



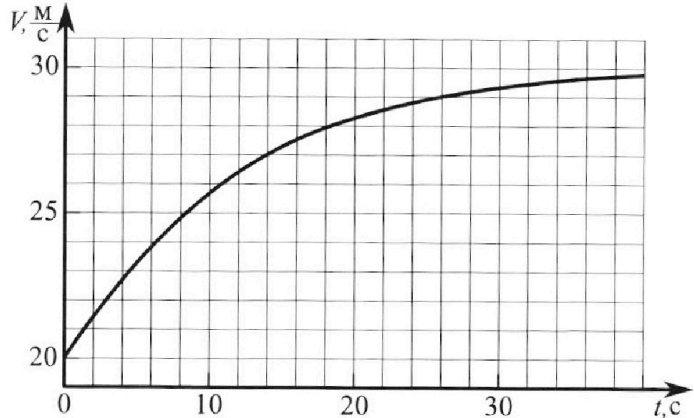
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200$ Н.



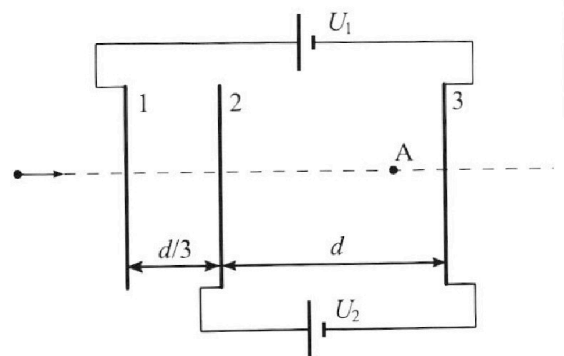
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{АТМ}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

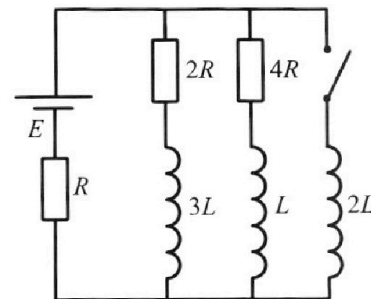
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



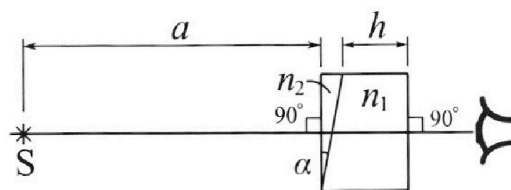
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Как ой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 100$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



(см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1 Если провести касательную к графику $v(t)$ в начале, то \tan угла наклона касательной равен примерно:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{4 \text{ с}}$$

Это и есть ускорение в начале:

$$a_0 = 0.75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$P dt = dA = F_{AB} dx \quad P = F_{AB} \frac{dx}{dt} = F_{AB} v$$

~~В конце~~ v стремится к $30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

В конце разгона сила равна $30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$\text{и } a = 0 \Rightarrow F_{AB} = F_k$$

$$P = F_k v = 6000 \text{ Вт} \quad \text{сила тяги двигателя}$$

В начале:

$$F_{AB0} - F_0 = m a_0$$

$$F_{AB0} = \frac{P}{v_0} = 300 \text{ Н}$$

$$300 \text{ Н} - F_0 = 0.75 \cdot 240 \text{ Н}$$

скорость в начале ($20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$)

$$F_0 = 300 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 120 \text{ Н}$$

$$P_0 = F_0 v$$

$$\eta = \frac{P_0}{P} = \frac{F_0 v}{F_{AB0} v} = \frac{120}{300} = 0.4$$

Ответы: $0.75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 120 Н ; 0.4

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

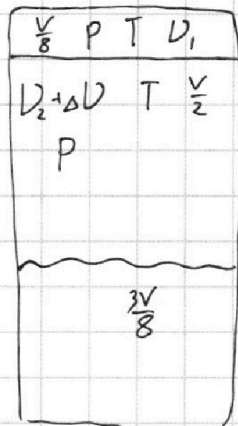
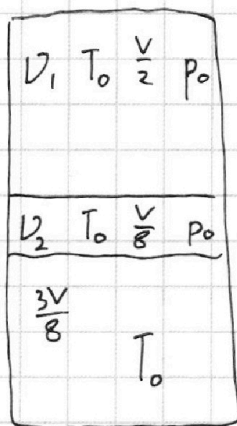
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2



$$P_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{8} = \nu_2 R T_0$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4 \quad P_0 = \frac{2\nu_1 R T_0}{V}$$

