

**ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE**

**SECONDA PROVA SCRITTA - ESEMPIO**

**Indirizzi:** LI02 – SCIENTIFICO

LI15 – SCIENTIFICO – SEZIONE AD INDIRIZZO SPORTIVO

**Tema di:** FISICA

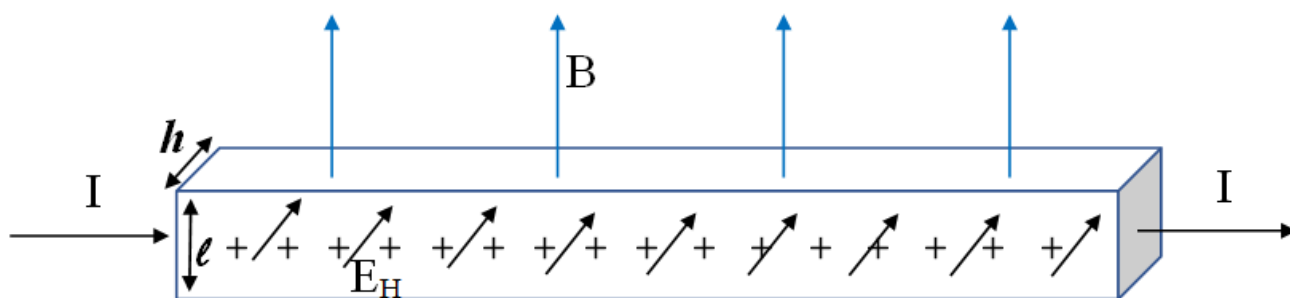
*Il candidato risolve uno dei due problemi e risponde a 4 quesiti del questionario.*

**PROBLEMA 1**

Nel laboratorio di fisica l'insegnante ha illustrato l'andamento del campo magnetico generato da una bobina percorsa da corrente utilizzando della limatura di ferro per visualizzarne le linee di forza e uno strumento che ha chiamato "magnetometro ad effetto Hall" per misurarne la intensità in vari punti.

L'effetto Hall, che fu scoperto nel 1879 dal fisico statunitense Edwin Herbert Hall, consente di misurare l'intensità di un campo magnetico a partire dalla misura di una differenza di potenziale  $\Delta V_H$  detta appunto "di Hall". In rete, oltre a queste informazioni, hai trovato la seguente descrizione schematica di funzionamento dello strumento:

*"Una lastrina di rame, di sezione rettangolare  $S = l \cdot h$ , è percorsa da una corrente elettrica costante  $I$ . Se si immerge questa lastrina in un campo magnetico uniforme  $B$  diretto come in figura, la faccia anteriore della lastrina si carica positivamente e quella posteriore (non visibile) si carica negativamente. Tra le due facce quindi si genera una differenza di potenziale  $\Delta V_H$  (la differenza di potenziale di Hall) e tra di esse è presente un campo elettrico  $E_H$  (detto campo di Hall) diretto come indicato in figura."*



1. Spiega l'origine del campo elettrico  $E_H$  e della differenza di potenziale  $\Delta V_H$ .
2. L'effetto Hall può essere usato per individuare il segno della carica in moto nei conduttori metallici. Illustra qualitativamente come cambia il fenomeno a seconda del segno delle cariche in moto.
3. Dimostra l'esistenza di una relazione lineare  $\Delta V_H = kB$  tra la differenza di potenziale che si instaura tra le facce della lastrina e l'intensità del campo magnetico  $B$ , quando si è raggiunta la condizione di equilibrio tra le forze che agiscono sulle cariche in moto.

4. Perché il dispositivo possa essere usato come magnetometro, è necessario procedere alla sua taratura, cioè alla misurazione di  $\Delta V_H$  in presenza di valori noti del campo magnetico  $B$ . La seguente tabella mostra i dati sperimentali di una taratura effettuata in laboratorio:

$B$ [mT]	100	200	300	400	500
$\Delta V_H$ [ $10^{-7}$ V]	0,70	1,5	2,3	3,4	4,3

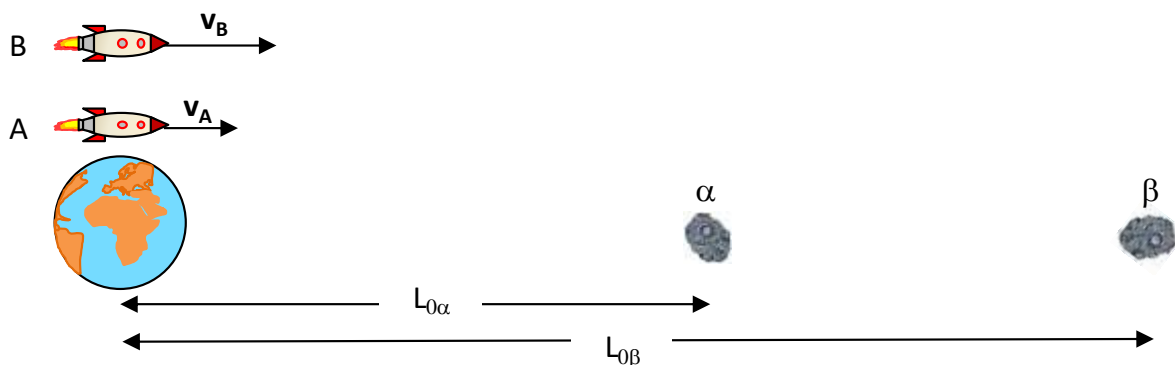
Mostra che tali dati sono compatibili con una relazione di proporzionalità diretta tra  $\Delta V_H$  e  $B$ , traccia il grafico di taratura e fornisci una stima del valore della costante di proporzionalità  $k$ . Come valuteresti l'incertezza della stima effettuata?

5. Dati  $h = 0,10$  cm e  $l = 2,0$  cm e adoperando  $9,1 \cdot 10^{-7}$  V/T come valore della costante  $k$ , ricava il valore della velocità degli elettroni di conduzione del rame (detta anche "velocità di deriva"). A partire da questo valore, e dalla conoscenza del valore della corrente  $I = 1,0$  A, come determineresti la densità di carica per unità di volume presente nella lastrina?

