

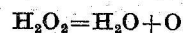
1. Pewną substancję A zmieszano w jednakowych ilościach z substancjami B i C. Po upływie 1000 s przereagowała połowa substancji A. Jaki procent substancji A pozostanie po upływie 2000 s, jeśli zachodząca reakcja jest reakcją: 1) pierwszego rzędu, 2) drugiego rzędu, 3) trzeciego rzędu, 4) zerowego rzędu.

2. Stężenie atomów trytu w powietrzu wynosi w przybliżeniu  $5 \cdot 10^{-16}$  kmol/m<sup>3</sup> (mol/l). Okres połowicznego zaniku trytu wynosi 12 lat. W ciągu ilu lat ulegnie rozpadowi 90% trytu zawartego w powietrzu? Nie uwzględniać uzupełniania ilości trytu w powietrzu na skutek procesów syntezy.

3. 20%-owy roztwór cukru trzcinowego, skręcający płaszczyznę światła spolaryzowanego o  $34,50^\circ$  w prawo, ulega inwersji w 0,5n kwasie mlekowym w  $T=298^\circ\text{K}$ . Po upływie 1435 min kąt skręcenia roztworu wynosi  $+31,10^\circ$ , po 11360 min wynosi on  $+13,98^\circ$ , a w końcu, po zupełnym zinwertowaniu cukru, osiąga wartość  $-10,77^\circ$ .

Roztwór cukru trzcinowego skręca płaszczyznę światła spolaryzowanego w prawo, a mieszanina produktów inwersji — w lewo. Kąt skręcenia jest w obu przypadkach proporcjonalny do stężenia rozpuszczonych substancji. Wiedząc, że reakcja przebiega zgodnie z równaniem pierwszego rzędu, obliczyć stałą szybkości inwersji i podać, po jakim czasie ulegnie inwersji 90% cukru.

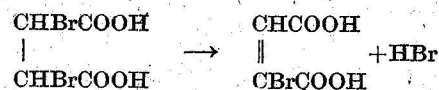
④ Rozkład nadtlenku wodoru w wodnym roztworze można przedstawić następującą reakcją:



Kinetykę tej reakcji badano miareczkując próbki o jednakowej objętości przy pomocy nadmanganianu potasu. Korzystając z przedstawionych niżej danych określić wszelkimi możliwymi sposobami rząd reakcji i obliczyć średnią wartość jej stałej szybkości.

Czas od początku doświadczenia, min	0	5	10	15	20	30	40
Ilość 0,0015 M roztworu KMnO <sub>4</sub> [w $10^{-6}$ m <sup>3</sup> (w cm <sup>3</sup> )]	23,6	18,1	14,8	12,1	9,4	5,8	3,7
zużyta na zmiareczkowanie $2 \cdot 10^{-6}$ m <sup>3</sup> (2 cm <sup>3</sup> ) próbki							

5. Podczas ogrzewania roztworu kwasu dwubromobursztynowego kwas ten rozkłada się na kwas bromomaleinowy i HBr, zgodnie z równaniem:



Po  $t$  minutach miano pewnej objętości roztworu wynosiło  $n \cdot 10^{-6}$  m<sup>3</sup> ( $n$  cm<sup>3</sup>) mianowanego ługu.

$t$ , min.	0	214	380
$n \cdot 10^6$ , m <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> )	12,11	2,44	12,68

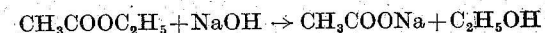
1) Obliczyć stałą szybkości reakcji.  
2) Po jakim czasie rozłoży się jedna trzecia kwasu dwubromobursztynowego?

6. W reakcji dwucząsteczkowej, w której  $c_A = c_B$ , 25% substratów przereagowuje w 10 min. Ile potrzeba czasu, aby w tej samej temperaturze przereagowało 50%?