Ответ

$$(P - P_A) \frac{V}{2} = (\nu_2 + \Delta \nu) R T = \left(\nu_2 + k P_0 \frac{3V}{8} \right) R T$$

$$P \frac{V}{8} = \nu_1 R T$$

$$P = \frac{8\nu_1 R T}{V}$$

$(P - P_A)$ — разность давлений улитки и газа

P_A — давление вод. паров

($\varphi = 100\%$, м.к. состояние равновесия)
373 - 273 = 100°C

$$\left(\frac{8\nu_1 R T}{V} - P_A \right) \frac{V}{2} = \left(\nu_2 + k P_0 \frac{3V}{8} \right) R T$$

$$4\nu_1 R T - P_A \frac{V}{2} = \nu_2 R T + k P_0 \frac{3V}{8} R T$$

$$4\nu_1 R T - P_A \frac{V}{2} = \nu_2 R T + \frac{3}{4} k \nu_1 R T_0$$

$$16 R T - P_A \frac{V}{2\nu_2} = R T + \frac{3}{4} k R T_0$$

$$\frac{P_A V}{2\nu_2} = 16 R T - R T - \frac{3}{4} k R T_0 = 15 R T - \frac{3}{4} k R T_0 = 3 R T (5 - \frac{3}{4} k R T_0)$$

~~$$\frac{V}{\nu_2} = \frac{6 R T}{P_A} (5 - \frac{3}{4} k R T_0)$$~~

$$\frac{V}{\nu_2} = \frac{4 R T_0}{P_0} = \frac{6 R T}{P_A} (5 - \frac{3}{4} k R T_0)$$

$$3 P_0 T (5 - \frac{3}{4} k R T_0) = 4 P_A T_0$$

$$P_0 = \frac{4 T_0}{3 T} \cdot \frac{1}{5 - \frac{3}{4} k R T_0} P_A = \frac{P_A}{0.95} = \frac{20}{19} P_A$$

Ответ

$$\frac{P_A}{0.95} = \frac{20}{19} P_A$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$q_3 = -q_1 - q_2 = \cancel{q_1} - \frac{\epsilon_0 S}{d} U$$

$$2) K_3 - K_2 = q\varphi_2 - q\varphi_3 = \boxed{-qU}$$

$$3) \varphi_2 - \varphi_A = E_2 \times \frac{3d}{4} = \frac{3d}{8\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) =$$

$$= \frac{3d}{8\epsilon_0 S} \left(2 \frac{\epsilon_0 S U}{d} \right) = \frac{3}{4} U \quad \varphi_A = \varphi_2 - \frac{3}{4} U$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = q\varphi_A + \frac{m v_A^2}{2}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

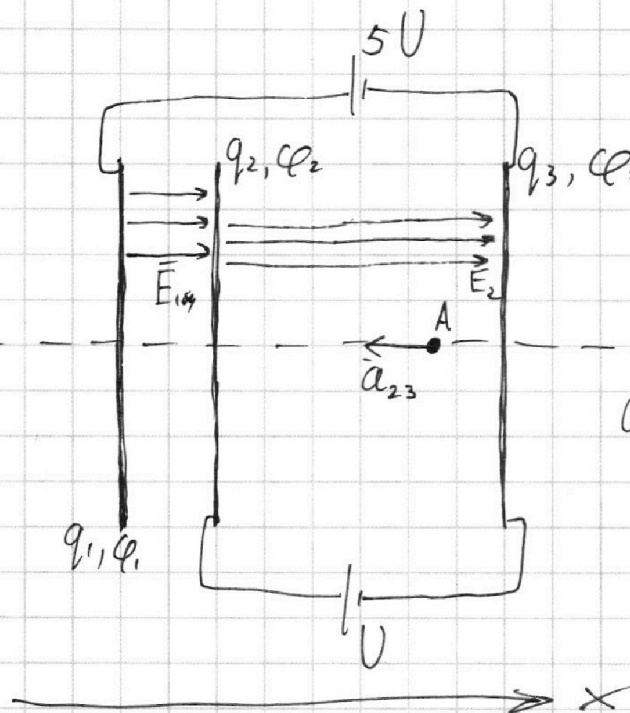
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3



