NUMERO: 1420A -

ANNO: 2015

A P P U N T I

STUDENTE: Rinaldi

MATERIA: Eserci Svolti Fisica II, Prof.Raffa

Quiz Fisica II risolti

Maria Rinaldi

1.Campo E

2.Campo B

3.Onde

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 3 di 164

Una sfera di materia isolante con proprietà poco diverse da quelle del vuoto ha raggio R ed è uniformemente carica, con densità di carica volumica ρ.
Quanto vale il modulo del campo elettrico E all'interno della sfera ($r < R$) ?

1. Come all'esterno
2. E' nullo
3. $E = (\rho r)/(3\varepsilon_0)$
4. $E = \rho r$
5. Non so

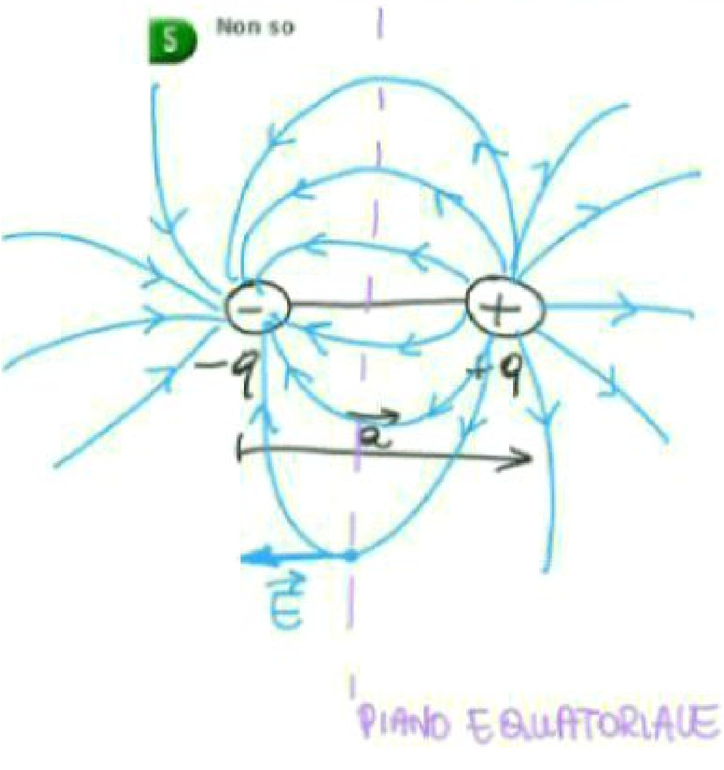
$$E = \frac{Q r}{4\pi\varepsilon_0 R^3}\vec{n} = \frac{\rho V r}{4\pi\varepsilon_0 R^3}\vec{n} = \frac{\rho \frac{4\pi}{3} R^3 r}{4\pi\varepsilon_0 R^3}\vec{n} = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0}\vec{n} \rightarrow 3$$

$\vec{E} = cost$

APPLICAZ.

Il campo elettrico generato da un dipolo **p**

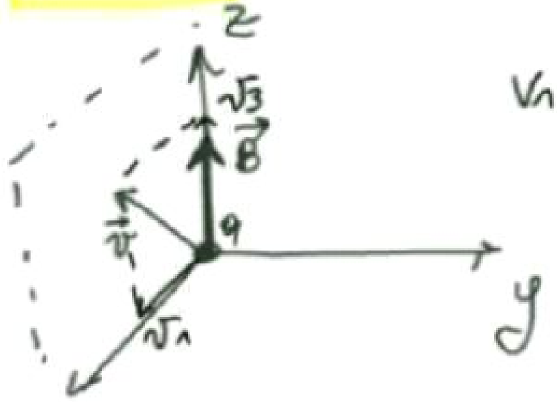
1. è nullo per i punti del piano equatoriale (piano perpendicolare all'asse del dipolo e che lo taglia a metà)
2. è ortogonale a **p** per i punti del piano equatoriale (piano perpendicolare all'asse del dipolo e che lo taglia a metà)
3. è antiparallelo a **p** per i punti del piano equatoriale (piano perpendicolare all'asse del dipolo e che lo taglia a metà)
4. è parallelo a **p** per i punti del piano equatoriale (piano perpendicolare all'asse del dipolo e che lo taglia a metà)
5. Non so



$\vec{p} = q\vec{a} \rightarrow 3$

Una particella di carica q e massa m è inviata con velocità di componenti cartesiane (v_1 ; 0 ; v_3) in una zone in cui è presente un campo magnetico uniforme **B** , di componenti cartesiane (0 ; 0 ; B_0). Calcolare il raggio dell'elica

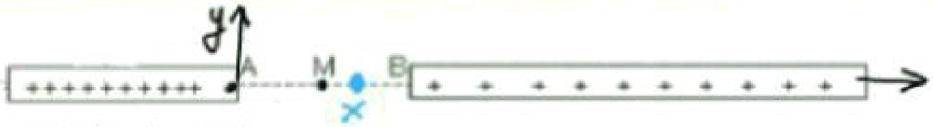
1. $R = (m q) / (v_1 B_0)$
2. $R = (m v_3) / (q B_0)$
3. $R = (m v_1 q) / B_0$
4. $R = (m v_1) / (q B_0)$
5. Non so



$v_1 \perp B_0$

$\omega = \frac{qB}{m}$; $R = \frac{v_{MAX}}{\omega} = \frac{m\, v_{MAX}}{qB}$ → 4

Due sbarrette sottili di materiale isolante lunghe L_1=1m e L_2=2m sono disposte come in figura. La distanza tra gli estremi A e B delle due sbarrette e' 1m. Determinare se esiste una posizione di equilibrio statico sul segmento AB per una generica carica q_0, quando su ciascuna sbarretta e' distribuita uniformemente la carica q=10^{-10} C

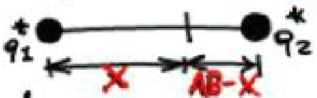


1. Esiste e si trova a 0,6m rispetto al punto A
2. Non esiste
3. Esiste e coincide con il punto medio del segmento AB
4. Esiste e si trova a 0,3m rispetto al punto A
5. Non so

$E(x) = E_1(x) + E_2(x) = 0$

V=cost → come se fosse una carica puntiforme ma $q_i^* = \frac{q_i}{L_i}$ ⇒ $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^*}{r}$

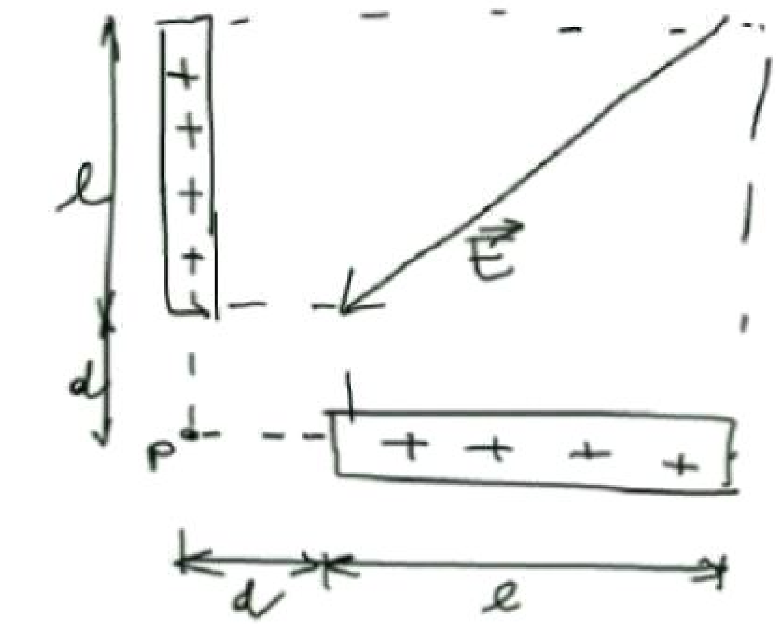
con r in funzione di x



$\Rightarrow \cancel{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}} \frac{\cancel{q}}{L_1}\frac{1}{x} = \cancel{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}}\frac{\cancel{q}}{L_2}\frac{1}{1-x} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{2(1-x)} \Rightarrow 2 - 2x = x$

$\Rightarrow 3x = 2 \Rightarrow x = \frac{2}{3} = 0{,}6\overline{6}\ m$

Barrette PERPENDICOLARI



Sbarre sottili di materiale isolante. Su ciascuna è distribuita uniformemente una carica q.

Determinare l'intensità del campo elettrico in P.

$$\lambda = \frac{q}{l}$$

campo elettrico generato nella prima barretta:

$$E_x = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_d^{d+l}\frac{\lambda dx}{x^2} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{l}\left[\frac{1}{d} - \frac{1}{d+l}\right] =$$

$$= -\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d(d+l)}$$

della seconda:

$$E_y = -\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d(d+l)}$$

$$\Rightarrow |E| = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d(d+l)}\sqrt{2} \quad \Big\} \text{ diagonale!}$$

l^*

Un conduttore sferico di raggio R e centro O è caricato uniformemente con carica +Q. Trovare la differenza di potenziale $\Delta V = V_0 - V_R$.

Conduttore:

$$\begin{cases} E = 0; \\ V = cost \Rightarrow \Delta V = 0 \end{cases}$$

1. $\Delta V = Q / (4 \pi \varepsilon_0 R)$
2. $\Delta V = 4 \pi \varepsilon_0 / R$
3. $\Delta V = 0$ X
4. $\Delta V = 4 \pi \varepsilon_0 R$
5. Non so

Domanda 3 : particella in campo magnetico

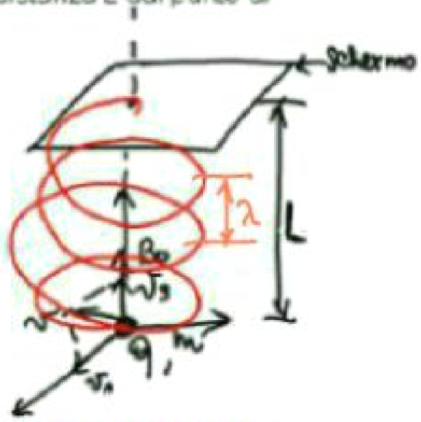
Una particella di carica q e massa m è inviata con velocità di componenti cartesiane (v_1 ; 0 ; v_3) in una zona in cui è presente un campo magnetico uniforme **B**, di componenti cartesiane (0 ; 0 ; B_0). Calcolare il valore di B_0 affinché la particella compia un numero intero N di passi per colpire uno schermo, ortogonale a B, posto a distanza L dal punto di ingresso O della particella.

1. $B_0 = (2 \pi N m v_3) / (q L)$ x
2. $B_0 = (2 \pi N v_1) / (q L)$
3. $B_0 = (N m v_3) / (q L)$
4. $B_0 = (2 \pi N v_3) / (q L)$
5. Non so

$\frac{L}{N}$ = Passo dell'Elica

$$p = \frac{2\pi m}{qB} \underbrace{v \cos\theta}_{v_3}$$

$$\Rightarrow B = \frac{2\pi m}{q\,p} v_3 = \frac{2\pi m N v_3}{qL}$$



λ è non altro che il PASSO !

Oppure più semplicemente:

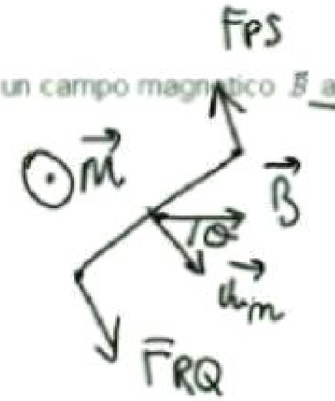
$$\omega = \frac{qB}{m} \Rightarrow B = \frac{\omega m}{q} = \frac{2\pi v N m}{qL}$$

$$\left.\begin{array}{l} \to \omega = 2\pi\nu \\ \to \frac{L}{N} = \lambda = \frac{v}{\nu} \end{array}\right\} \Rightarrow \omega = 2\pi \frac{v N}{L}$$

v // a B → in questo caso v_3

Perché ?

La coppia applicata da un campo magnetico $\vec{B}$ ad un dipolo magnetico $\vec{m}$ è pag 70



$F = IbB$

$\vec{M} = (IbB)a \sin\theta \, \vec{u}_d =$

$= \vec{m} B \sin\theta =$

$= \vec{m} \wedge \vec{B} = \vec{\tau}$

DEF

1. $\vec{\tau} = \vec{B} \wedge \vec{m}$
2. $\tau = \vec{m} \cdot \vec{B}$
3. $\tau = -\vec{m} \cdot \vec{B}$
4. $\vec{\tau} = \vec{m} \wedge \vec{B}$ X
5. Non so

Si consideri un conduttore a forma di semicirconferenza di raggio R percorso dalla corrente I in verso antiorario, immerso in un campo magnetico B perpendicolare al piano che contiene il conduttore e uscente. Calcolare la forza a cui è soggetto il conduttore.

$F = IbB$

ma è una semicirconferenza

$\frac{F}{2} = IbB \Rightarrow F = 2IbB$

Il braccio nel nostro caso è il raggio : $b = R$

$\Rightarrow F = 2IBR$

1. 0
2. 2IBR X
3. IBR
4. IB
5. Non so

Esercizio 6.2

Determinare il campo $\vec{B}$ nel centro della semicirconferenza (vedi figura) supponendo che il conduttore ABDE sia percorso da una corrente di intensità I.

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$

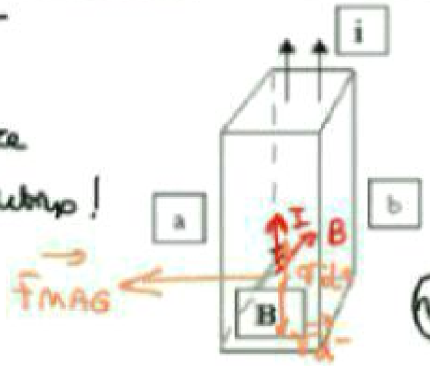
Soluzione:

Per i due tratti rettilinei $d\vec{l}$ è sempre parallelo ad $\vec{r}$ nella legge di Biot e Savart, quindi il loro contributo è nullo. Per il tratto semicircolare si osservi che il suo contributo è esattamente metà di quello di una spira circolare nel suo centro, e quindi (cfr. l'esercizio precedente)

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 I}{4R}}$$

In un conduttore circola una corrente elettrica diretta verso l'alto. Il conduttore è immerso in un campo magnetico statico, come in figura. Le cariche in moto nel conduttore tendono ad addensarsi

affinché il conduttore rimanga sempre neutro!



1. sul lato a X
2. sul lato a se sono positive, sul b se sono negative
3. sul lato b se sono positive, sull'a se sono negative
4. sul lato b
5. Non so

Per la FORZA di LORENTZ

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{I} = mq\vec{v_d} \begin{cases} m(-e)\,\vec{v_{d,-}} & (1) \\ m(e)\,\vec{v_{d,+}} \end{cases}$$

v_d $*$ $\vec{F}_{MAG} = (-e)\vec{v}_{d,-} \times \vec{B}$

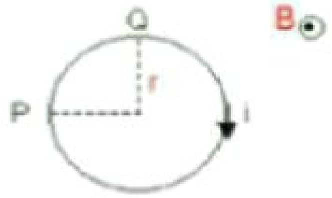
$$\cancel{(-e)}\vec{E_T} + \cancel{(-e)}\vec{v_{d,-}} \times \vec{B} = 0$$

$$(1) \Rightarrow \vec{E_T} = -\vec{v_{d,-}} \times \vec{B} = -\frac{\vec{I}}{m(-e)} \times \vec{B} =$$

$$\Rightarrow \vec{E_T} = \frac{\vec{I} \times \vec{B}}{me} + \leftrightarrows -$$

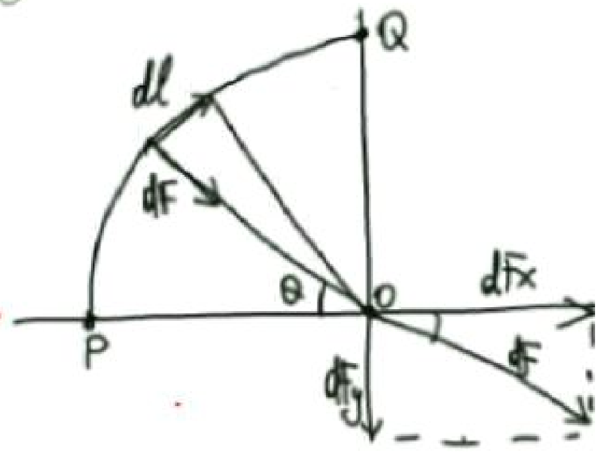
v_{d+} $*$ $\vec{E_T} = +\frac{\vec{I} \times \vec{B}}{me}$ $-\leftrightarrows+$

! Il conduttore circolare di raggio r, rappresentato in figura, e' percorso da una corrente di intensita' i. Calcolare la forza agente sul quarto di circonferenza PQ se il conduttore e' immerso in un campo magnetico uniforme **B** perpendicolare al piano contenente il conduttore.



