

Facoltà di Farmacia - Anno Accademico 2001-2002
5 Giugno 2002 – Secondo esonero di Fisica (PROVA)

Corso di Laurea: Laurea Specialistica in FARMACIA o Lauree Triennali

Nome:

Cognome:

Matricola

Aula:

Gli studenti che nel primo esonero hanno riportato un voto minore di 15, devono **NECESSARIAMENTE** risolvere uno a scelta tra gli esercizi uno o due.

———— **ESERCIZI DI RECUPERO DI MECCANICA** ————

Esercizio 1. Fluidi e Termodinamica (7 punti)

Un pallone aerostatico consiste in un involucro, che non consente scambi di calore con l'esterno, con pareti di massa totale trascurabile che possono deformarsi senza sforzo. Il pallone viene riempito con $1.5m^3$ di aria, a pressione atmosferica e alla temperatura ambiente di 25° . Dopo che il pallone è stato chiuso, l'aria viene riscaldata, fino a che la forza ascensionale è di 5 N. Sapendo che l'aria può essere assimilata ad un gas perfetto di massa volumica $1.3Kg/m^3$ (a $T=25^\circ$), calcolare:

- la pressione all'interno del pallone alla temperatura finale;
- il volume del pallone alla temperatura finale.
- la temperatura finale.

(Soluzione: a) 1 atm; b) $1.89 m^3$; c) 103°)

Esercizio 2. Meccanica ed Elettrostatica (7 punti)

Un elettrone è molto lontano da un protone, la cui massa è molto maggiore di quella dell'elettrone ($m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$). Fate l'ipotesi irrealistica che nelle vicinanze non siano presenti altre cariche.

- Se l'elettrone viene lasciato libero dalla condizione di quiete, quanto vale la sua velocità quando dista 2 nm dal protone?
- Supponete ora che un elettrone si muova nello spazio libero esattamente con la velocità trovata nel punto a). Ad un certo punto l'elettrone entra in una regione dello spazio in cui è presente un campo elettrico uniforme la cui direzione è la stessa della velocità dell'elettrone. Determinate il modulo ed il verso del campo, tale da arrestare l'elettrone in 1.44 mm.

(Soluzione: a) $5 \cdot 10^5 m/s$; b) 500 V/m diretto come l'elettrone)

———— **FINE ESERCIZI DI RECUPERO DI MECCANICA** ————

Esercizio 3. Calorimetria (7 punti)

Una pentola di rame di massa 500 grammi si trova alla temperatura ambiente di $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Un litro di piombo fuso, che si trova alla temperatura di fusione di $327.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, viene versato nella pentola. Il sistema piombo-rame raggiunge l'equilibrio termodinamico alla temperatura di $327.3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Assumendo che tutti gli scambi di calore avvengano solo tra il piombo ed il rame:

- Determinare le quantità di calore scambiata, in modulo e segno, dalla pentola di rame.
- Determinare la massa di piombo solido e di piombo liquido presente nello stato finale.

Ricordiamo che la densità del piombo è di $11.3 \cdot 10^3\text{ Kg}/\text{m}^3$, mentre il suo calore specifico è di $128\text{ J}/(\text{Kg}\cdot\text{K})$ ed il suo calore latente di fusione è di $2.45 \cdot 10^4\text{ J}/\text{Kg}$. Il calore specifico del rame è di $387\text{ J}/(\text{Kg}\cdot\text{K})$ (e la sua temperatura di fusione è di $1083\text{ }^{\circ}\text{C}$).

(Soluzione: a) $+59.5\text{ kJ}$; b) 2.43 kg solido e 8.87 kg liquido)

Esercizio 4. Correnti (6 punti)

Due lampade elettriche di 110 V hanno le resistenze di $240\ \Omega$ e $360\ \Omega$ rispettivamente.

- Quale delle due lampade è più luminosa?
- Qual'è il rapporto tra la potenza assorbita dalla lampada più luminosa rispetto all'altra?
- Quanto sarebbe la potenza assorbita dalla lampada più luminosa se le due lampade venissero collegate in parallelo? Ed in serie?

(Soluzione: a) $240\ \Omega$; b) 1.5 ; c) 50.4 W , 8.1 W)

Esercizio 5. Magnetismo (7 punti)

Due fili conduttori paralleli, ciascuno lungo 52 m , sono alla distanza reciproca di 23 cm . Ciascuno esercita sull'altro una forza di 1.1 N .

- Se l'intensità di corrente in uno dei due fili è il doppio di quella nell'altro, quanto valgono le due intensità di corrente?
- Quanto vale il campo magnetico in un punto a distanza intermedia tra i due fili nel caso in cui le correnti abbiano lo stesso verso e nel caso in cui abbiano verso opposto?

(Soluzione: a) 110 A e 220 A ; b) 0.19 mT e 0.57 mT)

Esercizio 6. Termodinamica (7 punti)

Due moli di un gas perfetto monoatomico hanno la pressione iniziale $p_1 = 2\text{ atm}$ e il volume iniziale $V_1 = 2\text{ l}$. Al gas viene fatto percorrere il seguente ciclo quasi-statico (reversibile): viene fatto espandere a pressione costante fino a raddoppiare il volume, poi la sua pressione viene ridotta a volume costante fino a quando la sua temperatura risulta uguale a quella di partenza, a questo punto subisce una compressione isoterma fino a tornare allo stato iniziale.

- Si rappresenti questo ciclo su un diagramma PV.
- Si calcoli il lavoro totale svolto nel ciclo.
- Si trovi il rendimento di una macchina termica realizzata con questo ciclo.

(Risultato: b) $L=1.23\text{ l}\cdot\text{atm}$; c) 0.123)

Facoltà di Farmacia - Anno Accademico 2001-2002
5 Giugno 2002 – Secondo esonero di Fisica (PROVA)

Corso di Laurea: Laurea Specialistica in FARMACIA o Lauree Triennali

Nome:

Cognome:

Matricola

Aula:

Gli studenti che nel primo esonero hanno riportato un voto minore di 15, devono **NECESSARIAMENTE** risolvere uno a scelta tra gli esercizi uno o due.

———— **ESERCIZI DI RECUPERO DI MECCANICA** ————

Esercizio 1. Meccanica e Magnetismo (7 punti)

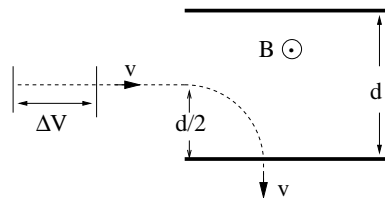
Una particella di carica $q=2 \cdot 10^{-18} \text{ C}$ e massa $m=10^{-27} \text{ Kg}$ viene accelerata da una differenza di potenziale ΔV ed entra tra le armature di un condensatore piano in un punto a metà tra i due piani con velocità parallela alle armature stesse (vedi figura). La distanza tra le armature è $d=10 \text{ cm}$.

Nel condensatore è presente un campo magnetico B di 20 mT uniforme ortogonale alla velocità della particella ed uscente dal piano del foglio. La particella viene deviata dal campo B ed esce dall'armatura inferiore con velocità ortogonale all'armatura.

a) Trovare il valore della differenza di potenziale ΔV .

b) Trovare la differenza di potenziale che occorre applicare ai capi del condensatore affinché la particella non risulti deviata e prosegua in linea retta. Specificare quale armatura deve essere positiva e quale negativa.

(Soluzione: a) 1 kV; b) 4kV)



Esercizio 2. Meccanica e Calorimetria (7 punti)

Il lago Erie contiene circa $4.0 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$ di acqua. Determinare:

a) la quantità di calore necessaria per aumentare la temperatura dell'acqua da 11.0° a 12.0° .

b) Supponendo che il calore venga fornito da una centrale idroelettrica alimentata da un condotto con una portata di 1000 l/s che pesca acqua da un laghetto a 250 m di quota rispetto alla centrale, e supponendo un rendimento della centrale del 50%, trovare la potenza della centrale e per quanti anni approssimativamente dovrebbe funzionare questa centrale.

(Soluzione: a) $16.7 \cdot 10^{17} \text{ J}$; b) 1.225 MW, 43228 anni)

———— **FINE ESERCIZI DI RECUPERO DI MECCANICA** ————

Esercizio 3. Termodinamica (7 punti)

Una mole di un gas ideale monoatomico ha inizialmente una temperatura di 300 K. Esso viene riscaldato in maniera isocora fino ad una temperatura di 600 K, poi viene sottoposto ad una espansione isoterma fino alla sua pressione iniziale e infine viene compresso in maniera isobara fino allo stato iniziale. Tutte le trasformazioni sono reversibili. Dopo aver disegnato il ciclo nel piano PV, si calcolino:

- il lavoro fatto dal gas nel ciclo;
- il calore assorbito dal gas durante il ciclo;
- il rendimento del ciclo.

(Soluzione: a) 963.5 J; b) 7199 J; c) 0.134)

Esercizio 4. Correnti (6 punti)

La batteria di un'automobile ($\mathcal{E}=12\text{ V}$) mantiene accesi due fari ognuno di potenza 50 W per un'ora. Calcolare:

- la corrente complessiva erogata dalla batteria,
- la resistenza dei fari,
- il lavoro totale compiuto dalla batteria,
- Sapendo per esperienza comune che se si rompe un faro, l'altro continua a funzionare, dire se sono collegati in serie o in parallelo.

(Soluzione: a) 30 kA; b) 2.88 Ω ; c) 360 kJ; d) parallelo)

Esercizio 5. Elettrostatica (7 punti)

Due conduttori puntiformi, di carica $q_1 = -10\ \mu\text{C}$ e $q_2 = 6\ \mu\text{C}$ sono posti a 40 cm di distanza.

- Si determini l'intensità, la direzione ed il verso della forza tra i due.
- I due conduttori vengono quindi portati a contatto, e poi di nuovo allontanati nella posizione originaria. Si determini di nuovo intensità, direzione e verso della forza in questo nuovo caso.

(Soluzione: a) 3.37 N attrattiva; b) 0.225 N repulsiva)

Esercizio 6. Condensatori (7 punti)

Due condensatori, di capacità $C_1 = 3\ \mu\text{F}$ e $C_2 = 6\ \mu\text{F}$, sono tra loro connessi in parallelo. Le armature esterne sono collegate ad un generatore di f.e.m. di 1 kV.

- Si calcoli la carica posseduta da ciascun condensatore.
- I due condensatori vengono scollegati dal generatore, connessi tra di loro in serie e ricollegati al generatore. Trovare la carica posseduta da ciascun condensatore in queste condizioni.
- Trovare le energie elettrostatiche del sistema nelle due configurazioni serie e parallelo.

(Risultato: a) 3 nC e 6 nC; b) 2 nC; c) 4.5 μF , 1.0 μF)

Facoltà di Farmacia - Anno Accademico 2001-2002

5 Giugno 2002 – Secondo esonero di Fisica

Corso di Laurea: Laurea Specialistica in Farmacia e Lauree triennali

Nome:

Cognome:

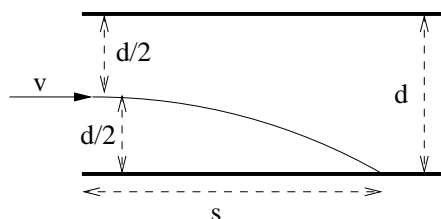
Matricola

Aula:

Gli studenti che nel primo esonero hanno riportato un voto minore di 15, devono NECESSARIAMENTE risolvere uno a scelta tra gli esercizi uno o due.

Esercizio 1. Elettrostatica (7 punti)

Un elettrone ($e : -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m : 9.11 \times 10^{-31} \text{ Kg}$) entra a metà strada tra le armature di un condensatore piano, distanti 10 cm tra loro, con velocità di 10^6 m/s , parallela alle armature stesse. L'elettrone urta contro l'armatura carica positivamente, alla distanza di 20 cm dal bordo. Calcolare la differenza di potenziale tra le armature e l'energia cinetica dell'elettrone nell'istante dell'urto.



Esercizio 2. Magnetismo (7 punti)

Un protone (carica : $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, massa : $1.67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$) si trova all'interno di un solenoide, che ha raggio di 40 cm, 1000 spire/m, ed una corrente di 20 A. Il protone viaggia su un piano ortogonale all'asse del solenoide, partendo dal centro di esso. Quale è la sua velocità massima, affinché non possa mai raggiungere la bobina ?

Esercizio 3. Termologia (6 punti)

Una sbarra di 2 Kg di rame alla temperatura di 66° C è gettata in un catino contenente 5 l di acqua distillata alla temperatura di 10° C . Sapendo che la temperatura finale di equilibrio è 12° C , e supponendo trascurabile la dispersione di calore, calcolare il calore specifico del rame.

Esercizio 4. Termodinamica (6 punti)

Un motore termico, che assorbe un calore di 1200 J per ogni ciclo, produce un lavoro di 500 J/ciclo. Il motore opera in modo reversibile tra due temperature, la minore delle quali è 25° C . Calcolare il valore della temperatura maggiore e il rendimento del ciclo. Calcolare inoltre il valore della temperatura maggiore che è necessario, a parità di temperatura minore, affinché il rendimento sia del 50%.

Esercizio 5. Correnti elettriche (6 punti)

Due lampadine, che consumano 10 W ciascuna quando sono collegate in serie ad una pila da 20 V, vengono collegate in parallelo ad una pila da 5 V. Quanto vale la resistenza di ciascuna lampada ? quanto consuma ciascuna lampada nel secondo caso ?

Esercizio 6. Elettrostatica (6 punti)

Due condensatori di capacità $C_1 = 2 \mu\text{F}$ e $C_2 = 8 \mu\text{F}$ sono collegati in serie ad una pila di 200 V. Determinare: a) la carica di ciascun condensatore; b) la differenza di potenziale ai capi di ciascun condensatore; c) l'energia elettrostatica immagazzinata da ciascun condensatore.

Facoltà di Farmacia - Anno Accademico 2001-2002
5 Giugno 2002 – Secondo esonero di Fisica

Corso di Laurea: Laurea Specialistica in CTF

Nome:

Cognome:

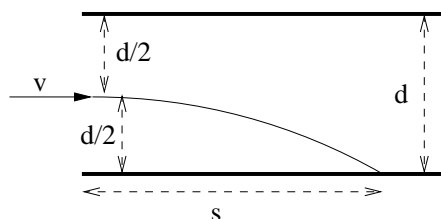
Matricola

Aula:

Gli studenti che nel primo esonero hanno riportato un voto minore di 15, devono NECESSARIAMENTE risolvere uno a scelta tra gli esercizi uno o due.

Esercizio 1. Elettrostatica (7 punti)

Un elettrone ($e : -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m : 9.11 \times 10^{-31} \text{ Kg}$) entra a metà strada tra le armature di un condensatore piano, distanti 10 cm tra loro, con velocità di 10^6 m/s , parallela alle armature stesse. L'elettrone urta contro l'armatura carica positivamente, alla distanza di 20 cm dal bordo. Calcolare la differenza di potenziale tra le armature e l'energia cinetica dell'elettrone nell'istante dell'urto.



Esercizio 2. Magnetismo (7 punti)

Un protone (carica : $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, massa : $1.67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$) si trova all'interno di un solenoide, che ha raggio di 40 cm, 1000 spire/m, ed una corrente di 20 A. Il protone viaggia su un piano ortogonale all'asse del solenoide, partendo dal centro di esso. Quale è la sua velocità massima, affinché non possa mai raggiungere la bobina ?

Esercizio 3. Termologia (6 punti)

Una sbarra di 2 Kg di rame alla temperatura di 66° C è gettata in un catino contenente 5 l di acqua distillata alla temperatura di 10° C . Sapendo che la temperatura finale di equilibrio è 12° C , e supponendo trascurabile la dispersione di calore, calcolare il calore specifico del rame.

Esercizio 4. Termodinamica (6 punti)

Un motore termico, che assorbe un calore di 1200 J per ogni ciclo, produce un lavoro di 500 J/ciclo. Il motore opera in modo reversibile tra due temperature, la minore delle quali è 25° C . Calcolare il valore della temperatura maggiore e il rendimento del ciclo. Calcolare inoltre il valore della temperatura maggiore che è necessario, a parità di temperatura minore, affinché il rendimento sia del 50%.

Esercizio 5. Correnti elettriche (6 punti)

Due lampadine, che consumano 10 W ciascuna quando sono collegate in serie ad una pila da 20 V, vengono collegate in parallelo ad una pila da 5 V. Quanto vale la resistenza di ciascuna lampada ? quanto consuma ciascuna lampada nel secondo caso ?

Esercizio 6. Ottica (6 punti)

L'angolo limite di un vetro in aria è 40° . Quale sarà l'angolo limite dello stesso vetro in acqua ($n=1.33$) ?

ESONERO DI FISICA DEL 5 GIUGNO

Esercizio 1.

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{eV}{dm};$$

$$x = vt; t = \frac{x}{v}; y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}\frac{ax^2}{v^2};$$

$$\frac{d}{2} = \frac{1}{2}\frac{eVs^2}{dmv^2} \rightarrow V = \frac{md^2v^2}{es^2} = \frac{9.11 \cdot 10^{-31} \cdot 0.01 \cdot 10^{12}}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.04} = 1.42V;$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}eV = 0.5 \cdot (9.11 \cdot 10^{-31} \cdot 10^{12} + 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 1.42) = 5.7 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Esercizio 2.

$$B = \mu_0 in; r_p = \frac{mv}{qb} = \frac{mv}{q\mu_0 in};$$

$$2r_p \leq r_s \rightarrow v_{max} = \frac{q\mu_0 in r_s}{2m} = \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 1.26 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 4}{2 \cdot 1.67 \cdot 10^{-27}} = 4.83 \cdot 10^5 \text{ m/s.}$$

Esercizio 3.

$$m_R c_R (T_R - T_F) = m_A c_A (T_F - T_A)$$

$$c_R = c_A \frac{m_A (T_F - T_A)}{m_R (T_R - T_F)} = 4186 \cdot \frac{5 \cdot 12 - 10}{2 \cdot 66 - 12} = 388 \text{ J / (Kg K)};$$

Esercizio 4.

$$\eta = L/Q_A = 500/1200 = 41.7\% ;$$

$$\eta = 1 - T_1/T_2 \rightarrow T_2 = T_1/(1 - \eta) = 510.8K = 238^{\circ}C;$$

$$T_2' = T_1/(1 - \eta') = 298/.5 = 596K = 323^{\circ}C.$$

Esercizio 5.

$$W = V^2/R; R = V^2/W = 10^2/10 = 10\Omega;$$

$$W_2 = V_2^2/R = 25/10 = 2.5W.$$

Esercizio 6. (CTF)

$$n_1 = n_2/\sin 40^{\circ} = 1/.64 = 1.56;$$

$$\theta' = \text{asin}(n_2'/n_1) = \text{asin}(.85) = 58.7^{\circ}.$$

Esercizio 6. (Farmacia+triennali)

$$C_{eq} = C_1 \cdot C_2 / (C_1 + C_2) = 1.6\mu F;$$

a) $q = f \cdot C_{eq} = 200 \cdot 1.6 \cdot 10^{-6} = 0.32mC;$

b) $V_1 = q/C_1 = 0.32 \cdot 10^{-3} / (2 \cdot 10^{-6}) = 160 \text{ V};$

$$V_2 = q/C_2 = 0.32 \cdot 10^{-3} / (8 \cdot 10^{-6}) = 40 \text{ V};$$

c) $U_1 = 1/2 C_1 V_1^2 = 0.5 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 160^2 = 25.6mW;$

$$U_2 = 1/2 C_2 V_2^2 = 0.5 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 40^2 = 6.4mW.$$

10 Giugno 2003 - Secondo esonero di Fisica - A

Corso di Laurea: Laurea Specialistica in CTF

Nome:

Cognome:

Matricola

Aula:

Riportare anche sul presente foglio i risultati numerici di ciascun esercizio.
Gli studenti che nel primo esonero hanno preso meno di 15 devono necessariamente risolvere gli esercizi 2 e 6.

