Oefeningen kinetica en chemisch evenwicht

Oefening 1. We beschouwen een exo-energetische reactie $\mathrm{R} \longrightarrow \mathrm{P}$.
Selecteer de uitspraken die **altijd** waar zijn voor deze reactie.

[A] Deze reactie is snel.

[B] De omzetting van P naar R gaat gepaard met een opname van energie.

[C] De energie-inhoud van P is lager dan de energie-inhoud van R.

[D] De reactie gaat gepaard met vrijstelling van warmte.

Oefening 2. We beschouwen een endo-energetische reactie $\mathrm{X} \rightleftharpoons \mathrm{W}$.
We noemen $E_{a,\rightarrow}$ de activeringsenergie voor de reactie $\mathrm{X} \longrightarrow \mathrm{W}$ en $E_{a,\leftarrow}$ de activeringsenergie voor de reactie $\mathrm{W} \longrightarrow \mathrm{X}$.
Welke uitspraak is altijd juist?

(A) $E_{a,\rightarrow} < E_{a,\leftarrow}$

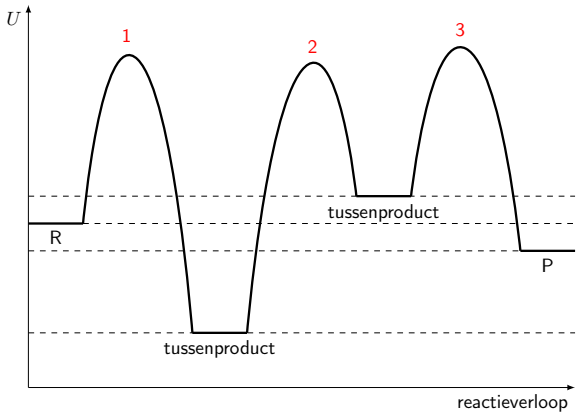
(B) $E_{a,\rightarrow} > E_{a,\leftarrow}$

(C) $E_{a,\rightarrow} = E_{a,\leftarrow}$

(D) $E_{a,\rightarrow} = 0\,\mathrm{J}$

(E) $E_{a,\leftarrow} = 0\,\mathrm{J}$

Oefening 3. Een bepaalde reactie $\mathrm{R} \longrightarrow \mathrm{P}$ verloopt in 3 stappen, waarbij tussenproducten gevormd worden. Het energiediagram is voor de volledige omzetting van R naar P in de figuur weergegeven.



Welke stap heeft de grootste activeringsenergie?

(A) Stap 1

(B) Stap 2

(C) Stap 3

(D) Dit is niet af te leiden uit bovenstaande informatie

CC BY-NC-SA 4.0

Oefening 4. Welk van de volgende stellingen in verband met de activeringsenergie is juist ?

(A) De activeringsenergie voor een endotherme reactie kan zowel positief als negatief zijn

(B) De activeringsenergie kan experimenteel bepaald worden door het meten van de reactie-energie tijdens een reactie

(C) De activeringsenergie voor een exotherme reactie is altijd positief

(D) De reactie-energie is altijd groter dan de activeringsenergie.

Oefening 5. Bepaal de theoretische snelheidsvergelijking van de volgende reacties. Je mag ervan uitgaan dat het éénstapsreacties zijn. Geef ook telkens de totale orde van de reactie.

1. $2\,\mathrm{ICl} + \mathrm{H_2} \longrightarrow \mathrm{I_2} + 2\,\mathrm{HCl}$

2. $\mathrm{N_2O_4} \longrightarrow 2\,\mathrm{NO_2}$

3. $2\,\mathrm{SO_2} + \mathrm{O_2} \longrightarrow 2\,\mathrm{SO_3}$

Oefening 6. Welke van de volgende factoren heeft **geen** invloed op de snelheid van een reactie?

