

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO – Benevento

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA I

A. A. 2001-2002

Raccolta delle prove scritte d'esame

per Ingegneria Informatica e Ingegneria delle Telecomunicazioni

Prof. Antonio Feoli

1) Un uomo trascina con una fune un blocco di massa $m = 40Kg$ lungo un pendio in salita inclinato di $\alpha = 10^\circ$. L'uomo applica alla fune, e quindi al blocco, una forza $T = 142N$ orientata in maniera da formare un angolo θ rispetto al piano del pendio. Il blocco comincia a muoversi quando $\theta = 60^\circ$. Si determini il coefficiente di attrito statico tra blocco e superficie.

2) Una donna di $60Kg$ salta da un ponte alto $50m$ legata ad un cavo elastico lungo $12m$. La caduta risulta essere di $31m$. Si calcoli la costante elastica del cavo. Se non ci fosse stato il cavo a salvare la donna, con quale velocità e dopo quanto tempo sarebbe arrivata al suolo?

3) Un gas perfetto subisce due trasformazioni. Nella prima il calore è libero di fuoriuscire dal gas a volume costante in modo che la sua pressione diminuisca da $P_A = 6atm$ a $P_B = 2atm$. Nella seconda il gas si espande a pressione costante, da un volume di $V_B = 5L$ ad un volume V_C in cui la temperatura ritorna al suo valore iniziale T_A . Si calcoli il lavoro totale compiuto dal gas nell'intero processo e la variazione di energia interna.

SITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI FISICA GENERALE I (prof. A. Feoli) A. A. 2000-2001

Prova scritta d'esame del 19/11/2001

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

X

- 1) Un uomo trascina con una fune un blocco di massa $m = 40Kg$ lungo un pendio in salita inclinato di $\alpha = 10^\circ$. L'uomo applica alla fune, e quindi al blocco, una forza $T = 142N$ orientata in maniera da formare un angolo θ rispetto al piano del pendio. Il blocco comincia a muoversi quando $\theta = 60^\circ$. Si determini il coefficiente di attrito statico tra blocco e superficie.

X

- 2) Una donna di $60Kg$ salta da un ponte alto $50m$ legata ad un cavo elastico lungo $12m$. La caduta risulta essere di $31m$. Si calcoli la costante elastica del cavo. Se non ci fosse stato il cavo a salvare la donna, con quale velocità e dopo quanto tempo sarebbe arrivata al suolo?

- 3) Un gas perfetto subisce due trasformazioni. Nella prima il calore è libero di fuoriuscire dal gas a volume costante in modo che la sua pressione diminuisca da $P_A = 6atm$ a $P_B = 2atm$. Nella seconda il gas si espande a pressione costante, da un volume di $V_B = 5L$ ad un volume V_C in cui la temperatura ritorna al suo valore iniziale T_A . Si calcoli il lavoro totale compiuto dal gas nell'intero processo e la variazione di energia interna.

SOLUZIONE SINTETICA DEI PROBLEMI DI FISICA GENERALE I DEL
19/11/2001

- 1) Facendo riferimento alla figura si possono ottenere due equazioni proiettando la legge $\vec{F} = m\vec{a}$ sugli assi del sistema di riferimento. Nel fare questo bisogna considerare che l'accelerazione è nulla lungo l'asse y:

$$N + T \sin \theta - mg \cos \alpha = 0 \quad (1)$$

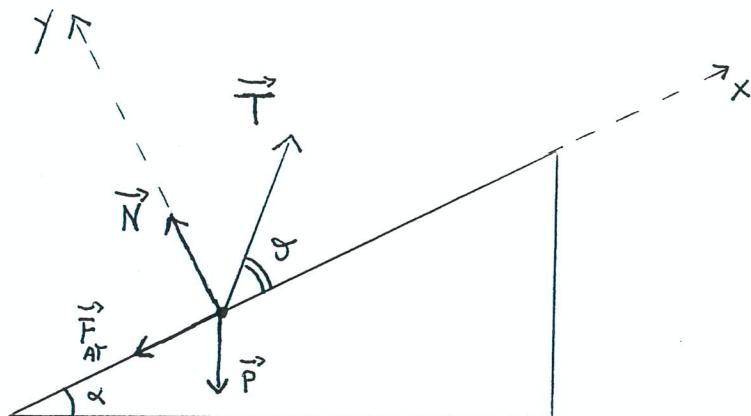
Inoltre la condizione per ottenere il coefficiente di attrito statico è che \vec{a} sia nulla anche lungo l'asse x quando $\theta = 60^\circ$. Si ha:

$$T \cos \theta - mg \sin \alpha - \mu_S N = 0 \quad (2)$$

Si ottiene dunque un sistema di due equazioni e due incognite. Dalla (1) si calcola

$$N = mg \cos \alpha - T \sin \theta = 263 \text{ Newton}$$

che, sostituita nella (2), permette di trovare $\mu_S = 0.011$.



2) Per trovare la costante elastica del cavo è sufficiente applicare la conservazione dell'energia. Nell'istante iniziale c'è solo energia potenziale gravitazionale. Essa si trasforma in energia cinetica fin quando, nell'istante finale di massimo allungamento del cavo, la velocità della donna e quindi la sua energia cinetica saranno nulle. In quel momento tutta l'energia iniziale si sarà trasformata in energia potenziale del cavo elastico. Considerando lo zero dell'energia potenziale a distanza $d = 31$ metri dal ponte, possiamo scrivere:

$$mgd = \frac{1}{2}kx^2,$$

da cui si calcola $k = 101N/m$. Nella seconda parte del problema si può calcolare la velocità considerando lo zero dell'energia potenziale al suolo. Si ha:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

dove $h = 50m$. Si ottiene $v = 31.3m/s$. Infine, siccome il moto della donna è uniformemente accelerato, si calcola il tempo di volo da

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

trovando $t = 3.19s$.

3) Sfruttando l'equazione di stato dei gas perfetti, siccome $T_A = T_C$, si ha $P_A V_A = P_C V_C$ da cui si può calcolare $V_C = 15L$. A questo punto è semplice ottenere il lavoro sulla trasformazione isobara dalla formula

$$L = P_B(V_C - V_B) = 20L \cdot atm$$

Esso è anche il lavoro totale perché lungo l'isocora il lavoro è nullo.

Si può immediatamente ottenere il valore della variazione di energia interna ragionando sul fatto che le due trasformazioni AB e BC formano un ciclo meno la trasformazione isoterma da C ad A. Siccome ΔU è nulla lungo un qualsiasi ciclo ed è nulla anche su un' isoterma, ne consegue che sul processo rimanente da A a C deve essere $(\Delta U)_{TOT} = 0$.

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA GENERALE I (prof. A. Feoli) A. A. 2001-2002

Prova scritta d'esame del 25/01/2002

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

- 1) La canna di una pompa antincendio, tenuta vicino al suolo, espelle l'acqua ad una velocità di 6.5 m/s .
 - a) Calcolare i due possibili valori dell'angolo al quale deve essere orientata la canna per far ricadere l'acqua a una distanza di 2 metri.
 - b) Nell'ipotesi che, invece, la canna venga orientata ad un angolo $\alpha = 30^\circ$, calcolare il modulo della velocità dell'acqua dopo un decimo di secondo.
- 2) Una biglia (considerata puntiforme) viene lanciata verso l'alto, lungo un piano inclinato di un angolo $\beta = 30^\circ$, con una velocità iniziale $v_0 = 4m/s$. Il piano è scabro con coefficiente d'attrito dinamico $\mu = 0.3$.
 - a) Calcolare la massima altezza h raggiunta dalla biglia rispetto al suolo.
 - b) Nell'ipotesi che la biglia, dopo essersi fermata per un'istante ad altezza h , cominci a scivolare indietro per effetto della forza peso, calcolare dopo quanto tempo essa giunge ai piedi del piano inclinato.
- 3) Un vagone di un treno (A) di massa $M_A = 120Kg$ urta, con una velocità V_0 , i respingenti di un altro vagone (B) di massa $M_B = 100Kg$ fermo sulla stessa rotaia. L'urto è elastico e il secondo vagone (B), dopo l'urto, comincia a muoversi con una velocità V_B . A causa dell'attrito con i binari ($\mu = 0.4$), il treno B si fermerà dopo aver percorso 30 metri. Calcolare la velocità iniziale V_0 del treno A.

