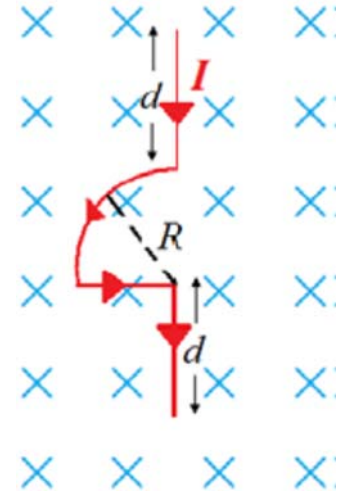


2014/2 MÜHENDİSLİK BÖLÜMLERİ FİZİK 2

UYGULAMA 5 (MANYETİK ALANLAR)

1. Şekil 1'de görüldüğü gibi I akımı taşıyan iletken bir tel, sayfa düzlemine dik ve sayfa düzleminden içeri doğru olan \vec{B} manyetik alanı içerisinde bulunmaktadır. Tele etki eden manyetik kuvveti birim vektörler cinsinden bulunuz.



Şekil 1

$$\vec{F}_B = I \vec{l} \times \vec{B}$$

1. ve 4. parçalar için:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_4 = I \vec{d} \times \vec{B}$$

$$\vec{d} = d(-\hat{j})$$

$$\vec{B} = B(-\hat{k})$$

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_4 = I d(-\hat{j}) \times B(-\hat{k})$$

$$\boxed{\vec{F}_1 = \vec{F}_4 = I d B \hat{i}}$$

3. parça için:

$$\vec{F}_3 = I \vec{R} \times \vec{B}$$

$$\vec{R} = R \hat{i}$$

$$\vec{B} = B(-\hat{k})$$

$$\vec{F}_3 = I R \hat{i} \times B(-\hat{k})$$

$$\boxed{\vec{F}_3 = I R B \hat{j}}$$

2. parça için:

$$d\vec{F}_2 = I d\vec{s} \times \vec{B}$$

$$ds = R d\theta$$

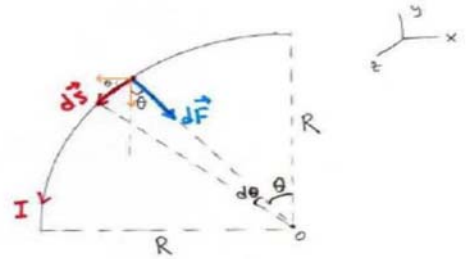
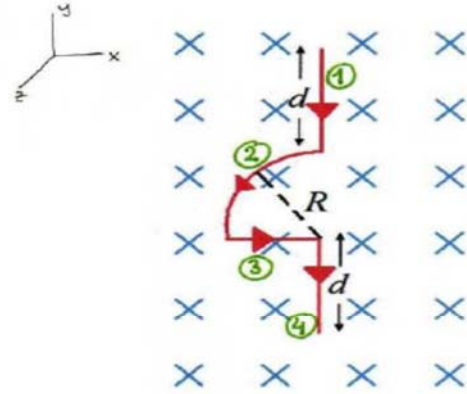
$$d\vec{s} = ds \cos\theta(-\hat{i}) + ds \sin\theta(-\hat{j})$$

$$d\vec{s} = R \cos\theta d\theta(-\hat{i}) + R \sin\theta d\theta(-\hat{j})$$

$$\vec{F}_2 = I \left(\int_0^{\pi/2} R \cos\theta d\theta(-\hat{i}) + \int_0^{\pi/2} R \sin\theta d\theta(-\hat{j}) \right) \times B(-\hat{k})$$

$$\vec{F}_2 = I R (-\hat{i} - \hat{j}) \times B(-\hat{k})$$

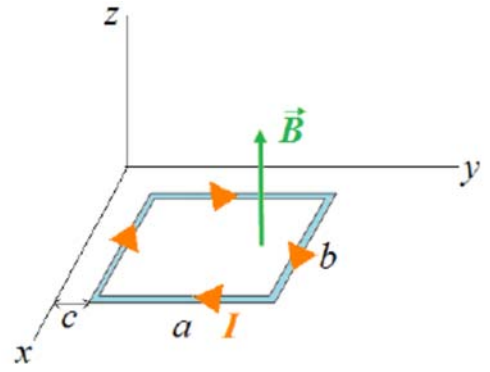
$$\boxed{\vec{F}_2 = I R B (\hat{i} - \hat{j})}$$



