

**Anno Scolastico 2023-2024**

**Classe: 4 B LSA**

**Materia: FISICA**

**Docente: Simone Molinelli**

LIBRO IN ADOZIONE: FTE Fisica Teorie Esperimenti, volume 2, S. Fabbri, M. Masini, E.

Baccaglini, SEI

ESERCITAZIONI PER LE VACANZE ESTIVE

Classe 4BL

Carissimo studente,

Per iniziare al meglio il prossimo anno ecco una serie di esercizi per riprendere gli argomenti svolti quest'anno. Le esercitazioni da svolgere durante le vacanze servono a tenere in esercizio la mente sui concetti appresi durante l'anno scolastico appena concluso. Il consiglio è di diluire il lavoro da fare nei mesi di vacanze in modo da non concentrarlo solo all'inizio o alla fine di questo periodo. Alcuni di questi esercizi "simulano" tipologie di problemi che potrebbero esserci in seconda prova all'esame di maturità.

Alcune indicazioni tecniche:

- 1) Gli esercizi preceduti da 6\* sono riservati SOLO AGLI STUDENTI CON IL 6 CON AIUTO E CON IL DEBITO. Per gli altri sono da considerarsi facoltativi.
- 2) Gli studenti che riceveranno il 6 con aiuto dovranno sostenere durante il mese di settembre un'interrogazione orale che verterà SUGLI ARGOMENTI CHE COMUNICHERO' PERSONALEMENTE AD OGNUNO IL 15 GIUGNO. Il voto di tale interrogazione farà media per il prossimo anno.
- 3) Anche gli studenti che riceveranno il debito formativo avranno da me ulteriori istruzioni per il lavoro personalizzato il giorno 15 giugno come da circolare inviata dalla scuola.

Buon lavoro e buon riposo

Simone Molinelli

# Verifica del capitolo 13

## Scegli la risposta corretta

Tempo a disposizione: 40 minuti

2 punti per ogni domanda

Punti totalizzati ...../16

6\*1. Può essere elettrizzato per strofinio:

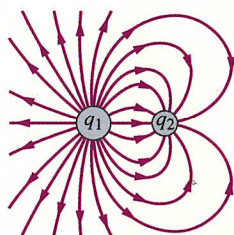
- ☐ A qualunque oggetto.
- ☐ B un oggetto conduttore.
- ☐ C un oggetto isolante.
- ☐ D un oggetto metallico.

6\*2. In una mole di elio (massa molecolare 4 e numero atomico 2) la carica totale degli elettroni è:

- ☐ A  $4,8 \cdot 10^4$  C
- ☐ B  $9,6 \cdot 10^4$  C
- ☐ C  $1,9 \cdot 10^5$  C
- ☐ D  $3,8 \cdot 10^5$  C

6\*3. La figura mostra alcune linee del campo elettrico tra due cariche  $q_1$  e  $q_2$ . Quale delle seguenti affermazioni è vera?

- ☐ A  $q_1$  è positiva e  $q_2$  è negativa.
- ☐ B  $q_1$  è negativa e  $q_2$  è positiva.
- ☐ C  $q_1$  e  $q_2$  sono negative.
- ☐ D  $q_1$  e  $q_2$  sono positive.



6\*4. Due cariche puntiformi, rispettivamente di  $4,5 \mu\text{C}$  e  $5,6 \mu\text{C}$ , poste a distanza di  $3,2$  cm sono allineate con una terza carica puntiforme  $q$  che si trova alla stessa distanza da entrambe. Se l'intensità della forza elettrica che agisce su  $q$  è  $2,7$  N, qual è l'intensità della carica  $q$ ?

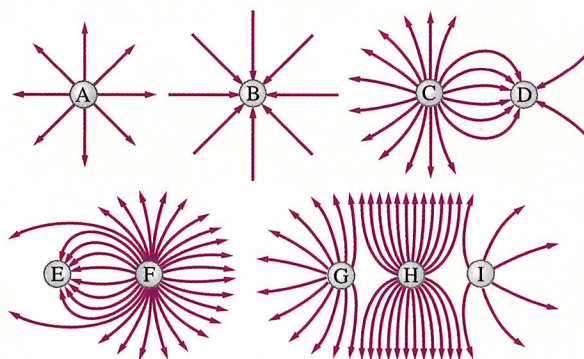
- ☐ A  $1,5 \mu\text{C}$
- ☐ B  $3,2 \mu\text{C}$
- ☐ C  $-3,2 \mu\text{C}$
- ☐ D  $7,1 \mu\text{C}$

6\*5. Se, a una distanza  $d$  da una carica puntiforme, un campo elettrico ha modulo  $E$ , esso avrà modulo  $2E$  alla distanza:

- ☐ A  $\frac{d}{4}$
- ☐ B  $\frac{d}{2}$
- ☐ C  $\frac{d}{\sqrt{2}}$
- ☐ D  $d\sqrt{2}$

6\*6. Osserva le linee del campo elettrico disegnate in figura, generate da diverse disposizioni di cariche positive e negative; quante sono in totale le cariche positive?

- ☐ A 3
- ☐ B 5
- ☐ C 6
- ☐ D 7



6\*7. Una superficie gaussiana a forma di cubo di lato  $1,0$  cm è posta in un campo elettrico perpendicolare a una delle facce, di intensità  $5,0 \cdot 10^3$  N/C. Qual è il flusso del campo elettrico attraverso la superficie del cubo?