7. Stała szybkości rekombinacji jonów H<sup>+</sup> i FG<sup>-</sup> (fenylogliksynianu) na cząsteczkę HFG wynosi  $k = 10^{11,58}$  m<sup>3</sup> kmol<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup> (l mol<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>) w 298°K. Ile czasu potrzeba, aby reakcja zaszła w 99,999%, jeśli stężenia jonów  $[\text{H}^+] = [\text{FG}^-] = 0,001$  kmol/m<sup>3</sup> (mol/l)?

8. Szybkość utleniania alkoholu butylowego kwasem podchlorałym nie zależy do stężenia utlenianej substancji i jest proporcjonalna do kwadratu stężenia HClO. Obliczyć czas, po upływie którego reakcja utleniania alkoholu butylowego kwasem podchlorałym przebiegnie w 90% w roztworze o temperaturze 298,2°K zawierającym 0,1 kmol/m<sup>3</sup> (mol/l) HClO i 1 kmol/m<sup>3</sup> (mol/l) alkoholu. Stała szybkości reakcji w 298,2°K wynosi 24 m<sup>3</sup> kmol<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup> (l mol<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>).

9. Stała szybkości reakcji:

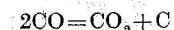


wynosi 5,4 m<sup>3</sup> kmol<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup> (l mol<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>). Ile procent estru przereaguje po 10 min, jeśli początkowe stężenia ługu i estru są jednakowe i wynoszą 0,02 kmol/m<sup>3</sup> (mol/l)?

10. 0,01 n roztwór octanu etylu jest w pewnej temperaturze zmydlany za pomocą 0,002 n roztworu NaOH. Po 23 min uległo zmydleniu 10% estru. Po ilu minutach zmydlenie zajdzie w takim samym stopniu za pomocą 0,005 n roztworu KOH, jeśli reakcja zmydlenia estru jest drugiego rzędu, a zasady są w pełni zdysocjowane?

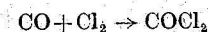
11. Utlenianie FeCl<sub>2</sub> za pomocą KClO<sub>3</sub> w obecności HCl jest reakcją trzeciego rzędu. Jeśli czas wyrażamy w min, a stężenia w kmol/m<sup>3</sup> (mol/l), to stała szybkości tej reakcji jest równa w przybliżeniu jedności. Obliczyć, jakie będzie stężenie FeCl<sub>2</sub> po 1,5 godziny od początku reakcji, jeśli początkowe stężenia wszystkich reagujących substancji wynoszą 0,2 kmol/m<sup>3</sup> (mol/l).

12. Wyznaczyć rząd reakcji:



przebiegającej w 583,2°K, jeśli w jednym doświadczeniu ciśnienie zmniejszyło się w ciągu 30 min od  $1,049 \cdot 10^5$  do  $0,924 \cdot 10^5$  N/m<sup>2</sup>, a w drugim, w ciągu tego samego czasu, od  $0,714 \cdot 10^5$  do  $0,624 \cdot 10^5$  N/m<sup>2</sup> ( $V = \text{const}$ ).

13. Pomiędzy równoważnymi ilościami tlenku węgla i chloru, w obecności katalizatora, zachodzi reakcja



W miarę przebiegu tej reakcji, zachodzącej w 300°K, obserwowano następujące zmiany całkowitego ciśnienia w układzie:

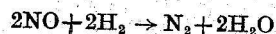
$t$ , min	0	5	10	15	21
$P \cdot 10^{-5}$ , N/m <sup>2</sup>	0,965	0,900	0,829	0,779	0,735
( $P$ , mm Hg)	724	675	622	584	551

Wyznaczyć rząd reakcji ( $V = \text{const}$ ).

14. Wyznaczyć rząd reakcji  $\text{CH}_3\text{COCH}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 + \text{CO}$  na podstawie zmian ciśnienia w trakcie reakcji. Znaleźć średnią wartość stałej szybkości reakcji.

