



Università
degli Studi
di Ferrara

Dipartimento di Matematica e Informatica

20/05/22

Tutorato didattico di Fisica per LT Informatica

A.A. 2021 – 2022

Tutor: Martina Natali

Contatti:

martina01.natali@edu.unife.it

Classroom del corso

FORMULARIO

$$\begin{array}{ccccc} \text{CALORE} & \leftarrow & Q = c m \Delta T & \rightarrow & \text{DIFFERENZA} \\ [J] & & & & \text{DI TEMPERATURA} \\ & & \swarrow & \searrow & [^{\circ}\text{C}] \text{ o } [K] \\ & & \text{CALORE} & & \text{MASSA} \\ & & \text{SPECIFICO} & & [kg] \\ & & [J \text{ kg}^{-1} K^{-1}] & & \end{array}$$

SE AGGIUNGO CALORE AD UN SISTEMA OTTENDO
UNA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA DEL SISTEMA

$$c_A = 4186 \text{ J kg}^{-1} K^{-1}$$

TRANSIZIONI DI FASE

$$\begin{array}{ccc} \text{CALORE} \leftarrow & Q = m L & \rightarrow \text{CALORE LATENTE} \\ [J] & \swarrow & [J \text{ kg}^{-1}] \\ & \text{MASSA} & \\ & [\text{kg}] & \end{array}$$

- NELLE TRANSIZIONI DI FASE LA TEMPERATURA NON CAMBIA

EQUILIBRIO TERMICO

$$\begin{array}{ccc} \text{TEMPERATURA} & \leftarrow & T_{\text{EQ}} = \frac{\sum_i c_i m_i T_i}{\sum_i c_i m_i} \\ \text{DI EQUILIBRIO} & & \\ [K] \text{ o } [^{\circ}\text{C}] & & \end{array}$$

I PRINCIPIO

$$\text{CALORE} \leftarrow Q = \Delta U + L$$

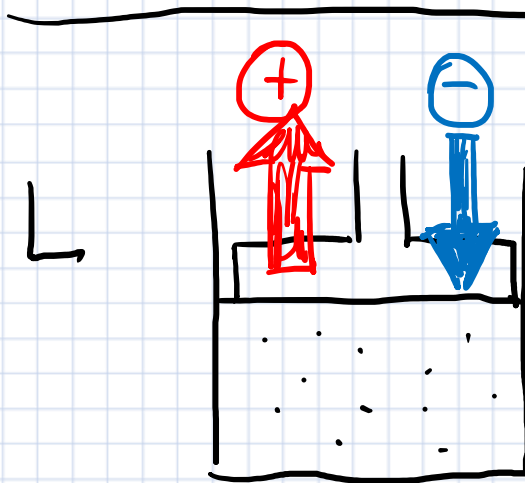
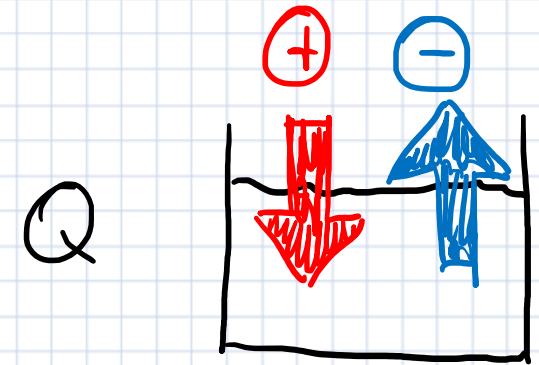
$[J]$

\downarrow
VARIAZIONE
EN. INTERNA
 $[J]$

\downarrow
LAVORO
 $[J]$

- DIPENDE DALLA VARIAZIONE DI TEMPERATURA
- L'ENERGIA INTERNA DIPENDE SOLO DALLA TEMPERATURA

CONVENZIONE
SUI SEGNI DI
CALORE E LAVORO



EQUAZIONE DI STATO DEI GAS PERFETTI

$$\begin{array}{ccccc} \text{PRESSIONE} \leftarrow P & V & = & n & R T \rightarrow \text{TEMPERATURA [K]} \\ \text{[Pa]} & \downarrow & & \downarrow & \text{ASSOLUTA} \\ & \text{VOLUME} & & \text{n. MOLI} & \\ & \text{[m}^3\text{]} & & \text{[mol]} & \\ & & & & \text{CONSTANTE DEI} \\ & & & & \text{GAS PERFETTI} \\ & & & & R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} ^\circ\text{C} & \rightarrow & \text{K} \\ 1^\circ\text{C} & = & 273.15 \text{ K} = (1 + 273.15) \text{ K} \\ 0^\circ\text{C} & = & 273.15 \text{ K} \end{array}$$