$$1) a_{23x} = \frac{E_2 \times q}{m}$$

$$\phi_2 - \phi_3 = E_2 \times d$$

$$a_{23x} = \frac{(\phi_2 - \phi_3) q}{m d}$$

$$\phi_2 - \phi_3 = U$$

$$a_{23x} = \boxed{\frac{-U q}{m d}}$$

$$\phi_1 - \phi_3 = 5U$$

$$\phi_1 - \phi_2 = 4U$$

$$4U = \phi_1 - \phi_2 = E_1 \times \frac{d}{3} = \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \frac{d}{3} = \frac{d}{6\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3)$$

$$U = \phi_2 - \phi_3 = E_2 \times d = \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) d = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3)$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow -q_2 - q_3 = q_1$$

$$4U = \frac{d}{6\epsilon_0 S} (2q_1) \quad q_1 = \frac{12\epsilon_0 S U}{d}$$

$$-q_3 = q_1 + q_2$$

$$U = \frac{d}{\epsilon_0 S} (q_1 + q_2) \quad \epsilon_0 S U = 12\epsilon_0 S U + q_2 d$$

$$q_2 = -\frac{11\epsilon_0 S U}{d}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

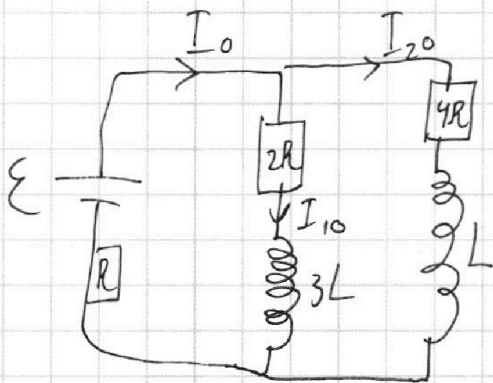
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

4) до замык.:



$$I_{10} + I_{20} = I_0$$

$$E = I_0 R + 4 I_{20} R$$

$$I_{10} = \frac{2E}{7R}$$

$$4 I_{20} R = 2 I_{10} R$$

$$I_{10} = 2 I_{20}$$

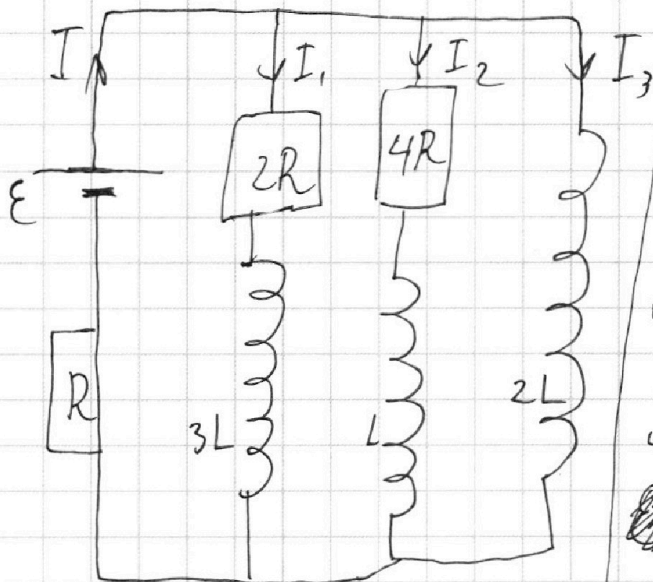
$$I_0 = 3 I_{20}$$

$$I_0 = \frac{3E}{7R}$$

$$E = 3 I_{20} R + 4 I_{20} R$$

$$I_{20} = \frac{E}{7R}$$

после замык.:



сразу после замык.:

$$I_1 = I_{10} = \frac{2E}{7R} \quad I_2 = I_{20} = \frac{E}{7R}$$

$$I_3 = 0 \quad I = I_2 + I_1 = I_{20} + I_{10}$$

ток через катушку не может измениться мгновенно $= I_0 = \frac{3E}{7R}$

$$E = I_0 R + 2L (I_3)'_0$$

$$2L (I_3)'_0 = E - I_0 R$$

$$(I_3)'_0 = \frac{E - I_0 R}{2L} = \frac{2E}{7L}$$

$$4R I_2 + L I_2' = 2L I_3' \quad | \cdot dt$$

$$4R dq_2 + L dI_2 = 2L dI_3$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

