

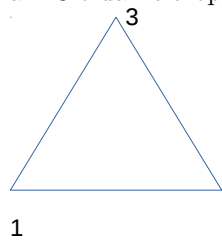
Fizika

ispit – vizsga

10. 02. 2022. 02. 10.

1. Na slici je jednakostranični trougao, dužina stranice je a . Predzaci naboja su $q_1 < 0$, $q_2 > 0$, $q_3 > 0$. Koliko se rad izvrši ukoliko se naboj q_2 pomeri iz temena trougla u tačku koja polovi stranicu 13?

Az ábrán egyenlő oldalú háromszög van. Az oldal hossza a . Az első csúcsban $q_1 < 0$, a másodikban $q_2 > 0$, a harmadikban pedig $q_3 > 0$ töltés van. Mekkora munkát kell elvégezni, hogy az 2-es töltést a háromszög csúcsából az 13 oldal felezőpontjába elmozdítsuk?



2. Imamo dve paralelne metalne ploče koje se nalaze na rastojanju od pola santimetra. Napon između ploča je 90 V. Kolika je jačina električnog polja između ploča i kolika je površinska gustina naelektrisanja na pločama? $\epsilon_0 = 8.8541878128(13) \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ Ako je površina svake ploče 2 cm^2 izračunajte količinu naelektrisanja na pozitivnoj ploči. Koliko je kapacitet kondenzatora sastavljenog od navedenih ploča?

Egyenlőtől fél centiméterre két fémlémezt helyezünk el. A lemezek között a feszültség 90 V. Mekkora az elektromos tér erőssége a két lemez között és mekkora a lemezekben a töltéssűrűség? $\epsilon_0 = 8.8541878128(13) \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ Ha mindkét lemez felülete 2 cm^2 számolja ki a pozitív lemezen levő töltésmennyiséget. Mekkora az említett két lemezről álló kondenzátornak a kapacitása?

3. Bakarna cev ima unutrašnji prečnik 0,85 cm a spoljašnji 1,1 cm. Specifična otpornost bakra je $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$. Koliko treba da bude dugačka bakarna cev da bi joj električni otpor bio $10^{-6} \Omega$?

Egy rézcső belső sugara 0,85 cm a külsőé pedig 1,1 cm. A réz fajlagos ellenállása $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$. Milyen hosszú kell, hogy legyen a rézcső ahhoz, hogy az elektromos ellenállása $10^{-6} \Omega$ legyen?

4. Na jednoj tački zemljine površine na **severnoj** polulopti magnetno polje zaklapa ugao od 74 stepena sa horizontalom, komponenta magnetnog polja paralelna zemljinoj površini ima intenzitet $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$. Odredite silu (pravac, smer i intenzitet) koja deluje na elektron koji se kreće brzinom 10^6 m/s vertikalno naniže. Koliko je ubrzanje elektrona? Izračunajte i slučaj ukoliko se elektron kreće paralelno zemljinoj površini prema jugu. Masa i naboj elektrona su $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

A földfelszín adott pontján a **északi** féltekén a Föld mágneses tere 74 fokos szöget zár be a vízszintes síkkal, a vízszintes komponens intenzitása pedig $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$. Határozza meg egy elektronra ható erőt (irány, irányítás, intenzitás), amennyiben az 10^6 m/s sebességgel mozog függőlegesen lefelé. Mekkora az elektron gyorsulása? Oldja meg azt az esetet is, amikor az elektron vízszintesen halad dél felé. Az elektron adatai: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

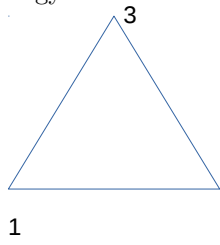
Fizika

ispit – vizsga

03. 02. 2022. 02. 03.

1. Na slici je jednakostranični trougao, dužina stranice je a . Predzaci naboja su $q_1 < 0$, $q_2 > 0$, $q_3 > 0$. Izračunajte potencijalnu energiju naboja q_3 . Koliki se rad izvrši ukoliko se naboj q_3 pomeri iz temena trougla u tačku koja polovi stranicu 23?

Az ábrán egyenlőoldalú háromszög van. Az oldal hossza a . Az első csúcsban $q_1 < 0$, a másodikban $q_2 > 0$, a harmadikban pedig $q_3 > 0$ töltés van. Számolja ki a q_1 töltés helyzeti energiáját. Mekkora munkát kell elvégezni, hogy az 1-es töltést a háromszög csúcsából az 23 oldal felezőpontjába elmozdítsuk?



2. Imamo dve paralelne metalne ploče koje se nalaze na rastojanju od pola santimetra. Napon između ploča je 90 V. Kolika je jačina električnog polja između ploča i kolika je površinska gustina naelektrisanja na pločama? $\epsilon_0 = 8.8541878128(13) \cdot 10^{-12} F/m$ Ako je površina svake ploče 2 cm^2 izračunajte količinu naelektrisanja na pozitivnoj ploči.

Egy mástól fél centiméterre két fémlemezt helyezünk el. A lemezek között a feszültség 90 V. Mekkora az elektromos tér erőssége a két lemez között és mekkora a lemezeken a töltéssűrűség? $\epsilon_0 = 8.8541878128(13) \cdot 10^{-12} F/m$ Ha mindkét lemez felülete 2 cm^2 számolja ki a pozitív lemezen levő töltésmennyiséget.

