# Otázky fyzikálneho minima 2012 - FYZIKA pre študentov FIIT

---

1. **Napíšte vzťah pre veľkosť vektora rýchlosti pri zadaných troch súradniciach vx, vy , vz.**

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

v – rychlost [$m.s^{-1}$]

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

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

ω – kruhova frekvencia [Hz]
T – perioda [s]
f – frekvencia [Hz]

3. **Napíšte vzťah pre dostredivé zrýchlenie pri rovnomernom pohybe po kružnici.**

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

$a_d$ – dostredivé zrychlenie [$m.s^{-2}$]
v – rychlost [$m.s^{-1}$]
R – polomer [m]
ω – uhlova rychlost [Hz]

4. **Ktoré fyzikálne veličiny sa zachovávajú pri nepružnej zrážke dvoch telies.**

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

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

$$J = m.r^2$$

J – moment zotrvacnosti [$kg.m^2$]
m – hmotnost [kg]
r – polomer [m]

6. **Napíšte vzťah pre Coulombov zákon vo vektorovom tvare.**

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^3}\vec{r}_{12}$$

F – elektrostaticka sila medzi nabojmi [N]
$\varepsilon_0$ – permitivita vakua [$8{,}854.10^{-12}\ kg^{-1}\ m^{-3}\ s^4\ A^2$]

Q – naboj [C]
r – vzajomna vzdialenost nabojov [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.*

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_q}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r_{12}^3}\vec{r}_{12}$$

E – intenzita elektrickeho pola [$N.C^{-1}$]
Q – naboj [C]
F – elektrostaticka sila [N]
r – vzdialenost [m]

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

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

$$V = \frac{W_{p(A)}}{Q} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_A}$$

V – potencial v elektrostatickom poli [V]
$W_{p(A)}$ – potencialna energia naboja Q [C] v bode A [J]

### 9. Napíšte vzťah pre rozdiel potenciálov elektrostatického poľa s intenzitou E(r ) medzi bodmi s polohovými vektormi r1 a r2 .

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

U – napatie [V]
V – potencialy medzi vektormi [V]
E – intenzita elektrickeho pola [$N.C^{-1}$]

### 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 nachadzajúcich sa v objeme ohraničenom touto uzavretou plochou a permitivity vákua.*

$$\oint \vec{E} . d\vec{S} = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0}$$

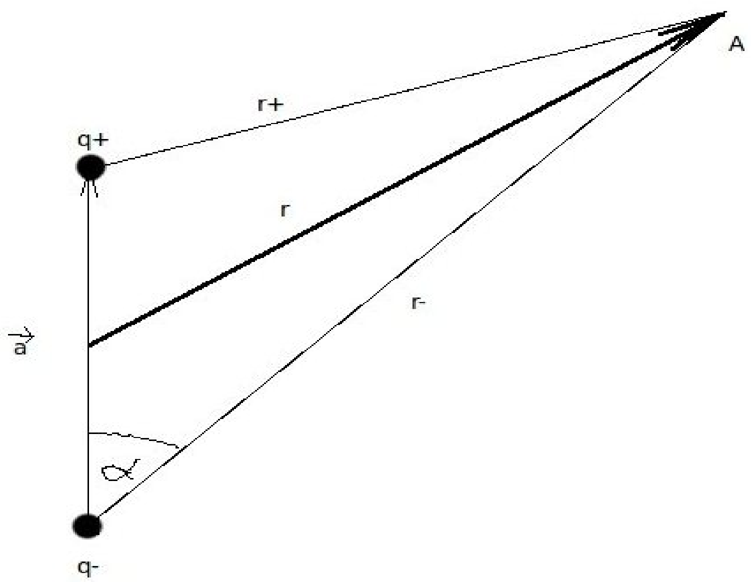
E – intenzita elektrickeho pola [$N.C^{-1}$]
dS – elementarna ploska [$m^2$]
Q – naboj [C]
$\varepsilon_0$ – permitivita vakua [$8{,}854.10^{-12}$ $kg^{-1}$ $m^{-3}$ $s^4$ $A^2$]

### 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 – dipolovy moment [C.m]
q – bodove naboje [C]
r – vzdialenost zaporneho a kladneho naboja od bodu A [m]
a – vzajomna vzdialenost nabojov [m]




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

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

τ – moment sil [N.m ?]
p – dipolovy moment [C.m]
E – intenzita elektrickeho pola [$N.C^{-1}$]

