

MECCANICA

- 1) Una persona fa una passeggiata nel modo seguente: 3.1 km verso nord, 2.4 km verso ovest, 5.2 km verso sud.
 - a) Disegnare il diagramma vettoriale che descrive il moto
 - b) A quale distanza si trova il punto di arrivo? (calcolare lo spostamento)
 - c) Esprimere la direzione del vettore spostamento

- 2) Un'auto frena con un'accelerazione costante $a = -5 \text{ m/s}^2$
 - a) Se ha una velocità iniziale di 25 m/s, quanto tempo impiega a fermarsi completamente?
 - b) Quanta strada ha percorso in questo tempo?
 - c) Esprimere e graficare le leggi orarie $x(t)$ e $v(t)$

- 3) Un treno viaggia tra due stazioni distanti 2 km. Il treno accelera, partendo da fermo, per la prima metà del percorso e decelera per la seconda metà. Sia $|a| = 1.5 \text{ m/s}^2$ sia per l'accelerazione che per la decelerazione.
 - a) Quanto vale la velocità massima raggiunta dal treno?
 - b) Quanto dura il viaggio tra una stazione e l'altra?

- 4) Due treni partono nel medesimo istante da due stazioni (A e B) che distano 10 km e si muovono l'uno verso l'altro su binari paralleli. Il treno che parte da A viaggia a velocità costante di 20 km/h mentre la velocità costante di quello che parte da B è 30 km/h. Calcolare a che distanza dalla stazione A i due treni si incontrano e dopo quanto tempo dalla partenza.

- 5) Come cambiano le risposte alla domanda precedente se il treno A si muove di moto uniformemente accelerato con $a = 0.1 \text{ m/s}^2$, e il treno B di moto rettilineo uniforme a 30 km/h ?

- 6) Un blocco di massa $m = 6.4 \text{ Kg}$ è appoggiato ad una parete verticale. Il coefficiente di attrito statico tra blocco e parete è $\mu_s = 0.76$. Sul blocco agisce una forza orizzontale F . Si calcoli il valore minimo di F , in modo che il blocco non scivoli. Nel caso invece che la forza F sia di 50 N e il coefficiente di attrito dinamico sia $\mu_d = 0.6$, si calcoli l'accelerazione (in modulo, direzione e verso) cui è soggetto il blocco.

- 7) Una molla di costante elastica $k = 50 \text{ N/m}$ è disposta orizzontalmente su un piano con un'estremo fissato ad una parete e l'altro fissato ad un corpo di massa $m = 250 \text{ g}$. Inizialmente la molla viene compressa di una lunghezza $d = 27 \text{ cm}$ rispetto alla sua condizione di riposo, e poi viene lasciata libera. Calcolare la velocità massima che può raggiungere il corpo. Supposto che il corpo sia solo appoggiato all'estremo della molla, calcolare la velocità che il corpo ha quando si stacca da essa.

- 8) Un corpo di massa $m = 2 \text{ kg}$ è appoggiato contro una molla (costante elastica $k = 19.6 \text{ N/cm}$) posta su un piano inclinato (pendenza 30°) privo di attrito. La molla è inizialmente compressa di $d = 20 \text{ cm}$ e poi viene lasciata libera, in modo che spinge il corpo verso la parte alta del piano inclinato.
 - a) Calcolare l'energia potenziale della molla compressa.
 - b) Calcolare la variazione di energia potenziale gravitazionale per l'intero tragitto del corpo.
 - c) Calcolare la distanza massima del corpo dalla sua posizione iniziale lungo il piano inclinato.

- 9) Un corpo di massa $m = 50 \text{ kg}$ viene spinto in salita su un piano inclinato (angolo tra il piano e l'orizzontale $\theta = 40^\circ$) da una forza di modulo F (diretta orizzontalmente contro il piano inclinato) tale da mantenerlo in moto a velocità costante.
 - a) Calcolare il modulo di F .
 - b) Calcolare il modulo di F_a nel caso che tra il piano inclinato e il corpo ci sia un attrito dinamico ($\mu_d = 0.6$).

