

Scritto 09 Sett 2025. Fisica. Canale 1. Compito A

Nome:

Cognome:

Matricola

Esercizio 1

Un pezzo di ghiaccio di massa m_G e temperatura 250.00 K viene immerso in 60.0 grammi di acqua che si trova alla temperatura di 330 K. Si assuma adiabatico il recipiente e pertanto nulle le dissipazioni di calore verso l'esterno del sistema. Determinare:

- a) il massimo valore della massa m_G tale che possa sciogliersi completamente;

$$m_{Gmax} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Mettendosi poi nell' ipotesi che la massa m_G valga 35 grammi, determinare:

- b) la temperatura di equilibrio del sistema

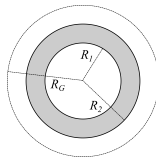
$$T_{eq} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Il calore latente di fusione del ghiaccio vale $\lambda_{FUS} = 3.33 \cdot 10^5 \text{ J/kg} = 80 \text{ cal/g}$.

Il calore specifico dell' acqua vale 4186 joule/kg/K e quello del ghiaccio 2051 joule/kg/K.

Esercizio 2

Una sfera cava, mostrata in figura e che si trova nel vuoto, ha raggio interno di valore $R_1 = 4 \text{ cm}$ e raggio esterno di valore $R_2 = 6 \text{ cm}$. La sfera contiene una densità di carica non uniforme, che varia funzione del raggio con legge $\rho(r) = \frac{H}{r}$. Sapendo che la sua carica totale vale $Q_C = 2 \mu\text{C}$, determinare:



- a) il valore della costante H , indicandone anche la sua unità di misura;

$$H = \underline{\hspace{2cm}}$$

- b) il valore del vettore campo elettrico in un punto a distanza $R_G = 8 \text{ cm}$ dal centro della sfera, ossia un punto a scelta sulla superficie indicata in figura

$$\vec{E} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Si ricorda che l'elemento infinitesimo di volume sferico vale $dV = 4\pi r^2 dr$.

Esercizio 3

Una barca naviga controcorrente (corrente del fiume parallela alla traiettoria della barca ma di verso opposto) da un punto A ad un punto B di un fiume, alla velocità costante rispetto alla riva di $v_{andata} = 10 \text{ km/h}$. Quando torna indietro, percorrendo esattamente la stessa traiettoria ma da B verso A e pertanto con la corrente del fiume stavolta parallela e concorde a quella della barca, la sua velocità rispetto alla riva risulta essere pari a $v_{ritorno} = 16 \text{ km/h}$. Sapendo che il motore della barca ha lavorato al massimo della potenza in entrambi i percorsi, determinare:

- a) il valore della velocità della corrente del fiume;

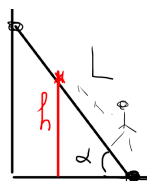
$$V_{corrente} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- b) il valore della velocità media della barca, rispetto alla riva, nel percorso complessivo di andata e ritorno

$$\bar{V} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Esercizio 4

Una persona di massa pari a 70 kg sale una scala di massa 10 kg e lunghezza $L = 3 \text{ m}$. La scala è appoggiata ad una parete come mostrato in figura. L'angolo α vale 60° . Il pavimento è scabro e il coefficiente di attrito statico fra pavimento e scala vale 0.5. Determinare:



- a) il massimo valore della forza di attrito che è possibile avere, nella situazione descritta

$$f_{Amax} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- b) la massima quota alla quale la persona può salire, senza che la scala cada

$$h = \underline{\hspace{2cm}}$$

Soluzioni Compito A

Soluzione Esercizio 1.

a) La quantità di calore necessaria per fondere il ghiaccio (e pertanto assorbita dal ghiaccio) vale $Q_1 + Q_2$, con

$$Q_1 = m_G c_G \Delta T = , \text{dove } \Delta T = (273.15 - 250.00) \text{ K.}$$

$$Q_2 = m_G \lambda_{FUS}.$$

Il processo in questo caso deve arrivare alla temperatura $T_0 = 273.15 \text{ K}$.

L' acqua può cedere una energia pari a: $Q_A = m_A c_A \Delta T = , \text{dove } \Delta T = (330.00 - 273.15) \text{ K}$.

Si trova $Q_A = 14281 \text{ joule}$.

Per determinare m_{Gmax} si deve imporre: $Q_1 + Q_2 \leq Q_3$. Da qui si ottiene: $m_G \leq \frac{14281}{377.50} = 37.830$ grammi.