- ☐ A  $5,0 \cdot 10^4$  Nm<sup>2</sup>/C
- ☐ B  $5,0 \cdot 10^3$  Nm<sup>2</sup>/C
- ☐ C  $3,0 \cdot 10^3$  Nm<sup>2</sup>/C
- ☐ D 0

6\*8. La densità superficiale di carica di una lamina sottile infinita che crea un campo di  $135$  kN/C a  $15,0$  cm dalla lamina è:

- ☐ A  $1,19 \cdot 10^{-6}$  C/m<sup>2</sup>
- ☐ B  $2,39 \cdot 10^{-6}$  C/m<sup>2</sup>
- ☐ C  $7,96 \cdot 10^{-6}$  C/m<sup>2</sup>
- ☐ D  $1,53 \cdot 10^{-8}$  C/m<sup>2</sup>

## Risolvi i seguenti problemi

Tempo a disposizione: 60 minuti

Punti totalizzati ...../20

1. In un determinato punto A dello spazio vuoto il campo elettrico ha intensità  $2,9 \cdot 10^5$  N/C ed è diretto verso nord. Determina:

- a) il valore della carica generatrice del campo se questa si trova a nord del punto A, distante  $2,4$  m;
- b) il valore della carica generatrice del campo se questa si trova a sud del punto A, distante  $2,4$  m;
- c) la direzione e il verso della forza che agisce su una carica di  $-5,5 \mu\text{C}$  posizionata in A nei due casi.
- d) Come cambierebbero i campi e le forze se il punto A si trovasse in un mezzo di costante dielettrica pari a 3,0?

Punti ...../6

2. Una superficie gaussiana sferica di raggio  $2,5$  m circonda un insieme di cariche situate al centro della sfera.

- a) Determina il flusso del campo elettrico attraverso la superficie se la carica totale è  $+3,2 \mu\text{C}$ .
- b) Come cambierebbe il flusso se le cariche fossero situate a  $1,0$  m dal centro della sfera?

c) Se la superficie gaussiana fosse un cubo di lato  $3,4$  m, quale sarebbe il flusso attraverso ciascuna delle facce del cubo?

Punti ...../6

3. Due palline uguali di massa  $0,55$  mg sono sospese a due fili di lunghezza  $3,5$  cm, attaccati allo stesso punto del soffitto. Le palline vengono caricate con la stessa carica e si separano formando fra i due fili un angolo di  $62^\circ$ .

- a) Determina il valore della carica su ciascuna pallina. Puoi dire se è positiva o negativa?
- b) Calcola la tensione in ciascun filo.

Punti ...../4

4. Due lastre piane parallele infinite hanno ciascuna densità superficiale di carica pari a  $6,4 \cdot 10^{-5}$  C/m<sup>2</sup>.

- a) Rappresenta le linee del campo elettrico all'interno e all'esterno delle due lastre, nel caso in cui la carica di entrambe sia positiva, negativa o una sia positiva e l'altra negativa.
- b) Determina il valore del campo elettrico nei tre casi.

Punti ...../4



# Verifica del capitolo 14

## Scegli la risposta corretta

Tempo a disposizione: 40 minuti | 2 punti per ogni domanda | Punti totalizzati ...../16

- 6\*1. Il potenziale dovuto a una carica puntiforme è  $V$  a una distanza  $r$  dalla carica. A quale distanza dalla stessa carica il potenziale sarà  $2V$ ? (Considera nullo il valore del potenziale all'infinito.)  
 [A]  $4r$  [C]  $\frac{r}{2}$   
 [B]  $2r$  [D]  $\frac{r}{4}$
- 6\*2. 1 V/m equivale a:  
 [A] 1 N/C [C] 1 J/m  
 [B] 1 N/C<sup>2</sup> [D] 1 J/m<sup>2</sup>
- 6\*3. Il potenziale nel punto A è 10 V. Qual è l'energia di una carica di  $-2,0$  mC posta in A?  
 [A] 5 mJ  
 [B]  $-5$  mJ  
 [C] 2,5 mJ  
 [D]  $-2,5$  mJ
- 6\*4. Una particella alfa viene accelerata da ferma fino a velocità  $v$  da una differenza di potenziale di 1200 V. Che differenza di potenziale sarebbe necessaria per accelerarla a velocità doppia?  
 [A] 600 V  
 [B] 2400 V  
 [C] 4800 V  
 [D] 7200 V
- 6\*5. La capacità di un condensatore piano è  $5 \mu\text{F}$ . Quando una lastra di vetro viene inserita tra le armature, la differenza di potenziale tra le armature si riduce a  $1/8$  del suo valore iniziale. Il valore della costante dielettrica relativa del vetro è:  
 [A] 1,6 [C] 5  
 [B] 8 [D] 40
- 6\*6. L'energia immagazzinata in un condensatore carico è:  
 [A]  $U = \frac{1}{2} CV$  [C]  $U = CV$   
 [B]  $U = \frac{1}{2} CV^2$  [D]  $U = \frac{1}{2CV}$
- 6\*7. In un condensatore piano il campo elettrico tra le armature raddoppia. Che cosa succede alla densità di energia?  
 [A] Si dimezza.  
 [B] Raddoppia.  
 [C] Quadruplica.  
 [D] Rimane inalterata.
- 6\*8. Una carica si sposta di 2,5 cm in un campo elettrico uniforme di  $5,0$  N/C nel verso del campo. Qual è la differenza di potenziale fra la sua posizione iniziale e quella finale?  
 [A]  $+0,13$  V [C]  $+2,0$  V  
 [B]  $-0,13$  V [D]  $-2,0$  V

