Fizika 1 Elektrodinamika beugró/kis kérdések

1.) Írja fel a 4 Maxwell-egyenletet lokális (differenciális) alakban!

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

ahol

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{H}$: mágneses térerősség,

$\vec{D}$: elektromos megosztás,

$\vec{B}$: mágneses indukció,

ρ : elektromos töltéssűrűség,

$\vec{j}$: elektromos áramsűrűség,

a pont pedig az idő szerinti deriválást jelöli.

2.) Írja fel a 4 Maxwell-egyenletet globális (integrális) alakban!

$$\oint_A \vec{D}\cdot\vec{dA}=\int_V \rho\, dV$$
$$\oint_G \vec{E}\cdot\vec{dr}=-\int_A \dot{\vec{B}}\cdot\vec{dA}$$
$$\oint_A \vec{B}\cdot\vec{dA}=0$$
$$\oint_G \vec{H}\cdot\vec{dr}=\int_A \vec{j}\cdot\vec{dA}+\int_A \dot{\vec{D}}\cdot\vec{dA}$$

ahol

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{H}$: mágneses térerősség,

$\vec{D}$: elektromos megosztás,

$\vec{B}$: mágneses indukció,

ρ : elektromos töltéssűrűség,

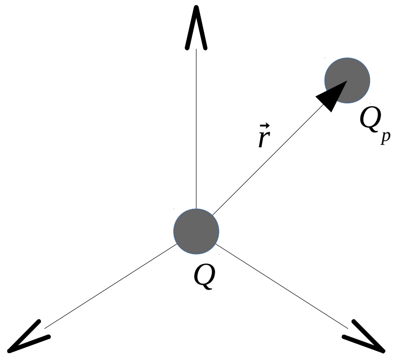
$\vec{j}$: elektromos áramsűrűség,

a pont pedig az idő szerinti deriválást jelöli.

3.) Írja fel a két ponttöltés között ható erő (Coulomb-féle erőtörvény) matematikai alakját!

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

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.) Írja fel az *E* elektromos térerősség definícióját!

Az elektromos térerősség definíciója $\vec{E} = \frac{\vec{F}_p}{Q_p}$,

ahol $\vec{F}_p$ a Q_p próbatöltésre ható elektromos erő.

5.) Mekkora erő hat egy elektromos térbe helyezett ponttöltésre?

$$\vec{F} = Q\vec{E} \quad ,$$

ahol

$\vec{F}$: a ponttöltésre ható erő,

Q: a ponttöltés elektromos töltésének nagysága,

$\vec{E}$: elektromos térerősség.

6.) Írja fel az elektromos térerősség fluxusának definícióját!

A fluxus megadja az adott felületen átmenő erővonalak számát. A következő felületi integrállal számolható ki:

$$\Phi_E = \int_A \vec{E}\cdot d\vec{A} \quad ,$$

ahol $\vec{E}$ az elektromos térerősség, Φ_E pedig az A felületre vett fluxusa.

7.) Írja fel a térfogati töltéssűrűség definícióját!

$$\rho_Q = \lim_{V\to 0}\frac{Q}{V} \quad ,$$

ahol

ρ_Q : a térfogati töltéssűrűség,

Q: a kérdéses anyagdarab töltése,

V: ugyanezen anyagdarab térfogata.

8.) Írja fel a Gauss-törvényt (más néven az elektrosztatika 1. alaptörvényét)!

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

Ahol

$\vec{D}$: elektromos megosztás,

ρ : elektromos töltéssűrűség,

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

9.) Írja fel az elektromos feszültség (más néven potenciálkülönbség) definícióját!

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

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.

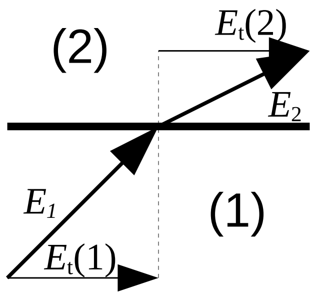
10.) Írja fel az elektrosztatika 2. alaptörvényét!

