

**Esempi di esercizi relativi alla lezione 5  
per la preparazione al primo compito di esonero**

1. Si puo' considerare il primo principio della termodinamica una generalizzazione del principio di conservazione dell'energia meccanica?  
R. Si'
2. Si puo' considerare l'energia interna di un sistema termodinamico una funzione di stato?  
R. si'
3. Un sistema termodinamico al termine di una trasformazione termodinamica risulta aver compiuto un lavoro verso l'esterno pari a  $L=4.18$  J ed aver assorbito calore pari a  $Q=1$  cal. Di quanto e' variata la sua energia interna?  
R. per il primo principio  $\Delta U= Q-L = 1 - 4.18/4.18 = 0$
4. Un sistema termodinamico al termine di una trasformazione termodinamica risulta aver compiuto un lavoro verso l'esterno pari a  $L=8.36$  J ed aver assorbito calore pari a  $Q=1$  cal. Di quanto e' variata la sua energia interna?  
R.  $\Delta U= 1- 8.36/4.18 = 1-2 \text{ cal} = -1 \text{ cal} = - 4.18 \text{ J}$
5. Come si chiama il meccanismo di trasmissione del calore mediante trasporto di materia?  
R. convezione
6. Come si chiama il meccanismo di propagazione del calore in un materiale senza trasporto di materia?  
R. conduzione
7. Come si chiama il meccanismo che rende possibile trasmettere calore tra due corpi distanti fra loro nel vuoto?  
R. irraggiamento
8. E' possibile per il corpo umano perdere calore attraverso il meccanismo dell'irraggiamento?  
R. si', come qualunque corpo che si trova ad una certa temperatura T.
9. Perche' un corpo trasmetta calore per conduzione o convezione e' necessario che si trovi ad una temperatura diversa dal fluido o dal corpo con cui e' in contatto. Vero o falso?  
R. Vero. Il calore trasmesso per conduzione o convezione e' direttamente proporzionale alla differenza di temperatura  $\Delta t$  fra corpo e mezzo con cui e' in contatto. Se  $\Delta t=0$  il calore scambiato e' nullo.
10. Il consumo di energia per il metabolismo basale, cioe' per garantire le funzioni vitali, e' di circa  $50 \text{ kcal ora}^{-1} \text{ m}^{-2}$ .

Esprimere questo valore in unita' del S.I.

R.  $50 \text{ kcal} = 50000 \text{ cal} \cdot (4.18 \text{ J/cal}) = 209000 \text{ J}$

1 ora = 3600 s

Quindi:  $M.B. = 50 \text{ kcal ora}^{-1} \text{ m}^{-2} = 209000/3600 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} = 58 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2}$

11. Quanto vale in media l'energia dissipata per unita' di tempo (o potenza dissipata) necessaria per garantire il metabolismo basale in un essere umano?

R. circa 100 W (o 2000 kcal/giorno). Dalla risposta dell'esercizio precedente, considerando che la superficie cutanea di un essere umano e' in media  $1.8 \text{ m}^2$ , si ha  $58 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 1.8 \text{ m}^2 = 104.4 \text{ J/s} = 104.4 \text{ W} \sim 100 \text{ W}$

12. Si raddoppia il volume di quattro moli di un gas perfetto mantenendo la temperatura costante, cosa avverra' alla pressione?

R.

Secondo l'equazione di stato dei gas perfetti  $PV=nRT$  cioe'  $P=nRT/V$  se il volume raddoppia  $V \rightarrow 2V$  e la temperatura rimane costante  $T \rightarrow T$  (le  $n=4$  moli rimangono ovviamente costanti) la pressione sara' uguale a  $nRT/(2V)$  cioe' si dimezzera'.

13. Si consideri una bombola piena al 100% di gas anestetico  $\text{N}_2\text{O}$  ad alta pressione ed a temperatura ambiente, in cui coesistono la fase gassosa di vapore saturo e quella liquida. Uno svuotamento parziale della bombola (ad esempio del 25%) quale variazione comporta per la pressione del gas nella bombola?

R.