10) Un piccolo blocchetto, di massa $m = 0.5 \text{ Kg}$, è attaccato ad un piano verticale tramite una molla, ed è quindi libero di oscillare in direzione orizzontale. Il periodo delle oscillazioni è $T = 1.0 \text{ s}$ e la distanza tra i due punti di oscillazione massima è $d = 12 \text{ cm}$. Si calcoli l'energia meccanica totale dell'oscillatore e la velocità massima del blocchetto durante le oscillazioni.

11) Una massa di 2 Kg è appesa ad un filo inestensibile lungo 1.5 m . Essa oscilla, raggiungendo nel punto più alto un angolo di 8° con la verticale.

- a) Qual è la velocità massima del corpo ?
- b) Qual è la tensione massima sopportata dal filo ?
- c) Quante oscillazioni si compiono in un minuto ?

ONDE e SUONO

1) Una persona emette un grido in direzione di una parete rocciosa. Se ode l'eco dopo 6 s , quanto dista la parete ?

2) Una persona sente il rumore di un treno in avvicinamento ascoltando le rotaie della ferrovia. Dopo 2 s sente il rumore giungere anche dall'aria. Sapendo che la velocità del suono in aria è 340 m/s e nel ferro è 5000 m/s , calcolare quanto dista il treno, assumendo che viaggi ad una velocità trascurabile rispetto a quella del suono.

3) Due persone stanno parlando a una distanza di $3,0 \text{ m}$ da te e misuri un'intensità del suono di $1.1 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$. Un altro studente si trova a $4,0 \text{ m}$ dalle due persone che chiacchierano. Che intensità sonora misura l'altro studente? Qual è il livello di intensità nei due casi.

4) L'altoparlante di una piccola radio emette 55 W di potenza.

- a) Qual è approssimativamente l'intensità del suo suono a 3.5 m di distanza?
- b) A quale distanza dalla radio devi metterti per ricevere un quarto di questa intensità?

5) Un bimbo che piange emette un suono con una intensità di $8,0 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$. Qual è il livello di intensità di quattro gemelli che piangono? La più bassa intensità percepibile è di $1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

6) La sirena di una fabbrica che indica la fine di un turno ha una frequenza di 80 Hz . Quale frequenza è percepita dall'occupante di un'automobile che si allontana alla velocità di 30 m/s ?

7) Determinare di quanto varia percentualmente la frequenza della sirena di un'autoambulanza che si allontana con velocità 50 km/h da un uomo fermo sul marciapiede.

8) Due fili di acciaio sono tirati con la stessa tensione. Il primo filo ha un diametro di $0,6 \text{ mm}$ e il secondo di $0,9 \text{ mm}$. Se la velocità delle onde nel primo filo è di $54,0 \text{ m/s}$, qual è la loro velocità nel secondo filo?

9) Una delle armoniche di una colonna d'aria aperta a un estremo e chiusa all'altro ha una frequenza di 448 Hz e la successiva ha una frequenza di 576 Hz .

Di quali armoniche si tratta? Qual è la frequenza fondamentale della colonna d'aria? E la sua lunghezza d'onda?

FLUIDI

1) Molti pensano che tenendo in bocca l'estremità di un tubo flessibile, che sporge fuori dall'acqua con l'altra estremità, riusciranno a respirare mentre camminano sott'acqua, anche a qualche metro di profondità. In realtà, la pressione dell'acqua si oppone alla dilatazione del torace e, quindi, all'inspirazione dell'aria nei polmoni. Inoltre si tenga presente che, mediamente, una persona è appena in grado di respirare mentre è sdraiata sul pavimento con un peso di 400 N appoggiato sul

torace. Tenuto conto di tutto ciò calcolare a quale profondità sotto la superficie dell'acqua si può trovare il torace di una persona che cammina sott'acqua conservando la capacità di respirare, supponendo che l'area frontale del torace di questa persona sia 0.09 m^2 .

2) Un sottomarino è immobilizzato sul fondo marino alla profondità di 100 m. La superficie del portello di emergenza è di 0.30 m^2 e la pressione all'interno è di 1 atm. Assegnando all'acqua del mare la densità di 1.03 g/cm^3 , calcolare la forza minima necessaria per aprire il portello.

