**1.Релятивистский электрон имел импульс *2,73·10-22 кг·м/с*. Вычислите конечный импульс этого электрона, если его энергия увеличилась в *2 раза*.** Дано: Решение:

|  |  |
| --- | --- |
| p1=2.73·10-22кг·м/сТ2/Т1=2 | Импульс равен $p=\frac{mυ}{\sqrt{1-\left(\frac{υ}{c}\right)^{2}}}$Энергия релятивистской частицы равна $T=\frac{mc^{2}}{\sqrt{1-\left(\frac{υ}{c}\right)^{2}}}$$$\sqrt{1-\left(\frac{υ}{c}\right)^{2}}=\frac{mc^{2}}{T}$$$$υ=c \sqrt{1-\frac{m^{2}c^{4}}{T^{2}}}$$Поэтому$$p=\frac{mυ}{\sqrt{1-\left(\frac{υ}{c}\right)^{2}}}=\frac{mυ}{\frac{mc^{2}}{T}}=\frac{υT}{c^{2}}=\frac{T}{c^{2}}∙c\sqrt{1-\frac{m^{2}c^{4}}{T^{2}}}=$$$$=\frac{T}{c}\sqrt{1-\frac{m^{2}c^{4}}{T^{2}}=}=\frac{1}{c}\sqrt{T^{2}-m^{2}c^{4}}$$$$T=\sqrt{(pc)^{2}+m^{2}c^{4}}$$Тогда $$p\_{1}=\frac{1}{c}\sqrt{T\_{1}^{2}-m^{2}c^{4}}$$$$T\_{1}=\sqrt{(p\_{1}c)^{2}+m^{2}c^{4}}$$Если $T\_{2}=2T\_{1}$, то$$p\_{2}=\frac{1}{c}\sqrt{T\_{2}^{2}-m^{2}c^{4}}=\frac{1}{c}\sqrt{\left(2T\_{1}\right)^{2}-m^{2}c^{4}}=$$$$=\frac{1}{c}\sqrt{4p\_{1}^{2}c^{2}+4m^{2}c^{4}-m^{2}c^{4}}= $$$$= \frac{1}{c}\sqrt{4p\_{1}^{2}c^{2}+3m^{2}c^{4}}=\sqrt{4p\_{1}^{2}+3m^{2}c^{2}}=$$$$=\sqrt{4∙\left(2,73∙10^{-22}\right)^{2}+3∙\left(9,1∙10^{-31}∙3∙10^{8}\right)^{2}}=$$$$=7,22∙10^{-22} кг∙м/с$$ |
| p2-? |

Ответ: p2=7,22·10-22 кг·м/c

*Ошибка в расчетах.*

**2.На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами *R* и *2R* равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ *1* и σ *2*. Постройте график сквозной зависимости напряжённости электрического поля от расстояния до общей оси цилиндров *Е(r)* для трёх областей: I – внутри меньшего цилиндра, II – между цилиндрами и III – за пределами большего цилиндра. Здесь: *Е* - напряжённость электрического поля в точке наблюдения, *r* – расстояние от оси цилиндров до точки наблюдения. Принять σ 1 *= +*** **σ,σ *2 = -*** **σ. Вычислите напряжённость поля в точке, удалённой от оси цилиндров на расстояние *r*, и покажите на рисунке направление вектора напряжённости поля в этой точке. Принять *у = 60 нКл/м2, r = 3R.***

Дано: Решение:

|  |  |
| --- | --- |
| σ1 = σσ2 = –σσ = 60 нКл/м2 = 6·10–8 Кл/м2r = 3R |  |
| Е(r) ― ? |

1) Для определения напряжённости Е1 в области I проведём гауссову цилиндрическую поверхность радиусом r1<R и воспользуемся теоремой Гаусса-Остроградского:

 

Из соображений симметрии En = E1 = const.

Следовательно, и Е1 = 0.

2) В области II гауссову поверхность проведём радиусом r2: R<r2<2R. В этом случае



Так как Еn = Е1 = const и Q1 = 2πRℓσ1, то Е2·2πr2ℓ = 2πRℓσ1/ε0.

