

## Otázky fyzikálneho minima 2010 - FYZIKA pre študentov FIIT

---

1. Napište vzťah pre veľkosť vektora rýchlosti pri zadaných troch súradniciach  $v_x, v_y, v_z$ .

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

$v$  – rýchlosť [ $\text{m.s}^{-1}$ ]

2. Ako súvisí kruhová frekvencia s periódou pri rovnomernom pohybe po kružnici.

$$\omega = 2\pi f \quad f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$\omega$  – kruhová frekvencia [Hz]  
T – perioda [s]  
f – frekvencia [Hz]

3. Napište vzťah pre dostredivé zrýchlenie pri rovnomernom pohybe po kružnici.

$$a_d = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$$

$a_d$  – dostredivé zrýchlenie [ $\text{m.s}^{-2}$ ]  
 $v$  – rýchlosť [ $\text{m.s}^{-1}$ ]  
R – polomer [m]  
 $\omega$  – uhlová rýchlosť [Hz]

4. Ktoré fyzikálne veličiny sa zachovávajú pri pružnej zrážke dvoch telies.

p – hybnosť [ $\text{kg.m.s}^{-1}$ ]  
E – energia [J]

5. Vyjadrite moment zotrvačnosti pre hmotný bod, ktorý sa rovnomerne pohybuje po kruhovej dráhe.

$$J = m \cdot r^2$$

J – moment zotrvačnosti [ $\text{kg.m}^2$ ]  
m – hmotnosť [kg]  
r – polomer [m]

6. Napište vzťah pre Coulombov zákon vo vektorovom tvare.

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^3} \vec{r}_{12}$$

F – elektrostatická sila medzi naboismi [N]  
 $\epsilon_0$  – permitivita vakua [ $8,854 \cdot 10^{-12} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^{-3} \text{ s}^4 \text{ A}^2$ ]

Q – naboje [C]  
r – vzájomná vzdialenosť nábojov [m]

**7. Definujte intenzitu elektrického poľa ako vektor, napíšte jej jednotku.**

*Vektorová veličina, definovaná podielom sily pôsobiacej na elektrický náboj v danom mieste a tohto náboja.*

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_q}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r_{12}^3} \vec{r}_{12}$$

E – intenzita elektrického poľa [N.C<sup>-1</sup>]

Q – naboje [C]

F – elektrostatická sila [N]

r – vzdialenosť [m]

**8. Definujte potenciál v elektrostatickom poli, uveďte jeho jednotku.**

*Skalárna veličina, definovaná podielom práce elektrických síl vynaložených na premiestnenie elektrického náboja zo vzájomného miesta do miesta (bodu), v ktorom potenciál určujeme, a tohto náboja.*

$$V = \frac{W_{p(A)}}{Q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_A}$$

V – potenciál v elektrostatickom poli [V]

W<sub>p(A)</sub> – potenciálna energia náboja Q [C] v bode A [J]

**9. Napíšte vzťah pre rozdiel potenciálov elektrostatického poľa s intenzitou E(r) medzi bodmi s polohovými vektormi r<sub>1</sub> a r<sub>2</sub>.**

$$U = V(\vec{r}_1) - V(\vec{r}_2) = \int_{r_1}^{r_2} \vec{E}(\vec{r}) d\vec{r}$$

U – napätie [V]

V – potenciály medzi vektormi [V]

E – intenzita elektrického poľa [N.C<sup>-1</sup>]

**10. Vyjadrite Gaussovu vetu v elektrostatickom poli, aj slovne.**

*Tok vektora intenzity elektrického poľa vo vákuu cez uzavretú plochu sa rovná podielu súčtu všetkých elektrických nábojov nachádzajúcich sa v objeme ohraničenom touto uzavretou plochou a permitivity vákuu.*

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum Q_i}{\epsilon_0}$$

E – intenzita elektrického poľa [N.C<sup>-1</sup>]

dS – elementárna plocha [m<sup>2</sup>]

Q – naboje [C]

ε<sub>0</sub> – permitivita vákuu [8,854.10<sup>-12</sup> kg<sup>-1</sup> m<sup>-3</sup> s<sup>4</sup> A<sup>2</sup>]

