



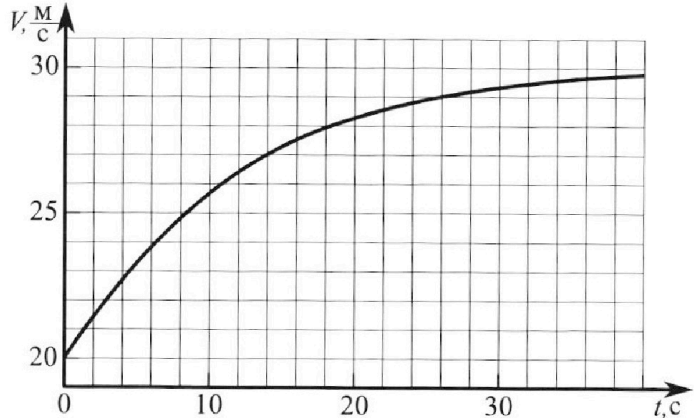
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



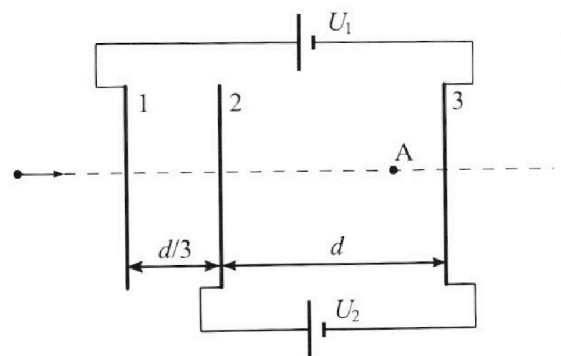
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?  
Требуемая точность численного ответа на первый 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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) 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.



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

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

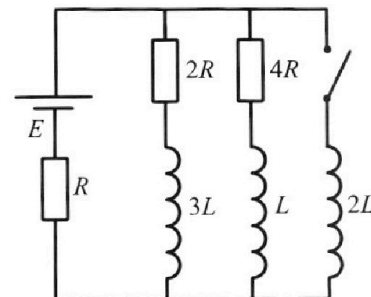
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



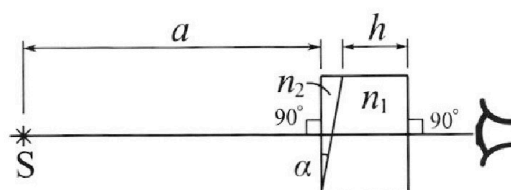
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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  $n_b = 1,0$ . 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  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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:  $0.75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ;  $120 \text{ Н}$ ;  $0.4$

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

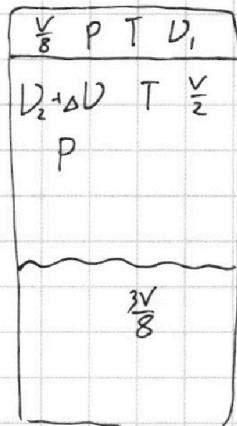
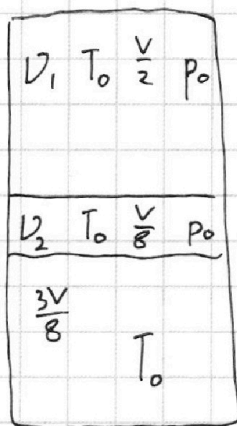
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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. составные равновесия)  
373 - 273 = 100°C

$$\left( \frac{8\nu_1 R T}{V} - p_A \right) \frac{V}{2} = \left( \nu_2 + k p_0 \frac{3V}{8} \right) R T$$

$$4\nu_1 R T - p_A \frac{V}{2} = \nu_2 R T + k p_0 \frac{3V}{8} R T$$

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

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

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

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

$$\frac{V}{\nu_2} = \frac{8 R T_0}{p_0} = \frac{6 R T}{p_A} (5 - \frac{3}{4} k R T_0)$$

$$3 p_0 T (5 - \frac{3}{4} k R T_0) = 4 p_A T_0$$

$$p_0 = \frac{4 T_0}{3 T} \cdot \frac{1}{5 - \frac{3}{4} k R T_0} p_A = \frac{p_A}{0.95} = \frac{20}{19} p_A$$

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.