Nessuna. Il gas anestetico a temperatura ambiente e' un gas reale al di sotto della temperatura critica. Se coesistono vapore saturo e fase liquida, nella fase iniziale dello svuotamento l'espansione del gas, cioe' un aumento del suo volume, a  $T$  costante avviene a pressione costante (vedi andamento isoterma nel diagramma  $P-V$ ).

14. In una espansione adiabatica di un gas perfetto la temperatura sale o scende?

R. Scende. In una espansione adiabatica non c'e' scambio di calore verso l'esterno e quindi il lavoro compiuto dal gas diminuisce la sua energia facendolo raffreddare.

15. In una compressione adiabatica di un gas perfetto la temperatura sale o scende?

R. Sale. (vedi risposta domanda precedente)

16. In una espansione isobara di un gas perfetto la temperatura sale o scende?

R. (isobara:  $P=\text{costante}$ ) La temperatura sale, come si puo' facilmente ricavare dalla equazione di stato  $PV=nRT$  a  $P=\text{costante}$  e  $V$  che aumenta (espansione), o vedere sul diagramma  $P-V$ .

17. In una compressione isobara di un gas perfetto la temperatura sale o scende?

R. (isobara:  $P=\text{costante}$ ) La temperatura scende (vedi risposta domanda precedente).

18. In una trasformazione isocora, un gas perfetto raddoppia la sua pressione. Cosa accade alla temperatura?

R. (isocora:  $V=\text{costante}$ ) La temperatura sale, come si puo' facilmente ricavare dalla equazione di stato  $PV=nRT$  a  $V=\text{costante}$  e  $P$  che aumenta, o vedere sul diagramma P-V.

19. Si considerino due moli di un gas perfetto con peso molecolare  $A=2$  alla temperatura  $T$  che occupano il volume  $V$  alla pressione  $P$ . Si aggiungano nello stesso volume ed alla stessa temperatura due moli di un'altra specie di gas perfetto con peso molecolare quattro volte piu' grande del precedente. La pressione della miscela dei due gas raddoppia. Vero o falso?

R. Vero.

Secondo la legge di Dalton quando si ha una miscela di piu' specie di gas (entrambe contenute nel volume  $V$  ed alla temperatura  $T$ ) la pressione della miscela e' data dalla somma delle pressioni parziali, cioe' dalla somma delle pressioni calcolate per ogni singola specie di gas, come se le altre non fossero presenti.

Nel caso in questione  $P_1=n_1RT/V$  e  $P_2=n_2RT/V$  con  $n_1=2$  e  $n_2=2$ . Quindi  $P_1=P_2$ . La pressione della miscela, cioe' la somma delle pressioni parziali  $P=P_1+P_2=2P_1$  in effetti raddoppia rispetto al caso con solo la prima specie presente. Si noti che l'informazione relativa al peso molecolare della specie di gas e' inutilizzata ed ininfluente al risultato, poiche' e' sufficiente aver specificato il numero di moli presenti per ogni specie di gas.

20. In un'espansione isobara due moli di un gas perfetto alla temperatura di  $t=0^\circ\text{C}$  cambiano il loro volume da 1 litro a 4 litri. Quanto vale la temperatura del gas terminata l'espansione? (costante dei gas perfetti  $R=8.325 \text{ J}/(\text{K mole})$ )

R.

due moli:  $n=2$

La temperatura assoluta prima dell'espansione e'  $T_1=t+273 \text{ K} = 273 \text{ K}$

trasformazione isobara  $\rightarrow P=\text{cost}$

Per l'equazione di stato dei gas perfetti prima dell'espansione:

$$P=nRT_1/V_1$$

dopo l'espansione la pressione rimane invariata (isobara), quindi si avra'

$$P=nRT_2/V_2$$

Eguagliando le due equazioni  $nRT_1/V_1 = nRT_2/V_2$  da cui  $T_1/V_1 = T_2/V_2$  e quindi

$$T_2= V_2 T_1/V_1 = (4 \text{ litri}/1 \text{ litro}) * 273 \text{ K} = 4 * 273 \text{ K} = 1092 \text{ K} = (1092-273)^\circ\text{C} = 819^\circ\text{C}$$