

**Единый государственный экзамен  
по ФИЗИКЕ**

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

**Инструкция по выполнению работы**

**Десятичные приставки**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 37,5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: 

А	Б
4	1

741 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо 13 ВПРАВО Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: (14 ± 0,2) Н 221,40,2 Бланк

Ответ к заданиям 27–31 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

**Желаем успеха!**

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	$10^{-12}$

<b>Константы</b>	
число π	$\pi = 3,14$
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 электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

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

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



<b>Плотность</b>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия 2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа 7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути 13600 кг/м <sup>3</sup>

<b>Удельная теплоёмкость</b>			
воды	4,2·10 <sup>3</sup> Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 <sup>3</sup> Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	800 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
<b>Удельная теплота</b>			
парообразования воды	2,3·10 <sup>6</sup> Дж/К		
плавления свинца	2,5·10 <sup>4</sup> Дж/К		
плавления льда	3,3·10 <sup>5</sup> Дж/К		

**Нормальные условия:** давление - 10<sup>5</sup> Па, температура – 0 °С

<b>Молярная масса</b>			
азота	28·10 <sup>-3</sup> кг/моль	гелия	4·10 <sup>-3</sup> кг/моль
аргона	40·10 <sup>-3</sup> кг/моль	кислорода	32·10 <sup>-3</sup> кг/моль
водорода	2·10 <sup>-3</sup> кг/моль	лития	6·10 <sup>-3</sup> кг/моль
воздуха	29·10 <sup>-3</sup> кг/моль	неона	20·10 <sup>-3</sup> кг/моль
воды	18·10 <sup>-3</sup> кг/моль	углекислого газа	44·10 <sup>-3</sup> кг/моль

**Часть 1**

*Ответами к заданиям 1–23 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

**1** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 4 м/с, а у подножия горки она равнялась 14 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

Ответ: \_\_\_\_\_ м

**2** У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 180 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта, если он находится на орбите на расстоянии полутора лунных радиусов от ее центра?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

**3** При исследовании упругих свойств пружины ученик получил следующую таблицу результатов измерений силы упругости пружины и ее удлинения:

F, Н	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Δx, см	0	1	2	3	4	5

Жесткость пружины равна

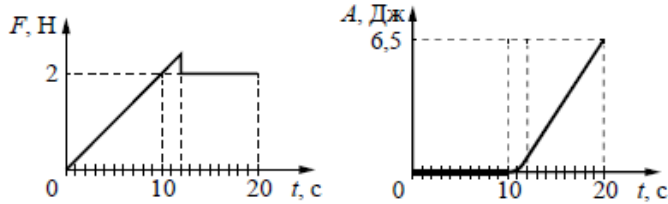
Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м

**4** Какова длина волны λ звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде v = 1500 м/с, а период звуковых колебаний T = 2·10<sup>-2</sup> с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.



- 5** На шероховатой поверхности лежит брусок массой 1 кг. На него начинает действовать горизонтальная сила,  $\vec{F}$ , направленная вдоль поверхности и зависящая от времени так, как показано на графике слева. Зависимость работы этой силы от времени представлена на графике справа. Выберите два верных утверждения на основании анализа представленных графиков.



- 1) В момент времени 10 с сила трения покоя равна 2 Н.
- 2) За первые 10 с брусок переместился на 20 м.
- 3) В момент времени 10 с сила трения скольжения равна 2 Н.
- 4) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянным ускорением.
- 5) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянной скоростью.

Ответ: 

--	--

- 6** Сани скатываются с ледяной горки, расположенной под углом  $45^\circ$  к горизонту. Как изменятся ускорение санок и сила трения, если на санки сядет человек?

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ускорение	Сила трения

Ответ: 

--	--

- 7** Кубик объемом  $V$  полностью погружен в жидкость плотностью  $\rho$  так, что его нижняя грань находится на глубине  $h$  под поверхностью воды, но не касается дна сосуда. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) гидростатическое давление жидкости на нижнюю грань кубика  
 Б) выталкивающая сила, действующая на кубик со стороны жидкости

ФОРМУЛЫ

- 1)  $\rho g V$   
 2)  $\rho g h V^{2/3}$   
 3)  $\rho g h$   
 4)  $\rho g V / h^2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б

- 8** Сколько молекул содержится в газе объемом  $2 \text{ м}^3$  при давлении 150 кПа и температуре  $27^\circ\text{C}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^{25}$

- 9** При изохорном охлаждении внутренняя энергия уменьшилась на 350 Дж. А давление уменьшилось в 2 раза. Какую работу совершил при этом газ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 10** В идеальном тепловом двигателе абсолютная температура нагревателя в 3 раза выше температуры холодильника. Нагреватель передал газу количество теплоты 40 кДж. Какую работу совершил газ? Ответ округлить до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.