(A) Verandering van de temperatuur

(B) Continu weghalen van reactieproduct uit het reactiemidden

(C) Verandering van het volume van het reactievat

(D) Toevoegen van een katalysator

Oefening 7. We beschouwen de evenwichtsreactie:

$$2\,\mathrm{HI\,(g)} \rightleftharpoons \mathrm{H_2\,(g)} + \mathrm{I_2\,(g)}$$

Welke stelling klopt wanneer aan deze reactie een katalysator wordt toegevoegd?

(A) Bij de ontbinding van $\mathrm{HI\,(g)}$ zal de katalysator zowel de energie van de transitietoestand als van de reactieproducten verlagen.

(B) Bij de ontbinding van $\mathrm{HI\,(g)}$ zal de katalysator alleen de energie van de transitietoestand verlagen.

(C) De katalysator zal de snelheid van de vorming van $\mathrm{HI\,(g)}$ uit $\mathrm{H_2\,(g)}$ en $\mathrm{I_2\,(g)}$ vertragen.

(D) Hoe groter de hoeveelheid van de katalysator, hoe groter de invloed op de activeringsenergie zal zijn.

Oefening 8. Tijdens vijf experimenten met verschillende beginconcentraties wordt de reactie $\mathrm{A} + \mathrm{B} \longrightarrow \mathrm{C}$ uitgevoerd. De volgende beginsnelheden en concentraties werden opgemeten:

CC BY-NC-SA 4.0

Experiment	$[\mathrm{A}]_0\,(\mathrm{mol/L})$	$[\mathrm{B}]_0\,(\mathrm{mol/L})$	$v\,(\mathrm{mol/(L\cdot s)})$
1	$1,0$	$1,0$	$0,15$
2	$2,0$	$1,0$	$0,30$
3	$3,0$	$1,0$	$0,45$
4	$1,0$	$2,0$	$0,15$
5	$1,0$	$3,0$	$0,15$

Wat is de correcte uitdrukking van de snelheidsvergelijking?

(A) $v = k[\mathrm{A}][\mathrm{B}]$

(B) $v = k[\mathrm{A}]^2[\mathrm{B}]$

(C) $v = k[\mathrm{A}]$

(D) $v = k[\mathrm{A}]^2$

Oefening 9. Voor de reactie

$$\mathrm{A} \;+\; 3\,\mathrm{B} \;\longrightarrow\; \mathrm{C} \;+\; \mathrm{D}$$

wordt de reactiesnelheid viermaal groter indien men de concentratie van B verdubbelt. De reactiesnelheid verdubbelt bij een verdubbeling van de concentratie van A. Geef de uitdrukking van de snelheidsvergelijking van deze reactie.

(A) $v = k \cdot [\mathrm{A}] \cdot [\mathrm{B}]$

(B) $v = k \cdot [\mathrm{A}]^2 \cdot [\mathrm{B}]$

(C) $v = k \cdot [A] \cdot [\mathrm{B}]^2$

(D) $v = k \cdot [\mathrm{A}] \cdot [\mathrm{B}]^4$

(E) $v = k \cdot [\mathrm{A}]^2 \cdot [\mathrm{B}]^4$

Oefening 10. In een reactievat van $4\,\mathrm{L}$ grijpt volgende reactie plaats:

$$2\,\mathrm{NO} \;+\; \mathrm{O_2} \;\longrightarrow\; 2\,\mathrm{NO_2}\,.$$

De reactiesnelheid wordt gegeven door

$$v = k \cdot [\mathrm{NO}]^2 \cdot [\mathrm{O_2}]\,,$$

waarbij de snelheidsconstante gelijk is aan $k = 0{,}25\,\mathrm{L^2/(mol^2{\cdot}s)}$. Op een bepaald tijdstip bedraagt de reactiesnelheid $v = 12{,}5\,\mathrm{mol/(L\cdot s)}$ en bevindt er zich $8\,\mathrm{mol}$ aan $\mathrm{O_2}$ in het reactievat.

