

# Fisica Generale 1

*Termodinamica*

# Moodle

Quanti punti fissi sono necessari per tarare una termocoppia in cui la dipendenza della temperatura dalla differenza di potenziale è un polinomio del quarto ordine?

Scegli un'alternativa:

- a. 3
- b. 5
- c. 4
- d. 6

# Moodle

Qual è la lunghezza  $L$  minima di un termometro al mercurio affinché una differenza di temperatura di  $1^\circ\text{C}$  comporti una variazione di lunghezza della colonnina di mercurio di  $1\text{ mm}$ ?

(Il termometro è costituito da un cilindro cavo a sezione costante, all'interno del quale si trova il mercurio.)

Il mercurio ha coefficiente di dilatazione cubica pari a  $1.8 \times 10^{-4} \text{ 1/K}$

Scegli un'alternativa:

- a. 5.6 m
- b. 46 cm
- c. 15 cm
- d. 12 mm

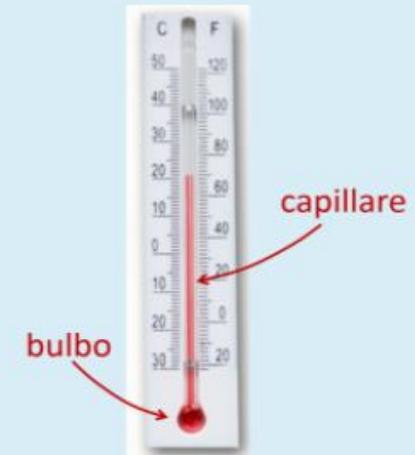
Un termometro al mercurio è costituito da un bulbo sferico di raggio  $R_b=2.5\text{ mm}$  e un capillare con sezione costante di raggio  $R_c=0.05\text{ mm}$ . A  $-20^\circ\text{C}$  tutto il mercurio si trova dentro al bulbo e lo riempie completamente.

A  $60^\circ\text{C}$  quanto sarà alta la colonnina di mercurio?

(Il mercurio ha coefficiente di dilatazione cubica pari a  $1.8 \times 10^{-4} \text{ 1/K}$ )

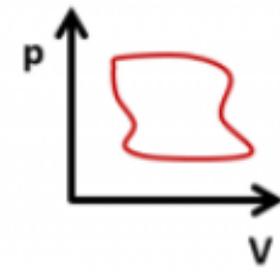
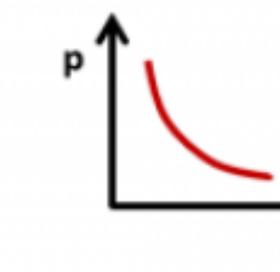
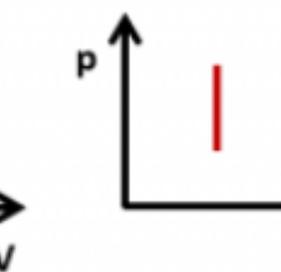
Scegli un'alternativa:

- a. 1.5 m
- b. 12 cm
- c. 0.5 mm
- d. 75 cm



# Moodle

Trascina il nome corretto della trasformazione (per un gas perfetto) sotto il corrispettivo grafico p-V

				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ciclica	Isoterma	Isobara	Isocora	Non quasi-statica

# Moodle

In 1.00 kg di acqua a 80.0°C vengono versati 100 g di ghiaccio fondente e 200 g di ghiaccio a -40.0°C.

Si calcoli la temperatura della miscela all'equilibrio termico.

[Si usino i seguenti valori approssimati:

calore specifico del ghiaccio: 2093 J/(kg K)

calore specifico dell'acqua: 4180 J/(kg K)

calore latente di fusione del ghiaccio:  $3.35 \times 10^5$  J/kg]

Scegli un'alternativa:

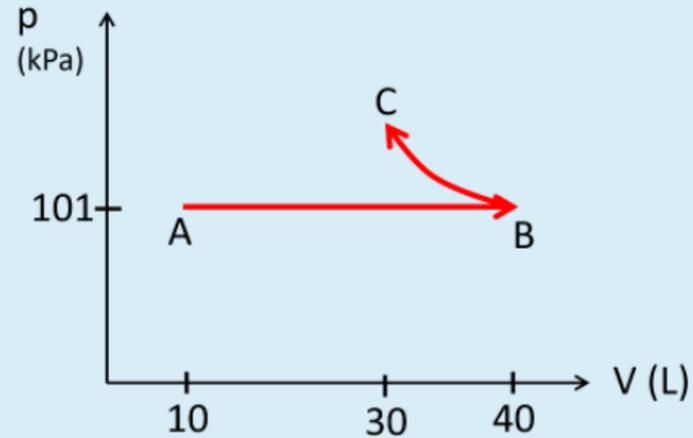
- a. -10°C
- b. 0°C
- c. 40°C
- d. 10°C

# Moodle

Una mole di gas perfetto compie un'espansione isobara dallo stato A allo stato B e una compressione isoterma da B a C, come indicato in figura. Quanto vale la pressione nel punto C?

Scegli un'alternativa:

- a. 142 kPa
- b. 135 kPa
- c. 156 kPa
- d. 127 kPa



# Trasferimenti di Energia

Calore e Lavoro

$Q > 0$  assorbito dal sistema }  $Q - W$  "ENERGIA NETTA"  
 $W > 0$  compiuto dal sistema

$Q - W$  dipende dalla TRASFORMAZIONE?

Q

~~$Q_v = mc_v \Delta T$~~   
 $Q_p = mc_p \Delta T$

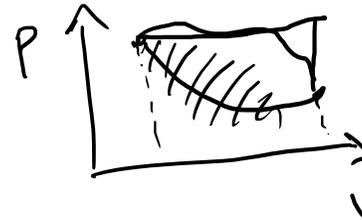
Gas  $c_v \neq c_p$

$$Q_1 = mc_v (T_1 - T_i) + mc_p (T_f - T_1)$$

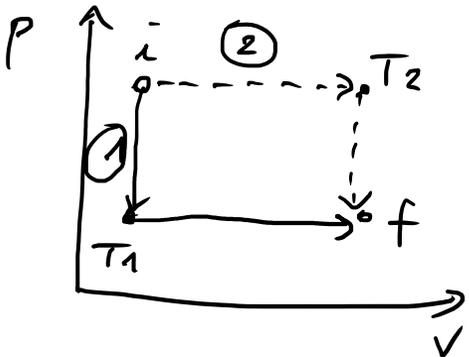
$$Q_2 = mc_p (T_2 - T_i) + mc_v (T_f - T_2)$$

Q dipende dalla Trastf.

W



W dipende dalla Trastf.



# Trasferimenti di Energia

Calore e Lavoro

$$\Delta U = Q - W \quad \underline{\text{NON}} \text{ dipende dalla TRASFORMAZIONE}$$



ENERGIA INTERNA

$$\Delta U = U(f) - U(i) \longrightarrow \text{Funzione di STATO}$$

# Primo principio della Termodinamica

*Enunciato*

# Primo principio della Termodinamica

*Enunciato*

In una trasformazione in cui la quantità di calore  $Q$  viene fornita al sistema e il lavoro  $W$  viene compiuto dal sistema, l'energia totale trasferita al sistema è pari alla variazione dell'energia interna  $\Delta U$  del sistema stesso

# Primo principio della Termodinamica

*Enunciato*

In una trasformazione in cui la quantità di calore  $Q$  viene fornita al sistema e il lavoro  $W$  viene compiuto dal sistema, l'energia totale trasferita al sistema è pari alla variazione dell'energia interna  $\Delta U$  del sistema stesso

$$\Delta U = U_f - U_i = Q - W$$

# Primo principio della Termodinamica

Conseguenze: Energia Interna

Ogni molecola  $\left. \begin{array}{l} K \\ V \end{array} \right\} \rightarrow U$  (energia interna)

Gas perfetto  $V \approx 0$

$$\boxed{\Delta U = Q - W}$$

$$U_f - U_i$$

$$\boxed{dU = \delta Q - \delta W}$$

1)  $U(P, V, T)$

2)  $U$  definita a meno di una costante

# Primo principio della Termodinamica

*Esercizio*

# Primo principio della Termodinamica

## Esercizio

Calcolare la variazione di energia interna dell'acqua (in fase liquida) tra il punto normale di fusione e quello di ebollizione.

