Министерство образования Иркутской области Областное государственное бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Тулунский аграрный техникум»

# Справочное пособие «Основы физики»

Специальности: 270802 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений 110810 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства 110809 Механизация сельского хозяйства 190631 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта 230115 Программирование в компьютерных системах 080110 Банковское дело 080114 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)

Тулун,2014 г.

|  |  |
| --- | --- |
| Рассмотрено и одобрено на заседании предметно-цикловой комиссииобщеобразовательных дисциплин  Протокол № \_\_\_\_\_  от «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014г  Председатель ПЦК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Л.В. Калинина/ | Утверждено на заседании методического совета ОГБОУ СПО «Тулунский аграрный техникум»  Протокол № \_\_\_\_\_  от «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014г  Председатель МС \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/А.А. Арциховская/ |

Организация-разработчик: ОГБОУ СПО «Тулунский аграрный техникум»

Разработчик:

Черепахина В.В.преподаватель ОГБОУ СПО «Тулунский аграрный техникум»

Пояснительная записка.

Справочник «Основы физики» представляет собой миниатюрное справочное пособие по общей физике, основное назначение которого, помочь быстро найти или восстановить в памяти необходимые законы и формулы.

Справочное пособие содержит основные формулы курса общей физики с названием всех физических величин, входящих в них, и указанием их единиц измерений в СИ, приведены основные и производные единицы СИ. В конце справочника дана дополнительная литература. Для начала эти книги следует пролистать, чтобы составить о них представление и пользоваться при необходимости.

В приложении указаны физические свойства некоторых веществ, необходимые при решении задач.

Справочник предназначен для студентов СПО для подготовки к контрольным работам, зачетам и экзаменам, использования при выполнении практических и лабораторных работ.

Содержание:

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Множители и приставки СИ для образования десятичных кратных и дольных единиц | 5 |
| 1. Основные и дополнительные единицы Международной системы (СИ) | 6 |
| 1. Постоянные физические величины (Константы) | 7 |
| Основные формулы курса общей физики | 8 |
| Кинематика | 8 |
| Динамика | 9 |
| Динамика и статика вращательного движения. | 10 |
| Законы сохранения. | 11 |
| Молекулярная физика | 11 |
| Термодинамика | 13 |
| Гидростатика, гидродинамика. | 13 |
| Электрические и электромагнитные явления. | 14 |
| Колебания и волны. | 16 |
| Оптика. | 18 |
| Квантовая и атомная физика. | 18 |
| Приложения | 19 |
| 1. Дополнительная литература | 22 |

**Множители и приставки СИ для образования**

**десятичных кратных и дольных единиц**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование приставки | Обозначение приставки | Множители | Наименование множителя |
|  |  |
| экса | Э | 1000000000000000000 = 1018 | квинтиллион |
| пета | П | 1000000000000000 = 1015 | квадриллион |
| тера | Т | 1000000000000 = 1012 | триллион |
| гига | Г | 1000000000 = 109 | миллиард |
| мега | М | 1000000 = 106 | миллион |
| кило | к | 1000 = 103 | тысяча |
| гекто | г | 100 = 102 | сто |
| дека | да | 10 = 101 | десять |
| деци | д | 0,1 = 10-1 | одна десятая |
| санти | с | 0,01 = 10-2 | одна сотая |
| милли | м | 0,001 = 10-3 | одна тысячная |
| микро | мк | 0,000001 = 10-6 | одна миллионная |
| нано | н | 0,000000001= 10-9 | одна миллиардная |
| пико | п | 0,000000000001 = 10-12 | одна триллионная |
| фемто | ф | 0,000000000000001 = 10-15 | одна квадриллионная |
| атто | а | 0,000000000000000001 = 10-18 | одна квинтиллионная |