(a) Hoeveel mol NO bevindt zich in het reactievat bij de gegeven reactiesnelheid en hoeveelheid $\mathrm{O_2}$?

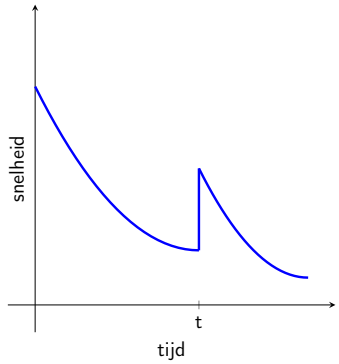
$n_{\mathrm{NO}} = \ldots\ldots\ \mathrm{mol}$

(b) Hoeveel bedraagt de reactiesnelheid als NO en $\mathrm{O_2}$ volledig omgezet zijn in $\mathrm{NO_2}$?

$v = \ldots\ldots\ \mathrm{mol/(L\cdot s)}$

CC BY-NC-SA 4.0

Oefening 11. De volgende grafiek toont de verandering van de reactiesnelheid in functie van de tijd voor de reactie $H_2 + I_2 \longrightarrow 2\,HI$.



Op tijdstip t werd er iets aan het reactiemengsel gewijzigd. Welke van de volgende wijzigingen kan **geen** verklaring zijn voor deze verandering in de snelheid?

(A) De concentratie van H_2 is verhoogd

(B) De concentratie van I_2 is verhoogd

(C) De concentratie van H_2 en I_2 werden allebei evenveel verhoogd

(D) De concentratie van HI is verlaagd

Oefening 12. In de onderstaande uitdrukkingen van evenwichtsconstantes, K_c, zijn enkele gegevens vervangen door rode letters. Duid aan wat er telkens op die plek hoort te staan.

1. $N_2\,(g) + 3\,H_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,NH_3\,(g)$

$$K_c = \frac{[A]_e^B}{[N_2]_e^1[C]_e^D}$$

[A]= | NH_3 | H_2 | N_2 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

[B]= | NH_3 | H_2 | N_2 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

[C]= | NH_3 | H_2 | N_2 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

[D]= | NH_3 | H_2 | N_2 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

2. $C\,(s) + H_2O\,(g) \rightleftharpoons CO\,(g) + H_2\,(g)$

$$K_c = \frac{[CO]_e^A \cdot [H_2]_e^B}{[C]_e^C \cdot [H_2O]_e^D}$$

A = | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

B = | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

C = | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

D = | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

CC BY-NC-SA 4.0
KU Leuven (2026/02/20H.36)

3. $Ca_3(PO_4)_2\,(s) \rightleftharpoons 3\,Ca^{2+}\,(aq) + 2\,{PO_4}^{3-}\,(aq)$

$$K_c = \frac{[A]_e^2 \cdot [B]_e^3}{[Ca_3(PO_4)_2]_e^C}$$

A =	$Ca_3(PO_4)_2$	Ca^{2+}	${PO_4}^{3-}$	0	1
B =	$Ca_3(PO_4)_2$	Ca^{2+}	${PO_4}^{3-}$	0	1
C =	$Ca_3(PO_4)_2$	Ca^{2+}	${PO_4}^{3-}$	0	1

Oefening 13. Beschouw de volgende evenwichtsreactie:

$$4\,NH_{3(g)} + 6\,NO_{(g)} \rightleftharpoons 6\,H_2O_{(g)} + 5\,N_{2(g)}$$

De initiële concentraties van NH_3 en NO zijn $6{,}0\,mol/L$. De evenwichtsconcentratie van N_2 bedraagt $2{,}5\,mol/L$.

