

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
**Руководитель Департамента**  
**общего и дошкольного образования**  
**Минобразования России**

\_\_\_\_\_ **А.В.Баранников**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2003 г.**

**Единый государственный экзамен ПО ФИЗИКЕ**  
**Демонстрационный вариант 2004 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 ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1 – В5), на которые следует дать краткий ответ в численном виде.

Часть 3 состоит из 5 заданий (С1 – С5), по которым требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий частей 2 и 3 значение искомой величины следует выразить в тех единицах измерений, 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 можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более 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
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	$10^{-12}$
санتي	с	$10^{-2}$	фемто	ф	$10^{-15}$

**Физические константы**

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	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$
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	$1 \text{ а.е.} \approx 150 \text{ млн км}$
1 астрономическая единица	$\approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Примерное число секунд в году	$3 \cdot 10^7 \text{ с}$

**Соотношение между различными единицами**

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 электрон-вольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

**Масса частиц:**

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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

**Плотность:**

воды	$1000 \text{ кг/м}^3$
древесины (ели)	$450 \text{ кг/м}^3$
парафина	$900 \text{ кг/м}^3$
пробки	$250 \text{ кг/м}^3$

**Нормальные условия:** давление  $10^5$  Па, температура  $0^\circ\text{C}$

**Молярная масса:**

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

**Масса атомов:**

азота	${}^1_7\text{N}$	14,0067 а.е.м.	дейтерия	${}^2_1\text{H}$	2,0141 а.е.м.
бериллия	${}^8_4\text{Be}$	8,0053 а.е.м.	лития	${}^6_3\text{Li}$	6,0151 а.е.м.
водорода	${}^1_1\text{H}$	1,0087 а.е.м.	лития	${}^7_3\text{Li}$	7,0160 а.е.м.
гелия	${}^3_2\text{He}$	3,0160 а.е.м.	углерода	${}^{12}_6\text{C}$	12,0000 а.е.м.
гелия	${}^4_2\text{He}$	4,0026 а.е.м.	углерода	${}^{13}_6\text{C}$	13,0034 а.е.м.

**Энергия покоя:**

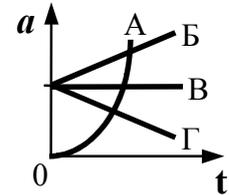
	электрона	0,5 МэВ			
	нейтрона	939,6 МэВ			
	протона	938,3 МэВ			
ядра азота	${}^{14}_7\text{N}$	13040,3 МэВ	ядра кислорода	${}^{17}_8\text{O}$	15830,6 МэВ
ядра алюминия	${}^{27}_{13}\text{Al}$	25126,6 МэВ	ядра кремния	${}^{30}_{14}\text{Si}$	27913,4 МэВ
ядра аргона	${}^{38}_{18}\text{Ar}$	35353,1 МэВ	ядра лития	${}^6_3\text{Li}$	5601,5 МэВ
ядра бериллия	${}^8_4\text{Be}$	7454,9 МэВ	ядра лития	${}^7_3\text{Li}$	6535,4 МэВ
ядра бериллия	${}^9_4\text{Be}$	8394,9 МэВ	ядра магния	${}^{24}_{12}\text{Mg}$	22342,0 МэВ
ядра бора	${}^{10}_5\text{B}$	9327,1 МэВ	ядра натрия	${}^{23}_{11}\text{Na}$	21414,9 МэВ
ядра водород	${}^1_1\text{H}$	938,3 МэВ	ядра натрия	${}^{24}_{11}\text{Na}$	22341,9 МэВ
ядра гелия	${}^3_2\text{He}$	2808,4 МэВ	ядра трития	${}^3_1\text{H}$	2808,9 МэВ
ядра гелия	${}^4_2\text{He}$	3728,4 МэВ	ядра углерода	${}^{12}_6\text{C}$	11174,9 МэВ
ядра дейтерия	${}^2_1\text{H}$	1876,1 МэВ	ядра углерода	${}^{13}_6\text{C}$	12109,5 МэВ
ядра кислорода	${}^{15}_8\text{O}$	13971,3 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 клеточку, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.*

**A1**

Равноускоренному движению соответствует график зависимости модуля ускорения от времени, обозначенный на рисунке буквой



- 1) А                                      2) Б                                      3) В                                      4) Г

**A2**

Под действием равнодействующей силы, равной 5 Н, тело массой 10 кг движется

- 1) равномерно со скоростью 2 м/с  
 2) равномерно со скоростью 0,5 м/с  
 3) равноускоренно с ускорением 2 м/с<sup>2</sup>  
 4) равноускоренно с ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>

**A3**

Комета находилась на расстоянии 100 млн км от Солнца. При удалении кометы от Солнца на расстояние 200 млн км сила притяжения, действующая на комету

- 1) уменьшилась в 2 раза  
 2) уменьшилась в 4 раза  
 3) уменьшилась в 8 раз  
 4) не изменилась

**A4**

При взвешивании груза в воздухе показание динамометра равно 2 Н. При опускании груза в воду показание динамометра уменьшается до 1,5 Н. Выталкивающая сила равна

- 1) 0,5 Н                                      2) 1,5 Н                                      3) 2 Н                                      4) 3,5 Н