Esercizio 1. Calorimetria (5 punti)

Quanto vapore d'acqua a 100° deve essere aggiunto a 2 Kg di ghiaccio a 0° per ottenere acqua a 20° ? (dati : calore latente di fusione del ghiaccio : 3.33×10^5 J/Kg, calore latente di evaporazione dell'acqua : 22.6×10^5 J/Kg).

$m = \dots$

Esercizio 2. Termodinamica (4 punti)

Una centrale elettrica opera al 75% del suo rendimento teorico di Carnot, tra le temperature di 350° e 600° . Sapendo che la centrale produce energia per 1.3 GW, quanto calore disperde in un'ora?

$Q = \dots$

Esercizio 3. Elettrostatica (5 punti)

Una lastra, di superficie molto grande, è caricata in modo che la sua densità di carica sia di 2 mC/m^2 . Alla distanza di 80 cm è posta una carica puntiforme di 3 mC (anche essa positiva). Trovare il punto (oppure i punti) dello spazio ove il campo elettrico totale è nullo.

$x = \dots$

Esercizio 4. Correnti elettriche (4 punti)

Due resistenze, rispettivamente di 4Ω e 8Ω , vengono collegate in parallelo ad una batteria da 12 V, di resistenza interna 3Ω . Calcolare i valori della corrente che fluisce in entrambe le resistenze.

$i_1 = \dots$

$i_2 = \dots$

Esercizio 5. Effetto Joule (4 punti)

Una lampada da 20 W, costruita per operare con una batteria da 12 V, viene per errore collegata ad una batteria da 4 V. C'è pericolo che si bruci ? Se non lo fa, che potenza consuma ?

Si brucia? si/no

W = ...

Esercizio 6. Campo magnetico (5 punti)

Calcolare il raggio della traiettoria di una molecola di He^4 (massa = $4 \times m_{\text{protone}}$), ionizzata una volta e dotata di un'energia cinetica di 10^{-13} J, in un campo magnetico costante di 5 T, ortogonale alla traiettoria.

r = ...

Esercizio 7. Induzione elettromagnetica (5 punti)

Una piccola bobina circolare di raggio 1 cm con 100 avvolgimenti, posta all'interno di un campo magnetico costante, ruota alla frequenza di 60 Hz, attorno a un asse ortogonale al campo. Sapendo che il massimo della fem indotta è di 12.3 V, trovare il valore del campo magnetico esterno.

B = ...

Esercizio 8. Ottica (4 punti)

Una vasca di acqua ($n=1.33$) ha una parete di vetro ($n=1.52$). Se un raggio di luce colpisce il vetro con angolo di incidenza 43.5° , con che angolo entra nell'acqua ? Con che angolo entrerebbe se non ci fosse il vetro e l'acqua fosse direttamente a contatto con l'esterno ?

$\alpha_1 = \dots$

$\alpha_2 = \dots$

Soluzioni del compito di esonero di Fisica per CTF del 10 Giugno 2003

NB - in alcune versioni del compito, l'ordine degli esercizi non è quello riportato nel seguito; inoltre i dati e l'ordine delle domande possono essere differenti.

1. Calorimetria

$$Q_g = L_g \cdot m_g + m_g \cdot c_a \cdot (T_f - T_{cong}); \quad Q_v = L_v \cdot m_v + m_v \cdot c_a \cdot (T_{eboll} - T_f);$$

$$Q_g = Q_v \quad \rightarrow \quad m_v = m_g \frac{L_g + c_a \cdot (T_f - T_{cong})}{L_v + c_a \cdot (T_{eboll} - T_f)} = 2 \frac{3.33 \times 10^5 + 4186 \times 20}{22.6 \times 10^5 + 4186 \times 80} = 322 \text{ g.}$$

2. Termodinamica

$$\eta = L/Q_a; \quad L = Q_a - Q_c = L/\eta - Q_c \quad \rightarrow \quad Q_c = L \cdot (1 - \eta)/\eta;$$
$$\eta_{Carnot} = 1 - T_1/T_2; \quad \eta = f \cdot (1 - T_1/T_2) = 0.75 \times (1 - (350 + 273)/(600 + 273)) = 0.2148;$$
$$L = W \cdot 3600;$$
$$Q_c = W \cdot 3600 \cdot (1 - \eta)/\eta = 1.3 \times 10^9 \times 3600 \times 0.7852/0.2148 = 1.71 \times 10^{13} \text{ J/h.}$$

3. Elettrostatica

Il punto è sul segmento, ortogonale alla lastra, che congiunge la lastra e la carica puntiforme; detta x la distanza dalla carica puntiforme

$$|E_l| = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}; \quad |E_q| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{x^2}; \quad |E_l| = |E_q| \quad \rightarrow \quad x = \sqrt{\frac{q}{2\pi\sigma}} = \sqrt{\frac{.003}{2 \times \pi \times .002}} = 49 \text{ cm};$$

NB : la distanza x è indipendente dalla distanza lastra-carica.

4. Correnti elettriche

$$R_{tot} = r_{int} + R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2) = 3 + 4 \cdot 8 / (4 + 8) = 5.67 \Omega;$$
$$i_{tot} = V/R_{tot} = 2.12 \text{ V}; \quad \Delta V(R) = V - r_{int} \cdot i = 5.64 \text{ V};$$
$$i_1 = \Delta V(R)/R_1 = 1.41 \text{ V}; \quad i_2 = \Delta V(R)/R_2 = 0.71 \text{ V.}$$

5. Effetto Joule

$$W = V^2/R \quad \rightarrow \quad R = V^2/W = 12 \times 12/20 = 7.2 \Omega;$$
$$W_1 = V_1^2/R = 4 \times 4/7.2 = 2.22 \text{ W};$$

NON si brucia perché W_1 è minore di W .

6. Campo magnetico

$$K = 1/2mv^2 \quad \rightarrow \quad v = \sqrt{2K/m}; \quad \rightarrow \quad qvB = mv^2/r \quad \rightarrow$$
$$r = mv/(qB) = \sqrt{2Km}/(qB) = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 4 \times 1.67 \times 10^{-27}} / (1.602 \times 10^{-19} \times 5) = 4.56 \text{ cm.}$$

7. Induzione elettromagnetica

$$\Phi = NAB \cos(2\pi\nu t); \quad fem = -d\Phi/dt = NAB \times 2\pi\nu \times \sin(2\pi\nu t); \quad fem_{max} = 2\pi\nu NAB;$$
$$B = fem_{max}/(2\pi\nu NA) = 12.3/(2 \times \pi \times 60 \times 100 \times \pi \times .01^2) = 1.04 \text{ T.}$$

8. Ottica

$$\sin\theta_{acqua} = \sin\theta_{aria} \cdot (n_{aria}/n_{vetro}) \cdot (n_{vetro}/n_{acqua}) = \sin\theta_{aria} (n_{aria}/n_{acqua}) =$$
$$= \sin(43.5^\circ) \times 1/1.33 \rightarrow \theta_{acqua} = 31.2^\circ;$$

Il secondo caso è identico $\theta'_{acqua} = 31.2^\circ$.

Facoltà di Farmacia - Anno Accademico 2002-2003

A 10 giugno 2003 – Secondo esonero di Fisica

Corso di Laurea: Laurea Specialistica in FARMACIA

Nome:

Cognome:

Matricola

Aula:

Riportare sul presente foglio i risultati trovati per ciascun esercizio.

Gli studenti che hanno preso al primo esonero meno di 15, devono

NECESSARIAMENTE risolvere gli esercizi 1 e 2.

Esercizio 1. Calorimetria (6 punti)

Una palla di piombo di massa $m=100$ g si muove con velocità $V=64$ m/s. Essa urta un'altra palla di piombo identica in quiete. Le due palle dopo l'urto rimangono attaccate. Supponendo che il sistema costituito dalla due palle non disperda calore verso l'esterno, calcolare:

a) l'energia cinetica finale delle due palle; b) la variazione di temperatura del sistema (il calore specifico del piombo è $128 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$).

$$K_f = \dots$$

$$\Delta T = \dots$$

Esercizio 2. Campo elettrico (6 punti)

Un elettrone, che ha la velocità iniziale di $1.0 \cdot 10^6$ m/s, entra in una regione in cui esiste un campo elettrico uniforme diretto come la velocità dell'elettrone e di modulo 50 N/C.

a) Quanto vale il cammino che l'elettrone percorrerà prima di arrestarsi e invertire il verso del suo moto? b) Quanto vale la differenza di potenziale tra il punto nel quale l'elettrone si ferma ed il punto di ingresso nel campo? (la carica dell'elettrone vale $1.6 \cdot 10^{-19}$ C e la sua massa vale $9.1 \cdot 10^{-31}$ kg)

$$s = \dots$$

$$\Delta V = \dots$$

Esercizio 3. Macchine termiche (5 punti)

Una macchina di Carnot assorbe in un ciclo un calore di 2000 J dalla sorgente a temperatura maggiore e compie un lavoro di 1500 J. Se la temperatura della sorgente più fredda è di 200 K, qual'è il valore della temperatura della sorgente calda?

$$T_C = \dots$$

Esercizio 4. Forza di Lorentz (5 punti)

Una particella carica entra in un regione di spazio in cui sono presenti un campo elettrico ed un campo magnetico ortogonali tra di loro ed alla direzione di moto della particella (selettore di velocità). Il campo elettrico ha modulo 500 N/C . Si trovi il valore del campo magnetico affinché una particella di $2.5 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ percorra una traiettoria rettilinea.

$B = \dots$

Esercizio 5. Corrente elettrica (5 punti)

Una batteria di 6.0 V è collegata ad un resistore di 100Ω . Un voltmetro collegato ai capi del resistore misura 5.60 V . Si trovi la resistenza interna della batteria.

$R_i = \dots$

Esercizio 6. Condensatori (5 punti)

Si deve progettare un condensatore piano che sia capace di portare una carica di $72.0 \cdot 10^{-12} \text{ C}$ quando viene applicata una differenza di potenziale di 12.0 V tra le sue armature. a) Quanto vale la capacità di questo condensatore?
b) Se l'area delle armature è 100 cm^2 , quanto deve valere la loro distanza reciproca?

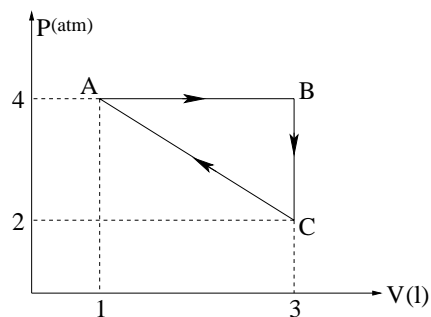
$C = \dots$

$d = \dots$

Esercizio 7. Primo principio della Termodinamica (7 punti)

0.2 moli di gas perfetto monoatomico seguono il ciclo termodinamico mostrato in figura (in verso orario). Il punto A ha una pressione di 4 atmosfere ed un volume di 1 litro, mentre il punto C ha una pressione di 2 atmosfere ed un volume di 3 litri.

a) Trovare il lavoro fatto in un ciclo; b) trovare la temperatura nel punto B; c) trovare il calore assorbito nel tratto AB.



$L = \dots$

$T = \dots$

$Q = \dots$

Esercizio 8. (5 punti)

Si deve progettare un solenoide che generi un campo magnetico di modulo pari a 0.314 T , senza che l'intensità di corrente superi 10.0 A . Il solenoide è lungo 20 cm . Si trovi il numero di spire necessarie.

$N = \dots$

**Soluzioni del secondo esonero di Fisica della Laurea
Specialistica in FARMACIA (10-6-2003)**

Esercizio 1. Calorimetria

Nell'urto si conserva la quantità di moto totale: $mV = 2mV_f \Rightarrow V_f = \frac{V}{2} = 32 \text{ m/s}$

a) $K_f = \frac{1}{2} \cdot (2m) \cdot V_f^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.2 \cdot 32^2 = 102.4 \text{ J}$

L'energia cinetica iniziale della palla valeva $K_i = \frac{1}{2} \cdot (m) \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.1 \cdot 64^2 = 204.8 \text{ J}$
quindi nell'urto si è dissipata l'energia $\Delta K = Q = 204.8 - 102.4 = 102.4 \text{ J}$

che si trasforma in calore e riscalda le due palle di piombo.

b) $Q = c \cdot (2m) \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{c \cdot (2m)} = \frac{102.4}{128 \cdot 2 \cdot 0.1} = 4 \text{ K}$

Esercizio 2. Campo elettrico

a) Il cammino dell'elettrone si può ricavare con il teorema dell'energia cinetica

$$L = F \cdot s = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow s = \frac{L}{F} = \frac{mv^2}{2 \cdot e \cdot E} = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \cdot (1.0 \cdot 10^6)^2}{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 50} = 5.7 \text{ cm}$$

b) $\Delta V = V_f - V_i = -E \cdot s = -50 \cdot 0.057 = -2.85 \text{ V}$

Esercizio 3. Macchine termiche

Il calore ceduto alla sorgente fredda vale: $|Q_F| = Q_C - L = 2000 - 1500 = 500 \text{ J}$

In una macchina di Carnot si ha: $\frac{|Q_F|}{|Q_C|} = \frac{T_F}{T_C} \Rightarrow T_C = T_F \cdot \frac{|Q_C|}{|Q_F|} = 200 \cdot \frac{2000}{500} = 800 \text{ K}$

Esercizio 4. Forza di Lorentz

La relazione che lega campo elettrico, campo magnetico e velocità in un selettore di velocità è la seguente:

$$E = v \cdot B \Rightarrow B = \frac{E}{v} = \frac{500}{2.5 \cdot 10^3} = 0.2 \text{ T}$$

Esercizio 5. Corrente elettrica

La corrente che circola nel circuito vale: $I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{5.60}{100} = 56 \text{ mA}$

La d.d.p. ai capi della resistenza interna vale: $V_i = f - \Delta V = 6.0 - 5.6 = 0.4 \text{ V}$

La resistenza interna vale: $R_i = \frac{V_i}{I} = \frac{0.4}{0.056} = 7.1 \Omega$

Esercizio 6. Condensatori

a) La capacità del condensatore vale: $C = \frac{Q}{V} = \frac{72.0 \cdot 10^{-12}}{12} = 6.0 \cdot 10^{-12} = 6.0 \text{ pF}$

b) Dato che $C = \epsilon_0 \frac{S}{d} \Rightarrow d = \epsilon_0 \frac{S}{C} = 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{100 \cdot 10^{-4}}{6.0 \cdot 10^{-12}} = 1.5 \text{ cm}$

Esercizio 7. Primo principio della Termodinamica

a) Il lavoro è pari all'area del triangolo: $L = +\frac{1}{2} \cdot \Delta V \cdot \Delta P = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2 = 2 \cdot \text{atm} \cdot l = +202 \text{ J}$

b) $T_B = \frac{P_B \cdot V_B}{n \cdot R} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 101}{0.2 \cdot 8.314} = 729 \text{ K}$

c) Troviamo la temperatura del punto A: $T_A = T_B \cdot \frac{V_A}{V_B} = 729 \cdot \frac{1}{3} = 243 \text{ K}$

$$Q_{AB} = n \cdot C_P \cdot (T_B - T_A) = 0.2 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8.314 \cdot 486 = 2020 \text{ J}$$

Esercizio 8.

Il campo di un solenoide vale: $B = \mu_0 \cdot n \cdot I = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot I$

quindi $N = \frac{B \cdot L}{\mu_0 \cdot I} = \frac{0.314 \cdot 0.2}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10} = 5000 \text{ spire}$

Facoltà di Farmacia - Anno Accademico 2002-2003

A 10 giugno 2003 – Secondo esonero di Fisica

Corso di Laurea: Tossicologia

Nome:

Cognome:

Matricola

Aula:

Segnare con una croce la risposta che ritenete sia quella giusta.

Occorre consegnare anche il foglio che è stato utilizzato per lo svolgimento dei calcoli o dei ragionamenti, indicando chiaramente il numero della risposta alla quale si riferisce il calcolo.

Gli studenti che nel primo esonero hanno preso meno di 15, devono

NECESSARIAMENTE risolvere almeno tre esercizi a piacimento tra quelli con i numeri: 1, 8, 10, 11, 13, 21 (più gli altri ovviamente)

domanda 1. (2 punti)

Quando una pallottola da 3.0 g, che viaggia ad una velocità di 400 m/s, passa attraverso un albero, la sua velocità è ridotta a 200 m/s. Quanto calore viene prodotto e scambiato tra la pallottola e l'albero?

- $Q = 180 \text{ J}$; $Q = 43 \text{ J}$; $Q = 560 \text{ J}$; $Q = 1000 \text{ J}$; $Q = 100 \text{ J}$

domanda 2. (2 punti)

16 grammi di ossigeno, a quante moli corrispondono?

- $n=1.0 \text{ mole}$; $n=1.5 \text{ moli}$; $n=0.5 \text{ moli}$; $n=2.0 \text{ moli}$; $n=0.8 \text{ moli}$

domanda 3. (2 punti)

Quando il coperchio di un vaso di vetro è troppo serrato, tenerlo sotto l'acqua calda per un breve intervallo di tempo spesso rende più facile aprirlo. Perché?

- Perché l'acqua calda scioglie il grasso tra coperchio e barattolo;
- Perché il coperchio ha un coefficiente di dilatazione termica maggiore di quello del vetro;
- Perché il coperchio ha un coefficiente di dilatazione termica minore di quello del vetro;
- Perché il barattolo scaldandosi aumenta la sua energia interna;
- Perché si rompono i legami covalenti del vetro

domanda 4. (2 punti)

Un pneumatico di un'automobile è gonfiato ad una pressione di 301 kPa a 10 °C. Dopo un tragitto di 100 km, la temperatura all'interno dei pneumatici sale a 40 °C. Qual'è ora la pressione all'interno del pneumatico? Si assuma che il volume non cambi.

- $P = 1204 \text{ kPa}$; $P = 450 \text{ kPa}$; $P = 50 \text{ kPa}$; $P = 333 \text{ kPa}$; $P = 222 \text{ kPa}$

domanda 5. (2 punti)

Se un gas perfetto raddoppia il suo volume in una trasformazione a temperatura costante, cosa fa la sua pressione?

- raddoppia ; dimezza ; bisogna conoscere la temperatura ;
 rimane la stessa ; varia come il logaritmo del volume

domanda 6. (2 punti)

Se aumenta l'energia interna di un gas perfetto, cosa succede alla sua temperatura?