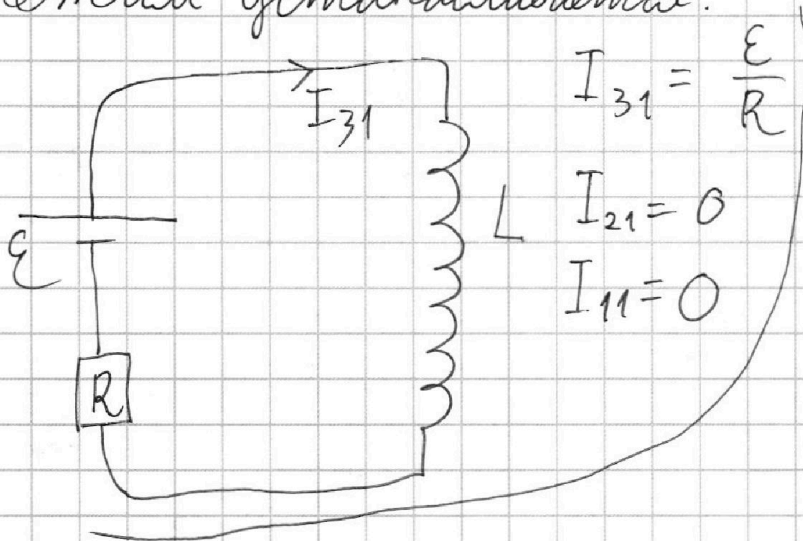
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

режим устанавливается:



$$I_3: 0 \rightarrow I_{31}$$

$$4R dq_2 + L dI_2 = 2L dI_3 \quad | \quad \Sigma \quad I_2: I_{20} \rightarrow 0$$

$$4R q_2 - L I_{20} = 2L I_{31}$$

$$q_2 = \frac{2L I_{31} + L I_{20}}{4R} = \frac{L}{4R} \left(\frac{2\varepsilon}{R} + \frac{\varepsilon}{7R} \right) = \frac{L\varepsilon}{4R^2} \left(2 + \frac{1}{7} \right) =$$

$$= \frac{15L\varepsilon}{28R^2}$$

Ответы: $\frac{\varepsilon}{7R}$, $\frac{2\varepsilon}{7L}$, $\frac{15L\varepsilon}{28R^2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)

$n_2 = 1.7$
 $n_B = 1$
 $n_1 = 1$

$n_1 \sin \beta = n_2 \sin \alpha$
 $\sin \beta = 1.7 \sin \alpha$
 $\beta \ll 1 \text{ рад.}$
 $\beta = 1.7 \alpha$

$\delta_1 = \beta - \alpha =$
 $= \boxed{0.7 \alpha}$

$\beta = \delta_1 + \delta_2 = \varphi - \theta +$
 $180^\circ - (180^\circ - \alpha) - \theta = \alpha - \theta$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



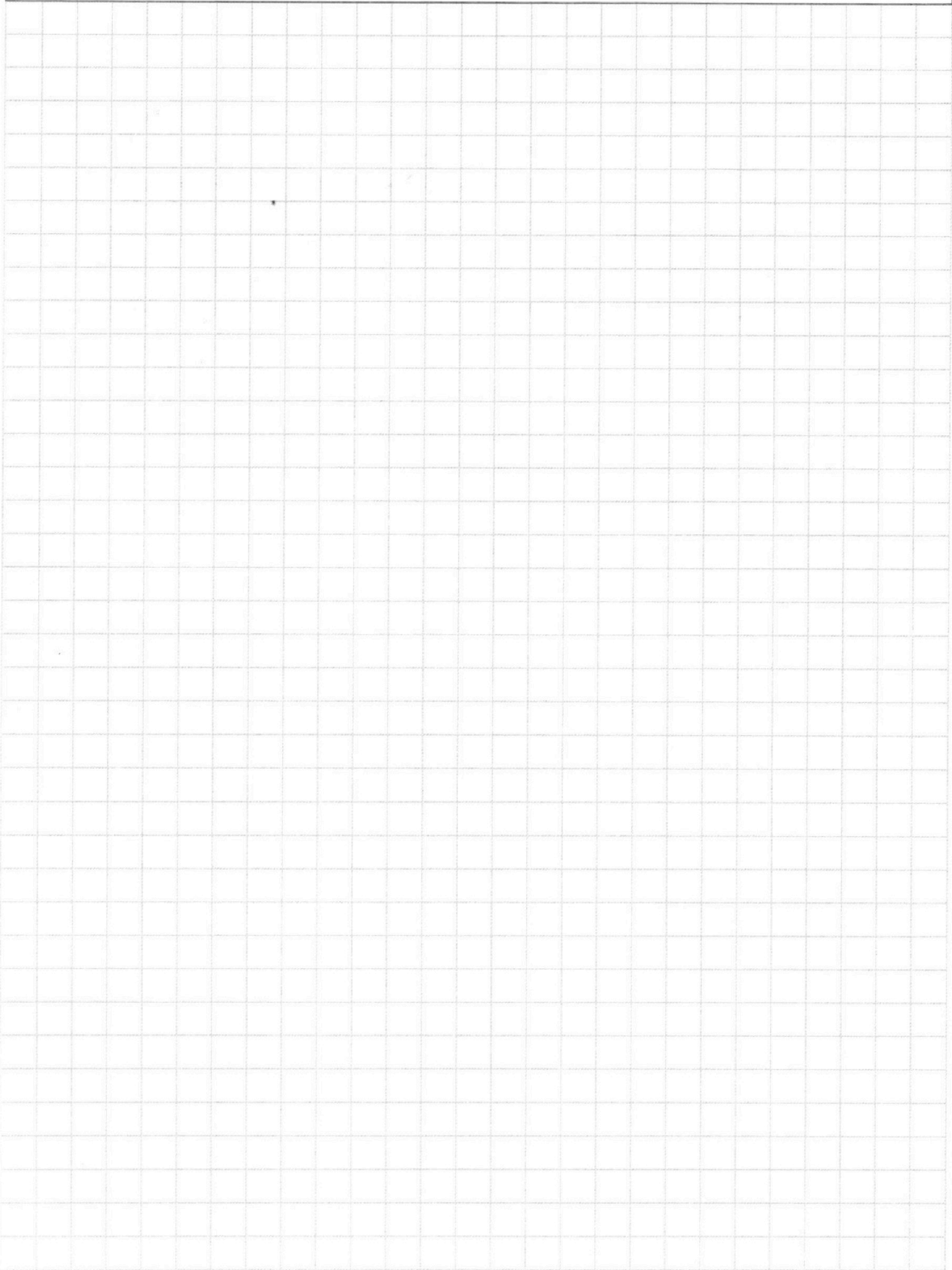
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!





