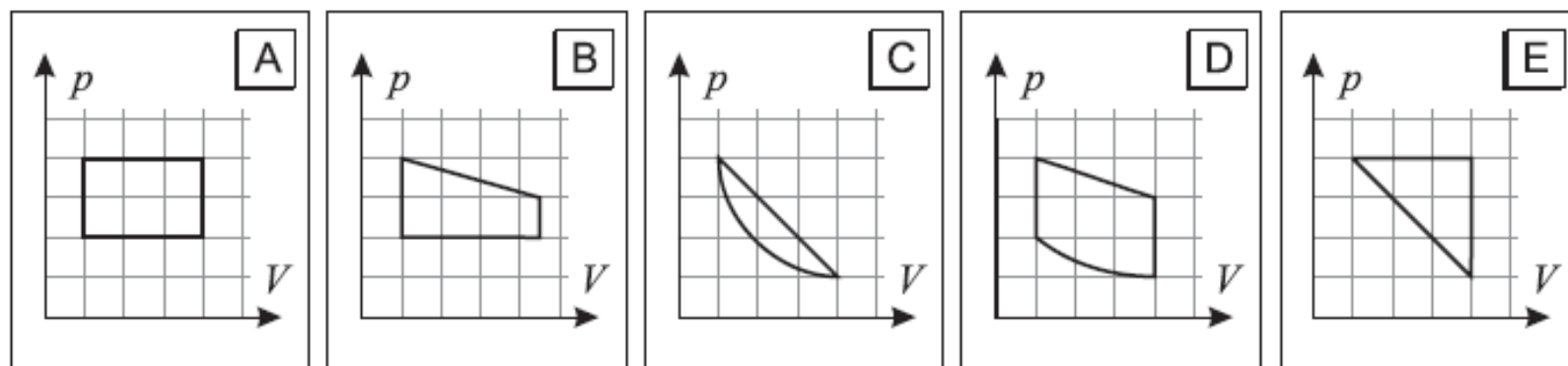


In quale ciclo è maggiore la quantità di calore scambiato dalla sostanza termodinamica con l'ambiente?



Un recipiente con le pareti rigide contiene una certa quantità di un gas perfetto a  $20^{\circ}\text{C}$ .

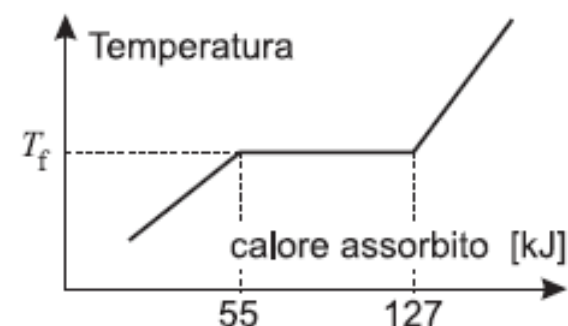
Se la temperatura del gas viene portata a  $70^{\circ}\text{C}$  di quanto è variata percentualmente la sua pressione?

- ☐ A 0.71 %     
 ☐ B 2.5 %     
 ☐ C 15 %     
 ☐ D 17 %     
 ☐ E 250 %

Il diagramma a destra indica l'andamento della temperatura in funzione del calore assorbito da un oggetto di 3 kg di una sostanza pura inizialmente in fase solida. Tale sostanza riceve calore da una sorgente termica ad un tasso costante nel tempo.

Nella tabella seguente sono raccolte alcune proprietà caratteristiche di cinque sostanze.

- Sapendo che la sostanza considerata è una di quelle in tabella, di quale si tratta?



|                            | Sostanza | Calore Specifico<br>[J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ] | Calore latente<br>[kJ kg <sup>-1</sup> ] | Temperatura di fusione<br>[K] |
|----------------------------|----------|---|--|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A | Ferro    | 440   | 234                                      | 1808                          |
| <input type="checkbox"/> B | Mercurio | 140   | 12                                       | 234                           |
| <input type="checkbox"/> C | Piombo   | 129   | 24                                       | 601                           |
| <input type="checkbox"/> D | Rame     | 385   | 212                                      | 1358                          |
| <input type="checkbox"/> E | Zinco    | 390   | 101                                      | 693                           |

Un motore di Carnot funziona tra le temperature  $t_1 = 50^\circ\text{C}$  e  $t_2 = 300^\circ\text{C}$ . In ogni ciclo sviluppa 6.1 kJ di lavoro.

Quanto calore assorbe?

- ☐ A  $Q = 0.44 \text{ kJ}$     ☐ B  $Q = 0.84 \text{ kJ}$     ☐ C  $Q = 7.2 \text{ kJ}$     ☐ D  $Q = 14 \text{ kJ}$     ☐ E  $Q = 99 \text{ kJ}$

Un lingotto di piombo di massa  $m = 1$  kg viene portato alla temperatura di  $80^{\circ}\text{C}$  e poi immerso in 2 L d'acqua a  $20^{\circ}\text{C}$ .

- Se si considerano trascurabili le dispersioni di calore, la temperatura del lingotto, una volta stabilito l'equilibrio, è

☐ A  $21^{\circ}\text{C}$       ☐ B  $28^{\circ}\text{C}$       ☐ C  $40^{\circ}\text{C}$       ☐ D  $53^{\circ}\text{C}$       ☐ E  $64^{\circ}\text{C}$

Per rinfrescare una bevanda si possono aggiungere 10 g d'acqua a  $0^{\circ}\text{C}$  oppure 10 g di ghiaccio sempre a  $0^{\circ}\text{C}$ .