**Основные и дополнительные единицы Международной системы (СИ)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Основные единицы** | | |
| **метр** | — | единица длины |
| **килограмм** | — | единица массы |
| **секунда** | — | единица времени |
| **ампер** | — | единица силы электрического тока |
| **кельвин** | — | единица термодинамической температуры |
| **моль** | — | единица количества вещества |
| **кандела** | — | единица силы света |
| **Дополнительные единицы** | | |
| **радиан** | — | единица плоского угла |
| **стерадиан** | — | единица силы света |

**Определения основных и дополнительных единиц СИ**

**Метр** равен длине пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени 1/299 792 458 секунды.

**Килограмм** равен массе международного прототипа килограмма.

**Секунда** равна 1/86400 части средних солнечных суток. (Приведено упрощенное определение секунды, которое разрешено применять в средней школе. Строгое определение секунды звучит так: «Секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133»).

**Ампер** равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную 2 • 107Н.

**Кельвин** равен 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды.

**Моль** равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг.

**Кандела** равна силе света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой 540 • 1012 Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 Вт/ср.

**Радиан** равен углу между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу.

**Постоянные физические величины (Константы)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Физическая постоянная** | **Обозначе-ние** | **Значение постоянной** |
| Скорость распространения электромагнитных волн (скорость света) в вакууме (в свободном пространстве) | с | 299 792 458 м/с |
| Элементарный заряд (заряд электрона) | е | 1,602 19 х 10-19 Кл |
| Масса покоя электрона | me | 9,109 53 х 10-31 кг |
| Масса покоя нейтрона | mn | 1,674 95 х 10-27 кг |
| Масса покоя протона | mp | 1,672 65 х 10-27 кг |
| Постоянная Больцмана | к | 1,381 х 10-23 Дж/К |
| Газовая постоянная (молярная) | R | 8,314 Дж/(моль К) |
| Гравитационная постоянная | G | 6,672 х 10-11 Нм2/кг |
| Постоянная Планка | h | 6,626 х 10-34 Дж с |
| Постоянная Фарадея | F | 9 648 4,56 Кл/моль |
| Молярный объем идеального газа при нормальных условиях (t=0oC, p=101,325 кПа) | Vm | 2,241 х 10-2 м3/моль |
| Постоянная Авогадро | NA | 6,022 х 1023 моль-1 |
| Абсолютный нуль температуры | To | 0 К = -273,15 оС |
| Температура замерзания воды (плавления льда) |  | 0 оС=273,15 К |
| Электрон-вольт | eV | 1,602 х 10-19 Дж |
| Нормальное атмосферное давление | Pатм н | 101 325 Па |
| Скорость звука в воздухе при нормальных условиях | с | 331,5 м/с |
| Ускорение свободного падения (нормальное) | gn | 9,806 65 м/с2 |
| Радиус первой электронной орбиты в атоме водорода | ao | 5,29 х 10-11 м |
| Плотность ртути при нормальных условиях (t=0 oC, p=101,325 кПа) | ϱHg | 13 595 кг/м3 |
| Плотность воздуха при нормальных условиях (t=0 oC, p=101,325 кПа) | ϱвозд | 1,293 кг/м3 |

### Основные формулы физики

### Кинематика.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение. | Ед. измерения. | Смысл |
| S | м | пройденный путь |
| v | м/с | скорость |
| t | с | время |
| x | м | координата |
| a | м/с2 | ускорение |
| ω | с-1 | угловая скорость |
| T | с | период |
|  | Гц | частота |
| ε | с-2 | угловое ускорение |
| R | м | радиус |

#### Скорость и ускорение.

, , 

#### Равномерное движение:

, ;

#### Равнопеременное движение:

a=const, , ;

, ; v=v0+at , ;

;

#### Криволинейное движение.



, 

#### Вращательное движение.

, , ; ;

, ;  , ;

, , , ;

