

Elettricità e correnti

Avendo esaurito gli esercizi delle gare italiane, ci rivolgiamo all'estero ed iniziamo con le gare per la selezione della squadra ELVETICA. I testi delle gare (una prima selezione analoga alla nostra gara di primo livello e una seconda selezione analoga alla nostra gara nazionale) sono formulati nelle tre lingue ufficiali della confederazione elvetica (francese, tedesco ed italiano).

Dalla selezione regionale del 2008

SwissPhO

Olimpiadi Svizzere di fisica

Selezione regionale 2008

Cominciamo con un esercizio di stima....

2

Un uomo di media corporatura ha una massa di 70 kg.
Quali delle seguenti grandezze fisiche sono stimate correttamente?

- 1 – Se cammina velocemente, la sua energia cinetica è circa 70 J.
- 2 – Se corre velocemente, la sua quantità di moto è circa 70 Ns.
- 3 – Se sta fermo appoggiando entrambi i piedi a terra, la pressione sul pavimento è circa 70 Pa.

- | | |
|-----------------|------------|
| a) Tutti e tre. | d) Solo 1. |
| b) Solo 1 e 2. | e) Solo 3. |
| c) Solo 2 e 3. | |

Passiamo alle grandezze dell'elettrostatica e all'analisi dimensionale

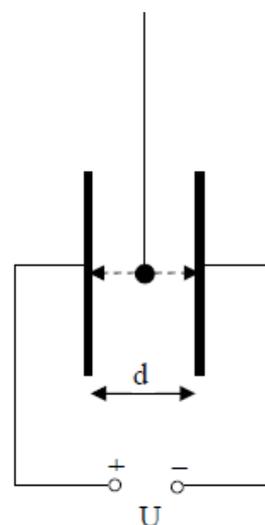
9

Una sferetta pende da un lungo filo non conduttore e oscilla a destra e sinistra fra due grandi piastre di metallo parallele e vicine, fra le quali esiste una tensione V (differenza di potenziale).

Qui di seguito si appaiono espressioni che contengono la tensione V , la carica istantanea q della sfera, la distanza d tra le piastre, la durata t della oscillazione della sfera fra le due piastre e la capacità C delle piastre.

Quali delle espressioni seguenti descrive la forza che agisce sulla sfera nel momento in cui il pendolo è verticale?

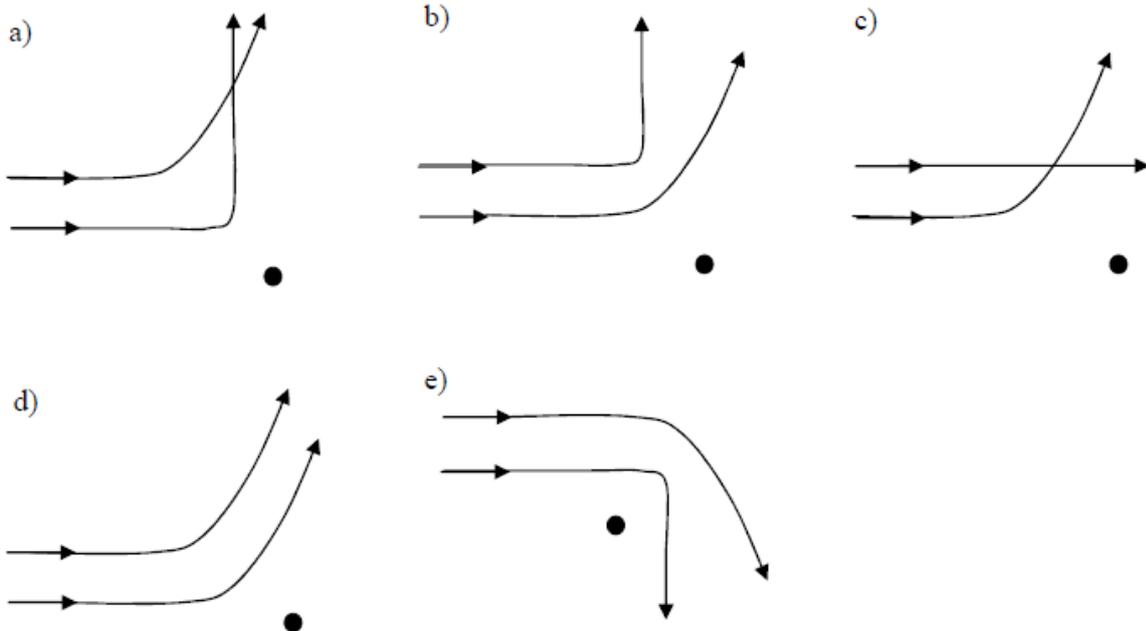
- a) $\frac{q}{t}$ b) $U \cdot q$ c) $\frac{U \cdot q}{d}$ d) $\frac{C \cdot U}{t}$ e) $\frac{C \cdot U}{d}$



Altro esercizio di stima, stavolta della traiettoria...