Un campione di rame di 50 g si trova a 25 °C. Se gli viene fornita una quantità di calore pari a 1200 J, quale sarà la temperatura finale? ($c_{\text{Cu}} = 386 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

$$\begin{aligned} Q &= cm \Delta T \\ &= c m (T_f - T_i) \end{aligned}$$

GOAL

$$Q = cm T_f - cm T_i \rightarrow Q + cm T_i = cm T_f \quad / cm$$

$$\frac{Q}{cm} + T_i = T_f = 87.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$m = 50 \text{ g} = 0.050 \text{ kg}$$

$$T_i = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 1200 \text{ J}$$

$$T_f = ?$$

Un pezzo di metallo da 0.05 kg è riscaldato a 200 °C e poi immerso in un secchio con 0.4 kg di acqua inizialmente a 20 °C. La temperatura finale di equilibrio del sistema è 22.4 °C: qual è il calore specifico del metallo?

$$Q = cm\Delta T$$

$$T_{eq} = \frac{\sum c_i m_i T_i}{\sum c_i m_i}$$

$$T_{eq} = \frac{c_M m_M T_M + c_A m_A T_A}{c_M m_M + c_A m_A}$$

$$M = \text{METALLO} \quad A = \text{ACQUA}$$

$$m_M = 0.05 \text{ kg}$$

$$m_A = 0.4 \text{ kg}$$

$$T_M = 200^\circ \text{C} = 473 \text{ K}$$

$$T_A = 20^\circ \text{C} = 293 \text{ K}$$

$$T_{eq} = 22.4^\circ \text{C} = 295 \text{ K}$$

$$c_M = ?$$

$$c_A = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T_{eq} = \frac{C_M m_M T_M + C_A m_A T_A}{C_M m_M + C_A m_A}$$

$$(C_M m_M T_{eq} + C_A m_A T_{eq}) = (C_M m_M T_M + C_A m_A T_A)$$

$$C_M m_M T_{eq} - C_M m_M T_M = -C_A m_A T_{eq} + C_A m_A T_A$$

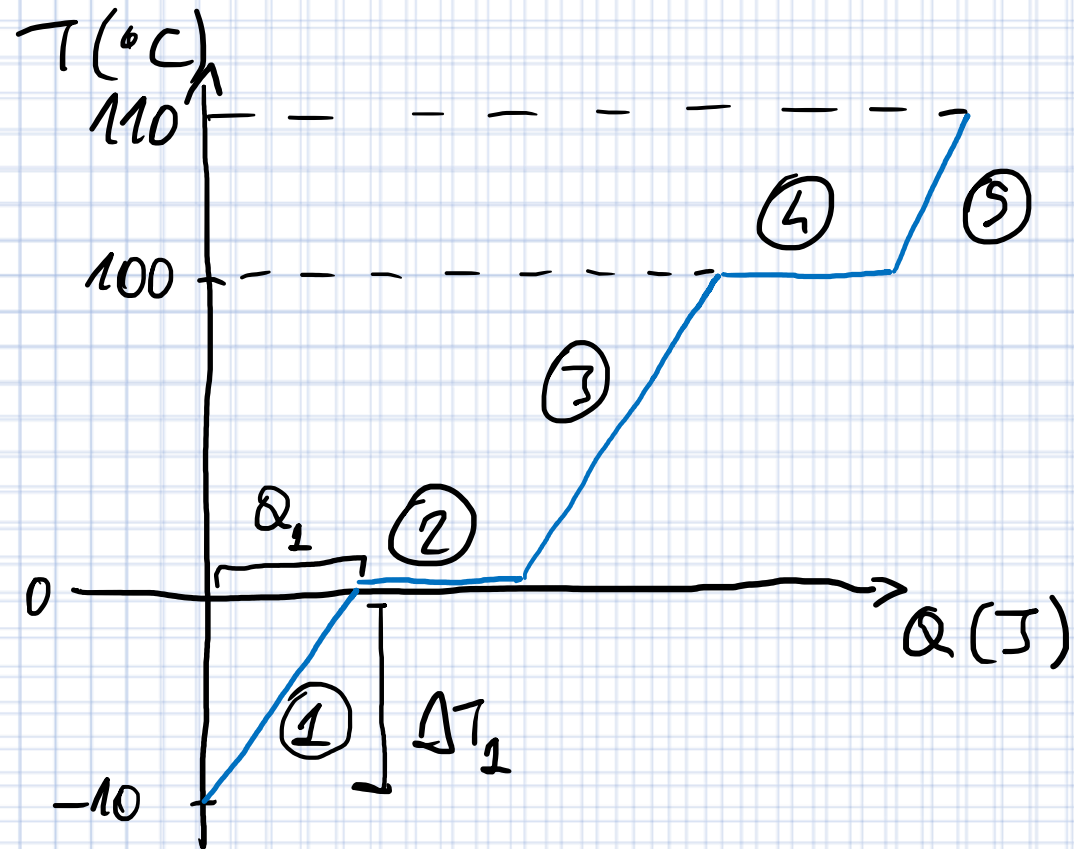
$$\underbrace{C_M m_M (T_{eq} - T_M)} = C_A m_A (-T_{eq} + T_A)$$