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

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

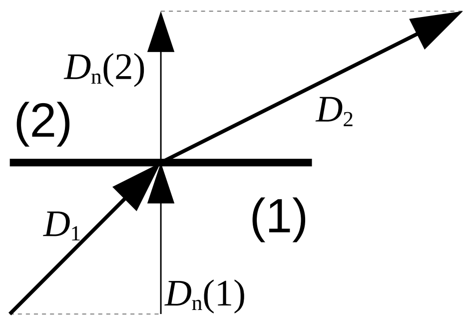
11.) Írja fel két szigetelő határfelületén az *E* elektromos térerősségre vonatkozó határfeltételt! Készítsen magyarázó ábrát is!

Az elektromos térerősségnek a közeghatárral párhuzamos (tangenciális) komponense ugyanakkora a két közegben, azaz: $E_t(2) = E_t(1)$.



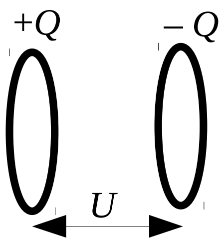
12.) Írja fel két szigetelő határfelületén a *D* elektromos megosztásra (más néven eltolásra vagy indukcióra) vonatkozó határfeltételt! Készítsen magyarázó ábrát is!

Amennyiben nincsen felületi töltéseloszlás, az elektromos megosztásnak a közeghatárra merőleges (normális) komponense ugyanakkora a két közegben, azaz: $D_n(2) = D_n(1)$.



13.) Írja fel egy kondenzátor kapacitásának definícióját, készítsen magyarázó ábrát is!

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.

14.) Írja fel a síkkondenzátor kapacitásának képletét!

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.

15.) Írja fel a sorosan kapcsolt kondenzátorok eredő (más néven ekvivalens) kapacitását!

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

ahol

C_e: eredő kapacitás,

C_i: i-edik kondenzátor kapacitása.

16.) Írja fel a párhuzamosan kapcsolt kondenzátorok eredő (más néven ekvivalens) kapacitását!

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

ahol

C_e: eredő kapacitás,

C_i: i-edik kondenzátor kapacitása.

17.) Írja fel egy kondenzátor energiáját, amely fegyverzetei között a feszültség U!

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

ahol

E_{kond}: a kondenzátor elektromos terének energiája,

C: a kondenzátor kapacitása,

U: a kondenzátor fegyverzetei közötti feszültség.

18.) Írja fel az elektromos tér energiasűrűségét megadó formulát!

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

ahol

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

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{D}$: elektromos megosztás.

19.) Írja fel a P elektromos polarizáció vektor definícióját!

$$\vec{P} = \lim_{V \to 0} \frac{\vec{p}}{V} \quad ,$$

ahol

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

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

V: ugyanezen anyagdarab térfogata.

20.) Írja fel az elektromos eltolás (más néven megosztás vagy indukció) vektorát egy szigetelőben megadó formulát!

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

ahol

ϵ_0 : a vákuum permittivitása,

$\vec{D}$: elektromos megosztás,

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

$\vec{P}$: az elektromos polarizáció vektora.

21.) Írja fel az M mágnesezettség vektor definícióját!

$$\vec{M} = \lim_{V \to 0} \frac{\vec{m}}{V} \quad ,$$

ahol

$\vec{M}$: a mágnesezettség vektora, azaz a mágneses dipólusmomentum sűrűség,

$\vec{m}$: a kérdéses anyagdarab mágneses dipólusmomentuma,

V: ugyanezen anyagdarab térfogata.

22.) Hogyan írható fel az M mágnesezettség vektor egy LIH anyagban?

$$\vec{M} = \mu_0 \chi_m \vec{H} \quad ,$$

ahol

$\vec{M}$: a mágnesezettség vektora, azaz a mágneses dipólusmomentum sűrűség,

μ_0 : a vákuum permeabilitása,

χ_m : a mágneses szuszceptibilitás,

$\vec{H}$: a mágneses térerősség.

23.) Írja fel az elektromos áramerősség és áramsűrűség definícióját!

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).

24.) Írja fel az Ohm-törvény lokális (differenciális) és globális (integrális) alakját!

Globális (integrális) alak: $U=RI$,

ahol

U: a vezetőn eső feszültség,

R: a vezető ellenállása,

I: a vezetőn átfolyó áram erőssége.

Lokális (differenciális) 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.

25.) Hogyan definiáljuk a σ elektromos vezetőképességet és a ρ fajlagos ellenállást?

