

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам 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	$13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

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

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	327 °С	воды	100 °С
олова	232 °С	спирта	78 °С
воды	0 °С		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20 °С)			
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 °С.

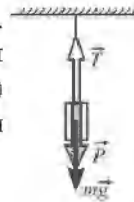
Часть 1

К каждому из заданий 1–18 даны 4 варианта ответа, из которых только один правильный. Номер этого ответа обведите кружком.

- 1** Материальная точка движется вдоль оси Ox . Зависимость её координаты x от времени t имеет вид $x = 4 \cdot (2 + 5t)$, где все величины представлены в единицах СИ. Проекция на ось Ox начальной скорости этой точки равна

1) 2 м/с 2) 5 м/с 3) 8 м/с 4) 20 м/с

- 2** Брусок подвешен к потолку на лёгкой нерастяжимой нити. На рисунке показаны сила натяжения нити T , действующая на брусок сила тяжести mg , а также вес бруска P . Какое(-ие) из приведённых ниже утверждений являе(-ю)тся правильным(-и)?



- А. Согласно третьему закону Ньютона $T = P$.
 Б. Согласно третьему закону Ньютона $T = mg$.
- 1) только А 2) только Б
 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

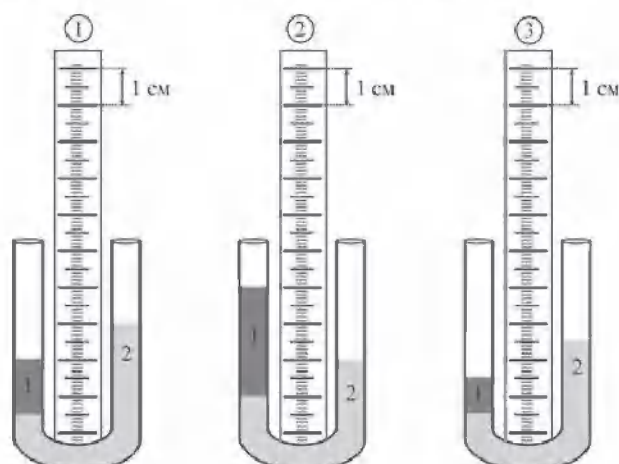
- 3** Модуль импульса p точечного тела массой m изменяется с течением времени t по закону $p(t) = m(2 + 8t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Тело движется прямолинейно. Можно утверждать, что

- 1) это тело движется с постоянным ускорением, модуль которого равен 8 м/с^2
 2) это тело движется с постоянной скоростью, модуль которой равен 8 м/с
 3) через $0,5$ секунды после начала движения этого тела модуль его импульса увеличится в 2 раза
 4) в момент времени $t = 0$ импульс этого тела был равен нулю

- 4** Автомобиль равномерно движется по ровной горизонтальной дороге со скоростью v . Радиус колеса автомобиля равен R , колёса при движении не проскальзывают. Сколько оборотов совершит за время T каждое колесо автомобиля?

1) $\frac{vT}{2\pi R}$ 2) $\frac{vT}{R}$ 3) $\frac{2\pi R}{vT}$ 4) $\frac{R}{vT}$

- 5** В U-образных трубках находятся две несмешивающиеся жидкости 1 и 2. На каком из приведённых рисунков плотность жидкости 1, налитой в трубку, в два раза больше плотности жидкости 2?



- 1) только на первом
 - 2) только на втором
 - 3) только на третьем
 - 4) ни на одном
- 6** Лодка массой 120 кг подходит носом к причалу с постоянной по модулю скоростью 0,5 м/с. Человек массой 80 кг, стоящий на носу лодки, бросает вперёд по ходу движения свёрнутый в бухту швартовочный канат массой 10 кг со скоростью, модуль которой относительно берега равен 2,5 м/с. В результате модуль скорости лодки относительно берега
- 1) не изменится
 - 2) изменится на 0,3 м/с
 - 3) увеличится на 20%
 - 4) уменьшится на 20%
- 7** Температура в термостате поддерживается равной +20 °С. В термостат помещают сосуд с водой при температуре +100 °С, в который погружают ледяной кубик при температуре -100 °С массой, равной массе воды. После достижения теплового равновесия
- 1) в сосуде установится температура 0 °С
 - 2) в сосуде установится температура +20 °С
 - 3) в сосуде установится температура +50 °С
 - 4) в сосуде установится температура +80 °С

- 8** На примус устанавливают ёмкость, в которую налита вода объёмом 5 л при температуре $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. В примус заливают 40 мл горючего вещества, зажигают горелку и ждут, пока вещество не сгорит полностью. С помощью следующей таблицы определите, какое вещество нужно использовать в качестве горючего для того, чтобы вода в ёмкости нагрелась до максимальной температуры. Потерями теплоты, теплоёмкостью сосуда и примуса пренебречь.