### Динамика и статика.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение. | Ед. измерения | Смысл |
| F | Н | сила |
| P | кг\*м/с | импульс |
| a | м/с2 | ускорение |
| m | кг | масса |
| v | м/с | скорость |
| p | Н | вес тела |
| g | м/с2 | ускорение свободного падения |
| E | Дж | энергия |
| A | Дж | работа |
| N | Вт | мощность |
| t | с | время |
| I | кг\*м2 | момент инерции |
| L | кг\*м2/с | момент импульса |
| M | Н\*м | момент силы |
| ω | с-1 | угловая скорость |

#### Первый закон Ньютона:



#### Второй закон Ньютона.

, , при m=const 

#### Третий закон Ньютона.



##### **Закон всемирного тяготения.**

,

 - ускорение свободного падения на планете.

 - первая космическая скорость.

##### **Вес тела.**

p=mg - вес тела в покое.

p=m(g+a) - опора движется с ускорением вверх.

p=m(g-a) - опора движется с ускорением вниз.

p=m(g-v2/r) - движение по выпуклой траектории.

p=m(g+v2/r) - движение по вогнутой траектории.

##### **Сила трения.**

,

##### **Закон Гука.**

Fупр=–kx, - сила упругости деформированной пружины.

 - механическое напряжение

 - относительное продольное удлинение (сжатие)

 - относительное поперечное удлинение (сжатие)

, где - коэффициент Пуассона.

Закон Гука:, где Е- модуль Юнга.



, кинетическая энергия упругорастянутого (сжатого) стержня.

(V- объем тела)

#### Динамика и статика вращательного движения.

 - момент импульса

;  - момент силы

L=const - закон сохранения момента импульса.

M=Fl, где l- плечо

I=I0+mb2 - теорема Штейнера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| система | ось | I |
| точка по окружности | ось симметрии | mR2 |
| стержень | через середину | 1/12 mR2 |
| стержень | через конец | 1/3 mR2 |
| шар | через центр шара | 2/5 mR2 |
| сфера | через центр сферы | 2/3 mR2 |
| кольцо или тонкостенный цилиндр | ось симметрии | mR2 |
| диск сплошной цилиндр | ось симметрии | 1/2 mR2 |

Условие равновесия тел 

#### Законы сохранения.

##### **Закон сохранения импульса.**

P=mv; - импульс тела.



Ft=P

##### **Потенциальная и кинетическая энергия. Мощность.**

 - работа силы F

A=E

 - мощность

 - кинетическая энергия

 - кинетическая энергия вращательного движения.

Ep=mgh - потенциальная энергия поднятого над землей тела.

 - потенциальная энергия пружины

##### **Закон сохранения энергии.**

Eк1+Eр1=Eк2+Eр2

## Молекулярная физика. Свойства газов и жидкостей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение. | Ед. измерения. | Смысл |
| p | Па | давление |
| V | м3 | объем |
| T | К | температура |
| N | – | число молекул |
| m | кг | масса |
|  | кг/Моль | молярная масса |
|  | Моль | кол-во вещества |
| U | Дж | вн. энергия газа |
| Q | Дж | кол-во теплоты |
|  | – | КПД |

### Уравнение состояния.

pV=NkT - уравнение состояния (уравнение Менделеева- Клайперона)

, , ;

,  - полная внутренняя энергия системы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Число атомов | i |  |
| 1 | 3 | 5/3 |
| 2 | 7 | 9/7 |
| 3 | 13 (12) | 15/13 (7/6) |

 - основное уравнение молекулярно- кинетической теории.

 - закон Дальтона для давления смеси газов.

 , p=nkT ;

при N=const 

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| T=const | изотерма | PV=const | закон Бойля-Мариотта |
| p=const | изобара | V/T=const | закон Гей-Люсака |
| V=const | изохора | p/T=const | закон Шарля |

### Броуновское движение.

 среднеквадратичная скорость молекул.

- наиболее вероятная скорость молекул.

 - средняя арифметическая скорость молекул.

 - Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям.