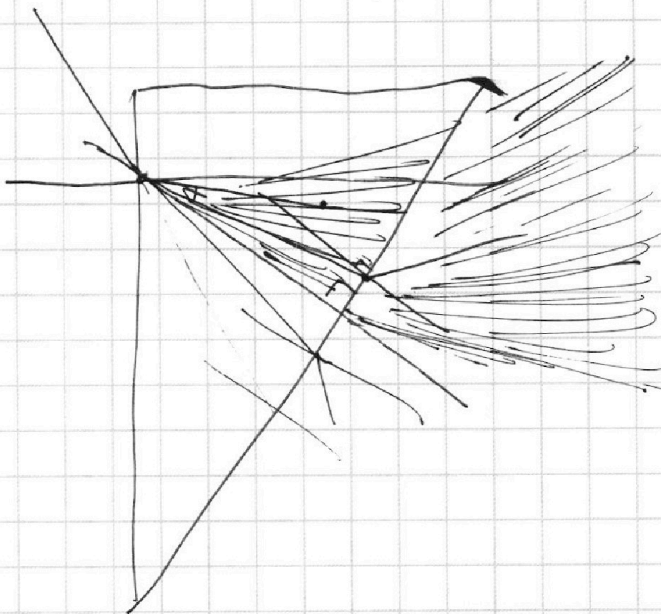
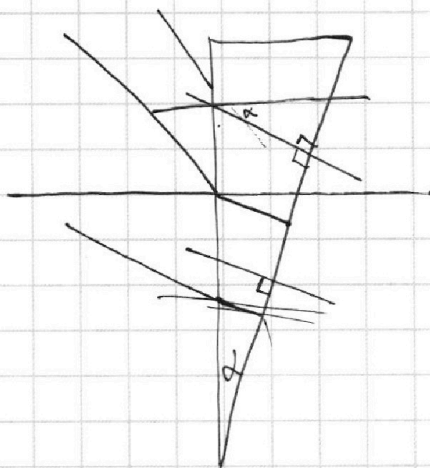
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