1. iBr
2. 2iBr
3. 1,41 iBr X
4. 1,73 iBr
5. Non so

Forza agente su una corrente: $\vec{F} = \int i\,\vec{dl} \times \vec{B}$



$$dF = BI\,dl = BIr\,d\theta$$

$$\begin{cases} F_x = \int^{\pi/2} dF_x = \int^{\pi/2} dF\cos\theta = BIr\int_0^{\pi/2}\cos\theta\,d\theta = BIr\,[\sin\theta]_0^{\pi/2} = BIr \\ F_y = \int_0^{\pi/2} dF_y = \int_0^{\pi/2} -dF\sin\theta = BIr\int_0^{\pi/2} -\sin\theta\,d\theta = BIr\,[\cos\theta]_0^{\pi/2} = -BIr = -F_x \end{cases}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{F_x^2 + F_x^2} = \sqrt{2}\,F_x = \sqrt{2}\,BIr \cong 1.41\ BIr$$

L'energia che arriva in un secondo su un rivelatore di superficie 2.0 m² disposto perpendicolarmente alla direzione di propagazione della luce proveniente da una stella luminosa e' circa 2.4·10⁻⁹ J. Si determini il valore del vettore di Poynting

a) $1.2\cdot10^{-9}$ J/(m²·s)
b) $1.2\cdot10^{-8}$ J/(m²·s)
c) $1.2\cdot10^{-7}$ J/(m²·s)
d) $1.2\cdot10^{-10}$ J/(m²·s)

vettore di Poynting $= \frac{E}{\delta t} =$ $\vec{E}\times\vec{B}$?

$$= \frac{2.4\cdot10^{-9}J}{2\,m^2\cdot 1s} = 1.2\times10^{-9}\,\frac{J}{m^2 s}$$

1 a X
2 b
3 c
4 d
5 Non so

$$S = \frac{1}{\mu}\,\mathbf{E}\times\mathbf{B}$$

Domande 4

Si determini la lunghezza d'onda (λ) di un fotone di energia 2 eV

a) 620 mm
b) 620 cm
c) 620 nm
d) 620 μm

$E = 2\cdot(1eV) = 2\cdot(1{,}602\cdot10^{-19}J) = 3{,}20\cdot10^{-19}J$

PLANK:

$E = h\nu \Rightarrow \nu = \frac{E}{h} = \frac{3{,}20\cdot10^{-19}J}{6{,}626\cdot10^{-34}J\cdot s} = 4.84\cdot10^{14}\,Hz$

$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{299792458\,m/s}{4{,}84\cdot10^{14}\,Hz} = 6{,}2\cdot10^{-7}m = 620\cdot10^{-9}m = 620\,nm$

1 a
2 b
3 c X
4 d
5 Non so

La velocità della luce può variare?

$$c_0 = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} \; ; \; c = \frac{1}{\sqrt{\mu \varepsilon}}$$

!

a) No, è una costante
b) Si, dipende dal mezzo entro il quale passa il raggio luminoso.
c) Si, dipende dall'intensità con cui è stato emesso il raggio luminoso
d) No, perché la luce può solo attraversare il vuoto e l'aria, che hanno indice di rifrazione uguali

1 a
2 b X
3 c
4 d
5 Non so

Nel vuoto la velocità delle onde elettromagnetiche(ricordare che la luce visibile è una piccola frazione dello spettro) è una costante universale.
Quando le onde elettromagnetiche attraversano un mezzo omogeneo (es aria o vetro) la velocità si riduce per le interazioni tra onde elettromagnetiche ed il mezzo medesimo Quando riemerge dal mezzo le onde riprendono la velocità che avevano prima di entrare
La frequenza incide invece sull'angolo di rifrazione. nel prisma p.e usando la luce visibile per rendere manifesto il fenomeno infatti si ha la scomposizione nei vari colori
Tenendo conto che il violetto subisce una deviazione minore del rosso, questo percorre nel vetro un tragitto maggiore e quindi rallenta un pò di più rispetto al violetto perché perde più energia ma la riacquista all'uscita mettendosi in pari con gli altri colori
Nel vetro Crown la luce perde circa 1/3 della sua velocità nel vuoto
Nell'aria la variazione è trascurabile

L'indice di rifrazione di una sostanza rispetto ad un'altra indica:

a) Se un raggio luminoso può rifrangersi dal vuoto alla prima sostanza
b) Il rapporto tra le velocità di propagazione della luce nei due mezzi.
c) La differenza di intensità luminosa di un raggio incidente tra le due sostanze
d) Nessuna delle precedenti

1 a
2 b X
3 c
4 d
5 Non so

l'indice di rifrazione è una grandezza adimensionale che quantifica la diminuzione della velocità di propagazione della radiazione elettromagnetica quando attraversa un materiale.
Il tutto viene accompagnato dalla variazione della sua direzione.

$$n = \frac{c \rightarrow \text{velocità della luce}}{v \rightarrow \text{velocità della radiazione nel mezzo}}$$

⟼ la radiazione viaggia a v_{MAX} quando si trova nel vuoto
⟼ $n \geq 1$

L'indice di rifrazione della luce in un materiale è costante?

$$n = \frac{c}{v}$$

a) Si
b) No, varia in funzione della lunghezza del materiale
c) No, varia in funzione della lunghezza d'onda della luce incidente su di esso
d) No, varia in funzione della forma geometrica del materiale (es. se tagliato a prisma)

Esso in un materiale è costante

1 a X

La direzione di propagazione della luce è deviata nel passare da un mezzo all'altro

⟼ legge di Snell: $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$

Se $\frac{n_1}{n_2} \sin\theta_1 > 1$ ⟼ la luce non viene trasmessa → RIFLESSIONE INTERNA TOTALE

Domande7
Niente

Domanda 8
Niente

Domande9

Il potere risolutivo a di un microscopio è legato alla semiapertura dell'obiettivo θ, alla lunghezza d'onda λ della utilizzata e all'indice di rifrazione n del mezzo interposto dalla relazione $a = \lambda/2\ n \sin\theta$
Sapendo che θ = (0.772 ± 0.004) rad e che le incertezze relative di λ e n valgono rispettivamente il 0.2% e al 0.5% determinare l'incertezza relativa di a.

a) 0.007
b) 0.009
c) 0.01
d) 0.02

θ   dθ

$$a = \frac{\lambda}{2} n \sin\theta$$

differenziando:

$$da = \frac{n}{2}\sin\theta\, d\lambda + \frac{\lambda}{2}\sin\theta\, dn + \frac{\lambda}{2} n \cos\theta\, d\theta$$

$$\frac{da}{a} = \frac{d\lambda}{\lambda} + \frac{dn}{n} + \frac{d\theta}{\tan\theta} =$$

$$\frac{\text{incertezze}\%}{100}$$

$$= \underbrace{0{,}002 + 0{,}005}_{0,\ 007} + \frac{0{,}004}{\underbrace{0{,}973}_{0{,}0041}} = 0{,}01$$

$$\tan(0{,}772) = 0.973 \quad \text{rad}$$

1 a
2 b
3 c ✗
4 d
5 non so

?

Il potere risolutivo a di un microscopio è legato alla semiapertura dell'obiettivo θ, alla lunghezza d'onda λ della utilizzata e all'indice di rifrazione n del mezzo interposto dalla relazione $a = \lambda/2\ n \sin\theta$
Sapendo che θ = (0.784 ± 0.006) rad e che le incertezze relative di λ e n valgono rispettivamente il 0.3% e in 0.5% determinare l'incertezza relativa di a.

a) 0.004
b) 0.008
c) 0.001
d) 0.006

$$\frac{da}{a} = \underbrace{0{,}003 + 0{,}005}_{0{,}008} + \frac{0{,}006}{tg\,(0.784)} = 0{,}014$$

$$tg\,(0.784) = \underbrace{0.9972}_{0{,}006}$$

Non è che intende questo?

1 a
2 b
3 c

Domanda 10

Il potere dispersivo di un materiale è legato agli indici di rifrazione n_C, n_D, n_F relativi a tre lunghezze d'onda di riferimento (λ_C=6.653 10^{-7}m, λ_D=5.890 10^{-7}m, λ_F=4.862 10^{-7}m) dalla relazione $\omega = (n_F - n_C)/(n_D - 1)$

Sapendo che per il vetro crown si ha :

$n_C = 1.514 \pm 0.001$, $n_D = 1.517 \pm 0.001$, $n_F = 1.523 \pm 0.001$ determinare ω.

a) 0.017 ± 0.004
b) 0.017 ± 0.008
c) 0.017 ± 0.001
d) 0.0017 ± 0.005

$$\omega = \frac{n_F - n_C}{n_D - 1} = \frac{1.523 - 1.514}{1.517 - 1} = 0.0174$$

$$d\omega = \frac{dn_F}{n_D - 1} + \frac{dn_C}{n_D - 1} + \frac{(n_F - n_C)dn_D}{(n_D - 1)^2} =$$

1 a X
2 b
3 c
4 d
5 non so

$$= \frac{0.001}{1.517 - 1} + \frac{0.001}{1.517 - 1} + \frac{(1.523 - 1.514)0.001}{(1.517 - 1)^2}$$

$\to 0.517$

$$= 0.0039 + 0{,}00003367 1 =$$

$$\simeq 0.003933 \simeq 0.004$$

$\Rightarrow \omega = 0.017 \pm 0.004$

Il potere dispersivo di un materiale è legato agli indici di rifrazione n_C, n_D, n_F relativi a tre lunghezze d'onda di riferimento (λ_C=6.653 10^{-7}m, λ_D=5.890 10^{-7}m, λ_F=4.862 10^{-7}m) dalla relazione $\omega = (n_F - n_C)/(n_D - 1)$

Sapendo che per il vetro flint si ha :

$n_C = 1.622 \pm 0.001$, $n_D = 1.627 \pm 0.001$, $n_F = 1.639 \pm 0.002$ determinare ω.

a) 0.027 ± 0.008
b) 0.027 ± 0.004
c) 0.027 ± 0.001
d) 0.027 ± 0.006

$$\omega = 0.027$$

$$d\omega = \frac{dn_F}{n_D - 1} + \frac{dn_C}{n_D - 1} + \frac{dn_D(n_F - n_C)}{(n_D - 1)^2} =$$

1 a
2 b X
3 c
4 d
5 non so

$$= 0.0032 + 0.0016 + 0.000045242 =$$

$$= 0.0048 \simeq 0.005 \text{ o } 0.004$$

Una spira quadrata di area S si trova in un campo magnetico $B = k\,e^{-\alpha t}$ perpendicolare al piano della spira
Calcolare la f.e.m. che si stabilisce nella spira

1. f.e.m. = $S k \alpha e^{-\alpha t}$ x
2. f.e.m. = $S k e^{-\alpha t}/\alpha$
3. f.e.m. = $S k e^{-\alpha t}$
4. f.e.m. = $S k e^{-\alpha t}/2$
5. Non so

legge di Faraday - Neumann

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi_{\vec{B}}}{dt} = -(-\alpha S k e^{-\alpha t}) = \alpha S k e^{-\alpha t}$$

$$\phi_{\vec{B}} = \int \vec{B}(t) \cdot d\vec{S} = B(t) \int dS = B(t) S = S k e^{-\alpha t}$$

$$\frac{d\phi(\vec{B})}{dt} = S k (-\alpha) e^{-\alpha t} = -S k \alpha e^{-\alpha t}$$

$d(e^{f(x)}) = e^{f(x)} \cdot f'(x)$; OSS: $d(f(x) \cdot g(x)) = f'(x) \cdot g(x) + f(x) \cdot g'(x)$; $d(K) = 0$; $d(x) = 1$; $d(x^n) = n x^{n-1}$

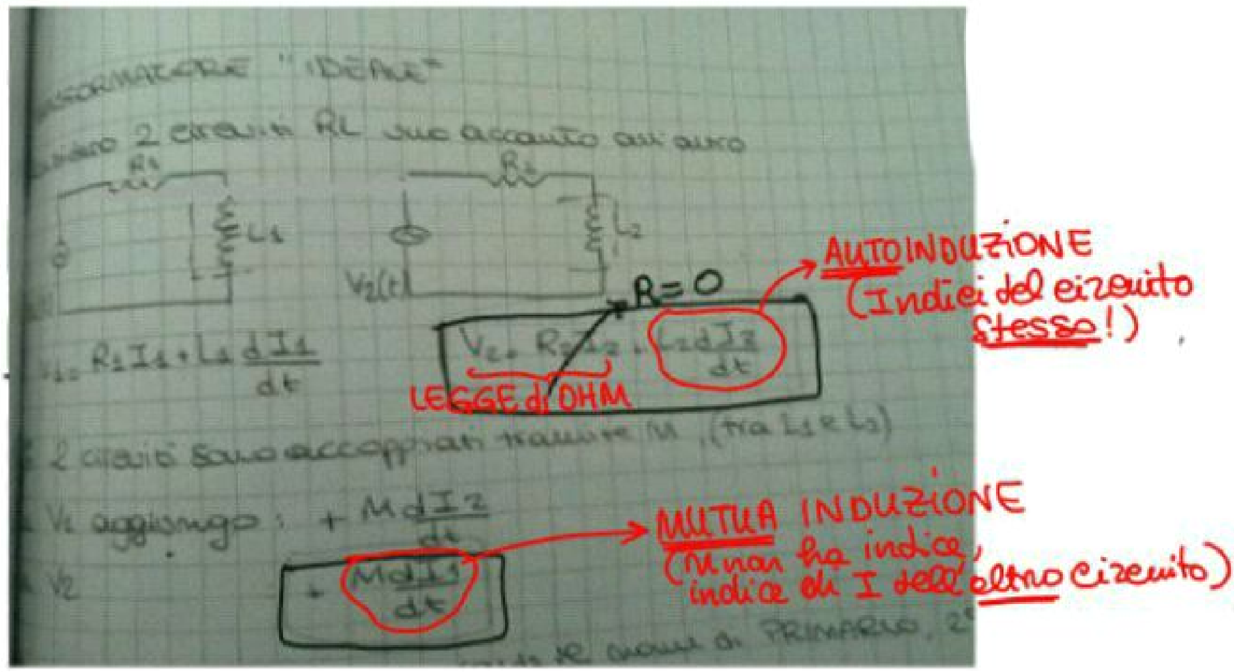
Due circuiti elettrici (C_1 e C_2) immersi nel vuoto hanno coefficiente di mutua induzione pari a M_0 e ciascuno ha coefficiente di autoinduzione L_0. Quando i due circuiti vengono immersi in un mezzo ferromagnetico di permeabilità magnetica μ_r, chiamando i_1 e i_2 le correnti nei due circuiti, la f.e.m. indotta nel circuito C_2 vale:

1. $-M_0 \mu_r\, di_1/dt - L_0 \mu_r\, di_2/dt$ x
2. $-M_0 \mu_r\, di_2/dt - L_0 \mu_r\, di_2/dt$
3. $-M_0 \mu_r\, di_1/dt$
4. $L_0 \mu_r\, di_2/dt$
5. Non so

2 circuiti elettrici immersi
- nel vuoto → M_0 L_0
- in MEZZO FERROMAGNETICO (μ_r) → M, L
  - → $M = M_0 \mu$; $L = L_0 \mu$

Appunti pag 93 : TRASFORMATORE IDEALE

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt}$$



ESERCIZIO SOLENOIDE

Nell'ipotesi del problema, il campo B si può considerare nullo fuori del solenoide, mentre è uniforme, diretto lungo l'asse del solenoide e di modulo $B=\mu_0 ni$ al suo interno (il suo verso è legato a quello della corrente dalla regola della mano destra). L'equazione di Maxwell per la circuitazione del campo elettrico dice che, assegnata una linea chiusa orientata e una superficie che la ammetta come contorno, la cui normale sia orientata in modo "concorde" con quello della linea (diciamo con la regola della mano destra, per farla breve), la circuitazione C(E) del campo elettrico lungo tale linea è legata al flusso del campo magnetico B attraverso detta superficie dalla relazione $C(E)=-d\Phi(B)/dt$ (con l'ovvio significato dei simboli).