- Quale tra questi due metodi consente di raffreddare di più la bevanda?

- ☐ A Il secondo, perché il ghiaccio fonde lentamente e la bevanda resta fresca più a lungo.
- ☐ B Il secondo, perché il ghiaccio assorbe dell'energia.
- ☐ C Il secondo, perché il ghiaccio resta in superficie e ciò riduce il riscaldamento da parte dell'ambiente.
- ☐ D Il secondo, perché l'acqua di fusione del ghiaccio scende sul fondo del bicchiere e assicura un raffreddamento più omogeneo.
- ☐ E I due metodi sono equivalenti.

Una massa  $m$  di un liquido sconosciuto viene riscaldata utilizzando una quantità  $Q$  di calore, producendo un aumento di temperatura di  $8.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  senza che ci sia un cambiamento di fase.

- Se  $m = 0.010\text{ kg}$  e  $Q = 0.032\text{ kJ}$ , qual è il calore specifico del liquido?

☐ A  $0.004\text{ kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$

☐ C  $26\text{ kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$

☐ E  $4.18\text{ kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$

☐ B  $0.40\text{ kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$

☐ D  $260\text{ kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$

La velocità di evaporazione di una certa quantità d'acqua dipende...

- 1 – ...dall'umidità dell'aria al di sopra dell'acqua.
- 2 – ...dall'area della superficie dell'acqua in contatto con l'aria.
- 3 – ...dalla temperatura dell'acqua.

- Quali delle affermazioni precedenti sono vere?

☐ A Tutte e tre.

☐ C Solo la 2 e la 3.

☐ E Solo la 3.

☐ B Solo la 1 e la 2.

☐ D Solo la 1.

Una tazzina isolante mantiene caldo il caffè a lungo. Se però vi immergiamo un cucchiaino metallico molto freddo, questo si scalda mentre il caffè si raffredda un po' fino a che entrambi raggiungono la stessa temperatura. Si considerino cinque cucchiaini fatti di metalli diversi, di uguale volume e temperatura iniziale. Nella tabella seguente sono indicati, per ciascun cucchiaino, il calore specifico del metallo e la massa.

- Per quale cucchiaino si avrà la temperatura di equilibrio più bassa?

|   | metallo      | $c$ [ $\text{kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ ] | $m$ [ $\text{g}$ ] |
|---|--------------|---|--------------------|
| A | Acciaio inox | 0.45                                      | 15.8               |
| B | Alluminio    | 0.89                                      | 5.4                |
| C | Argento      | 0.24                                      | 21.0               |
| D | Oro          | 0.13                                      | 39.0               |
| E | Rame         | 0.38                                      | 17.9               |

Tra tutte le macchine termiche che scambiano calore con due sorgenti a temperature fissate  $T_1$  e  $T_2$ , il rendimento di quelle che sfruttano il ciclo di Carnot...

- ☐ A ... è uguale a 1 (ossia al 100 %).
- ☐ B ... è il maggiore.
- ☐ C ... è uguale a quello di qualunque altro motore termico.
- ☐ D ... è il minore.
- ☐ E ... dipende dal progetto del motore.

- Il calore può fluire da una regione a temperatura più bassa verso una regione a temperatura più alta se...

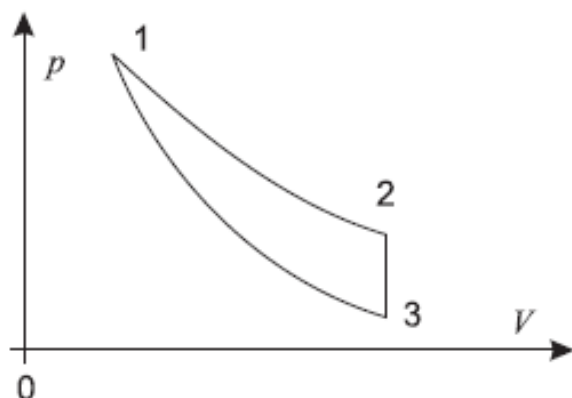
- ☐ A ...il calore specifico della regione più fredda è maggiore di quello della regione più calda.
- ☐ B ...la temperatura della regione più fredda è vicina allo zero assoluto.
- ☐ C ...si fa del lavoro per generare il flusso di calore.
- ☐ D ...la regione più fredda è allo stato liquido, la regione più calda è allo stato solido.
- ☐ E ...la sorgente più fredda viene collocata al di sotto di quella più calda.

Un congelatore utilizza l'evaporazione dell'ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) nelle serpentine per raffreddare l'ambiente interno.

Quanta ammoniaca deve evaporare per sottrarre dal sistema una quantità di calore pari a 6850 kJ?

