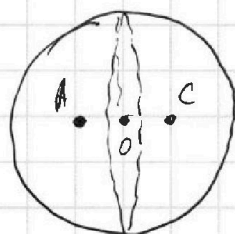
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Дополним нашу полусферу до сферы,



Внутри сферы напряжённость эл. поля $0 \Rightarrow$ Если ^{заряд q} на γ .

А изначально действовала напряжённость E_0 , направленная вправо, то построенная нами полусфера, в силу суперпозиции, создаёт в точке A напряжённость E_A , направленную влево. $\Rightarrow$ В силу симметрии, напряжённость в т. C такая же как в т. A в указанной полусфере. Расстояние $OA = OC \Rightarrow |E_A - E_0| = |E_C - E_0| \Rightarrow$
 $\Rightarrow |E_A - E_0| = |E_C - E_0| \Rightarrow E_A - E_0 = E_0 - E_C \Rightarrow E_C = 2E_0 - E_A$. $E_A = K; E_0 = \frac{kqQ}{R}$

$$E_0 = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$E_C = \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R^2} - K$$

$$\frac{mV_C^2}{2} + E_C = K - U_0 \quad \text{ЗСЭ}$$

$$mV_C^2 = 2K - 2E_C = 4K - \frac{qQ}{\pi\epsilon_0 R^2}$$

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



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
9 ИЗ 9

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!

Handwritten solutions and diagrams for various physics problems:

- Top Left:** Diagram of a sphere with points A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Equations: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$.
- Top Middle:** Diagram of a sphere with points A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Equations: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$.
- Top Right:** Diagram of a triangle with points A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Equations: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$.
- Middle Left:** Diagram of a sphere with points A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Equations: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$.
- Middle Middle:** Diagram of a sphere with points A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Equations: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$.
- Middle Right:** Diagram of a triangle with points A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Equations: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$.
- Bottom Left:** Diagram of a sphere with points A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Equations: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$.
- Bottom Middle:** Diagram of a sphere with points A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Equations: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$.
- Bottom Right:** Diagram of a triangle with points A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Equations: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$.