Nel nostro caso, consideriamo la circonferenza di raggio r passante per il punto in cui è collocato l'elettrone avente per asse l'asse del solenoide e come superficie il cerchio individuato da tale circonferenza. Per la geometria del problema, E sarà diretto come la tangente alla circonferenza e avrà ovunque lo stesso modulo in ogni punto della stessa. Pertanto $|C(E)|=2\pi rE$, ove è E è il modulo del campo elettrico

$\Phi(B)=\pi R^2 B=\pi R^2\mu_0 n(at^2-bt)$, eventualmente cambiato di segno (B è il modulo del campo magnetico, che è non nullo solo sul cerchio di raggio R avente per asse l'asse del solenoide; il segno dipende dal verso di circolazione della corrente e dall'orientazione della circonferenza di cui sopra);

$d\Phi/dt=\pi R^2\mu_0 n(2at-b)$, ancora con un segno eventuale, dipendente da quanto già detto. Dall'equazione di Maxwell otteniamo infine, passando ai moduli dei suoi membri,

$2\pi rE=\pi R^2\mu_0 n|2at-b|$, da cui

$E=R^2\mu_0 n|2at-b|/(2r)$ e quindi, per il modulo della forza agente sull'elettrone,

$F=eR^2\mu_0 n|2at-b|/(2r)$

ESERCIZIO VETTORE di POYNTING

$$N=\frac{\vec{E}\times\vec{B}}{\mu}$$

$\mapsto$ E e B sono $\perp$ $\Rightarrow |N|=\frac{|E||B|}{\mu}$

$\hookrightarrow$ In un'onda elettromagnetica E B sono indipendenti $\Rightarrow \frac{E}{B}=c \mapsto \frac{|E|}{|B|}=c \mapsto |E|=c|B|$

{ovvero $S=\frac{B^2 c}{\mu}$ }

$$\mapsto \boxed{|N|=}\ \frac{|B|c|B|}{\mu}=\boxed{\frac{c}{\mu}B^2}\ \mapsto B=\sqrt{\frac{|N|}{c}\mu}$$

Se si elimina B:

$$|N|=\frac{1}{Z}E^2 \mapsto E=\sqrt{NZ}=\sqrt{10\frac{W}{m^2}\cdot 377\,ohm}=61.400$$

$\hookrightarrow Z=\text{Impedenza}=\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \overset{?}{\mapsto} Z_0=377\ ohm$

$$\mapsto B=\frac{E}{c}=\frac{61,400}{299792458}=0.000000204=2\cdot 10^{-7}$$

3. B = 159.2 T
4. B = 1.59 T
5. Non so

Domande 13

Al centro di una bobina circolare di raggio R_1 formata da N_1 spire sovrapposte è posta una seconda bobina, complanare con la prima, formata da N_2 spire sovrapposte di raggio $R_2 << R_1$. Le correnti nelle due bobine sono rispettivamente I_1 e I_2. Gli assi delle due spire formano un angolo θ. Quanto vale la coppia agente sulla bobina 2 ?

1. $\tau = \mu_0 N_1 (R_2^2/R_1) I_1 I_2 \sin\theta$
2. $\tau = \mu_0 N_1 N_2 (R_2^2/R_1) I_1 I_2 \sin\theta$
3. $\tau = \mu_0 (\pi/2) N_1 N_2 (R_2^2/R_1) I_1 I_2 \sin\theta$ x
4. $\tau = \mu_0 (\pi/2) N_1 N_2 (R_2^2/R_1)$
5. Non so

App pag 70

genera B_1
(perché esterna ?)

$\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$ S

$\begin{cases} m_2 = I_2 (N_2 \pi R_2^2) \\ B_1 = \dfrac{\mu N_1 I_1}{2R_1} \end{cases} \Rightarrow M = \mu \left(\dfrac{\pi}{2}\right) N_1 N_2 \left(\dfrac{R_2^2}{R_1}\right) I_1 I_2 \sin\theta$

campo magnetico nella spira.

!

Un solenoide molto lungo di raggio R, avente n spire per unità di lunghezza, è percorso da una corrente $i = a\,t^2 - b\,t$. Calcolare il modulo del campo elettrico in un punto P esterno al solenoide e distante r dall'asse

Confronto successivo?

1. $E = R^2 \mu_0 n (a t^2 - b t) / (2 r)$
2. $E = 2 R^2 \mu_0 r / (2 a t - b)$
3. $E = R^2 \mu_0 n (2 a t - b)$
4. $E = R^2 \mu_0 n (2 a t - b) / (2 r)$ x
5. Non so

eq. di Maxwell:

$\begin{cases} \underset{\text{circuitazione}}{e(E)} = -\dfrac{d\phi(B)}{dt} \\ |e(E)| = (2\pi r) E \end{cases}$

$\phi(B) = (\pi R^2) B = \pi R^2 (\mu_0 n (a t^2 - b t))$ segno arbitrario

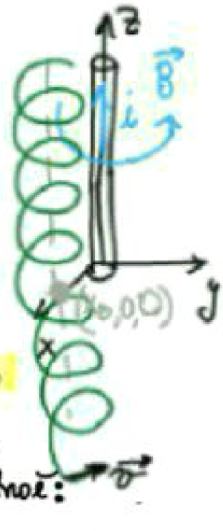
oss: Il segno dipende dal verso di circolazione della corrente e dall'orientazione della circonferenza

$\dfrac{d\phi(B)}{dt} = \pi R^2 \mu_0 n (2at - b)$ segno eventuale

$\Rightarrow 2\cancel{\pi} r E = \cancel{\pi} R^2 \mu_0 n |2at - b| \Rightarrow$

$\Rightarrow E = \dfrac{R^2 \mu_0 n |2at-b|}{2r}$ $\Rightarrow F = qE = \dfrac{qR^2 \mu_0 n |2at-b|}{2r}$

DEF: CIRCUITI ACCOPPIATI
Il coefficiente di induzione mutua
- $M \neq 0$
- $M f z$ (FORMA del CIRCUITO, POSIZIONE RELATIVA dei CIRCUITI, PERMEABILITÀ dei MEZZI CIRCOSTANTI)



✓ ?

Una spira conduttrice circolare di raggio r è immersa nel campo magnetico creato da un filo rettilineo infinitamente lungo, percorso da una corrente i che cresce linearmente nel tempo. Il filo coincide con l'asse z di un sistema di riferimento cartesiano, il centro della spira è nel punto $(x_0, 0, 0)$, con $x_0 > r$. La forza elettromotrice nella spira è nulla quando

1. mai
2. l'asse della spira è parallelo all'asse y
3. l'asse della spira è parallelo all'asse z X
4. Non so

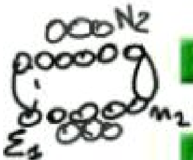
In base alla legge di Faraday, la f.e.m. indotta in un circuito dalla variazione di corrente nell'altro:

$$(8.32)\ \begin{cases} \mathcal{E}_1' = -\dfrac{d\Phi_{2,1}}{dt} = -M\dfrac{di_2}{dt} \\ \mathcal{E}_2' = -\dfrac{d\Phi_{1,2}}{dt} = -M\dfrac{di_1}{dt} \end{cases}$$

f.e.m. indotta: $\mathcal{E}_i = \oint \vec{E}_i \cdot d\vec{s} = -\dfrac{\partial}{\partial t}\int_\Sigma \vec{B}\cdot \vec{u}_n \, d\Sigma \to \cos(90°) = 0$

! ✓ Considerati due circuiti accoppiati costituiti rispettivamente da N_1 e N_2 spire, il coefficiente di mutua induzione risulta (DEF)

1. proporzionale al rapporto N_1/N_2
2. proporzionale al prodotto $N_1 N_2$ x
3. proporzionale alla somma N_1+N_2
4. proporzionale alla differenza N_1-N_2
5. Non so



COEFF di MUTUA INDUZIONE = misura l'accoppiamento magnetico tra i 2 circuiti

$$M = \frac{\Phi_1(B_2)}{i_2} = \frac{\Phi_2(B_1)}{i_1} \qquad B_{int} = \mu n I = \mu \frac{N I}{l}$$

flusso concatenato con il circuito 1 del campo generato dal circuito 2 — corrente che ha generato il campo

Φ_1: Flusso attraverso 1 spira delle bobine

App. pag 91 Esempio 8.7 pag 220: $\Phi_{12} = \left(\int_{S_1} \vec{B}_1 \cdot \vec{u}_{n_1} \, dS_1\right) N_2 = N_2 (\mu_0 n_1 I_1) S_1 = (\mu_0 n_1 N_2 S_1) I_1 = M I_1$ — $M = M_{12} = M_{21}$

$\Rightarrow M = \dfrac{\Phi_{1,2}}{i_1} = \mu_0 n_1 N_2 \Sigma_1$

✓ Se i due circuiti sono immersi in un mezzo di permeabilità magnetica relativa $\mu_r = 1000$ il coefficiente di mutua induzione M rispetto a quello nel vuoto M_0

1. diventa $M=M_0/1000$
2. rimane invariato
3. diventa $M= 1000\ M_0$ x
4. dipende dalle correnti nei circuiti
5. Non so

$M = \mu_r M_0 = 1000\, M_0$

23.4 La legge di Lenz

Il flusso magnetico totale attraverso un circuito è la somma di due contributi: uno è il flusso del campo magnetico esterno e l'altro è il flusso del **campo magnetico indotto**, cioè del campo magnetico generato dalla corrente indotta nel circuito.

In generale esistono due versi in cui la corrente indotta può scorrere nel circuito: per stabilire il verso corretto si usa una regola nota come **legge di Lenz**, dal nome del fisico russo Heinrich Lenz (1804-1865).

LEGGE DI LENZ
La corrente indotta ha un verso tale da generare un campo magnetico indotto che si oppone alla variazione del flusso magnetico che l'ha provocata.

Il segno meno della legge di Faraday-Neumann è dovuto proprio alla legge di Lenz, per questo motivo l'equazione (23.2) è detta **legge di Faraday-Neumann-Lenz**.

La figura 23.8A mostra un magnete permanente che si avvicina a una spira. Il flusso magnetico attraverso la spira è crescente, poiché l'intensità del campo magnetico nella spira aumenta all'avvicinarsi del magnete. Per opporsi all'aumento del flusso, il verso del campo magnetico indotto deve essere **opposto** a quello del campo del magnete, cioè dev'essere diretto verso sinistra (figura 23.8B). Per generare questo campo indotto, la corrente indotta deve scorrere nella spira in senso antiorario se vista dalla parte del magnete.

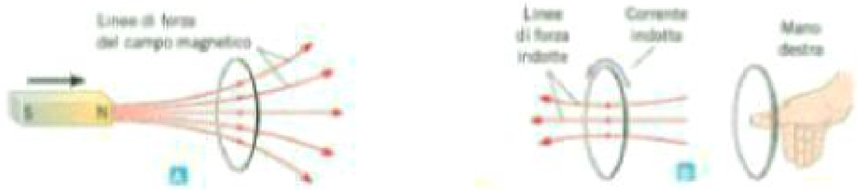


Figura 23.8
A. Mentre la calamita si muove verso destra, il flusso magnetico attraverso la spira cresce.
B. La corrente indotta ha il verso del pollice della mano destra.

Consideriamo ora la figura 23.9A in cui un magnete si allontana da una spira. Il flusso magnetico attraverso la spira è decrescente, poiché l'intensità del campo magnetico nella spira diminuisce all'allontanarsi del magnete. In questo caso il campo magnetico indotto si oppone alla diminuzione del flusso se ha **lo stesso verso** del campo del magnete, cioè se è diretto verso destra (figura 23.9B). Per generare questo campo indotto, la corrente indotta deve scorrere nella spira in senso orario se vista dalla parte del magnete.

In generale, la corrente indotta in un circuito in cui c'è una variazione del flusso magnetico $\Delta\Phi(\vec{B})$ crea:

- un campo magnetico indotto che è opposto al campo magnetico esterno se $\Delta\Phi(\vec{B}) > 0$;
- un campo magnetico indotto che ha lo stesso verso del campo magnetico esterno se $\Delta\Phi(\vec{B}) < 0$.

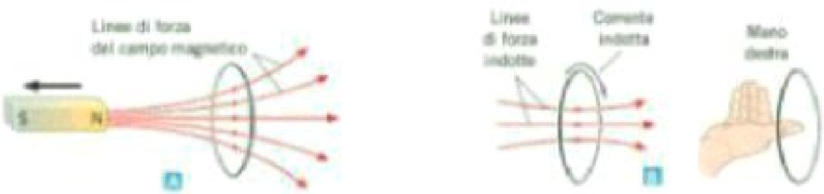


Figura 23.9
A. Mentre la calamita si muove verso sinistra, il flusso magnetico attraverso la spira decresce.
B. La corrente indotta ha il verso del pollice della mano destra.

FILM
- Levitazione magnetica
- La corrente indotta
- Generatori di corrente
- Le correnti di Foucault

Un utilizzatore ha una resistenza di 1000 Ω ed è alimentato da un generatore di resistenza interna pari a 20 Ω. La corrente nell' utilizzatore vale 0.1 A. Quanto vale la forza elettromotrice del generatore?

1. 99 V
2. 110 V
3. 100 V
4. 102 V X
5. Non so

resistenza dell'utilizzatore

resistenza interna

$$V = \mathcal{E} = (R + r_e) i =$$

$$= (1000\,\Omega + 20\,\Omega)\, 0{,}1\,A = 102\,V$$

$$V = A\Omega$$

Domande 14
Manca

Domande 15

La resistenza elettrica R di un filo metallico è data dalla relazione $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ essendo ρ la resistività del filo, l ed S la sua lunghezza e la sua sezione rispettivamente. Qual è l'unità di misura di ρ, considerando tutte le unità nel Sistema Internazionale?

a) Ohm · m^{-1}
b) Ohm^{-1} · m^{-1}
c) Ohm · m
d) Nessuna delle precedenti

$$\Rightarrow \rho = \frac{RS}{l} = \frac{\Omega\, m^{\cancel{2}}}{\cancel{m}}$$

1. a
2. b
3. c X
4. d
5. Non so

Domande 16

RESISTIVITÀ → $[\rho] = \Omega m$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{CONDUCIBILITÀ/CONDUTTIVITÀ ELETTRICA} \rightarrow [\sigma] = \frac{1}{\Omega m} = \Omega^{-1} m^{-1} \\ \sigma = \frac{Il}{\Delta V} = \left(\frac{A}{m^2}\right) \frac{m}{m^3} \quad ? \end{array} \right\} ?$$

Per def l'ENERGIA del CONDENSATORE $= U = \frac{1}{2} Q\Delta V = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \Rightarrow U = \frac{1}{2} C (\underbrace{V}_{\to 0} - V_0)^2$ perché VIENE SCARICATO

!! ✓ Un condensatore di capacità C_0 caricato alla tensione V_0 viene scaricato su un cavo coassiale di resistenza elettrica R e induttanza L_0 contenente il vuoto tra conduttore interno e guaina conduttrice esterna. L'energia dissipata nel circuito per tempi tendenti ad infinito vale:

1. zero
2. RI² [con I corrente nel circuito]
3. $C_0V_0^2/2$ x
4. V_0I [con I corrente nel circuito]
5. Non so

La carica sulle armature varia nel tempo durante la carica → $Q(t) = Q_0(1 - e^{-t/\tau})$ ← carica max sul condensatore immagazzinata per $t \to \infty$

↳ $\tau = RC$

La carica circolando avrà costituito una corrente

CORRENTE INFINITESIMA $i(t) = \frac{dQ}{dt} = \frac{Q_0}{\tau e^{-t/\tau}}$

$dE_n = i(t)^2 R\,dt = \frac{Q_0^2}{\tau^2} R e^{-2t/\tau} dt$

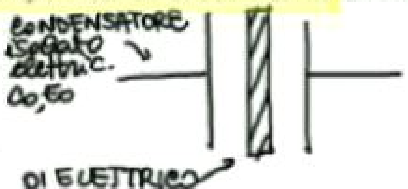
$E_n = \int_0^{+\infty} dE_n = \frac{Q_0^2}{\tau^2} R \left(-\frac{1}{2}\right) \tau e^{-t/\tau} =$

$= \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{\tau^2} R \tau = \frac{1}{2} R \frac{Q_0^2}{RC} = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C} =$

$= \frac{C_0 V_0^2}{2}$

La corrente scorrendo per la resistenza avrà prodotto una dissipazione di Energia per effetto Joule ⇒ per un tempo istantaneo dt in R si è dissipata un'infinitesima dE_n

! ✓ Se in un condensatore isolato elettricamente di capacità C_0 e campo elettrico al suo interno E_0 viene inserito un dielettrico di costante dielettrica relativa ε_r, la capacità del condensatore e il campo elettrico al suo interno diventano:



1. $C=C_0\varepsilon_r$; $E=E_0/\varepsilon_r$ x
2. $C=C_0\varepsilon_r\varepsilon_0$; $E=E_0\varepsilon_r$
3. $C=C_0\varepsilon_r$; $E=E_0/\varepsilon_r\varepsilon_0$

$\frac{V_0}{V_\varepsilon} = f = \frac{E_0}{E_\varepsilon} = \varepsilon_r \Rightarrow E_\varepsilon = \frac{E_0}{\varepsilon_r}$ ← del dielettrico

$C = C_0 \varepsilon_r$ ← la capacità risulta aumentata del fattore moltiplicativo ε_r

App. pag43

✓ Quanto vale lo spostamento elettrico sulla superficie di una sfera di raggio 10 cm, recante la carica $\pi \times 10^{-6}$ C?