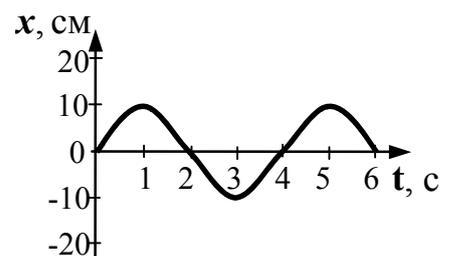
**A5**

Груз массой 1 кг под действием силы 50 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 3 м. Изменение кинетической энергии груза при этом равно

- 1) 30 Дж                                      2) 120 Дж                                      3) 150 Дж                                      4) 180 Дж

**A6**

На рисунке представлена зависимость координаты центра шара, подвешенного на пружине, от времени. Период колебаний равен



- 1) 2 с                                      2) 4 с                                      3) 6 с                                      4) 10 с

**A7** Давление идеального газа зависит от

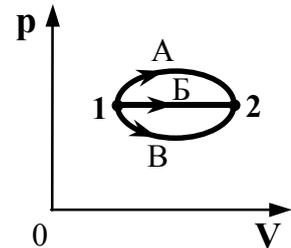
- A.** концентрации молекул.
- B.** средней кинетической энергии молекул.

- 1) только от А    2) только от Б    3) и от А, и от Б    4) ни от А, ни от Б

**A8** Теплопередача всегда происходит от тела с

- 1) большим запасом количества теплоты к телу с меньшим запасом количества теплоты
- 2) большей теплоемкостью к телу с меньшей теплоемкостью
- 3) большей температурой к телу с меньшей температурой
- 4) большей теплопроводностью к телу с меньшей теплопроводностью

**A9** В каком из процессов перехода идеального газа из состояния 1 в состояние 2, изображенном на  $pV$ -диаграмме (см. рисунок), газ совершает наибольшую работу?



- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) во всех трех процессах газ совершает одинаковую работу

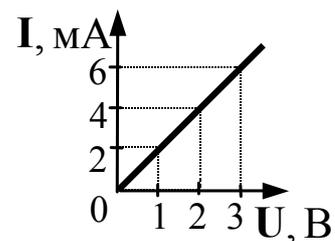
**A10** Весной при таянии льда в водоеме температура окружающего воздуха

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не изменяется
- 4) может увеличиваться или уменьшаться

**A11** Легкий незаряженный шарик из металлической фольги подвешен на тонкой шелковой нити. При поднесении к шарик стержня с положительным электрическим зарядом (без прикосновения) шарик

- 1) притягивается к стержню
- 2) отталкивается от стержня
- 3) не испытывает ни притяжения, ни отталкивания
- 4) на больших расстояниях притягивается к стержню, на малых расстояниях отталкивается

**A12** При увеличении напряжения  $U$  на участке электрической цепи сила тока  $I$  в цепи изменяется в соответствии с графиком (см. рисунок). Электрическое сопротивление на этом участке цепи равно

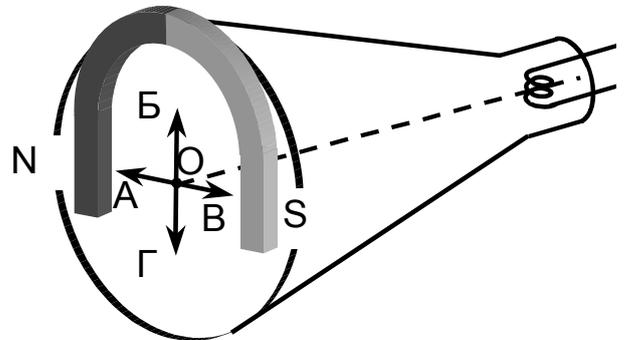


- 1) 2 Ом                      2) 0,5 Ом                      3) 2 мОм                      4) 500 Ом

**A13** При силе тока в электрической цепи 0,3 А сопротивление лампы равно 10 Ом. Мощность электрического тока, выделяющаяся на нити лампы, равна

- 1) 0,03 Вт                      2) 0,9 Вт                      3) 3 Вт                      4) 30 Вт

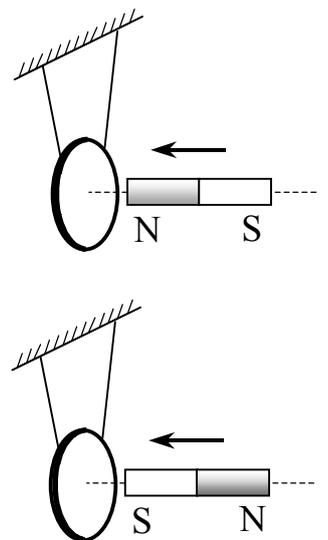
**A14** Если перед экраном электронно-лучевой трубки осциллографа поместить постоянный магнит так, как показано на рисунке, то электронный луч сместится из точки О в направлении, указанном стрелкой



- 1) А  
2) Б  
3) В  
4) Г

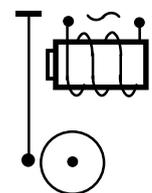
**A15** Постоянный магнит вводят в замкнутое алюминиевое кольцо на тонком длинном подвесе (см. рисунок). Первый раз – северным полюсом, второй раз – южным полюсом. При этом