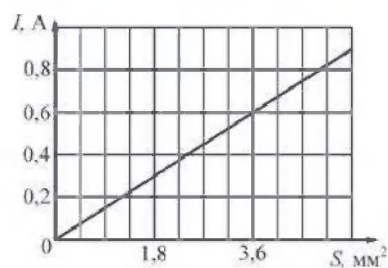
Вещество	Плотность, $\text{кг} / \text{м}^3$	Удельная теплота сгорания, МДж/кг
бензин	800	45
керосин	700	44
спирт	800	27
мазут	900	39

- 1) бензин 2) керосин 3) спирт 4) мазут

- 9** Отрицательно заряженная пылинка свободно падает в вакууме. При приближении к отрицательно заряженной горизонтальной пластине

- 1) скорость пылинки уменьшается по модулю
- 2) скорость пылинки увеличивается по модулю
- 3) электрический заряд пылинки увеличивается по модулю
- 4) электрический заряд пылинки уменьшается по модулю

- 10** Между концами проволоки длиной 10 м поддерживается постоянное напряжение 0,2 В. На рисунке изображён график зависимости силы тока I , текущего по проволоке, от площади S её поперечного сечения.



Используя график и следующую таблицу, определите вещество, из которого изготовлена проволока.

Вещество	Удельное электрическое сопротивление, мкОм·м
медь	0,017
алюминий	0,028
сталь	0,1
олово	0,12

- 1) медь 2) алюминий 3) сталь 4) олово

- 11** Проволочная катушка подключена к источнику постоянного тока. На каком из приведённых ниже рисунков правильно показано расположение магнитной стрелки, поднесённой к этой катушке?



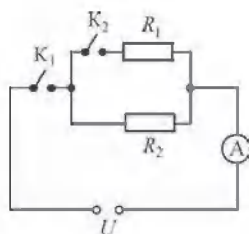
Рис. 1



Рис. 2

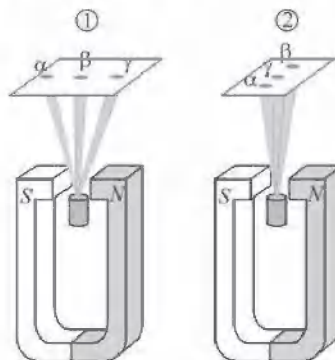
- 1) только на рисунке 1
 - 2) только на рисунке 2
 - 3) и на рисунке 1, и на рисунке 2
 - 4) ни на рисунке 1, ни на рисунке 2
- 12** Расположите указанные виды электромагнитных излучений в порядке возрастания их частоты:
 А – инфракрасное, Б – ультрафиолетовое, В – рентгеновское, Г – видимое.
- 1) АГБВ
 - 2) ВБГА
 - 3) БГАВ
 - 4) ВГБА

- 13** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника постоянного напряжения U , двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 2 \text{ Ом}$ и R_2 , идеального амперметра A и двух ключей K_1 и K_2 . Сопротивление источника напряжения и подводящих проводов пренебрежимо мало.



При замыкании обоих ключей амперметр показывает силу тока $I_1 = 0,5 \text{ А}$. При замыкании только ключа K_1 амперметр показывает силу тока $I_2 = 0,1 \text{ А}$. Чему равно сопротивление R_2 второго резистора?

- 1) 12 Ом 2) 8 Ом 3) 2 Ом 4) 0,5 Ом
- 14** Радиоактивный образец испускает α -, β - и γ -излучение. На каком из следующих рисунков правильно обозначены три пятна на фотоплёнке, полученные при наблюдении излучения этого образца в сильном магнитном поле?



- 1) только на рисунке 1
 2) только на рисунке 2
 3) и на рисунке 1, и на рисунке 2
 4) ни на рисунке 1, ни на рисунке 2

- 15** Удельным объёмом называется величина, обратная плотности вещества. На рисунках приведены графики зависимости от температуры t удельного объёма V/m воды, находящейся в твёрдом (рис. 1) и жидком (рис. 2) состояниях.

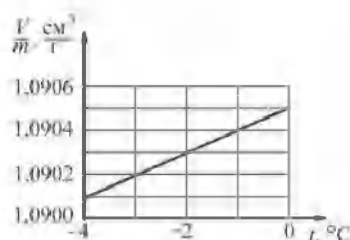


Рис. 1

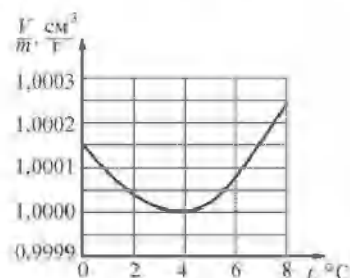


Рис. 2

Какое(-ие) из следующих утверждений, являе(-ю)тся правильным(-и)?

