

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Справочные данные, которые могут понадобиться при выполнении работы.

Десятичные приставки		
Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9
мега	М	10^6
кило	к	10^3
гекто	г	10^2
санти	с	10^{-2}
милли	м	10^{-3}
микро	мк	10^{-6}
нано	н	10^{-9}

Константы	
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
элементарный электрический заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Плотность			
бензин	$710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	древесина (сосна)	$400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
спирт	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	парафин	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
керосин	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13\,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11\,350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Удельная			
теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	$327\,^\circ\text{C}$	воды	$100\,^\circ\text{C}$
олова	$232\,^\circ\text{C}$	спирта	$78\,^\circ\text{C}$
льда	$0\,^\circ\text{C}$		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{м}^2}{\text{м}}$ (при $20\,^\circ\text{C}$)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

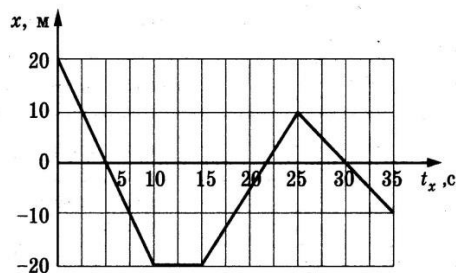
Нормальные условия: давление 10^5 Па , температура $0\,^\circ\text{C}$.

ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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 На рисунке приведён график зависимости координаты тела от времени при его прямолинейном движении по оси x .



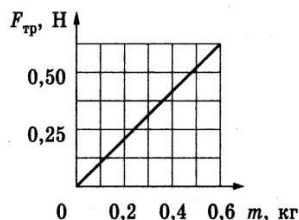
Чему равна проекция скорости в промежуток времени от 30 до 35 с?

Ответ: _____ м/с.

- 2 В инерциальной системе отсчёта сила F сообщает телу массой m ускорение a . Под действием какой силы тело вдвое меньшей массы приобретёт в этой системе отсчёта ускорение $4a$?

Ответ: _____.

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

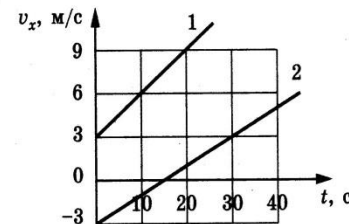


Ответ: _____.

- 4 Лебёдка равномерно поднимает груз массой 200 кг на высоту 3 м за 5 с. Какова мощность двигателя лебёдки?

Ответ: _____ Вт

- 5 Два тела движутся по оси Ox . На рисунке приведены графики зависимости проекций их скоростей v_x от времени t . На основании графиков выберите два верных утверждения о движении тел.



- 1) Проекция a_x ускорения тела 1 меньше проекции a_x ускорения тела 2.
- 2) Проекция a_x ускорения тела 1 равна $0,3 \text{ м/с}^2$.
- 3) Тело 2 в момент времени 15 с находилось в начале отсчёта.
- 4) Первые 15 с тела двигались в разные стороны.
- 5) Проекция a_x ускорения тела 2 равна $0,1 \text{ м/с}^2$.

Ответ: ☐ ☐

- 6 Стальной кубик, висящий на нити, целиком погружён в воду и не касается дна сосуда. Верхняя и нижняя грани кубика горизонтальны. Как изменятся давление воды на верхнюю грань кубика, а также модуль силы натяжения нити, если опустить кубик глубже, но так, чтобы он не касался дна сосуда?

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.

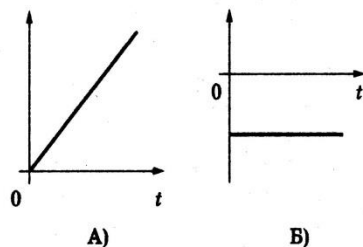
Давление воды на верхнюю грань кубика	Модуль силы натяжения нити
Ответ: <input type="text"/>	<input type="text"/>

- 7 В момент $t=0$ мячик бросают с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h . Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t .