3. Bakarna cev ima dužinu 20 cm. Unutrašnji prečnik cevi je 0,85 cm a spoljašnji 1,1 cm. Specifična otpornost bakra je $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega m$. Izračunajte električni otpor cevi.

Egy rézcső hossza 20 cm. A cső belső sugara 0,85 cm a külsőé pedig 1,1 cm. A réz fajlagos ellenállása $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega m$. Számolja ki a cső elektromos ellenállását.

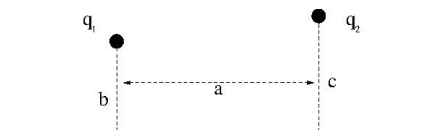
4. Na jednoj tački zemljine površine na **južnoj** polulopti magnetno polje zaklapa ugao od 74 stepena sa horizontalom, komponenta magnetnog polja paralelna zemljinoj površini ima intenzitet $1,6 \cdot 10^{-6} T$. Odredite silu (pravac, smer i intenzitet) koja deluje na elektron koji se kreće brzinom 10^6 m/s vertikalno naniže. Koliko je ubrzanje elektrona? Izračunajte i slučaj ukoliko se elektron kreće paralelno zemljinoj površini prema severu. Masa i naboj elektrona su $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

A földfelszín adott pontján a **déli** féltekén a Föld mágneses tere 74 fokos szöget zár be a vízszintes síkkal, a vízszintes komponens intenzitása pedig $1,6 \cdot 10^{-6} T$. Határozza meg egy elektronra ható erőt (irány, irányítás, intenzitás), amennyiben az 10^6 m/s sebességgel mozog függőlegesen lefelé. Mekkora az elektron gyorsulása? Oldja meg azt az esetet is, amikor az elektron vízszintesen halad észak felé. Az elektron adatai: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Inženjerska Fizika 1, ispit – Mérnöki Fizika 1, vizsga

1. Dva naelektrisanja q_1 i $-q_2$ nalaze se na međusobnom rastojanjima b i c od električno neutralne metalne ploče, a svako rastojanje izmedju normala na metalnu ploču je a . Izračunajte ukupnu silu koja deluje na naelektrisanja q_1 i q_2 .

Két töltés, q_1 és $-q_2$ b és c távolságra van egy elektromosan semleges fémlemeztől. A töltésekből a lemezre szerkesztett két merőleges irány egymástól a távolságra van. Számolja ki a q_1 és q_2 töltésekre ható erőket.

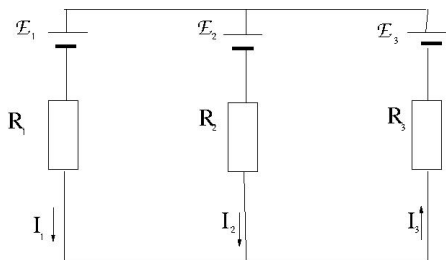


2. U tipičnom bakarnom provodniku ima $2 \cdot 10^{21}$ slobodnih elektrona po 1 cm dužine. Pretpostavite da se elektroni u provodniku kreću brzinom $0,05 \text{ cm/s}$. Koliko elektrona prodje kroz dati poprečni presek provodnika tokom jedne sekunde? Kolika je jačina struje? Električni naboj elektrona je $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Ukoliko je poluprečnik provodnika 1 mm izračunajte gustinu struje. Znajući da je specifična otpornost bakra $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$ izračunajte jačinu električnog polja unutar provodnika.

Tipikus rézhuzalban $2 \cdot 10^{21}$ szabad elektron van centiméterenként. Tételezze föl, hogy az elektronok $0,05 \text{ cm/s}$ sebességgel haladnak. Hány elektron halad át egy rögzített keresztmetszeten keresztül egy másodperc alatt? Mekkora az áramerősség? Egy elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Amennyiben a huzal sugara 1 mm számolja ki az áramsűrűséget. A réz fajlagos ellenállása $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$, számolja ki az elektromos tér intenzitását a huzalban.

3. Izračunajte elektromotornu silu $\mathcal{E}_1$ u prikazanom kolu. Poznate veličine su: $\mathcal{E}_2$, $\mathcal{E}_3$, R_1 , R_2 , R_3 i I_1 .

Számolja ki az $\mathcal{E}_1$ elektromotors erőt a lenti áramkörben. Az ismert mennyiségek: $\mathcal{E}_2$, $\mathcal{E}_3$, R_1 , R_2 , R_3 és I_1 .



4. Na jednoj tački zemljine površine na severnoj polulopti magnetno polje zaklapa ugao od 74 stepena sa horizontalom, komponenta magnetnog polja paralelna zemljinoj površini ima intenzitet $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$. Odredite silu (pravac, smer i intenzitet) koja deluje na elektron koji se kreće brzinom 10^6 m/s vertikalno naviše. Koliko je ubrzanje elektrona? Izračunajte i slučaj ukoliko se elektron kreće paralelno zemljinoj površini prema severu. Masa i naboj elektrona su $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

A földfelszín adott pontján az északi féltekén a Föld mágneses tere 74 fokos szöget zár be a vízszintes síkkal, a vízszintes komponens intenzitása pedig $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$. Határozza meg egy elektronra ható erőt (irány, irányítás, intenzitás), amennyiben az 10^6 m/s sebességgel mozog függőlegesen fölfelé. Mekkora az elektron gyorsulása? Oldja meg azt az esetet is, amikor az elektron vízszintesen halad észak felé. Az elektron adatai: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

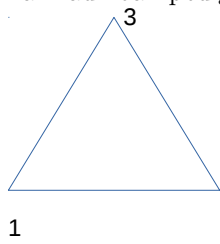
Fizika

ispit – vizsga

27. 01. 2022. 01. 27.