А. При увеличении температуры вода, находящаяся в твёрдом состоянии, расширяется.

Б. Плотность воды при температуре $+4$ °C минимальна.

1) только А

2) только Б

3) и А, и Б

4) ни А, ни Б

Прочитайте текст и выполните задания 16–18.

Полупроводниковый диод

В природе существуют вещества, которые хорошо проводят электрический ток, и вещества, которые практически не проводят электрический ток. Первые называются проводниками, а вторые – диэлектриками или изоляторами. Проводниками являются все металлы, примером диэлектрика является стекло. Также существует большое количество веществ, которые по своим электропроводящим свойствам занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками. По сравнению с проводниками эти вещества проводят электрический ток гораздо хуже, их удельное сопротивление сильно зависит от концентрации примесей, температуры и от влияния ряда других факторов. Такие вещества называются полупроводниками; в качестве примера полупроводников можно назвать некоторые химические элементы – германий, кремний, селен, мышьяк.

Используя полупроводники, можно создать радиотехнический элемент, который обладает интересной и полезной способностью: он хорошо проводит электрический ток в одном направлении и плохо – в противоположном направлении (в отличие от резистора, который одинаково хорошо пропускает электрический ток в обоих направлениях). Такой элемент называется *полупроводниковым диодом*. На схемах электрических цепей диод обозначается знаком, показанным на рисунке 1. В направлении слева направо показанный на этом рисунке диод пропускает электрический ток хорошо (данное направление протекания тока через диод называется прямым), а в направлении справа налево диод пропускает ток плохо (такое направление протекания тока называется обратным). От резистора диод отличается ещё и тем, что для него не выполняется закон Ома. Если экспериментально построить график зависимости силы тока I , текущего через полупроводниковый диод, от приложенного к нему напряжения U , то получится *вольтамперная характеристика* полупроводникового диода. Типичный вид такой характеристики показан на рисунке 2.



Рисунок 1.
Обозначение диода на
схемах электрических
цепей

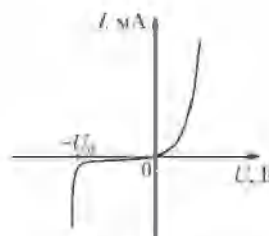


Рисунок 2.
Вольтамперная
характеристика
полупроводникового диода

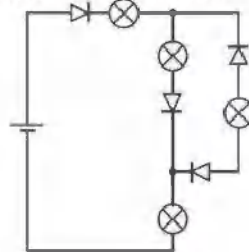
Из рисунка видно, что при подключении диода в прямом направлении (при положительных значениях напряжения) сила тока быстро возрастает с ростом напряжения, то есть сопротивление диода уменьшается. При подключении же диода в обратном направлении (при отрицательных значениях напряжения) сила тока очень мала по модулю и практически не изменяется, то есть сопротивление диода очень велико, и он ведёт себя почти как диэлектрик. Однако при некотором предельном обратном напряжении $-U_0$ сопротивление диода скачком изменяется и становится очень маленьким – говорят, что наступает пробой диода. Величина U_0 называется напряжением пробоя. После пробоя диод начинает хорошо пропускать электрический ток как в прямом, так и в обратном направлении, то есть теряет свои полезные радиотехнические свойства.

Полупроводниковые диоды широко используются в радиоэлектронной промышленности. Они входят в состав огромного числа современных электронных устройств – от блоков зарядки мобильных телефонов до интегральных микросхем компьютеров.

16 | Какие вещества лучше всего проводят электрический ток?

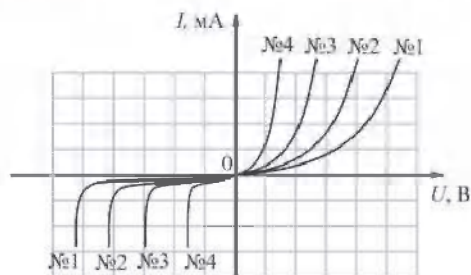
- 1) проводники
- 2) полупроводники
- 3) диэлектрики
- 4) все перечисленные вещества проводят электрический ток одинаково хорошо

17 | Электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке, состоит из батарейки, четырёх электрических лампочек и четырёх одинаковых диодов. Каждый из диодов при подключении в прямом направлении имеет пренебрежимо малое сопротивление, а при подключении в обратном направлении обладает очень большим сопротивлением. Сколько лампочек будут гореть в этой цепи?



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

18 | На рисунке показаны вольтамперные характеристики для четырёх разных полупроводниковых диодов. У какого из них напряжение пробоя больше?



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

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания 19–21) необходимо записать ответ в месте, указанном в тексте задания.

