

PROGRAMMA DI FISICA CLASSE 4A

Anno scolastico 2024-2025 prof Laura Simone

CALORIMETRIA

Richiami su temperatura e scala termometrica Celsius e Kelvin.

Propagazione del calore: convezione, conduzione, irraggiamento.

Capacità termica, calore specifico.

Calori latenti e cambiamenti di stato.

L'esperimento del mulinello di Joule e l'equivalente meccanico della caloria.

Gas perfetti, leggi di Boyle, di Gay-Lussac. Temperatura assoluta.

Equazione di stato dei gas perfetti.

Legame tra energia cinetica media di traslazione e temperatura.

TERMODINAMICA CLASSICA

Primo principio della termodinamica

Trasformazioni di un sistema termodinamico: definizioni, rappresentazioni ed esempi. Lavoro delle forze di pressione.

L'energia interna e il primo principio della Termodinamica: la conservazione dell'energia.

Applicazioni del primo principio ad un gas perfetto; trasformazioni isocora, adiabatica, isobara ed isoterma.

Gradi di libertà di una molecola di gas perfetto.

Calore specifico a pressione e a volume costante, relazione di Mayer.

Cenno alle macchine termiche, rendimento. Enunciati di Clausius e di Kelvin del secondo principio.

Il ciclo di Carnot. Le macchine termiche. Il motore a 4 tempi.

ONDE

Propagazione ondosa: caratteristiche fondamentali di un'onda sinusoidale (lunghezza d'onda, periodo, frequenza, pulsazione, numero d'onda, intensità, fronte d'onda). Onde longitudinali e trasversali.

Velocità di propagazione di un'onda in una corda

Principio di sovrapposizione. Equazione spaziale e temporale di un'onda. Acustica: velocità di propagazione del suono e caratteristiche delle onde sonore. Livello e intensità di un'onda sonora. Effetto Doppler.

Modello corpuscolare e ondulatorio della luce, interferenza e diffrazione.

ELETTROSTATICA

Fenomeni di elettrizzazione, cenni storici. Induzione elettrostatica.

Legge di Coulomb ed esperienza di Coulomb. Confronto tra forza elettrica e gravitazionale.

Caratteristiche microscopiche di un conduttore e di un isolante. Costante dielettrica del vuoto, relativa, assoluta.

Il concetto di campo, linee di campo. Flusso di un campo vettoriale.

Campo elettrostatico: definizione ed esempi: campo uniforme e campo generato da carica puntiforme. Teorema di Gauss per il campo elettrico. Caratteristiche di un conduttore carico, isolato, all'equilibrio elettrostatico, nel vuoto. Superfici equipotenziali e linee di campo. Il condensatore. Il condensatore piano. Moto di cariche all'interno di un campo uniforme.

L'energia potenziale ed il potenziale elettrico. La differenza di potenziale. La corrente: le leggi di ohm, le leggi di Kirchhoff.

Laura Simone

Lavoro estivo:

- 17** Un blocco di ghiaccio di 10,0 kg, alla temperatura di $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e alla pressione di 1 atm, assorbe $4,11 \cdot 10^6\text{ J}$ di calore.

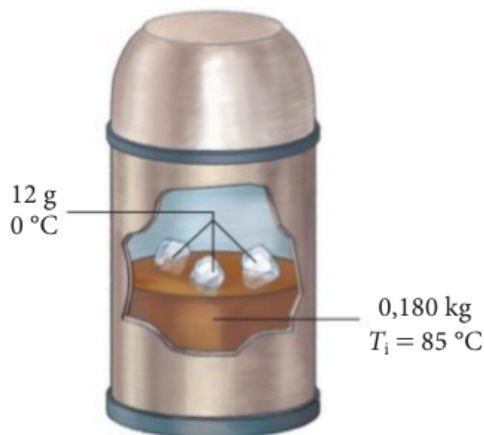
► Calcola la temperatura finale dell'acqua. $[13,3\text{ }^{\circ}\text{C}]$

- 18** Il parabrezza di un'auto è coperto di ghiaccio a $-12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Il ghiaccio ha uno spessore di $4,50 \cdot 10^{-4}\text{ m}$ e il parabrezza ha una superficie di $1,25\text{ m}^2$. La densità del ghiaccio è 917 kg/m^3 .