- |                                    |                                    |                                   |                                  |   |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> A 0.20 kg | <input type="checkbox"/> B 0.29 kg | <input type="checkbox"/> C 5.0 kg | <input type="checkbox"/> D 21 kg | <input type="checkbox"/> E $1.4 \times 10^3$ kg |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|

Un sistema costituito da un gas perfetto compie il ciclo termodinamico rappresentato in figura. La trasformazione  $1 \rightarrow 2$  è un'isoterma. La trasformazione  $2 \rightarrow 3$  è un'isocora e la trasformazione  $3 \rightarrow 1$  è un'adiabatica. Durante l'intero ciclo viene compiuto un lavoro  $\mathcal{L} = 10 \text{ J}$ . Durante la trasformazione  $2 \rightarrow 3$ , l'energia interna diminuisce di  $20 \text{ J}$ . Durante la trasformazione  $3 \rightarrow 1$ , viene fatto un lavoro di  $20 \text{ J}$  sul sistema. La tabella qui sotto raccoglie e schematizza i dati del problema.



|                   | $Q$ | $\mathcal{L}$   | $\Delta U$      |
|-------------------|-----|-----------------|-----------------|
| $1 \rightarrow 2$ |     |                 |                 |
| $2 \rightarrow 3$ |     |                 | $-20 \text{ J}$ |
| $3 \rightarrow 1$ |     | $-20 \text{ J}$ |                 |
| Ciclo             |     | $+10 \text{ J}$ |                 |

- Quanto calore viene somministrato al sistema nella trasformazione  $1 \rightarrow 2$ ?

☐ A 0
 ☐ B 10 J
 ☐ C 20 J
 ☐ D 30 J
 ☐ E 40 J

In un ciclo di Carnot vengono prelevati  $1000 \text{ J}$  di energia da una sorgente alla temperatura di  $400 \text{ K}$ .

- La quantità di calore ceduta al termostato freddo alla temperatura di  $300 \text{ K}$  è, in modulo,

☐ A 0
 ☐ B 250 J
 ☐ C 500 J
 ☐ D 750 J
 ☐ E 1000 J

La velocità quadratica media dell'ossigeno a temperatura ambiente è  $v$ .

- Qual è la velocità quadratica media dell'idrogeno alla stessa temperatura?

**A**  $16v$

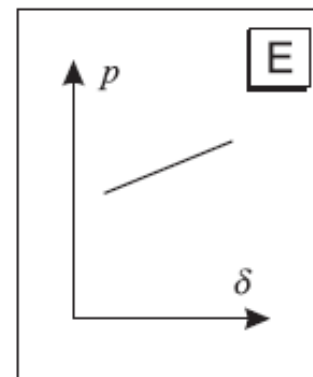
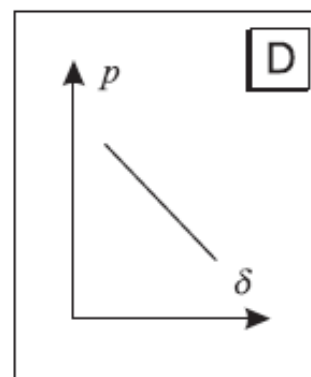
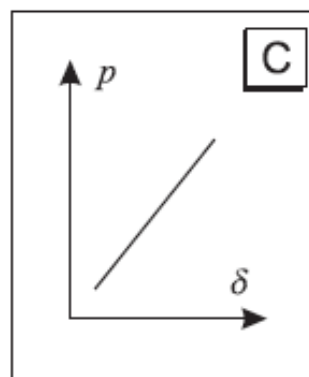
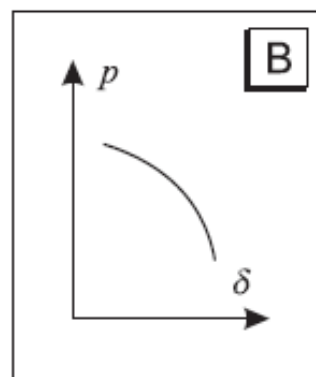
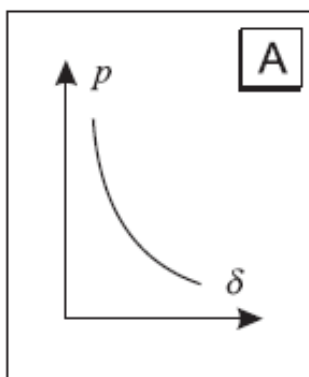
**B**  $4v$

**C**  $v$

**D**  $\frac{v}{4}$

**E**  $\frac{v}{16}$

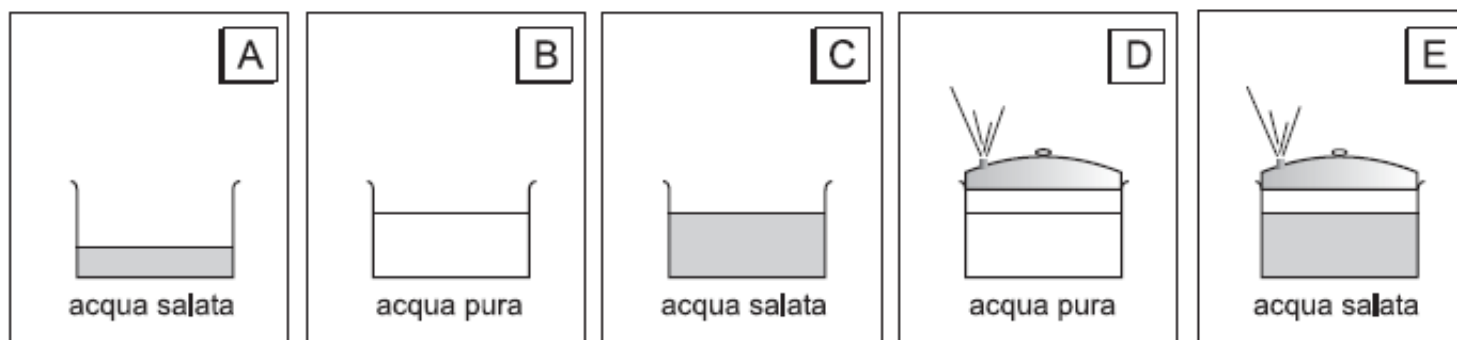
Nelle seguenti figure sono rappresentati i diagrammi pressione-densità  $p = f(\delta)$  corrispondenti a diverse trasformazioni termodinamiche di un gas perfetto di massa totale fissata.