- 19** Для каждого физического понятия из первого столбца подберите соответствующее утверждение из второго столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ
ПОНЯТИЯ**

- А) физический закон
- Б) физическая модель
- В) определение физической величины

УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Равномерным прямолинейным называется такое движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит по прямой одинаковое расстояние.
- 2) Давление численно равно силе, действующей на площадку единичной площади в направлении, перпендикулярном этой площадке.
- 3) Тело, размерами которого при решении задачи можно пренебречь по сравнению с размерами других тел, называется материальной точкой.
- 4) Траектория – это линия, вдоль которой движется материальная точка.
- 5) В замкнутой системе энергия не исчезает и не появляется, а лишь переходит из одной формы в другую.

Ответ:

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

20 Свинцовый шар свободно падает с некоторой высоты на пол. Пренебрегая влиянием воздуха, укажите, как изменяются по мере падения шара следующие физические величины: модуль действующей на шар силы тяжести; модуль скорости шара; потенциальная энергия шара относительно пола.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

**ХАРАКТЕР
ИЗМЕНЕНИЯ**

- | | |
|--|------------------|
| А) модуль действующей на шар силы тяжести | 1) увеличивается |
| Б) модуль скорости шара | 2) уменьшается |
| В) потенциальная энергия шара относительно поверхности земли | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- 21** В справочнике физических свойств различных материалов представлена следующая таблица.

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии, кг/м ³ .	Удельная теплоёмкость (при 20 °С), Дж/(кг °С).
алюминий	2710.	896.
бетон	2200.	920.
золото	19300.	130
медь	8900	385
свинец	11340.	130
вольфрам	19100	134.

Используя данные таблицы, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) При одинаковых размерах тело, сделанное из алюминия, будет иметь меньшую массу и потребует меньшего количества теплоты при нагревании его на один градус Цельсия по сравнению с телом, сделанным из меди.
- 2) Тела из золота и свинца, имеющие одинаковые размеры, потребуют одинакового количества теплоты при нагревании их на один градус Цельсия.
- 3) Наибольшей удельной теплоёмкостью из всех перечисленных материалов обладает бетон.
- 4) При одинаковых размерах тело, сделанное из вольфрама, будет иметь большую массу и потребует меньшего количества теплоты при нагревании его на один градус Цельсия по сравнению с телом, сделанным из золота.
- 5) Равные массы золота и свинца потребуют одинакового количества теплоты при нагревании их на один градус Цельсия.

Ответ:

Часть 3

Для ответа на задания части 3 (задания 22–25) используйте отдельный подписанный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на соответствующее задание.

- 22** | Используя штатив с муфтой и лапкой, метровую линейку, шарик с прикрепленной к нему нитью и часы с секундной стрелкой (секундомер), соберите экспериментальную установку для исследования зависимости периода колебаний шарика в вертикальной плоскости от длины нити, на которой он подвешен.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) подвесив шарик так, чтобы длина нити, на которой он висит, была равна 100 см, с помощью секундомера определите длительность двадцати колебаний шарика; запишите результаты измерений, указав примерные погрешности измерений;
- 3) уменьшите в четыре раза длину нити, на которой подвешен шарик, и повторите измерения; запишите результаты измерений, указав примерные погрешности измерений;
- 4) вычислите периоды колебаний шарика в первом и во втором случае; запишите числовые значения, указав примерные погрешности этих значений;
- 5) сравните полученные значения периодов колебаний шарика при длинной и при короткой нити; сформулируйте качественный вывод о зависимости периода колебаний шарика от длины нити, на которой он подвешен.

Характеристика оборудования

При выполнении задания используется комплект оборудования №7 из набора лабораторного «Л-микро» в составе:

- штатив с муфтой и лапкой;
- метровая линейка (погрешность – 5 мм);
- шарик с прикрепленной к нему нитью длиной 110 см;
- часы с секундной стрелкой (или секундомер).

Внимание! При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

Задание 23 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен включать в себя не только ответ на вопрос, но и его развернутое, логически связанное обоснование.

- 23** | Алюминиевую деталь нагрели от комнатной температуры до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как изменились при этом масса детали, её объём и плотность? Ответ поясните.

Для заданий 24–25 необходимо записать полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.

- 24** | На столе стоит невысокий цилиндр, сделанный из льда плотностью 900 кг/м^3 , имеющего температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. На его верхнее основание ставят цилиндр таких же размеров, сделанный из стали. Какую минимальную температуру должен иметь стальной цилиндр для того, чтобы расплавить ледяной цилиндр? Потерями теплоты можно пренебречь. Ответ выразите в градусах Цельсия и округлите до целого числа.
- 25** | Напряжение контактной сети постоянного тока, от которой питается магистральный электровоз, составляет 3 кВ . В электровозе имеется 8 двигателей, сила тока в каждом из которых поддерживается равной 190 А . Сила тяги, развиваемая электровозом при скорости $32,4\text{ км/ч}$, равна по модулю 380 кН . Определите КПД электровоза. Ответ дайте в процентах, округлив до целого числа.

