

# ЕГЭ по Физике

Ольга Яковлевна Березина,  
доцент кафедры общей физики ПетрГУ

10 апреля 2013 г.

[pptcloud.ru](http://pptcloud.ru)

# Приказ Минобрнауки России от 22.01.2013 г.

- Дата экзамена 6 июня
- Время начала экзамена 10.00
- Продолжительность 235 мин (3 часа 55 мин.)
- Разрешается пользоваться линейкой и непрограммируемым калькулятором с возможностью вычисления тригонометрических функций ( $\cos$ ,  $\sin$ ,  $\text{tg}$ )

# Распределение заданий по содержанию

- **Механика** (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны).
- **Молекулярная физика** (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).
- **Электродинамика и основы СТО** (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, элементы СТО).
- **Квантовая физика** (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра).

# Структура экзаменационной работы

<i>Части работы</i>	<i>Число заданий</i>	<i>Максимальный первичный балл</i>	<i>Процент максимального первичного балла</i>	<i>Тип заданий</i>
Часть 1	21	21	41	с выбором ответа
Часть 2	4	8	16	с кратким ответом
Часть 3	10	22	43	с выбором ответа и с развернутым ответом
<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>51</b>	<b>100</b>	

# Распределение заданий по уровню сложности

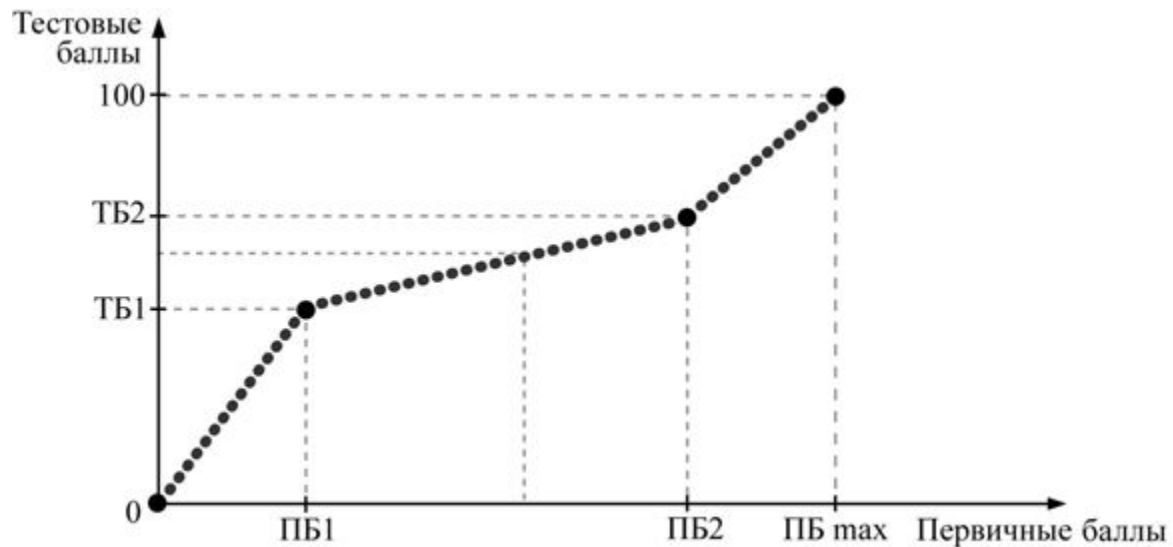
<i>Уровень сложности заданий</i>	<i>Число заданий</i>	<i>Части</i>	<i>Максимальный первичный балл</i>	<i>Процент максимального первичного балла</i>
<b>Базовый</b>	<b>22</b>	<b>А, В</b>	<b>24</b>	<b>47</b>
<b>Повышенный</b>	<b>8</b>	<b>А, В, С</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
<b>Высокий</b>	<b>5</b>	<b>С</b>	<b>15</b>	<b>29</b>
<b>Итого</b>	<b>35</b>		<b>51</b>	<b>100</b>

# Система оценивания

- Все задания части А оцениваются в 1 балл.
- Задания В1 – В4 оцениваются:
  - в 2 балла, если верно указаны все элементы ответа,
  - в 1 балл, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа,
  - в 0 баллов, если допущено более одной ошибки.
- Максимальный первичный балл за задания части С – 3 балла.
- За верное выполнение всех заданий можно максимально получить 51 первичный балл.

# Шкалирование

Соответствие между тестовыми и первичными баллами



# Распоряжение Росособрнадзора от 29.08.2012 №3499-10

- минимальное количество баллов единого государственного экзамена, подтверждающее освоение выпускником основных общеобразовательных программ среднего (полного) общего образования в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования, составляет по физике 36 баллов.



# Таблица соответствия первичного и тестового балла по физике в 2012 году

Первичный балл	Тестовый балл
1	4
6	20
10	33
11	36
14	42
20	48
24	53

Первичный балл	Тестовый балл
31	60
33	62
36	69
40	77
45	88
48	94
51	100

# Время выполнения работы

- для каждого задания с выбором ответа – 2–5 минут;
- для каждого задания с кратким ответом – 3–5 минут;
- для каждого задания с развернутым ответом – от 15 до 25 минут
- На выполнение всей экзаменационной работы – 235 минут.