3) Quanti metri cubi di acqua dolce deve spostare una chiatta di 30 t per poter galleggiare?. Se il fondo è piatto, ed ha dimensioni di $3 \times 10^2 \text{ m}^2$, di quanto si deve immergere?

4) La densità di un essere umano è di circa 0.98 g/cm^3 . Quando una persona galleggia senza muoversi in acqua dolce (densità $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$), quale frazione del suo corpo è immersa? Quanta zavorra deve indossare per galleggiare completamente immerso? Rispondere alle due domande nel caso di acqua di mare (densità 1.03 g/cm^3).

5) Un blocco di ghiaccio (densità $\rho = 0.92 \text{ g/cm}^3$) galleggia in acqua. Quale deve essere il suo minimo volume V per sostenere un uomo del peso di 75 kg, lasciandolo asciutto?

6) Tre liquidi, tra loro non miscibili, vengono versati in un recipiente cilindrico il cui raggio interno è 20 cm. I volumi e le densità dei 3 liquidi sono rispettivamente : 1 litro e 2.1 g/cm^3 , 2.5 litri e 1.6 g/cm^3 , 1.8 litri e 1.2 g/cm^3 . Qual è la pressione idrostatica sul fondo del recipiente se si trascura la pressione atmosferica?

7) In un martinetto idraulico usato per sollevare automobili in una carrozzeria il pistone più piccolo ha diametro $d_1 = 2.2 \text{ cm}$, quello più grande $d_2 = 16.4 \text{ cm}$. Se la massa dell'automobile è 1980 kg, quale forza si deve applicare sul pistone più piccolo per sollevarla?

8) Archimede, per controllare se una corona fosse d'oro puro e non di una lega di oro e argento, pesò la corona in aria e successivamente in acqua. Egli trovò che il peso in aria era di 1 kg ed in acqua di 0.92 kg. Sapendo che la densità dell'oro è 19.3 kg/l e quella dell'argento di 10.5 kg/l , stabilire:

- a) le percentuali in volume di oro e argento contenuti nella corona;
- b) le masse corrispondenti.

9) Un aereo può mantenere la sua quota grazie alla forma delle sue ali che producono diverse velocità sopra e sotto di esse. Sapendo che la superficie alare è 30 m^2 e che le velocità - in una data condizione - sono rispettivamente 80 m/s e 45 m/s , si calcoli la massa dell'aereo.

10) In un tubo di sezione pari a 4.2 cm^2 scorre acqua alla velocità di 5.18 m/s . Il tubo scende gradatamente di 9.66 m mentre la sezione aumenta fino a 7.6 cm^2 . Qual è la velocità dell'acqua alla quota inferiore? Si determini la pressione al livello inferiore sapendo che quella superiore è 152 kPa .

11) Un serbatoio è posto ad una altezza $H = 600 \text{ m}$ rispetto ad un bacino contenente acqua. Una condotta formata da un tubo di diametro $d = 10 \text{ cm}$ viene utilizzata per riempire il serbatoio.

- a) Qual è la minima pressione necessaria alla base della condotta in modo da farla funzionare?
- b) Si consideri che la condotta fornisce ogni giorno un volume $V = 3000 \text{ m}^3$ al serbatoio. Qual è la velocità dell'acqua nella condotta?
- c) Per mantenere questa velocità quale deve essere la pressione aggiuntiva?

12) Una grande botte piena d'acqua è aperta alla sommità ed ha alla sua base, 1.5 m più in basso, un rubinetto, di sezione interna 1 cm^2 . Se si apre il rubinetto, quanto tempo occorre per riempire una tanica da 10 l?

13) Delle particelle di polvere di raggio $3\ \mu\text{m}$ e densità $1.5\ \text{kg/l}$ cadono in uno stagno profondo un metro. Determinare il tempo necessario alle particelle per raggiungere il fondo dello stagno, sapendo che la densità dell'acqua è $1\ \text{kg/l}$ e la sua viscosità è $\eta=10^{-3}\ \text{Pa}\cdot\text{s}$. Se le particelle fossero di raggi differenti, determinare il raggio massimo delle particelle ancora in sospensione dopo 12 ore.