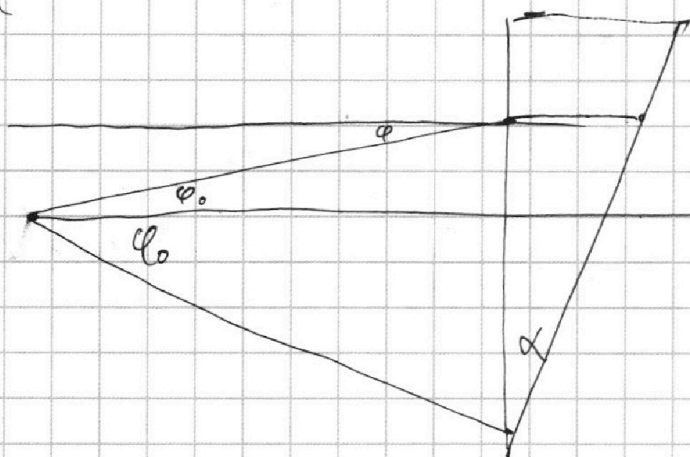
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$P dt = dA = F dx \quad P = F v$$

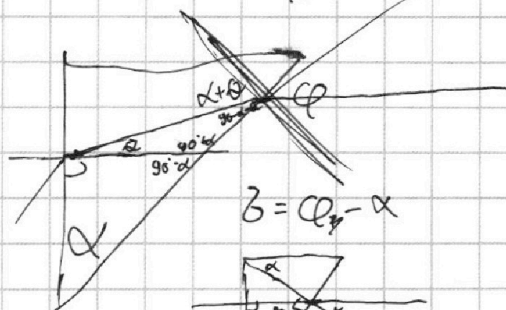
~~$E dx =$~~

1.7

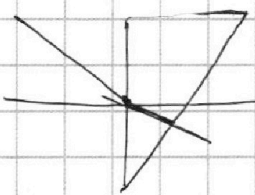


$$180 - (90\alpha + \beta) = 90 - \alpha - \beta$$

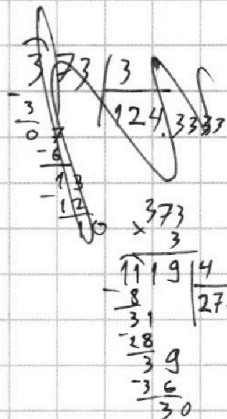
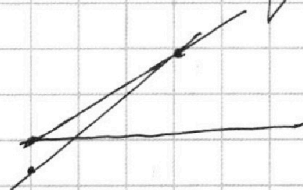
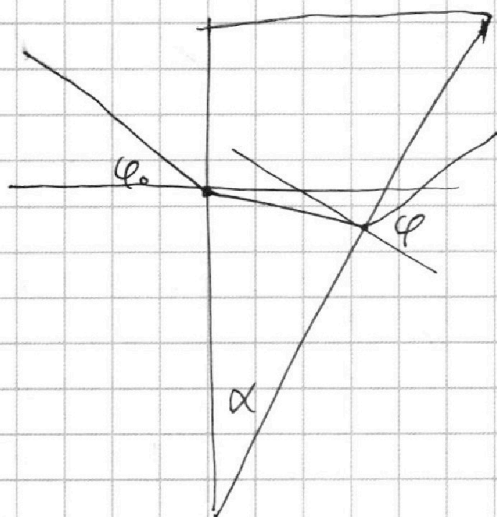
$$180 - 90 + \alpha$$



$$\beta = \alpha_2 - \alpha$$



$$T_0 = \frac{3 \times 373}{4}$$



T_0

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

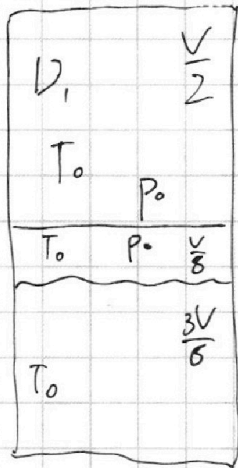
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1

