

2020 Jan. 14.

Név: .....  
Neptun kód:.....

Dátum:.....

Jelölje a helyes választ a táblázat megfelelő helyére írt X-el! Csak a helyes válaszokat ellenőrizték. 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.

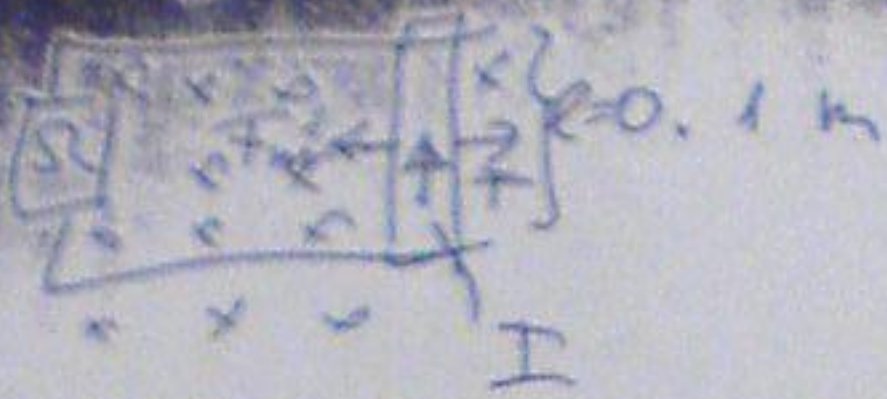
**A NEM A MEGADOTT FORMÁBAN ELKÉSZÍTETT DOLGOZATRA 0 PONTOT ADUNK!**

- Homogén, állandó mágneses tér merőleges egy  $0,3 \Omega$  ellenállással lezárt, egymástól  $0,1 \text{ m}$ -re lévő vezető sínpárra. Ha a síneket összekötő, azokra merőleges vezető  $0,006 \text{ N}$  erő hatására  $2 \text{ m/s}$  állandó sebességgel súrlódásmentesen csúszik a sínen, a mágneses indukció értéke  
a.  $0,1 \text{ T}$     b.  $0,15 \text{ T}$     c.  $0,2 \text{ T}$     d.  $0,3 \text{ T}$     e. egyik sem
- Egy hosszú,  $3 \text{ cm}$  sugarú szolenoidban ( $n = 1500 \text{ menet/m}$ ) egy  $20$  menetes,  $1 \text{ cm}$  sugarú sík tekercs van. A két tekercs tengelye egymással  $60^\circ$ -os szöget zár be. A kölcsönös indukciós együttható:  
a.  $2,95 \mu\text{H}$     b.  $5,9 \mu\text{H}$     c.  $10,25 \mu\text{H}$     d.  $20,5 \mu\text{H}$     e. egyik sem
- Egy  $2 \text{ A}$  árammal átjárt hosszú egyenes vezetőtől  $2 \text{ cm}$  távolságban egy  $10 \text{ cm}$  oldalhosszúságú négyzet helyezkedik el. A keret és az egyenes vezető egy síkban van! Mekkora a négyzet alakú keret mágneses fluxusa?  
a.  $57 \text{ mWb}$     b.  $72 \text{ nWb}$     c.  $100 \text{ nWb}$     d.  $38 \mu\text{Wb}$     e. egyik sem
- Vákuumban terjedő síkhullám elektromos térerőssége:  $E(\mathbf{r}, t) = (6000 \text{ V/m}) \cos(kz - \omega t) \mathbf{e}_x$ . A Poynting vektor maximális értéke  $\text{W/m}^2$ -ben:  
a.  $18,9 \cdot 10^4$     b.  $9,4 \cdot 10^4$     c.  $4,7 \cdot 10^4$     d.  $2,4 \cdot 10^4$     e. egyik sem
- Egy  $90 \text{ mW}$ -os lézernyaláb egy tükörről merőlegesen visszaverődik. Mekkora erő hat a tükörrre?  
a.  $3 \cdot 10^{-10} \text{ N}$     b.  $6 \cdot 10^{-10} \text{ N}$     c.  $9 \cdot 10^{-10} \text{ N}$     d.  $12 \cdot 10^{-10} \text{ N}$     e. egyik sem
- Optikai rácstra merőlegesen  $600 \text{ nm}$  hullámhosszúságú fény esik. A rácstól  $1 \text{ m}$  távolságra elhelyezett ernyőn a  $+1$  és  $-1$  rend egymástól  $20 \text{ cm}$ -re jelenik meg. Mekkora a rácsállandó?  
a.  $3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$     b.  $6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$     c.  $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$     d.  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}$     e. egyik sem
- Két ideális polarizátor tengelyei egymással  $60^\circ$ -os szöget zárnak be. Ha az elsőre cirkulárisan polarizált hullám esik, hányszor kisebb a kimenő intenzitás a bemenőnél?  
a. 4    b. 6    c. 8    d. 16    e. egyik sem
- Egy  $m$  tömegű részecske impulzusa  $p = 3^{1/2} mc$ . Energiája hányszorosa a nyugalmi energiának?  
a. 2    b. 3    c. 4    d. 8    e. egyik sem
- Ha egy szabad elektron hullámfüggvénye  $\psi(x) = A \sin(5 \times 10^{10} x)$ , az elektron energiája eV-ban  
a. 95    b. 4.3    c. 0.34    d. 1.3    e. egyik sem
- Egydimenziós potenciáldobozban lévő részecske valószínűségi sűrűségeloszlásnak három "pépjá" van, amikor energiája  $4,5 \text{ eV}$ . A szomszédos energiaszintre történő átmenetkor kisugárzott foton energiája:  
a.  $1,5 \text{ eV}$     b.  $2 \text{ eV}$     c.  $0,5 \text{ eV}$     d.  $2,5 \text{ eV}$     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