$t$ , min	0	6,5	13,0	19,9
$P \cdot 10^{-3}$ , N/m <sup>2</sup>	41,6	54,5	63,7	74,2
( $P$ , mm Hg)	312	408	478	556

15. Redukcja tlenu azotu wodorem przebiega według następującego równania stechiometrycznego:

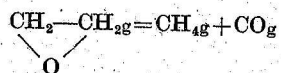


Wyjściowe gazy wzięto w równoważnych ilościach. Jeżeli ciśnienie początkowe gazów wynosiło  $P = 0,454 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , to jego dwukrotne zmniejszenie nastąpiło w przeciągu 102 s. Jeśli natomiast początkowe ciśnienie wynosiło  $0,384 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , to zmalało ono dwukrotnie po upływie 140 s. Wykorzystując zależność pomiędzy czasem, w którym ubywa połowa substratu, a stężeniem początkowym, określ rząd reakcji ( $V = \text{const}$ ).

16. Wykorzystując zależność pomiędzy okresem połowicznej przemiany a ciśnieniem początkowym wyznaczyć rząd reakcji konwersji parawodoru w ortowodor, przebiegającej w temperaturze  $923^\circ\text{K}$ . Wartości ciśnień początkowych  $P$  i okresów połowicznej przemiany  $\tau$  dla przemiany parawodoru w  $933^\circ\text{K}$ : są następujące:

$P \cdot 10^{-5}, \text{ N/m}^2$	0,067	0,133	0,267	0,533
( $P$ , mm Hg)	50	100	200	400
$\tau$ , s	628	450	318	222

17. Dysocjacja termiczna tlenu etylenu przebiega zgodnie z równaniem

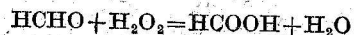


W  $687,7^\circ\text{K}$  całkowite ciśnienie reagującej mieszaniny zmienia się z czasem następująco:

$t$ , min	0	5	7	9	12	18
$P \cdot 10^{-5}, \text{ N/m}^2$	0,155	0,163	0,168	0,172	0,178	0,188
( $P$ , mm Hg)	116	122	126	129	134	141

Wyznaczyć rząd reakcji rozkładu tlenu etylenu i obliczyć stałą szybkości ( $V = \text{const}$ ).

18. W wyniku reakcji pomiędzy formaldehydem i nadtlenkiem wodoru tworzy się kwas mrówkowy (reakcja drugiego rzędu):



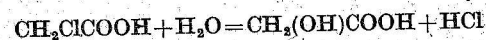
Po zmieszaniu w  $T = 333,2^\circ\text{K}$  równych objętości jednomolarnych roztworów HCHO i  $\text{H}_2\text{O}_2$  stężenie kwasu mrówkowego osiąga po 2 godzinach wartość  $0,215 \text{ kmol/m}^3$  (mol/l). Obliczyć stałą szybkości reakcji i określić, po jakim czasie przereaguje 90% substratów. Nie potrzeba czasu, aby reakcja zaszła w tym samym stopniu, jeśli wyjściowe roztwory  $\text{H}_2\text{O}_2$  i HCHO zostaną przed zmieszaniem dziesięciokrotnie rozcieńczone.

19. W  $573,2^\circ\text{K}$  gazowy  $\text{AsH}_3$  rozkłada się, dając stały arsen i gazowy wodór. W czasie reakcji ciśnienie zmieniało się w następujący sposób (ciśnienie par arsenu zaniedbuje się):

$t$ , godz	0	5,5	6,5	8
$P \cdot 10^{-5}, \text{ N/m}^2$	0,978	1,074	1,091	1,114
( $P$ , mm Hg)	734	805	818	835

Wyznaczyć rząd reakcji rozkładu  $\text{AsH}_3$  i obliczyć stałą szybkości ( $V = \text{const}$ ).