1) $\Delta t = 4c$ $\Delta r = 3 \frac{M}{c}$ $a_0 = 0.75 \frac{M}{c^2}$

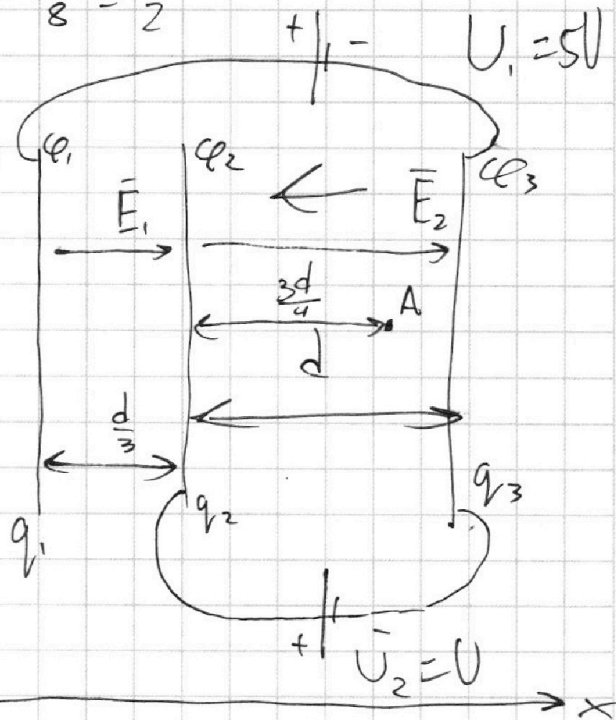
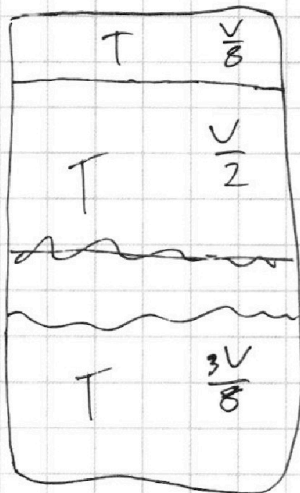


$$\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{4V - 3V}{8} = \frac{V}{8}$$

$$P_0 \frac{V}{2} = D_1 R T_0$$

~~$\frac{3V}{8}$~~

$$V - \frac{V}{8} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{2}$$



$$\phi_1 - \phi_3 = U_1$$

$$\phi_2 - \phi_3 = U_2$$

$$\phi_1 - \phi_2 = U_1 - U_2 = 4U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$E_{1x} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$$

~~$q_2 + q_3 = 0$~~

~~$q_1 + q_2 + q_3 = 0$~~

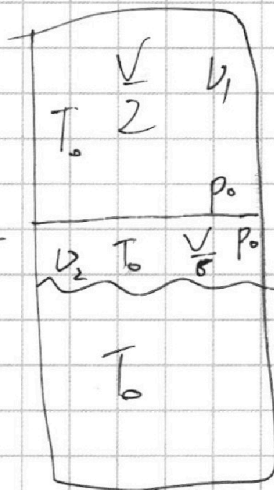
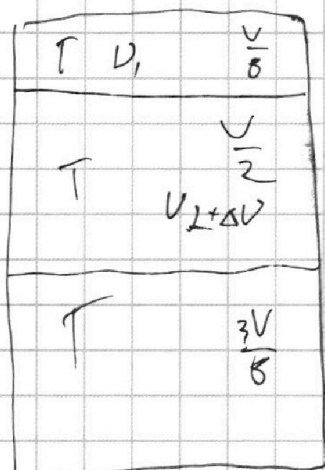
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$P_0 \frac{V}{2} = \nu R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{8} = (\nu_2 - \Delta \nu) R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{8} = (\nu_2 - k P_0 \frac{3V}{8}) R T_0$$

$$\nu_2 = \frac{P_0 V}{8 R T_0} + \frac{3V k P_0 \nu_2}{8}$$

$$\nu_2 = \frac{P_0 V}{8 R T_0} + \frac{3V k P_0 \nu_2}{8}$$

$$\nu_2 = \frac{P_0 V}{8 R T_0} + \frac{3V k P_0 \nu_2}{8}$$

$$T_0 = \frac{3T}{4}$$

$$P \frac{V}{8} = \nu_1 R T$$

$$P \frac{V}{2}$$

$$(P - P_0) \frac{V}{2} = (\nu_2 + \Delta \nu) R T$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{P_0 V_0}{2 R T_0}$$

$$= \frac{4}{1 + \frac{3k}{8} R T_0} =$$

$$= \frac{4}{1 + \frac{3}{8} \cdot 0.6 \cdot 10^3 \cdot R \cdot \frac{3T}{4}}$$

$$6.75 \cdot \frac{3}{5}$$

$$\frac{6.75}{40.50}$$

$$7.05$$

$$P_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{8} = \nu_2 R T_0$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{V/2}{V/8} = 4$$

$$R T_* = R \frac{4 T_0}{3}$$

$$R T_0 = \frac{3 R T}{4}$$

$$5 - 3 \cdot 0.6 \cdot 10^3 \cdot \frac{3 \cdot 3 \cdot 10^8}{4} \cdot 3 \cdot 0.6 \cdot 2.25 =$$

