

ПРОВНЫЙ ЕГЭ

10 класс

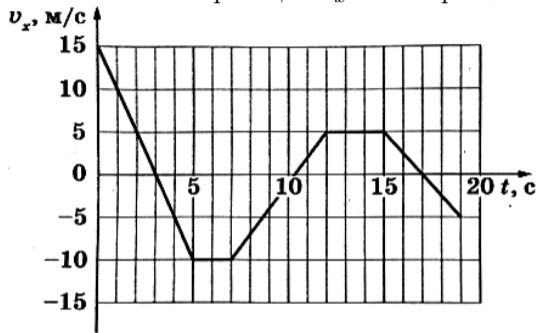
Урок 24

Сергей Михайлович Лисаков, PhD

22 мая 2020

#1

Тело движется по прямой, параллельной оси Ox . На графике представлена зависимость проекции v_x его скорости от времени t .

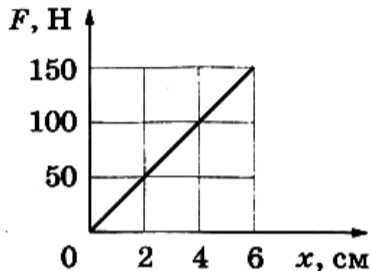


Определите проекцию a_x ускорения тела в момент времени 3 с.

Ответ: $a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{-10 - 15}{5} \text{ м/с}^2 = \boxed{-5 \text{ м/с}^2}$

#2

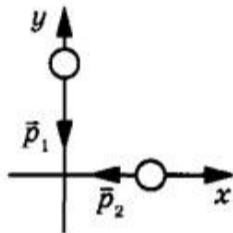
На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости F от удлинения пружины x . Какова жёсткость пружины?



$$F = kx \quad \Leftrightarrow \quad k = \frac{F}{x} = \frac{100 \text{ Н}}{0,04 \text{ м}} = \boxed{2500 \text{ Н/м}}$$

#3

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 20 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, второго тела $p_2 = 15 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Каков модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

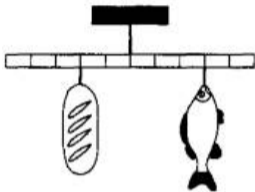


$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}$$

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} \text{ кг} \cdot \text{м/с} = \sqrt{625} \text{ кг} \cdot \text{м/с} = \boxed{25 \text{ кг} \cdot \text{м/с}}$$

#4

Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах из лёгкой удочки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 0,6 кг. Определите массу рыбы.



$$F_{\text{хлеба}} \cdot l_{\text{хлеба}} = F_{\text{рыбы}} \cdot l_{\text{рыбы}}$$

$$F_{\text{рыбы}} = m_{\text{рыбы}} g = m_{\text{хлеба}} g \cdot \frac{l_{\text{хлеба}}}{l_{\text{рыбы}}}$$

$$m_{\text{рыбы}} = m_{\text{хлеба}} \cdot \frac{l_{\text{хлеба}}}{l_{\text{рыбы}}} = 0,6 \text{ кг} \cdot \frac{2}{3} = \boxed{0,4 \text{ кг}}$$

#5

Деревянный брусок массой $m_1 = 1000$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает пластилиновый шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся поступательно как единое целое.

Выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта.

1. Скорость тел после соударения равна 1 м/с.
2. В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 0,75 Дж.
3. Кинетическая энергия деревянного бруска после соударения равна 0,25 Дж.
4. Суммарный импульс тел после удара равен 3 кг · м/с.
5. Общая кинетическая энергия системы тел «брусок + шарик» при ударе не изменилась.

$$1. m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v \Leftrightarrow v = \frac{m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$2. \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} + Q \Leftrightarrow Q = \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} = \boxed{0,75 \text{ Дж}}$$

$$3. E_1 = \frac{m_1 v^2}{2} = 0,125 \text{ Дж}$$

$$4. p = 0 + p_2 = m_2 v_2 = 0,6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

5. Неверно, часть энергии перешла в тепло.

