


**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Руководитель Федеральной  
службы по надзору в сфере  
образования и науки

**«СОГЛАСОВАНО»** Председа-  
тель Научно-методического со-  
вета ФИПИ по физике

  
В.А. Болотов  
« 27 » октября 2005 г.

  
Г.Г.Спирин  
« 27 » октября 2005 г.

**Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ**

**Демонстрационный вариант КИМ 2006 г.**

подготовлен Федеральным государственным научным учреждением  
**«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»**

Директор ФИПИ



А.Г.Ершов

**Единый государственный экзамен ПО ФИЗИКЕ  
Демонстрационный вариант 2006 г.**

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 40 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (А1 – А30). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1 – В4), на которые следует дать краткий ответ в численном виде.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1 – С6), на которые требуется дать развернутый ответ. Необходимо записать законы физики, из которых выводятся требуемые для решения задачи соотношения.

При выполнении заданий частей 2 и 3 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям вы сможете вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается от одного до нескольких баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

**Желаем успеха!**

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

**Десятичные приставки**

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санتي	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

<b>Константы</b>	
число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
масса Земли	$6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
масса Солнца	$2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
расстояние между Землей и Солнцем	$1 \text{ а.е.} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$
примерное число секунд в году	$3 \cdot 10^7 \text{ с}$

<b>Соотношение между различными единицами</b>	
температура	$0 \text{ К} = -273,15^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

<b>Масса частиц</b>	
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Плотность</b>			
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	парафина	$900 \text{ кг/м}^3$
пробки	$250 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древеси́ны (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7870 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

<b>Нормальные условия</b>	
давление	$10^5 \text{ Па}$
температура	$0^\circ\text{С}$

**Удельная**

теплоемкость воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)
теплоемкость свинца	130 Дж/(кг·К)
теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

**Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водяных паров	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	серебра	$108 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

**Энергия покоя**

	электрона	0,5 МэВ		
	нейтрона	939,6 МэВ		
	протона	938,3 МэВ		
ядра водорода	${}^1_1\text{H}$	938,3 МэВ	ядра бериллия	${}^9_4\text{Be}$ 8392,8 МэВ
ядра дейтерия	${}^2_1\text{H}$	1875,6 МэВ	ядра бора	${}^{10}_5\text{B}$ 9324,4 МэВ
ядра трития	${}^3_1\text{H}$	2809,4 МэВ	ядра азота	${}^{14}_7\text{N}$ 13040,3 МэВ
ядра гелия	${}^4_2\text{He}$	3727,4 МэВ	ядра кислорода	${}^{15}_8\text{O}$ 13971,3 МэВ
ядра лития	${}^6_3\text{Li}$	5601,5 МэВ	ядра кислорода	${}^{17}_8\text{O}$ 15830,6 МэВ
ядра лития	${}^7_3\text{Li}$	6533,8 МэВ	ядра фосфора	${}^{30}_{15}\text{P}$ 27917,1 МэВ

**Часть 1**

**При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A30) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

**A1**

Велосипедист съезжает с горки, двигаясь прямолинейно и равноускоренно. За время спуска скорость велосипедиста увеличилась на 10 м/с. Ускорение велосипедиста  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Сколько времени длится спуск?

- 1) 0,05 с                      2) 2 с                      3) 5 с                      4) 20 с

**A2**

В инерциальной системе отсчета движутся два тела. Первому телу массой  $m$  сила  $F$  сообщает ускорение  $a$ . Чему равна масса второго тела, если вдвое меньшая сила сообщила ему в 4 раза большее ускорение?

- 1)  $2m$                       2)  $\frac{m}{8}$                       3)  $\frac{m}{2}$                       4)  $m$

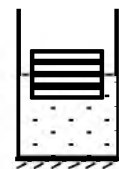
**A3** На какой стадии полета в космическом корабле, который становится на орбите спутником Земли, будет наблюдаться невесомость?

- 1) на стартовой позиции с включенным двигателем
- 2) при выходе на орбиту с включенным двигателем
- 3) при орбитальном полете с выключенным двигателем
- 4) при посадке с парашютом с выключенным двигателем

**A4** Два шара массами  $m$  и  $2m$  движутся со скоростями, равными соответственно  $2v$  и  $v$ . Первый шар движется за вторым и, догнав, прилипает к нему. Каков суммарный импульс шаров после удара?