20. Kwas jednochlorooctowy reaguje w  $298^\circ\text{K}$  z wodą (woda w dużym nadmiarze) zgodnie z równaniem:

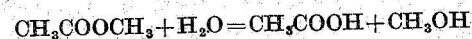


Poniżej podano wyniki miareczkowania próbek o jednakowej objętości roztworem ługu (próbki pobierano w różnych czasach  $t$ , liczonych od początku reakcji):

$t$ , min	0	600	780	2070
Ilość ługu, $10^{-6} \text{ m}^3 (\text{cm}^3)$	12,9	15,8	16,4	20,5

Wyznaczyć rząd reakcji, obliczyć stałą szybkości i określić, ile czasu musi upłynąć od początku reakcji, aby ilości wszystkich trzech kwasów w roztworze były równoważne.

21. Reakcja hydrolizy octanu metylu przebiega według równania:



Kinetykę tej reakcji badano przez miareczkowanie ługiem próbek o jednakowej objętości. Wyznaczyć rząd reakcji wszystkimi możliwymi metodami i obliczyć średnią wartość stałej szybkości reakcji w oparciu o następujące dane:

Czas od początku doświadczenia, min	0	30	60	90	120	150	$\infty$
Ilość $\frac{1}{20}n$ roztworu ługu [w $10^{-6} \text{ m}^3 (\text{cm}^3)$ ] zużyta do miareczkowania $2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 (2 \text{ cm}^3)$ mieszaniny	12,70	13,81	14,73	15,52	16,31	16,80	20,22

22. Reakcja zmydlenia octanu metylu ługiem biegnie w  $298^\circ\text{K}$  zgodnie z równaniem:

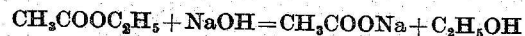


Badając kinetykę tej reakcji otrzymano następujące wyniki:

$t$ , min	3	5	7	10	15	25
$c_{\text{NaOH}}, n \cdot 10^3$	7,40	6,34	5,50	4,64	3,63	2,54

Początkowe stężenia ługu i estru były jednakowe i wynosiły 0,01 n. Wyznaczyć rząd reakcji zmydlania estru i obliczyć średnią wartość stałej szybkości

23. Reakcja zmydlania octanu etylu ługiem przebiega w 298°K we równania:



Kinetykę tej reakcji badano miareczkując kwasem próbki o jednakowej objętości pobrane z mieszaniny. Wyznaczyć wszelkimi możliwymi sposobami rząd reakcji i obliczyć średnią wartość jej stałej szybkości na podstawie następujących danych:

t, min	0	4,9	10,4	28,2	∞
Ilość 0,01 n roztworu HCl [w 10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> )], zużyta do zmiarowania 1 · 10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup> (10 cm <sup>3</sup> ) mieszaniny	61,95	50,59	42,40	29,35	14,9

24. Stwierdzono, że w pewnej reakcji zmiana początkowego stężenia z 0,502 na 1,007 kmol/m<sup>3</sup> (mol/l) zmniejsza okres połowicznej przemiany od 51 do 26 s. Jaki jest rząd tej reakcji i ile wynosi jej stała szybkości?

25. Reakcja dimeryzacji butadienu w fazie gazowej jest w stosunku do butadienu reakcją drugiego rzędu. Kinetykę tego procesu można zbadać mierząc w określonych odstępach czasu ciśnienie reagującej mieszaniny w stałej objętości. W temperaturze 599,2°K otrzymano dla reakcji:

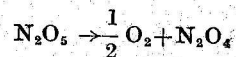


następujące dane:

t, min	0	3,25	6,12	10,08	14,30	20,78
P · 10 <sup>-3</sup> , N/m <sup>2</sup>	84,2	82,4	80,9	78,9	76,8	74,2
(P, mm Hg)	632,0	618,5	606,6	591,6	576,1	556,9
t, min	29,18	36,38	49,50	60,87	68,05	77,57
P · 10 <sup>-3</sup> N/m <sup>2</sup>	71,4	69,5	66,4	64,4	63,4	62,0
(P, mm Hg)	535,4	521,2	498,1	482,8	474,6	464,8
t, min	90,05	103,58	119,00	135,72		
P · 10 <sup>-3</sup> , N/m <sup>2</sup>	60,4	59,0	57,7	56,4		
(P, mm Hg)	453,3	442,6	432,8	422,8		

Wyznaczyć stałą szybkość graficznie i analitycznie.

