Fizika 1 Elektrodinamika belépő kérdések

1.) A Maxwell-egyenletek lokális (differenciális) alakja.

$\mathbf{rot}\,\vec{H} = \vec{j} + \dot{\vec{D}}$
$\mathbf{rot}\,\vec{E} = -\dot{\vec{B}}$
$div\,\vec{B} = 0$
$div\,\vec{D} = \rho$

ahol

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{H}$: mágneses térerősség,

$\vec{D}$: elektromos megosztás,

$\vec{B}$: mágneses indukció,

ρ : elektromos töltéssűrűség,

$\vec{j}$: elektromos áramsűrűség.

2.) A Maxwell-egyenletek globális (integrális) alakja.

$\oint_G \vec{H} \cdot \vec{dr} = \int_A \vec{j} \cdot \vec{dA} + \int_A \dot{\vec{D}} \cdot \vec{dA}$

$\oint_G \vec{E} \cdot \vec{dr} = -\frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot \vec{dA}$

$\oint_A \vec{B} \cdot \vec{dA} = 0$

$\oint_A \vec{D} \cdot \vec{dA} = \int_V \rho \, dV$

ahol

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{H}$: mágneses térerősség,

$\vec{D}$: elektromos megosztás,

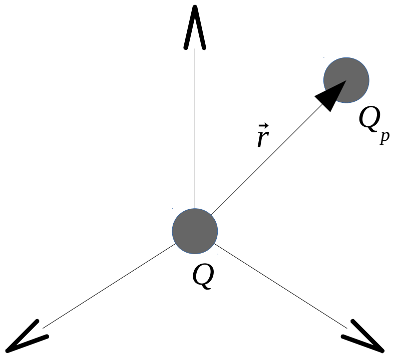
$\vec{B}$: mágneses indukció,

ρ : elektromos töltéssűrűség,

$\vec{j}$: elektromos áramsűrűség.

3.) A Coulomb-törvény.

$$\vec{F}_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{QQ_p}{r^2}\vec{e}_r \quad ,$$



ahol az origóban helyezkedik el a Q töltés, az $\vec{r}$ pontban a Q_p töltés.

$\vec{F}_p$: a Q töltés által a Q_p töltésre kifejtett erő,

ϵ_0 : a vákuum permittivitása.

4.) Az elektromos térerőssége mérése.

Alapelv: az elektromos térerősség definíciója, azaz $\vec{E} = \frac{\vec{F}_p}{Q_p}$.

Mérés menete: a tér egy $\vec{r}$ pontjába helyezünk egy Q_p próbatöltést, majd mérjük az erre ható $\vec{F}_p$ erőt (nagyságát és irányát), például rugós erőmérővel. Ezekből:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}_p(\vec{r})}{Q_p} \quad .$$

5.) Az elektrosztatika 1. alaptörvénye.

Lokális alakban: $div\,\vec{D} = \rho$, globális alakban: $\oint_A \vec{D}\cdot\vec{dA} = Q$.

Ahol

$\vec{D}$: elektromos megosztás,

ρ : elektromos töltéssűrűség,

Q : a zárt A felületen belül levő összes töltés mennyisége.

6.) Az elektromos megosztás mérése.

Két, szigetelő nyéllel ellátott sík vezetővel („palacsintasütővel”) mérjük. A mérés menete:

1.) A két vezetőt összeérintve behelyezzük a térbe.

2.) A térben szétválasztjuk őket.

3.) Szétválasztva kivesszük a térből.

4.) Mérjük a vezetőkön maradó töltés Q abszolút értékét.

Irány meghatározása: ezeket ismételjük több irányban, amikor Q maximális, akkor a tér merőleges a vezető felületekre.

A megosztás terének nagysága: $|\vec{D}| = \frac{Q_{max}}{A}$, ahol A a palacsintasütők területe.

A tér iránya: a maximális töltés esetén a sík vezetőkre merőlegesen, a negatív vezetőtől a pozitív vezető felé.

7.) Az elektromos feszültség.

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q_p} = \int_A^B \vec{E} \cdot \vec{dr} \quad ,$$

ahol

U_{AB} : az *A* és *B* pontok közötti feszültség,

W_{AB} : az A és B pontok között az elektromos tér által a Q_p próbatöltésen végzett munka,

$\vec{E}$: az elektromos térerősség.