- Quale dei grafici rappresenta una trasformazione isoterma?



Nelle figure seguenti viene rappresentata una pentola a pressione contenente dell'acqua, con o senza coperchio inserito.



- In quale situazione l'acqua ha il più alto punto di ebollizione?

Una parete di mattoni è lunga 5 m, alta 3 m e spessa 0.3 m. Il coefficiente di conducibilità termica del mattone vale  $0.6 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

- Quando la temperatura interna è di  $20^\circ\text{C}$  e la temperatura esterna di  $0^\circ\text{C}$ , quanto vale la potenza termica che attraversa la parete?

A 25 W     
 B 60 W     
 C 125 W     
 D 600 W     
 E 1 250 W

Un dado di ottone è bloccato su un bullone di duralluminio. I coefficienti di dilatazione termica lineare  $\lambda_o$  dell'ottone e  $\lambda_d$  del duralluminio valgono rispettivamente:  $\lambda_o = 1.90 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  e  $\lambda_d = 2.26 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

- Cosa si deve fare per sbloccarli più facilmente?

☐ A Ingrassare.

☐ B Riscaldare.

☐ C Raffreddare.

☐ D Prendere a martellate.

☐ E Non c'è nulla da fare.

Le molecole di un gas alla temperatura ordinaria ( $20^\circ\text{C}$ ) hanno un'energia cinetica media uguale a  $E$ .

- Alla temperatura di  $400^\circ\text{C}$  il valore più prossimo all'energia cinetica media è

☐ A  $E' = 2 E$

☐ B  $E' = 5 E$

☐ C  $E' = 10 E$

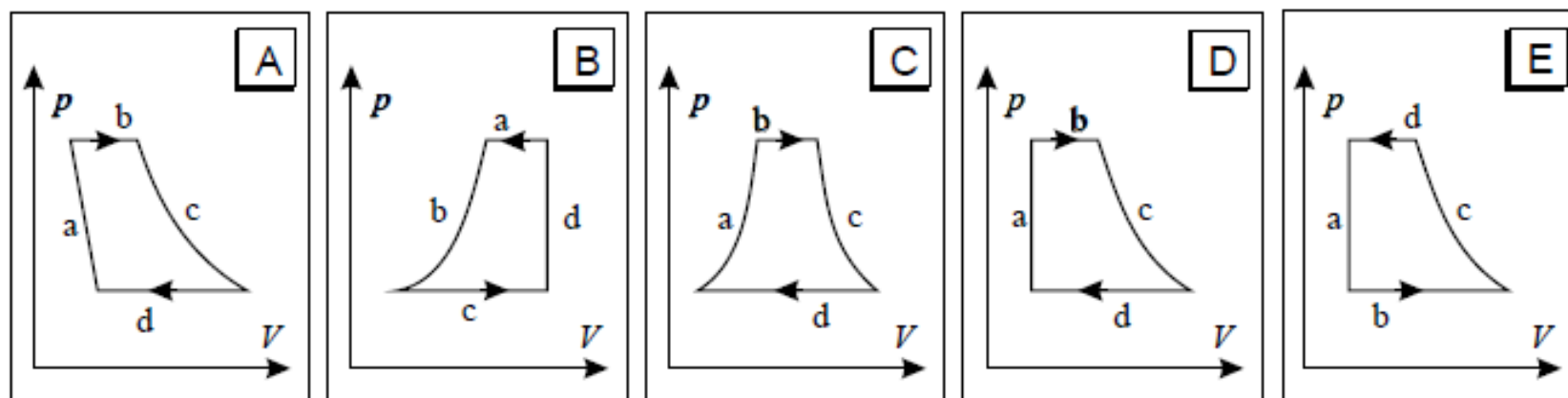
☐ D  $E' = 20 E$

☐ E I dati non sono sufficienti per poter rispondere.

Il funzionamento di una macchina a vapore è *grossa modo* il seguente:

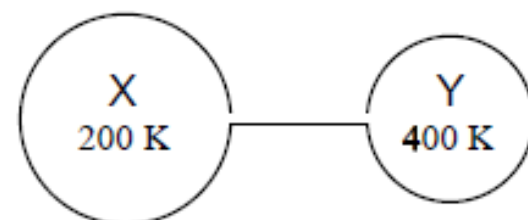
- a) l'acqua sotto pressione viene riscaldata fino al punto di ebollizione;
- b) l'acqua vaporizza e il vapore si espande a pressione costante alla temperatura del punto di ebollizione;
- c) il vapore è iniettato nel cilindro e spinge il pistone provocando un'espansione adiabatica;
- d) il vapore si condensa a pressione costante;
- e) l'acqua liquida è pompata nella caldaia e il ciclo ricomincia.