**11** Идеальный газ сжимают при постоянной температуре. В этом процессе

- 1) средняя энергия хаотичного движения молекул газа увеличивается
- 2) средняя энергия хаотичного движения молекул газа не меняется
- 3) молярная масса газа увеличивается
- 4) газ отдает определенное количество теплоты
- 5) газ получает определенное количество теплоты

Ответ:

**12** В процессе сжатия 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

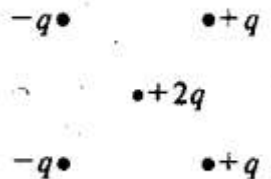
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура гелия	Давление гелия

**13** Как направлена кулоновская сила  $F$ , действующая на положительный точечный заряд  $2q$ , помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды:  $+q$ ,  $+q$ ,  $-q$ ,  $-q$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_.

**14** Луч света переходит из глицерина в воду. Определите угол преломления луча, если угол падения равен  $30^\circ$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_<sup>0</sup>

**15** Расстояние между пластинами квадратного плоского воздушного конденсатора со стороной 10 см равно 1 мм. Какова разность потенциалов между пластинами, если заряд конденсатора равен 1 нКл? Ответ округлить до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ В

**16** Поверхность металла освещают светом частотой  $\nu$ . При этом наблюдается фотоэффект. При увеличении частоты падающего света в 2 раза:

- 1) фотоэффект не будет происходить
- 2) количество фотоэлектронов увеличится в 2 раза
- 3) длина световой волны уменьшится в 2 раза
- 4) максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона увеличится более чем в 2 раза
- 5) максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона увеличится в 2 раза

Выберите два верных утверждения.

Ответ:

**17** По проволочному резистору течет ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его электрическое сопротивление?

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

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

Тепловая мощность	Электрическое сопротивление резистора

**18** Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Частота световой волны  $\nu$ , длина волны в воде  $\lambda$ , показатель преломления воды относительно воздуха  $n$ .  
Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) скорость света в воздухе	1) $\lambda \cdot \nu$
Б) длина световой волны в воздухе	2) $\lambda \cdot n$
	3) $\lambda \cdot \nu \cdot n$
	4) $\lambda \cdot n / \nu$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

**19** Атом фосфора  ${}_{15}^{31}\text{P}$  содержит:

Число электронов	Число нейтронов

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

**20** Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Определите отношение частоты света первого пучка к частоте второго?

Ответ: \_\_\_\_\_.

**21** При освещении металлической пластины светом частотой  $\nu$  наблюдается фотоэффект. Как изменятся работа выхода  $A_{\text{вых}}$  и красная граница фотоэффекта при увеличении частоты падающего света в 2 раза?

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.

Работа выхода $A_{\text{вых}}$	«Красная граница» фотоэффекта

**22** Плоский воздушный конденсатор зарядили и НЕ отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если расстояние между пластинами конденсатора увеличить в 2 раза?

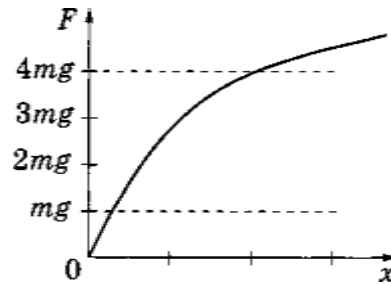
- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 1) увеличится в 2 раза | 2) уменьшится в 2 раза |
| 3) увеличится в 4 раза | 4) уменьшится в 4 раза |

Ответ: \_\_\_\_\_.



23

Зависимость модуля силы упругости резинового жгута  $F$  от удлинения  $x$  изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массой  $m$ , подвешенного на резиновом жгуте, равен  $T_0$ .



Выберите *два* утверждения, соответствующих данному графику.

- 1) Для удлинения жгута закон Гука выполняется при всех используемых в опыте массах грузов.
- 2) Частота колебаний груза сначала увеличивается, а затем уменьшается.
- 3) При увеличении массы груза период его колебаний на резиновом жгуте увеличивается.
- 4) Период  $T$  малых вертикальных колебаний груза массой  $4m$  на этом жгуте удовлетворяет соотношению  $T > 2T_0$ .
- 5) Период  $T$  малых вертикальных колебаний груза массой  $4m$  на этом жгуте удовлетворяет соотношению  $T < 0,5T_0$ .

