

Eladon

Név:

Neptun kód:.....

Dátum:.....

Jelölje a helyes választ a táblázat megfelelő helyére írt X-el! Csak a helyes válaszokat ellenőrizzük. A részletezett megoldásokat külön lapon adja be! Ennek világosan tükröznie kell a megoldás gondolatmenetét! Számítás nélküli, vagy nem a számítás eredményének megfelelő (de helyes) kitöltése negatív ponttal jár.

Az adatokat SI rendszerben adtuk meg.

A NEM A MEGADOTT FORMÁBAN ELKÉSZÍTETT DOLGOZATRA 0 PONTOT ADUNK!

- Egy 2 keV energiájú elektron a Föld 50 μ T értékű mágneses terében körpályán mozog. A pálya sugara
a. 0.4 m **b. 3 m** c. 4.8 m d. 12 m e. egyik sem
- $B = 0,2$ T homogén merőleges mágneses mezőben egy 8 cm külső és 1 cm belső sugarú vezető gyűrű 10 rad/s szögsebességgel forog a középpontján átmenő merőleges tengely körül. A feszültség a gyűrű két széle között?
a. 2,3 mV b. 3,5 mV **c. 6,3 mV** d. 12,6 mV e. egyik sem
- Egy $a = 0,3$ m sugarú, hengeres tartományban a tengelyirányú homogén elektromos térerősség változási sebessége $3,6 \times 10^8$ V/m s. Az indukált mágneses indukció értéke a tartomány tengelyétől 0,1 m távolságban:
a. 0,2 nT b. 0,4 nT c. 0,8 nT d. 4 nT e. egyik sem
- Egy szilárdtest lézer 50 ns hosszú impulzusának energiája 1200 J. Ha a lézernyaláb keresztmetszete 1 cm^2 , mennyi az elektromos térerősség maximális értéke?
a. $8 \cdot 10^7$ V/m b. $6 \cdot 10^8$ V/m **c. $4,2 \cdot 10^8$ V/m** d. $1 \cdot 10^7$ V/m e. egyik sem.
- Optikai rácstra merőlegesen 600 nm hullámhosszúságú fény esik. A rácstól 1m távolságra elhelyezett ernyőn a +1 és -1 rend egymástól 20 cm-re jelenik meg. Mekkora a rácsállandó?
a. $3 \cdot 10^{-6}$ m **b. $6 \cdot 10^{-6}$ m** c. $1,5 \cdot 10^{-6}$ m d. $1,2 \cdot 10^{-5}$ m e. egyik sem
- Ha egy üveglemez Brewster szöge levegőben 57° , mennyi lesz Brewster szöge, ha vízbe ($n_v = 4/3$) merítjük?
a. $49,2^\circ$ b. 33° c. $43,4^\circ$ d. $63,7^\circ$ e. egyik sem
- Egy m tömegű részecske impulzusa $p = 3^{1/2} mc$. Energiája hány-szorosa a nyugalmi energiának?
a. 2 b. 3 c. 4 d. 8 e. egyik sem
- Mennyi a hullámhosszváltozás, ha egy fotont a kezdetben álló elektron visszaszór?
a. 4,86 pm b. 3,2 pm c. 6,9 pm d. 9,4 pm e. egyik sem
- Mennyi a foto-elektronok maximális kinetikus energiája eV-ban, ha a 2,24 eV kilépési munkájú nátriumot 350 nm hullámhosszúságú fényel világítjuk meg?
a. 0,47 b. 0,61 c. 0,97 **d. 1,3** e. egyik sem
- Egydimenziós potenciáldobozban lévő részecske valószínűségi sűrűségeloszlásnak három "púpja" van, amikor energiája 4,5 eV. A szomszédos energiaszintre történő átmenetkor kisugárzott foton energiája:
a. 1,5 eV b. 2 eV c. 0,5 eV **d. 2,5 eV** e. egyik sem.