# Рекомендации по подготовке к экзамену

- <http://ege.edu.ru/> - Официальный информационный портал ЕГЭ
- <http://4ege.ru/fizika/> - Портал ЕГЭ «Физика»
- <http://www.fipi.ru/view> Федеральный институт педагогических измерений
- <http://www.gomulina.orc.ru/index1.html> Internet-ресурсы по физике
- <http://www.alleng.ru/edu/phys3.htm>  
материалы для подготовки к ЕГЭ
- <http://edu.karelia.ru> Образовательный портал Карелии – архив интернет-консультаций

# Рекомендации по подготовке к экзамену

- **Кабардин О.Ф.** Физика. Справочник для старшеклассников и поступающих в вузы.
- **Касаткина И.Л.** Репетитор по физике.
- **Аганов А.В., Сафиуллин Р.К., Скворцов А.И., Таюрский Д.А.** Физика вокруг нас: Качественные задачи по физике.
- **Тульчинский М.Е.** Качественные задачи по физике

# Информация

- В 2012 году в ЕГЭ по физике приняли участие более 206 тысяч выпускников.
- Не справились с заданиями около 12,6% выпускников российских школ.
- Наивысший результат - 100 баллов - получил 41 участник, в 2011 году - 206 человек.
- Половина выпускников, участвовавших в ЕГЭ по физике, показала способность выполнять лишь задания базового уровня сложности

# Задания с развернутым ответом (С)

---

- качественная задача повышенного уровня сложности (С1)
- расчётные задачи высокого уровня сложности (С2 – С6).

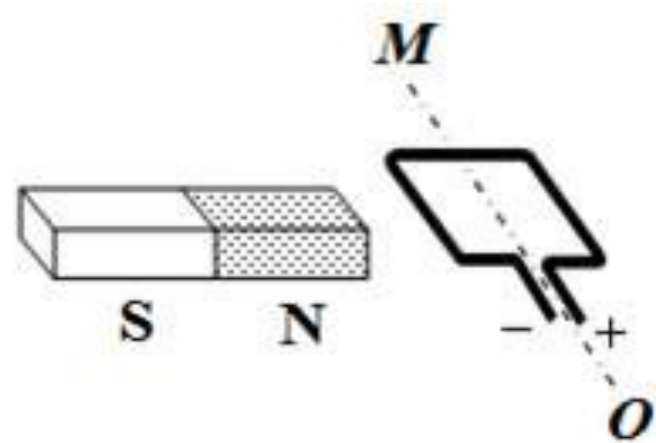
# Критерии оценивания заданий С1

- Указание физического закона подразумевает явное или неявное обоснование каждого утверждения, лежащего в основе объяснения, ссылкой на соответствующий закон, уравнение, определение физической величины или явления, или свойство явления.
- Логическим недочётом является нарушение причинно-следственных связей в цепочке взаимосвязанных суждений, формирующих обоснование данного выпускником ответа.

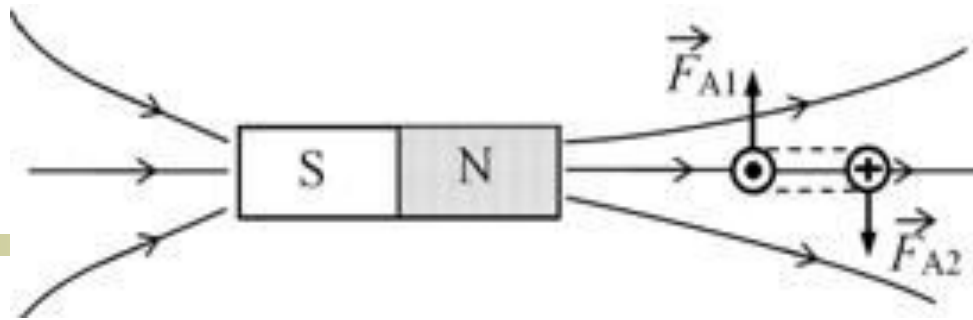
# Пример заданий С1

Постоянный полосовой магнит и рамка с постоянным током удерживаются неподвижно в горизонтальной плоскости (см. рисунок). Полярность магнита и полярность подключения источника тока к выводам рамки показаны на рисунке. Рамка может двигаться вокруг неподвижной горизонтальной оси  $MO$ , перпендикулярной магниту.

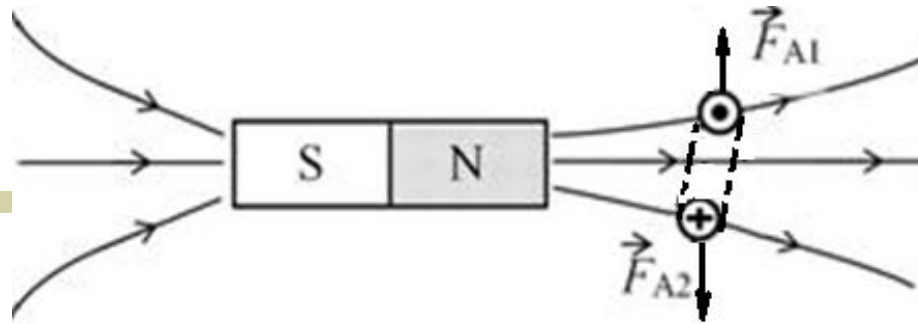
Как будет двигаться рамка после того, как её перестали удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.





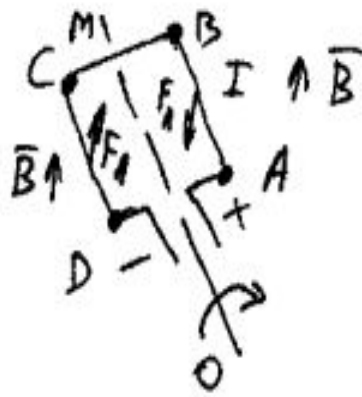
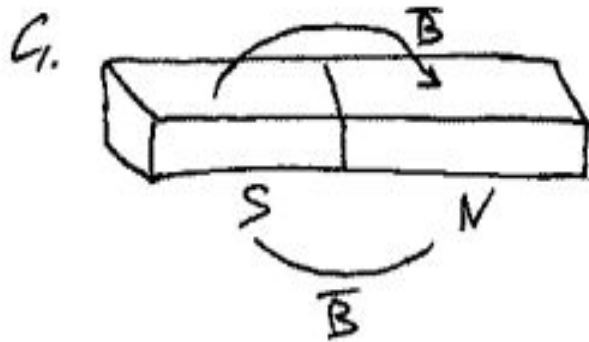


- 1) Ответ: Рамка повернется по часовой стрелке и после некоторых колебаний встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется снизу.
- 2) Рассмотрим сечение рамки плоскостью рисунка в условии задачи.
- В исходном положении в левом звене рамки ток направлен к нам, а в правом – от нас. На левое звено рамки действует сила Ампера  $F_1$ , направленная вверх, а на правое звено – сила Ампера  $F_2$ , направленная вниз.
- Эти силы создают моменты сил, разворачивающие рамку на неподвижной оси МО по часовой стрелке (см. рисунок).



