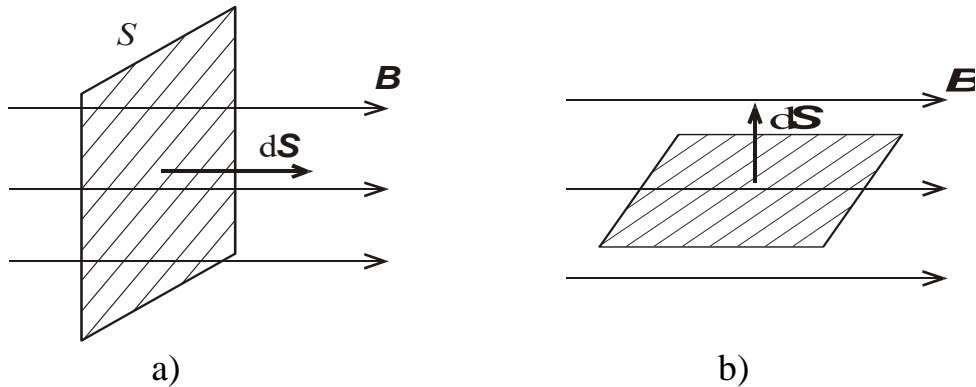


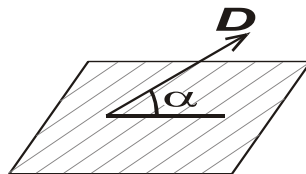
## 2.2 PŘÍKLADY

- P 2–1** Jak je definována: a) intenzita elektrického pole  $\mathbf{E}$ ,  
b) magnetická indukce  $\mathbf{B}$  ?
- P 2–2** Vysvětlete pojmy:  
a) stacionární elektromagnetické pole,  
b) nestacionární elektromagnetické pole.
- P 2–3** Jaká znáte stacionární elektromagnetická pole a co je jejich zdrojem?
- P 2–4** Vysvětlete pojmy:  
a) homogenní pole,  
b) jednodimenzionální pole,  
c) dvojdimenzionální pole,  
d) trojdimenzionální pole.
- P 2–5** Jak je definována (za předpokladu nerovnoměrně rozloženého náboje):  
a) objemová hustota náboje  $\rho$ ,  
b) plošná hustota náboje  $\sigma$ ,  
c) lineární hustota  $\tau$ .
- P 2–6** Jak je definována (při rovnoměrně rozloženém náboji):  
a) objemová hustota náboje  $\rho$ ,  
b) plošná hustota náboje  $\sigma$ ,  
c) lineární hustota  $\tau$ .
- P 2–7** Vyjádřete vektory  $\mathbf{H}$ ,  $\mathbf{D}$ ,  $\mathbf{J}$  pomocí vektoru  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{B}$ .
- P 2–8** Jak je definován elektrický indukční tok, v jakých jednotkách se udává?
- P 2–9** Jak je definován magnetický indukční tok, v jakých jednotkách se udává?
- P 2–10** Napište jednotky těchto veličin: a) intenzita elektrického pole,  
b) vektor elektrické indukce,  
c) kapacita,  
d) permitivita vakua,  
e) relativní permitivita,  
f) elektrický náboj.

**P 2–11** Určete magnetický indukční tok plochou  $S$ .

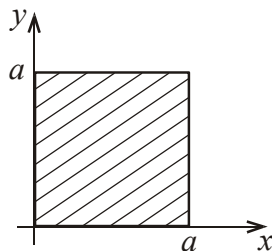


**P 2–12** Vektor  $\mathbf{D}$  svírá s rovinou  $S$  úhel  $\alpha = 30^\circ$ . Určete elektrický indukční tok plochou  $S$ , je-li  $D = \text{konst.}$ .



**P 2–13** Vodičem prochází proud  $i(t) = 10 \sin \omega t$ ,  $f = 1000 \text{ Hz}$ . Určete náboj, který projde průřezem vodiče  $S$  v čase  $t \in (0, \frac{T}{4})$ .

**P 2–14** Na čtvercové elektrodě o straně  $a$  je rozložen náboj s plošnou hustotou  $\sigma = kx$ , kde  $k$  je konstanta. Určete celkový náboj elektrody.