Ответ:

2	—
---	---

#6

Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются по мере подъёма камня модуль ускорения камня и его кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

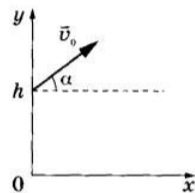
1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

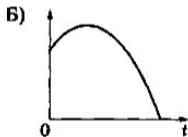
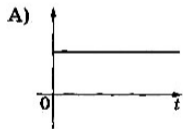
Модуль ускорения камня	Кинетическая энергия камня
3	2

#7

В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А и Б отображают зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать. Сопротивлением воздуха пренебречь. (Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.) К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Проекция ускорения мячика на ось y
- 2) Кинетическая энергия мячика
- 3) Проекция скорости мячика на ось x
- 4) Потенциальная энергия мячика

Ответ:

А	Б
3	4

#8

При понижении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа уменьшилась в 3 раза. Начальная температура газа 600 К. Какова конечная температура газа?

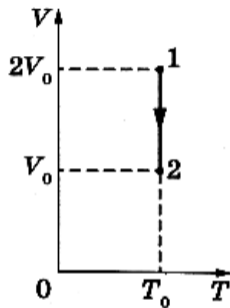
$$\begin{cases} 3E_2 = \frac{3}{2}kT_1 & (1) \\ E_2 = \frac{3}{2}kT_2 & (2) \end{cases}$$

$$3 = \frac{T_1}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{T_1}{3} = \boxed{200 \text{ K}}$$

#9

На VT -диаграмме показан процесс изменения состояния постоянной массы идеального одноатомного газа, где V — объём газа, T — его абсолютная температура. В этом процессе газ отдал в окружающую среду количество теплоты, равно 80 кДж. Какую работу совершили над газом внешние силы?



$$Q = \Delta U + A'$$

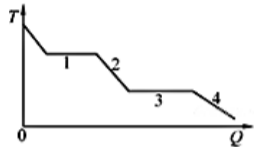
$$Q = \Delta U - A$$

$$\Delta U = 0 \quad (T = \text{const})$$

$$A = -Q = \boxed{80 \text{ кДж}}$$

#10

На рисунке показан график изменения температуры T вещества при постоянном давлении по мере выделения им количества теплоты Q . В начальный момент времени вещество находилось в газообразном состоянии. Какие участки графика соответствуют конденсации пара и остыванию вещества в твёрдом состоянии? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) Конденсация пара
Б) Остывание твёрдого вещества

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ:

А	Б
1	4

#11

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Определите относительную влажность, если объём сосуда за счёт движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 3 раза. (Ответ дать в процентах.)

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_1 = \frac{\rho_1}{\rho_H} \\ \varphi_2 = \frac{3\rho_1}{\rho_H} \end{array} \right. \quad (1)$$

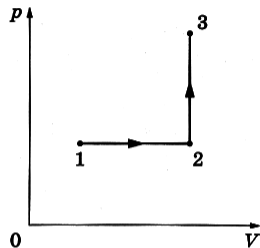
$$\varphi_2 = 3\varphi_1 = 120\% \quad \Leftrightarrow \quad \boxed{\varphi_2 = 100\%}$$

#12

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображён на рисунке в координатах p - V , где p — давление газа, V — объём газа. Как изменяются абсолютная температура газа T в ходе процесса 1-2 и плотность газа ρ в ходе процесса 2-3? Масса газа остаётся постоянной.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

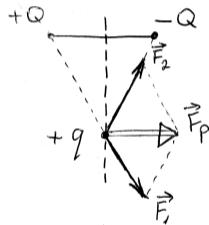
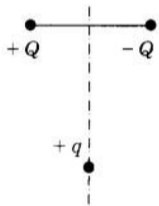


Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Абсолютная температура газа в ходе процесса 1-2	Плотность газа в ходе процесса 2-3
1	3

#13

Заряд $+q > 0$ находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов $+Q > 0$ и $-Q$, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рисунок). Куда направлено (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? Ответ запишите словом (словами).