- $n_{vit} = 1,33$
- $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- $m_e = 9,1095 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- $k_e = 9 \cdot 10^9 \text{ Vm/As}$
- $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$
- $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$
- $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
- $\Lambda_c = h / mc$
- $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
- $M_{Al} = 107,87 \text{ g/mol}$
- $\rho_{Al} = 10,5 \text{ g/cm}^3$
- $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ atom/mol}$

2010 Jan 14



$$F = 6 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} = Fv$$

$$P = I^2 R$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

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

$$F_m = I l B$$

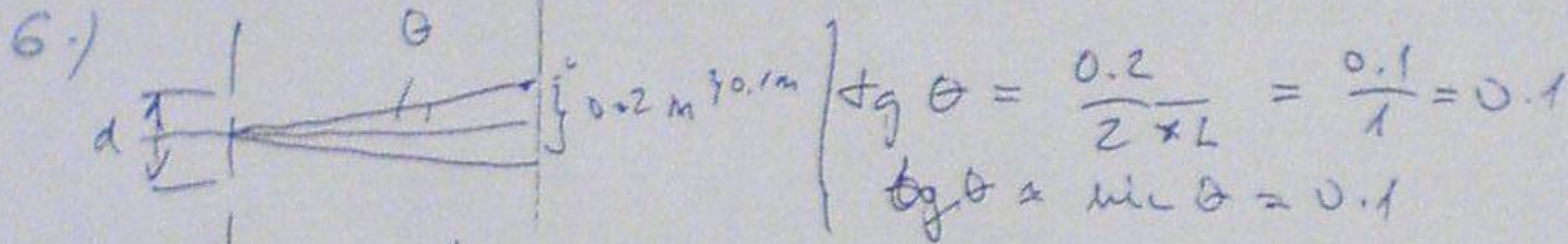
$$F = F_m = I l B$$

$$I l B v = I^2 R$$

$$l B v = \frac{F R}{I}$$

$$B^2 = \frac{F R}{l^2 v} = \frac{6 \times 10^{-3} \times 0.7}{0.1^2 \times 2} = \frac{0.7 \times 10^{-3}}{10^{-2}} = 0.07$$