10

Due particelle di carica positiva aventi massa ed energia cinetica uguali vengono scagliate una dopo l'altra, secondo lo schizzo, contro un atomo a riposo avente una massa molto maggiore. Quale delle espressioni seguenti riproduce al meglio la situazione appena descritta?



Bell'esercizio che combina la conoscenza della formula utile per calcolare la potenza elettrica con la propagazione degli errori.

11

In un circuito elettrico scorre una corrente $(2.5 \pm 0,05)mA$ attraverso una resistenza di $4.7\Omega \pm 2\%$.

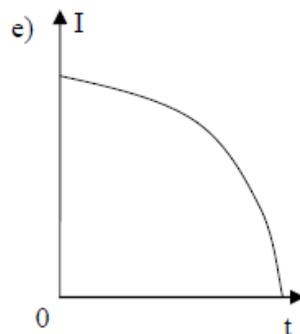
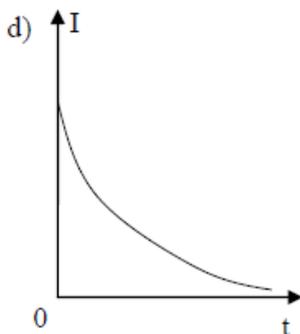
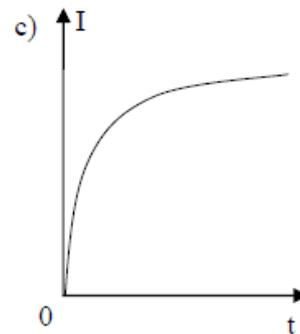
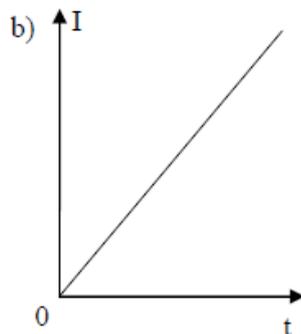
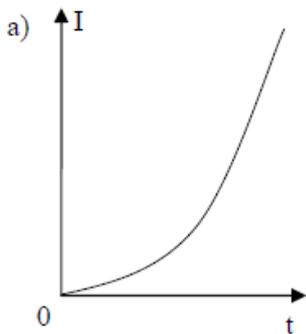
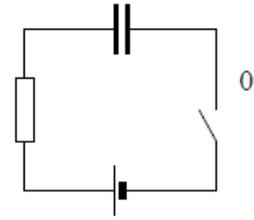
Se vengono utilizzati questi valori per calcolare la potenza dissipata nella resistenza, il risultato ha un errore del ...

- a) ... 2% b) ... 4% c) ... 6% d) ... 8% e) ... 10%

Questo esercizio per riflettere sul comportamento della corrente in presenza di alcuni elementi dei circuiti elettrici (batterie, resistenze, condensatori, interruttori...)

12

Un circuito senza diramazioni consiste di una batteria, una resistenza, un interruttore aperto ed un condensatore scarico (vedi schizzo). All'istante $t = 0$ l'interruttore viene chiuso. Quale dei diagrammi seguenti descrive al meglio la variazione della corrente in funzione del tempo?



Questo esercizio invece ci fa riflettere sulle grandezze fisiche coinvolte nella situazione elettrostatica di un condensatore.

15

Le piastre di un condensatore a piastre hanno separazione d e superficie A , tali che $d \ll \sqrt{A}$. Il condensatore viene caricato applicando la tensione V e poi viene separato dalla sorgente di tensione. Dopodiché, la distanza tra le piastre viene raddoppiata allontanando le piastre.

