Kurs zadaniowy z chemii

Maturalis i Kamil Kaznowski

Lekcja 25/25 – 22 kwietnia 2023 r.

Temat: Chemia – podsumowanie

Zadanie 1.

W trakcie mieszania dwóch cieczy sumaryczna masa roztworu jest równa sumie mas mieszanych składników, jednak końcowa objętość mieszaniny jest najczęściej różna od sumy objętości mieszanych składników. Zjawisko zmniejszenia lub zwiększenia objętości cieczy podczas mieszania nazywamy odpowiednio kontrakcją lub dylatacją objętości.
W tabeli poniżej przedstawiono wartości gęstości wodnego roztworu kwasu siarkowego(VI) w zależności od jego stężenia w temperaturze $20\ °C$.

Procent masowy H_2SO_4	Gęstość, $g \cdot cm^{-3}$
1	1,005
5	1,032
10	1,066
20	1,139
30	1,219
40	1,303
45	1,348
50	1,395
55	1,445
60	1,498
65	1,553
70	1,611
80	1,727
90	1,814
93	1,828
96	1,836
100	1,831

Gęstość wody w temperaturze $20\ °C$ wynosi $0{,}998\ g \cdot cm^{-3}$

Wykonaj odpowiednie obliczenia i na ich podstawie uzupełnij poniższy tekst.

I. Rozcieńczanie kwasu siarkowego(VI) to proces egzotermiczny. W wyniku zmieszania równych objętości wody i stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu $93\ \%$ masowych i ochłodzeniu otrzymanego roztworu do temperatury $20\ °C$, sumaryczna objętość cieczy (maleje / rośnie) o wartość równą ..... % w porównaniu do sumy objętości cieczy przed zmieszaniem.

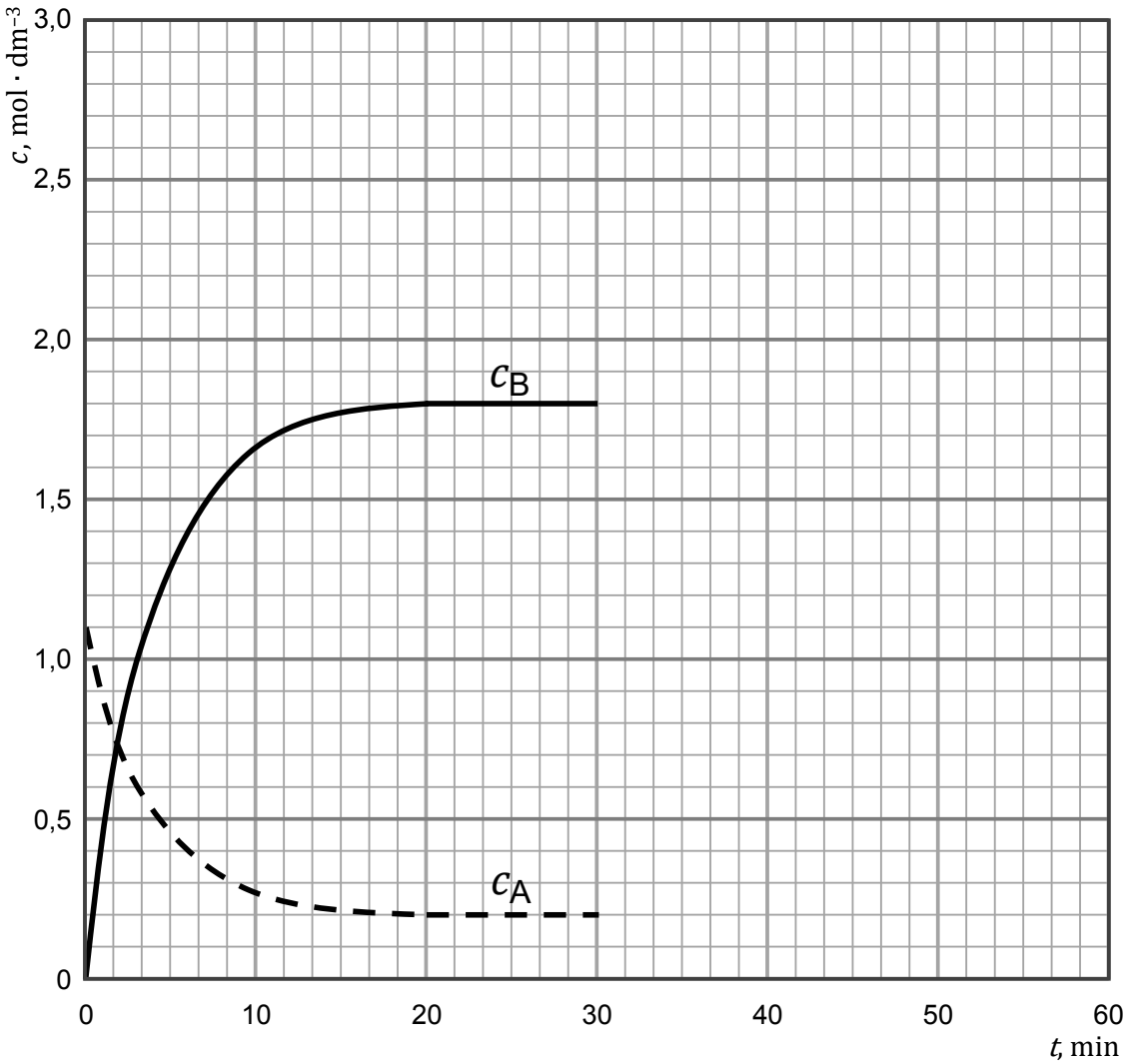
II. Spowodowane jest to (różną / taką samą) wielkością cząsteczek wody i kwasu siarkowego(VI) oraz (większą / mniejszą / taką samą) energią oddziaływań między drobinami obecnymi w wodnym roztworze kwasu siarkowego(VI) w porównaniu do siły oddziaływań cząsteczek $H_2O \cdots H_2O$ i $H_2SO_4 \cdots H_2SO_4$.