26. Reakcja rozkładu pięciotlenku azotu przebiega zgodnie z równaniem:



Kinetykę tego procesu można zbadać mierząc w określonych odstępach czasu ciśnienie reagującego układu przy stałej objętości. W 328,1°K otrzymano dla tej reakcji następujące dane:

t, min	3	4	5	6	7	8	9	10	
Przyrost ciśnienia, 10 <sup>-3</sup> N/m <sup>2</sup> (mm Hg)	9,7	12,7	15,5	18,1	20,1	22,4	24,4	26,3	
	73	95	116	136	152	168	183	196	
t, min	12	14	16	18	22	26	30	38	∞
Przyrost ciśnienia, 10 <sup>-3</sup> N/m <sup>2</sup> (mm Hg)	29,1	31,4	33,6	35,5	38,5	39,9	41,2	42,6	44,2
	218	236	252	266	289	299	309	320	331

Jaki jest rząd tej reakcji, średnia wartość stałej szybkości i okres połowicznej przemiany?

27. Badając kinetykę reakcji przegrupowania wewnątrzcząsteczkowego przebiegającego według schematu



stwierdzono, że stężenie substancji A zmienia się z czasem jak następuje:

t, s	180	300	420	1440	∞
c <sub>A</sub> , kmol/m <sup>3</sup> (mol/l)	1,69	1,56	1,46	0,84	0,31

Początkowe stężenie A wynosiło 1,89 kmol/m<sup>3</sup> (mol/l). Obliczyć stałą szybkości tworzenia się B (k<sub>1</sub>) i stałą szybkości reakcji odwrotnej (k<sub>2</sub>) wiedząc, że obie reakcje są pierwszego rzędu.

28. Przemiana rodanku amonu NH<sub>4</sub>CNS w tiomocznik (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CS jest odwracalną reakcją jednocząsteczkową (pierwszorzędową). Korzystając z przytoczonych danych, obliczyć stałe szybkości reakcji biegnących w obie strony.

t, min	0	19	38	48	60
Ilość przereagowanego NH <sub>4</sub> CNS, %	2,0	6,9	10,4	12,3	13,6

Stan równowagi został osiągnięty, gdy 21,2% rodanku amonu przereagowało z utworzeniem tiomocznika.

29. Azot znajduje się w naczyniu pod ciśnieniem P = 1,01 · 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup> (1 atm) w 298°K. Obliczyć:

1) Ilość uderzeń cząsteczek azotu o ścianki naczynia w ciągu 1 s, przypadającą na 1 cm<sup>2</sup> ścianek.

2) Ilość zderzeń międzycząsteczkowych zachodzących w 1 s w objętości 1 · 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup> (1 cm<sup>3</sup>).

3) Średnią drogę swobodną cząsteczek.

30. Termiczny rozkład gazowego aldehydu octowego jest reakcją dwucząsteczkową. Wartość E wynosi 191,1 · 10<sup>3</sup> J/kmol (45500 cal/mol), a średnica cząsteczki aldehydu octowego — 5 · 10<sup>-8</sup> cm. Obliczyć ilość cząsteczek reagujących w 1 · 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup> (1 cm<sup>3</sup>) w ciągu 1 s w temperaturze 800°K i pod ciśnieniem 1,01 · 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup> (760 mm Hg). Porównać wynik z wartością doświadczalną, równą 7,3 · 10<sup>16</sup>. Obliczyć dla tej reakcji okres połowicznej przemiany w temperaturze 800°K i pod ciśnieniem 1,01 · 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup> (1 atm).

