

CORREZIONE COMPITO IN CLASSE DI FISICA

classe IV C (P.N.I. mat. e fis.)

L.S. "Alberti" di Cagliari

Prof.ssa M. Gabriella Ortu

compito del 18.12.2006

1 **Quale delle seguenti affermazioni è vera per un gas che obbedisce all'equazione di stato di gas perfetto?**

- a) Se la pressione e il volume raddoppiano, la temperatura si riduce ad un quarto
- b) Se la pressione e il volume raddoppiano, la temperatura si riduce a metà
- c) Se la pressione e il volume raddoppiano, la temperatura raddoppia
- d) **Se la pressione e il volume raddoppiano, la temperatura quadruplica**

Per un gas perfetto $\frac{PV}{T} = nR$, con n numero di moli che supponiamo fissato, dunque costante, ed R costante dei gas perfetti. Se (P_1, V_1, T_1) sono i valori di pressione, volume e temperatura nello stato di equilibrio iniziale e (P_2, V_2, T_2) sono i valori di pressione, volume e temperatura nello stato di equilibrio finale, dovrà essere $\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$.

Per tutte e quattro le risposte proposte è: $P_2 = 2P_1$ e $V_2 = 2V_1$, sostituendo si ha: $\frac{2P_1 2V_1}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$, ossia $\frac{4P_1 V_1}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$, da cui $\frac{4}{T_2} = \frac{1}{T_1} \rightarrow T_2 = 4T_1$.

2 **Quale delle seguenti frasi definisce correttamente una trasformazione adiabatica?**

- a) Nel corso della trasformazione, l'energia del sistema non può variare in nessun modo
- b) **Nel corso della trasformazione, l'energia del sistema non può variare mediante scambi di calore con l'esterno**
- c) Nel corso della trasformazione, l'energia del sistema non può variare mediante scambi di lavoro con l'esterno
- d) Nel corso della trasformazione, l'energia del sistema non può variare mediante scambi di calore o di lavoro con l'esterno.

Su Wikipedia (<http://it.wikipedia.org>), alla voce "trasformazione adiabatica", prima riga, è scritto: "In termodinamica una trasformazione adiabatica è una trasformazione termodinamica nel corso della quale un sistema fisico non scambia calore con l'ambiente esterno." Dunque chi legge questo e non ha... diciamo... studiato abbastanza (chi ha orecchie da intendere intenda)... non ha dubbi, non gli viene per esempio in mente che la risposta esatta possa essere, magari, la d)... e infatti ha ragione, la risposta corretta è la b)

3 **Quando un libro scorre, fino a fermarsi, sulla superficie orizzontale e rugosa di un tavolo:**

- a) L'energia cinetica del libro si trasforma in energia potenziale

- b) Il calore si trasforma in energia meccanica
 - c) **L'energia cinetica si trasforma in energia termica**
 - d) La quantità di moto del libro si conserva
- a) *Essendo la superficie orizzontale, l'energia potenziale gravitazionale è costantemente nulla (o, meglio, non vi è variazione di energia potenziale, e l'energia potenziale possiamo porla per convenzione nulla sulla superficie del tavolo)*
 - b) *Eeeh? non direi proprio...*
 - c) *Si tratta di un tipico fenomeno di attrito fra superfici che scorrono una sull'altra, in cui l'energia cinetica del corpo in movimento diminuisce sino ad annullarsi ($v=0$: il libro si ferma). In termodinamica si interpreta il fenomeno con la conservazione dell'energia: l'energia interna, termica, del sistema complessivo libro-tavolo è aumentata di quanto è diminuita l'energia cinetica del sistema (che era tutta nel libro...).*
 - d) *Ovviamente la quantità di moto è diminuita*

