

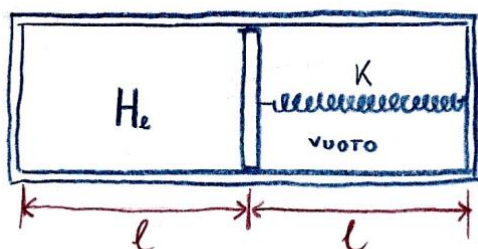
Esercizio 1

Due recipienti termicamente isolati sono riempiti d'aria e collegati da un corto tubo equipaggiato da una valvola, inizialmente chiusa. Volumi, pressioni e temperature iniziali nei due recipienti sono noti, e siano rispettivamente V_1, P_1, T_1 e V_2, P_2, T_2 . Trovare la pressione e la temperatura che si stabiliscono dopo che la valvola sia stata aperta.

Esercizio 2

Una miscela di gas è costituita da 3 moli di ossigeno (gas biatomico) e 2 moli di elio (gas monoatomico). Quanto vale il coefficiente adiabatico γ di tale miscela?

Esercizio 3



Un cilindro termicamente isolante e chiuso ad entrambe le estremità contiene un pistone che può scorrere liberamente nel cilindro garantendo la tenuta pneumatica con le sue pareti. A destra del pistone c'è il vuoto mentre a sinistra si trovano $n=0,5$ moli di elio. Inizialmente il pistone viene mantenuto a metà del cilindro da una molla compressa, di costante elastica $k=133.000\text{N/m}$, che in tali condizioni è lunga $l=15\text{cm}$. Il sistema si

trova ad una temperatura $T_0=240\text{K}$. Successivamente il gas viene riscaldato fino ad una temperatura $T_1=640\text{K}$. Si chiede di trovare la nuova lunghezza della molla e di calcolare il calore fornito al gas.

Esercizio 4

Uno studente accaldato che sta preparando l'esame di termodinamica ha una brillante idea. In mancanza di un condizionatore egli prende un ventilatore da 100W e sistema davanti ad esso un panno tenuto costantemente bagnato dall'acqua di una bacinella. Egli riesce così a far evaporare circa mezzo litro d'acqua ogni ora e, come tutti sanno, l'acqua che evapora assorbe calore dall'ambiente.

Qual è la potenza termica refrigerante complessiva del marchingegno dello studente?

Esercizio 5

Per mezzo di una pompa a mano si gonfia uno pneumatico di automobile, passando da 0 atm a 2.4 atm di sovrappressione (pressione in più rispetto a quella atmosferica). Durante questa operazione il volume dello pneumatico rimane costante e vale 0.01 m^3 . Quanto lavoro bisogna compiere azionando la pompa? Si supponga che ogni corsa della pompa sia una trasformazione adiabatica e che l'aria sia inizialmente a temperatura e pressione normali.

Esercizio 6

Una pistola spara proiettili di 20g di massa. Nell'esplosione vengono liberate $6 \cdot 10^{-3}$ moli di un gas ideale con $\gamma=3/2$ in un volume di 0.2cm^3 ad una temperatura di 1000K. La canna della pistola ha un volume di 20cm^3 . Si assuma l'assenza di attriti, una espansione adiabatica del gas e la pressione esterna sia nulla. Qual è la velocità di uscita del proiettile?

Esercizio 7

Per un particolare cristallo solido si può scrivere l'energia interna U in funzione della

temperatura T come $U = 6NkT_0 \frac{\left(e^{\frac{T}{T_0}} - 1\right)}{T}$ dove N è il numero totale di atomi del cristallo, k è la costante di Boltzmann e T_0 è una temperatura fissa. Si chiede di trovare il calore specifico molare per tutti i cristalli dello stesso materiale.