- Tra i seguenti diagrammi, puramente indicativi, rappresentati nel piano  $(p, V)$ , quale riproduce meglio il funzionamento descritto sopra?



Il disegno rappresenta due recipienti di vetro collegati insieme. Il volume del recipiente X è doppio rispetto a quello del recipiente Y. Il sistema è riempito con un gas perfetto e mantenuto in uno stato stazionario con i recipienti rispettivamente a 200 K e 400 K.

Nel recipiente X ci sono  $n$  moli di gas.



- Quante moli di gas ci sono nel recipiente Y?

☐ A  $n/4$

☐ B  $n/2$

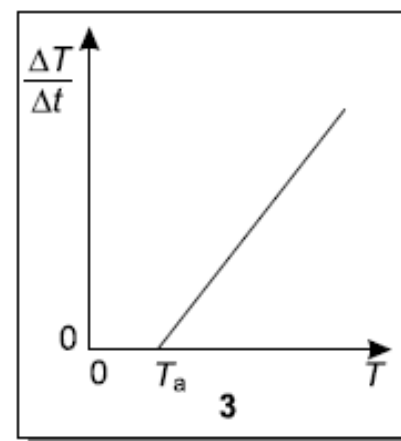
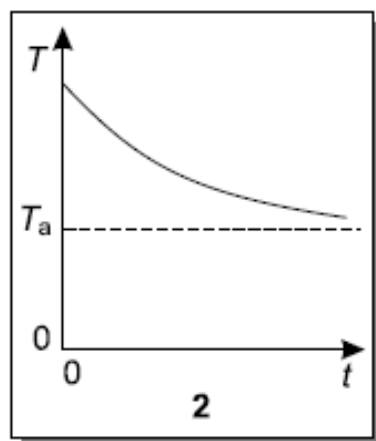
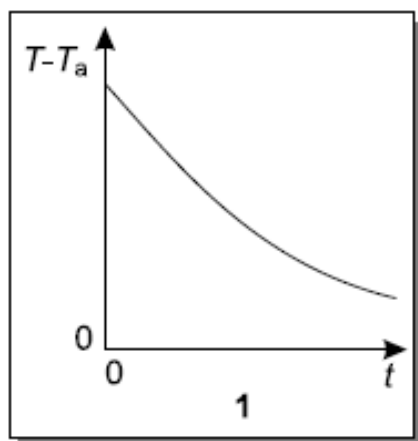
☐ C  $n$

☐ D  $2n$

☐ E  $4n$

Un corpo si sta raffreddando in un ambiente ventilato alla temperatura costante  $T_a$ .

- Quali dei seguenti grafici rispettano la relazione tra la sua temperatura  $T$  e il tempo  $t$ ?



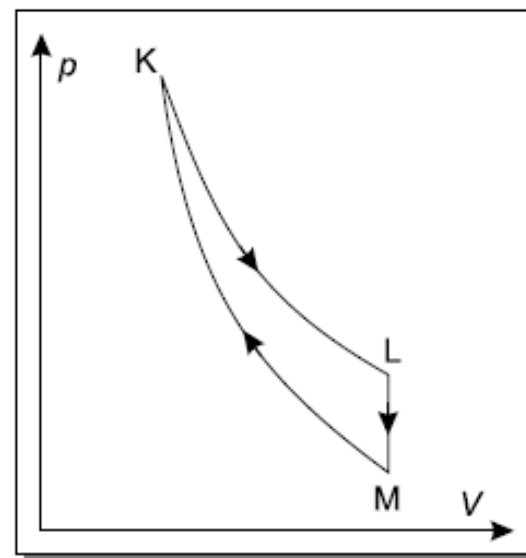
- |                            |                  |                            |           |
|----------------------------|------------------|----------------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> A | Tutti e tre      | <input type="checkbox"/> D | Solo lo 1 |
| <input type="checkbox"/> B | Solo lo 1 e il 2 | <input type="checkbox"/> E | Solo il 3 |
| <input type="checkbox"/> C | Solo il 2 e il 3 |                            |           |

Una data massa di gas perfetto esegue il ciclo mostrato in figura, dove KL è un'isoterma e MK è un'adiabatica.

- Quali delle seguenti affermazioni sono corrette?

- 1 – Il gas compie lavoro nella trasformazione LM.
- 2 – La temperatura dello stato K è maggiore di quella dello stato L.
- 3 – La temperatura dello stato K è maggiore di quella dello stato M.

- |                            |                  |                            |           |
|----------------------------|------------------|----------------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> A | Tutte e tre      | <input type="checkbox"/> D | Solo la 1 |
| <input type="checkbox"/> B | Solo la 1 e la 2 | <input type="checkbox"/> E | Solo la 3 |
| <input type="checkbox"/> C | Solo la 2 e la 3 |                            |           |



$Q_1$  è l'aumento di energia interna di una mole di gas, che inizialmente si trova alla temperatura assoluta  $T$ , pressione  $p$ , volume  $V$ , quando la sua temperatura subisce l'incremento di 1 K a pressione costante.

- Se la stessa variazione di temperatura avvenisse a volume costante, l'energia interna aumenterebbe del valore  $Q_2$  pari a ...