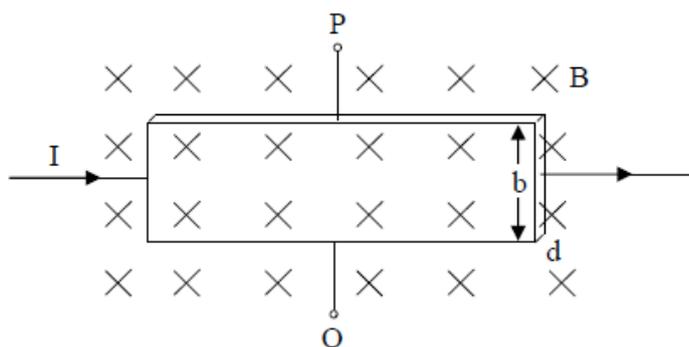
Dopo l'allontanamento ...

- a) ... la capacità del condensatore è raddoppiata.
- b) ... la tensione V rimane invariata.
- c) ... il campo elettrico è dimezzato.
- d) ... la carica sulle piastre è diminuita.
- e) ... l'energia immagazzinata nel condensatore è raddoppiata.

Interessante esercizio da discutere...

16

Una striscia di rame (larghezza b , spessore d), che viene disposta verticalmente rispetto ad un campo magnetico B , viene attraversata da una corrente I (vedi schizzo). La corrente I viene mantenuta costantemente pari ad 1 A e la sua direzione rimane invariata. Il campo magnetico è diretto verso il piano del disegno (cioè, entrante). La tensione fra i punti P e Q viene indicata con V_{PQ} .



Quali delle seguenti affermazioni è **falsa**?

- a) Gli elettroni mobili del rame sono responsabili per la corrente elettrica nella striscia.: il punto P rappresenta il polo negativo ed il punto Q il polo positivo.
- b) Sostituendo la striscia di rame con una di alluminio di uguale larghezza e spessore, la tensione V_{PQ} diventa più piccola.
- c) Se si dimezza il campo magnetico B , si dimezza anche V_{PQ} .
- d) Se si raddoppia lo spessore d della striscia di rame, si dimezza V_{PQ} .
- e) V_{PQ} non varia se si dimezza la larghezza b della striscia di rame.

Un'incursione nelle onde elettromagnetiche

17

Come si può completare la seguente frase?

Sia la luce ultravioletta che gli ultrasuoni ...

- a) ... possono trasportare energia nel vuoto.
- b) ... possono essere polarizzati.
- c) ... possono espellere elettroni dai metalli.
- d) ... possono essere diffratti e possono generare interferenza.
- e) ... possono propagarsi alla velocità della luce.

4° problema

Magnetismo

Valutare la soluzione
Non valutare la soluzione

Un condensatore di capacità C viene caricato applicando una tensione U_0 . In seguito è collegato a una resistenza R e si scarica. Si consideri che dopo l'istante d'inizio della scarica ($t_0 = 0$) la tensione in funzione del tempo trascorso è data da

$$U = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Il condensatore scelto è elettrolitico e ha capacità $C = 0.010$ F. La tensione di carica è $U_0 = 40$ V. Per scaricare il condensatore si chiude il circuito collegandolo a una spira rettangolare piana conduttrice di dimensioni $a = 1.20$ m e $b = 2.50$ m. La spira è costituita da un filo di costantana di diametro $d = 0.20$ mm.

- a) Calcola la resistenza R della spira.
- b) Quando circola la corrente, i lati della spira conduttrice sono sorgenti di campo magnetico. Nei punti attorno al punto medio dei lati il campo magnetico può essere considerato come quello prodotto da un filo percorso da corrente di lunghezza infinita.
Calcola i campi magnetici B_0 , B_1 und B_2 , alla distanza $r = 8.0$ mm dal punto medio di un lato della spira all'inizio della scarica ($t_0 = 0$) e ai tempi $t_1 = 1.0$ s e $t_2 = 2.0$ s dall'inizio della scarica.
- c) La spira rettangolare è posta su un piano orizzontale in modo che due lati paralleli sono esattamente paralleli alla direzione Nord-Sud. La componente orizzontale del campo magnetico terrestre vale $B^* = 17.0 \cdot 10^{-6}$ T. Sotto il punto medio di uno dei lati Nord-Sud si pone un piccolo ago magnetico. La distanza tra il lato della spira e l'ago magnetico è $r = 8.0$ mm (confronta con la domanda b). L'ago magnetico è libero di oscillare su un piano orizzontale e si pone in direzione parallela al lato della spira.
Indagare se quando passa corrente nella spira, l'ago magnetico è soggetto a una perturbazione tangibile. Considerare che l'ago magnetico assume la sua posizione nel campo magnetico complessivo praticamente senza attrito.