Esercizio 8

Un gas ideale il cui coefficiente adiabatico vale γ si espande con la legge $P=\alpha V$, con α costante positiva. Il volume iniziale del gas vale V_0 . Come risultato dell'espansione il volume aumenta η volte. Trovare:

- il lavoro compiuto dal gas;
- l'aumento di energia interna del gas;
- il calore specifico molare del gas durante questo processo.

Esercizio 9

Si abbia un gas perfetto di costante adiabatica γ . Questo gas viene sottoposto ad un processo in cui $PV^x=\text{costante}$. Si chiede di trovare il calore specifico molare c del gas durante il processo e di studiarlo in funzione di x , identificando quei valori particolari di x per cui suddetto processo sia una trasformazione già nota.

Esercizio 10

Per un gas perfetto nelle trasformazioni adiabatiche si ha $W=\Delta U$. Si abbia invece un tipo di trasformazioni in cui $W=k\Delta U$, con k costante diversa da 1. Si trovi l'equazione sul piano P-V per una trasformazione di questo tipo.

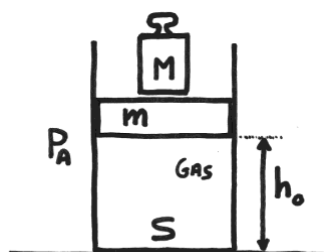
Esercizio 11

Per l'esperimento sui neutrini IceCube, è stato necessario scavare nel ghiaccio dell'Antartide, il quale ha temperatura T_G (misurata in $^{\circ}\text{C}$), una serie di fori cilindrici profondi circa 2400m. I fori sono stati eseguiti con lance che sparano acqua calda a temperatura T_A (misurata in $^{\circ}\text{C}$), fatte scendere a velocità costante V , le quali via via sciogliono il ghiaccio ed approfondiscono il foro. L'acqua risale alla superficie, dove arriva raffreddata a $T_0=0^{\circ}\text{C}$, passando nel foro stesso, visto che il raggio R che si vuole ottenere per quest'ultimo è maggiore del raggio della lancia. Conoscendo la densità di acqua e ghiaccio, i calori specifici e quello latente di fusione, si calcoli la portata volumica I_V di acqua calda che è necessaria alla perforazione.

Esercizio 12

Calcolare in funzione del volume V la capacità termica di n moli di azoto per la trasformazione $T = Ae^{BV}$ con A e B costanti.

Esercizio 13

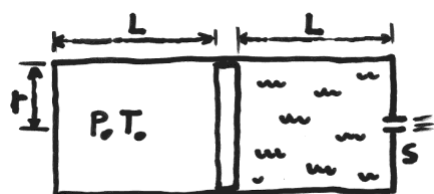


Un cilindro con area di base S è appoggiato su un piano. Un pistone di massa m è libero di scorrere senza attrito nel cilindro, garantendo però la tenuta fra l'interno e l'esterno. Le pareti del cilindro ed il pistone sono termicamente isolanti. All'esterno si ha pressione atmosferica P_A , all'interno si ha un (ipotetico) gas perfetto caratterizzato da una costante adiabatica $\gamma=2$. Inizialmente il pistone è fermo in equilibrio

stabile ad altezza h_0 rispetto al fondo del cilindro. In un certo istante un peso di massa M viene delicatamente appoggiato sul pistone e lasciato andare.

Si chiede di trovare la minima altezza rispetto al fondo del cilindro raggiunta dal pistone durante il moto successivo.

Esercizio 14



Un recipiente cilindrico di raggio r , termicamente ben isolato, è diviso in due metà da un pistone mobile di massa trascurabile, anch'esso termicamente isolante e che non consente perdite. Inizialmente le due metà hanno lunghezza L ciascuna. Nella metà di sinistra si trova un gas perfetto di coefficiente adiabatico γ a pressione P_0 e temperatura T_0 . Nella

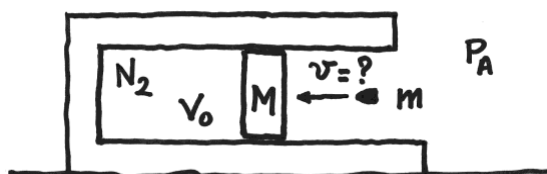
metà di destra si trova un liquido ideale di densità ρ . Ci si trova in assenza di gravità e la pressione esterna è nulla.