**11. Definujte elektrický dipól a jeho dipólový moment, nakreslite obrázok.**

*Elektrický dipól je sústava dvoch rovnako veľkých bodových nábojov opačného znamienka, ktoré sú umiestnené blízko seba.*

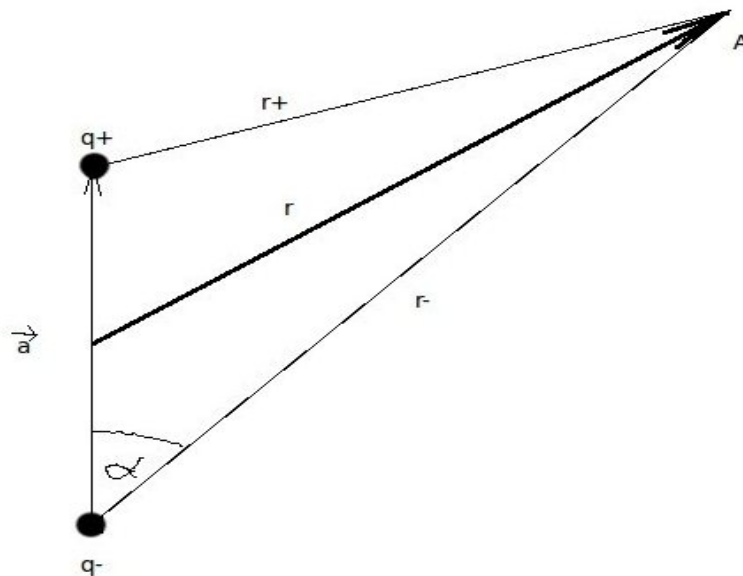
$$\text{Dipólový moment: } \vec{p} = q_+ \vec{r}_+ + q_- \vec{r}_- = q_+ (\vec{r}_+ - \vec{r}_-) = q \cdot \vec{a}$$

p – dipolový moment [C.m]

q – bodové naboje [C]

r – vzdialenosť záporného a kladného naboja od bodu A [m]

a – vzájomná vzdialenosť nábojov [m]



**12. Napíšte vzťah vyjadrujúci moment síl pôsobiaci na elektrický dipól nachádzajúci sa v homogénnom elektrickom poli.**

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{f}_+ = \vec{a} \times q \cdot \vec{E} = q \cdot \vec{a} \times \vec{E} = \vec{p} \times \vec{E}$$

$\tau$  – moment síl [N.m ?]

p – dipolový moment [C.m]

E – intenzita elektrického poľa [N.C<sup>-1</sup>]

**13. Napíšte vzťah vyjadrujúci polohovú energiu elektrického dipólu v homogénnom elektrickom poli.**

$$W_p = W_p^+ + W_p^- = q \cdot (V^+ - V^-) = q \cdot dV = q \cdot \text{grad} V \cdot d\vec{r} = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$

Wp – polohová energia elektrického dipólu [J ?]

p – dipolový moment [C.m]

E – intenzita elektrického poľa [N.C<sup>-1</sup>]

**14. Definujte elektrickú polarizáciu, uveďte jej jednotku.**

*Vektorová veličina daná podielom vektorového súčtu všetkých momentov elektrických dipólov nachádzajúcich sa v malom objeme a tohoto malého objemu.*

$$\text{Div } \vec{P} = -\rho_p$$

P – elektrická polarizácia [C.m<sup>-2</sup>]  
 ρ – objemová hustota viazaného náboja [C.m<sup>-2</sup>]

### 15. Definujte vektor elektrickej indukcie, uveďte jej jednotku.

*Vektorová veličina charakterizujúca elektrické pole, ktorej veľkosť závisí iba od rozloženia voľných elektrických nábojov v priestore.*

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E}_c + \vec{P}$$

D – elektrická indukcia [C.m<sup>-2</sup>]  
 ε<sub>0</sub> – permitivita vakua [8,854.10<sup>-12</sup> kg<sup>-1</sup> m<sup>-3</sup> s<sup>4</sup> A<sup>2</sup>]  
 E<sub>c</sub> – celková intenzita elektrického pola [N.C<sup>-1</sup>]  
 P – elektrická polarizácia [C.m<sup>-2</sup>]