- diminuisce ; aumenta se la trasformazione è un'isobara ;
 aumenta se la trasformazione è un'isocora ;
 aumenta in ogni caso ; aumenta solo se viene assorbito del calore

domanda 7. (2 punti)

Una macchina di Carnot lavora tra le temperature di 20 °C e 200 °C. Quanto vale il suo rendimento?

- $\eta = 90\%$; $\eta = 38\%$; $\eta = 20\%$; $\eta = 50\%$; $\eta = 47\%$

domanda 8. (2 punti)

Due cariche puntiformi, $Q_1 = 50 \mu\text{C}$ e $Q_2 = 1 \mu\text{C}$, sono separate da una distanza r . Qual'è la forza più intensa, quella che Q_1 esercita su Q_2 o viceversa?

- Q_1 crea un campo elettrico maggiore, quindi la forza che essa esercita su Q_2 sarà maggiore;
 La forza è proporzionale alla carica, quindi Q_1 avvertirà una forza maggiore
 Per stabilire la forza maggiore, occorre valutare l'orientamento delle due forze rispetto alla retta congiungente le due cariche ;
 Per il principio di azione e reazione le due forze in modulo devono essere uguali ;
 Dato che la forza di Coulomb è conservativa, le due forze devono essere inversamente proporzionali alla carica, quindi la forza su Q_2 è maggiore

domanda 9. (2 punti)

Due palline cariche sono ad una distanza di 20 cm l'una dall'altra. Vengono spostate, e la forza tra esse quadruplica. Quanto distano ora?

- 10 cm ; 40 cm ; 80 cm ; 5 cm ; 60 cm

domanda 10. (2 punti)

Qual'è il modulo dell'accelerazione a cui è sottoposto un protone in un campo elettrico di 600 N/C?

- $3 \cdot 10^{10} \text{ m/s}^2$; $6 \cdot 10^8 \text{ m/s}^2$; $2 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2$; $6 \cdot 10^{10} \text{ m/s}^2$; $6 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}^2$

domanda 11. (2 punti)

Un elettrone viene accelerato da una differenza di potenziale V. Quanto più grande sarebbe la sua velocità finale se fosse accelerato da una differenza di potenziale quattro volte più grande?

- 1 volta; 2 volte; 4 volte; 8 volte; 16 volte;

domanda 12. (2 punti)

Se raddoppiamo la carica posseduta da un condensatore, cosa succede alla sua capacità?

- raddoppia; dimezza; bisogna conoscere il valore della carica;
 rimane la stessa; aumenta in ogni caso

domanda 13. (2 punti)

Quanto lavoro è necessario per spostare una carica di $8 \mu\text{C}$ da un punto a potenziale zero ad un punto a potenziale 75 V?

- $L = 600 \mu\text{J}$; $L = 300 \mu\text{J}$; $L = 0.8 \text{ mJ}$; $L = 400 \mu\text{J}$; $L = 6 \text{ J}$

domanda 14. (2 punti)

Una corrente continua di 2.5 A scorre in un filo per 4 minuti. Quanta carica passa in ogni punto del circuito durante questo intervallo di tempo?

- $Q = 600 \text{ mC}$; $Q = 10 \text{ C}$; $Q = 100 \text{ C}$; $Q = 0.06 \text{ C}$; $Q = 600 \text{ C}$

domanda 15. (2 punti)

Se la corrente che circola in una resistenza R raddoppia, cosa succede alla potenza dissipata per effetto Joule?

- raddoppia; dimezza; bisogna conoscere il valore della corrente;
 rimane la stessa; quadruplica

domanda 16. (2 punti)

Una piccola lampadina assorbe 300 mA da una batteria di 1.5 V. Qual'è la resistenza della lampadina?

- $R = 2.5 \Omega$; $R = 5.0 \Omega$; $R = 4.0 \Omega$; $R = 0.45 \Omega$; $R = 4.5 \Omega$;

domanda 17. (2 punti)

La batteria di un'automobile può essere caratterizzata in Ampere-ora ($A \cdot h$). Quale grandezza viene caratterizzata in questo modo?

- La potenza; L'energia; La carica; La tensione; La corrente

domanda 18. (2 punti)

Un protone si muove con velocità di $5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ nella stessa direzione di un campo magnetico B di modulo 1.5 T . Quanto vale la forza di Lorentz che subisce il protone?

- $F = 12 \cdot 10^{-13} \text{ N}$; $F = 0 \text{ N}$; $F = 2 \cdot 10^{-13} \text{ N}$; $F = 12 \cdot 10^{-11} \text{ N}$; $F = 12 \text{ N}$

domanda 19. (2 punti)

Le linee di forza del campo magnetico intorno ad un filo rettilineo molto lungo percorso da una corrente I sono:

- delle rette uscenti dal filo ;
 delle circonferenze concentriche con il filo ;
 delle rette parallele al filo ;
 delle linee ovali concentriche con il filo ;
 delle circonferenze parallele al filo

domanda 20. (2 punti)

Un solenoide lungo 10 cm , con 600 spire, è percorso da una corrente di 20 A . Quanto vale il campo magnetico al suo interno?

- $B = 23 \text{ mT}$; $B = 226 \text{ mT}$; $B = 151 \text{ mT}$; $B = 2.3 \text{ T}$; $B = 6 \text{ } \mu\text{T}$

domanda 21. (2 punti)

Una particella di massa m e carica q si muove con velocità V . La particella entra in una regione di spazio dove c'è un campo magnetico B ortogonale alla sua velocità. Quanto vale l'accelerazione centripeta della particella?

- $a = \frac{qVB}{m}$; $a = \frac{qV^2B}{m}$; $a = \frac{mVB}{q}$; $a = \frac{qVm}{2B}$; $a = \frac{qB}{m}$

domanda 22. (2 punti)

Il flusso magnetico concatenato con una bobina cambia da -30 Wb a $+38 \text{ Wb}$ in 0.42 secondi. Quanto vale il modulo della f.e.m. indotta nella bobina?

- $f = 19 \text{ V}$; $f = 90 \text{ V}$; $f = 162 \text{ V}$; $f = 28.5 \text{ V}$; $f = 312 \text{ V}$





Esercizi di esame dal 2000 al 2005

I seguenti compiti di esame non hanno la
soluzione

- 22 novembre 1999
- 7 febbraio 2000
- 27 marzo 2000
- 7 giugno 2000

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 22 NOVEMBRE 1999

1. Un lago artificiale è alimentato da un ruscello di portata costante, pari a 500 l/s. Sapendo che la pressione dell'acqua, nel punto più profondo è maggiore di 3 atmosfere rispetto a quella atmosferica, si calcoli :

- la profondità del lago;
- le velocità di fuoriuscita dell'acqua da un condotto piano, posto nel punto più profondo del lago;
- la sezione del condotto, sapendo che il livello del lago resta costante.

2. Tre quantità identiche di gas si espandono in modo reversibile dallo stato A, di volume 2 m^3 e pressione $1 \times 10^5 \text{ Pa}$, allo stato B, di volume 6 m^3 e pressione pari ad A, lungo tre diverse trasformazioni :

- un'isocora (AC), che raddoppia la pressione del gas, più una trasformazione CB, rappresentata da una linea retta nel piano pV; in questo caso il calore scambiato è pari a $4 \times 10^5 \text{ cal}$;
- due trasformazioni (AD e DB), entrambe rappresentate da rette nel piano pV, in modo tale che la pressione nello stato D sia pari a quella dello stato C;
- un'isobara dallo stato A allo stato B.

Si calcoli :

- il lavoro e la variazione di energia interna della trasformazione ACB;
- il lavoro, il calore e la variazione di energia interna della trasformazione ADB;
- il lavoro, il calore e la variazione di energia interna della trasformazione AC.

3. Un circuito elettrico di forma quadrata ha una resistenza pari a 2Ω per ciascun lato. Chiamiamo A B C D i quattro vertici del quadrato in senso orario. Una pila di f.e.m. 12 V e resistenza interna di 1Ω , può essere connessa al circuito in due modi : (a) il polo positivo al vertice A e il negativo al vertice B; (b) il polo positivo al vertice A e il negativo al vertice C. In quale dei due casi si dissipa una potenza maggiore ? di quanto ?

Avvertenze :

- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 7 FEBBRAIO 2000

1. Una goccia d'acqua di massa 0,1 Kg cade da un'altezza di 10 Km. Supponendo che la forza di gravità sia costante lungo la caduta e che la resistenza dell'aria sia proporzionale al modulo della velocità (v) e possa essere valutata come $F_r = kv$ (ove k vale $0,2 \text{ N s m}^{-1}$), si calcoli :

- la velocità massima di caduta della goccia
- tale velocità, misurata da un treno che corre alla velocità di 100 Km/h su un percorso orizzontale.

2. Un recipiente di vetro ($c = 840 \text{ (Kg } ^\circ\text{C)}^{-1}$) di massa 7 Kg, contiene 16 litri di acqua distillata a 25°C , in equilibrio termico con il recipiente. Vengono immessi nell'acqua 2,5 Kg di ghiaccio ($c = 2000 \text{ (Kg } ^\circ\text{C)}^{-1}$, calore latente di fusione $= 333 \text{ K }^{-1} \text{ Kg}^{-1}$) alla temperatura di -20°C . Dopo un certo tempo, il sistema si porta in uno stato di nuovo equilibrio termico. Considerando trascurabili gli scambi di calore tra il recipiente e l'ambiente esterno, si calcoli :

- la quantità di calore ceduta dal recipiente
- la temperatura finale del sistema
- la quantità di ghiaccio che fonde (oppure, se questo è il caso, dire che tutto il ghiaccio si scioglie).

3. Un protone si stacca a velocità trascurabile dall'armatura positiva di un condensatore piano, e comincia a muoversi verso l'armatura negativa. Tra le due armature è presente una d.d.p. di 2100 V. La particella fuoriesce dall'armatura negativa attraverso un piccolo foro, e si trova in una regione dello spazio in cui è presente un campo magnetico \mathbf{B} , di valore 0,100 T, parallelo al piano delle armature del condensatore. Si calcoli :

- la velocità del protone all'uscita del condensatore
- il raggio della traiettoria circolare del protone in campo magnetico
- il nuovo valore di B , tale che la traiettoria abbia un raggio pari a 3 volte quello delle condizioni date.

Avvertenze :

- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 27 MARZO 2000

1. Un sommergibile, di volume totale $V = 500 \text{ m}^3$ e di massa $M = 4.8 \cdot 10^5 \text{ Kg}$, possiede una camera interna, che può essere riempita di acqua per provocare l'immersione. Il volume della camera è $V_c = 50 \text{ m}^3$. Calcolare :

- (a) la frazione del volume della camera che deve essere riempita d'acqua, affinché il sommergibile cominci ad affondare;
- (b) il lavoro speso per svuotare completamente la camera, quando il sommergibile è ancorato al fondo del mare alla profondità di 100 m (si supponga che inizialmente la camera sia completamente piena d'acqua).

2. Una macchina termica compie un ciclo, servendosi come fluido di due moli di elio. Le quattro trasformazioni reversibili del ciclo sono, in ordine di esecuzione (si applichi l'approssimazione di gas perfetto) :

- (1) un'isobara, che porta il gas dalla temperatura di 300 K a quella di 600 K;
- (2) un'isoterma, che dimezza la pressione del gas;
- (3) un'isobara, che riporta il volume al valore iniziale;
- (4) un'isocora, che riporta il gas allo stato iniziale.

Calcolare per ciascuna trasformazione :

- (a) la variazione di energia interna del gas;
- (b) il lavoro compiuto dal gas;
- (c) la quantità di calore scambiato tra il gas e l'esterno.

3. Un condensatore a faccine piane e parallele è posto in aria ed ha la capacità di $3.3 \cdot 10^{-10} \text{ Farad}$. Calcolare la variazione di energia elettrostatica quando lo spazio fra le armature è riempito con olio di costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 5$, nelle seguenti condizioni :

- (a) la differenza di potenziale fra le armature è mantenuta costante al valore di 600 Volt;
- (b) la carica sulle armature è mantenuta costante al valore di $2 \cdot 10^{-7} \text{ Coulomb}$.

Avvertenze :

- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 7 GIUGNO 2000

1. Un corpo di massa 20 Kg, partendo da fermo, scivola per un tratto di 10 m lungo un piano inclinato, di angolo α rispetto al piano orizzontale, privo di attrito. Raggiunta la base del piano inclinato, prosegue su un piano orizzontale scabro (coefficiente di attrito 0.2) di lunghezza $d=20$ m. Quindi, urta in modo completamente anelastico con un secondo corpo anche esso di massa 20 Kg, inizialmente in quiete.

Si calcoli :

- (a) il valore di α affinché il corpo arrivi alla fine del tratto d con velocità nulla;
- (b) il valore della velocità del corpo alla fine del tratto d , se l'angolo α del piano inclinato è di 45° .
- (c) nel caso (b), il valore della velocità dei due corpi subito dopo l'urto.

2. Due moli di gas perfetto monoatomico compiono il seguente ciclo termodinamico:

- (1) espansione isoterma reversibile dallo stato A, di volume 3 l e temperatura 30 C, allo stato B, di volume 7 l;
- (2) espansione adiabatica irreversibile, dallo stato B allo stato C, di volume 8.5 l;
- (3) compressione isoterma reversibile, dallo stato C allo stato D, di temperatura 0 C;
- (4) trasformazione isocora reversibile, dallo stato D allo stato A.

Si calcoli :

- il lavoro del gas nella trasformazione adiabatica irreversibile;
- il calore totale scambiato dal gas con l'esterno;
- il lavoro totale compiuto (o subito) dal gas.

3. Una lampadina, collegata ad una pila da 12 V e resistenza interna trascurabile, eroga una potenza di 25 W. Si calcoli il valore della corrente elettrica che circola nella lampada. Se in seguito si connette al circuito un'ulteriore resistenza R da 5Ω , in serie alla lampada, quale è il nuovo valore della potenza dissipata dalla lampada ? E invece, quale è il valore della potenza dissipata dalla lampada, se la resistenza R è connessa in parallelo alla lampada ?

Avvertenze :

- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

2. Due moli di gas perfetto monoatomico compiono il seguente ciclo termodinamico:

- (1) espansione isoterma reversibile dallo stato A, di volume 3 l e temperatura 30 C, allo stato B, di volume 7 l;
- (2) espansione adiabatica irreversibile, dallo stato B allo stato C, di volume 8.5 l;
- (3) compressione isoterma reversibile, dallo stato C allo stato D, di temperatura 0 C;
- (4) trasformazione isocora reversibile, dallo stato D allo stato A.

Si calcoli :

- il lavoro del gas nella trasformazione adiabatica irreversibile;
- il calore totale scambiato dal gas con l'esterno;
- il lavoro totale compiuto (o subito) dal gas.

Noti n , V_A , T_A , V_B , T_B , V_C , T_C , V_D , T_D .

$p_i = nRT_i / V_i$, con $i = A, B, C, D$;

$L_{AB} = nRT_A \ln (V_B/V_A)$; [L in isoterma]

$L_{CD} = nRT_C \ln (V_D/V_C)$;

$L_{DA} = 0$; [isocora]

$Q_{AB} = L_{AB}$; [isoterma, $\Delta U=0$]

$Q_{BC} = 0$; [adiabatica]

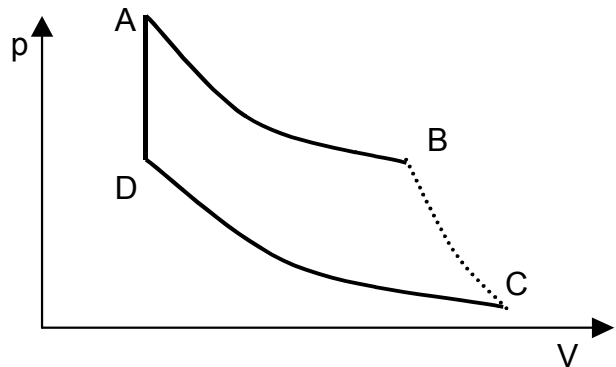
$Q_{CD} = L_{CD}$; [isoterma, $\Delta U=0$]

$Q_{DA} = nc_V (T_A - T_D)$;

$Q_{TOT} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA}$;

$L_{TOT} = Q_{TOT}$; [ciclo, $\Delta U=0$]

$L_{BC} = L_{TOT} - (L_{AB} + L_{CD} + L_{DA})$;



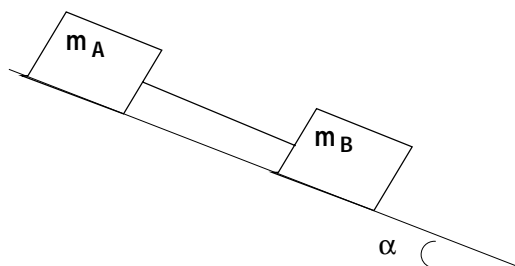
NB NON si può usare la legge delle adiabatiche nella trasformazione BC, poiché la trasformazione NON è reversibile.

Prova scritta di Fisica del 5 Luglio 2000

1. Due corpi di massa $m_A = 20 \text{ Kg}$ e $m_B = 10 \text{ Kg}$ sono collegati da una fune inestensibile priva di massa come mostrato in figura. Essi scivolano lungo un piano inclinato avente l'angolo $\alpha = 30^\circ$. Il corpo A, situato più in alto rispetto al corpo B, presenta un coefficiente di attrito dinamico pari a 0.25 mentre il corpo B scivola invece senza attrito.

In queste condizioni si calcoli :

- L'accelerazione dei due corpi durante la caduta.
- La tensione della corda.
- Assumendo che anche il corpo A scivoli senza attrito, determinare la tensione della corda in queste condizioni.



2. Una macchina termica avente come fluido termodinamico una mole di gas perfetto biatomico, esegue il seguente ciclo:

- Isobara reversibile dallo stato A avente $P=3 \text{ atm}$ e $V=8 \text{ l}$ allo stato B avente $V=16 \text{ l}$.
- Espansione adiabatica reversibile fino ad uno stato C.
- Compressione isobara reversibile fino ad uno stato D.
- Compressione adiabatica reversibile fino a tornare allo stato di partenza.

Sapendo che il rendimento della macchina è $\eta = 0.183$:

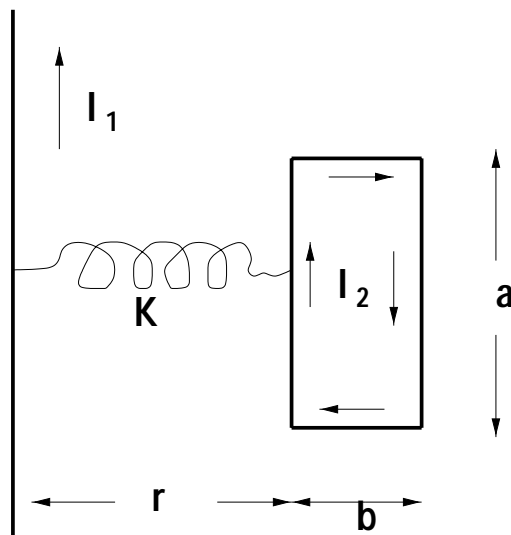
- Disegnare il ciclo nel piano PV.
- Trovare il lavoro compiuto nel ciclo.
- Trovare il calore scambiato in ognuna delle 4 trasformazioni.