	a	b	c	d	e
1		X			
2			X		
3	X				
4			X		
5		X			
6	X				
7	X				
8	X				
9				X	
10				X	

$n_{\text{viz}} = 1,33$
 $e = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ C
 $m_e = 9,1095 \cdot 10^{-31}$ kg
 $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg
 $k_e = 9 \cdot 10^9$ Vm/As
 $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ As/Vm
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am
 $c = 2,998 \cdot 10^8$ m/s
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js
 $\Lambda_c = h / mc$
 $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K

ALÁÍRÁS:

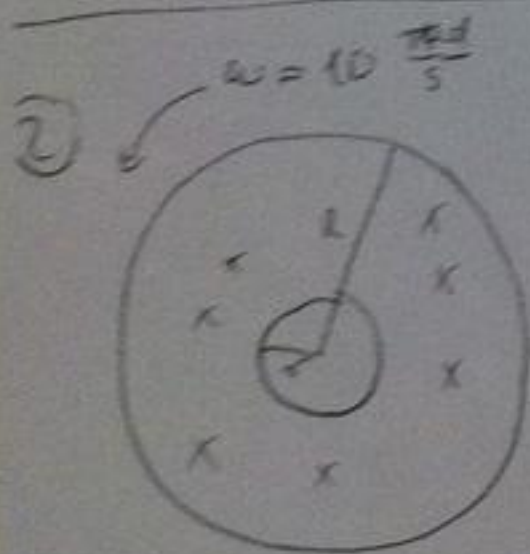
1) $E = 2 \text{ keV}$ $B = 50 \mu\text{T}$ e^-

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

$F_{cp} = \frac{mv^2}{r}$ $\frac{mv^2}{r} = qvB \Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$

$E = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 2,65 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$r = \frac{mv}{qB} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2,65 \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 50 \cdot 10^{-6}} \approx \underline{\underline{3 \text{ m}}}$



$B = 0,2 \text{ T}$
 $r = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$
 $R = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$

$A = R^2 \pi - r^2 \pi = 0,0198 \text{ m}^2$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10} = \frac{\pi}{5} = 0,628 \text{ s}$

$\frac{dA}{dt} = \frac{A}{T} = \frac{0,0198}{0,628} = 0,03153 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$

$U = - \frac{d\Phi_B}{dt} = - \frac{d(B \cdot A)}{dt} = -B \cdot \frac{dA}{dt} = -0,2 \text{ T} \cdot 0,03153 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \approx -6,3 \cdot 10^{-3} \text{ V}$

\rightarrow absolut detekten 6,3 mV

3)



$$\frac{dE}{dt} = 3,6 \cdot 10^9 \frac{V}{m/s}$$

$$a = 0,3 m \quad r = 0,1 m$$

áram mltis $\Rightarrow \oint_{r \text{ suguni kor}} \vec{B} ds = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} = \mu_0 \epsilon_0 A \cdot \frac{dE}{dt}$

$\vec{B} \parallel ds$ $\Rightarrow \oint_{r \text{ suguni kor}} \vec{B} ds = \int B ds = B \int ds = B \cdot 2r\pi$

$$\Rightarrow B \cdot 2r\pi = \mu_0 \epsilon_0 \frac{2\pi r^2}{r^2} \frac{dE}{dt} \Rightarrow B = \mu_0 \epsilon_0 \frac{r^2}{2r^2} \frac{dE}{dt} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{0,1}{2} \cdot 3,6 \cdot 10^9 = 2 \cdot 10^{-10} T = \underline{\underline{0,2 \text{ nT}}}$$

$u = \frac{1}{c^2} \frac{\partial E}{\partial t}$
 $\oint B ds = \frac{1}{c} \int \frac{\partial E}{\partial t} dV$

7) $t = 50 \text{ ns}$, ~~U = 1200 J~~ $U = 1200 \text{ J}$ $A = 1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$