### 16. Napíšte Maxwellovu rovnicu pre vektor elektrickej indukcie.

$$\text{Div } \vec{D} = \rho_v$$

D – elektrická indukcia [C.m<sup>-2</sup>]  
 ρ – objemová hustota nábojov [C.m<sup>-2</sup>]

### 17. Definujte kapacitu sústavy dvoch vodičov.

$$C = \frac{Q}{V_1 - V_2} = \frac{Q}{U}$$

C – kapacita [F]  
 Q – náboj [C]  
 V – potenciály [V]  
 U – napätie [V]

### 18. Napíšte vzťah vyjadrujúci energiu nabitého kondenzátora.

*Energia je rovná práci potrebnej na vytvorenie poľa*

$$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} C \cdot U^2 = \frac{1}{2} Q \cdot U$$

W – energia [J]  
 Q – náboj [C]  
 C – kapacita [F]  
 U – napätie [V]

### 19. Napíšte vzorec vyjadrujúci objemovú hustotu energie elektrostatického poľa.

$$e_e = \frac{W}{V} = \frac{1}{2} \vec{E} \cdot \vec{D} = \frac{1}{2} \varepsilon \cdot E^2$$

e – objemová hustota energie el. pola [J.m<sup>-3</sup>]  
 W – energia [J]  
 V – objem [m<sup>3</sup>]  
 E – intenzita elektrického pola [N.C<sup>-1</sup>]  
 D – elektrická indukcia [C.m<sup>-2</sup>]

### 20. Ako je definovaný elektrický prúd, uveďte jeho jednotku

*Skalárna veličina definovaná podielom elektrického náboja, ktorý prešiel daným prierezom vodiča a príslušného časového intervalu.*

$$I = \frac{dQ}{dt} = e \cdot N \cdot v_d \cdot S$$

I – prúd [A]

dQ – množstvo naboja [C]

dt – jednotka času [s]

e – náboj [C]

N – koncentrácia častíc

$v_d$  – driftová rýchlosť [m.s<sup>-1</sup>]

S – plocha [m<sup>2</sup>]

## 21. Definujte vektor prúdovej hustoty.

$$\vec{J} = \frac{dI}{d\vec{S} \cdot \cos \beta} = e \cdot N \cdot \vec{v}_d$$

J – prúdová hustota [A.m<sup>-2</sup>]

I – prúd [A]

S – plocha [m<sup>2</sup>]

e – náboj [C]

N – koncentrácia častíc

$v_d$  – driftová rýchlosť [m.s<sup>-1</sup>]

## 22. Napíšte vzťah medzi prúdovou hustotou j a intenzitou elektrického poľa E.

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} = \frac{1}{\rho} \vec{E}$$

J – prúdová hustota [A.m<sup>-2</sup>]

$\sigma$  – konduktivita [S.m<sup>-1</sup>]

$\rho$  – rezistivita [ $\Omega$ .m]

E – intenzita elektrického poľa [N.C<sup>-1</sup>]

## 23. Napíšte rovnicu spojitosti pre elektrický prúd.

$$I = \oint \vec{J} \cdot d\vec{S} = -\frac{dQ}{dt} = -\frac{d}{dt} \int_{(V)} \rho \, dV = -\int_{(V)} \frac{\gamma \rho}{\gamma t} \, dV$$

stacionárne prudenie:  $\rho \neq \rho(t)$  – I je nulový

nestacionárne prudenie:  $\rho = \rho(t)$  – I je záporný

J – prúdová hustota [A.m<sup>-2</sup>]

S – plocha [m<sup>2</sup>]

dQ – množstvo naboja [C]

t – čas [s]

$\rho$  – hustota naboja [C.m<sup>-3</sup>]

V – objem [m<sup>3</sup>]

## 24. Definujte magnetický indukčný tok vzorcom aj slovné.

*Súhrnný tok magnetickej indukcie prechádzajúci určitou plochou. Skalárna veličina – plošný integrál vektora magnetickej indukcie.*

$$\Phi = \int_{(S)} \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

$\Phi$  – magnetický indukčný tok [Wb]

B – magnetická indukcia [T]

S – plocha [m<sup>2</sup>]

**25. Vyjadrite silu pôsobiacu na element prúdovodiča cez ktorý tečie prúd  $I$ , nachádzajúceho sa v magnetickom poli s indukciou  $B$ .**

$$d\vec{f} = I \cdot d\vec{l} \times \vec{B}$$

$f$  – sila posobiaca na element prúdovodiča [N]