Ответ:

#14

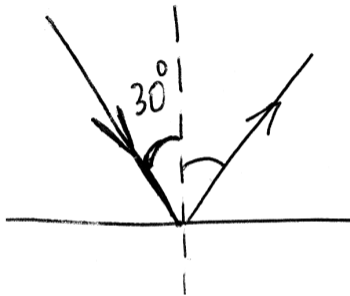
Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, каждый из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз увеличился модуль сил электростатического взаимодействия между ними?

$$\left\{ \begin{array}{l} F_1 = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} \\ F_2 = \frac{k|3q_1 3q_2|}{(r/3)^2} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \boxed{81}$$

#15

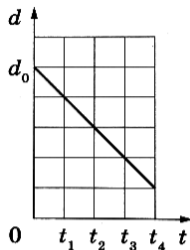
Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 30° .
Определите угол между падающим и отражённым лучами.



Ответ:

#16

Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C_0 , подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии d_0 друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике. Выберите два верных утверждения, соответствующих описанию опыта.



1. В момент времени t_4 ёмкость конденсатора увеличилась в 5 раз по сравнению с первоначальной (при $t = 0$).
2. В интервале времени от t_1 до t_4 заряд конденсатора уменьшается.
3. В интервале времени от t_1 до t_4 энергия конденсатора равномерно уменьшается.
4. В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора остаётся постоянной.
5. В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора увеличивается.

$$1. C_0 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d_0}; \quad C_4 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d_4}; \quad C_4/C_0 = d_0/d_4 = \boxed{5}$$

$$2. q_1 = C_1 U; \quad q_4 = C_4 U; \quad C_4 > C_1 \Leftrightarrow q_4 > q_1, \text{ заряд увеличился.}$$

$$3. W_1 = \frac{C_1 U^2}{2}; \quad W_4 = \frac{C_4 U^2}{2}; \quad C_4 > C_1 \Leftrightarrow W_4 > W_1, \text{ энергия увеличилась.}$$

$$4. E_1 = \frac{U}{d_1}; \quad E_4 = \frac{U}{d_4}; \quad E_1 \neq E_4$$

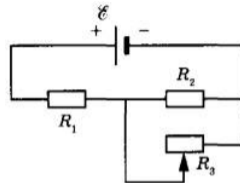
$$5. \frac{E_4}{E_1} = \frac{d_1}{d_4} = 4; \quad \boxed{\text{напряжённость увеличилась.}}$$

Ответ:

1	5
---	---

#17

На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} , два резистора и реостат. Сопротивления резисторов R_1 и R_2 одинаковы и равны R . Сопротивление реостата R_3 можно менять. Как изменятся напряжение на резисторе R_2 и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если уменьшить сопротивление реостата от R до 0? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение на резисторе R_2	Суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи
2	1

$$P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1 + R_2}; \quad P_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1} \quad \Leftrightarrow \quad P_2 > P_1$$

#18

Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта в цепях постоянного тока. В формулах использованы обозначения: R — сопротивление резистора; I — сила тока; U — напряжение на резисторе; P — мощность тока, выделяемая на резисторе.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Напряжение на резисторе
Б) Сила тока

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U^2}{R}$
2) \sqrt{PR}
3) $\sqrt{\frac{P}{R}}$
4) $\frac{P}{I^2}$

$$\sqrt{PR} = \sqrt{\frac{U^2}{R} \cdot R} = U$$

$$\sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{I^2 R}{R}} = I$$

Ответ:

А	Б
2	3

#22

В книге 200 листов. По результатам измерения с помощью линейки толщина книги составляет 3 см. Чему равна толщина одного листа по результатам этих измерений, если погрешность линейки равна ± 1 мм?

$$h = \frac{H}{N} \pm \frac{\sigma}{N} = \frac{30 \text{ мм}}{200} \pm \frac{1 \text{ мм}}{200} = \boxed{(0,150 \pm 0,005) \text{ мм}}$$

#23

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от внешнего давления. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу). Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	150	50	10
2	200	50	15
3	150	20	15
4	150	20	10
5	200	20	15

Ответ:

3	5
---	---

#25

Дано:

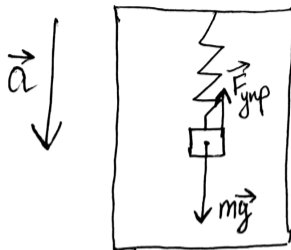
$$k = 100 \text{ Н/м}$$

$$l = 5 \text{ м}$$

$$t = 2 \text{ с}$$

$$x = 1,5 \text{ см}$$

$$m = ?$$



Груз подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт из состояния покоя равноускоренно опускается вниз на расстояние 5 м в течение 2 с. Какова масса груза, если удлинение пружины при неподвижном относительно лифта грузе равно 1,5 см?

$$\begin{cases} ma = mg - kx & (1) \\ l = \frac{at^2}{2} & (2) \end{cases}$$

$$kx = m(g - a)$$

$$m = \frac{kx}{g - a} = \frac{kx}{g - \frac{2l}{t^2}} = \boxed{0,2 \text{ кг}}$$

#26

Дано:

$$p = \text{const}$$

$$\Delta U = 6 \text{ кДж}$$

$$Q = ?$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = \Delta U + A' \quad (1) \\ A' = p\Delta V \quad (2) \\ \Delta U = \frac{3}{2}p\Delta V \quad (3) \end{array} \right.$$

В цилиндре под поршнем находится аргон. Газ расширился при постоянном давлении, при этом его внутренняя энергия увеличилась на 6 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу? Количество вещества газа постоянно.

$$Q = \Delta U + \frac{2}{3}\Delta U = \frac{5}{3}\Delta U = \boxed{10 \text{ кДж}}$$

#27

Дано:

$$I = 2 \text{ A}$$

$$I' = ?$$

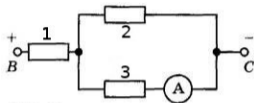
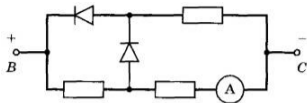


Рис. а

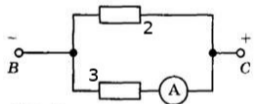


Рис. б

Три одинаковых резистора и два одинаковых идеальных диода включены в электрическую цепь, показанную на рисунке, и подключены к аккумулятору в точках *B* и *C*. Показания амперметра равны 2 А. Определите силу тока через амперметр после смены полярности подключения аккумулятора. Нарисуйте эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора. Опираясь на законы электродинамики, поясните свой ответ. Сопротивлением амперметра и внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.

$$I' = I'_3 = \frac{U}{R}$$

$$I' = 3I = \boxed{6 \text{ A}}$$

$$\begin{cases} I = I_3 = \frac{I_1}{2} & (1) \\ I_1 = \frac{U}{R_0} = \frac{U}{3R/2} = \frac{2U}{3R} & (2) \end{cases}$$

$$I = \frac{U}{3R}$$

#28

Дано:

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$t = 3 \text{ с}$$

$$v = 4v_0$$

$$S = ?$$

$$\begin{cases} a = \frac{v - v_0}{t} & (1) \\ S = v_0 t + \frac{at^2}{2} & (2) \end{cases}$$

$$a = \frac{4v_0 - v_0}{t} = \frac{3v_0}{t}$$

$$S = v_0 t + \frac{3v_0}{t} \cdot \frac{t^2}{2} = v_0 t + \frac{3v_0 t}{2} = \frac{5v_0 t}{2} = \boxed{30 \text{ м}}$$

Начальная скорость движения тела равна 4 м/с. На сколько метров переместилось тело за 3 с равноускоренного движения по прямой в одном направлении, если за это время его скорость увеличилась в 4 раза?

