

Visione d'insieme

DOMANDE E RISPOSTE SULL'UNITÀ

► Come interagiscono il sistema e l'ambiente in una reazione chimica?

- In ogni reazione chimica c'è uno scambio di energia tra l'ambiente e il sistema.
- Se l'energia è ceduta dal sistema la reazione è esoeenergetica, se l'energia è acquistata dal sistema la reazione è endoenergetica.

► Sotto quale forma avvengono gli scambi di energia in molte reazioni?

- In molte trasformazioni chimiche, gli scambi di energia tra il sistema e l'ambiente avvengono mediante calore (energia termica).
- In tal caso, ai termini esoeenergetiche ed endoenergetiche si preferisce sostituire i termini esotermiche ed endotermiche.
- Il calore scambiato da un sistema con l'ambiente si chiama **calore molare di reazione** e si esprime in kJ/mol (kilojoule per mole).

► Come si misura la velocità di una reazione?

- Per calcolare la velocità si può prendere come riferimento un reagente o un prodotto della reazione.
- La velocità della reazione è data dal rapporto tra la variazione della concentrazione (di un reagente o di un prodotto) e l'intervallo di tempo in cui avviene la variazione stessa:

$$\text{velocità} = \frac{\text{variazione di concentrazione}}{\text{intervallo di tempo}}$$

► Quali sono i fattori che condizionano la velocità di una reazione?

- I fattori che influenzano la velocità di una reazione sono: la natura dei reagenti, la concentrazione dei reagenti, la temperatura, la superficie di contatto, la presenza di catalizzatori.
- L'importanza di concentrazione, temperatura e superficie di contatto nella velocità di una reazione può essere spiegata con la **teoria degli urti**, secondo la quale una reazione avviene perché le molecole dei reagenti si urtano fra di loro.

► Che cos'è un catalizzatore?

- I catalizzatori sono sostanze che modificano la velocità di una reazione ma non modificano la natura dei prodotti.
- Un catalizzatore non prende parte alla reazione, ma la favorisce rendendo più bassa l'energia di attivazione della reazione stessa.

► Cosa si intende per energia di attivazione di una reazione?

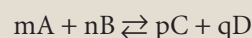
- Una reazione avviene perché le molecole dei reagenti urtano tra loro, ma non sempre questi urti sono efficaci.
- Un urto è efficace ha energia sufficiente a rompere il legame tra due molecole di reagente: l'energia minima che le molecole di reagente devono avere per innescare una reazione è l'energia di attivazione.

► Che differenza c'è fra una reazione completa e una incompleta?

- Se alla fine della reazione sono scomparsi tutti i reagenti e sono presenti solo i prodotti, diciamo che la reazione è completa.
- Se invece insieme ai prodotti finali c'è anche una certa quantità di reagenti la reazione è incompleta.

► Come si calcola la costante di equilibrio di una reazione?

- Per una generica reazione reversibile



dove le lettere maiuscole sono le formule chimiche di reagenti e prodotti, quelle minuscole i corrispondenti coefficienti stechiometrici, la K_e si calcola in questo modo:

$$K_e = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$$

► Come varia la costante di equilibrio di una reazione?

- Sperimentalmente si verifica che, se non cambia la temperatura e la pressione, all'equilibrio il valore del rapporto non varia.

► Cosa indica la costante di equilibrio di una reazione?

- La conoscenza di K_e permette di avere informazioni sulle quantità di prodotti e reagenti all'equilibrio.
- Se il valore di K_e è maggiore di 1, all'equilibrio ci sono più prodotti che reagenti.

► Cosa stabilisce il principio di Le Châtelier?

- Il principio di Le Châtelier stabilisce che quando un sistema in equilibrio viene perturbato, esso reagisce in modo da ridurre o annullare gli effetti della perturbazione e quindi ristabilire l'equilibrio chimico.