- 3) Рамка вращается и, пройдя положение, перпендикулярное оси магнита, продолжит вращение, но в этом случае силы Ампера  $F_1$  и  $F_2$  будут уже противиться этому движению, возвращая рамку в положение равновесия - перпендикулярно оси магнита. Возникнут колебания относительно положения равновесия, которые затухнут из-за сопротивления воздуха, которое испытывает рамка при движении.

# Пример решения С1



ТОК ТЕЧЕТ ОТ "+" К "-"

Вектор  $\vec{B}$  в магните направлен от S к N

Сторона AB рамки будет двигаться вниз, так как на неё действует сила Ампера, направленная вниз

(определено по правилу левой руки)

DC движется вверх, так как  $\vec{F}_A \uparrow$

$\Rightarrow$  рамка будет поворачиваться по часовой стрелке.

# Пример решения С1

Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на получение ответа.

В данном случае рассуждения «не закончены» и вследствие этого представленный ответ не полон.

1 балл

# Критерии оценивания заданий С2 – С6

- Среди задач встречаются задания, в которых дополнительно к объяснению предлагается изобразить схему электрической цепи или рисунок с ходом лучей в оптической системе.
- В этом случае отсутствие рисунка (или схемы) или наличие ошибки в них приводит к снижению на 1 балл.
- С другой стороны, наличие правильного рисунка (схемы) при отсутствии других элементов ответа в некоторых случаях даёт возможность получить 1 балл.

# Критерии оценивания заданий С2 – С6

- Оценивание задач, в условиях которых приводятся схемы установок, фотографии шкал приборов, графики или таблицы, учитывает необходимость правильного выявления необходимой информации из этих форм её представления.
- Если же, например, показания приборов в работе экзаменуемого записаны неверно и отклонение в записи превышает цену деления прибора, то оценка снижается.

# Критерии оценивания заданий С2 – С6

- Если в решении задачи записаны утверждения или формулы, которые затем не использовались в ходе решения, то ошибки в этих записях не являются основанием для снижения оценки.
- Однако само наличие подобных записей, не отделённых явным образом от решения, является препятствием для выставления максимального балла даже при полностью правильном решении.
- Также, если в решении присутствует множество лишних записей, то это является основанием для снижения оценки, даже если решение и приводит к верному ответу.

# Критерии оценивания заданий С2 – С6

- При решении заданий с развёрнутым ответом не требуется отдельного перевода всех заданных в условии задачи физических величин в СИ и проверки полученного ответа «в общем виде» по единицам измерения входящих в него величин.
- Если ученик представляет решение, в котором «подменяется» условие задачи, меняются условия описанного процесса, вводятся произвольные допущения, определяется другая физическая величина и т.п., то, в зависимости от конкретного случая, может быть поставлено 0 баллов.



# Критерии оценивания заданий С2 – С6

- Если в решении вводятся буквенные обозначения (особенно с индексами) используемых физических величин, то они должны быть описаны.
- Описанием может являться, кроме явного указания, обозначение на рисунке, запись в блоке «Дано» при соответствующем числовом значении, взятом из текста задачи или запись закона с указанием его названия (закон однозначно связывает определённые физические величины). Если таких указаний нет, то максимальный балл даже за правильное решение поставлен быть не должен.

# Примеры решений с лишними записями

## Задача:

- Какова длина волны  $\lambda_{кр.}$ , соответствующая красной границе фотоэффекта, если при облучении металлической пластинки светом с длиной волны  $\lambda = 3 \times 10^{-7}$  м максимальная скорость выбитых электронов составляет 800 км/с?

Дано

$$\lambda = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$v = 800 \text{ км/с} = 8 \cdot 10^5 \text{ м/с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

$$m_{\text{элект}} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

Решение.

$$h\nu = A + \frac{m_e v^2}{2}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$h\nu_K = A$  - красная граница фотоэффекта.

$$\frac{hc}{\lambda_K} = A \Rightarrow A = h\nu - \frac{m_e v^2}{2} \Rightarrow A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{m_e v^2}{2}$$

$$A = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-7}} - \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8 \cdot 10^5)^2}{2} \Rightarrow$$

$$A = \left( \begin{aligned} &6,6 \cdot 10^{-19} - 291,2 \cdot 10^{-27} = 660 \cdot 10^{-21} - 0,2912 \cdot 10^{-24} = 66000 \cdot 10^{-23} \\ &- 0,02912 \cdot 10^{-23} = 65999,9 \cdot 10^{-23} = 65,999 \cdot 10^{-20} = 6,6 \cdot 10^{-19} \end{aligned} \right)$$

$$\frac{hc}{\lambda_K} = A \Rightarrow \lambda_K = \frac{h \cdot c}{A} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

(Объём,  $\lambda_K = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ )

$$A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{m_e v^2}{2} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-7}} - \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8 \cdot 10^5)^2}{2} \Rightarrow$$

$$A = 6,6 \cdot 10^{-19} - 291,2 \cdot 10^{-27} = 6,6 \cdot 10^{-19} - 2,9 \cdot 10^{-19} = 3,7 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$\frac{hc}{\lambda_K} = A \quad \lambda_K = \frac{hc}{A} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,7 \cdot 10^{-19}} = 5,35 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Дано

$$\lambda = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$v = 800 \text{ км/с} = 8 \cdot 10^5 \text{ м/с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

$$m_{\text{элект}} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$\lambda_k$  - ?

