

Compito di Fisica

06/04/18 - Fila B

Istruzioni:

- scrivere sul foglio in modo chiaro nome, cognome, fila e anno di corso
- numerare le pagine
- si può usare una calcolatrice scientifica come unico strumento per fare i calcoli
- non si possono tenere formulari
- le ★ rappresentano i punti massimi acquisibili per ogni domanda di un esercizio (totale: 35 punti)
- fare particolare attenzione alle unità di misura e alla distinzione tra vettori e scalari (-0.5 punti ad errore)
- cercare di commentare lo svolgimento dell'esercizio e dimostrare di saper analizzare i risultati dei calcoli, soprattutto se ritenuti non corretti, in maniera critica
- evitare di scrivere elenchi di formule che non sono direttamente connesse con i passaggi usati per lo svolgimento
- scrivere il testo in Italiano o in Inglese
- fare attenzione al corretto numero di cifre significative nel presentare i risultati (si consiglia, facendo i conti, di arrotondare solo il risultato finale)

Esercizio 1

Una stella molto più grande del Sole nel suo stadio finale può collassare gravitazionalmente (quindi in virtù di forze interne) formando una stella di neutroni pulsar. La stella ha un raggio iniziale r_0 di $7.00 \cdot 10^5$ km e compie un giro su sé stessa di 30 giorni. La stella di neutroni risultante avrà un raggio r_f di 15 km. Si consideri che la stella abbia una massa m di $2.00 \cdot 10^{31}$ kg e si assuma che possa essere schematizzata come una sfera omogenea e che non vi sia perdita di massa durante il collasso.

- a) (★ ★ ★) Si trovi la velocità angolare ω_f della pulsar.
- b) (★) Trovare il periodo T_f di rotazione della pulsar e il numero n_p di giri compie su sé stessa in 1 secondo.
- c) (★ ★ ★) Trovare il modulo del campo gravitazionale sulla superficie della stella prima (g_0) e dopo (g_f) il collasso in termini di g sulla superficie terrestre (cioè il rapporto g_i/g).

Esercizio 2

La legge di Stokes descrive la forza di attrito viscoso subita da un corpo che si muove all'interno di un fluido. A differenza dell'attrito radente, la Forza di Stokes dipende dalla velocità del corpo rispetto al fluido. La sua espressione (per una sfera di raggio r) è:

$$\vec{F}_S = -6\pi\eta r\vec{v}$$

dove \vec{v} è la velocità e η la viscosità.

- a) (★★) Attraverso l'analisi dimensionale si trovino le dimensioni di η e le sue unità di misura nel sistema SI.

Una sferetta di piombo di raggio $r = 2.00$ cm sta affondando verticalmente nell'acqua alla temperatura di 20°C . Il valore numerico di $\eta = 1.00 \cdot 10^{-3}$ espresso in unità SI trovate nel punto a) del problema. Su di essa agiscono la forza peso \vec{F}_g , la spinta di Archimede \vec{F}_A e la forza di Stokes \vec{F}_S . Senza la forza di Stokes (la cui intensità dipende dalla velocità) la sferetta si muoverebbe di moto uniformemente accelerato verso il basso. La presenza dell'attrito viscoso invece fa sì che da un certo istante in poi la sfera si muoverà di moto rettilineo uniforme, dato il raggiungimento di una velocità di regime.

- b) (★) Si disegni il diagramma di corpo libero della sfera.
- c) (★ ★ ★ ★) Si trovi la velocità di regime, che si trova quando la risultante delle forze agenti sulla sfera diventa nulla (equilibrio dinamico).

Esercizio 3

Un cannone di massa $M = 1.0$ tonnellate spara un proiettile di massa $m = 10.0$ kg a velocità di modulo $v = 50.0$ m/s. La velocità \vec{v} è diretta parallelamente al suolo. Il proiettile viene sparato ad una quota $h = 2.00$ m rispetto al suolo. Il cannone è vincolato a spostarsi solo orizzontalmente al suolo.

- a) (★★) Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico μ_d del suolo è di 0.2, si trovi a che distanza d dal punto di sparo si arresta il cannone per via del rinculo.
- b) (★) Si trovi a che distanza l il proiettile ricade al suolo dal punto dello sparo.

Se il proiettile fosse stato sparato con una velocità \vec{v} diretta verso l'alto e tale da formare un angolo α di $\pi/6$ con il suolo. Ti trovi:

- c) (★★) La quota massima H raggiunta dal proiettile rispetto al suolo.
- d) (★★) A che distanza L il proiettile ricade al suolo dal punto dello sparo.

Esercizio 4

Nel circuito in figura 1, $\epsilon_1 = 10.0$ V, $\epsilon_2 = 50.0$ V, $R_1 = 5.00$ k Ω e $R_2 = 1.00$ k Ω .

