

# Soluzioni

## CAPITOLO 18

### VERIFICA LE TUE CONOSCENZE

#### LA VELOCITÀ DI REAZIONE

- 1** La velocità di reazione ( $v$ ) esprime la diminuzione della concentrazione dei reagenti o l'aumento della concentrazione dei prodotti nell'unità di tempo. In quanto riferita a un intervallo di tempo  $\Delta t$ , è una velocità media. L'equazione che la rappresenta è:

$$v = \frac{[A_2] - [A_1]}{t_2 - t_1}$$

dove:

$[A_1]$  = concentrazione iniziale reagente (mol/L);

$[A_2]$  = concentrazione finale reagente (mol/L);

$t_1$  = tempo iniziale;

$t_2$  = tempo finale.

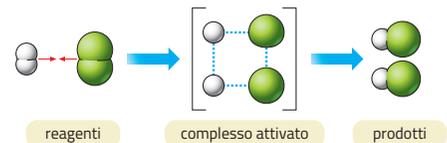
Il segno è negativo perché col procedere della reazione la concentrazione dei reagenti diminuisce: il valore di  $\Delta A$  risulterà negativo e, moltiplicato per il segno negativo dell'uguaglianza, riporterà  $v$  a un valore positivo.

- 2** Unità di misura della velocità di reazione:  
Ⓑ mol/(L · s).
- 3** Ⓓ la variazione di concentrazione dei reagenti o dei prodotti nell'unità di tempo.

#### LA TEORIA DELLE COLLISIONI DEL COMPLESSO ATTIVATO

- 4** Le condizioni da cui dipende l'efficacia di un urto tra due molecole reagenti sono:  
1) *orientazione delle collisioni*: le molecole dei reagenti devono urtarsi secondo una determinata direzione, in modo che collidano gli orbitali specifici dei due atomi fra i quali si deve formare il nuovo legame;  
2) *energia potenziale delle molecole reagenti*: le molecole che collidono devono avere un'energia potenziale sufficiente a rompere i legami delle molecole dei reagenti; tale valore minimo è detto energia di attivazione ( $E_a$ ), ed è espresso in kJ/mol; il suo valore è specifico per ogni reazione.
- 5** Prima di collidere in una reazione le molecole hanno un certo valore di energia potenziale e cinetica; quando si avvicinano rallentano il loro movimento poiché vi è repulsione fra i livelli

elettronici esterni, quindi l'energia cinetica diminuisce; quando le molecole collidono tale energia cinetica liberata si trasforma in energia potenziale, si indeboliscono i legami interatomici dei reagenti e si formano nuovi deboli legami interatomici, portando transitoriamente a una configurazione atomica detta complesso attivato che ha energia potenziale maggiore di quella dei reagenti.

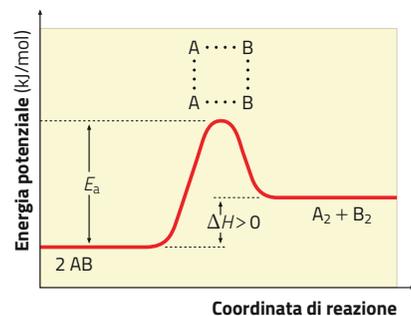


La differenza di energia potenziale fra complesso attivato e reagenti è l'energia di attivazione.

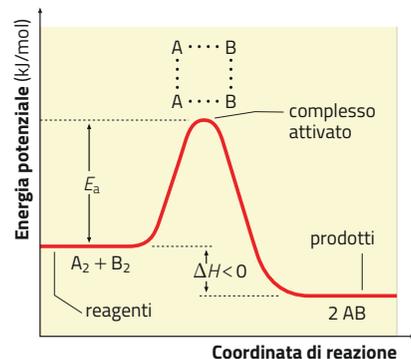
- 6** Ⓑ determina la rottura dei legami nei reagenti.
- 7** Ⓓ maggiore di quella dei reagenti e dei prodotti.
- 8** L'energia di attivazione di una reazione chimica è correlata alla velocità di reazione.
- 9** A temperatura ambiente la reazione è termodinamicamente spontanea, ma non si verifica perché ha un'energia di attivazione molto alta.