14) Un recipiente è riempito di acqua fino all'altezza di un metro. Dal suo fondo esce un tubicino orizzontale dal diametro di $1\ \text{mm}$ e lungo $50\ \text{cm}$. Sapendo che la viscosità dell'acqua è $8.9\times 10^{-4}\ \text{Pa}\cdot\text{s}$, calcolare la velocità con cui essa esce dal recipiente.

TERMODINAMICA

1) Su di un fornello a gas che fornisce $100\ \text{calorie}$ al secondo viene posto un pentolino di capacità termica trascurabile, contenente $1.0\ \text{l}$ di acqua alla temperatura iniziale di 20°C . Se il rendimento, cioè il rapporto fra il calore che va effettivamente a riscaldare il sistema e il calore prodotto dalla combustione, è del 75% , quale temperatura raggiunge l'acqua dopo $4\ \text{minuti}$? [$38\ ^\circ\text{C}$]

2) In una vasca da bagno sono stati versati $70\ \text{l}$ di acqua a 60°C proveniente da uno scaldabagno. Quanta acqua corrente a 16°C occorre aggiungere affinché la temperatura finale della massa d'acqua sia di 36°C ? Si trascurino le dispersioni di calore verso l'ambiente circostante e la capacità termica della vasca. [$84\ \text{l}$]

3) Un termometro di massa $55\ \text{g}$ e calore specifico $0.2\ \text{cal}/(\text{g}^\circ\text{C})$ segna 15.0°C prima di essere immerso in $100\ \text{ml}$ di acqua. Se, una volta raggiunto l'equilibrio termico con il liquido, il termometro segna 44.4°C , qual era la temperatura dell'acqua prima dell'introduzione del termometro, nell'ipotesi che non vi siano state dispersioni di calore verso l'ambiente circostante? [$47.6\ ^\circ\text{C}$]

4) Determinare la minima quantità di ghiaccio (calore specifico $0.92\ \text{cal}/(\text{g}^\circ\text{C})$), a temperatura di -5°C , che è necessario aggiungere ad $1\ \text{Kg}$ d'acqua alla temperatura di 20°C perché la temperatura finale del sistema sia di 10°C .

5) Un'aula di dimensioni $5\text{m}\times 6\text{m}\times 3\text{m}$ si trova alla temperatura $t = 20^\circ\text{C}$ e alla pressione $p = 1\ \text{atm}$. Determinare:

- a) la massa d'aria contenuta nella stanza, data la massa molecolare dell'aria $M = 28.96\ \text{g/mol}$;
- b) la pressione nella stanza se la temperatura aumenta a 35°C e la stanza è stagna.

6) In un esperimento di Joule una massa di $5\ \text{kg}$ scende per un'altezza di $40\ \text{m}$, e tutta l'energia potenziale gravitazionale persa viene utilizzata per tenere in moto le palette che ruotano dentro a $1\ \text{litro}$ di acqua. Di quanto aumenta la temperatura dell'acqua?

7) Una certa quantità di gas perfetto monoatomico si trova inizialmente ad una pressione di $4\times 10^5\ \text{Pa}$ ed occupa un volume di $1\ \text{m}^3$. Il gas effettua poi un'espansione a pressione costante fino ad occupare $1.3\ \text{m}^3$. Calcolare il lavoro effettuato dal gas e il calore assorbito dal gas

8) Una macchina di Carnot lavora tra una sorgente di temperatura a $2000\ \text{K}$ ed una a $300\ \text{K}$. Durante l'espansione il gas assorbe $3000\ \text{J}$. Calcolare a) il rendimento, b) il calore ceduto a $300\ \text{K}$, c) il lavoro fatto dalla macchina in un ciclo, d) il lavoro fatto dalla macchina durante la fase completa di espansione.