$$C_M = \frac{C_A m_A (-T_{eq} + T_A)}{m_M (T_{eq} - T_M)} = \frac{(4186 \times 0.4) (-295 + 293)}{0.05 (295 - 473)} =$$

$$= 376 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Quanta energia termica è necessaria per trasformare un cubetto di ghiaccio di 40 g a -10°C in vapore a 110°C ?

TRANSIZIONI DI FASE



$$m = 0.04 \text{ kg}$$

$$T_i = -10^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 110^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{TOT}} = ?$$

G = GHIACCIO

A = ACQUA

V = VAPORE

$$\textcircled{1} \quad Q_1 = c_G m \Delta T_1$$

$$\textcircled{2} \quad Q_2 = m L_{GA}$$

$$\textcircled{3} \quad Q_3 = c_A m \Delta T_3$$

$$\textcircled{4} \quad Q_4 = m L_{AV}$$

$$\textcircled{5} \quad Q_5 = c_V m \Delta T_5$$

$$\boxed{Q_{\text{TOT}}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

$$\Delta T_2 = 10^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_3 = 100^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_5 = 10^\circ \text{C}$$

$$C_G = 2090 \text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$$

$$C_A = 4186 \text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$$

$$C_V = 2010 \text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$$

$$L_{GA} = 3.33 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$$

$$L_{AV} = 2.26 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$$

$$Q_1 = C_G m \Delta T_1 = 2090 \times 0.04 \times 10 = 836 \text{ J}$$

$$Q_2 = m L_{GA} = 0.04 \times 3.33 \times 10^5 = 1.33 \times 10^4 \text{ J}$$

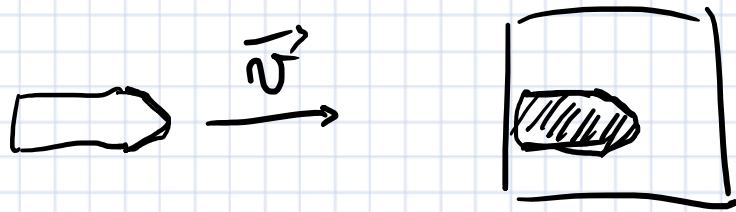
$$Q_3 = C_A m \Delta T_3 = 4186 \times 0.04 \times 100 = 1.67 \times 10^4 \text{ J}$$

$$Q_4 = m L_{AV} = 0.04 \times 2.26 \times 10^6 = 9.04 \times 10^4 \text{ J}$$

$$Q_5 = C_V m \Delta T_5 = 2010 \times 0.04 \times 10 = 804 \text{ J}$$

$$Q_{\text{tot}} = 1.22 \times 10^5 \text{ J}$$

13) Il calore specifico dell'argento è $234 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$. Se un proiettile in argento avente massa 4 g viene sparato in un materiale isolante con velocità di 300 m/s e si ferma, quale sarà l'incremento di temperatura del proiettile in $^\circ\text{C}$?