- 1) в обоих опытах кольцо отталкивается от магнита  
2) в обоих опытах кольцо притягивается к магниту  
3) в первом опыте кольцо отталкивается от магнита, во втором – кольцо притягивается к магниту  
4) в первом опыте кольцо притягивается к магниту, во втором – кольцо отталкивается от магнита



**A16** Катушка квартирного электрического звонка с железным сердечником подключена к переменному току бытовой электросети частотой 50 Гц (см. рисунок). Частота колебаний якоря

- 1) равна 25 Гц  
2) равна 50 Гц  
3) равна 100 Гц  
4) зависит от конструкции якоря



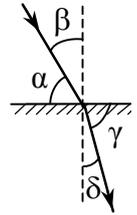
**A17**

Скорость распространения электромагнитных волн

- 1) имеет максимальное значение в вакууме
- 2) имеет максимальное значение в диэлектриках
- 3) имеет максимальное значение в металлах
- 4) одинакова в любых средах

**A18**

На рисунке показаны направления падающего и преломленного лучей света на границе раздела "воздух-стекло". Показатель преломления стекла равен отношению



- 1)  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
- 2)  $\frac{\sin \alpha}{\sin \delta}$
- 3)  $\frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$
- 4)  $\frac{\sin \beta}{\sin \delta}$

**A19**

Энергия фотона равна

- 1)  $\frac{hc}{\lambda}$
- 2)  $\frac{h}{\lambda}$
- 3)  $\frac{h\nu}{c^2}$
- 4)  $\frac{h\nu}{c}$

**A20**

Атом водорода находился в нормальном состоянии. При первом столкновении с другим атомом, он перешел в возбужденное состояние, а при следующем столкновении был ионизирован. Энергия системы «ядро – электрон» имела

- 1) максимальное значение в нормальном состоянии атома
- 2) максимальное значение в возбужденном состоянии атома
- 3) максимальное значение в ионизированном состоянии атома
- 4) одинаковое значение во всех трех состояниях

**A21**

Ракета массой  $10^5$  кг стартует вертикально вверх с поверхности Земли с ускорением  $15 \text{ м/с}^2$ . Если силами сопротивления воздуха при старте пренебречь, то сила тяги двигателей ракеты равна

- 1)  $5 \cdot 10^5 \text{ Н}$
- 2)  $1,5 \cdot 10^6 \text{ Н}$
- 3)  $2,5 \cdot 10^6 \text{ Н}$
- 4)  $1,5 \cdot 10^7 \text{ Н}$

**A22**

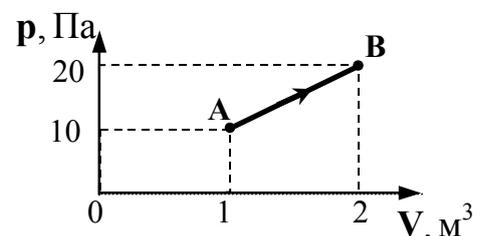
На Землю упал из космического пространства метеорит. Изменились ли механическая энергия и импульс системы «Земля – метеорит» в результате столкновения?

- 1) изменились и механическая энергия системы, и её импульс
- 2) импульс системы не изменился, её механическая энергия изменилась
- 3) механическая энергия системы не изменилась, её импульс изменился
- 4) не изменились

**A23**

При переходе из состояния А в состояние В (см. рисунок) температура идеального газа

- 1) увеличилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 4 раза
- 3) уменьшилась в 2 раза



4) уменьшилась в 4 раза

**A24** Идеальному газу сообщили количество теплоты 400 Дж. Газ расширился, совершив работу 600 Дж. Внутренняя энергия газа при этом

- 1) увеличилась на 1000 Дж
- 2) увеличилась на 200 Дж
- 3) уменьшилась на 1000 Дж
- 4) уменьшилась на 200 Дж

**A25** Плоский конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если увеличить в 2 раза расстояние между обкладками конденсатора? Расстояние между обкладками конденсатора мало как до, так и после увеличения расстояния между ними.

- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) увеличится в 4 раза

**A26** В трех опытах на пути светового пучка ставились экраны с малым отверстием, тонкой нитью и широкой щелью. Явление дифракции происходит

- 1) только в опыте с малым отверстием в экране
- 2) только в опыте с тонкой нитью
- 3) только в опыте с широкой щелью в экране
- 4) во всех трех опытах

**A27** Волновыми свойствами

- 1) обладает только фотон
- 2) обладает только электрон
- 3) обладают как фотон, так и электрон
- 4) не обладают ни фотон, ни электрон

**A28** При попадании теплового нейтрона в ядро урана происходит деление ядра. Какие силы разгоняют осколки ядра?

- 1) ядерные
- 2) электромагнитные
- 3) гравитационные
- 4) силы слабого взаимодействия

**A29** Из 20 одинаковых радиоактивных ядер за 1 мин испытало радиоактивный распад 10 ядер. За следующую минуту испытают распад

- 1) 10 ядер
- 2) 5 ядер
- 3) от 0 до 5 ядер
- 4) от 0 до 10 ядер

**A30**

Два электрона движутся в противоположные стороны со скоростями  $0,9c$  и  $0,8c$  относительно Земли ( $c$  – скорость света в вакууме). Скорость  $v$  второго электрона в системе отсчета, связанной с первым электроном, равна