Решение.

$$h\nu = A + \frac{m_e v^2}{2}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$h\nu_k = A$  - красная граница фотоэффекта.

$$\frac{hc}{\lambda_k} = A \Rightarrow A = h\nu - \frac{m_e v^2}{2} \Rightarrow A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{m_e v^2}{2}$$

$$A = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-7}} - \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8 \cdot 10^5)^2}{2} \Rightarrow$$

$$A = 6,6 \cdot 10^{-19} - 291,2 \cdot 10^{-27} = 660 \cdot 10^{-21} - 0,2912 \cdot 10^{-24} = 66000 \cdot 10^{-23} - 0,02912 \cdot 10^{-23} = 65999,9 \cdot 10^{-23} = 65,999 \cdot 10^{-20} = 6,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$\frac{hc}{\lambda_k} = A \Rightarrow \lambda_k = \frac{h \cdot c}{A} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

(Ответ:  $\lambda_k = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ )

$$A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{m_e v^2}{2} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-7}} - \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8 \cdot 10^5)^2}{2} \Rightarrow$$

$$A = 6,6 \cdot 10^{-19} - 291,2 \cdot 10^{-27} = 6,6 \cdot 10^{-19} - 2,9 \cdot 10^{-19} = 3,7 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$\frac{hc}{\lambda_k} = A \quad \lambda_k = \frac{hc}{A} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,7 \cdot 10^{-19}} = 5,35 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

# Примеры решений с лишними записями

## Задача:

- До какого максимального заряда  $Q$  можно зарядить покрытый селеном шар радиусом  $R=10$  см, облучая его светом с частотой  $\nu=2,7 \cdot 10^{15}$  Гц, если работа выхода электронов из селена  $A=9 \cdot 10^{-19}$  Дж?

Danu:

$$R = 10 \text{ cm}$$

$$V = 2,7 \cdot 10^{15} \text{ Jy}$$

$$A = 9 \cdot 10^{-19} \text{ Juc.}$$

Q-?

$$\text{Ombem: } q = 6,13 \cdot 10^{-19} \text{ ku.}$$

$$E = L$$

$$h\nu = A + eU$$

$$U = \frac{h\nu - A}{e} = A + eU.$$

$$U = \frac{h\nu - A}{e} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,7 \cdot 10^{15} - 9 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} =$$

$$U = 5,56 \text{ B} \quad U = k \frac{Q}{R}$$

$$Q = \frac{UR}{k} = \frac{5,56 \cdot 0,1}{9 \cdot 10^9} = 0,06 \cdot 10^{-9} \text{ ku} =$$

$$Q = 0,06 \text{ kku} = 6,13 \cdot 10^{-9} \text{ ku}$$

Danu:

$$R = 10 \text{ cm}$$

$$V = 2,7 \cdot 10^{15} \text{ Jy}$$

$$A = 9 \cdot 10^{-19} \text{ euc.}$$

Q-?

$$\text{Ombem: } q = 6,13 \cdot 10^{-19} \text{ ku.}$$

$$\epsilon = L$$

$$h\nu = A + eU$$

$$U = \frac{h\nu - A}{e}$$

$$U = \frac{h\nu - A}{e} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,7 \cdot 10^{15} - 9 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} =$$

$$U = 5,56 \text{ B} \quad U = k \frac{Q}{R}$$

$$Q = \frac{UR}{k} = \frac{5,56 \cdot 0,1}{9 \cdot 10^9} = 0,06 \cdot 10^{-9} \text{ ku} =$$

$$Q = 0,06 \text{ nku} = 6,13 \cdot 10^{-9} \text{ ku}$$

Danu:

$$R = 10 \text{ cm}$$

$$V = 2,7 \cdot 10^{15} \text{ Jy}$$

$$A = 9 \cdot 10^{-19} \text{ Auc.}$$

Q-?

$$\text{Ombem: } q = 6,13 \cdot 10^{-19} \text{ ku.}$$

$$\epsilon = L$$

$$h\nu = A + eU$$

$$U = \frac{h\nu - A}{e}$$

$$U = \frac{h\nu - A}{e} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,7 \cdot 10^{15} - 9 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} =$$

$$U = 5,56 \text{ B} \quad U = k \frac{Q}{R}$$

$$Q = \frac{UR}{k} = \frac{5,56 \cdot 0,1}{9 \cdot 10^9} = 0,06 \cdot 10^{-9} \text{ ku} =$$

$$Q = 0,06 \text{ kku} = 6,13 \cdot 10^{-9} \text{ ku}$$



# Ошибка в ответе

- Ответ может содержать правильное решение с правильно записанными исходными формулами, корректно проведёнными алгебраическими преобразованиями и вычислениями, но с ошибкой в записи ответа (определение порядка величины, переход от простой дроби к десятичной, отсутствие единиц измерения и т.п.);
- Подобные ошибки препятствуют выставлению максимального балла за представленное решение.

# Ошибка в ответе

## Задача:

- До какого максимального заряда  $Q$  можно зарядить покрытый селеном шар радиусом  $R=10$  см, облучая его светом с частотой  $\nu=2,7 \cdot 10^{15}$  Гц, если работа выхода электронов из селена  $A=9 \cdot 10^{-19}$  Дж?