## Risolvi i seguenti problemi

Tempo a disposizione: 60 minuti | Punti totalizzati ...../20

1. Una batteria di automobile da  $12,0$  V rilascia  $7,50 \cdot 10^5$  C di carica.  
 a) Calcola l'energia fornita dalla batteria.  
 b) Se l'energia fosse interamente convertita in energia cinetica, quale velocità fornirebbe a un'auto di  $1400$  kg?  
 Punti ...../4
2. Un dipolo è formato da due cariche puntiformi di  $+3,6 \mu\text{C}$  e  $-3,6 \mu\text{C}$  poste sull'asse  $x$  rispettivamente a  $(0,25 \text{ m}; 0)$  e  $(-0,25 \text{ m}; 0)$ .  
 a) Disegna approssimativamente il grafico del potenziale elettrico sull'asse  $x$  per questo sistema.  
 b) In quale posizione sull'asse  $x$  il potenziale ha un valore di  $7,5 \cdot 10^5$  V?  
 Punti ...../4
3. La superficie esterna della membrana di una cellula è carica positivamente e quella interna è carica negativamente. La membrana può essere considerata come un condensatore a facce piane parallele di area  $5,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$ , spessore  $10 \text{ nm}$  e costante dielettrica del mezzo  $4,8$ .  
 a) Qual è la sua capacità?  
 b) Se la differenza di potenziale fra la superficie interna e quella esterna è di  $55 \text{ mV}$ , quanti ioni (carica  $+e$ ) sono presenti sulla superficie esterna?  
 Punti ...../4
4. Considera un condensatore a facce piane parallele costituito da due armature di metallo circolari di raggio  $R$ . Le armature sono separate da una distanza di  $1,5 \text{ mm}$ .  
 a) Quale raggio devono avere le armature, affinché la capacità del condensatore sia  $1,0 \mu\text{F}$ ?  
 b) Se la distanza tra le armature aumentasse, il raggio di queste ultime dovrebbe aumentare o diminuire per mantenere la capacità del condensatore pari a  $1,0 \mu\text{F}$ ? Giustifica la risposta.  
 c) Calcola che raggio devono avere le armature per portare la capacità a  $1,0 \mu\text{F}$ , data una distanza fra le armature di  $3,0 \text{ mm}$ .  
 d) Se il condensatore viene collegato a un generatore di  $400$  V, quanta energia viene immagazzinata?  
 Punti ...../8



# Verifica del capitolo 15

## Scegli la risposta corretta

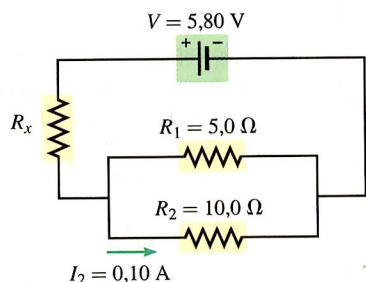
Tempo a disposizione: 40 minuti | 2 punti per ogni domanda | Punti totalizzati ...../14

- 6.1. Una resistenza è attraversata da una corrente di 0,75 A quando è collegata a una differenza di potenziale di 4,8 V. Quali sono la corrente attraverso la resistenza e la potenza assorbita da essa, quando la differenza di potenziale è di 6,0 V?

[A] 0,75 A; 3,6 W [C] 0,94 A; 3,6 W  
[B] 0,75 A; 5,6 W [D] 0,94 A; 5,6 W

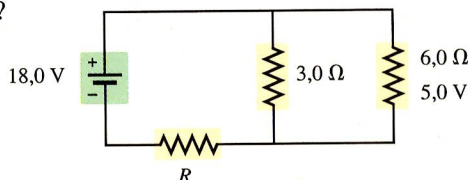
- 6.2. Quale potenza è dissipata nella resistenza incognita  $R_x$  del circuito in figura?

[A] 0,3 W  
[B] 1,4 W  
[C] 1,7 W  
[D] 2,0 W

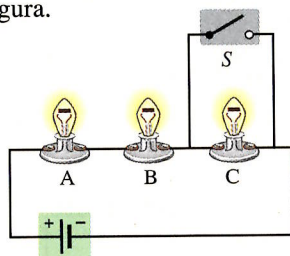


- 6.3. Qual è il valore della resistenza  $R$  nel circuito rappresentato in figura?

[A] 3,2 Ω  
[B] 5,2 Ω  
[C] 9,0 Ω  
[D] 23 Ω



- 6.4. Tre lampadine identiche sono collegate nel circuito schematizzato in figura.

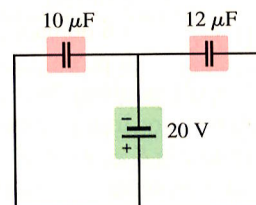


Quando l'interruttore  $S$  viene chiuso:

- [A] la luminosità di A e di B rimane la stessa, mentre C si spegne.  
[B] la luminosità di A e di B rimane la stessa, mentre quella di C si dimezza.  
[C] la luminosità di A e di B diminuisce, mentre C si spegne.  
[D] la luminosità di A e di B aumenta, mentre C si spegne.

Quanto vale, nel circuito mostrato in figura, la carica erogata dalla batteria?