Dunque $m_{Gmax} = 37.830$ grammi.

b) Usando le equazioni di sopra, con anche il termine di riscaldamento del ghiaccio, diventato acqua, da 273.15 K alla temperatura di equilibrio, con m_G ora nota e con la temperatura di equilibrio che stavolta è incognita si trova $T_{eq} = 276 \text{ K}$ $m_A c_A (T_{eq} - T_{inA}) + m_G c_G (T_0 - T_{inG}) + m_G \lambda_{FUS} + m_G c_A (T_{eq} - T_0) = 0$, con

$$T_{inA} = 330.00 \text{ K}, T_0 = 273.15 \text{ K}, T_{inG} = 250.00 \text{ K}.$$

Soluzione Esercizio 2.

a) La carica totale Q_C , pari a $2 \mu\text{C}$, si ottiene anche integrando la densità di carica sul volume della calotta, $\int_{R_1}^{R_2} \frac{H}{r} dV = \int_{R_1}^{R_2} \frac{H}{r} 4\pi r^2 dr = \frac{H 4\pi}{2} \cdot (R_2^2 - R_1^2)$, da cui si ricava $H = 1.59 \cdot 10^{-4} \text{ C/m}^2$.

b) Il campo elettrico sarà in direzione radiale, diretto verso il punto scelto sulla superficie (la carica della corona è positiva) e, come si riconosce applicando il teorema di Gauss, identico a quello che produrrebbe una carica di valore Q_C posta nel centro della calotta sferica: $\vec{E} = k_0 \frac{Q_C}{R_G^2} \hat{r}$. Il valore numerico è: $28.1 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

Soluzione Esercizio 3.

Bisogna innanzitutto scrivere le equazioni della velocità della barca, sia per andata che ritorno, rispetto alla riva:

a) $v_{andata} = V_{rel} - V_{corrente}$ e $v_{ritorno} = V_{rel} + V_{corrente}$. Da queste, essendo nota sia v_{andata} che $v_{ritorno}$ possiamo calcolare, sapendo che V_{rel} è sempre la stessa (il motore funziona sempre alla massima potenza), la $V_{corrente}$:

$$V_{corrente} = (v_{ritorno} - v_{andata})/2 = 3 \text{ km/h}.$$

Non serve convertire in m/s, ma comunque il risultato in m/s è: 0.83 m/s .

b) La velocità media non è ovviamente la media delle 2 velocità (il tempo di percorrenza è diverso nei due tragitti) e risulta essere: $\bar{V} = \frac{2S}{S/v_{andata} + S/v_{ritorno}}$, avendo con S indicato la lunghezza del percorso AB . S/v_{andata} e $S/v_{ritorno}$ sono rispettivamente i due tempi di andata e di ritorno. Dunque si ha:

$$\bar{V} = 2 \cdot \frac{v_{andata} v_{ritorno}}{v_{andata} + v_{ritorno}} = 12.31 \text{ km/h} = 3.42 \text{ m/s}.$$

Soluzione Esercizio 4.

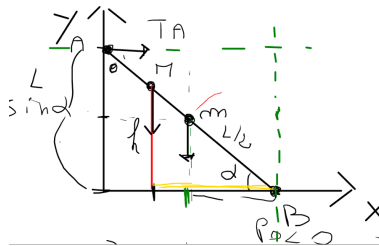
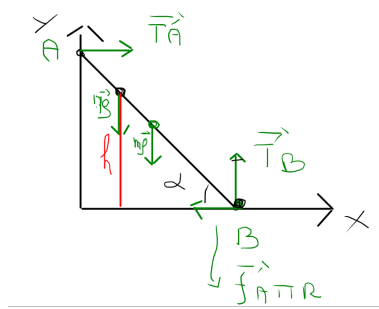
Le forze agenti sulla scala sono mostrate nella prima figura. La condizione di equilibrio implica che sia la risultante delle forze che quella dei momenti applicati alla scala siano nulle. Per i momenti prendiamo il polo in B, come mostrato in figura. Sull'asse y si ha: $-Mg - mg + T_B = 0$. Su x si ha: $T_A - |f_A| = 0$. Da queste ricaviamo che:

$$T_B = (M + m)g \text{ e } T_A = |f_A|.$$

Momenti, polo in B: $\vec{M}_{T_A} + \vec{M}_{mg} + \vec{M}_{Mg} = 0$.