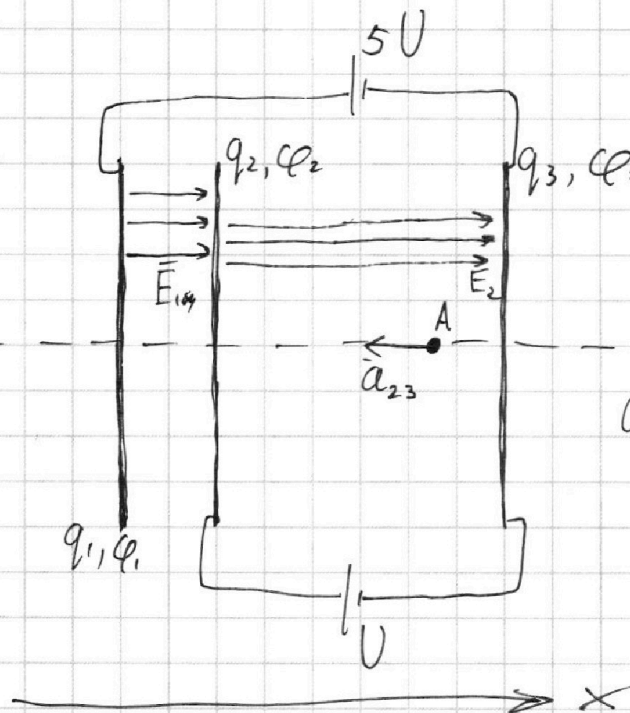
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



$$1) a_{23x} = \frac{E_{2x} q}{m}$$

$$\phi_2 - \phi_3 = E_{2x} d$$

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

$$\phi_2 - \phi_3 = U$$

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

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

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

$$4U = \phi_1 - \phi_2 = E_{1x} \frac{d}{3} = \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \frac{d}{3} = \frac{d}{6\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3)$$

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

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

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

$$-q_3 = q_1 + q_2$$

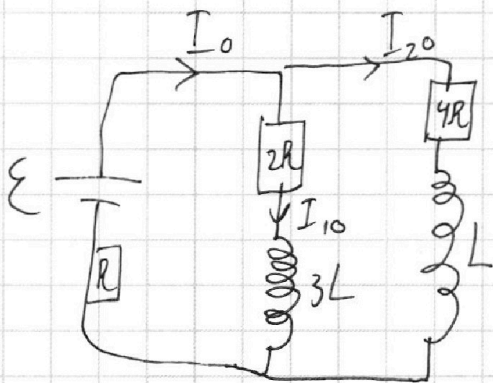
$$U = \frac{d}{\epsilon_0 S} (q_1 + q_2) \quad \epsilon_0 S U = 12\epsilon_0 S U + q_2 d$$

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

- 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!

4) до замык.:



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

$$\varepsilon = I_0 R + 4 I_{20} R$$

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

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

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

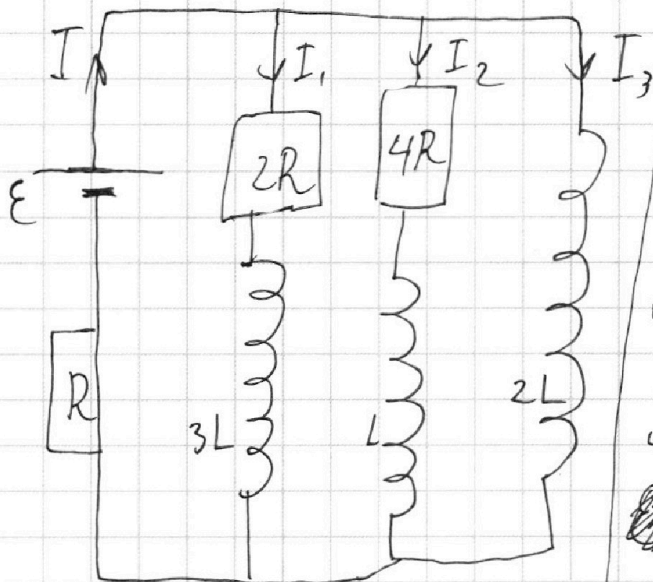
$$I_0 = 3 I_{20}$$

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

$$\varepsilon = 3 I_{20} R + 4 I_{20} R$$

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

после замык.:



сразу после замык.:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

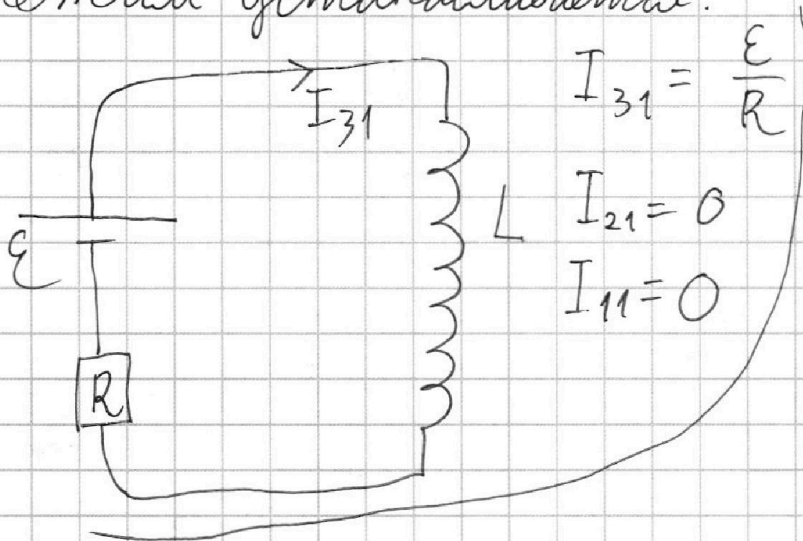
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

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)

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

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

$\gamma_1 = \beta - \alpha =$   
 $= \boxed{0.7 \alpha}$

$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 = \varphi - \theta$   
 $180^\circ - (180^\circ - \alpha) - \theta = \alpha - \theta$



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!



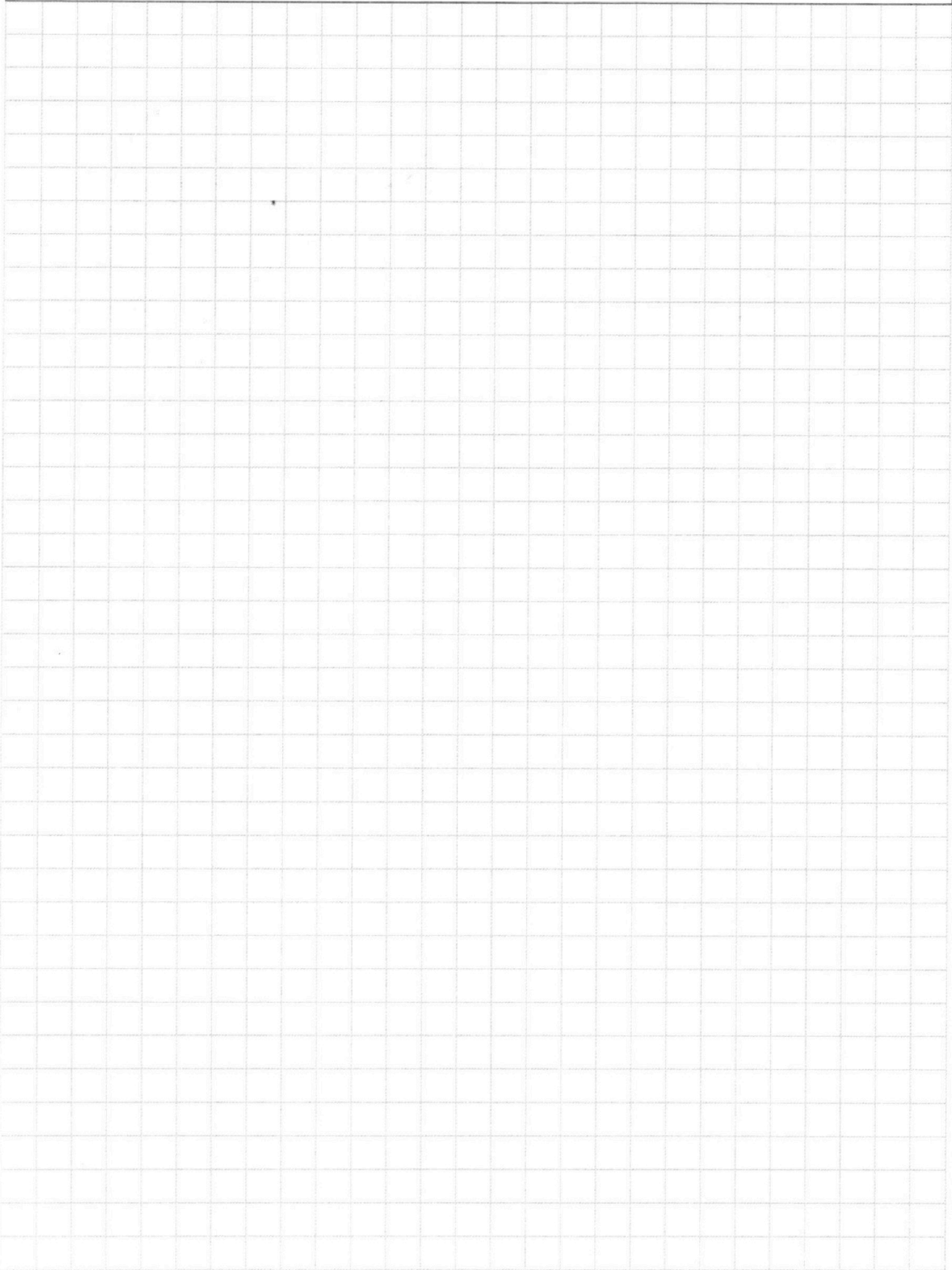
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