$I$  – prúd [A]

$l$  – dĺžka [m]

$B$  – magnetická indukcia [T]

**26. Napíšte Biotov-Savartov zákon, nakreslite príslušný obrázok.**

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint \frac{I \cdot d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

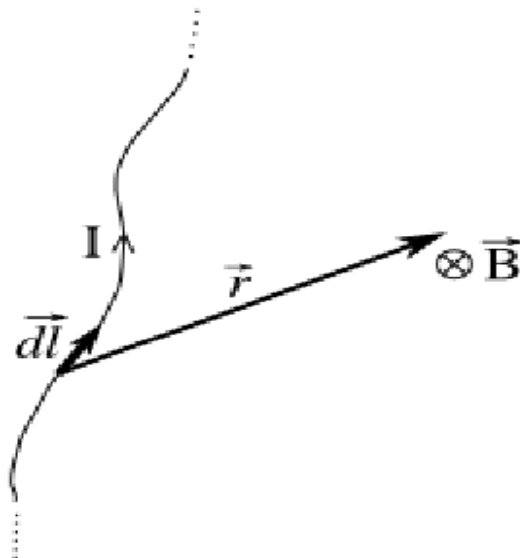
$B$  – magnetická indukcia [T]

$I$  – prúd [A]

$l$  – dĺžka [m]

$r$  – vzdialenosť [m]

$\mu_0$  – permeabilita vakua [ $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$ ]



**27. Napíšte vetu o cirkulácii vektora magnetickej indukcie vo vákuu.**

*Cirkulácia vektora magnetickej indukcie po uzavvorenej krivke sa rovná celkovému elektrickému prúdu pretekajúcemu plochou, preloženou integračnou krivkou, vynásobenému permeabilitou*

$$\text{vákua: } \vec{B} \cdot d\vec{r} = \pm \mu_0 \cdot \sum_{i=1}^n I_i$$

$I_{\text{celk}}$  – súčet všetkých prúdov spriahnutých s integračnou krivkou

$\mu_0$  – permeabilita vakua [ $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$ ]

**28. Definujte magnetický moment prúdovej slučky.**

*Ampérov magnetický moment – vektorová veličina kvantitatívne charakterizujúca magnetický dipól, definovaná pomocou momentu síl, ktorý na dipól pôsobí v homogénnom magnetickom poli.*

$$\vec{m}_m = I \cdot \vec{S} \quad m = \mu_0 \cdot I \cdot S$$

$m$  – magnetický moment prúdovej slučky []

$I$  – prúd [A]

$S$  – plocha [ $\text{m}^2$ ]

$\mu_0$  – permeabilita vakua [ $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$ ]

**29. Napíšte vzťah pre polohovú energiu magnetického dipólu v homogénnom magnetickom poli.**

$$U_m = -\vec{m}_m \cdot \vec{B} = -I \cdot \vec{S} \cdot \vec{B}$$

Um – polohová energia magnetického dipólu [J]

m – magnetický moment [A·m<sup>2</sup>]

B – magnetická indukcia [T]

I – prúd [A]

S – plocha [m<sup>2</sup>]

**30. Definujte vektor magnetizácie.**

$$\vec{M} = \frac{\sum \vec{m}_{mi}}{\Delta\tau}$$

M – magnetizácia [A·m<sup>-1</sup>]

m – spontánny magnetický moment [A·m<sup>2</sup>]

τ – objem [m<sup>3</sup>]

**31. Definujte intenzitu magnetického poľa v reálnom prostredí.**

*Vektorová veličina charakterizujúca magnetické pole v prostredí, definovaná tak, aby závisela iba od makroskopických elektrických prúdov, ale nie od mikroskopických (t.j. od magnetických dipólov prítomných v látke). Podiel magnetickej indukcie a permeability prostredia.*

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$$

H – intenzita magnetického poľa [A·m<sup>-1</sup>]

B – magnetická indukcia [T]

μ<sub>0</sub> – permeabilita vakua [4π·10<sup>-7</sup> N·A<sup>-2</sup>]

M – magnetizácia [A·m<sup>-1</sup>]

