
FISICA

Serie 4: Termodinamica IV

II liceo

Esercizio 1 *Un po' di teoria . . .*

Riassumi i concetti di

1. *sistema*, facendo alcuni esempi di un sistema fisico (sia sistemi termodinamici sia sistemi meccanici),
2. *osservabile*, facendo alcuni esempi di osservabili, associati ai sistemi fisici del punto precedente,
3. *stato*, facendo un esempio di stato associato ad un sistema termodinamico,
4. *grandezze di stato* e *grandezze di processo*, facendo esempi di tali grandezze nel quadro della termodinamica e sottolineando la differenza tra questi tipi di grandezze,
5. *grandezze geometriche* e *grandezze termodinamiche*, facendo esempi di tali grandezze nel quadro della termodinamica,
6. *grandezze estensive* e *grandezze intensive*, facendo esempi di tali grandezze nel quadro della termodinamica,
7. *processi infinitesimali* (indica le notazioni utilizzate per distinguere processi qualsiasi da processi infinitesimali) e *processi quasi-statici*.

Esercizio 2 *Radiazione elettromagnetica: gas di fotoni*

In questo esercizio presentiamo un'altro sistema termodinamico interessante, e come vedremo esso è caratterizzato da delle relazioni empiriche *strutturalmente* simili a quelle del gas ideale.

Se le pareti di una cavità sono mantenute ad una temperatura T si osserva che la cavità è sede di energia (elettromagnetica). Si può interpretare questo fatto dicendo che la cavità contiene un gas di particelle immateriali chiamata fotoni (anche detto radiazione elettromagnetica).

Se V rappresenta il volume della cavità, allora l'esperienza mostra che l'energia di questo gas di particelle immateriali è

$$U = \sigma'VT^4$$

dove $\sigma' = 7,56 \cdot 10^{-16} \text{ J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K}^4)$, e la pressione di questo gas di fotoni è

$$p = \frac{U}{3V}$$

1. Quali grandezze estensive/intensive intervengono nelle relazioni empiriche poste sopra?
2. Assumendo che la radiazione elettromagnetica che riempie l'universo sia in equilibrio alla temperatura $T = 2,7\text{ K}$, quanto vale la pressione della gas di fotoni?

Esercizio 3 *Radiazione elettromagnetica: irraggiamento*

Una possibilità per trasferire energia nella modalità calore è chiamata **irraggiamento** o **radiazione termica**. È quello che si osserva se ci si pone al Sole o davanti ad un camino acceso. Tutti i corpi emettono e assorbono una certa quantità di energia per radiazione termica. La quantità di energia emessa in un secondo da una superficie di area A che si trova alla temperatura T è data dalla legge

$$R = \sigma \varepsilon AT^4$$

dove ε è chiamata emissività e dipende dal materiale e nel caso ideale vale 1, in questo caso si parla di **corpo nero**, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$.

1. Se un corpo (= sistema) si trova in un'ambiente a temperatura T_{amb} quanto è il bilancio netto dell'energia scambiata ogni secondo per radiazione termica?
2. Calcola la quantità di calore irraggiata da una sfera di raggio 5 cm a una temperatura di 355 K in un intervallo di tempo di 10 s. Supponi che l'emissività sia 1.
3. Quali altre possibilità pensi si possano utilizzare per scambiare energia nella modalità calore?

Esercizio 4 *Ghiaccio nel deserto?*

Durante una lunga escursione nel deserto avete una voglia matta di ghiaccio. Malauguratamente di notte la temperatura non scende sotto i 6°C , insufficiente per gelare. Tuttavia, grazie al fatto che un cielo notturno terso agisce come un corpo nero e stimate che presenti una temperatura $T_c = -23^\circ\text{C}$, provate a disporre un po' di acqua in una bacinella rivolta verso il cielo lasciando che questo irraggi energia verso il firmamento. Per migliorare le prestazioni del dispositivo, isolate la bacinella dal terreno infrapponendo un isolante di fortuna (un materassino di gomma-piuma o della paglia). Poi versate nella bacinella un sottile strato d'acqua di profondità $h = 5,0\text{ mm}$, avente una massa di 4,5 g e area superficiale $A = 9,0\text{ cm}^2$, poniamo l'emissività $\varepsilon = 0,90$ e la temperatura iniziale dell'acqua $6,0^\circ\text{C}$. Sapendo che per gelare la quantità di acqua deve perdere 1499 J, determina il tempo necessario all'acqua per congelare grazie alla radiazione termica. Sarà sufficiente una notte?

Indicazione: Per ottenere il tempo, visto che la temperatura dell'acqua non è costante durante tutto il processo, approssima il suo valore a 276 K.