SOLUZIONE SINTETICA DEI PROBLEMI DI FISICA I DEL 25/01/2002

1) Il getto d'acqua si muove di moto uniformemente accelerato. Considerato un sistema di riferimento con origine nel punto di partenza dell'acqua, si possono trovare i valori degli angoli partendo direttamente dalla formula della gittata. Un altro possibile approccio è partire dall'equazione che descrive la traiettoria parabolica dell'acqua:

$$y = \tan(\alpha)x - \frac{g}{2v_o^2 \cos^2(\alpha)}x^2 \quad (1)$$

In questa equazione, per trovare α , bisogna impostare che $x = 2m$ quando $y = 0$. Siccome

$$\cos^{-2}(\alpha) = 1 + \tan^2(\alpha)$$

la (1) diventa un'equazione di secondo grado in $\tan(\alpha)$:

$$p\tan^2(\alpha) - \tan(\alpha) + p = 0$$

dove $p = gx/2v_o^2$. Essa ha due soluzioni:

$$\tan(\alpha_1) = 4.065 \quad e \quad \tan(\alpha_2) = 0.246$$

che portano ai due angoli cercati: $\alpha_1 = 76^\circ$ e $\alpha_2 = 14^\circ$. La parte (b) del problema può essere risolta a partire dalle componenti della velocità:

$$V_x(t) = v_o \cos(\alpha) = 5.629 \text{ m/sec}$$

$$V_y(t) = v_o \sin(\alpha) - gt = 2.27 \text{ m/sec}$$

da cui si può calcolare il modulo $V = 6.07 \text{ m/sec}$.

2) Per calcolare la massima altezza raggiunta dalla biglia si può scrivere il bilancio energetico fra l'istante iniziale della salita e l'istante finale in cui la pallina si ferma, dopo aver percorso una distanza $d = h/\sin(\beta)$ lungo il piano inclinato:

$$\frac{1}{2}mv_o^2 = mgh + \mu mg \cos(\alpha)d$$

da cui si calcola

$$h = \frac{v_o^2}{2g(1 + \mu \cot \alpha)} = 0.54 \text{ m}$$

Infine, siccome il moto della biglia è uniformemente accelerato, si calcola il tempo impiegato nella discesa da

$$d = \frac{1}{2}at^2$$

considerando il modulo dell'accelerazione pari ad

$$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

Si ottiene $t = 0.9\text{sec.}$

3) Siccome l'urto è elastico, si conservano sia la quantità di moto che l'energia cinetica.

$$M_A V_o = M_A V_A + M_B V_B \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} M_A V_o^2 = \frac{1}{2} M_A V_A^2 + \frac{1}{2} M_B V_B^2 \quad (3)$$

Inoltre, si può calcolare la velocità del treno B considerando la conservazione dell'energia dall'istante subito dopo l'urto a quello in cui il treno si ferma:

$$V_B = \sqrt{2\mu gd} = 15.3\text{m/sec}$$

Sostituendo questo valore e i dati del problema nelle (2) e (3), si ottiene un sistema di due equazioni nelle incognite V_o e V_A , da cui si calcola $V_o = 14\text{m/sec.}$

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2001-2002

Prova scritta d'esame del 15/02/2002

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

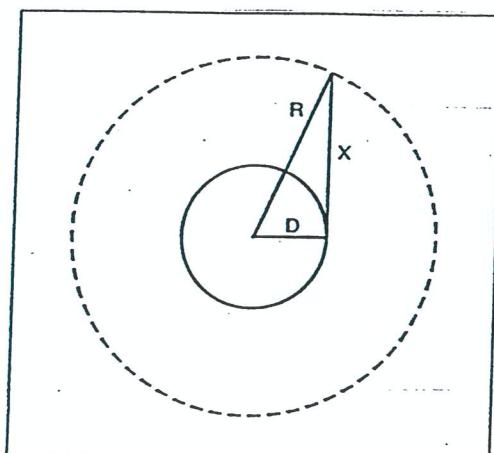
"

1) Sotto la pioggia una ragazza fa ruotare con velocità angolare costante un ombrello aperto, ad un'altezza $H = 2m$ dal suolo, mantenendo l'asta verticale. Dal bordo dell'ombrelllo si staccano, partendo per la tangente con velocità iniziale perpendicolare all'asta, alcune gocce d'acqua che, giunte al suolo, tracciano una circonferenza di raggio $R = 1.8m$ (vedi Fig.). Considerando che l'ombrelllo aperto ha un raggio $D = 0.6m$, calcolare la sua velocità angolare ω trascurando ogni forma di attrito.

2) Un bambino parte da fermo e scende da uno scivolo che ha un'inclinazione di 28° e, arrivato in fondo, ha una velocità pari alla metà di quella che avrebbe avuto se lo scivolo fosse stato privo di attrito. Calcolare il coefficiente di attrito tra lo scivolo ed il bambino.

In un seconda discesa sullo stesso scivolo, il bimbo parte con una velocità iniziale $V_0 = \sqrt{gh}$. Che valore deve assumere la costante n affinché il bambino arrivi in fondo con $V_F = \sqrt{gh}$?

3) Una macchina termica reversibile utilizza $n = 10\text{moli}$ di un gas perfetto monoatomico ed è schematizzabile come un ciclo di Carnot. Il gas ha un volume iniziale $V_A = 20\text{litri}$. Nella prima trasformazione assorbe la quantità di calore $Q_{ASS} = 2500J$ dalla sorgente $T_A = 400^\circ K$. Nella seconda il gas si espande adiabaticamente, da V_B a V_C . Nella terza cede una quantità di calore Q_{CED} alla sorgente $T_C = 350^\circ K$. Calcolare V_C e Q_{CED} esprimendo i risultati finali prima in simboli e poi con i loro valori numerici. [$R = 8.315J/\text{mole}^\circ K$]



SOLUZIONE SINTETICA DEI PROBLEMI DI FISICA I DEL 15/02/2002

1) Ogni goccia d'acqua che ruota con l'ombrellino e che si trova sul bordo, avrà una velocità $V = \omega D$. Quando si stacca, V diventa la velocità iniziale della goccia che sarà soggetta solo alla Forza Peso. Il moto è dunque uniformemente accelerato. Considerato un sistema di riferimento con origine nel punto di partenza della goccia, asse x tangente all'ombrellino come in figura e asse y diretto verso il basso, si possono scrivere le equazioni del moto della goccia:

$$x(t) = Vt \quad (1)$$

$$y(t) = \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

La goccia arriva al suolo quando nella (2) $y = H$ cioè dopo un tempo $t = \sqrt{2H/g} = 0.64\text{sec}$. La gittata è pari al lato x in figura che, per il teorema di Pitagora, vale

$$x = \sqrt{R^2 - D^2} = 1.69m$$

Sostituendo i valori di x e t nella (1) si calcola V e quindi, con la formula del moto circolare uniforme, si ottiene $\omega = 4.4\text{rad/sec}$.

2) Per calcolare il coefficiente d'attrito fra scivolo e bambino si può scrivere il bilancio energetico fra l'istante iniziale della discesa e l'istante finale in cui il bimbo arriva in fondo, dopo aver percorso una distanza $d = h/\sin(\alpha)$ lungo lo scivolo. Senza attrito si ha:

$$mgh = \frac{1}{2}mv_A^2 \quad (3)$$

mentre con attrito

$$mgh = \frac{1}{2}mv_B^2 + \mu mg \cos(\alpha)d \quad (4)$$

Dalla (3) si calcola

$$v_A = \sqrt{2gh} = 2v_B$$

che sostituita nella (4) dà:

$$\mu = \frac{3}{4\cot\alpha} = 0.4 \quad (5)$$

Infine, nella seconda discesa, esiste una velocità iniziale e quindi il bilancio energetico (4) diventa,

$$\frac{1}{2}mv_o^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_F^2 + \mu mg \cos(\alpha)d$$

Sostituendo i valori delle velocità dati dal problema e il coefficiente d'attrito calcolato in precedenza (5), si ottiene $n = 0.5$.

