

DODATOK I

STRUČNÝ PREHĽAD VEKTOROVEJ ANALÝZY

1 Sčítavanie vektorov a násobenie vektora skalárom

Vektor A je fyzikálna veličina, ktorá má udanú veľkosť (modul, absolútnu hodnotu) A a smer. Možno ho vyjadriť napríklad v zložkách pozdĺž osí kartézskoho súradnicového systému x, y, z

$$A = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k}$$

kde $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ sú jednotkové vektory s modulom 1 v smere súradnicových osí (pozri Dodatok II). Vektory možno sčítavať. Súčet dvoch vektorov A a B je vektor

$$C = A + B = (A_x + B_x)\mathbf{i} + (A_y + B_y)\mathbf{j} + (A_z + B_z)\mathbf{k}$$

Pre sčítavanie vektorov platí komutatívny zákon

$$A + B = B + A$$

a asociatívny zákon

$$(A + B) + C = A + (B + C)$$

Vždy platí

$$|A + B| \leq A + B$$

Rozdiel dvoch vektorov

$$A - B = A + (-B)$$

je vektor, ktorý sa rovná súčtu vektora A s vektorom $-B$ (vektor s rovnakým modulom ako B , ale opačného smeru).

Súčin skalára α s vektorom A je vektor, ktorého modul je $|\alpha|A$ a smer je súhlasný so smerom vektora A ak $\alpha > 0$, alebo opačný smeru A , ak $\alpha < 0$.

2 Násobenie vektorov

Sú definované dva súčiny vektorov:

a) **Skalárny súčin dvoch vektorov $A \cdot B$** – je skalár s hodnotou $AB \cos \varphi$, kde φ je uhol, ktorý vektory A a B zvierajú, teda

$$A \cdot B = AB \cos \varphi$$

Skalárny súčin dvoch navzájom kolmých vektorov ($\varphi = \pi/2$) sa rovná nule. Skalárny súčin dvoch paralelných, resp. antiparalelných vektorov ($\varphi = 0, \pi$)

$$A \cdot B = \pm AB$$

Pre skalárny súčin vektorov platí komutatívny zákon a distributívny zákon, t. j.

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A}$$

$$(\mathbf{A} + \mathbf{B}) \cdot \mathbf{C} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{C} + \mathbf{B} \cdot \mathbf{C}$$

avšak neplatí asociatívny zákon, pretože

$$\mathbf{A}(\mathbf{B} \cdot \mathbf{C}) \neq (\mathbf{A} \cdot \mathbf{B})\mathbf{C}$$

Pre jednotkové vektory pravouhlého súradnicového systému platia výrazy

$$\mathbf{i} \cdot \mathbf{j} = \mathbf{j} \cdot \mathbf{i} = \mathbf{i} \cdot \mathbf{k} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{i} = \mathbf{j} \cdot \mathbf{k} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{j} = 0$$

$$\mathbf{i} \cdot \mathbf{i} = \mathbf{j} \cdot \mathbf{j} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{k} = 1$$

Skalárny súčin vektorov v zložkách pravouhlých súradníc

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

Ak $\mathbf{A} = \mathbf{B}$, potom

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{A} = A^2 = A_x^2 + A_y^2 + A_z^2$$

b) **Vektorový súčin dvoch vektorov** $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ je vektor, ktorého modul je

$$|\mathbf{A} \times \mathbf{B}| = AB \sin \varphi$$

(φ je uhol medzi vektormi \mathbf{A} a \mathbf{B}) a smer vektora $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ je taký, že vektory \mathbf{A} , \mathbf{B} a $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ tvoria pravotočivý súradnicový systém. Vektorový súčin dvoch paralelných vektorov ($\varphi = 0, \pi$) sa rovná nule. Vektorový súčin dvoch navzájom kolmých vektorov ($\varphi = \pi/2$) je vektor s modulom AB .

Pre vektorový súčin dvoch vektorov platí distributívny zákon, t. j.

$$(\mathbf{A} + \mathbf{B}) \times \mathbf{C} = \mathbf{A} \times \mathbf{C} + \mathbf{B} \times \mathbf{C}$$

avšak neplatí komutatívny zákon. Platí antikomutatívny zákon, t. j.