1. 0,25 C/m²
2. $2{,}8\times10^{5}$ V/m
3. $2{,}2\times10^{-15}$ C/m²
4. $0{,}25\times10^{-4}$ C/m² x
5. Non so

Spostamento Elettrico = Induzione Elettrica $\left[\frac{C}{m^2}\right]$

$D = \varepsilon_0 E + P$ ← vettore di polarizzazione elettrica

↑ campo elettrico; cost dielettrica del vuoto

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$

$E(R) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$

$\Rightarrow D = \frac{\cancel{\varepsilon_0} Q}{4\pi \cancel{\varepsilon_0} R^2} = \frac{\pi \cdot 10^{-6} C}{4\pi \cdot (0,1)^2 m^2} = 0{,}000025 =$

$= 0{,}25 \cdot 10^{-4} \frac{C}{m^2}$

a)In un condensatore a facce piane e parallele connesso ad una pila che eroga 9.0V viene inserita tra le armature una lastra di materiale dielettrico ci costante dielettrica relativa =2 .il campo elettrico
1)raddoppia
2)si dimezza
3)rimane lo stesso

b)In un condensatore a facce piane e parallele si forma tra le armature un campo E=10^3 V/m. Se il condensatore è sostituito da 2 condensatori identici posti in parallelo, il campo elettrico
1)si dimezza
2)rimane lo stesso
3)raddoppia

c)Per caricare un condensatore di capacità C, una pila che eroga una tensione V fornisce una quantità di energia E. Ponendo in serie alla prima una seconda pila identica alla prima, l'energia che queste devono fornire è
1)2E
2)E
3)E/4
4)4E

d)Una pila alimenta due condensatori identici posti in serie. Inserendo un dielettrico in uno dei due condensatori la tensione ai suoi capi risulterà, rispetto a quella del secondo condensatore
1)uguale
2)minore
3)maggiore

e)Un condensatore in un circuito integrato ha una capacità di 55pF. Se è carico ad un potenziale di 5.3V, quanti elettroni in eccesso ci sono sulla sua armatura negativa?
1)1.8*10^10 elettroni
2)1.8*10^9 elettroni
3)1.8*10^8 elettroni
4)1.8*10^7 elettroni

f)Si considerino tre condensatori che hanno la capacità di 3 μF, 6 μF e 12 μF. Trovare la loro capacità equivalente se essi sono collegati in serie o in parallelo
1)21 μF e 21 μF
2)1.7 μF e 1.7 μF
3)21 μF e 1.7 μF
4)1.7 μF e 21 μF

Soluzioni :

a)
E=σ/(εoεr)=σ/ε
senza materiale tra le piastre εr=1 ε=εo
se εe=2 ε=2εo per cui E si dimezza

b)
C=Q/V=Q/(Ed)
da cui E=Q/(Cd)
la capacita` di due condensatori in parallelo raddppia per cui E si dimezza

c)
E=1/2CV^2
se V raddoppia serve E/4 per avere la stessa anergia di prima

d)
V=Q/C
se C aumenta [inserendo il dielettrico] allora V dimuisce [minore]

e)
Q=CV
Q=55x10^-12*5,3=2,9x10^-10 C
n=Q/e=2,9/1,6x10^-19=1,x10^9 elettroni

f)
in serie
C=C1C2C3/(C1C2+C2C3+C1C3)=1,7 μF
in parallelo
C=C1+C2+C3=21 μF

✓ ?

Una sfera di materia isolante con proprietà poco diverse da quelle del vuoto ha raggio R e centro O ed è uniformemente carica, con densità di carica volumica ρ. Quanto vale la differenza di potenziale, $\Delta V = V_r - V_R$ all'interno della sfera (r < R) ?

1. $\Delta V = (\rho r^2)/(6\varepsilon_0) - \underbrace{Q/(4\pi\varepsilon_0 R)}_{V_R}$ X
2. ΔV = costante
3. $\Delta V = 0$
4. $\Delta V = Q/(4\pi\varepsilon_0 R)$
5. Non so

per $r<R$

$$ddp = \frac{Q}{8\pi\varepsilon_0 r}\left[1-\left(\frac{r}{R}\right)^2\right] = \frac{\rho V}{8\pi\varepsilon_0 r}\left[1-\left(\frac{r}{R}\right)^2\right]$$

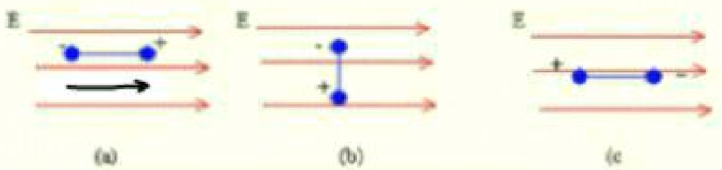
$$= \frac{\rho V}{8\pi\varepsilon_0 r} - \frac{\rho V r^{2}}{8\pi\varepsilon_0 r R^2} =$$

$$= \frac{\rho \frac{4}{3}\cancel{\pi} r^{3}}{2\cdot 8\cancel{\pi}\varepsilon_0 \cancel{r}} - \frac{Q\, r}{8\pi\varepsilon_0 R^2} =$$

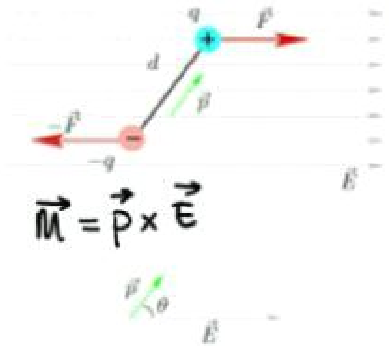
$$= \frac{\rho r^2}{6\varepsilon_0} - \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}\underbrace{\frac{2r}{R}}_{?}$$

✓

La posizione di equilibrio stabile per il dipolo immerso in un campo elettrico E, come rappresentato in figura, e':



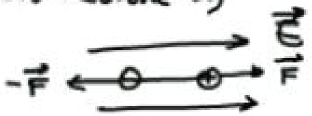
1. a X
2. b
3. c
4. Non so



$\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$

Forze agenti su un dipolo elettrico immerso in un campo elettrico esterno

Allora il dipolo tende a ruotare in senso orario se $\vec{E}$ è rivolto verso DS ⟶
quindi si disporrà come nella situazione a)



Dovrebbero poter interferire perché la loro differenza di fase è costante, infatti è sempre pigreca/2
Like · More · Jan 22, 2014

ma quindi l'interferenza di fase si calcola sempre solo tra 2 onde?? e quanto varrebbe allora l'ampiezza risultante delle 3 onde??
Like · More · Jan 22, 2014

Basta che ti calcoli la risultante di due onde e poi usi il risultato per calcolarti la risultante totale con la terza onda. P.s. tu sai che le onde non possono interferire se la loro diff di fase non è costante, da qui la creazione del dispositivo di Young
Like · More · Jan 22, 2014

penso che la risposta sia "No" per il fatto che hanno ampiezze diverse, e quindi non sono coerenti.
Like · 3 · More · Jan 22, 2014

?

Tre onde sonore di frequenza $\nu = 400$ Hz si propagano lungo l'asse x

Esse sono rappresentate dalle espressioni:

$$\xi_1 = \xi_0 \cos(kx - \omega t)$$
$$\xi_2 = \frac{\xi_0}{3} \cos\left(kx - \omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$
$$\xi_3 = \frac{\xi_0}{4} \cos(kx - \omega t + \pi)$$

f $\quad k\lambda$

$v = \lambda \nu$

$x_1 = 1$; $\phi_1 = \frac{\pi}{2} - 0$

$x_2 = 3$; $\phi_2 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} = 0$

$x_3 = 4$; $\phi_3 = \pi - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow \delta = k(1-3-4) + \cancel{\left(\frac{\pi}{2} - 0 - \frac{\pi}{2}\right)} = -6k = \text{cost nel tempo}$

con $\xi_0 = 10^{-10}$ m.

E' possibile che si verifichi il fenomeno dell'interferenza tra le onde?

1. Si $\quad \times$?
2. No
3. Non si verifica interferenza poiché si sovrappongono più di due onde contemporaneamente.
4. Non vi sono elementi sufficienti per rispondere al quesito
5. Non so

$\varepsilon_i = \frac{\varepsilon_0}{x_i} \operatorname{sen}(kx_i - \omega t + \phi_i)$ $\longrightarrow \cos\left(\frac{\pi}{2} - \ldots\right)$

$\delta = k(x_2 - x_1) + (\phi_2 - \phi_1) = \text{cost nel } t = \text{COERENTI} \Rightarrow \text{INTERFERENZA}$

& $\Delta\phi = 0 \rightarrow$ SORGENTI SINCRONE

?

Tre onde sonore di frequenza $\nu = 400$ Hz si propagano lungo l'asse x.

Esse sono rappresentate dalle espressioni:

$$\xi_1 = \xi_0 \cos(kx - \omega t)$$
$$\xi_2 = \frac{\xi_0}{3} \cos\left(kx - \omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$
$$\xi_3 = \frac{\xi_0}{4} \cos(kx - \omega t + \pi)$$

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \operatorname{sen}(\alpha_1 - \alpha_2)$$
$$= \varepsilon_0^2 + \frac{\varepsilon_0^2}{9} + 2\frac{\varepsilon_0\varepsilon_0}{3}\operatorname{sen}(0 - \pi/2) =$$
$$= \varepsilon_0^2\left[1 + \frac{1}{9} + \frac{2}{3}(-1)\right] = 0{,}444\,\varepsilon_0^2$$

con $\xi_0 = 10^{-10}$ m

Calcolare l'ampiezza dell'onda risultante

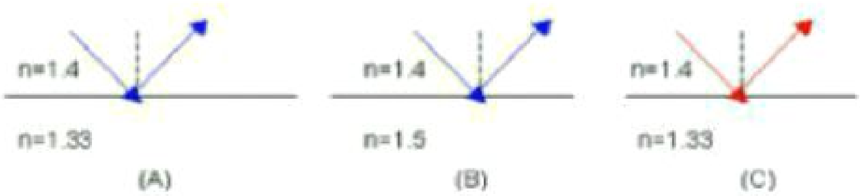
$$A^2_{TOT} = \quad + \frac{\varepsilon_0^2}{16} +$$

1. $\xi_{0R} = 0{,}82 \times 10^{-10}$
2. $\xi_{0R} = 0{,}7 \times 10^{-12}$
3. $\xi_{0R} = 5{,}3 \times 10^{-1}$
4. Non e' possibile calcolare l'ampiezza dell'onda risultante
5. Non so

Rosso : $\lambda = 0,7\,\mu m$
Blu : $\lambda = 0,5\,\mu m$

?

In figura e' rappresentato un raggio di luce (di vario colore) polarizzata rettilineamente col campo elettrico perpendicolare al piano della figura. La luce incide sulla superficie di separazione tra due mezzi trasparenti, stabilire se e in quale caso il raggio riflesso subisce un'inversione di fase di π.



1. Nel caso (A)
2. Nel caso (B) X
3. Nel caso (C)
4. In tutti e tre i casi
5. Non so

N sorgenti coerenti ed in fase, illuminate da un'onda piana di lunghezza d'onda λ, sono allineate e distanti $d = 2\lambda$ l'una dall'altra. In quale direzione si trova il massimo di ordine m=1?

1. $\theta = 60°$
2. $\theta = 30°$ X
3. $\theta = 90°$

MASSIMI PRINCIPALI (13.27) $\operatorname{sen}\theta = m\frac{\lambda}{d} \Rightarrow \theta = \operatorname{sen}^{-1}\left(m\frac{\lambda}{d}\right)$

$\Rightarrow \theta = \operatorname{sen}^{-1}\left(1\frac{\cancel{\lambda}}{2\cancel{\lambda}}\right) = \operatorname{sen}^{-1}(0.5) = 30°$

5 Non so

Un onda monocromatica piana con lunghezza d'onda λ_0= 600 nm incide perpendicolarmente su un reticolo di diffrazione costituito da N=5000 fenditure distanti tra loro d= 3,6 μm.
Il primo zero di intensità si osserva sotto un angolo $\Delta\theta$, il massimo principale del terzo ordine sotto un angolo θ:

? intende MIN

1 $\Delta\theta$= 2°, θ= 30°;

2 $\Delta\theta$= 3,3 10^{-5} rad, θ= 30°. x

3 $\Delta\theta$= 3,3 10^{-5} rad, θ= 25°.

4 Non so

$$?\left\{\Delta\theta = \frac{2\lambda}{Nd} = \frac{2 \cdot 600 \cdot 10^{-9}}{5000 \cdot 3.6 \cdot 10^{-6}} = 6{,}667 \cdot 10^{-5} \text{ rad}\right.$$

$$\text{MIN}: \theta = \text{sen}^{-1}\left(\frac{m\lambda}{Nd}\right) = \text{sen}^{-1}\left(\frac{1 \cdot 600 \cdot 10^{-9}}{5000 \cdot 3.6 \cdot 10^{-6}}\right) = 333 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$$

$$\text{MAX PRINCIPALE}: \theta = \text{sen}^{-1}\left(m\frac{\lambda}{d}\right) =$$

$$\Rightarrow \theta = \text{sen}^{-1}\left(\frac{3 \cdot 600 \cdot 10^{-9} m}{3.6 \cdot 10^{-6} m}\right) = 30°$$

Su di una singola fenditura di larghezza a = 1 μm incidono due onde piane di lunghezza d'onda λ = 500 nm, una perpendicolare al piano contenente la fenditura, l'altra inclinata di un angolo θ rispetto alla normale. Le frange di diffrazione si osservano nel piano focale di una lente convergente. Qual è il minimo valore di θ che consente di risolvere le due figure di diffrazione relative ai due fasci?

1 5°

2 30° x

3 20°

$$\theta = \text{sen}^{-1}\left(\frac{\lambda}{a}\right) = \text{sen}^{-1}\left(\frac{500 \cdot 10^{-9}}{1 \cdot 10^{-6}}\right) = 30°$$

!

Una fune elastica è fissata alle estremità ed è lunga L. Le onde che si propagano lungo di essa hanno una velocità variabile con la frequenza secondo la legge $v_f = a\nu^2$. Quali sono le frequenze su cui possono ottenersi onde stazionarie?

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} = \frac{v}{\nu} = \frac{a\nu^2}{\nu} \Rightarrow \nu = \frac{2L}{an}$$

1. $\nu = \sqrt{\frac{2Lv_f}{an}}$ (n intero qualsiasi diverso da 0)
2. $\nu = \frac{2L}{na}$ (n intero qualsiasi diverso da 0) x
3. $\nu = \sqrt{\frac{2L}{an}}$ (n intero qualsiasi diverso da 0)
4. I dati sono insufficienti per rispondere
5. Non so

ONDE STAZIONARIE

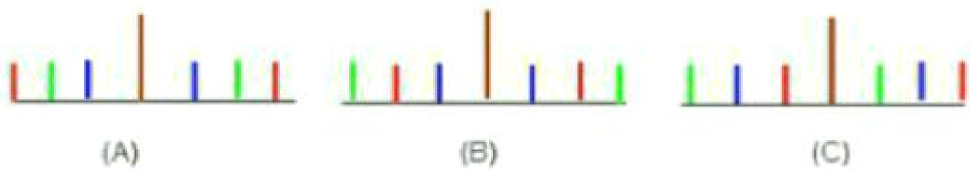
$\lambda_1 = 2L \; ; \; \nu_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L}$

$\lambda_2 = L \; ; \; \nu_2 = \frac{v}{L} = 2\nu_1$

$$\Rightarrow \begin{cases} \lambda_n = \frac{\lambda_1}{n} = \frac{2L}{n} \\ \nu_n = n \cdot \nu_1 = n \frac{v}{2L} \end{cases}$$

!

Una sorgente emette luce di tre lunghezze d'onda diverse: λ_1=450nm (blu), λ_2= 500nm (verde) e λ_3=650nm (rosso) e di uguale intensita'. La figura prodotta da un reticolo di diffrazione, con numero di fenditure N=2000 e distanza tra le fenditure d=2μm, relativa a tale sorgente si presenta secondo quale dei seguenti schemi?



N.B. Nelle figure (A), (B), (C) la riga centrale corrisponde al massimo di ordine 0, le righe laterali ai massimi di ordine 1.

1. (A) X
2. (B)
3. (C)
4. tutti e tre gli schemi potrebbero corrispondere al caso descritto
5. Non so

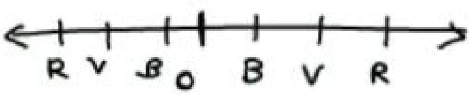
ESEMPIO 14.2

la figura di diffrazione si forma su uno schermo posto nel piano focale di una lente.
l'angolo a cui si forma il minimo per le lunghezze d'onda è:

$\sin\theta_B = \frac{\lambda_B}{Nd} \Rightarrow \theta_B = \sin^{-1}\left(\frac{450 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 2000}\right) = 0{,}0001125 \text{ rad} < \theta_V = 0{,}000125 < \theta_R = 0{,}0001625$

che sullo schermo corrispondono a:

$x_B = f\,\theta_B \Rightarrow x_B < x_V < x_R \Rightarrow$



4 0.5×10^{-3} mm

5 Non so

Un'onda elettromagnetica piana di frequenza $\nu = 7{,}5 \times 10^{14}$ Hz, si propaga nel vuoto lungo l'asse x. La frequenza angolare ω e':

$$\omega = 2\pi\nu = 2\pi \cdot 7{,}5 \cdot 10^{14}\ Hz = $$
$$= 4{,}71 \cdot 10^{15}\ Hz$$

1 $4{,}71 \times 10^{15}$ rad/sec x

2 $3{,}1 \times 10^{15}$ rad/sec

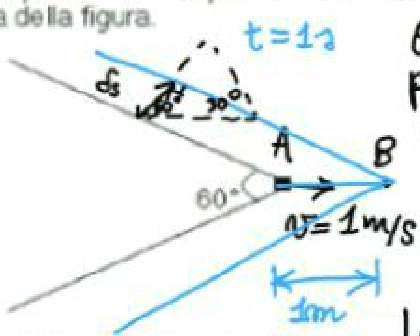
3 7×10^{10} rad/sec

4 non e' possibile rispondere non essendo data la lunghezza d'onda

5 Non so

Domande 20

Un anatroccolo nuota sulla superficie dell'acqua alla velocità di 1 m/s e lascia dietro di sé una scia secondo lo schema della figura.