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y=0$.)

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция импульса мячика на ось x
- 2) координата x мячика
- 3) проекция ускорения мячика на ось y
- 4) потенциальная энергия мячика

Ответ:

А	Б

- 8 При увеличении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Чему равна конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

- 9 Тепловая машина с КПД 60% за цикл получает от нагревателя 100 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?

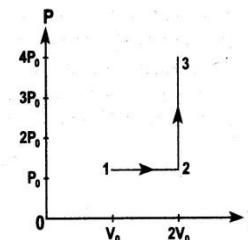
Ответ: _____ Дж.

- 10 В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 25 °С находится $1,38 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

Ответ: _____ %.

- 11 Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления P газа от объёма V . Количество вещества газа при этом не меняется.



Из приведённого списка выберите два верных утверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.

- 1) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3.
- 2) Плотность газа минимальна в состоянии 1.
- 3) В процессе 2—3 абсолютная температура газа изохорно уменьшилась в 3 раза.
- 4) В процессе 1—2 абсолютная температура изобарно увеличилась в 2 раза.
- 5) В процессе 1—2—3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается в 2,5 раза.

Ответ:

--	--

- 12 В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

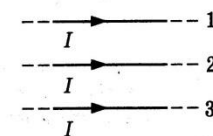
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ответ:

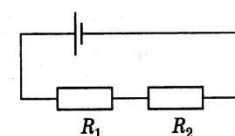
Температура гелия	Давление гелия

- 13 Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 1 со стороны двух других (см. рисунок) (*к нас, от нас, вверх, вниз*). Расстояние между соседними проводниками одинаковы. Ответ запишите словом (словами).



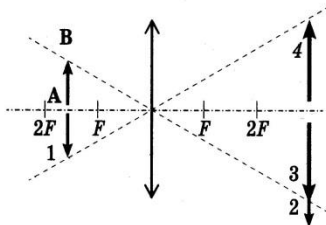
Ответ: _____.

- 14 В электрической цепи, представленной на рисунке, тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе $R_1=20$ Ом, равна 2 кВт. Чему равна мощность, выделяющаяся на резисторе $R_2=30$ Ом?



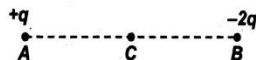
Ответ: _____ кВт.

- 15 Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: ____.

- 16 Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках А и В, несут на себе заряды $+q$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок). Точка С находится посередине между бусинками А и В.



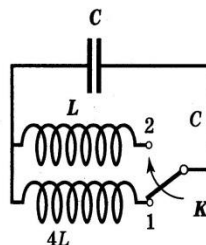
Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) На бусинку В со стороны бусинки А действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.
- 2) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке С направлена горизонтально влево.
- 3) Модули сил Кулона, действующих на бусинки, одинаковы.
- 4) Если бусинки соединить тонкой медной проволокой, они будут отталкиваться друг от друга.
- 5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.

Ответ:

--	--

- 17 Как изменятся частота собственных колебаний и максимальный заряд конденсатора колебательного контура (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2 в тот момент, когда заряд конденсатора максимален?



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:

Частота собственных колебаний	Максимальный заряд конденсатора

- 18 Установите соответствие между физическими величинами и их единицами СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

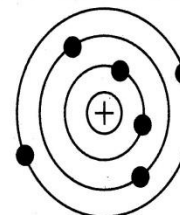
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) Электродвижущая сила
Б) Индуктивность

ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИНЫ
1) 1 Ф
2) 1 В
3) 1 Гн
4) 1 Тл

Ответ:

А	Б

- 19 На рисунке изображена модель нейтрального атома.



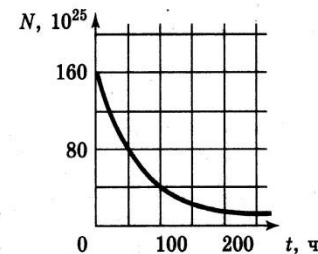
Масса атома равна 12 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

- 20 На рисунке приведён график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия $^{172}_{68}\text{Er}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа эрбия.