► Quanto calore occorre per fonderlo? $[1,85 \cdot 10^5\text{ J}]$

- 19** Un thermos contiene 180 cm^3 di caffè a $T_i = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Per raffreddare il caffè si inseriscono nel thermos 12 g di ghiaccio a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ che si fondono completamente. Assumi che il calore sia scambiato solo tra caffè e acqua e che il caffè abbia la densità e il calore specifico dell'acqua.

► Calcola la temperatura di equilibrio. $[75\text{ }^{\circ}\text{C}]$



- 20** Una sfera d'acciaio (calore specifico $448\text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$) di 1,5 kg non penetra in un foro circolare praticato in una lastra di alluminio (calore specifico $900\text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$) di 0,85 kg, perché il suo raggio è maggiore dello 0,10% di quello del foro. Assumi che la sfera e la lastra mantengano sempre la stessa temperatura.

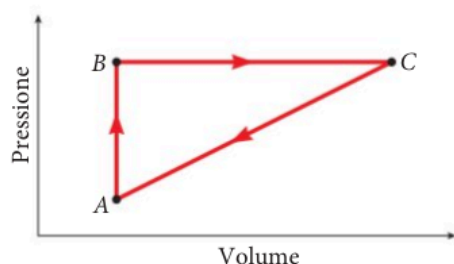
► Quanto calore deve essere fornito a entrambe, perché la sfera possa passare attraverso il foro? $[1,3 \cdot 10^5\text{ J}]$

- 21** In un contenitore perfettamente isolante vengono immessi ghiaccio a $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e vapore a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$, a pressione atmosferica. All'equilibrio termico, nel contenitore si trova acqua a $50,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Il calore specifico del vapore è $2020\text{ J/(kg} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C)}$.

121 Un gas ideale è sottoposto ai tre processi $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow A$ rappresentati nel piano p - V .

► Completa la tabella con i dati mancanti.

Processo	ΔU	Q	L
$A \rightarrow B$		+561 J	
$B \rightarrow C$	+4303 J		+3740 J
$C \rightarrow A$			-2867 J



122 Un campione di 2,0 kg di elio (massa atomica = 4,0 u) subisce una trasformazione isobara alla pressione di 105 kPa. Alla fine della trasformazione la temperatura è aumentata di 100 K.

► Determina la variazione del volume del gas.

Assumi invece che il volume aumenti di 20 m³.

► Calcola il lavoro nella trasformazione.

$$[4,0 \text{ m}^3; 2,1 \cdot 10^6 \text{ J}]$$

123 Un campione di n moli di un gas perfetto monoatomico alla temperatura T_A occupa un volume V_A .

► Determina l'espressione del lavoro, in funzione di T_A e di n , nell'espansione adiabatica in cui il volume è il triplo di quello iniziale.

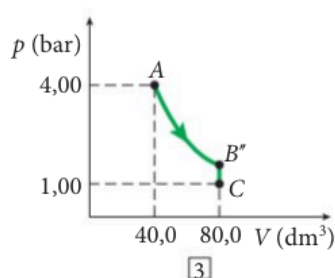
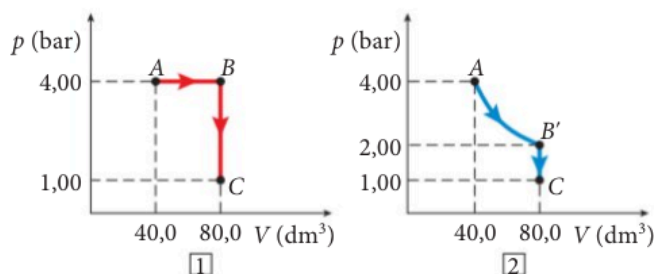
$$[L = (3/2) nR(1 - 3^{-2/3})T_A]$$

124 Un campione di gas perfetto monoatomico viene portato dallo stato iniziale A allo stato finale C in tre modi diversi, come rappresentato in figura. La trasformazione $A \rightarrow B'$ è isoterma, mentre $A \rightarrow B''$ è adiabatica.

► Esprimi le temperature degli stati B , B' , B'' e C in funzione di T_A .

