

### 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	$g = 10 \text{ м/с}^2$
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	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} / \text{с}$
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	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 мегаэлектронвольт	$1 \text{ МэВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$

### Масса частиц

электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00727 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00866 \text{ а.е.м.}$

### Плотность

воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоемкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	меди	380 Дж/(кг · К)
железа	640 Дж/(кг · К)	чугуна	500 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · К)		

**Удельная теплота**

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

**Нормальные условия**      давление  $10^5$  Па, температура 0 °С

**Молярная масса**

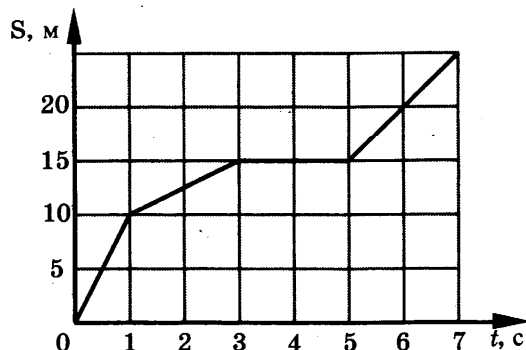
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

# ВАРИАНТ 3

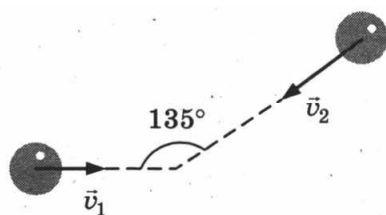
## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути  $S$ , пройденного материальной точкой, от времени  $t$ . Определите интервал времени после начала движения, когда точка двигалась со скоростью 10 м/с.



- 1) от 3 до 5 с  
2) от 1 до 3 с  
3) от 0 до 1 с  
4) от 5 до 7 с
2. Одинаковые шары движутся со скоростями, направления которых показаны на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если  $v_2 = v_1 \cdot \sqrt{2}$ ?



- 1) ↑  
2) →  
3) ←  
4) ↓
3. Тележку массой  $m = 3$  кг, движущуюся по гладкому горизонтальному столу, толкают с силой  $F = 6$  Н в направлении движения. Каково ускорение тележки в инерциальной системе отсчета?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

4. В Вашем распоряжении динамометр и линейка. Растянув пружину динамометра на 5 см, Вы обнаружили, что его показания равны 2 Н. Какова жесткость пружины динамометра?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

5. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Во сколько раз увеличилась максимальная скорость маятника при переходе от частоты 0,5 Гц к частоте 1 Гц?

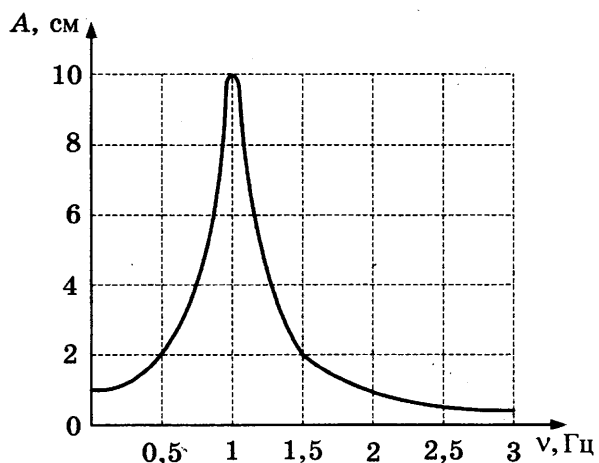
1	2	3	4	1
---	---	---	---	---

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

				3
--	--	--	--	---

				4
--	--	--	--	---

				5
--	--	--	--	---



Ответ: увеличилась в \_\_\_\_\_ раз(а).