Quando l'anatroccolo parte perturba l'acqua e nello stesso istante parte un'onda che ha centro in A

La scia a V non è altro che la somma delle onde prodotte in ogni punto del percorso {Vedi: CONO di MACH}

Quanto è grande la velocità delle onde superficiali?

1 0,7 m/s

2 1,4 m/s

3 2 m/s

In t = 1 s : VELOCITÀ DELL'ONDA

DISTANZA TRA I 2 FRONTI D'ONDA

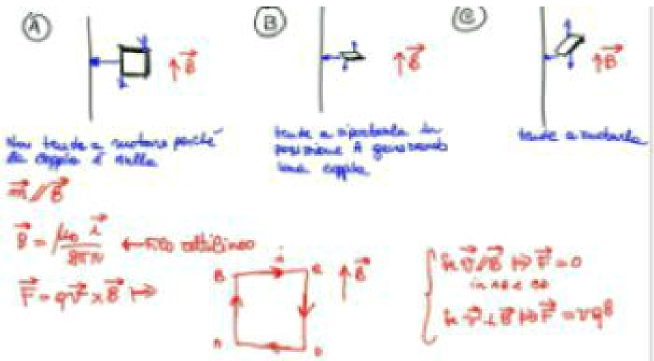
$$v = \frac{\delta s}{\Delta t} \leftarrow 1\,s$$

4 0,5 m/s X

5 Non so

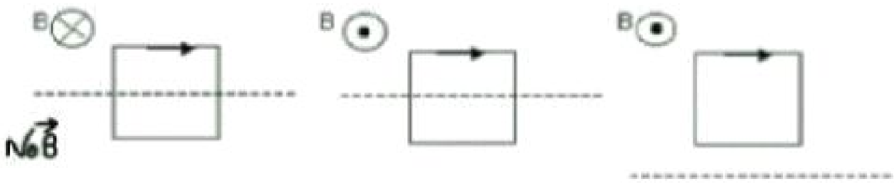
in questo caso $\delta s = \frac{1m}{2} \Rightarrow v_{ONDA} = \frac{1}{2}\frac{m}{s} = 0.5\ \frac{m}{s}$

?



5 Non so

Una spira quadrata di lato l e di massa m percorsa da corrente I costante, giace in un piano verticale. Nella regione al di sopra della linea tratteggiata e' presente un campo magnetico B uniforme. Stabilire quale delle tre figure potrebbe corrispondere ad una configurazione di equilibrio.



(a) (b) (c)

1 Nessuna

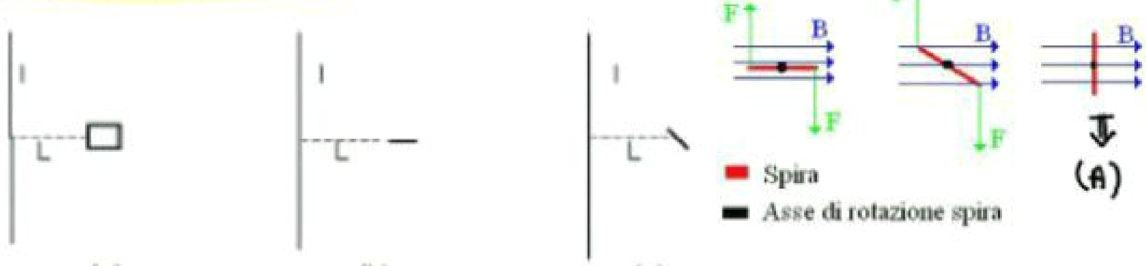
2 (a) Secondo un altro

3 (b) X?

4 (c)

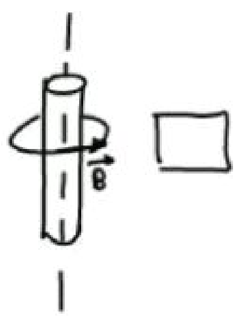
5 Non so

Una spira quadrata di lato l percorsa dalla corrente i costante si trova a distanza L da un filo verticale percorso a sua volta da corrente ($L>>a$). Nella figura (a) la spira quadrata giace in un piano verticale, nella figura (b) giace in un piano orizzontale, nella figura (c) giace in un piano obliquo. Stabilire in quale delle tre figure la coppia agente sulla spira potrebbe risultare nulla.



(a) (b) (c)

1 Essendo la spira quadrata di dimensioni trascurabili, la coppia e' sempre nulla



$\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$

2 In nessuno dei tre casi

$\vec{M} = 0$ in $\sin\theta = 0$

3 (a) X m parallelo a B

$\Rightarrow \theta = 0$

4 (b)

$\Rightarrow \vec{m} // \vec{B}$

5 Non so

?

L'energia magnetica dell'equipaggio mobile di un amperometro rispetto al campo B in cui è immerso è

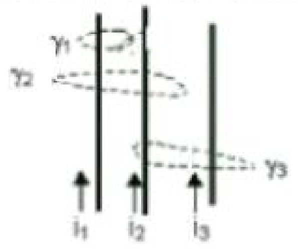
1. massima quando il piano delle spire è perpendicolare al campo B
2. massima quando il piano delle spire è parallelo al campo B
3. costantemente uguale a $-NSIB$ x
4. Costantemente uguale a zero
5. Non so

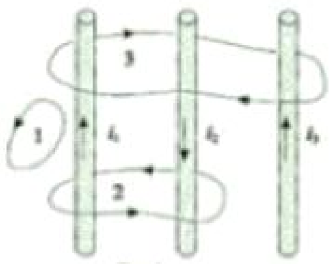
$\Gamma_i = \mu_0 (\Sigma i_k$ che il circuito i attraversa (con i segni))

In figura sono rappresentati tre conduttori percorsi rispettivamente dalle correnti i_1, i_2, i_3. Se la circuitazione del campo magnetico lungo le linee γ_1, γ_2, γ_3, vale rispettivamente Γ_1, Γ_2, Γ_3, determinare il valore delle correnti.

?

Mazzoldi grande pag 253





$\Gamma_1 = 0$
$\Gamma_2 = \mu_0 (i_1 - i_2)$
$\Gamma_3 = \mu_0 (-i_1 + i_2 - i_3)$

Figura 8.24

1. $i_1 = \dfrac{\Gamma_1}{\mu_o} \qquad i_2 = \dfrac{\Gamma_2 - \Gamma_1}{\mu_o} \qquad i_3 = \dfrac{\Gamma_3 - \Gamma_2 + \Gamma_1}{\mu_o}$ X
2. $i_1 = \Gamma_1/\mu_0, \quad i_2 = \Gamma_2/\mu_0 \quad i_3 = \Gamma_3/\mu_0$
3. $i_1 = \Gamma_1/\mu_0 \quad i_2 = -\Gamma_2/\mu_0 \quad i_3 = -\Gamma_3/\mu_0$
4. $i_1 = 0 \quad i_2 = \Gamma_2/\mu_0 \quad i_3 = 0$ x
5. Non so

In questo caso secondo me

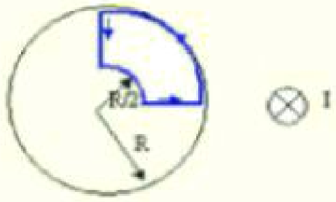
$\Gamma_1 = \mu_0 i_1 \Rightarrow i_1 = \dfrac{\Gamma_1}{\mu_0}$

$\Gamma_2 = \mu_0 (\cancel{i_1} + i_2) \Rightarrow i_2 = \dfrac{\Gamma_2 - \Gamma_1}{\mu_0}$

$\Gamma_3 = \mu_0 (i_2 + i_3) \Rightarrow$

$\Rightarrow i_3 = \dfrac{\Gamma_2 - \Gamma_1 - \Gamma_3}{\mu_0}$

Un conduttore cilindrico molto lungo di raggio R è percorso dalla corrente I =0.25A parallela all'asse del cilindro e verso entrante Calcolare la circuitazione del campo magnetico lungo il percorso chiuso rappresentato (linea blu);



$$\frac{S_0}{S_{TOT}} = \frac{1}{4}\frac{3}{4} = \frac{3}{16} \Rightarrow I_c = \frac{3}{16} I_{TOT}$$

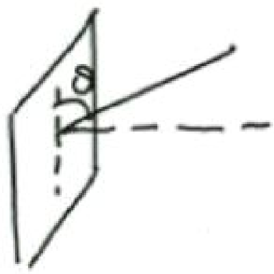
$$\Gamma = -\mu_0 I = -4\pi 10^{-7} \cdot \frac{3}{16} \cdot 0.25 = -0,1875\pi \cdot 10^{-7}$$

1. $\Gamma = -2\pi \times 10^{-7}$ T×m
2. $\Gamma = -0,187\pi \times 10^{-7}$ T×m ✗
3. $\Gamma = -0,5\pi \times 10^{-7}$ T×m
4. $\Gamma = -1,5\pi \times 10^{-7}$ T×m
5. Non so

Domande 21

Un raggio di luce polarizzato ortogonalmente al piano di incidenza, incide con angolo di incidenza θ su una lastra di vetro, quale delle seguenti affermazioni è esatta?

1. x il raggio trasmesso é polarizzato nello stesso piano
2. il raggio trasmesso è polarizzato ellitticamente
3. il raggio trasmesso è polarizzato circolarmente
4. il raggio trasmesso non è polarizzato
5. Non so



3. c X
4. d
5. Non so

?

Un raggio di luce polarizzato ortogonalmente al piano di incidenza, incide con angolo di incidenza θ su una lastra di vetro, quale delle seguenti affermazioni è esatta?

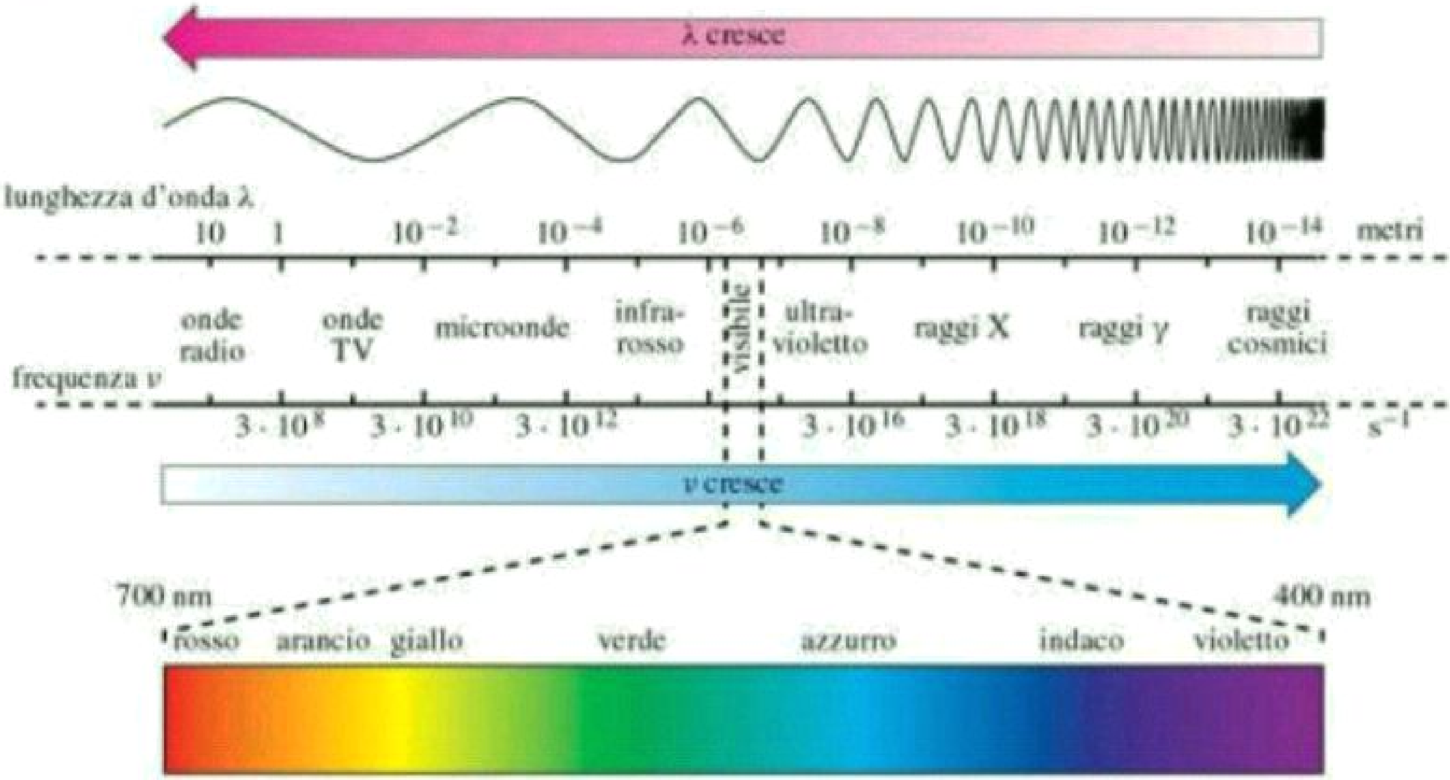
1. il raggio trasmesso è inclinato di un angolo θ rispetto alla normale
2. il valore dell'intensità del raggio trasmesso potrebbe risultare nulla al variare di θ X
3. il valore dell' intensità del raggio riflesso potrebbe risultare nulla al variare di θ
4. **Nessuna delle precedenti affermazioni è esatta**
5. Non so

Un'onda elettromagnetica piana di frequenza $\nu=10^7$ Hz si propaga nel vuoto. La sua lunghezza d'onda vale:

1. 0,3 m
2. 1 m
3. 3 m
4. 30 m X
5. Non so

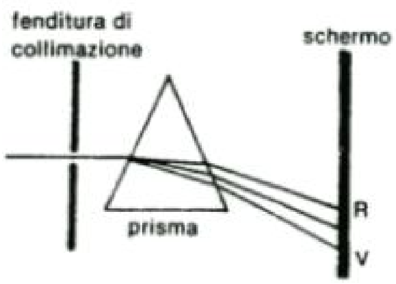
$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{299\ 792\ 458}{10^7} = 29{,}98\,m$$

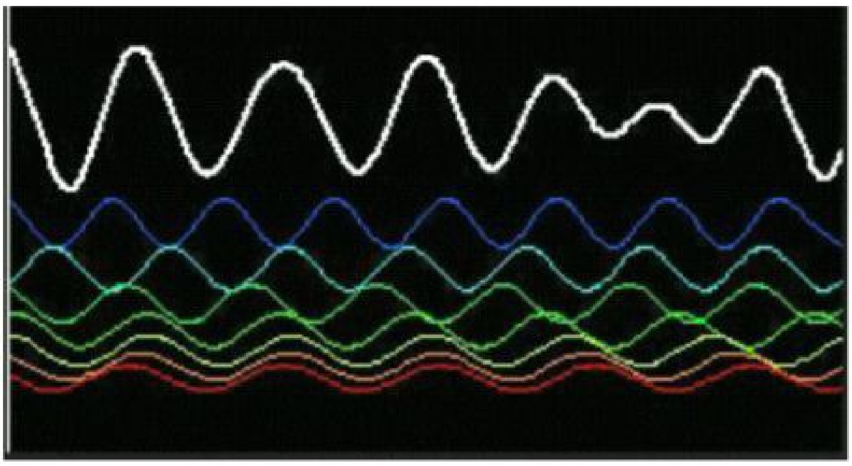
→ CURIOSITÀ: LUCE VISIBILE



Lunghezza d'onda (nm)	Indice di rifrazione
404,7	1,53189
435,9	1,52798
491,6	1,52283
546,1	1,51929
589,3	1,51714
656,3	1,51458
768,2	1,51160