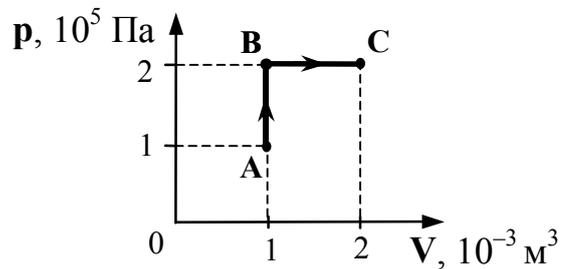
- 1)  $1,7c$                       2)  $c$                       3)  $0,9c < v < c$                       4)  $0,1c$

**Часть 2**

*Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B1 – B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус и т.д.) пишете в отдельной клеточке строго по образцу из верхней части бланка. Единицы измерений писать не нужно.*

**B1** Автомобиль движется по выпуклому мосту. При каком значении радиуса круговой траектории автомобиля в верхней точке траектории водитель испытает состояние невесомости, если модуль скорости автомобиля в этой точке равен  $72$  км/ч?

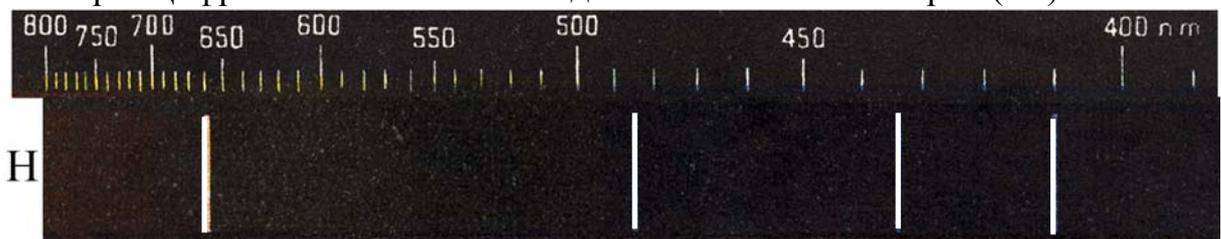
**B2** Рассчитайте количество теплоты, сообщенное одноатомному идеальному газу в процессе А-В-С, представленному на  $pV$ -диаграмме (см. рисунок).



**B3** В катушке сила тока равномерно увеличивается со скоростью  $2$  А/с. При этом в ней возникает ЭДС самоиндукции  $20$  В. Какова энергия магнитного поля катушки при силе тока в ней  $5$  А?

**B4** Изображение предмета, расположенного на расстоянии  $40$  см от рассеивающей линзы, наблюдается на расстоянии  $24$  см от линзы. Найдите модуль фокусного расстояния рассеивающей линзы. Ответ выразите в сантиметрах (см).

**B5** На фотографии представлен спектр излучения водорода в видимой части спектра. Цифры на числовой оси – длины волн в нанометрах (нм).



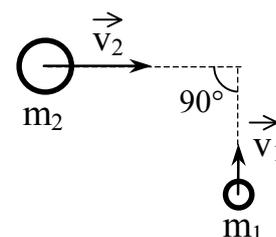
Оцените в джоулях (Дж) энергию фотона с максимальной энергией в видимой части спектра водорода. Полученный результат умножьте на  $10^{20}$  и округлите его до двух значащих цифр.

### Часть 3

*Для записи ответов к заданиям этой части (С1 – С5) используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем полное решение. Задания С1 – С5 представляют собой задачи, при оформлении решения которых следует внести названия законов или ссылки на определения физических величин, соответствующих уравнениям (формулам), которыми вы пользуетесь. Если требуется, следует рассчитать численное значение искомой величины, если нет – оставить решение в буквенном виде. Рекомендуется провести предварительное решение этих заданий на черновике, чтобы решение при записи его в бланк ответов заняло менее половины страницы бланка.*

**С1**

Два тела, массы которых соответственно  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 2$  кг, скользят по гладкому горизонтальному столу (см. рисунок). Скорость первого тела  $v_1 = 3$  м/с, скорость второго тела  $v_2 = 6$  м/с. Какое количество теплоты выделится, когда они столкнутся и будут двигаться дальше, сцепившись вместе? Вращения в системе не возникает. Действием внешних сил пренебречь.

