

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 π	$\pi = 3,14$
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	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
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		нодсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды	4,2 · 10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1 · 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 · 10 ⁶ Дж/кг	плавления льда	3,3 · 10 ⁵ Дж/кг
плавления свинца	2,5 · 10 ⁴ Дж/кг		

Нормальные условия давление 10⁵ Па, температура 0 °С

Молярная масса

азота	28 · 10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32 · 10 ⁻³ кг/моль
аргона	40 · 10 ⁻³ кг/моль	лития	6 · 10 ⁻³ кг/моль
водорода	2 · 10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96 · 10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29 · 10 ⁻³ кг/моль	неона	20 · 10 ⁻³ кг/моль
гелия	4 · 10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44 · 10 ⁻³ кг/моль

ВАРИАНТ 2

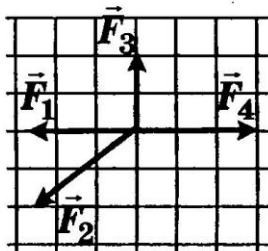
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1–А25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- А1.** Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид: $x = 20 - 6t + 2t^2$.

Через сколько секунд после начала отсчета времени $t = 0$ с проекция вектора скорости тела на ось Ox станет равной нулю?

- | | |
|----------|--------|
| 1) 1,5 с | 3) 3 с |
| 2) 2 с | 4) 5 с |
- А2.** Шар на нити колеблется как маятник. Как направлен вектор равнодействующей всех сил, действующих на шар в момент прохождения положения равновесия?
- 1) Вертикально вверх
 - 2) Вертикально вниз
 - 3) По направлению вектора скорости
 - 4) Против направления вектора скорости
- А3.** Растянутая на 2 см стальная пружина обладает потенциальной энергией упругой деформации 4 Дж. При растяжении этой пружины еще на 2 см ее потенциальная энергия упругой деформации увеличится на
- | | |
|---------|----------|
| 1) 4 Дж | 3) 12 Дж |
| 2) 8 Дж | 4) 16 Дж |
- А4.** На рисунке представлены четыре вектора сил. С исключением какого из четырех векторов равнодействующая оставшихся трех векторов равна нулю?



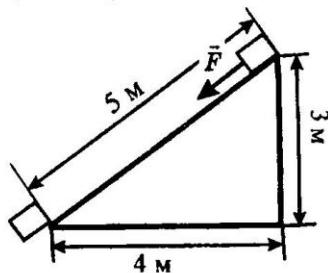
1) \vec{F}_1

3) \vec{F}_3

2) \vec{F}_2

4) \vec{F}_4

- А5.** Тело массой 3 кг под действием силы \vec{F} перемещается вниз по наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом уменьшается на $h = 3$ м. Вектор силы \vec{F} направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы \vec{F} равен 20 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила трения? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.



1) 100 Дж

3) 60 Н

2) 90 Дж

4) -60 Н

- А6.** Гири массой 2 кг подвешена на стальной пружине и совершает свободные колебания вдоль вертикально направленной оси Ox , координата x центра масс гири изменяется со временем по закону $x = 0,4 \cdot \sin 5t$. Кинетическая энергия гири изменяется по закону

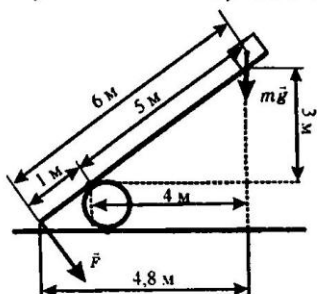
1) $4 \cdot \cos^2 5t$

3) $8 \cdot \sin^2 5t$

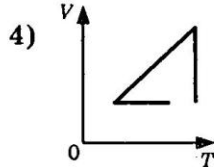
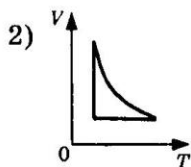
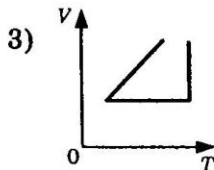
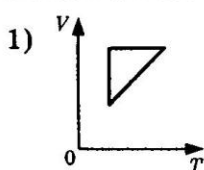
2) $4 \cdot \sin^2 5t$

4) $8 \cdot \cos^2 5t$

- А7. Под действием силы тяжести mg груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы \vec{F} равен 600 Н, то модуль силы тяжести, действующей на груз, равен
- 1) 100 Н 2) 120 Н 3) 150 Н 4) 2400 Н



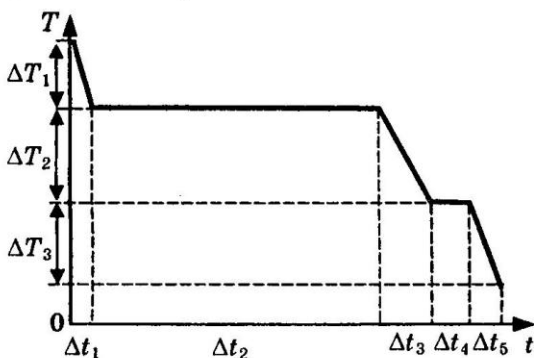
- А8. При температуре T_0 и давлении p_0 один моль идеального газа занимает объем V_0 . Каков объем двух молей газа при том же давлении p_0 и температуре $2T_0$?
- 1) $4V_0$ 2) $2V_0$ 3) V_0 4) $8V_0$
- А9. Идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях $V-T$ соответствует этим изменениям состояния газа?



A10. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Работа, совершенная внешними силами над газом, равна

- 1) 100 Дж
- 2) 200 Дж
- 3) -200 Дж
- 4) 0 Дж

A11. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоту конденсации водяного пара по результатам этого опыта?