[Il terzo esercizio è sul retro del foglio]

3. Un filo rettilineo infinito, NON libero di muoversi, è percorso da una corrente I_1 di 20 A. Una spira rettangolare rigida di lati $a=3$ m (parallelo al filo) e $b=20$ cm (ortogonale al filo), libera di muoversi lungo una direzione ortogonale al filo, è percorsa da una corrente $I_2 = 10$ A.

La spira è trattenuta alla distanza $r=10$ cm dal filo da una molla isolante di costante elastica K .

- Assumendo che le correnti I_1 e I_2 circolino come indicato in figura, dire se la molla è compressa o allungata rispetto alla sua posizione di riposo.
- Trovare la forza che agisce sulla molla.
- Se la deformazione della molla è di 8 mm, determinare il valore della costante elastica K .



Avvertenze :

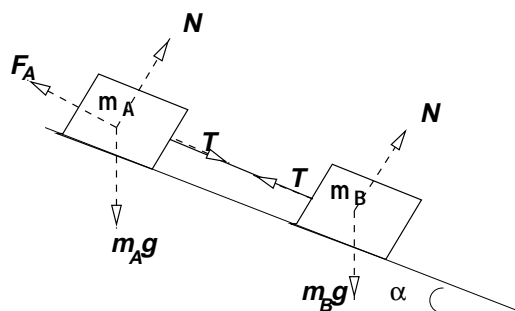
- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

Prova scritta di Fisica del 5 Luglio 2000

1. Due corpi di massa $m_A = 20 \text{ Kg}$ e $m_B = 10 \text{ Kg}$ sono collegati da una fune inestensibile priva di massa come mostrato in figura. Essi scivolano lungo un piano inclinato avente l'angolo $\alpha = 30^\circ$. Il corpo A, situato più in alto rispetto al corpo B, presenta un coefficiente di attrito dinamico pari a 0.25 mentre il corpo B scivola invece senza attrito.

In queste condizioni si calcoli :

- a) L'accelerazione dei due corpi durante la caduta.
- b) La tensione della corda.
- c) Assumendo che anche il corpo A scivoli senza attrito, determinare la tensione della corda in queste condizioni.



Sul corpo A agisce una forza di attrito che tende a rallentare il corpo mentre sul corpo B non è presente questo effetto, per cui il corpo A tenderebbe ad avere un'accelerazione minore del corpo B. Ma dato che i due corpi sono vincolati dalla corda, essi si muovono con la stessa accelerazione e sulla corda è presente una tensione T come mostrato in figura.

Troviamo le forze parallele al piano inclinato che agiscono sui due corpi. Assumiamo come verso positivo quello del moto dei corpi lungo il piano.

$$\text{Corpo B: } F_{\parallel} = m_B \cdot g \cdot \sin \alpha - T = m_B \cdot a$$

$$\text{Corpo A: } F_{\parallel} = m_A \cdot g \cdot \sin \alpha + T - F_a = m_A \cdot a$$

$$F_a \text{ è la forza di attrito pari a: } F_a = \mu_d \cdot N = \mu_d \cdot m_A \cdot g \cdot \cos \alpha$$

Sommando le due equazioni si elimina la tensione della corda T :

$$m_B \cdot g \cdot \sin \alpha + m_A \cdot g \cdot \sin \alpha - F_a = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$\text{quindi l'accelerazione } a \text{ è uguale a: } a = g \cdot \sin \alpha - \mu_d \cdot g \cdot \cos \alpha \frac{m_A}{m_A + m_B}$$

$$\text{Numericamente: } a = 9.8 \cdot \sin 30 - 0.25 \cdot 9.8 \cdot \cos 30 \frac{20}{20+10} = 3.48 \text{ m/s}^2$$

La tensione T si ricava dall'equazione del moto del corpo B:

$$T = m_B \cdot (g \cdot \sin \alpha - a) = 10 \cdot (9.8 \cdot \sin 30 - 3.48) = 14.2 \text{ N}$$

Nel caso in cui anche il corpo A scivoli senza attrito, i due corpi avrebbero la stessa accelerazione anche senza il vincolo della corda, quindi la tensione su quest'ultima sarebbe zero, come si può anche verificare mettendo $\mu_d = 0$ nelle equazioni precedenti.

Prova scritta di Fisica del 5 Luglio 2000

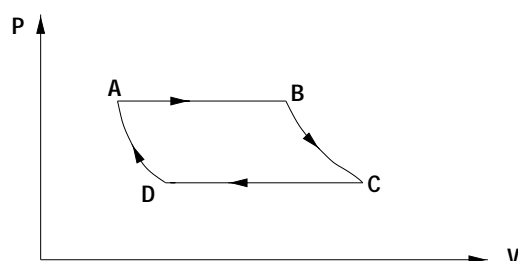
2. Una macchina termica avente come fluido termodinamico una mole di gas perfetto biatomico, esegue il seguente ciclo:

- (1) Isobara reversibile dallo stato A avente $P=3 \text{ atm}$ e $V=8 \text{ l}$ allo stato B avente $V=16 \text{ l}$.
- (2) Espansione adiabatica reversibile fino ad uno stato C.
- (3) Compressione isobara reversibile fino ad uno stato D.
- (4) Compressione adiabatica reversibile fino a tornare allo stato di partenza.

Sapendo che il rendimento della macchina è $\eta = 0.183$:

- a) Disegnare il ciclo nel piano PV.
- b) Trovare il lavoro compiuto nel ciclo.
- c) Trovare il calore scambiato in ognuna delle 4 trasformazioni.

Il ciclo termodinamico eseguito dalla macchina termica è il seguente:



Il rendimento di una macchina termica è definito come:

$$\eta = \frac{L}{Q_a} \quad \text{dove } Q_a \text{ è il calore assorbito nel ciclo.}$$

Nel nostro caso il calore viene assorbito solo nel tratto AB (espansione isobara reversibile).

$$Q_a = Q_{AB} = n \cdot C_P \cdot (T_B - T_A)$$

$$T_A = \frac{P_A \cdot V_A}{n \cdot R} = \frac{3 \cdot 8 \cdot 101}{1 \cdot 8.314} = 291.6 \text{ K}$$

$$T_B = \frac{P_B \cdot V_B}{n \cdot R} = \frac{3 \cdot 16 \cdot 101}{1 \cdot 8.314} = 583.1 \text{ K}$$

$$C_P = \frac{7}{2} R \quad (\text{Gas perfetto biatomico})$$

$$Q_a = n \cdot C_P \cdot (T_B - T_A) = 1 \cdot \frac{7}{2} \cdot 8.314 (583.1 - 291.6) = 8482.3 \text{ J}$$

Possiamo ora ricavare il lavoro prodotto nel ciclo dalla macchina:

$$L = Q_a \cdot \eta = 8482.3 \cdot 0.183 = 1553.8 \text{ J}$$

Determiniamo ora il calore scambiato dal gas nelle quattro trasformazioni. Nel tratto AB lo abbiamo già trovato, nelle due adiabatiche il calore scambiato è zero, mentre per calcolare il calore scambiato nella compressione isobara CD utilizziamo il primo principio della termodinamica. Dato che $\Delta U = 0$ in un ciclo, si ha che:

$$Q_{AB} + Q_{CD} = L$$

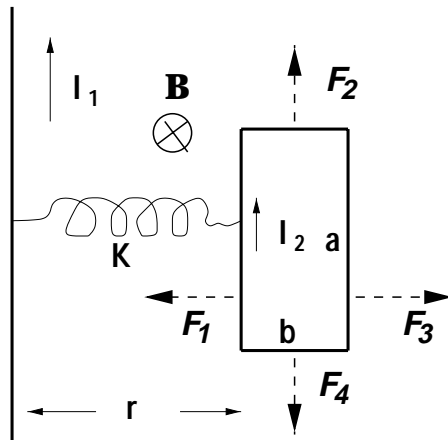
$$\Rightarrow Q_{CD} = L - Q_{AB} = 1553.8 - 8482.3 = -6928.5 \text{ J}$$

Prova scritta di Fisica del 5 Luglio 2000

3. Un filo rettilineo infinito, NON libero di muoversi, è percorso da una corrente I_1 di 20 A. Una spira rettangolare rigida di lati $a=3$ m (parallelo al filo) e $b=20$ cm (ortogonale al filo), libera di muoversi lungo una direzione ortogonale al filo, è percorsa da una corrente $I_2 = 10$ A.

La spira è trattenuta alla distanza $r=10$ cm dal filo da una molla isolante di costante elastica K .

- a) Assumendo che le correnti I_1 e I_2 circolino come indicato in figura, dire se la molla è compressa o allungata rispetto alla sua posizione di riposo.
- b) Trovare la forza che agisce sulla molla.
- c) Se la deformazione della molla è di 8 mm, determinare il valore della costante elastica K .



Il campo magnetico prodotto dal filo rettilineo si trova con la legge di Biot-Savart:

$$B = \mu_0 \frac{I_1}{2\pi \cdot r}$$

Sulla spira agisce la forza di Lorentz pari a: $\mathbf{F} = I_2 \cdot \mathbf{L} \times \mathbf{B}$

Dato che nel filo rettilineo la corrente scorre verso l'alto, nella regione a destra del filo, dove è situata la spira, il campo B è entrante nel foglio.

Considerando il verso della corrente orario nella spira, le forze agenti sui 4 rami della spira hanno il verso indicato in figura. Per ragioni di simmetria le forze F_2 e F_4 hanno lo stesso modulo, quindi si annullano a vicenda, mentre il modulo di F_1 è maggiore di F_3 in quanto il campo B è maggiore vicino al filo.

Pertanto la forza netta agente sulla spira è una forza attrattiva e la molla risulta compressa.

$$F_1 = I_2 \cdot a \cdot \mu_0 \frac{I_1}{2\pi \cdot r} = 10 \cdot 3 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{20}{2\pi \cdot 0.1} = 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_3 = I_2 \cdot a \cdot \mu_0 \frac{I_1}{2\pi \cdot (r+b)} = 10 \cdot 3 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{20}{2\pi \cdot (0.1+0.2)} = 0.4 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_{tot} = F_1 - F_3 = 1.2 \cdot 10^{-3} - 0.4 \cdot 10^{-3} = 0.8 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Dato che la forza elastica di richiamo della molla vale: $F = -K \cdot \Delta X$, avremo:

$$K = F/\Delta X = 0.8 \cdot 10^{-3} / (8 \cdot 10^{-3}) = 0.1 \text{ N/m}$$

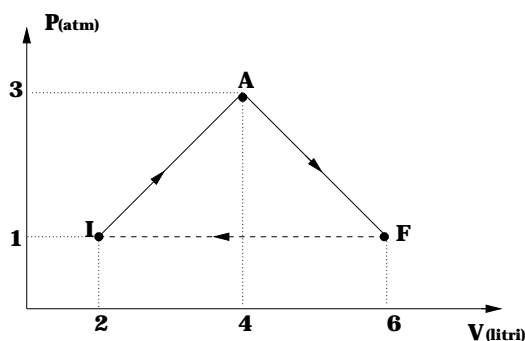
Prova scritta di Fisica del 28 Settembre 2000

1. Una sfera rigida di volume $V = 500 \text{ l}$ e densità $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ è ancorata sul fondo del mare tramite una molla di costante elastica k . La molla è deformata di 20 cm rispetto alla posizione di riposo.

- Dire se in queste condizioni la molla è compressa o allungata (giustificando la risposta).
- Si calcoli la costante elastica della molla (per semplicità si assuma che la densità dell'acqua di mare sia $\rho_a = 1 \text{ g/cm}^3$).
- Successivamente la sfera viene sganciata dalla molla e lasciata libera di muoversi. Sapendo che la resistenza del mezzo può essere rappresentata come una forza pari a $A \cdot v$, dove v è la velocità della sfera e A vale $2 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{s/m}$, trovare la velocità limite che verrà raggiunta dalla sfera.

2. Un gas perfetto si trova nello stato iniziale I avente pressione di un'atmosfera e volume 2 litri. Esso si espande in modo reversibile fino allo stato finale F, avendo la stessa pressione e volume di 6 litri, passando per uno stato intermedio A (vedi figura). Il gas viene poi fatto ritornare allo stato iniziale attraverso la trasformazione isobara reversibile FI nella quale scambia il calore Q_{FI} pari a 1010 J.

- Calcolare il lavoro fatto dal gas lungo il percorso IAF dallo stato iniziale I allo stato finale F.
- Calcolare la variazione di energia interna tra lo stato finale F e lo stato iniziale I.
- Calcolare il calore scambiato nel percorso IAF.



[Il terzo esercizio è sul retro del foglio]

3. Una sfera non conduttrice di raggio 10 cm presenta sulla sua superficie una distribuzione positiva uniforme di carica di densità $\sigma = 1.6 \cdot 10^{-8} \frac{C}{m^2}$.

- a) Determinare il valore del campo E (modulo, direzione e verso) in un punto P distante dal centro della sfera 20 cm.
- b) Successivamente viene aggiunta una carica puntiforme incognita q_1 nel centro della sfera: si determini il valore di q_1 affinché il campo elettrico nel punto P valga 225 V/m e sia diretto verso l'esterno.
- c) Trovare la posizione in cui occorre mettere una seconda carica puntiforme q_2 , di valore pari alla carica posseduta dalla sfera, tale da rendere nullo il campo elettrico nel punto P in cui precedentemente era stato misurato il valore di 225 V/m.

Avvertenze :

- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

Prova scritta di Fisica del 28 Settembre 2000

1. Una sfera rigida di volume $V = 500 \text{ l}$ e densità $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ è ancorata sul fondo del mare tramite una molla di costante elastica k . La molla è deformata di 20 cm rispetto alla posizione di riposo.

- Dire se in queste condizioni la molla è compressa o allungata (giustificando la risposta).
- Si calcoli la costante elastica della molla (per semplicità si assuma che la densità dell'acqua di mare sia $\rho_a = 1 \text{ g/cm}^3$).
- Successivamente la sfera viene sganciata dalla molla e lasciata libera di muoversi. Sapendo che la resistenza del mezzo può essere rappresentata come una forza pari a $A \cdot v$, dove v è la velocità della sfera e A vale $2 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{s/m}$, trovare la velocità limite che verrà raggiunta dalla sfera.

Soluzione

a) La sfera ancorata tramite la molla è soggetta a tre forze:

1) la forza di gravità diretta verso il basso, pari a: $F_g = \rho \cdot V \cdot g$

2) la spinta di Archimede diretta verso l'alto, pari a: $F_a = \rho_a \cdot V \cdot g$

3) e la forza di richiamo elastica della molla il cui verso sarà tale da controbilanciare le altre due forze e dare una risultante nulla delle forze che agiscono sulla sfera. In questo caso, dato che la densità dell'acqua ($1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$) è superiore alla densità della sfera (800 kg/m^3), la spinta di Archimede prevale ed il corpo tenderebbe a galleggiare. La molla esercita quindi una forza di richiamo verso il basso per mantenere il corpo in equilibrio e risulta pertanto allungata.

b) Numericamente la forza di richiamo della molla vale:

$$F_k = F_a - F_g = (\rho_a - \rho) \cdot V \cdot g = (1000 - 800) \cdot 0.5 \cdot 9.8 = 980 \text{ N}$$

(Ricordiamo che 500 l sono uguali a 0.5 m^3).

$$k = \frac{F_k}{\Delta x} = 980/0.2 = 4900 \text{ N/m}$$

c) Una volta che la sfera viene lasciata libera di muoversi, questa comincerà a spostarsi verso l'alto. Nel suo stato di moto essa subisce la forza dovuta alla resistenza dell'acqua. La forza è diretta in verso opposto a quello del moto ed è proporzionale alla velocità: $F_m = A \cdot v$. Questa forza tende a rallentare il moto della sfera fino a quando la resistenza del mezzo non controbilancia esattamente la risultante delle altre due forze che fanno muovere la sfera, ovvero la forza di gravità e la spinta di Archimede. In queste condizioni la velocità della sfera si stabilizza e si dice che ha raggiunto la velocità limite.

$$A \cdot v_{limite} = F_a - F_g = 980 \text{ N}$$

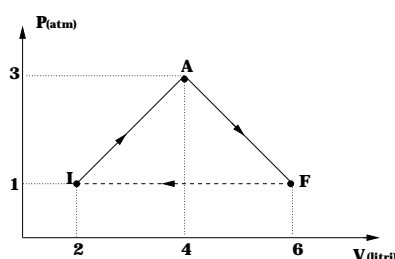
quindi si ha:

$$v_{limite} = \frac{F_a - F_g}{A} = 980/2000 = 0.49 \text{ m/s}$$

Prova scritta di Fisica del 28 Settembre 2000

2. Un gas perfetto si trova nello stato iniziale I avente pressione di un'atmosfera e volume 2 litri. Esso si espande in modo reversibile fino allo stato finale F, avente la stessa pressione e volume di 6 litri, passando per uno stato intermedio A (vedi figura). Il gas viene poi fatto ritornare allo stato iniziale attraverso la trasformazione isobara reversibile FI nella quale scambia il calore Q_{FI} pari a 1010 J.

- Calcolare il lavoro fatto dal gas lungo il percorso IAF dallo stato iniziale I allo stato finale F.
- Calcolare la variazione di energia interna tra lo stato finale F e lo stato iniziale I.
- Calcolare il calore scambiato nel percorso IAF.



Soluzione

a) Calcoliamo il lavoro fatto lungo il percorso IAF. Questo risulta uguale all'area racchiusa dalla linea spezzata IAF e dalla retta delle ascisse.

$$L_{IAF} = (V_F - V_I) \cdot P_I + (V_F - V_I) \cdot \frac{P_A - P_I}{2} = (V_F - V_I) \cdot \frac{P_A + P_I}{2} =$$
$$(4 \text{ l}) \cdot (2 \text{ atm}) = 8 \text{ atm} \cdot \text{l} = 808 \text{ J}$$

b) Per calcolare la variazione di energia interna tra lo stato finale F e lo stato iniziale I, facciamo ricorso al primo principio della termodinamica $\Delta U = Q - L$. Noi conosciamo il calore scambiato lungo la compressione isobara FI pari a -1010 J (il calore durante la compressione viene ceduto dal gas). Immaginiamo ora di fare una espansione isobara dallo stato iniziale I allo stato finale F, calcoliamo il lavoro fatto lungo questa trasformazione e ricaviamo poi ΔU .

$$L_{IF} = (V_F - V_I) \cdot P_I = (4 \text{ l}) \cdot (1 \text{ atm}) = 4 \text{ atm} \cdot \text{l} = 404 \text{ J}$$

Il calore scambiato nell'espansione isobara IF è di 1010 J (ha segno opposto rispetto alla compressione). Possiamo ora calcolare la variazione di energia interna tra stato finale F e stato iniziale I:

$$\Delta U = U(F) - U(I) = Q_{IF} - L_{IF} = 1010 - 404 = 606 \text{ J}$$

c) Per calcolare il calore scambiato lungo la trasformazione IAF facciamo ricorso di nuovo al primo principio della termodinamica (ricordando che la variazione di energia interna ΔU è la stessa di quella calcolata nel caso precedente in quanto gli stati finali ed iniziali sono gli stessi):

$$Q_{IAF} = L_{IAF} + \Delta U = 808 + 606 = 1414 \text{ J}$$

Prova scritta di Fisica del 28 Settembre 2000

3. Una sfera non conduttrice di raggio 10 cm presenta sulla sua superficie una distribuzione positiva uniforme di carica di densità $\sigma = 1.6 \cdot 10^{-8} \frac{C}{m^2}$.