Среднее число соударений молекулы за 1с: 

Средняя длинна свободного пробега молекул 

 - средний путь молекулы за время t.

### Распределение в потенциальном поле.

 - барометрическая формула.

 - распределение Больцмана.

**Термодинамика.**

 - первое начало термодинамики.

 - работа газа.

 - уравнение адиабаты.

Теплоемкость , удельная теплоемкость с=С/m.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Определение. | Уравнение | A | Q | C |
| Изохора | V=const | Q=U | 0 | NkT/(-1) | Nk/(-1) |
| Изобара | p=const | U=Q+pV | pV | pV/(-1) | Nk/(-1) |
| Изотерма | T=const | Q=A |  | A |  |
| Адиабата | Q=const | U=-A |  | 0 | 0 |

### Тепловой баланс.

Qотд=Qполуч

Q=cmT - теплота на нагрев (охлаждение)

Q=rm - Теплота парообразования (конденсации)

Q=m - плавление (кристаллизация)

Q=qm - сгорание.

### Тепловое расширение.

l=l0(1+T) V=V0(1+T)

### Тепловые машины.

 - коэффициент полезного действия

, 

### Гидростатика, гидродинамика.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение. | Ед. измерения. | Смысл |
| p | Па | давление |
| V | м3 | объем |
| m | кг | масса |
| σ | Н/м | коэффициент поверхностного натяжения |
| v | м/с | скорость жидкости |
| S | м2 | площадь |
| ρ | кг/м3 | плотность |
| h | м | высота столба жидкости. |

,  (давление на глубине h).

- плотность.

 ( сила Архимеда ).

 - (гидравлический пресс).

 - закон сообщающихся сосудов.

 - уравнение неразрывности.

 - уравнение Бернулли

( - динамическое, р - статическое,  - гидростатическое давление.)

  - сила и энергия поверхностного натяжения.

 - высота подъема жидкости в капилляре.

## Электрические и электромагнитные явления.

### Электростатика.

 - закон Кулона.

,  - напряженность электрического поля

 - принцип суперпозиции полей.

 - поток через площадку S.

 - потенциал.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| плоскость |  |  |
| сфера |  |  |
| шар |  |  |
| цилиндр (пустой) |  |  |



 ,  , 

 - электроемкость уединенного проводника.

, ,  плоский конденсатор.

 - электроемкость заряженного шара.

 - электроемкость сферического конденсатора.

  - батарея конденсаторов. p=qd - дипольный момент.

 - диэлектрическая проницаемость.

### Электродинамика. Постоянный ток.

, , 

, ,  Закон Ома.

;  - температурное изменение температуры.

, , 

 - закон Джоуля–Ленца.

 - правило Кирхгофа для узлов.

 - правило Кирхгофа для контуров.

Параллельное соединение проводников: I=const, , 

Последовательное соединение: , U=const, 

### Законы электролиза.

m=kq=kT - первый закон Фарадея.

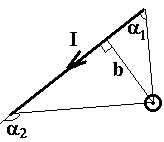
 - второй закон Фарадея.

### Электромагнетизм.

,  - сила Лоренца.

 - сила Ампера, действующая на проводник длиной l.

, 

  магнитная индукция поля в точке.

 - магнитная индукция в центре витка.

 - индукция внутри соленоида.

 индукция поля проводника на расстоянии R от оси.

 связь между магнитной индукцией и напряженностью магнитного поля.

 - принцип суперпозиции магнитных полей.

 магнитный поток.

- энергия магнитного поля.



 ЭДС индукции в замкнутом контуре.

 ЭДС самоиндукции.

## Колебания и волны. Оптика. Акустика.

### Механические и электромагнитные колебания.

 - уравнение гармонических колебаний.

 - полная энергия колеблющейся точки.



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Система. | Период | Цикл. частота | Уравнение |
| Математический маятник. |  |  |  |
| Пружинный маятник. |  |  |  |
| Физический маятник. |  |  |  |
| Колебательный контур. |  |  |  |

 - период пульсации.