Ответ:

--	--

24

Какие утверждения о Солнечной системе являются верными? В ответе укажите номера двух утверждений.

- 1) Солнце – типичный желтый карлик.
- 2) Облако Оорта – это грозовой фронт на Венере.
- 3) Первооткрывателем законов движения планет Солнечной системы был Николай Коперник.
- 4) Комета Галлея появляется в небе Земли с периодичностью в 75-76 лет.
- 5) Пояс астероидов расположен между Солнцем и Меркурием.

Ответ:

--	--

**Часть 2**

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25

Человек вращает камень, привязанный к шнуру длиной 80 см, в вертикальной плоскости с частотой 4 об/с. На какую высоту взлетит камень, если шнур оборвётся в тот момент, когда скорость камня направлена вертикально вверх? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

26

Из баллона со сжатым водородом ёмкостью 10 л вследствие неисправности вентиля утекает газ. При температуре  $7^\circ\text{C}$  манометр показывал 5 МПа. Через некоторое время при температуре  $17^\circ\text{C}$  манометр показывал такое же давление. Определите массу водорода, вышедшего из баллона вследствие утечки. Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

27

Расстояние между двумя когерентными источниками света с длиной волны 0,6 мкм равно 0,18 мм, а расстояние между соседними тёмными полосами интерференционной картины 1 см. Определите расстояние от источников до экрана.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.*

*Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

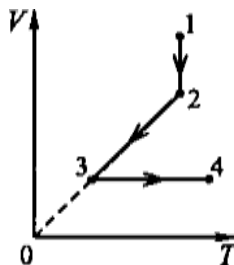


ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 171120



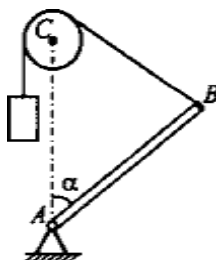


- 28 На  $V-T$  — диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного вещества газа при переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменялось давление газа  $p$  на каждом из трёх участков? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы были использованы.



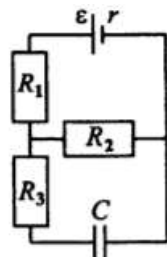
*Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

- 29 Стержень  $AB$  массой  $5\text{ кг}$  прикреплен к неподвижной опоре шарниром  $A$  в вертикальной плоскости. К концу  $B$  стержня прикреплена нить. Нить перекинута через блок  $C$ , и к ней подвешен груз массой  $2,5\text{ кг}$ . Оси блока  $C$  и шарнира  $A$  расположены на одной вертикали, причём  $AC$  —  $AB$ . При каком угле  $\alpha$  между стержнем и вертикалью система будет находиться в равновесии?



- 30 В лаборатории при температуре  $27^\circ\text{C}$  и давлении  $750\text{ мм рт.ст.}$  проводится опыт. Запаянная с одного конца трубка, в которой находится столбик ртути длиной  $7,5\text{ см}$ , запирающий небольшой объём воздуха, расположена горизонтально. Когда трубку расположили вертикально, открытым концом вверх, объём воздуха уменьшился. На сколько градусов нужно нагреть воздух, чтобы он занял свой первоначальный объём?

- 31 Конденсатор ёмкостью  $1\text{ мкФ}$  присоединён к источнику постоянного тока с ЭДС  $2,4\text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $1\text{ Ом}$ . Сопротивления резисторов  $R_1 = 4\text{ Ом}$ ,  $R_2 = 7\text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3\text{ Ом}$ . Каков заряд на конденсаторе?



- 32 Мальчик с помощью фокусировки солнечного света увеличительным стеклом хочет испарить каплю воды объёмом  $2,5\text{ мм}^3$ . Какое время ему потребуется для этого, если солнечная постоянная  $w = 1,4\text{ кВт/м}^2$ , диаметр увеличительного стекла  $5\text{ см}$ , начальная температура капля  $0^\circ\text{C}$ , и весь сфокусированный свет поглощается каплей?