- |                            |           |                            |                |                            |                 |                            |                  |                            |                  |
|----------------------------|-----------|----------------------------|----------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|------------------|----------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> A | ... $Q_1$ | <input type="checkbox"/> B | ... $Q_1 + pT$ | <input type="checkbox"/> C | ... $Q_1 - pVT$ | <input type="checkbox"/> D | ... $Q_1 - pV/T$ | <input type="checkbox"/> E | ... $Q_1 + pV/T$ |
|----------------------------|-----------|----------------------------|----------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|------------------|----------------------------|------------------|

Il calore specifico di un certo metallo è  $c_a/9$  e la sua densità è  $6\rho_a$ , dove  $c_a$  e  $\rho_a$  indicano, rispettivamente, il calore specifico e la densità dell'acqua. Volumi uguali di acqua e del metallo vengono riscaldati in modo che le loro temperature aumentino della stessa quantità e si osserva che l'energia che si è dovuto fornire al metallo è  $k$  volte quella trasferita all'acqua.

- Quanto vale  $k$ ?

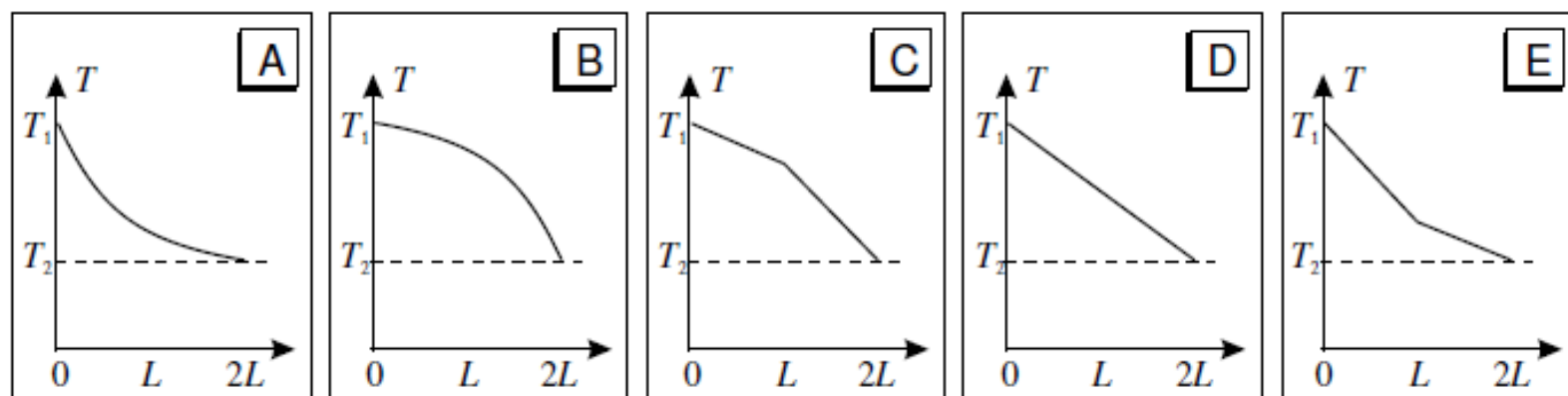
[A]  $1/3$       [B]  $2/3$       [C]  $3/2$       [D]  $4$       [E]  $54$

Una barra metallica a sezione costante è costituita da due pezzi di materiale diverso: la conducibilità termica del materiale X è doppia rispetto a quella del materiale Y.

I due pezzi hanno uguale lunghezza  $L$  e sono mantenuti in perfetto contatto termico tra loro mentre l'intera barra è isolata termicamente dall'ambiente. Le due estremità della barra sono mantenute a temperature costanti  $T_1$  e  $T_2$ .



- Quale dei grafici seguenti rappresenta meglio l'andamento della temperatura nei diversi punti della barra?



Se un gas monoatomico subisce un'espansione reversibile raddoppiando il suo volume in modo isotermico compie un lavoro  $W_i$ . Se invece subisce un'espansione adiabatica reversibile, raddoppiando il suo volume a partire dalle stesse condizioni iniziali, il gas compie un lavoro  $W_a$ .

