

CALORIMETRIA E TERMODINAMICA

M. QUARTO

422. A due corpi, alla stessa temperatura, viene fornita la stessa quantità di calore. Al termine del riscaldamento i due corpi avranno ancora pari temperatura se:

- A) hanno la stessa massa e lo stesso volume
- B) hanno lo stesso calore specifico e la stessa massa
- C) hanno lo stesso volume e lo stesso calore specifico
- D) il calore è stato fornito ad essi allo stesso modo
- E) entrambi si trovano nel vuoto



$C = \text{Capacità termica di un } \underline{\text{corpo}} =$
 $= \text{Calore scambiato} / \text{variazione di temperatura} = \Delta Q / \Delta t$

$c = \text{Calore specifico di una } \underline{\text{sostanza}} =$
 $= \text{Calore scambiato} / (\text{massa} \times \text{variazione di temperatura}) = \Delta Q / m \Delta t$

$$c = C / m$$

$$\Delta t = \Delta Q / m c$$

Poiché ΔQ è lo stesso per i due corpi, essi subiscono la stessa Δt se hanno la stessa massa e lo stesso calore specifico.

426. La quantità di calore necessaria per innalzare la temperatura di 1 kg d'acqua da 14,5 °C a 15,5 °C è:

A) 1 kcal

B) 4,18 kcal

C) 1000 kcal

D) 1 J

E) 4,18 J



Definizione di caloria (**kcal**)

La quantità di calore necessaria per aumentare la temperatura di **1 kg** di acqua distillata da 14.5°C a 15.5 °C.

Definizione di piccola caloria (**cal**)

La quantità di calore necessaria per aumentare la temperatura di **1 g** di acqua distillata da 14.5°C a 15.5 °C.

$$1 \text{ kcal} = 10^3 \text{ cal}$$

Con questa definizione di caloria, il calore specifico dell'acqua è:

$$C_{\text{acqua}} = Q / m \Delta t = 1 \text{ Kcal} / \text{kg } ^\circ\text{C} = \cancel{10^3} \text{ cal} / \cancel{10^3} \text{ g } ^\circ\text{C} = \text{cal} / \text{g } ^\circ\text{C}$$

485. Un sistema termodinamico riceve dall'esterno una quantità di calore pari a 4 J e contemporaneamente compie un lavoro di uguale entità sull'esterno. La variazione di energia interna del sistema vale:

- A) + 8 J B) - 4 J **C) 0** D) + 4 J E) + 16 J

I Principio della Termodinamica $\Delta U = Q - L$

In questo caso $Q = Q_1 > 0$

Q_1 è positivo perché assorbito dal sistema.

$$L = L_1 > 0$$

L_1 è positivo perché compiuto dal sistema.

$$\Delta U = Q - L = Q_1 - L_1 = 4 \text{ J} - 4 \text{ J} = 0$$



450. Il primo principio della termodinamica:

- A) è un principio di inerzia
- B) è un principio di conservazione dell'energia
- C) è valido soltanto per i gas perfetti
- D) riguarda solamente le trasformazioni reversibili
- E) riguarda solo le trasformazioni reversibili



Il primo principio della termodinamica $\Delta U = Q - L$ afferma che la variazione (positiva o negativa) dell'energia U di un sistema è uguale all'energia che il sistema sottrae o cede all'ambiente circostante, sia sotto forma di lavoro meccanico che di calore.

Se il sistema è isolato termicamente ($Q = 0$) e meccanicamente ($L = 0$), allora la sua energia U non varia.

Nei sistemi macroscopici, per effetto delle resistenze passive, scompare l'energia meccanica e appare, in ugual misura, energia termica: l'energia meccanica e quella termica non si conservano singolarmente, ma si conserva la loro somma.


