





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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$
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	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Нм}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$

### **Соотношение между различными единицами**

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы	$931,5 \text{ МэВ}$
эквивалентна	
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	$1000 \text{ кг/м}^3$	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	$13600 \text{ кг/м}^3$

### **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  $10^5$  Па, температура  $0^\circ\text{C}$

**Молярная масса:**

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

### Часть 1

**Ответом к заданиям 1-24 является цифра, число или последовательность цифр. 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

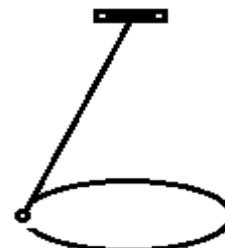
1. Уравнение координаты тела имеет вид  $x = 4 + 1,5 t + t^2$ . Чему равна скорость автомобиля через 6 с?

- 1) 9,5 м/с      2) 11,5 м/с      3) 12,5 м/с      4) 13,5 м/с

Ответ:

2. Грузик массой 0,1 кг привязан к нити длиной 1 м и вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 0,2 м. Момент силы тяжести грузика относительно точки подвеса равен

- 1) 0,2 Н·м      2) 0,4 Н·м      3) 0,8 Н·м      4) 1,0 Н·м



Ответ:

3. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если и масса спутника, и расстояние от него до центра Земли увеличить в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_

4. Тележка движется с постоянной скоростью. Человек, скорость которого в 2 раза больше, догоняет тележку, вскакивает на нее и остается на ней, в результате чего скорость тележки увеличивается на 20%. Во сколько раз масса тележки больше массы человека?

Ответ: \_\_\_\_\_

5. Определите выталкивающую силу, действующую на погруженный в воду камень объемом  $0,5 \text{ м}^3$ .  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ кН

6. Шарик, брошенный вертикально вверх с поверхности земли с начальной скоростью  $v_0$ , поднялся на высоту  $H$ , а затем упал обратно на землю. Что



произойдет с временем полета и высотой подъема шарика, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится                      2) уменьшится                      3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Время полета	Высота подъема

7. Установите соответствие между физическими величинами и их возможными изменениями, анализируя следующую ситуацию: «Нитяной маятник совершает незатухающие гармонические колебания. Если увеличить амплитуду колебаний маятника, не меняя длину его нити и массу, то ...»

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

#### ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ

А) период колебаний

1) увеличится

В) механическая энергия

2) уменьшится

Ответ:

3) ается величиной постоянной

А	Б

8. При  $100^{\circ}\text{C}$  вода при нормальном атмосферном давлении закипает и переходит из жидкого состояния в газообразное. Что происходит в процессе кипения с её температурой и внутренней энергией?

1) растёт и температура, и внутренняя энергия

2) температура не изменяется, внутренняя энергия растёт

3) не изменяется ни температура, ни внутренняя энергия

4) температура растёт, внутренняя энергия не изменяется

Ответ:

9. Какой объём занимает газ при температуре 300 К и давлении 414 кПа, если число молекул газа составляет  $5 \cdot 10^{24}$ ? Постоянная Больцмана  $1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К.

1) 40 л

2) 50 л

3) 60 л

4) 80 л



**10.** Определите изменение внутренней энергии 0,5 моль газа при изобарном нагревании от температуры  $27^{\circ}\text{C}$  до  $47^{\circ}\text{C}$ , если газу было сообщено количество теплоты 290 Дж. Универсальная газовая постоянная 8,3 Дж/(моль·К).

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

**11.** Газ совершает изобарный процесс. А и Б представляют собой физические величины, характеризующие состояние газа.

Установите соответствие между физическими величинами и графиками, которые отражают зависимости этих величин от объема.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ГРАФИКИ
А) концентрация молекул	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>2)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>3)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>4)</p> </div> </div>
Б) термодинамическая температура	

Ответ:

А	Б

**12.** 1 моль одноатомного идеального газа изобарно охладился. Как изменились при этом его объем и внутренняя энергия?

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.

Ответ:

Объем газа	Внутренняя энергия газа

**13.** Шарик массой 4,5 г с зарядом 0,1 мкКл помещен в масло плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$ . Плотность материала шарика  $1500 \text{ кг/м}^3$ . Определите



напряженность электрического поля, в которое следует поместить шарик, чтобы он находился в равновесии,  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

- 1) 105 кВ/м      2) 150 кВ/м      3) 210 кВ/м      4) 220 кВ/м

Ответ:

**14.** Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии 15 см друг от друга. В какой точке пространства, считая от первого заряда, напряженность поля равна нулю. Заряды одноименны.

- 1) 15 см      2) 10 см      3) 5 см      4) 2 см

Ответ:

**15.** Какой заряд пройдет по проводнику сопротивлением 10 Ом за время 20 с, если к его концам приложено напряжение 12 В?

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл

**16.** На плоское зеркало падает луч, таким образом, что угол между падающим и отражённым лучами равен  $60^\circ$ . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Ответ: \_\_\_\_\_

**17.** Световая волна с длиной волны  $\lambda$  распространяется в воздухе и под некоторым углом падает на стеклянную пластинку. Как изменятся при увеличении угла падения угол преломления и скорость распространения света в стекле? 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.