Боковую площадь цилиндра не учитываем, так как для неё En = 0.

В результате



При r2 = R E2 = σ/ε0; при r2 = 2R E2 = σ/(2ε0).

3) Проведём гауссову поверхность в области III. По аналогии с пунктом 2 получим:

 

При r3 = 2R

 

В точке r = 3R

 



*Задача не дорешена: не указано направление вектора напряженности поля.*

**3. Квадратная рамка массой *20 г*, изготовленная из медного провода диаметром *2 мм*, может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из её сторон. Рамку поместили в однородное магнитное поле с индукцией *0,1 Тл*, направленное вертикально вверх. Вычислите угол, на который отклонится рамка от вертикали, если по ней пропустить ток *10 А.***

**Решение.**

**Дано:**

m=20 г

В=0,1 Тл

I=10А

D=2 мм=

**Найти:**

****

Рамка квадратная со стороной а и длиной l=4a,

плотность меди ρ=8,93∙10³ кг/м².

Объем медного проводника:

,



Получаем:



Площадь рамки: S=a²



Виток площадью S по которому течет ток I обладает магнитным моментом **** Магнитный момент **** в поле В обладает потенциальной энергией ****угол между плоскостью рамки и В, В-магнитная индукция.

Площадь рамки равна S=a2, где a-сторона квадрата. Поэтому начальная потенциальная энергия рамки (при **** ) равна:

**.** После поворота на угол **** потенциальная энергия стала равна **** *Это не потенциальная энергия, а момент силы.*

С другой стороны рамка совершает работу против силы протяжения к Земле. При повороте рамки на угол **** центр тяжести рамки смещается на величину равную **,** поэтому изменение гравитационной потенциальной энергии равно ****

Из закона сохранения, **** поэтому ****





**Ответ:**

Ответ: для численного вычисления необходимо знать длину рамки a.

*Длину рамки можно вычислить. Задача не зачтена.*

**4. Ион с кинетической энергией *1 кэВ* попал в однородное магнитное поле с индукцией  *21 мТл* и стал двигаться по окружности. Вычислите магнитный момент  эквивалентного кругового тока.**

**Решение.**

**Дано:**

E=1кэВ

В=21мТл =0,021Tл

**Найти:**

Pm=?



На заряд, движущийся перпендикулярно магнитному полю, действует сила Лоренца ****где В-индукция магнитного поля. Эта сила равна центробежной силе по модулю и противоположна по направлению. Величина центробежной силы равна **,** где R-радиус орбиты,m-масса заряда. Тогда **** Отсюда скорость электрона равна **.** А радиус орбиты равен **** За период T электрон проходит окружность периметром **** и поэтому скорость **** Тогда **** откуда время ****

Сила тока равна отношению проходимого заряда к промежутку времени за который этот заряд проходит : **** Так как **** Поэтому **** Магнитный момент тока I охватывающий площадь S равна **** В моем случае это площадь круга радиусом R: **** Так как **** то **** С другой стороны кинетическая энергия равна **** поэтому **** Тогда **** Подставляю в магнитный момент **** Подставляем значения ****

**Ответ: **

*Неверно. Исправить ошибки!*

**5. Плоский круговой контур радиусом *60 см* с током *50 А* расположен в однородном магнитном поле с индукцией *0,6 Тл* так, что нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции. Вычислите работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура на угол *30°* вокруг оси, лежащей в плоскости контура и перпендикулярной силовым линиям магнитного поля.**

**Решение.**

**Дано:**

r=60см

I=50 А

B=0,6 Тл

****

**Найти:**

****

Виток площадью S по которому течет ток I обладает магнитным моментом **.**

Магнитный момент ****в поле B обладает потенциальной энергией где ** -** угол между **** иB, B – магнитная индукция.

*Это не потенциальная энергия, а момент импульса.*

Поэтому ****

Тогда когда виток был установлен по полю **** (нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции) энергия **** А когда под углом **** энергия равна ****

Работа равна ****

****

Подставляем числа ****Дж

**Ответ:** 16,95 Дж

*Задача не зачтена.*