#### I DIAGRAMMI DI ENERGIA DI ATTIVAZIONE

**10**



**11**



**12** Affermazione *errata*. Il profilo di reazione indica:  
 Ⓓ la variazione dell'energia cinetica in una reazione.

**13** Ⓐ La reazione richiede energia.

### L'EQUAZIONE CINETICA

**14** Unità di misura della costante cinetica:  $\text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ .

**15** Nella reazione di ordine zero la velocità non dipende dalla concentrazione; la velocità di reazione resta costante fino a quando i reagenti non si sono completamente trasformati in prodotti.

$$v = k \cdot [A]^0$$



**16**

- |    |  |  |
|----|--|--|
| a. | $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}$                      | $v = k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{O}_2]$    |
| b. | $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$                 | $v = k \cdot [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]$ |
| c. | $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$                   | $v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]$   |
| d. | $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ | $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2]^2$           |

**17** L'equazione cinetica  $v = k \cdot [\text{NO}] \cdot [\text{O}_3]$  è una:

- a. reazione di primo ordine rispetto a NO e rispetto a  $\text{O}_3$ ;  
 b. reazione di secondo ordine complessivo.

**18** Per l'equazione cinetica  $v = k \cdot [\text{N}_2\text{O}_5]$ , la velocità di reazione è:  $1 \cdot 10^{-7} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ .

**19** Il valore della costante cinetica di reazione  
 Ⓑ aumenta con l'aumentare della temperatura.

**20** L'ordine di una reazione rappresenta un numero determinabile solo sperimentalmente, osservando come varia la velocità di reazione al variare dei singoli reagenti.

**21** Unità di misura che esprime la costante di velocità  $k$ :  $\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**22** La costante specifica di velocità  $k$  di una reazione dipende dalla temperatura.

### I FATTORI RELATIVI ALLA VELOCITÀ DI REAZIONE

**23** In soluzione acquosa i reagenti sono già dissociati in ioni; l'energia di attivazione sarà quindi bassa, poiché non si devono rompere i legami dei reagenti.

**24**  $v = k \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta$ . La velocità di reazione dipende dalla costante specifica di velocità  $k$  che dipende da  $T$ .  $k$  e  $T$  sono legate dall'equazione di Arrhenius:

$$k = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

Se aumenta  $T$  si ha diminuzione di  $E_a$  con aumento di  $k$  e quindi di  $v$ ; questo a parità di  $E_a$  e di concentrazioni.

**25** Influenzano la velocità di una specifica reazione chimica: concentrazione, temperatura, stato di suddivisione dei reagenti e presenza di un catalizzatore.

**26** La reazione ha la maggiore velocità in un reattore con un volume di: Ⓐ  $25 \text{ dm}^3$ .

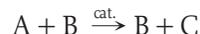
**27** Se in una reazione chimica aumenta la temperatura, la velocità della reazione: Ⓒ aumenta.

**28** Si deve utilizzare: Ⓑ un filo di rame finemente suddiviso.

**29** Si può ottenere aumentando: Ⓑ la pressione.

### I CATALIZZATORI

**30** I catalizzatori sono specie chimiche che, aggiunte ai reagenti durante una reazione, ne aumentano (se positivi) o rallentano (se negativi) la velocità di reazione. Agiscono interagendo con i reagenti e formando un complesso attivato con  $E_a$  minore. Diminuendo  $E_a$  aumenta il numero di urti efficaci e quindi la velocità. Alla fine della reazione si trovano inalterati e non vengono rappresentati fra reagenti o prodotti.



**31** La modificazione è dovuta:  
 Ⓑ alla presenza di un catalizzatore.

**32** Un catalizzatore, al termine di una reazione chimica, si ritrova: Ⓒ chimicamente inalterato.

**33** Ⓒ il profilo di reazione 1 rappresenta la reazione esotermica catalizzata.

### VERIFICA LE TUE ABILITÀ

**34** Nello stesso intervallo di tempo si formano:  
 Ⓒ  $0,06 \text{ mol}$  di  $\text{N}_2\text{O}$ .

**35** Velocità di reazione =  $1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

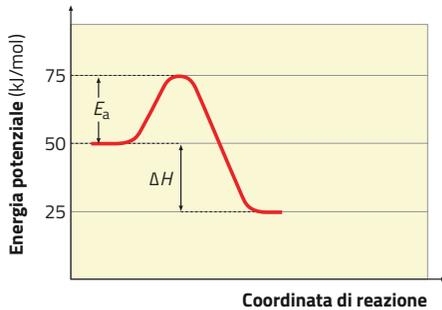
**36** Velocità media nell'intervallo di tempo indicato =  $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