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \chi_m \vec{H}$$

celková indukcia = vonkajšie budenie + vnútorná reakcia materialu

χ<sub>m</sub> – magnetická susceptibilita

**32. Napíšte vzťah vyjadrujúci objemovú hustotu energie magnetického poľa.**

$$e_m = \frac{1}{2} \vec{B} \cdot \vec{H} = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$$

e – objemová hustota energie magnetického poľa [J·m<sup>-3</sup>]

H – intenzita magnetického poľa [A·m<sup>-1</sup>]

B – magnetická indukcia [T]

μ<sub>0</sub> – permeabilita vakua [4π·10<sup>-7</sup> N·A<sup>-2</sup>]

**33. Napíšte vzorec vyjadrujúci Faradayov zákon elektromagnetickej indukcie.**

$$U_i = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

U<sub>i</sub> – elektromotorické napätie [V]

Φ – magnetický indukčný tok [Wb]

t – čas [s]

34. Vyjadrite indukované napätie na cievke s vlastnou indukčnosťou L.

$$U_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$U_i$  – indukované napätie [V]

L – indukčnosť cievky [H]

I – časovo premenlivý prúd [A]

t – čas [s]

35. Napíšte vzorec vyjadrujúci magnetickú energiu cievky s vlastnou indukčnosťou L.

$$E_m = \frac{1}{2} LI^2$$

$E_m$  – magnetická energia cievky [J]

L – indukčnosť cievky [H]

I – prúd [A]

36. Uved'te ktorú veličinu nazývame Maxwellovým posuvným prúdom.

$$I_p = S \cdot \frac{\gamma \vec{D}}{\gamma t}$$

$I_p$  – Maxwellov posuvný prúd [A]

S – plocha [m<sup>2</sup>]

D – elektrická indukcia [C.m<sup>-2</sup>]

t – čas [s]

37. Napíšte vzťah medzi rýchlosťou elektromagnetických vln a permitivitou a permeabilitou.

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = c$$

v = c – rýchlosť šírenia svetla vo vakuu [299 792 458 m.s<sup>-1</sup>]

$\epsilon_0$  – permitivita vakua [8,854.10<sup>-12</sup> kg<sup>-1</sup> m<sup>-3</sup> s<sup>4</sup> A<sup>2</sup>]

$\mu_0$  – permeabilita vakua [4 $\pi$ .10<sup>-7</sup> N.A<sup>-2</sup>]

38. Uved'te vzorec definujúci Poyntingov žiarivý vektor a jeho jednotku.

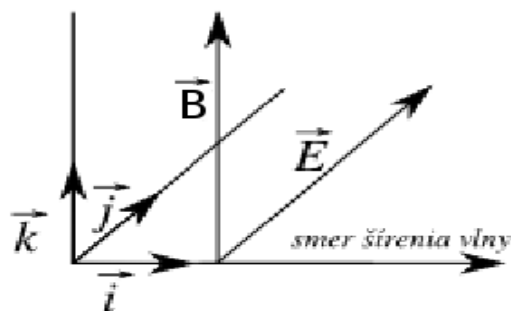
$$\vec{P} = \vec{E} \times \vec{H}$$

P – Poyntingov žiarivý vektor [J.s<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>]

E – elektrická intenzita [N.C<sup>-1</sup>]

H – magnetická intenzita [A.m<sup>-1</sup>]

39. Aký je vzájomný smer vektorov E, B a smeru šírenia rovinatej elektromagnetickej vlny? Nakreslite obrázok.



E, B, i – vzajomne kolmé

i – smer šírenia vlny

E – elektrická intenzita [N.C<sup>-1</sup>]

B – magnetická indukcia [T]



**40. Napíšte vzťah pre tlak žiarenia v závislosti od intenzity žiarenia.**

Ak sa vlna neodrazi:  $P_{tlak} = \frac{\Delta E}{\Delta t S c} = \frac{I}{c}$

Ak sa odrazi:  $P_{tlak} = \frac{2 \cdot I}{c}$

P – tlak žiarenia [Pa]

E – energia [J]

t – čas [s]

S – plocha [m<sup>2</sup>]

c - rýchlosť šírenia svetla vo vákuu [299 792 458 m.s<sup>-1</sup>]

I – intenzita žiarenia [J.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>]