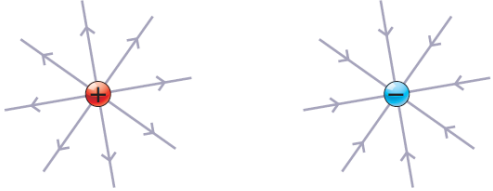
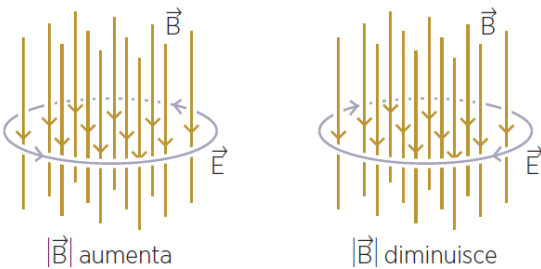


FORMULARIO EQUAZIONI DI MAXWELL E ONDE E.M.

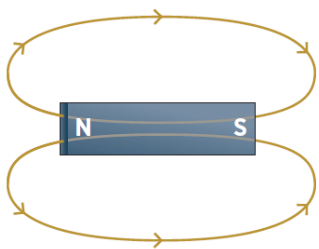
LE EQUAZIONI DI MAXWELL DECRIVONO IL CAMPO ELETTROMAGNETICO

1	$\Phi_s(\vec{E}) = \frac{Q}{\epsilon_0}$ <p>Teorema di Gauss</p>		<p>le linee del campo elettrico sono aperte e hanno origine nelle cariche elettriche</p>
---	--	--	--

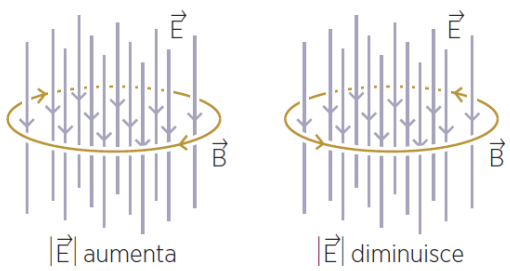
LE CARICHE ELETTRICHE SONO LE SORGENTI DEL CAMPO ELETTRICO

2	$\Gamma_\gamma(\vec{E}) = - \frac{\Delta\Phi_s(\vec{B})}{\Delta t}$ <p>Legge di Faraday-Neumann-Lenz</p>	 <p>\vec{B} aumenta \vec{B} diminuisce</p>	<p>le linee del campo elettrico indotto sono linee chiuse intorno alle linee del campo magnetico</p>
---	--	--	--

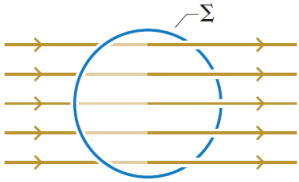
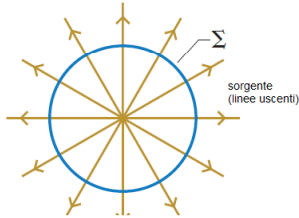
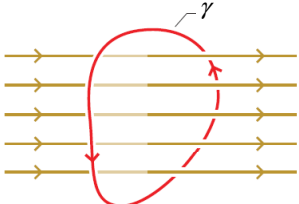
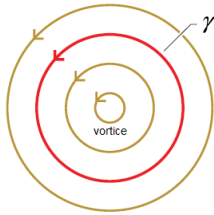
UN CAMPO MAGNETICO VARIABILE GENERA UN CAMPO ELETTRICO INDOTTO NON CONSERVATIVO

3	$\Phi_s(\vec{B}) = 0$ <p>Teorema di Gauss per il campo magnetico</p>		<p>le linee del campo magnetico sono linee chiuse</p>
---	--	---	---

NON ESISTONO MONOPOLI MAGNETICI ISOLATI

4	$\Gamma_\gamma(\vec{B}) = \mu_0 \left(i + \epsilon_0 \frac{\Delta\Phi_s(\vec{E})}{\Delta t} \right)$ <p>Legge di Ampère-Maxwell</p>	 <p>\vec{E} aumenta \vec{E} diminuisce</p>	<p>le linee del campo magnetico (indotto) sono linee chiuse intorno alle correnti (o alle linee del campo elettrico)</p>
---	--	---	--

UNA CORRENTE O UN CAMPO ELETTRICO VARIABILE GENERANO UN CAMPO MAGNETICO (INDOTTO)

OPERAZIONI IN UN CAMPO VETTORIALE	FORMULA	CASO	SIGNIFICATO	LINEE DEL CAMPO
Flusso del campo \vec{v} attraverso una superficie chiusa Σ	$\Phi_{\Sigma} = \sum \vec{v}_i \cdot \Delta \vec{S}_i$	$\Phi_{\Sigma} = 0$	Dentro Σ non ci sono sorgenti o pozzi del campo	
		$\Phi_{\Sigma} \neq 0$	Dentro Σ sono presenti sorgenti o pozzi del campo	
Circuitazione del campo \vec{v} lungo un percorso chiuso γ	$\Gamma_{\gamma} = \sum_i (\vec{v}_i \cdot \Delta \vec{\ell}_i)$	$\Gamma_{\gamma} = 0$	Lungo γ non ci sono vortici del campo	
		$\Gamma_{\gamma} \neq 0$	Lungo γ ci sono vortici del campo	

Onde Elettromagnetiche

Onde armoniche piane: $E = E_0 \sin(k \cdot x - \omega \cdot t)$ [N/C] e $B = B_0 \sin(k \cdot x - \omega \cdot t)$ [T]

con $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ e $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ $E_{eff} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$ e $B_{eff} = \frac{B_0}{\sqrt{2}}$

Relazione tra i campi: $E = cB$ (nel vuoto) $E = vB$ (nei mezzi)

Velocità di propagazione: $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ (nel vuoto) $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \epsilon_r \mu_0 \mu_r}}$ (nei mezzi)
 $c = \lambda \cdot f$ (nel vuoto) $v = \lambda' \cdot f$ (nei mezzi cambiano v e λ)

Indice di rifrazione: $n = \frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$ **Relazione di dispersione: $v = \frac{\omega}{k}$**

L'onda e.m. stazionaria ha la stessa λ e la stessa f dell'onda progressiva/regressiva generatrice.