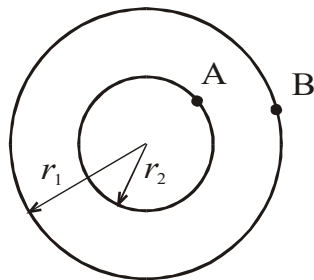


**P 2–15** Vodivá koule o poloměru  $a$  je rovnoměrně nabitá nábojem  $Q$ . Stanovte plošnou hustotu náboje  $\sigma$  na povrchu koule.

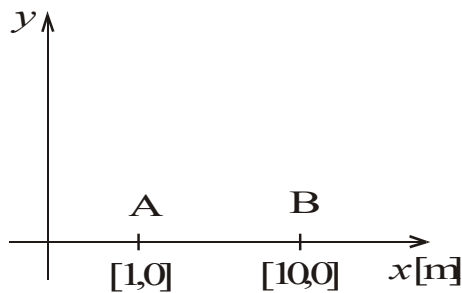
**P 2–16** Dutým válcovým vodičem o poloměrech  $a, b$  ( $a < b$ ) protéká stejnosměrný proud  $I$ , který je rovnoměrně rozložený po průřezu vodiče. Jaká je jeho proudová hustota?

**P 2–17** Válcovým vodičem o poloměru  $a$  protéká proud  $I$ . Stanovte proud protékající průřezem o poloměru  $r < a$ .

- P 2–18** Jak je definován skalární elektrický potenciál, kdy se zavádí?
- P 2–19** Objasněte pojem „normování skalárního potenciálu“ a uveďte příklad.
- P 2–20** Potenciál elektrostatického pole je dán funkcí  $\varphi(r) = \frac{10}{r^2}$ . Stanovte vektor  $\mathbf{E}$ .
- P 2–21** Potenciál elektrického pole je  $\varphi = 3x^2 + 6y - 5z^2$  [kV]. Stanovte intenzitu elektrického pole v počátku souřadnic.
- P 2–22** Je dán potenciál elektrického pole  $\varphi = 3xy - 6y$  [V]. Určete intenzitu  $\mathbf{E}$  v bodě [1,1,1].
- P 2–23** Potenciál elektrického pole je  $\varphi = ax^3 + by + cz^2$ , kde  $a = 3$  kV/m<sup>3</sup>,  $b = 6$  kV/m,  $c = -5$  kV/m<sup>2</sup>. Určete div  $\mathbf{E}$  v počátku.
- P 2–24** Určete hustotu náboje  $\rho$  [C/m<sup>3</sup>], je-li intenzita elektrického pole  $\mathbf{E} = (3x, 4y, 0)$  [kV/m] a relativní permitivita prostředí  $\epsilon_r = 2$ .
- P 2–25** Jak je definováno elektrické napětí? Závísí jeho hodnota v elektrostatickém poli na integrační cestě?
- P 2–26** Potenciál elektrického pole je  $\varphi = 10 \ln r + 5$  [V]. Stanovte napětí  $U_{AB}$ , je-li:  $r_2 = 10$  cm,  $r_1 = 20$  cm.



**P 2–27** Stanovte práci potřebnou pro přenesení náboje  $Q = 1 \text{ mC}$  z bodu A do bodu B, je-li potenciál elektrostatického pole  $\varphi = 10x + 2 \text{ [V]}$



**P 2–28** Uveďte definiční vztah pro magnetický vektorový potenciál  $\mathbf{A}$  a dále doplňující podmínku.

**P 2–29** Určete složky vektoru magnetické indukce  $\mathbf{B}$ , známe-li magnetický vektorový potenciál  $\mathbf{A} = (0, 0, A_z)$ ,  $A_z = 5xy + 6y$ .

**P 2–30** Je dán magnetický vektorový potenciál  $\mathbf{A} = \mathbf{k}A$ ,  $A = 0,3x - 0,6y$ . Stanovte velikost magnetické indukce  $\mathbf{B}$ .

**P 2–31** Jaký je vztah mezi ekvipotenciálami vektorového potenciálu ( $A = \text{konst.}$ ) a indukčními čarami.

**P 2–32** Jak je definováno magnetické napětí  $U_m$ ? V jakých jednotkách se udává?

**P 2–33** Napište 1. Maxwellovu rovnici pro nestacionární pole v integrálním a diferenciálním tvaru.

**P 2–34** Napište integrální tvar 1. Maxwellovy rovnice pro pole: a) stacionární, b) kvazistacionární, c) nestacionární

**P 2–35** Definujte „posuvný proud“ a „hustotu posuvného proudu“ ?

**P 2–36** Napište 3. Maxwellovu rovnici v integrálním tvaru a vysvětlete ji.

**P 2–37** Odvoďte 3. Maxwellovu rovnici v diferenciálním tvaru.

**P 2–38** Napište Maxwellovy rovnice v diferenciálním tvaru, z nichž plyne, že stacionární magnetické pole je vírové a nezřídlové.

