

**Elettromagnetismo, ottica ondulatoria ed elementi di fisica moderna**

*Si risolvano i seguenti quesiti, motivando sempre in maniera esauriente la risposta e specificando, ove necessario, le unità di misura delle quantità coinvolte*

1. Si enunci il teorema di Gauss per il campo elettrico (nel vuoto). Lo si applichi quindi per determinare il campo elettrico prodotto in ogni punto dello spazio da una lastra piana indefinita su cui è depositata la densità di carica  $\sigma = 1 \mu C/m^2$ . Si calcoli infine la velocità con cui un elettrone, inizialmente fermo a distanza  $d=10$  cm dalla lastra, impatta sulla lastra stessa.
2. Una sbarra conduttrice, di massa  $m = 100$  g e resistenza  $R = 500 \Omega$ , può scivolare (senza attrito) su due binari orizzontali di resistenza trascurabile. La distanza tra i binari paralleli è  $l = 40$  cm e il sistema è immerso in un campo magnetico uniforme  $B = 0.8$  T, perpendicolare ai binari ed alla sbarra (entrante nel foglio, vedi Figura 1). All'istante  $t = 0$  la sbarra è ferma e tra i binari viene posto un generatore ( $V_A - V_B > 0$ ). Se il generatore fornisce una corrente costante  $i_0 = 0.2$  A calcolare:
  - a) In che direzione si muove la sbarra
  - b) Il modulo della forza agente sulla sbarra
  - c) Il modulo dell'accelerazione agente sulla sbarra
  - d) La velocità della sbarra al tempo  $t_1 = 15$  s
  - e) Il lavoro fatto dal generatore fino al tempo  $t_1$

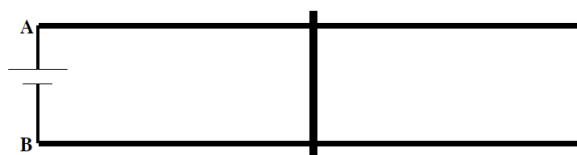


Figura 1: Schema del circuito relativo all'esercizio 3

3. Con riferimento alla figura 2, si spieghi brevemente il principio di funzionamento della diffrazione alla Bragg, menzionando anche una applicazione di questa tecnica. Si supponga quindi che, in un esperimento di Bragg con raggi X, si osservi un massimo d'ordine  $m = 2$  quando i piani di diffrazione distano  $d = 1 \text{ \AA}$  e la misura è fatta ad un angolo  $\theta = 30^\circ$ . Si vuole osservare la medesima figura di diffrazione se, al posto dei raggi X, si usa invece un fascio di elettroni. Dopo avere scritto le due relazioni di De Broglie, le si usi per determinare quale energia deve avere il fascio di elettroni.
4. Si spieghi che cosa si intende per corpo nero all'equilibrio termodinamico alla temperatura  $T$  e in che modo si può realizzare sperimentalmente un oggetto che approssimi un corpo nero. Si consideri quindi la formula di Planck per lo spettro di emissione  $u(\lambda)$  di

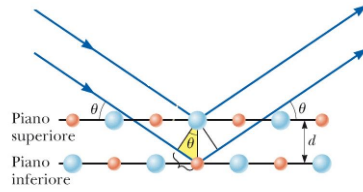


Figura 2: Schema della diffrazione alla Bragg

un corpo nero in funzione della lunghezza d'onda  $\lambda$

$$u(\lambda) = \frac{2\pi c^2 h}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) - 1} \quad (1)$$

dove  $h$  è la costante di Planck,  $k_B$  la costante di Boltzmann e  $c$  la velocità della luce nel vuoto. Dopo avere ricordato qual è il principale insuccesso teorico della fisica classica nel tentativo di descrivere questo spettro, si enunci la legge sperimentale di Stefan e si mostri che la si può ottenere a partire dalla formula di Planck<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Si ricorda che  $\int_0^{+\infty} \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$