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

Десятичные приставки		
Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9
мега	М	10^6
кило	к	10^3
гекто	г	10^2
санتي	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	$13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

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

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	327 °С	воды	100 °С
олова	232 °С	спирта	78 °С
воды	0 °С		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20 °С)			
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 °С.

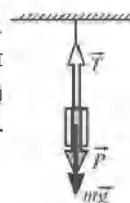
Часть 1

К каждому из заданий 1–18 даны 4 варианта ответа, из которых только один правильный. Номер этого ответа обведите кружком.

- 1** Материальная точка движется вдоль оси Ox . Зависимость её координаты x от времени t имеет вид $x = t \cdot (2 + 5t)$, где все величины представлены в единицах СИ. Проекция на ось Ox начальной скорости этой точки равна

1) 1 м/с 2) 2 м/с 3) 5 м/с 4) 10 м/с

- 2** Брусок подвешен к потолку на лёгкой нерастяжимой нити. На рисунке показаны сила натяжения нити \vec{T} , действующая на брусок сила тяжести $m\vec{g}$, а также вес бруска \vec{P} . Какое(-ие) из приведённых ниже утверждений являе(-ю)тся правильным(-и)?



А. Согласно второму закону Ньютона $T = P$.

Б. Согласно второму закону Ньютона $T = mg$.

1) только А 2) только Б
3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

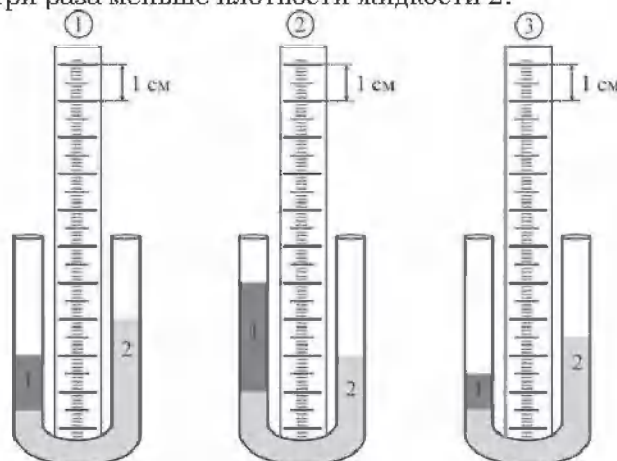
- 3** Модуль импульса p точечного тела массой m во время его движения изменяется с течением времени t по закону $p(t) = m(2 - 8t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Тело движется прямолинейно. Можно утверждать, что

1) это тело движется с постоянным ускорением, модуль которого равен 2 м/с^2
2) это тело движется с постоянной скоростью, модуль которой равен 8 м/с
3) через $0,25$ секунды после начала движения этого тела его импульс станет равным нулю
4) в момент времени $t = 0$ импульс этого тела был равен нулю

- 4** Автомобиль равномерно движется по ровной горизонтальной дороге со скоростью v . Радиус колеса автомобиля равен R , колёса при движении не проскальзывают. За какое время каждое колесо автомобиля совершит N оборотов?

1) $2\pi RvN$ 2) $\frac{v}{2\pi RN}$ 3) $\frac{2\pi Rv}{N}$ 4) $\frac{2\pi RN}{v}$

- 5** В U-образных трубках находятся две несмешивающиеся жидкости 1 и 2. На каком из приведённых рисунков плотность жидкости 1, налитой в трубку, в три раза меньше плотности жидкости 2?



- 1) только на первом
2) только на втором
3) только на третьем
4) ни на одном
- 6** Лодка массой 120 кг подходит носом к причалу с постоянной по модулю скоростью V . Человек массой 80 кг, стоящий на носу лодки, бросает вперёд по ходу движения свёрнутый в бухту швартовочный канат массой 10 кг со скоростью, модуль относительно берега равен 2,5 м/с. В результате модуль скорости лодки изменяется на 10%. Чему был равен модуль начальной скорости лодки?
- 1) $\approx 0,83$ м/с 2) $\approx 2,5$ м/с 3) $\approx 1,0$ м/с 4) $\approx 0,13$ м/с
- 7** Температура в термостате поддерживается равной $+90^\circ\text{C}$. В термостат помещают сосуд с водой при температуре $+100^\circ\text{C}$, в который погружают ледяной кубик при температуре -100°C массой, в 2 раза большей, чем масса воды. После достижения теплового равновесия
- 1) в сосуде установится температура $+10^\circ\text{C}$
2) в сосуде установится температура $+90^\circ\text{C}$
3) в сосуде установится температура $+50^\circ\text{C}$
4) в сосуде установится температура 0°C

- 8** На примус устанавливают ёмкость, в которую налита вода объёмом 5 л при температуре $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. В примус заливают 40 мл горючего вещества, зажигают горелку и ждут, пока вещество не сгорит полностью. С помощью следующей таблицы определите, какое вещество нужно использовать в качестве горючего для того, чтобы вода в ёмкости нагрелась до минимальной температуры. Потерями теплоты, теплоёмкостью сосуда и примуса пренебречь.