Lezione 1 ■ Gli scambi di energia nelle reazioni

1 Alcuni prodotti come il cloruro di calcio, sono utilizzati per produrre impacchi caldi e bibite calde, altri invece come il nitrato di ammonio per produrre impacchi freddi e bevande fredde.

- ▶ Che tipo di trasformazione produce, dal punto di vista energetico, l'aggiunta del cloruro di calcio (misto ad acqua)?
- ▶ E quella del nitrato d'ammonio?

2 Alcune reazioni avvengono con cessione di calore altre con assorbimento di calore.

- ▶ Scrivi i nomi di queste reazioni.
- ▶ Qual è la grandezza che permette di quantificare il calore ceduto o assorbito?
- ▶ Come viene definita questa grandezza?

3 Aggiungendo nitrato d'ammonio solido all'acqua si sente la soluzione raffreddarsi fra le mani.

- ▶ Sapendo che la quantità di calore in gioco è di 6,8 kcal/mol, scrivi l'equazione che rappresenta il processo.

4 Aggiungendo acido solforico all'acqua si sente la soluzione riscaldarsi tra le mani.

- ▶ Sapendo che la quantità di calore in gioco è di 19 kcal/mol, scrivi l'equazione che rappresenta il processo.

5 PROBLEMA SVOLTO Consideriamo una bombola di metano con la capienza di 50 l.

- ▶ Sapendo che il potere calorifico del metano è $3,7 \times 10^7 \text{ J/m}^3$, calcoliamo il calore liberato dalla combustione di tutto il metano contenuto nella bombola.

Soluzione Trasformiamo i litri di metano in m^3 :

$$50 \text{ l} = 0,050 \text{ m}^3$$

Calcoliamo poi i joule liberati:

$$3,7 \times 10^7 \text{ J/m}^3 \times 0,050 \text{ m}^3 = 1,9 \times 10^6 \text{ J}$$

6 Nella vita quotidiana, si parla spesso di potere calorifico degli alimenti. La maggior parte delle etichette degli alimenti riporta la composizione in grassi, proteine e zuccheri.

Sostanza	Energia liberata da 1g (kJ)
Grassi	38
Zuccheri	17
Proteine	17

- ▶ Procurati una di queste etichette.
- ▶ Scrivi la quantità di grassi, zuccheri e proteine.
- ▶ Calcola la quantità di energia liberata da 100 g dell'alimento preso in esame.

Lezione 2 ■ La velocità delle reazioni chimiche

7 PROBLEMA SVOLTO La molarità di un reagente passa da 0,020 mol/l a 0,012 mol/l in 15 secondi.

- ▶ Qual è la velocità media della reazione?

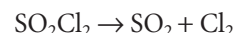
Soluzione Calcoliamo le moli di reagente che hanno reagito:

$$0,020 \text{ mol/l} - 0,012 \text{ mol/l} = 0,008 \text{ mol/l}$$

Per calcolare la velocità media dividiamo poi le moli per il tempo totale:

$$0,008 \text{ mol/l} : 15 \text{ s} = 5,3 \times 10^{-4} \text{ mol/l s}$$

8 I dati della tabella seguente sono stati raccolti per la reazione

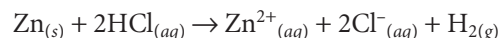


avvenuta a una determinata temperatura:

$[\text{SO}_2\text{Cl}_2] \text{ mol/l}$	tempo (s)
0,100	0
0,082	100
0,067	200
0,055	300
0,045	400
0,037	500
0,030	600
0,025	700
0,020	800

- ▶ Costruisci un grafico concentrazione/tempo.
- ▶ Determina la velocità della reazione quando $t = 200 \text{ s}$ e quando $t = 600 \text{ s}$.