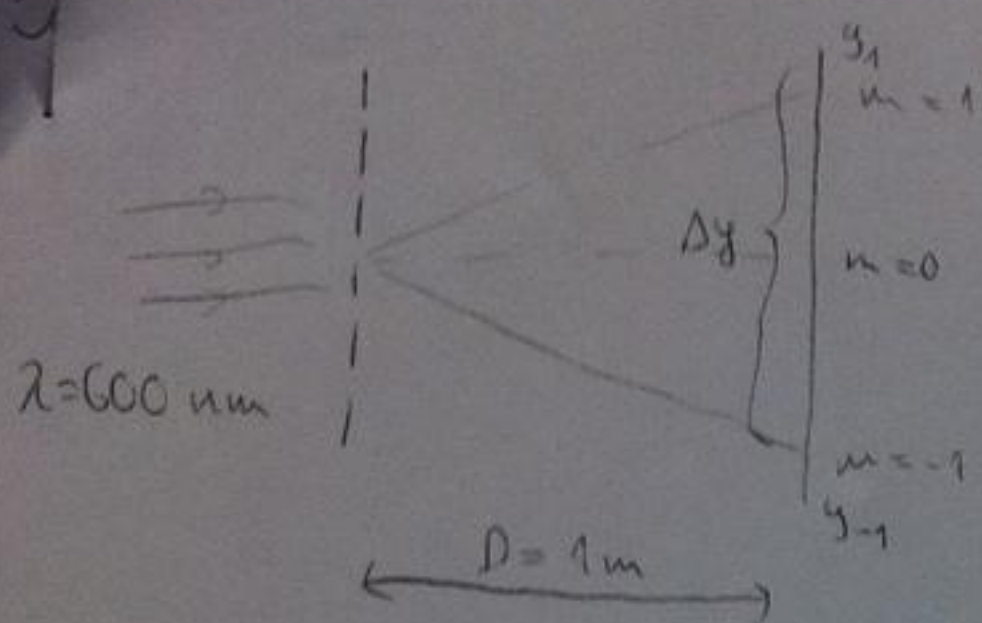
$$l = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \cdot 50 \cdot 10^{-9} = 15 \text{ m}$$

$$V = l \cdot A = 15 \text{ m} \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$u = \frac{U}{V} = \frac{1200 \text{ J}}{1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 8 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_{max}^2 \Rightarrow E_{max} = \sqrt{\frac{2u}{\epsilon_0}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 10^5}{\epsilon_0}} = \underline{\underline{4,25 \cdot 10^8 \frac{V}{m}}}$$

mió v. 13. 1
DO36X6



Δy = 20 cm
 a diffrakciós minimumok
 a rács miatt maximumok kerekkel
 (sok réteg)

$m \cdot \lambda = d \cdot \sin \theta$ kis szögkor $\sin \theta \approx \text{tg } \theta$
 $m \lambda = d \cdot \frac{y}{D}$ $\text{tg } \theta = \frac{y}{D}$

$m=1 \quad \lambda = d \frac{y_1}{D}$
 $m=-1 \quad -\lambda = d \frac{y_{-1}}{D}$

$\Rightarrow 2\lambda = \frac{d}{D} (y_1 - y_{-1}) \Rightarrow 2\lambda = \frac{d}{D} \Delta y \Rightarrow$

$\Rightarrow d = \frac{2\lambda D}{\Delta y} = \frac{2 \cdot 600 \cdot 10^{-9} \cdot 1}{0,2} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m} = \underline{\underline{6 \mu\text{m}}}$

3) θ_p a Brewster-szög $n_{\text{levegő}} = 1$

$\text{tg } \theta_{\text{Brew}} = \frac{n_{\text{üveg}}}{n_{\text{levegő}}} = n_{\text{üveg}} \Rightarrow n_{\text{üveg}} = \text{tg } \theta_{\text{Brew}} = \text{tg } 57^\circ = 1,5399$

$\text{tg } \theta_{\text{püv}} = \frac{n_{\text{üveg}}}{n_{\text{püv}}} = \frac{1,5399}{\frac{4}{3}} = 1,15490$