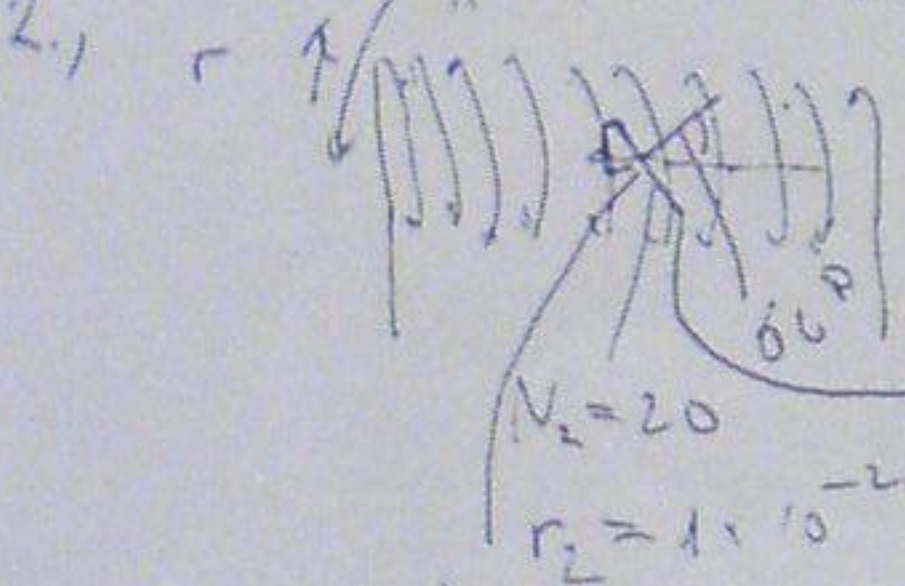
$$B = 3 \times 10^{-2} = 0.3 \text{ T} \quad [d]$$



$$d \sin \theta = h A$$

$$d = \frac{m \lambda}{\mu_n \theta} = \frac{1 \times 600 \times 10^{-9}}{0.1} = 6 \times 10^{-6} \text{ m} \quad [b]$$

2.)  $R = 3 \times 10^{-2} \text{ ohm}$   $\mu = 1500 \text{ weber/m}$



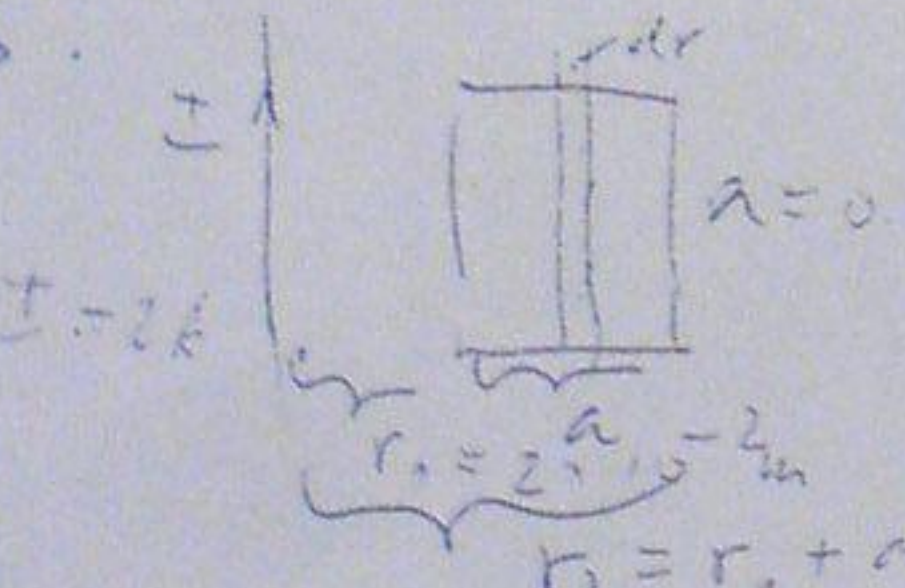
$$\phi_2 = N_2 A_2 B \cos \theta = N_2 \times r_2^2 \pi B \cos 60^\circ$$

$$= 20 \times 10^{-4} \times \pi \times 1500 \times 0.5 I$$

$$\phi_2 = N_2 \times \frac{\mu_0 \mu_r I}{l} \times A_2 \cos \theta$$

$$N = 20 \times 10^3 \times 1.5 \times 10^3 \times 0.5 \mu_0 = 4.7 \times 10^6$$

$$= 4.7 \times 10^6 \times 10^{-7} = 5.9 \times 10^{-6} \text{ H} \quad [b]$$



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

$$d\phi = B(r) a \cdot dr$$

$$\phi = \int_{r_1}^{r_2} \frac{\mu_0 I a dr}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln \frac{0.12}{0.02}$$