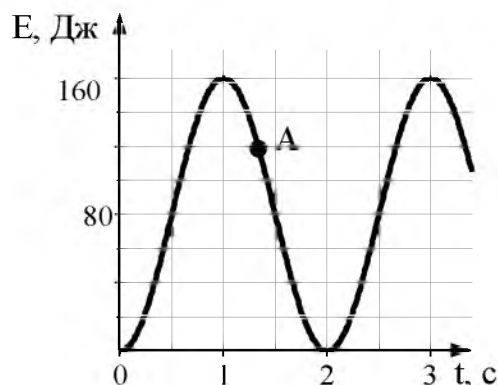
- 1)  $mv$
- 2)  $2mv$
- 3)  $3mv$
- 4)  $4mv$

**A5** Четыре одинаковых листа фанеры толщиной  $L$  каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды соответствует границе между двумя средними листами. Если в стопку добавить еще один такой же лист, то глубина погружения стопки листов увеличится на



- 1)  $\frac{L}{4}$
- 2)  $\frac{L}{3}$
- 3)  $\frac{L}{2}$
- 4)  $L$

**A6** На рисунке представлен график изменения со временем кинетической энергии ребенка, качающегося на качелях. В момент, соответствующий точке А на графике, его потенциальная энергия, отсчитанная от положения равновесия качелей, равна



- 1) 40 Дж
- 2) 80 Дж
- 3) 100 Дж
- 4) 120 Дж

**A7** Две материальные точки движутся по окружностям радиусами  $R_1$  и  $R_2 = 2R_1$  с одинаковыми по модулю скоростями. Их периоды обращения по окружностям связаны соотношением

- 1)  $T_1 = 2T_2$
- 2)  $T_1 = T_2$
- 3)  $T_1 = 4T_2$
- 4)  $T_1 = \frac{1}{2}T_2$

**A8** В жидкостях частицы совершают колебания возле положения равновесия, сталкиваясь с соседними частицами. Время от времени частица совершает «прыжок» к другому положению равновесия. Какое свойство жидкостей можно объяснить таким характером движения частиц?

- 1) малую сжимаемость
- 2) текучесть
- 3) давление на дно сосуда
- 4) изменение объема при нагревании

**A9** Лед при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  внесли в теплое помещение. Температура льда до того, как он растает,

- 1) не изменится, так как вся энергия, получаемая льдом в это время, расходуется на разрушение кристаллической решетки
- 2) не изменится, так как при плавлении лед получает тепло от окружающей среды, а затем отдает его обратно
- 3) повысится, так как лед получает тепло от окружающей среды, значит, его внутренняя энергия растёт, и температура льда повышается
- 4) понизится, так как при плавлении лед отдает окружающей среде некоторое количество теплоты

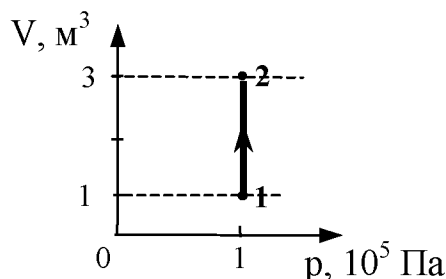
**A10** При какой влажности воздуха человек легче переносит высокую температуру воздуха и почему?

- 1) при низкой, так как при этом пот испаряется быстро
- 2) при низкой, так как при этом пот испаряется медленно
- 3) при высокой, так как при этом пот испаряется быстро
- 4) при высокой, так как при этом пот испаряется медленно

**A11** Абсолютная температура тела равна 300 К. По шкале Цельсия она равна

- 1)  $-27^{\circ}\text{C}$
- 2)  $27^{\circ}\text{C}$
- 3)  $300^{\circ}\text{C}$
- 4)  $573^{\circ}\text{C}$

**A12** На рисунке приведен график зависимости объема идеального одноатомного газа от давления в процессе 1–2. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 300 кДж. Количество теплоты, сообщенное газу в этом процессе, равно

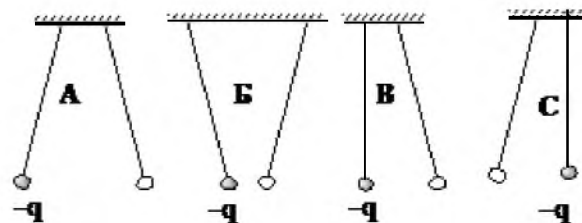


- 1) 0 кДж
- 2) 100 кДж
- 3) 200 кДж
- 4) 500 кДж

**A13** Тепловая машина с КПД 60% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?

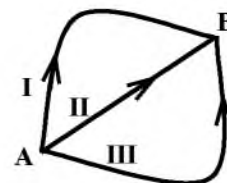
- 1) 40 Дж                      2) 60 Дж                      3) 100 Дж                      4) 160 Дж

**A14** Два одинаковых легких шарика, заряды которых равны по модулю, подвешены на шелковых нитях. Заряд одного из шариков указан на рисунках. Какой(-ие) из рисунков соответствует(-ют) ситуации, когда заряд 2-го шарика отрицателен?