**О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»**

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

**Нашли ошибку в варианте?**

Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!  
Для замечаний и пожеланий: [https://vk.com/topic-10175642\\_35994898](https://vk.com/topic-10175642_35994898)  
(также доступны другие варианты для скачивания)

**О МАТЕРИАЛАХ:**

При составлении варианта использовались материалы следующего учебного пособия:  
"Физика. Подготовка к ЕГЭ" авторов В.Д. Кочетова, М.П. Сениной, которое можно приобрести в интернет-магазинах [www.narobraz.ru](http://www.narobraz.ru) и [www.afina-r.ru](http://www.afina-r.ru)



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 171120



Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–27

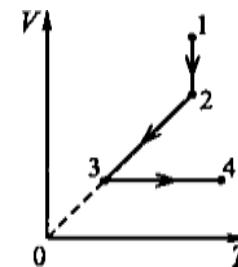
За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25, 26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	9	15	11.3
2	80	16	34
3	50	17	32
4	30	18	32
5	15	19	016
6	31	20	3
7	31	21	33
8	7.2	22	2
9	0	23	34
10	27	24	14
11	24	25	375
12	31	26	2
13	2	27	0,5
14	33.5		

28

На VT — диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного вещества газа при переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменялось давление газа  $p$  на каждом из трёх участков? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы были использованы.



На участке 1 – 2 процесс изотермический. Т.к. количество вещества (газа) не изменялось, то согласно закону Бойля-Мариотта  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$ . По рисунку  $V_1 > V_2$ , значит  $p_2 > p_1$ , т.е. на участке 1 – 2 давление увеличивается.

На участке 2 – 3 процесс изобарный, значит, давление не изменяется.

На участке 3 – 4 процесс изохорный. Согласно закону Шарля  $\frac{p_3}{p_4} = \frac{T_3}{T_4}$ . Очевидно, что  $T_4 > T_3$ , значит  $p_4 > p_3$ , т.е. на участке 3 – 4 давление увеличивается.

Ответ: 1–2 увеличивается, 2–3 не изменяется, 3–4 увеличивается.





- 29** Стержень АВ массой 5 кг прикреплен к неподвижной опоре шарниром А в вертикальной плоскости. К концу В стержня прикреплена нить. Нить перекинута через блок С, и к ней подвешен груз массой 2,5 кг. Оси блока С и шарнира А расположены на одной вертикали, причём АС — АВ. При каком угле  $\alpha$  между стержнем и вертикалью система будет находиться в равновесии?

**Решение.**

1. Т.к.  $AC = BC$ , то  $\angle ABC = \angle ACB = \beta$ ;

$$\beta = \frac{1}{2}(180^\circ - \alpha) = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}.$$

2. Т.к. стержень находится в равновесии, то сумма моментов всех сил, действующих на стержень относительно оси, проходящей через точку А перпендикулярно плоскости рисунка, равна нулю:

$$mg \cdot \sin \alpha \cdot \frac{AB}{2} - T \cdot \sin \beta \cdot AB = 0 \quad (*),$$

где  $T = m_1g$  — сила натяжения нити.

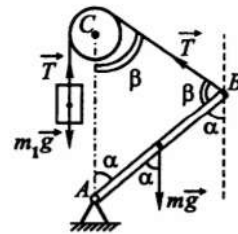
Тогда из уравнения (\*) получаем:

$$\frac{1}{2} \cdot mg \cdot \sin \alpha = m_1g \cdot \sin \beta; \quad \frac{m}{2} \cdot \sin \alpha = m_1 \cdot \sin \left(90 - \frac{\alpha}{2}\right);$$

$$\frac{m}{2} \cdot 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = m_1 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}; \quad \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{m_1}{m}; \quad \frac{\alpha}{2} = \arcsin \frac{m_1}{m};$$

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{m_1}{m}; \quad \alpha = 2 \arcsin \frac{2,5}{5} = 2 \arcsin \frac{1}{2} = 2 \cdot 30^\circ = 60^\circ.$$

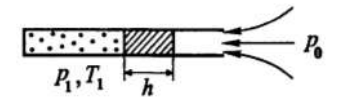
**Ответ:**  $60^\circ$ .



- 30** В лаборатории при температуре  $27^\circ\text{C}$  и давлении 750 мм рт.ст. проводится опыт. Запаянная с одного конца трубка, в которой находится столбик ртути длиной 7,5 см, запирающий небольшой объём воздуха, расположена горизонтально. Когда трубку расположили вертикально, открытым концом вверх, объём воздуха уменьшился. На сколько градусов нужно нагреть воздух, чтобы он занял свой первоначальный объём?

