

## Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

### Вариант № 134

#### 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 вычислениях 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	$10^9$	санти	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	$10^{-12}$

#### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная 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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
электрический заряд	
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

#### Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$
алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древеси́ны (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$
железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$
ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

#### Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

#### Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

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

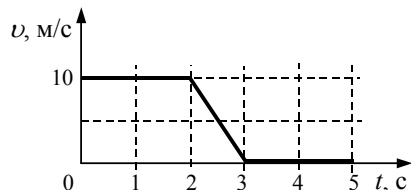
#### Молярная масса

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

**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 представлен график зависимости скорости  $v$  автомобиля от времени  $t$ . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 до 3 с.

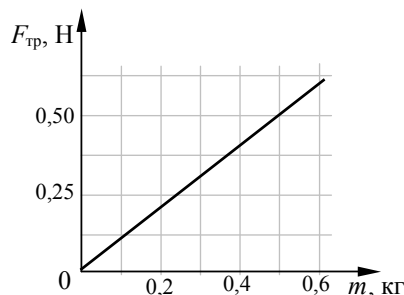


- 1) 20 м                      2) 10 м                      3) 15 м                      4) 25 м

**A2** Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона поезда, движущегося относительно Земли, покатился назад против хода поезда. Это произошло в результате того, что скорость поезда относительно Земли

- 1) увеличилась  
2) уменьшилась  
3) не изменилась  
4) изменилась по направлению

**A3** При исследовании зависимости силы трения скольжения  $F_{тр}$  стального бруска по горизонтальной поверхности стола от массы  $m$  бруска получен график, представленный на рисунке. Согласно графику, в этом исследовании коэффициент трения приблизительно равен



- 1) 0,10  
2) 0,02  
3) 1,00  
4) 0,20

**A4** Два маленьких шарика находятся на некотором расстоянии  $l$  друг от друга. На каком расстоянии находятся шарики с вдвое большими массами, если сила их гравитационного притяжения такая же?

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

**A5** Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту, причем масса автомобиля  $m_1 = 1000$  кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и автомобиля относительно уровня воды равно 2,5?

- 1) 2500 кг                      2) 4500 кг                      3) 5000 кг                      4) 6250 кг

**A6** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины увеличить в 4 раза?

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

**A7** На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 20 Н. При этом ящик

- 1) останется в покое  
2) будет двигаться равномерно  
3) будет двигаться с ускорением  $1,5 \text{ м/с}^2$   
4) будет двигаться с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$

**A8** При понижении температуры газа в запаянном сосуде давление газа уменьшается. Это уменьшение давления объясняется тем, что

- 1) уменьшается объем сосуда за счет остывания его стенок  
2) уменьшается энергия теплового движения молекул газа  
3) уменьшаются размеры молекул газа при его охлаждении  
4) уменьшается энергия взаимодействия молекул газа друг с другом

**A9** На газовой плите стоит узкая кастрюля с водой, закрытая крышкой. Если воду из неё перелить в широкую кастрюлю и тоже закрыть, то вода закипит заметно быстрее, чем если бы она осталась в узкой. Этот факт объясняется тем, что

- 1) увеличивается площадь нагревания и, следовательно, увеличивается скорость нагревания воды
- 2) существенно уменьшается необходимое давление насыщенного пара в пузырьках и, следовательно, воде у дна надо нагреваться до менее высокой температуры
- 3) увеличивается площадь поверхности воды и, следовательно, испарение идёт более активно
- 4) заметно уменьшается глубина слоя воды и, следовательно, пузырьки пара быстрее добираются до поверхности

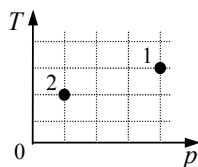
**A10** В каком случае внутренняя энергия воды не изменяется?

- 1) при ее переходе из жидкого состояния в твердое
- 2) при увеличении скорости сосуда с водой
- 3) при увеличении количества воды в сосуде
- 4) при сжатии воды в сосуде

**A11** Газ в тепловом двигателе получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 36 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?

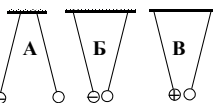
- 1) уменьшилась на 264 Дж
- 2) уменьшилась на 336 Дж
- 3) увеличилась на 264 Дж
- 4) увеличилась на 336 Дж

**A12** В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится объем газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



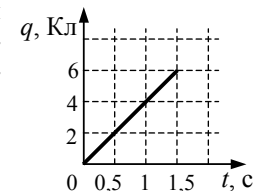
- 1)  $V_2 = 2V_1$
- 2)  $V_2 = \frac{4}{3}V_1$
- 3)  $V_2 = \frac{3}{8}V_1$
- 4)  $V_2 = \frac{8}{3}V_1$

**A13** На рисунке изображены три пары одинаковых легких шариков, заряды которых равны по модулю. Шарiki подвешены на шелковых нитях. Знак заряда одного из шариков каждой пары указан на рисунке. В каком(-их) случае(-ях) заряд другого шарика положителен?