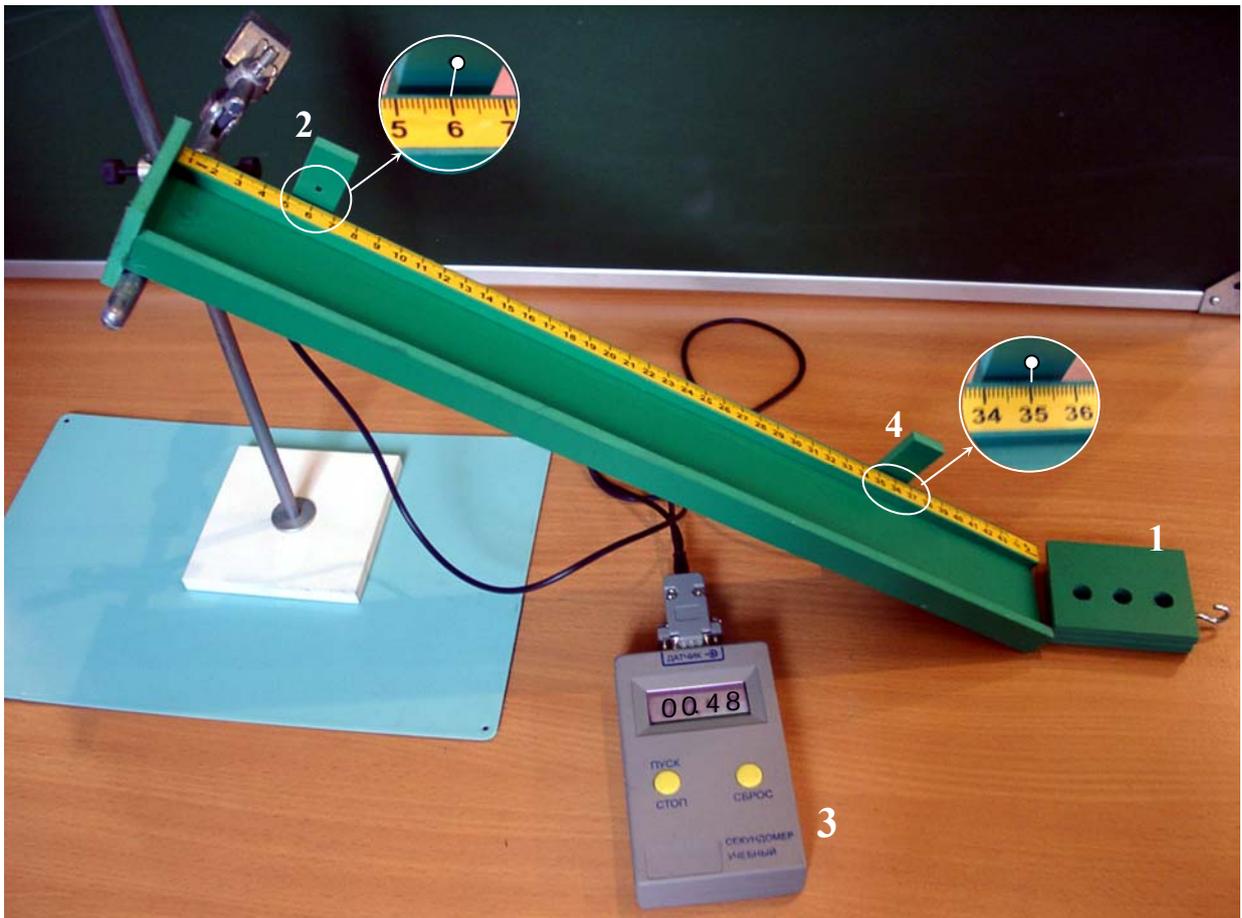
**С2**

В медный стакан калориметра массой 200 г, содержащий 150 г воды, опустили кусок льда, имевший температуру  $0^\circ\text{C}$ . Начальная температура калориметра с водой  $25^\circ\text{C}$ . В момент времени, когда наступит тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной  $5^\circ\text{C}$ . Рассчитайте массу льда. Удельная теплоемкость меди 390 Дж/кг·К, удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг·К, удельная теплота плавления льда  $3,35 \cdot 10^5$  Дж/кг. Потери тепла калориметром считать пренебрежимо малыми.

**C3** В кинескопе телевизора разность потенциалов между катодом и анодом 16 кВ. Отклонение электронного луча при горизонтальной развертке осуществляется магнитным полем, создаваемым двумя катушками. Ширина области, в которой электроны пролетают через магнитное поле, равна 10 см. Какова индукция отклоняющего магнитного поля при значении угла отклонения электронного луча  $30^\circ$ ?

**C4** В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью  $C = 8000$  пФ. При длительном освещении катода светом с частотой  $\nu = 10^{15}$  Гц фототок, возникший вначале, прекращается. Работа выхода электронов из кальция  $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Какой заряд  $q$  при этом оказывается на обкладках конденсатора?

**C5** На рисунке представлена фотография установки по исследованию скольжения каретки (1) массой 40 г по наклонной плоскости под углом  $30^\circ$ . В момент начала движения верхний датчик (2) включает секундомер (3). При прохождении кареткой нижнего датчика (4) секундомер выключается. Оцените количество теплоты, которое выделилось при скольжении каретки по наклонной плоскости между датчиками.



**Инструкция по проверке и оценке работ учащихся по физике****Часть 1**

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

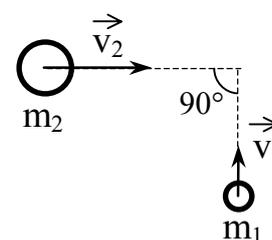
**Часть 2**

<b>№ задания</b>	<b>Ответ</b>
B1	40
B2	650
B3	125
B4	60
B5	48

**Часть 3**

C1

Два тела, массы которых соответственно  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 2$  кг, скользят по гладкому горизонтальному столу (см. рисунок). Скорость первого тела  $v_1 = 3$  м/с, скорость второго тела  $v_2 = 6$  м/с. Какое количество теплоты выделится, когда они столкнутся и будут двигаться дальше, сцепившись вместе? Вращения в системе не возникает. Действием внешних сил пренебречь.