► Utilizza le informazioni deducibili dai grafici per verificare in maniera diretta che la variazione di energia interna subita dal gas è la stessa nei tre esperimenti.

$$[-1,20 \cdot 10^4 \text{ J}]$$



- 30** Una macchina ideale di Carnot opera tra le temperature

$$T_c = 4,90 \cdot 10^2 \text{ K}$$

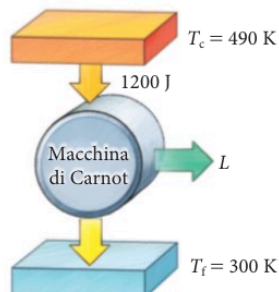
e

$$T_f = 3,00 \cdot 10^2 \text{ K}$$

Calcola

- ▶ quanto lavoro produce assorbendo $1,20 \cdot 10^3 \text{ J}$ di energia termica dal serbatoio caldo;
- ▶ quanta energia termica scarica nel serbatoio freddo.

[466 J; 734 J]



31 > ARGOMENTA

Una macchina termica assorbe durante un ciclo termico 150 J da un serbatoio caldo e produce 45,0 J di lavoro. La macchina cede calore all'ambiente a temperatura $20,0^\circ\text{C}$.

- ▶ È possibile che il serbatoio da cui la macchina assorbe i 150 J sia vapore a 120°C ? Spiega.

- 32** Fai riferimento alla macchina termica del problema precedente.

- ▶ Calcola il valore minimo della temperatura che deve avere il vapore. [146 °C]

Dal bilancio energetico abbiamo

$$L = Q_c - |Q_f| = \\ = 24 \text{ MJ} - 14 \text{ MJ} = 10 \text{ MJ}$$

- 34** Una macchina termica ideale lavora fra due serbatoi, uno alla temperatura del ghiaccio fondente e l'altro alla temperatura dell'acqua in ebollizione, dal quale assorbe 1,00 MJ ogni ciclo. Calcola

- ▶ il rendimento della macchina;
- ▶ il lavoro fatto in un ciclo;
- ▶ il calore ceduto al serbatoio freddo.

[26,8%; $2,7 \cdot 10^5 \text{ J}$; $7,3 \cdot 10^5 \text{ J}$]

- 35** Una centrale elettrica sfrutta il vapore geologicamente surriscaldato fino a 505 K (temperatura del serbatoio caldo) e lo utilizza per mettere in rotazione la turbina di un generatore elettrico. Il vapore viene poi riconvertito in acqua in un condensatore alla temperatura di 323 K (temperatura del serbatoio freddo). La potenza prodotta dalla centrale è di 84 000 kW. Calcola

- ▶ il massimo rendimento operativo possibile della centrale;
- ▶ la quantità minima di calore inutilizzato che va rimossa dal condensatore ogni 24 ore.

[0,360; $1,3 \cdot 10^{13} \text{ J}$]

- 36** Una macchina reversibile che segue il ciclo di Carnot ha un rendimento del 22% e in 1 min esegue 120 cicli. Durante l'espansione isoterma assorbe 300 kJ di calore.

- ▶ Calcola il lavoro compiuto e il calore ceduto durante ogni ciclo.
- ▶ Determina la potenza meccanica sviluppata.

[$6,6 \cdot 10^4 \text{ J}$; $2,3 \cdot 10^5 \text{ J}$; $1,3 \cdot 10^5 \text{ W}$]

- 71** Due treni si avvicinano lungo due binari paralleli. Il treno A viaggia a 22 m/s mentre il treno B viaggia a 38 m/s. Il treno A emette un fischio a 800 Hz.

► Calcola la lunghezza d'onda del fischio ricevuto dal treno B. [0,37 m]

GUARDA COME SI RISOLVE

- 72** Un'automobile viaggia in autostrada alla velocità di 85 km/h. Il conducente suona il clacson che emette un suono di 480 Hz. Un furgone precede l'automobile muovendosi nello stesso verso a una velocità di 110 km/h. La velocità del suono nell'aria è di 340 m/s.

► Determina la frequenza del clacson percepito all'interno del furgone.
► Se il furgone si muovesse nel verso opposto a quello dell'automobile, quale sarebbe la frequenza percepita?