# Ошибка в ответе

Дано:

$$\begin{aligned} \nu &= 2,7 \cdot 10^{15} \text{ Гц} \\ A &= 9 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \\ R &= 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м.} \\ \epsilon_0 &= 8,85 \cdot 10^{-12} \end{aligned}$$

$q_{\text{max}} = ?$

Решение:

$$h\nu = A + \frac{m_0 v^2}{2}; \quad \frac{m_0 v^2}{2} = eU$$

$$U = \frac{q}{c} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$e \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} = h\nu - A$$

$$q = \frac{4\pi\epsilon_0 R (h\nu - A)}{e} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1 (6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 2,7 \cdot 10^{15} - 9 \cdot 10^{-19})}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$= \frac{1,156 \cdot 10^{-13}}{1,6 \cdot 10^{-19}} (17,82 \cdot 10^{-19} - 9 \cdot 10^{-19}) \text{ Кл} =$$

$$= 8,82 \cdot 62,5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \approx 613 \cdot 10^{-13} \text{ Кл} \approx 6,13 \cdot 10^{-15} \text{ Кл}$$

Ответ:  $q_{\text{max}} \approx 6,13 \cdot 10^{-15} \text{ Кл}$ .

# Ошибка в ответе

Дано:

$$\begin{aligned} \nu &= 2,7 \cdot 10^{15} \text{ Гц} \\ A &= 9 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \\ R &= 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м.} \\ \epsilon_0 &= 8,85 \cdot 10^{-12} \end{aligned}$$

$q_{\text{max}} = ?$

Решение:

$$h\nu = A + \frac{m_0 v^2}{2}; \quad \frac{m_0 v^2}{2} = eU$$

$$U = \frac{q}{c} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$e \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} = h\nu - A$$

$$q = \frac{4\pi\epsilon_0 R (h\nu - A)}{e} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1 (6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 2,7 \cdot 10^{15} - 9 \cdot 10^{-19})}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$= \frac{-9 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{+1,156 \cdot 10^{-13}}{1,6 \cdot 10^{-19}} (17,82 \cdot 10^{-19} - 9 \cdot 10^{-19}) \text{ Кл} =$$

$$= 8,82 \cdot 62,5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \approx 613 \cdot 10^{-13} \text{ Кл} \approx 6,13 \cdot 10^{-15} \text{ Кл}$$

Ответ:  $q_{\text{max}} \approx 6,13 \cdot 10^{-15} \text{ Кл}$

# Ошибка в исходных формулах

## Задача.

- В тело массой 4,9 кг, лежащее на гладком участке горизонтальной поверхности, попадает снаряд массой 0,1 кг, летящий под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью 60 м/с, и застревает в нем. Какой путь пройдет тело до остановки, попав на шероховатую часть поверхности, если коэффициент трения скольжения между телом и поверхностью равен 0,25?

Закон сохранения импульса.

Дано:  
 $m_1 = 4,9 \text{ кг}$   
 $m_2 = 0,1 \text{ кг}$   
 $\alpha = 60^\circ$   
 $v_2 = 60 \text{ м/с}$   
 $\mu = 0,25$   


---

 S-?



$$1) m_2 \vec{v}_2 + m_1 \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

Т.к.  $v_1 = 0$ , то

$$m_2 v_2 \cdot \cos \alpha = (m_1 + m_2) v$$

$$v = \frac{m_2 v_2 \cdot \cos \alpha}{m_1 + m_2} - \text{скорость тела и пули после удара.}$$

$v_{\text{кон}} - v_{\text{нач}} = 2a S$ , т.к.  
 $v_{\text{кон}} = 0$ , то путь равен:

$S = + \frac{v_{\text{нач}}}{2a}$  - знак минус обязательное условие ускорен.

$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu = \mu mg \rightarrow \mu mg = ma \rightarrow a = \mu g.$$

$$S = \frac{m_2 \cdot v_2 \cdot \cos \alpha}{(m_1 + m_2) \cdot 2\mu g}$$

$$S = \frac{0,1 \cdot 60 \cdot 0,5}{(0,1 + 4,9) \cdot 2 \cdot 0,25 \cdot 10} = \frac{3}{5 \cdot 2 \cdot 2,5} = 0,12 \text{ (м)} - \text{двигалось тело по шероховатой поверхности}$$

Ответ: 12 см.



Дано:

$$m_1 = 4,9 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,1 \text{ кг}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_2 = 60 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,25$$


---

S-1



Закон сохранения импульса.

$$1) m_2 \vec{v}_2 + m_1 \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

Т.к.  $v_1 = 0$ , то

$$m_2 v_2 \cdot \cos \alpha = (m_1 + m_2) v$$

$$v = \frac{m_2 v_2 \cdot \cos \alpha}{m_1 + m_2} - \text{скорость тела и пути после удара.}$$

$$v_{\text{кон}} - v_{\text{нач}} = 2a S, \text{ т.к. } v_{\text{кон}} = 0, \text{ то путь равен:}$$

$$S = + \frac{v_{\text{нач}}}{2a} - \text{знак минус обязателен от обратн. ускорен.}$$

$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu = \mu mg \rightarrow \mu mg = ma \rightarrow a = \mu g.$$

$$S = \frac{m_2 \cdot v_2 \cdot \cos \alpha}{(m_1 + m_2) \cdot 2\mu g}$$

$$S = \frac{0,1 \cdot 60 \cdot 0,5}{(0,1 + 4,9) \cdot 2 \cdot 0,25 \cdot 10} = \frac{3}{5 \cdot 2 \cdot 2,5} = 0,12 \text{ (м)} - \text{двигалось тело по шероховатой поверхности}$$

Ответ: 12 см.

# Примеры подмены задачи

## Задача:

- Горизонтально-расположенная, положительно заряженная пластина создает электрическое поле напряженностью  $E=10^4$  В/м. На неё с высоты  $h = 10$  см падает шарик малого размера массой 20 г, имеющий заряд  $q = 10^{-5}$  Кл и начальную скорость  $v_0 = 1$  м/с, направленную вертикально вниз. Какую энергию шарик передаст пластине при абсолютно неупругом ударе?



# Примеры подмены задачи

Дано:

$$\begin{array}{l} E = 10^4 \text{ В/м} \\ h = 10 \text{ см} \\ m = 20 \text{ э} \\ q = 10^{-5} \text{ Кл} \\ v_0 = 1 \text{ м/с} \\ \hline \rho = ? \end{array}$$

Сила Лоренца

$$F_L = qvB$$

$$F = m \cdot a_{\text{цс}}$$

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$qB = \frac{mv}{R}$$

$$\rho = mv$$

$$E = \frac{r}{q}$$

$$\rho = q \odot R = qER = 10^{-5} \cdot 10^4 \cdot 8,5 \odot$$

В выразить через  $E$ .