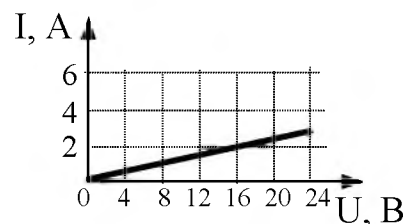
- 1) А                              2) Б                              3) В и С                              4) А и В

**A15**  $\alpha$ -частица перемещается в однородном электростатическом поле из точки А в точку В по траекториям I, II, III (см. рисунок). Работа сил электростатического поля



- 1) наибольшая на траектории I  
2) наибольшая на траектории II  
3) одинаковая только на траекториях I и III  
4) одинаковая на траекториях I, II и III

**A16** На рисунке изображен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Чему равно сопротивление проводника?



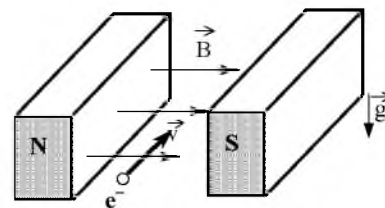
- 1) 0,125 Ом                      2) 2 Ом                              3) 16 Ом                              4) 8 Ом

**A17** Какими носителями электрического заряда создается ток в водном растворе соли?

- 1) только ионами  
2) электронами и «дырками»  
3) электронами и ионами  
4) только электронами

**A18**

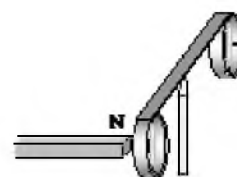
Электрон  $e^-$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость  $\vec{v}$ , перпендикулярную вектору индукции магнитного поля  $\vec{B}$  (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца  $\vec{F}$ ?



- 1) вертикально вниз
- 2) вертикально вверх
- 3) горизонтально влево
- 4) горизонтально вправо

**A19**

На рисунке приведена демонстрация опыта по проверке правила Ленца. Опыт проводится со сплошным кольцом, а не разрезанным, потому что



- 1) сплошное кольцо сделано из стали, а разрезанное – из алюминия
- 2) в сплошном кольце не возникает вихревое электрическое поле, а в разрезанном – возникает
- 3) в сплошном кольце возникает индукционный ток, а в разрезанном – нет
- 4) в сплошном кольце возникает ЭДС индукции, а в разрезанном – нет

**A20**

Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено:

- 1) интерференцией света
- 2) дисперсией света
- 3) отражением света
- 4) дифракцией света

**A21**

Объектив фотоаппарата – собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = 50$  мм. При фотографировании предмета, удаленного от фотоаппарата на 40 см, изображение предмета получается четким, если плоскость фотопленки находится от объектива на расстоянии

- 1) больше, чем  $2F$
- 2) равном  $2F$
- 3) между  $F$  и  $2F$
- 4) равном  $F$



**A22**

Скорость света во всех инерциальных системах отсчета

- 1) не зависит ни от скорости приёмника света, ни от скорости источника света
- 2) зависит только от скорости движения источника света
- 3) зависит только от скорости приёмника света
- 4) зависит как от скорости приёмника света, так и от скорости источника света

**A23**

Бета-излучение – это

- 1) поток ядер гелия
- 2) поток протонов
- 3) поток электронов
- 4) электромагнитные волны

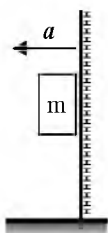
**A24**Реакция термоядерного синтеза  ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$  идет с выделением энергии, при этом

**А.** сумма зарядов частиц — продуктов реакции — точно равна сумме зарядов исходных ядер.

**Б.** сумма масс частиц — продуктов реакции — точно равна сумме масс исходных ядер.

Верны ли приведенные выше утверждения?

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны и А, и Б
- 4) не верны ни А, ни Б

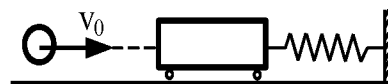
**A25**

К подвижной вертикальной стенке приложили груз массой 10 кг. Коэффициент трения между грузом и стенкой равен 0,4. С каким минимальным ускорением надо передвигать стенку влево, чтобы груз не соскользнул вниз?

- 1)  $4 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$
- 2)  $4 \text{ м/с}^2$
- 3)  $25 \text{ м/с}^2$
- 4)  $250 \text{ м/с}^2$

**A26**

Пластилинный шар массой 0,1 кг летит горизонтально со скоростью 1 м/с (см. рисунок). Он налетает на неподвижную тележку массой 0,1 кг, прикрепленную к легкой пружине, и прилипает к тележке. Чему равна максимальная кинетическая энергия системы при ее дальнейших колебаниях? Трением пренебречь. Удар считать мгновенным.