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

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

Wp – polohova energia elektrickeho dipolu [J ?]
p – dipolovy moment [C.m]
E – intenzita elektrickeho pola [$N.C^{-1}$]

**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.*

$$Div\,\vec{P} = -\varrho_p$$

P – elektricka polarizacia [$C.m^{-2}$]

ρ – objemova hustota viazaneho naboja [$C.m^{-2}$]

## 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 – elektricka indukcia [$C.m^{-2}$]

$\varepsilon_0$ – permitivita vakua [$8{,}854.10^{-12}\ kg^{-1}\ m^{-3}\ s^4\ A^2$]

Ec – celkova intenzita elektrickeho pola [$N.C^{-1}$]

P – elektricka polarizacia [$C.m^{-2}$]

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

$$Div\,\vec{D} = \varrho_v$$

D – elektricka indukcia [$C.m^{-2}$]

ρ – objemova hustota nabojov [$C.m^{-2}$]

## 17. Definujte kapacitu sústavy dvoch vodičov.

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

C – kapacita [F]

Q – naboj [C]

V – potencialy [V]

U – napatie [V]

## 18. Napíšte vzťah vyjadrujúci energiu nabitého kondenzátora.

*Energia je rovná práci potrebnej na vytvorenie poľa*

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

W – energia [J]

Q – naboj [C]

C – kapacita [F]

U – napatie [V]

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

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

e – objemova hustota energie el. pola [$J.m^{-3}$]

W – energia [J]

V – objem [$m^3$]

E – intenzita elektrickeho pola [$N.C^{-1}$]

D – elektricka indukcia [$C.m^{-2}$]

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

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

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

I – prud [A]
dQ – mnozstvo naboja [C]
dt – jednotka casu [s]
e – naboj [C]
N – koncentracia castic
$v_d$ – driftova rychlost [$m.s^{-1}$]
S – plocha [$m^2$]

## 21. Definujte vektor prúdovej hustoty.

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

J – prudova hustota [$A.m^{-2}$]
I – pruda [A]
S – plocha [$m^2$]
e – naboj [C]
N – koncentracia castic
$v_d$ – driftova rychlost [$m.s^{-1}$]

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

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

J – prudova hustota [$A.m^{-2}$]
σ – konduktivita [$S.m^{-1}$]
ρ – rezistivita [Ω.m]
E – intenzita elektrickeho pola [$N.C^{-1}$]

## 23. Napíšte rovnicu spojitosti pre elektrický prúd.

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

stacionarne prudenie: ρ ≠ ρ(t) – I je nulovy
nestacionarne prudenie: ρ = ρ(t) – I je zaporny

J – prudova hustota [$A.m^{-2}$]
S – plocha [$m^2$]
dQ – mnozstvo naboja [C]
t – cas [s]
ρ – hustota naboja [$C.m^{-2}$]
V – objem [$m^3$]

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

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

$$\phi = \int_{(S)} \vec{B}\,.d\vec{S}$$

Φ – magneticky indukcny tok [Wb]
B – magneticka indukcia [T]
S – plocha [$m^2$]

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

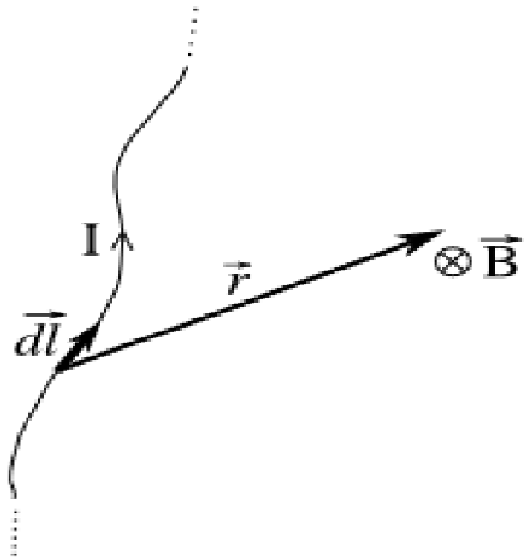
$$d\vec{f} = I.d\vec{l} \times \vec{B}$$

f – sila posobiaca na element prudovodica [N]
I – prud [A]
l – dlzka [m]
B – magneticka indukcia [T]