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = -\mathbf{B} \times \mathbf{A}$$

a neplatí ani asociatívny zákon, pretože

$$\mathbf{A} \times (\mathbf{B} \times \mathbf{C}) \neq (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \times \mathbf{C}$$

Vektorové súčiny jednotkových vektorov $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ sú

$$\mathbf{i} \times \mathbf{i} = \mathbf{j} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} \times \mathbf{k} = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{k}$$

$$\mathbf{j} \times \mathbf{k} = \mathbf{i}$$

$$\mathbf{k} \times \mathbf{i} = \mathbf{j}$$

$$\mathbf{j} \times \mathbf{i} = -\mathbf{k}$$

$$\mathbf{k} \times \mathbf{j} = -\mathbf{i}$$

$$\mathbf{i} \times \mathbf{k} = -\mathbf{j}$$

Vektorový súčin dvoch vektorov v zložkách pravouhlého súradnicového systému

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = (A_y B_z - A_z B_y)\mathbf{i} + (A_z B_x - A_x B_z)\mathbf{j} + (A_x B_y - A_y B_x)\mathbf{k}$$

Dvojnásobný vektorový súčin $\mathbf{A} \times (\mathbf{B} \times \mathbf{C})$ je vektor koplanárny s vektormi \mathbf{B} a \mathbf{C} , a je daný výrazom

$$\mathbf{A} \times (\mathbf{B} \times \mathbf{C}) = \mathbf{B}(\mathbf{A} \cdot \mathbf{C}) - \mathbf{C}(\mathbf{A} \cdot \mathbf{B})$$

Zmiešaný vektorový súčin

$$\mathbf{A} \cdot (\mathbf{B} \times \mathbf{C}) = \mathbf{B} \cdot (\mathbf{C} \times \mathbf{A}) = \mathbf{C} \cdot (\mathbf{A} \times \mathbf{B})$$

je skalár, ktorého veľkosť sa rovná objemu rovnobežnostena určeného vektormi \mathbf{A} , \mathbf{B} a \mathbf{C} . V zložkách pravouhlého súradnicového systému

$$\mathbf{A} \cdot (\mathbf{B} \times \mathbf{C}) = \begin{vmatrix} A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \\ C_x & C_y & C_z \end{vmatrix}$$

Ďalej platia vzťahy

$$\begin{aligned} (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \cdot (\mathbf{C} \times \mathbf{D}) &= (\mathbf{A} \cdot \mathbf{C})(\mathbf{B} \cdot \mathbf{D}) - (\mathbf{A} \cdot \mathbf{D})(\mathbf{B} \cdot \mathbf{C}) \\ (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \times (\mathbf{C} \times \mathbf{D}) &= [\mathbf{A} \cdot (\mathbf{B} \times \mathbf{D})]\mathbf{C} - [\mathbf{A} \cdot (\mathbf{B} \times \mathbf{C})]\mathbf{D} = [\mathbf{A} \cdot (\mathbf{C} \times \mathbf{D})]\mathbf{B} - [\mathbf{A} \cdot (\mathbf{C} \times \mathbf{B})]\mathbf{D} \end{aligned}$$

DODATOK II

SÚRADNICOVÉ SYSTÉMY

1 Dvojrozmerné súradnicové systémy

Na určenie polohy bodu v rovine treba zadať dve čísla (súradnice), pričom spôsob zadania polohy (súradníc) závisí od povahy problému, v ktorom bod vystupuje. Na tento účel slúžia súradnicové systémy, ktoré musia mať zadaný **začiatok**, **smer** (+/-) súradnicových osí a **mierku** (škálu). Najčastejšie používané súradnicové systémy v rovine sú:

- **pravouhlý (kartézsky) systém** x, y
- **polárny systém súradníc** ρ, φ .

1.1 Pravouhlý (kartézsky) dvojrozmerný systém súradníc

Pravouhlý systém súradníc v rovine je sústava dvoch navzájom pravouhlých (ortogonálnych) osí podľa obr. I. Začiatkom (pólom alebo nulovým bodom) 0 je priesečník osí.

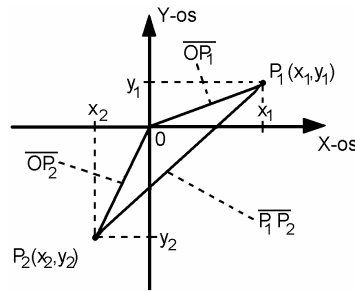
Vzdialenosti na horizontálnej osi sa zadávajú hodnotami $\pm x$ vzhľadom na začiatok, na vertikálnej osi $\pm y$ od začiatku. Poloha bodu P v rovine je potom určená dvojicou čísel x, y , čo označujeme $P(x, y)$.