4 Quale fra le seguenti affermazioni relative alle funzioni di stato è in generale corretta?

- a) la variazione di una funzione di stato in seguito a una qualunque trasformazione ciclica è sempre positiva
 - b) la variazione di una funzione di stato a seguito di una trasformazione eseguita dal sistema dipende soltanto dallo stato iniziale del sistema, da quello finale e dalla particolare trasformazione
 - c) la variazione di una funzione di stato in seguito a una qualunque trasformazione ciclica è positiva solo se la trasformazione è percorsa in senso orario
 - d) **la variazione di una funzione di stato a seguito di una trasformazione eseguita dal sistema dipende soltanto dallo stato iniziale e da quello finale del sistema**
- a) *In una trasformazione ciclica la variazione di una funzione di stato (= che dipende soltanto dallo stato del sistema) è nulla!*
 - b) *Una funzione di stato dipende soltanto dallo stato del sistema; dunque, quando il sistema subisce una trasformazione, portandosi in un nuovo stato di equilibrio, con nuovi valori delle variabili termodinamiche, la funzione di stato ha subito una variazione che dipende soltanto dagli stati estremi della trasformazione e NON dipende dalla particolare trasformazione subita.*
 - c) *Il lavoro effettuato dal sistema in una qualunque trasformazione ciclica è positivo se la trasformazione è percorsa in senso orario.*
 - d) *Una funzione di stato dipende soltanto dallo stato del sistema. Risposta esatta.*

5 La prima legge della termodinamica è

- a) vera solo quando non c'è attrito
- b) **un'affermazione del tutto generale sulla conservazione dell'energia**
- c) il solo modo di esprimere la conservazione dell'energia
- d) vera solo quando c'è attrito

6 **La massa e il calore specifico del corpo A sono il doppio delle corrispondenti grandezze del corpo B. Se ai due corpi si forniscono uguali quantità di calore, come si confrontano le loro variazioni di temperatura?**

- a) **la variazione di temperatura del corpo B è quattro volte la variazione di temperatura del corpo A**
- b) la variazione di temperatura del corpo A è quattro volte la variazione di temperatura del corpo B
- c) le variazioni di temperatura del corpo A e del corpo B sono uguali perché uguale è la quantità di calore fornita
- d) la variazione di temperatura del corpo B è il doppio della variazione di temperatura del corpo A

$$Q_A = c_A m_A \Delta T_A, Q_B = c_B m_B \Delta T_B. \text{ È } Q_A = Q_B, m_A = 2m_B, c_A = 2c_B. \text{ Quindi } c_B m_B \Delta T_B = 2c_B 2m_B \Delta T_A \longrightarrow \Delta T_B = 4\Delta T_A.$$

7 **Siamo in Siberia, sulla strada di ritorno dal supermercato. In una bottiglia ermeticamente chiusa c'è dell'aria a -25°C e alla pressione di 10^5 Pa (doveva esserci della vodka...ma, sbadatamente, la bottiglia non è stata riempita, perciò c'è dell'aria!). Entriamo nella nostra bella casetta riscaldata... Il tappo, che può sopportare una pressione massima di $1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, vola via! Qual è la temperatura dell'aria? (SUGGERIMENTO: l'aria può essere considerata qui un gas perfetto e il volume della bottiglia... sempre quello è! ATTENZIONE ad esprimere correttamente le temperature... trasformate da gradi Celsius a kelvin, o viceversa, ogni volta che occorre).**

- a) circa 30°C
- b) **circa 25°C**
- c) circa -30°C
- d) circa 20°C

Aaaaah! Ma guarda che razza di esercizio difficilissimo ci ha dato questa professoressa cattivissima! Cosa dice il suggerimento... mmh, mi sa che c'è scritto 'ueh gente, applicate la II legge di Gay-Lussac!':

$$T_f = T_i \frac{P_f}{P_i} \simeq \frac{1,2 \cdot 10^5}{10^5} (-25 + 273) \simeq 289\text{K} \equiv (289 - 273)^\circ\text{C} = 25^\circ\text{C}$$

8 Un gas perfetto subisce una trasformazione adiabatica, senza che dall'esterno venga effettuato lavoro sul sistema, in cui il gas compie un lavoro di 34 J. Di quanto è variata la sua energia interna?

