3.6 Maxwellovy rovnice
v integrálním tvaru

hlavní Maxwellovy rovnice

- zdroj el. pole je náboj
- mag. pole není vyvoláno mag. monopólem (nezřídlové)
- zdroj mag. pole je proud a čas. změna el. pole
- indukované el. pole (nekonzervativní) vyvolané proměnným mag. polem

vedlejší Maxwellovy rovnice

je měrná vodivost

3.6 Maxwellovy rovnice v integrálním tvaru

hlavní Maxwellovy rovnice

vedlejší Maxwellovy rovnice

Maxwell. rov. <u>ve vakuu</u>

(1)

(2)

(3)

(4)

integrálně diferenciální rovnice:

- shrnují zákonitosti elmag. pole
- souvislost el. a mag.pole
- existence elmag. vlnění

3.6 Maxwellovy rovnice

Maxwell. rov. ve vakuu

(1)

(2)

(3)

(4)

Cíl:

Z Maxwell. rov. ve vakuu $\rightarrow$ existence elektromagnetického vlnění

Zjednodušení:

prostředí bez makroskopických nábojů a proudů

Prostředek:

převedení Maxwell rov. z integrálního do diferenciálního tvaru

integrálně diferenciální rovnice:

- shrnují zákonitosti elmag. pole
- souvislost el. a mag.pole
- existence elmag. vlnění

Pozn:

Vakuum $\rightarrow$ prostředí:

$$\varepsilon_0 \rightarrow \varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$$

$$\mu_0 \rightarrow \mu = \mu_0 \mu_r$$

Vektorové diferenciální operátory

Operátor je předpis, který funkci z určitého oboru funkcí přiřazuje jinou funkci, je to „funkce na množině funkcí“