3) Siccome

$$Q_{ASS} = nRT_A \ln(V_B/V_A)$$

e, sulla seconda trasformazione,

$$T_B(V_B)^{\gamma-1} = T_C(V_C)^{\gamma-1}$$

si ottiene:

$$V_C = V_A \left(\frac{T_B}{T_C} \right)^{(C_V/R)} \exp \left(\frac{Q_{ASS}}{nRT_A} \right) = 26 \text{ litri}$$

Infine, siccome

$$\eta = 1 + \frac{Q_{CED}}{Q_{ASS}} = 1 - \frac{T_C}{T_A},$$

si ottiene:

$$Q_{CED} = -\frac{T_C Q_{ASS}}{T_A} = 2187.5 J$$

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2001-2002

Prova scritta d'esame del 15/04/2002

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Una pallina viene lanciata dall'origine degli assi cartesiani nello stesso istante in cui un'altra pallina viene lasciata cadere da un punto di coordinate $x_o = 3m$, $y_o = 2m$. La direzione di lancio della prima pallina è quella della congiungente l'origine degli assi con il punto di coordinate x_o, y_o , mentre la sua velocità iniziale vale, in modulo, $V = 8m/s$. Determinare le coordinate del punto di incontro delle due palline e del punto di caduta della prima pallina se non avesse incontrato la seconda.

2) In un allenamento di spinta del "bob a due" su un tratto di pista non inclinato, il primo atleta ($m_1 = 70Kg$) spinge il bob ($m_B = 40Kg$) e salta all'interno. Mentre il bob e l'atleta si muovono con velocità $V_1 = 2.5m/s$ il secondo atleta, di massa $m_2 = 80kg$, corre ad una velocità $V_2 = 3.8m/s$ e salta anch'egli sul bob.

a) Trascurando gli effetti dell'attrito, si trovi la velocità del bob mentre si allontana.

b) Il bob percorre 60 metri sulla neve prima di arrestarsi. Quanto vale il coefficiente di attrito dinamico tra il bob e la neve?

3) Nell'espandersi adiabaticamente, il lavoro compiuto da una mole di un gas perfetto monoatomico è $L = 825J$. La temperatura iniziale del gas è $T_o = 393^{\circ}K$ e il suo volume iniziale è $V_o = 0.1m^3$. Si determinino la temperatura e il volume finali del gas [$R = 8.315J/mole^{\circ}K$].

SOLUZIONE SINTETICA DEI PROBLEMI DI FISICA I DEL 15/04/2002

1) Per stabilire la direzione della velocità iniziale della prima pallina si calcola l'angolo che il vettore \vec{V} forma con l'asse delle x con la formula:

$$\tan \theta = \frac{y_o}{x_o}$$

da cui si ottiene $\theta = 33^\circ$. L'equazione oraria della prima pallina lungo l'asse y è:

$$y_1(t) = (V \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

mentre quella della seconda è:

$$y_2(t) = y_o - \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

Nell'istante t^* dell'incontro si ha $y_1 = y_2$ da cui

$$y_o = (V \sin \theta)t^*$$

e si può calcolare t^* che sostituito nella (1) dà il valore dell'ordinata del punto di incontro: $y(t^*) = 1m$. L'ascissa è naturalmente $x(t^*) = x_o = 3m$.

Se la prima pallina non avesse incontrato la seconda sarebbe caduta nel punto di coordinate $y = 0$ e

$$x = \frac{2 \sin \theta \cos \theta V^2}{g} = 6.03m$$

2) La conservazione della quantità di moto durante l'urto fra il secondo atleta e il bob su cui è già salito il primo atleta fornisce la relazione:

$$(m_1 + m_B)V_1 + m_2 V_2 = (m_1 + m_2 + m_B)V$$

da cui si calcola la velocità del bob dopo l'urto $V = 3.047m/s$.

Poiché dall'istante subito dopo l'urto a quando il bob si ferma si conserva l'energia, si ottiene l'equazione:

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2 + m_B)V^2 = \mu(m_1 + m_2 + m_B)gd$$

da cui si calcola il coefficiente d'attrito dinamico $\mu = 0.0079$.

3) Per il primo principio della termodinamica su una trasformazione adiabatica vale l'equazione:

$$L = -nC_v(T_F - T_o)$$

da cui, usando i dati del problema, si può calcolare la temperatura finale $T_F = 326.8^{\circ}K$. Inserendo questo risultato nell'equazione caratteristica delle adiabatiche

$$T_o V_o^{\gamma-1} = T_F V_F^{\gamma-1}$$

si ottiene anche il volume finale $V_F = 0.131m^3$.

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2001-2002

Prova scritta d'esame del 20/06/2002

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Una freccia di massa $M = 0.08Kg$ viene scagliata da un arco, la cui corda esercita una forza costante di $95N$ sulla freccia per una distanza di $80cm$. La freccia esce orizzontalmente dall'arco ad un'altezza $h = 1.6m$ rispetto al suolo. A che altezza rispetto al suolo colpirà una sagoma verticale posta a $20m$ di distanza?

2) Un autocarro di 5000 kg sta viaggiando ad una velocità $V_1 = 5m/s$ lungo una discesa, quando i freni delle ruote si bloccano. La discesa forma un angolo $\beta = 15^\circ$, rispetto al piano orizzontale. Il coefficiente d'attrito dinamico fra pneumatici e strada è $\mu = 0.3$. L'autocarro si scontra con un'auto di 1000 kg che arriva in senso inverso ad una velocità $V_2 = 10m/s$. Dopo l'urto i due veicoli continuano la discesa incastrati l'uno nell'altro. Quanto cammino percorrono slittando prima di arrestarsi? (N.B. Si consideri il sistema dei due veicoli *isolato* durante l'urto).

3) L'aria che inizialmente occupa un volume $V_o = 0.14m^3$ ad una pressione $P_o = 103 \times 10^3 Pa$ viene espansa isotermicamente fino alla pressione $P_1 = 101.3 \times 10^3 Pa$ e poi raffreddata a pressione costante, finché raggiunge il volume iniziale V_o . Calcolare il lavoro totale al termine delle due trasformazioni.

SOLUZIONE SINTETICA DEI PROBLEMI DI FISICA I DEL 20/06/2002

- 1) Dal momento che la velocità iniziale della freccia è nulla e che la forza applicata è costante, il teorema dell'energia cinetica si scrive:

$$L = |\vec{F}| |\vec{d}| = \frac{1}{2} M V_f^2$$

Da questa equazione si ricava la velocità con cui la freccia esce dall'arco: $V = 43.59 m/s$. La traiettoria della freccia, in un sistema di riferimento con origine ai piedi dell'arciere, è data dall'equazione

$$y = h - \frac{gx^2}{2V^2}$$

da cui l'ordinata del punto in cui la freccia incontra il bersaglio (posto in $x = 20m$) sarà $y = 0.57m$.

- 2) Durante l'urto unidimensionale anelastico si conserva la quantità di moto e si può scrivere:

$$M_1 V_1 - M_2 V_2 = (M_1 + M_2)V$$

Da questa equazione si ricava la velocità con cui i veicoli escono dall'urto $V = 2.5 m/s$. A questo punto, applicando la conservazione dell'energia fra l'istante dopo l'urto e quello in cui i veicoli si arrestano, si ottiene:

$$\frac{1}{2} m V^2 + mgS \sin \alpha = \mu_D m g S \cos \alpha$$

da cui si ricava $S = 0.6m$.

- 3) Il lavoro lungo la trasformazione isoterma è:

$$L_1 = nRT \ln \frac{V_1}{V_o} \quad (1)$$

Allo stato iniziale si può applicare l'equazione dei gas perfetti $P_o V_o = nRT$, mentre, dalla legge di Boyle lungo l'isoterma, si ha: $P_o V_o = P_1 V_1$. Quindi la (1) diventa:

$$L_1 = P_o V_o \ln \frac{P_o}{P_1}$$

Considerando che lungo la successiva trasformazione isobara il lavoro è

$$L_2 = P_1 (V_o - V_1),$$

si ottiene il lavoro totale $L = L_1 + L_2 = 1.986 J$.