Az elektromos vezetőképesség az elektromos áramsűrűség és az elektromos térerősség közötti arányossági tényező $\vec{j}=\sigma\vec{E}$ alakban, a fajlagos ellenállás pedig a vezetőképesség reciproka:

$\rho=\frac{1}{\sigma}$,

ahol

$\vec{j}$: elektromos áramsűrűség,

$\vec{E}$: elektromos térerősség,

σ : fajlagos vezetőképesség,

ρ : fajlagos ellenállás.

26.) Írja fel a Joule-törvény lokális és globális alakját!

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.

27.) Írja fel az elektromotoros erő definícióját!

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

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

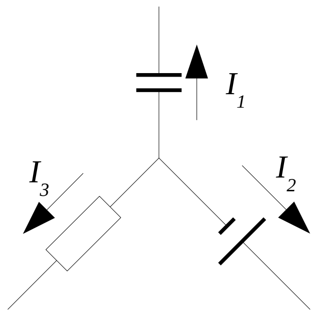
ε : elektromotoros erő,

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

28.) Írja fel a Kirchhoff-féle csomóponti és huroktörvényt matematikai alakban!

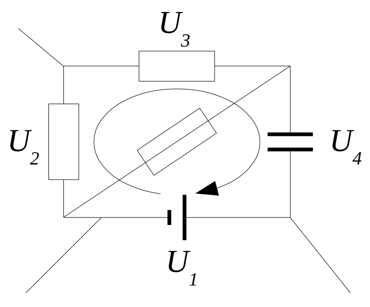
Kirchhoff-féle csomóponti törvény: $\sum_{k=1}^{n} I_k = 0$,

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

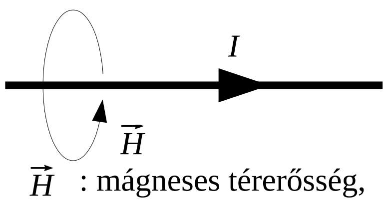


Kirchhoff-féle huroktörvény: $\sum_{i=1}^{n} U_i = 0$,

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



29.) Írja fel az Ampère-féle gerjesztési törvényt!



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.

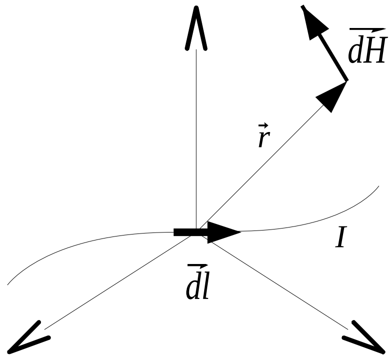
Jobbkéz-szabály: hüvelykujj az áram irányába, többi ujj mutatja a mágneses tér irányát.

30.) Írja fel a Biot-Savart-törvényt! Készítsen magyarázó ábrát is!

Az $\vec{r}$ pontban a *H* mágneses térerősség:

$$\vec{H} = \int \vec{dH} = \frac{1}{4\pi} \int I \frac{\vec{dl} \times \vec{e}_r}{r^2} \quad ,$$

ahol az origóban helyezkedik el a $\vec{dl}$ áramelem, amin *I* áram folyik keresztül.



31.) Írja fel a mágneses tér által az áramtól átfolyt vezetőre kifejtett erőt megadó formulát!

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.

32.) Írja fel a mágneses térben mozgó ponttöltésre ható erőt (Lorentz-féle erő)!

$$\vec{F} = Q[\vec{v} \times \vec{B}] \quad ,$$

ahol

$\vec{F}$: a ponttöltésre ható erő,

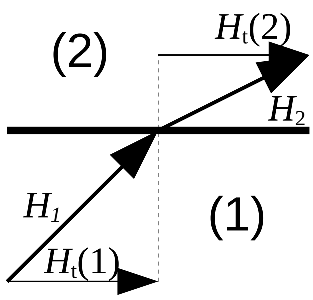
Q: a ponttöltés elektromos töltésének nagysága,

$\vec{v}$: a ponttöltés sebessége,

$\vec{B}$: mágneses indukció.

