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

17 Febbraio 2020 – Scritto di Fisica

<u>Corso di Laurea:</u> Laurea Magistrale in CTF

Canali Felici-Trotta

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

Canale: ....

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

<u>Esercizio 1. Cinematica</u>

Una barca fa la spola tra due punti posti lungo un fiume le cui acque si muovono verso valle con velocità v_{acqua}. Quando la barca si muove verso valle la sua velocità, misurata da un osservatore posto sulla sponda del fiume, è pari a v_{valle}=8.1 m/s. Quando invece essa si muove lungo il percorso inverso lo stesso osservatore misura v_{monte}=5.6 m/s. Determinare v_{acqua} e v_{barca}, la velocità relativa della barca rispetto alle acque del fiume (naturalmente facendo l'ipotesi che v_{barca} rimanga invariata lungo il percorso). Considerando che la barca impiega 20 minuti ad andare avanti e indietro tra un punto e l'altro del fiume, determinare la distanza d tra i due punti.

v_{acqua}__________; v_{barca}__________; d__________.

<u>Esercizio 2. Dinamica</u>

Due punti materiali di massa m_1 =0.1 Kg e m_2 =0.2 Kg si muovono su un piano orizzontale liscio. I due punti materiali sono legati da una fune inestensibile e di massa trascurabile e, sul punto m_2, è applicata una forza costante (di modulo F) ad un angolo θ=30° rispetto al piano. Determinare il massimo valore di F per cui il punto materiale non si solleva dal suolo. Supponendo che il modulo della forza applicata sia F=2.0 N, determinare l'accelerazione con cui si muovono i due punti materiali e il modulo della tensione del filo T.

F_{max}_______; a_______; T_______.

<u>Esercizio 3. Urti ed Energia</u>

Una pallina di massa m_1=43 g scende su una guida curva partendo da un'altezza di 52 cm, e nel punto più basso colpisce una seconda pallina di massa $m_2 = \frac{4}{5}m_1$, inizialmente ferma, con un urto perfettamente anelastico. A che velocità v_f parte il sistema formato dalle due palline? Le due palline proseguono insieme su un piano inclinato di $\theta = 30°$ rispetto all'orizzontale, caratterizzato da un coefficiente di attrito dinamico μ_d=0.24. Che distanza d coprono le palline lungo il piano inclinato prima di fermarsi?

v_f__________; d__________.

<u>Esercizio 4. Fluidi</u>

Si osserva che da un piccolo foro praticato alla base di un serbatoio pieno d'acqua alto h=5 m, l'acqua scorre con una portata di Q= 80 l/min. Calcolare la portata Q' se si applica sulla superficie dell'acqua una pressione aggiuntiva di P_1=0.5 atm.

Q'__________.

Esercizio 5. Termodinamica

In un contenitore isolato vengono mescolati 451 g di ghiaccio a 0 °C e 602 g d'acqua a 17 °C. Qual è la temperatura di equilibrio T_{eq} del sistema? Se a equilibrio rimane del ghiaccio nel contenitore, determinarne la massa m_g.

T_{eq}_________; m_g_________.

Esercizio 6. Elettrostatica

Una pallina carica, avente massa m_p=12 g, è sospesa in equilibrio a un'altezza h=1.1 m rispetto alla superficie di una sfera uniformemente carica (densità di carica ρ=1.6 μC/m^3) di raggio R=0.82 m. Determinare la carica q_p della pallina.

q_p_________.

Esercizio 7. Conduttori

Due sfere conduttrici isolate, di raggio r_1=1cm e r_2=2r_1, poste in vuoto alla distanza d=20 m sono caricate rispettivamente ai potenziali V_1=50 V e V_2=2V_1 rispetto all'infinito. Si stabilisce fra essi un contatto elettrico mediante un filo conduttore di dimensioni e capacità trascurabili che, successivamente, viene rimosso. Determinare il potenziale delle sfere nello stato finale e di quanto è variata la forza di repulsione tra le due sfere. N.B. la distanza tra le sfere è molto maggiore del loro raggio.

V_{FIN} __________; F_{FIN}/F_{IN}_________.

Esercizio 8. Campo magnetico

Due fili indefiniti, fissi e paralleli, posti a distanza d=1m sono percorsi nello stesso verso dalle correnti I_1 e I_2. Nel piano individuato dai due fili viene posto un terzo filo, parallelo ai primi due e percorso da una corrente I_3 in verso opposto a I_1 e I_2. Sapendo che il terzo filo è in equilibrio alla distanza x=0.3 m dal filo percorso dalla corrente I_1, determinare il rapporto I_1/I_2.