##### **Затухающие колебания.**

, 





##### **Переменный ток.**



Z=ZR+ZL+ZC - полный импеданс (сопротивление) цепи.

ZR=R, ZL=iL, 

 - модуль полного импеданса цепи.

,  - действующие значения.

### Упругие волны.

Скорость волны в газе: , в твердом теле: 

, 

|  |  |
| --- | --- |
| Отражение |  |
| Преломление |  |

Интерференция: , 

- эффект Доплера.

### Оптика

 - разность хода.

 - скорость света в среде

 - закон преломления.

 - формула линзы.

 - увеличение линзы.

## Квантовая физика и теория относительности.

 - энергия фотона. h- постоянная Планка

 - фотоэффект

 - полная энергия.









### Атомная физика.



 - закон распада

Приложения:

**Температура кипения веществ (при нормальном атмосферном давлении)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | tкип оС | Вещество | tкип оС |
| Алюминий | 2467 | Гелий | -268,92 |
| Бензин автомобильный | 70 - 205 | Глицерин | 290 |
| Вода | 100,00 | Графит | 4200 |
| Водный раствор соли (насыщенный) | 108,8 | Железо | 3200 |
| Ртуть | 356,66 | Золото | 2947 |
| Спирт | 78,3 | Хлор | -34,1 |
| Нафталин | 217,9 | Медь | 2540 |
| Никель | 2900 | Свинец | 1745 |
| Олово | 2620 | Серебро | 2170 |
|  |  |  |  |

**Температура плавления (при нормальном атмосферном давлении)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | tпл oC | Вещество | tпл oC |
| Азот | -210,0 | Молоко цельное | - 0,6 |
| Алмаз | > 3500 | Масло сливочное | 28-33 |
|  |  |  |  |
| Вода | 0,00 | Нефть | - 60 |
| Бензин | ниже -60 | Соль поваренная | 770 |
| Водород | -259,1 | Керосин | ниже -50 |
| Воздух | -213 | Спирт | - 114,2 |
| Воск пчелиный | 61-64 | Кислород | -218,4 |
| Йод | 113,5 | Хлор | - 101,0 |
| Алюминий | 660,4 | Серебро | 961,9 |
| Вольфрам | 3420 | Медь | 1084,5 |
| Германий | 937 | Сталь | 1300-1500 |
| Железо | 1539 | Никель | 1455 |
| Золото | 1064,4 | Нихром | 1400 |
| Ртуть | -38,9 | Олово | 231,9 |
| Цезий | 28,4 | Свинец | 327,4 |
| Калий | 63,6 | Платина | 1772 |
| Кремний | 1415 | Цинк | 419,5 |
| Латунь | 1000 | Чугун | 1100-1300 |

**Таблица модуль Юнга**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал | E | Материал | E |
| ГПа |  | ГПа |
| Алюминий | 70 | Стали легированные | 210-220 |
| Бетон | 3000 | Стали углеродистые | 200-210 |
| Древесина (вдоль волокон) | 10-12 | Стекло | 56 |
| Древесина (поперек волокон) | 0,5-1,0 | Стекло органическое | 2,9 |
| Железо | 200 | Титан | 112 |
| Золото | 79 | Хром | 240-250 |
| Магний | 44 | Цинк | 80 |
| Медь | 110 | Чугун серый | 115-150 |
| Свинец | 17 |  |  |