$$\frac{100}{95} = \frac{20}{19}$$

$$= 5 - 6.75 \cdot 0.6 = 0.95$$

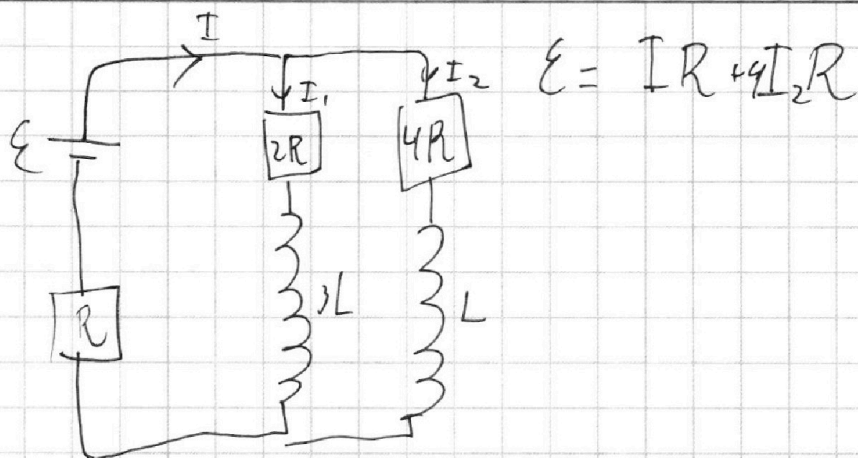
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\mathcal{E} = IR + 4I_2R$$

$$\mathcal{E} = IR + 2I_1R$$

$$\mathcal{E} = 3I_1R + I_2R + I_3R$$

$$2RI_1 + 3LI_1' = 4RI_2 + LI_2'$$

$$\mathcal{E} + I_0R = 2I_0R + 3LI_1'$$

$$\mathcal{E} + \frac{3\mathcal{E}}{4R} = \frac{24\mathcal{E}}{4R}$$

$$4RI_2 + LI_2' = 2LI_3' \quad | \cdot dt$$

$$4Rdq_2 + LdI_2 = 2LdI_3 \quad | \Sigma \quad I_3: 0 \rightarrow \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$4Rq_2 + LI_2 = 2L \frac{\mathcal{E}}{R} \quad I_2: I_{20} \rightarrow 0$$

$$q_2 = \frac{2L \frac{\mathcal{E}}{R} + LI_{20}}{4R} = \frac{L}{4R} \left(\frac{2\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{4R} \right) = \frac{L\mathcal{E}}{4R^2} \left(2 + \frac{1}{4} \right) =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \cdot \frac{d}{3} = \frac{d}{6\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3)$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = E_{2x} d = \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) d = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3)$$

$$\begin{cases} U = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) \\ 4U = \frac{d}{6\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3) \end{cases} \quad \begin{cases} q_1 + q_2 = -q_3 \\ q_1 + q_2 + q_3 = 0 \\ q_1 = -q_2 - q_3 \end{cases} \quad 4U = \frac{d q_1}{3\epsilon_0 S} \quad \boxed{q_1 = \frac{12U\epsilon_0 S}{d}}$$

$$a_{23} = \frac{F_{23}}{m} = \frac{E_{2x} q}{m} = \frac{q}{m} \cdot \frac{1}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3)$$

$$E_{2x} = \frac{U}{d} \quad a_{23} = \frac{U q}{m d} \quad \begin{cases} K_2 + q\varphi_2 = K_3 + q\varphi_3 \\ K_3 - K_2 = q(\varphi_3 - \varphi_2) = -qU \\ K_3 - K_2 = Uq \end{cases}$$

$$U = \frac{2d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2) \quad U = \frac{d(q_1 + q_2)}{\epsilon_0 S} = \frac{12U\epsilon_0 S + q_2 d}{\epsilon_0 S}$$

$$q_2 d = U\epsilon_0 S - 12U\epsilon_0 S \quad \boxed{q_2 = \frac{-11U\epsilon_0 S}{d}}$$

$$q_3 = -q_1 - q_2 = -\frac{12U\epsilon_0 S}{d} + \frac{11U\epsilon_0 S}{d} = -\frac{U\epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + q\varphi_1$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + q\varphi_1 = \frac{m v_2^2}{2} + q\varphi_2$$

$$\frac{m v_2^2}{2} + q\varphi_2 = \frac{m v_A^2}{2} + q\varphi_A$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_A^2}{2} = q(\varphi_A - \varphi_2)$$

$$\frac{m v_2^2}{2} + q\varphi_2 = \frac{m v_A^2}{2} + q\varphi_A$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