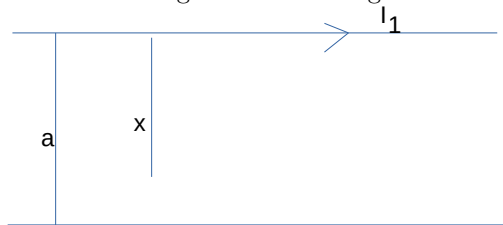
1. Na slici je jednakostranični trougao, dužina stranice je a . Predzaci naboja su $q_1 < 0$, $q_2 > 0$, $q_3 > 0$. Izračunajte sile koje deluju na naboje q_1 i q_2 .

Az ábrán egyenlőoldalú háromszög van. Az oldal hossza a . Az első csúcsban $q_1 < 0$, a másodikban $q_2 > 0$, a harmadikban pedig $q_3 > 0$ töltés van. Számolja ki a q_1 és q_2 töltésekre ható erőket.



2. Dva paralelna pravolinijska provodnika se nalaze na rastojanju a . Na rastojanju x od prvog provodnika kroz koji protiče struja jačine I_1 magnetno polje je 0. Kolika je jačina struje u drugom provodniku i koji je njen smer?

Két párhuzamos vezető egymástól a távolságra van. Az első vezetőkben I_1 erősségű áram folyik. x távolságra az első vezetőtől a mágneses tér erőssége 0. Határozza meg a második vezetőkben áramló áram erősségét és irányát.



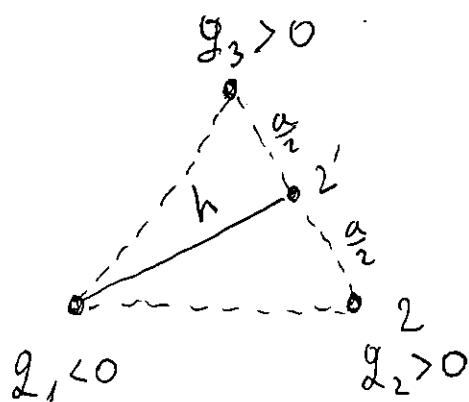
3. Kroz prsten poluprečnika R protiče struja jačine I u smeru kazaljke na časovniku. Na rastojanju x od središta prstena (na osi prstena) intenzitet magnetnog polja je $B = \frac{\mu_0}{2} \frac{R^2 I}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$. Na rastojanju x od središta prstena se kreće naboj q brzinom v paralelno ravni prstena. Kolika sila deluje na naboj kada se nalazi na osi prstena? Koji je pravac i smer sile?

Egy R sugarú gyűrűben I erősségű áram folyik az óramutató járásával összhangban. x távolságra a gyűrű középpontjától a gyűrűben áramló áram által keltett mágneses tér intenzitása a gyűrű tengelyén $B = \frac{\mu_0}{2} \frac{R^2 I}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$. x távolságra a gyűrű középpontjától egy, a gyűrű síkjával párhuzamosan v sebességgel haladó q töltés mozog. Mekkora erő hat a töltésre a gyűrű tengelyén? Mi az erő iránya, irányítása?

4. Na jednoj tački zemljine površine na **južnoj** polulopti magnetno polje zaklapa ugao od 74 stepena sa horizontalom, komponenta magnetnog polja paralelna zemljinoj površini ima intenzitet $1,6 \cdot 10^{-6} T$. Odredite silu (pravac, smer i intenzitet) koja deluje na elektron koji se kreće brzinom $10^6 m/s$ vertikalno naviše. Koliko je ubrzanje elektrona? Izračunajte i slučaj ukoliko se elektron kreće paralelno zemljinoj površini prema jugu. Masa i naboj elektrona su $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$.

A földfelszín adott pontján a **déli** féltéken a Föld mágneses tere 74 fokos szöget zár be a vízszintes síkkal, a vízszintes komponens intenzitása pedig $1,6 \cdot 10^{-6} T$. Határozza meg egy elektronra ható erőt (irány, irányítás, intenzitás), amennyiben az $10^6 m/s$ sebességgel mozog függőlegesen fölfelé. Mekkora az elektron gyorsulása? Oldja meg azt az esetet is, amikor az elektron vízszintesen halad dél felé. Az elektron adatai: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$.