- a) non si può dire, mancano dati
- b) 34J
- c) **-34J**
- d) è rimasta invariata perché la trasformazione è adiabatica

Noooo troppo difficile!!!

$$\Delta U = Q + L = Q + L_{est} - L_{sis} = 0 + 0 - (34J) = -34J$$

9 Un gas contenuto in un recipiente con pistone mobile subisce in sequenza quattro trasformazioni, che nel piano PV sono rappresentate da un rettangolo i cui vertici sono caratterizzati dalle seguenti coordinate: A($3 \cdot 10^5 Pa, 10 dm^3$); B($3 \cdot 10^5 Pa, 40 dm^3$); C($2 \cdot 10^5 Pa, 40 dm^3$); D($2 \cdot 10^5 Pa, 10 dm^3$). Quanto vale il calore scambiato con l'esterno quando il ciclo è percorso in senso orario? (SUGGERIMENTO: si applichi il primo principio della termodinamica...).

- a) **3000J**
- b) -3kJ
- c) 5000J
- d) 900J

Cosa dice il suggerimento... ah, ecco: $\Delta U = Q + L = Q + L_{est} - L_{sis}$, ma $\Delta U = 0$ e $L_{est} = 0$, quindi $Q = L_{sis}$. Quanto vale L_{sis} ? disegnate il rettangolo... L_{sis} è l'area del rettangolo, ed è positivo perché la trasformazione è percorsa in senso orario. Dunque: $L_{sis} = (P_A - P_D)(V_C - V_D) = (3 - 2) \cdot 10^5 Pa \cdot (40 - 10) \cdot dm^3 = 10^5 Pa \cdot 30 \cdot 10^{-3} m^3 = 30 \cdot 10^2 J = 3000J$

10 Tre moli di gas perfetto subiscono una trasformazione isocora ad un volume costante di $30 dm^3$, in cui la pressione diminuisce da $4 \cdot 10^5 Pa$ a $2 \cdot 10^5 Pa$. Di quanto è variata la temperatura del gas?

- a) **di circa -241K**
- b) di circa 324K
- c) non è variata perché il lavoro è nullo
- d) circa 42K

Per i gas perfetti vale l'equazione: $PV = nRT$. La trasformazione è isocora, dunque V rimane costante, mentre P , dice il testo, diminuisce. Il numero n di moli è fissato (dunque costante), R è una costante... ma se P diminuisce l'equazione mi dice che anche T deve diminuire, perciò $\Delta T < 0$: la risposta esatta non può che

essere la a), l'unica corrispondente ad una variazione negativa della temperatura.

Dunque l'esercizio poteva essere risolto senza fare calcoli. Volendo fare i calcoli, sostituendo i valori dati nel testo si ha:

$$\Delta T = \frac{V\Delta P}{nR} = \frac{3 \cdot 10^{-2} \cdot (-2 \cdot 10^5)}{3 \cdot 8,31} \simeq -241K.$$

- 11 Un gas esegue una espansione isobara alla pressione di $10^5 Pa$, in cui il suo volume aumenta di $5 \cdot 10^{-3} m^3$. La sua energia interna diminuisce di **700J**. Calcola il valore della quantità di calore scambiata.

- a) **Q = -200J**
- b) Q = -200J
- c) Q = -1,2kJ
- d) Q = 1,2kJ

*Aspetta, aspetta... ma questo esercizio non è simile all'esercizio n.10 dell'esercitazione per casa? mmh, mi sa di sì... è un peccato che a casa non l'avessi letto... $\Delta U = Q + L = Q + L_{est} - L_{sis}$, quindi $Q = \Delta U - (L_{est} - L_{sis}) = \Delta U + L_{sis}$ (essendo $L_{est} = 0$). Quanto vale L_{sis} ? Vuoi vedere che è proprio $P\Delta V$?!!
 $Q = \Delta U + L_{sis} = \Delta U + P\Delta V = (-700 + 500)J = -200J$.*

- 12 Un processo quasi-statico è un processo in cui:

- a) non si compie lavoro
- b) le variabili termodinamiche rimangono invariate
- c) **il sistema è sempre in uno stato di quasi-equilibrio con l'ambiente con cui scambia energia**
- d) non vi è scambio di calore fra sistema e ambiente

Mmh... mi sa che questo è un quizzone alla Wikipedia... Su Wikipedia (<http://it.wikipedia.org>), alla voce "trasformazione quasistatica", è scritto: "Una trasformazione quasistatica è una trasformazione che avviene in modo estremamente lento, in maniera tale che il sistema in esame, passando dallo stato iniziale A a quello finale B, attraversa una successione di infiniti stati di equilibrio." No, vabbe' non sono in mala fede... magari avete cercato proprio 'trasformazione quasi-statica' con il trattino e su Wikipedia non l'avete trovata... però avevate studiato e avete risposto correttamente... bah, ma sì, tutto è possibile... No, aspetta magari avete proprio letto il paragrafetto sulle trasformazioni quasistatiche che si trova nelle dispense... OK, bravi...