$$\phi = 2 \times 10^{-7} \times 2 \ln 6 \times 0.1 = 7.1 \times 10^{-9}$$

$$= 7.1 \times 10^{-9} \text{ Wb} = 7.1 \text{ nWb} \quad [b]$$

$$P, \vec{E} = 6000 \hat{z} \text{ (in } (z - 0.1) \hat{z})$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

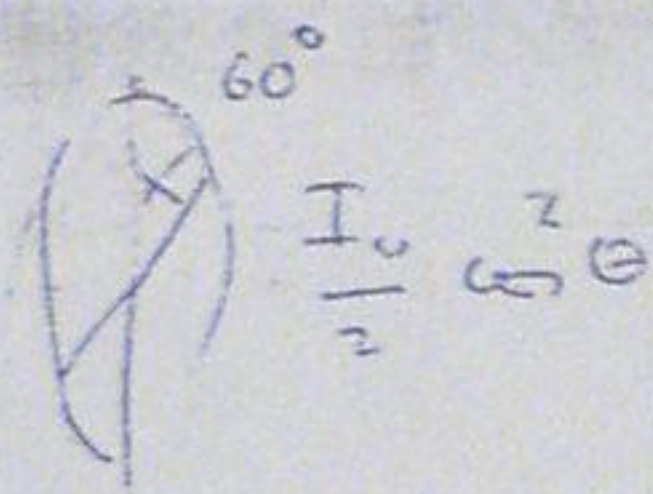
$$S = \vec{E} \times \vec{H} = \frac{E^2}{\mu_0 c} = \frac{36 \times 10^6}{4\pi \times 10^{-7} \times 3 \times 10^8} < 9.5 \times 10^6 \text{ W/m}^2 \quad [b]$$

$$F = \frac{\int \vec{S} \cdot d\vec{A}}{c} = \frac{P}{c} = \frac{1 \times 90 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 6 \times 10^{-10} \text{ N} \quad [b]$$

7

$$I_0 \quad \frac{I_0}{2}$$

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$



$$\frac{I_0}{\left(\frac{I_0}{2}\right) \cos^2 \theta} = \frac{2}{(\cos 60^\circ)^2} = \frac{2}{\frac{1}{4}} = 8$$

**[C]**

8

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

$$E^2 - (pc)^2 = (mc^2)^2$$

$$E^2 = (pc)^2 + (mc^2)^2 = 3m^2c^4 + m^2c^4 = 4m^2c^4$$

$$E = 2mc^2 \quad \text{[2] [a]}$$

$$\frac{E}{mc^2} = 2$$

9.

$$\psi = A \sin(5 \times 10^{10} x)$$

$$p = \hbar k$$

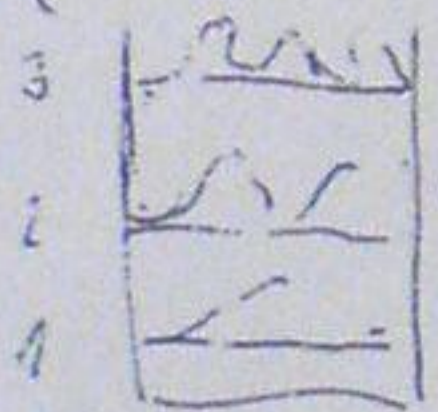
$$k = 5 \cdot 10^{10} \frac{1}{m}$$

$$E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{10})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}} = \frac{0.152 \times 10^{-16}}{1.82 \times 10^{-30}} = 8.35 \times 10^3 \text{ eV}$$

$$h\nu = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{0.152 \times 10^{-16}}{1.6 \times 10^{-19}} = 95.4 \text{ eV}$$