422. 2 kg d'acqua alla temperatura 80 °C vengono introdotti in un calorimetro contenente un 1 kg di acqua a 20 °C. La temperatura di equilibrio raggiunta dopo un certo tempo nel calorimetro è:


- a) 30 °C **b) 60 °C** c) 50 °C d) 33 °C
e) non vi sono dati sufficienti per rispondere

Per determinare la temperatura di equilibrio raggiunta dalle due masse d'acqua una volta a contatto osserviamo che :

Calore ceduto dalla massa m_1 : $Q_1 = c m_1 (T_f - T_1)$

Calore assorbito dalla massa m_2 : $Q_2 = c m_2 (T_f - T_2)$

Deve essere $|Q_1| = |Q_2|$ 

$m_1 \cancel{c} (T_f - T_1) = m_2 \cancel{c} (T_2 - T_f)$ 

$$T_f = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} = \frac{(2\text{kg}) \times (80^\circ\text{C}) + (1\text{kg}) \times (20^\circ\text{C})}{(1+2)\text{kg}} = 60^\circ\text{C}$$

423. Una data quantità di gas perfetto, contenuto in un recipiente a pareti rigide, viene riscaldata dalla temperatura di 27 °C a quella di 127 °C. La sua pressione è aumentata di un fattore:

A) 2

B) 4/3

C) 3/2

D) 10

E) 100

Si tratta di un riscaldamento isocoro (a volume costante) di una data quantità di gas perfetto da una temperatura $t_1 = 27$ °C ad una temperatura $t_2 = 127$ °C.

Equazione di stato dei gas perfetti: $PV = n R T$

P , V = pressione e volume del gas

$R = 0.082$ l atm/ mole K = 8.31 J / mole K

n = numero di moli di gas = massa del gas / peso molecolare

T = temperatura assoluta del gas = temperatura centigrada + 273.16



Continua....



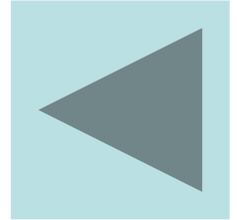
$$t = t_1$$

$$P_1 V = n R T_1$$

$$t = t_2$$

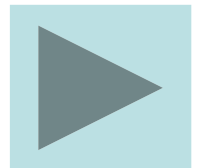
$$P_2 V = n R T_2$$

$$P_2 / P_1 = T_2 / T_1$$



Riscaldamento isocoro

$$\begin{aligned} P_2 / P_1 = T_2 / T_1 &= (t_2 + 273) / (t_1 + 273) = \\ &= (127 + 273) \text{ K} / (27 + 273) \text{ K} = \\ &= 400 \text{ K} / 300 \text{ K} = 4/3 \end{aligned}$$



429. Un sistema isolato passa spontaneamente da uno stato S_1 ad uno stato S_2 attraverso un processo reale, cioè irreversibile. In merito all'entropia, si può affermare che:

A) l'entropia diminuisce

B) l'entropia resta costante in quanto il sistema è, per ipotesi, isolato

C) l'entropia aumenta

D) l'entropia resta costante se il processo isobaro

E) l'entropia resta costante se il processo è isocoro



L'entropia (S) è una funzione di stato termodinamica che misura il disordine di un sistema.

Per un sistema che compie una trasformazione reversibile a temperatura T scambiando con l'ambiente la quantità di calore

Q Variazione di entropia $= \Delta S = Q / T$

ΔS è > 0 , < 0 , $= 0$ a seconda che $Q > 0$, < 0 , $= 0$

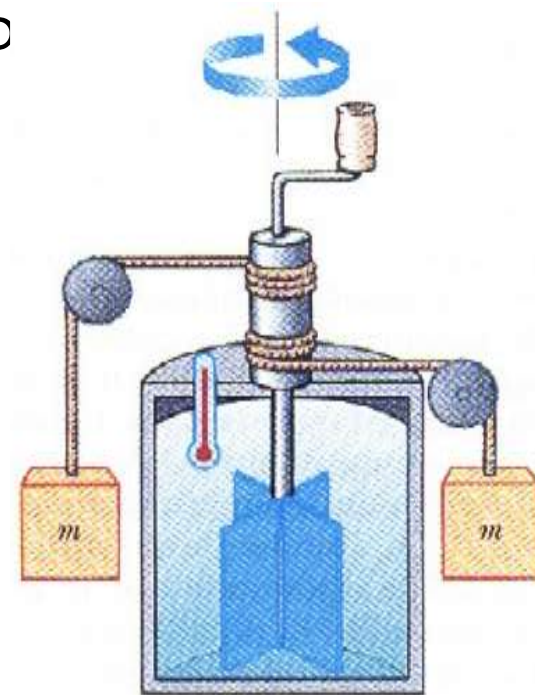
Per una trasformazione irreversibile è sempre $\Delta S > 0$.