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2001-2002

Prova scritta d'esame del 15/07/2002

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) I vagoncini delle montagne russe raggiungono la sommità di una montagna con una velocità $v = 6Km/h$. Poi discendono la montagna che ha una pendenza di 45° ed è lunga 45 metri. Assumendo un coefficiente d'attrito dinamico $\mu_D = 0.12$, quale sarà la loro velocità quando raggiungeranno la base? Nell'affrontare la risalita, quanto spazio percorreranno lungo la montagna successiva che ha uguale pendenza e uguale attrito?

2) Una forza agisce su un corpo puntiforme di massa $M = 3Kg$, in modo che la sua posizione in funzione del tempo vari solo lungo una dimensione e sia data dall'espressione:

$$x(t) = 3t - 4t^2 + t^3$$

con x in metri e t in secondi.

Calcolare il lavoro sviluppato dalla forza, dall'istante iniziale $t = 0$ a quello finale $t = 4sec$.

3) Una macchina termica reversibile utilizza $n = 2moli$ di un gas perfetto ed è schematizzabile come un ciclo di Carnot. Nella prima trasformazione, assorbe calore dalla sorgente a temperatura $T_A = 600^\circ K$. Nella seconda, il gas si espande adiabaticamente con una variazione di energia interna $\Delta U = 900R$. Sapendo che il rendimento della macchina è del 30%, dimostrare se il gas utilizzato è monoatomico o biatomico. Per aumentare il rendimento fino al 40%, mantenendo la stessa sorgente fredda, quale deve essere la temperatura della sorgente più calda?

SOLUZIONE SINTETICA DEI PROBLEMI DI FISICA I DEL 15/07/2002

1) Si può ricavare la velocità alla base della discesa facendo un bilancio energetico fra l'energia posseduta dal vagoncino sulla sommità della montagna e quella posseduta alla fine più l'energia dissipata per attrito:

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2}mV_f^2 + \mu_D mgd \cos\alpha$$

Ora sapendo che $d = h/\sin\alpha = 45m$ si ottiene $V_f = 23.5m/s$. Nella seconda parte del problema l'energia cinetica finale della discesa diventa quella iniziale della risalita e si scrive il bilancio:

$$\frac{1}{2}mV_f^2 = mgS \sin\alpha + \mu_D mgS \cos\alpha$$

da cui si ricava $S = 35.6m$.

2) Dalla legge oraria si può ricavare la velocità facendo la derivata rispetto al tempo. Si ottiene:

$$V(t) = 3 - 8t + 3t^2$$

Quindi la velocità iniziale sarà $V_i = V(0) = 3m/s$ mentre quella finale sarà $V_f = V(4) = 19m/s$. Per il teorema dell'energia cinetica il lavoro è:

$$L = \frac{1}{2}MV_f^2 - \frac{1}{2}MV_i^2 = 528J$$

3) Sappiamo che il rendimento del ciclo di Carnot è dato dalla relazione:

$$\eta = 1 - \frac{T_B}{T_A} \quad (1)$$

da cui si ricava

$$T_B = 600(1 - 0.3) = 420^\circ K$$

Ora

$$\Delta U = nC_V(T_A - T_B) = 900R$$

da cui si ottiene $C_V = \frac{5}{2}R$ e quindi il gas è biatomico.

Per trovare il valore della temperatura della sorgente calda che fornisce un rendimento del 40% si usa di nuovo la (1) e si ottiene la nuova

$$T_A = \frac{T_B}{1 - \eta} = \frac{420}{1 - 0.4} = 700^\circ K$$

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2001-2002

Prova scritta d'esame del 13/09/2002

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Un aquilone di 0.6 Kg viene fatto volare all'estremo di un filo. Si supponga che il filo sia rettilineo e che formi un angolo $\alpha = 55^\circ$ sopra il piano orizzontale. L'aquilone è in quiete e la tensione del filo è $T = 35N$. Il vento esercita sull'aquilone una forza. Se ne determini il modulo e la direzione (cioè l'angolo che forma il vettore con l'orizzontale).

2) Una persona è in piedi su una canoa in quiete e lancia un sasso di massa $m = 5Kg$ ad una velocità $V = 8m/s$ in una direzione che forma un angolo $\beta = 30^\circ$ sopra il piano orizzontale. La persona e la canoa hanno una massa totale $M = 105Kg$. Trascurando la resistenza dell'aria e l'attrito della canoa con l'acqua, si trovi l'energia cinetica acquisita dalla canoa. In queste ipotesi, quanti metri essa ha percorso dopo un minuto dal lancio del sasso se ha mantenuto costante la velocità?

3) Una certa massa di gas biatomico occupa un volume di 4.3 L ad una pressione di 1.2 atm e ad una temperatura $T = 310^\circ K$. Essa viene compressa adiabaticamente fino ad un volume di 0.76 L. Determinare la pressione finale. Se, invece, la massa di gas fosse stata compressa in maniera isotermica, quanto calore avrebbe ceduto all'ambiente? [$R = 0.082L \cdot atm/mole^\circ K$].

SOLUZIONE SINTETICA DEI PROBLEMI DI FISICA I DEL 13/09/2002

1) Sull'aquilone agiscono la forza peso, la tensione del filo e la forza incognita del vento \vec{F} . Affinchè l'aquilone sia in quiete la risultante delle forze deve essere nulla. Scelto un sistema di riferimento con origine nell'aquilone ed asse x parallelo al suolo, si proietta l'equazione

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = 0$$

sugli assi del sistema e si ottiene:

$$-T\cos\alpha + F\cos\beta = 0$$

$$-T\sin\alpha - mg + F\sin\beta = 0$$

Risolvendo il sistema si calcola il modulo della forza $|\vec{F}| = 40N$ e la sua direzione $\beta = 60^\circ$.

2) Siccome il sistema "canoa - uomo - sasso" può essere considerato isolato, si conserva la quantità di moto. Considerando che essa era nulla all'inizio, si può scrivere l'equazione:

$$m\vec{V} + M\vec{v}_c = 0$$

da cui si capisce che la velocità della canoa è rappresentata da un vettore che ha la stessa direzione e verso opposto a quello della velocità del sasso mentre il suo modulo è:

$$v_c = \frac{mV}{M} = 0.381m/s$$

L'energia cinetica acquisita dalla canoa sarà dunque:

$$E = \frac{1}{2}Mv_c^2 = 7.621J$$

Per calcolare lo spazio percorso si considera solo la componente di v_c che fa muovere la barca sulla superficie dell'acqua e si ottiene

$$S = tv_c \cos\beta = 19.8m$$

3) La pressione al termine della compressione adiabatica è:

$$P_f = P_i(V_i/V_f)^\gamma = 13.58atm$$

Per calcolare il calore ceduto è necessario conoscere il numero di moli del gas che si calcola da

$$n = \frac{P_i V_i}{R T_i} = 0.2moli$$

Quindi

$$Q_{CED} = n R T \ln(V_f/V_i) = -8.81atmL$$

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA 2 - 6 CFU - (prof. A. Feoli) A. A. 2009-2010

Prova scritta d'esame del 17/06/2010

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

- 1) Un campo elettrico uniforme di modulo $|\vec{E}| = 4 \times 10^3 N/C$ è diretto nel verso positivo dell'asse X . Una particella di massa $M = 8 \times 10^{-4} Kg$ con carica positiva $q = 10^{-6} C$, ferma nell'origine degli assi ($X_A = 0$), viene lasciata libera di muoversi. Calcolare la velocità della particella nel punto di ascissa $X_B = 5cm$ e la variazione del potenziale elettrico ($V_A - V_B$).
- 2) Un filo carico di lunghezza indefinita ℓ genera un campo in direzione perpendicolare che ha modulo $|\vec{E}| = 4.5 \times 10^4 N/C$ ad una distanza $d = 2m$. Si calcoli la densità di carica lineare [$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} C^2/Nm^2$].
- 3) Un nucleo di elio ($q = 3.2 \times 10^{-19} C$) la cui massa è $M = 6.6 \times 10^{-27} Kg$ viene accelerato da una tensione $V = 2400 Volt$. Il nucleo viene lanciato in una regione di spazio in cui agisce un campo magnetico uniforme di 0.24 Tesla perpendicolare alla velocità del nucleo stesso. La traiettoria diventerà circolare. Calcolare il raggio di curvatura e il tempo impiegato per fare un giro completo.