- [A] 109  $\mu\text{C}$   
[B] 220  $\mu\text{C}$   
[C] 330  $\mu\text{C}$   
[D] 440  $\mu\text{C}$

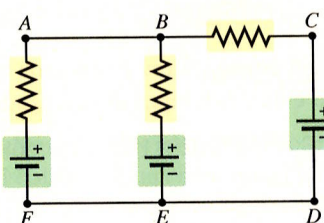


Un filo 1 ha lunghezza  $L$  e sezione circolare di diametro  $D$ . Un filo 2, dello stesso materiale e della stessa forma del filo 1, ha lunghezza  $2L$  e diametro  $2D$ . Rispetto a quella del filo 1 la resistenza del filo 2 è:

- [A] la stessa. [C] la metà.  
[B] il doppio. [D] un quarto.

Nel circuito in figura quali tra i punti indicati sono nodi?

- [A] A e F [C] A, C, D e F  
[B] B ed E [D] Tutti.



## Risolvi i seguenti problemi

Tempo a disposizione: 40 minuti | Punti totalizzati ...../16

1. L'interno del corpo umano ha una resistività elettrica di 0,150  $\Omega \cdot \text{m}$ .

- a) Stima la resistenza che incontra la corrente che attraversa in lunghezza il tuo dito indice (per questo calcolo ignora la resistività della pelle, che è molto maggiore).  
b) I tuoi muscoli si contraggono quando sono attraversati da una corrente maggiore di 15 mA. Quale tensione è necessaria per produrre questa corrente attraverso il dito?

Punti ...../4

2. Tre resistenze,  $R_1 = 11 \Omega$ ,  $R_2 = 53 \Omega$  e  $R$ , sono connesse in serie con una batteria da 24,0 V. La corrente totale che scorre attraverso la batteria è 0,16 A.

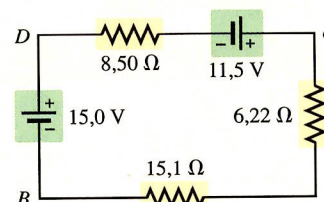
- a) Calcola il valore della resistenza  $R$ .  
b) Calcola la differenza di potenziale ai capi di ogni resistenza.

- c) Se la tensione della batteria fosse stata maggiore di 24,0 V, la resistenza  $R$  sarebbe stata maggiore o minore? Giustifica la risposta.

Punti ...../6

3. Il punto A del circuito in figura è messo a terra ( $V = 0$ ).  
a) Il potenziale in B è maggiore o minore di zero? Giustifica la risposta.  
b) Il potenziale in C è maggiore o minore di zero? Giustifica la risposta.  
c) Calcola il potenziale in D.

Punti ...../6





## VERSO L'ESAME

## 1 PROBLEMA

IN UN'ORA

Un *dipolo elettrico* è un sistema formato da due cariche puntiformi uguali e opposte  $Q$  e  $-Q$ , separate da una distanza  $d$ . Considera come asse  $x$  la retta che passa per le due cariche e come verso positivo sulla retta quello che va dalla carica negativa a quella positiva. Le cariche sono poste nel vuoto.

Indica con  $A$  il punto occupato dalla carica negativa e con  $B$  quello in cui si trova la carica positiva. Considera poi una terza carica puntiforme positiva  $q$ , che può essere posta in qualunque punto  $P$  dello spazio, diverso da  $A$  e da  $B$ .

- Mostra che, quando  $P$  si trova sull'asse  $x$  all'esterno del segmento  $AB$ , la forza su  $q$  ha la stessa direzione e lo stesso verso dell'asse  $x$ . Mostra anche che, per i punti  $P$  compresi tra  $A$  e  $B$ , la forza sulla carica positiva  $q$  è rivolta verso  $A$ .
- Calcola il modulo della forza su  $q$  quando questa è posta nel punto medio tra  $A$  e  $B$ .
- Trova il modulo della forza su  $q$  quando essa si trova in un punto  $C$  dell'asse  $x$ , che dista  $d$  da  $A$  e  $2d$  da  $B$ .
- Determina il modulo, la direzione e il verso della forza su  $q$  quando essa si trova in un punto  $D$  che forma, con le posizioni delle cariche del dipolo, un triangolo equilatero  $ABD$ .

$$[8 k_0 qQ/d^2; 3 k_0 qQ/(4d^2); k_0 qQ/d^2]$$

## 2 PROBLEMA SULLE COMPETENZE

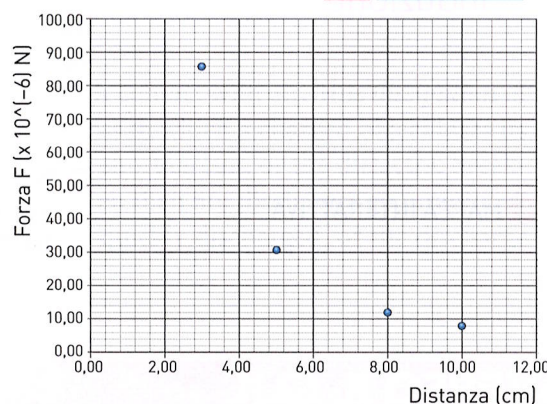
IN UN'ORA

Sono date tre sferette  $A$ ,  $B$  e  $C$  conduttrici identiche, tutte dotate di supporti isolanti.