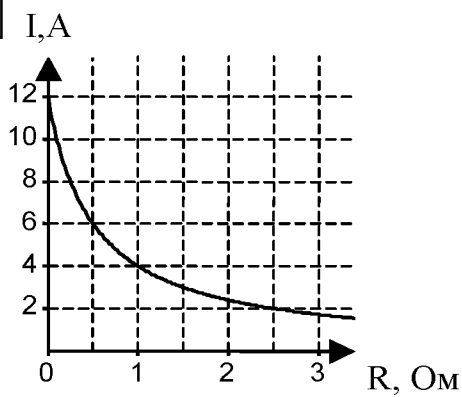


- 1) 0,1 Дж                      2) 0,5 Дж                      3) 0,05 Дж                      4) 0,025 Дж

**A27**

Экспериментаторы закачивают воздух в стеклянный сосуд, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, а его давление возросло в 3 раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

- 1) в 2 раза                      2) в 3 раза                      3) в 6 раз                      4) в 1,5 раза

**A28**

К источнику тока с внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключили реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления. Чему равна ЭДС источника тока?

- 1) 12 В  
2) 6 В  
3) 4 В  
4) 2 В

**A29**

Последовательно соединены конденсатор, катушка индуктивности и резистор. Если при неизменной частоте и амплитуде напряжения на концах цепи увеличивать емкость конденсатора от 0 до  $\infty$ , то амплитуда тока в цепи будет

- 1) монотонно убывать  
2) монотонно возрастать  
3) сначала возрастать, затем убывать  
4) сначала убывать, затем возрастать

**A30**

Сколько  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов должно произойти при радиоактивном распаде ядра урана  ${}_{92}^{238}\text{U}$  и конечном превращении его в ядро свинца  ${}_{82}^{198}\text{Pb}$ ?

- 1) 10  $\alpha$ - и 10  $\beta$ -распадов  
2) 10  $\alpha$ - и 8  $\beta$ -распадов  
3) 8  $\alpha$ - и 10  $\beta$ -распадов  
4) 10  $\alpha$ -и 9  $\beta$ -распадов

**Часть 2**

*Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В1 – В4), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.*

**В1** Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю через 2 с в 20 м от места броска. Чему равна минимальная скорость камня за время полёта?

**В2** Для определения удельной теплоты плавления льда в сосуд с водой стали бросать кусочки тающего льда при непрерывном помешивании. Первоначально в сосуде находилось 300 г при температуре 20°C. К моменту времени, когда лед перестал таять, масса воды увеличилась на 84 г. Определите по данным опыта удельную теплоту плавления льда. Ответ выразите в кДж/кг. Теплоемкостью сосуда пренебечь.

**В3** При лечении электростатическим душем к электродам прикладывается разность потенциалов  $10^5$  В. Какой заряд проходит между электродами за время процедуры, если известно, что электрическое поле совершает при этом работу, равную 1800 Дж? Ответ выразите в мКл.

**В4** Дифракционная решетка с периодом  $10^{-5}$  м расположена параллельно экрану на расстоянии 1,8 м от него. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 21 см от центра дифракционной картины при освещении решетки нормально падающим параллельным пучком света с длиной волны 580 нм? Считать  $\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$ .

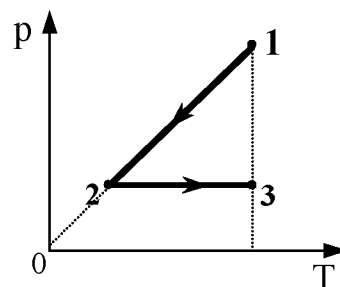
*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1*