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

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

B – magneticka indukcia [T]
I – prud [A]
l – dlzka [m]
r – vzdialenost [m]
$\mu_0$ – permeabilita vakua [$4\pi.10^{-7}$ N.A$^{-2}$]




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

*Cirkulácia vektora magnetickej indukcie po uzatvorenej krivke sa rovná celkovému elektrickému prúdu pretekajúcemu plochou, preloženou integračnou krivkou, vynásobenému permeabilitou vákua:* $\vec{B}.d\vec{r} = \pm\mu_0.\sum_{i=1}^{n} I_i$

$I_{celk}$ – súčet všetkých prúdov spriahnutých s integračnou krivkou
$\mu_0$ – permeabilita vakua [$4\pi.10^{-7}$ N.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.*

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

m – magneticky moment prudovej slucky []
I – prud [A]
S – plocha [m$^2$]
$\mu_0$ – permeabilita vakua [$4\pi.10^{-7}$ N.A$^{-2}$]

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

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

Um – polohova energia magnetickeho dipolu [J]
m – magneticky moment []
B – magneticka indukcia [T]
I – pruda [A]
S – plocha [$m^2$]

## 30. Definujte vektor magnetizácie.

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

M – magnetizacia []
m – spontanny magneticky moment []
τ – objem [$m^3$]

## 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 magnetickeho pola [$A.m^{-1}$]
B – magneticka indukcia [T]
$\mu_0$ – permeabilita vakua [$4\pi.10^{-7}$ $N.A^{-2}$]
M – magnetizacia []

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

celkova indukcia = vonkajsie budenie + vnutorna reakcia materialu
$\chi_m$ – magneticka susceptibilita

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

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

e – objomova hustota energie magnetickeho pola [$J.m^{-3}$]
H – intenzita magnetickeho pola [$A.m^{-1}$]
B – magneticka indukcia [T]
$\mu_0$ – permeabilita vakua [$4\pi.10^{-7}$ $N.A^{-2}$]

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

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

Ui – elektromotoricke napatie [V]
Φ – magneticky indukcny tok [Wb]
t – cas [s]

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

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

Ui – indukovane napatie [V]
L – indukcnost cievky [H]
I – casovo premenlivy prud [A]
t – cas [s]

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

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

Em – magneticka energia cievky [J]
L – indukcnost cievky [H]
I – prud [A]

**36. Uveďte ktorú veličinu nazývame Maxwellovým posuvným prúdom.**

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

Ip – Maxwellov posovny prud [A]
S – plocha [$m^2$]
D – elektricka indukca [$C.m^{-2}$]
t – cas [s]

**37. Napíšte vzťah medzi rýchlosťou elektromagnetických vĺn a permitivitou a permeabilitou.**

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}} = c$$

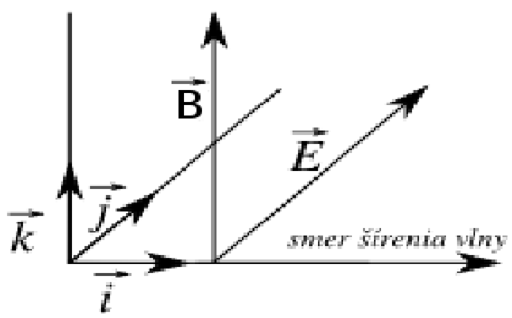
v = c - rychlost sirenia svetla vo vakuu [299 792 458 $m.s^{-1}$]
$\varepsilon_0$ – permitivita vakua [$8{,}854.10^{-12}$ $kg^{-1}$ $m^{-3}$ $s^4$ $A^2$]
$\mu_0$ – permeabilita vakua [$4\pi.10^{-7}$ $N.A^{-2}$]

**38. Uveďte vzorec definujúci Poyntingov žiarivý vektor a jeho jednotku.**

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

P – Poyntingov ziarivy vektor [$J.s^{-1}.m^{-2}$]
E – elektricka intenzita [$N.C^{-1}$]
H – magneticka intezita [$A.m^{-1}$]

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




E, B, i – vzajomne kolme

i – smer sirenia vlny
E – elektricka intenzita [$N.C^{-1}$]
B – magneticka indukcia [T]