[470 Hz; 560 Hz]



GUARDA!

Inquadrami per vedere il video in cui un insegnante svolge il problema

- 73** Il pilota di un aereo ultraleggero sta volando a 39 m/s. Un'aquila vola verso l'aereo a 18 m/s. Le velocità sono riferite al terreno. L'aquila emette un grido a 340 Hz.

► Calcola la frequenza rilevata dal pilota. [400 Hz]

- 74** Due altoparlanti emettono un suono alla stessa frequenza f_0 ignota. Un osservatore si muove lungo la retta che passa per entrambi, con velocità $v = 13$ m/s. Da un altoparlante rileva un suono di frequenza $f_1 = 1,4$ kHz, dall'altro uno di frequenza $f_2 = 1,3$ kHz.

► Calcola la velocità del suono v_s nel mezzo in cui si trova l'osservatore. [350 m/s]

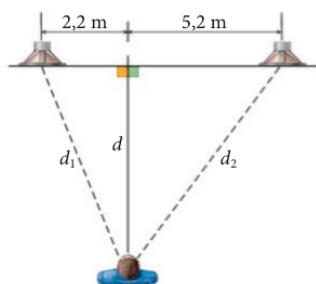
- 75** Un'ambulanza accende la sirena da ferma e poi si mette in moto verso la sua destinazione. La frequenza percepita dalle persone sul marciapiede diminuisce dopo 6,0 s dalla partenza del 4,0%.

► Calcola l'accelerazione media dell'ambulanza in quell'intervallo di tempo. [2,4 m/s²]

82 > PROVA TU

Due altoparlanti identici sono disposti come in figura ed emettono lo stesso suono in fase a una frequenza di 250 Hz. Un ascoltatore posto di fronte è in una posizione in cui si verifica interferenza costruttiva.

- Determina qual è la minima distanza d a cui si trova l'ascoltatore. [1,5 m]



54

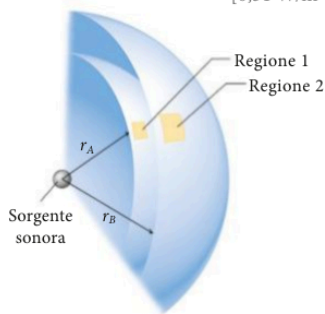
Una sorgente emette uniformemente in tutte le direzioni. L'intensità del suono misurata a 15 m di distanza è $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$.

- Quanta energia viene emessa dalla sorgente in 2,0 s? [5,7 · 10⁻³ J]

55

Una sorgente sonora emette uniformemente in tutte le direzioni con una potenza sonora di 2,3 W. La figura mostra due regioni posizionate su due sfere col centro sulla sorgente e raggio rispettivamente $r_A = 0,60 \text{ m}$ e $r_B = 0,80 \text{ m}$.

- Calcola l'intensità sonora in ciascuna regione. [0,51 W/m²; 0,29 W/m²]



56

Due sorgenti sonore emettono in modo uniforme rispettivamente una potenza sonora P_1 e P_2 .

- A parità di distanza dalle sorgenti, determina la differenza tra i livelli di intensità sonora. $[\Delta\beta = 10 \log \frac{P_1}{P_2}]$

57

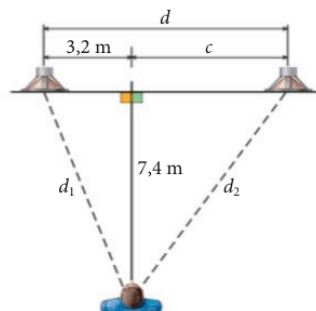
Una sorgente sonora emette un'onda sferica con potenza 3,0 W.

- Calcola l'intensità e il livello di intensità sonora del suono a una distanza di 60 m. [6,6 · 10⁻⁵ W/m²; 78 dB]

83 > PROVA TU

Due altoparlanti identici sono disposti come in figura ed emettono lo stesso suono in fase a una frequenza di 220 Hz. Un ascoltatore posto di fronte è in una posizione in cui si verifica interferenza distruttiva.

- Determina la distanza minima tra gli altoparlanti. [8,0 m]



60

La soglia massima sopportabile per l'orecchio umano corrisponde a un suono con intensità di circa 10 W/m². Assumi che la densità dell'aria e la velocità del suono siano rispettivamente $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ e $v = 340 \text{ m/s}$.