\downarrow
 $\theta_{\text{püv}} = \underline{\underline{49,11^\circ}}$

$\theta_{\text{püv}} \in]0; \frac{\pi}{2}[$

m taneq

nyugalni energia: mc^2

$$p = \sqrt{3} mc$$

$$E = \sqrt{(mc^2)^2 + (pc)^2} = \sqrt{m^2 c^4 + (\sqrt{3} mc^2)^2} =$$

$$= \sqrt{m^2 c^4 + 3m^2 c^4} = \sqrt{4m^2 c^4} = \underline{2mc^2}$$

$$\Rightarrow \frac{E}{\text{nyugalni energia}} = \frac{2mc^2}{mc^2} = \underline{2}$$

8) nisnashiv $\Rightarrow \Theta = 180^\circ = -\pi$

$$\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \Theta) = \frac{h}{m_e c} (1 - \underbrace{\cos \pi}_{-1}) = \frac{2h}{m_e c} = \frac{2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} =$$

$$= 4,85 \cdot 10^{-12} \text{ m} = \underline{\underline{4,85 \text{ pm}}}$$

$$hf = W_{hi} + \frac{1}{2}mv^2$$

$$m = m_e$$

$$W_{hi} = 2,24 \text{ eV}$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = 350 \text{ nm}$$

$$E_{kin} = hf - W_{hi} = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W_{hi} = \frac{h \cdot c}{\lambda \cdot e} - W_{hi} =$$

eV-ban

$$= \frac{h \cdot c}{350 \cdot 10^{-9} \cdot e} - 2,24 \text{ eV} = 3,54 \text{ eV} - 2,24 \text{ eV} = \underline{\underline{1,3 \text{ eV}}}$$

3 púp → 3. energiamint, dehoznal az $n=3$

$$E_3 = 4,5 \text{ eV}$$

$n=2$ -re átmenetek sugároz ki

$$E_{foton} = E_3 - E_2 = \frac{h^2 \pi^2}{2mD^2} (3^2 - 2^2)$$

$$\frac{E_{foton}}{E_3} = \frac{\frac{h^2 \pi^2}{2mD^2} (3^2 - 2^2)}{\frac{h^2 \pi^2}{2mD^2} 3^2} = \frac{3^2 - 2^2}{3^2} = \frac{9 - 4}{9} = \frac{5}{9}$$

$$\Rightarrow E_{foton} = E_3 \cdot \frac{5}{9} = 4,5 \text{ eV} \cdot \frac{5}{9} = \underline{\underline{2,5 \text{ eV}}}$$

Kiegészítendő állítások

Egészítse ki az alábbi hiányos mondatokat úgy, hogy azok **helyes fizikai állítást** fogalmazzanak meg!