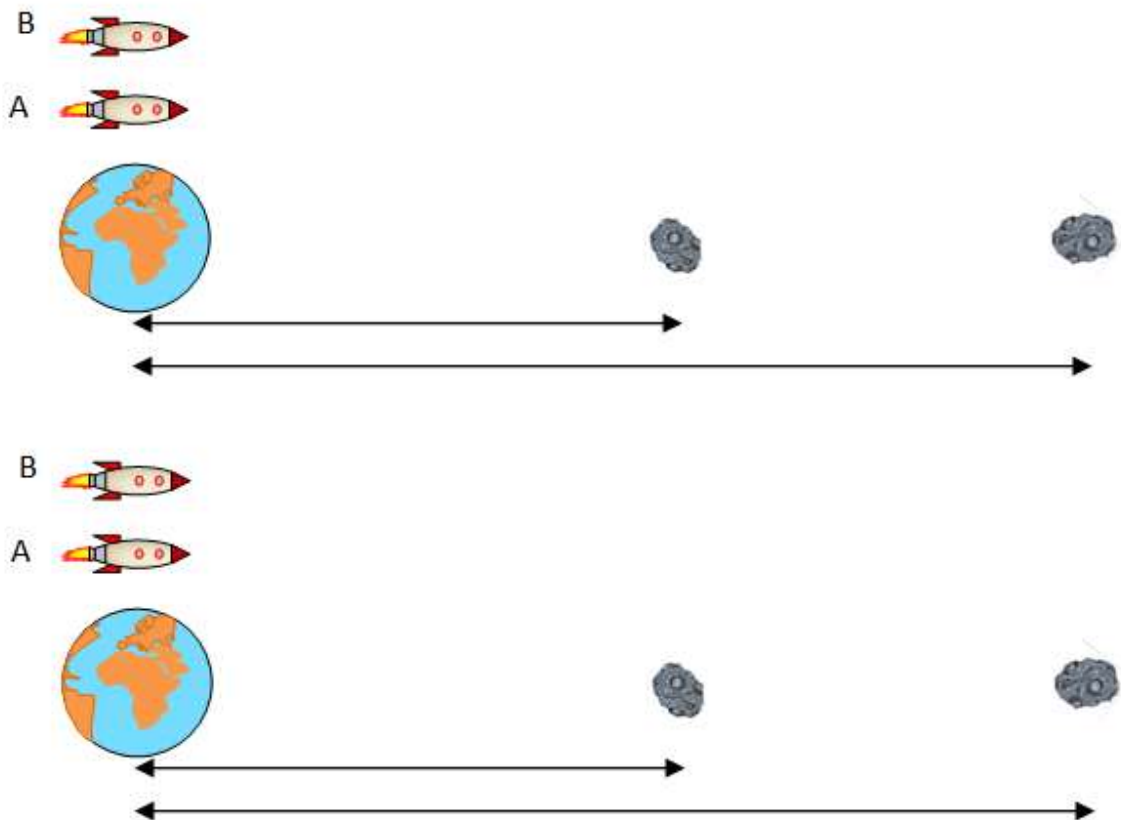
## PROBLEMA 2

Due asteroidi, denominati  $\alpha$  e  $\beta$ , sono stati individuati a distanze  $L_{0\alpha} = 4$  ore luce (pari a  $4,317 \cdot 10^{12}$  m) e  $L_{0\beta} = 7,5$  ore luce (pari a  $8,094 \cdot 10^{12}$  m) rispetto alla Terra. I due asteroidi sono allineati con la Terra e la loro velocità rispetto alla Terra è trascurabile. Due astronavi, A e B, partono nello stesso istante verso i due asteroidi per un volo di ricognizione. L'astronave A ha il compito di sorvolare l'asteroide  $\alpha$  mentre l'astronave B ha il compito di sorvolare l'asteroide  $\beta$ .

Le due astronavi viaggiano a velocità relativistiche con moto rettilineo uniforme. L'astronave B, che deve percorrere una distanza maggiore, utilizza dei propulsori più potenti e viaggia ad una velocità maggiore di quella dell'astronave A. Nel sistema di riferimento della Terra, all'istante iniziale  $t = 0$ , la situazione è quella rappresentata nella figura seguente:



Le due figure seguenti illustrano invece la situazione all'istante  $t = 0$  nei sistemi di riferimento dell'astronave A e dell'astronave B.



1. Completa le due figure disegnando su ciascun oggetto un vettore che rappresenti la sua velocità nel sistema di riferimento in esame e scrivendo in corrispondenza di ciascuna distanza la relazione che permette di calcolarla. Spiega cosa cambia nei due sistemi di riferimento A e B rispetto al riferimento della Terra.

Il comandante della missione decide di premiare l'astronauta che per primo raggiungerà l'asteroide che gli è stato assegnato. I due astronauti si accordano di inviare all'altro il tempo di arrivo sull'asteroide obiettivo della propria missione.

2. Quando l'astronave A raggiunge l'asteroide  $\alpha$  il suo orologio di bordo indica un tempo  $t'_\alpha = 9h\ 9\ min\ 54s$  (pari a  $3,299 \cdot 10^4s$ ) e quando l'astronave B raggiunge l'asteroide  $\beta$ , il suo orologio di bordo indica anch'esso il tempo  $t'_\beta = 9h\ 9\ min\ 54s$ . Determina la velocità dell'astronave A e quella dell'astronave B (in unità  $c$ ) rispetto alla terra. Determina anche la velocità relativa tra le due astronavi.

Quando l'astronauta A riceve l'informazione sul tempo di arrivo di B sull'asteroide  $\beta$ , ritiene di aver vinto e di avere quindi diritto al premio.

3. Dalle trasformazioni di Lorentz o dalle relazioni tra intervalli di tempo misurati in sistemi di riferimento diversi, deduci il tempo  $t'_\beta$  di arrivo di B sull'asteroide  $\beta$  come determinato da A e verifica che effettivamente egli giustamente ritiene di aver diritto alla promozione.

- Ma anche l'astronauta B ritiene di aver vinto, in base alla sua misura del tempo  $t'_\alpha$  impiegato da A. Utilizzando ancora una volta le trasformazioni di Lorentz o le relazioni tra intervalli di tempo misurati in sistemi di riferimento diversi, verifica la giustezza delle conclusioni tratte da B.

Il comandante della missione, consultato un testo di relatività, si scusa con i due astronauti e li premia entrambi: ha capito infatti che si è verificata una inversione temporale tra due eventi visti da osservatori diversi, da lui non prevista.