SOLUZIONI PROVA SCRITTA DI FISICA 2
DEL 17/6/2010

PROBLEMA N. 1

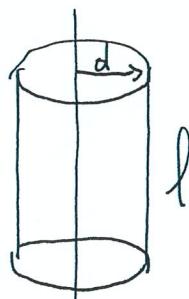
$$L = qEd = (10^{-6} C)(4 \times 10^3 N/C)(5 \times 10^{-2} m) = 2 \times 10^{-4} J$$

$$\text{TEOR. ENERGIA CINETICA: } L = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{\frac{2L}{m}} = 0.707 \text{ m/s}$$

$$V_A - V_B = \frac{L}{q} = 200 \text{ Volt}$$

PROBLEMA N. 2



$$\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot \hat{n} dS = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{\lambda l}{\epsilon_0}$$

$$|\vec{E}| 2\pi d l = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \Rightarrow \lambda = |\vec{E}| \epsilon_0 2\pi d = 5 \times 10^{-6} \text{ C/m}$$

PROBLEMA N. 3

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{mv^2}{\epsilon} = qvB \Rightarrow v = \frac{mv}{qB} \\ \frac{1}{2} mv^2 = qV \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}} \end{array} \right\} \Rightarrow v = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mV}{q}} = 0.041$$

$$T = \frac{2\pi v}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB} = 5.4 \times 10^{-7} \text{ sec}$$

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA 2 - 6 CFU - (prof. A. Feoli) A. A. 2009-2010

Prova scritta d'esame del 9/09/2010

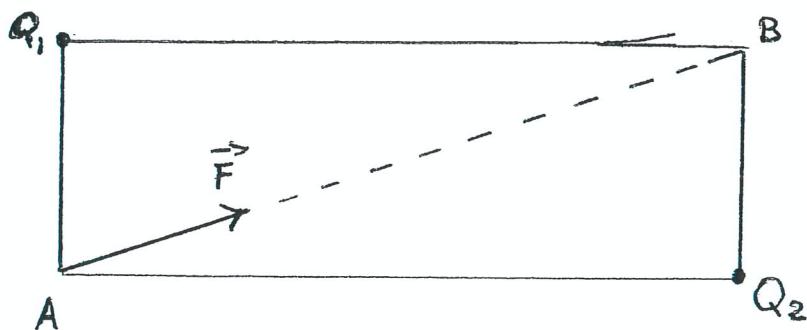
N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Un rettangolo ha lati di lunghezza L e $3L$. Due cariche positive Q_1 e Q_2 sono poste in vertici opposti del rettangolo (vedi figura). Sulla carica di prova q posta nel punto A agisce una forza diretta lungo la diagonale AB. Calcolare il valore del rapporto Q_2/Q_1 .

2) Un fascio di protoni si muove su una traiettoria circolare di raggio $R = 0.25m$. Il fascio si muove in direzione perpendicolare ad un campo d'induzione magnetica di modulo $B = 0.3$ Tesla. Calcolare la velocità dei protoni che hanno carica $q = 1.6 \times 10^{-19} C$ e massa $M = 1.67 \times 10^{-27} Kg$.

3) Una spira circolare di filo conduttore, di resistenza $R = 2$ Ohm, è collocata in un campo magnetico uniforme normale al piano della spira.

Il modulo dell'induzione magnetica è $B = 3$ Tesla. L'area A della spira comincia a contrarsi con una rapidità costante $dA/dt = 0.4 m^2/s$. Quanto vale in valore assoluto la f.e.m. indotta nella spira mentre l'area si sta contraendo? Calcolare infine la corrente indotta.



SOLUZIONI PROVA SCRITTA D'ESAME DI
FISICA 2 DEL 9/9/10

PROBLEMA N. 1

Forza su q dovuta a $Q_1 \Rightarrow F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q Q_1}{L^2}$

Forza su q dovuta a $Q_2 \Rightarrow F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q Q_2}{(3L)^2}$

Dato C il punto in cui si trova Q_2 , e θ l'angolo fra AB e AC si ha:

$$\tan \theta = \frac{L}{3L} = \frac{F_1}{F_2} \Rightarrow \frac{L}{3L} = \frac{Q_1}{Q_2} \frac{9L^2}{L^2}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = 27$$

PROBLEMA N. 2

Le forze di Lorentz su una carica $+q$ in un campo magnetico perpendicolare al piano in cui si muove la carica ($\vec{B} \perp \vec{v}$) è:

$$|\vec{F}| = q v B = \frac{m v^2}{R} \Rightarrow v = \frac{q B R}{m} = 7.284 \times 10^6 \text{ m/s}$$

PROBLEMA N. 3

$$\text{f.e.m.} = -\frac{d\phi_B}{dt} \Rightarrow |\text{f.e.m.}| = \frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot \hat{n} dA$$

Poiché \vec{B} è cost. e perpendicolare al piano della spira

$$\Rightarrow |\text{f.e.m.}| = B \frac{dA}{dt} = (3) (0.40) = 1.2 \text{ Volt}$$

T. - f.e.m./0 - D.C. A.

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA 2 - 6 CFU - (prof. A. Feoli) A. A. 2010-2011

Prova scritta d'esame del 17/02/2011

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Gli elettroni di un fascio si muovono con velocità $V = 10^6 m/s$. Il fascio giunge nello spazio compreso fra due piani conduttori carichi disposti orizzontalmente, lunghi $\ell = 10cm$ e distanti tra loro $d = 1cm$, entrando dal punto del piano superiore del condensatore in alto a sinistra e uscendo dal vertice del piano inferiore in basso a destra. Calcolare la differenza di potenziale applicata tra i piani.

2) Un fascetto di elettroni, dopo essere stato accelerato da una d.d.p. $V = 10^3 Volt$, entra in una regione in cui esiste un campo magnetico $B = 0.2 Tesla$. La direzione degli elettroni forma un angolo $\alpha = 20^\circ$ con la direzione di \vec{B} . Calcolare il raggio R della circonferenza della traiettoria elicoidale compiuta dagli elettroni e il tempo che impiegano a percorrere una distanza $d = 10m$ lungo la direzione del campo \vec{B} .

3) Una sbarretta metallica lunga $15cm$, inizialmente ferma, cade nel vuoto per effetto della gravità. Si supponga che durante il moto la sbarretta si mantenga orizzontale e normale alla direzione del campo magnetico terrestre (10^{-5} Tesla). Quale tensione si misurerà agli estremi della sbarretta dopo che essa ha percorso una distanza $d = 2m$?