# Примеры подмены задачи

---

Учащийся решает не ту задачу, которая ему предлагается в варианте КИМ, а совершенно другую — определяет импульс заряда, движущегося в магнитном поле. В данном случае решение оценено нулем.

# Правильное решение

- Горизонтально-расположенная, положительно заряженная пластина создает электрическое поле напряженностью  $E=10^4$  В/м . На неё с высоты  $h=10$  см падает шарик малого размера массой  $20$  г, имеющий заряд  $q=10^{-5}$  Кл и начальной скоростью  $v_0=1$  м/с , направленную вертикально вниз. Какую энергию шарик передаст пластине при абсолютно неупругом ударе?

$$E=10^4 \text{ В/м}$$

$$h=10 \text{ см}$$

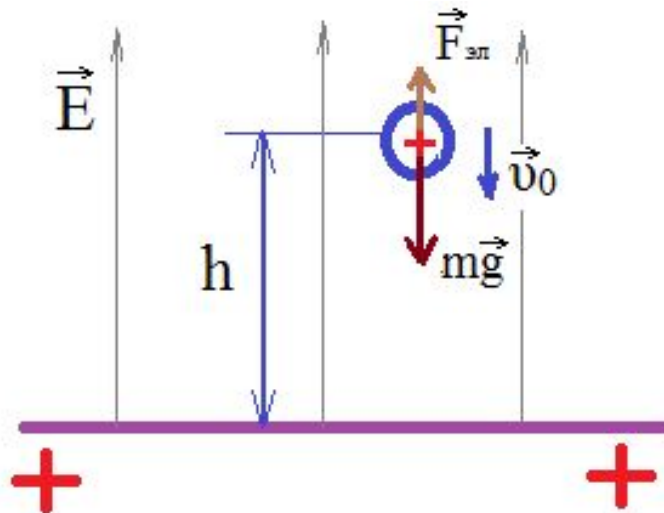
$$v_0=1 \text{ м/с}$$

$$m=20 \text{ г}$$

$$q=10^{-5} \text{ Кл}$$

---

$$W=?$$



# Правильное решение

$$E = 10^4 \text{ В/м}$$

$$h = 10 \text{ см}$$

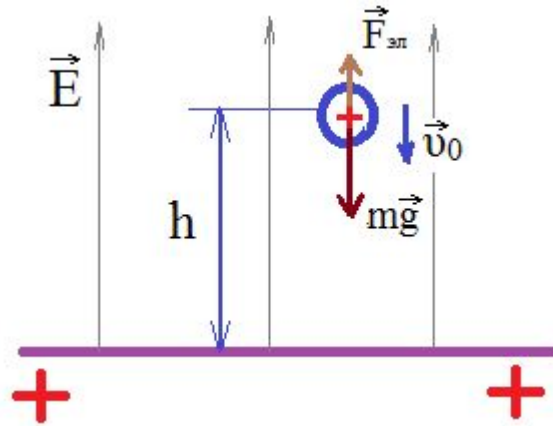
$$v_0 = 1 \text{ м/с}$$

$$m = 20 \text{ г}$$

$$q = 10^{-5} \text{ Кл}$$

---

$$W = ?$$



$$W_2 - W_1 = A_{\text{ВН.}}$$

$$W_2 = W_1 + A_{\text{ВН}}$$

# Правильное решение

$$E = 10^4 \text{ В/м}$$

$$h = 10 \text{ см}$$

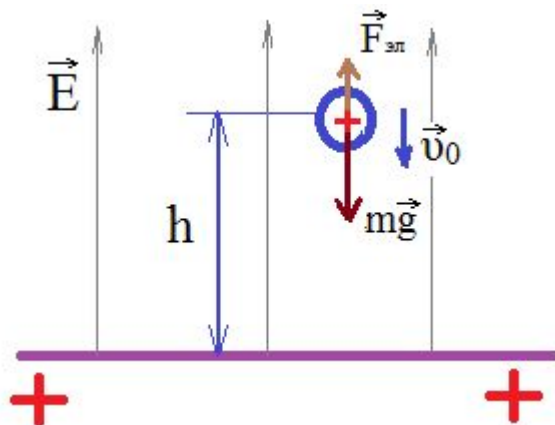
$$v_0 = 1 \text{ м/с}$$

$$m = 20 \text{ г}$$

$$q = 10^{-5} \text{ Кл}$$

---

$$W = ?$$



$$W_2 - W_1 = A_{\text{BH.}}$$

$$W_2 = W_1 + A_{\text{BH}}$$

$$W_1 = mv_0^2/2 + mgh$$

$$A_{\text{BH}} = A_{\text{эл}} = -qEh$$

# Правильное решение

$$E = 10^4 \text{ В/м}$$

$$h = 10 \text{ см}$$

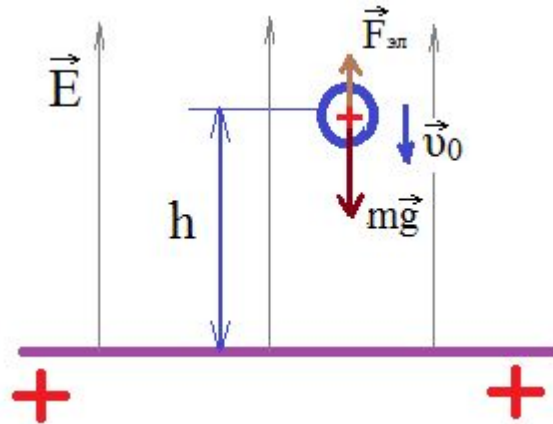
$$v_0 = 1 \text{ м/с}$$

$$m = 20 \text{ г}$$

$$q = 10^{-5} \text{ Кл}$$

---

$$W = ?$$



$$W_2 - W_1 = A_{\text{ВН}}$$

$$W_2 = W_1 + A_{\text{ВН}}$$

$$W_1 = mv_0^2/2 + mgh$$

$$A_{\text{ВН}} = A_{\text{эл}} = -qEh$$

$$W_2 = mv_0^2/2 + mgh - qEh$$

$$W = W_2 = 0,02 \text{ Дж}$$

# Примеры подмены задачи

## Задача:

- В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха  $p = 10^5$  Па. Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты  $|Q| = 75$  Дж. При этом поршень передвинулся на расстояние  $x = 10$  см. Чему равна площадь поперечного сечения поршня?