Vzdialenosť \overline{OP} bodu $P(x, y)$ od začiatku O je daná Pytagorovou vetou:

$$\overline{OP} = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Vzdialenosť d medzi dvoma bodmi $P_1(x_1, y_1)$ a $P_2(x_2, y_2)$:

$$d = \overline{P_1P_2} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$



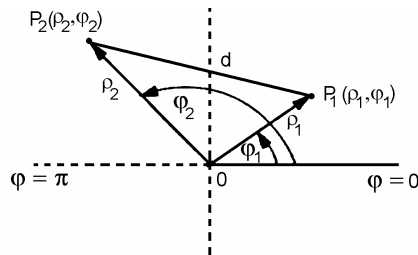
Obr. I

1.2 Systém polárnych súradníc

Polárne súradnice sa používajú pri analýze problémov so stredovou symetriou v rovine. Poloha bodu P sa zadáva (pozri obr. II):

1) **vzdialenosťou** (polomerom alebo dĺžkou polohového vektora) $\rho = \overline{OP}$,

2) **smerným uhlom** (polárny uhol, uhlová súradnica alebo argument) φ medzi spojnicou OP a polárnou osou. Polárny uhol φ je kladný pri otáčaní proti smeru hodinových ručičiek a záporný pri otáčaní v smere pohybových ručičiek. Pretože uhol sa v rovine v oblúkovej miere opakuje po hodnotách 2π , najčastejšie sa pri jeho zadávaní obmedzujeme na interval hodnôt $0 \leq \varphi < 2\pi$ alebo v stupňovej miere $0 \leq \varphi < 360^\circ$. Nazývame ich hlavné hodnoty.



Obr. II

Vzdialenosť d dvoch bodov $P_1(\rho_1, \varphi_1)$ a $P_2(\rho_2, \varphi_2)$ v polárnych súradniciach

$$d = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2 - 2\rho_1\rho_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

je daná kosínusovou vetou.

1.3 Konverzie v dvojrozmerných súradnicových systémoch

Prechod od polárnych súradníc (ρ, φ) k pravouhlým súradniciam (x, y) sa vykoná pomocou vzťahov

$$x = r \cos \varphi \qquad y = r \sin \varphi$$

a prechod od pravouhlých súradníc (x, y) k polárnym (ρ, φ) je daný vzťahmi

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \qquad \varphi = \operatorname{arctg} \frac{y}{x}$$

2 Trojrozmerné súradnicové systémy

Trojrozmerné súradnicové systémy sa používajú na určenie polohy bodu v priestore. Podľa povahy problému možno použiť niektorý z nasledovných najčastejšie používaných súradnicových systémov:

- **pravouhlý (kartézsky) systém** x, y, z
- **cylindrický (valcový) systém** ρ, φ, z
- **sférický (guľový) systém** r, ϑ, φ .

Každý zo systémov musí mať určený **začiatok** 0 (pre cylindrický systém je začiatkom bod na osi z), **smer** (+/-) a **mierka**.

2.1 Pravouhlý trojrozmerný systém súradníc

Tento systém predstavuje tri navzájom ortogonálne (pravouhlé) súradnice, ktoré nazývame os x , os y a os z (pozri *obr. III*).

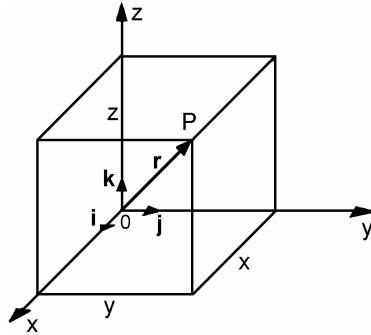
Vzdialenosť bodu $P(x, y, z)$ od začiatku 0

$$\overline{OP} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Najkratšia **vzdialenosť** d medzi dvoma bodmi $P_1(x_1, y_1, z_1)$ a $P_2(x_2, y_2, z_2)$

$$d = \overline{P_1P_2} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

Jednotkové vektory v poradí $\mathbf{i} \rightarrow \mathbf{j} \rightarrow \mathbf{k}$ tvoria pravotočivý systém.