6

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменятся в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли и скорость его движения по орбите?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

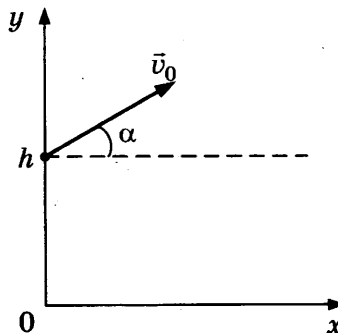
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Потенциальная энергия	Скорость движения по орбите

7

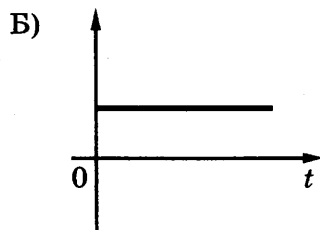
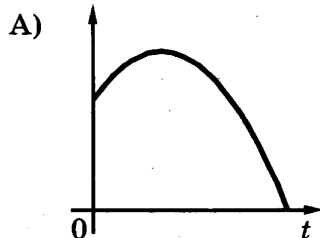
7. Мячик бросают с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту с балкона высотой  $h$  (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени  $t$ .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ**



**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) координата  $x$  мячика
- 2) проекция скорости мячика на ось  $x$
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) координата  $y$  мячика

Ответ:

А	Б

8. Явление диффузии в жидкостях свидетельствует о том, что молекулы жидкостей

- 1) состоят из атомов
- 2) притягиваются друг к другу
- 3) движутся хаотично
- 4) колеблются около своих положений равновесия

1	2	3	4	8
---	---	---	---	---

9. В понедельник и вторник температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в понедельник было меньше, чем во вторник. Относительная влажность воздуха

- 1) в понедельник была меньше, чем во вторник
- 2) была одинакова, так как не менялась температура воздуха
- 3) во вторник была меньше, чем в понедельник
- 4) была одинакова, так как не менялось давление насыщенных паров

1	2	3	4	9
---	---	---	---	---

10. Температура тела 1 равна  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; тела 2 равна  $263\text{ K}$ , тела 3 равна  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Запишите номера этих тел по убыванию температуры.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

	10
--	----

11. В процессе расширения 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия все время остается неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

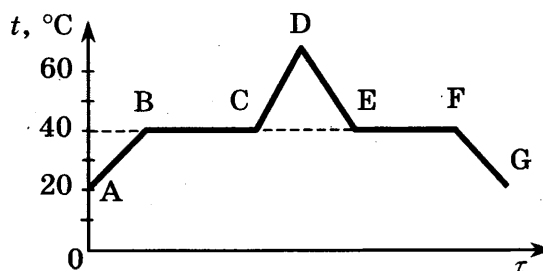
	11
--	----

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

Температура гелия	Давление гелия

12

12. В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры  $t$  эфира от времени  $\tau$  его нагревания и последующего охлаждения. Установите соответствие между процессами, происходящими с эфиром, и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) охлаждение паров эфира  
Б) кипение эфира

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) BC  
2) CD  
3) DE  
4) EF

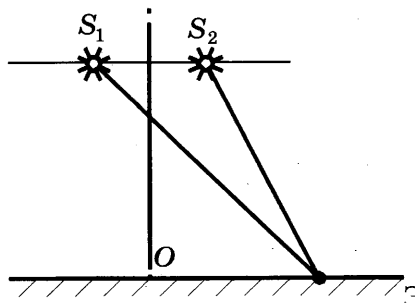
Ответ:

А	Б

13

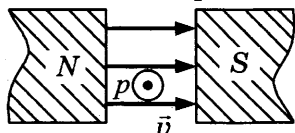
1 2 3 4

13. Точечные источники света  $S_1$  и  $S_2$  находятся близко друг от друга и создают на удаленном экране Э устойчивую интерференционную картину (см. рисунок). Это возможно, если  $S_1$  и  $S_2$  — малые отверстия в непрозрачном экране, освещенные



- 1) одно зеленым лазером, другое красным  
2) лучом одного лазера  
3) каждое своей лампочкой накаливания  
4) каждое своей горячей свечой

14. Протон  $p$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость  $\vec{v}$ , направленную горизонтально перпендикулярно вектору индукции  $\vec{B}$  магнитного поля (см. рисунок, на котором кружок с точкой указывает направление движения протона). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца  $\vec{F}$ ?