31. Wyprowadzić równanie opisujące kinetykę dehydratacji alkoholu etylowego nad tlenkiem glinu, przebiegającej w warunkach przepływowych, w 653,2°K. Skorzystać z następujących danych:

$\bar{v}$	0,060	0,152	0,272	0,331	0,392
$y \cdot 10^2$	66,7	55,0	41,7	40,8	40,2
$\bar{v}$	0,423	0,482	0,542	0,995	1,464
$y \cdot 10^2$	40,1	36,5	36,0	26,6	22,1

32. Badając reakcję dehydratacji alkoholu etylowego  $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O$  przebiegającą na katalizatorze  $Al_2O_3$  w 653°K mierzono co 3 minuty ilość zużytego 75%-go wodnego roztworu alkoholu ( $x$ ) oraz objętość powstałego gazu ( $V_{dośw}$ ):

$x \cdot 10^6, m^3 (cm^3)$	0,2	0,31	0,41	0,62	0,82
$V_{dośw} \cdot 10^6, m^3 (cm^3)$	61	84,2	107,5	143	177
$x \cdot 10^6, m^3 (cm^3)$	1,03	1,37	1,66	1,95	
$V_{dośw} \cdot 10^6, m^3 (cm^3)$	218	263	283	302	

Objętość katalizatora wynosiła  $15 \cdot 10^{-6} m^3$  ( $15 cm^3$ ), temperatura w czasie pomiarów — 293,2°K, ciśnienie barometryczne —  $9,964 \cdot 10^4 N/m^2$  (747,5 mm Hg). Obliczyć dla podanej reakcji w opisanych warunkach stałe  $\alpha$  i  $\beta$  równania Frosta.

33. Wartości stałej szybkości reakcji rozkładu pewnego kwasu organicznego w wodnym roztworze są następujące:

$T, ^\circ K$	273,2	293,2	313,2	333,2
$k \cdot 10^5$	2,46	47,5	576	5480

Sporządzić wykres zależności  $\lg k$  od  $\frac{1}{T}$  i wyznaczyć energię aktywacji

$$-\frac{E}{RT}$$

oraz stałą  $A$  w równaniu  $k = Ae^{\frac{-E}{RT}}$ . Obliczyć dla tej reakcji okres połowicznej przemiany w 373,2°K, zakładając, że jest to reakcja pierwszego rzędu.

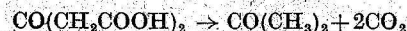
34. Rozkład pewnej substancji jest reakcją pierwszego rzędu o energii aktywacji  $231 \cdot 10^6 J/kmol$  ( $55000 cal/mol$ ). W 300°K rozkłada się w ciągu godziny 95% tej substancji. Obliczyć temperaturę, w której szybkość rozkładu wynosi 0,1% na minutę.

35. Sól dwuazoniowa rozkłada się zgodnie z równaniem:



Proces rozkładu jest reakcją pierwszego rzędu. Stałe szybkości reakcji w 297,9° i w 303,2°K wynoszą odpowiednio  $9 \cdot 10^{-3}$  i  $13 \cdot 10^{-3} min^{-1}$ . Obliczyć stałą szybkość w 308,2°K i czas, w ciągu którego rozłoży się 99% soli w tej temperaturze.

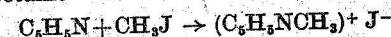
36. Reakcja rozkładu kwasu acetonodwukarbonowego



jest reakcją pierwszego rzędu. Stała szybkości reakcji w  $T_1 = 273,2^\circ K$  wynosi  $k_1 = 2,46 \cdot 10^{-5} min^{-1}$ , a w  $T_2 = 313,2^\circ K$   $k_2 = 5,76 \cdot 10^{-3} min^{-1}$ . Obliczyć czas, w ciągu którego reakcja zajdzie w 70% w  $T = 323,2^\circ K$ .

37. Okres połowicznej przemiany pewnej substancji w reakcji pierwszego rzędu wynosi 100 min w 323,2°K, a 15 min w 353,2°K. Obliczyć współczynnik temperaturowy stałej szybkości tej reakcji.