$$C_{Ag} = 234 \text{ J kg}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$m = 0.004 \text{ kg}$$

$$v = 300 \text{ m/s}$$

$$\Delta T = ?$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = K \rightarrow Q = C_{Ag} m \Delta T$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = C_{Ag} m \Delta T \rightarrow \Delta T = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{C_{Ag} m} = \frac{1}{2} \frac{v^2}{C_{Ag}}$$

$$= 0.5 \times \frac{300^2}{234} = 192 ^\circ\text{C}$$

Si comprime un gas alla pressione costante di 0.8 atm da un volume di 9 litri a un volume finale di 2 litri. Nel processo, 400 J di energia termica sono ceduti al gas.

- qual è il lavoro compiuto dal gas?
- qual è la variazione di energia interna del gas?

$$(1 \text{ dm})^3 = 1000 \text{ dm}^3$$

$$(0.1 \text{ m})^3 = 0.1^3 \text{ m}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

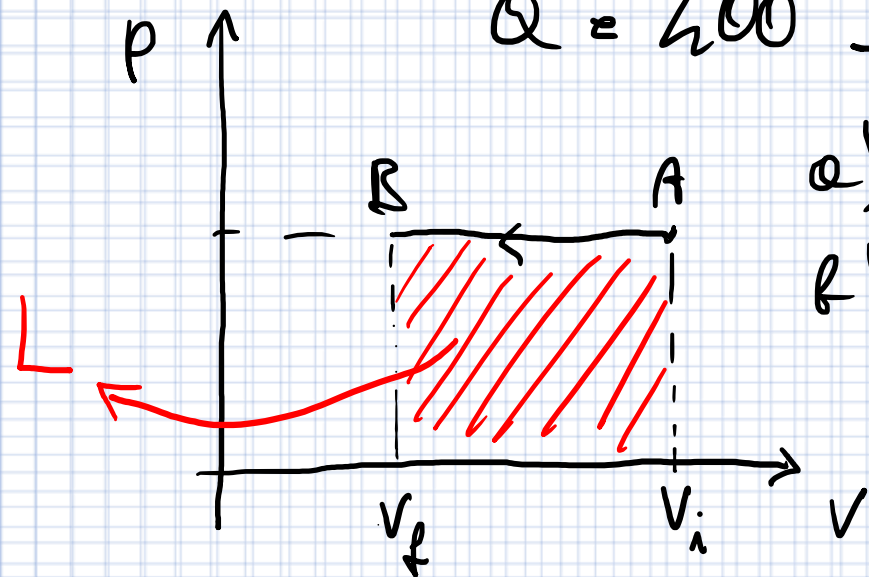
$$p = 0.8 \text{ atm} = 0.8 \times 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} = 80800 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_i = 9 \text{ L} = 9 \text{ dm}^3 = 9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_f = 2 \text{ L} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$Q = 400 \text{ J}$$



a) L ?
b) ΔU ?

L	$\begin{matrix} ? \\ < \\ > \end{matrix}$	0	$L < 0$	GAS VIENE COMPRESO
Q	$\begin{matrix} ? \\ \geq \\ < \end{matrix}$	0	$Q > 0$	CALORE VIENE FORNITO

$$\underline{L = p \Delta V} = (10100 \text{ Pa}) (2-9) \times 10^{-3} \text{ m}^3 =$$

LAVORO IN
UNA TRASFORMAZIONE
ISOBARA

$$= -566 \text{ J} < 0$$

$$L = \int_{V_i}^{V_f} p dV = p \int_{V_i}^{V_f} dV = p V \Big|_{V_i}^{V_f} = p (V_f - V_i)$$

b) ΔU ?