$$-T_A L \sin \alpha + mg \frac{L}{2} \cos \alpha + Mgh \cot \alpha = 0$$

($h \cot \alpha$ è il cateto giallo nella seconda figura).



a) Il valore max della forza di attrito si ottiene considerando il valore del coefficiente di attrito dato e il valore della forza normale T_B :

$$f_{Amax} = \mu_S T_B = \mu_S (M + m)g = 392.4 \text{ N.}$$

b) Affinchè la scala non si sposti e si resti in equilibrio si deve avere che $f_{Amax} = T_A$ e sostituendo nella equazione dei momenti e risolvendo rispetto ad h si ottiene: $h = 2.39 \text{ m.}$

Scritto 09 Sett 2025. Fisica. Canale 1. Compito B

Nome:

Cognome:

Matricola

Esercizio 1

Una macchina (A) di massa 800 kg sta camminando alla velocità di 50 km/h quando urta un pulmino (B) di massa $3 \cdot 10^3$ kg che si trovava fermo ad un semaforo. Dopo l'urto la macchina e il pulmino rimangono attaccati. Essi si trovano alla temperatura ambiente di 25° C. Si supponga che la loro temperatura resti costante (e uguale a quella dell'ambiente esterno) sia prima che durante e dopo l'urto. Determinare, in seguito all'urto, e supponendo macchina e pulmino puntiformi,

- a) la variazione della quantità di moto di A e di B. $\Delta p_A =$ _____ , $\Delta p_B =$ _____
b) la variazione di entropia dell'ambiente esterno, a seguito dell'urto fra A e B. $\Delta S =$ _____

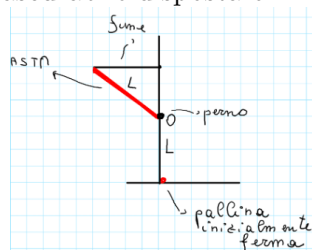
Esercizio 2

Una macchina termica si trova in contatto con due sorgenti che sono rispettivamente a temperatura $T_A=500$ K e $T_B=300$ K e con queste pertanto scambia calore. Il sistema è isolato dall'ambiente esterno. In un certo tempo Δt la macchina compie un lavoro pari a 0.1 kJ, con rendimento η pari a $\eta = 0.5 \cdot \eta_C$, dove η_C è il rendimento di una macchina ideale che lavori fra quelle due stesse temperature. Si determini, in questo tempo Δt :

- a) il calore totale scambiato dalla macchina con la sorgente a T_A $Q_A =$ _____
b) la variazione di entropia dell'Universo $\Delta S =$ _____

Esercizio 3

Abbiamo un'asta sottile omogenea (disposta sul piano del foglio) di massa 2.3 kg e lunghezza pari ad $L=0.7$ m. L'asta, vedi figura, è vincolata a ruotare senza attrito intorno ad un asse ad essa verticale passante per il perno in O. L'asta è inizialmente vincolata al muro tramite una fune ideale inestensibile e di massa trascurabile disposta orizzontalmente e forma con essa un angolo pari a 30° .

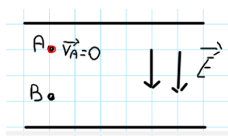


Al tempo iniziale la fune viene tagliata e l'asta ruota fino ad urtare in modo completamente anelastico una pallina puntiforme di massa 0.4 kg posta sul piano orizzontale ferma, come indicato nella figura. Notare che la distanza della pallina dal perno O è uguale alla lunghezza dell'asta (L). Si ricorda che il momento d'inerzia di un'asta di massa M e lunghezza L rispetto ad un asse di rotazione passante per un suo estremo e ad essa verticale vale $I_a = ML^2/3$. Determinare:

- a) la velocità angolare dell'asta subito prima dell'urto $\omega =$ _____
b) la velocità angolare del sistema asta e pallina subito dopo l'urto $\omega_1 =$ _____

Esercizio 4

Un protone si trova, al tempo $t=0$, fermo nel punto A di una regione di spazio sede di un campo elettrico uniforme, diretto come indicato in figura. e di valore pari a 80 kN/C. Sotto l'azione del campo elettrico il protone impiegherà un certo tempo per spostarsi da A a B, sempre come indicato in figura. La distanza fra B ed A vale 50 cm. Trascurare l'effetto della gravità sul protone e determinare, su un opportuno sistema di riferimento):



- a) la differenza di potenziale elettrico $V_B - V_A$ $\Delta V =$ _____
b) il valore del vettore velocità del protone in B $\vec{v}_B =$ _____

Si ricorda che la carica del protone vale $1.6 \cdot 10^{-19}$ C e la sua massa $1.67 \cdot 10^{-27}$ kg

Soluzioni Compito B

Soluzione Esercizio 1.