- Determinare il valore del campo E (modulo, direzione e verso) in un punto P distante dal centro della sfera 20 cm.
- Successivamente viene aggiunta una carica puntiforme incognita q_1 nel centro della sfera: si determini il valore di q_1 affinché il campo elettrico nel punto P valga 225 V/m e sia diretto verso l'esterno.
- Trovare la posizione in cui occorre mettere una seconda carica puntiforme q_2 , di valore pari alla carica posseduta dalla sfera, tale da rendere nullo il campo elettrico nel punto P in cui precedentemente era stato misurato il valore di 225 V/m.

Soluzione

Calcoliamo il valore della carica q_s positiva posseduta dalla sfera:

$$q_s = \sigma \cdot S = \sigma \cdot 4\pi r^2 = 1.6 \cdot 10^{-8} \cdot 4\pi \cdot 0.1^2 = 2.0 \cdot 10^{-9} = 2.0 \text{ nC}$$

a) La distribuzione di carica superficiale ha simmetria sferica (in quanto è uniforme) per cui per il teorema di Gauss, ai fini del campo elettrico generato all'esterno della sfera, si può immaginare che tutta la carica sia concentrata nel centro della sfera stessa (all'interno della sfera il campo è nullo). Il campo elettrico avrà direzione radiale, e dato che la carica della sfera è positiva, il verso è quello uscente dalla carica. Per calcolare il modulo del campo si utilizza la formula del campo generato da una carica puntiforme:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_s}{r^2} = \frac{1}{4\pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}} \frac{2.0 \cdot 10^{-9}}{0.2^2} = 450 \text{ V/m}$$

b) Nel caso in cui aggiungiamo una carica puntiforme q_1 al centro della sfera, dobbiamo applicare il principio di sovrapposizione per determinare il campo risultante. Nel nostro caso il campo è diretto verso l'esterno, ed il suo modulo vale: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 + q_s}{r^2}$.

Da questa espressione si può ricavare la carica incognita q_1 :

$$q_1 = 4\pi\epsilon_0 \cdot r^2 \cdot E - q_s = 4\pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 0.2^2 \cdot 225 - 2.0 \cdot 10^{-9} = \\ 1.0 \cdot 10^{-9} - 2.0 \cdot 10^{-9} = -1.0 \cdot 10^{-9} = -1.0 \text{ nC}$$

c) Per annullare il campo elettrico nel punto P che dista 20 cm dal centro della sfera, la seconda carica puntiforme $q_2 = 2 \text{ nC}$, deve generare un campo di 225 V/m, diretto però in verso opposto a quello preesistente, ovvero deve essere diretto verso il centro della sfera. q_2 deve necessariamente giacere sulla retta che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si sta calcolando il campo (in quanto il campo è radiale).

Inoltre, dato che la carica puntiforme equivalente che genera il campo è di $q = q_1 + q_s = -1.0 + 2.0 = 1.0 \text{ nC}$ (quindi positiva), la posizione della carica q_2 , anch'essa positiva, deve essere tale che il punto nel quale si vuole annullare il campo elettrico si trovi tra le due cariche.

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r_2^2} \Rightarrow r_2 = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{E}} = \sqrt{\frac{1}{4\pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{2.0 \cdot 10^{-9}}{225}} = 28.3 \text{ cm}$$

Quindi la carica q_2 va posizionata a 28.3 cm rispetto al punto nel quale si vuole annullare il campo.

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 22 NOVEMBRE 2000

1. Una grande molla è posta sotto un ascensore di massa 250 Kg, passeggeri compresi. Il suo scopo è quello di arrestare una possibile caduta dell'ascensore da un'altezza massima di 8 m (compressione della molla inclusa), dovuta alla rottura dei cavi. Sapendo che la compressione massima della molla è di 2 m, si calcoli :

- a) il valore della costante elastica della molla;
- b) l'accelerazione dell'ascensore, quando la molla è a metà della sua compressione massima;
- c) la forza (in modulo, direzione e verso) cui è sottoposto un passeggero di massa 70 Kg quando la molla è a metà della sua compressione massima.

2. Una certa quantità di gas è chiusa in un cilindro, posto in aria, che non consente scambi di calore con l'esterno. Il cilindro è chiuso ad un'estremità da un pistone, libero di muoversi. Se il gas assorbe una quantità di calore pari a 4.8×10^4 J, il suo volume aumenta da 2×10^5 a 3.8×10^5 cm³. Calcolare :

- a) il lavoro compiuto (o assorbito) dal gas;
- b) la variazione di energia interna del gas.

3. Una lampada da tavolo ha un interruttore con tre posizioni. Le prime due posizioni corrispondono rispettivamente alle potenze di 50 W e 100 W. La lampada ha due filamenti, che, per le prime due posizioni dell'interruttore, sono connessi alla rete individualmente, sempre alla tensione di 220 V. Si calcoli il valore della resistenza dei due filamenti e il valore della potenza della lampada per la terza posizione dell'interruttore, che corrisponde al collegamento alla rete di entrambi i filamenti in parallelo.

Avvertenze :

- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

Esercizio 1. Una grande molla è posta sotto un ascensore di massa 250 Kg, passeggeri compresi. Il suo scopo è quello di arrestare una possibile caduta dell'ascensore da un'altezza massima di 8 m (compressione della molla inclusa), dovuta alla rottura dei cavi. Sapendo che la compressione massima della molla è di 2 m, si calcoli :

- a) il valore della costante elastica della molla;
- b) l'accelerazione dell'ascensore, quando la molla è a metà della sua compressione massima;
- c) la forza (in modulo, direzione e verso) cui è sottoposto un passeggero di massa 70 Kg quando la molla è a metà della sua compressione massima.

Soluzione Si può applicare la conservazione dell'energia meccanica. Pertanto, detta h l'altezza di caduta dell'ascensore, M la sua massa, k la costante elastica della molla e Δ la compressione massima, si ha :

$$Mgh = \frac{1}{2}k\Delta^2 \Rightarrow k = \frac{2Mgh}{\Delta^2} = \frac{2 \times 250 \times 9.8 \times 8}{2^2} = 9800 \text{ N/m} \quad (1)$$

La forza subita dall'ascensore, corrispondente ad una compressione δ della molla, è pari alla differenza tra la forza della molla ($= k\delta$, diretta verso l'alto) e la forza di gravità ($= Mg$, diretta verso il basso). Pertanto,

$$F_{asc} = k\delta - Mg \quad (2)$$

L'accelerazione dell'ascensore (e dell'uomo di massa m , che lo occupa) è pertanto pari a

$$a_{asc} = \frac{F_{asc}}{M} = \frac{k\delta}{M} - g = 29.4 \text{ m/s}^2 \quad (3)$$

La forza agente sull'uomo è

$$F_{uomo} = m \times a_{uomo} = 2058 \text{ N} \quad (4)$$

Poichè il risultato è positivo, la forza della molla prevale sulla forza di gravità, e la forza è diretta dal basso verso l'alto.

Esercizio 2. Una certa quantità di gas è chiusa in un cilindro, posto in aria, che non consente scambi di calore con l'esterno. Il cilindro è chiuso ad un'estremità da un pistone, libero di muoversi. Se il gas assorbe una quantità di calore pari a 4.8×10^4 J, il suo volume aumenta da 2×10^5 a 3.8×10^5 cm³. Calcolare :

- a) il lavoro compiuto (o assorbito) dal gas;
- b) la variazione di energia interna del gas.

Soluzione Il gas si espande, compiendo lavoro contro la pressione atmosferica. Pertanto il lavoro totale è positivo e vale :

$$L_{gas} = p_{atm} \times (V_f - V_i) = 1.82 \times 10^4 \text{ J} \quad (5)$$

La variazione di energia interna si trova applicando il primo principio della termodinamica :

$$\Delta U = Q - L = 2.98 \times 10^4 \text{ J} \quad (6)$$

NB Né la prima, né la seconda domanda richiedono di utilizzare l'approssimazione di gas perfetto.

Esercizio 3. Una lampada da tavolo ha un interruttore con tre posizioni. Le prime due posizioni corrispondono rispettivamente alle potenze di 50 W e 100 W. La lampada ha due filamenti, che, per le prime due posizioni dell'interruttore, sono connessi alla rete individualmente, sempre alla tensione di 220 V. Si calcoli il valore della resistenza dei due filamenti e il valore della potenza della lampada per la terza posizione dell'interruttore, che corrisponde al collegamento alla rete di entrambi i filamenti in parallelo.

Soluzione Sappiamo che la potenza erogata da una resistenza R , attraversata da una corrente generata da una d.d.p. V ai capi della resistenza, vale $W = V^2/R$. Pertanto, le resistenze dei due filamenti valgono rispettivamente :

$$R_1 = \frac{V^2}{W_1} = \frac{220^2}{50} = 968 \text{ } \Omega \quad (7)$$

$$R_2 = \frac{V^2}{W_2} = \frac{220^2}{100} = 484 \text{ } \Omega \quad (8)$$

Quando l'interruttore è nella terza posizione, entrambi i filamenti sono attraversati da corrente. Ciascuna corrente è identica a quella calcolata in precedenza. Pertanto :

$$W_3 = W_1 + W_2 = 150 \text{ W} \quad (9)$$

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 21 FEBBRAIO 2001

- 1.** Un giocatore di golf impugna una mazza di massa 1.5 Kg ed usa una pallina di massa 100 g. Se la pallina parte da fermo alla velocità di 50 Km/h, ad un angolo di 30 gradi rispetto al piano orizzontale, a quale distanza dal punto di partenza ricade ? Supponendo l'urto perfettamente elastico e centrale, quale quantità di moto possiede la mazza un istante prima di colpire la pallina ? Quale frazione dell'energia cinetica della mazza viene trasferita alla pallina ?
- 2.** Quattro moli di gas perfetto monoatomico eseguono un ciclo, composto da un'espansione isoterma, una compressione isobara ed una trasformazione isocora. Sapendo che la temperatura dell'isoterma è 320 K e che durante l'isobara il volume dimezza, calcolare :
- il lavoro del ciclo;
 - il calore scambiato nell'isoterma;
 - il calore scambiato nell'isobara.
- 3.** Due conduttori hanno la forma di due tubi concentrici di spessore trascurabile e di lunghezza indefinita. I raggi dei due tubi sono $r = 4$ cm e $R = 8$ cm. Essi sono percorsi da due correnti, entrambe di valore 5 A, e di verso opposto. Si tracci un grafico schematico del valore del modulo del campo magnetico, in funzione della distanza dall'asse dei tubi. Si calcoli il valore del campo magnetico (in modulo, direzione e verso) in tre punti :
- a 3 cm dall'asse dei tubi;
 - a 6 cm dall'asse dei tubi;
 - a 10 cm dall'asse dei tubi.

Avvertenze :

- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 21 FEBBRAIO 2001

1. Un giocatore di golf impugna una mazza di massa $M=1.5$ Kg ed usa una pallina di massa $m=100$ g. a) Se la pallina viene colpita da fermo e parte alla velocità di $v_0=50$ Km/h, ad un angolo $\theta=30$ gradi rispetto al piano orizzontale, a quale distanza dal punto di partenza ricade? b) Supponendo l'urto perfettamente elastico e centrale, quale quantità di moto possiede la mazza un istante prima di colpire la pallina? c) Quale frazione dell'energia cinetica della mazza viene trasferita alla pallina?

Soluzione

a) Occorre calcolare la gittata R della palla tramite la formula:

$$R = \frac{2v_0^2}{g} \sin \theta \cos \theta = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta)$$

Trasformiamo la velocità in m/s: $v_0 = 50/3.6 = 13.89$ m/s.

$$R = \frac{13.89^2}{9.8} \sin 60^\circ = 17.05$$
 m

b) Ricaviamo innanzitutto la velocità della mazza un istante prima dell'urto utilizzando le formule dell'urto elastico unidimensionale su bersaglio fisso. Si conserva la quantità di moto e l'energia cinetica.

$$\begin{aligned} MV_i &= MV_f + mv_0 \quad (\text{conservazione quantità di moto}) \\ \frac{1}{2}MV_i^2 &= \frac{1}{2}MV_f^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (\text{conservazione dell'energia cinetica}). \end{aligned}$$

Da queste formule si ricava:

$$v_0 = \frac{2M}{m+M}V_i \Rightarrow V_i = \frac{m+M}{2M}v_0 = \frac{0.1+1.5}{3} \cdot 13.89 = 7.41$$
 m/s

La quantità di moto della mazza prima dell'urto vale:

$$P = MV_i = 1.5 \cdot 7.41 = 11.1$$
 Kg · m/s

c) Calcoliamo ora la frazione di energia cinetica trasferita dalla mazza alla palla:

$$\begin{aligned} K_m &= \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.1 \cdot 13.89^2 = 9.65$$
 J (energia cinetica della palla dopo l'urto).
 $K_M = \frac{1}{2}MV_i^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.5 \cdot 7.41^2 = 41.2$ J (energia cinetica della mazza prima dell'urto).

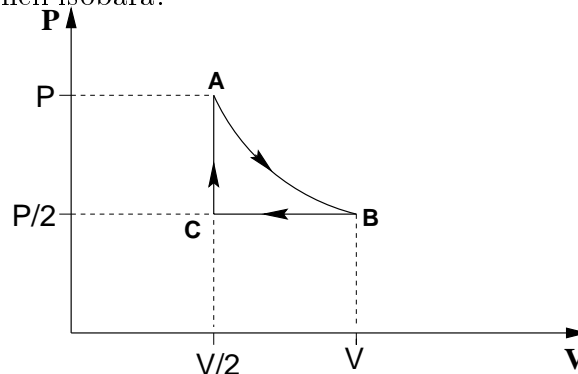
$$R = \frac{K_m}{K_M} = \frac{9.65}{41.2} = 0.234 = 23.4\%.$$

$$\text{Da notare che si ha anche: } R = \frac{4mM}{(m+M)^2} = \frac{4 \cdot 0.1 \cdot 1.5}{(0.1+1.5)^2} = 0.234.$$

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 21 FEBBRAIO 2001

2. Quattro moli di gas perfetto monoatomico eseguono un ciclo, composto da un'espansione isoterma, una compressione isobara ed una trasformazione isocora. Sapendo che la temperatura dell'isoterma è 320 K e che durante l'isobara il volume dimezza, calcolare :

- a) il lavoro del ciclo;
- b) il calore scambiato nell'isoterma;
- c) il calore scambiato nell'isobara.



Il ciclo eseguito dal gas è riportato in figura. Indicando con P la pressione del gas nel punto A e con V il volume nel punto B, si hanno le seguenti relazioni:

$$P_A = P, V_A = V/2; \quad P_B = P_x, V_B = V, \quad P_C = P_B, V_C = V/2.$$

Per ricavare il valore della pressione P_x nel punto B ricordiamo che i punti A e B sono connessi da un'isoterma e quindi hanno la stessa temperatura.

$$P_A \cdot V_A = P_B \cdot V_B \Rightarrow P \cdot V/2 = P_x \cdot V \Rightarrow P_x = P/2$$

Ricaviamo ora la temperatura del punto C:

$$P_A \cdot V_A = nR \cdot T_A \Rightarrow P \cdot V/2 = nRT \quad (\text{Nel punto A})$$

$$P_C \cdot V_C = nR \cdot T_C \Rightarrow P/2 \cdot V/2 = nRT_C \quad (\text{Nel punto C})$$

quindi risulta che $T_C = T/2 = 320/2 = 160 \text{ K}$.

- a) Calcoliamo ora il lavoro fatto nell'isoterma:

$$L_{AB} = \int_{V_A}^{V_B} p \cdot dV = nRT \log \frac{V_B}{V_A} = 4 \cdot 8.314 \cdot 320 \log 2 = 7376 \text{ J}$$

Il lavoro fatto nella compressione isobara vale:

$$L_{BC} = P \cdot \Delta V = n \cdot R \cdot \Delta T = n \cdot R \cdot (T_C - T_B) = 4 \cdot 8.314 \cdot (160 - 320) = -5321 \text{ J}$$

Il lavoro fatto nell'isocora è nullo, quindi il lavoro totale è:

$$L_{tot} = L_{AB} + L_{BC} = 7376 - 5321 = 2055 \text{ J}$$

- b) Dato che nell'isoterma si ha $\Delta U = 0$, si ha:

$$Q_{AB} = L_{AB} = 7376 \text{ J}$$

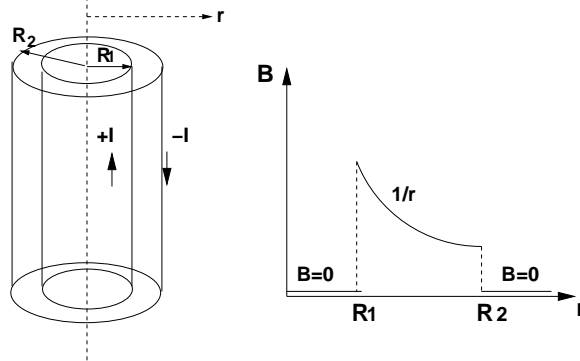
- c) Il calore scambiato nell'isobara vale (ricordando che il gas è monoatomico):

$$Q_{BC} = n \cdot C_P \cdot \Delta T = n \cdot \frac{5}{2} R \cdot (T_C - T_B) = 4 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8.314 \cdot (160 - 320) = -13302 \text{ J}$$

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 21 FEBBRAIO 2001

3. Due conduttori hanno la forma di due tubi concentrici di spessore trascurabile e di lunghezza indefinita. I raggi dei due tubi sono $R_1 = 4$ cm e $R_2 = 8$ cm. Essi sono percorsi da due correnti, entrambe di valore $I=5$ A, e di verso opposto. Si tracci un grafico schematico del valore del modulo del campo magnetico, in funzione della distanza dall'asse dei tubi. Si calcoli il valore del campo magnetico (in modulo, direzione e verso) in tre punti :

- a) a 3 cm dall'asse dei tubi;
- b) a 6 cm dall'asse dei tubi;
- c) a 10 cm dall'asse dei tubi.



Il sistema dei due conduttori ha simmetria cilindrica, quindi le linee del campo magnetico sono delle circonferenze concentriche con l'asse centrale dei tubi. Per calcolare il modulo del campo \mathbf{B} si utilizza il teorema della circuitazione di Ampere, scegliendo come percorso lungo il quale calcolare l'integrale una circonferenza di raggio r .