SOLUZIONI PROVA SCRITTA D'ESAME
 DI FISICA 2 (6 CFU) DEL 17/2/11

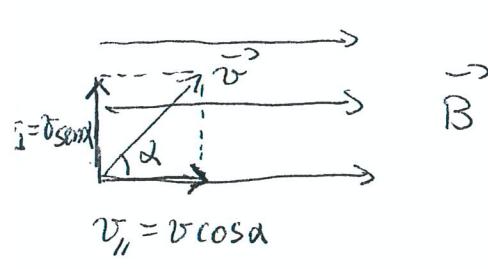
PROBLEMA N. 1

$$\begin{cases} l = v_0 t & (1) \\ 0 = d - \frac{1}{2} dt^2 & \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{d}} = \sqrt{\frac{2dm}{qE}} \\ d = \frac{qE}{m} \end{cases}$$

$$\text{Dalla (1)} \Rightarrow \frac{l^2}{v_0^2} = t^2 = \frac{2dm}{qE} \Rightarrow E = \frac{2mv_0^2 d}{q l^2}$$

$$V = Ed = \frac{2mv_0^2 d^2}{q l^2} = 0.114 \text{ Volt}$$

PROBLEMA N. 2



$$v_{\parallel} = v \cos \alpha$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \wedge \vec{B}) = q(\vec{v}_{\parallel} + \vec{v}_{\perp}) \wedge \vec{B} = q \vec{v}_{\perp} \wedge \vec{B} \Rightarrow |\vec{F}| = qv \sin \alpha B$$

$$|\vec{F}| = \frac{mv_{\perp}^2}{R} \Rightarrow qvB \sin \alpha = \frac{mv(\sin \alpha)^2}{R}$$

$$r = \frac{mv \sin \alpha}{qB} = 0.18 \text{ mm}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m}} = 1.88 \text{ m/s}$$

$$d = v_{\parallel} t = v \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{d}{v \cos \alpha} = 5.66 \text{ sec}$$

PROBLEMA N. 3

$$\begin{cases} x(t) = \frac{1}{2} gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{g}} \\ v = gt \Rightarrow v = \sqrt{2sg} \end{cases}$$

$$L = qV = \int_A^B q(\vec{v} \wedge \vec{B}) \cdot d\vec{l} \Rightarrow V = vb = \sqrt{2sg} B d = 9.4 \times 10^{-6} \text{ Volt}$$

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA 2 - 6 CFU - (prof. A. Feoli) A. A. 2010-2011

Prova scritta d'esame del 23/06/2011

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

- 1) Una particella di carica $q = 3.1 \times 10^{-6} C$ viene tenuta fissa in una posizione nel punto P e una seconda particella di massa $m = 20mg$ e stessa carica viene inizialmente tenuta a riposo ad una distanza $R = 0.9mm$ da P. La seconda particella viene poi liberata. Si determini la sua velocità quando si trova ad una distanza $r = 2.5mm$ da P.
- 2) Una spira quadrata di lato $\ell = 5cm$ è percorsa da una corrente $I = 0.2A$ in senso antiorario ed è posta nel piano della pagina. Calcolare il momento magnetico della spira e il momento della coppia di forze che agisce sulla spira se essa viene immersa in un campo magnetico uniforme di modulo $B = 0.4T$ e formante un angolo $\alpha = 60^\circ$ con il piano della spira.
- 3) Una particella di massa $M = 10^{-6}kg$ e carica $q = 10^{-5}C$ è immersa perpendicolarmente alla linee di forza in un campo d'induzione magnetica uniforme di modulo $B = 0.63T$. Se $v = 63m/s$ è il modulo della velocità della particella, calcolare l'accelerazione centripeta cui essa è soggetta. Determinare, inoltre, il tempo impiegato dalla particella a compiere metà della traiettoria circolare.

SOLUZIONI PROVA SCRITTA D'ESAME DI
FISICA 2 - 6 CFU del 23/6/11

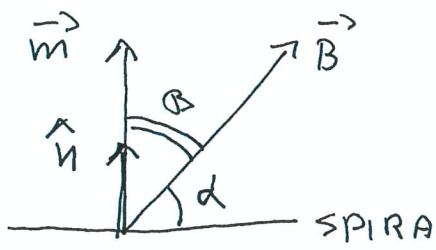
PROBLEMA N.1

Bilancio energetico $q(V_A - V_B) = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{R} - \frac{1}{z} \right] = \frac{1}{2} m v_f^2 \Rightarrow v_f^2 = \frac{q^2}{2\pi m \epsilon_0} \left[\frac{z-R}{zR} \right]$$

$$\Rightarrow v_f = 2.48 \text{ km/sec}$$

PROBLEMA N.2



Momento magnetico della spira $\vec{m} = I S \hat{n}$

$$|\vec{m}| = I l^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ A m}^2$$

Momento delle coppie di forze che agiscono sulla spira $\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B} = I S \hat{n} \times \vec{B}$

$$|\vec{M}| = I l^2 B \sin \beta = I l^2 B \sin(90^\circ - \alpha) = \\ = 1 \times 10^{-4} \text{ N.m}$$

PROBLEMA N.3

$$F_{LORENTE} = F_{CENTRIPETA} \Rightarrow q v \frac{B}{R} = \frac{q v^2}{R} = \frac{q v B}{m} \cong 100 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow R = \frac{mv}{qB} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB} \Rightarrow$$

$$\frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB} \approx 0.5 \text{ sec.}$$

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA 2 - 6 CFU - (prof. A. Feoli) A. A. 2010-2011

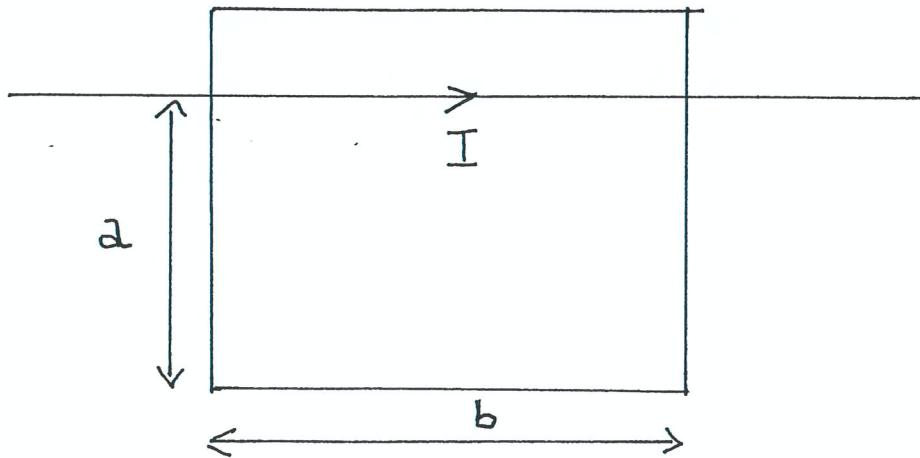
Prova scritta d'esame del 7/07/2011

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Una particella di carica $q = -3.0 \times 10^{-6} C$ viene tenuta fissa in una posizione nel punto P e una seconda particella di massa $m = 7.2 g$ e carica $q = -8.0 \times 10^{-6} C$, posta ad una distanza $R = 4.5 cm$ da P, viene lanciata con una velocità iniziale $V_0 = 65 m/sec$. Quanto spazio percorre quest'ultima particella prima che la sua velocità si annulli? [$1/4\pi\epsilon_0 = 8.987 \times 10^9 Nm^2 C^{-2}$]

2) Un protone ($q = 1.6 \times 10^{-19} C$; $M = 1.67 \times 10^{-27} kg$) in moto su una direzione formante un angolo di 23° rispetto ad un campo magnetico di modulo $B = 2.6 mT$, risente di una forza di Lorentz $F = 6.5 \times 10^{-17} N$. Determinare la velocità e l'accelerazione del protone.

3) Si consideri una spira quadrata di lato $b = 16 cm$ che inizialmente non è percorsa da una corrente. Essa viene posta come in figura su un lungo filo rettilineo (parallelo a due lati opposti della spira), in cui scorre una corrente dipendente dal tempo $I = 4.5t^2 - 10t$ Ampere, dove t è espresso in secondi. Il filo si trova ad una distanza $a = 12 cm$ da uno dei lati della spira. Determinare la forza elettromotrice indotta nella spira quadrata a $t = 3 sec$.



SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA D'ESAME
DI FISICA 2 DEL 21/07/11

PROBLEMA N.1

$$q(v_A - v_B) = \frac{1}{2} m v_F^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 \Rightarrow$$

$$\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r_B} \right) = -\frac{1}{2} m v_0^2 \Rightarrow$$

$$r_B = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{1}{2} m v_0^2} \right) = 0.0108 \text{ m}$$

$$\Rightarrow d = R - r_B = 0.0342 \text{ m}$$

PROBLEMA N.2

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \Rightarrow v = \frac{F}{qB \sin \alpha} = 3.998 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$\approx 400 \text{ Km/sec}$$

$$a = \frac{F}{m} = 3.9 \times 10^{10} \text{ m/s}^2$$

PROBLEMA N.3

$$\phi_B = \int_S \vec{B} \cdot \hat{n} dS = \int_0^a B b dz - \int_0^{b-a} B b dz$$

$$\text{Per la legge di BIOT-SAVART } B = \frac{\mu_0 i}{2\pi z}$$

$$\Rightarrow \phi_B = \frac{\mu_0 i b}{2\pi} \ln \frac{a}{b-a} \quad F_{e.m.} = - \frac{d\phi_B}{dt} =$$

$$= - \frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln \frac{a}{b-a} (gt-10) \Rightarrow F_{e.m.} = - 0.598 \times 10^{-6} \text{ Volt}$$

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA 2 - 6 CFU - (prof. A. Feoli) A. A. 2010-2011

Prova scritta d'esame del 7/09/2011

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Due cariche elettriche puntiformi $q_1 = -4.0 \times 10^{-8} C$ e $q_2 = 2.0 \times 10^{-8} C$ sono poste ad una distanza $d = 10m$ l'una dall'altra. Determinare, sulla retta passante per le due cariche, i punti in cui il potenziale elettrico totale è nullo.

2) Una spira conduttrice di forma rettangolare con lati di lunghezza $\ell = 20cm$ e $b = 30cm$ e di resistenza $R = 20\text{ Ohm}$ è immersa in un campo magnetico spazialmente uniforme di modulo $B = 0.5T$ e perpendicolare al piano della spira. Se in un intervallo di tempo $\Delta t = 0.2sec$ il campo magnetico viene annullato, calcolare l'intensità media della corrente indotta che scorre nella spira nel tempo Δt .

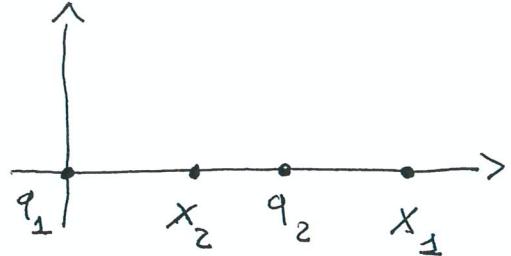
3) Un elettrone ($q = -1.6 \times 10^{-19} C$ e $M = 9.11 \times 10^{-31} Kg$) con velocità $\vec{V} = (2.0 \times 10^6, 3.0 \times 10^6, 0) m/sec$ attraversa un campo magnetico $\vec{B} = (0.03, -0.15, 0) Tesla$. Calcolare le tre componenti del vettore Forza di Lorentz agente sull'elettrone e il modulo della corrispondente accelerazione.

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA D'ESAME
DI FISICA 2 - 6CFU del 7/09/11

PROBLEMA N.1

Indico con x_1 l'ascissa di un punto a potenziale nullo che si trova a destra di q_2

$$V(x_1) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{x_1} + \frac{q_2}{x_1 - d} \right)$$



$$V(x_1) = 0 \Rightarrow x_1 = \frac{q_1 d}{q_1 + q_2} = 20 \text{ m}$$

Indico con x_2 l'ascissa di un punto a potenziale nullo compreso fra le due cariche

$$V(x_2) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{x_2} + \frac{q_2}{d - x_2} \right)$$

$$V(x_2) = 0 \Rightarrow x_2 = \frac{q_1 d}{q_2 - q_1} = \frac{20}{3} \text{ m}$$

PROBLEMA N.2

$$i = \frac{k_{MEDIA}}{R} = \frac{(\Delta \phi / \Delta t)}{R} = \frac{B \ell b}{R \Delta t} = \frac{(0.5)(0.2)(0.3)}{(20)(0.2)} = 7.5 \times 10^{-1}$$

PROBLEMA N.3

$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B} = q v \sin \theta \begin{pmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 \times 10^6 & 3 \times 10^6 & 0 \\ 0.03 & -0.15 & 0 \end{pmatrix} = -\hat{k} (0.39 \times 10^6) q = 0.624 \times 10^{-13} \hat{k} N_{\text{an}}$$

$$d = \frac{|\vec{F}|}{m} = 6.8 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$$

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

Corso di FISICA 2 - 6 CFU - (prof. A. Feoli) A. A. 2011-2012

Prova scritta d'esame del 2/02/2012

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Un condensatore piano è realizzato con due lastre circolari di raggio $R = 11\text{ cm}$, poste ad una distanza $d = 2.5\text{mm}$. Se il campo elettrico fra le armature è $E = 8.02 \times 10^4 \text{N/C}$, determinare la capacità del condensatore, la carica su ciascuna armatura e la differenza di potenziale fra le armature.

$$[\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{C/N} \times \text{m}^2]$$

2) Due spire, rispettivamente di raggio $R_1 = 4.5\text{ cm}$ e $R_2 = 7.2\text{ cm}$, sono disposte sullo stesso piano in modo tale che i due centri siano sovrapposti. Nelle due spire circola una corrente con la stessa intensità di 8.5 Ampere, ma in verso opposto. Determinare il campo magnetico totale nel centro delle due spire.

Quanto dovrebbe essere, invece, la corrente che circola nella spira più piccola affinché il campo magnetico totale nel centro sia nullo?

$$[\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{N/A}^2]$$

3) Un campo magnetico di direzione costante è perpendicolare al piano di una spira circolare di raggio $r = 5\text{cm}$, costruita con un filo di rame (resistività $\rho = 1.69 \times 10^{-8} \text{Ohm} \times \text{m}$) di diametro $d = 2.5\text{mm}$. Se nella spira si induce una corrente di 10 Ampere, qual è la variazione temporale in Tesla/secondi del campo magnetico che la investe?

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DI FISICA 2 (6CFU)

DET 2/2/2012

PROBLEMA N. 1



$$S = \pi R^2 = 3.8 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d} = 135 \times 10^{-12} \text{ Farad}$$

La densità di carica superficiale è $\sigma = \epsilon_0 E = 1.1 \times 10^7 \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$

$$\Rightarrow Q = \sigma S = 2.7 \times 10^{-8} \text{ Coulomb}$$

$$V_A - V_B = \frac{Q}{C} = 200 \text{ Volt}$$

PROBLEMA N. 2

Caso $i_1 = -i_2 \Rightarrow$

$$B_{\text{tot}} = \frac{\mu_0}{2} \frac{i_1}{R_1} - \frac{\mu_0}{2} \frac{i_2}{R_2} = 4.4 \times 10^{-5} \text{ Tesla}$$

$$\text{Se imponiamo che } B_{\text{tot}} = 0 \Rightarrow \frac{i_1}{R_1} = \frac{i_2}{R_2} \Rightarrow$$

$$i_1 = i_2 \frac{R_1}{R_2} = (8.5 \text{ A}) \cdot \frac{4.5 \times 10^{-2} \text{ m}}{7.2 \times 10^{-2} \text{ m}} = 5.3 \text{ Amperes}$$

PROBLEMA N. 3

$$\text{Resistenza della spira} \quad R = \frac{S l}{S_{\text{filo}}} = \frac{S (2\pi r)}{\frac{\pi d^2}{4}} = \\ = 1.1 \times 10^{-3} \Omega$$

$$F. \text{e.m.} = R i = \frac{dB}{dt} S_{\text{spira}} \Rightarrow \frac{dB}{dt} = \frac{i R}{S_{\text{spira}}} = 1.4 \text{ T/sec}$$

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA 2 - 6 CFU - (prof. A. Feoli) A. A. 2011-2012

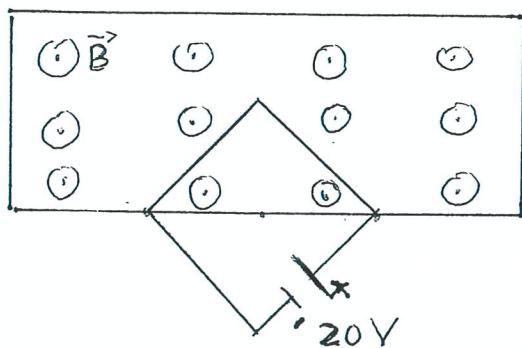
Prova scritta d'esame del 13/04/2012

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Una piccola sfera di plastica di massa $M = 3g$ e carica elettrica $q = 2 \times 10^{-6}C$ viene lanciata verso il centro di una sfera fissa avente una carica $Q = 4 \times 10^{-6}C$ distribuita uniformemente nel suo volume. La velocità della sfera mobile a 4 m dal centro di quella fissa è $v = 4m/s$. Calcolare la distanza fra i centri delle due sfere nel punto di massimo avvicinamento. [$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} C^2/N \cdot m^2$]

2) Una particella di massa $M = 10^{-6}Kg$ e carica $q = 10^{-5}C$ entra con una velocità di 100 m/s in una regione in cui è presente un campo magnetico uniforme di modulo $B = 0.63\text{Tesla}$. Supponendo che la sua velocità è perpendicolare alle linee di forza del campo, calcolare l'accelerazione centripeta e la frequenza del moto circolare della particella.