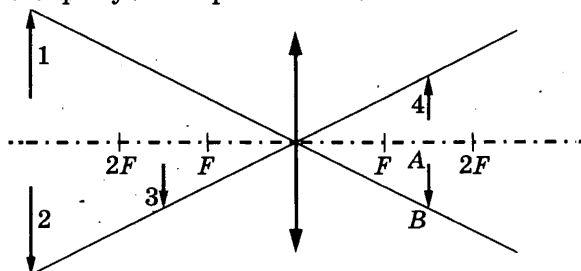


- 1) вертикально вверх ↑                      3) от наблюдателя ⊗  
 2) горизонтально влево ←                  4) вертикально вниз ↓

15. К батарее с ЭДС, равной 24 В, и внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор с сопротивлением 4 Ом. Какова сила тока в цепи?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

16. Какому из предметов 1, 2, 3 или 4 соответствует изображение  $AB$  в тонкой линзе с фокусным расстоянием  $F$ ?



Ответ: предмету № \_\_\_\_\_.

17. Плоский воздушный конденсатор подключен к гальваническому элементу. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора следующие величины: емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится  
 2) уменьшится  
 3) не изменится

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

Емкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18. Заряженная частица массой  $m$ , несущая положительный заряд  $q$ , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля  $\vec{B}$  по окружности со скоростью  $v$ . Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ФОРМУЛЫ**

А) модуль магнитной силы, действующей на частицу

1)  $\frac{v}{qB}$

Б) период обращения частицы по окружности

2)  $\frac{mv}{qB}$

3)  $\frac{2\pi m}{qB}$

4)  $qvB$

Ответ:

А	Б

19 1 2 3 4

19. Связанная система элементарных частиц содержит 14 нейтронов, 13 протонов и 10 электронов. Эта система частиц является

1) нейтральным атомом кремния  ${}_{14}^{27}\text{Si}$

2) ионом кремния  ${}_{14}^{27}\text{Si}$

3) ионом алюминия  ${}_{13}^{27}\text{Al}$

4) нейтральным атомом алюминия  ${}_{13}^{27}\text{Al}$

20 1 2 3 4

20. Ядро какого элемента образуется после двух последовательных  $\alpha$ -распадов из ядра  ${}_{102}^{252}\text{No}$ ?

1)  ${}_{98}^{248}\text{Cf}$

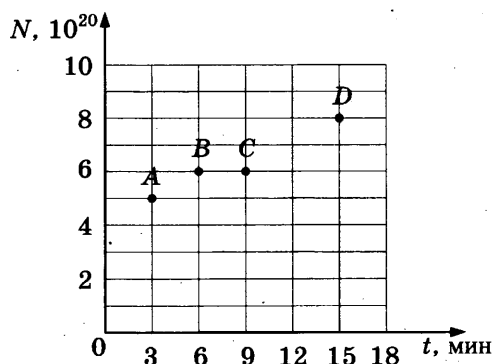
3)  ${}_{96}^{248}\text{Cm}$

2)  ${}_{100}^{248}\text{Fm}$

4)  ${}_{98}^{244}\text{Cf}$

21

21. Из ядер таллия  ${}_{81}^{208}\text{Tl}$  при  $\beta$ -распаде с периодом полураспада 3 мин образуются стабильные ядра свинца. В момент начала наблюдения в образце содержится  $8 \cdot 10^{20}$  ядер таллия. Через какую из точек (А, В, С или D), кроме начала координат, пройдет график зависимости числа ядер свинца от времени (см. рисунок)?



Ответ: через точку \_\_\_\_\_.

22

22. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: массовое число ядра и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

2) уменьшится

3) не изменится



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

Массовое число ядра	Заряд ядра

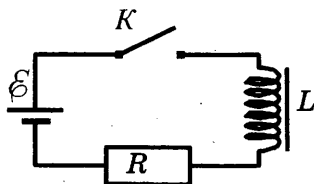
23. При определении плотности вещества  $\rho$  ученик измерил массу образца на очень точных электронных весах:  $m = 60,00$  г. Объем был измерен с использованием мерного цилиндра:  $V = (15,00 \pm 0,5)$  см<sup>3</sup>. На основе этих измерений можно с уверенностью сказать, что плотность

1 2 3 4 23

- 1)  $\rho < 3,8$  г/см<sup>3</sup>                      3)  $\rho > 4,2$  г/см<sup>3</sup>  
 2)  $3,8$  г/см<sup>3</sup>  $\leq \rho \leq 4,2$  г/см<sup>3</sup>      4)  $\rho = 4,0$  г/см<sup>3</sup>

24. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор  $R = 40$  Ом (см. рисунок). В момент  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью  $\pm 0,01$  А, представлены в таблице.