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \cdot \sum_i I_i$$

La sommatoria è estesa a tutte le correnti concatenate con la circonferenza, prese con l'opportuno segno algebrico. Dato che lungo la circonferenza il modulo di B non cambia, abbiamo:

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = B \cdot \oint dl = B \cdot 2\pi r = \mu_0 \cdot \sum_i I_i \quad \Rightarrow \quad B = \frac{\mu_0}{2\pi r} \cdot \sum_i I_i$$

a) Per $r=3$ cm non c'è nessuna corrente concatenata, quindi $B=0$.

b) Per $r=6$ cm risulta concatenata solo la corrente che scorre nel primo tubo.

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi r} \cdot I = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi \cdot 0.06} \cdot 5 = \frac{1}{6} \cdot 10^{-4} = 16.7 \mu T$$

Per trovare il verso di \mathbf{B} si metta il pollice della mano destra lungo il verso di scorrimento della corrente nel tubo interno; la direzione delle dita darà il verso del campo.

c) Per $r=10$ cm entrambe le correnti risultano concatenate con la circonferenza, ma dato che hanno lo stesso modulo e che scorrono in verso opposto, la somma algebrica delle correnti vale zero, e quindi $B=0$.

Riassumendo il campo B è nullo per $r < R_1$ e per $r > R_2$, mentre tra i due tubi vale $B = \frac{\mu_0}{2\pi r} \cdot I$ ed ha l'andamento riportato in figura.

In particolare si ha:

$$B(R_1) = 25.0 \mu T \text{ e } B(R_2) = 12.5 \mu T.$$

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 5 APRILE 2001

1. Un satellite artificiale, per entrare in orbita, deve passare da velocità nulla a $V=6$ Km/s. Se i razzi gli imprimono un'accelerazione costante, pari al 40% dell'accelerazione di gravità g ,

- a) quanto tempo impiega il satellite per raggiungere la velocità finale e quanto spazio percorre in questo tempo?
- b) Se, una volta in orbita, i propulsori si spengono e il satellite si mantiene a velocità costante lungo l'orbita circolare, qual'è il raggio dell'orbita?
- c) Qual'è il periodo di un'orbita?

($G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2$, $M_T = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$, $R_T = 6.37 \cdot 10^6 \text{ m}$).

2. Una mole di un gas ideale monoatomico ha inizialmente una temperatura di 300 K. Esso viene riscaldato in maniera isocora fino ad una temperatura di 600 K, poi viene sottoposto ad una espansione isoterma fino alla sua pressione iniziale e infine viene compresso in maniera isobara fino allo stato iniziale. Tutte le trasformazioni sono reversibili. Dopo aver disegnato il ciclo nel piano PV, si calcolino:

- a) il calore complessivo scambiato dal gas nel ciclo;
- b) il calore assorbito dal gas durante il ciclo;
- c) il rendimento del ciclo.

3. Una sfera conduttrice cava, di raggio interno $R_1=10$ cm e raggio esterno $R_2=20$ cm possiede una carica totale $Q = 10 \mu\text{C}$. Si descriva l'andamento del campo elettrico in tutto lo spazio in funzione della distanza r dal centro della sfera, facendo un grafico del modulo ed indicando la direzione e verso del campo. In particolare si calcoli il valore del modulo del campo elettrico nei punti:

- a) $r=5$ cm;
- b) $r=15$ cm;
- c) $r=30$ cm;

Avvertenze :

- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 5 APRILE 2001

1. Un satellite artificiale, per entrare in orbita, deve passare da velocità nulla a $V=6 \text{ Km/s}$. Se i razzi gli imprimono un'accelerazione costante, pari al 40% dell'accelerazione di gravità g ,

- quanto tempo impiega il satellite per raggiungere la velocità finale e quanto spazio percorre in questo tempo?
- Se, una volta in orbita, i propulsori si spengono e il satellite si mantiene a velocità costante lungo l'orbita circolare, qual'è il raggio dell'orbita?
- Qual'è il periodo di un'orbita?

($G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2$, $M_T = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$, $R_T = 6.37 \cdot 10^6 \text{ m}$).

Soluzione

a) Per calcolare quanto tempo impiega per raggiungere la velocità finale usiamo la relazione

$$V = V_0 + a \cdot t$$

. Sapendo che il satellite parte da fermo, quindi $V_0 = 0$, si trova:

$$t = \frac{V}{a} = \frac{V}{0.4 \cdot g} = \frac{6000}{0.4 \cdot 9.8} = 1530.6 \text{ s}$$

Lo spazio percorso risulta uguale a:

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot (0.4 \cdot 9.8) \cdot 1530.6^2 = 4591.8 \text{ Km}$$

b) Una volta che il satellite ha raggiunto la sua orbita circolare intorno alla terra, esso è soggetto all'accelerazione centripeta

$$a_c = \frac{V^2}{R}$$

dove R è il raggio dell'orbita. L'accelerazione centripeta è dovuta alla forza di attrazione gravitazionale tra il satellite e la terra che si esprime tramite la legge della gravitazione di Newton:

$$F_g = G \frac{m \cdot M_T}{R^2}$$

Possiamo quindi scrivere la seconda legge della dinamica applicata al satellite:

$$F_g = m \cdot a_c \Rightarrow G \frac{m \cdot M_T}{R^2} = m \cdot \frac{V^2}{R}$$

dalla quale possiamo ricavare il raggio dell'orbita R :

$$R = \frac{G \cdot M_T}{V^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 5.98 \cdot 10^{24}}{(6 \cdot 10^3)^2} = 11 \cdot 10^3 \text{ Km}$$

Da notare che entro le approssimazioni, il raggio dell'orbita risulta anche uguale al raggio della terra più lo spazio percorso dal satellite:

$$R = R_T + s = 6.37 \cdot 10^6 + 4.59 \cdot 10^6 = 11 \cdot 10^3 \text{ Km}$$

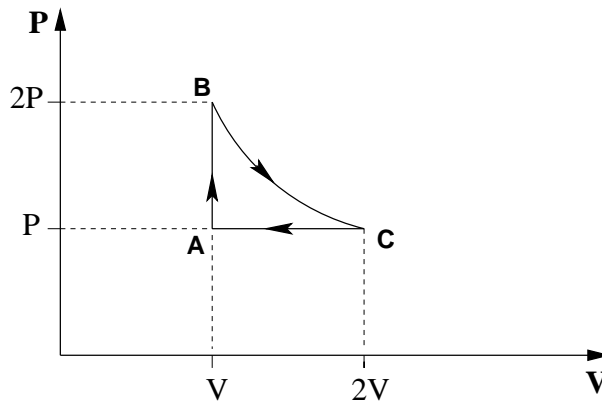
c) Il periodo dell'orbita T è pari al tempo che impiega il satellite per percorrere l'intera circonferenza. Dato che la velocità del satellite è V , abbiamo:

$$2\pi \cdot R = V \cdot T \Rightarrow T = \frac{2\pi \cdot R}{V} = \frac{2\pi \cdot 11 \cdot 10^6}{6 \cdot 10^3} = 11519 \text{ s} \approx 192 \text{ min.}$$

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 5 APRILE 2001

2. Una mole di un gas ideale monoatomico ha inizialmente una temperatura di 300 K. Esso viene riscaldato in maniera isocora fino ad una temperatura di 600 K, poi viene sottoposto ad una espansione isoterma fino alla sua pressione iniziale e infine viene compresso in maniera isobara fino allo stato iniziale. Tutte le trasformazioni sono reversibili. Dopo aver disegnato il ciclo nel piano PV, si calcolino:

- a) il calore complessivo scambiato dal gas nel ciclo;
- b) il calore assorbito dal gas durante il ciclo;
- c) il rendimento del ciclo.



a) Il calore scambiato nella trasformazione isocora AB vale:

$$Q_{AB} = n \cdot C_V \cdot (T_{fin} - T_{iniz}) = 1 \cdot \frac{3}{2} \cdot 8.314 \cdot (600 - 300) = 3741.3 \text{ J}$$

Il calore scambiato nella trasformazione isoterma BC è pari al lavoro fatto, dato che la variazione di energia interna lungo l'isoterma è nulla per un gas ideale. Inoltre si può constatare che il punto C ed il punto A hanno la stessa pressione, ma la temperatura T_C è doppia rispetto alla temperatura T_A , quindi applicando l'equazione dei gas perfetti si deduce che anche il volume del punto C deve essere il doppio del volume nel punto A. Pertanto abbiamo:

$$Q_{BC} = L_{BC} = n \cdot R \cdot T_B \cdot \log \frac{V_C}{V_B} = 1 \cdot 8.314 \cdot 600 \log 2 = 3457.7 \text{ J}$$

Il calore scambiato nella trasformazione isobara CA vale:

$$Q_{CA} = n \cdot C_P \cdot (T_{fin} - T_{iniz}) = 1 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8.314 \cdot (300 - 600) = -6235.5 \text{ J}$$

Abbiamo quindi:

$$Q_{tot} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 3741.3 + 3457.7 - 6235.5 = 963.5 \text{ J}$$

b) Il calore viene assorbito nella trasformazione isocora e nell'isoterma, per cui si ha:

$$Q_{ass} = Q_{AB} + Q_{BC} = 3741.3 + 3457.7 = 7199 \text{ J}$$

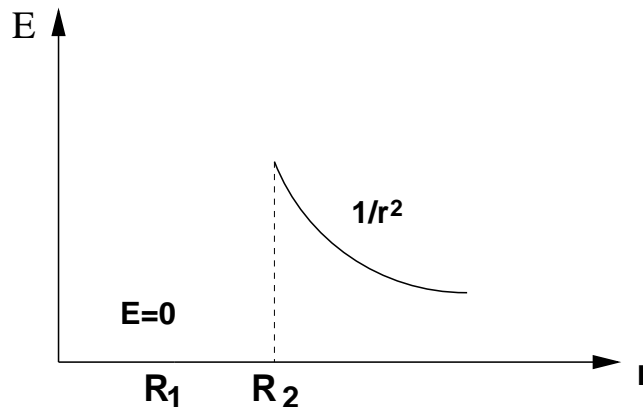
c) Per calcolare il rendimento del ciclo dobbiamo prima trovare il lavoro fatto. Questo è uguale al calore totale scambiato nel ciclo poiché $\Delta U = 0$, per cui si ha:

$$\eta = \frac{L}{Q_{ass}} = \frac{Q_{tot}}{Q_{ass}} = \frac{963.5}{7199} = 13.4\%$$

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 5 APRILE 2001

3. Una sfera conduttrice cava, di raggio interno $R_1=10$ cm e raggio esterno $R_2=20$ cm possiede una carica totale $Q = 10 \mu C$. Si descriva l'andamento del campo elettrico in tutto lo spazio in funzione della distanza r dal centro della sfera, facendo un grafico del modulo ed indicando la direzione e verso del campo. In particolare si calcoli il valore del modulo del campo elettrico nei punti:

- a) $r=5$ cm;
- b) $r=15$ cm;
- c) $r=30$ cm;



a) b) Noi sappiamo che in un conduttore le cariche si distribuiscono sulla superficie in modo tale da rendere nullo il campo elettrico all'interno del conduttore stesso. In questo caso specifico le cariche si distribuiscono sulla superficie esterna del guscio sferico. Per queste considerazioni, oppure applicando il teorema di Gauss, risulta che il campo elettrico nei punti a distanza di 5 cm e di 15 cm dal centro della sfera, essendo contenuti all'interno della sfera, è nullo.

c) Per calcolare il campo nel punto $r=30$ cm, esterno alla sfera, possiamo applicare il teorema di Gauss sfruttando la simmetria sferica del problema. Ne risulta che il campo elettrico è equivalente a quello generato da una carica puntiforme di carica Q posta nel centro della sfera, per cui il modulo del campo vale:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} = \frac{1}{4\pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}} \frac{10 \cdot 10^{-6}}{0.3^2} = 99.9 \cdot 10^4 = 1 \text{ MV/m}$$

mentre il verso sarà quello uscente dal centro della sfera dato che la carica è positiva.

Il grafico qualitativo dell'intensità del campo in funzione della distanza dal centro della sfera è riportato in figura.

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 5 GIUGNO 2001

1. Robin Hood tende il suo arco, tirando verso di sè la corda per 40 cm, e trattenendolo con una forza di 400 N. Trattando l'arco come una molla ideale e sapendo che la freccia ha massa di 150 g, calcolare :

- a) la costante elastica dell'arco;
- b) l'altezza massima cui può arrivare la freccia, se scagliata in verticale;
- c) l'altezza massima e la gittata della freccia, se scagliata ad un angolo di 45° rispetto all'orizzontale.

(si trascurino gli attriti interni dell'arco e la resistenza dell'aria)

2. Una pentola a pressione, di volume 10 litri, è riempita di ossigeno a pressione atmosferica e a temperatura di 20°C , e poi chiusa. La pentola è quindi posta a contatto di una sorgente di calore, in modo da ricevere 400 J di energia termica, con una trasformazione irreversibile. Trascurando la dilatazione termica della pentola ed usando l'approssimazione di gas perfetto, si calcoli :

- a) la variazione di energia interna del gas;
- b) la temperatura finale e la pressione finale del gas;
- c) la variazione di entropia del gas.

3. Un elettricista possiede una pila di ddp 12 V e resistenza interna $1\ \Omega$, una lampada di resistenza $12\ \Omega$ ed una resistenza di $8\ \Omega$. Egli prova due circuiti :

- 1) connette pila, lampada e resistenza in serie;
- 2) connette la lampada e la resistenza alla pila, in modo che esse siano in parallelo tra loro.

In entrambi i casi, calcolare :

- a) la potenza erogata dalla pila;
- b) la potenza luminosa della lampada.

Avvertenze :

- risolvere gli esercizi sia in modo simbolico (in formule), sia in modo numerico;
- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

SOLUZIONI DEL COMPITO DI FISICA DEL 5 GIUGNO

Esercizio 1.

- a) La forza è data da $F_{max} = k \cdot d \implies k = F_{max}/d = 400/.40 = 1000 \text{ N/m}$.
- b) Si calcola il lavoro necessario per tendere l'arco, e si eguaglia all'energia cinetica della freccia alla partenza; questa, a sua volta, è uguale all'energia potenziale della freccia nel punto più alto :
- $$L = 1/2 kd^2 = 0.5 \cdot 1000 \cdot .40^2 = 80 \text{ J}$$
- $$\implies L = mgh \implies h = L/(m \cdot g) = 80 / (0.150 \cdot 9.8) = 54.4 \text{ m}.$$
- c) Si risolve come nel caso precedente, con la differenza che la componente orizzontale della velocità (v_x) non cambia nel moto, mentre la componente verticale (v_y) si annulla nel punto più alto :
- $$L = 1/2 mv^2 = 1/2 m(v_x^2 + v_y^2) = 1/2 mv_x^2 + mgh';$$
- Poiché l'angolo è 45° , $v_x^2 = v_y^2$ e pertanto
- $$mgh' = L/2 \implies h' = L/(2mg) = 80 / (2 \cdot 0.150 \cdot 9.8) = 27.2 \text{ m}.$$
- La gittata totale è
- $$R = v^2 \cdot \sin(2\theta)/g = (2L / m) \cdot \sin(90^\circ) / g = 2 \cdot 80 \cdot 1 / (0.150 \cdot 9.8) = 108.8 \text{ m}.$$

Esercizio 2.

Dalla legge dei gas perfetti $n = p_1 V_1 / (RT_1) = 1.01 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3} / (8.31 \cdot 293) = 0.415 \text{ moli}$
Il lavoro è nullo, pertanto $\Delta U = Q = 400 \text{ J}$
U, S e T sono funzioni di stato, pertanto possiamo applicare le equazioni che legano stato iniziale e finale, anche se la trasformazione è irreversibile :

$$\Delta U = nc_v \Delta T \implies \Delta T = \Delta U / (nc_v) = 400 / (0.415 \cdot 5/2 \cdot 8.31) = 46.395 \text{ K}$$
$$T_2 = T_1 + \Delta T = 339.4 \text{ K}$$
$$\Delta S = nc_v \ln(T_2/T_1) = 1.267 \text{ J/K}$$
$$p_2 = p_1 \cdot T_2/T_1 = 1.17 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1.16 \text{ atm}.$$

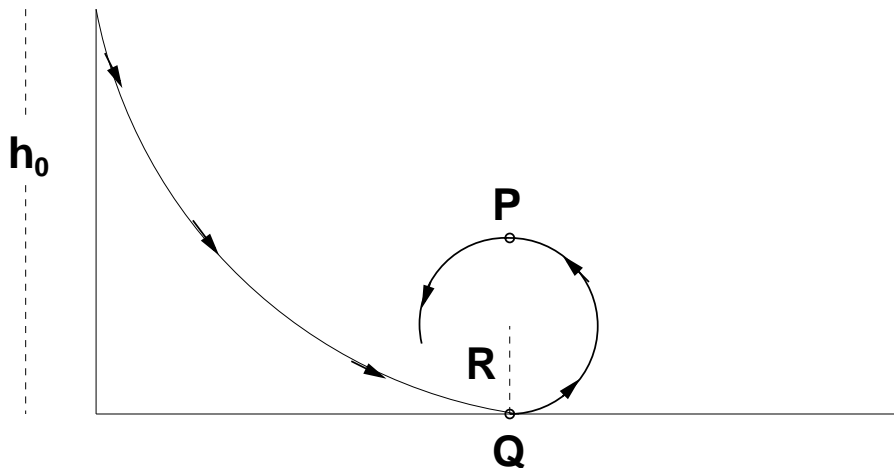
Esercizio 3.

- a) Si calcola la resistenza totale, quindi la corrente che circola in tutti e tre gli elementi del circuito, poi la potenza totale e quella della lampada.
- $$R_T = r + R + L = 21 \text{ } \Omega;$$
- $$i = V/R_T = 12/21 = 0.571 \text{ A};$$
- $$W_T = V \cdot i = i^2 \cdot R_T = 0.571^2 \cdot 21 = 6.86 \text{ W};$$
- $$W_L = i^2 \cdot L = 0.571^2 \cdot 12 = 3.92 \text{ W}.$$
- b) Si calcola la resistenza equivalente, quindi la corrente erogata dalla pila e la potenza totale; poi la caduta di potenziale ai capi della lampada e la potenza della lampada.
- $$R_T = r + RL/(R + L) = 5.8 \text{ } \Omega;$$
- $$i_T = V/R_T = 2.07 \text{ A};$$
- $$W_T = i_T^2 \cdot R_T = 24.8 \text{ W};$$
- $$V_L = V_T - i \cdot r = 9.93 \text{ V};$$
- $$W_L = V_L^2/L = 8.21 \text{ W}.$$

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 2 LUGLIO 2001

1. Uno sciatore scivola senza attrito da un'altezza $h_0 = 40$ m lungo un pendio come illustrato in figura. Arrivato nel punto più basso della traiettoria, Q, lo sciatore prosegue lungo una guida che gli fa compiere una traiettoria circolare di raggio R.

- Determinare il valore di R affinché lo sciatore senta nel punto P (il punto più alto della traiettoria circolare) una forza verso l'alto pari alla sua forza peso.
- Determinare la velocità nel punto P.
- Determinare la velocità nel punto Q.