480. Nell'esperimento del mulinello di Joule si osserva che:

- A) il calore si conserva
- B) il lavoro può essere totalmente convertito in calore
- C) il calore può essere totalmente convertito in lavoro
- D) il calore si conserva meglio del lavoro
- E) il calore non può essere trasformato in lavoro



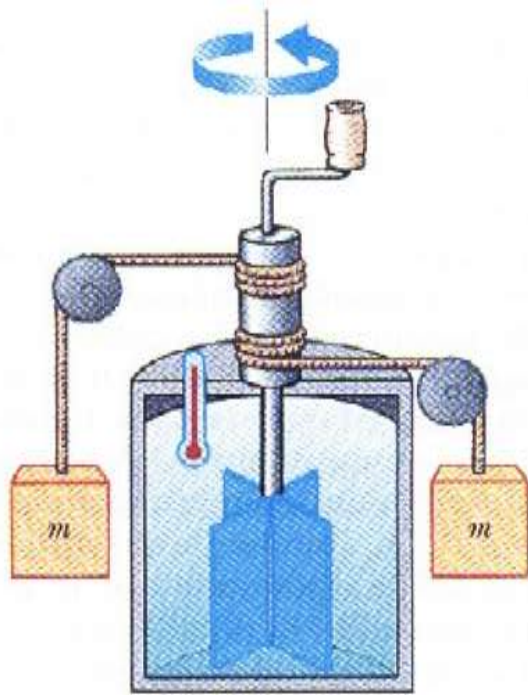
Il lavoro di caduta, fatto dalla forza peso, si converte totalmente in calore. Nel mulinello di Joule l'energia potenziale dei pesi si trasforma in energia di rotazione del mulinello. La resistenza che il mulinello incontra nel rotare nell'acqua trasforma la sua energia di rotazione in energia termica, che riscalda l'acqua.



Il lavoro di caduta, fatto dalla forza peso, si converte totalmente in calore.

Continua...





Il lavoro fornito al sistema è dato dalla diminuzione di energia potenziale che subiscono le masse cadendo.

$$\text{Calore "prodotto"} = Q = c_{\text{acqua}} m_{\text{acqua}} \Delta t_{\text{acqua}}$$

$$J = \text{equivalente meccanico della caloria} = \\ = L / Q = 4186 \text{ J} / \text{kcal} = 4.186 \text{ J} / \text{cal}$$

J si usa per esprimere in Joule una quantità di calore misurata in Calorie e per esprimere in Calorie un lavoro misurato in Joule.

$$Q(\text{Joule}) = Q(\text{Calorie}) \times J$$

$$L(\text{calorie}) = L(\text{Joule}) / J$$

430. Nel corso di un lento passaggio di stato da acqua a ghiaccio la temperatura:

- A) resta costante e l'acqua cede calore
- B) aumenta e l'acqua assorbe calore
- C) diminuisce e l'acqua assorbe calore
- D) aumenta e l'acqua cede calore
- E) diminuisce e l'acqua cede calore



Il passaggio di stato ghiaccio-acqua (fusione) avviene, con assorbimento di calore, alla temperatura di 0°C alla pressione di 1 atm.

Calore di fusione del ghiaccio = $\lambda_{\text{ghiaccio}} = 79.7 \text{ kcal/kg}$

Il passaggio di stato acqua-ghiaccio (solidificazione), avviene con cessione di calore, avviene alla temperatura di 0°C alla pressione di 1 atm.