Indichiamo con v_M la velocità della macchina prima dell'urto, dunque $v_M = 50 \text{ km/h} = 13.9 \text{ m/s}$. Il moto si svolgerà tutto su un asse, che indichiamo con x , preso con verso concorde a $\vec{v}_M$

a) Dalla conservazione della quantità di moto:

$$m_M v_M = (m_M + m_C) V \Rightarrow V = \frac{m_M}{m_M + m_C} v_M = \frac{800}{800 + 3000} \cdot 50 = 10.5 \text{ km/h} = 2.9 \text{ m/s. Ossia: } V = 2.9 \hat{x} \text{ m/s.}$$

La variazione di quantità di moto complessiva del sistema è nulla, pertanto $\Delta p_A = -\Delta p_B$.

$$\Delta p_A = m_M V - m_M v_M = 800 \times (2.9 - 13.9) = -8800 \text{ Kg m/s.}$$

$$\text{b) } \Delta E_c = \frac{1}{2}(m_M + m_C)V^2 - \frac{1}{2}m_M v_M^2 = \frac{1}{2}(800 + 3000) \cdot 2.9^2 - \frac{1}{2}800 \cdot 13.9^2 = -61.3 \text{ kJ}$$

L'energia persa nell'urto si trasforma in calore assorbito dall'universo. Il processo avviene a temperatura costante, per ipotesi. Pertanto:

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{61.3 \times 10^3}{25 + 273.15} = 0.21 \text{ kJ/K}$$

Soluzione Esercizio 2

Il rendimento della macchina termica reversibile che lavora fra le due stesse temperature è dato da:

$$\eta_C = 1 - \frac{T_B}{T_A} = 1 - \frac{300}{500} = 0.4. \text{ Dunque:}$$

a) $\eta = 0.5 \times \eta_C = 0.2$ Conosciamo il lavoro complessivo L svolto dalla macchina in un numero intero di cicli e il suo rendimento. Possiamo pertanto calcolare il calore assorbito dalla sorgente calda (Q_A)

$$Q_A = \frac{L}{\eta} = \frac{100}{0.2} = 500 \text{ J.}$$

b) Per rispondere serve anche calcolare Q_B , calore ceduto alla sorgente fredda (Q_B): dato da: $Q_B = L - Q_A = 100 - 500 = -400 \text{ J}$. La variazione di entropia dell'Universo è infatti data dalla somma delle variazioni di entropia della macchina (nulla in un numero intero di cicli), della sorgente calda (negativa, perchè cede calore alla macchina) e della sorgente fredda (positiva, assorbe calore dalla macchina): $\Delta S = 0 - \frac{500}{500} + \frac{400}{300} = 0.33 \text{ J/K}$

Soluzione Esercizio 3

a) Prima dell'urto si conserva l'energia meccanica del sistema. Prendiamo lo zero dell'energia potenziale al livello della massa m .

$$E_{Pi} = MgL + Mg\frac{L}{2}\sin\alpha \text{ (en. potenziale iniziale del CM dell'asta).}$$

$$E_{Pf} = Mg\frac{L}{2} \text{ (en. potenziale finale del CM dell'asta).}$$

Energia cinetica iniziale = 0, finale vale $\frac{1}{2}I_a\omega^2$.

Si ha dunque: $MgL + Mg\frac{L}{2}\sin\alpha = Mg\frac{L}{2} + \frac{1}{2}I_a\omega^2$. E $\omega = \sqrt{3g/L(1 + \sin\alpha)} = 7.9 \text{ rad/s}$

b) Nell'urto si conserva il momento angolare del sistema. Il momento di inerzia dell'asta con la massa m conficcata dentro, sempre rispetto all'estremo coincidente con O, dove si trova l'asse di rotazione, vale $I_b = I_a + mL^2$. Da cui si ha: $I_a\omega = I_b\omega_1$. Si trova $\omega_1 = \frac{M}{M+3m}\omega = 5.19 \text{ rad/s}$

Soluzione Esercizio 4.