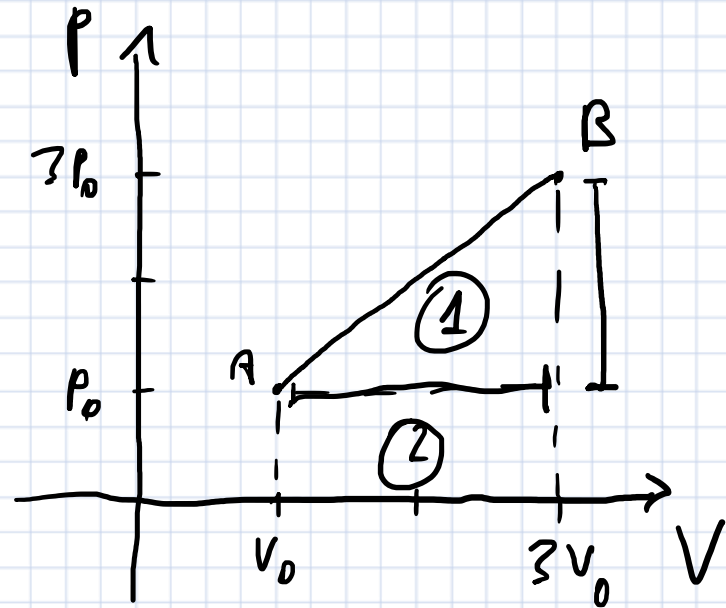
$$\Delta U = Q - L$$

$$Q = \Delta U + L$$

$$\boxed{\Delta U} = \overset{\checkmark}{Q} - \overset{\checkmark}{L} = 400 \text{ J} - (-566 \text{ J}) =$$
$$= 400 \text{ J} + 566 \text{ J} = 966 \text{ J}$$

Una mole di gas perfetto è riscaldata lentamente dallo stato (P_0, V_0) allo stato $(3P_0, 3V_0)$ in modo che la pressione sia direttamente proporzionale al volume.

a) Quanto lavoro viene svolto durante la trasformazione?