**P 2–39** Která z uvedených rovnic vyjadřuje skutečnost, že indukční čáry vektoru  $\mathbf{B}$  jsou uzavřené křivky.

a)  $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{d\mathbf{D}}{dt}$       b)  $\text{rot } \mathbf{E} = - \frac{d\mathbf{B}}{dt}$       c)  $\text{div } \mathbf{D} = \rho$

d)  $\text{div } \mathbf{B} = 0$       e)  $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}, \mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E}$

**P 2–40** Ze které rovnice plyne, že zdrojem stacionárního elektrického pole jsou elektrické náboje?

a)  $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$       d)  $\text{div } \mathbf{D} = \rho$       g)  $\mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E}$

b)  $\mathbf{J} = \gamma \mathbf{E}$       e)  $\text{div } \mathbf{B} = 0$

c)  $\text{rot } \mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$       f)  $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$

**P 2–41** Odvoďte Coulombův zákon. [*Nápověda: Vychází se ze 3. Maxwellovy rovnice v integrálním tvaru pro elektrostatické pole bodového náboje.*]

**P 2–42** Napište Maxwellovy rovnice v integrálním tvaru, z nichž vyplývá, že elektrostatické pole je zřídlové a nevírové.

**P 2–43** Odvoďte první Kirchhoffův zákon.

**P 2–44** Z kterých Maxwellových rovnic vyplývají podmínky na rozhraní:

- a) pro elektrostatické pole,
- b) pro elektrické pole proudové,
- c) pro stacionární magnetické pole.

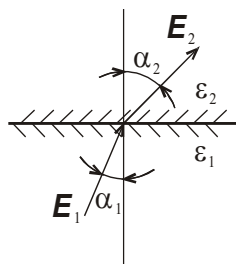
**P 2–45** Formulujte podmínky na rozhraní dvou dielektrik ( $\sigma = 0$ ):

- a) pro vektor  $\mathbf{E}$ ,
- b) pro elektrický potenciál  $\varphi$ .

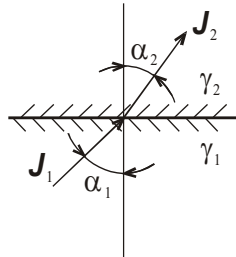
**P 2–46** Formulujte podmínky pro vektor  $\mathbf{J}$  na rozhraní dvou prostředí s konduktivitami  $\gamma_1, \gamma_2$ .

**P 2–47** Formulujte podmínky pro vektory  $\mathbf{H}, \mathbf{B}$  na rozhraní dvou prostředí s permeabilitami  $\mu_1, \mu_2$ .

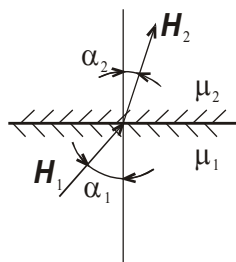
**P 2–48** Formulujte zákon lomu siločar pro elektrostatické pole.



**P 2–49** Formulujte zákon lomu proudových čar pro elektrické proudové pole.

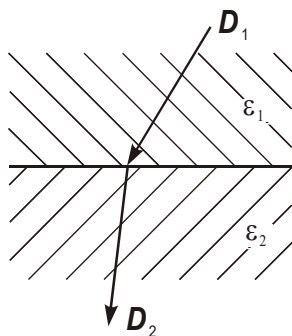


**P 2–50** Formulujte zákon lomu magnetických siločar pro magnetické stacionární pole.



**P 2–51** Napište podmínky pro tečnou a normálovou složku vektoru  $\mathbf{D}$  na rozhraní dvou dielektrik  $\epsilon_1, \epsilon_2$ ; na rozhraní je  $\sigma = 0$ . Který z uvedených vztahů pro vektory  $\mathbf{D}_1$  a  $\mathbf{D}_2$  je správný?

