



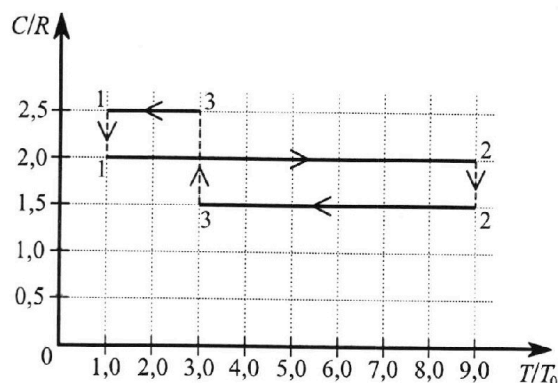
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

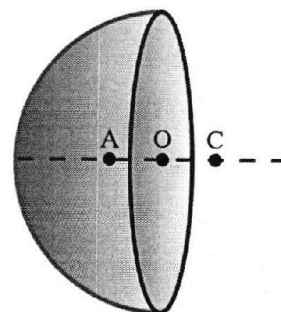


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², 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 . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется 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.



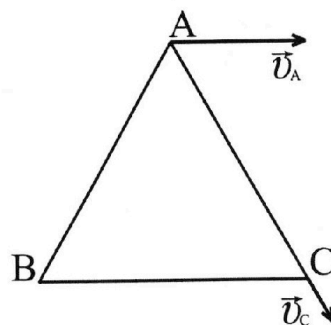
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

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 $v_A = 0,6$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



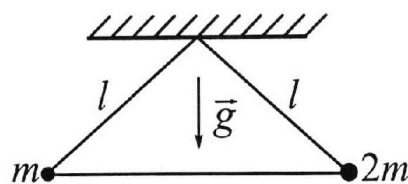
1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.
 2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?
Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.
 3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

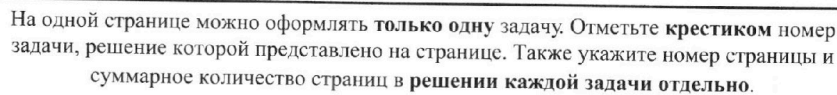
На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

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

3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ 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 α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m 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.



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!




 $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$

1) $\vec{v}_A \parallel BC \Rightarrow$

$\Rightarrow$ your energy $\vec{v}_A$ in AC

$$\angle C = \angle ACB = 60^\circ (\triangle ABC - \text{равност.})$$

правильно положить на ось AC .

$$V_a \cdot \cos \alpha = V_c$$

$$v_c = v_a \cdot \cos \alpha = 0,6 \cdot \cos 60^\circ = 0,3 \frac{m}{s}$$

2) kanker Molekular yang Gray.

от вост. стороны извед. треугольника, центр гр. - вписанное
7.х. перп. от $\sqrt{a}$ - центр к КС, ΔHCO - равн.,
 $\angle HCO = 30^\circ$, $HC = \frac{1}{2} BC = \frac{1}{2} a$

$OC = AC$ QED

$$\frac{OH}{HC} = \tan 30^\circ; AO = AM + OM = \cancel{a} a \cos 30^\circ + \frac{a \tan 30^\circ}{2} =$$

$$OM = 6950', \frac{9}{2}$$

$$= a \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{6} \right) = a \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

$$OM = \frac{AH}{3} + OH = \frac{a \cos 30^\circ}{3} + \frac{a \sin 30^\circ}{2} = a \left(\frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{1}{2} \right) = a \frac{\sqrt{3} + 3}{6}$$

$$0: \frac{18g}{AO} \cdot w = \frac{v_A}{AO} \cdot \frac{v_0}{0.01} ; v_0 = \frac{0.01}{AO} \cdot v_A = \frac{0.01 \cdot \frac{2\sqrt{3}}{3} \cdot 0.6}{\frac{2\sqrt{3}}{3}} = 0.5 \frac{m}{s}$$

перейдем в СО центра масс, т.е. на верш Бугер убавится с друг.
 скоростью (перейдем центр масс). зная ~~во~~ ВСО ч.м. весь треугольник
 вращается вокруг ч.м. найдем ~~на~~ ВСО ч.м. скорость A .

$$\vec{V}_{ACO} = \vec{V}_A - \vec{V}_0 \Rightarrow \vec{V}_{ACO} = 0,3 \frac{M}{C}$$



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!