1.



$$V_2 = V_1 + V_3 \quad V_1 = -\frac{k|q_1|}{a} \quad V_3 = \frac{kq_3}{a}$$

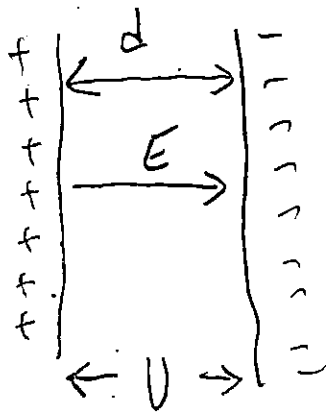
$$V_2' = V_1' + V_3' \quad V_1' = -\frac{k|q_1|}{h} \quad V_3' = \frac{kq_3}{(a/2)}$$

$$h = a \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$U_{2-2'} = V_2 - V_2'$$

$$A_{2-2'} = q_2 U_{2-2'}$$

2.



$$d = 0,5 \text{ cm} \quad U = 90 \text{ V} \quad S = 2 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = ? \quad E = ?$$

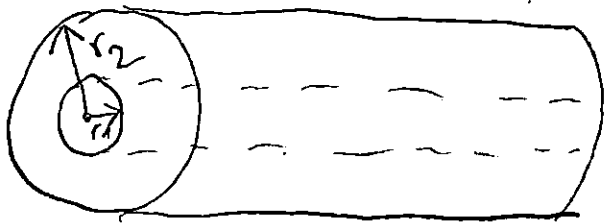
$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad C = \frac{Q}{U} \quad \sigma = \frac{Q}{S}$$

$$\frac{Q}{U} = \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad \frac{Q}{S} = \epsilon_0 \frac{U}{d}$$

$$\sigma = \epsilon_0 \frac{U}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 90}{0,5 \cdot 10^{-2}} = 1,593 \cdot 10^{-7} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{90}{0,5 \cdot 10^{-2}} = 18 \cdot 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

3.



$$D_1 = 0,85 \text{ cm}$$

$$D_2 = 1,1 \text{ cm}$$

$$r_1 = \frac{D_1}{2} = 0,425 \text{ cm} \quad r_2 = \frac{D_2}{2} = 0,55 \text{ cm}$$

$$S = S_2 - S_1 = r_2^2 \pi - r_1^2 \pi =$$

$$= (r_2^2 - r_1^2) \pi = 0,382 \text{ cm}^2$$

$$= 0,382 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

$$R = 10^{-6} \Omega \quad L = ?$$

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

$$L = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{10^{-6} \cdot 0,382 \cdot 10^{-4}}{1,7 \cdot 10^{-8}} = 2,252 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 2,252 \text{ mm}$$

4.

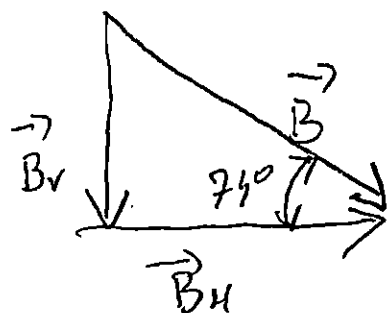
$$B_H = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

$$v = 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\vec{F} = ? \quad \vec{a} = ?$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

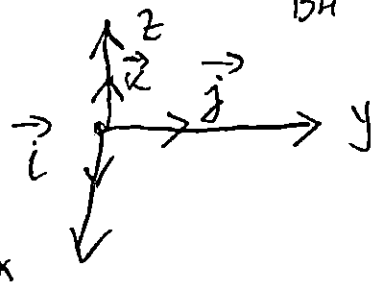


$$\vec{B} = \vec{B}_H + \vec{B}_V$$

$$\tan 74^\circ = \frac{B_V}{B_H}$$

$$B_V = B_H \tan 74^\circ = 5,57 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

$$\vec{B} = 1,6 \cdot 10^{-6} \vec{j} - 5,57 \cdot 10^{-6} \vec{k}$$



$$a) \quad \vec{v} = -10^6 \vec{k} \quad \vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & -10^6 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} & -5,57 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} \\ 0 & 0 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} = -(-10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-6} \vec{i}) = 1,6 \vec{i}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,6 \vec{i} = -2,56 \cdot 10^{-19} \vec{i} \text{ [N]}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{-2,56 \cdot 10^{-19} \vec{i}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = -2,81 \cdot 10^{11} \vec{i} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

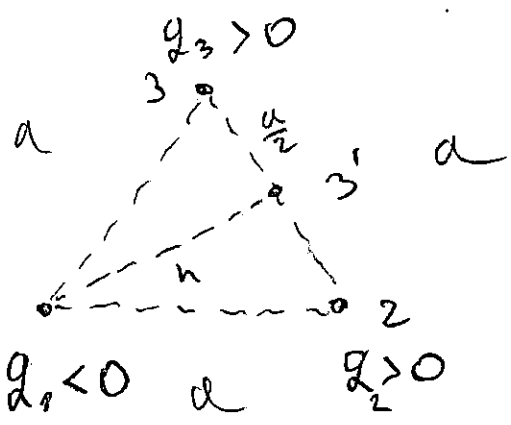
$$b) \quad \vec{v} = -10^6 \vec{j}$$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & -10^6 & 0 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} & -5,57 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} \\ 0 & -10^6 \end{vmatrix} = 5,57 \cdot 10^6 \cdot 10^{-6} \vec{i} = 5,57 \vec{i}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5,57 \vec{i} = -8,912 \cdot 10^{-19} \vec{i} \text{ [N]}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{-8,912 \cdot 10^{-19} \vec{i}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = -9,79 \cdot 10^{11} \vec{i} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