<p align="center"><b>Один из вариантов решения задачи и указания по оцениванию</b> (допускается иная запись или ход решения, приводящие к правильному ответу)</p>	<p align="center"><b>Баллы</b></p>
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) Записан закон сохранения импульса  <math>M\vec{v} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2</math>; <math>(M \cdot v)^2 = (m_1 \cdot v_1)^2 + (m_2 \cdot v_2)^2</math>;  <math>M = m_1 + m_2 = m_1 + 2 \cdot m_1 = 3 \cdot m_1</math>;  <math>m_2 \cdot v_2 = 2 \cdot m_1 \cdot 2 \cdot v_1 = 4 \cdot m_1 \cdot v_1</math>; <math>(3m_1 \cdot v)^2 = (m_1 \cdot v_1)^2 + (4m_1 \cdot v_1)^2</math>;  <math>9m_1^2 \cdot v^2 = m_1^2 \cdot v_1^2 + 16m_1^2 \cdot v_1^2</math>; <math>9 \cdot v^2 = 17 \cdot v_1^2</math>; <math>v^2 = \frac{17}{9} \cdot v_1^2</math>.</p> <p>2) Записан закон сохранения энергии  <math>E_{кин1} + E_{кин2} = E_{кин} + Q</math>; или <math>\frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} + Q</math>;  <math>Q = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2} - \frac{Mv^2}{2}</math>;</p> <p>3) Получено выражение для количества теплоты и рассчитано его числовое значение  <math>Q = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{2 m_1 \cdot 4 v_1^2}{2} - \frac{3 m_1 \cdot 17 v_1^2}{2 \cdot 9} = \frac{5 m_1 \cdot v_1^2}{3}</math>;  <math>Q = 15</math> (Дж).</p>	
<p>Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше элементы (рисунок не обязателен)</p>	<p align="center"><b>3</b></p>
<p>Решение включает 1-й и 2-й из приведенных выше элементов</p>	<p align="center"><b>2</b></p>
<p>Решение включает только 1-й <b>или</b> только 2-й из приведенных выше элементов. При записи одного из законов допущена ошибка</p>	<p align="center"><b>1</b></p>
<p>Все элементы ответа записаны неверно</p>	<p align="center"><b>0</b></p>
<p align="right"><i>Максимальный балл</i></p>	

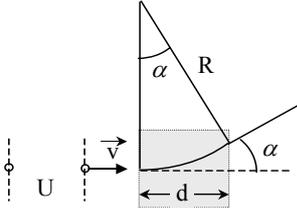
**C2**

В медный стакан калориметра массой 200 г, содержащий 150 г воды, опустили кусок льда, имевший температуру 0°C. Начальная температура калориметра с водой 25°C. В момент времени, когда наступит тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной 5°C. Рассчитайте массу льда. Удельная теплоемкость меди 390 Дж/кг·К, удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг·К, удельная теплота плавления льда  $3,35 \cdot 10^5$  Дж/кг. Потери тепла калориметром считать пренебрежимо малыми.

<p align="center"><b>Один из вариантов решения задачи и указания по оцениванию</b></p> <p align="center">(допускается иная запись или ход решения, приводящие к правильному ответу)</p>	<p align="center"><b>Баллы</b></p>
<p>Элементы ответа.</p> <p>1) Записаны формулы для расчета количества теплоты, отданного калориметром и водой и полученного льдом при плавлении и нагревании</p> $Q_{\text{теп. в.}} = c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{теп. в.}} \cdot (t_{\text{теп. в.}} - t_{\text{смеси}}) = c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{теп. в.}} \cdot \Delta t_1;$ $Q_{\text{кал.}} = c_{\text{меди}} \cdot m_{\text{кал.}} \cdot (t_{\text{кал.}} - t_{\text{смеси}}) = c_{\text{меди}} \cdot m_{\text{кал.}} \cdot \Delta t_1;$ $Q_{\text{плавл.}} = \lambda_{\text{льда}} \cdot m_{\text{льда}};$ $Q_{\text{хол. в.}} = c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{льда}} \cdot (t_{\text{смеси}} - t_{\text{хол. в.}}) = c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{льда}} \cdot \Delta t_2.$ <p>2) Записано уравнение теплового баланса</p> $\Delta t_1 \cdot (c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{теп. в.}} + c_{\text{меди}} \cdot m_{\text{кал.}}) = m_{\text{льда}} \cdot (\lambda_{\text{льда}} + c_{\text{воды}} \cdot \Delta t_2)$ <p>3) Получено выражение для массы льда и рассчитано ее числовое значение</p> $m_{\text{льда}} = \frac{\Delta t_1 (c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{теп. в.}} + c_{\text{меди}} \cdot m_{\text{кал.}})}{\lambda_{\text{льда}} + c_{\text{воды}} \cdot \Delta t_2}$ $m_{\text{льда}} = \frac{(t_{\text{теп. в.}} - t_{\text{смеси}}) (c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{теп. в.}} + c_{\text{меди}} \cdot m_{\text{кал.}})}{\lambda_{\text{льда}} + c_{\text{воды}} \cdot (t_{\text{теп. в.}} - t_{\text{хол. в.}})}$ $m_{\text{льда}} = \frac{(25 - 5) \cdot (4200 \cdot 0,15 + 390 \cdot 0,2)}{335000 + 4200 \cdot (5 - 0)} \approx 0,04 \text{ (кг)}.$	
Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше элементы (рисунок не обязателен)	<b>3</b>
Решение включает 1-й и 2-й из приведенных выше элементов	<b>2</b>
Решение включает только 1-й <b>или</b> только 2-й из приведенных выше элементов	<b>1</b>
Все элементы ответа записаны неверно	<b>0</b>
<i>Максимальный балл</i>	<b>3</b>