**37** Velocità media nell'intervallo di tempo indicato =  $3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

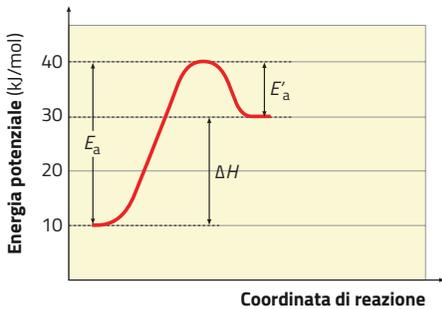
**38** Velocità di formazione dell'idrogeno =  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**39** Velocità con la quale  $\text{Br}_2$  reagisce =  $2,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**40** Profilo per una reazione con  $\Delta H = -25 \text{ kJ/mol}$  ed  $E_a = 25 \text{ kJ/mol}$ .



**41** Profilo per una reazione con  $\Delta H = 20 \text{ kJ/mol}$  ed  $E_a = 30 \text{ kJ/mol}$ .



**42** Costante specifica di velocità =  $2,00 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**43** Costante specifica di velocità =  $8 \cdot 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**44** Il maggiore aumento di velocità si ha con un:

Ⓓ dimezzamento del volume  $V$ .

**45** La concentrazione di  $\text{O}_2$  deve:

Ⓑ diminuire di 4 volte.

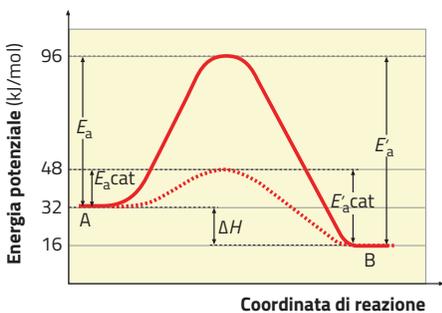
**46** L'espressione dell'equazione cinetica è:

Ⓐ  $v = k[\text{A}]^2$

**47** Proceede con maggiore velocità:

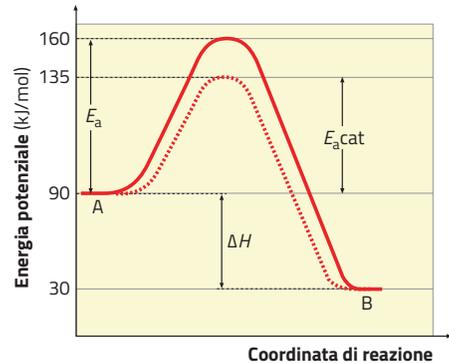
Ⓒ  $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

**48** Profilo per una reazione con  $\Delta H = -16 \text{ kJ/mol}$  ed  $E_a = 64 \text{ kJ/mol}$  e profilo per una reazione con  $E_a = 16 \text{ kJ/mol}$ .



**49**  $E_a = 60 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H = -30 \text{ kJ/mol}$ ; reazione esotermica.

**50** Profilo per una reazione con  $\Delta H = -60 \text{ kJ/mol}$  ed  $E_a = 70 \text{ kJ/mol}$ , e per la stessa con presenza di un catalizzatore ( $E_a = 45 \text{ kJ/mol}$ ).



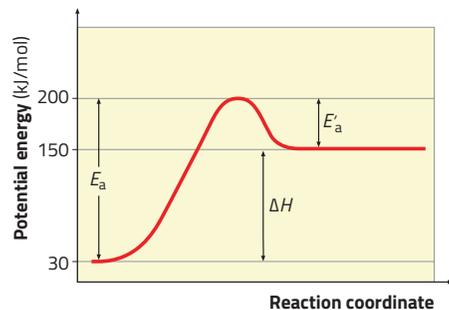
**51** La presenza del catalizzatore diminuisce l'energia di attivazione; infatti l'energia di attivazione della reazione è di  $50 \text{ kJ/mol}$  in assenza di catalizzatore e di  $10 \text{ kJ/mol}$  in sua presenza.