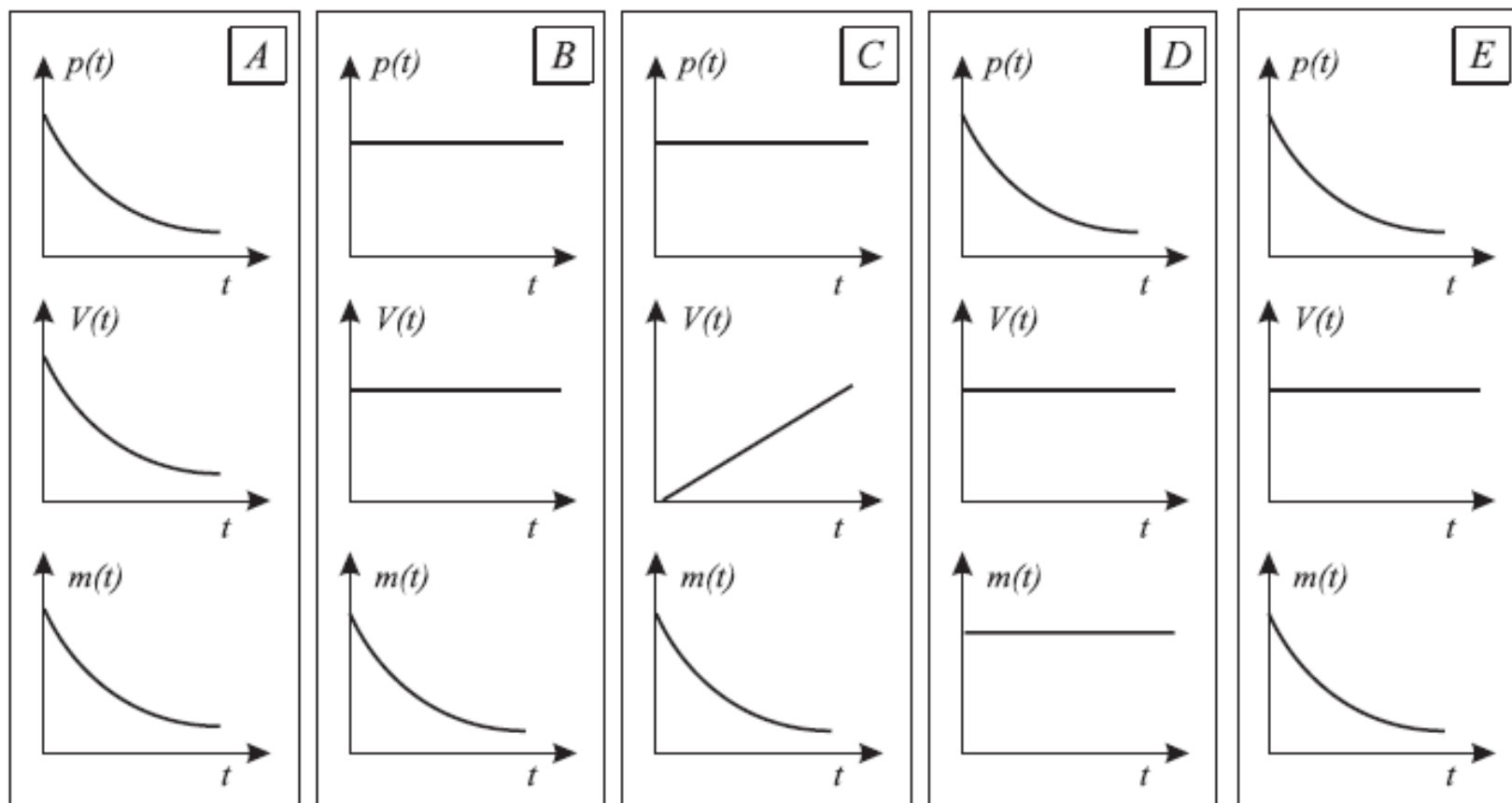
- Quale affermazione è corretta?

☐ **A**  $W_i = W_a$     ☐ **B**  $0 = W_i < W_a$     ☐ **C**  $0 < W_i < W_a$     ☐ **D**  $0 = W_a < W_i$     ☐ **E**  $0 < W_a < W_i$



Un contenitore rigido di metallo contiene inizialmente del gas compresso. Il gas viene lentamente fatto uscire dal contenitore. La temperatura del gas rimane costante.

- Quale dei seguenti gruppi di tre grafici indica come possono cambiare nel tempo la pressione, il volume e la massa del gas nel contenitore?



Una data massa di gas condensa a pressione atmosferica e a temperatura prossima a quella ambiente, e diventa liquida.

- Quale riga nella tabella seguente indica l'aumento approssimato della densità e la diminuzione approssimata della distanza intermolecolare?

|                            | Aumento, approssimato,<br>della densità | Diminuzione, approssimata,<br>della distanza intermolecolare |
|----------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> A | 10 volte                                | 2 volte  |
| <input type="checkbox"/> B | 100 volte                               | 10 volte   |
| <input type="checkbox"/> C | 1 000 volte                             | 10 volte   |
| <input type="checkbox"/> D | 1 000 000 di volte                      | 100 volte  |
| <input type="checkbox"/> E | 1 000 000 di volte                      | 1 000 volte  |

Una bombola metallica contiene 3 kg di gas a temperatura ambiente e ad una pressione 5 volte superiore a quella atmosferica. Il rubinetto non è perfettamente chiuso, cosicché il gas lentamente esce.

- Qual è la massa del gas che rimane nel cilindro dopo che il gas ha smesso di uscire?

☐ A 0      ☐ B 0.20 kg      ☐ C 0.33 kg      ☐ D 0.60 kg      ☐ E 1.67 kg

Una bombola che contiene un gas è fornita di una valvola di sicurezza che automaticamente fa fuoriuscire un po' di gas quando la pressione interna supera 2 MPa. Quando la temperatura è  $10^{\circ}\text{C}$  la quantità massima di gas che la bombola può contenere è 15 kg. Si tratti il gas come un gas perfetto.

- Quanto gas può contenere al massimo la bombola quando la temperatura è  $30^{\circ}\text{C}$ ?
- 

Un recipiente contenente acqua a  $20^{\circ}\text{C}$  viene posto su una piastra riscaldante che fornisce calore ad un tasso costante. Dopo 1 min la sua temperatura è  $40^{\circ}\text{C}$ .

- Quando l'acqua ha raggiunto l'ebollizione, quale percentuale dell'acqua iniziale passa allo stato aeriforme in 10 min?

*(Si trascurino l'evaporazione che avviene nella prima fase e il trasferimento di calore all'aria.)*

In un calorimetro termicamente isolato, dell'acqua è in equilibrio termico con il recipiente ad una temperatura  $T_a$ . Vi si introducono un lingotto di rame alla temperatura  $T_r$  e del ghiaccio alla temperatura  $T_g$ . Il sistema si porta all'equilibrio alla temperatura  $T_{\text{eq}}$ .