a) La d.d.p. non dipende dal moto del protone e può essere determinata semplicemente utilizzando la sua relazione con il campo elettrico. Essendo quest'ultimo uniforme si ha semplicemente: $V_B - V_A = -Ed = -40 \text{ kV}$. Notare che $V_B < V_A$.

b) Il protone si muove sotto l'azione del campo elettrico e applicando la conservazione dell'energia meccanica (che in questo caso permette di rispondere alla domanda più velocemente che non con la cinematica) si ha:

$$K_A + U_A = K_B + U_B \text{ dove abbiamo indicato con K l'en. cinetica e con U quella potenziale.}$$

Prima di fare i conti notiamo che il protone accelera sotto l'azione del campo elettrico, la sua energia

cinetica aumenta e la sua energia potenziale diminuisce. Si ha:

$$0 = \frac{1}{2}mv_B^2 - eEd, \text{ da cui } v_B = \sqrt{\frac{2eEd}{m}} = 2.8 \cdot 10^6 \text{ m/s.}$$

Prendendo un riferimento con asse y che vada da A verso B e indicandone con $\hat{y}$ il versore, si ha:

$$\vec{v}_B = 2.8 \cdot 10^6 \hat{y} \text{ m/s.}$$

Scritto 09 Sett 2025. Fisica. Canale 1. Secondo Esonero

Nome:

Cognome:

Matricola

Esercizio 1 ESONERO

A scelta: In un contenitore cilindrico di raggio R e altezza H , posto in posizione verticale su di un piano orizzontale e pieno di acqua. Sulla sua superficie laterale viene fatto un foro circolare di raggio $r = 0.25 \text{ cm} \ll R$ ad una altezza $h = H/2$ dalla base. Sapendo che lo zampillo d'acqua tocca il piano ad una distanza $d = 100 \text{ cm}$ dal cilindro, determinare:

- a) L'altezza del contenitore cilindrico. $H = \underline{\hspace{2cm}}$

Supponiamo ora una seconda situazione in cui, a parità di tutte le altre condizioni, sappiamo che la velocità con la quale l'acqua esce dal foro vale in modulo $v_f = 3.10 \text{ m/s}$

(Nota: non potete usare questo valore per rispondere alla domanda precedente)

Nel punto in cui lo zampillo tocca il piano si mette una vaschetta di volume pari a 1.25 litri.

Determinare:

- b) quanto tempo occorre aspettare affinché la vaschetta si riempia d'acqua $\Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$

Poiché il diametro del foro è molto piccolo rispetto a quello del cilindro, si consideri il livello dell'acqua nel contenitore cilindro costante.

Oppure fate esercizio 4 del compito B.

Esercizio 2 ESONERO

Una macchina termica lavora fra due sorgenti a temperatura 200°C e 600°C , con un rendimento che è il 75% del corrispondente rendimento di una macchina di Carnot. La macchina produce una potenza di 1 MW.

Determinare:

- a) la quantità di calore ceduta in un minuto alla sorgente fredda; $Q_F = \underline{\hspace{2cm}}$
b) la variazione di entropia della sorgente calda in un minuto. $\Delta S = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 3 ESONERO

Sia n il numero di moli di un gas perfetto che si trovano in uno stato termodinamico A caratterizzato dal volume $V_A = 4.00 \text{ cm}^3$. Al gas viene fornito calore $Q_V = 3.50 \text{ J}$ a volume costante e si osserva che la sua pressione aumenta di 8.00 atm . In questa trasformazione la temperatura del gas aumenta di 20 K . Determinare:

- a) la variazione di energia interna del gas $\Delta U = \underline{\hspace{2cm}}$

Supponiamo ora che al gas, nello stesso stato termodinamico A di partenza, venga fornito del calore Q_P a pressione costante in modo da avere lo stesso incremento di temperatura del caso precedente.

Determinare:

- b) il calore fornito al gas in questo caso $Q_P = \underline{\hspace{2cm}}$

Si ricorda che $R = 8.315 \text{ J}/(\text{mol K}) = 0.082 \text{ (l atm)}/(\text{mol K}) = 1.987 \text{ cal}/(\text{mol K})$.

Esercizio 4 ESONERO

Un protone si trova inizialmente in quiete a una distanza pari a 40 mm da un filo rettilineo carico e di lunghezza infinita.