**52** Per la stessa reazione catalizzata  $E_a = +10 \text{ kJ/mol}$  e  $\Delta H = -15 \text{ kJ/mol}$ .

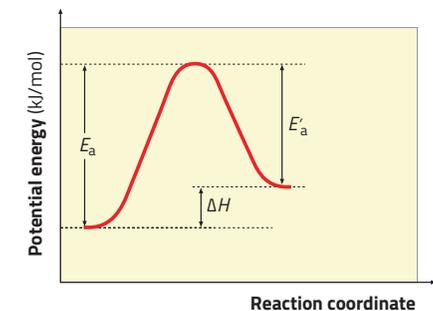
#### TEST YOURSELF

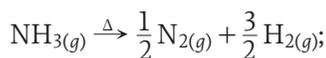
**53** The decomposition velocity of  $\text{N}_2\text{O}_4(g)$  is:  $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**54** Profile for a reaction for which:  $\Delta H = 120 \text{ kJ/mol}$  and  $E_a = 170 \text{ kJ/mol}$ .



**55** Profile for a reaction for which:  $\Delta H^\circ = 42.6 \text{ kJ/mol}$  and  $E_a = 253.8 \text{ kJ/mol}$ .





$$\Delta H^\circ = -\Delta H_f^\circ \text{NH}_3(g) = 46.2 \text{ kJ/mol}$$

$$E'_a = E_a - \Delta H = 300 \text{ kJ/mol} - 46.2 \text{ kJ/mol} = 253.8 \text{ kJ/mol.}$$

**VERSO I GIOCHI DELLA CHIMICA**

- 56** Ⓑ il valore di energia potenziale che i reagenti devono avere per trasformarsi nei prodotti.
- 57** Ⓑ 1 e 2 (1. orientazione favorevole delle molecole; 2. energia cinetica sufficiente).

**VERSO L'UNIVERSITÀ**

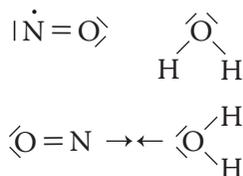
- 58** Ⓓ accelera la velocità della reazione.

**VERSO L'ESAME: LE TUE COMPETENZE**
DEDUCI

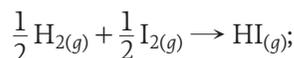
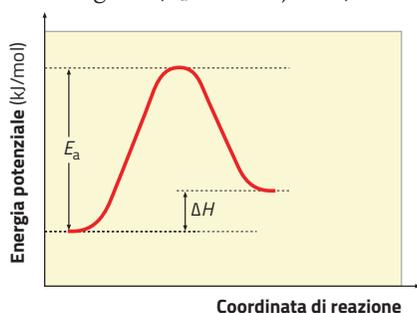
- 59** L'energia di attivazione della reazione inversa è:  
 Ⓒ 25 kJ/mol.

RAPPRESENTA

- 60** Strutture di Lewis delle molecole reagenti NO e H<sub>2</sub>O


RAPPRESENTA

- 61** Profilo per la reazione di sintesi di una mole di ioduro di idrogeno ( $E_a = 163 \text{ kJ/mol}$ ).



$$\Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ \text{HI}(g) = 26,6 \text{ kJ/mol}$$

$$E'_a = E_a - \Delta H^\circ = 163 \text{ kJ/mol} - 26,6 \text{ kJ/mol} = 136,4 \text{ kJ/mol.}$$

RAPPRESENTA E CALCOLA

- 62**
- Equazione cinetica di velocità:  $v = k \cdot [\text{AB}]^2$ .
  - Costante  $k = 111,11 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .
  - Concentrazione di A = 0,212 mol/L.

DEDUCI E CALCOLA

- 63**
- La reazione secondo A è del secondo ordine.
  - $k = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

IPOTIZZA E DEDUCI

- 64** La concentrazione (in mol/L) del reagente dopo 6 ore sarà uguale a: Ⓐ 0,01.

ANALIZZA E DEDUCI

- 65**
- Per identificare il fenomeno della catalisi, Berzelius analizza i dati raccolti da altri studiosi nelle loro esperienze.
  - Nel brano sono citati come catalizzatori platino, biossido di manganese e acido solforico.
  - Catalizzatore: una sostanza che, aggiunta ad altre sostanze, ne permette l'interazione per formare il prodotto (o la decomposizione nei componenti) senza venire consumata.