$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

$$\boxed{\Sigma \vec{F} = I B (2d + R) \hat{i}}$$

2. Şekil 2'de görüldüğü gibi, I akımı taşıyan dikdörtgen biçimindeki kapalı ilmek xy -düzleminde bulunmaktadır (b , x -eksenine ve a , y -eksenine paraleldir). Manyetik alan değişken olup $\vec{B} = \alpha y \hat{k}$ ile verilmektedir (α bir sabittir). Buna göre, akım ilmeğine etki eden net manyetik kuvveti birim vektörler cinsinden bulunuz.



Şekil 2

$$\vec{F}_0 = I \vec{l} \times \vec{B}$$

1. parça için:

$$\vec{F}_1 = I \int d\vec{l}_1 \times \vec{B}$$

$$d\vec{l}_1 = dx(-\hat{i})$$

$$\vec{B} = \alpha y \hat{k} = \alpha c \hat{k} \quad (\vec{B} \text{ sabit})$$

$$\vec{F}_1 = I \int_0^b dx(-\hat{i}) \times (\alpha c \hat{k})$$

$$\vec{F}_1 = I \alpha c \int_0^b dx \hat{j} \quad ; \quad \boxed{\vec{F}_1 = I \alpha c b \hat{j}}$$

2. parça için:

$$\vec{F}_2 = I \int d\vec{l}_2 \times \vec{B}$$

$$d\vec{l}_2 = dy \hat{j}$$

$$\vec{B} = \alpha y \hat{k}$$

$$\vec{F}_2 = I \int_c^{c+a} dy \hat{j} \times (\alpha y \hat{k}) = I \alpha \int_c^{c+a} y dy \hat{i} = I \alpha \left[\frac{y^2}{2} \right]_c^{c+a} = I \alpha \left[\frac{(c+a)^2 - c^2}{2} \right] \hat{i}$$

$$\boxed{\vec{F}_2 = I \alpha \left(\frac{a^2 + 2ac}{2} \right) \hat{i}}$$

4. parça, 2. parça ile aynı büyüklükte fakat zıt yöndedir:

$$\boxed{\vec{F}_4 = I \alpha \left(\frac{a^2 + 2ac}{2} \right) (-\hat{i})}$$

3. parça için:

$$\vec{F}_3 = I \int d\vec{l}_3 \times \vec{B}$$

$$d\vec{l}_3 = dx \hat{i}$$

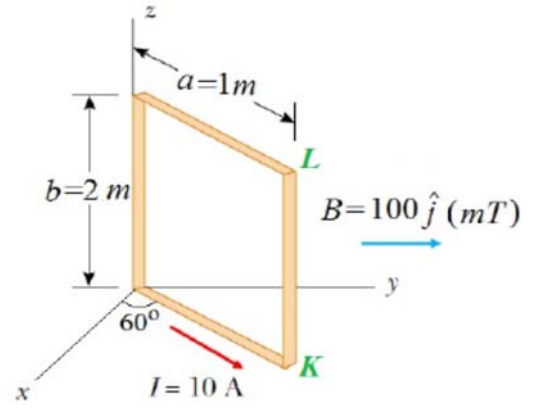
$$\vec{B} = \alpha (c+a) \hat{k} \quad (\vec{B} \text{ sabit})$$

$$\vec{F}_3 = I \int_0^b dx \hat{i} \times \alpha (c+a) \hat{k} \quad ; \quad \boxed{\vec{F}_3 = I \alpha b (c+a) (-\hat{j})}$$