24



$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения не изменяется.  
 2) Через 5 с после замыкания ключа ток через катушку полностью прекратился.  
 3) ЭДС источника тока составляет 12 В.  
 4) В момент времени  $t = 3,0$  с ЭДС самоиндукции катушки равно 0,29 В.  
 5) В момент времени  $t = 1,0$  с напряжение на резисторе равно 7,6 В.

Ответ:

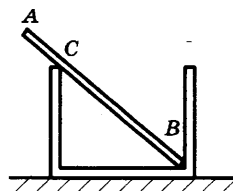
--	--

## Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Однородный стержень  $AB$  массой 100 г покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом  $B$  и опираясь на край банки в точке  $C$  (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке  $C$ , равен 0,5 Н. Чему равен модуль горизонтальной составляющей силы, с которой стержень давит на сосуд в точке  $B$ , если модуль вертикальной составляющей этой силы равен 0,6 Н? Трением пренебречь.

25



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

26

26. Кусок льда, имеющий температуру  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , помещен в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лед в воду температурой  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , требуется количество теплоты  $100\text{ кДж}$ . Какая температура установится внутри калориметра, если лед получит от нагревателя количество теплоты  $75\text{ кДж}$ ? Теплоемкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ .

27

27. Частица массой  $1\text{ мг}$  переместилась за  $3\text{ с}$  на расстояние  $0,45\text{ м}$  по горизонтали в однородном горизонтальном электрическом поле напряженностью  $5000\text{ В/м}$ . Начальная скорость частицы равна нулю. Каков заряд частицы? Сопротивлением воздуха и действием силы тяжести пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^{-11}\text{ Кл}$ .

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28

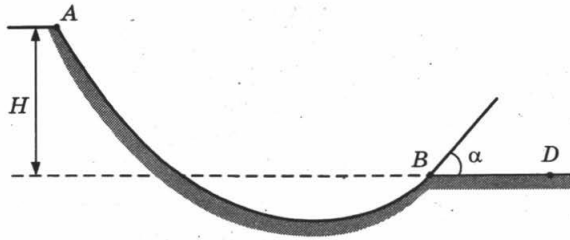
28. При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором — на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок.

Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

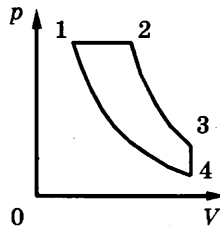
29

29. Шайба массой  $m = 100\text{ г}$  начинает движение по желобу  $AB$  из точки  $A$  из состояния покоя. Точка  $A$  расположена выше точки  $B$  на высоте  $H = 6\text{ м}$ . В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на величину  $\Delta E$ . В точке  $B$  шайба вылетает из желоба под углом  $\alpha = 15^{\circ}$  к горизонту и падает на землю в точке  $D$ , находящейся на одной горизонтали с точкой  $B$  (см. рисунок).  $BD = 4\text{ м}$ . Найдите величину  $\Delta E$ . Сопротивлением воздуха пренебречь.



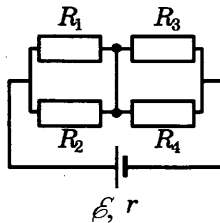
30. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на  $pV$ -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД этого цикла  $\eta = 15\%$ , а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе  $t_{\min} = 37^\circ\text{C}$  и  $t_{\max} = 302^\circ\text{C}$ , определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.

30



31. Какая тепловая мощность будет выделяться на резисторе  $R_1$  в схеме, изображенной на рисунке, если резистор  $R_2$  перегорит (превратится в разрыв цепи)? Все резисторы, включенные в схему, имеют одинаковое сопротивление  $R = 20\ \text{Ом}$ . Внутреннее сопротивление источника  $r = 2\ \text{Ом}$ ; его ЭДС  $\mathcal{E} = 110\ \text{В}$ .

31



32. Квадратная проволочная рамка со стороной  $l = 10\ \text{см}$  находится в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ . На рисунке изображено изменение проекции вектора  $\vec{B}$  на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время  $t = 10\ \text{с}$  в рамке выделяется количество теплоты  $Q = 0,1\ \text{мДж}$ . Каково сопротивление проволоки, из которой сделана рамка?

32