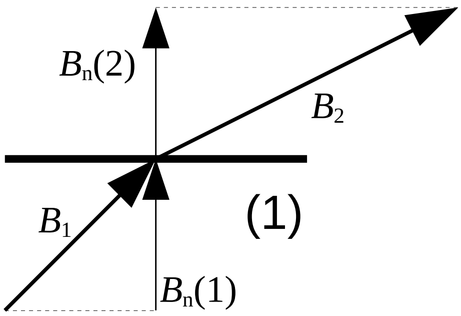
33.) Írja fel két eltérő mágneses tulajdonságú anyag határfelületén a H mágneses térerősségre vonatkozó határfeltételt! Készítsen magyarázó ábrát is!

A mágneses térerősségnek a közeghatárral párhuzamos (tangenciális) komponense ugyanakkora a két közegben, azaz: $H_t(2) = H_t(1)$.



34.) Írja fel két eltérő mágneses tulajdonságú anyag határfelületén a B mágneses indukcióra vonatkozó határfeltételt! Készítsen magyarázó ábrát is!

A mágneses indukciónak a közeghatárra merőleges (normális) komponense ugyanakkora a két közegben, azaz: $B_n(2) = B_n(1)$.



35.) Írja fel a Faraday-féle indukciótörvényt globális (integrális) alakban!

Globális alakja: $U_{ind} = -\frac{d}{dt}\int_A \vec{B}\cdot\vec{dA}$, ahol

U_{ind} : indukált feszültség,

$\vec{B}$: mágneses indukció,

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

A: a vizsgált felület,

G: az A felület pereme, egy zárt görbe.

36.) Mit mond ki a Lenz-törvény az indukált áramokról?

Az indukált áram mindig olyan irányú, hogy mágneses tere az indukciót létrehozó változást csökkentse.

37.) Írja fel a kölcsönös induktivitás definícióját!

$$L_{21} = \frac{\Phi_{B,2}}{I_1} \quad ,$$

ahol

L_{21}: a (2) tekercsnek az (1) tekercsre vonatkoztatott kölcsönös indukciós együtthatója,

$\Phi_{B,2}$: az (1) által létrehozott mágneses indukció fluxusa a (2) felületére,

I_1: az (1)-en folyó elektromos áramerősség.

38.) Írja fel az önindukció definícióját!

$$L = \frac{\Phi_B}{I} \quad ,$$

ahol

L: az önindukciós együttható,

Φ_B: a létrehozott mágneses indukció fluxusa a tekercs felületére,

I: a tekercsen folyó elektromos áramerősség.

39.) Írja fel egy tekercs energiáját, amelyen I áram folyik keresztül!

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

ahol

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

L: a tekercs önindukciós együtthatója,

I: a tekercsen átfolyó áram erőssége.

40.) Írja fel a mágneses tér energiasűrűségét megadó formulát!

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

ahol

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

$\vec{H}$: mágneses térerősség,

$\vec{B}$: mágneses indukció.

41.) Írjon fel egy koszinuszosan váltakozó áramot komplex írásmóddal! Mi a 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.

42.) Írja fel a komplex impedancia definícióját, illetve az ideális ellenállás, tekercs és kondenzátor impedanciáját megadó formulákat!

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

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.

43.) Írja fel az eltolási áram és áramsűrűség definícióját!

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

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

I_{elt} : eltolási áram,

$\vec{D}$: elektromos megosztás, a pont pedig az idő szerinti deriválást jelöli.

44.) Soroljon fel legalább kettőt a vákuumban terjedő elektromágneses hullám tulajdonságai közül!

1.) Terjedési sebessége $c=\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}\approx 3\cdot 10^8\frac{m}{s}$.

2.) Transzverzális hullám, azaz $\vec{E}\perp\vec{v}$ és $\vec{H}\perp\vec{v}$.

3.) $\vec{E}\perp\vec{H}$ és $\vec{E}\times\vec{H}$ a terjedés irányába mutat.

4.) A hullám által szállított energia áramsűrűsége: $\vec{S}=\vec{E}\times\vec{H}$ (ez az ún. Poynting-vektor).

5.) Elektromágneses hullámban az elektromos és a mágneses tér energiasűrűsége megegyezik.

6.) Elektromágneses hullámban az elektromos és a mágneses tér nagyságának aránya állandó:
$\frac{E}{H}=\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}=377\,\Omega$, ez az ún. hullámimpedancia.