All'inizio la sfera  $A$  è elettrizzata con una carica positiva  $Q$ , mentre le sfere  $B$  e  $C$  sono scariche. Poi  $B$  è messa a contatto con  $A$ ,  $C$  è posta in contatto con  $B$  e infine  $C$  è messa in contatto ancora con  $A$ .

La figura seguente mostra i risultati di un esperimento in cui si è misurata la forza di repulsione tra le sfere  $A$  e  $B$  nella loro condizione finale e poste in aria. La distanza  $r$  è quella tra i centri delle sferette.

- Individua la legge sperimentale che si può dedurre dall'analisi dei dati.
- Sulla base del risultato precedente, calcola la forza che si sarebbe dovuta misurare tra le sferette se la misura fosse stata effettuata anche con  $r = 6,0$  cm.
- Individua quanto valgono, in funzione di  $Q$ , le tre cariche che si trovano sulle diverse sferette prima che inizi l'esperimento.
- Determina i valori della carica  $Q$  posta all'inizio sulla sferetta  $A$  e quelli delle due cariche  $Q_A$  e  $Q_B$  utilizzate per l'esperimento.



$$[F = (7,8 \times 10^{-8} \text{ N} \cdot \text{m}^2)/r^2; 2,2 \times 10^{-5} \text{ N}; 3Q/8, Q/4; 3Q/8; 9,6 \text{ nC}, 3,6 \text{ nC}, 2,4 \text{ nC}]$$

## RUBRICA DI VALUTAZIONE DEL QUESITO SULLE COMPETENZE

		Risposta o giustificazione				
		Non risponde	Sbagliata	Incompleta	Completa con errori	Completa e corretta
Punteggio		1	4	7	11	15
Richiesta	Competenza prevalente					
a	4 Fare esperienza e rendere ragione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	2 Formulare ipotesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Punteggio:  $\frac{\dots}{60} = \frac{\dots}{15}$



## VERSO L'ESAME

## 1 PROBLEMA

IN UN'ORA

Nello spazio vuoto sono dati un piano infinito e omogeneo di carica positiva con densità di carica  $\sigma$  e una distribuzione sferica omogenea di carica negativa di raggio  $R$ , carica complessiva  $Q$  e centro  $C$ . La distanza tra  $C$  e il piano di carica è uguale a  $2R$ .

Indichiamo con  $a$  una semiretta che passa per  $C$ , è perpendicolare al piano di carica e ha l'origine sul piano stesso.

- Determina qual è la parte di  $a$ , interna alla sfera carica, in cui è possibile che il campo elettrico complessivo sia nullo.
- Stabilisci qual è il valore di  $Q$  per quale il campo elettrico si annulla, nella zona individuata in precedenza, a distanza  $R/2$  da  $C$ ;
- Trova la posizione dell'altro punto  $P$  di  $a$  in cui, con il valore di  $Q$  appena calcolato, il campo elettrico complessivo è nullo.
- Dimostra che non esiste nessun altro punto dello spazio, oltre ai due già individuati, in cui il campo elettrico complessivo possa essere nullo.

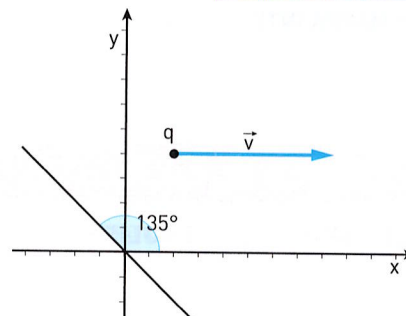
$$[Q = -4\pi\sigma R^2; \overline{CP} = \sqrt{2}R]$$

## 2 PROBLEMA SULLE COMPETENZE

IN UN'ORA

La figura mostra, in blu, un piano infinito di carica inclinato di  $45^\circ$  rispetto alla verticale e disposto in modo da formare un angolo di  $135^\circ$  con la direzione positiva dell'asse delle ascisse, che è orizzontale.

Una pallina di massa  $m = 2,5$  g e carica  $q = 7,2 \times 10^{-8}$  C si trova nel vuoto ed è lasciata partire da ferma da un punto A che si trova nel primo quadrante del sistema di riferimento indicato.



- Stabilisci di quale segno deve essere la carica presente sul piano infinito, per fare in modo che la pallina acquisti una velocità orizzontale come quella indicata nella figura.
- Stabilisci, nella maniera più rapida, qual è il valore dell'accelerazione con cui la pallina si muove quando procede in orizzontale. Quanto valgono la velocità della pallina e la distanza percorsa rispetto al punto A dopo 0,40 s dal momento in cui la pallina è stata libera di muoversi?
- Descrivi un esperimento ideale, effettuato con oggetti che si trovano normalmente in casa, in cui si fornisce a una pallina da ping-pong lo stesso moto descritto nella figura precedente mediante una forza analoga a quella dovuta al piano di carica.
- Calcola quanto deve valere la densità superficiale di carica elettrica del piano infinito per fare sì che il moto della pallina sia orizzontale.

$$[g, 3,9 \text{ m/s}, 78 \text{ cm}; 8,5 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2]$$