1. Bereken de evenwichtsconcentratie van NO.

$[NO] = \ldots\ldots\ mol/L$

2. Bepaal de omzettingsgraad voor NO in deze reactie.

$\alpha = \ldots\ldots$

3. Bepaal het rendement van deze reactie.

$R = \ldots\ldots\ \%$

Oefening 14. In een volume van $10{,}0\,L$ worden $5{,}0\,mol\ N_2O_4$ en $1{,}0\,mol\ NO_2$ gebracht. De temperatuur wordt constant gehouden en na een tijd heeft zich een chemisch evenwicht ingesteld. Bij dit evenwicht is er $2{,}0\,mol\ N_2O_4$ aanwezig. De reactie is

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2\,NO_{2(g)}\,.$$

1. Bij evenwicht zal het mengsel de stoffen in de volgende concentraties bevatten:
$[N_2O_4] = \ldots\ldots\ mol/L$
$[NO_2] = \ldots\ldots\ mol/L$

2. Bereken de evenwichtsconstante K_c bij de heersende temperatuur.

$K_c = \ldots\ldots$

Oefening 15. In een reactievat van $1{,}0\,L$ brengt men bij een welbepaalde temperatuur $0{,}10\,mol\ SO_3$. De volgende reactie gaat op:

$$2\,SO_3\,(g) \rightleftharpoons 2\,SO_2\,(g) + O_2\,(g)$$

$20\,\%\ SO_3$ moet omgezet worden voordat het chemisch evenwicht bereikt is. Wat is de getalwaarde van de evenwichtsconstante (bij deze temperatuur)?

$K_c = \ldots\ldots$

CC BY-NC-SA 4.0
KU Leuven (2026/02/20H.36)

Oefeningen kinetica en chemisch evenwicht

Oefening 16. In een reactievat van $1{,}0\,\mathrm{L}$ wordt een hoeveelheid waterstofjodide gebracht. Een deel waterstofjodide ontbindt in waterstof en jood. Bij evenwicht is er $0{,}2\,\mathrm{mol}\ \mathrm{H_2}$ en $0{,}2\,\mathrm{mol}\ \mathrm{I_2}$ gevormd. De evenwichtsconstante voor de ontbindingsreactie bedraagt $K_\mathrm{c} = 1/49$. De reactievergelijking is

$$2\,\mathrm{HI_{(g)}} \rightleftharpoons \mathrm{H_{2(g)}} + \mathrm{I_{2(g)}}$$

1. Bereken de concentratie waterstofjodide bij evenwicht.

$[\mathrm{HI}]_\mathrm{e} = \ldots\ldots\ \mathrm{mol/L}$

2. De oorspronkelijke concentratie waterstofjodide bedroeg ..... mol/L.

Oefening 17. In een reactievat met een volume V zijn bij een bepaalde temperatuur T oorspronkelijk $3{,}0\,\mathrm{mol}\ \mathrm{H_2}$ en $2{,}0\,\mathrm{mol}\ \mathrm{I_2}$ aanwezig. Bij instelling van het evenwicht vindt men $1{,}6\,\mathrm{mol}\ \mathrm{HI}$ in het reactiemengsel. De reactievergelijking is

$$\mathrm{H_2\,(g)} + \mathrm{I_2\,(g)} \rightleftharpoons 2\,\mathrm{HI\,(g)}$$

Het rendement van deze reactie is ..... %.

Oefening 18. In een reactievat van $1{,}0\,\mathrm{L}$ wordt $0{,}3\,\mathrm{mol}\ \mathrm{N_2O_4}$ gebracht bij een temperatuur T. De reactievergelijking is

$$\mathrm{N_2O_4\,(g)} \rightleftharpoons 2\,\mathrm{NO_2\,(g)}\,.$$

De evenwichtsconstante voor deze reactie bedraagt $0{,}300$ bij deze temperatuur. Bereken de evenwichtsconcentraties van $\mathrm{N_2O_4}$ en $\mathrm{NO_2}$.

$[\mathrm{N_2O_4}] = \ldots\ldots\ \mathrm{mol/L}$
$[\mathrm{NO_2}] = \ldots\ldots\ \mathrm{mol/L}$

Oefening 19. In welke van de volgende reacties bevordert een drukverhoging bij constante temperatuur en variabel volume de vorming van producten?