**С3**

В кинескопе телевизора разность потенциалов между катодом и анодом 16 кВ. Отклонение электронного луча при горизонтальной развертке осуществляется магнитным полем, создаваемым двумя катушками. Ширина области, в которой электроны пролетают через магнитное поле, равна 10 см. Какова индукция отклоняющего магнитного поля при значении угла отклонения электронного луча 30°?

<p align="center"><b>Один из вариантов решения задачи и указания по оцениванию</b></p> <p align="center">(допускается иная запись или ход решения, приводящие к правильному ответу)</p>	<p align="center"><b>Баллы</b></p>
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) Записано выражение второго закона Ньютона для движения электрона в магнитном поле</p> $F_{л} = m \cdot a_{ц}; \quad F_{л} = e \cdot v \cdot B; \quad a_{ц} = \frac{v^2}{R}; \quad e \cdot v \cdot B = \frac{mv^2}{R}.$ <p>2) Записан закон сохранения энергии для движения электрона в электрическом поле</p> $eU = \frac{m \cdot v^2}{2}$ <p>3) Выполнен чертеж</p>  <p>и получено выражение <math>R = \frac{d}{\sin \alpha}.</math></p> <p>4) Получено выражение для модуля вектора индукции магнитного поля и рассчитано его числовое значение</p> $B = \frac{\sin \alpha}{d} \cdot \sqrt{\frac{2mU}{e}}; \quad B \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ (Тл)}.$	
<p>Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше элементы (рисунок обязателен)</p>	<p align="center"><b>3</b></p>
<p>Решение включает 1-й, 2-й и 3-й из приведенных выше элементов</p>	<p align="center"><b>2</b></p>
<p>Решение включает 1-й и 2-й <b>или</b> 2-й и 3-й из приведенных выше элементов</p>	<p align="center"><b>1</b></p>
<p>Все элементы представлены неверно или приведен правильно только один элемент (1-й, 2-й или 3-й)</p>	<p align="center"><b>0</b></p>
<p align="right"><i>Максимальный балл</i></p>	<p align="center"><b>3</b></p>