# Решение, предлагаемое экспертам

- 1. При медленном охлаждении газа его можно всё время считать равновесным, поэтому можно пользоваться выражением для внутренней энергии одноатомного идеального газа  $U = 3/2\nu RT$  и уравнением Клапейрона–Менделеева  $pV = \nu RT$   
Отсюда  $U = 3/2pV$
- 2. Поршень движется медленно, сил трения между поршнем и стенками сосуда нет, поэтому давление газа равно давлению окружающего воздуха (процесс изобарный).



# Решение, предлагаемое экспертам

- 3. Первое начало термодинамики для изобарного сжатия газа:

$$\mathbf{A_{внеш.} = \Delta U + |Q|,}$$

где  $\mathbf{A_{внеш.} = pSx}$  – работа внешних сил,

$\mathbf{\Delta U = 3/2 p \Delta V = -3/2 p S x}$  – изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа при его изобарном сжатии,

$\mathbf{|Q|}$  – количество теплоты, отведённое от газа при его охлаждении.

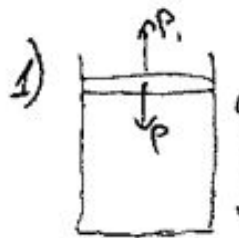
$$\text{Отсюда } \mathbf{pSx = -3/2 pSx + |Q|,}$$

$$\mathbf{|Q| = 5/2 pSx,}$$

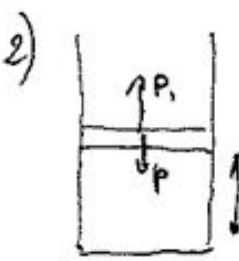
$$\mathbf{S = 2/5 \cdot |Q| / px.}$$

Ответ:  $\mathbf{S = 30 \text{ см}^2.}$

# Примеры подмены задачи



Т.к. в начале и в конце поршень неподвижен, то давление газа равно атмосферному давлению, т.е.  $p = p_1 = 10^5$  Па - во столько же теплоты переданное к газу вычисляется по формуле  $Q = \Delta U + A$ , (первое начало термодинамики)



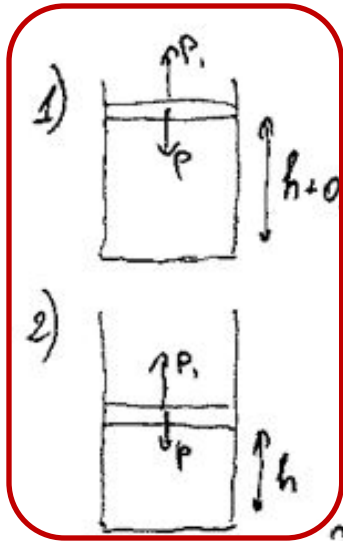
где  $\Delta U$  - изменение внутренней энергии,  $A$  - работа газа, так как процесс изобарный, то

$A = p \Delta V$ , а из уравнения Менделеева-Клапейрона следует, что  $\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$ , то  $Q = p \Delta V + \frac{3}{2} p \Delta V = \frac{5}{2} p \Delta V$ , где  $\Delta V = S \Delta h = S(-0,1)$ , т.к. газ уменьшил свой объем, из-за отведенной теплоты. Тогда  $Q = -75$ , значит

$$-75 = \frac{5}{2} S(-0,1)p; \quad S = \frac{2 \cdot 75}{5(0,1)p} = \frac{150}{0,5 \cdot 10^5} = 300 \cdot 10^{-5} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Ответ:  $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

# Примеры подмены задачи



Т.к. в начале и в конце поршень неподвижен, то давление газа равно атмосферному давлению, т.е.  $p = p_1 = 10^5$  Па. Количество теплоты, переданное газу вычисляется по формуле  $Q = \Delta U + A$ , где  $\Delta U$  - изменение внутренней энергии,  $A$  - работа газа, так как процесс изобарный, то

$A = p \Delta V$ , а из уравнения Менделеева-Клапейрона следует, что  $\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$ , то  $Q = p \Delta V + \frac{3}{2} p \Delta V = \frac{5}{2} p \Delta V$ , где  $\Delta V = S \Delta h = S(-0,1)$ , т.к. газ уменьшил свой объем, из-за отведенной теплоты. Тогда  $Q = -75$ , значит

$$-75 = \frac{5}{2} S(-0,1)p; \quad S = \frac{2 \cdot 75}{5 \cdot 0,1 \cdot 10^5} = \frac{150}{0,5 \cdot 10^5} = 300 \cdot 10^{-5} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Ответ:  $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