## RUBRICA DI VALUTAZIONE DEL QUESITO SULLE COMPETENZE

		Risposta o giustificazione				
		Non risponde	Sbagliata	Incompleta	Completa con errori	Completa e corretta
Punteggio		1	4	7	11	15
Richiesta	Competenza prevalente					
a	2 Formulare ipotesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	1 Osservare e identificare fenomeni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

$$\text{Punteggio: } \frac{\dots}{60} = \frac{\dots}{15}$$



## VERSO L'ESAME

## 1 PROBLEMA



IN UN'ORA

Nello spazio vuoto considera un piano infinito di carica, con densità superficiale  $\sigma = -5,31 \times 10^{-5} \text{ C/m}^2$  e posto in verticale, e una pallina di massa  $m = 5,46 \text{ g}$  e carica  $q = 8,92 \text{ nC}$ . Nella risoluzione del problema utilizza un sistema di riferimento cartesiano con l'asse  $x$  orizzontale, in direzione perpendicolare al piano di carica, e l'asse  $y$  verticale. Scegli come origine del sistema di riferimento il punto da cui parte la pallina e come verso negativo delle ascisse quello in cui punta la forza elettrostatica che agisce su  $q$ .

- Individua, in direzione, verso e modulo, l'accelerazione  $\vec{a}_1$  impressa alla pallina dalla sola forza elettrostatica e, quindi, l'accelerazione complessiva  $\vec{a}$  della pallina calcolata tenendo anche conto della forza-peso.
- Poni uguale a zero l'energia potenziale elettrostatica della pallina quando essa si trova nell'origine; in base a ciò, scrivi l'energia potenziale del sistema piano-pallina quando questa si trova in un punto di ascissa  $x$ , con  $x > 0$ .
- La pallina è lanciata con una velocità iniziale  $\vec{v}_0$  parallela al vettore  $-\vec{a}$  e di modulo  $v_0 = 5,81 \text{ m/s}$ . Determina la forma della traiettoria percorsa dalla pallina a partire dall'istante in cui viene lanciata e, utilizzando il principio di conservazione dell'energia, determina le coordinate del punto P in cui essa raggiunge la massima distanza dall'origine (prima di invertire il verso del moto).
- Calcola la distanza tra l'origine e il punto P. Poi verifica che questa è effettivamente la distanza percorsa da un punto materiale con velocità iniziale  $v_0$  e soggetto a un'accelerazione di modulo  $a$  e diretta in senso opposto a  $\vec{v}_0$ .

[4,90 m/s<sup>2</sup>; 11 m/s<sup>2</sup>;  $q|\sigma|x/(2\epsilon_0)$ ; (0,69 m; 1,38 m); 1,54 m]

## 2 PROBLEMA SULLE COMPETENZE



IN UN'ORA

Durante una lezione di Scienze hai sentito che, secondo il modello atomico più semplice, un atomo di idrogeno si può schematizzare come un protone (il nucleo, di massa  $M = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$  e carica  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) attorno a cui orbita un elettrone (massa  $m = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$ , carica pari a  $-e$ ) «come un pianeta attorno al Sole».

Trovi l'affermazione interessante e decidi di approfondire le proprietà del sistema descritto.

- Indica con  $D$  la distanza tra le due particelle e trova, in funzione di  $D$ , la posizione del centro di massa del sistema elettrone-protone (poni l'origine del sistema di riferimento sul protone); in base a ciò, discuti se è giustificato affermare che è l'elettrone a muoversi attorno al protone, che invece si può considerare fermo.
- Determina quale deve essere, in funzione di  $D$ , il modulo  $v$  della velocità dell'elettrone in modo che questo compia un moto circolare attorno al protone.
- Sulla base del risultato precedente calcola l'energia totale  $E$  dell'atomo di idrogeno, considerato come sistema elettrone-protone. Per l'energia potenziale adotta la solita convenzione sulla condizione di energia potenziale uguale a zero.
- Sul libro di Scienze c'è scritto che, nello stato fondamentale (in cui l'elettrone e il protone si trovano alla minima distanza possibile) l'energia totale del sistema vale  $E = -2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$ . Determina il valore di tale distanza minima, che è chiamata «raggio di Bohr».

$[x_{cm} = D/1838; v = e\sqrt{k_0/(mD)}; -k_0 e^2/(2D); 5,28 \times 10^{-11} \text{ m}]$

## RUBRICA DI VALUTAZIONE DEL QUESITO SULLE COMPETENZE

		Risposta o giustificazione				
		Non risponde	Sbagliata	Incompleta	Completa con errori	Completa e corretta
Punteggio		1	4	7	11	15
Richiesta	Competenza prevalente					
a	2 Formulare ipotesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	2 Formulare ipotesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Punteggio:  $\frac{\dots}{60} = \frac{\dots}{15}$



## VERSO L'ESAME

### 1 PROBLEMA



IN UN'ORA

Nel vuoto considera due sfere metalliche concentriche. Entrambe sono vuote e hanno un piccolo spessore. La sfera più piccola ha il raggio esterno pari a  $r_1$ ; quella più grande è collegata a terra ed ha raggio interno pari a  $r_2$ .