Вещество	Плотность, $\text{кг} / \text{м}^3$	Удельная теплота сгорания, МДж/кг
бензин	800	45
керосин	700	44
спирт	800	27
мазут	900	39

- 1) бензин 2) керосин 3) спирт 4) мазут

- 9** Отрицательно заряженная пылинка свободно падает в вакууме. При приближении к положительно заряженной горизонтальной пластине

- 1) скорость пылинки уменьшается по модулю
- 2) скорость пылинки увеличивается по модулю
- 3) электрический заряд пылинки увеличивается по модулю
- 4) электрический заряд пылинки уменьшается по модулю

- 11** Проволочная катушка подключена к источнику постоянного тока. На каком из приведённых ниже рисунков правильно показано расположение магнитной стрелки, поднесённой к этой катушке?



Рис. 1



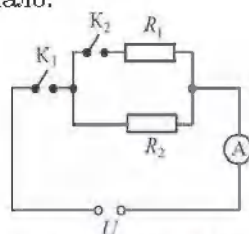
Рис. 2

- 1) только на рисунке 1
- 2) только на рисунке 2
- 3) и на рисунке 1, и на рисунке 2
- 4) ни на рисунке 1, ни на рисунке 2

- 12** Расположите указанные виды электромагнитных излучений в порядке возрастания их частоты:
 А – инфракрасное, Б – ультрафиолетовое, В – рентгеновское, Г – видимое.

- 1) АГВВ
- 2) ВГБА
- 3) БГАВ
- 4) ВВГА

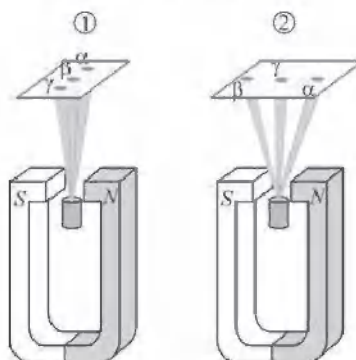
- 13** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника постоянного напряжения U , двух резисторов с сопротивлениями R_1 и $R_2 = 3 \text{ Ом}$, идеального амперметра А и двух ключей K_1 и K_2 . Сопротивление источника напряжения и подводящих проводов пренебрежимо мало.



При замыкании обоих ключей амперметр показывает силу тока $I_1 = 0,25 \text{ А}$. При замыкании только ключа K_1 амперметр показывает силу тока $I_2 = 0,15 \text{ А}$. Чему равно сопротивление R_1 первого резистора?

- 1) 0,15 Ом
- 2) 3 Ом
- 3) 4,5 Ом
- 4) 8 Ом

- 14) Радиоактивный образец испускает α -, β - и γ -излучение. На каком из следующих рисунков правильно обозначены три пятна на фотоплёнке, полученные при наблюдении излучения этого образца в сильном магнитном поле?



- 1) только на рисунке 1
 - 2) только на рисунке 2
 - 3) и на рисунке 1, и на рисунке 2
 - 4) ни на рисунке 1, ни на рисунке 2
- 15) Удельным объёмом называется величина, обратная плотности вещества. На рисунках приведены графики зависимости от температуры t удельного объёма V/m воды, находящейся в твёрдом (рис. 1) и жидком (рис. 2) состояниях.

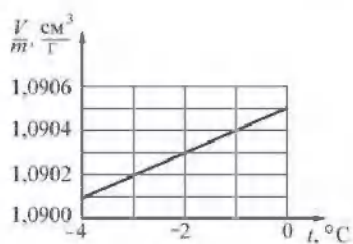


Рис. 1

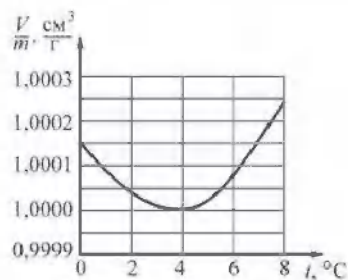


Рис. 2

- Какое(-ие) из следующих утверждений, являе(-ю)тся правильным(-и)?
- А.** При увеличении температуры вода, находящаяся в твёрдом состоянии, расширяется.
- Б.** Плотность воды при температуре $+4$ °С максимальна.
- 1) только А
 - 2) только Б
 - 3) и А, и Б
 - 4) ни А, ни Б

Прочитайте текст и выполните задания 16–18.