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

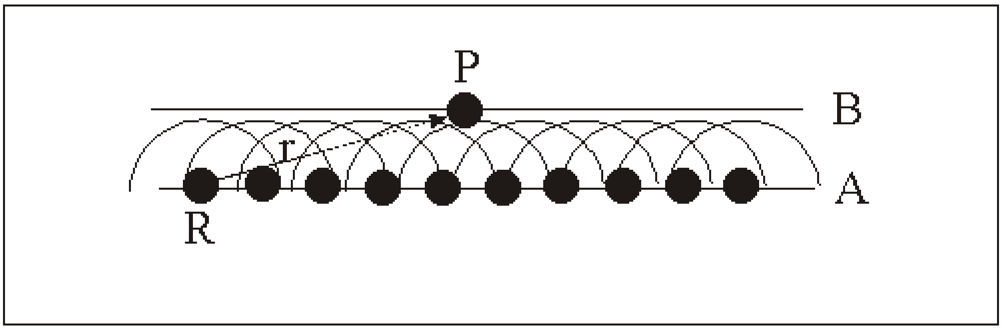
Ak sa vlna neodrazi: $P_{tlak} = \frac{\Delta E}{\Delta t S c} = \frac{I}{c}$

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

P – tlak ziarenia [Pa]
E – energia [J]
t – cas [s]
S – plocha [$m^2$]
c - rychlost sirenia svetla vo vakuu [299 792 458 $m.s^{-1}$]
I – intenzita ziarenia [$J.m^{-2}.s^{-1}$]

## 41. Popíšte slovne obsah Huygensovho princípu.

Je to princíp skladania svetelnej vlnoplochy pomocou guľových vĺn. Podľa tohto princípu sa svetelná vlnoplocha A (pozri obrázok) šíri priestorom tak, že každý bod vlnoplochy sa stáva elementárnym zdrojom žiarenia – vysiela elementárnu guľovú vlnu. Vhodným poskladaním vzniká nová vlnoplocha B.

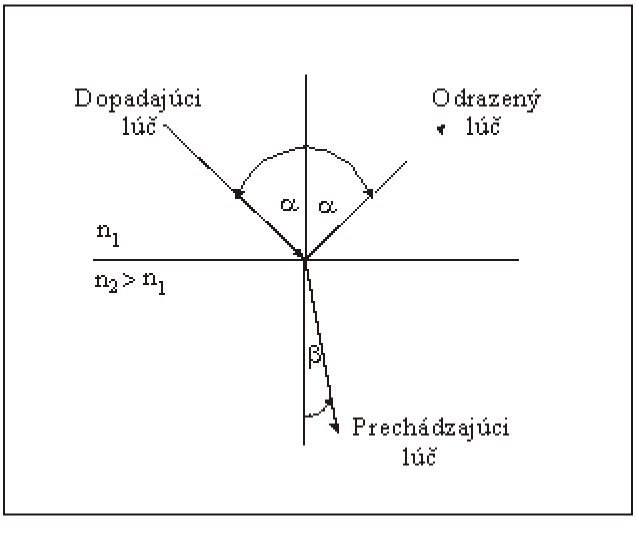



V prípade rovinnej vlny s konštantnou plošnou intenzitou žiarenia každý bod na vlnoploche A prispieva príspevkom, ktorý sa zmenšuje kvadraticky so vzdialenosťou od bodu na vlnoploche B.

Svetlo sa teda prestáva šíriť priamočiaro.

## 42. Zákon lomu svetelných lúčov na rovinnom rozhraní dvoch optických prostredí.

Pri prechode svetelného lúča z jedného optického prostredia do druhého sa lúč čiastočne odráža a čiastočne láme tak ako je naznačené na obrázku. Treba si pamätať, že všetky uhly sa merajú od kolmice na rozhranie medzi prostrediami.