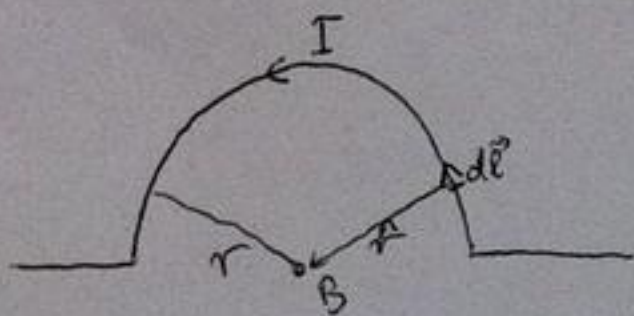
1. Időben változó mágneses mező által keltett elektromos mezőben az erőter munkája függ a(z) *úttól (kezdőponttól végpontig) pályától*
2. Diamágneses anyagok mágneses szuszceptibilitásának előjele *negatív*
3. Mágneses mezőben mozgó, tömör fémből készült inga *az örvényáramok*
.....következtében fékeződik le.
4. A mágneszettség vektorának definíciója: $\vec{M} = \frac{\sum \vec{m}_i}{V}$
5. Ha egy szabad térben terjedő elektromágneses hullámban az elektromos térerősség nagysága E , a mágneses indukció vektorának nagysága E/c
6. Fraunhofer diffrakciónál mind az apertúrára érkező, mind az azt elhagyó fénysugarak *párhuzamosak*
7. Ha egy inerciarendszerben két esemény egyidejű, akkor egy ehhez képest állandó sebességgel mozgó vonatkoztatási rendszerben *nem lehet egyidejű*
8. Fényelektromos jelenség (fotoeffektus) során az anyagból kilépő elektronok kinetikus energiája egyenesen arányos a megvilágító fény *frekvenciájával*
9. A Compton effektus során a szórt foton hullámhossza *nagyobb* lesz.
10. $|\psi(x)|^2 dx$ megadja a részecske *találhatóan valószínűségét* az x és $x+dx$ tartományban
11. A $Z=7$ rendszámú elem elektron-konfigurációja: $1s^2 2s^2 3p^3$
12. A hidrogén atom $n=3$ fő kvantumszámához tartozó összes pályaalapot száma: $n^2 = 3^2 = 9$
13. Egy dimenzióban mozgó részecske hullámfüggvényének az első gerjesztett állapotban 2 "púpja" van.
14. A lézer-működés alapja az az elemi elektronátmenet, amelyet *indukált*
..... *stimulált emisszió* -nak hívunk.
15. A maghasadás *csak nagy számú* elemek esetén jár energia felszabadulással.
nagy rendszám!!!

III. Kérdések

Válaszait ezen a lapon adja meg!

1. A Biot-Savart törvény alkalmazásával számítsa ki egy félkör alakú áramvezető középpontjában a mágneses teret!

3



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

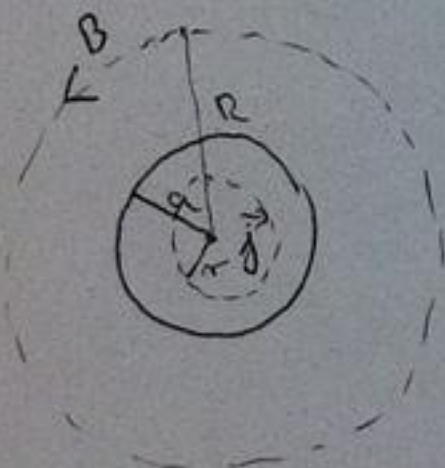
$d\vec{B}$ kifelé mutat, a szimmetria miatt a kiváltás állandó és $d\vec{l} \perp \hat{r}$

$$\vec{B} = \int d\vec{B}, B = \int dB = \int \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{dl}{r^2} =$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{1}{r^2} \int dl = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{\pi r}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{4r}$$

2. A gerjesztési törvény alkalmazásával határozza meg egy a sugarú, hosszú, egyenes vezető mágneses terét a vezetőkön belül és azon kívül!

3



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \Sigma I$$

hengerszimmetria miatt, ha tengelykörpáron integrálunk akkor $\vec{B} \parallel d\vec{s}$

kívül: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I = \mu_0 j a^2 \pi$, $j = \frac{I}{a^2 \pi}$

$$B \oint ds = B 2\pi r$$

$$\Rightarrow 2\pi r \cdot B = \mu_0 I \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

belső: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 j r^2 \pi = \mu_0 I \cdot \frac{r^2}{a^2}$

$$B \oint ds = B \cdot 2\pi r \Rightarrow 2\pi r \cdot B = \mu_0 I \frac{r^2}{a^2}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a^2} r$$

3. a. Nyitott áramkör esetén milyen nehézség lép fel a gerjesztési törvény alkalmazásakor?
 b. Hogyan vezetjük be az eltolási áramot?
 c. Az eltolási áramsűrűség és elektromos térerősség kapcsolata vákuumban és anyagban.

