

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ТЕСТИРОВАНИЯ



## Вариант по физике № 1

## Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (A1–A25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (B1–B5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий B1 и B2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий B3–B5 – в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 задач (C1–C6), для которых требуется дать развернутые решения.

При выполнении заданий B3–B5 части 2 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 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
гига	Г	$10^9$	милли	м	$10^{-3}$
мега	М	$10^6$	микро	мк	$10^{-6}$
кило	к	$10^3$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$
санتي	с	$10^{-2}$	атто	а	$10^{-18}$

## Константы

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

## Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273,15^\circ \text{C}$
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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

## 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	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа, стали	$7800 \text{ кг/м}^3$
ацетона	$790 \text{ кг/м}^3$		

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

## Удельная

теплоемкость воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплоемкость свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплоемкость олова	$230 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплоемкость железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водяных паров	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

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

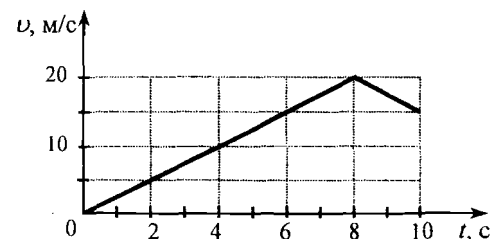
Зависимость плотности $\rho$ насыщенного водяного пара от температуры									
$t, ^\circ\text{C}$	-5	3	6	9	12	15	18	25	50
$\rho, \text{г/м}^3$	3,2	6,0	7,3	8,8	10,7	12,8	15,4	23,0	83,0

Температура плавления				
свинца	327 $^\circ\text{C}$		олова	232 $^\circ\text{C}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 На рисунке приведен график зависимости модуля скорости  $v$  мотоцикла от времени  $t$  во время прямолинейного движения. Найдите путь, пройденный мотоциклом за 10 с.



- 1) 105 м
- 2) 115 м
- 3) 160 м
- 4) 200 м

A2 Вертолет во время полета завис над Землей в течение некоторого промежутка времени. Какое утверждение о силах, действующих на вертолет в этот момент, является правильным? Систему отсчета, связанную с Землей, считайте инерциальной.

- 1) На вертолет не действуют никакие силы.
- 2) Гравитационная сила, действующая со стороны Земли, пренебрежимо мала по сравнению с равнодействующей силой, действующей на вертолет со стороны воздуха.
- 3) Гравитационная сила, действующая на вертолет со стороны Земли, равна архимедовой силе, действующей на него со стороны воздуха.
- 4) Равнодействующая всех сил, действующих на вертолет, равна 0.

A3 По горизонтальной поверхности стола равномерно перемещают брусок массой 400 г с помощью динамометра. Показание динамометра равно 1,2 Н. По данным приведенного опыта можно сделать вывод, что коэффициент трения скольжения равен

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

A4 На тело массой 2 кг, имеющее начальную скорость  $v_0 = 3$  м/с, в течение 4 с действует сила  $\vec{F}$ , по модулю равная 2 Н. Определите модуль импульса тела после действия на него силы  $\vec{F}$ , если известно, что направление силы совпадает с направлением начальной скорости тела  $\vec{v}_0$ .

- 1) 8 кг·м/с
- 2) 10 кг·м/с
- 3) 12 кг·м/с
- 4) 14 кг·м/с

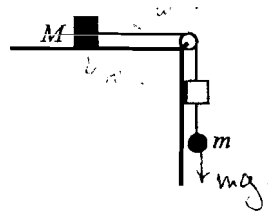
A5 Резиновый шнур, имеющий первоначальную длину  $l_0 = 40$  см, растянули до длины  $l_1 = 60$  см. Как изменится потенциальная энергия растянутого шнура, если его растянуть до  $l_2 = 80$  см? Потенциальная энергия

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 1,5 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

A6 Тело совершает гармонические колебания вдоль оси X. Проекция ускорения тела в зависимости от времени меняется в соответствии с уравнением  $a_x = -0,5 \cos 2\pi t$ , где все физические величины выражены в единицах СИ. Амплитуда колебаний проекции ускорения тела равна

- 1) 0,5 м/с<sup>2</sup>
- 2) 1,0 м/с<sup>2</sup>
- 3)  $\approx 3$  м/с<sup>2</sup>
- 4)  $\approx 6$  м/с<sup>2</sup>

**A7** Тело массой  $M = 400$  г, расположенное на гладкой горизонтальной поверхности, шарик массой  $m$  и невесомый динамометр связаны между собой невесомыми и нерастяжимыми нитями, как показано на рисунке. Показание динамометра равно  $2$  Н. Определите массу шарика.