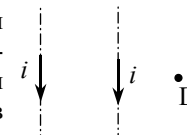
- 1) только А
- 2) Б и В
- 3) только Б
- 4) А и В

**A14** По проводнику течет постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Сила тока в проводнике равна



- 1) 1 А
- 2) 1,5 А
- 3) 4 А
- 4) 6 А

**A15** По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи  $i$  (см. рисунок), направление которых указано стрелками. Как направлен вектор индукции создаваемого ими магнитного поля в точке D?



- 1) вверх  $\uparrow$
- 2) к нам  $\odot$
- 3) от нас  $\otimes$
- 4) вниз  $\downarrow$

**A16** Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . Если емкость конденсатора уменьшить в 2 раза, а индуктивность катушки в 2 раза увеличить, то период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре

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

**A17** Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен  $20^\circ$ . Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?

- 1)  $40^\circ$
- 2)  $50^\circ$
- 3)  $70^\circ$
- 4)  $110^\circ$

**A18** Параллельный пучок монохроматического света падает на препятствие с узкой щелью. На экране за препятствием, кроме центральной светлой полосы, наблюдается чередование светлых и темных полос. Данное явление связано с

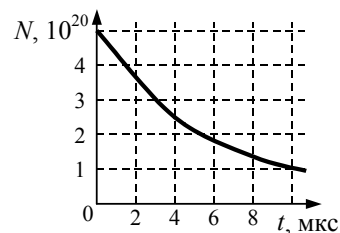
- 1) поляризацией света
- 2) дифракцией света
- 3) дисперсией света
- 4) преломлением света

- A19** Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс  $\frac{m_2}{m_1} = 4$  влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны их скоростям: первая – в поле с индукцией  $\vec{B}_1$ , вторая – в поле с индукцией  $\vec{B}_2$ . Найдите отношение радиусов траекторий частиц  $\frac{R_2}{R_1}$ , если их скорости одинаковы, а отношение модулей индукции  $\frac{B_2}{B_1} = 4$ .
- 1) 1                      2) 2                      3) 8                      4) 4

- A20** Как нужно изменить длину световой волны, чтобы энергия фотона в световом пучке увеличилась в 4 раза?
- 1) увеличить в 4 раза  
2) увеличить в 2 раза  
3) уменьшить в 2 раза  
4) уменьшить в 4 раза

- A21** Какая доля радиоактивных атомов распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?
- 1) 100%                      2) 75%                      3) 50%                      4) 25%

- A22** Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер полония  ${}_{84}^{213}\text{Po}$  от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



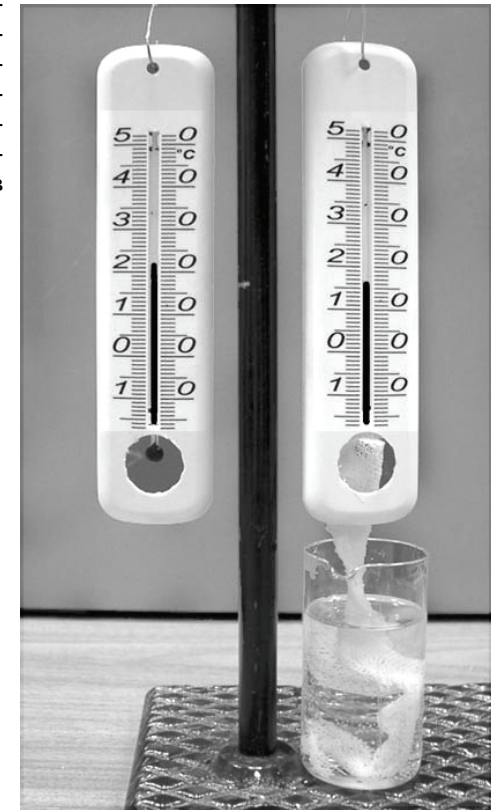
- 1) 8 мкс  
2) 2 мкс  
3) 6 мкс  
4) 4 мкс
- A23** Один из способов измерения постоянной Планка основан на определении максимальной кинетической энергии фотоэлектронов с помощью измерения напряжения, задерживающего их. В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов.

Задерживающее напряжение U, В	0,4	0,9
Частота света $\nu$ , $10^{14}$ Гц	5,5	6,9

Постоянная Планка по результатам этого эксперимента равна

- 1)  $6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с  
2)  $5,7 \cdot 10^{-34}$  Дж·с  
3)  $6,3 \cdot 10^{-34}$  Дж·с  
4)  $6,0 \cdot 10^{-34}$  Дж·с

- A24** На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.



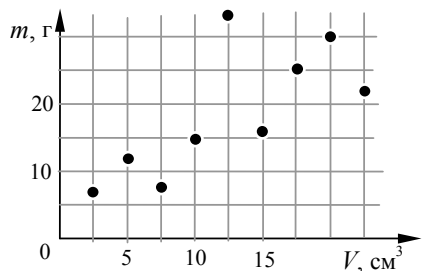
Психрометрическая таблица

$t_{\text{сух. терм}}$ °C	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

Каковы будут показания правого термометра при той же температуре воздуха и относительной влажности 68%?