- a) (★ ★ ★ ★ ★) Trovare le correnti di maglia i_1 e i_2 .

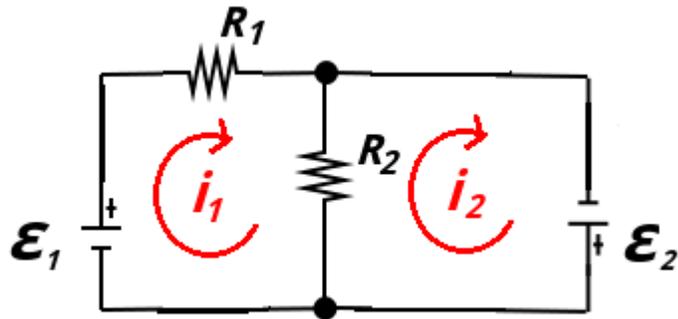


Figura 1

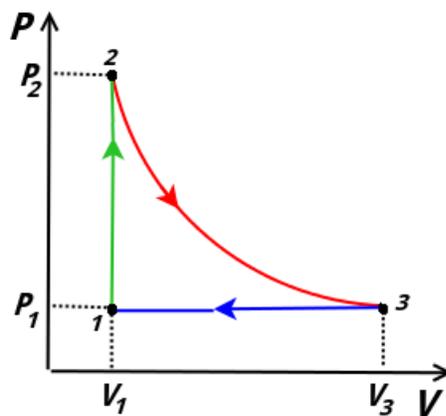


Figura 2

- b) (★★) Trovare la potenza dissipata per effetto Joule sulla resistenza R_2 .

Esercizio 5

Una macchina termica reversibile compie il ciclo rappresentato in figura 2. $P_1 = 0.500$ bar, P_2 alla pressione atmosferica, $V_1 = 0.500$ m³. Il gas usato è 2 moli di gas perfetto biatomico.

- a) (★★) Considerando la trasformazione isocora dal punto 1 al punto 2, trovare le temperature T_1 e T_2 dei punti 1 e 2 e il calore Q_{12} scambiato con l'ambiente durante la trasformazione.
- b) (★★) Considerando la trasformazione isoterma dal punto 2 al punto 3, mediante la quale il sistema ritorna ad un valore di pressione uguale a P_1 . Trovare il volume V_3 e il calore Q_{23} scambiato con l'ambiente durante la trasformazione.
- c) (★★) Considerando la trasformazione isobara dal punto 3 al punto 1, trovare il calore Q_{31} scambiato con l'ambiente durante la trasformazione.
- d) (★) Trovare il calore assorbito e quello ceduto in totale dal sistema e trovare il rendimento η della macchina.

Relazioni utili

Meccanica e Termodinamica

- *accelerazione di gravità media sulla superficie terrestre*
 $g=9.807 \text{ m/s}^2$
- *costante di gravitazione universale*
 $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$

Momenti d'Inerzia di corpi rigidi:

- Sfera = $\frac{2}{5}mr^2$
- Cilindro = $\frac{1}{2}mr^2$
- Sbarra = $\frac{1}{12}mL^2$

- densità Piombo: $\rho_{Pb}=1.13 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$
- calore specifico dell'acqua $c_a = 4.186 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{K})$
- calore specifico ghiaccio $c_g = 2.093 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{K})$
- calore latente di fusione ghiaccio $\mathcal{L}_f = 333 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$
- calore latente di evaporazione dell'acqua $\mathcal{L}_e = 2.272 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$
- $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$

- Pressione Atmosferica $P_0 = 1.000 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1.013 \text{ bar}$
- $R = 8.31 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$
- Variazione di Entropia $\Delta S = \int_a^b \frac{\delta Q}{T}$
- $\int_a^b \frac{dx}{x} = \ln\left(\frac{x_b}{x_a}\right)$

Trasformazioni Adiabatiche:

- $PV^\gamma = \text{costante}$
- $\frac{T^\gamma}{P^{\gamma-1}} = \text{costante}$
- $TV^{\gamma-1} = \text{costante}$

gas perfetto	n_l	C_V/R	C_P/R	$\gamma = C_P/C_V$
monoatomico	3	3/2	5/2	5/3
biatomico	5	5/2	7/2	7/5
poliatomico	6	3	4	4/3

Elettromagnetismo e Ottica

- permittività elettrica del vuoto: $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$
- costante di Coulomb: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$
- permeabilità magnetica del vuoto: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$
- massa dell'elettrone: $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- massa del protone: $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- carica del protone: $e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Campo Elettrico dovuto a Potenziale che varia lungo una sola direzione \hat{i} :

- $\vec{E} = -\frac{dV}{dx}\hat{i}$