1.



$$W_3 = q_3 (V_3) \quad V_3 = V_1 + V_2$$

$$V_1 = -\frac{k|q_1|}{a} \quad V_2 = \frac{kq_2}{a}$$

$$A_{3-3'} = q_3 U_{3-3'} \quad h = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

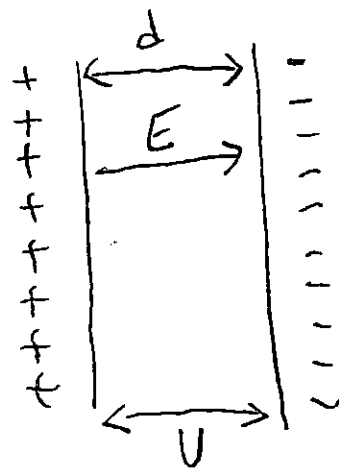
$$U_{3-3'} = V_3 - V_{3'}$$

$$V_{3'} = V_{1'} + V_{2'}$$

$$V_{1'} = -\frac{k|q_1|}{h}$$

$$V_{2'} = \frac{kq_2}{(\frac{a}{2})}$$

2.



$$d = 0,5 \text{ cm} \quad U = 90 \text{ V} \quad S = 2 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = ? \quad E = ? \quad Q = ?$$

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

$$\frac{Q}{U} = \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

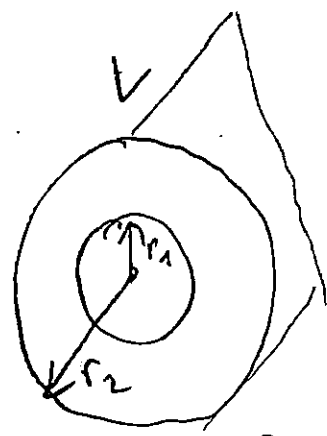
$$\frac{Q}{S} = \epsilon_0 \frac{U}{d}$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{90}{0,5 \cdot 10^{-2}} = 18 \text{ kV/m}$$

$$\sigma = \epsilon_0 \frac{U}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 90}{0,5 \cdot 10^{-2}} = 1,593 \cdot 10^{-7} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

$$Q = \sigma \cdot S = 1,593 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 31,86 \text{ pC}$$

3.



$$D_1 = 0,85 \text{ cm}$$

$$D_2 = 1,1 \text{ cm}$$

$$L = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$r_1 = \frac{D_1}{2} = 0,425 \text{ cm}$$

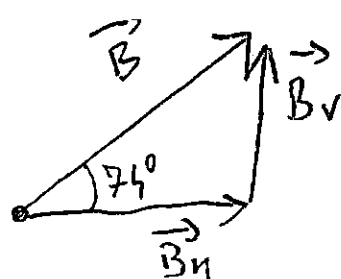
$$r_2 = \frac{D_2}{2} = 0,55 \text{ cm}$$

$$S = S_2 - S_1 = r_2^2 \pi - r_1^2 \pi = (r_2^2 - r_1^2) \pi = 0,382 \text{ cm}^2 = 0,382 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$R = \rho \frac{L}{S} = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 0,2}{0,382 \cdot 10^{-4}} = 89 \cdot 10^{-6} [\Omega]$$

4.



$$\vec{F} = ? \quad \vec{a} = ?$$

$$\vec{B} = \vec{B}_H + \vec{B}_V$$

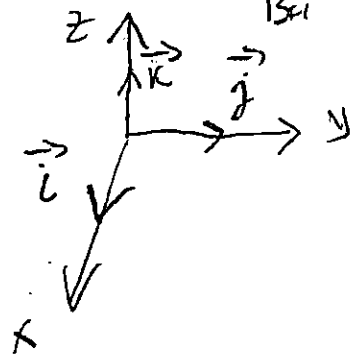
$$v = 10 \frac{10}{5}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\tan 74^\circ = \frac{B_V}{B_H} \quad B_V = B_H \tan 74^\circ = 5,57 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

$$\vec{B} = 1,6 \cdot 10^{-6} \vec{j} + 5,57 \cdot 10^{-6} \vec{k}$$



a)

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & -10^6 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} & 5,57 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} \\ 0 & 0 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} =$$

$$= -(-10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-6}) \vec{i} = 1,6 \vec{i}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,6 \vec{i} = -2,56 \cdot 10^{-19} \vec{i} \text{ [N]}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{-2,56 \cdot 10^{-19} \vec{i}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = -2,81 \cdot 10^{11} \vec{i} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