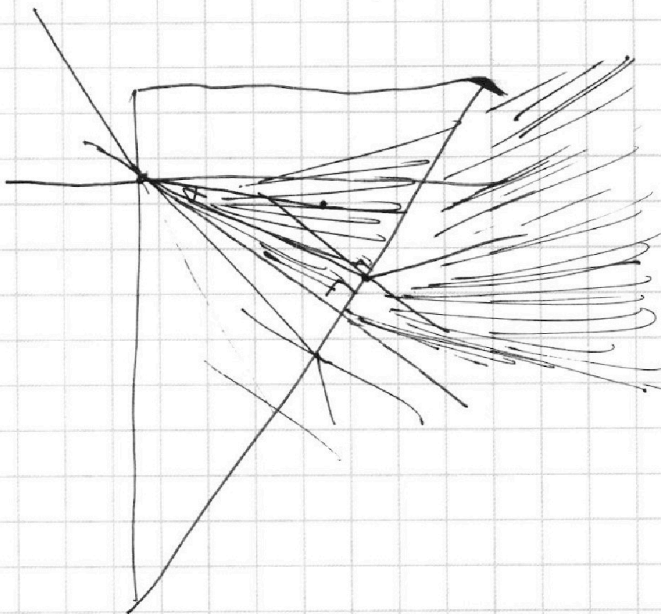
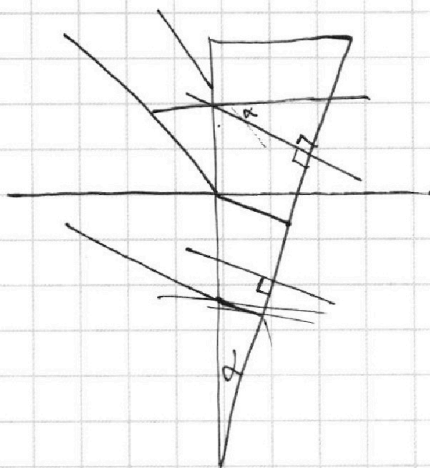
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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**

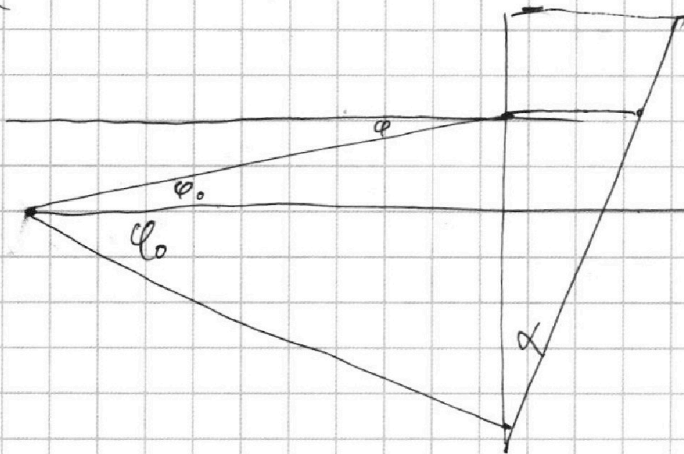
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