Полупроводниковый диод

В природе существуют вещества, которые хорошо проводят электрический ток, и вещества, которые практически не проводят электрический ток. Первые называются проводниками, а вторые – диэлектриками или изоляторами. Проводниками являются все металлы, примером диэлектрика является стекло. Также существует большое количество веществ, которые по своим электропроводящим свойствам занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками. По сравнению с проводниками эти вещества проводят электрический ток гораздо хуже, их удельное сопротивление сильно зависит от концентрации примесей, температуры и от влияния ряда других факторов. Такие вещества называются полупроводниками; в качестве примера полупроводников можно назвать некоторые химические элементы – германий, кремний, селен, мышьяк.

Используя полупроводники, можно создать радиотехнический элемент, который обладает интересной и полезной способностью: он хорошо проводит электрический ток в одном направлении и плохо – в противоположном направлении (в отличие от резистора, который одинаково хорошо пропускает электрический ток в обоих направлениях). Такой элемент называется *полупроводниковым диодом*. На схемах электрических цепей диод обозначается знаком, показанным на рисунке 1. В направлении слева направо показанный на этом рисунке диод пропускает электрический ток хорошо (данное направление протекания тока через диод называется прямым), а в направлении справа налево диод пропускает ток плохо (такое направление протекания тока называется обратным). От резистора диод отличается ещё и тем, что для него не выполняется закон Ома. Если экспериментально построить график зависимости силы тока I , текущего через полупроводниковый диод, от приложенного к нему напряжения U , то получится *вольтамперная характеристика* полупроводникового диода. Типичный вид такой характеристики показан на рисунке 2.



Рисунок 1.
Обозначение диода на
схемах электрических
цепей

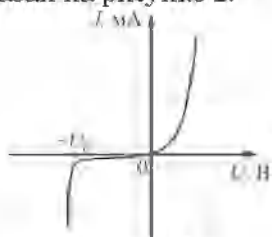


Рисунок 2.
Вольтамперная
характеристика
полупроводникового диода

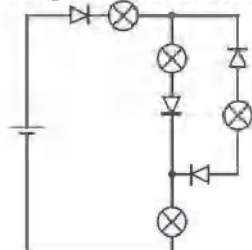
Из рисунка видно, что при подключении диода в прямом направлении (при положительных значениях напряжения) сила тока быстро возрастает с ростом напряжения, то есть сопротивление диода уменьшается. При подключении же диода в обратном направлении (при отрицательных значениях напряжения) сила тока очень мала по модулю и практически не изменяется, то есть сопротивление диода очень велико, и он ведёт себя почти как диэлектрик. Однако при некотором предельном обратном напряжении $-U_0$ сопротивление диода скачком изменяется и становится очень маленьким – говорят, что наступает пробой диода. Величина U_0 называется напряжением пробоя. После пробоя диод начинает хорошо пропускать электрический ток как в прямом, так и в обратном направлении, то есть теряет свои полезные радиотехнические свойства.

Полупроводниковые диоды широко используются в радиоэлектронной промышленности. Они входят в состав огромного числа современных электронных устройств – от блоков зарядки мобильных телефонов до интегральных микросхем компьютеров.

16 | Какие вещества хуже всего проводят электрический ток?

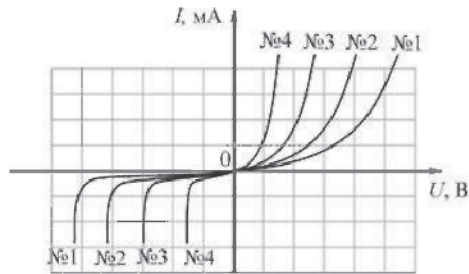
- 1) проводники
- 2) полупроводники
- 3) диэлектрики
- 4) все перечисленные вещества проводят электрический ток одинаково плохо

17 | Электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке, состоит из батарейки, четырёх электрических лампочек и четырёх одинаковых диодов. Каждый из диодов при подключении в прямом направлении имеет пренебрежимо малое сопротивление, а при подключении в обратном направлении обладает очень большим сопротивлением. Сколько лампочек не будут гореть в этой цепи?



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

18 На рисунке показаны вольтамперные характеристики для четырёх разных полупроводниковых диодов. У какого из них напряжение пробоя меньше?



1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания 19–21) необходимо записать ответ в месте, указанном в тексте задания.