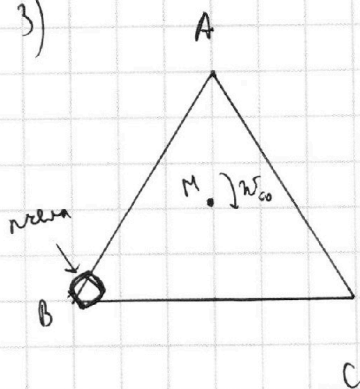
$$V_{ACO} = 0,3 \frac{M}{C}$$

найти ω_{CO} :

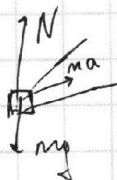
$$\omega_{CO} = \frac{V_{ACO}}{AM} = \frac{0,3 V_{ACO}}{\frac{2}{3} AH} = \frac{V_{ACO}}{\frac{2}{3} a \cos 30^\circ} = \frac{0,3}{\frac{2}{3} \cdot 0,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \sqrt{3} \frac{M}{C}$$

$$T = \frac{8 \cdot 2\pi}{\omega_{CO}} = \frac{8 \cdot 2\pi}{\sqrt{3}} = \frac{16\sqrt{3}}{3} \pi \text{ C.}$$

3)



масса очень мала, сравн. с пластиной $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ пластина движется так же, как и до этого
рассмотрим силы, действ. на массу:



$\vec{N}$ и $\vec{M}_g$ уравн. друг-друга

значит: ~~и~~ $\vec{N} + \vec{M}_g = 0$

$$R = ma$$

$$a = \omega^2 R \cdot BM$$

$$R = ma = m\omega^2 \cdot BM = m \cdot \frac{16^2}{3} \pi^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{60}{10^6} \cdot \frac{16^2}{9} \cdot 2\pi^2 \cdot 0,6 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ H}$$

Ответ:

1) $0,3 \frac{M}{C}$

2) $\frac{16\sqrt{3}}{2} \pi \text{ C}$

3) $\frac{60}{10^6} \cdot \frac{16^2}{9} \cdot \pi^2 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{3} \text{ H}$



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.

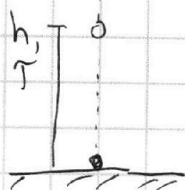
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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. ск. камень
 T_H H - ?



прям. равноуск. движ:

$$h = v_0 T - \frac{g T^2}{2}$$

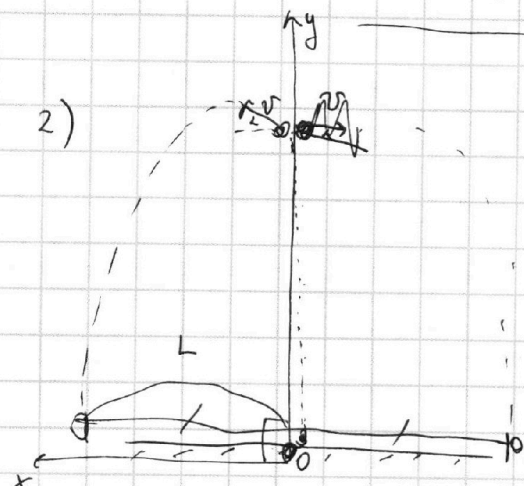
$$v_0 = \frac{h + \frac{g T^2}{2}}{T} = \frac{15 + \frac{10 \cdot 1}{2}}{1} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$H = v_0 T_H - \frac{g T_H^2}{2}$$

$$T_H = \frac{v_0}{g}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{400}{2 \cdot 10} = 20 \text{ м}$$

2)



по теореме о центр. масс, т.к. оставши
одна масса, то центр масс оставших
ломов падение совпадает с точкой запуска
значит $L_{\text{полн}}$ достигается при максимальном
углоном одного из оснований от точки
сброса. найдем это расстояние

пусть оставши полетели с равными скоростями v (в силу ЗСН)
и один полетел по углу α к горизонту. выберем оси Ox и Oy как.

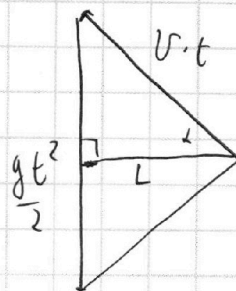
тогда: $Ox: L = v \cdot \cos \alpha \cdot t$; t - время полета осколка

$$Oy: -H = v \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$t = \frac{L}{v \cdot \cos \alpha}$$

$$-H = v \cdot \sin \alpha \cdot \frac{L}{v \cdot \cos \alpha} - \frac{g \frac{L^2}{v^2 \cos^2 \alpha}}{2} =$$

$$= L \cdot \tan \alpha - \frac{L^2 g}{2 v^2 \cos^2 \alpha}$$





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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

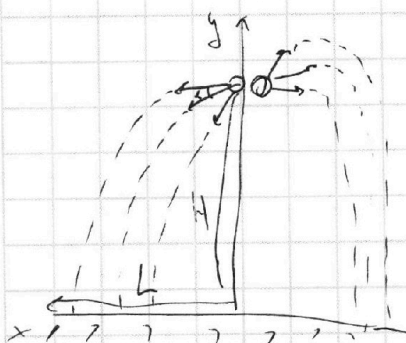
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$-H = L \operatorname{tg} \alpha - \frac{L^2 g}{2 \cos^2 \alpha v^2}$$

$$\frac{L^2 g}{2 \cos^2 \alpha v^2} + L(-\operatorname{tg} \alpha) - H = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = \operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2Hg}{\cos^2 \alpha v^2}$$

$$L = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



~~Значения, что такое~~

Вектор скорости ^{основной} направлен в против. сторону (вперед).