Viene aperto un piccolo forellino di sezione s sulla base destra del cilindro ed il liquido comincia ad uscire spinto dalla pressione del gas. Quanto tempo ci vuole perché tutto il liquido fuoriesca dal cilindro?

Esercizio 15

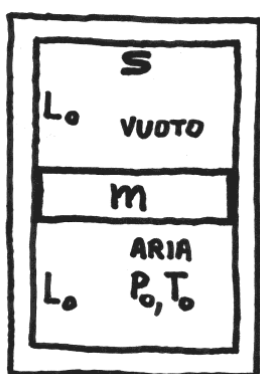
n moli di un gas ideale che si trova a temperatura T_0 vengono fatte espandere in modo isoterma reversibile fino a k volte il volume iniziale. Successivamente il gas viene riscaldato isocoricamente finché la pressione nello stato finale è uguale a quella dello stato iniziale. Sia Q il calore totale trasferito al gas. Trovare il coefficiente adiabatico γ del gas. Se $n=3$, $k=5$, $T_0=273K$ e $Q=80kJ$ si dica se il gas è monoatomico, biatomico o poliatomico.

Esercizio 16



Un cilindro ancorato a terra e termicamente isolato è chiuso da un pistone anch'esso isolante, di massa M e libero di scorrere senza attrito all'interno del cilindro. Il volume racchiuso dal cilindro vale V_0 ed è riempito di azoto. La pressione atmosferica vale P_A . Il pistone si trova in equilibrio stabile quando viene colpito in modo completamente anelastico da un proiettile di massa m . Dopo l'urto il gas raggiunge un volume minimo V_1 . Con quale velocità v è arrivato il proiettile?

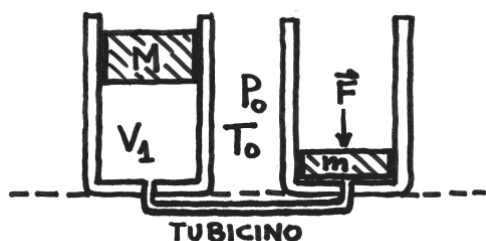
Esercizio 17



Si abbia un cilindro avente asse orizzontale, immobile, termicamente isolato ed avente area di base interna $S=1\text{dm}^2$ ($\text{dm}=\text{decimetro}$). All'interno si trova un pistone di massa m che può scorrere senza attrito lungo le pareti del cilindro pur garantendo un'ottima tenuta alla trafilatura dei gas. All'inizio il pistone è bloccato a metà da un meccanismo non disegnato in figura, e l'altezza di ognuna delle due sezioni vuote vale $L_0=1\text{dm}$. In una delle due metà c'è un vuoto molto spinto, nell'altra c'è aria a pressione $P_0=1\text{atm}$ e temperatura $T_0=20^\circ\text{C}$. Il meccanismo rilascia istantaneamente il pistone.

- Con quale velocità il pistone va a sbattere sulla base del cilindro? (risposta in funzione di m , non numerica)
- Si discuta brevemente cosa succede successivamente, in funzione del tipo di urto tra pistone e cilindro.
- Se la massa m è veramente molto piccola è probabile che il problema si complichino. Cosa succede di diverso? Quanto piccola deve essere m ?