Calore di solidificazione dell'acqua = $\lambda_{\text{acqua}} = 79.7 \text{ kcal/kg}$

436. Durante la compressione isoterma di un gas perfetto:

- A) il volume del gas aumenta
- B) la temperatura del gas aumenta
- C) non vi è scambio di calore con l'ambiente esterno
- D) la temperatura aumenta solo se la compressione è rapida
- E) nessuna risposta è corretta

1° principio della termodinamica

$$\Delta U = Q - L$$



Per una compressione isoterma di un gas perfetto

$$T = \text{cost}$$

$$U = \text{cost}$$

$$\Delta U = 0$$

$$Q = L$$

$$L < 0$$

Lavoro compiuto sul sistema

$$Q < 0$$

Calore ceduto dal sistema

431. Una macchina termica ideale ha un rendimento del 20%. Se essa assorbe in un ciclo una quantità di calore pari a 50 J quale sarà il lavoro compiuto?

A) 10 J

B) 50 J

C) 100 J

D) Non si può rispondere dato che non viene data la temperatura della sorgente a temperatura più alta

E) 25 J



$\eta =$ Rendimento di una macchina termica =
= Lavoro prodotto / calore assorbito = L / Q

$$L = \eta Q = 0.2 \cdot 50 \text{ J} = 10 \text{ J}$$

432. Trasferire calore da un corpo più freddo a uno più caldo:

A) non è mai possibile

B) è possibile solo spendendo lavoro

C) contraddice il primo principio della termodinamica

D) contraddice il secondo principio della termodinamica

E) può avvenire solo nel vuoto



Il° principio della Termodinamica (Formulazione di Clausius)

È impossibile realizzare una trasformazione il cui **unico** risultato sia il passaggio di calore da una sorgente a temperatura minore ad una a temperatura maggiore.

Il trasferimento di calore è impossibile se è l'unico risultato della trasformazione: è possibile se si compie lavoro, come succede nei normali frigoriferi.

695. Un gas perfetto è racchiuso in un recipiente cilindrico e mantenuto a temperatura costante T . Se il suo volume viene fatto espandere lentamente fino a raggiungere il doppio del valore iniziale:

- A) La pressione esercitata dal gas si dimezza
- B) Anche la pressione esercitata dal gas raddoppia
- C) La pressione esercitata dal gas resta costante
- D) La temperatura interna aumenta
- E) La temperatura interna diminuisce



Il gas si espande isotermicamente

$T = \text{costante}$

Applichiamo l'equazione di stato dei gas perfetti agli stati iniziale e finale del gas:

$$p_i V_i = nRT$$

$$p_f V_f = nRT$$



$$p_i V_i = p_f V_f$$

Ma

$$V_f = 2 V_i$$



$$p_i \cancel{V_i} = p_f 2\cancel{V_i}$$



$$p_f = p_i/2$$

442. Il secondo principio della termodinamica esclude la possibilità di:

A) produrre lavoro mediante calore

B) trasformare calore in lavoro

C) trasformare integralmente il calore in lavoro in una trasformazione isoterma

D) trasformare integralmente il calore in lavoro in un processo ciclico

E) trasformare integralmente il calore in lavoro in una trasformazione isobara



Il° principio della Termodinamica (Formulazione di Clausius):
E' impossibile realizzare una trasformazione il cui **unico** risultato sia il passaggio di calore da una sorgente a temperatura minore ad una a temperatura maggiore.

Il° principio della Termodinamica (Enunciato di Kelvin-Planck):

E' impossibile realizzare una trasformazione ciclica il cui **unico** risultato sia la conversione di calore in lavoro.