**Решение.**

1. При горизонтальном положении трубки для объёма воздуха, запятого столбиком ртути:  $p_1 = p_0$ ;  $T_1 = T_0$ .



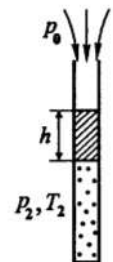
2. Когда трубку поставили вертикально:

$$p_2 = p_0 + \rho gh; \quad T_2 = T_0 + \Delta T.$$

3. Т.к. по условию задачи объём газа остался неизменным, то согласно закону Шарля:  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$ ;

$$\frac{p_0}{p_0 + \rho gh} = \frac{T_0}{T_0 + \Delta T}; \quad p_0 \Delta T = \rho gh \cdot T_0;$$

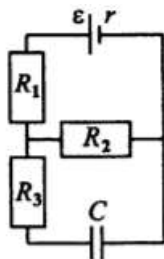
$$\Delta T = \frac{\rho gh \cdot T_0}{p_0}; \quad \Delta T = \frac{75 \cdot 300}{750} = 30 \text{ (K)}.$$



**Ответ:** 30 К.



- 31 Конденсатор ёмкостью 1 мкФ присоединён к источнику постоянного тока с ЭДС 2,4 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов  $R_1 = 4$  Ом,  $R_2 = 7$  Ом,  $R_3 = 3$  Ом. Каков заряд на конденсаторе?



Решение.

1. В стационарном состоянии конденсатор заряжен, т.е. ток через него не идёт, а значит, ток не идёт и через резистор  $R_3$ . Заряд на конденсаторе:

$$q = CU_C \quad (1).$$

2. Разность потенциалов на конденсаторе  $U_C$  равна разности потенциалов на резисторе  $R_2$ :  $U_C = U_2 = IR_2$  (2).

3. Силу тока  $I$  найдём из закона Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r} \quad (3).$$

Подставив (3) в (2), а затем (2) в (1), получим:

$$q = C \cdot \frac{\varepsilon R_2}{R_1 + R_2 + r};$$

$$q = \frac{10^{-6} \cdot 2,4 \cdot 7}{12} = 1,4 \cdot 10^{-6} (\text{Кл}) = 1,4 (\text{мкКл}).$$

Ответ: 1,4 мкКл.

- 32 Мальчик с помощью фокусировки солнечного света увеличительным стеклом хочет испарить каплю воды объёмом 2,5 мм<sup>3</sup>. Какое время ему потребуется для этого, если солнечная постоянная  $w = 1,4$  кВт/м<sup>2</sup>, диаметр увеличительного стекла 5 см, начальная температура капля 0°C, и весь сфокусированный свет поглощается каплей?

Решение.

1. Энергия, необходимая для нагревания и испарения капли воды:

$$E = Q_1 + Q_2,$$

$$Q_1 = cm\Delta t = c\rho V(t_2 - t_1) - \text{теплота, идущая на нагревание воды.}$$

$c$  – удельная теплоёмкость воды.

$\rho$  – плотность воды.

$t_2 = 100^\circ\text{C}$  – температура кипения воды при нормальных условиях.

$$Q_2 = Lm = L \cdot \rho \cdot V - \text{теплота, необходимая для испарения воды.}$$

$L$  – удельная теплота парообразования воды.

$$\text{Таким образом, } E = c\rho \cdot V(t_2 - t_1) + L\rho \cdot V = \rho V(c(t_2 - t_1) + L) \quad (1).$$

2. Солнечная постоянная – это энергия излучения Солнца, попадающая в единицу времени на единицу площади при нормальном падении солнечного света:  $w = \frac{W}{S \cdot \tau}$ . Отсюда:  $W = w \cdot S \cdot \tau$  – энергия Солнца.

$$S = \frac{\pi D^2}{4} - \text{площадь увеличительного стекла. } W = \frac{w \cdot \pi D^2}{4} \cdot \tau \quad (2).$$

3. Приравняв правые части выражений (1) и (2), найдём время:

$$\rho V(c(t_2 - t_1) + L) = \frac{w \cdot \pi D^2}{4} \cdot \tau, \quad \tau = \frac{4\rho V(c(t_2 - t_1) + L)}{w \cdot \pi D^2},$$

$$\tau = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-9} (4200 \cdot 100 + 2,3 \cdot 10^6)}{3,14 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot 1,4 \cdot 10^3} = 2,5 (\text{с}).$$

Ответ: 2,5 с