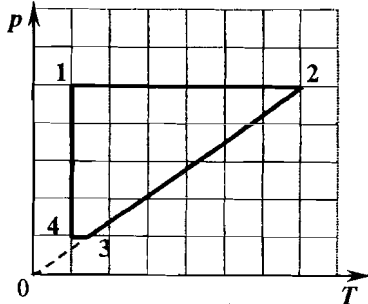


- 1) 100 г      2) 200 г      3) 300 г      4) 400 г

**A8** Инертный газ охладили, в результате чего средняя кинетическая энергия хаотичного поступательного движения молекул газа изменилась в 4 раза. Как при этом изменилась абсолютная температура газа?

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

**A9** Какой участок диаграммы, представленной на рисунке, соответствует изохорному процессу в идеальном газе?

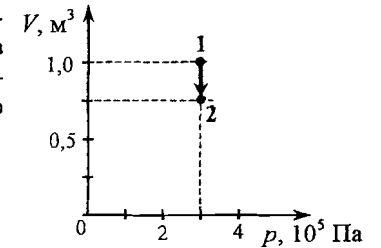


- 1) 1 – 2  
2) 2 – 3  
3) 3 – 4  
4) 4 – 1

**A10** При каком из перечисленных ниже процессов в идеальном газе теплообмен между газом и окружающей его средой отсутствует?

- 1) при изотермическом расширении  
2) при изобарном расширении  
3) при изобарном сжатии  
4) при адиабатном сжатии

**A11** Идеальный одноатомный газ совершает переход из состояния 1 в состояние 2 согласно представленной на рисунке диаграмме. Какую работу при этом совершает газ?

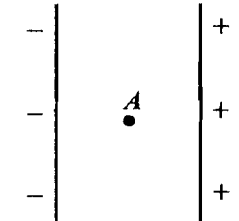


- 1) 75 кДж  
2) – 75 кДж  
3) 225 кДж  
4) – 225 кДж

**A12** Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно равна  $127^\circ\text{C}$ , а температура холодильника равна  $27^\circ\text{C}$ . За один цикл рабочее тело от нагревателя получает количество теплоты, равное  $40\,000$  Дж. Какую работу совершает рабочее тело двигателя за один цикл?

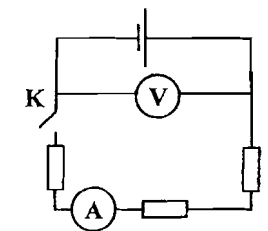
- 1) 8,5 кДж      2) 10 кДж      3) 30 кДж      4) 188 кДж

**A13** Как направлен вектор напряженности электрического поля в точке  $A$ , расположенной между двумя разноименно заряженными пластинами (см. рис.)? Электрическое поле между пластинами считать однородным.



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

**A14** На рисунке показана схема электрической цепи, в которой все резисторы имеют одинаковое сопротивление, равное  $1$  Ом. Определите, каким будет показание идеального амперметра после замыкания ключа, если известно, что показание вольтметра равно  $4,8$  В.



- 1) 1,6 А      2) 3,2 А  
3) 4,8 А      4) 14,4 А

**A15** Замкнутая металлическая рамка квадратной формы находится в однородном магнитном поле. Если рамку повернуть на  $180^\circ$  вокруг оси, проходящей через любую из ребер рамки, то магнитный поток через рамку *в конце поворота*

- 1) станет больше, чем был вначале
- 2) станет меньше, чем был вначале
- 3) станет таким же, как был вначале
- 4) может стать и больше, и меньше, чем был вначале

**A16** Передача электроэнергии на большие расстояния связана с заметными потерями из-за того, что электрический ток нагревает провода линий электропередач. Для того чтобы понизить потери электроэнергии при ее передаче, но при этом сохранить передаваемую мощность, в линии электропередачи необходимо