чем ^{быстрее} скорость ^{основной} наклона вектор от горизонт. тем ближе он приближается.

for-во: $Ox: L = v \cos \alpha \cdot t$ тем ^{быстрее} α - тем меньше $\cos \alpha$, но и меньше t

$Oy: -H = -v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$ тем ^{быстрее} α , тем ^{быстрее} $\sin \alpha$ и ^{быстрее} меньше t .

значит оба ^{основные} вектора летят ^{вперед} горизонт.

значит: $Ox: L_{\max} = v \cdot t; t = \frac{L_{\max}}{v}$

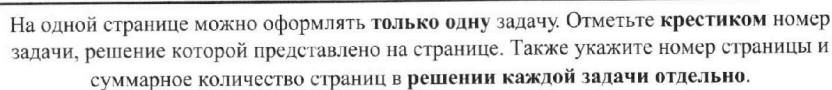
$$Oy: -H = 0 - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = \frac{g L_{\max}^2}{2 v^2}$$

$$L_{\max} = v \sqrt{\frac{2H}{g}} = 30 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} = 60 \text{ м}$$

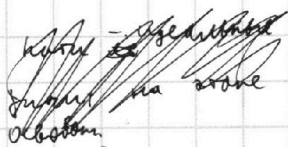
из укл. $v = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ но это ~~for~~ $L_{\max}$ ^{расстояние от начала} ^{основной} ^{по оси x,} ^{значит ответ 120 м}

1) 20 м
Ответ: 2) ~~60 м~~ 120 м



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!



konnen be met te maken
niet mogelijk

7.к. все будет работать

[illegible]

1) ① номинал: $l^2 = l^2 + 1,44l^2 - 2 \cdot \cos(90^\circ - \alpha) \cdot l \cdot 1,2l$.

$$2 \cdot \sin 2 \cdot 1,2 \ell^2 = 1,44 \ell^2$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

2) OX: II зам. Н.:

Уу: Н зав. М.

$$m a_1 = T \cdot \cos 2 - m g \cdot \sin \alpha$$

$$2M a_2 = 2mg \cdot \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha$$

in beiden 6 gegen vorne

$a_1 = a_2$, т.к. углы при вершине C смежные с углами A и B .
Углы при основании равны, а значит их стороны также равны.
~~б) Если $\angle A = \angle B$, то по теореме о равнобедренном треугольнике
стороны AC и BC равны.~~

$$\begin{cases} ma_1 = T \cdot \cos 2 - mg \cdot \sin 2 \\ 2ma_1 = 2mg \sin 2 - T \cdot \cos 2 \end{cases}$$

$$3ma_1 = 2mg \sin \alpha - mg \sin \alpha$$

$$a_1 = \frac{g \cdot \sin \alpha}{3} = \frac{10 \cdot 0.6}{3} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



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
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) ~~0x~~ II зав. Н.:

$$ma_1 = T \cdot \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$T = \frac{m(a_1 + g \sin \alpha)}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{0,2 \cdot (2 + 6)}{\sqrt{1 - \frac{36}{100}}} = \frac{1,6}{0,8} = 2 \text{ Н}$$

Ответ: 1) 0,6

2) $2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

3) 2 Н

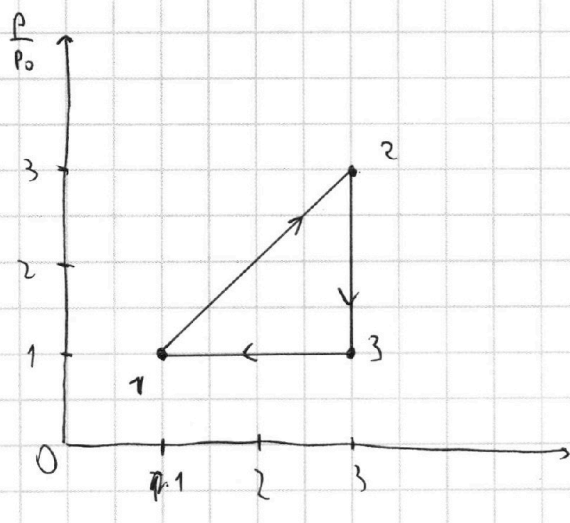


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



мол. теплота в ~~2R~~ ~~3R~~ 1-2 равна $2R$

т.к. заг. - адиабатный, то
 этот процесс - прямое проп. P/V
 $\frac{i+1}{2} = \frac{3+1}{2} = 2$

