**Appunti di Termodinamica**

**Introduzione alla Termodinamica**

La **termodinamica** studia l'energia, le sue trasformazioni e i principi che governano questi processi. Si concentra su due forme principali di energia:

* **Calore (Q)**: energia trasferita a causa di una differenza di temperatura.
* **Lavoro (L)**: energia trasferita quando un sistema si espande o si comprime.

**Principi della Termodinamica**

**Principio Zero**

Se due sistemi sono in equilibrio termico con un terzo sistema, allora sono in equilibrio termico tra loro. Questo principio definisce la **temperatura** come proprietà fondamentale.

**Primo Principio della Termodinamica**

L'energia totale di un sistema può variare attraverso:

ΔEint=Q−L\Delta E\_{\text{int}} = Q - L

* **Energia interna (EintE\_{\text{int}})**: dipende dallo stato del sistema (es. temperatura).
* Q>0Q > 0: calore assorbito; Q<0Q < 0: calore ceduto.
* L>0L > 0: lavoro compiuto dal sistema; L<0L < 0: lavoro subito.

**Secondo Principio della Termodinamica**

Esistono limiti alle trasformazioni dell'energia:

1. **Enunciato di Kelvin-Planck**: Non è possibile trasformare tutto il calore assorbito in lavoro.
2. **Enunciato di Clausius**: È impossibile trasferire calore da un corpo più freddo a uno più caldo senza lavoro esterno.

* **Entropia**: una misura del disordine, tende ad aumentare nei processi spontanei.

**Trasformazioni Termodinamiche**

1. **Isobara**: Pressione costante, il lavoro dipende dalla variazione di volume.
2. **Isocora**: Volume costante, nessun lavoro compiuto.
3. **Isoterma**: Temperatura costante, l'energia interna non varia.
4. **Adiabatica**: Nessuno scambio di calore, il lavoro varia l'energia interna.

**Gas Perfetti**

Un gas perfetto segue l'equazione:

pV=nRTpV = nRT

* pp: pressione
* VV: volume
* TT: temperatura
* nn: numero di moli
* RR: costante universale dei gas.

**Macchine Termiche**

Le macchine termiche convertono **calore** in **lavoro** attraverso cicli ripetitivi:

* Non possono trasformare tutto il calore in lavoro a causa del **Secondo Principio della Termodinamica**.

**Esercizi svolti a lezione**

**Esercizio 1: Conversione di Temperature**

**Dato:** T = 30 \, ^\circ\text{C}  
**Calcoli:**

1. **Scala Kelvin:**

T(K)=T(°C)+273,15=30+273,15=303,15 KT(K) = T(°C) + 273,15 = 30 + 273,15 = 303,15 \, K

1. **Scala Fahrenheit:**

T(°F) = T(°C) \cdot \frac{9}{5} + 32 = 30 \cdot \frac{9}{5} + 32 = 86 \, ^\circ\text{F}

**Risultati:**

* **Kelvin:** 303,15 K303,15 \, K
* **Fahrenheit:** 86 \, ^\circ\text{F}

**Esercizio 2: Calore per Sciogliere il Ghiaccio**

**Dati forniti:**

* Massa: m=2 kgm = 2 \, \text{kg}
* Calore latente di fusione: λ=330 kJ/kg\lambda = 330 \, \text{kJ/kg}

**Formula:**

Q=m⋅λQ = m \cdot \lambda

**Calcolo:**

Q=2⋅330=660 kJQ = 2 \cdot 330 = 660 \, \text{kJ}

**Risultato:**  
Il calore necessario è 660 kJ660 \, \text{kJ}.

**Esercizio 3: Riscaldamento e Vaporizzazione dell’Acqua**

**Dati forniti:**

* Massa: m=3 kgm = 3 \, \text{kg}
* T\_i = 25 \, ^\circ\text{C}, \, T\_f = 100 \, ^\circ\text{C}
* Calore specifico: C=4186 J/kgKC = 4186 \, \text{J/kgK}
* Calore latente di vaporizzazione: E=2260000 J/kgE = 2260000 \, \text{J/kg}

