***Задача № 3.1.1***

Определить падение напряжения в линии электропередач длиной *L* при температуре *То1 , То2 , То3* , если провод имеет сечение *S* и по нему течет ток *I*.

***Дано:***

Материал – *Al*

*То1=-40C*

*То2=+10C*

*То3=+60C*

*L=200км*

*S=10мм2*

*I=80А*

***Найти:*** ***∆U***

**Решение.**

По закону Ома в интегральной форме падение напряжения ΔU при токе I в проводнике сопротивлением R на участке длиной равно:

(1) $∆U=R\*I$

R – полное сопротивление материала равно:

(2) $R=\frac{ρ}{λ}$

где λ – геометрический параметр тела, называемый приведенной длиной,

ρ – удельное сопротивление проводника при температуре *Т*.

Для кабеля с постоянным по всей длине поперечным сечением S и длиной L:

(3) $λ=\frac{S}{L}$

Зависимость удельного сопротивления проводника от температуры:

$$ρ\left(T\right)=ρ\_{0}\left(1+α\left(T-T\_{0}\right)\right)ρ(ρ)$$

где α – температурный коэффициент сопротивления; α =0,004 К-1

ρ0  – удельное сопротивление проводника при температуре $T\_{0}$=20ºС $ρ\_{0}$=0,0175 мкОм·м) к алюминию это не имеет отношения







Подставим в формулу (1) величины из формул (2) и (3), получим:









Ответ:

=21,3кВ

=26,9кВ

=32,5кВ***неверный ответ***

Работа над ошибками

ρ0  – удельное сопротивление проводника при температуре $T\_{0}$=20ºС $ρ\_{0}$=0,028 мкОм·м)







Подставим в формулу (1) величины из формул (2) и (3), получим:









Ответ:

=33,6кВ

=43,2кВ

=51,2кВ

***Задача № 3.1.2***

Определить длину проволоки для намотки проволочного резистора с номиналом R, и допустимой мощностью рассеяния P.

***Дано:***

Материал – *медь*

*R=200Ом*

*P=100Вт*

*j=1,3А/мм2*

*ρ0=0,0172мкОм\*м*

***Найти:*** ***L***

**Решение.**

Мощность *Р*, рассеиваемая материалом под напряжением *U* при прохождении через него тока величиной I, равна:



Из формулы для определения плотности тока:

 => , т.е. 

где S – площадь сечения проводника;

j – плотность тока;

I – величина тока;

R – сопротивление материала.

Сопротивление материала найдем по формуле:

  (1)

где λ – геометрический параметр тела, называемый приведенной длиной.

ρ – удельное сопротивление проводника при температуре *Т*.

Для кабеля с постоянным по всей длине поперечным сечением *S* и длиной *L*:

  (2)

Подставим в формулу (1) величину λ из формулы (2):

 =>  - получили формулу для нахождения *S* (площади поперечного сечения проводника)

 =>



Ответ:

Длина проволоки для намотки проволочного резистора равна 6324,7 метра.

**3.2 Полупроводниковые материалы**

***Задача 3.2.1***

Определить концентрацию электронов и дырок в собственном и примесном полупроводнике, содержащем N атомов примеси при комнатной температуре.

***Дано:***

Полупроводник материал – *Ge*

Примесь - *фосфор*

*N=2\*1018 см-3*

***Найти:*** ***ni , pд***

**Решение.**

В собственном полупроводнике концентрация свободных электронов и дырок одинаковы:

 ,

где  и – эффективные плотность состояния электронов и дырок в зонах проводимости и валентной зоне;

 эВ/К - Постоянная Больцмана

эВ - ширина запрещенной зоны полупроводника

 При расчете концентраций воспользуемся табличными значениями эффективных плотностей.





В данном случае имеет место донорная примесь или примесь замещения (поставляет электроны в зону проводимости проводника) так как валентность Ge (4), а примесь фосфора (5), определим концентрацию в примесном полупроводнике при нормальных условиях (Т=293К) по формуле:

 где

эВ - энергия необходимая для отрыва электрона от атома уточните, что это за энергия и откуда ТАКАЯ величина взялась?



Из выражения соотношения «действующих масс»:



найдем концентрацию дырок: В ответе должно быть 4 величины: концентрации электронов и дырок в собственном и примесном полупроводниках



Ответ: , , 

Работа над ошибками

Концентрация электронов и дырок в собственном полупроводнике:



где  - эффективная плотность состояний е в зоне проводимости.

 - эффективная плотность состояний дырок в валентной зоне.

 - ширина запрещенной зоны.

 - постоянная Больцмана,

Т = 293К - комнатная температура.