Ответ:

Угол преломления	Скорость света в стекле

**18.** Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физическая величина	Приборы
А) электрический заряд Б) сила тока	1) вольтметр 2) электроскоп 3) омметр 4) ваттметр 5) амперметр

Ответ:

А	Б



**19.** Как связаны между собой времена жизни двух одинаковых нестабильных частиц, одна из которых при измерении покоится относительно наблюдателя, а другая движется со скоростью, отличающейся на 10 % от скорости света в вакууме?

- 1) у покоящейся частицы больше в 1,2 раза.
- 2) у движущейся частицы больше в 1,2 раза.
- 3) у покоящейся частицы больше в 2,3 раза.
- 4) у движущейся частицы больше в 2,3 раза

Ответ:

**20.** Ядро полония  ${}_{84}\text{Po}^{214}$  образуется из ядра  ${}_{84}\text{Po}^{218}$  в результате цепочки последовательных  $\alpha$  и  $\beta$  распадов. Такое превращение возможно в результате

- 1) одного  $\alpha$ -распада и одного  $\beta$ -распада
- 2) двух  $\alpha$ -распадов и двух  $\beta$ -распадов
- 3) двух  $\alpha$ -распадов и одного  $\beta$ -распада
- 4) одного  $\alpha$ -распада и двух  $\beta$ -распадов

Ответ:

**21.** Период полураспада радиоактивного изотопа цезия  ${}_{55}\text{Cs}^{137}$  составляет 30 лет. Если изначально было  $4 \cdot 10^{16}$  атомов  ${}_{55}\text{Cs}^{137}$ , то примерно, сколько их будет через 60 лет?

- 1)  $2 \cdot 10^{16}$
- 2)  $1 \cdot 10^{16}$
- 3)  $1 \cdot 10^{14}$
- 4) 0

Ответ:

**22.** Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\nu$  - частота фотона,  $h$  - постоянная Планка,  $c$  - скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) импульс фотона	1) $\frac{h\nu}{c}$
Б) длина волны фотона	2) $\frac{hc}{\nu}$
	3) $\frac{hc}{E}$
	4) $\frac{h}{\nu}$

Ответ:

А	Б

**23.** Имеется 5 математических маятников, параметры которых приведены в таблице. Какие из них нужно выбрать, чтобы изучить зависимость периода колебаний математического маятника от его длины?

Маятник	Материал шарика	Длина нити, см
---------	-----------------	----------------



№1	Свинец	50
№2	Свинец	55
№3	Свинец	60
№4	Латунь	65
№5	Сталь	70

- 1) 1-5      2) только 3-5      3) только 5      4) только 1-3

Ответ:

**24.** Чтобы проверить одновременность падения тел разной массы с одинаковой высоты под действием только силы тяжести, необходимо...

Выберите два верных утверждения и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) бросить тела разной массы с одной и той же высоты в воздухе
- 2) бросить тела разной массы с одной и той же высоты в воде
- 3) бросить тела разной массы с одной и той же высоты в вакууме
- 4) познакомиться с результатами опыта Галилея
- 5) провести эксперименты по падению разных тел в вакууме

Ответ:

*Ответом к заданиям 25-27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенести 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.** Два шара движутся по гладкой горизонтальной плоскости вдоль одной прямой. Первый шар имеет массу 0,5 кг и скорость 10 м/с, а второй – массу 1 кг и скорость 5 м/с. После того, как первый шар догоняет второй, происходит упругий удар и скорость первого шара уменьшается до 8 м/с. Какова скорость второго шара после удара?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

**26.** В одном сосуде объемом 10 л находится воздух с относительной влажностью 40%, а в другом сосуде объемом 30 л — воздух при той же температуре, но при относительной влажности 60%. Сосуды соединены тонкой трубкой с краном. Какая относительная влажность (в процентах) установится после открывания крана?

Ответ: \_\_\_\_\_ %

**27.** Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны  $\lambda_{кр} = 600$  нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов?

Ответ: \_\_\_\_\_ нм



***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 (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**28.** По катушке с большим числом витков течет переменный ток. Внутри катушки вносят массивный стержень из алюминия и оставляют там. Какое явление будет наблюдаться спустя некоторое время? Ответ поясните, ссылаясь на физические закономерности.

***Полное правильное решение каждой из задач 29-32 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.** Мальчик массой  $m=50$  кг качается на качелях с длиной подвеса  $l = 4$  м. С какой силой  $F$  он давит на сиденье при прохождении среднего положения со скоростью  $v=6$  м/с?

**30.** Двигатель автомобиля расходует 7 л бензина за 1 час. Какую максимальную полезную мощность мог бы развить автомобиль, если температура газов в камере сгорания и при выхлопе достигла соответственно 1200 К и 360 К? Удельная теплота сгорания бензина 46 МДж/кг, его плотность  $700\text{кг/м}^3$ .

**31.** Напряженность поля двух точечных зарядов в точке, удаленной от первого заряда на расстояние 4 см, второго - на 3 см, расположенных на расстоянии 5 см друг от друга, равна 20 кВ/м. Если величина первого заряда составляет – 1,5 нКл, то какова величина второго заряда?

**32.** Определите частоту фотона, импульс которого в 1,5 раза меньше импульса электрона, движущегося со скоростью 150 км/с.