9 In un'esperienza si fa reagire lo zinco con l'acido cloridrico secondo la reazione seguente:



- ▶ Proponi un metodo pratico per misurarne la velocità di reazione.
- ▶ Nel caso si siano raccolti i dati seguenti, elaborali in modo da costruire un grafico che riporti la concentrazione di HCl in funzione del tempo.

tempo (s)	miscela reagenti rimasta (g)
0	174,38
30	174,10
60	173,90
90	173,73
120	173,55

10 La velocità di una reazione dipende da diversi fattori.

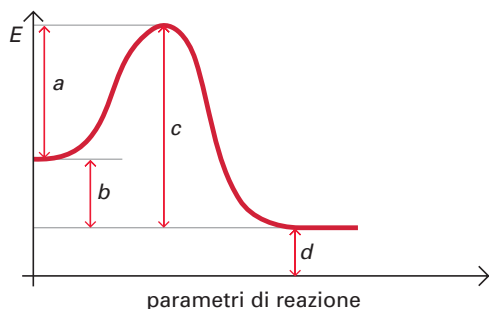
- ▶ Fai un elenco di questi fattori e porta un esempio per ciascuno di essi.

11 In base a quanto studiato sulla velocità di una reazione, rispondi alle seguenti domande.

- ▶ Perché in una pentola a pressione i cibi si cuociono prima che in una pentola senza coperchio?
- ▶ Che cosa succede all'interno del nostro organismo quando abbiamo la febbre?

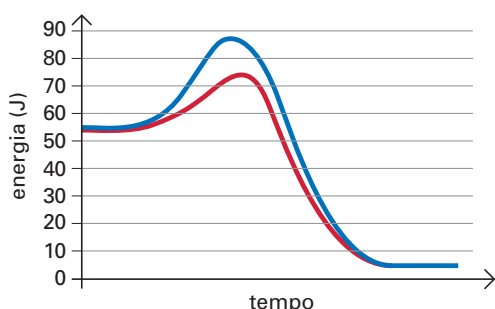
Lezione 3 ■ I catalizzatori

12 Considera il grafico seguente:



► Quale porzione del grafico mostra l'energia di attivazione?

13 Il grafico seguente rappresenta l'andamento di una reazione che avviene in assenza e in presenza di un catalizzatore.



- Quale curva si riferisce alla reazione catalizzata?
- Quali valori hanno le due energie di attivazione?
- Si tratta di una reazione eso- o endoenergetica?

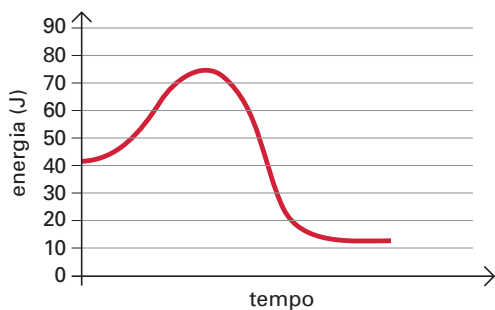
14 Elevando la temperatura di un sistema reagente aumenta la velocità di reazione.

► Aumenta anche il valore dell'energia di attivazione?

15 La marmitta catalitica è un dispositivo che permette di limitare l'inquinamento prodotto dagli autoveicoli.

► Descrivi il suo funzionamento, illustrando anche le reazioni che avvengono al suo interno.

16 Il grafico che segue corrisponde all'andamento dell'energia di una generica reazione.



► Sapendo che un catalizzatore abbassa l'energia di attivazione di 10 kJ, traccia la probabile curva relativa alla reazione catalizzata.

Lezione 4 ■ L'equilibrio chimico

17 **PROBLEMA SVOLTO** Supponiamo che nella sintesi dell'ammoniaca, a una data temperatura, si determinino le seguenti concentrazioni all'equilibrio:

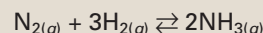
$$[\text{N}_2] = 0,100 \text{ mol/l}$$

$$[\text{H}_2] = 0,500 \text{ mol/l}$$

$$[\text{NH}_3] = 0,250 \text{ mol/l}$$

► Calcoliamo la costante di equilibrio K_e .