## Часть 3

**Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.**

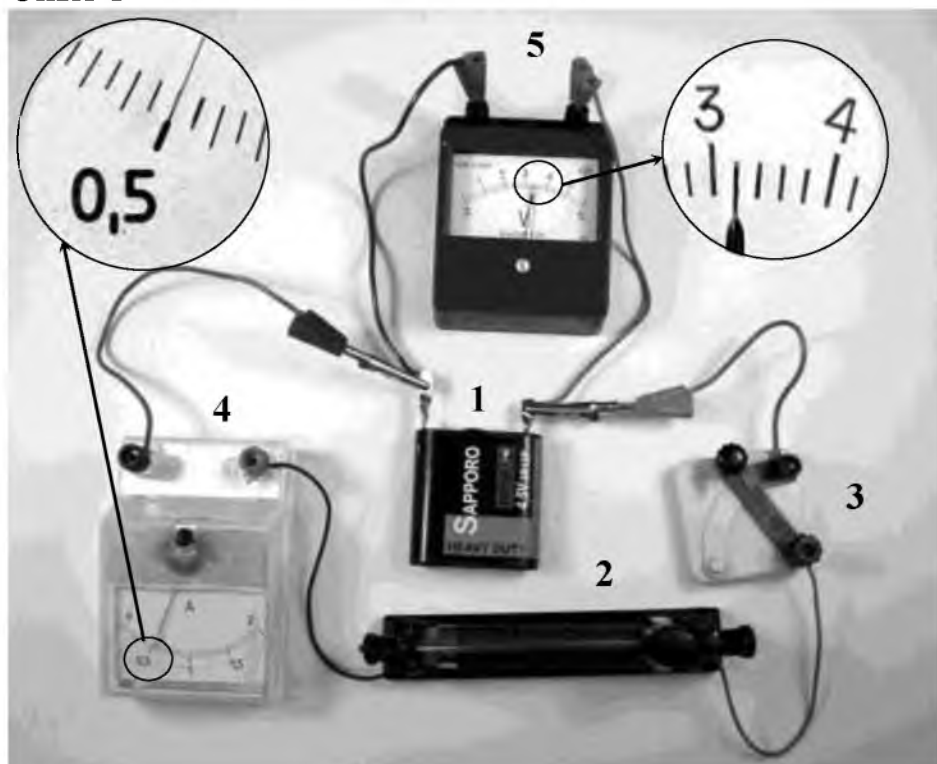
- С1** Масса Марса составляет 0,1 от массы Земли, диаметр Марса вдвое меньше, чем диаметр Земли. Каково отношение периодов обращения искусственных спутников Марса и Земли  $\frac{T_M}{T_3}$ , движущихся по круговым орбитам на небольшой высоте?

- С2** 1 моль идеального одноатомного газа сначала охладил, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1 – 2?

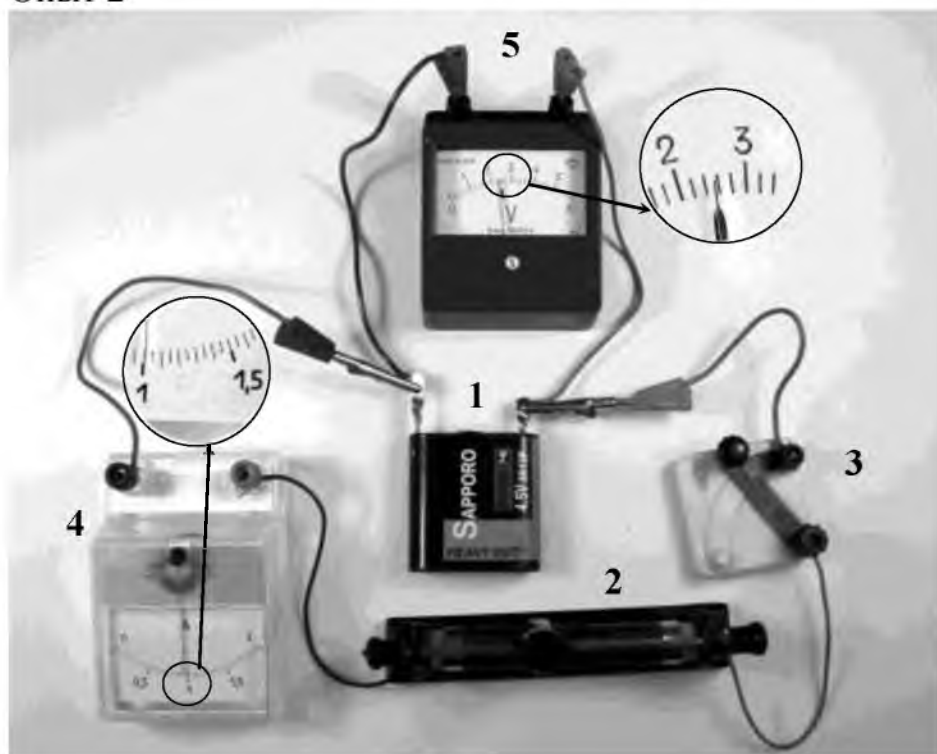


- С3** Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5) (см. фотографии: опыт 1, опыт 2). После этого он измерил напряжение на полюсах источника тока и силу тока в цепи при двух положениях ползунка реостата. Определите КПД источника тока в первом опыте.

Опыт 1



Опыт 2



**C4**

На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получилось изображение с трехкратным увеличением. На каком расстоянии от линзы находилось изображение предмета в первом случае?

**C5**

Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из металлической пластины светом с длиной волны  $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$  м, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_{\text{кр}} = 540$  нм?