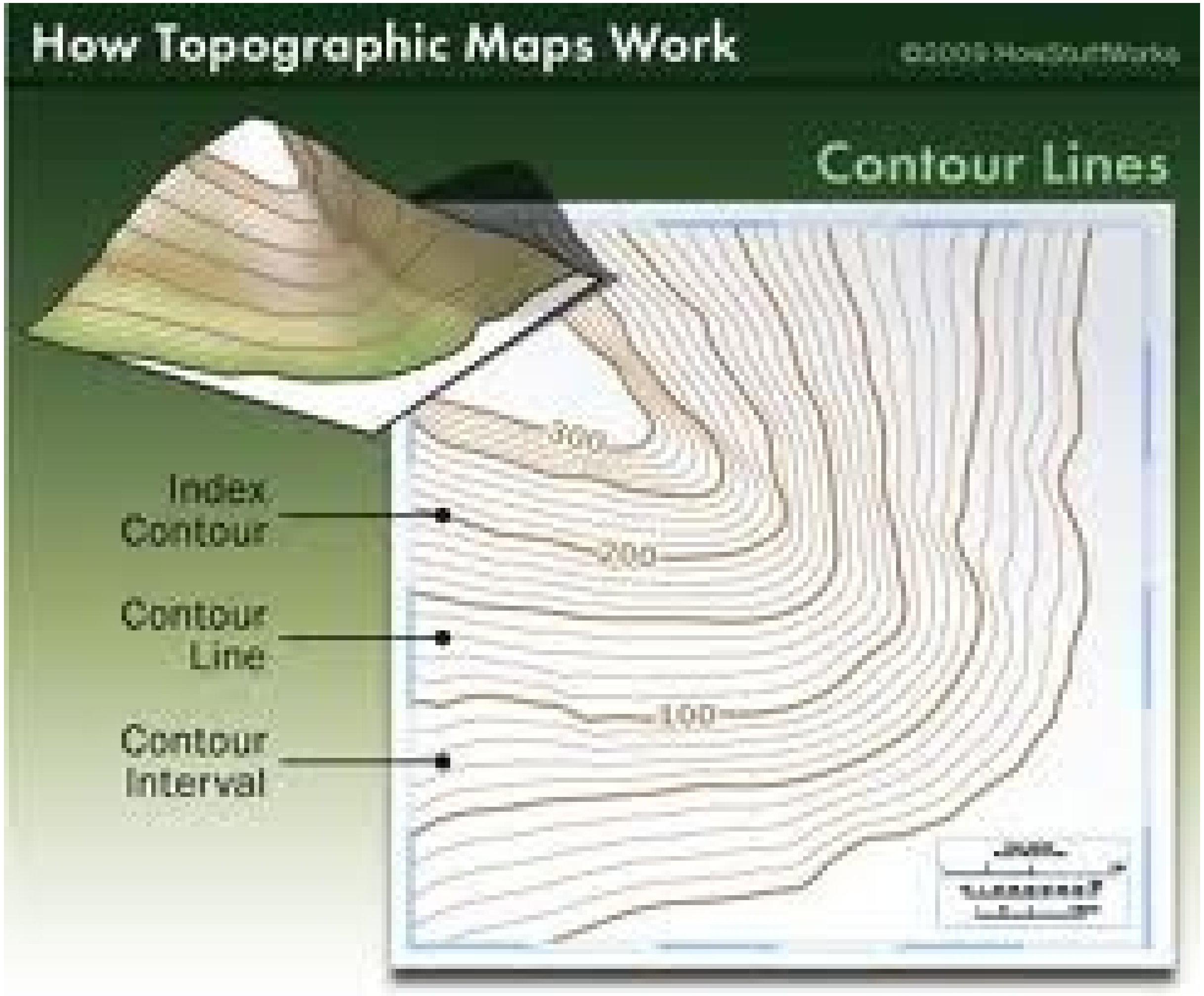
skalární pole $u\ (x,y,z)$

gradient *grad*

- grad u je vektor, který definujeme ve skalárním poli u
- operátor, tzv. „nabla“, je předpis:
- totální diferenciál
- postupujeme po ekvipot. ploše, pak u se nemění

$\longrightarrow$

- udává směr, ve kterém se v prostoru skalární veličina u nejvíce mění *gradient* *grad*



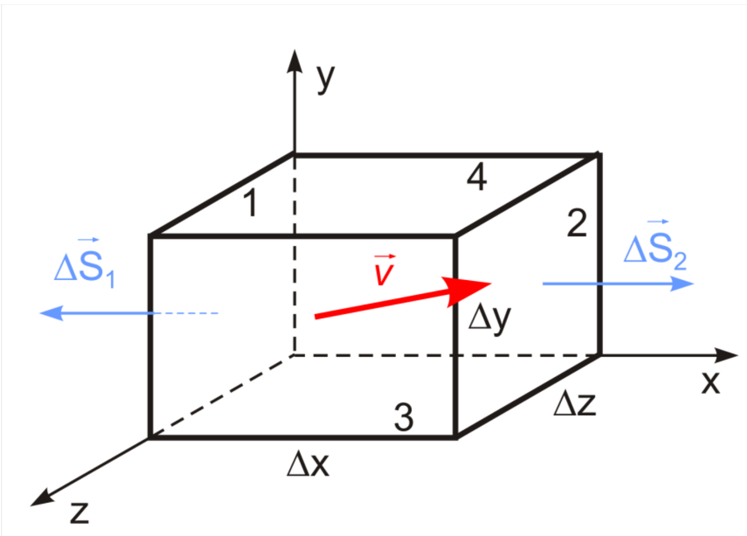
Vektorové diferenciální operátory

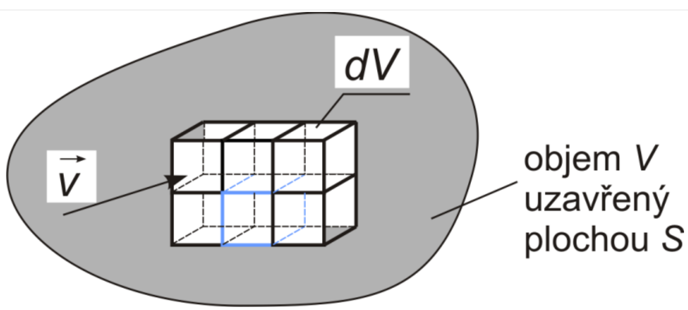
vekt. pole ( )

divergence div

div: tok vekt. veličiny uzavř. plochou vztažený na jedn. objem

- div je skalár, který je definován na vektorovém poli ( )
- pojí se s tokem vektoru uzavřenou plochou *tabule*





elementární tok elemen. uzavř. plochou dS :

tok konečnou uzavřenou plochou S:

Gausssova věta

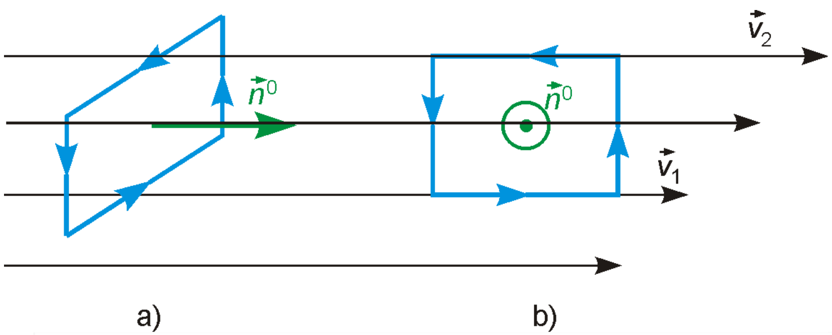
Vektorové diferenciální operátory

vekt. pole ( )

rotace rot

→ —

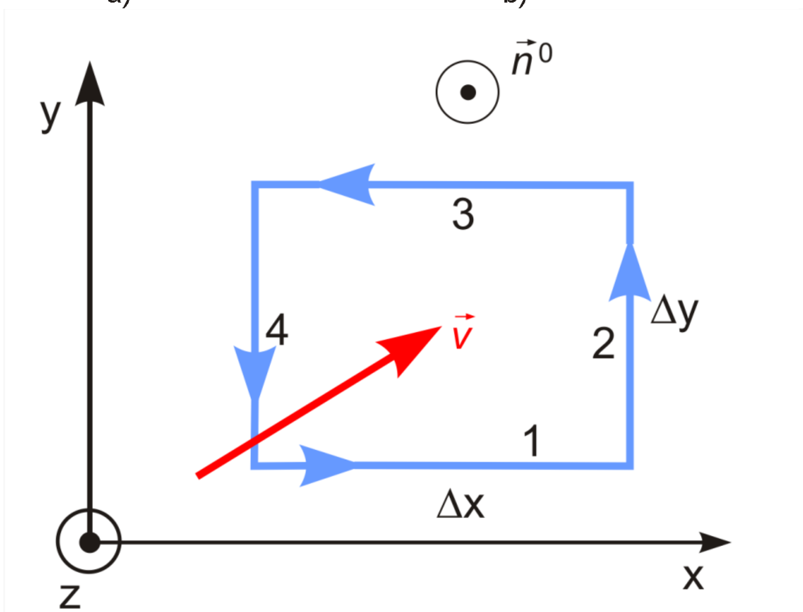
- rot je vektor, který je definován na vektorovém poli ( )
- pojí se s cirkulací vektoru po uzavřené křivce *tabule*



Pro zvolený směr plochy ohraničené křivkou:

v limitě $\Delta S \to 0$: ( )

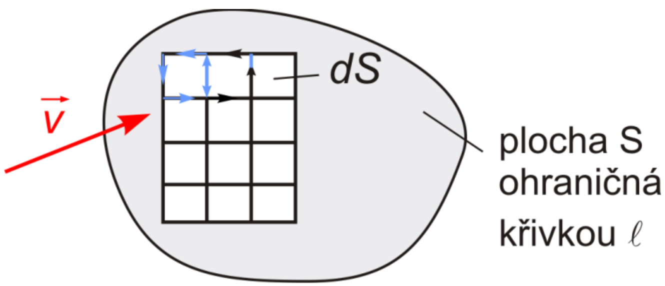
všechny složky:



rotace rot

elementární cirkulace podél elementární uzavřené křivky:

Výsledná cirkulace podél křivky konečné velikosti – „součet“ el. cirkulací:



Stokesova věta

Některé vztahy pro diferenciální operátory:

Δ *… Laplaceův operátor na skalární pole*

aplikace Laplaceova operátoru na vekt. pole – trojnásobná aplikace na všechny tři složky

3.7 Elektromagnetické vlnění kvalitativně