Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2019-2020

27 Gennaio 2020 – Scritto di Fisica

Corso di Laurea: Laurea Magistrale in CTF

Canali Felici-Trotta

Nome e cognome: .... Matricola: ....

Canale: ....

Riportare sul presente foglio i risultati numerici trovati per ciascun esercizio.

Esercizio 1. Cinematica

Un punto materiale di massa m si muove con velocità $v_{m,0}$ =4.0 m/s su un piano liscio. Il moto avviene lungo la direzione x di un sistema di riferimento xy. Al tempo t=0, il punto materiale passa nell'origine del sistema di riferimento e, contemporaneamente, un proiettile di massa M posizionato sulla perpendicolare al punto materiale e ad una quota h =1.0 m da esso, viene sparato nella direzione x con velocità $v_{M,0}$. Le traiettorie del proiettile e del punto materiale giacciono sullo stesso piano verticale. Trovare la velocità ($v_{M,0}$) con cui deve essere sparato il proiettile M perché avvenga la collisione con il punto materiale m, il tempo in cui avviene la collisione (t*), e il modulo della velocità di M all'istante della collisione ($v_{M,t*}$).

$v_{M,0}$_______; t*_______; $v_{M,t*}$_______;

Esercizio 2. Dinamica

Un sasso di 340 g viene lanciato verso l'alto con velocità iniziale 23 m/s. Se su di esso agisce una forza di attrito costante F_a= 1.9 N, determinare l'accelerazione del corpo nelle fasi di salita (a_s) e discesa (a_d), e l'altezza massima a cui arriva il corpo, $h_{max.}$

a_s_______; a_d_______; h_{max}_______;

Esercizio 3. Urti ed Energia

Un punto materiale di massa m=0.1 Kg viene lanciato verso il basso (moto verticale) con velocità v= 1 m/s. Dopo aver percorso un tratto di lunghezza h=0.5 m urta in modo elastico una molla ideale di lunghezza a riposo L_0=0.8 m e costante elastica k=100 N/m. In assenza di attriti, determinare la massima compressione della molla.

x_{max} ________.

Esercizio 4. Fluidi

Quando un contenitore cubico di 2.5 cm di lato, inizialmente vuoto, viene messo in acqua, il 24% del suo volume rimane al di sopra della superficie del fluido. Determinare la massa m del contenitore. A questo punto il contenitore viene riempito con 200 g di mercurio, e comincia ad affondare. Determinare l'accelerazione a con cui il contenitore si muove verso il fondo (trascurare gli istanti iniziali, in cui il contenitore non è ancora completamente immerso).

m=_______; a= ________

Esercizio 5. Termodinamica

Due moli di gas perfetto monoatomico, inizialmente alla temperatura T_A= 500 K ed alla pressione P_A = 50 atm, compiono il seguente ciclo termodinamico reversibile: Una trasformazione isoterma A → B che ne quadruplica il volume, una trasformazione isobara B → C che porta il gas al volume iniziale, e una trasformazione isocora C → A che riporta il gas nello stato iniziale. Disegnare il ciclo nel piano di Clapeyron. Determinare la temperatura e la pressione del gas nello stato C e il lavoro compiuto dal gas nel ciclo termodinamico.

T_C __________; P_C ________; L ________

Esercizio 6. Elettrostatica

Tre oggetti carichi sono posizionati in un piano xy come segue: Il primo oggetto si trova nell'origine e ha carica 6q. Il secondo è posto nel punto di coordinate (3d, 0) e ha carica 2q mentre il terzo si trova in (0, d) e ha carica -q. Sapendo che le cariche sono fisse nella configurazione descritta, che q=0.3 μC e d = 0.3 m, determinare la forza totale che agisce sull'oggetto posto nell'origine. Esprimere il risultato attraverso il modulo della forza e l'angolo che essa forma con l'asse x. L'oggetto nell'origine viene poi rimosso: Quanto vale il modulo del campo elettrico generato dalle altre due cariche nell'origine?

F __________; θ ________; E ________.

Esercizio 7. Potenziale elettrico e capacità

Su due piastre contrapposte sono accumulate cariche di segno rispettivamente positivo e negativo, di ugual modulo Q=3.5 μC. Spiegare brevemente perché il campo elettrico E presente tra le piastre può dirsi approssimativamente costante, considerando che l'area delle piastre è pari ad A=1.3 m^2, e che esse sono poste a una distanza d=3.3 mm. Determinare la differenza di potenziale ΔV tra le piastre e la capacità C del condensatore da esse formato.

ΔV __________; C_________.