Comunque, la a) non poteva essere... scusate, vi ricordate come abbiamo calcolato il lavoro? avevamo detto che stavamo considerando processi quasi-statici. La b) non può essere... se sto dicendo che si tratta di un processo, di una trasformazione,

evidentemente il sistema sta variando il suo stato termodinamico, stanno variando P, V e T . Certo, se stessi considerando trasformazioni cicliche, una volta terminato il processo il sistema sarà tornato al punto di partenza, però durante il processo le variabili cambiano. La d) definisce una trasformazione adiabatica.

13 **Si compie più lavoro a scaldare di $10^\circ C$ un litro d'acqua con un mulinello di Joule (adiabatico e a volume costante), oppure ad alzare di $10m$ un corpo di $100kg$? (SUGGERIMENTO: si ricordi che il calore specifico dell'acqua vale $4186 J/kgK$; si noti che nel dire scaldare di $10^\circ C$ si sta considerando una variazione di temperatura, un aumento di $10^\circ C$ rispetto ad una certa temperatura iniziale il cui valore non ha importanza).**

- a) ci vuole più energia ad alzare il corpo (circa 10 volte di più)
- b) **ci vuole più energia a scaldare l'acqua (circa 4,2 volte di più)**
- c) la domanda non ha senso
- d) ci vuole più energia a scaldare l'acqua perché nel mulinello si dissipa energia per attrito, mentre la forza peso è conservativa

Eeeh una domanda sul mulinello di Joule!!! Fantascienza!! Andiamo per ordine. Quanto lavoro si compie a scaldare di $10^\circ C$ un litro d'acqua con un mulinello di Joule (adiabatico e a volume costante)? cosa dice il suggerimento? mi sa che c'entra il calore specifico:

$$L = cm\Delta T = 4186 \frac{J}{kgK} \cdot 1kg \cdot 10K \simeq 4,2 \cdot 10^4 J$$

Quanto lavoro si compie a sollevare di $10m$ un corpo di $100kg$?

$$L = mgh = 100kg \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 10m \simeq 10^4 J$$

Nota

Gli esercizi totalmente di mia ideazione sono gli esercizi numero 4, 11 e 12; gli esercizi numero 1 e 2 sono tratti da (1); l'esercizio 3 è tratto da (3); gli esercizi numero 5 e 13 traggono ispirazione da quesiti ed esercizi presenti in (3); l'esercizio numero 7 nasce come mia modifica, nel testo e nei dati, di un esercizio che compare su (1); l'esercizio numero 8 compare su (1) ma con dati diversi; gli esercizi 6, 9 e 10 sono di mia ideazione, il primo prende spunto da un quesito presente in (4), gli altri da esercizi che compaiono su (2).

Riferimenti bibliografici

- [1] Amaldi U. *La Fisica per i Licei Scientifici*. Zanichelli, Bologna, quarta edizione, 1998. Testo per le scuole superiori.
- [2] Marazzini P. Bergamaschini M.E. e Mazzoni L. *L'indagine del mondo fisico*. Carlo Signorelli Editore, Milano, prima edizione, 2001. Testo per le scuole superiori.
- [3] Harvard Project Physics. *Progetto fisica. Volume A*. Zanichelli, Bologna, seconda edizione, 1986. Edizione italiana del Project Physics Course (HPP) diretto da F. J. Rutherford, G. Holton, F. G. Watson. Ed. italiana a cura di A. Prat Bastai, B. Quassiate de Alfaro, V. de Alfaro, P. Violino.
- [4] Tipler, Paul A. *Fisica*. Zanichelli, Bologna, seconda edizione, 1988. Testo universitario.