**Calcoli:**

1. **Riscaldamento dell'acqua fino a 100∘C100^\circ\text{C}:**

Q1=m⋅C⋅(Tf−Ti)=3⋅4186⋅75=941850 JQ\_1 = m \cdot C \cdot (T\_f - T\_i) = 3 \cdot 4186 \cdot 75 = 941850 \, \text{J}

1. **Evaporazione completa:**

Q2=m⋅E=3⋅2260000=6780000 JQ\_2 = m \cdot E = 3 \cdot 2260000 = 6780000 \, \text{J}

1. **Calore totale:**

Qtotale=Q1+Q2=7721850 J=7721,85 kJQ\_{\text{totale}} = Q\_1 + Q\_2 = 7721850 \, \text{J} = 7721,85 \, \text{kJ}

**Risultato:**  
Il calore totale fornito è 7721,85 kJ7721,85 \, \text{kJ}.

**Esercizio 4: Temperatura di Equilibrio**

**Traccia:**  
Un contenitore contiene 239,0 g239,0 \, \text{g} di acqua a 70∘C70^\circ\text{C} e un cubetto di ghiaccio di 19,1 g19,1 \, \text{g} a −5∘C-5^\circ\text{C}. Determinare la temperatura di equilibrio.

**Calcoli:**

1. **Calore ceduto dall'acqua:**

Qa=ma⋅Ca⋅(Ta−Tf)=99945,4−999,4⋅TfQ\_a = m\_a \cdot C\_a \cdot (T\_a - T\_f) = 99945,4 - 999,4 \cdot T\_f

1. **Calore assorbito dal ghiaccio:**

Qg=6566,1+79,9⋅TfQ\_g = 6566,1 + 79,9 \cdot T\_f

1. **Equilibrio:**

Qa=Qg  ⟹  99945,4−999,4⋅Tf=6566,1+79,9⋅TfQ\_a = Q\_g \implies 99945,4 - 999,4 \cdot T\_f = 6566,1 + 79,9 \cdot T\_f

1. **Soluzione:**

Tf=93379,31079,3≈86,5∘CT\_f = \frac{93379,3}{1079,3} \approx 86,5^\circ\text{C}

**Risultato:**  
La temperatura di equilibrio è 86,5∘C86,5^\circ\text{C}.

**Esercizio 5: Raffreddamento e Congelamento dell’Acqua**

**Traccia:**  
Quanto calore deve sottrarre un frigorifero per trasformare 1.5 kg1.5 \, \text{kg} di acqua a 20∘C20^\circ\text{C} in ghiaccio a −12∘C-12^\circ\text{C}?

**Dati forniti:**

* Cacqua=4186 J/kgKC\_{\text{acqua}} = 4186 \, \text{J/kgK}
* Cghiaccio=2093 J/kgKC\_{\text{ghiaccio}} = 2093 \, \text{J/kgK}
* λ=333000 J/kg\lambda = 333000 \, \text{J/kg}

**Calcoli:**

1. **Raffreddamento acqua da 20∘C20^\circ\text{C} a ( 0^\circ\text{C}:**

Q1=−1.5⋅4186⋅20=−125580 JQ\_1 = - 1.5 \cdot 4186 \cdot 20 = - 125580 \, \text{J}

1. **Congelamento acqua a ( 0^\circ\text{C}:**

Q2=−1.5⋅333000=−499500 JQ\_2 = - 1.5 \cdot 333000 = - 499500 \, \text{J}

1. **Raffreddamento ghiaccio a ( -12^\circ\text{C}:**

Q3=−1.5⋅2093⋅12=−37674 JQ\_3 = - 1.5 \cdot 2093 \cdot 12 = - 37674 \, \text{J}

1. **Calore totale:**

Qtotale=−662754 J≈−662,8 kJQ\_{\text{totale}} = - 662754 \, \text{J} \approx - 662,8 \, \text{kJ}

**Risultato:**  
Il frigorifero deve sottrarre 662,8 kJ662,8 \, \text{kJ}.