**95.4 eV**



$$n_f = 3 \quad n_i = 1$$

$$E = E_0 n^2$$

$$E_3 = E_0 9 = 4.5 \text{ eV}$$

$$E_3 - E_2 = E_0 (3^2 - 2^2) = 5E_0 = 2.5 \text{ eV}$$

$$E_2 = 1.5 \text{ eV}$$

$$E_0 = \frac{4.5}{9} = 0.5 \text{ eV}$$

$$= 0.5 \text{ eV}$$

## Kiegészítendő állítások

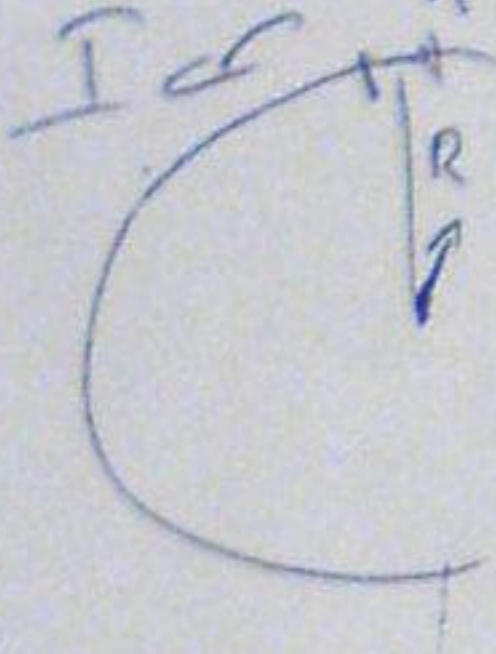
Egészítse ki az alábbi hiányos mondatokat úgy, hogy azok helyes fizikai állítást fogalmazzanak meg!

1. Azt a tapasztalati tényt, hogy mágneses monopólusok nem léteznek, a következő Maxwell egyenlettel fejezzük ki: .....  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$  .....  $\oint \vec{B}_n \cdot d\vec{A} = 0$
2. A „B” mágneses indukció vektor mértékegysége  $\{m, s, V, A\}$  egységekkel kifejezve: .....  $\frac{Vs}{m^2}$
3. Ciklotronban a különböző sebességű ionok periódusideje ..... *egyenlő* .....
4. Paramágneses anyagok mágneses szuszceptibilitásának előjele ..... *pozitív* .....
5. Ha nincsen külső mágneses tér, a diamágneses anyagok atomjainak mágneses dipólusmomentuma ..... *zérus* .....
6. Ha két közeg határfelületén nem folyik vezetési áram, a mágneses térerősség vektorának a(z) ..... *tangenciális* ..... komponense folytonos.
7. A mágnesezettség vektorának dimenziója  $\{m, s, V, A\}$  egységekkel kifejezve .....  $\frac{A}{m}$
8. Időben változó mágneses mező által keltett elektromos mező tetszőleges zárt görbére számított vonalintegrálja nem ..... *zérus* .....
9. Mágneses mezőben mozgó, tömör fémből készült inga ..... *öröng csomópont* .....  
.....következtében fékeződik le.
10. Az eltolási áramsűrűség vektora vákuumban (képlet): .....  $\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$  .....  $\epsilon_0 \cdot \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$  .....
11. A rács a ..... *nagyobb* ..... hullámhosszúságú fényt jobban eltéríti, mint a ..... *hosszabb* ..... hullámhosszúságút.
12. Fényelektromos jelenség (fotoeffektus) során az anyagból kilépő elektronok kinetikus energiája lineárisan függ a megvilágító fény ..... *frekvenciájától* .....
13.  $|\psi(x)|^2 dx$  megadja a részecske ..... *találhatóan valamilyen helyen* ..... az ..... *x* ..... és ..... *x + dx* ..... közötti tartományban
14. A hidrogén atom  $n = 3$  fő kvantumszámához tartozó összes spin-pályaállapot száma: .....  $2n^2 = 18$  .....
15. Egy dimenzióban mozgó, harmadik energiaszinten lévő kötött állapotú részecske tartózkodási valószínűségének ..... *3* ..... "púpja" van.