$$A_1 = (2V_0)(2P_0) \cdot \frac{1}{2} = 2V_0P_0$$

$$A = (P_0, V_0)$$

$$B = (3P_0, 3V_0)$$

$$P \propto V$$

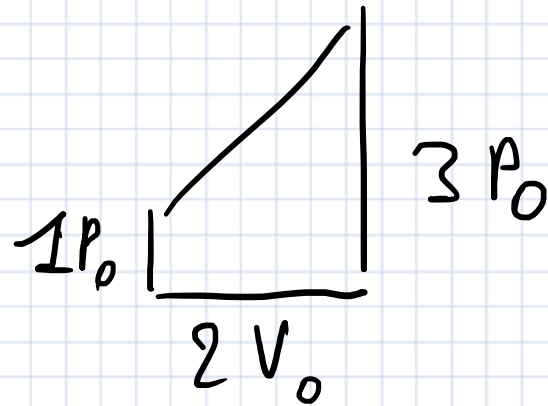
$$L?$$

$$L = A_1 + A_2$$

$$A_1 = (3V_0 - V_0)(3P_0 - P_0) \frac{1}{2}$$

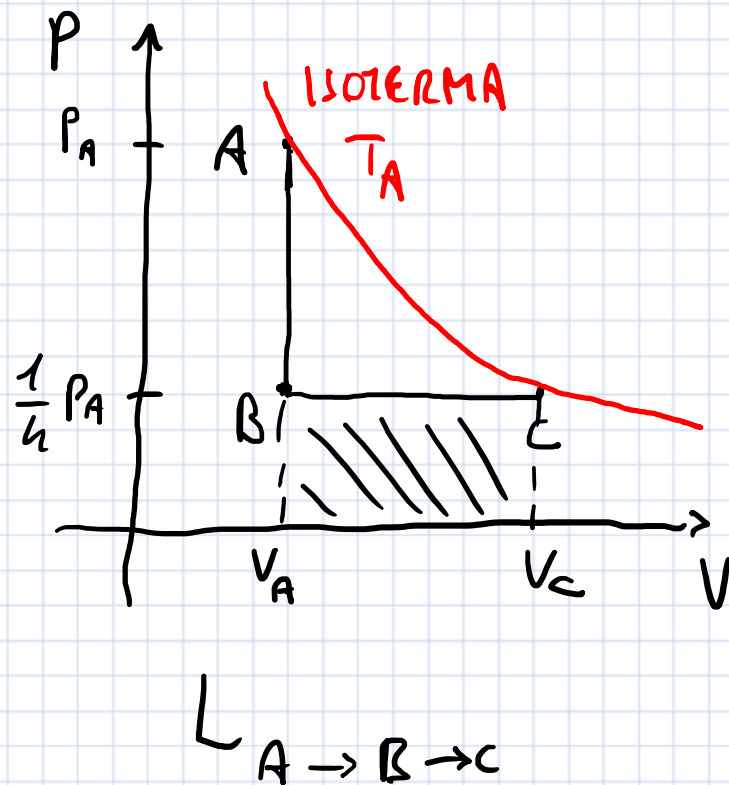
$$A_2 = P_0(3V_0 - V_0) = 2P_0V_0$$

$$\rightarrow L = A_1 + A_2 = 4V_0P_0$$



$$(3P_0 + 1P_0)(2V_0) \frac{1}{2} =$$
$$= (4P_0)V_0 = 4P_0V_0$$

Una mole di gas perfetto, inizialmente a 300 K, è raffreddata a volume costante finché la sua pressione finale è un quarto di quella iniziale. Poi, il gas si espande a pressione costante finché raggiunge la temperatura iniziale. Determinare il lavoro svolto.



$$T_A = 300 \text{ K} \quad n = 1$$

ISOCORA $A \rightarrow B$

$$P_B = \frac{1}{4} P_A$$

ISOBARA $B \rightarrow C$

$$T_C = T_A$$

ISOTERME: $pV = nRT$
(PROPORZIONALITÀ INVERSA
TRA PRESSIONE E VOLUME)

L?

$$L_{A \rightarrow B} = 0$$

$$\boxed{L_{B \rightarrow C}} = \frac{1}{\gamma} P_A^? (V_C^? - V_B^{\checkmark})$$

$$T_A = 300 \text{ K}$$

GOM

CONOSCO T E CONOSCO $n \Rightarrow pV = nRT$

VALE IN OGNI PUNTO DEL PIANO $P-V$

$$A: P_A V_A = nRT_A \rightarrow V_A = \frac{nRT_A}{P_A} = V_B$$

$$C: P_C V_C = nRT_C = nRT_A \rightarrow V_C = \frac{nRT_A}{P_C} = \frac{nRT_A}{\frac{1}{\gamma} P_A}$$

$$\begin{aligned}
L_{B \rightarrow C} &= \frac{1}{4} p_A (V_C - V_B) = \\
&= \frac{1}{4} p_A \left(\frac{4 n R T_A}{p_A} - \frac{n R T_A}{p_A} \right) = \frac{1}{4} \cancel{p_A} \left(\frac{3 n R T_A}{\cancel{p_A}} \right) \\
&= \frac{3}{4} n R T_A = \frac{3}{4} \times 1 \times 8,31 \times 300 = \\
&= 1870 \text{ J} = 1,87 \times 10^3 \text{ J}
\end{aligned}$$

~~17~~ Un pezzo 5 kg di piombo (calore specifico 0,03 cal/g °C) con temperatura di 80 °C viene aggiunto a 500 g di acqua alla temperatura di 20 °C. Quale sarà la temperatura finale del sistema in °C?

~~42~~) Un proiettile di piombo da 25 g a 0 °C si muove a 375 m/s e colpisce un blocco di ghiaccio a 0 °C. Quanto ghiaccio (in kg) viene sciolto, se tutta l'energia cinetica del proiettile viene convertita in calore? Il blocco di ghiaccio non si muove (il calore latente di fusione del ghiaccio è di 80 kcal/kg e il calore specifico del piombo è 0.0305 kcal/kg °C. 1 cal = 4.186 J).

Una mole di gas inizialmente alla pressione di 2 atm e al volume di 0.3 litri ha un'energia interna di 91 J. Nel suo stato finale, la pressione è di 1.5 atm, il volume 0.8 litri e l'energia interna è 182 J. Per i percorsi IAF, IBF, IF, calcolare:

- lavoro compiuto dal gas
- energia termica netta scambiata durante la trasformazione