I_1/I_2__________

NOTE:

TEMPO PER RITIRARSI: **1 ORA**

TEMPO PER LA CONSEGNA: **3 ORE**

È OBBLIGATORIO SPEGNERE I CELLULARI

RIPORTARE NOME E COGNOME SU OGNI FOGLIO

SOLUZIONE

ESERCIZIO 1

La velocità della barca misurata da un osservatore sulla riva del fiume è v_{valle}=$v_{acqua} + v_{barca}$ quando la barca scende verso valle, e $v_{monte} = v_{barca} - v_{acqua}$ quando la barca risale la corrente andando verso monte. Ne consegue che

$v_{barca} = \frac{v_{monte}+v_{valle}}{2}$ =6.85 m/s

e

$v_{acqua} = \frac{v_{valle}-v_{monte}}{2}$ =1.25 m/s.

Si ha poi che il tempo totale per completare un viaggio di andata e ritorno, t_{TOT} =20 min=1200 s, è naturalmente pari a $t_{TOT} = t_{valle} + t_{monte}$, con

$d = v_{valle}t_{valle} \rightarrow t_{valle} = \frac{d}{v_{valle}}$ e $d = v_{monte}t_{monte} \rightarrow t_{monte} = \frac{d}{v_{monte}}$.

Sostituendo, si ha quindi che

$t_{TOT} = \frac{d}{v_{valle}} + \frac{d}{v_{monte}} = d \cdot \frac{v_{valle}+v_{monte}}{v_{valle}v_{monte}} \rightarrow$ d= $t_{TOT} \cdot \frac{v_{valle}v_{monte}}{v_{valle}+v_{monte}}$ =4000 m=4 Km.

ESERCIZIO 2

1) Per la seconda legge di Newton nella direzione ortogonale al moto si ha

$N = m_2 g - Fsen\theta$

Per non far sollevare il corpo la reazione vincolare deve essere sempre $N \geq 0$. La forza minima sarà quindi quella per cui la reazione vincolare si annulla, ovvero

$F_{min} = \frac{m_2 g}{sen\theta} = 3.9\ N$

L'accelerazione e la tensione si trovano impostando la legge di Newton nella direzione del moto per i due punti materiali:

$$\begin{cases} T = m_1 a \\ -T + Fcos\theta = m_2 a \end{cases} \quad \rightarrow \quad \begin{cases} T = \frac{m_1}{m_1+m_2} Fcos\theta = 0.58\ N \\ a = \frac{1}{m_1+m_2} Fcos\theta = 5.8\ m/s^2 \end{cases}$$

ESERCIZIO 3

La velocità della prima pallina in fondo alla guida curva si ricava dalla conservazione dell'energia meccanica:

$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = m_1 gh \rightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$.

Ne consegue che per la velocità finale del sistema formato dalle due palline dopo un urto completamente anelastico si ha che

$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_f \rightarrow m_1 v_1 = \left(1 + \frac{4}{5}\right) m_1 v_f \rightarrow v_f = \frac{5}{9} v_1 = \frac{5}{9} \cdot \sqrt{2gh}$ = 1.8 m/s.

La seconda parte del problema si risolve considerando la conservazione dell'energia in presenza di forze non conservative:

$\Delta K + \Delta U + \Delta E_{INT} = 0 \rightarrow -\Delta K = \Delta U + \Delta E_{INT}$.

Innanzitutto,

$\Delta K = K_f - K_i = 0 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2) v_f^2 = -\frac{1}{2} m_{TOT} v_f^2$,

e $\Delta U = m_{TOT} g h_{MAX} = m_{TOT} g d \sin\theta$.

Inoltre,

$\Delta E_{INT} = F_d \cdot d = \mu_d \cdot N \cdot d = \mu_d \cdot m_{TOT} g \cos\theta \cdot d$.

Si ha quindi che

$\frac{1}{2} m_{TOT} v_f^2 = m_{TOT} g d \sin\theta + \mu_d \cdot m_{TOT} g d \cos\theta \cdot d \rightarrow d = \frac{v_f^2}{2g(\sin\theta + \mu_d \cdot \cos\theta)}$ = 0.23 m.

ESERCIZIO 4

Tenendo conto che sulla superficie del serbatoio la pressione è pari a quella atmosferica e che il foro è piccolo rispetto alla sezione del recipiente, per il teorema di Bernoulli si ha:

$\rho g h = \frac{1}{2} \rho v^2 \qquad \rightarrow \qquad v = \sqrt{\rho g h}$,

dove ρ è la densità dell'acqua e v è la velocità del fluido. Conoscendo la portata possiamo ricavare la sezione del foro: $A = Q/\sqrt{\rho g h}$.