 Вас не смутило, что в предыдущем решении под корнем числа были на 2 порядка большие, а в ответе порядок величины один и тот же. Кроме того, все остальные числа одинаковые, а ответы разные. Резюме: с ТАКИМИ числами ТАКОЙ ответ не получить. НЕВЕРНО

По закону сохранения масс:



где 

 величины в разных системах единиц

Ответ: , , , 

Работа над ошибками

 эВ/К - Постоянная Больцмана



Германий 4 валентен, фосфор 3 валентен проводимость р – типа.нет фосфор 5 валентный см. таблицу Менделеева

Концентрация с примесью:





Ответ: ; =; =опять неверно.

Вы, похоже, действуете по принципу: «не нравятся зеленые помидоры, купит желтые огурцы»?

***Задача 3.2.2***

Образец полупроводникового материала легирован примесью (см. предыдущую задачу). Определить удельную проводимость собственного и примесного полупроводника при заданной температуре Т.

***Дано:***

Полупроводник материал – *Ge*

Примесь - *фосфор*

*N=2\*1018 см-3*

*То=330 К*

***Найти:*** γ*собст*

**Решение.**

Удельная проводимость собственного γ полупроводника при равна:



 - подвижность электронов,

где - коэффициент диффузии электронов

 -постоянная Больцмана

Кл – элементарный заряд

- собственная концентрация



 - подвижность дырок,

где  м2/с- коэффициент диффузии дырок



Собственные концентрации определим по формуле:

,

где:  эВ/К- Постоянная Больцмана

 и – эффективные плотность состояния электронов и дырок в зонах проводимости и валентной зоне соответственно;



 эВ/К- Постоянная Больцмана

эВ - ширина запрещенной зоны полупроводника





Примесная проводимость (в данном случае электронная проводимость) вычисляется по формуле:



 где:

эВ - энергия необходимая для отрыва электрона от атома см. предыдущую задачу





Работа над ошибками

Решение:

Удельная проводимость собственного полупроводника

,

Где

  - заряд электрона,

=0,35 м2/с - подвижность электронов

=0,158 м2/с - подвижность дырок

см. предыдущую задачу



Удельная проводимость примесного полупроводника:





Ответ: , 

Работа над ошибками

Да что ВЫ???!!!



Удельная проводимость примесного полупроводника:





Ответ: ; неверно!

***Задача 3.2.3***

Определить диффузионную длину движения неравновесных носителей заряда в полупроводниковом материале при заданной температуре То, если время их жизни τ.

***Дано:***

Материал – Ge - n – типа

*То=330 К*

τ= *50*мкс

***Найти:*** *Lp*

**Решение.**

Основными, называются носители заряда в проводнике, концентрация которых больше. В проводнике n-типа основными носителями являются электроны. В таком полупроводнике появление неравновесных носителей заряда не вызывает существенного изменения концентрации основных носителей заряда. В этих условиях скорость рекомбинации пропорциональна избыточной концентрации неосновных носителей, а время жизни оказывается постоянным. Такую рекомбинацию называют линейной.

Диффузионной длиной называется среднее расстояние, на которое носитель диффундирует за время жизни:

 , (1)

где *Dp* - коэффициент диффузии электронов

τ – время жизни электронов

Подвижность электронов определяется соотношением Эйнштейна: , (2)

где  эВ/К - Постоянная Больцмана

=1800 см2/сек

У Вас путаница с обозначениями: пожалуйста разберитесь и все, что Вы рассчитываете, обозначьте правильно

Выразим *Dp*из формулы (2) и подставим в (1):





Работа над ошибками

Диффузионной длиной называется среднее расстояние, на которое носитель диффундирует за время жизни:

  (1)

где Dn – коэффициенты диффузии электронов

где Ln – диффузионная длина электронов;

n – время жизни электронов.

Подвижность электронов определяется соотношением Эйнштейна: , (2)

где  эВ/К - Постоянная Больцмана

=1800 см2/сек

Выразим *Dn* из формулы (2) и подставим в (1):





Все, что исправили абсолютно неверно

Работа над ошибками

Соотношение Эйнштейна:



 - постоянная Больцмана

Откуда диффузионная длина:

=

Поменяли одну букву на другую. А где гарантия, что ТАК правильно? Обоснуйте пожалуйста.

**3. 3 Диэлектрические материалы**

***Задача № 3.3.1***

Конденсаторная керамика при 20°С имеет проводимость γ° = 10-13 Сим/см. Какова проводимость γт при заданной температуре, если температурный коэффициент сопротивления α= 0,8?

***Дано:***

*Т=37*˚*С*

***Найти:*** γт

**Решение.**

Проводимость и удельное сопротивление взаимно обратно пропорциональны:



Зависимость объемного удельного сопротивления твердого диэлектрика от температуры выражается формулой:

,

где– сопротивление диэлектрика при температуре окружающей среды 20˚С,

 - температурный коэффициент сопротивления

 (1)

выразим  из формулы (1):



теперь определим проводимость при заданной температуре Т = 37˚С:



***Задача № 3.3.2***

Определить пробивное напряжение *Uпр* между электродами конденсатора на рабочей частоте *f*, если температура, до которой нагревается в электрическом поле диэлектрический материал толщиной *h* конденсатора, не превышает *Токр*.