Esercizio 18



Due cilindri verticali termicamente isolati sono collegati sul fondo da un tubicino isolato di sezione molto piccola. Nei cilindri si trovano due pistoni termicamente isolanti, che fanno una tenuta perfetta con le pareti dei cilindri e che possono scorrere senza attrito all'interno di essi. Uno dei pistoni ha massa m e l'altro ha massa $M>m$. All'inizio il pistone di massa m è tenuto fermo sul fondo del suo cilindro da una forza esterna \vec{F} e quello di massa M ha sotto di se' un volume d'aria V_1 all'interno del cilindro di sinistra. La pressione esterna vale P_0 e tutto il sistema è a temperatura ambiente uniforme T_0 . Ad un certo istante si rimuove la forza esterna \vec{F} . Il pistone di massa M scende lentamente e spinge l'aria, la quale entra nel cilindro di destra tramite il tubicino sollevando il pistone più leggero. Alla fine di questo processo, il quale è chiaramente irreversibile, l'aria che occupava inizialmente il volume V_1 si troverà tutta nel cilindro di destra. Quale sarà la sua temperatura?

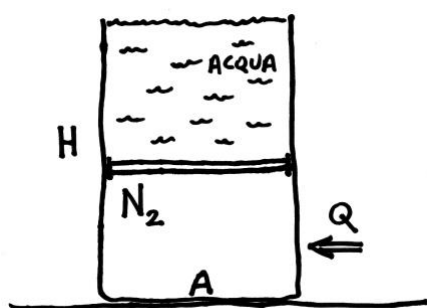
Esercizio 19

Cinque moli di elio, ben approssimabile come gas perfetto monoatomico, compiono una trasformazione termodinamica quasi-statica, durante la quale il calore specifico molare vale $c = \frac{3RT}{4T_0}$, dove T_0 è la temperatura iniziale del gas. Dato inoltre il volume iniziale del gas V_0 , si chiede di trovare la funzione $V(T)$ che esprime il volume del gas in funzione della temperatura per questa trasformazione. Si studi la funzione e se ne faccia il grafico, identificando inoltre la temperatura T_m per cui risulta minimo il volume del gas. Si calcoli infine il lavoro svolto sul gas durante la trasformazione in esame mentre la sua temperatura va da T_0 fino a T_m .

Esercizio 20

Un gas perfetto di costante adiabatica γ esegue una espansione (aumento di volume) con equazione $T = \alpha V - \beta V^2$, con α e β costanti positive. Sia la temperatura iniziale sia quella finale sono molto basse. Si vuole sapere per quali valori di V questa trasformazione è endotermica (il calore entra nel sistema) e viceversa per quali valori di V la trasformazione è esotermica (il calore esce dal sistema).

Esercizio 21

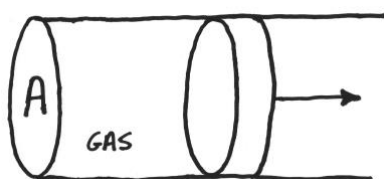


Si abbia un recipiente cilindrico appoggiato in verticale su un piano orizzontale. Esso ha altezza H , area di base A ed è aperto superiormente. La metà inferiore del volume è occupata da azoto gassoso. Sopra questo si trova un setto scorrevole senza attrito che però garantisce la tenuta con le pareti, termicamente isolante, di massa e spessore trascurabili. La metà superiore è riempita d'acqua fino al bordo. La pressione esterna è P_0 ed il tutto si trova in equilibrio. Assumendo che il recipiente non sia

"troppo alto" si calcoli il minimo calore Q che bisogna cedere al gas per far traboccare tutta l'acqua fuori dal recipiente.

Esame di Fisica 1 passato con 30 e lode senza nemmeno fare l'orale per chi risolve il problema nel caso in cui H possa arrivare a qualche decina di metri.

Esercizio 22



Un gas perfetto biatomico si trova all'interno di un cilindro con un pistone mobile. Il gas viene fatto espandere reversibilmente ed in modo tale che il numero di collisioni al secondo che le sue molecole fanno sulla base A del cilindro è costante, cioè non cambia durante l'espansione.

- si scriva l'equazione di una trasformazione di questo tipo sul piano PV;
- si calcoli il calore specifico molare del gas per tale trasformazione.