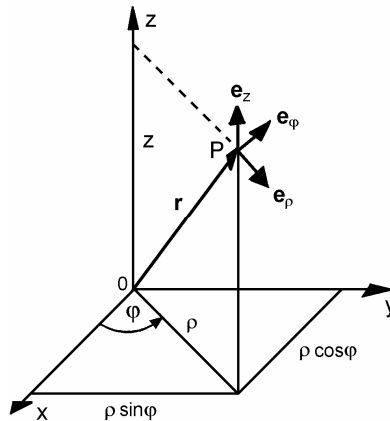
Obr. III

2.2 Cylindrický systém súradníc

Cylindrické súradnice sa používajú v problémoch s osovou (cylindrickou) symetriou a rotačnou symetriou.

Poloha bodu v cylindrickom systéme je daná súradnicami (ρ, φ, z) , kde z je cylindrická os, ρ je kolmá vzdialenosť bodu P od osi z (pozor – nie od začiatku na osi z) a φ je azimutálny uhol medzi referenčnou rovinou prechádzajúcou osou z a rovinou v ktorej leží bod P (pozri obr. IV). Definičné oblasti:

- pre ρ je $\rho \geq 0$
- pre φ je $0 \leq \varphi \leq 2\pi$
- pre z je $-\infty \leq z \leq +\infty$



Obr. IV

Pre $z = 0$ prechádza cylindrický systém na systém polárnych súradníc. Jednotkové vektory v poradí $e_\rho \rightarrow e_\varphi \rightarrow e_z$ tvoria pravotočivý systém.

2.3 Sférický systém súradníc

Sférické súradnice sa používajú pri problémoch so stredovou symetriou, napr. v geografii, pri opise dipólových polí, v kvantovej mechanike pri opise energetických stavov atómov a p.

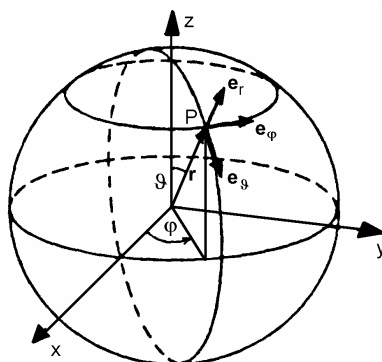
Bod P v sférických súradniciach je daný trojicou čísel (r, ϑ, φ) na obr. V, kde

r je **vzdialenosť** bodu P od začiatku O a má hodnoty $r \geq 0$,

ϑ je **polárny uhol** (geografická dĺžková súradnica) medzi polárnou osou (napr. osou z) a smerom vektora r . Nadobúda hodnoty z intervalu $0 \leq \vartheta \leq \pi$.

φ je **azimutálny uhol** (geografická šírková súradnica v rovníkovej rovine) medzi priemetom vektora r do roviny kolmej na polárnu os (na obr. V os z) a zvolenou osou v tejto rovine (napr. os x). Uhol φ nadobúda hodnoty z intervalu $0 \leq \varphi < 2\pi$.

Jednotkové vektory v poradí $e_r \rightarrow e_\vartheta \rightarrow e_\varphi$ tvoria pravotočivý systém.



Obr. V

2.4 Konverzie medzi trojrozmernými súradnicovými systémami

Prechod cylindrických súradníc (ρ, φ, z') na kartézske súradnice (x, y, z) umožňujú vzťahy

$$x = \rho \cos \varphi \quad y = \rho \sin \varphi \quad z = z'$$

Prechod kartézskych súradníc (x, y, z) na cylindrické súradnice (ρ, φ, z') umožňujú vzťahy

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \varphi = \arccos \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \quad z' = z$$

Prechod sférických súradníc (r, ϑ, φ) na kartézske súradnice (x, y, z) umožňujú vzťahy

$$\begin{aligned}
 x &= r \sin \vartheta \cos \varphi & 0 \leq \varphi < 2\pi \\
 y &= r \sin \vartheta \sin \varphi & 0 \leq \vartheta \leq \pi \\
 z &= r \cos \vartheta
 \end{aligned}$$

Prechod kartézských souřadnic (x, y, z) na sférické souřadnice (r, ϑ, φ) umožňují vztahy

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (\text{rovnice guľovej plochy})$$

$$\cos \varphi = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \quad \sin \varphi = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{x}$$

$$\cos \vartheta = \frac{z}{r} = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

Prechod sférických souřadnic (r, ϑ, φ) na cylindrické souřadnice (ρ, φ', z) umožňují vztahy

$$\begin{aligned}
 \rho &= r \sin \vartheta \\
 \varphi' &= \varphi & 0 \leq \varphi < 2\pi \\
 z &= r \cos \vartheta & 0 \leq \vartheta \leq \pi
 \end{aligned}$$