- 1) 26°C                      2) 22°C                      3) 18°C                      4) 16°C

**A25**



Ученик предположил, что для сплошных тел из одного и того же вещества их масса прямо пропорциональна их объему. Для проверки этой гипотезы он взял бруски разных размеров из разных веществ. Результаты измерения объема брусков и их массы ученик отметил точками на координатной плоскости  $\{V, m\}$ , как показано на рисунке. Погрешности измерения объема и массы равны соответственно  $1 \text{ см}^3$  и  $1 \text{ г}$ . Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?

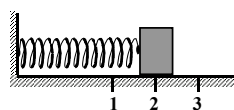
Погрешности измерения объема и массы равны соответственно  $1 \text{ см}^3$  и  $1 \text{ г}$ . Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?

- 1) С учетом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы.
- 2) Условия проведения эксперимента не соответствуют выдвинутой гипотезе.
- 3) Погрешности измерений столь велики, что не позволили проверить гипотезу.
- 4) Эксперимент не подтвердил гипотезу.

**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 других символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.*

**В1**



Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника, скорость груза и жесткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 1?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза	Жесткость пружины

**В2**

Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны –  $\nu$ , скорость света в воде –  $v$ , показатель преломления воды относительно воздуха –  $n$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблице выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**      **ФОРМУЛЫ**

- |                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| А) длина волны света в воздухе | 1) $\frac{v}{n \cdot \nu}$ |
| Б) длина волны света в воде    | 2) $\frac{n \cdot v}{\nu}$ |
|                                | 3) $\frac{n \cdot \nu}{v}$ |
|                                | 4) $\frac{v}{\nu}$         |

А	Б

*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**

Автомобиль совершает поворот на горизонтальной дороге по дуге окружности радиуса  $81 \text{ м}$ . Какова максимальная скорость автомобиля при коэффициенте трения автомобильных шин о дорогу  $0,4$ ?

**В4**

При температуре  $10^\circ\text{C}$  и давлении  $10^5 \text{ Па}$  плотность газа равна  $2,5 \text{ кг/м}^3$ . Какова молярная масса газа? Ответ выразите в г/моль и округлите до целых.

**В5**

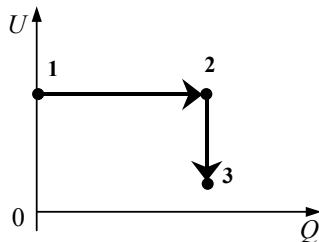
При подключении электрической лампы к выводам гальванической батареи с внутренним сопротивлением  $1 \text{ Ом}$  сила тока в цепи  $0,1 \text{ А}$ , а напряжение на лампе  $8,9 \text{ В}$ . Найдите ЭДС гальванической батареи.

**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.**

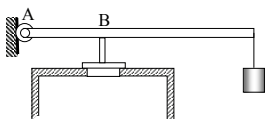
**C1** В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии  $U$  газа и передаваемое ему количество теплоты  $Q$ . Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состоянии 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



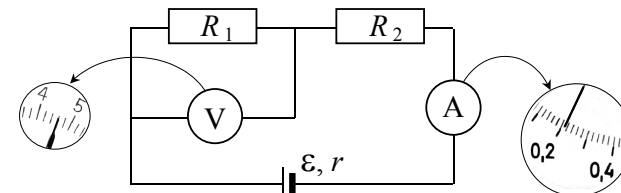
**Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**C2** В безветренную погоду самолет затрачивает на перелет между городами 6 часов. Если во время полета дует боковой ветер перпендикулярно линии полета, то самолет затрачивает на перелет на 9 минут больше. Найдите скорость ветра, если скорость самолета относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.

**C3** В цилиндр объемом  $0,5 \text{ м}^3$  насосом закачивается воздух со скоростью  $0,002 \text{ кг/с}$ . В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг в точке А (см. рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой  $2 \text{ кг}$ . Клапан открывается через  $580 \text{ с}$  работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия  $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ , расстояние АВ равно  $0,1 \text{ м}$ . Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна  $300 \text{ К}$ . Определите длину стержня, если его считать невесомым.



**C4** При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке. Сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  равны  $20 \text{ Ом}$  и  $150 \text{ Ом}$  соответственно. Сопротивление вольтметра равно  $10 \text{ кОм}$ , а амперметра –  $0,4 \text{ Ом}$ . ЭДС источника равна  $36 \text{ В}$ , а его внутреннее сопротивление –  $1 \text{ Ом}$ .



На рисунке показаны шкалы приборов с показаниями, которые получил ученик. Исправны ли приборы или же какой-то из них даёт неверные показания?

**C5** В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности  $I_m = 5 \text{ мА}$ , а амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_m = 2,0 \text{ В}$ . В момент времени  $t$  напряжение на конденсаторе равно  $1,2 \text{ В}$ . Найдите силу тока в катушке в этот момент.

**C6** На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах между ними. Какова длина волны фотонов, поглощаемых при переходе с уровня  $E_1$  на уровень  $E_4$ , если  $\nu_{13} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ ,  $\nu_{24} = 4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ ,  $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ ?

