

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. Un circuito è costituito da un resistore di resistenza $R = 1 \text{ k}\Omega$ e da un condensatore di capacità $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$. Al tempo $t = 0 \text{ s}$ si collega una batteria in grado di fornire una forza elettromotrice $\mathcal{E} = 10 \text{ V}$ al circuito. Si scriva l'equazione differenziale che descrive il circuito e la si risolva per trovare la corrente $i(t)$ che scorre nel circuito in funzione del tempo e la carica $q(t)$ che si accumula sulle armature del condensatore in funzione del tempo. Si determini quindi:
 - a) Il tempo necessario perchè la carica raggiunga il 70% del suo valore massimo.
 - b) L'energia immagazzinata nel condensatore quando è completamente carico.
2. Due fili indefiniti percorsi dalla corrente I e paralleli si trovano ad una distanza relativa d . Determinare:
 - a) Il modulo del campo magnetico prodotto da ciascuno dei due fili nella posizione dell'altro filo.
 - b) Il modulo della forza agente su ciascun filo, dovuta all'altro filo.
 - c) La natura della forza (attrattiva/repulsiva) se i due fili sono percorsi da corrente nello stesso verso o in verso opposto.

Si spieghi poi in che modo il sistema può essere usato per fornire una definizione operativa dell'unità di misura Ampere per la corrente.
3. Una bolla di sapone, spessore 250 nm , è illuminata con luce bianca che la investe quasi perpendicolarmente. Il suo indice di rifrazione è 1.36 . Considerando tale bolla come applicazione del fenomeno di interferenza da lamina sottile:
 - a) Descrivere quantitativamente il fenomeno dell'interferenza da lamina sottile
 - b) Quando si ha interferenza costruttiva? E quando distruttiva?
 - c) Con riferimento alla bolla di sapone, quale colore non è visibile (è più soppresso) nella luce riflessa?
 - d) Quale colore, invece, risulta essere più forte nella luce riflessa?
 - e) Di quale colore apparirà, quindi, la bolla di sapone?

Per rispondere ai punti c) e d) si faccia riferimento alla Figura 1 che riporta lo spettro elettromagnetico del visibile.

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

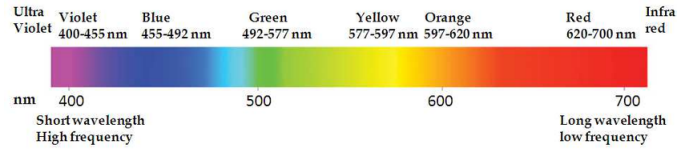


Figura 1: Spettro elettromagnetico della luce visibile.

corpo nero. Si consideri quindi la formula di Planck per lo spettro di emissione $u(\lambda)$ di un corpo nero in funzione della lunghezza d'onda λ

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

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 si può ottenere a partire dalla formula di Planck¹.

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