Esercizio 8. Campo magnetico

Un protone che si muove con velocità v=3.4x10^7 m/s, inizialmente diretta verso l'alto, entra in una regione caratterizzata dalla presenza di un campo magnetico uniforme di modulo B=0.38 T, diretto verso l'interno del foglio. Dopo aver compiuto una traiettoria semicircolare, il protone esce dalla regione in cui è presente il campo magnetico. Determinare la distanza d_1 (misurata rispetto al punto di ingresso) a cui il protone esce dalla regione con campo magnetico costante. Se a entrare nella regione con campo magnetico costante è invece un deuterone (un nucleo di deuterio, composto da un protone e da un neutrone, che ha approssimativamente la stessa massa del protone e carica nulla) anch'esso caratterizzato da velocità di modulo v=3.4x10^7 m/s, quanto vale d_2?

d_1__________; d_2_________.

NOTE:

TEMPO PER RITIRARSI: **1 ORA**

TEMPO PER LA CONSEGNA DEL SECONDO ESONERO (ESERCIZI 5, 6, 7, 8): **2 ORE**

TEMPO PER LA CONSEGNA DEL COMPITO COMPLETO: **3 ORE**

È OBBLIGATORIO SPEGNERE I CELLULARI

RIPORTARE NOME E COGNOME SU OGNI FOGLIO

SOLUZIONE

ESERCIZIO 1

1) Per avere la collisione, la velocità del proiettile (lungo la direzione x) al tempo t=0 deve essere uguale a quella del punto materiale, quindi $v_{M,0} = v_{m,0} = 4.0$ m/s

2) Il tempo in cui avviene la collisione si ottiene imponendo $y_M(t^*) = 0 = h - \frac{1}{2}gt^{*2}$

$\rightarrow t^* = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.5$ s

3) $v_M(t^*)$ si ottiene calcolando le componenti della velocità nel momento della collisione

$$\begin{cases} v_M^x(t^*) = -gt^* \\ v_M^y(t^*) = v_{M,0} \end{cases} \qquad \rightarrow \qquad v_M(t^*) = \sqrt{v_{M,0}^2 + 2gh} = 6.0 \text{ m/s}$$

ESERCIZIO 2

Quando il sasso si muove verso l'alto la legge di Newton è:

$ma_s = -mg - F_a \rightarrow a_s = -g - \frac{F_a}{m} = -15$ m/s^2.

Quando invece il sasso scende verso il basso si ha

$ma_d = -mg + F_a \rightarrow a_d = -g + \frac{F_a}{m} = -4.2$ m/s^2.

Il sasso è all'altezza massima h_{max} quando la sua velocità è nulla. Questa condizione è verificata al tempo t_{max}, che si può trovare risolvendo l'equazione

$v_y = v_0 + a_s t_{max} = 0 \rightarrow t_{max} = -\frac{v_0}{a_s}$.

Infine, h_{max} si ottiene sostituendo t_{max} all'interno dell'equazione del moto del sasso:

$h_{max} = v_0 t_{max} + \frac{1}{2}a_s t_{max}^2 = -\frac{v_0^2}{2a_s} = 17$ m.

ESERCIZIO 3

La massima compressione della molla si ottiene utilizzando il principio di conservazione dell'energia:

$$mg(h + x_{max}) + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx_{max}^2 \qquad \rightarrow \qquad x_{max} = \left[1 + \sqrt{1 + \frac{k}{mg^2}(2gh + v^2)}\right] = 0.1 \text{ m}$$

ESERCIZIO 4

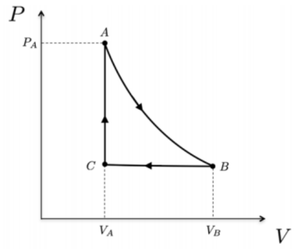
Il volume del contenitore è chiaramente $V_c = l^3 = (2.5)^3$ cm^3, mentre per quanto riguarda la densità possiamo scrivere

$\rho_c V_c = \rho_{H2O} V_{imm} = \rho_{H2O}(1 - 0.24)V_c \rightarrow \rho_c = 0.76\rho_{H2O}$=0.76 g/cm^3,

da cui si ricava $m = \rho_c V_c$=12 g. La massa totale del contenitore pieno di mercurio è dunque $M_{tot} = m + M_{Hg} = 212$ g. Per trovare l'accelerazione quando il corpo è completamente immerso si scrive la seconda legge di Newton per il sistema:

$M_{tot}a = -M_{tot}g + F_{Arch} = -M_{tot}g + \rho_{H2O}V_c g \rightarrow a = -M_{tot}g + F_{Arch} = \left(\frac{\rho_{H2O}V_c}{M_{tot}} - 1\right)g = -9.1$ m/s^2.