Sono date:  $T_a = 40^{\circ}\text{C}$ ,  $T_r = 100^{\circ}\text{C}$ ,  $T_g = -20^{\circ}\text{C}$  e  $T_{\text{eq}} = 25^{\circ}\text{C}$ .

Si conoscono inoltre la capacità termica del calorimetro  $C = 184 \text{ J K}^{-1}$ , la massa di ghiaccio  $m_g = 25 \text{ g}$  e quella del rame  $m_r = 100 \text{ g}$ .

- Si calcoli la massa d'acqua inizialmente presente nel calorimetro.

Una macchina termica opera tra una sorgente  $S_A$  ed una più fredda  $S_B$  con rendimento  $\eta_1$ . Una seconda macchina tra la stessa sorgente  $S_B$  ed una ancora più fredda  $S_C$  con rendimento  $\eta_2$ . Le due macchine vengono collegate in serie nel senso che il calore espulso dalla prima viene integralmente assorbito dalla seconda.

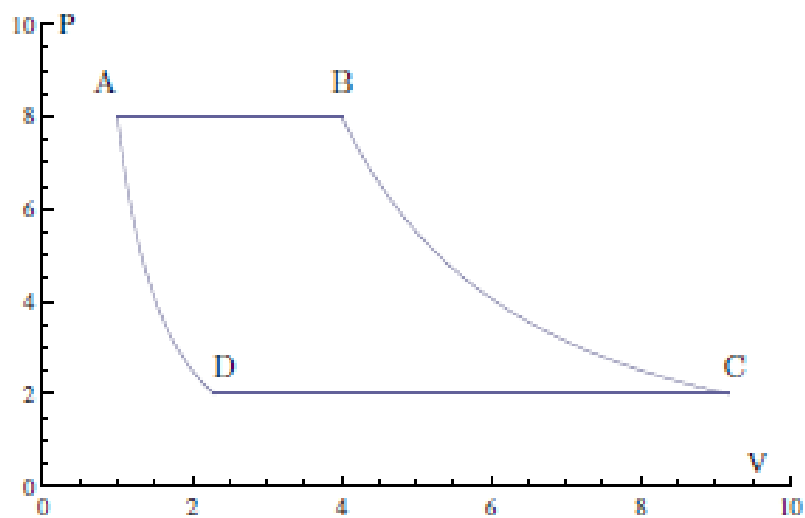
- Si calcoli, in funzione di  $\eta_1$  ed  $\eta_2$ , il rendimento del sistema formato dalle due macchine.

Un recipiente cilindrico ha sezione uguale a  $25 \text{ cm}^2$  ed è disposto con asse verticale; contiene solo una massa compatta di ghiaccio a  $0^\circ\text{C}$  fino a un certo livello. Dopo un po' di tempo tutto il ghiaccio si è trasformato in acqua a  $0^\circ\text{C}$  e il livello si è abbassato di  $2 \text{ cm}$ .

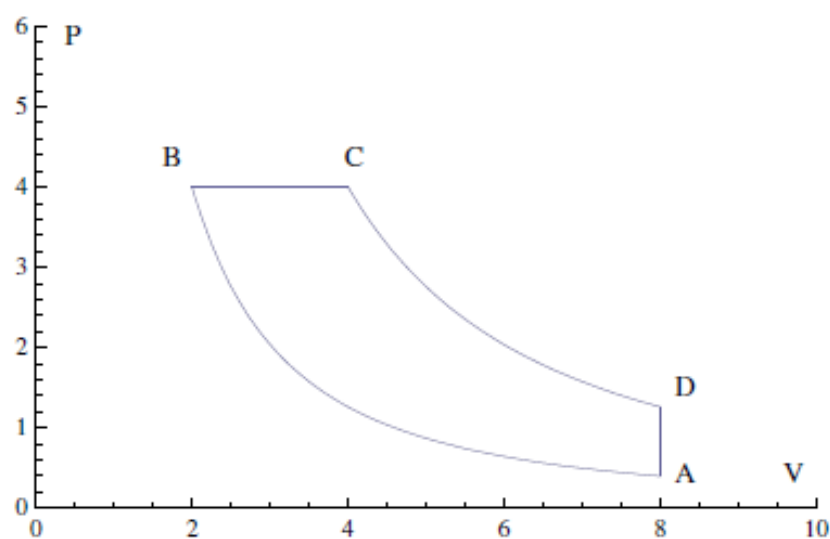
- Calcolare la quantità di calore assorbita.

Una massa  $m = 10^3 \text{ g}$  di ghiaccio si trova inizialmente ad una temperatura  $T_i < T_f$ , dove  $T_f$  è la temperatura di fusione. Quanta acqua a temperatura  $T_A > T_f$  è necessario aggiungere al sistema per sciogliere completamente il ghiaccio? Si supponga che i calori specifici per unità di massa di acqua e ghiaccio,  $c_A = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  e  $c_G = 2090 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , siano costanti e si indichi con  $\lambda = 333.5 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$  il calore latente di fusione.

**Ciclo Brayton (due isobare e due adiabatich)**



**Ciclo Diesel (due adiabatich, una isobara e una isocora)**



**Ciclo Ericsson (due isobare e due isoterme)**