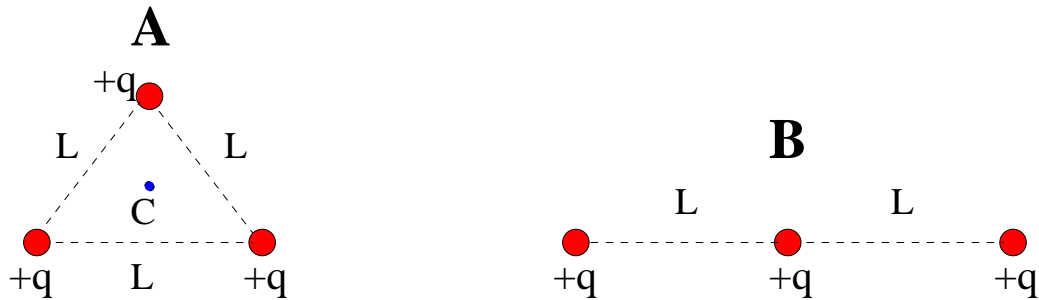
2. Un farmacista apre un cassetto frigorifero le cui dimensioni frontali sono di $0.5 \text{ m} \times 15 \text{ cm}$. Durante l'apertura del cassetto, l'aria all'interno del frigorifero raggiunge la temperatura ambiente di 22°C . Una volta richiuso il cassetto, la temperatura interna raggiunge il valore di 2°C . Assumendo che non vi siano infiltrazioni d'aria dall'esterno nel frigorifero, e trattando l'aria come un gas perfetto, si calcoli:

- la pressione finale raggiunta dall'aria all'interno del frigorifero,
- la forza necessaria che occorre applicare al cassetto per aprire di nuovo il frigorifero (si trascurino tutti gli attriti).

[il terzo esercizio si trova sul retro del foglio]

3. Tre cariche positive di carica $q=1 \mu C$ possono essere disposte ai vertici di un triangolo equilatero di lato $L=5 \text{ cm}$, come illustrato nel caso A della figura, oppure lungo una configurazione lineare dove la distanza tra due cariche vicine è ancora $L=5 \text{ cm}$, come mostrato nel caso B della figura.

- Calcolare la differenza di energia elettrostatica tra il caso A ed il caso B,
- trovare il valore del campo elettrico (modulo, direzione e verso) nel punto C al centro del triangolo equilatero.



Avvertenze :

- risolvere gli esercizi sia in modo simbolico (in formule), sia in modo numerico;
- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

SOLUZIONI DEL COMPITO DI FISICA DEL 2 LUGLIO

Esercizio 1.

- a) Nel punto P, le forze che agiscono sullo sciatore sono la forza peso, diretta verso il basso, e quella vincolare, anche essa diretta verso il basso. Il modulo della forza vincolare è uguale alla forza verso l'alto provata dallo sciatore nel suo sistema di riferimento, e quindi uguale alla forza peso. La somma delle due forze è pari alla forza centripeta, necessaria a mantenere lo sciatore in moto circolare. Pertanto,

$$mv_P^2/R = mg + mg = 2mg.$$

D'altra parte, per la conservazione dell'energia meccanica,

$$1/2mv_P^2 + 2mgR = mgh_0.$$

Eliminando v_P^2 tra le due equazioni precedenti, si ottiene

$$2mgR = 2mg(h_0 - 2R) \implies R = h_0/3 = 13.3 \text{ m};$$

b) $v_P^2 = 2gR \implies v_P = \sqrt{2gR} = 16.2 \text{ m/s};$

c) $v_Q^2 = 2gh_0 \implies v_Q = \sqrt{2gh_0} = 28 \text{ m/s}.$

Esercizio 2.

- a) Quando l'aria nel frigorifero si raffredda, passando dalla temperatura T_1 a T_2 , si compie una trasformazione a volume costante e numero costante di moli. Pertanto, dalla legge dei gas perfetti

$$p_1/T_1 = p_2/T_2 \implies p_2 = p_1 \cdot T_2/T_1 = 1 \text{ atm} \cdot 275/295 = .93 \text{ atm} = 9.42 \cdot 10^4 \text{ Pa};$$

- b) La forza è uguale alla differenza tra la pressione esterna e quella interna, moltiplicato la superficie del cassetto :

$$F = (p_1 - p_2) \cdot S = (1.01 - 0.94) \cdot 10^5 \cdot 0.5 \cdot 0.15 = 514 \text{ N}.$$

Esercizio 3.

- a) Le due configurazioni differiscono solo per la posizione di una carica : scegliamo, ad ex., la carica in alto nella configurazione (A) e quella più a destra nella configurazione (B). Basta pertanto calcolare l'energia elettrostatica associata a questa carica. Nel caso A, vale

$$E_A = 1/(4\pi\epsilon_0) \cdot (q^2/L + q^2/L) = 1/(4\pi\epsilon_0) \cdot 2q^2/L.$$

Nel caso (B) si ha

$$E_B = 1/(4\pi\epsilon_0) \cdot (q^2/L + q^2/[2L]) = 1/(4\pi\epsilon_0) \cdot 3q^2/(2L).$$

La differenza tra i due casi è

$$\Delta E = 1/(4\pi\epsilon_0) \cdot q^2/(2L) = 8.99 \cdot 10^9 \cdot 10^{-12}/(2 \cdot 0.05) = 0.0899 \text{ J}.$$

- b) Il punto (C) è esattamente al centro delle tre cariche uguali. Pertanto il campo elettrico in (C) è nullo per ragioni di simmetria.

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 1 OTTOBRE 2001

1. Un'automobile di massa $m=1500$ kg viaggia ad una velocità costante V_1 di 40 Km/h. Ad un certo punto inizia ad accelerare in modo costante fino a raggiungere una velocità V_2 di 90 km/h in 8 s. Si determinino:

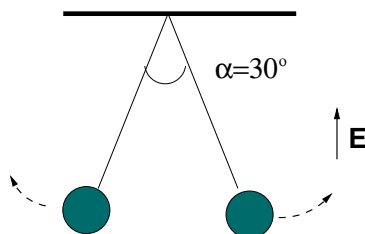
- a) la forza costante esercitata dal motore durante gli 8 s (si consideri il caso ideale in cui tutti gli attriti siano trascurabili).
- b) il lavoro effettuato dal motore.
- c) la potenza media del motore.

2. Una massa di 100 g di una sostanza incognita alla temperatura di $100\text{ }^\circ\text{C}$ viene posta in un calorimetro di alluminio (calore specifico $900\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$) di 60.0 g che contiene 150 g di acqua alla temperatura iniziale di $20\text{ }^\circ\text{C}$. Raggiunto l'equilibrio termico si osserva una temperatura finale di $21.5\text{ }^\circ\text{C}$.

- a) Si trovi il calore totale ceduto dalla sostanza incognita.
- b) Si determini il suo calore specifico.
- c) Si calcoli quale dovrebbe essere la massa della sostanza incognita affinché l'acqua raggiunga la temperatura finale di $30\text{ }^\circ\text{C}$.

3. Due palline di midollo di sambuco, ciascuna di massa $m=10.0$ g, sono sospese agli estremi di due fili lunghi $l=25.0$ cm di massa trascurabile come indicato in figura. Quando le palline vengono caricate con uguali quantità di carica, i fili si divaricano di un angolo di 30° .

- a) Quanto vale la carica di ciascuna pallina? È possibile individuarne il segno?
- b) Applicando un campo elettrico diretto dal basso verso l'alto si trova che l'angolo di divaricazione aumenta. Dedurre il segno della carica delle palline (spiegare).



Avvertenze :

- Si consiglia agli studenti di impostare e di risolvere i problemi prima in forma alfa-numerica, definendo cioè in funzione delle variabili generiche in lettere le soluzioni richieste. Si determini poi la soluzione numerica particolare (indicare l'unità di misura per i valori trovati!).
- Consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, etc.;
- Qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome e data in tutti i fogli consegnati;
- Indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- Se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

SOLUZIONI DEL COMPITO DI FISICA DEL 1 OTTOBRE 2001

Esercizio 1. Un'automobile di massa $m=1500$ kg viaggia ad una velocità costante V_1 di 40 km/h. Ad un certo punto inizia ad accelerare in modo costante fino a raggiungere una velocità V_2 di 90 km/h in 8 s. Si determinino:

- la forza costante esercitata dal motore durante gli 8 s (si consideri il caso ideale in cui tutti gli attriti siano trascurabili).
- il lavoro effettuato dal motore.
- la potenza media del motore.

Soluzione

Trasformiamo le velocità da km/h a m/s:

$$V_1 = 40/3.6 = 11.11 \text{ m/s}; V_2 = 90/3.6 = 25.00 \text{ m/s}$$

a) La forza esercitata dal motore si ricava dalla legge di Newton $f=ma$; calcoliamo quindi l'accelerazione a . Dato che l'accelerazione è costante si ha:

$$a = (V_2 - V_1)/t = (25.00 - 11.11)/8 = 1.74 \text{ m/s}^2.$$

$$\text{Quindi: } f = ma = 1500 \cdot 1.74 = 2610 \text{ N}$$

b) Il lavoro effettuato dal motore si ricava dal teorema dell'energia cinetica $L = \Delta K$:

$$K_f = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_2^2 = 0.5 \cdot 1500 \cdot 25.0^2 = 468750 \text{ J}; K_i = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_1^2 = 0.5 \cdot 1500 \cdot 11.11^2 = 92574 \text{ J};$$
$$L = \Delta K = K_f - K_i = 468750 - 92574 = 376.2 \text{ kJ}$$

c) La potenza media del motore si ottiene come:

$$P = L/t = 376.2 \cdot 10^3 / 8 = 47.0 \text{ kW}$$

Esercizio 2. Una massa di 100 g di una sostanza incognita alla temperatura di 100°C viene posta in un calorimetro di alluminio (calore specifico $900 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$) di 60.0 g che contiene 150 g di acqua alla temperatura iniziale di 20°C . Raggiunto l'equilibrio termico si osserva una temperatura finale di 21.5°C .

- Si trovi il calore totale ceduto dalla sostanza incognita.
- Si determini il suo calore specifico.
- Si calcoli quale dovrebbe essere la massa della sostanza incognita affinché l'acqua raggiunga la temperatura finale di 30°C .

Soluzione

a) Assumendo che gli scambi di calore avvengano solo tra la sostanza incognita, il contenitore di alluminio e l'acqua, possiamo dire che il calore ceduto dalla sostanza è uguale al calore assorbito dall'acqua e dall'alluminio, necessario a far variare la temperatura da 20°C fino a 21.5°C . Avremo quindi:

$$Q = (m_{acq} \cdot c_{acq} + m_{all} \cdot c_{all}) \cdot \Delta T = (0.150 \cdot 4186 + 0.060 \cdot 900) \cdot (21.5 - 20.0) = 1023 \text{ J}$$

b) Il calore specifico della sostanza incognita vale:

$$c_x = Q/(m_x \cdot \Delta T) = 1023/(0.1 \cdot 78.5) = 130.3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

c) Per trovare la massa della sostanza incognita tale che la temperatura raggiunga 30°C , calcoliamo dapprima quanto calore occorre fornire al sistema acqua-alluminio:

$$Q_x = (m_{acq} \cdot c_{acq} + m_{all} \cdot c_{all}) \cdot \Delta T = (0.150 \cdot 4186 + 0.060 \cdot 900) \cdot (30.0 - 20.0) = 6819 \text{ J}$$

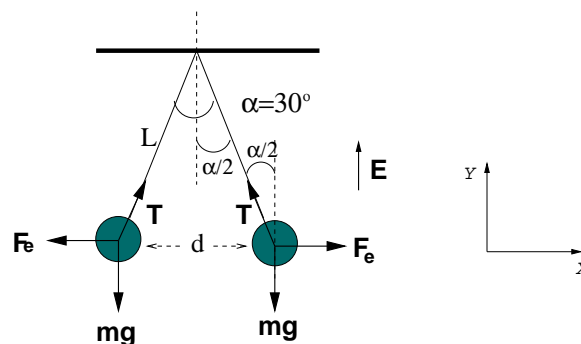
$$\text{quindi si ha: } m_x = Q_x/(c_x \cdot \Delta T) = 6819/(130.3 \cdot 70) = 748 \text{ g}$$

SOLUZIONI DEL COMPITO DI FISICA DEL 1 OTTOBRE 2001

Esercizio 3. Due palline di midollo di sambuco, ciascuna di massa $m=10.0$ g, sono sospese agli estremi di due fili lunghi $l=25.0$ cm di massa trascurabile come indicato in figura. Quando le palline vengono caricate con uguali quantità di carica, i fili si divaricano di un angolo di 30° .

- Quanto vale la carica di ciascuna pallina? È possibile individuarne il segno?
- Applicando un campo elettrico diretto dal basso verso l'alto si trova che l'angolo di divaricazione aumenta. Dedurre il segno della carica delle palline (spiegare).

Soluzione



a) Su ogni pallina agiscono tre forze: la repulsione elettrostatica F_e , la forza di gravità mg e la tensione del filo T . In condizioni di equilibrio la somma vettoriale delle tre forze deve essere nulla. Possiamo scomporre le tre forze lungo una direzione parallela al filo ed un'altra ortogonale al filo, oppure lungo una direzione orizzontale ed una verticale. I due metodi sono equivalenti, in quello che segue scomporremo le forze agenti su una pallina lungo la direzione verticale (y) e quella orizzontale (x). In questo caso dovremo proiettare la tensione T lungo le due direzioni, tenendo presente che il filo forma con la verticale un angolo pari a $\alpha/2$ come si vede dalla figura.

$$F_x = F_e - T \cdot \sin(\alpha/2) = 0$$

$$F_y = T \cdot \cos(\alpha/2) - mg = 0$$

Eliminando la tensione T dal sistema di due equazioni si ottiene:

$$F_e = mg \cdot \tan(\alpha/2) = 0.010 \cdot 9.8 \tan 15 = 0.0263 \text{ N}$$

Ricordando che la distanza tra le due cariche vale:

$$d = 2 \cdot L \cdot \sin(\alpha/2) = 2 \cdot 0.25 \cdot \sin 15 = 12.94 \text{ cm}$$

Ricordando che: $F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{d^2}$ si ottiene:

$$q = d \cdot \sqrt{4\pi\epsilon_0 \cdot F_e} = 0.1294 \cdot \sqrt{4\pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 0.0263} = 221 \text{ nC}$$

Dato che la forza F_e è repulsiva si deduce che le due cariche hanno lo stesso segno, ma non è possibile stabilire se siano entrambe positive o entrambe negative.

b) Applicando un campo elettrico E verso l'alto la divaricazione tra le cariche aumenta, vuol dire che sulle cariche stesse agisce una forza aggiuntiva, rispetto alla configurazione senza campo, diretta verso l'alto e che ha lo stesso verso del campo elettrico. Ne consegue quindi che le cariche devono essere positive, altrimenti la forza sarebbe diretta verso il basso diminuendo l'angolo tra le due cariche.

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 21 NOVEMBRE 2001

1. Una molla di costante elastica K si trova nella sua posizione di equilibrio su un piano orizzontale senza attrito. Un estremo della molla è vincolato ad una parete verticale, mentre all'altro estremo è collegata una pallina di massa $m = 10$ g. Un altro corpo avente la stessa massa e velocità $v=4$ m/s, urta la pallina in modo completamente anelastico. Il sistema inizia ad oscillare ed in un intervallo di tempo $T_1 = 10$ s si contano 8 oscillazioni complete. Si determinino:

- a) la costante elastica della molla;
- b) l'energia meccanica del sistema dopo l'urto;
- c) l'ampiezza massima di oscillazione.

2. Un recipiente rigido di volume $V_o = 10$ l che non consente scambi di calore con l'esterno, contiene 0.6 moli di un gas perfetto monoatomico a pressione P_i e temperatura T_i . Il recipiente ha un rubinetto al quale viene collegato un palloncino di volume iniziale nullo. Il rubinetto viene aperto ed il palloncino si gonfia fino a raggiungere un volume finale $\Delta V = 6$ l. Una volta raggiunto l'equilibrio termico, si trova che il gas ha una temperatura T_f di 324 K. Assumendo che anche il palloncino non consenta scambi di calore con l'esterno, si ha che l'espansione del gas è assimilabile ad una espansione adiabatica irreversibile. Trascurando inoltre la forza elastica di richiamo del palloncino rispetto alle forze di pressione, si determinino:

- a) Il lavoro compiuto dal gas durante l'espansione.
- b) La temperatura iniziale del gas.
- c) La pressione iniziale del gas.

3. Il tubo catodico di un televisore può essere schematizzato come un condensatore piano sottoposto ad una differenza di potenziale $\Delta V = 20$ kV. Un elettrone ($q_e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg) viene prodotto in quiete dal cannone elettronico, che può essere pensato costituire l'armatura negativa del condensatore. L'elettrone comincia a muoversi e colpisce lo schermo, il quale può essere considerato come l'armatura positiva del condensatore. Trovare:

- a) Il lavoro fatto dal campo elettrico.
- b) La velocità con la quale l'elettrone raggiunge lo schermo.
- c) Immaginando che un altro elettrone venga prodotto in quiete esattamente a metà tra il cannone elettronico e lo schermo, trovare con che velocità colpirà lo schermo.

Avvertenze :

- Si consiglia agli studenti di impostare e di risolvere i problemi prima in forma alfa-numerica, definendo cioè in funzione delle variabili generiche in lettere le soluzioni richieste. Si determini poi la soluzione numerica particolare (indicare l'unità di misura per i valori trovati!).
- Consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, etc.;
- Qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome e data in tutti i fogli consegnati;
- Indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- Se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

SOLUZIONI DEL COMPITO DI FISICA DEL 21 NOVEMBRE 2001

Soluzione esercizio 1

a) la costante elastica della molla;

il periodo dell'oscillazione vale: $T = T_1/8 = 10/8 = 1.25 \text{ s}$

dato che $T = 2\pi \cdot \sqrt{(m+m)/K} \Rightarrow K = m \cdot 4\pi^2/T^2 = 0.02 \cdot 4\pi^2/1.25^2 = 0.5 \text{ N/m}$

b) l'energia meccanica del sistema dopo l'urto;

L'urto è completamente anelastico, quindi le due masse rimangono unite. Per la conservazione della quantità di moto, visto che le due masse sono uguali, la velocità subito dopo l'urto vale $v_f = v/2 = 4/2 = 2 \text{ m/s}$. Un istante dopo l'urto la molla è ancora nella sua posizione di riposo, quindi non c'è energia potenziale. L'energia meccanica è pari all'energia cinetica delle due palline: $E = \frac{1}{2} \cdot (2m) \cdot v_f^2 = 0.5 \cdot 0.02 \cdot 4 = 0.04 \text{ J}$

c) l'ampiezza massima di oscillazione;

nel momento di massima oscillazione, l'energia meccanica è espressa dalla sola energia potenziale, per cui: $E = \frac{1}{2} \cdot K \cdot A^2 \Rightarrow A = \sqrt{2E/K} = \sqrt{2 \cdot 0.04/0.5} = 0.40 \text{ m}$

Soluzione esercizio 2

a) Il lavoro compiuto dal gas durante l'espansione.