- 19** Для каждого физического понятия из первого столбца подберите соответствующее утверждение из второго столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ
ПОНЯТИЯ

- А) физический закон
- Б) физическая модель
- В) определение физической величины

УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Можно считать, что в кристаллическом состоянии вещества его молекулы занимают строго определённые положения в узлах кристаллической решетки, совершая тепловые колебания.
- 2) Импульс тела сохраняется неизменным, если равнодействующая всех приложенных к этому телу сил равна нулю.
- 3) Равноускоренным прямолинейным называется такое движение, при котором модуль скорости движущегося по прямой тела за любые равные промежутки времени увеличивается на одинаковую величину.
- 4) Плотность численно равна массе вещества, приходящейся на единицу его объёма.
- 5) Траектория – это линия, вдоль которой движется материальная точка.

Ответ:

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

20 Свинцовый шар подброшен вертикально вверх с некоторой начальной скоростью. Пренебрегая влиянием воздуха, укажите, как изменяются по мере движения шара вверх следующие физические величины: модуль действующей на шар силы тяжести; кинетическая энергия шара; модуль ускорения шара.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

**ХАРАКТЕР
ИЗМЕНЕНИЯ**

- | | |
|---|------------------|
| А) модуль действующей на шар силы тяжести | 1) увеличивается |
| Б) кинетическая энергия шара | 2) уменьшается |
| В) модуль ускорения шара | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- 21** В справочнике физических свойств различных веществ представлена следующая таблица.

Вещество	Плотность в жидком состоянии, кг / м ³	Удельная теплоёмкость (при 20 °С), Дж/(кг·°С)
ацетон	800	2160
вода	1000	4190
глицерин	1260	2390
ртуть	13500	138
этиловый спирт	790	2390

Используя данные таблицы, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Для нагревания на один градус Цельсия глицерина и этилового спирта, имеющих одинаковые объёмы, потребуется одинаковое количество теплоты.
- 2) При одинаковых объёмах ацетон будет иметь меньшую массу и потребует меньшего количества теплоты при нагревании его на один градус Цельсия по сравнению с глицерином.
- 3) При одинаковых объёмах ртуть будет иметь большую массу и потребует большего количества теплоты при нагревании её на один градус Цельсия по сравнению с водой.
- 4) Чтобы нагреть 3 кг ацетона на 2 °С, потребуется затратить количество теплоты 10368 кДж.
- 5) Наименьшей удельной теплоёмкостью из всех перечисленных веществ обладает ртуть.

Ответ:

Часть 3

Для ответа на задания части 3 (задания 22–25) используйте отдельный подписанный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на соответствующее задание.

- 22** | Используя штатив с муфтой и лапкой, метровую линейку, шарик с прикреплённой к нему нитью и часы с секундной стрелкой (секундомер), соберите экспериментальную установку для исследования зависимости периода колебаний шарика в вертикальной плоскости от длины нити, на которой он подвешен.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) подвесив шарик так, чтобы длина нити, на которой он висит, была равна 25 см, с помощью секундомера определите длительность двенадцати колебаний шарика; запишите результаты измерений, указав примерные погрешности измерений;
- 3) увеличьте в четыре раза длину нити, на которой подвешен шарик, и повторите измерения; запишите результаты измерений, указав примерные погрешности измерений;
- 4) вычислите периоды колебаний шарика в первом и во втором случае; запишите числовые значения, указав примерные погрешности этих значений;
- 5) сравните полученные значения периодов колебаний шарика при длинной и при короткой нити; сформулируйте качественный вывод о зависимости периода колебаний шарика от длины нити, на которой он подвешен.

Характеристика оборудования

При выполнении задания используется комплект оборудования № 7 из набора лабораторного «L-микро» в составе:

- штатив с муфтой и лапкой;
- метровая линейка (погрешность 5 мм);
- шарик с прикреплённой к нему нитью длиной 110 см;
- часы с секундной стрелкой (или секундомер).

Внимание! При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

Задание 23 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен включать в себя не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

- 23** | Стальную деталь охладили от 100 °С до 20 °С. Как изменились при этом масса детали, её объём и плотность? Ответ поясните.

Для заданий 24–25 необходимо записать полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.

- 24** | На столе стоит невысокий цилиндр, сделанный из льда плотностью 900 кг/м^3 , имеющего температуру 0°C . На его верхнее основание ставят цилиндр таких же размеров, сделанный из меди и нагретый до температуры 42°C . Какая часть льда окажется расплавленной после того, как система придет в состояние теплового равновесия? Потерями теплоты можно пренебречь. Ответ выразите в процентах и округлите до целого числа.
- 25** | Напряжение контактной сети постоянного тока, от которой питается магистральный электровоз, составляет 3 кВ . В электровозе имеется 8 двигателей, сила тока в каждом из которых поддерживается равной 190 А . При скорости электровоза, равной 36 км/ч , его КПД составляет 50% . Каков модуль силы тяги, которую развивает электровоз? Ответ дайте в кН, округлив до целого числа.