

Fizika 1 Elektrodinamika beugró/kis kérdések

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

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j} + \dot{\vec{D}}$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\dot{\vec{B}}$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0$$

$$\operatorname{div} \vec{D} = \rho$$

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

$$\oint_G \vec{H} \cdot d\vec{r} = \int_A \vec{j} \cdot d\vec{A} + \int_A \dot{\vec{D}} \cdot d\vec{A}$$

$$\oint_G \vec{E} \cdot d\vec{r} = -\frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$\oint_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

$$\oint_A \vec{D} \cdot d\vec{A} = \int_V \rho dV$$

ahol

\vec{E} : elektromos térerősség,

\vec{H} : mágneses térerősség,

\vec{D} : elektromos megosztás,

\vec{B} : mágneses indukció,

ρ : elektromos töltéssűrűség,

\vec{j} : elektromos áramsűrűség.

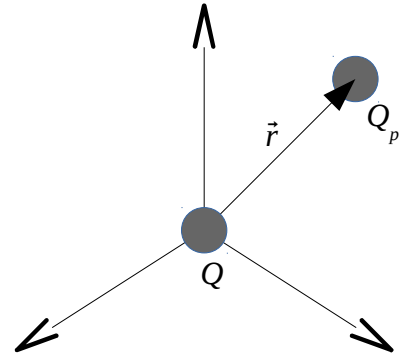
3.) Írja fel a két ponttöltés között ható erő (Coulomb-féle erőtvény) matematikai alakját!

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

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?

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

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:

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

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

7.) Írja fel a térfogati töltéssűrűség definícióját!

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

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: $\text{div } \vec{D} = \rho$, 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!

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

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.

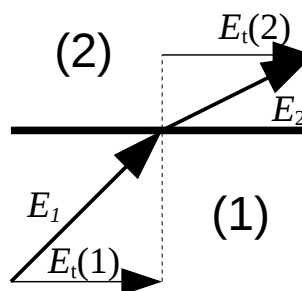
10.) Írja fel az elektrosztatika 2. alaptörvényét!

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

ahol \vec{E} az elektromos térerősség.

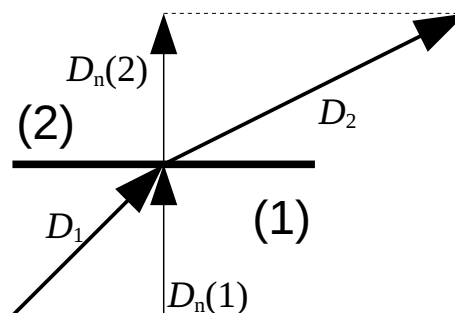
11.) Írja fel két szigetelő határfelületén az E elektromos térerősségre vonatkozó határfeltételt! Készítsen magyarázó ábrát is!

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!

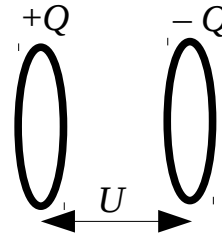
Egy kondenzátor kapacitása: $C = \frac{Q}{U}$,

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 !

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

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!

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

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!

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

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 vezetőkön eső feszültség,

R : a vezető ellenállása,

I : a vezetőkön 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: $P = UI$, ahol

P : az elektromos áram teljesítménye egy vezetõn,

ρ_p : az elektromos áram teljesítménysűrûsége,

\vec{E} : elektromos térerõsség,

\vec{j} : elektromos áramsűrûség,

U : a vezetõn esõ feszültség,

I : a vezetõn átfolyó áram erõssége.

27.) Írja fel az elektromotoros erõ definícióját!

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

Az elektromotoros erõ: $\epsilon = \int_G \vec{E}_{idegen} \cdot d\vec{r}$, ahol

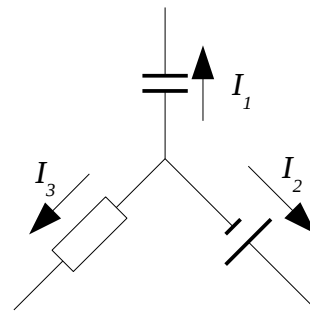
ϵ : elektromotoros erõ,

\vec{E}_{idegen} : az idegen erõ „térerõssége”, azaz egységnyi töltésre jutó idegen erõ.