3

a) Ugyanarra a görbét integrálva, de más "áramfelület" véve más-más eredmény jöhet ki (pl. kondenzátor töltele)

b) Az Ampere-törvényt kiegészítjük egy taggal, ami abból adódik hogy változó elektromos mérése mágneses mezőt indít.

$$I_d = \frac{d\Phi_D}{dt}, \text{ vákuumban ez megegyezik } I_d = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \text{ -vel}$$

c) $\vec{j}_D = \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}$ vákuumban, anyagban $\vec{j}_D = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{d\vec{E}}{dt} = \frac{d\vec{D}}{dt}$

* t_1 : mid edge x_1 -ben
 t_2 : mid edge x_2 -ben } S -ben $t_1 = t_2$!

3

4. A Lorentz-transzformáció felhasználásával határozza meg a hossz-kontrakció kifejezését!
 S' mozog S -hez képest V sebességgel, a nyugalmi hossz S' -ben L_0 -nak mérik

$L_0 = x'_2 - x'_1$, S -ben L -nek mérik, $L = x_2 - x_1$ *

$$x_2 = \frac{x'_2 + V \cdot t'_2}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} \quad x_1 = \frac{x'_1 + V \cdot t'_1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} \quad \left| \quad x'_2 = \frac{x_2 - V t_2}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} \quad x'_1 = \frac{x_1 - V t_1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} \right.$$

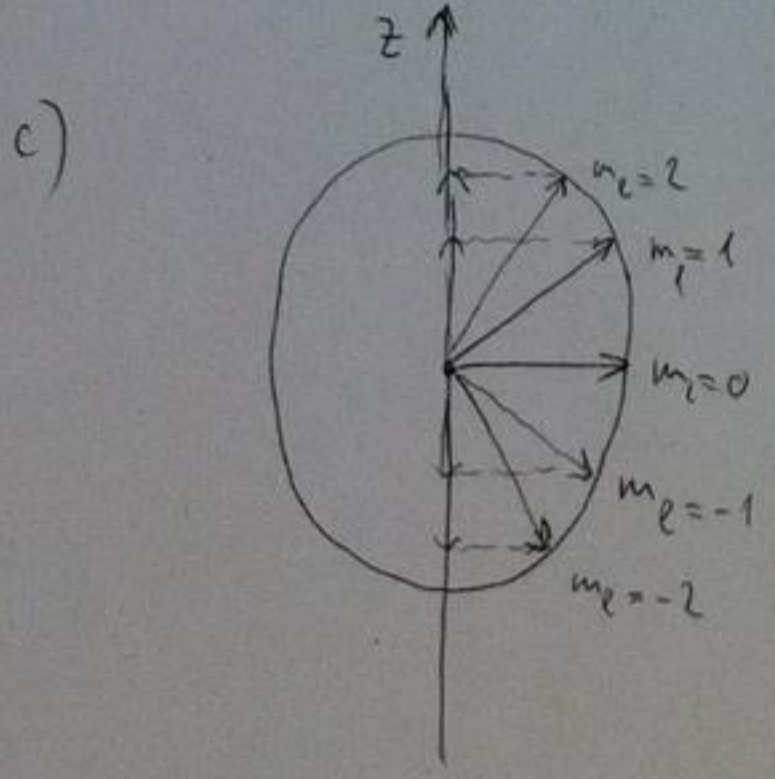
$$\Rightarrow L_0 = x'_2 - x'_1 = \frac{x_2 - V t_2}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} - \frac{x_1 - V t_1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} - \frac{V(t_2 - t_1)}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

$$\Rightarrow L_0 = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} - \frac{V(t_2 - t_1)}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} = \frac{L}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} \Rightarrow L = L_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

5. a. Írja fel az impulzummomentum négyzetének sajátértékeit!
 b. Milyen értékeket vehet fel az impulzummomentum vektorának z - komponense?
 c. Rajzolja fel a „térbeli kvantálás” ábráját $l = 2$ esetére!

a) $l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$ lehet $L^2 = \hbar^2 l(l+1)$

b) $L_z = m_l \hbar$ $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$ lehet ✓



✓

2