Spettroscopio





© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 61 di 164

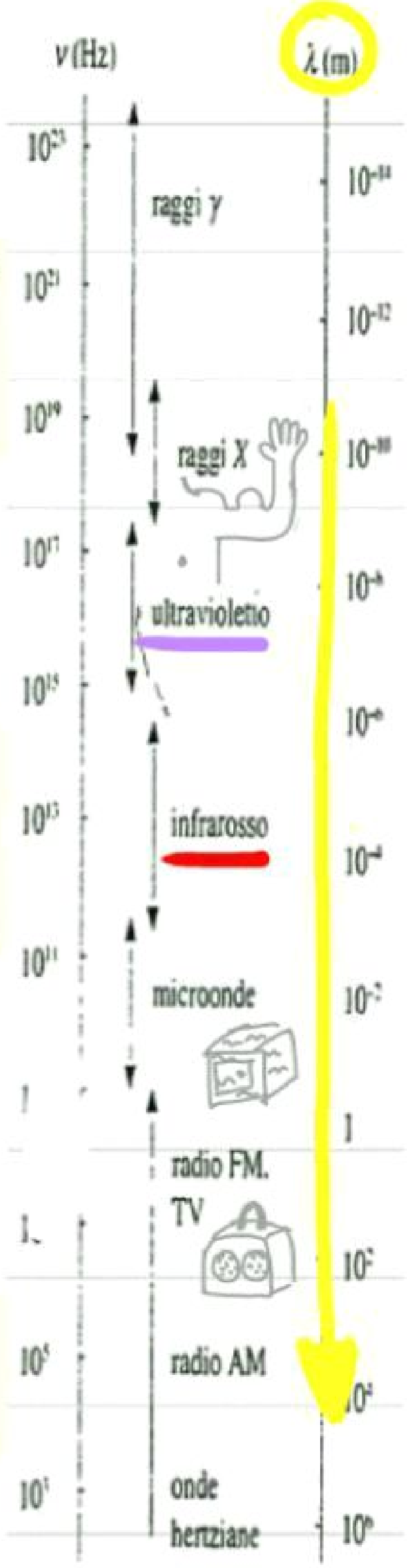


Figura 13.40

! Quale dei seguenti ordinamenti è crescente in lunghezze d'onda? pag 531 →

a) Onde radio, Infrarosso, Visibile, Microonde
b) Visibile, Infrarosso, Microonde, Onde radio
c) Infrarosso, Visibile, Onde radio, Microonde
d) Onde radio, Invisibile, Microonde, Ultravioletto

1 a
2 b X
3 c
4 d
5 Non so

! Un fotone (un quanto di luce) viene emesso dalle reazioni di fusione nucleare che avvengono sul Sole. Se la distanza tra la Terra e il Sole è pari a circa 150.000.000 km, quanto impiega il fotone a raggiungere la Terra?

a) Circa otto giorni
b) Circa otto ore
c) Circa otto minuti ✗
d) Circa otto secondi

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v}$$

$$\text{tempo} = \frac{\text{distanza Terra-Sole}}{\text{velocità della luce (del fotone)}} = \frac{150.000.000\ \text{km}}{299\,792{,}458\ \frac{\text{km}}{\text{s}}} =$$

$$= 500{,}3459926\ \text{s} \longrightarrow \div 60 = 8{,}34\ \text{m}$$

! Se una stella dista cinque anni luce dalla Terra, significa che dista circa

a) $5 \cdot 10^{12}$ km
b) $50 \cdot 10^{12}$ km
c) $6 \cdot 10^{9}$ km
d) $350 \cdot 10^{6}$ km

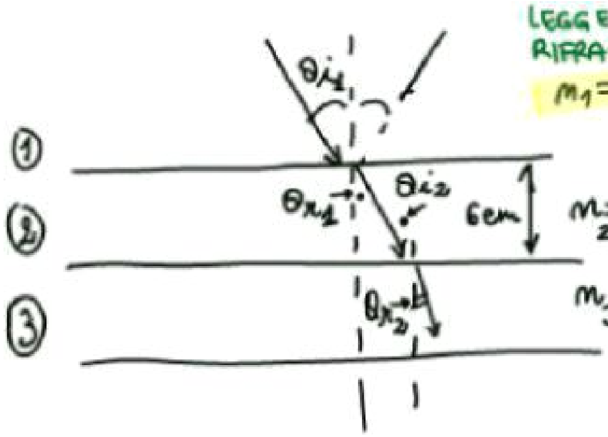
1 a
2 b ✗
3 c

ANNO LUCE = a. l. = unità di misura della lunghezza, definita come la distanza percorsa dalla radiazione elettromagnetica (luce) nel vuoto nell'intervallo di un anno.

$1\ a.l. = c\ (1 \text{ in } 1 \text{ anno})$

$$1\ a.l. = \underbrace{299\,792{,}458\ \frac{\text{km}}{\text{s}}}_{\text{veloc. luce nel vuoto} = c} \cdot \underbrace{365{,}25\ d}_{\text{GIORNI IN UN ANNO GIULIANO}} \cdot \underbrace{86400\ \frac{\text{s}}{\text{d}}}_{\text{SECONDI IN UN GIORNO}} \approx 9{,}461 \cdot 10^{12}\ \text{km} \approx 10 \cdot 10^{12}\ \text{km}$$

$\approx 9461 \cdot 10^{9}$ km



LEGGE di RIFRAZIONE → $\boxed{n_1 \operatorname{sen} \theta_{i_1} = n_2 \operatorname{sen} \theta_{r_1}}$

$n_1 = 1$

$n_2 = 1{,}3$

$n_3 = 1{,}5$

$$\Rightarrow \theta_{r_1} = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{n_1 \operatorname{sen} \theta_{i_1}}{n_2}\right) = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{\operatorname{sen} 35°}{1{,}3}\right) =$$

$$= \operatorname{sen}^{-1}(0{,}44) = 26{,}10° = \theta_{i_2}$$

$$\theta_{r_2} = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{n_2 \operatorname{sen} \theta_{i_2}}{n_3}\right) = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{1{,}3 \operatorname{sen}(26°)}{1{,}5}\right)$$

$$= \operatorname{sen}^{-1}(0{,}38) = 22.33°$$

θ_{i_2}

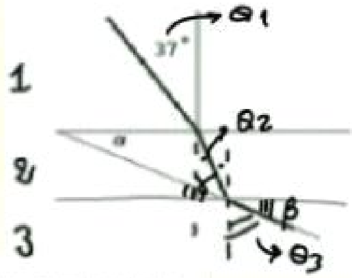
Un raggio di luce forma un angolo di incidenza di 35° con una lastra di vetro (n=1,3) spessa 6 cm. Direttamente sotto la prima lastra vi è una seconda lastra il cui indice di rifrazione è 1.5. Quanto valgono l'$\underbrace{\text{angolo di incidenza}}_{\theta_{i_2}}$ e l'$\underbrace{\text{angolo di rifrazione}}_{\theta_{r_2}}$ alla superficie di separazione tra le due lastre?

1. 6,2° e 2,5°
2. Non vi sono informazioni sufficienti per risolvere il problema
3. 26,2° e 22,5° X
4. 2,2° e 2,5°
5. Non so

$x° : 180 = x \text{ rad} : \pi$!

?

Un raggio di luce incide su un blocco di vetro (n=1,6). L'angolo di incidenza del raggio è 37°. Quanto deve valere il minimo angolo α tra la prima e la seconda faccia del blocco di vetro, affinché si abbia riflessione totale?



$n_1 = n_3 = 1$

$n_2 = 1{,}6$

$\theta_1 = 37°$

$$n_1 \operatorname{sen} \theta_1 = n_2 \operatorname{sen} \theta_2$$

$$\Rightarrow \theta_2 = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{n_1}{n_2} \operatorname{sen} \theta_1\right) =$$

$$= 22{,}09°$$

Riflessione totale in $\theta_3 = 90°$

ma $\theta_3 = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{n_2}{n_3} \operatorname{sen} \theta_2\right) = 36.99°$

$\alpha = \frac{\pi}{2} - \theta_3 = 53°$

1. In questo caso non è possibile la riflessione totale
2. 45°
3. 36° X — Se chiedevano θ_3 è corretto
4. 1,85°
5. Non so

quantifica la diminuzione della velocità di propagazione della radiazione elettromagnetica quando attraversa un materiale e la variazione della sua direzione. Inoltre indica...

L'indice di rifrazione assoluto di una sostanza indica:

a) La velocità della luce nella sostanza, rispetto all'acqua
b) La velocità assoluta della luce
c) Il colore della sostanza, se lavorata a forma di prisma
d) Il rapporto tra la velocità di propagazione della luce nel vuoto e nella sostanza

1 a
2 b
3 c
4 d X
5 Non so

Domande23

Cosa distingue l'occhio umano, quando riconosce due colori diversi?

a) Due diverse intensità luminose
b) Due diverse lunghezze d'onda della radiazione luminosa osservata
c) Due diversi angoli di propagazione della luce
d) Nessuna delle precedenti

1 a
2 b X
3 c
4 d

Applichiamo questi risultati validi per una qualsiasi onda elettromagnetica piana ad un'*onda piana armonica polarizzata rettilineamente*, rappresentata nel piano di polarizzazione da

$$E = E_0 \,\mathrm{sen}\,(kx - \omega t) \;.$$

Il modulo del vettore di Poynting è

$$S = \varepsilon E^2 v = \varepsilon v E_0^2 \,\mathrm{sen}^2\,(kx - \omega t) \;.$$

Nella pratica, fissata una certa superficie ortogonale a x, è importante calcolare non tanto il flusso istantaneo di energia quanto il flusso medio. Il motivo è che la pulsazione delle onde elettromagnetiche è in generale molto elevata (in particolare nella luce visibile $\omega \approx 10^{15}$ rad/s) e gli strumenti di misura riescono a determinare soltanto il valor medio dell'energia che li colpisce, non potendo essere sensibili a variazioni così rapide.

Il valore medio del vettore di Poynting è

$$S_m = \varepsilon v \langle E^2 \rangle_m = \varepsilon v \frac{1}{t} \int_0^t E_0^2 \,\mathrm{sen}^2\,(kx - \omega t)\, dt = \frac{1}{2} \varepsilon v E_0^2 \;,$$

dove il tempo t corrisponde a moltissimi periodi dell'onda; il risultato non dipende dal valore di una eventuale fase iniziale δ_0 che si somma a $kx - \omega t$. Ricordando la definizione di valore efficace di una grandezza sinusoidale (paragrafo 11.6) e la definizione di intensità (paragrafo 12.7), concludiamo che l'*intensità trasportata da un'onda elettromagnetica piana armonica polarizzata rettilineamente* vale

$$\boxed{I} = S_m = \varepsilon v \langle E^2 \rangle_m = \boxed{\frac{1}{2} \varepsilon v E_0^2} = \varepsilon v E_{eff}^2 \qquad (13.24)$$

$$E_0 = \sqrt{\frac{2I}{\varepsilon v}} = \sqrt{\frac{1{,}3\ \mathrm{kW/m^2} \cdot 2}{8{,}854 \cdot 10^{-12}\ \frac{F}{m} \cdot 299792458\ \frac{m}{s}}}$$

$$= \sqrt{\frac{1{,}3 \cdot 1000 \left(\frac{kg\, m^2}{s^3}\right) \frac{1}{m^2} \cdot 2}{0{,}002654362 \left(\frac{C^2}{N m^2}\right) \frac{1}{s} = \frac{A^2 s^2}{N m\, s}}}$$

$$= 989{,}93 \sqrt{\frac{kg}{s^3} \cdot \frac{N m s}{C^2}} =$$

$$= 990 \sqrt{\frac{kg}{s^3} \frac{kg\, m}{s^2} \frac{m\, s}{C^2}}$$

$$= 990 \ \frac{kg\, m}{s^2 C} =$$

$$= 990 \ \frac{N}{C}$$

La radiazione solare incidente sulla Terra ha un'intensità di S=1,3 kW/m² in corrispondenza della superficie terrestre. Valutare l'ampiezza del campo elettrico dovuto alla radiazione solare, in corrispondenza della superficie terreste, nell'approssimazione di onda piana.

1. $2{,}79 \times 10^{-8}$ N/C
2. 990 N/C X?987
3. 2,79 N/C
4. 10 A/C
5. Non so

Un'onda elettromagnetica piana sinusoidale si propaga in un mezzo avente la stessa permeabilità magnetica del vuoto e costante dielettrica relativa $\varepsilon_r = 2$. Quanto vale la velocità di propagazione dell'onda?

1. $2{,}12 \times 10^8$ m/s x
2. $3{,}13 \times 10^8$ m/s
3. $4{,}66 \times 10^6$ m/s
4. $4{,}66 \times 10^6$ m/s²

$$v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}} = \frac{3 \cdot 10^8\ m/s}{\sqrt{2}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1{,}41} = 2{,}13 \cdot 10^8$$

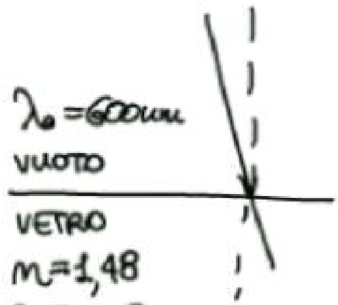
$$\varepsilon_1 = 4\,\text{sen}(3x - 2t)$$
$$\varepsilon_2 = 4\,\text{sen}(3x + 2t)$$
$$\varepsilon_t = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 2 \cdot 4 \sin(3x)\cos(2t) =$$
$$= 8 \sin(\underset{k}{3}x)\cos(\underset{\omega}{2}t)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{v} \Rightarrow v = \frac{\omega}{k} = \frac{2}{3} = 0{,}667\ \frac{m}{s}$$

Si sovrappongono due onde piane monocromatiche descritte dalle equazioni $\xi_1 = 4\,\text{sen}(3x - 2t)$ e $\xi_2 = 4\,\text{sen}(3x + 2t)$. Se le lunghezze sono espresse in metri e i tempi in secondi, la velocità di gruppo della risultante vale:

1. 0,667 m/s ✗
2. 0 X
3. 1,333 m/s
4. Non si può dire se non si specificano le proprietà del mezzo entro il quale avviene la propagazione.
5. Non so

Un fascio luminoso di luce, nel vuoto, con lunghezza d'onda λ_0= 600 nm incide su un blocco di vetro di indice di rifrazione n=1,48.
La lunghezza d'onda e la velocità del fascio rifratto valgono:



$\lambda ?\ v ?$

1. λ= 888 nm , v= 2,03×10⁸ m/s
2. λ= 405 nm , v= 3×10⁸ m/s
3. λ= 405 nm , v= 2,03×10⁸ m/s x
4. λ= 478 nm , v= 3×10⁸ m/s

Velocità della luce nel mezzo:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3{,}0 \cdot 10^8\ m/s}{1{,}48} = 2{,}03 \cdot 10^8$$

$$\lambda = \frac{v}{\nu} \Rightarrow \nu = \frac{v}{\lambda}$$

$$\nu = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}} = 5 \cdot 10^{14}$$

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{2{,}03 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{14}} = 406 \cdot 10^{-9}\ m$$
$$= 406\ nm$$

Uno specchio concavo per radersi la barba ha un raggio di curvatura di 35 cm. E' collocato in modo che l'immagine del viso abbia dimensione 2,7 volte maggiore della realtà. A che distanza si trova il viso, in queste condizioni?

a) circa 1m
b) 0.5m
c) 20cm
d) 11cm

1. a
2. b
3. c
4. d X
5. Non so

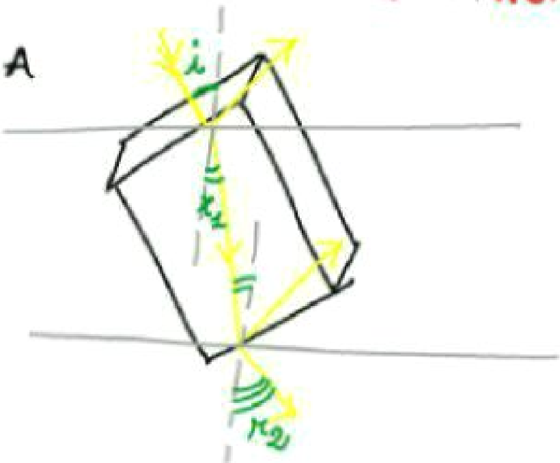
Lo spettroscopio è uno strumento utile all'analisi delle "righe spettrali" di emissione di una sostanza. Su quale principio fisico si basa questo strumento?

a) Sulla riflessione totale
b) Sulla dispersione ottica dovuta alla diversa direzione di propagazione di frequenze ottiche diverse nei prismi (dipendenza dell'indice di rifrazione dalla frequenza).
c) Sulla separazione delle intensità luminose relative ai vari colori
d) Nessuna delle precedenti

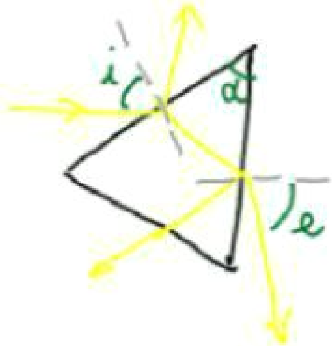
1. a
2. b X
3. c
4. d
5. Non so

I PRISMI OTTICI

CASO A



CASO B



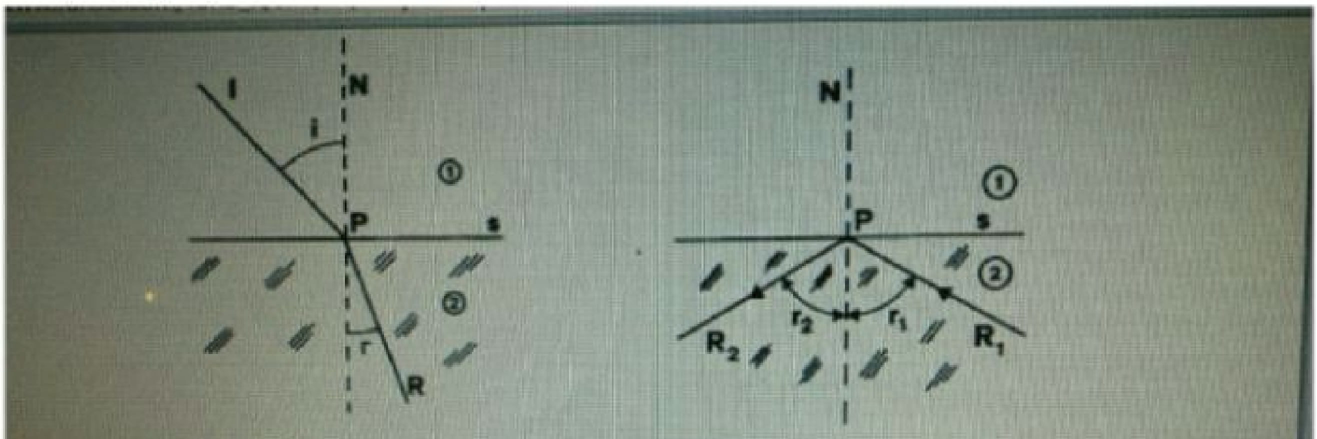


Fig. 22 = Fig. 1

Fig. 23

Ora, supponiamo di fare il percorso inverso: il fascio proviene dal mezzo ②, da sotto, e penetra nel mezzo ①. Il raggio R diviene l'incidente ed **I** il rifratto. Supponiamo ora di aumentare gradatamente l'angolo **r** (che ora rappresenta l'angolo d'incidenza): l'angolo di rifrazione (ora è i) crescerà in misura maggiore fino a che il raggio emergente (**I**) sarà radente alla superficie **s**. In queste condizioni, l'angolo **r** assumerà il valor massimo possibile, detto perciò "**angolo limite**".