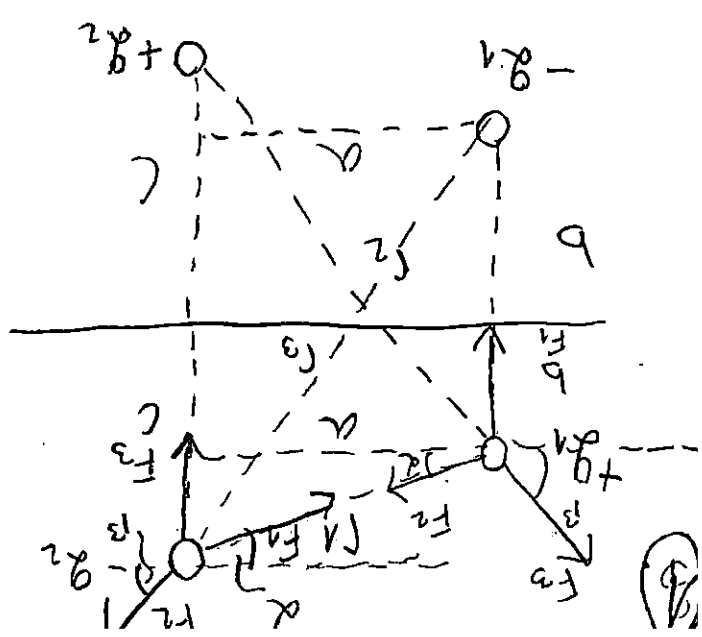
b) $\vec{v} = 10^6 \vec{j}$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 10^6 & 0 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} & 5,57 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} \\ 0 & 10^6 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} = 10^6 \cdot 5,57 \cdot 10^{-6} \vec{i}$$

$$= 5,57 \vec{i}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5,57 \vec{i} = -8,912 \cdot 10^{-19} \vec{i} \text{ [N]}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{-8,912 \cdot 10^{-19} \vec{i}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = -9,79 \cdot 10^{11} \vec{i} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$



$$r_1 = \sqrt{a^2 + (c-b)^2}$$

$$r_2 = \sqrt{a^2 + (2b+c+b)^2}$$

$$r_3 = \sqrt{a^2 + (2b+c-b)^2}$$

$$F_1 = K \frac{q_1 |q_2|}{r_1^2}$$

$$F_2 = K \frac{q_1 |q_2|}{r_2^2}$$

$$F_3 = K \frac{q_1 |q_2|}{r_3^2}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{2x}}{F_2} = \frac{a}{r_3}$$

$$F_{2x} = F_2 \frac{a}{r_3}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{2y}}{F_2} = \frac{r_3}{(c+b)}$$

$$F_{2y} = F_2 \frac{r_3}{2c+b}$$

$$F_{1x} = F_1 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{1y} = F_1 \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$\uparrow + 2F_{2y} = F_{2y} - F_{1y} - F_3$$

$$\sum F_{2x} = F_{2x} - F_{1x}$$

$$F_{2x} = F_2 \frac{a}{r_3}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{2x}}{F_2} = \frac{a}{r_3}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{2y}}{F_2} = \frac{r_3}{(c+b)}$$

$$F_{2y} = F_2 \frac{r_3}{2c+b}$$

$$\uparrow + 2F_{2y} = F_{2y} - F_{1y} - F_3$$

$$\sum F_{2x} = F_{2x} - F_{1x}$$

$$F_1 = K \frac{q_1 |q_2|}{(2b)^2}$$

$$F_2 = K \frac{q_1 |q_2|}{r_2^2}$$

$$F_3 = K \frac{q_1 |q_2|}{r_3^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_{1x}}{F_1} = \frac{a}{r_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_{1y}}{F_1} = \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$F_{1x} = F_1 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{1y} = F_1 \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{3x}}{F_3} = \frac{a}{r_2}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{3y}}{F_3} = \frac{r_2}{(c-b)}$$

$$F_{3x} = F_3 \frac{a}{r_2}$$

$$F_{3y} = F_3 \frac{r_2}{(2c-b)}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_{1x}}{F_1} = \frac{a}{r_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_{1y}}{F_1} = \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$F_{1x} = F_1 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{1y} = F_1 \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{3x}}{F_3} = \frac{a}{r_2}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{3y}}{F_3} = \frac{r_2}{(c-b)}$$

$$F_{3x} = F_3 \frac{a}{r_2}$$

$$F_{3y} = F_3 \frac{r_2}{(2c-b)}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_{2x}}{F_2} = \frac{a}{r_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_{2y}}{F_2} = \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$F_{2x} = F_2 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{2y} = F_2 \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{3x}}{F_3} = \frac{a}{r_2}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{3y}}{F_3} = \frac{r_2}{(c-b)}$$

$$F_{3x} = F_3 \frac{a}{r_2}$$

$$F_{3y} = F_3 \frac{r_2}{(2c-b)}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_{2x}}{F_2} = \frac{a}{r_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_{2y}}{F_2} = \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$F_{2x} = F_2 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{2y} = F_2 \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{3x}}{F_3} = \frac{a}{r_2}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{3y}}{F_3} = \frac{r_2}{(c-b)}$$

$$F_{3x} = F_3 \frac{a}{r_2}$$

$$F_{3y} = F_3 \frac{r_2}{(2c-b)}$$

$$\sum F_{2x} = F_{2x} - F_{3x}$$

$$\uparrow + 2F_{2y} = F_{2y} - F_{1y} - F_{3y}$$

$$F_{2x} = F_2 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{2y} = F_2 \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{3x}}{F_3} = \frac{a}{r_2}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{3y}}{F_3} = \frac{r_2}{(c-b)}$$

$$F_{3x} = F_3 \frac{a}{r_2}$$

$$F_{3y} = F_3 \frac{r_2}{(2c-b)}$$

$$\sum F_{2x} = F_{2x} - F_{3x}$$

$$\uparrow + 2F_{2y} = F_{2y} - F_{1y} - F_{3y}$$

$$F_{2x} = F_2 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{2y} = F_2 \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{3x}}{F_3} = \frac{a}{r_2}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{3y}}{F_3} = \frac{r_2}{(c-b)}$$