3) Si consideri una spira conduttrice quadrata di lato $L = 2m$ ortogonale ad un campo magnetico uniforme. Come in fig., metà della superficie della spira è immersa nel campo. La spira contiene una batteria da 20 Volt. Se l'intensità del campo magnetico varia secondo la legge $B = 0.042 - 0.87t$, qual è la f.e.m. totale nel circuito?



DEL 13/4/2012

PROBLEMA N.1

L'energia meccanica totale della sfera mobile a distanza $r = 4\text{ m}$ dal centro della sfera fissa è:

$$E = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{q Q}{4\pi\epsilon_0 r} = 0.042 \text{ Joule}$$

Nel punto di massimo avvicinamento l'energia cinetica sarà nulla $\Rightarrow E = \frac{q Q}{4\pi\epsilon_0 r_{\min}} \Rightarrow$

$$r_{\min} = \frac{q Q}{4\pi\epsilon_0 E} = 3.7\text{ m}$$

PROBLEMA N.2

$$F_{\text{CORRENTE}} = F_{\text{CENTRIFUGA}} \Rightarrow q v B = \frac{m v^2}{r} \Rightarrow$$

$$r = \frac{m v}{q B} \Rightarrow \omega_{\text{CENTRIPETA}} = \frac{v^2}{r} = \frac{q v B}{m} = 630 \text{ m/s}^2$$

$$\text{La frequenza } \nu = \frac{1}{T} = \frac{v}{2\pi r} = \frac{q B}{2\pi m} = 1 \text{ Hz}$$

PROBLEMA N.3

$$f_{\text{ind.}} = - \frac{d\phi_B}{dt} = - S \frac{dB}{dt} = (0.87) \left(\frac{1}{2} \text{ s} \right) = 1.44 \text{ Volt}$$

$$V_{\text{TOT}} = 20 + 1.44 = 21.74 \text{ Volt}$$

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA 2 - (prof. A. Feoli) A. A. 2011-2012

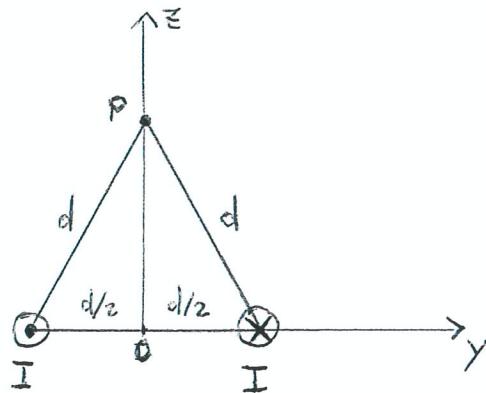
Prova scritta d'esame del 14/06/2012

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

1) Due piastre metalliche parallele sono distanti $d = 3 \times 10^{-3}m$ ed hanno una densità di carica uguale ed opposta $\sigma = 2 \times 10^{-6}C/m^2$. Un protone ($m = 1.67 \times 10^{-27}Kg$, $q = 1.6 \times 10^{-19}C$) si libera dalla piastra positiva. Supponendo che tra le due piastre ci sia il vuoto, calcolare la velocità con cui il protone colpisce la piastra negativa. [$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}C^2/Nm^2$]

2) Un solenoide con 100 spire ha un area trasversale $S = 4cm^2$. Viene spostato rapidamente da una regione in cui non è presente un campo magnetico ad un'altra in cui il campo magnetico è $B = 0.5Tesla$ ed è diretto nel senso della lunghezza del solenoide. Calcolare la forza elettromotrice media indotta nel solenoide, sapendo che lo spostamento avviene in un tempo $\Delta t = 0.02$ secondi.

3) La figura rappresenta due fili conduttori che sono percorsi dalla stessa corrente $I = 85A$ e sono perpendicolari al piano del foglio. La corrente in un filo ha verso uscente dal piano del foglio, mentre quella nell'altro filo ha verso entrante nel piano del foglio. Si trovino modulo, direzione e verso del campo magnetico \vec{B} risultante nel punto P a distanza $d = 0.15m$ dai due fili di corrente. Calcolare, inoltre, modulo, direzione e verso della forza di Lorentz agente nel punto P su un protone ($q = 1.6 \times 10^{-19}C$) che sta viaggiando con una velocità $\vec{V} = 10^6 \hat{y} m/s$. [$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} N/A^2$]



SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DI FISICA 2 (6 CFU)

DEL 14/06/2012

PROBLEMA N. 1

Il campo elettrico F_{rd} fra le piastre è $|\vec{E}| = \frac{\sigma}{\epsilon_0} =$
 $= \frac{2 \times 10^{-6}}{8.85 \times 10^{-12}} = 2.26 \times 10^5 \text{ N/C}$

La Forza di Lorentz agente sul protone è quindi:

$$|\vec{F}| = q |\vec{E}| = (1.6 \times 10^{-19}) (2.26 \times 10^5) = 3.62 \times 10^{-14} \text{ N}$$

La corrispondente accelerazione è $|\vec{a}| = \frac{|\vec{F}|}{m} = 2.17 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$

$$\text{In fin } \begin{cases} s(t) = \frac{1}{2} a t^2 \\ v(t) = a t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \sqrt{\frac{2s}{a}} \\ v = a \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{2as} = \sqrt{2ad} = 3.6 \times 10^5 \text{ m} \end{cases}$$

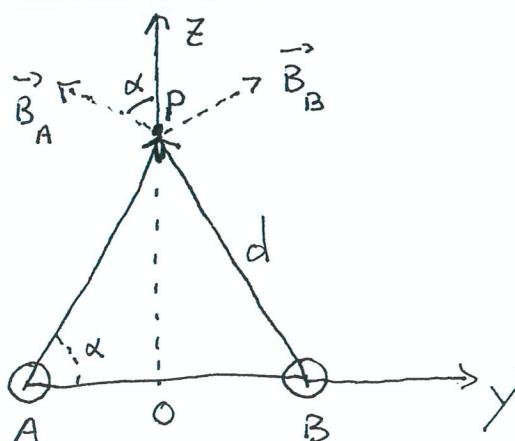
PROBLEMA N. 2

La Forza electromotrice media è $V = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$

$$\text{Orta } \Delta \phi = \phi_{fin} - \phi_{in} = BS - 0 = (0.5) (4 \times 10^{-4}) = 2 \times 10^{-4} \text{ Vs}$$

$$V = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -\frac{(100) (2 \times 10^{-4})}{0.02} = -1.0 \text{ Volt}$$

PROBLEMA N. 3



$$\begin{aligned} B_{tot}(P) &= B_A \cos \alpha + B_B \cos \alpha = 2 B_A \cos \alpha \\ &= 2 \frac{\mu_0 I}{2\pi(AP)} \frac{(AO)}{\sqrt{AO^2 + OP^2}} = \frac{\mu_0 I (AO)}{2\pi (AO^2 + OP^2)} \\ \Rightarrow \vec{B}_{tot} &= \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \hat{z} = (1.13 \times 10^{-4} T) \hat{z} \end{aligned}$$

$$\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B}) = q v B \hat{x} = (1.8 \times 10^{-14} \text{ N}) \hat{x}$$