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

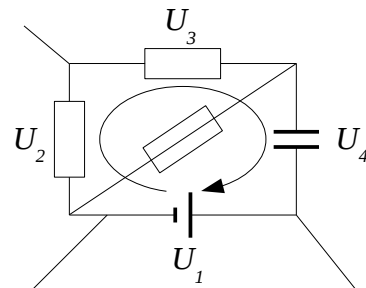
Kirchhoff-féle csomóponti törvény: $\sum_{k=1}^n I_k = 0$,

ahol I_k a csomópont k-adik ágában folyó áram elõjeles áramerõssége.

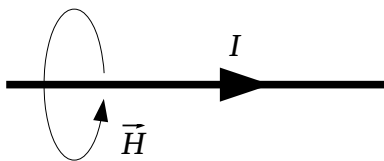


Kirchhoff-féle huroktörvény: $\sum_{i=1}^n U_i = 0$,

ahol U_i a zárt hurok i-edik szakaszán esõ elõjeles feszültség.



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



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

ahol

\vec{H} : mágneses térerõsség,

I : a G zárt görbe által határolt felületen átfolyó áramok eredõ erõssége.

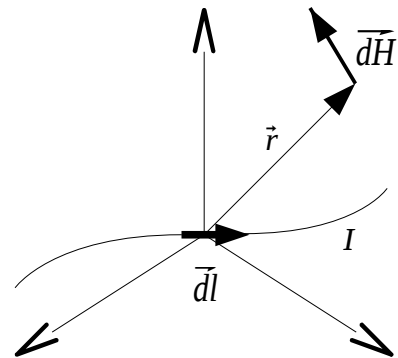
Jobbkéz-szabály: hüvelykujj az áram irányába, többi ujj mutatja a mágneses tér irányát.

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

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

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

ahol az origóban helyezkedik el a $d\vec{l}$ 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: $\vec{\Delta F} = I[\vec{\Delta l} \times \vec{B}]$, ahol

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

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

I : a vezetõn átfolyó áram erõssége,

\vec{B} : mágneses indukció.

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

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

ahol

\vec{F} : a ponttöltésre ható erõ,

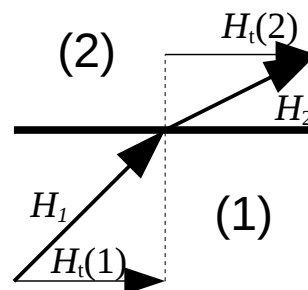
Q : a ponttöltés elektromos töltésének nagysága,

\vec{v} : a ponttöltés sebessége,

\vec{B} : mágneses indukció.

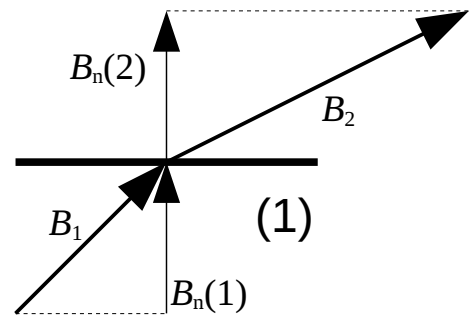
33.) Írja fel két eltérõ mágneses tulajdonságú anyag határfelületén a H mágneses térerõsségre vonatkozó határfeltételt! Készítsen magyarázó ábrát is!

A mágneses térerõsségnek a közegethatárral párhuzamos (tangenciális) komponense ugyanakkora a két közegeben, 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 közegethatárra 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: $\oint_G \vec{E} \cdot d\vec{r} = - \frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A}$, 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.

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!

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

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 öninduktivitás definícióját!

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

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!

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

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!

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

ahol

$\rho_{\text{en},m}$: 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!

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

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

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:

$$\frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 377 \Omega, \quad \text{ez az ún. hullámimpedancia.}$$