- Stima la variazione massima di pressione corrispondente a tale suono.
► Nel caso di un suono con frequenza 1 kHz, stima l'ampiezza dell'onda sonora. [90 Pa; 4 · 10⁻⁵ m]

61

Le scuole sono considerate recettori sensibili per l'inquinamento acustico. Il limite di legge per il livello di intensità sonora del rumore ambientale nei pressi di una scuola è di 45 dB. Immaginiamo che un imprenditore voglia costruire una fabbrica in un'area limitrofa a un edificio scolastico. Gli impianti della fabbrica generano un rumore di 80 dB a 20 m di distanza.

- Determina a quale distanza dalla scuola deve essere costruita la fabbrica affinché si rispetti il limite imposto per legge di 45 dB. [1,1 km]

62

Un martello pneumatico produce un rumore il cui livello di intensità sonora a 2,0 m di distanza è 100 dB. Si ritiene che il rumore più forte mai udito sulla Terra in epoca storica sia quello prodotto dall'esplosione del vulcano Krakatoa (Indonesia) nel 1883. Sembra che il suono avesse un'intensità di 170 dB a 160 km di distanza.

- Calcola la potenza del suono emesso dal martello pneumatico e dal vulcano.

Assumi che il rumore prodotto dal vulcano si propaghi nell'aria senza ostacoli.

- A quale distanza il livello di intensità sarebbe pari a quello di un martello pneumatico a 2,0 m di distanza? (Confronta il risultato con la lunghezza $4,0 \cdot 10^7 \text{ m}$ della circonferenza terrestre.)

[0,50 W; 3,2 · 10¹⁶ W; 5,0 · 10⁸ m]

- Calcola l'intensità della forza elettrica che si esercita su uno ione potassio (K^+ , carica $= +e$) all'interno della membrana. $[8,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}; 1,3 \cdot 10^{-13} \text{ N}]$

113 Un rettangolo di lati 2,50 m e 5,00 m è immerso in un campo elettrico uniforme con modulo $1,25 \cdot 10^5 \text{ N/C}$. Il campo elettrico forma un angolo di $65,0^\circ$ con la normale alla superficie del rettangolo.

- Calcola il flusso del campo elettrico attraverso il rettangolo. $[6,60 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}]$

114 Una sferetta di massa 3,0 g e carica $-34 \mu\text{C}$ è posta in un campo elettrico. Lasciata libera di muoversi, subisce un'accelerazione iniziale di $2,5 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$ in direzione dell'asse x positivo.

- Determina intensità, direzione e verso del campo elettrico. $[2,2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ diretto nel verso negativo dell'asse x]

115 Un elettrone ($m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$), con velocità iniziale di $3,00 \cdot 10^6 \text{ m/s}$, entra in una regione di campo elettrico uniforme di modulo 1000 N/C. Il campo è antiparallelo al vettore velocità dell'elettrone.

- Determina la distanza che l'elettrone copre prima di fermarsi. $[2,56 \text{ cm}]$

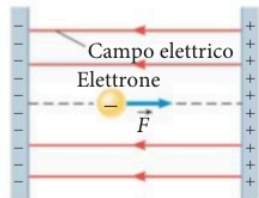
116 Due particelle in quiete, con una carica positiva identica e separate da una distanza di $2,60 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, vengono lasciate libere. La particella 1 ha un'accelerazione iniziale di $4,60 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$, mentre la particella 2 ha un'accelerazione iniziale di $8,50 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$. La particella 1 ha una massa di $6,00 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$. Calcola

125 Due protoni si muovono l'uno contro l'altro. Quando sono a grande distanza, ciascuno di essi ha velocità $3,00 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. I protoni hanno massa $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ e carica $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- Qual è la minima distanza a cui arrivano? $[1,5 \cdot 10^{-14} \text{ m}]$

126 Un elettrone parte da fermo dall'armatura negativa di un condensatore piano e accelera verso l'armatura positiva, distante 1,2 cm. Il campo elettrico nel condensatore ha intensità $2,1 \cdot 10^6 \text{ V/m}$.