Trascurando le forze elastiche di richiamo, il palloncino durante l'espansione compie lavoro contro la forza di pressione atmosferica. Dato che la trasformazione è irreversibile si ha:

$$L = P_o \cdot \Delta V = 1 \cdot 6 = 6 \text{ atm} \cdot l = 606 \text{ J.}$$

b) La temperatura iniziale del gas.

La trasformazione è adiabatica, per cui il gas non scambia calore con l'esterno ($Q=0$); dal primo principio si ha: $\Delta U = -L$. Per un gas perfetto si ha: $\Delta U = n \cdot C_V \cdot \Delta T$, per cui:

$$\Delta T = -L/(n \cdot C_V) = -L/(n \cdot \frac{3}{2}R) = -606/(0.6 \cdot 1.5 \cdot 8.314) = -81 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow T_i = T_f - \Delta T = 324 - (-81) = 405 \text{ K}$$

c) La pressione iniziale del gas si ricava dalla legge dei gas perfetti:

$$P_i = n \cdot R \cdot T_i/V_i = 0.6 \cdot 8.314 \cdot 405/(10 \cdot 10^{-3}) = 2.02 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 2 \text{ atm}$$

Soluzione esercizio 3

a) Il lavoro fatto dal campo elettrico.

$$L = q_e \cdot \Delta V = -1.6 \cdot 10^{-19} \cdot (-20 \cdot 10^3) = 3.2 \cdot 10^{-15} \text{ J.}$$

b) La velocità con la quale l'elettrone raggiunge lo schermo.

La velocità si ricava dal teorema dell'energia cinetica $L = \Delta K$:

$$\frac{1}{2}m \cdot v^2 = L \Rightarrow v = \sqrt{2L/m_e} = \sqrt{2 \cdot 3.2 \cdot 10^{-15}/(9.1 \cdot 10^{-31})} = 84 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

c) Immaginando che un altro elettrone venga prodotto in quiete esattamente a metà tra il cannone elettronico e lo schermo, trovare con che velocità colpirà lo schermo.

In questo caso si ha: $\Delta V' = \Delta V/2$

$$L' = L/2 \Rightarrow v' = \sqrt{2L'/m_e} = v/\sqrt{2} = 84 \cdot 10^6/\sqrt{2} = 59 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 18 FEBBRAIO 2002

1. In una strada piana avviene un incidente : una autovettura di massa 1200 Kg (inclusi i passeggeri) urta una seconda autovettura, ferma e frenata, di massa 600 Kg. I segni sull'asfalto indicano che la prima autovettura ha iniziato a frenare 30 m prima dello scontro, e che, dopo lo scontro, la prima vettura si e' fermata dopo 20 m, e la seconda dopo 40 m. Una perizia mostra che il coefficiente di attrito tra auto frenate e strada è 0.4. Si calcoli (nell'ordine che si ritiene più opportuno) :

- a) la velocità della prima vettura prima dell'inizio della frenata;
- b) la velocità della prima vettura un istante prima dell'urto;
- c) le velocità di entrambe le vetture un istante dopo l'urto;
- d) se nella strada c'è un limite di velocità di 60 Km/h, il conducente della prima vettura ha commesso un'infrazione ?

2. Una certa quantità di gas perfetto compie una trasformazione isocora reversibile (dallo stato A allo stato B) a volume di 5 litri, passando da 2.2 a 1.4 atm, poi una espansione isobara reversibile (dallo stato B allo stato C). Si osserva che la temperatura è la stessa per lo stato C e lo stato A. Si calcoli :

- a) il lavoro totale del gas nelle due trasformazioni;
- b) la variazione totale di energia interna;
- c) il calore totale (assorbito o ceduto) dal gas.

3. Un elettricista inesperto connette in serie, anzichè in parallelo, le tre lampadine da 80 W di un lampadario che opera sulla rete a 220 V. Si calcoli :

- a) la potenza totale del lampadario, quando la connessione è fatta in modo corretto;
- b) se, nel caso in questione, le lampade sono più o meno luminose che nella situazione regolare;
- c) la potenza totale dissipata nel caso in questione;
- d) che succede se si svita una lampada ?

Avvertenze :

- risolvere gli esercizi sia in modo simbolico (in formule), sia in modo numerico;
- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

SOLUZIONI DEL COMPITO DI FISICA DEL 18 FEBBRAIO

Esercizio 1.

c) Nella frenata dopo l'urto, $1/2mv^2 = kmgd$, pertanto $v = \sqrt{2kgd}$, e quindi

$$v_1^{dopo} = \sqrt{2kgd_1} = \sqrt{2 \cdot 0.4 \cdot 9.8 \cdot 40} = 17.71 \text{ m/s};$$

$$v_2^{dopo} = \sqrt{2kgd_2} = \sqrt{2 \cdot 0.4 \cdot 9.8 \cdot 20} = 12.52 \text{ m/s};$$

b) nell'urto : $m_1v_1^{prima} + m_2v_2^{prima} = m_1v_1^{dopo} + m_2v_2^{dopo}$;

$$v_1^{prima} = v_1^{dopo} + v_2^{dopo} m_2/m_1 = 23.97 \text{ m/s};$$

a) nella frenata prima dell'urto, $1/2m(v^{ini})^2 = 1/2m(v^{fin})^2 + kmgd_3$

$$v^{ini} = \sqrt{(v^{fin})^2 + 2kgd_3} = 28.46 \text{ m/s} = 102 \text{ Km/h};$$

d) multa !!!

Esercizio 2.

a) $p_A \cdot V_A = p_C \cdot V_C \rightarrow V_C = p_A \cdot V_A/p_C = 5 \cdot 2.2/1.4 = 7.86$ litri;

$$L_{AB} = 0; \quad L_{BC} = L_{tot} = p_B \cdot (V_C - V_B) = 404 \text{ J};$$

b) $\Delta U_{AC} = 0$ [la temperatura non varia];

c) $\Delta Q_{AC} = L_{tot} = 404 \text{ J}$.

Esercizio 3.

a) nel caso regolare : $W_{tot} = 3 \cdot 80 = 240 \text{ W}$;

c) nel caso in questione, ciascuna lampada vede una ddp $V_i = 220/3 = 73.3 \text{ V}$;
la resistenza di una lampada si può calcolare dal caso normale :

$$W_i = V^2/R \rightarrow R = V^2/W = 220^2/80 = 605 \Omega;$$

in questo caso, pertanto la potenza di ciascuna lampada è

$$W_i = V_i^2/R = 73.3^2/605 = 8.9 \text{ W (quasi non si accende neppure);}$$

$$W_{tot} = 3 \cdot 8.9 = 26.7 \text{ W};$$

b) quasi non si accendono;

d) si interrompe il circuito e si spengono anche le altre lampade.

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 8 APRILE 2002

1. Uno sciatore di massa 80 Kg scende lungo un pendio di angolo 20 gradi, compiendo un tragitto di 500 m alla velocità costante di 15 m/s. Calcolare :
- il coefficiente di attrito dinamico cui è sottoposto lo sciatore;
 - l'energia dispersa nel tragitto;
 - la velocità finale che lo sciatore avrebbe in assenza di attriti, partendo da fermo.
2. Un pallone aerostatico consiste in un involucro, che non consente scambi di calore con l'esterno, con pareti di massa totale trascurabile che possono deformarsi senza sforzo. Il pallone viene riempito con 1.5 m^3 di aria, a pressione atmosferica e alla temperatura ambiente di 25°C . Dopo che il pallone è stato chiuso, l'aria viene riscaldata, fino a che la forza ascensionale è di 5 N. Sapendo che l'aria può essere assimilata ad un gas perfetto di massa volumica 1.3 Kg/m^3 (a $T=25^\circ\text{C}$), calcolare
- la pressione all'interno del pallone alla temperatura finale;
 - il volume del pallone alla temperatura finale;
 - la temperatura finale.
3. Un elettrone (massa $9.11 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$, carica $1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) si muove alla velocità costante di $1 \times 10^6 \text{ m/s}$ in direzione orizzontale. È sottoposto, oltre che alla forza di gravità, a quella di un campo magnetico. Calcolare (in modulo, direzione e verso) :
- il valore del campo magnetico (attenzione : è un valore molto piccolo);
 - il valore dell'accelerazione che l'elettrone acquista, se istantaneamente il valore del campo magnetico raddoppia.

Avvertenze :

- risolvere gli esercizi sia in modo simbolico (in formule), sia in modo numerico;
- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

SOLUZIONI DEL COMPITO DI FISICA DEL 8 APRILE

Esercizio 1.

- a) L'accelerazione totale è nulla, quindi è nulla anche la forza totale cui è sottoposto lo sciatore :

$$mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = 0$$

$$\mu = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta = 0.36;$$

- b) L'energia totale non aumenta, pertanto l'energia dispersa è tutta l'energia potenziale :

$$E_{persa} = mgl\sin\theta = 134KJ;$$

- c) Dalla conservazione dell'energia :

$$1/2mv^2 = mgl\sin\theta; v = \sqrt{2gl\sin\theta} = 57m/s.$$

Esercizio 2.

- a) Visto che le pareti non esercitano forze sull'aria del pallone, la pressione interna deve essere uguale a quella esterna : $p_{int} = 1atm$;

- b) Dalla legge di Archimede, visto che il pallone non perde aria :

$$F_{tot} = V_{fin}\rho_{aria}g - V_{ini}\rho_{aria}g;$$

$$V_{fin} = V_{ini} + F/(\rho_{aria}g) = 1.89m^3;$$

- c) dalla legge dei gas perfetti, a pressione costante :

$$T_{fin} = T_{ini}V_{fin}/V_{ini} = (273 + 25) \cdot 1.89/1.5 = 376K = 103^{\circ}C.$$

Esercizio 3.

- a) La forza del campo magnetico (forza di Lorentz) deve essere uguale in modulo ed opposta in verso alla forza di gravità :

$$evB = mg; \quad B = \frac{mg}{ev} = \frac{9.11 \cdot 10^{-31} \cdot 9.8}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 1 \cdot 10^6} = 5.58 \cdot 10^{-17} \text{ T};$$

il campo deve essere orizzontale, ortogonale alla velocità dell'elettrone, con orientazione data dalla regola della mano sinistra, ricordando che l'elettrone ha carica negativa;

- b) ovviamente, $a_{nuova} = g = 9.8 \text{ m/s}$, diretta verso l'alto.

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 10 GIUGNO 2002

1. Un piccolo aeroplano, che viaggia alla velocità di 400 Km/h, parallela al suolo, lascia cadere un pacco di massa 10 Kg, che raggiunge il suolo dopo 6 s. Supponendo che nell'istante iniziale il pacco abbia esattamente la stessa velocità dell'aereo e che la resistenza dell'aria sia trascurabile, calcolare :

- a) la quota dell'aereo rispetto al suolo;
- b) l'energia cinetica del pacco un istante prima dell'impatto con il terreno.

2. Tre moli di un gas monoatomico, approssimabili ad un gas perfetto, che si trovano inizialmente alla pressione di 4 atm e occupano il volume 25 litri, compiono una trasformazione NON reversibile, assorbendo 22 KJ di calore. Lo stato finale ha la stessa pressione di quello iniziale e volume doppio. Calcolare :

- a) la temperatura finale del gas;
- b) il lavoro fatto o subito dal gas nella trasformazione;
- c) la variazione di entropia del gas.

3. Un lampadario, che in condizioni normali è costituito da 12 lampade da 40 W ciascuna alimentate a 220 V, ha un interruttore difettoso, che può essere assimilato ad una resistenza di 100Ω in serie al lampadario (NB si ricordi che un interruttore funzionante, quando è acceso, ha resistenza trascurabile). Calcolare :

- a) la potenza dissipata dall'interruttore sotto forma di calore ;
- b) la potenza di ciascuna lampada nel caso in questione.

Avvertenze :

- risolvere gli esercizi sia in modo simbolico (in formule), sia in modo numerico;
- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

SOLUZIONI DEL COMPITO DI FISICA DEL 10 GIUGNO

Esercizio 1.

$$400 \text{ Km/h} = 111 \text{ m/s};$$

$$\text{a) } h = \frac{1}{2}gt^2 = 0.5 \cdot 9.8 \cdot 36 = 176 \text{ m};$$

$$\text{b) } K = \frac{1}{2}m(v_x^2 + v_y^2) = \frac{1}{2}m(v_x^2 + g^2t^2) = \frac{1}{2}mv_x^2 + mgh = 0.5 \cdot 10 \cdot 111^2 + 10 \cdot 9.8 \cdot 176 = 61728 + 17248 = 79 \text{ KJ}.$$

Esercizio 2.

$$c_V = \frac{3}{2}R; c_p = \frac{5}{2}R;$$

$$\text{a) } T_i = \frac{p_i V_i}{nR} = \frac{4 \cdot 1.01 \cdot 10^5 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 8.31} = 405 \text{ K};$$

$$T_f = \frac{p_f V_f}{nR} = \frac{2p_i V_i}{nR} = 2 \cdot T_i = 810 \text{ K};$$

$$\text{b) } \Delta U = nc_V(T_f - T_i) = 3 \cdot \frac{3}{2} \cdot 8.31 \cdot 405 = 15.1 \text{ KJ};$$

(NB l'energia interna è una funzione di stato, che non dipende dalla trasf.);

$$L = Q - \Delta U = 22 - 15.1 = 6.9 \text{ KJ};$$

$$\text{c) } \Delta S = nc_p \ln \frac{V_f}{V_i} = nc_p \ln 2 = 3 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8.31 \cdot \ln 2 = 43.2 \text{ J/K}.$$

(calcolata lungo l'isobara reversibile, ΔS non dipende dalla trasf.).

Esercizio 3.

$$\text{a) } R_{\text{lampada}} = V_{\text{rete}}^2 / W = 220^2 / 40 = 1210 \Omega;$$

$$R_{\text{lampadario}} = \frac{1}{12} R_{\text{lampada}} = 1210 / 12 = 100.83 \Omega \text{ (resistenze in parallelo);}$$

$$R_{\text{tot}} = R_{\text{lampadario}} + R_{\text{interruttore}} = 100.83 + 100 = 200.83 \Omega \text{ (resistenze in serie);}$$

$$i_{\text{tot}} = V_{\text{rete}} / R_{\text{tot}} = 220 / 200.83 = 1.095 \text{ A};$$

$$W_{\text{interruttore}} = R_{\text{interruttore}} \cdot i_{\text{tot}}^2 = 100 \cdot 1.095^2 = 120 \text{ W};$$

$$\text{b) } V_{\text{lampada}} = V_{\text{rete}} - i_{\text{tot}} \cdot R_{\text{interruttore}} = 220 - 1.095 \cdot 100 = 110.4 \text{ V};$$

$$W_{\text{lampada}} = V_{\text{lampada}}^2 / R_{\text{lampada}} = 110.4^2 / 1210 = 10.1 \text{ W}.$$

PROVA SCRITTA DI FISICA DEL 1 LUGLIO 2002

1. Un corpo di massa $m_1 = 3$ Kg urta un secondo corpo di massa $m_2 = 5$ Kg, inizialmente fermo. Dopo l'urto i due corpi procedono attaccati su un piano orizzontale per un tratto $s = 35$ m, subendo un attrito dinamico di coefficiente $\mu_d = 0.25$. Calcolare :

- a) il lavoro delle forze di attrito;
- b) la velocità dei due corpi subito dopo l'urto.
- c) la velocità del primo corpo prima dell'urto.

2. Due moli di un gas monoatomico, approssimabili ad un gas perfetto, che si trovano inizialmente alla pressione di 3 atm e occupano il volume di 16 l, compiono una trasformazione isobara reversibile, assorbendo 1200 J di calore. Calcolare :

- a) la temperatura finale del gas;
- b) la variazione di energia interna del gas;
- c) il lavoro fatto o subito dal gas nella trasformazione;
- d) la variazione di entropia del gas;

3. Un tubo di alluminio vuoto all'interno, di raggio interno 15 mm, contiene un filo, coassiale con il tubo, di raggio $25 \cdot 10^{-3}$ mm. Il filo è posto ad un potenziale di 3 KV maggiore di quello del tubo. Calcolare il valore del campo elettrico (modulo, direzione e verso) in prossimità della superficie del filo e la velocità con cui un elettrone (carica : $1.6 \cdot 10^{-19}$ C, massa : $9.11 \cdot 10^{-31}$ Kg), partito da fermo in prossimità del tubo, raggiunge il filo.

Avvertenze :

- risolvere gli esercizi sia in modo simbolico (in formule), sia in modo numerico;
- consegnare unicamente la bella copia, nel foglio intestato con nome, cognome, data, corso di laurea, etc. etc.;
- qualora si abbia bisogno di più di un foglio per copiare tutti gli esercizi, si può utilizzare un foglio di brutta copia; in questo caso, bisogna scrivere nome, cognome, numero di matricola e data in tutti i fogli consegnati;
- indicare il corso di laurea (Farmacia oppure CTF) nello spazio intestato "Aula"; viceversa, l'Aula non va indicata;
- se si vuole sostenere lo scritto in questa sessione, scrivere nello spazio "Laboratorio di Fisica", le parole "orale in questa sessione".

SOLUZIONI DEL COMPITO DI FISICA DEL 1 LUGLIO

Esercizio 1.

- a) $L = \mu_d(m_1 + m_2)gs = 686 \text{ J}$;
b) $L = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_{12}^2 \rightarrow v_{12} = \sqrt{\frac{2L}{m_1 + m_2}} = 13.1 \text{ m/s}$;
c) $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v_{12} \rightarrow v_1 = \frac{(m_1 + m_2)v_{12}}{m_1} = 34.9 \text{ m/s}$.

Esercizio 2.

- $c_v = \frac{3}{2}R = 12.465 \text{ J/(K mole)}$; $c_p = \frac{5}{2}R = 20.775 \text{ J/(K mole)}$;
a) $T_i = \frac{p_i V_i}{nR} = \frac{3 \cdot 1.01 \cdot 10^5 \cdot 16 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 8.31} = 291.7 \text{ K}$;
 $Q = nc_p \Delta T \rightarrow T_f = T_i + \frac{Q}{nc_p} = 320.6 \text{ K}$;
b) $\Delta U = nc_v \Delta T = 720 \text{ J}$;
c) $L = Q - \Delta U = 480 \text{ J}$;
d) $\Delta S = nc_p \ln \frac{T_f}{T_i} = 3.925 \text{ J/K}$.

Esercizio 3.

- a) $E(r) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r}$; (teorema di Gauss)

$$\Delta V = \int_{r_F}^{r_T} E dr = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_{r_F}^{r_T} \frac{dr}{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_T}{r_F};$$

$$E(r_F) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r_F} = \frac{\Delta V}{r_F \ln \frac{r_T}{r_F}} = \frac{3000}{25 \cdot 10^{-6} \ln \frac{.0015}{25 \cdot 10^{-6}}} = 1.88 \cdot 10^7 \text{ V/m};$$

il campo è ortogonale al filo, diretto verso l'esterno;

- b) $\frac{1}{2}mv^2 = e\Delta V \rightarrow v = \sqrt{\frac{2e\Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 3000}{9.11 \cdot 10^{-31}}} = 3.25 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.