38. Podczas badania kinetyki reakcji pomiędzy jodkiem metylu i pirydyną w czterochloroetan



otrzymano następujące wyniki:

$T, ^\circ K$	293,1	303,1	313,1	323,2
$k \cdot 10^3, m^3 kmol^{-1} min^{-1}$	0,713	1,50	3,05	5,89

Reakcja jest nieodwracalna, drugiego rzędu. Znaleźć jej energię aktywacji i czynnik przestrzenny, jeśli znane są gęstości  $d_{pir} = 0,98 \cdot 10^3 kg/m^3$  i  $d_{CH_3J} = 2,28 \cdot 10^3 kg/m^3$ .

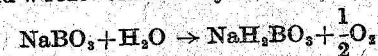
39. W reakcji drugiego rzędu ( $A + B \rightarrow$  produkty) stężenia początkowe substratów wynosiły  $a = b = 0,1 kmol/m^3$  (mol/l). 90% substratów przereagowało w temperaturze 300,2°K w ciągu 200 min, a w 320,2°K w ciągu 40 min. Obliczyć czas potrzebny do przereagowania 99% w 330°K, jeżeli  $a = b = 0,01 kmol/m^3$  (mol/l).

40. Stałe szybkości reakcji drugiego rzędu wynoszą w 328,2° i 298,2°K odpowiednio  $10^{-2}$  i  $10^{-3} m^3 kmol^{-1} min^{-1}$  ( $1 mol^{-1} min^{-1}$ ). Obliczyć szybkość reakcji w jej początkowym momencie w 343,2°K, jeśli stężenia początkowe obu substancji reagujących są jednakowe i równe  $0,01 kmol/m^3$  (mol/l).

41. Stała szybkości zmydlenia octanu etylu ługiem sodowym wynosi 2,307 w 282,6°K, a 3,204 w 287,6°K. W jakiej temperaturze stała szybkości wynosi 4 (inne warunki reakcji, poza temperaturą, pozostają bez zmiany)?

42. Roztwór zawiera 1 kmol/m<sup>3</sup> (1 mol/l) pewnego estru i 1 kmol/m<sup>3</sup> (1 mol/l) NaOH. W temperaturze 283,2°K zmydla się w ciągu 15 min 10% estru, a w 298,2°K zmydla się w tym samym czasie 20%. Ile % estru ulega zmydleniu w ciągu 5 min w temperaturze 313,2°K?

43. Nadboran sodu w roztworze wodnym rozkłada się zgodnie z równaniem:



Proces rozkładu jest reakcją pierwszego rzędu. Stałe szybkości w  $T_1 = 303,2^\circ K$  i w  $T_2 = 308,2^\circ K$  wynoszą odpowiednio  $2,2 \cdot 10^{-3} min^{-1}$  i  $4,1 \cdot 10^{-3} min^{-1}$ . Obliczyć energię aktywacji tej reakcji i czas, w przeciągu którego rozłoży się 99,99% nadboranu sodu w temperaturze  $T_3 = 313,2^\circ K$ .

44. Stała szybkości  $k$  dla reakcji:



wynosi  $6,52 \cdot 10^5 mol^{-2} l^2 s^{-1}$  w 600°K, a  $6,63 \cdot 10^6 mol^{-2} l^2 s^{-1}$  w 645°K. Dla reakcji odwrotnej  $k$  jest równe w tych temperaturach odpowiednio 83,9 i 407. Obliczyć:

- 1) Stałe równowagi dla tych temperatur, 2) energię aktywacji podanej reakcji, 3)  $\Delta H$  tej reakcji.