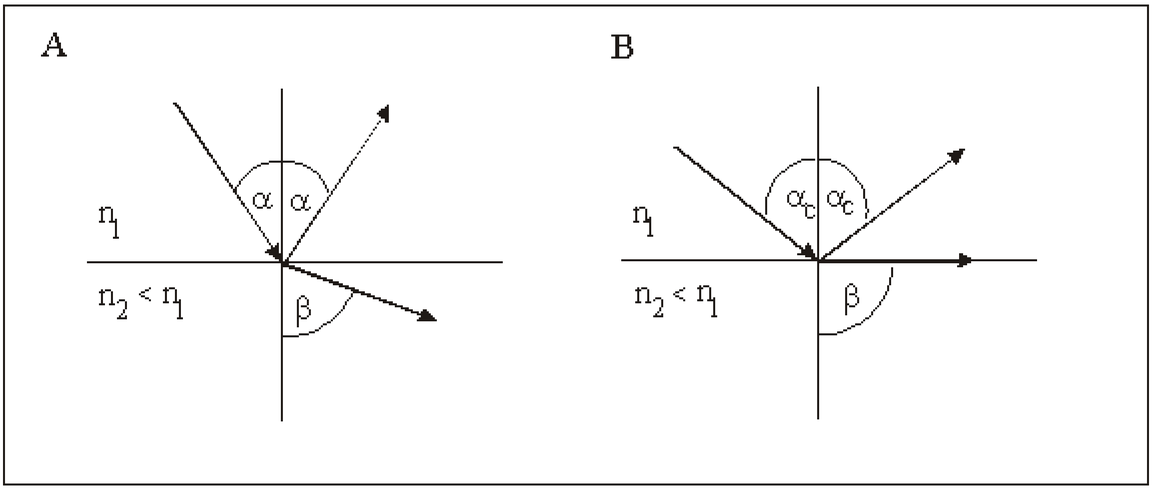



Pre odrazený lúč platí, že uhol odrazu sa vždy rovná uhlu dopadu. Smer prechádzajúceho lúča sa dá vypočítať pomocou **Snellovho empirického zákona**:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin(\beta)}{\sin(\alpha)}$$

$n_1$, $n_2$ – indexy lomu

## 43. Napíšte podmienku pre úplný odraz na rovinnom rozhraní.




Ak lúč prechádza z prostredia s nižším indexom lomu do prostredia s vyšším indexom lomu, napríklad zo vzduchu do vody, existuje ku každému prichádzajúcemu lúču, lúč ktorý prechádza do druhého prostredia. Tu treba poznamenať, že amplitúda prechádzajúceho lúča môže byť malá. Ak prechádza svetelný lúč z prostredia s vyšším indexom lomu do prostredia s nižším indexom lomu, napríklad z vody do vzduchu, uhol b je väčší ako uhol $\alpha$ - pozri obrázok A.

Existuje istý kritický uhol $\alpha_c$ , pre ktorý sa **uhol β rovná π/2** – pozri obrázok B. Pre každý väčší uhol a ako je $\alpha_c$ , neprechádza do druhého prostredia **žiadny lúč**. Nastáva dokonalý odraz – rozhranie sa správa ako dokonalé zrkadlo.

$$n_1 * sin\alpha = n_2 * sin\beta$$

$$pre\ \text{úplný}\ odraz\ \ \beta = \frac{\pi}{2}$$

$$sin\alpha_c = \frac{n_1}{n_2}$$

## 44. Polarizácia v odrazenom svetle, Brewsterov uhol.

V určitej situácii lúč ($\alpha$‘) bude úplne polarizovaný v odrazenom svetle – pri **Brewsterovom uhle**. Uhol medzi odrazeným a lomeným lúčom = 90°.

$$n_1 * sin\alpha = n_2 * sin\beta$$

$$\alpha + \beta + \frac{\pi}{2} = \pi$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta \qquad \beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

$$n_1 * sin\alpha_B = n_2 * \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_B\right)$$

$$n_1 * sin\alpha_B = n_2 * cos\alpha_B$$

$$tg\alpha_B = \frac{n_2}{n_1}$$

$\alpha_B$ – Brewsterov uhol

## 45. Rozdiel optických dráh a podmienka pre maximá a minimá pri interferencii.

$$\delta = \Delta x * n = \Delta\varphi * \left(\frac{\lambda_0}{2\pi}\right)$$

$\delta$ – rozdiel optických dráh

$\Delta$x – dráhový rozdiel $\Delta x = \Delta\varphi * \left(\frac{\lambda_0}{2\pi n}\right)$

$\lambda_0$ – vlnová dĺžka svetla vo vákuu

**Maximum:**

$$\delta_{max} = m * 2\pi * \left(\frac{\lambda_0}{2\pi}\right) \qquad m \in \mathbb{Z}$$

**Minimum:**

$$\delta_{min} = (2m - 1) * \pi * \left(\frac{\lambda_0}{2\pi}\right) \qquad m \in \mathbb{Z}$$

## 46. Podmienka pre maximá pri ohybe na optickej mriežke.

$$sin\alpha = m * \frac{\lambda}{a} \qquad m \in \mathbb{Z}$$