445. Una trasformazione adiabatica:



A) avviene sempre ad energia interna costante

B) è una trasformazione in cui non vi è scambio di calore tra ambiente e sistema

C) è una trasformazione in cui la temperatura del sistema si mantiene sempre costante

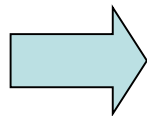
D) è una trasformazione sempre reversibile

E) è una trasformazione in cui il calore assorbito dal sistema è uguale al lavoro da questi prodotto

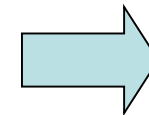
1° principio della termodinamica $\Delta U = Q - L$

Per una trasformazione adiabatica: $Q = 0$ $\Delta U = -L$

Compressione
adiabatica

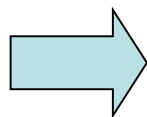


Lavoro compiuto
sul sistema: $L < 0$

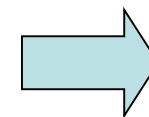


$$\Delta U > 0$$

Espansione
adiabatica



Lavoro compiuto
dal sistema: $L > 0$



$$\Delta U < 0$$

455. In un gas perfetto, a volume costante, se aumenta la temperatura del gas e rimane costante il numero delle moli, la sua pressione p:

- A) aumenta linearmente con la temperatura assoluta
- B) diminuisce linearmente con la temperatura assoluta
- C) rimane costante in base alla legge di Boyle
- D) aumenta con il quadrato della temperatura assoluta
- E) diminuisce con il quadrato della temperatura



Equazione di stato dei gas perfetti: $PV = n R T$

P , V = pressione e volume del gas

N = numero di moli di gas = massa del gas / peso molecolare

T = temperatura assoluta del gas = temperatura centigrada + 273.16

$$P = n R T / V \quad \begin{array}{l} V = \text{cost} \\ n = \text{cost} \end{array} \quad \Rightarrow \quad P = (n R / V) T = \text{cost } T$$

447. In una trasformazione ciclica reversibile, una macchina termica assorbe 450 kcal da un serbatoio di calore e cede 150 kcal ad un altro serbatoio di calore a temperatura più bassa. Il rendimento del ciclo è:

A) 1/3

B) 2/3

C) 3/5

D) 1/4

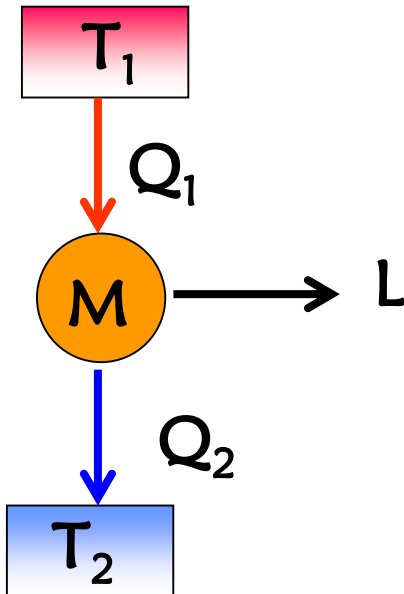
E) 3/4



Una macchina ciclica reversibile che lavora tra due sorgenti è una macchina di Carnot.

$$\eta = 1 - \frac{\text{calore ceduto alla sorgente a } T \text{ minore}}{\text{calore assorbito dalla sorgente a } T \text{ maggiore}}$$

$$\eta = 1 - Q_2 / Q_1 = 1 - (150 \text{ kcal} / 450 \text{ kcal}) = 1 - 1/3 = 2/3 = 0.66 = 66 \%$$



$$T_1 > T_2$$

454. L'energia interna di un gas perfetto è:

- A) la somma delle energie cinetiche delle diverse molecole
- B) la somma delle energie cinetiche e potenziali delle diverse molecole
- C) la qualità di calore posseduta dal gas
- D) la temperatura del gas
- E) l'energia potenziale dipendente dall'interazione tra le molecole di gas



In un gas perfetto sono trascurabili le forze d'interazione tra le molecole, per cui l'energia potenziale d'interazione è nulla. L'unica forma di energia posseduta dalle molecole di un gas perfetto è l'energia cinetica

456. Affinché un gas perfetto si espanda lentamente mantenendo costante la sua temperatura:

- A) occorre sottrarre calore dal gas
- B) la pressione deve dimezzarsi
- C) occorre fornire calore al gas
- D) è una trasformazione impossibile
- E) è una trasformazione isovolumica