**C6**

Две параллельные неподвижные диэлектрические пластины расположены вертикально и заряжены разноименно. Пластины находятся на расстоянии  $d = 2$  см друг от друга. Напряженность поля в пространстве внутри пластин равна  $E = 4 \cdot 10^5$  В/м. Между пластинами на равном расстоянии от них помещен шарик с зарядом  $q = 10^{-10}$  Кл и массой  $m = 20$  мг. После того как шарик отпустили, он начинает падать и ударяется об одну из пластин. Насколько уменьшится высота местонахождения шарика  $\Delta h$  к моменту его удара об одну из пластин?

## Инструкция по проверке и оценке работ учащихся по физике

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	4	A16	4
A2	2	A17	1
A3	3	A18	2
A4	4	A19	3
A5	3	A20	2
A6	1	A21	3
A7	4	A22	1
A8	2	A23	3
A9	1	A24	1
A10	1	A25	3
A11	2	A26	4
A12	4	A27	3
A13	2	A28	2
A14	1	A29	3
A15	4	A30	1

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	10
B2	300
B3	18
B4	2

### Часть 3

## ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Решения заданий С1 – С6 части 3 (с развернутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

- C1** Масса Марса составляет 0,1 от массы Земли, диаметр Марса вдвое меньше, чем диаметр Земли. Каково отношение периодов обращения искусственных спутников Марса и Земли  $\frac{T_M}{T_3}$ , движущихся по круговым орбитам на небольшой высоте?

Ответ:

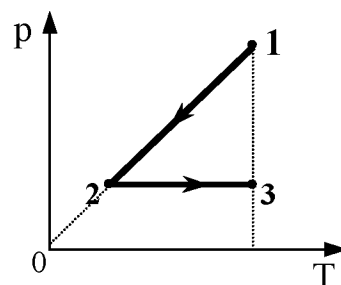
Образец возможного решения (рисунок не обязателен)	
<p>Ускорение спутника, движущегося со скоростью <math>v</math> вокруг планеты массой <math>M</math> по круговой траектории радиуса <math>R</math>, равно <math>a = \frac{v^2}{R}</math>. Это ускорение вызвано силой тяготения: <math>F = G \frac{Mm}{R^2} = ma</math>, откуда <math>a = G \frac{M}{R^2}</math>.</p> <p>Тогда <math>v = \sqrt{\frac{GM}{R}}</math>. Период обращения спутника <math>T = 2\pi R/v = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}</math>.</p> $\frac{T_M}{T_3} = \frac{\sqrt{\left(\frac{R_M}{R_3}\right)^3}}{\sqrt{M_M/M_3}} = \frac{\sqrt{R_M^3 M_3}}{\sqrt{R_3^3 M_M}} = \sqrt{1,25} \approx 1,1.$	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — закон всемирного тяготения, второй закон Ньютона и формула расчета центростремительного ускорения и периода);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</p>	2



— В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.  ИЛИ — Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в ОДНОЙ из них допущена ошибка.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2

1 моль идеального одноатомного газа сначала охладил, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1 – 2?



Ответ:

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Первый закон термодинамики:  $\Delta U = Q + A_{\text{вн.с.}}$ . Учитывая, что на участке 1 – 2 процесс изохорный, то работа внешних сил  $A_{12} = 0$ . Следовательно, количество теплоты, отданное газом, равно  $Q_{12} = -\Delta U_{12}$ .

Формула расчета изменения внутренней энергии:  $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1)$ .

Применив закон Гей-Люссака для состояний 2 и 3:  $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$ , получим