***Дано:***

Материал – *Бумага кабельныая*

*f=10 кГц*

*h=0,07 мм*

*Т=55 оС*

*tg δ=3 \* 10-4*

*α tg δ=8 \* 10-3 1/К*

*ε=1,2*

*σ= 10[Вт/см2\*град]*

***Найти:*** *Uпр*

**Решение.** Вы сами-то поняли, что изложили? А если нет, зачем все это?

, в нашем случае, как раз изменились условия теплоотвода, и эта формула, к сожалению, не отражает их

Пробивное напряжение найдем по формуле:

,

где *К*=1,15·105 - числовой коэффициент;

*f* – частота, Гц;

*tgδ0* – тангенс угла потерь диэлектрика при температуре окружающей среды;

*h –* толщина;

*σ* – коэффициент теплоотдачи , Вт/м2·К;

*α –* температурный коэффициент тангенса угла потерь

В диэлектриках, имеющих ε < 10, преобладающими являются потери сквозной электропроводности



К сожалению, и эта формула не отражает изменение условий теплоотвода

Работа над ошибками

Решение:

Пробивное напряжение равно

 (1)

 (2)

Емкость конденсатора равна:

 (3)



Из (1), (2) и (3) 





Ответ: Uпр=

Вы воспользовались чужими данными

Работа над ошибками

Решение:

Пробивное напряжение равно

 (1)

 (2)

Емкость конденсатора равна:

 (3)



Из (1), (2) и (3) 



Ответ: Uпр=

***Задача № 3.3.3***

Как изменится электрическая прочность воздушного конденсатора, если расстояние между электродами уменьшить от *h1* до *h2*?

***Дано:***

*h1=0,5 см*

*h2=0,1 см*

**Решение.**

Электрическая прочность диэлектрика:



где Uпр – напряжение пробоя диэлектрика.

h – толщина материала.

Так как рассматриваемые расстояния между обкладками конденсатора много меньше размера обкладок, то возникает однородное поле, при уменьшении расстояния между электродами электрическая прочность воздуха возрастает, это связано с трудностью формирования разряда.

При неизменном Uпр , при h1:

 (1)

при h2:

 (2)

разделим (2) на (1): 

Ответ: Электрическая прочность что это за параметр? увеличится в 5 раз.

Работа над ошибками

электрическая прочность диэлектрика

 

Uпр- пробивное напряжение



 электрическая прочность увеличится в 5 раз.

Ответ: увеличится в 5 раз.

**3.4 Магнитные материалы**

***Задача № 3.4.1***

Один из магнитных сплавов с прямоугольной петлей гистерезиса ППГ имеет следующие параметры: поле старта *Hо* , коэрцитивную силу *Hс*, коэффициент переключения *Sф*. Найти время переключения 

***Дано:***

*Hо=14* А/м

*Hс=12* А/м

*Sф=32 мкк/м*

**Найти:** *i*

**Решение.**

Коэффициент переключения для магнитных материалов с прямоугольной петлей гистерезиса:



где - напряженность магнитного поля, соответствующая максимальной магнитной индукции В.

- время переключения.

 

 

Ответ: время переключения =16*мксек.*

***Задача 3.4.2.***

Магнитодиэлектрик выполнен из порошков никелево-цинкового феррита HН400 и полистирола с объемным содержанием магнитного материала *α*. Определить магнитную и диэлектрическую проницаемость материала *μ* и *ε*, если магнитная диэлектрическая проницаемость магнитного материала *μ*а, *ε*м имеет заданные значения. Диэлектрическая проницаемость полистирола ε д=2,5.

***Дано:***

*α=0,5*

*εм=55*

**Найти:** *μ,ε*

**Решение.**

Для магнитодиэлектрика, состоящего из связующего диэлектрика и магнитного наполнителя магнитная проницаемость  :

,

где  - магнитная проницаемость магнитного наполнителя (начальная магнитная проницаемость)





Диэлектрическая проницаемость магнитодиэлектрика : неверно: не досчитали до конца



неверно

Ответ: =20; =7,4

Работа над ошибками

полистирол - диэлектрик

никель-цинковый феррит – наполнитель

, где

магнитная проницаемость магнитодиэлектрика

объемное содержание магнитного материала

магнитная проницаемость наполнителя

для феррита 400HH

;





 - диэлектрическая проницаемость магнитодиэлектрика

 - диэлектрическая проницаемость наполнителя

 - диэлектрическая проницаемость диэлектрика





Ответ: 20; 11,73