- 1) повысить напряжение и понизить силу тока
- 2) повысить и напряжение, и силу тока
- 3) понизить и напряжение, и силу тока
- 4) понизить напряжение и повысить силу тока

**A17** Если смотреть на дно бассейна с бортика, то бассейн нам кажется менее глубоким, чем это есть на самом деле. Наблюдаемое оптическое явление обусловлено

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

**A18** Относительно Земли свет от неподвижного источника распространяется со скоростью  $c$ . Две машины ночью едут по прямой дороге друг за другом с одинаковой скоростью  $\bar{v}$ , при этом водитель передней машины видит в своем зеркале отражение света фар задней машины. Скорость света, идущего от фар к зеркалу, и скорость отраженного от зеркала света в инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, соответственно равны

- 1)  $c + v$ ,  $c$
- 2)  $c$ ,  $c - v$
- 3)  $c - v$ ,  $c$
- 4)  $c$ ,  $c$

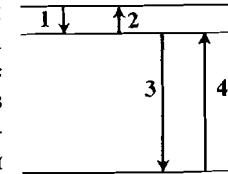
**A19** Индуктивность колебательного контура радиоприемника равна  $L = 0,2$  мкГн. При этом разность потенциалов на конденсаторе контура достигает значения  $U_{\max} = 8$  мВ, а максимальная сила тока в контуре составляет  $I_{\max} = 1,6$  мА. На какую частоту настроен радиоприемник?

- 1) 4,0 МГц
- 2) 6,4 МГц
- 3) 32 МГц
- 4) 64 МГц

**A20** Какое зарядовое и массовое число будет иметь ядро элемента, получившегося из ядра  ${}^A_ZX$  после одного  $\alpha$ -распада и одного  $\beta$ -распада?

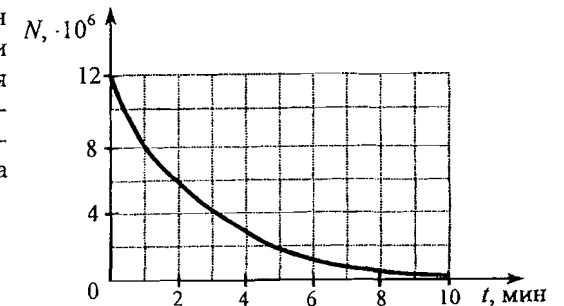
- 1) зарядовое число  $(Z - 2)$ , массовое число  $(A - 4)$
- 2) зарядовое число  $(Z - 2)$ , массовое число  $(A - 2)$
- 3) зарядовое число  $(Z - 1)$ , массовое число  $(A - 4)$
- 4) зарядовое число  $(Z - 1)$ , массовое число  $(A - 2)$

**A21** На рисунке схематически представлены энергетические уровни трех стационарных состояний атома и обозначены некоторые возможные переходы между ними. Какая из стрелок обозначает переход, сопровождающийся излучением кванта с наименьшей энергией?



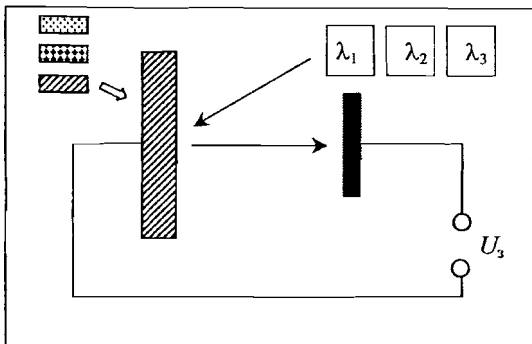
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A22** На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа от времени. Период полураспада этого изотопа равен



- 1) 1 мин
- 2) 2 мин
- 3) 3 мин
- 4) 5 мин

**A23** При проведении экспериментальных исследований по изучению фотоэффекта были использованы различные материалы для фотоэлектрода, который освещался монохроматическим светом (различной длины волны  $\lambda$ ), было установлено, что величина задерживающего напряжения  $U_3$  находится в прямо пропорциональной зависимости от числового значения