Il campo elettrico del filo compie un lavoro pari a $5 \times 10^{-15} \text{ J}$ per portare il protone dalla distanza iniziale alla distanza di 20 mm dal filo stesso.

Determinare:

- a) la velocità del protone quando si trova alla distanza di 20 mm dal filo; $V_P = \underline{\hspace{2cm}}$
b) la densità lineare di carica del filo, col suo segno $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$

Si ricorda che la carica del protone vale $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ e la sua massa vale $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$.
Si ricorda che il valore della costante dielettrica del vuoto vale $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$

Soluzioni Secondo Esonero

Soluzione Esercizio 1 ESONERO

L'altezza a cui viene praticato il foro è $h = H/2$.

a) Il teorema di Bernoulli applicato al punto di fuoriscita dello zampillo e alla superficie superiore del contenitore cilindrico implica:

$$\frac{1}{2}v_F^2\rho + \rho gh + p_{atm} = \rho gH + p_{atm}$$

dove ρ è la densità dell'acqua e p_{atm} è la pressione atmosferica. La velocità con cui il livello dell'acqua scende nel cilindro è piccola (essendo $r \ll R$) ed è stata trascurata, come richiesto dall'enunciato. Segue $v_F = \sqrt{2gH/2}$. La traiettoria dello zampillo è parabolica e si ricava risolvendo il moto di caduta libera con velocità iniziale orizzontale v_F . Scegliendo un sistema di riferimento cartesiano $\hat{x}\hat{y}$ si ha

$$\begin{cases} a_y = -g \\ a_x = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} v_y = -gt \\ v_F \end{cases} \quad \begin{cases} y = -g\frac{t^2}{2} + h \\ x = v_F t \end{cases}$$

La traiettoria parabolica dello zampillo è dunque $y = h - gx^2/(2v_F^2)$. Sostituendo l'espressione di v_F ottenuta in precedenza con il teorema di Bernoulli si trova $H = d/(2\sqrt{1/4})$.

O anche: $d = v_F \times t_T$, con t_T il tempo che l'acqua impiega a toccare terra. Inoltre: $H/2 = 1/2 g t_T^2$.

Da cui: $t_T = \sqrt{\frac{H}{g}}$ e $d = v_F \times \sqrt{\frac{H}{g}}$. Uguagliando: $v_F = \sqrt{2gH/2} = d \times \sqrt{\frac{g}{H}}$ si trova $H = d$, identico a quanto fatto prima. Da cui, $H = d = 1.0$ m.

b) Supponiamo ora che v_F valga 3.1 m/s (che oltretutto è anche il valore che verrebbe facendo i conti..).

La portata dello zampillo è $Q = v_F(\pi r^2)$, $= 0.0609$ litri/s $= 6.09 \times 10^{-5}$ m³/s. Il tempo necessario per riempire la vaschetta è $\Delta t = V/Q$, da cui segue $\Delta t = 20.5$ s.

Se avete invece scelto il 4 compito B guardate la soluzione data sopra.

Soluzione Esercizio 2 ESONERO

Il rendimento della macchina di Carnot fra le due temperature $T_F = 200^\circ\text{C}$ e $T_C = 600^\circ\text{C}$, è $\eta = 1 - T_F/T_C = 1 - 473.15/873.15 = 0.458$.

a) Il rendimento della macchina termica reale è dunque: $\eta_t = 0.75 \cdot \eta = 0.344$.

Ricordando che se L è il lavoro svolto dalla macchina termica in un tempo Δt , $P = L/\Delta t = \eta_t Q_C/\Delta t = (Q_C - |Q_F|)/\Delta t$, si ha che $|Q_F|/\Delta t = (1 - \eta_t) P/\eta_t = 1.91$ MW;

In un minuto $|Q_F| = 1.91 \times 60$ MJ = 114.6 MJ

Q_F negativo in quanto calore ceduto dalla macchina alla sorgente.

b) $Q_C/\Delta t = \frac{P}{\eta_t} = 2.91$ MW. E quindi in un minuto: $Q_C = 174.6$ MJ.

Pertanto la variazione di entropia della sorgente calda in un minuto è data da:

$\Delta S = -\frac{Q_C}{T_C} = -0.20$ MJ/K, negativa in quanto la sorgente calda cede calore alla macchina termica.

Soluzione Esercizio 3 ESONERO

a) Si tratta di una trasformazione isocora e pertanto la variazione di energia interna coincide con il calore fornito al gas: $\Delta U = Q_V = 3.50$ J.

b) Il calore Q_p si ricava dal primo principio della termodinamica.