- | | |
|--|--|
| 1) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m \cdot \Delta T_3}$ | 3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$ |
| 2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$ | 4) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$ |

A12. Идеальная тепловая машина с КПД 60% за цикл работы получает от нагревателя 50 Дж. Какое количество теплоты машина отдает за цикл холодильнику?

- | | |
|----------|----------|
| 1) 20 Дж | 3) 50 Дж |
| 2) 30 Дж | 4) 80 Дж |

- A13.** Между двумя точечными заряженными телами сила электрического взаимодействия равна 12 мН. Если заряд одного тела увеличить в 2 раза, а заряд другого тела уменьшить в 3 раза и расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то сила взаимодействия между телами станет равна
- 1) 32 мН 2) 16 мН 3) 8 мН 4) 4 мН
- A14.** Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза больше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В?
- 1) 50 В 2) 100 В 3) $50\sqrt{2}$ В 4) 25 В
- A15.** Какой из перечисленных ниже видов электромагнитных излучений имеет наименьшую длину волны?
- 1) Радиоволны
2) Видимый свет
3) Инфракрасное излучение
4) Рентгеновское излучение
- A16.** Одним из доказательств того, что электромагнитные волны поперечные, является существование у них свойства
- 1) поляризации 3) преломления
2) отражения 4) интерференции
- A17.** Собирающая линза, используемая в качестве лупы, дает изображение
- 1) действительное увеличенное
2) мнимое уменьшенное
3) мнимое увеличенное
4) действительное уменьшенное
- A18.** При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен 30° , а угол преломления 60° . Каков относительный показатель преломления первой среды относительно второй?
- 1) 0,5 2) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 3) 2 4) $\sqrt{3}$

- A23.** При делении ядра плутония образуется два осколка, удельная энергия связи протонов и нейтронов в каждом из осколков ядра оказывается больше, чем удельная энергия связи нуклонов в ядре плутония. Выделяется или поглощается энергия при делении ядра плутония?
- 1) Выделяется
 - 2) Поглощается
 - 3) Не изменяется
 - 4) В одном осколке выделяется, в другом поглощается
- A24.** Конденсатор электроемкостью $0,5 \text{ Ф}$ был заряжен до напряжения 4 В . Затем к нему подключили параллельно незаряженный конденсатор электроемкостью $0,5 \text{ Ф}$. Энергия системы из двух конденсаторов после их соединения равна
- 1) 16 Дж
 - 2) 8 Дж
 - 3) 4 Дж
 - 4) 2 Дж
- A25.** Человек массой m прыгает с горизонтально направленной скоростью v относительно Земли из неподвижной лодки массой M на берег. Если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало, то скорость лодки относительно Земли в момент отрыва человека от лодки равна
- 1) $2v$
 - 2) v
 - 3) $mv/(m + M)$
 - 4) mv/M

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 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. Положительно заряженная альфа-частица, испущенная радиоактивным ядром, движется по направлению к атомному ядру, вектор скорости направлен под некоторым углом к прямой, соединяющей частицу с ядром. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время приближения частицы к ядру и если изменяются, то как?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

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

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

В2. Установите соответствие между описанием действий человека в первом столбце таблицы и названиями этих действий во втором столбце.

ДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА**НАЗВАНИЕ
ДЕЙСТВИЯ**

- А) В летний день человек увидел на небе радугу после дождя
- Б) Он подумал, что возможно разноцветная радуга возникает в результате какого-то взаимодействия белого солнечного света с каплями дождя
- В) Для проверки этого предположения человек в солнечный день взял садовый шланг и пустил из него струю воды так, чтобы она распалась на множество мелких капель воды. И он увидел маленькую радугу
- 1) Эксперимент
2) Наблюдение
3) Гипотеза

А	Б	В

В3. При быстром движении поршня в закрытом цилиндре воздушного насоса объем воздуха увеличился. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс расширения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- А) Давление
- Б) Температура
- В) Внутренняя энергия
- 1) Увеличение
2) Уменьшение
3) Неизменность

А	Б	В

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

В4. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа. Что произойдет с напряжением на этой лампе, мощностью тока на ней и силой тока в цепи при подключении параллельно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Напряжение	Мощность	Сила тока

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Часть 3

Задания С1–С6 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 (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

**Давление и плотность насыщенного водяного пара
при различной температуре**

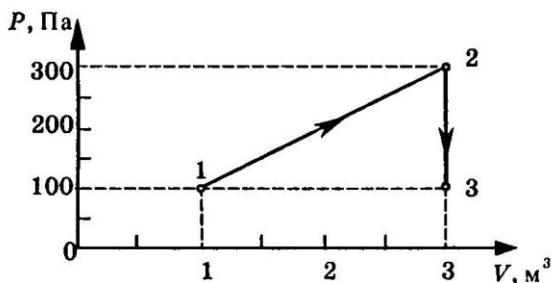
$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 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.

С2. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в нижней точке при движении тележки со скоростью 10 м/с сила давления человека на сидение тележки была равна 1800 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

С3. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. Ядро изотопа водорода ${}^2_1\text{H}$ — дейтерия — движется в однородном магнитном поле индукцией $3,34 \cdot 10^{-5}$ Тл перпендикулярно вектору \vec{B} индукции по окружности радиусом 10 м. Определите скорость ядра.

С5. Спектр наблюдается с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на миллиметр. При расположении решетки у глаза спектральная линия в спектре первого порядка наблюдается на расстоянии $a = 9$ см от щели в экране, расстояние от решетки до экрана $l = 40$ см. Определите длину волны наблюдаемой спектральной линии.

С6. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно $4 \cdot 10^{20}$ Дж в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?