# Примеры подмены задачи

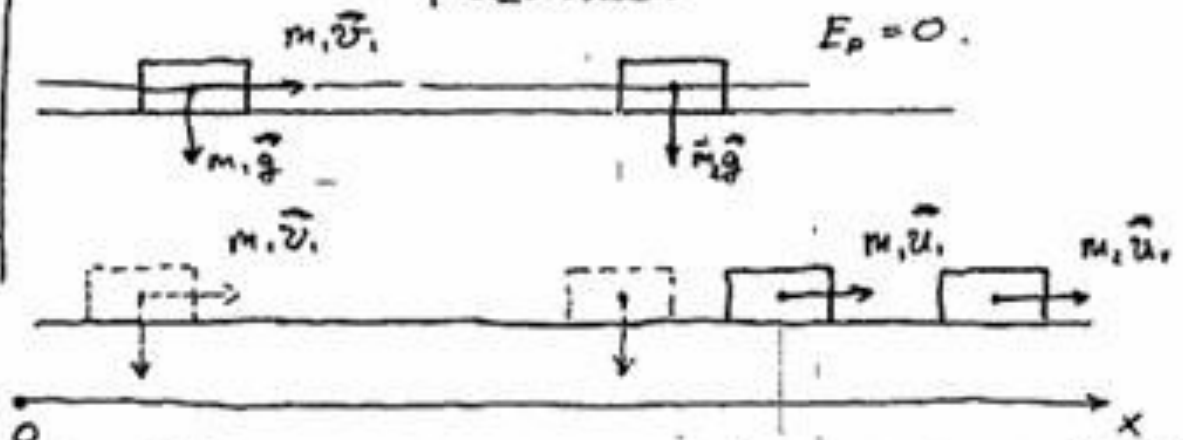
## Задача:

- Брусок массой  $m_1 = 600$  г, движущийся со скоростью  $u_1 = 2$  м/с, сталкивается с неподвижным бруском массой  $m_2 = 200$  г. Какой будет скорость первого бруска после столкновения? Удар считать центральным и абсолютно упругим.

Дано:  
 $m_1 = 600 \text{ г} = 0,6 \text{ кг}$   
 $v_1 = 2 \text{ м/с}$   
 $m_2 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$

$u_1 = ?$

Решение:



Используя закон сохранения импульса, находим  $v_2$ :

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 + m_1 v_1$$

$$m_1 v_1 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$u_1 = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1}$$

$$v_2 = \frac{2 m_1 v_1}{m_2} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 2}{0,2} = 12 \text{ м/с}$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 (m_1 v_1 - m_2 v_2)^2}{2 m_1^2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

$$m_1^2 v_1^2 = m_1^2 v_1^2 - 2 m_1 m_2 v_1 v_2 + m_2^2 v_2^2 + m_1 m_2 v_2^2$$

$$v_2 m_2 (m_1 + m_2) = 2 m_1 m_2 v_1$$

$$v_2 = \frac{2 m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 2}{0,8} = 3 \text{ м/с}$$

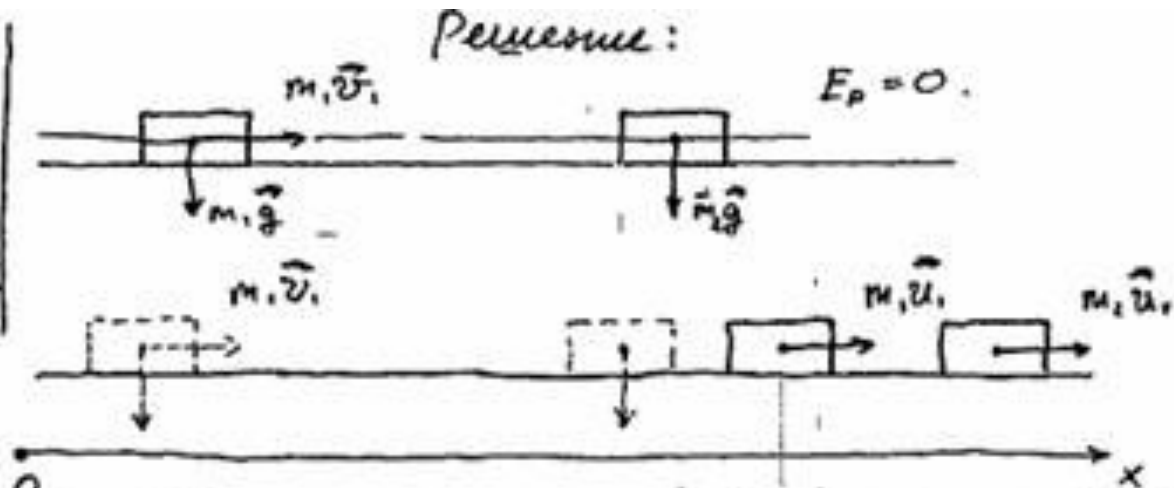
ОТВ:  $\boxed{3 \text{ м/с}}$



Дано:  
 $m_1 = 600 \text{ г} = 0,6 \text{ кг}$   
 $v_1 = 2 \text{ м/с}$   
 $m_2 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$

$u_1 = ?$

Решение:



Используя закон сохранения импульса, находим  $v_2$ :

$$m_1 \vec{v}_1 = m_2 \vec{v}_2 + m_1 \vec{v}_1$$

$$m_1 v_1 = m_1 u_1' + m_2 u_2$$

$$u_1' = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1}$$

$$v_2 = \frac{2 m_1 v_1}{m_2} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 2}{0,2} = 12 \text{ м/с}$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 u_1'^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 (m_1 v_1 - m_2 u_2)^2}{2 m_1^2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

$$m_1^2 v_1^2 = m_1^2 v_1^2 - 2 m_1 m_2 u_1 u_2 + m_2^2 u_2^2 + m_1 m_2 u_2^2$$

$$u_2 m_2 (m_1 + m_2) = 2 m_1 m_2 v_1$$

$$u_2 = \frac{2 m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 2}{0,8} = 3 \text{ м/с}$$

ОТВ:  $3 \text{ м/с}$

# Примеры подмены задачи

- Обратим внимание, однако, что если в условии задачи требовалось найти отношение некоторой величины  $A$  к другой величине  $B$  (т.е.  $A/B$ ), а учащийся в ответе представил значение отношения  $B/A$ , то оценка за это не снижается.

---

**Успехов при сдаче ЕГЭ!**