- Spiega se questa inversione temporale è possibile, in quali condizioni si può verificare e se, nel caso in esame, è questa la ragione del contenzioso tra i due astronauti.

## QUESTIONARIO

- In un solenoide cilindrico ideale nel vuoto, costituito da 400 spire e lungo 10,0 cm viene fatta passare una corrente alternata  $i(t) = 0,50 \text{sen}(63t) \text{ A}$ . Sull'asse del solenoide è posta una spira circolare, coassiale con il solenoide, in modo che si possa considerare che tutto il campo magnetico uscente dal solenoide attraversi la sezione della spira. La spira ha un raggio di 5,0 cm e una resistenza ohmica di  $0,20 \Omega$ . Determina il valore massimo della forza elettromotrice indotta nella spira e la corrente indotta che la percorre.
- Una lampadina ad incandescenza, alimentata con tensione alternata pari a 220 V, assorbe una potenza elettrica media pari a  $1,0 \cdot 10^2 \text{ W}$  ed emette luce grazie al surriscaldamento di un filamento di tungsteno, con

$$\frac{\text{Potenza media luminosa emessa}}{\text{Potenza media elettrica assorbita}} = 2\%$$

Ipotizzando per semplicità che la lampadina sia una sorgente puntiforme che emette uniformemente in tutte le direzioni, e che la presenza dell'aria abbia un effetto trascurabile, calcolare ad una distanza  $d = 2,0 \text{ m}$  dalla lampadina:

- l'intensità media della luce;
  - i valori efficaci del campo elettrico e del campo magnetico.
- In un tubo a raggi catodici gli elettroni prodotti dal catodo vengono accelerati da una differenza di potenziale di  $1,00 \cdot 10^5 \text{ V}$ . Sapendo che la distanza tra catodo e anodo è di  $20,0 \text{ cm}$ , determina la velocità degli elettroni (in metri al secondo) in prossimità dell'anodo tenendo conto degli effetti relativistici.
  - Tre cariche puntiformi di valore  $q$  sono poste ai vertici di un triangolo equilatero di lato 1 m; dopo aver determinato l'energia potenziale del sistema, stabilisci come essa varia se una delle cariche cambia segno e fornisci la tua interpretazione qualitativa del risultato, con riferimento al cambiamento determinatosi rispetto alla situazione iniziale.
  - Dimostra che a un elettrone non relativistico, accelerato da fermo mediante una differenza di potenziale  $\Delta V$  misurata in volt, si può associare un'onda di de Broglie la cui lunghezza d'onda  $\lambda$  può essere espressa dalla formula:

$$\lambda = \sqrt{\frac{1,504}{\Delta V}} \text{ nm}$$

6. Si osserva che illuminando un catodo di argento con luce ultravioletta di lunghezza d'onda 100 nm occorre applicare un potenziale ritardante di 7,7 V per arrestare completamente i fotoelettroni. Qual è il lavoro di estrazione dell'argento?
7. Un carro merci di 3000 Kg viene fermato da un respingente formato da sistema combinato di molle; la prima, che ha una costante elastica  $k_1 = 1500 \text{ N/m}$ , agisce non appena il carro merci viene in contatto con il respingente; la seconda, che ha una costante elastica  $k_2 = 3500 \text{ N/m}$ , inizia ad agire quando il respingente è compresso di 20 cm. Si osserva che il carro merci si ferma quando il respingente è compresso di 50 cm. Determina la velocità iniziale del carro merci.
8. Ti trovi di fronte a due altoparlanti uguali A1 e A2, distanti 2 metri uno dall'altro, che emettono un suono monocromatico; osservi che quando sei equidistante da entrambi gli altoparlanti l'intensità sonora che percepisci ha un minimo e che quando, partendo dalla posizione di uno dei due altoparlanti (ad esempio A1) ti muovi lungo la retta perpendicolare alla congiungente i due altoparlanti, l'intensità sonora che percepisci è massima quando sei a distanza di 2 metri da A1. Determina la lunghezza d'onda del suono emesso dagli altoparlanti.

---

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito l'uso di calcolatrici scientifiche e/o grafiche purché non siano dotate di capacità di calcolo simbolico (O.M. n. 350 Art. 18 comma 8).

È consentito l'uso del dizionario bilingue (italiano-lingua del paese di provenienza) per i candidati di madrelingua non italiana.