Prechod cylindrických souřadnic (ρ, φ', z) na sférické souřadnice (r, ϑ, φ) umožňují vztahy

$$r = \sqrt{\rho^2 + z^2} \quad \vartheta = \operatorname{arctg} \frac{\rho}{z} \quad \varphi = \varphi'$$

Tabuľka 22

Diferenciálne operácie so skalárnymi a vektorovými poliami

Gradient (grad) V :	
<p><i>Pravouhlé súradnice</i> (x, y, z)</p> $\text{grad}V = \frac{\partial V}{\partial x} \mathbf{x}_0 + \frac{\partial V}{\partial y} \mathbf{y}_0 + \frac{\partial V}{\partial z} \mathbf{z}_0$	<p><i>Cylindrické súradnice</i> (r, φ, z)</p> $\text{grad}V = \frac{\partial V}{\partial r} \mathbf{r}_0 + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \varphi} \boldsymbol{\varphi}_0 + \frac{\partial V}{\partial z} \mathbf{z}_0$
<p><i>Sférické súradnice</i> (r, ϑ, φ)</p> $\text{grad}V = \frac{\partial V}{\partial r} \mathbf{r}_0 + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \vartheta} \boldsymbol{\vartheta}_0 + \frac{1}{r \sin \vartheta} \frac{\partial V}{\partial \varphi} \boldsymbol{\varphi}_0$	
Divergencia (div) \mathbf{E} :	
<p><i>Pravouhlé súradnice</i> (x, y, z)</p> $\text{div} \mathbf{E} = \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z}$	<p><i>Cylindrické súradnice</i> (r, φ, z)</p> $\text{div} \mathbf{E} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r E_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial E_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial E_z}{\partial z}$
<p><i>Sférické súradnice</i> (r, ϑ, φ)</p> $\text{div} \mathbf{E} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 E_r) + \frac{1}{r \sin \vartheta} \frac{\partial}{\partial \vartheta} (\sin \vartheta E_\vartheta) + \frac{1}{r \sin \vartheta} \frac{\partial E_\varphi}{\partial \varphi}$	
Rotácia (rot) \mathbf{E} :	
<p><i>Pravouhlé súradnice</i> (x, y, z)</p> $\text{rot} \mathbf{E} = \left(\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) \mathbf{x}_0 + \left(\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \right) \mathbf{y}_0 + \left(\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \right) \mathbf{z}_0 = \begin{vmatrix} \mathbf{x}_0 & \mathbf{y}_0 & \mathbf{z}_0 \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{vmatrix}$	
<p><i>Cylindrické súradnice</i> (r, φ, z)</p> $\text{rot} \mathbf{E} = \left(\frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \varphi} - \frac{\partial E_\varphi}{\partial z} \right) \mathbf{r}_0 + \left(\frac{\partial E_r}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial r} \right) \boldsymbol{\varphi}_0 + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial r E_\varphi}{\partial r} - \frac{\partial E_r}{\partial \varphi} \right) \mathbf{z}_0 = \frac{1}{r} \begin{vmatrix} \mathbf{r}_0 & r \boldsymbol{\varphi}_0 & \mathbf{z}_0 \\ \frac{\partial}{\partial r} & \frac{\partial}{\partial \varphi} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_r & r E_\varphi & E_z \end{vmatrix}$	
<p><i>Sférické súradnice</i> (r, ϑ, φ)</p> $\text{rot} \mathbf{E} = \frac{1}{r \sin \vartheta} \left(\frac{\partial \sin \vartheta E_\varphi}{\partial \vartheta} - \frac{\partial E_\vartheta}{\partial \varphi} \right) \mathbf{r}_0 + \frac{1}{r} \left(\frac{1}{\sin \vartheta} \frac{\partial E_r}{\partial \varphi} - \frac{\partial r E_\varphi}{\partial r} \right) \boldsymbol{\vartheta}_0 + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial r E_\vartheta}{\partial r} - \frac{\partial E_r}{\partial \vartheta} \right) \boldsymbol{\varphi}_0 =$ $= \frac{1}{r^2 \sin \vartheta} \begin{vmatrix} \mathbf{r}_0 & r \boldsymbol{\vartheta}_0 & r \sin \vartheta \boldsymbol{\varphi}_0 \\ \frac{\partial}{\partial r} & \frac{\partial}{\partial \vartheta} & \frac{\partial}{\partial \varphi} \\ E_r & r E_\vartheta & r \sin \vartheta E_\varphi \end{vmatrix}$	