**Диэлектрическая проницаемость веществ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | ԑ | Вещество | ԑ |
| *Газы и водяной пар* | | *Жидкости* | |
| Азот | 1,0058 | Бензин | 1,9-2,0 |
| Водород | 1,00026 | Вода | 81 |
| Воздух | 1,00057 | Масло трансформаторное | 2,2 |
| Вакуум | 1,00000 | Спирт | 26 |
| Водянной пар (при t=100 oC) | 1,006 | Эфир | 4,3 |
| Гелий | 1,00007 |  | |
| Кислород | 1,00055 |  |  |
| Углекислый газ | 1,00099 |  |  |
| *Твердые тела* | |  |  |
| Алмаз | 5,7 |  |  |
| Бумага парафинированная | 2,2 |  |  |
| Дерево сухое | 2,2-3,7 |  |  |
| Лед (при t = -10 oC) | 70 |  |  |
| Резина | 3,0-6,0 |  |  |
| Стекло | 6,0-10,0 |  |  |
| Фарфор | 4,4-6,8 |  |  |
| Янтарь | 2,8 |  |  |

**Удельное электрическое сопротивление материалов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Проводник | мкОм м | Проводник | мкОм м |
| Алюминий | 0,028 | Никель | 0,073 |
| Вольфрам | 0,055 | Олово | 0,12 |
| Графит | 13 | Платина | 0,10 |
| Дуралюмин | 0,033 | Ртуть | 0,96 |
| Железо | 0,10 | Свинец | 0,21 |
| Золото | 0,024 | Серебро | 0,016 |
| Латунь | 0,07-0,08 | Сталь | 0,10-0,14 |
| Магний | 0,045 | Цинк | 0,061 |
| Медь | 0,017 | Чугун | 0,5-0,8 |

**Показатель преломления.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Показатель преломления | Вещество | Показатель преломления |
| *Показатель преломления газо*в | | *Показатель преломления веществ* |  |
| Азот | 1,000298 | Альмаз | 2,42 |
| Водород | 1,000132 | Железо\* | 1,63 |
| Водянной пар | 1,000255 | Золото | 0,37 |
| Воздух | 1,000292 | Каменная соль | 1,54 |
| Кислород | 1,000271 | Лед (интервале температур от 0 до -4 оС) | 1,31 |
| *Показатель преломления жидкости* | | Медь | 2,06 |
| Ацетон | 1,36 | Натрий\* | 0,005 |
| Бензин | 1,38-1,41 | Рубин | 1,76 |
| Вода | 1,33 | Сахар | 1,56 |
| Эфир | 1,35 | Серебро\* | 0,18 |
| Молоко | 1,35-1,36 | Стекло\*\* | 1,5-1,9 |
| Спирт метиловый | 1,33 | Янтарь | 1,55 |

Примечание. Значения показателей преломления для жидких и твердых тел указаны при температуре 20 oС, а для газов и водяного пара - при нормальных условиях (t=0 oС, p=101325 Па).

**Работа выхода электрона**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Работа выхода электрона | | Вещество | Работа выхода электрона | |
| 10-19 | эВ | 10-19 | эВ |
| Барий | 3,8 | 2,4 | Платина | 8,5 | 5,3 |
| Золото | 6,9 | 4,3 | Рубидий | 3,5 | 2,2 |
| Вольфрам | 7,2 | 4,5 | Серебро | 6,9 | 4,3 |
| Германий | 7,7 | 4,8 | Торий | 5,4 | 3,4 |
| Кальций | 4,5 | 2,8 | Цезий | 2,9 | 1,8 |
| Молибден | 6,9 | 4,3 | Никель | 7,2 | 4,5 |

**Красная граница фотоэффекта, нм**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Барий | 484 | Рубидий | 573 |
| Вольфрам | 272 | Серебро | 260 |
| Калий | 550 | Сурьма | 310 |
| Литий | 500 | Сурьмяно-цезиевый катод | 670 |
| Медь | 270 | Цезий | 620 |
| Ртуть | 260 | Цинк | 290 |

Дополнительная литература:

1. Справочник по физике для студентов и абитуриентов.   Трофимова Т.И., М.: Астрель: АСТ, 2001. - 399с.
2. Физический энциклопедический словарь. Прохоров А. М., М.: Советская энциклопедия, 1984. – 944с