Ответ: ____ ч.

- 21 Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменяются энергия фотонов E_{ϕ} падающего излучения и работа выхода электронов $A_{\text{вых}}$ с поверхности металла, если увеличить длину волны падающего света? 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:

Энергия фотонов E_{ϕ}	Работа выхода $A_{\text{вых}}$

- 22 При определении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 40 колебаний, которое оказалось равным 20,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,4 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учётом погрешности измерений.

Ответ: (\pm) с.

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

- 23 Ученик исследует зависимость силы Архимеда, действующей на полностью погружённое в жидкость тело, от объёма тела. В его распоряжении есть сосуд с водой и пять разных цилиндров. Какие два цилиндра необходимо взять ученику, чтобы на опыте обнаружить эту зависимость?

Номер установки	Высота (см)	Площадь поперечного сечения (см ²)	Материал, из которого сделан шарик
1	7	3	алюминий
2	7	4	медь
3	10	3	сталь
4	7	3	цинк
5	9	3	алюминий

В поле ответа запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

- 24 Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам тел Солнечной системы.

- 1) Венера — ближайшая к Земле планета Солнечной системы.
- 2) Масса Юпитера больше массы Земли в 318 раз.
- 3) Деймос является спутником Урана.
- 4) Марс принадлежит к планетам-гигантам.
- 5) Первый в мире искусственный спутник Земли имел массу 300 кг.

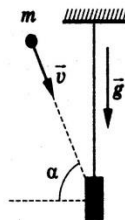
Ответ:

--	--

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 Доска массой 0,5 кг шарнирно подвешена к потолку на лёгком стержне. На доску со скоростью 10 м/с налетает пластилиновый шарик массой 0,2 кг и прилипает к ней (см. рисунок). Скорость шарика перед ударом направлена под углом 60° к нормали к доске. Чему равна кинетическая энергия системы тел после соударения?



Ответ: _____ Дж.

- 26 В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная температура воды 20°C . Насколько увеличилась масса воды? Ответ выразите в процентах от первоначальной массы воды и округлите до целых.

Ответ: _____ %.

- 27 Прямолинейный проводник длиной $l=0,2$ м, по которому течёт ток $I=2$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,6$ Тл и расположен параллельно вектору \vec{B} . Определите модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.

Ответ: _____ Н.

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.

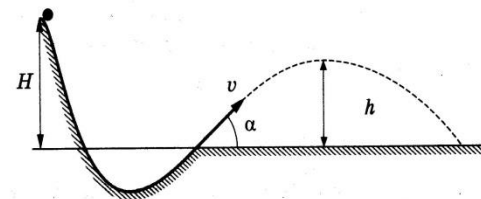
- 28 К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с частотой ν .

Ёмкость C конденсатора колебательного контура можно плавно менять от максимального значения C_{max} до минимального C_{min} , а индуктивность его катушки постоянна.

Ученик постепенно уменьшал ёмкость конденсатора от максимального значения до минимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре всё время возрастала. Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

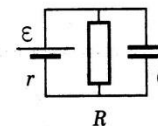
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с числовым ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29 При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземлился на горизонтальный стол на той же высоте, что и край трамплина. Каково время полёта?



- 30 Воздушный шар объёмом 2500 м^3 с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой 200 кг? Температура окружающего воздуха 7°C , его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

- 31 К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E}=9$ В и внутренним сопротивлением $r=1$ Ом подключили параллельно соединённые резистор с сопротивлением $R=8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d=0,002$ м. Какова напряжённость электрического поля E между пластинами конденсатора?



- 32 Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, движущийся с кинетической энергией $E_0=1,5$ эВ, в результате столкновения с одним из таких атомов приобрёл некоторую дополнительную энергию. Определите импульс p_1 электрона после столкновения, считая, что до столкновения атом находился в состоянии покоя. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