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

Energia e Quantità di moto dell'onda elettromagnetica

Densità di energia (media nel tempo) [J/m³]: $\bar{u} = \epsilon_0 E_{eff}^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 = \frac{1}{\mu_0} B_{eff}^2 = \frac{1}{2\mu_0} B_0^2$

(nei mezzi sostituire ϵ_0 e μ_0 con ϵ e μ)

Densità di quantità di moto (media nel tempo) [(kg·m/s)/m³]: $\bar{q} = \frac{\bar{u}}{c}$ (nei mezzi sostituire c con v)

Intensità o Irradiazione (media nel tempo): $\bar{I} = c\bar{u} = c\epsilon_0 E_{eff}^2 = \frac{c}{\mu_0} B_{eff}^2$ (nei mezzi sostituire c con v)

Intensità o Irradiazione (media nel tempo) [W/m²]: $\bar{I} = \frac{\bar{P}}{S}$ (\bar{P} = potenza media della sorgente)

Se calcoliamo l'emissione di una sorgente puntiforme $S = 4\pi r^2$ (r = distanza dalla sorgente).

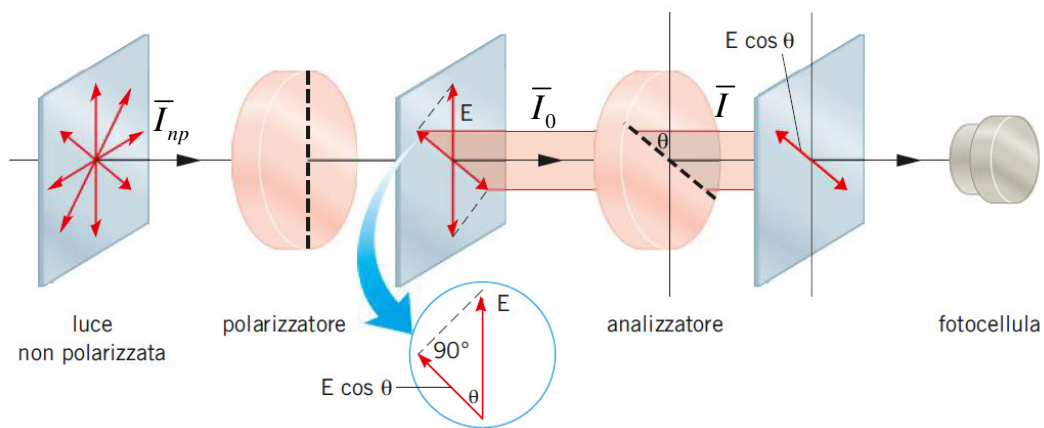
Se calcoliamo l'assorbimento da parte di una sfera su cui incide la luce $S = \pi R^2$ (R = raggio sfera).

Pressione esercitata dall'onda elettromagnetica

In generale: $p = \frac{F_{\perp}}{S_{eff}} = \frac{\Delta q_{\perp}}{\Delta t} \frac{\cos \theta}{S}$ (S = sezione del fascio, θ = angolo di incidenza) [Pa]

Onda elettromagnetica incidente <u>perpendicolarmente</u> su di una superficie <i>assorbente</i>	$p = \bar{u}$		Moltiplica per $\cos^2\theta$ se l'onda incide con un angolo θ rispetto alla normale alla superficie
Onda elettromagnetica incidente <u>perpendicolarmente</u> su di una superficie <i>riflettente</i>	$p = 2\bar{u}$		
Onda elettromagnetica <u>diffusa</u> incidente su di una superficie <i>assorbente</i>	$p = \frac{1}{3}\bar{u}$		Il fattore 1/3 nasce dalla media su tutti i possibili angoli di incidenza θ
Onda elettromagnetica <u>diffusa</u> incidente su di una superficie <i>riflettente</i>	$p = \frac{2}{3}\bar{u}$		

Polarizzazione lineare di un'onda



Azione del polarizzatore su luce *non polarizzata*:

$$\bar{I}_0 = \frac{1}{2} \bar{I}_{np}$$

I_{np} = Intensità della luce non polarizzata incidente
 I_0 = intensità della luce polarizzata uscente dal filtro

Azione del polarizzatore su luce *già polarizzata*:

$$\bar{I} = \bar{I}_0 \cos^2 \theta \quad (\text{Legge di Malus})$$

I_0 = intensità della luce polarizzata entrante nel filtro
 I = intensità della luce polarizzata uscente dal filtro
 θ = angolo tra la direzione di polarizzazione della luce entrante e la direzione di polarizzazione del filtro

Polarizzazione per riflessione: è massima quando l'angolo di incidenza è l'angolo di Brewster θ_B :

$$\tan \theta_B = \frac{n_2}{n_1}$$

NB: In [blu] sono indicate le u.m. delle grandezze fisiche