III. Kérdések  
Válaszait ezen a lapon adja meg!

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

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} \Leftrightarrow dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} dl \cdot \frac{R}{r^3}$$



$$B_{\text{közör}} = \int \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{1}{R^2} = \frac{\mu_0 I}{4R}$$

2. A gerjesztési törvény alkalmazásával határozza meg egy  $I$  árammal átjárt,  $a$  sugarú, hosszú egyenes vezető mágneses terét homogén áramsűrűség esetén (főerősség:  $H$ )

- a) a vezetõn belül  
b) a vezetõn kívül!

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int \vec{j} \cdot d\vec{A}$$

$$2\pi r H = r^2 H j$$

$$H = \frac{j}{2} r = \frac{I}{2\pi a^2} r$$

$$2\pi r H = R^2 j$$

$$H = \frac{j}{2} \frac{R^2}{r} = \frac{I}{2\pi r a^2}$$

$$j = \frac{I}{\pi a^2}$$

3. Írja fel az elektromos térerősség körintegrálját tartalmazó Maxwell-egyenletet! Mi a betűk jelentése és dimenziója?

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{A} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$\vec{E}$  térerősség  
 $V/m$

$\vec{B}$  mágneses indukció  
 $Vs/m^2$

4. A Lorentz-transzformációs összefüggések felhasználásával határozza meg a relativisztikus sebesség-összeadás kifejezését!

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$dx' = \frac{dx - v dt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$dt' = \frac{dt - \frac{v}{c^2} dx}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

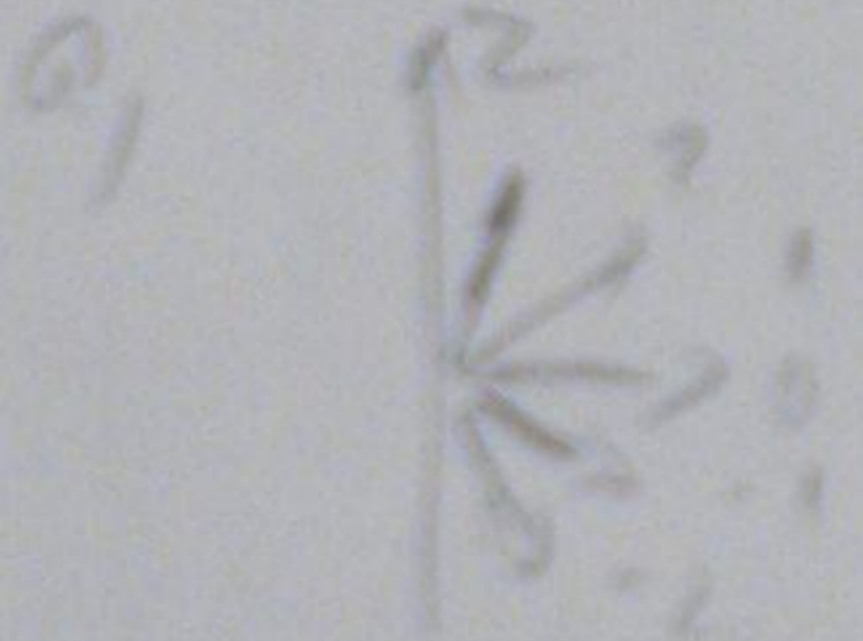
$$v_1 + \frac{dx'}{dt'} = \frac{dx - vt}{dt - \frac{v}{c^2} dx} = \frac{v_1 - v}{1 - \frac{v_1 v}{c^2}}$$

$$v_1' = \frac{v_1 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 - \frac{v_1 v}{c^2}}$$

$$v_2' = \frac{v_2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 - \frac{v_2 v}{c^2}}$$

$y' = y \Rightarrow dy' = dy$   
 $z' = z \Rightarrow dz' = dz$

5. a) Rajolja fel  $L_z$  lehetséges irányait a  $z$ -tengelyhez képest  $l=2$  esetén!  
 b) Írja fel a pályá-impulzusmomentum (pályá-periférikus)  $z$  komponensének lehetséges értékeit adott  $l$  esetén!  
 c) Írja fel a pályá-impulzusmomentum lehetséges értékeit általában  $l$ -re!



b)  $L_z = \hbar m$   $m = -2, -1, 0, 1, 2$

$L_z = -2 \cdot \hbar, -\hbar, 0, \hbar, 2\hbar$

c)  $L = \hbar \sqrt{l(l+1)}$