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

$$\boxed{\Sigma \vec{F} = I \alpha ab (-\hat{j})}$$

3. Şekil 3'de görülen 100 sarımdan oluşan dikdörtgen biçimli bir ilmeğin boyutları $a = 1 \text{ m}$ ve $b = 2 \text{ m}$ 'dir. 10 A akım taşıyan ilmek, 100 mT'lik $+y$ -yönünde düzgün bir manyetik alan içine yerleştirilmiştir. Akım ilmeğinin oluşturduğu manyetik alanı ihmal ederek;
- ilmeğin KL kısmına etki eden manyetik kuvvet vektörünü bulunuz.
 - ilmeğin manyetik dipol momentini ve ilmeğe etkiyen torku birim vektörler cinsinden bulunuz.
 - ilmeğin manyetik potansiyel enerjisini hesaplayınız.



Şekil 3

a) $\vec{F}_B = I \vec{\ell} \times \vec{B}$

$\vec{F}_B = I \vec{b} \times \vec{B}$

$\vec{b} = 2 \hat{k} \text{ (m)}$

$\vec{B} = 0,1 \hat{j} \text{ (T)}$

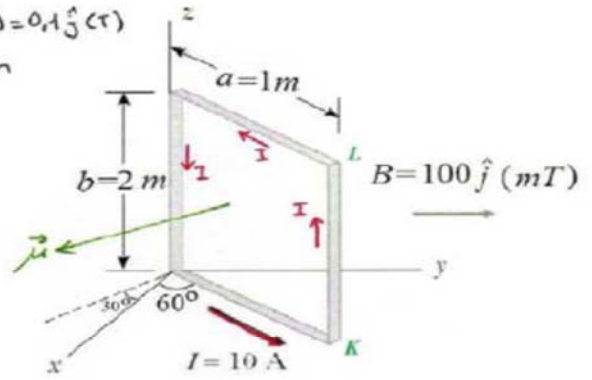
$\vec{F}_B = 10 \cdot [(2 \hat{k}) \times (0,1 \hat{j})]$

$\vec{F}_B = -2 \hat{i} \text{ (N)}$ (Bir sarım için)

100 sarım için: $\vec{F}_B = -200 \hat{i} \text{ (N)}$

$B = 100 \hat{j} \text{ (mT)} = 0,1 \hat{j} \text{ (T)}$

$N = 100 \text{ sarım}$



b) $\vec{\mu} = N I \vec{A}$ $A = 2 \times 1 = 2 \text{ (m}^2\text{)}$

$\mu = 100 \cdot 10 \cdot 2 = 2 \cdot 10^3 \text{ (A.m}^2\text{)}$

$\vec{\mu} = \mu \cos 30 \hat{i} - \mu \sin 30 \hat{j}$

$\vec{\mu} = 2 \cdot 10^3 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \hat{i} - \frac{1}{2} \hat{j} \right)$

