Politecnico di Milano – Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione
FISICA SPERIMENTALE II – Prof. P. Taroni
Ingegneria Fisica – A.A. 2019-2020

# Appello – 21 Gennaio 2020

**1)**
a) Si consideri una sfera di raggio $a$ in cui è distribuita uniformemente una carica $Q$ e se ne determinino il campo elettrico **E** (*modulo, direzione e verso*) e il potenziale $V$ in ogni punto dello spazio.
Successivamente, una particella puntiforme di carica $q$ e massa $m$ viene lanciata da distanza infinita verso il centro della sfera.
b) Si determini il valore $v_1$ della velocità iniziale perché la particella attraversi completamente la sfera.
c) Si dica, *giustificando la risposta*, cosa avviene se la particella ha velocità iniziale $v_2 > v_1$.

**2)**
a) Si descrivano le principali differenze tra le caratteristiche del campo elettrostatico e di quello magnetostatico nel vuoto.
b) Si mostri come queste differenze siano evidenti nelle equazioni che regolano il comportamento dei due campi.
c) Si discuta cosa cambia in condizioni non stazionarie.

**3)**
a) Si dia la definizione di onda.
b) Si ricavi l'equazione delle onde elettromagnetiche a partire dalle equazioni di Maxwell.
c) Si enuncino le proprietà delle onde piane.

**4)** La radiazione corrispondente al doppietto del sodio ($\lambda_1$ = 589.0 nm e $\lambda_2$ = 589.6 nm) incide su un reticolo di diffrazione e la distribuzione di luce prodotta da questo viene osservata su uno schermo a distanza $L$ = 1 m. Si desidera che il doppietto del sodio venga risolto al primo ordine e che le righe corrispondenti a $\lambda_1$ e $\lambda_2$ siano separate di $\Delta x$ = 100 μm. Si calcoli:
a) il numero $N$ di fenditure che il reticolo deve avere;
b) la dispersione $D$ del reticolo in questa condizione.

---

***Nota**:*
*Si invitano gli studenti a:*
*- Scrivere in stampatello NOME, COGNOME e numero di MATRICOLA e a FIRMARE ogni foglio;*
*- MOTIVARE e COMMENTARE adeguatamente ogni risultato.*

21/01/20

(1) gauss + simmetria sferica:

$$\iint_S \vec{E}\cdot\vec{n}\,dS = \frac{Q_{INT}}{\varepsilon_0} \rightarrow 4\pi r^2 E(r) = \frac{Q_{INT}}{\varepsilon_0}$$

• $\vec{E}$ = $\underline{r>a}$: $Q_{INT} = Q \rightarrow E(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \rightarrow \vec{E} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{u}_r \quad (E(r) = \vec{E}\cdot\vec{u}_r)$

carica x unità di volume

$\underline{r<a}$: $\frac{Q}{\frac{4}{3}\pi a^3} \rightarrow \rho = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi a^3} : d\,V = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi a^3}\frac{4}{3}\pi r^3$

$$\iint_S \vec{E}\cdot\vec{n}\,dS = \rho/\varepsilon_0 \rightarrow 4\pi r^2 E(r) = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi a^3\varepsilon_0}\cdot\frac{4}{3}\pi r^3 \rightarrow E(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a^3}\cdot r$$

• $V$ = $\underline{r>a}$: $V(r) - V(\infty) = \int_{V(\infty)}^{V(r)} dV = -\int_\infty^r E(r)\,dr \rightarrow V(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

$\underline{r<a}$: $V(r) = V(r) - V(a) + V(a) - V(\infty) = -\int_a^r \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a^3} r\,dr + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a} =$

$$= -\frac{Q}{8\pi\varepsilon_0 a^3}(r^2 - a^2) + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a} \rightarrow V(r) = \frac{Q}{8\pi\varepsilon_0 a}\left(3 - \frac{r^2}{a^2}\right)$$

• $\underline{Q\cdot q>0}$: $E_P^0 = E_K^\infty \qquad E_P^0 = \frac{3Q}{8\pi\varepsilon_0 a} \qquad E_K^\infty = \frac{1}{2}mv_1^2$

$$\frac{3Q}{\cancel{8}_4\pi\varepsilon_0 a} = \frac{1}{\cancel{2}}mv_1^2 \rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{3Q}{m4\pi\varepsilon_0 a}}$$

$\underline{Q\cdot q<0}$: $E_C^0 + E_P^0 = E_P^\infty$

$E_C^\infty = E_C^0 + E_P^0$

$E_C^\infty \geq E_P^\infty$

($E_P^0 < 0$ ; vale sempre per $v_1 > 0$)

(4) • $\frac{\cancel{2}\pi}{\lambda_1}\frac{d\sin\theta}{\cancel{2}} = \left(1 + \frac{1}{N}\right)\pi \rightarrow \sin\theta = \frac{N+1}{N}\frac{\lambda_1}{d}$

$$\frac{2\pi}{\lambda_2}\frac{d\sin\theta}{2} = \pi \rightarrow \sin\theta = \frac{\lambda_2}{d}$$

$$\frac{N+1}{N}\frac{\lambda_1}{\cancel{d}} = \frac{\lambda_2}{\cancel{d}} \quad (N \neq 0) \rightarrow N\lambda_1 + \lambda_1 = N\lambda_2$$

$$N = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} = 983$$

• $D = \frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{1}{d\cos\theta} = \frac{1}{\sqrt{d^2 - \lambda^2}} = 1{,}65\cdot 10^{-11}\ \mu m^{-1}$

$\frac{\cancel{\pi}}{\lambda_1} d\sin\theta_1 = \cancel{\pi} \qquad \frac{\cancel{\pi}}{\lambda_2} d\sin\theta_2 = \cancel{\pi}$

$\frac{x_1}{L} = \operatorname{tg}\theta_1 \qquad \frac{x_2}{L} = \operatorname{tg}\theta_2 \rightarrow x_2 - x_1 = \Delta x = L(\operatorname{tg}\theta_2 - \operatorname{tg}\theta_1)$

$\sin\theta \simeq \operatorname{tg}\theta \rightarrow \Delta x = L(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)$

$\Delta x = L\left(\frac{\lambda_1}{d} - \frac{\lambda_2}{d}\right) \rightarrow d = 6\ \mu m$