Perché abbiamo detto "massimo possibile"? È ovvio: se **r** supera tale valore limite, **I** dovrebbe essere maggiore di 90° (**I** = 90° quando il raggio **I** è radente ad **s**), ma ciò è impossibile.

E se io inviassi sulla superficie **s** un raggio R (fig. 22) con un angolo **r** maggiore dell'angolo limite, cosa farebbe questo raggio? Se non può superare la superficie **s**, dove va a finire?

Semplice: torna indietro. Si veda la fig. 23, in cui il raggio incidente (R_1) incide sulla superficie **s** con un angolo d'incidenza (r_1) superiore al valore limite. Al di sopra di **s** nulla passa: TUTTO il fascio R_1 viene riflesso verso il basso (R_2) secondo le normali leggi della riflessione; la superficie **s** diviene uno specchio perfetto, nel senso che non vi è assorbimento[19].

Essendo questo l'unico caso di riflessione al 100%, si parla di **riflessione totale**.

Il valore dell'angolo limite dipende dall'indice di rifrazione del vetro (o dell'acqua); supponendo di operare tra vetro ed aria, l'angolo limite per il vetro ordinario è di circa 42°.

Come verificare la riflessione totale? Si prenda un prisma retto, di quelli che già conosciamo. Lo si ponga sul solito cartone bianco illuminato da un solo fascio, radente rispetto al cartone di base. Si ruoti il prisma finché ...

Una lente convergente e' fatta di un materiale avente indice di rifrazione $n=1,5$ ed e' immersa successivamente in fluidi aventi rispettivamente indici di rifrazione $n_1 = 1$, $n_2 = 1,27$ ed $n_3 = 1,33$. Quale delle seguenti affermazioni e' esatta?

1. **Essendo la lente la stessa, la distanza focale non varia**
2. La distanza focale e' massima per il fluido di indice di rifrazione n_1
3. La distanza focale e' massima per il fluido di indice di rifrazione n_2
4. La distanza focale e' massima per il fluido di indice di rifrazione n_3 X
5. **Non so**

Un oggetto lontano è visto ad occhio nudo sotto un angolo di 1°. Utilizzando una lente convergente di lunghezza focale in aria *f* = 10 cm si ottiene una immagine reale: qual è la sua larghezza?

1. **10 cm**
2. **Non è possibile ottenere una immagine reale in queste condizioni**
3. **3,4 mm**
4. **1,7 mm X**
5. **Non so**

Domande 25

2 b

3 c

4 d

5 Non so

Cosa significa "lente sottile divergente"?

a) Una lente il cui spessore è maggiore dei raggi di curvatura delle sue superfici e la cui distanza focale è negativa.
b) Una lente il cui spessore è piccolo rispetto ai raggi di curvatura delle sue superfici e la cui distanza focale è negativa.
c) Una lente il cui spessore è piccolo rispetto ai raggi di curvatura delle sue superfici e la cui distanza focale è positiva.
d) Una lente il cui spessore è grande rispetto ai raggi di curvatura delle sue superfici e la cui distanza focale è positiva.

1 a

2 b X

3 c

4 d

5 Non so

Ponendo a contatto due lenti sottili di lunghezza focale f_1 e f_2 si ottiene un sistema ottico, la cui lunghezza focale F soddisfa la seguente condizione

a) $F = f_1+f_2$

b) $F = (f_1+f_2)^2$

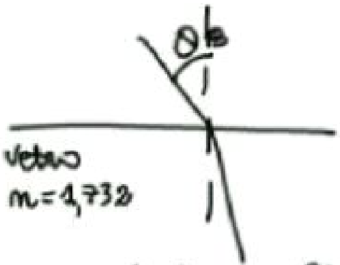
c) $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$

d) Occorre conoscere l'indice di rifrazione delle singole lenti.

1 a

2 b

3 c



Un raggio di luce incide con angolo di incidenza θ su una lastra di vetro con indice di rifrazione 1,732. Se il raggio incidente non è polarizzato, il raggio riflesso:

1. è sempre polarizzato circolarmente
2. è totalmente polarizzato se θ =60° x
3. è totalmente polarizzato se θ =90°
4. è comunque polarizzato linearmente
5. Non so

Quando la somma degli angoli di incidenza e rifrazione è 90°, il raggio riflesso è completamente polarizzato.
Posso allora ricavare un particolare angolo di incidenza detto "angolo di Brewster" = θ_B

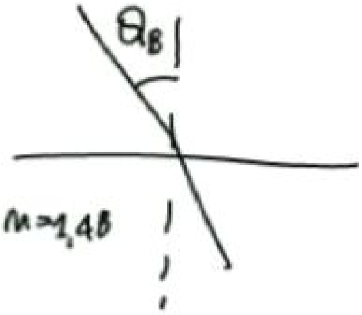
$$tg(\theta) = \frac{\text{indice rifrazione materiale traspar.}}{\text{indice del mezzo in cui si trova il raggio di luce all'inizio}}$$

$\theta_B = tg^{-1}(1{,}732) = 59{,}99° \cong 60°$

Un fascio luminoso di luce non polarizzata incide su una lastra di vetro di indice di rifrazione n=1,73 con un angolo di incidenza θ (rispetto alla normale alla superficie) e la luce riflessa risulta completamente polarizzata. L' angolo di incidenza vale:

$\theta_B = tg^{-1}(1{,}73) = 60°$

1. 70 °
2. 50°
3. 60 ° x
4. 25 °
5. Non so



Un fascio luminoso di luce non polarizzata, con lunghezza d'onda nel vuoto λ_0= 600 nm, incide su un blocco di vetro di indice di rifrazione n=1,48, con un angolo di incidenza pari all'angolo di Brewster θ_B:

1. θ_B= 56° e il raggio riflesso è completamente polarizzato x

$\theta_B = tg^{-1}(1{,}48) = 56°$

Il raggio riflesso è completamente polarizzato se la somma degli angoli di incidenza e di rifrazione è 90° ⇒ se $\theta_{rifr} = 34°$ allora lo è

$n_1 \operatorname{sen}\theta_1 = n_2 \operatorname{sen}\theta_2 \Rightarrow \theta_2 = \theta_{rifr} = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{n_1}{n_2}\operatorname{sen}\theta_1\right) = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{1}{1{,}48}\operatorname{sen}(56)\right) = 34°$

Ricordiamo che la luce è composta da tanti e tanti fotoni a ciascuno dei quali compete una energia $E = h\nu$. Se abbiamo 1 miliardo di fotoni (10^9) tutti di frequenza n avremo una energia totale $E = 10^9\ h\nu$. Questi fotoni per illuminare la palla la devono colpire fornendo dunque ad essa la loro energia. La palla ha quindi acquistato una energia $E = 10^9$ hn . L'acquisto di questa energia ha in qualche modo modificato e la posizione della palla nell'istante in cui viene fotografata e di conseguenza, la traiettoria e, di conseguenza la sua velocità. Rendiamoci conto di come questa modificazione ha influito sulla nostra misura e per far questo troviamo l'ordine di grandezza di $E = 10^9\ h\nu$. E' a questo punto che entra in gioco l'estrema piccolezza della costante di Planck, $h = 6{,}63.10^{-34}$ joule.s. Facendo infatti il conto che ci interessa, si ha:

$$E = 10^9 .\ 6{,}63.10^{-34}\nu \text{ Joule} = 6.63.10^{-25}\nu \text{ Joule}$$

Tenendo ora conto che la frequenza dei fotoni della luce visibile è compresa tra 10^{14} e 10^{15} cicli al secondo (Hz) si ha che $\nu \sim 5.10^{14}$ Hz e allora:

$$E = 6.63.10^{-25}.5.10^{14} \text{ Joule} \sim 3.10^{-10} \text{ Joule} = 3/1000 \text{ erg.}$$

La forma matematica di queste principio è molto semplice Se chiamiamo con x la posizione dell'elettrone e quindi con Dx l'indeterminazione sella posizione, da quanto abbiamo detto si ricava che Dx è dell'ordine di grandezza della lunghezza d'onda l del fotone, mentre, se chiamiamo con q la quantità di moto dell'elettrone (q = mv => Dq = Dmv) e quindi con Dq l'indeterminazione nella sua quantità di moto, si può facilmente vedere che anche D q dipende da l e maggiore è l'energia trasportata dal fotone, maggiore è l'energia che questo scambia con l'elettrone. Più precisamente si avrà:

$$\Delta x \geq \lambda$$
$$\Delta q \geq \frac{h}{\lambda}$$

combinando queste due relazioni si trova:

$$\Delta x \cdot \Delta q \geq h$$

Con altre considerazioni, che ora non ci interessano, la forma definitiva del principio di indeterminazione risulta essere:

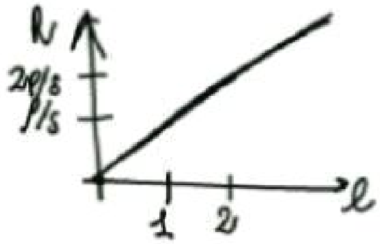
$$\Delta x \cdot \Delta q \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \Delta x \cdot \Delta(mv) \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \Delta x \cdot m \cdot \Delta v \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \Delta x \cdot \Delta v \geq \frac{h}{2\pi m}$$

essendo h la costante di Planck ed m la massa dell'elettrone.

Applichiamo infine il principio di indeterminazione ad un elettrone di massa $m = 9{,}1.10^{-31}$ Kg che si muove con una velocità $v \sim 2.000.000$ m/s ($= 2.10^6$ m/s). Supponiamo che l'indeterminazione nella velocità sia anche qui il 10% di v, cioè $Dv = 0{,}2.10^6$ m/s. Per l'indeterminazione nella posizione (Dx) si trova:

$$\Delta x \cdot \Delta v \geq \frac{h}{2\pi m} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{h}{2\pi m \Delta v} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{6{,}28 \cdot \underbrace{9{,}1 \cdot 10^{-31}}_{m_e} \cdot \underbrace{0{,}2 \cdot 10^{6}}_{\Delta v}} m \Rightarrow \Delta x \geq 5 \cdot 10^{-10} m$$

In questo caso, come si può ben vedere, l'indeterminazione nella posizione è dell'ordine di grandezza delle dimensioni atomiche e non può quindi in nessun modo venire trascurata trattando questioni atomiche. E' cioè impossibile dire dove si trova un elettrone all'interno di un atomo. Non si può quindi descrivere l'orbita di un elettrone all'interno di un atomo poiché la fascia di indeterminazione si rivela, in questo caso, larga quanto la distanza dell'orbita dal nucleo. Troviamo così che la meccanica quantistica non ci fornisce alcuna informazione sulla traiettoria seguita da un elettrone intorno al nucleo. Non potremo più parlare di orbite percorse dagli elettroni, che presuppongono sia valori finiti e ben determinati della distanza dal nucleo sia la conoscenza della posizione e della velocità dell'elettrone. In luogo di queste orbite dovremo considerare un certo volume (il cosiddetto orbitale atomico) entro cui e possibile o probabile che l'elettrone si trovi.



$y = mx + q$

$m = \frac{\rho}{S}$

Domande 32

Si consideri il caso in cui si misura la resistenza elettrica R di un filo di sezione costante, variando la lunghezza l del filo stesso. Si ricavi con il metodo dei minimi quadrati la retta interpolante le coppie di valori misurati (R_i, l_i) ossia il 'fit lineare' di $R(l)$. Cosa rappresenta il coefficiente lineare della retta? Si tenga conto della relazione $R = \rho\, l / S$, essendo ρ la resistività del filo, l ed S rispettivamente la sua lunghezza e la sua sezione.

a) La resistività del filo
b) Il rapporto ρ / S → secondo me
c) Dipende dalle unità di misura adottate forse
d) Il prodotto $\rho\, l$

✓?

Domande 33
Incertezze

Domande34
Incertezze

Domande 35
Incertezze

Domande36

In un dato punto si osservano passare 10 creste d'onda ogni 20 secondi. Se la distanza tra due creste d'onda e' 0.7 m, calcolare la velocita' dell'onda.

1. 0,35 m/s X
2. 0,5 m/s

! ✓

$$\left.\begin{array}{l}\nu = \frac{10\ \text{creste}}{20\ \text{sec}} \\ \lambda = 0.7\,m\end{array}\right\} \lambda = \frac{v}{\nu} \Rightarrow v = \lambda\nu \Rightarrow v = 0.35\ \frac{m}{s}$$

POTERE RISOLUTIVO DI UN RETICOLO DI DIFFRAZIONE

Il potere risolutivo di un reticolo di diffrazione viene definito facendo riferimento alla capacità del dispositivo di risolvere due lunghezze d'onda quasi uguali λ_1 e λ_2. Pertanto si definisce *potere risolutivo R* del reticolo: [3] $R = \frac{\lambda}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$ dove $\lambda \approx \lambda_1 \approx \lambda_2$ e $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$.

Quindi, un reticolo con alto potere risolutivo può distinguere piccole differenze di lunghezza d'onda $\Delta\lambda$. Tuttavia, per capire a quali condizioni si può ottenere un'alta risoluzione, bisogna considerare che se la radiazione incidente illumina N fenditure del reticolo, il potere risolutivo nell'm-simo ordine di diffrazione è pari a: [4] $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = Nm$.

Da quest'ultima equazione si desume che il potere risolutivo R cresce all'aumentare del numero d'ordine ma anche illuminando un gran numero di fenditure (ciò è possibile, ad esempio, facendo uso di reticoli che hanno un piccolo passo reticolare d).

Infine, si noti che per $m=0$ risulta $R=0$: ciò implica che tutte le lunghezze d'onda sono indistinguibili per il massimo di ordine zero. Conclusione a cui si è già arrivati discutendo l'equazione [1].

La velocità della luce è legata alle proprietà elettromagnetiche del mezzo in cui si propaga: precisamente alla permittività elettrica ε e permeabilità magnetica μ:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$$

solitamente ci si riferisce al vuoto: $c = c_0 c_r$, $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$ e $\mu = \mu_0 \mu_r$, in cui la relazione diventa in particolare:

$$c_0 = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}$$

dove c_0 è la velocità della luce nel vuoto, ε_0 è la permittività elettrica del vuoto e μ_0 la permeabilità magnetica del vuoto.

La lunghezza d'onda λ è definita come:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

dove v, al numeratore, è la velocità di propagazione e f, al denominatore, la frequenza dell'onda.

La lunghezza d'onda è correlata al numero d'onda $\tilde{\nu}$ dalla relazione:

$$\lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}}$$

Quando le onde, solitamente quelle elettromagnetiche, passano attraverso un materiale, la loro lunghezza d'onda viene ridotta da un fattore pari all'indice di rifrazione n del materiale, mentre la frequenza non cambia. Detta λ_0 la lunghezza d'onda nel vuoto, la lunghezza d'onda λ' in un materiale con indice di rifrazione n è data da:

$$\lambda' = \frac{\lambda_0}{n}$$

Le lunghezze d'onda della radiazione elettromagnetica sono normalmente riferite al vuoto, anche se questo non è sempre dichiarato esplicitamente. La velocità delle onde elettromagnetiche è la velocità della luce, circa 3×10^8 m/s. Quindi, per fare un esempio, la lunghezza d'onda di un segnale a 100 MHz (un'onda radio), è circa 3×10^8 m/s diviso 100×10^6 Hz = 3 metri.