- La sfera più piccola è elettrizzata con una carica positiva  $Q$ , distribuita in modo uniforme sulla sua superficie, mentre la sfera esterna all'inizio è neutra. Utilizzando il teorema di Gauss dimostra che sulla superficie interna della sfera grande si accumula (per induzione elettrostatica) una carica pari a  $-Q$ . Dove si trova la carica positiva venutasi a creare con l'induzione, visto che all'inizio la sfera era neutra?
- Con l'usuale convenzione sulla condizione di zero, calcola il potenziale a cui si trovano le due sfere per effetto della sola carica  $Q$ .
- Effettua lo stesso calcolo per la sola carica  $-Q$  e poi determina il potenziale elettrico di entrambe le sfere.
- Il sistema che hai analizzato si chiama *condensatore sferico*; determina la sua capacità elettrostatica e spiega quali proprietà puoi dedurre dalla formula trovata.

$$[Q/(4\pi\epsilon_0 r_1), Q/(4\pi\epsilon_0 r_2); -Q/(4\pi\epsilon_0 r_2), -Q/(4\pi\epsilon_0 r_2); Q(r_2 - r_1)/(4\pi\epsilon_0 r_1 r_2), 0; 4\pi\epsilon_0 r_1 r_2/(r_2 - r_1).]$$

### 2 PROBLEMA SULLE COMPETENZE



IN UN'ORA

Dopo avere visto, in laboratorio, l'esperimento del mulinello elettrico un tuo amico ti ha detto: «secondo me sono le particelle dell'aria di segno opposto alla carica del mulinello che sono attratte verso le sue punte e poi, quando le urtano, forniscono la spinta che fa girare il mulinello».

Questo ragionamento non ti convince e decidi di analizzare meglio la situazione; per fissare le idee considera il caso in cui il mulinello è carico positivamente e quindi attrae gli elettroni liberi presenti nell'aria.

- Il tuo amico ha detto «le cariche di segno opposto sono attratte verso le punte». Nel sistema mulinello-elettroni, questo è l'unico effetto che esiste? Considera una barca, non ormeggiata, in cui una persona lancia una corda a una barca vicina e comincia a tirarla verso di sé: cosa accade alle due barche?
- Dopo la prima fase, gli elettroni arrivano a contatto con il mulinello. Visto che i due corpi si attraggono, analizza questo fenomeno come un urto completamente anelastico. A tuo parere, l'effetto complessivo è quello di spingere il mulinello all'indietro? Considera che la forza elettrostatica è una forza *interna* al sistema e trascura la presenza della forza-peso.

Per rendere il discorso quantitativo, utilizza il seguente modello. Un elettrone di massa  $m$  e carica  $-e$  è inizialmente fermo a distanza  $D$  da una sfera di raggio  $R$ , massa  $M = nm$  e carica  $Q = +ze$ . Anche la sfera è inizialmente ferma.

- Determina il valore delle velocità dei due oggetti nel momento in cui essi arrivano a urtarsi.
- Considera ora un urto completamente anelastico tra i due oggetti carichi. Quale sarebbe il loro moto collettivo dopo la collisione? Per concludere, discuti le possibili ragioni per le quali nel calcolo precedente è stato ragionevole trascurare l'effetto della forza-peso.

$$[e\sqrt{2zk_0/[mn(n+1)](1/R-1/D)}, -e\sqrt{2nz k_0/[m(n+1)](1/R-1/D)}; 0 \text{ m/s}]$$

#### RUBRICA DI VALUTAZIONE DEL QUESITO SULLE COMPETENZE

		Risposta o giustificazione				
		Non risponde	Sbagliata	Incompleta	Completa con errori	Completa e corretta
Punteggio		1	4	7	11	15
Richiesta	Competenza prevalente					
a	1 Osservare e identificare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	2 Formulare ipotesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	2 Formulare ipotesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

$$\text{Punteggio: } \frac{\dots}{60} = \frac{\dots}{15}$$



## VERSO L'ESAME

## 1 PROBLEMA



IN UN'ORA

Due generatori reali di tensione  $G_1$  e  $G_2$  hanno la stessa forza elettromotrice  $f$  e resistenze interne rispettivamente uguali a  $r_1$  e a  $r_2$ . Unendo in parallelo i due generatori  $G_1$  e  $G_2$  con le polarità nello stesso verso si ottiene un dispositivo  $G$ . Infine  $G$  è collegato ai capi di una resistenza esterna  $R$ .

- Disegna lo schema circuitale che si riferisce alla descrizione precedente.
- Individua una strategia che permetta di calcolare le correnti presenti nel circuito e scrivi le equazioni corrispondenti. Indica con  $i$  l'intensità di corrente che attraversa la resistenza  $R$ .
- Risolvi il sistema di equazioni che hai ottenuto, in modo da ottenere il valore di  $i$ .
- Mostra che si può scrivere  $i = \frac{f}{R + \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}}$ .

Ripensando alla relazione che fornisce la corrente in un generatore reale di tensione, riconosci quali sono le grandezze che caratterizzano il dispositivo  $G$ .

## 2 PROBLEMA SULLE COMPETENZE



IN UN'ORA

Una lampadina a incandescenza contiene un filamento ad alta temperatura che emette luce visibile. Considera una lampadina da 100 W alimentata da una forza elettromotrice di 230 V. Nell'impianto domestico è presente una *corrente alternata*, ma possiamo modellizzare la lampadina come se fosse attraversata da una corrente continua.

- Determina il valore della resistenza della lampadina accesa e l'intensità della corrente da cui è attraversata. Quali sarebbero le stesse grandezze per una lampadina da 100 W progettata per funzionare con una differenza di potenziale di 125 V?
- Se, per errore, si inserisce una di queste ultime lampadine in un impianto a 230 V è probabile che la lampadina «bruci», cioè smetta di funzionare perché il filamento si danneggia. Sai dare una spiegazione di questo fenomeno?
- Una lampadina a incandescenza di qualità normale trasforma in luce visibile solo il 5% dell'energia che assorbe. Considera poi una lampada fluorescente compatta che produce luce pari al 25% dell'energia che assorbe e una lampada LED che trasforma in luce visibile il 50% dell'energia in ingresso.