(A) $\mathrm{CaCO_3\,(s)} \rightleftharpoons \mathrm{CaO\,(s)} + \mathrm{CO_2\,(g)}$

(B) $\mathrm{C\,(s)} + \mathrm{O_2\,(g)} \rightleftharpoons \mathrm{CO_2\,(g)}$

(C) $2\,\mathrm{NO\,(g)} + \mathrm{O_2\,(g)} \rightleftharpoons 2\,\mathrm{NO_2\,(g)}$

(D) $\mathrm{H_2\,(g)} + \mathrm{Br_2\,(g)} \rightleftharpoons 2\,\mathrm{HBr\,(g)}$

Oefening 20. Hoe kan men de volgende factoren gebruiken om de omzettingsgraad van koolstof C in volgend evenwicht verhogen?

$$\mathrm{CO_2\,(g)} + \mathrm{C\,(s)} + x\ \mathrm{kJ} \rightleftharpoons 2\,\mathrm{CO\,(g)}\,.$$

Men kan ...

- de concentratie $\mathrm{CO_2}$ | verhogen | verlagen | niet gebruiken | om de omzettingsgraad van het reagens C te verhogen.
- de concentratie CO | verhogen | verlagen | niet gebruiken | om de omzettingsgraad van het reagens C te verhogen.

CC BY-NC-SA 4.0

- het volume van het reactievat | verhogen | verlagen | niet gebruiken | om de omzettingsgraad van het reagens C te verhogen.
- de temperatuur | verhogen | verlagen | niet gebruiken | om de omzettingsgraad van het reagens C te verhogen.

Oefening 21. Vast koolstof C en waterdamp $\mathrm{H_2O}$ reageren tot gasvormig koolstofmonoxide CO en diwaterstofgas $\mathrm{H_2}$. De reactie is endotherm. In een gesloten systeem wordt een evenwichtsmengsel van de vier stoffen verkregen. Welke uitspraak is juist?

(A) Als dit mengsel bij een constante druk afgekoeld wordt zal de omzettingsgraad van waterdamp vergroten

(B) Als dit mengsel bij een constante temperatuur samengedrukt wordt zal de omzettingsgraad van waterdamp dalen

(C) De omzettingsgraad van waterdamp verandert niet wanneer het mengsel bij een constante druk afgekoeld wordt

(D) De omzettingsgraad van waterdamp verandert niet wanneer het mengsel bij een constante temperatuur samengedrukt wordt

Oefening 22. Gegeven de omkeerbare reactie:

$$\mathrm{C\,(s)} \;+\; \mathrm{H_2O\,(g)} \rightleftharpoons \mathrm{CO\,(g)} \;+\; \mathrm{H_2\,(g)}\,.$$

We stellen vast dat er bij $1500\,^\circ\mathrm{C}$ meer CO gevormd wordt dan bij $1000\,^\circ\mathrm{C}$. Dat betekent dat deze reactie | exo | endo |-energetisch is.

Oefening 23. Wanneer water, dat verzadigd is aan calciumionen en carbonaationen, in een grot sijpelt, kunnen er stalagmieten en stalactieten gevormd worden door de volgende evenwichtsreactie:

$$\mathrm{Ca^{2+}\,(aq)} \;+\; \mathrm{{CO_3}^{2-}\,(aq)} \rightleftharpoons \mathrm{CaCO_3\,(s)}$$

Het evenwicht verschuift naar rechts omdat de temperatuur in de grot lager is. Wat kan je hieruit afleiden?

(A) De energie-inhoud van het reactieproduct is groter dan van de reagentia

(B) Het is een endotherme neerslagreactie

(C) Het is een exotherme neerslagreactie

(D) De evenwichtsconstante K_c behoudt dezelfde waarde bij de verschuiving van het evenwicht

CC BY-NC-SA 4.0
KU Leuven (2026/02/20H.36)