1. 1) 25%; 2) 33,3%; 3) 37,8%; 4) 0%.
2.  $t=39,9$  lat.
3.  $k=0,000054 \text{ min}^{-1}$ ;  $t=4,35 \cdot 10^4 \text{ min}$ .
4.  $k=0,0465 \text{ min}^{-1}$ . Rząd 1.
5.  $k=2,65 \cdot 10^{-4} \text{ min}^{-1}$ ;  $t=1530 \text{ min}$ .
6. 30 min.
7.  $2,57 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ .
8.  $t=3,75 \text{ s}$ .
9. 98,5%.
10. 7,36 min.
11.  $0,07 \text{ kmol/m}^3$  ( $0,07 \text{ mol/l}$ ).
12. Rząd 1.
13. Rząd 2.
14. Rząd 1.  $k=2,48 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ .
15. Rząd 3.
16. Rząd 3/2.
17. Rząd 1;  $k=1,3 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ .
18.  $k=0,7544 \text{ kmol}^{-1} \text{ godz}^{-1} \text{ m}^3$  ( $\text{mol}^{-1} \text{ godz}^{-1} \text{ l}$ );  $t_1=23,9 \text{ godz}$ ;  $t_2=239 \text{ godz}$ .
19. Rząd 1;  $0,040 \text{ godz}^{-1}$ .
20. Rząd 1;  $4,19 \cdot 10^{-4} \text{ min}^{-1}$ ;  $1650 \text{ min}$ .
21. Rząd 1;  $0,00531 \text{ min}^{-1}$ .
22. Rząd 2;  $k_{sr}=11,7 \text{ kmol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ m}^3$  ( $\text{mol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ l}$ ).
23. Rząd 2;  $k=1,02 \text{ kmol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ m}^3$  ( $\text{mol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ l}$ ).
24. Rząd 2;  $k_{sr}=0,0386 \text{ kmol}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^3$  ( $\text{mol}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ l}$ ).
25.  $k=0,87 \text{ kmol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ m}^3$  ( $\text{mol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ l}$ ).
26. Rząd I;  $k=8,9 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ ;  $\tau=7,8 \text{ min}$ .
27.  $k_1=6,38 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ ;  $k_2=1,25 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ .
28.  $k_1=0,00334 \text{ min}^{-1}$ ;  $k_2=0,00122 \text{ min}^{-1}$ .
29.  $Z_p=19,4 \cdot 10^{22}$ ;  $Z'=6,21 \cdot 10^{23}$ ;  $\lambda=9,38 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$ .
30.  $Z_a=1,33 \cdot 10^{16}$ ;  $\tau_{obl}=672 \text{ s}$ ;  $\tau_{rzecz}=116 \text{ s}$ .
31.  $\bar{v}_0 \ln \frac{1}{1-y} = 1,1 \bar{v}_0 y + 0,0274$ .
32.  $\beta=1,11$ ,  $\alpha=0,068$ .
33.  $E=9,70 \cdot 10^7 \text{ J/kmol}$ ,  $A=8,70 \cdot 10^{13}$ ,  $\tau=0,3 \text{ min}$ .
34.  $288^\circ \text{ K}$
35.  $k=1,82 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ ,  $t=254 \text{ min}$ .
36. 66,1 min.
37. 1,88.
38.  $5,59 \cdot 10^7 \text{ J/kmol}$ ,  $p=8,3 \cdot 10^{-6}$ .
39. 2147 min.
40.  $v=2,72 \cdot 10^{-6}$ .
41.  $T=291,5^\circ \text{ K}$ .
42.  $k_{283}=7,41 \cdot 10^{-3} \text{ kmol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ m}^3$ ,  $k_{298}=16,7 \cdot 10^{-3} \text{ kmol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ m}^3$ ;  
 $k_{313}=34,6 \cdot 10^{-2} \text{ kmol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ m}^3$ ; 14,75%.
43.  $E=9,68 \cdot 10^7 \text{ J/kmol}$ ;  $\tau=1230 \text{ min}$ .
44.  $K_{p_1}=7,76 \cdot 10^3$ ;  $K_{p_2}=1,63 \cdot 10^3$ ;  $E=276 \text{ cal}$ ;  $\Delta H=-26700 \text{ cal}$ .