Tabuľka 23: Laplaceov operátor

<p><i>Pravouhlé súradnice (x, y, z)</i></p> $\Delta = \nabla \cdot \nabla = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$
<p><i>Cylindrické súradnice (r, φ, z)</i></p> $\Delta = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$
<p><i>Sférické súradnice (r, θ, φ)</i></p> $\Delta = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \vartheta} \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{\partial}{\partial \vartheta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \vartheta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}$

NIEKOĽKO LITERÁRNYCH PRAMEŇOV K PREDMETU "ELEKTROMAGNETIZMUS"

O elektromagnetizme bolo napísaných veľmi veľa vynikajúcich diel. Medzi prvé, ktorých úroveň zodpovedá dnešným teoretickým predstavám patrí Maxwellova monografia **"Treatise on Electricity and Magnetism"** (Pojednanie o elektrine a magnetizme) prvý raz vydaná v roku 1873. Jej tretie vydanie vyšlo už v roku 1891 (3d ed., Oxford University Press, 1891; reprint ed., Dover, New York 1954) a posledné v júni 1998 vo vydavateľstve Oxford University Press. Maxwell v nej na základe Ampérových a Faradayových experimentálnych poznatkov predložil jednotnú teóriu elektromagnetizmu včítane svetelných javov.

Nepokladám za účelné predkladať tu rozsiahly zoznam učebníc, ktoré boli napísané potom, a ktoré sa dnes len ťažko obstarávajú, nemôžem však nespomenúť aspoň niektoré, ktoré si zasluhujú mimoriadnu pozornosť a obdiv. Sú to napríklad:

1. **Stratton, J.:** **"Electromagnetic Theory"**, McGraw – Hill Book Co., Inc., New York 1941 – existuje český preklad z roku 1961,
2. **Sommerfeld, A.:** **"Elektrodynamik"**, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig 1949,
3. **Tamm, I. J.:** **"Osnovy teorii električestva"**, GITTL, Moskva 1957,
4. **Jackson, J. D.:** **"Classical Electrodynamics"**, J. Wiley and Sons, Inc. New York, London 1962.

V roku 1961 vznikla na Univerzite v Berkley v Kalifornii, USA špeciálna komisia zložená z renomovaných vedcov a pedagógov, aj nositeľov Nobelovej ceny za fyziku,

ktorá dostala za úlohu koordinovať tvorbu nových moderných učebníc základného kurzu fyziky, ktoré by odrážali vtedajší stav fyzikálnych poznatkov a pokroky v technike. Druhý, už spomínaný diel tohto päťdielného kurzu je venovaný elektromagnetizmu a vyšiel v roku 1965. Je to kniha:

5. **Purcell, E. M.:** "**Electricity and Magnetism**", Berkley Physics Course, Vol. 2, McGraw Hill Book Comp., New York 1965.

"Berkleyský kurz" je jedno z najdokonalejších diel z fyzikálnej učebnicovej tvorby. Je napísaný na vysokej odbornej úrovni a s takým pedagogickým majstrovstvom, že ho môže čítať každý, kto má aspoň priemernú matematickú prípravu zodpovedajúcu gymnaziálnej úrovni. S ním možno porovnávať iba ďalej citované a tiež už spomínané učebnice Richarda P. Feynmana. Edward Mills Purcell, autor uvedenej učebnice, dostal spolu s Felixom Blochom v roku 1952 Nobelovu cenu za výskumy vo vysokofrekvenčnej spektroskopii (jadrová magnetická rezonancia).

V súčasnosti okrem tejto knihy existujú u nás pomerne nedávne vydania osvedčených učebníc, na ktoré sú študenti obvyčajne odkazovaní. Sú to napríklad knihy:

6. **Feynman, R. P., Leighton, R. B., Sands, M.:** "**Feynmanove prednášky z fyziky 3**", Alfa Bratislava 1988
7. **Sedlák, B., Štoll, J.:** "**Elektrina a magnetismus**", Academia Praha Vydavatelství Karolinum 1993
8. **Čičmanec, P.:** "**Všeobecná fyzika 2 – Elektrina a magnetismus**", Vydavateľstvo UK Bratislava 2002

Dúfajme, že aj dielo, na konci ktorého ste sa práve ocitli, Vám pomohlo odhaliť a pochopiť niektoré tajy sveta, v ktorom žijeme a ktorého sme neoddeliteľnou súčasťou.