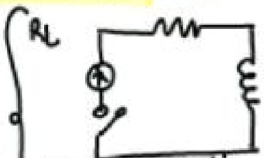
3. Che ammette potenziale
4. Non so

Collegando più condensatori in serie la capacità risultante è pari

1. Alla somma degli inversi delle capacità dei singoli condensatori
2. Alla somma delle capacità dei singoli condensatori ← NO!
3. All'inverso della somma degli inversi delle capacità dei singoli condensatori X
4. All'inverso della somma delle capacità dei singoli condensatori
5. Non so

? Con riferimento al circuito della domanda precedente, l' energia termica dissipata come conseguenza della presenza di resistenza elettrica nel solenoide, per tempi tendenti ad infinito

1. è nulla
2. dipende dal valore della resistenza
3. è inferiore all'energia iniziale del condensatore carico (la differenza essendo rappresentata da energia irradiata sotto forma di onde) X
4. non ci sono elementi per rispondere
5. Non so



$$\mathcal{E} = V = L\frac{di}{dt} + Ri$$?

! **Considerata una carica elettrica puntiforme e una superficie chiusa che la contiene, il flusso del campo attraverso la superficie è massimo quando**

1. La superficie è sferica e la carica è al centro
2. La superficie è cubica con gli spigoli allineati con gli assi di riferimento e la carica è al centro del cubo
3. Il flusso è sempre lo stesso qualunque sia la forma della superficie X
4. Non so

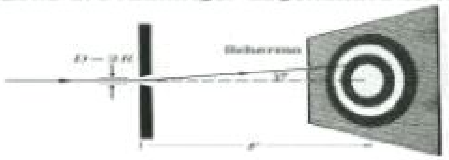
? **Considerati due circuiti accoppiati costituiti ciascuno da molte spire, il coefficiente di mutua induzione risulta**

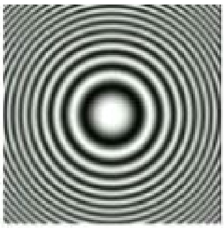
1. proporzionale al prodotto tra i numeri di spire in ciascun circuito X
2. proporzionale al rapporto tra i numeri di spire in ciascun circuito X
3. proporzionale alla somma dei numeri di spire in ciascun circuito
4. proporzionale alla differenza tra i numeri di spire in ciascun circuito

CIRCUITI ACCOPPIATI

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{M}{L_1} = \frac{\sqrt{L_1 L_2}}{L_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \frac{N_2}{N_1} \mapsto M = \frac{N_2}{N_1} L_1$$

Diffrazione di Fraunhofer da fenditura circolare





La trattazione matematica della diffrazione di Fraunhofer da fenditura circolare presenta difficoltà di calcolo eccessive.

Si ricordi solo che la figura di diffrazione è costituita da anelli concentrici di luce e buio e che la posizione angolare del primo punto ad intensità nulla vale:

$$\sin\theta = 1.22\,\frac{\lambda}{D}$$

ottica

Considerato un foro circolare attraverso il quale passa un'onda inizialmente piana, le zone di Fresnel individuabili nel foro

1. Sono tanto più numerose quanto più il punto dell'asse considerato è lontano dal centro del foro X
2. Sono tanto più numerose quanto più il punto dell'asse considerato è vicino al centro del foro
3. Sono in un numero che dipende soltanto dalla lunghezza d'onda e dal diametro del foro
4. Non so

Consideriamo un conduttore carico di forma qualsiasi. La densità superficiale di carica su di esso

1. È la stessa in tutti i punti della superficie
2. È maggiore dove la superficie ha una maggior curvatura (spigoli, punte...) X
3. È maggiore là dove la superficie è più piatta (minor curvatura)
4. È diversa da un punto all'altro della superficie a seconda del valore locale del potenziale
5. Non so

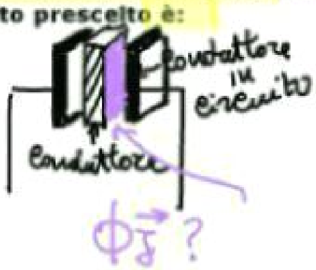
Pressione elettrostatica: $p = \sigma \langle E \rangle = \frac{1}{2}\frac{\sigma^2}{\varepsilon_0}$

POTERE delle PUNTE $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{Q_1 R_2^2}{R_1^2 Q_2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2}$

?

Consideriamo un conduttore inserito in un circuito elettrico in regime non stazionario. Isoliamo al suo interno un piccolo volume di materiale conduttore. Il flusso del vettore densità di corrente attraverso la superficie chiusa che delimita il volumetto prescelto è:

1. diverso da zero X
2. zero
3. sempre positivo
4. sempre negativo
5. Non so



Domande39

!

Date due antenne circolari uguali, il segnale emesso da una e ricevuto dall'altra è minimo quando, a parità di distanza fra le antenne

1. le antenne stesse sono poste con il centro dell'una sull'asse dell'altra e una di piatto e l'altra di taglio X
2. le antenne stesse sono poste in modo da risultare coassiali
3. le antenne giacciono nello stesso piano
4. Non so

→ (A)

forse : ?

Come es. successivo se sono $\perp \Rightarrow M=0$

Dati due circuiti nel vuoto come in figura in quale delle due configurazioni è minimo il coefficiente di mutua induzione?

Formula di Neumann

$$M=\frac{\mu_0}{4\pi}\oint_{e_1}\oint_{e_2}\frac{d\vec{\theta_1}\cdot d\vec{\theta_2}}{|\vec{r_2}-\vec{r_1}|}$$

→ $|\vec{r_2}-\vec{r_1}|$ distanza media tra i circuiti

→ $d\vec{a_1}\cdot d\vec{a_2}$ peso della distanza $\Rightarrow M=0$ se $e_1 \perp e_2$

1. In quella di destra
2. In quella di sinistra X
3. Non si può dire se non viene fornita la corrente in ciascun circuito
4. Non so

!

Dato un dipolo di momento p, stabilire in quale dei seguenti casi il dipolo e' soggetto ad una forza.

1. a distanza d da una carica puntiforme positiva X $\rightarrow F=p\left|\frac{dE}{dx}\right|=\frac{2pq_0}{4\pi\varepsilon_0 x^3}$
2. a distanza d da un piano infinitamente esteso carico positivamente con distribuzione uniforme
3. all'interno di un guscio metallico sferico carico negativamente
4. tra le armature di un condensatore piano a cui e' applicato un potenziale di 250V.
5. Non so

→ (B)

Dim: $\underbrace{U(x)}_{\text{Energia Potenziale del dipolo}}=\underbrace{-p\cdot E}_{\text{se concordi } \cos\theta=1}=-p\frac{q_0}{4\pi\varepsilon_0 x^2}\Rightarrow F=-\frac{dU}{dx}=\frac{-2pq_0}{4\pi\varepsilon_0 x^3}$

ATTRATTIVA se $\vec{p}$ e concorde con E

Dato un punto a distanza d dal centro di un dipolo, l'intensita' del campo elettrico:

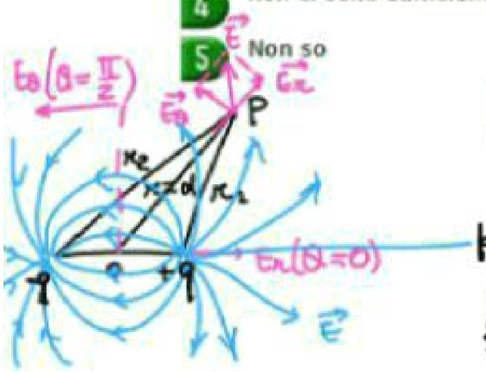
1. e' massima se il punto P giace sull'asse del dipolo
2. e' massima se il punto P giace nel piano mediano del dipolo
3. e' costante qualunque sia la posizione di P X
4. non ci sono sufficienti dati per rispondere
5. Non so

$V_P=\frac{p\cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

$E=-\frac{\partial V}{\partial x}\Rightarrow\begin{cases}E_s=-\frac{\partial V}{\partial s}\\ E_r=-\frac{\partial V}{\partial r}=\frac{2p\cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\\ E_\theta=-\frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial\theta}=\frac{p\sin\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\end{cases}\Rightarrow$

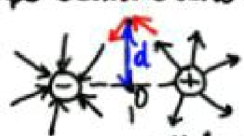
$\Rightarrow\begin{cases}E_r(\theta=0)=\frac{p}{2\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r^3}\ ;\ E_\theta(\theta=0)=0\\ E_r(\theta=\frac{\pi}{2})=0\ ;\ E_\theta(\theta=\frac{\pi}{2})=\frac{p}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\end{cases}$

$E=\sqrt{E_r+E_\theta}=cost$



Idealmente le linee del campo elettrico sono rettilinee

$\Rightarrow$



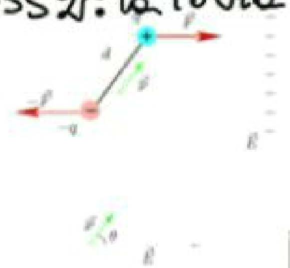
Allora a una distanza d i campi si sommano e la somma sarà costante!

→ B

OSS 1: Un dipolo magnetico immerso in un campo magnetico esterno è soggetto ad una forza che tende a orientarlo nella direzione del campo

$\vec{F} = \vec{\nabla}(\vec{\mu} \cdot \vec{B})$

OSS 2: la Forza su un dipolo elettrico (Pag 47 ÷ 49 Mazzoldi Piccolo)



$\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$

Esempio 2.11: INTERAZIONE CARICA ELETTRICA - DIPOLO ELETTRICO

oppure su Mazzoldi grande:

Forze agenti su un dipolo elettrico immerso in un campo elettrico esterno

Esempio 2.15

Un dipolo di momento **p** è immerso nel campo generato da una carica puntiforme positiva q_0. Si consideri il dipolo posizionato nel punto P dell'asse y con il momento parallelo a **E** oppure ortogonale a **E**.

Soluzione

Il problema è un problema piano: se il dipolo ha il momento **p** nel piano y, z le forze stanno in tale piano. Per applicare le (2.71) ricorriamo alle (1.15) che nel nostro caso ($x = 0$) si scrivono

$$E_x = 0 \quad , \quad E_y = \frac{q_0}{4\pi\varepsilon_0}\frac{y}{(y^2+z^2)^{3/2}} \quad , \quad \boxed{E_z = \frac{q_0}{4\pi\varepsilon_0}\frac{z}{(y^2+z^2)^{3/2}}} \ .$$

Le derivate sono

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} = 0 \quad , \quad \frac{\partial E_y}{\partial y} = \frac{q_0(-2y^2+z^2)}{4\pi\varepsilon_0 r^5} \quad , \quad \frac{\partial E_y}{\partial z} = \frac{-3 q_0 y z}{4\pi\varepsilon_0 r^5} \ ,$$

$$\frac{\partial E_z}{\partial x} = 0 \quad , \quad \frac{\partial E_z}{\partial y} = \frac{-3 q_0 y z}{4\pi\varepsilon_0 r^5} = \frac{\partial E_y}{\partial z} \quad , \quad \frac{\partial E_z}{\partial z} = \frac{q_0(y^2-2z^2)}{4\pi\varepsilon_0 r^5} \ .$$

Se il dipolo nel punto P ($y = r$, $z = 0$) ha il momento parallelo e concorde al campo, cioè se $p_x = 0$, $p_y = p$, $p_z = 0$, si trova

$F = p\frac{\partial E}{\partial x}$

$$F_x = 0 \quad , \quad F_y = \frac{-2 p q_0 y^2}{4\pi\varepsilon_0 r^5} \quad , \quad F_z = 0 \quad \Rightarrow \boxed{\mathbf{F}_1 = \frac{-2 p q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\mathbf{u}_y}$$

la forza è attrattiva, il dipolo si sposta verso l'origine. Se invece il dipolo è discorde al campo, $p_y = -p$ e la forza, eguale in modulo, è ora repulsiva.

Quando il dipolo è ortogonale a **E** e concorde all'asse z, $p_x = 0$, $p_y = 0$, $p_z = p$ e si trova

$$F_x = 0 \quad , \quad F_y = 0 \quad , \quad F_z = \frac{p q_0 y^2}{4\pi\varepsilon_0 r^5} \quad \Rightarrow \boxed{\mathbf{F}_2 = \frac{p q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\mathbf{u}_z} \ ;$$

la forza è parallela e concorde all'asse z, cioè a **p**. Se si rovescia **p** si rovescia anche la forza, che resta concorde a **p**.

Si può scrivere nei due casi

$$\mathbf{F}_1 = \frac{-2 q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\mathbf{p} \quad , \quad \mathbf{F}_2 = \frac{q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\mathbf{p} \ .$$

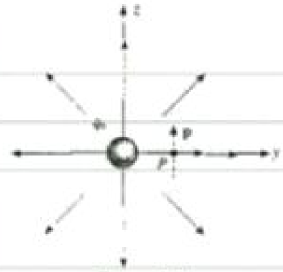


Figura 2.55

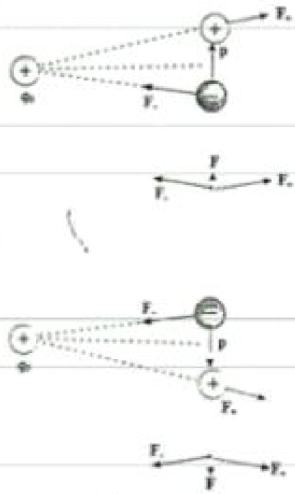


Figura 2.56

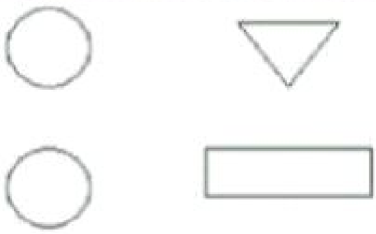
$$\Rightarrow F = p\left|\frac{dE}{dr}\right| = \frac{2 p q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$$

Dopo aver trovato i risultati con le formule generali (2.71) osserviamo che i versi delle forze si possono dedurre facilmente a priori: se il dipolo è concorde al campo la carica negativa è più vicina a q_0 di quella positiva e il risultato è attrattivo, viceversa nel caso opposto. Nella seconda posizione si vede dalla figura 2.56 che la forza è ortogonale al campo e concorde a **p**.

→

Domande40

Due coppie di elettrodi come in figura sono collegate alla stessa differenza di potenziale. In quale delle due coppie scoccherà prima la scintilla aumentando progressivamente la tensione?



Si nota che il valore del campo elettrostatico è maggiore dove σ è maggiore, ed è possibile dimostrare che la densità superficiale di carica è maggiore dove il raggio di curvatura della superficie è minore. In altre parole il campo elettrostatico è più intenso nelle zone di una superficie a forma di punta, per via del cosiddetto fenomeno del potere disperdente delle punte. Da questo effetto hanno origine molti fenomeni come la formazione di scintille tra elettrodi di forma appuntita. Il discorso fatto finora non vale soltanto per singoli conduttori, ma anche per sistemi di più corpi conduttori posti a contatto, ad esempio, tramite un filo conduttore.

1. Nella coppia di sinistra
2. Nella coppia di destra X
3. Se la tensione rimane la stessa e la minima distanza è la stessa la scintilla scoccherà simultaneamente in entrambe le coppie
4. Non so

Due dielettrici hanno rispettivamente costante dielettrica relativa pari a 1,2 e a 1,8. Il rapporto tra i valori dello spostamento elettrico sui due lati della superficie di separazione dei due materiali è:

$E_1 = E_2$

1. 1
2. 1,5
3. 0,67 x
4. non si può dire se non si conosce l'intensità del campo elettrico
5. Non so

$\varepsilon_{r_1} = 1,2$; $\boxed{D_1 = \varepsilon_0 \varepsilon_{r_1} E_1}$

$\varepsilon_{r_2} = 1,8$; $D_2 = \varepsilon_0 \varepsilon_{r_2} E_2$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{D_1}{D_2}} = \frac{\cancel{\varepsilon_0}\boxed{\varepsilon_{r_1}}\cancel{E}}{\cancel{\varepsilon_0}\boxed{\varepsilon_{r_2}}\cancel{E}} = \frac{1,2}{1,8} = 0,\overline{66}$$

Due dielettrici hanno rispettivamente costante dielettrica relativa pari a 1,4 e a 1,6. Il campo elettrico all'interno del primo, in corrispondenza della superficie di separazione dall'altro, vale E_1 = 8 V/m. Qual è il valore del campo elettrico nel secondo materiale sempre in corrispondenza della superficie di separazione tra i due?

1. 8 V/m
2. 7 V/m X
3. 9,1 V/m
4. 24 V/m
5. Non so

$D_1 = D_2$

$\cancel{\varepsilon_0} \varepsilon_{r_1} E_1 = \cancel{\varepsilon_0} \varepsilon_{r_2} E_2$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{\varepsilon_{r_1} E_1}{\varepsilon_{r_2}} = \frac{1,4 \cdot 8}{1,6} = 7 \ \frac{V}{m}$$