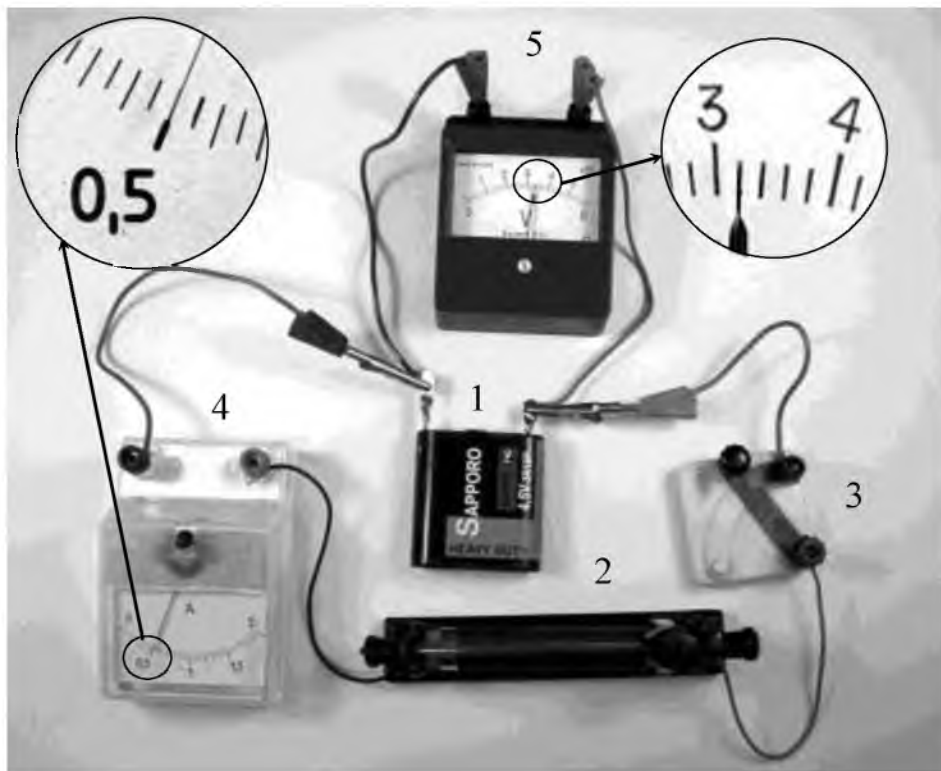
соотношение  $T_2 = \frac{T_1}{3}$ .

Проведя преобразования, получим формулу расчета количества теплоты и числовое значение:  $Q_{12} = \nu RT_1$ .  $Q_{12} \approx 2,5$  кДж.

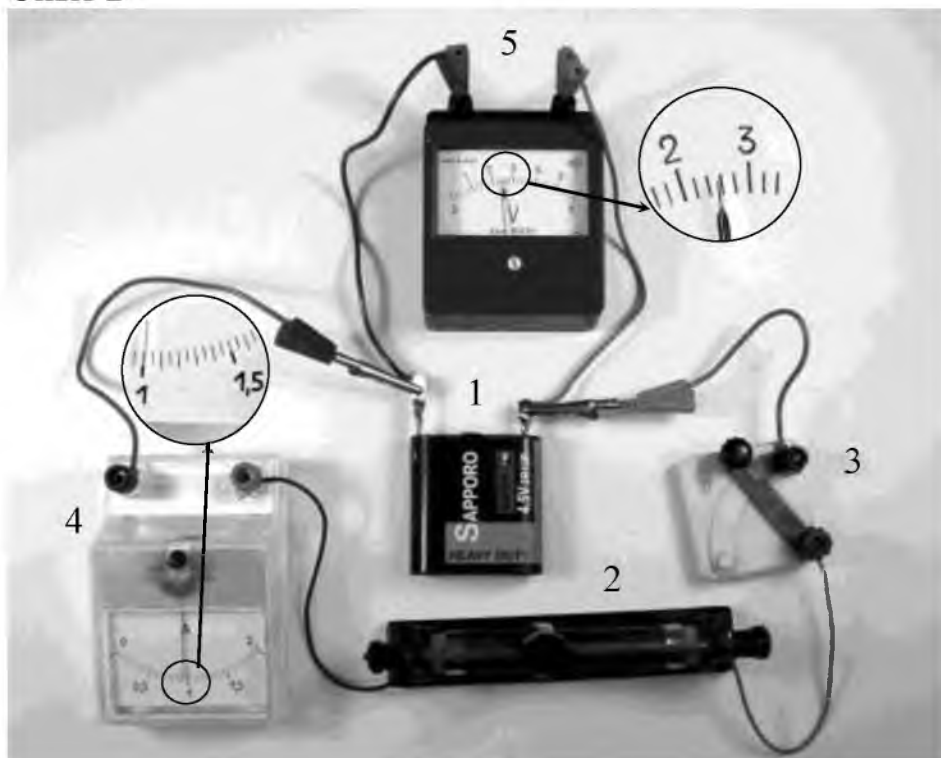
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — I начало термодинамики, уравнение для расчета внутренней энергии, закон Гей-Люссака); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
— В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> — Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в ОДНОЙ из них допущена ошибка.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

- С3** Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5) (см. фотографии: опыт 1, опыт 2). После этого он измерил напряжение на полюсах источника тока и силу тока в цепи при двух положениях ползунка реостата. Определите КПД источника тока в первом опыте.