1° principio della termodinamica

$$\Delta U = Q - L$$

Nell'espansione di un gas perfetto a temperatura costante

$$\Delta U = 0 \qquad L > 0$$

$$Q = \Delta U + L = L > 0$$

Il sistema assorbe calore ($Q > 0$)

473. Due recipienti di uguale volume, il primo dei quali è alla temperatura di 127 °C mentre il secondo è a 27 °C, contengono uno stesso tipo di gas trattabile come gas perfetto. In entrambi i recipienti il gas esercita la stessa pressione. In tale stato, il rapporto R tra il numero di moli di gas nel recipiente a più alta temperatura e il numero di moli di gas nel recipiente a temperatura minore vale:

A) 27/127

B) 1

C) 4/3

D) 3/4

E) 1/2



Equazione di stato dei gas perfetti: $PV = n R T$

Stato 1 $P, V, t_1 = 27 \text{ °C}$

Stato 2 $P, V, t_2 = 127 \text{ °C}$

Continua....



$$t = t_1$$

$$P V = n_1 R T_1$$

$$t = t_2$$

$$P V = n_2 R T_2$$

$$1 = n_1 T_1 / n_2 T_2$$

$$\begin{aligned} n_2 / n_1 &= T_1 / T_2 = (t_1 + 273) / (t_2 + 273) = \\ &= (17 + 273) \text{ K} / (127 + 273) \text{ K} = \\ &= 300 \text{ K} / 400 \text{ K} = 3/4 \end{aligned}$$

Torna indietro



476. Il ciclo di Carnot è costituito da una serie di trasformazioni di stato che, fissate le temperature dei serbatoi di calore:

A) possono essere compiute soltanto da un gas perfetto

B) consentono di calcolare con una formula molto semplice il rendimento di macchine ideali

C) possono essere percorse soltanto in verso orario

D) portano il sistema da una condizione di minore ad una di maggiore entropia

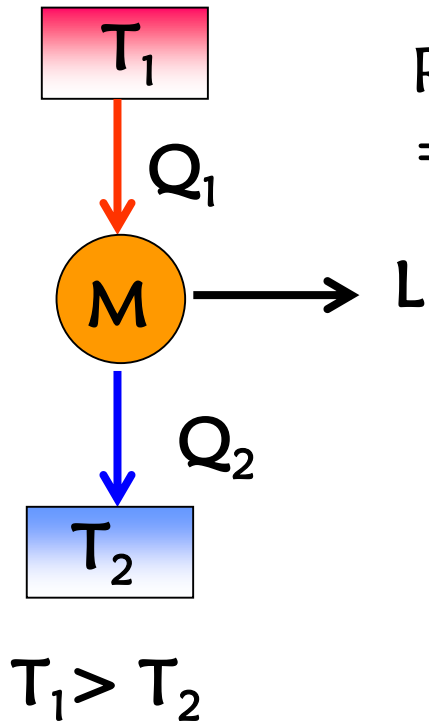
E) possono essere effettuate solo cambiando la pressione, ma non il volume



Continua...



Lavoro prodotto in un ciclo = $Q_1 - Q_2$



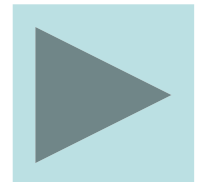
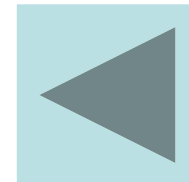
$$\text{Rendimento} = \eta = (Q_1 - Q_2) / Q_1 = 1 - Q_2 / Q_1$$

Poiché

$$Q_2 / Q_1 = T_2 / T_1$$

$$\text{Rendimento} = \eta = 1 - T_2 / T_1$$

Torna indietro



496. Il rendimento di una macchina termica si esprime:

- A) in calorie
- B) in joule
- C) in chilowattora
- D) con un numero puro**
- E) in erg



$$\eta = \text{Rendimento di una macchina termica} = \text{Lavoro prodotto} / \text{calore assorbito}$$

Lavoro e calore sono grandezze che hanno le dimensioni dell'energia: η è una grandezza adimensionale.