ESERCIZIO 5



Utilizzando la legge dei gas perfetti e tenendo conto che la trasformazione AB è isoterma si ottiene

$P_A V_A = P_B V_B \quad \rightarrow \quad P_B = P_A \frac{V_A}{V_B} = \frac{P_A}{4} = P_C = 12{,}5 \text{ atm}$

Inoltre, essendo $P_C = P_B$ e $V_C = V_A$ si ha

$\begin{cases} P_C V_C = nRT_C \\ P_B V_B = nRT_B \end{cases} \quad \rightarrow \quad \frac{V_C}{V_B} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{T_C}{T_A} \quad \rightarrow \quad T_C = \frac{T_A}{4} = 125\ K$

Il lavoro compiuto dal gas nel ciclo si ottiene sommando i lavori compiuti nelle singole trasformazioni:

$W_{AB} = nRT_A \ln \frac{V_B}{V_A} = 11526 \text{ J}$

$W_{BC} = P_C(V_C - V_B) = nR(T_C - T_B) = -6236 \text{ J}$

$W_{CA} = 0$

$W_{TOT} = W_{AB} + W_{BC} = 5290 \text{ J}$

ESERCIZIO 6

La forza che agisce sulla carica posta nell'origine si ottiene calcolando le forze dovute alle altre due cariche e utilizzando il principio di sovrapposizione.

$\vec{F}_{21} = -\frac{4}{3}\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\hat{u}_x\ ; \qquad \vec{F}_{31} = 6\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\hat{u}_y \quad \rightarrow \quad \vec{F}_{tot} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{4}{3}\hat{u}_x + \hat{u}_y\right)$

Possiamo quindi calcolare il modulo della forza e l'angolo che essa forma con l'asse x

$|\vec{F}_{tot}| = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\sqrt{\frac{16}{9} + 36} = 5.5 \cdot 10^{-2} \text{ N} \quad ; \quad \theta = 180^\circ - arctg\left(\frac{|\vec{F}_{31}|}{|\vec{F}_{21}|}\right) = 103^\circ$

Il modulo del campo elettrico si ottiene dividendo il modulo della forza totale per la carica dell'oggetto posto nell'origine

$|\vec{E}_{tot}| = \frac{|\vec{F}_{tot}|}{6q} = 3.1 \cdot 10^4 \text{ N/C}$

ESERCIZIO 7

Il campo elettrico generato da un semipiano uniformemente carico (accomunabile a una piastra carica di area infinita) è, in base a considerazioni basate sulla simmetria della distribuzione di carica, uniforme e diretto perpendicolarmente al piano carico. Utilizzando il teorema di Gauss, si può poi dimostrare che $E_{piano} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, dove σ è la densità di carica superficiale. Il campo elettrico generato da una piastra di area A finita si può approssimare a E_{piano} per distanze piccole (*i.e.*, molto minori delle dimensioni lineari della piastra) dalla superficie della piastra stessa. Poiché nel nostro caso $d \ll \sqrt{A}$, per il campo generato da ciascuna delle due piastre si avrà dunque che $E_{piastra} \sim \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$. In virtù del segno opposto della carica accumulata sulle due piastre, i versi dei campi elettrici generati dalle due piastre sono tali che il campo elettrico totale è $E \sim \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\left(= \frac{Q}{A\varepsilon_0}\right)$ nello spazio tra le due piastre, e nullo al di fuori. Dal momento che il campo elettrico è costante nella regione di spazio considerata, la differenza di potenziale tra le piastre è

$\Delta V = Ed = \frac{\sigma d}{\varepsilon_0} = \frac{Qd}{A\varepsilon_0} = 1.0 \times 10^3 \text{ V},$

mentre per la capacità si ha

$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{\frac{Qd}{A\varepsilon_0}} = \frac{A\varepsilon_0}{d} = 3.5 \text{ nF}.$

ESERCIZIO 8

La forza magnetica è diretta perpendicolarmente al campo magnetico e alla velocità del protone, che viene quindi indotto a seguire un moto circolare (*uniforme*, dal momento che il modulo della velocità non viene modificato dalla forza magnetica). Per la seconda legge di Newton si può dunque scrivere che

$m_p \frac{v^2}{R_p} = F_B = qvB \rightarrow \frac{m_p v}{qB} = R_p = 0.93 \text{ m} \rightarrow D_p = 1.8 \text{ m}$

Il deuterone ha la stessa carica del protone, e massa doppia; si ha dunque che

$R_d = \frac{m_d v}{qB} = \frac{2m_p v}{qB} = 2R_p = 1.8 \text{ m} \rightarrow D_d = 3.6 \text{ m}.$