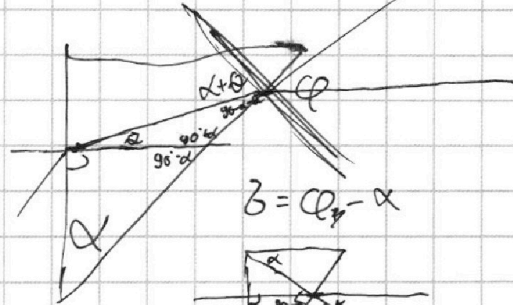
$$P dt = dA = F dx \quad P = F v$$

~~$E dx =$~~

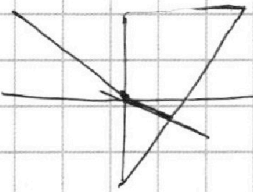
1.7



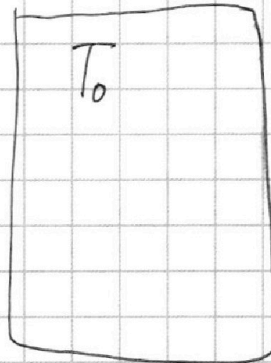
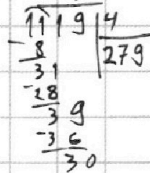
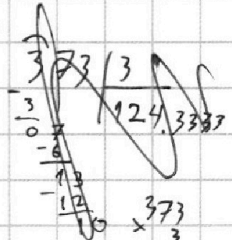
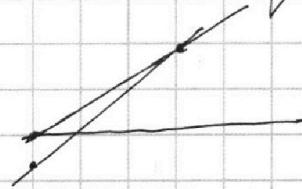
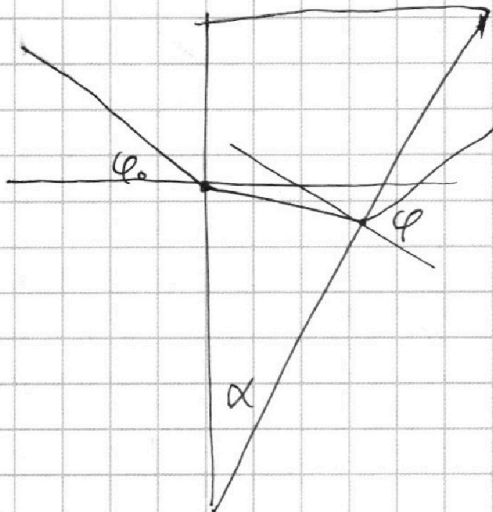
$$180 - (90\alpha + \beta) = 90 - \alpha - \beta$$
$$180 - 90 + \alpha$$



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



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



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

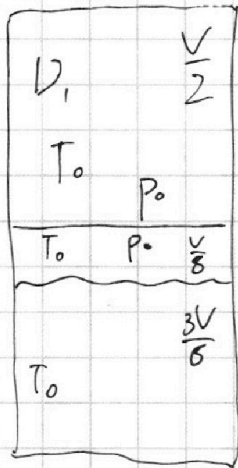
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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

1

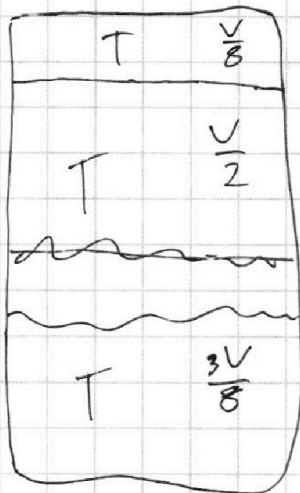
1)  $\Delta t = 4c$      $\Delta r = 3 \frac{M}{c}$      $a_0 = 0.75 \frac{M}{c^2}$