**N.B.** Le piccole variazioni di volume subite dall'acqua sono trascurabili.

$$\Delta U = Q - W \quad 1 \text{ mole}$$

$$W = 0$$

$$Q = m \cdot c_A \cdot \Delta T = 7.52 \text{ kJ} = \Delta U$$

18g      4180      100°C

# Primo principio della Termodinamica

*Esercizio*

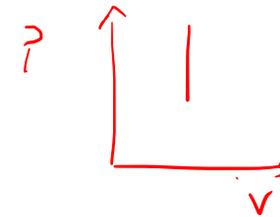
Calcolare la variazione di energia interna di una mole di acqua (in fase liquida) tra il punto normale di fusione e quello di ebollizione.

**N.B.** Le piccole variazioni di volume subite dall'acqua sono trascurabili.

$$W = 0$$

$$\Delta U = Q = m c \Delta T = 7,52 \text{ kJ}$$

18g      4180      100



# Primo principio della Termodinamica

## Applicazioni

### 1) Trasformazione Isocora

$$\Delta U = Q - W$$

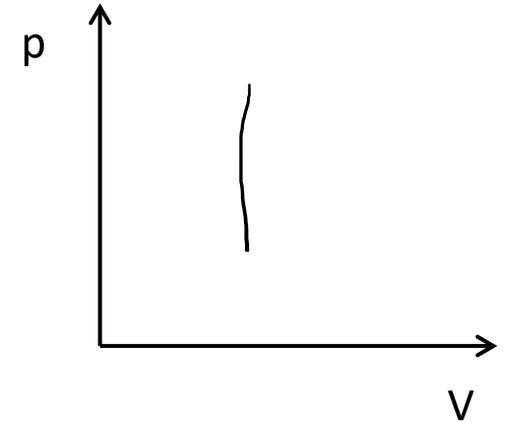
$$W = 0$$

$$\Delta U = Q$$

$$\begin{aligned}\Delta u &= Q = m C_v \Delta T \\ &= n C_v \cdot \Delta T\end{aligned}$$