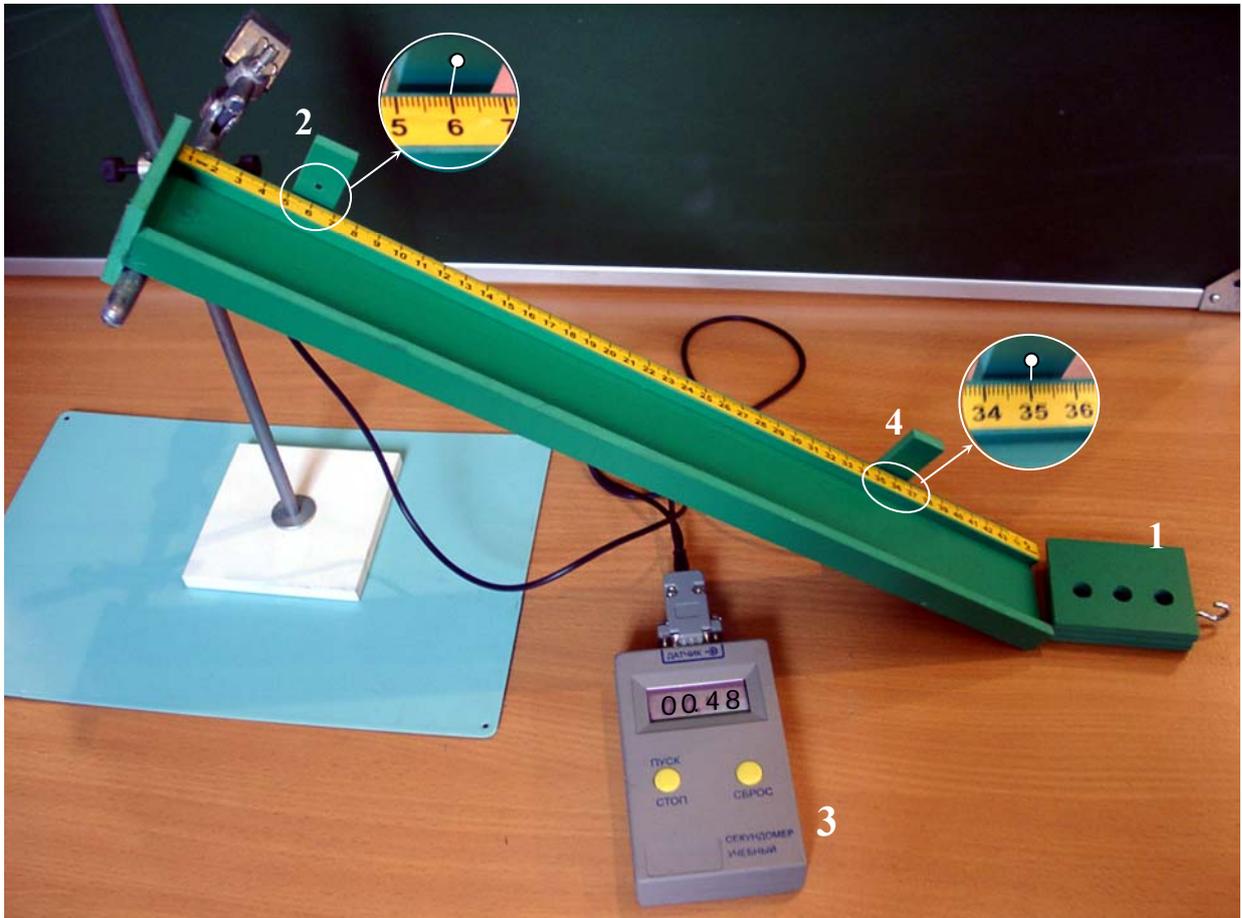
**C4**

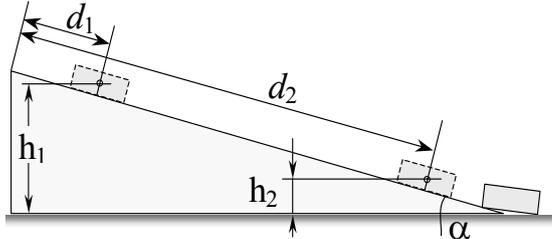
В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью  $C = 8000$  пФ. При длительном освещении катода светом с частотой  $\nu = 10^{15}$  Гц фототок, возникший вначале, прекращается. Работа выхода электронов из кальция  $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Какой заряд  $q$  при этом оказывается на обкладках конденсатора?

<p align="center"><b>Один из вариантов решения задачи и указания по оцениванию</b></p> <p align="center">(допускается иная запись или ход решения, приводящие к правильному ответу)</p>	<b>Баллы</b>
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта</p> $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}.$ <p>2) Записано выражение для запирающего напряжения</p> $eU = \frac{mv^2}{2}.$ <p>3) Записано выражение, связывающее разность потенциалов на обкладках конденсатора с электрическим зарядом на них</p> $U = \frac{q}{C}.$ <p>4) Получено выражение для расчета заряда на обкладках конденсатора и получено его числовое значение</p> $q = (h\nu - A) \cdot \frac{C}{e}. \quad q \approx 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ (Кл)} = 11 \text{ (нКл)}.$	
Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше элементы (рисунок не обязателен)	<b>3</b>
Решение включает 1-й, 2-й и 3-й из приведенных выше элементов	<b>2</b>
Решение неполное, включает 1-й и 2-й <b>или</b> 1-й и 3-й из приведенных выше элементов	<b>1</b>
Все элементы записаны неверно или записан правильно только один элемент (1-й, 2-й или 3-й)	<b>0</b>
<i>Максимальный балл</i>	<b>3</b>

**C5**

На рисунке представлена фотография установки по исследованию скольжения каретки (1) массой 40 г по наклонной плоскости под углом  $30^\circ$ . В момент начала движения верхний датчик (2) включает секундомер (3). При прохождении кареткой нижнего датчика (4) секундомер выключается. Оцените количество теплоты, которое выделилось при скольжении каретки по наклонной плоскости между датчиками.



<p align="center"><b>Один из вариантов решения задачи и указания по оцениванию</b></p> <p align="center">(допускается иная запись или ход решения, приводящие к правильному ответу)</p>	<p align="center"><b>Баллы</b></p>
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) Выполнен схематический чертеж (рис. )</p>  <p>2) Записан закон сохранения энергии</p> $E_{п1} = E_{п2} + E_{кин.} + Q;$	

$E_{п1} = m \cdot g \cdot h_1; E_{п2} = m \cdot g \cdot h_2; E_{кин.} = \frac{m v^2}{2};$ $Q = m g \cdot h_1 - m g \cdot h_2 - \frac{m v^2}{2} = m g \Delta h - \frac{m v^2}{2};$ <p>3) Записано выражение для количества теплоты</p> $\Delta h = \Delta d \cdot \sin \alpha; v = a \cdot t \quad \text{или} \quad v = 2 \cdot \frac{S}{t}, \quad \text{где } S = \Delta d;$ $Q = m g \cdot \Delta d \cdot \sin \alpha - \frac{m \cdot 4(\Delta d)^2}{2 \cdot t^2};$ <p>4) Получено числовое значение</p> $Q = 0,04 \cdot 9,8 \cdot 0,29 \cdot 0,5 - \frac{0,04 \cdot 4 \cdot 0,29^2}{2 \cdot 0,48^2} \approx 0,03 \text{ (Дж)}.$	
Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше элементы (рисунок обязателен)	<b>3</b>
Решение включает 1-й, 2-й и 3-й из приведенных выше элементов	<b>2</b>
Решение включает 1-й и 2-й из приведенных выше элементов	<b>1</b>
Все элементы представлены неверно или представлен правильно только один элемент (1-й или 2-й)	<b>0</b>
<i>Максимальный балл</i>	<b>3</b>