- a)  $\epsilon_1 = \epsilon_2$       b)  $\epsilon_1 > \epsilon_2$       c)  $\epsilon_1 < \epsilon_2$

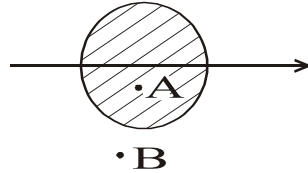


**P 2–52** Napište podmínky pro vektor  $\mathbf{E}$  ( $\sigma \neq 0$ ) na rozhraní dvou dielektrik s permitivitami  $\epsilon_1, \epsilon_2$ .

**P 2–53** Na rozhraní feromagnetikum -vzduch vystupují (vstupují) indukční čáry přibližně kolmo k rozhraní. Zdůvodněte!

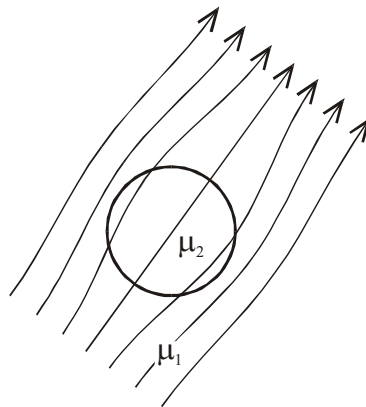
**P 2–54** Do homogenního magnetického pole o indukci  $\mathbf{B}$  ve vzduchu (permeabilita  $\mu_0$ ) vložíme feromagnetické těleso. Určete vztah pro magnetickou indukci uvnitř tělesa  $B(A)$  a vně tělesa  $B(B)$ .

a)  $B(A) < B(B)$ ,    b)  $B(A) > B(B)$ ,    c)  $B(A) = B(B)$ ,    d) nelze určit.  
Nakreslete průběh indukčních čar!



**P 2–55** Do homogenního magnetického pole o intenzitě  $\mathbf{H}_0$  v prostředí o permeabilitě  $\mu_1$  vložíme tyč kruhového průřezu o permeabilitě  $\mu_2$  kolmo k siločárám. Na obrázku je vyznačen průběh magnetických siločar. Mezi  $\mu_1$  a  $\mu_2$  platí (označte správnou odpověď):

a)  $\mu_1 > \mu_2$ ,    b)  $\mu_1 < \mu_2$ ,    c)  $\mu_1 = \mu_2$ ,    d) nelze odpovědět, neboť nejsou známy další údaje.



**P 2–56** Proved'te normování elektrického potenciálu elektrostatického pole:

a) dlouhého tenkého vodiče s lineární hustotou náboje  $\tau$ ,  
b) vodivé koule s nábojem  $Q$

**P 2–57** Odvoďte Poissonovu rovnici pro skalární potenciál v lineárním prostředí.

**P 2–58** Formulujte Poissonovu rovnici pro elektrický potenciál  $\varphi$ , v prostředí o permitivitě  $\epsilon$ , v pravoúhlém souřadnicovém systému.

**P 2–59** Napište Maxwellovy rovnice v integrálním tvaru pro stacionární elektromagnetické pole.

**P 2–60** Napište Maxwellovy rovnice v diferenciálním tvaru pro stacionární elektromagnetické pole. Kde platí?

- P 2–61** Napište Maxwellovy rovnice v diferenciálním tvaru, které vyjadřují skutečnost, že elektrické proudové pole je nevírové a nezřídlové.
- P 2–62** Jak definujeme skalární magnetický potenciál? Kde ho lze zavést?
- P 2–63** Odvoďte diferenciální rovnici pro skalární magnetický potenciál.
- P 2–64** Odvoďte Poissonovu rovnici pro vektorový potenciál stacionárního magnetického pole. Kdy tato rovnice přechází v Laplaceovu?
- P 2–65** Napište definiční rovnice pro magnetický skalární a vektorový potenciál. Kdy lze použít  $\varphi_m$  a kdy  $\mathbf{A}$ ?
- P 2–66** Definujte tyto pojmy:  
 a) analýza elektromagnetického pole,  
 b) syntéza elektromagnetického pole.
- P 2-67** V dielektrickém prostředí o permitivitě  $\varepsilon$  je elektrické pole, jehož potenciál je pouze funkcí  $x$ :  $\varphi(x) = ax^2 + bx$ , kde  $a, b$  jsou konstanty. Určete objemovou hustotu volných nábojů.
- P 2-68** Dvě elektrody spolu svírají úhel  $30^\circ$  a jejich potenciály jsou  $\varphi_1, \varphi_2$ . Určete intenzitu elektrického pole v obecném bodě B mezi elektrodami.