Serve calcolare il numero di moli n , che si ricava dalle legge dei gas perfetti, nella prima trasformazione

(a volume costante):

$$n = \frac{V\Delta p}{R\Delta T} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 8}{0.082 \cdot 20} = 0.0195 \text{ (i valori usati sono litri ed atmosfere)}$$

Il lavoro L fatto dal gas nella trasformazione isobara vale

$$p\Delta V = -nR\Delta T = 0.0195 \cdot 8.31 \cdot 20 = 3.24 \text{ J}$$

La variazione di energia interna è uguale al calore fornito a volume costante, dato che la variazione di temperatura è la stessa in entrambe le trasformazioni, quindi: $Q_p = L + \Delta U = 3.24 + 3.50 = 6.74 \text{ J}$.

Soluzione Esercizio 4 ESONERO

a) $\frac{1}{2}mv^2 = L$; $v = \sqrt{(2L/m)} = 2.45 \times 10^6 \text{ m/s}$.

b) Il campo elettrico di un filo infinito può essere calcolato con il teorema di Gauss: il campo ha direzione radiale, uscente dal filo o entrante verso il filo se esso è carico positivamente o negativamente e ha modulo $E = \lambda/(2\pi\epsilon_0 r) = 2k\lambda/r$ con λ densità lineare di carica;

$$L = \int_{r_1}^{r_2} eE dr = e\lambda/(2\pi\epsilon_0) \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = e\lambda/(2\pi\epsilon_0) \ln(r_2/r_1)$$

$$\lambda = -2\pi\epsilon_0 L/(e \ln 2) = -L/(2ke \ln 2) = -2.51 \mu\text{C/m}$$

Scritto 09 Sett 2025. Fisica. Canale 1. Compito RID30

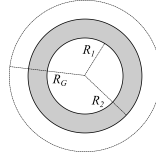
Nome:

Cognome:

Matricola

Esercizio 1

Una sfera cava, mostrata in figura e che si trova nel vuoto, ha raggio interno di valore $R_1 = 4$ cm e raggio esterno di valore $R_2 = 6$ cm. La sfera contiene una densità di carica non uniforme, che varia funzione del raggio con legge $\rho(r) = \frac{H}{r}$. Sapendo che la sua carica totale vale $Q_C = 2 \mu\text{C}$, determinare:



- a) il valore della costante H , senza preoccuparsi della sua unità di misura $H = \underline{\hspace{2cm}}$
b) il valore del vettore campo elettrico in un punto a distanza $R_G = 8$ cm dal centro della sfera, ossia un punto a scelta sulla superficie indicata in figura $\vec{E} = \underline{\hspace{2cm}}$

Si ricorda che l'elemento infinitesimo di volume sferico vale $dV = 4\pi r^2 dr$.

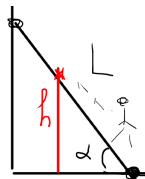
Esercizio 2

Una barca naviga controcorrente (corrente del fiume parallela alla traiettoria della barca ma di verso opposto) da un punto A ad un punto B di un fiume, alla velocità costante rispetto alla riva di $v_{andata} = 10$ km/h. Quando torna indietro, percorrendo esattamente la stessa traiettoria ma da B verso A e pertanto con la corrente del fiume stavolta parallela e concorde a quella della barca, la sua velocità rispetto alla riva risulta essere pari a $v_{ritorno} = 16$ km/h. Sapendo che il motore della barca ha lavorato al massimo della potenza in entrambi i percorsi, determinare:

- a) il valore della velocità della corrente del fiume; $V_{corrente} = \underline{\hspace{2cm}}$
b) il valore della velocità media della barca, rispetto alla riva, nel percorso complessivo di andata e ritorno $\bar{V} = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 3

Una persona di massa pari a 70 kg sale una scala di massa 10 kg e lunghezza $L = 3$ m. La scala è appoggiata ad una parete come mostrato in figura. L'angolo α vale 60° . Il pavimento è scabro e il coefficiente di attrito statico fra pavimento e scala vale 0.5. Determinare:



- a) il massimo valore della forza di attrito che è possibile avere, nella situazione descritta $f_{Amax} = \underline{\hspace{2cm}}$
b) la massima quota alla quale la persona può salire, senza che la scala cada $h = \underline{\hspace{2cm}}$