$$F_{3x} = F_3 \frac{a}{r_2}$$

$$F_{3y} = F_3 \frac{r_2}{(2c-b)}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_{2x}}{F_2} = \frac{a}{r_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_{2y}}{F_2} = \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$F_{2x} = F_2 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{2y} = F_2 \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{3x}}{F_3} = \frac{a}{r_2}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{3y}}{F_3} = \frac{r_2}{(c-b)}$$

$$F_{3x} = F_3 \frac{a}{r_2}$$

$$F_{3y} = F_3 \frac{r_2}{(2c-b)}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_{2x}}{F_2} = \frac{a}{r_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_{2y}}{F_2} = \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$F_{2x} = F_2 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{2y} = F_2 \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{3x}}{F_3} = \frac{a}{r_2}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{3y}}{F_3} = \frac{r_2}{(c-b)}$$

$$F_{3x} = F_3 \frac{a}{r_2}$$

$$F_{3y} = F_3 \frac{r_2}{(2c-b)}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_{2x}}{F_2} = \frac{a}{r_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_{2y}}{F_2} = \frac{(c-b)}{r_1}$$

$$F_{2x} = F_2 \frac{a}{r_1}$$

$$F_{2y} = F_2 \frac{(c-b)}{r_1}$$

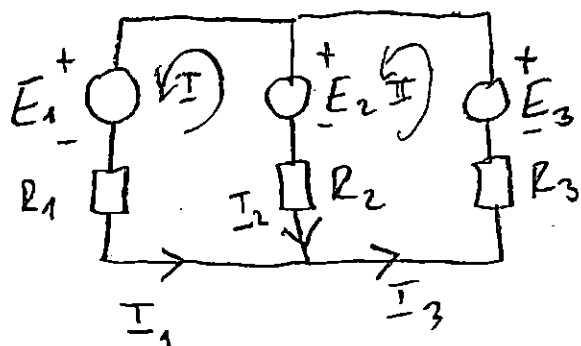
$$\cos \beta = \frac{F_{3x}}{F_3} = \frac{a}{r_2}$$

$$\sin \beta = \frac{F_{3y}}{F_3} = \frac{r_2}{(c-b)}$$

$$F_{3x} = F_3 \frac{a}{r_2}$$

$$F_{3y} = F_3 \frac{r_2}{(2c-b)}$$

3.



$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I: -E_1 + E_2 - I_1 R_1 + I_2 R_2 = 0$$

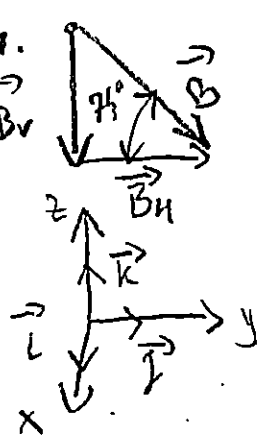
$$II: E_3 - E_2 - I_2 R_2 - I_3 R_3 = 0$$

$$E_1 = E_2 - I_1 R_1 + I_2 R_2$$

$$E_3 - E_2 - I_2 R_2 - (I_1 + I_2) R_3 = 0 \quad E_3 - E_2 - I_2 R_2 - I_1 R_3 - I_2 R_3 = 0$$

$$E_3 - E_2 - I_1 R_3 = I_2 R_2 + I_2 R_3 \quad I_2 = \frac{E_3 - E_2 - I_1 R_3}{R_2 + R_3}$$

4.



$$B_H = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ T} \quad v = 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\vec{F} = ? \quad \vec{a} = ?$$

$$\vec{B} = \vec{B}_H + \vec{B}_V$$

$$\vec{v} = 10^6 \vec{k}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\tan 74^\circ = \frac{B_V}{B_H}$$

$$B_V = B_H \tan 74^\circ = 5,57 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

$$\vec{B} = 1,6 \cdot 10^{-6} \vec{j} - 5,57 \cdot 10^{-6} \vec{k}$$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & 10^6 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} & -5,57 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} \\ 0 & 0 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} = -1,6 \vec{i}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-1,6) \vec{i} = 2,56 \cdot 10^{-19} \vec{i} \text{ [N]}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{2,56 \cdot 10^{-19} \vec{i}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 2,81 \cdot 10^{11} \vec{i} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