8.) Az elektrosztatika 2. alaptörvénye.

Lokális alakban: $rot\,\vec{E} = 0$, globális alakban: $\oint_G \vec{E} \cdot \vec{dr} = 0$;

ahol $\vec{E}$ az elektromos térerősség.

9.) Kapacitás definíciója és síkkondenzátor kapacitása.

Egy kondenzátor kapacitása: $C = \frac{Q}{U}$,

ahol

C: a kondenzátor kapacitása,

Q: a kondenzátorra vitt töltés mennyisége,

U pedig a kondenzátor fegyverzetei között mérhető feszültség.

Egy síkkondenzátor kapacitása: $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$,

ahol

ϵ_0 : a vákuum permittivitása,

A: a síkkondenzátor fegyverzeteinek területe,

d: a síkkondenzátor fegyverzeteinek távolsága.

10.) Sorosan és párhuzamosan kapcsolt kondenzátorok eredő kapacitása.

Sorosan kapcsolt kondenzátorok eredő kapacitása: $\frac{1}{C_e} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{C_i}$,

párhuzamosan kapcsolt kondenzátorok eredő kapacitása: $C_e = \sum_{i=1}^{n} C_i$,

ahol

C_e: eredő kapacitás,

C_i: i-edik kondenzátor kapacitása.

11.) Kondenzátor és elektromos tér energiája.

$$E_{kond}=\frac{1}{2}CU^2 \quad ,$$

ahol

E_{kond}: a kondenzátor elektromos terének energiája,

C: a kondenzátor kapacitása,

U: a kondenzátor fegyverzetei közötti feszültség.

$$\rho_{en,el}=\frac{1}{2}\vec{E}\cdot\vec{D} \quad ,$$

ahol

$\rho_{en,el}$: az elektromos tér energiasűrűsége,

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{D}$: elektromos megosztás.

12.) Dipólusmomentum.

Dipólus: két azonos nagyságú, ellentétes előjelű töltésből álló rendszer.

Dipólusmomentum: $\vec{p}=Q\overrightarrow{\Delta r}$,

ahol

$\vec{p}$: a dipólusmomentum vektor,

Q: a töltések nagysága,

$\overrightarrow{\Delta r}$: a negatív töltésből a pozitív töltésbe mutató vektor.

13.) A dielektromos polarizáció vektorának jelentése.

$$\vec{P}=\frac{\vec{p}}{V} \quad ,$$

ahol

$\vec{P}$: a dielektromos polarizáció vektora, azaz a dipólusmomentum sűrűség,

$\vec{p}$: a kérdéses anyagdarab dipólusmomentuma,

V: ugyanezen anyagdarab térfogata.

14.) Magnetosztatika alapegyenletei.

Lokális alakban:

$$\begin{array}{l} rot\,\vec{H}=0 \\ div\,\vec{B}=0 \end{array} \quad ,$$

globális alakban:

$$\begin{array}{l} \oint_G \vec{H}\cdot\vec{dr}=0 \\ \oint_A \vec{B}\cdot\vec{dA}=0 \end{array} \quad .$$

Ahol

$\vec{H}$: mágneses térerősség,

$\vec{B}$: mágneses indukció.

15.) Az elektromos áramerősség és áramsűrűség.

Elektromos áram: töltéshordozók rendezett mozgása.

Elektromos áramsűrűség: $\vec{j} = \rho_{vez} \vec{v}_{vez}$,

ahol

$\vec{j}$: elektromos áramsűrűség,

ρ_{vez} : a vezetési töltések sűrűsége,

$\vec{v}_{vez}$: a vezetési töltések áramlásának sebessége.

Elektromos áramerősség: $I = \int_A \vec{j} \cdot \vec{dA}$,

ahol

I: áramerősség,

A: az a felület, amin az áram keresztülfolyik (tipikusan a vezető keresztmetszete).

16.) Az Ohm-törvény integrális és differenciális alakja.

Integrális (globális) alak: $U = RI$,

ahol

U: a vezetőn eső feszültség,

R: a vezető ellenállása,

I: a vezetőn átfolyó áram erőssége.