в 2-3 мол. тепл. равна $1,5R$
 процесс это ~~адиабат~~ изохора
 $\frac{i}{2} = \frac{3}{2} = 1,5$

в 3-1 мол. тепл. равна $2,5R$
 процесс это изобара

1) ~~так~~ отметить точку 1

М-К: ~~$P_0 V_0 = 2R T_0$~~ М-К: $P_0 V_0 = 2R T_0$ $\Rightarrow \frac{P_0 V_0}{P_2 V_2} = \frac{T_0}{T_2}$
 ~~$P_2 V_2 = 2R T_2$~~

т.к. 1-2 - процесс пр. проп.

то $\frac{P}{V} = \text{const}$; $\frac{P_0}{V_0} = \frac{P_2}{V_2}$; $\frac{P_0}{P_2} = \frac{V_0}{V_2}$; $\frac{V_0^2}{V_2^2} = \frac{T_0}{T_2} = \frac{1}{9}$

$\frac{P_0}{V_0} \Rightarrow \frac{P_2}{P_0} = \frac{V_2}{V_0} = 3$; $P_2 = 3P_0$ $\frac{V_0}{V_2} = \frac{1}{3}$; $V_2 = 3V_0$

процесс 2-3 - изохора. $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ М-К: $P_2 V_2 = 2R T_2$

$P_3 V_3 = 2R T_3$

$V_2 = V_3$

$\frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} = 3$

$P_3 = \frac{P_2}{3} = P_0$

ну и показать на графике процесс изобары 3-1



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

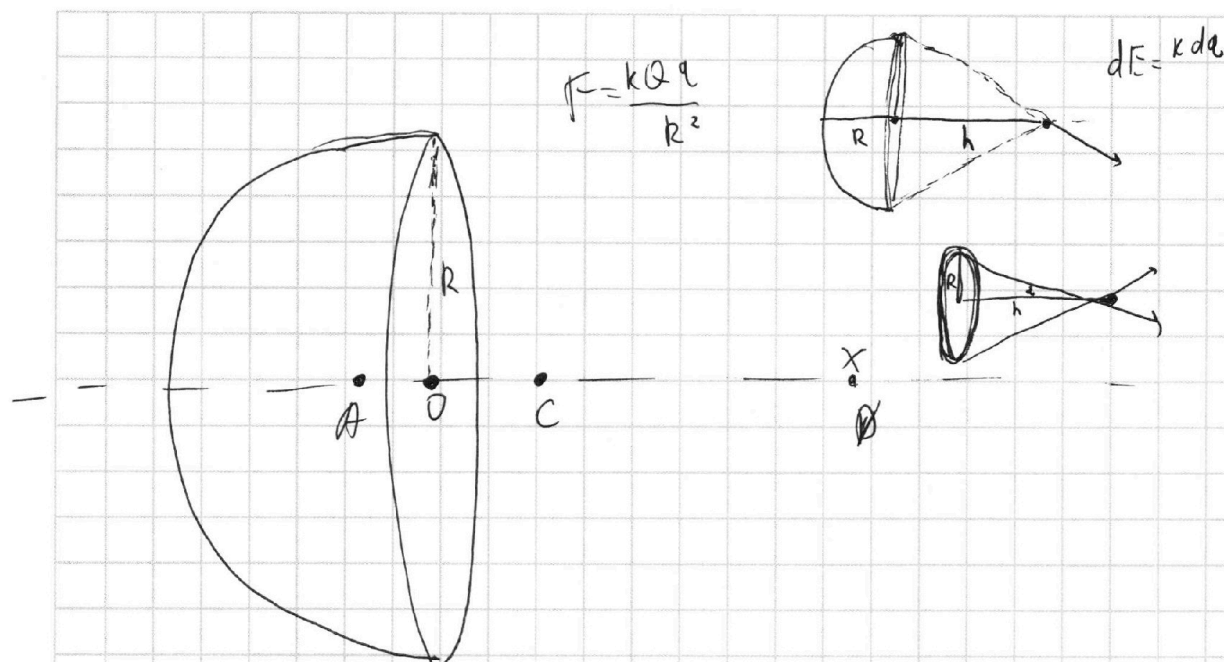
5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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



- 1) В точке O скорость частицы равна:

$$\frac{mv^2}{2} = K$$
$$v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

- 2) ~~Решение~~ за нулевой потенциал в точке O.

тогда: $\Phi = 0$: $\Phi_A = K + 0 = Kx + \Phi_x$

$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$

потенц. м. в точке A в точке O кин. энер. в дал. точке

в данной точке

~~Решение~~



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!