Prendi in esame dieci lampadine che rimangano accese quattro ore al giorno per 360 giorni all'anno, con un prezzo dell'energia elettrica di 19 centesimi di euro al kilowattora. Quale sarebbe il risparmio annuo in bolletta se le lampadine a incandescenza venissero sostituite con lampade fluorescenti o con lampade LED?

- Un giocattolo venduto in Italia negli anni '60 e '70 del secolo scorso conteneva un forno che funzionava con una lampadina a incandescenza da 100 W. Spiega le ragioni di questa scelta e calcola il tempo che poteva essere necessario per fare passare da 20 °C a 80 °C la temperatura di 25 cl di acqua ( $c = 4,19 \text{ J}/((\text{kg} \cdot \text{K}))$ ). Supponi che tutto il calore ceduto dalla lampadina sia assorbito dall'acqua.

[0,435 A, 529 Ω, 0,800 A, 156 Ω; 219 €, 247 €, 660 s]

## RUBRICA DI VALUTAZIONE DEL QUESITO SULLE COMPETENZE

		Risposta o giustificazione				
		Non risponde	Sbagliata	Incompleta	Completa con errori	Completa e corretta
Punteggio		1	4	7	11	15
Richiesta	Competenza prevalente					
a	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	2 Formulare ipotesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	5 Comprendere e valutare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	2 Formulare ipotesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Punteggio:  $\frac{\dots}{60} = \frac{\dots}{15}$



## VERSO L'ESAME

## 1 PROBLEMA

IN UN'ORA

Un condensatore di capacità  $C$  è caricato mediante un generatore di tensione continua con forza elettromotrice  $f_{em}$  attraverso un resistore con resistenza  $R = 5,00 \text{ k}\Omega$ . All'istante  $t_1 = 0,50 \text{ s}$  dopo la chiusura del circuito, nella resistenza fluisce una corrente di intensità  $i_1 = 20,3 \text{ mA}$ ; all'istante  $t_2 = 2,00 \text{ s}$  il valore della corrente è  $i_2 = 12,3 \text{ mA}$ .

- Determina il valore della capacità  $C$ .
- Trova la costante di tempo  $\tau = RC$  del circuito e il valore della forza elettromotrice  $f_{em}$ .
- Calcola l'intensità di corrente iniziale  $i_0$  del processo di carica e l'istante  $t_3$  di tempo in corrispondenza del quale l'intensità di corrente si riduce alla metà di  $i_0$ .
- Trova il valore della carica elettrica finale  $Q$  presente sull'armatura positiva del condensatore e l'energia immagazzinata in esso in tale situazione.

[0,599  $\mu\text{F}$ ; 3,00 s; 120 V; 24,0 mA; 2,08 s; 71,9 mC, 4,32 J]

## 2 PROBLEMA SULLE COMPETENZE

IN UN'ORA

La tabella seguente riporta i risultati reali di un esperimento di verifica della prima legge di Ohm, compiuto in un liceo.

Il resistore utilizzato per l'esperimento è una bobina di filo di ferro ( $\rho_{293} = 1,0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ ;  $\alpha = 6,5 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ ;  $c = 449 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;  $d = 7874 \text{ kg}/\text{m}^3$ ) con un diametro  $2r = 0,80 \text{ mm}$  e ricoperto di vernice isolante.

- Disegna il grafico che descrive i dati della tabella, con  $\Delta V$  in ascissa e  $i$  in ordinata. Disegna su ogni punto sperimentale le corrispondenti barre di errore. Il grafico che ottieni è compatibile con la prima legge di Ohm?
- L'esperimento è stato eseguito iniziando con i valori più bassi della differenza di potenziale per passare poi a quelli più elevati. Come è variato il valore della resistenza nel corso dell'esperimento? Sai proporre una possibile spiegazione per l'andamento dei dati sperimentali? Quale accorgimento sperimentale proporresti al gruppo che ha eseguito l'esperimento per ridurre o eliminare il problema evidenziato?
- Nel laboratorio in cui si è svolto l'esperimento la temperatura era di  $20^\circ\text{C}$ . Usa i primi dati sperimentali per determinare la resistenza della bobina alla temperatura ambiente, e poi gli ultimi dati per ricavare il valore finale della resistenza. Utilizza i valori trovati per dare una stima della temperatura finale della bobina.
- Dalle misure fatte ricava i valori della lunghezza del filo di ferro contenuto nella bobina e dell'energia netta assorbita dalla bobina stessa nel corso dell'esperimento.

[17  $\Omega$ /18  $\Omega$ , 23  $\Omega$ /24  $\Omega$ , 50 K; 90 m, 8,0 kJ]

## RUBRICA DI VALUTAZIONE DEL QUESITO SULLE COMPETENZE

		Risposta o giustificazione				
		Non risponde	Sbagliata	Incompleta	Completa con errori	Completa e corretta
Punteggio		1	4	7	11	15
Richiesta	Competenza prevalente					
a	4 Fare esperienza e rendere ragione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	2 Formulare ipotesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	3 Formalizzare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Punteggio:  $\frac{\dots}{60} = \frac{\dots}{15}$