9) Un gas è racchiuso in una bombola indeformabile alla temperatura di 20°C e alla pressione di $5.0\ \text{atm}$. (a) Se la bombola viene immersa nell'acqua bollente a 100°C , che valore assume la pressione del gas all'equilibrio termico? (b) Sempre tenendo il gas in equilibrio termico con l'acqua bollente, quale frazione della massa di gas contenuto è necessario lasciar uscire per riportare la pressione al valore di $5\ \text{atm}$? (c) Se il gas rimasto viene riportato alla temperatura di 20°C , qual è la pressione finale? [$6.37\ \text{atm}$; 21.5% ; $3.93\ \text{atm}$]

10) Due moli di gas perfetto sono inizialmente alla temperatura di 30°C e alla pressione di 2.0 atm. Esse si espandono isotermicamente fino a raggiungere la pressione di 0.5 atm. Determinare: a) il volume occupato dal gas nello stato finale, b) il lavoro connesso con la trasformazione, c) il calore scambiato dal sistema.

11) Una mole di ossigeno viene riscaldata a pressione costante dalla temperatura di 0°C . Sapendo che il calore molare di un gas perfetto biatomico è $7/2R$, determinare l'energia termica che occorre fornire al gas per duplicarne il volume. [7.940 J]

12) Due moli di un gas perfetto vengono raffreddate alla pressione costante di 2 atm, passando da un volume iniziale di 20 l ad un volume finale di 10 l. Calcolare il calore scambiato dal gas, il lavoro compiuto e la variazione di energia interna. Calcolare le stesse grandezze nel caso in cui si passi dallo stato iniziale a quello finale mediante una compressione isoterma seguita da un raffreddamento a volume costante.

13) Due quantità di gas, uno mono- e uno bi-atomico, hanno la stessa temperatura e lo stesso volume. Subiscono entrambe una compressione adiabatica, che ne dimezza il volume. Quale dei due gas è più caldo ?

14) Un gas compie un'espansione adiabatica, che raddoppia il volume e diminuisce la temperatura di un fattore 1.32. Dire se si tratta di un gas mono- oppure bi-atomico.

15) Un proiettile di piombo (calore specifico $130\text{ J kg}^{-1}\text{ C}^{-1}$) di massa 5 g giunge alla velocità di 250 m/s su di una lastra di legno, in cui si conficca. Se tutto il calore sviluppato nell'urto rimane nel proiettile, di quanto sale la sua temperatura?

16) Una stanza ha pareti termicamente isolanti e una finestra di vetro (conducibilità termica $k = 0.8\text{ Js}^{-1}\text{ m}^{-1}\text{ C}^{-1}$) di superficie 4 m^2 e spessore 4 mm. Nella stanza è accesa una stufa elettrica da 2000 W. Qual è la differenza di temperatura tra l'interno della stanza e l'esterno?

17) Un blocco di alluminio ($M_{\text{Al}} = 27$) di massa $m = 1\text{ kg}$, alla temperatura di 500°C , viene raffreddato ponendolo a contatto con una sorgente a 20°C , fino a raggiungere l'equilibrio termico. Si calcoli la variazione di entropia del blocco e della sorgente.

18) Un pezzo di piombo, di massa $m_1 = 80\text{ g}$, alla temperatura $t_1 = 150^{\circ}\text{C}$ viene introdotto in un vaso Dewar (thermos) di capacità termica trascurabile, contenente una massa $m_2 = 80\text{ g}$ d'acqua a temperatura $t_2 = 20^{\circ}\text{C}$. Si calcoli la variazione di entropia del sistema una volta raggiunto l'equilibrio. ($C_{\text{Pb}} = 129\text{ J/(kg K)}$).

19) Un cubetto di ghiaccio di massa $m = 15\text{ g}$ alla temperatura $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$, viene posto in un bicchiere d'acqua alla temperatura $t_1 = 27^{\circ}\text{C}$, in equilibrio con l'ambiente esterno. Il sistema evolve fino a ritornare all'equilibrio iniziale. Calcolare la variazione di entropia del ghiaccio, dell'acqua, del bicchiere e dell'ambiente. (Calore di fusione del ghiaccio = 80 cal/g)

20) Un cilindro adiabatico munito di pistone perfettamente scorrevole, contiene $n = 5\text{ mol}$ di gas ideale biatomico in equilibrio. Raddoppiando bruscamente la pressione esterna, il gas raggiunge lo stato di equilibrio finale. Sapendo che volume e temperatura iniziali sono V_1 e $T_1 = 300\text{K}$, calcolare la variazione di entropia tra i due stati.