#29

Дано:

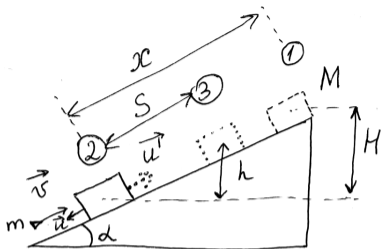
$$\alpha = 30^\circ$$

$$M = 300 \text{ г}$$

$$x = 3,6 \text{ м}$$

$$m = 5 \text{ г}$$

$$v = 500 \text{ м/с}$$

 $S = ?$ 

$$\begin{cases} Mg \cdot x \sin \alpha = \frac{Mu^2}{2} & (1) \\ mv - Mu = (M + m)u' & (2) \\ \frac{(M + m)u'^2}{2} = (M + m)g \cdot S \sin \alpha & (3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2gx \sin \alpha = u^2 \\ u' = \frac{mv - Mu}{M + m} \\ u'^2 = 2gS \sin \alpha \end{cases}$$

По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой $M = 300 \text{ г}$. В тот момент, когда брусок прошёл по наклонной плоскости расстояние $x = 3,6 \text{ м}$, в него попала и застряла в нём летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля. Скорость пули $v = 500 \text{ м/с}$, масса пули $m = 5 \text{ г}$. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на некоторое расстояние S от места удара. Определите расстояние S . Трение бруска о плоскость не учитывать.

$$\begin{cases} u = \sqrt{2gx \sin \alpha} \\ \sqrt{2gS \sin \alpha} = \frac{mv - Mu}{M + m} \end{cases}$$

$$2gS \sin \alpha = \left(\frac{mv - M\sqrt{2gx \sin \alpha}}{M + m} \right)^2$$

$$S = \frac{(mv - M\sqrt{2gx \sin \alpha})^2}{2g \sin \alpha (M + m)^2} \approx \boxed{0,53 \text{ м}}$$

#30

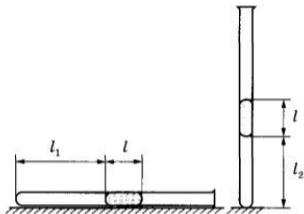
Дано:

$$l_1 = 30 \text{ см}$$

$$l_2 = 25 \text{ см}$$

$$p_0 = 750 \text{ мм. рт. ст.}$$

$$(H = 75 \text{ см})$$

 $l - ?$ 

$$\left\{ \begin{array}{l} p_0 = \rho g H \quad (1) \\ p_0 V_1 = p_2 V_2 \quad (2) \\ p_2 = p_0 + \rho g l \quad (3) \\ V_1 = l_1 S \quad (4) \\ V_2 = l_2 S \quad (5) \end{array} \right.$$

$$\rho g H \cdot l_1 S = \rho g(l + H) \cdot l_2 S$$

$$H l_1 = (l + H) \cdot l_2$$

$$H l_1 = l l_2 + H l_2$$

В запаянной с одного конца длинной горизонтальной стеклянной трубке постоянно сечения (см. рисунок) находится столбик воздуха длиной $l_1 = 30$ см, запертый столбиком ртути. Если трубку поставить вертикально отверстием вверх, то длина воздушного столбика под ртутью будет равна $l_2 = 25$ см. Какова длина ртутного столбика? Атмосферное давление 750 мм. рт. ст. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.

$$l l_2 = H l_2 - H l_1$$

$$l = \frac{H(l_2 - l_1)}{l_2} = \boxed{15 \text{ см}}$$

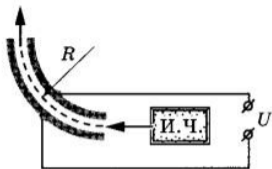
#31

Дано:

 R

$$W'_K / W_K = 2$$

$$U' / U = ?$$



$$\left\{ \begin{array}{l} m \frac{v^2}{R} = qE \quad (1) \\ E = \frac{U}{d} \quad (2) \\ W_K = \frac{mv^2}{2} \quad (3) \end{array} \right.$$

$$W_K = \frac{qER}{2}$$

$$W'_K = \frac{qE'R}{2}$$

На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц из источника частиц (и.ч.) для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом R . Предположим, что в промежутке между обкладками конденсатора, не касаясь их, пролетают молекулы интересующего нас вещества, потерявшие один электрон. Во сколько раз нужно изменить напряжение на обкладках конденсатора, чтобы сквозь него могли пролетать такие же ионы, но имеющие в 2 раза большую кинетическую энергию? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

$$\frac{W'_K}{W_K} = \frac{E'}{E} = \frac{U'}{U}$$

$$\boxed{\frac{U'}{U} = 2}$$