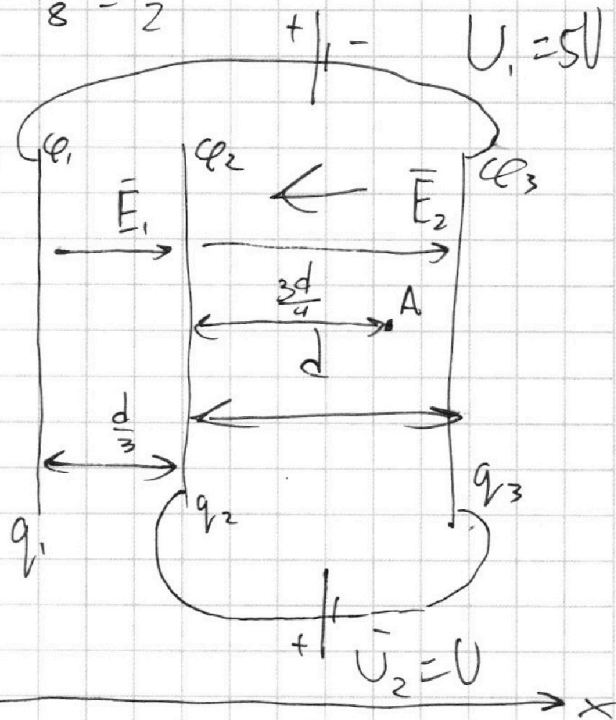
$$\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{4V - 3V}{8} = \frac{V}{8}$$

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

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



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



$$\varphi_1 - \varphi_3 = U_1$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = U_2$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U_1 - U_2 = 4U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

~~$q_2 + q_3 = 0$~~

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

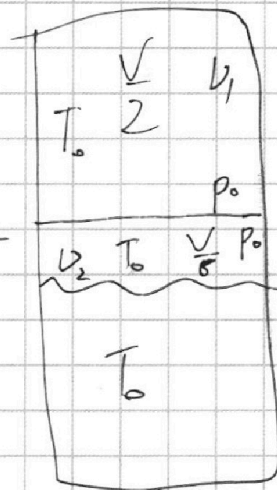
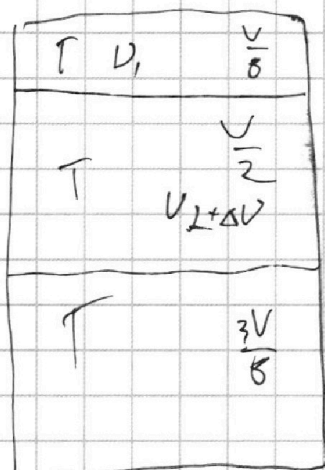
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

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

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

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

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

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

$$P_0 \frac{V}{8} = \nu_1 R T$$

$$P_0 \frac{V}{2}$$

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

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

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

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

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

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

$$7.05$$

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

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

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

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

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

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

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

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

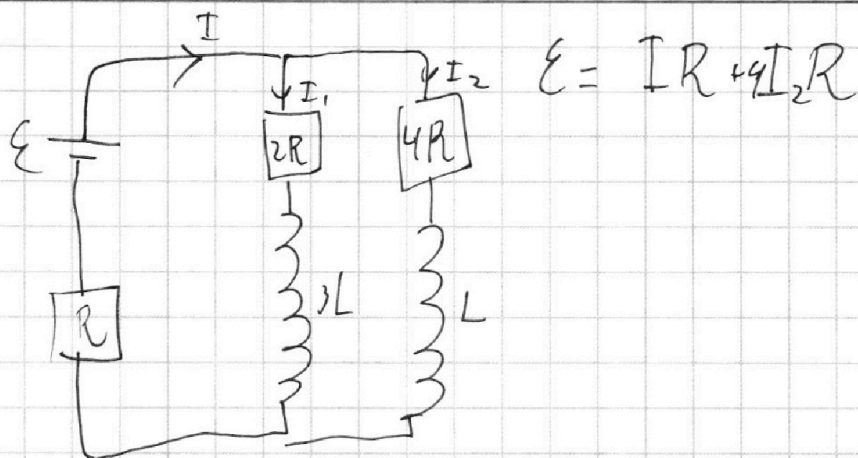
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$E = IR + 2I_1 R$$

$$E = 3I_1 R + I_2 R + I_3 R$$

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

$$E + I_0 R = 2I_0 R + 3LI_1'$$

$$E + \frac{3E}{7R} = \frac{24E}{7R}$$

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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!