Differenciális (lokális) alak: $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ vagy $\vec{E} = \rho \vec{j}$,

ahol

$\vec{j}$: elektromos áramsűrűség,

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

σ : fajlagos vezetőképesség,

ρ : fajlagos ellenállás.

17.) A Joule-törvény globális és lokális alakja.

Lokális alak: $\rho_P = \vec{E} \cdot \vec{j}$, globális alak: $P = U\, I$, ahol

P: az elektromos áram teljesítménye egy vezetőn,

ρ_P : az elektromos áram teljesítménysűrűsége,

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{j}$: elektromos áramsűrűség,

U: a vezetőn eső feszültség,

I: a vezetőn átfolyó áram erőssége.

18.) Az elektromotoros erő.

Elektromotoros erő akkor lép fel, ha nem csak elektromos erők hatnak a töltésekre, hanem ún. idegen erők is (pl. kémiai erők).

Az elektromotoros erő: $\epsilon=\int_G \vec{E}_{idegen} \cdot \vec{dr}$, ahol

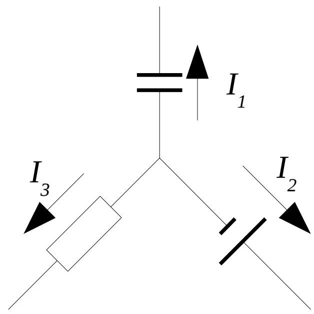
ϵ : elektromotoros erő,

$\vec{E}_{idegen}$: az idegen erő „térerőssége”, azaz egységnyi töltésre jutó idegen erő.

19.) A Kirchhoff-törvények.

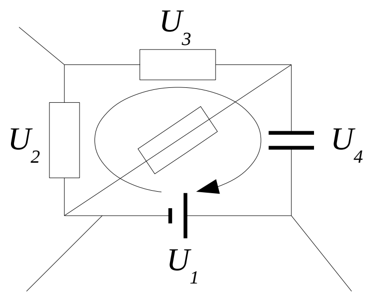
Kirchhoff-féle csomóponti törvény: $\sum_{k=1}^{n} I_k=0$,

ahol I_k a csomópont k-adik ágában folyó áram előjeles áramerőssége.



Kirchhoff-féle huroktörvény: $\sum_{i=1}^{n} U_i=0$,

ahol U_i a zárt hurok i-edik szakaszán eső előjeles feszültség.



20.) Az Ohm-törvény (integrális és differenciális) idegen erő jelenlétében.

Integrális (globális) alak: $U+\epsilon=RI$,

ahol

U: a vezetőn eső feszültség,

R: a vezető ellenállása,

I: a vezetőn átfolyó áram erőssége,

ϵ : elektromotoros erő.

Differenciális (lokális) alak: $\vec{j}=\sigma(\vec{E}+\vec{E}_{idegen})$ vagy $\vec{E}+\vec{E}_{idegen}=\rho\vec{j}$,

ahol

$\vec{j}$: elektromos áramsűrűség,

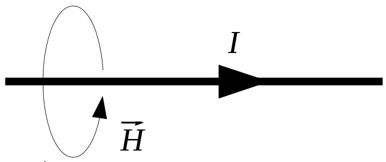
$\vec{E}$: elektromos térerősség,

σ : fajlagos vezetőképesség,

ρ : fajlagos ellenállás,

$\vec{E}_{idegen}$: az idegen erő „térerőssége”, azaz egységnyi töltésre jutó idegen erő.

21.) Ampère-féle gerjesztési törvény.



Integrális alakban: $\oint_G \vec{H} \cdot \vec{dr} = I$,

ahol

$\vec{H}$: mágneses térerősség,

I: a *G* zárt görbe által határolt felületen átfolyó áramok eredő erőssége.

Jobbkéz-szabály: hüvelykujj az áram irányába, többi ujj mutatja a mágneses tér irányát.

22.) A mágneses térerősség mérése.

A kompenzáció elvén alapul, az ismeretlen teret egy szolenoid által keltett ismert mágneses térrel kompenzáljuk. Egy *l* hosszúságú, *n* menetes szolenoid mágneses tere $H = \frac{nI}{l}$ nagyságú, a tér irányát a tekercsen folyó *I* áram irányából jobbkéz-szabállyal kapjuk.