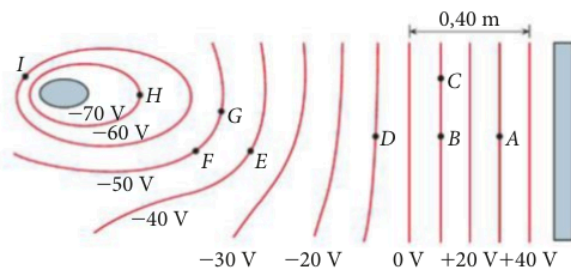
- Calcola l'energia cinetica dell'elettrone quando impatta sull'armatura positiva. $[4,0 \cdot 10^{-15} \text{ J}]$



127 La figura mostra alcune superfici equipotenziali fra due conduttori carichi.

- In quale dei punti A, B, ..., I il campo elettrico è più intenso?
- Calcola il lavoro necessario per spostare una carica di $-1,0 \mu\text{C}$ da A a E.
- Determina l'intensità del campo elettrico in A.

$[I; 7,0 \cdot 10^{-5} \text{ J}; 1,0 \cdot 10^2 \text{ V/m}]$



120 Una carica q è posta fra due piani infiniti di carica, paralleli l'uno all'altro e distanti 10 cm. La densità di carica del primo piano è $\sigma^+ = 4,0 \mu\text{C/m}^2$ e quella del secondo piano è $\sigma^- = -2,0 \mu\text{C/m}^2$. Sulla carica agisce una forza totale di 2,5 mN.

- Determina il valore di $|q|$. $[7,4 \text{ nC}]$

121 Un sottile strato orizzontale di carta con grammatura (cioè massa per unità di area) $d = 60 \text{ g/m}^2$ possiede una carica elettrica positiva uniformemente distribuita sulla sua superficie. Lo strato levita al di sopra di un piano orizzontale con densità superficiale di carica pari a $\sigma = +7,5 \mu\text{C/m}^2$.

- Qual è la densità superficiale di carica presente sullo strato di carta? $[1,4 \mu\text{C/m}^2]$

122 Un singolo elettrone orbita attorno a un nucleo di litio che contiene tre protoni. Il raggio dell'orbita è $1,76 \cdot 10^{-11} \text{ m}$.

- Calcola l'energia cinetica dell'elettrone. $[1,96 \cdot 10^{-17} \text{ J}]$

123 Due cariche, rispettivamente $Q_1 = -3,5 \text{ nC}$ e $Q_2 = +2,6 \text{ nC}$, sono poste a 32 cm di distanza.

- Determina intensità, direzione e verso delle forze che ciascuna carica esercita sull'altra.
- Determina intensità, direzione e verso del campo elettrico nel punto medio del segmento di cui le cariche sono estremi e calcola la forza che agirebbe su un elettrone posto in tale punto.
- Calcola il flusso del campo elettrico attraverso una superficie sferica di raggio 15 cm centrata sulla carica Q_2 .

zano il condensatore.

$$[F = Q^2/(2A\epsilon_0\epsilon_r)]$$

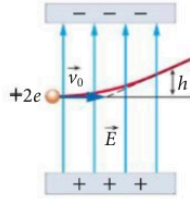
134

Una particella alfa ($m = 6,64 \cdot 10^{-27}$ kg, $q = +2e$) entra in un campo elettrico uniforme di intensità $E = 2,0 \cdot 10^3$ N/C, con una velocità $\vec{v}_0$ di modulo $1,0 \cdot 10^5$ m/s e perpendicolare alle linee di forza del campo.

La particella percorre 2,5 cm lungo la direzione iniziale.

- Calcola la deviazione verticale h della particella.

$$[3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}]$$



140

All'interno di un tubo verticale pieno di olio ($\rho_{\text{olio}} = 0,82 \cdot 10^3$ kg/m³) sono state lasciate cadere due sferette uguali di alluminio ($\rho_{\text{Al}} = 2,7 \cdot 10^3$ kg/m³) di massa $m = 25$ g. Su ciascuna di queste sferette era presente una carica $Q = 4,5 \mu\text{C}$. Le due sferette si dispongono, all'equilibrio, a una distanza $h = 52$ cm.

- Determina la costante dielettrica dell'olio.

$$[4,0]$$