Опыт 1



Опыт 2



Ответ:

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)	
<p>Значения напряжения и силы тока</p> $U_1 = 3,2 \text{ В} \quad I_1 = 0,5 \text{ А.}$ $U_2 = 2,6 \text{ В} \quad I_2 = 1 \text{ А.}$ <p>Закон Ома для полной цепи: <math>I = \frac{\varepsilon}{R+r}</math> или <math>\varepsilon = U + Ir</math>.</p> <p>Из уравнений для двух случаев: <math>\varepsilon = U_1 + I_1 r</math>; <math>\varepsilon = U_2 + I_2 r</math> можно определить значение ЭДС:</p> $\varepsilon = \frac{U_1 I_2 - U_2 I_1}{I_2 - I_1} = 3,8 \text{ В}$ <p>Выражение для КПД источника тока в первом опыте:</p> $\eta = \frac{U_1 I_1}{\varepsilon I_1} = \frac{U_1}{\varepsilon}, \text{ его значение } \eta = \frac{3,2}{3,8} \cdot 100\% \approx 84\%.$ <p><u>Примечание:</u> отклонения в записанных показаниях приборов в пределах цены деления этих приборов не считаются ошибкой; соответственно могут различаться и числовые значения ответа.</p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (закон Ома для полной цепи и формула КПД источника тока);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</p>	2

— В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.	1
ИЛИ	
— Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в ОДНОЙ из них допущена ошибка.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

- С4** На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получилось изображение с трехкратным увеличением. На каком расстоянии от линзы находилось изображение предмета в первом случае?

Ответ:

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)	
<p>В первом случае для фокусного расстояния и увеличения можно записать следующие формулы: <math>F = \frac{fd}{f+d}</math>; <math>\Gamma = \frac{f}{d}</math>, где <math>d</math> – расстояние от предмета до линзы, <math>f</math> – расстояние от линзы до изображения, <math>\Gamma</math> – увеличение. Следовательно, <math>F = \frac{f}{1+\Gamma}</math>. После того как экран передвинули (придвинули к линзе, так как увеличение уменьшилось), для нового положения предмета и изображения можно записать: <math>F = \frac{f_1 d_1}{f_1 + d_1}</math>; <math>F = \frac{f_1}{1+\Gamma_1}</math>;</p> <p><math>\Gamma_1 = \frac{f}{d_1}</math>; где <math>f_1 = f - \Delta f</math>.</p> <p>Следовательно, <math>f = \frac{\Delta f(1+\Gamma)}{\Gamma - \Gamma_1} = 90</math> см.</p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — формула тонкой линзы, формула увеличения);</p>	3

2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ.	
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
— В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ — Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в ОДНОЙ из них допущена ошибка.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

**C5** Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из металлической пластины светом с длиной волны  $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$  м, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_{кр} = 540$  нм?

Ответ:

Образец возможного решения	
<p>Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: <math>h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}</math>.</p> <p>Формула, связывающая частоту и длину волны фотона: <math>\lambda = \frac{c}{\nu}</math>.</p> <p>Для красной границы фотоэффекта справедливо соотношение:</p> $\frac{hc}{\lambda_{кр}} = A_{\text{вых}}.$ <p>Подставив эти выражения в уравнение Эйнштейна, для максимальной скорости фотоэлектронов получим:</p> $v = \sqrt{\frac{2ch\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{кр}}\right)}{m}}$ <p>и числовой ответ: <math>v \approx 800</math> км/с.</p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — уравнение Эйнштейна и формула для красной границы фотоэффекта);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</p>	2
<p>— В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.</p>	1

<p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <p>— Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в ОДНОЙ из них допущена ошибка.</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	<b>0</b>



**С6** Две параллельные неподвижные диэлектрические пластины расположены вертикально и заряжены разноименно. Пластины находятся на расстоянии  $d = 2$  см друг от друга. Напряженность поля в пространстве внутри пластин равна  $E = 4 \cdot 10^5$  В/м. Между пластинами на равном расстоянии от них помещен шарик с зарядом  $q = 10^{-10}$  Кл и массой  $m = 20$  мг. После того как шарик отпустили, он начинает падать и ударяется об одну из пластин. Насколько уменьшится высота местонахождения шарика  $\Delta h$  к моменту его удара об одну из пластин?

Ответ:

Образец возможного решения	
<p>Выражение для ускорения заряда в электрическом поле: <math>a = \frac{Eq}{m}</math>.</p> <p>Связь между временем, пройденным путем и ускорением при движении под действием электрического поля (движение в горизонтальном направлении): <math>t^2 = \frac{d}{a}</math>.</p> <p>Связь между временем, пройденным путем и ускорением при движении под действием силы тяготения (движение в вертикальном направлении):</p> $\Delta h = \frac{gt^2}{2}.$ <p>Ответ в общем виде: <math>\Delta h = \frac{mgd}{2qE}</math> и числовой ответ:</p> $\Delta h = 0,05 \text{ м.}$	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — второй закон Ньютона, формулы для определения времени и пути при равноускоренном движении); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

<p>— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</p>	2
<p>— В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в ОДНОЙ из них допущена ошибка.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0