A mérés menete:

1.) A vizsgált pont köré egy szolenoidot helyezünk.

2.) A szolenoid irányát és a rajta átfolyó áram erősségét addig változtatjuk, amíg a külső teret kioltja. Ekkor $\vec{H}_{mérendő} = -\vec{H}_{szolenoid}$.

A kioltás észleléséhez kell egy nulldetektor. Ez például egy iránytű, ami kitérítés után beáll a külső mágneses tér irányába. Ha a külső mágneses tér nulla, akkor kitérítés után ott marad, ahova forgattuk.

23.) A mágneses indukció mérése.

Magnetométerrel, azaz lapos tekerccsel mérjük. Erre mágneses térben forgatónyomaték hat: $\vec{M} = nI[\vec{A} \times \vec{B}]$, ahol

$\vec{M}$: a magnetométerre ható forgatónyomaték,

n: a magnetométer menetszáma,

I: a magnetométeren átfolyó áram erőssége,

$\vec{A}$: a lapos tekercs felületvektora (iránya az áram körüljárási irányából jobbkéz-szabállyal),

$\vec{B}$: mágneses indukció.

A forgatónyomaték nagysága: $|\vec{M}| = nIAB \sin\alpha$.

A mérés menete:

1.) Megkeressük a magnetométer *stabil* egyensúlyi helyzetét (α=0). Ekkor $\vec{A}$ és $\vec{B}$ ugyanabba az irányba mutat, vagyis a mágneses indukció merőleges a tekercsre.

2.) Ezután 90°-kal elforgatjuk a magnetométert, ekkor α=90°, és a lapos tekercsre ható forgatónyomaték maximális. Ebből az indukció nagysága számolható: $|\vec{B}| = \frac{M_{max}}{nIA}$.

24.) A mágneses tér hatása az áramtól átfolyt vezetőre.

Ez a FIB-szabály: $\overrightarrow{\Delta F} = I[\overrightarrow{\Delta l} \times \vec{B}]$, ahol

$\overrightarrow{\Delta F}$: a vezető szakaszra ható erő,

$\overrightarrow{\Delta l}$: a vezető szakasz hossza, a vektor az elektromos áram folyásának irányába mutat,

I: a vezetőn átfolyó áram erőssége,

$\vec{B}$: mágneses indukció.

25.) Lorentz-féle erőtörvény: ponttöltésre ható erő elektromágneses térben.

$\vec{F} = Q([\vec{v} \times \vec{B}] + \vec{E})$,

ahol

$\vec{F}$: a ponttöltésre ható erő,

Q: a ponttöltés elektromos töltésének nagysága,

$\vec{v}$: a ponttöltés sebessége,

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{B}$: mágneses indukció.

26.) Faraday-féle indukciótörvény.

Globális alakja: $\oint_G \vec{E} \cdot \vec{dr} = -\frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot \vec{dA}$, ahol

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{B}$: mágneses indukció,

$\frac{d}{dt}$: idő szerinti deriválás,

A: a vizsgált felület,

G: az A felület pereme, egy zárt görbe.

27.) Neumann-féle indukciótörvény.

Mágneses térbe helyezett kereten mozgó csúszkában indukált feszültség: $U_{ind} = -B l v$,

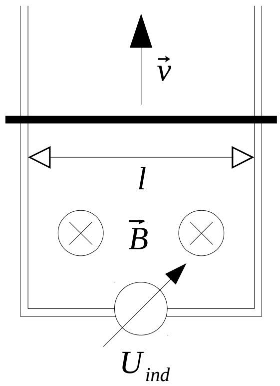
ahol

U_{ind} : indukált feszültség,

B: a keretre merőleges mágneses indukció nagysága,

l: a csúszka szélessége,

v: a csúszka sebessége.



28.) Tekercs és mágneses tér energiája.

$$E_{tekercs}=\frac{1}{2}L I^2 \quad ,$$

ahol

$E_{tekercs}$: a tekercs mágneses terének energiája,

L: a tekercs önindukciós együtthatója,

I: a tekercsen átfolyó áram erőssége.

$$\rho_{en,m}=\frac{1}{2}\vec{H}\cdot\vec{B} \quad ,$$

ahol

$\rho_{en,m}$: a mágneses tér energiasűrűsége,

$\vec{H}$: mágneses térerősség,

$\vec{B}$: mágneses indukció.