Soluzione Scriviamo la reazione bilanciata



L'espressione della costante di equilibrio è:

$$K_e = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$

Sostituendo con i valori delle concentrazioni otteniamo il valore della costante di equilibrio a quella data temperatura:

$$K_e = \frac{[0,250]^2}{[0,100][0,500]^3} = 5$$

18 Il pentacloruro di fosforo si decompone secondo la seguente reazione:



A 520 K le concentrazioni all'equilibrio sono

$$[\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = 0,027 \text{ M}; [\text{PCl}_5] = 0,018 \text{ M.}$$

► Calcola la costante di equilibrio.

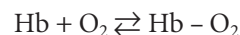
19 La costante di equilibrio, per una reazione, si calcola in questo modo:

$$K_e = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$$

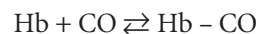
► Scrivi a quale reazione corrisponde la costante.

► Se la temperatura rimane costante e si aumenta la concentrazione di N_2O_4 , la concentrazione di NO_2 aumenta, diminuisce o si mantiene costante?

20 L'ossigeno è trasportato, nel nostro corpo, da una proteina chiamata emoglobina secondo la reazione reversibile:



Anche il monossido di carbonio (CO) reagisce con l'emoglobina:



Il secondo equilibrio è più spostato verso i reagenti rispetto al primo.

► Spiega perché il monossido di carbonio è molto pericoloso per l'uomo anche a basse concentrazioni.

► A quale trattamento sarà necessario sottoporre una persona intossicata dall'ossido di carbonio?

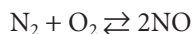
21 Alla temperatura di 1250 K, le concentrazioni della reazione $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ assumono i seguenti valori:

$$[\text{SO}_2] = 0,300 \text{ M}; [\text{O}_2] = 0,350 \text{ M}; [\text{SO}_3] = 0,340 \text{ M.}$$

► Scrivi il nome IUPAC dei reagenti e dei prodotti.

► Calcola la costante di equilibrio.

22 L'ossido di azoto si ottiene con la reazione di sintesi:

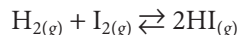


A una determinata temperatura, la concentrazione dell'ossigeno è 0,250 mol/l, quella dell'ossido 0,208 mol/l, mentre la costante di equilibrio vale 0,00346.

► Quante moli di azoto per litro sono presenti all'equilibrio?

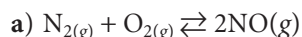
23 A una determinata temperatura, in un recipiente da 1,0 l ci sono all'equilibrio 0,10 moli di H_2 , 0,20 moli di I_2 e 0,60 moli di HI.

► Calcola il valore di K_e per la reazione



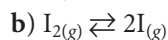
- Se si aggiunge 1 mole di H_2 al sistema all'equilibrio, il valore della costante di equilibrio cambia?
- Quali fattori fanno cambiare il valore della costante di equilibrio di una reazione?

24 Considera le due reazioni seguenti:



$$T = 1473 \text{ K}$$

$$K_e = 1,00 \times 10^{-5}$$



$$T = 1000 \text{ K}$$

$$K_e = 3,76 \times 10^{-5}$$

► Stabilisci per ognuna se, all'equilibrio, sono presenti più reagenti o più prodotti.

Risposte

- 1 esotermica; endotermica
 2 esotermiche; endotermiche; calore molare di reazione; kJ/mol
 3 6,8 kcal/mol + $2\text{H}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$

- 4 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{--} + 19 \text{ kcal/mol}$
 12 a
 13 curva 2; 20, 30; esotermica
 14 sì

$$18 K_{eq} = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]}$$

- 19 $2\text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_4$; aumenta
 21 biossido di zolfo, triossido di zolfo;
 $K_e = 3,7$

- 22 50 mol/l
 23 $K_e = 18$; sì
 24 reagenti; reagenti