$$dU = m c_v dT$$

$$dU = n C_v dT$$



# Primo principio della Termodinamica

## Applicazioni

### 2) Trasformazione Isobara

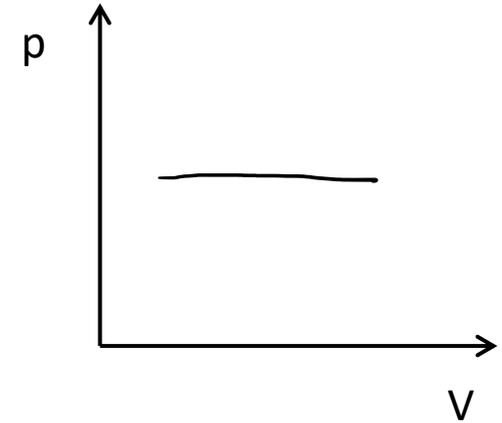
$$\Delta u = Q - W$$

$$Q = mC_p \Delta T$$
$$= nC_p \Delta T$$

$$W = p \Delta V$$

$$\Delta u = mC_p \Delta T - p \Delta V$$

$$du = mC_p dT - p dV$$



# Primo principio della Termodinamica

Applicazioni

## 3) Trasformazione Ciclica

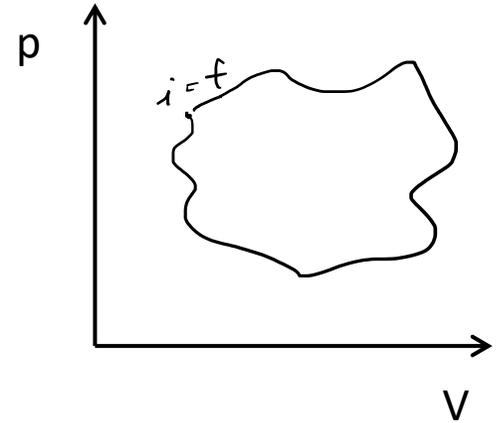
$$\Delta U = 0$$

FUNZIONE di STATO

$$\Delta U = U(f) - U(i) = 0$$

$$\Delta U = Q - W$$

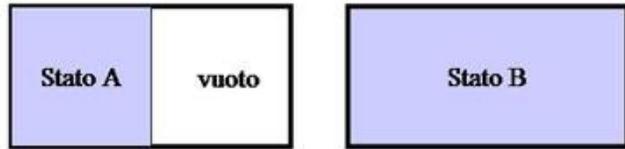
$$Q = W$$



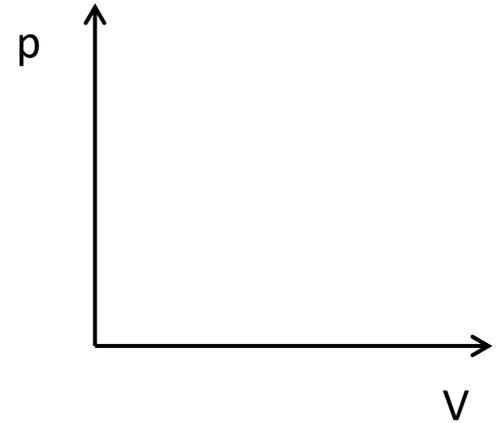
# Primo principio della Termodinamica

## Applicazioni

### 4) Espansione Libera



↑  
adiabatiche



$$\Delta U = Q - W = 0 \longrightarrow U(p_i, V_i, T_i) = U(p_f, V_f, T_f)$$

↑        ↑  
0        0

$$U(V_i, T_i) = U(V_f, T_f)$$

GAS PERFETTO  $\rightarrow T_i = T_f = T$   
 $V_i \neq V_f$

$$U(V_i, T) = U(V_f, T) \longrightarrow \text{non dipende dal volume}$$

# Primo principio della Termodinamica

## Applicazioni

### 4) Espansione Libera

GAS PERFETTO  $\rightarrow$   $U(T)$

1)  $U$  funzione di stato  $\rightarrow$

2) gas perfetto  $U(T)$

3) ISOCORA  $W=0$

$$\underline{\Delta U = Q = n C_v \Delta T}$$

$$= n C_v \Delta T$$

$$dU = n C_v dT$$

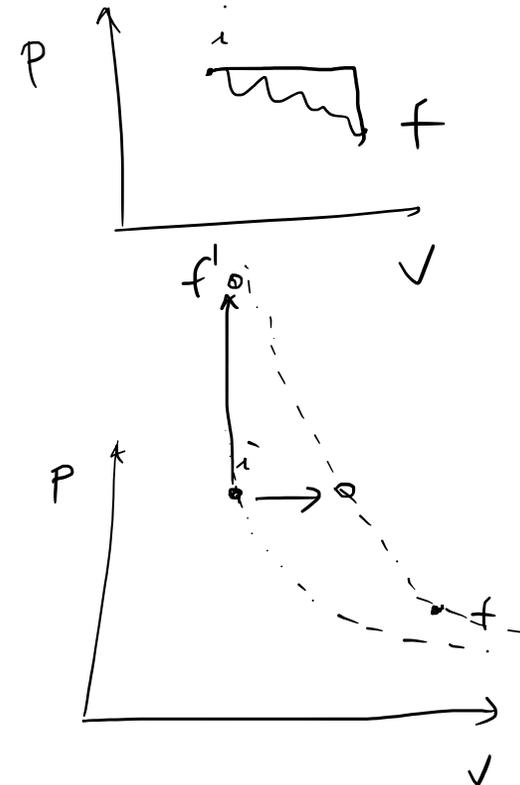
$$= n C_v dT$$

GENERALE

$$dU = \delta Q - \delta W$$

$$\delta Q = dU + \delta W$$

$$= n C_v dT + p dV$$



$$pV = nRT$$

$$p = \frac{nRT}{V}$$

# Primo principio della Termodinamica

Applicazioni

$$C_p, C_v$$

$$1) dU = n C_v dT$$

$$2) pV = nRT$$

$$pdV + Vdp = nRdT$$

↓ ISOBARA

$$pdV = nRdT \rightarrow \left( p \frac{dV}{dT} \right) = nR$$

$$3) dU = \delta Q - \delta W$$

$\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   
 $n C_v dT$   $n C_p dT$   $pdV$

$$nC_v dT = nC_p dT - pdV$$

$$C_v = C_p - \frac{pdV}{n dT}$$

$$C_p = C_v + \frac{1}{n} p \frac{dV}{dT}$$

$$C_p = C_v + \frac{1}{\gamma} \cdot \gamma R$$

$$\boxed{C_p = C_v + R}$$

RELAZIONE di  
MAYER