29.) Koszinuszosan váltakozó áram, komplex írásmód, komplex amplitúdó.

Koszinuszosan váltakozó áram: $I(t)=I_0\cos(\omega t+\varphi)$.

Ugyanez komplex írásmóddal: $\tilde{I}(t)=\tilde{I}_0 e^{i\omega t}$,

ahol a komplex amplitúdó: $\tilde{I}_0=I_0 e^{i\varphi}$,

ahol I_0 az amplitúdó, ω a körfrekvencia, φ a fázis.

30.) A komplex impedancia fogalma. Ellenállás, tekercs és kondenzátor impedanciája.

$$\tilde{Z}=\frac{\tilde{U}_0}{\tilde{I}_0} \quad ,$$

ahol

$\tilde{Z}$: komplex impedancia,

$\tilde{U}_0$: feszültség komplex amplitúdója,

$\tilde{I}_0$: áramerősség komplex amplitúdója.

Ellenállásra $\tilde{Z}_R=R$, ahol R az ellenállás.

Tekercsre $\tilde{Z}_L=i\omega L$,

ahol L a tekercs önindukciós együtthatója, i az imaginárius egység, ω az áram és a feszültség körfrekvenciája.

Kondenzátorra: $\tilde{Z}_C=\frac{1}{i\omega c}=\frac{-i}{\omega C}$, ahol C a kondenzátor kapacitása.

31.) Eltolási áram és áramsűrűség.

$\vec{j}_{elt}=\dot{\vec{D}}$ és $I_{elt}=\int_A \dot{\vec{D}}\cdot d\vec{A}$, ahol

$\vec{j}_{elt}$: eltolási áramsűrűség,

I_{elt} : eltolási áram,

$\vec{D}$: elektromos megosztás.

32.) E, D, H és B vektorok mérőeszközei.

	Mérőeszköz	Mérés alapelve
$\vec{E}$	próbatöltés és erőmérő	Próbatöltésre ható erő méréséből.
$\vec{H}$	szolenoid és nulldetektor	Kompenzációval.
$\vec{D}$	2 sík vezető szigetelő nyéllel	Elektromos megosztás alapján.
$\vec{B}$	magnetométer (lapos tekercs)	Tekercsre ható forgatónyomatékból.

33.) E, D, H és B vektorok mértékegységei.

$\vec{E}$: elektromos térerősség, $\left[\frac{N}{C}\right]=\left[\frac{V}{m}\right]=\left[\frac{kg\,m}{A\,s^3}\right]$.

$\vec{H}$: mágneses térerősség, $\left[\frac{A}{m}\right]$.

$\vec{D}$: elektromos megosztás, $\left[\frac{A\,s}{m^2}\right]$.

$\vec{B}$: mágneses indukció, Tesla, $[T]=\left[\frac{Vs}{m^2}\right]=\left[\frac{kg}{A\,s^2}\right]$.

34.) Kondenzátor és tekercs energiája.

$E_{kond}=\frac{1}{2}CU^2$,

ahol

E_{kond}: a kondenzátor elektromos terének energiája,

C: a kondenzátor kapacitása,

U: a kondenzátor fegyverzetei közötti feszültség.

$E_{tekercs}=\frac{1}{2}L\,I^2$,

ahol

$E_{tekercs}$: a tekercs mágneses terének energiája,

L: a tekercs önindukciós együtthatója,

I: a tekercsen átfolyó áram erőssége.

35.) Elektromos és mágneses tér energiája.

$$\rho_{en,el} = \frac{1}{2} \vec{E} \cdot \vec{D} \quad ,$$

ahol

$\rho_{en,el}$: az elektromos tér energiasűrűsége,

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{D}$: elektromos megosztás.

$$\rho_{en,m} = \frac{1}{2} \vec{H} \cdot \vec{B} \quad ,$$

ahol

$\rho_{en,m}$: a mágneses tér energiasűrűsége,

$\vec{H}$: mágneses térerősség,

$\vec{B}$: mágneses indukció.