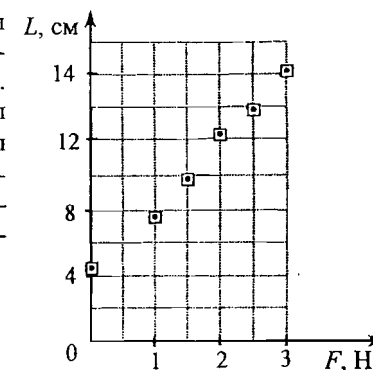
- 1) максимальной энергии электронов, покидающих фотоэлектрод
- 2) энергии фотонов света, попадающих на фотоэлектрод
- 3) красной границы вещества, из которого изготовлен фотоэлектрод
- 4) работы выхода электронов из вещества фотоэлектрода

**A24** Необходимо экспериментально установить, зависит ли выталкивающая сила, действующая со стороны жидкости на погруженное в нее тело, от вещества, из которого сделано это тело. Для этой цели в эксперименте необходимо использовать базовый набор оборудования (динамометр, штатив, сосуд, нитки) и дополнительный набор:

- 1) несколько шариков одинакового объема, изготовленных из различных материалов, и один вид жидкости
- 2) несколько шариков разного объема, но изготовленные из одного материала, и один вид жидкости
- 3) один шарик и несколько разных видов жидкостей
- 4) несколько шариков разного объема из одного материала и несколько видов жидкости

**A25** На рисунке показаны результаты измерения длины пружины от величины силы, к ней приложенной. Погрешность измерения силы  $\Delta F = \pm 0,1$  Н, длины пружины  $\Delta L = \pm 2$  мм. По результатам эксперимента, представленного на рисунке, определите жесткость пружины.

- 1)  $\approx 20$  Н/м
- 2)  $\approx 30$  Н/м
- 3)  $\approx 40$  Н/м
- 4)  $\approx 50$  Н/м



Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

**В1** На дне сосуда лежало тело, полностью погруженное в жидкость. В сосуд долили другую жидкость, которая хорошо смешивается с первой жидкостью и имеет большую плотность. Как в результате изменились по своей величине сила давления тела на дно сосуда и действующие на тело архимедова сила и сила тяжести?  
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины (цифры в ответе могут повторяться). Затем получившуюся последовательность цифр запишите в бланк ответов № 1 справа от номера задания В1.

Сила давления тела на дно сосуда	Архимедова сила, действующая на тело	Сила тяжести, действующая на тело
2	1	3

**В2** Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе принципа их действия.

**ПРИБОР**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ**

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| А) лазер                | 1) ионизация газа        |
| Б) призмный спектрограф | 2) вынужденное излучение |
| В) счетчик Гейгера      | 3) дисперсия             |
|                         | 4) интерференция         |
|                         | 5) дифракция             |

Каждому элементу левого столбца подберите позицию из правого столбца и впишите выбранные цифры в таблицу. Затем получившуюся последовательность цифр запишите в бланк ответов № 1 справа от номера задания В2.

А	Б	В

Ответом к каждому из заданий В3–В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

**В3** Девочка массой 34 кг качается на качелях с двумя крепёжными веревками, длина каждой из которых 4 м. Определите модуль силы упругости, возникающей в каждой веревке в тот момент, когда девочка находится в самой нижней точке своей траектории, если модуль ее скорости при этом равен 4 м/с. Масса сиденья равна 2 кг, массой веревок следует пренебречь.

**В4** В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре  $t_1 = 0^\circ\text{C}$  опускают нагретый до  $t = 500^\circ\text{C}$  железный предмет массой  $m = 400$  г. Через некоторое время в сосуде устанавливается тепловое равновесие при наличии некоторого количества льда. Какая масса льда расплавилась в этом процессе? Ответ выразите в граммах и округлите до целых.

**В5** Ученик в школьной лаборатории установил линзу на расстоянии 110 см от окна и с ее помощью на экране получил четкое изображение дерева, растущего в 20 м от окна. При этом расстояние от линзы до экрана, расположенного на главной оптической оси линзы, оказалось равным  $57 \pm 1$  см. По приведенным данным определите фокусное расстояние линзы. Ответ округлите до десятых.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

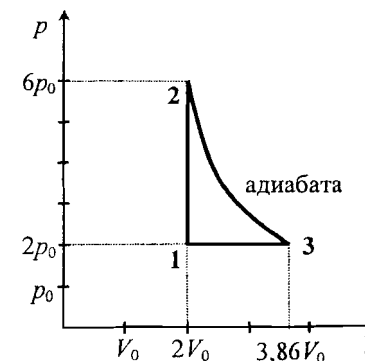
*Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.*

- C1** Опишите, что происходит на поверхности пластиковой бутылки, наполненной доверху водой, в течение короткого и длительного времени после того, как ее достали из холодильника и оставили на столе при комнатной температуре. Объясните, какими физическими законами обусловлено наблюдаемое явление.

*Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 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.*

- C2** Тело массой 100 г, свободно падающее на землю с некоторой высоты без начальной скорости, за первую секунду падения проходит путь, в 4 раза меньший, чем за последнюю секунду падения. Каков импульс тела в конце падения? Силой сопротивления движению пренебречь.

- C3** Найдите КПД тепловой машины, работающей по циклу 1 – 2 – 3 – 1 (см. рис.). Рабочее тело – одноатомный идеальный газ.



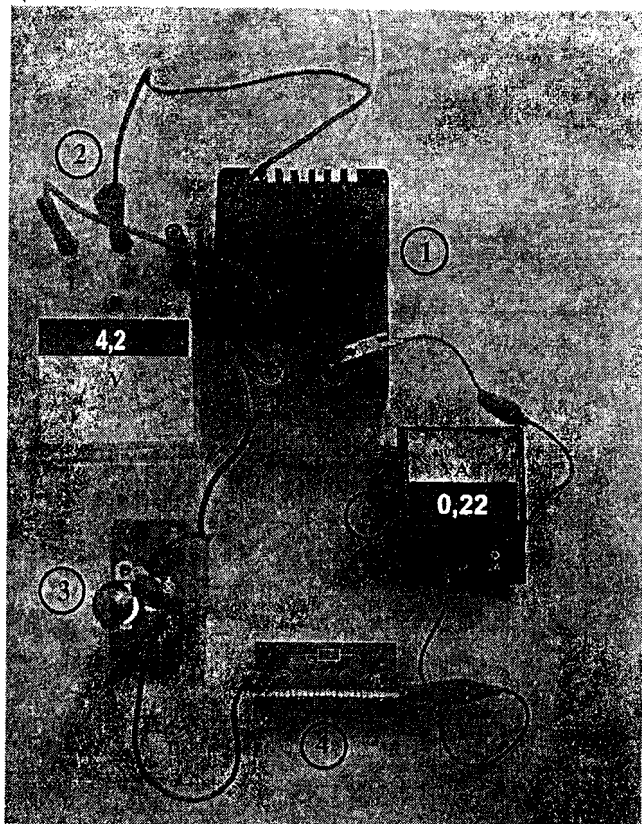
- C4** Для наблюдения интерференционной картины используют дифракционную решетку (100 делений на 1 мм) и ртутную газоразрядную лампу, излучающую в рабочем режиме свечение белого цвета. Что ученик ожидает увидеть на экране, если свет от лампы нормально падает на решетку, а экран от нее расположен на расстоянии 1,4 м?

В таблице указаны длины волн наиболее интенсивных спектральных линий, характерных для паров ртути в видимой области спектра.

Наиболее интенсивные линии спектра паров ртути		
Цвет линии	зеленый	фиолетовый
Длина волны, нм	546	436

C5

На рисунке приведена фотография собранной электрической цепи, состоящей из источника тока (1), вольтметра (2), лампочки (3), резистора (4) сопротивлением  $R = 5,0$  Ом, амперметра (5). Определите мощность лампочки в указанном режиме работы. Показания включенных в цепь амперметра и вольтметра приведены на рисунке в единицах СИ.



C6

На рисунке приведены четыре линии спектра излучения водорода, соответствующие переходу электронов в атоме водорода с более высоких энергетических уровней на второй. Энергию электрона на  $n$ -ом уровне атома водорода с хорошей точностью можно определить по формуле  $E_n = \frac{-hR}{n^2}$ , где  $R$  – постоянная Ридберга.

Используя данные рисунка, определите значение постоянной Ридберга, если известно, что самая правая линия спектра соответствует переходу электрона в атоме водорода с шестого на второй уровень. Представьте этот переход в виде схемы.