$\vec{\mu} = 10^3 (\sqrt{3} \hat{i} - \hat{j}) \text{ (A.m}^2\text{)}$

$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$

$\vec{\tau} = 10^3 (\sqrt{3} \hat{i} - \hat{j}) \times 0,1 \hat{j}$

$\vec{\tau} = 10^2 \sqrt{3} \hat{k} \text{ (N.m)}$

c) $U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$

$U = - [10^3 (\sqrt{3} \hat{i} - \hat{j}) \cdot 0,1 \hat{j}]$

$U = 100 \text{ (J)}$

veya

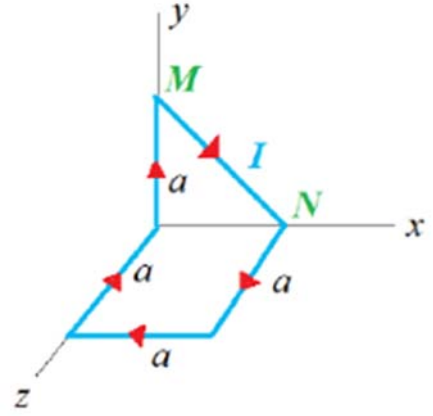
$U = -\mu B \cos \theta$

$U = -2 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot \cos 120^\circ$

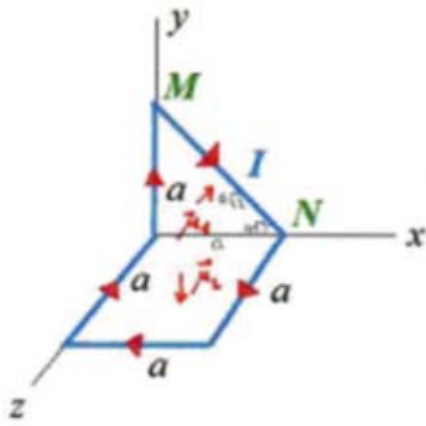
$U = 100 \text{ (J)}$

$\mu = \sqrt{3 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^6}$
 $\mu = 2 \cdot 10^3 \text{ (A.m}^2\text{)}$

4. Şekil 4'deki kapalı akım ilmeği $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$ (T) manyetik alanı içindedir. Akım ilmeğinin oluşturduğu manyetik alanı ihmal ederek;
- MN teline etki eden manyetik kuvvet vektörünü bulunuz.
 - Akım ilmeğinin manyetik dipol momentini birim vektörler cinsinden bulunuz.
 - İlmeğe etki eden torku ve ilmeğin manyetik potansiyel enerjisini bulunuz.



Şekil 4



$$\vec{F}_B = I \vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$a) \vec{\ell} = a\sqrt{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \hat{i} - \frac{\sqrt{2}}{2} \hat{j} \right) = a(\hat{i} - \hat{j}) \text{ (m)}$$

$$\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k} \text{ (T)}$$

$$\vec{F}_{MN} = I a (\hat{i} - \hat{j}) \times (\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k})$$

$$\vec{F}_{MN} = -I a (\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}) \text{ (N)}$$

$$b) \vec{\mu} = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2$$

$$\vec{\mu} = I (\vec{A}_1 + \vec{A}_2)$$

$$\vec{\mu} = I \left[\frac{a^2}{2} (-\hat{k}) + a^2 (-\hat{j}) \right]$$

$$\vec{\mu} = -I a^2 \left(\hat{j} + \frac{1}{2} \hat{k} \right) \text{ (A.m}^2\text{)}$$

$$c) \vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

$$\vec{\tau} = -I a^2 \left(\hat{j} + \frac{1}{2} \hat{k} \right) \times (\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k})$$

$$\vec{\tau} = I a^2 \left(-2\hat{i} - \frac{1}{2} \hat{j} + \hat{k} \right) \text{ (N.m)}$$

$$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$$

$$U = I a^2 \left(\hat{j} + \frac{1}{2} \hat{k} \right) \cdot (\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k})$$

$$U = -I \frac{3a^2}{2} \text{ (J)}$$

5. Kesiti 6cm^2 olan bir bobinin sarım sayısı 50 'dir. Bobin, $0,2\text{T}$ 'lik bir manyetik alan içine yerleştirildiğinde maksimum tork $3 \cdot 10^{-5}\text{N.m}$ olmaktadır.

a) Bobinden geçen akım şiddetini bulunuz.

b) Bobini manyetik alan içinde 180° döndürmek için yapılması gereken iş ne kadardır?

$$5) A = 6\text{ cm}^2 = 6 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2$$

$$N = 50\text{ sarım}$$

$$B = 0,2\text{ T}$$

$$\tau = 3 \cdot 10^{-5}\text{ N.m} \quad (\vec{\mu} \perp \vec{B})$$

$$a) \vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B} \quad \tau = \mu B \sin\theta$$