In presenza della pressione aggiuntiva si ha

$\rho g h + P_1 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 \qquad \rightarrow \qquad v_1 = \sqrt{\frac{2P_1}{\rho} + 2gh}$

Dove v_1 è la velocità dell'acqua in presenza della pressione aggiuntiva. Possiamo quindi ricavare Q'

$$Q' = A v_1 = Q\sqrt{\frac{P_1}{\rho g h} + 1} = 114 \text{ l/min}$$

ESERCIZIO 5

Innanzitutto, l'energia necessaria a sciogliere 451 g di ghiaccio è

$Q_{tot}^{ghiaccio} = m_{tot}^{ghiaccio} \cdot L_f$ =1.50× 10^5 J.

Il calore ceduto da 602 g d'acqua nel passare da 17 °C è 0 °C è invece pari a

$Q_{tot}^{acqua} = m_a \cdot c_a \cdot \Delta T = 4.3\times 10^4$ J,

sufficiente a sciogliere una massa di ghiaccio

$m_{sciolto}^{ghiaccio} = \frac{Q_{tot}^{acqua}}{L_f} = 130$ g.

Ne consegue che la temperatura di equilibrio è T_{eq}= 0 °C, e la quantità di ghiaccio residuo è

$m_g = m_{tot}^{ghiaccio} - m_{sciolto}^{ghiaccio}$= 320 g.

ESERCIZIO 6

La pallina si trova in condizioni di equilibrio statico, per cui la forza di gravità che su di essa esercita la terra, $F_g = m_P g$, deve essere pari alla forza elettrica esercitata dalla sfera carica, $F_e = q_P E_s$. Ne consegue che, ovviamente, $q_P = \frac{F_g}{E_s}$. Per il campo elettrico generato dalla sfera carica nel punto in cui si trova la pallina si ha

$E_s = k_e \frac{Q_s}{(h+R)^2} = k_e \frac{\rho \cdot \frac{4\pi}{3} R^3}{(h+R)^2} = 8.9\times 10^3$ N/C,

per cui

$q_P = \frac{F_g}{E_s} = 13$ μC.

ESERCIZIO 7

Visto che la distanza tra le sfere è molto più grande dei loro raggi, queste possono essere considerate come due conduttori isolati. Quindi prima del contatto elettrico il loro potenziale vale:

$$\begin{cases} V_1 = \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_1} \\ V_2 = \frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_2} \end{cases} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} Q_1 = 4\pi\varepsilon_0 r_1 V_1 = 5.5 \cdot 10^{-11}\text{ C} \\ Q_2 = 4\pi\varepsilon_0 r_2 V_2 = 22 \cdot 10^{-11}\text{ C} \end{cases}$$

Dopo il contatto elettrico le due sfere raggiungono lo stesso potenziale e le cariche si ridistribuiscono

$$V_{FIN} = \frac{Q_1^{FIN}}{4\pi\varepsilon_0 r_1} = \frac{Q_2^{FIN}}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$$

Le carica sulle sfere rimane invariata e pari alla somma $Q_1 + Q_2 = Q_{TOT} = Q_1^{FIN} + Q_2^{FIN}$, per cui si ha

$Q_1^{FIN} = \frac{r_1}{r_2} Q_2^{FIN} = \frac{r_1}{r_1+r_2} Q_{TOT} = 9.2 \cdot 10^{-11}$ C $\qquad Q_2^{FIN} = Q_{TOT} - Q_1^{FIN} = 18.3 \cdot 10^{-11}$ C

Il potenziale dopo il contatto elettrico è quindi pari a $V_{FIN} = \frac{Q_1^{FIN}}{4\pi\varepsilon_0 r_1} = 83$ V

Il rapporto tra le forze è semplicemente dato dal rapporto tra le forze di Coulomb dopo e prima il contatto elettrico. Essendo la distanza invariata.

$$\frac{F_{FIN}}{F_{FIN}} = \frac{Q_1^{FIN} Q_2^{FIN}}{Q_1 Q_2} = 1.4$$

ESERCIZIO 8

Prendendo come asse x la direzione ortogonale ai fili, e diretta dal primo al terzo filo, le forze che agiscono sul terzo filo (di lunghezza l_3) sono:

$$\vec{F}_{13} = \frac{\mu_0 I_1 I_3 l_3}{2\pi x}\hat{u}_x \qquad ; \qquad \vec{F}_{23} = -\frac{\mu_0 I_2 I_3 l_3}{2\pi(d-x)}\hat{u}_x$$

Per avere equilibrio il modulo delle due forze deve essere uguale, quindi

$|\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}| \quad \rightarrow \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{x}{d-x} = 0.43$