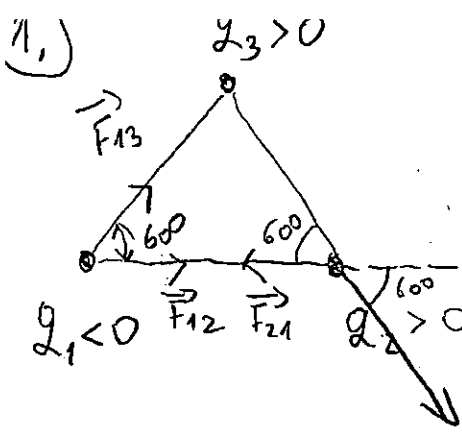
$$b) \vec{v} = 10^6 \vec{j}$$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 10^6 & 0 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} & -5,57 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} \\ 0 & 10^6 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} =$$

$$= -5,57 \vec{i}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-5,57) \vec{i} = 8,912 \cdot 10^{-19} \vec{i} \text{ [N]}$$

$$a = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{8,912 \cdot 10^{-19} \vec{i}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 9,79 \cdot 10^{11} \vec{i} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$



$$F_{13} = \frac{k |q_1| q_3}{a^2}$$

$$F_{12} = \frac{k |q_1| q_2}{a^2}$$

$$F_{13y} = F_{13} \sin 60^\circ$$

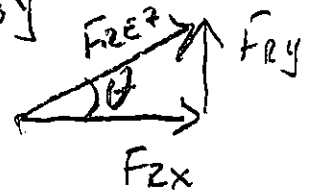
$$\rightarrow \sum F_{2x} = F_{12} + F_{13x}$$

$$F_{13x} = F_{13} \cos 60^\circ$$

$$\uparrow \sum F_{2y} = F_{13y}$$

$$F_{2E2} = \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{F_{2y}}{F_{2x}}\right)$$



$$F_{21} = \frac{k |q_1| q_2}{a^2}$$

$$F_{23} = \frac{k q_2 q_3}{a^2}$$

$$F_{23x} = F_{23} \cos 60^\circ$$

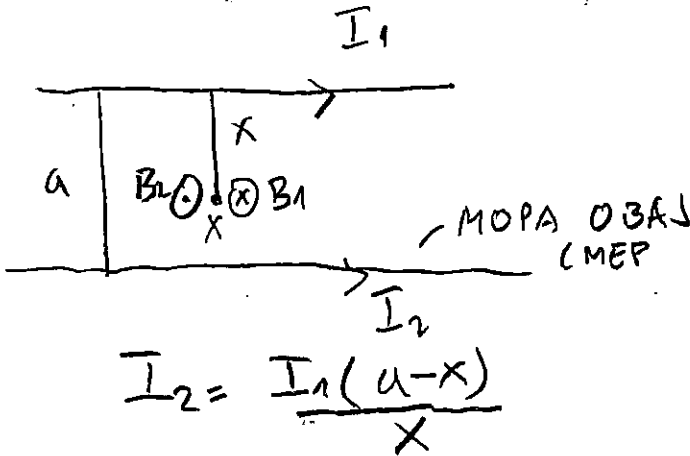
$$F_{23y} = F_{23} \sin 60^\circ$$

$$\rightarrow \sum F_{2x} = F_{23x} - F_{21}$$

$$\downarrow \sum F_{2y} = F_{23y}$$

$$F_{2E2} = \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2}$$

2)



$$I_2 = \frac{I_1(a-x)}{x}$$

$$B_x = B_2 - B_1 \quad B_2 - B_1 = 0$$

$$B_x = 0$$

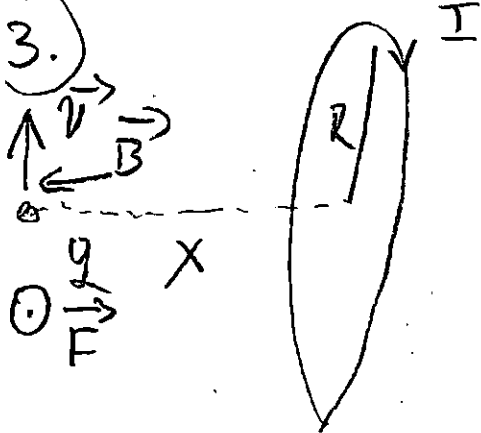
$$B_2 = B_1$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(a-x)}$$

$$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(a-x)}$$

3.)



$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$B = \frac{\mu_0 R^2 I}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$F = q v B$$

A vector diagram showing a vector $\vec{B}$ at an angle of 74° to its horizontal component $\vec{B}_H$. The vertical component $\vec{B}_V$ is also shown, forming a right-angled triangle with $\vec{B}_H$ and $\vec{B}$.

$$\vec{F} = ? \quad \vec{a} = ?$$

$$\vec{B} = \vec{B}_H + \vec{B}_V$$

$$e = -1.6 \cdot 10^{-19} C$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\tan 74^\circ = \frac{B_v}{B_H} \quad B_v = B_H \tan 74^\circ = 5.57 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

$$V = 10^6 \text{ K}$$

$$\vec{B} = 1,6 \cdot 10^{-6} \vec{j} + 5,57 \cdot 10^{-6} \vec{k}$$

$$\vec{V} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & 10^6 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} & 5,57 \cdot 10^{-8} \end{vmatrix} = \begin{pmatrix} -1,6 \cdot 10^{-6} \\ 5,57 \cdot 10^{-8} \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-1,6) \vec{i} = 2,56 \cdot 10^{-19} \text{ [N]}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{2,56 \cdot 10^{-19} \text{ N}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 2,81 \cdot 10^{11} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

b) $\vec{v} = -10^6 \vec{j}$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & -10^6 & 0 \\ 0 & 1,6 \cdot 10^{-6} & 5,57 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} = -5,57 \vec{i}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-5,57) \vec{e}_5 = 8,912 \cdot 10^{-19} \vec{e}_5 \text{ [N]}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = 9,79 \cdot 10^{14} \vec{L} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$