Costanti fisiche: resistenza elettrica specifica della costantana $\rho = 0.50 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$
permeabilità magnetica $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V s A}^{-1} \text{ m}^{-1}$

Risposte in tedesco!

4. Aufgabe Elektromagnetismus

a) Die Drahtlänge der Leiterschleife ist

$$l = 2 \cdot (a + b);$$

die Querschnittsfläche des Drahtes ist

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi d^2.$$

Damit ergibt sich der Widerstand der Leiterschleife zu

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A},$$

$$R = \frac{8 \rho \cdot (a + b)}{\pi d^2},$$

$$R = \frac{8 \cdot 0,5 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1} \cdot (1,20 \text{ m} + 2,50 \text{ m})}{\pi \cdot (0,2 \text{ mm})^2},$$

$$R = 118 \Omega.$$

4 Punkte

b) Im Abstand r vom stromdurchflossenen Leiter beträgt die magnetische Flußdichte

$$B = \mu_0 \cdot \frac{I}{2 \pi r}.$$

Mit

$$I = \frac{U}{R},$$

$$I = \frac{U_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}}{R}$$

folgt

$$B = \frac{\mu_0 \cdot U_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}}{2 \pi r R}.$$

Zu Beginn ($t_0 = 0$) der Entladung beträgt die magnetische Flußdichte

$$B_0 = \frac{4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ VsA}^{-1} \text{ m}^{-1} \cdot 40 \text{ V} \cdot 1}{2 \pi \cdot 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 118 \Omega},$$

$$B_0 = 8,47 \cdot 10^{-6} \text{ T}.$$

Nach der Zeit $t_1 = 1,0 \text{ s}$ beträgt die magnetische Flußdichte

$$B_1 = \frac{4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ VsA}^{-1} \text{ m}^{-1} \cdot 40 \text{ V} \cdot e^{-\frac{1,0 \text{ s}}{118 \Omega \cdot 0,01 \text{ F}}}}{2 \pi \cdot 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 118 \Omega},$$

$$B_1 = 3,63 \cdot 10^{-6} \text{ T}.$$

Nach der Zeit $t_2 = 2,0\text{s}$ beträgt die magnetische Flußdichte

$$B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{VsA}^{-1} \text{m}^{-1} \cdot 40 \text{V} \cdot e^{-\frac{2,0\text{s}}{118\Omega \cdot 0,01\text{F}}}}{2\pi \cdot 8,0 \cdot 10^{-3} \text{m} \cdot 118\Omega},$$

$$B_2 = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{T}.$$

7 Punkte

c) Die Horizontalkomponente \vec{B}^* der erdmagnetischen Flußdichte und die vom Entladestrom erzeugt magnetische Flußdichte \vec{B} am Ort der Magnetnadel müssen vektoriell addiert werden, um die horizontal Gesamtflußdichte und deren Richtung zu ermitteln. Da \vec{B}^* und \vec{B} zueinander senkrecht stehen, bildet der resultierende Vektor aus \vec{B}^* und \vec{B} mit dem Vektor \vec{B}^* den Winkel α . Es gilt

$$\tan \alpha = \frac{B}{B^*}.$$

Zu Beginn der Entladung ergibt sich

$$\tan \alpha_0 = \frac{B_0}{B^*},$$

$$\tan \alpha_0 = \frac{8,47 \cdot 10^{-6} \text{T}}{17,0 \cdot 10^{-6} \text{T}},$$

$$\alpha_0 = 26,5^\circ.$$

Nach der Zeit $t_1 = 1,0\text{s}$ ergibt sich

$$\tan \alpha_1 = \frac{B_1}{B^*},$$

$$\tan \alpha_1 = \frac{3,63 \cdot 10^{-6} \text{T}}{17,0 \cdot 10^{-6} \text{T}},$$

$$\alpha_1 = 12,1^\circ.$$

Die Winkel α_0 und α_1 sind so groß, daß ein sichtbarer Ausschlag vorliegt

5 Punkte

Risposte ai quesiti brevi : 2D, 9C, 10A, 11C, 12 D, 13 C, 14B, 15E, 16 B, 17 D