$$\tau = \mu B \quad (\theta = 90^\circ)$$

$$3 \cdot 10^{-5} = \mu \cdot 0,2$$

$$\mu = 1,5 \cdot 10^{-4}\text{ (A.m}^2\text{)}$$

$$\mu = N I A$$

$$1,5 \cdot 10^{-4} = 50 \cdot I \cdot 6 \cdot 10^{-4}$$

$$I = 5 \cdot 10^{-3}\text{ (A)}$$

$$I = 5\text{ (mA)}$$

$$b) W = \Delta U = U_s - U_i$$

$$W = (-\vec{\mu} \cdot \vec{B})_s - (-\vec{\mu} \cdot \vec{B})_i$$

$$W = \mu B (-\cos\theta_s + \cos\theta_i)$$

$$W = \mu B [-\cos(\theta_i + 180^\circ) + \cos\theta_i]$$

$$W = 2\vec{\mu} \cdot \vec{B}_i \cos\theta_i = 2\tau \cos\theta_i$$

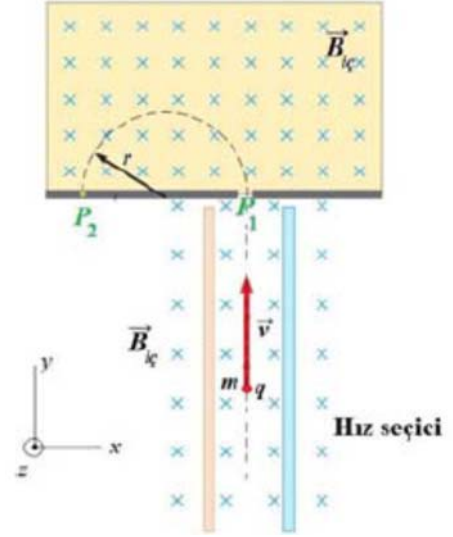
$$W = 6 \cdot 10^{-5} \cdot \cos\theta_i \quad (\text{J})$$

$$\theta_i \rightarrow \theta_i + 180^\circ$$

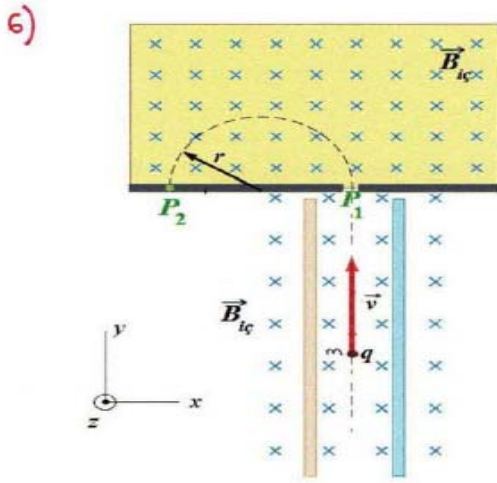
$$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$$

6. q yüklü ve m kütleli bir parçacık Şekil 5'deki gibi bir hız seçici içerisinde manyetik ve elektrik alanı dik olacak şekilde girmektedir. Parçacık, hız seçici içerisinde sabit hızla hareket etmektedir. P_1 noktasından itibaren sadece aynı manyetik alan (B_{ic}) etkisinde yörüngesel hareket yaparak, P_2 noktasına ulaşmaktadır. ($B_{ic} = 0,2 \text{ T}$; $E = 4 \times 10^5 \text{ V/m}$; $r = 0,1 \text{ m}$; $\pi = 3$)

- Parçacığın hızını bulunuz.
- Verilen koordinat sistemine göre elektrik alanının yönünü ve parçacığın yükünün işaretini belirleyiniz.
- q/m oranını hesaplayınız.
- Parçacığın P_1 noktasından P_2 noktasına geliş süresini bulunuz.



Şekil 5



- a) Hız seçici içinde;

$$\vec{F}_{\text{Net}} = 0$$

$$\vec{F}_{\text{Net}} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} = 0$$

$$\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B}$$

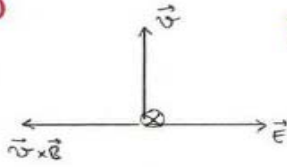
$$E = vB \sin 90^\circ$$

$$v = \frac{E}{B}$$

$$v = \frac{4 \cdot 10^5}{0,2}$$

$$v = 2 \cdot 10^6 \text{ (m/s)}$$

- b) $\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B}$

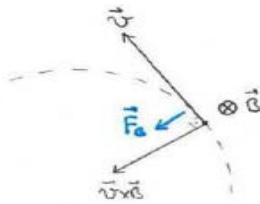


$$\vec{v} = v\hat{j}$$

$$\vec{B} = B_{ic}(-\hat{k})$$

$$\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B} = -v\hat{j} \times B_{ic}(-\hat{k}) = v \cdot B_{ic} \hat{i}$$

+x yönünde



$$\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$$

q, pozitif yüküdür.

- c) $q\vec{v} \times \vec{B} = m \frac{v^2}{r}$ ($\vec{v} \perp \vec{B}$)

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{rB}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{2 \cdot 10^6}{0,1 \cdot 0,2}$$

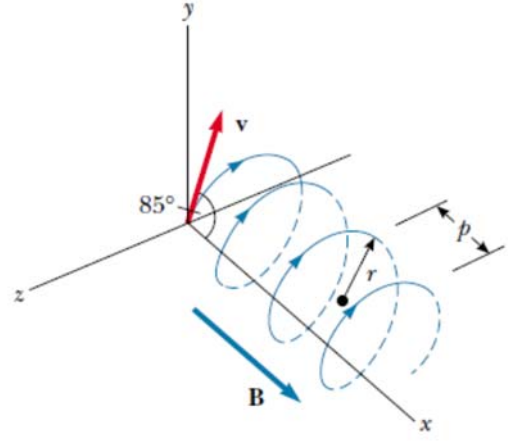
$$\frac{q}{m} = 1 \cdot 10^8 \text{ (C/kg)}$$

- d) $t = \frac{\pi r}{v}$

$$t = \frac{3 \cdot 0,1}{2 \cdot 10^6}$$

$$t = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ (s)}$$

7. Enerjisi 2 keV olan bir pozitron, büyüklüğü 0,1 T olan düzgün bir manyetik alan içerisine fırlatılıyor (Şekil 6). Pozitronun hız vektörü ile manyetik alan vektörü arasında 85°'lik bir açı vardır.
- a) Pozitronun periyodunu bulunuz.
- b) Helisin p yüksekliğini hesaplayınız.
- c) Helisin r yarıçapını hesaplayınız.
- ($m = 9,1 \times 10^{-31}$ kg, $q = 1,6 \times 10^{-19}$ C)



Şekil 6

7)

a)

$$qv_y B = m \frac{v_y^2}{r}$$

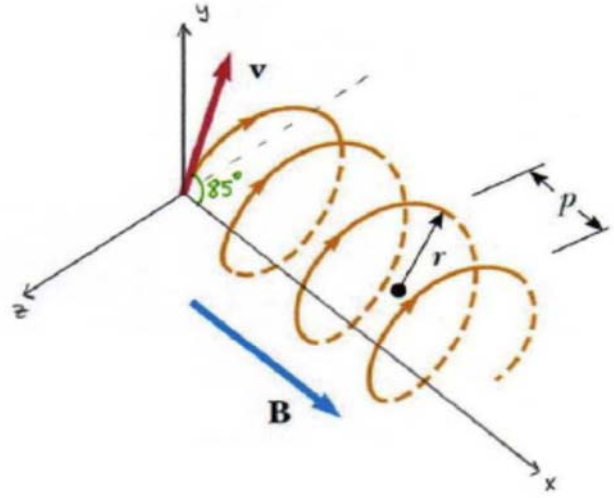
$$r = \frac{m v_y}{q B}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v_y}$$

$$T = \frac{2\pi m}{q B}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,10}$$

$$T = 3,57 \cdot 10^{-10} \text{ (s)}$$



- b) p adımı, pozitronun bir periyotta x-ekseni boyunca aldığı yoldur.

$$p = T \cdot v_x$$

$$p = \frac{2\pi m}{q B} \cdot v \cos 85^\circ$$

$$p = 3,57 \cdot 10^{-10} \cdot 2,67 \cdot 10^7 \cdot \cos 85^\circ$$

$$p = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ (m)}$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

$$2 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot v^2$$

$$v = 2,65 \cdot 10^7 \text{ (m/s)}$$

c)

$$r = \frac{m v_y}{q B}$$

$$r = \frac{m v \sin 85^\circ}{q B}$$

$$r = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2,65 \cdot 10^7 \cdot \sin 85^\circ}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,10}$$

$$r = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$