Zadanie 2.

W zamkniętym reaktorze w stałej objętości ($V = 1{,}00\ \mathrm{dm^3}$) znajduje się początkowa ilość gazowego substratu A równa $n_{\mathrm{A}}^{0} = 1{,}100\ \mathrm{mol}$. Układ ogrzano do temperatury $550\ ^{\circ}\mathrm{C}$, co zapoczątkowało reakcję rozkładu substratu A do gazowego produktu B. Układ termostatowano przez pewien czas, do ustalenia się równowagi dynamicznej pomiędzy reagentami A i B.

Na wykresie przedstawiono wyniki pomiaru stężeń reagentów A i B w trakcie trwania reakcji do momentu ustalenia się stanu równowagi dynamicznej w podanej temperaturze.

Po trzydziestu minutach od momentu osiągnięcia stanu równowagi do reaktora wprowadzono dodatkowo $0{,}800\ \mathrm{mol}$ reagenta A.

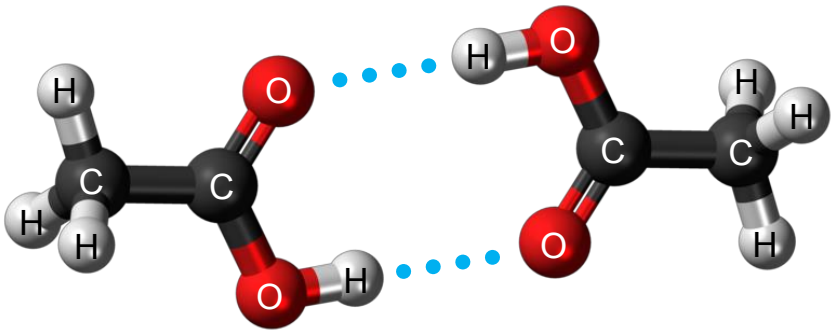


Uzupełnij wykres tak, aby przedstawiał zmiany stężeń reagentów A i B w czasie trwania reakcji, od momentu wprowadzenia do układu dodatkowej ilości reagenta A ($t = 30\ \mathrm{min}$) do momentu zakończenia eksperymentu ($t = 60\ \mathrm{min}$).

Obliczenia:

Zadanie 3.

Cząsteczki kwasu etanowego mogą łączyć się wiązaniami wodorowymi i tworzyć dimer:



Ten dimer występuje w stanie gazowym oraz w roztworach kwasu etanowego w rozpuszczalnikach nietworzących z nim wiązań wodorowych.

Roztwór $60{,}0\ \mathrm{g}$ kwasu octowego $(1{,}00\ \mathrm{mol})$ w $100{,}0\ \mathrm{g}$ benzenu wykazuje temperaturę wrzenia wyższą o $20{,}1\ ^\circ\mathrm{C}$ względem wrzenia czystego benzenu. Podwyższenie temperatury wrzenia rozpuszczalnika jest proporcjonalne do łącznej liczby drobin substancji rozpuszczonej w rozpuszczalniku. Tę zależność opisuje poniższy wzór:

$$\Delta t = K_\mathrm{b} \cdot \frac{n}{m_\mathrm{r}}$$

gdzie Δt to różnica temperatury wrzenia roztworu i czystego rozpuszczalnika (wyrażona w $^\circ\mathrm{C}$), n – sumaryczna liczba drobin w roztworze (wyrażona w molach), m_r – masa rozpuszczalnika (wyrażona w kilogramach), a K_b – stała ebulioskopowa, której wartość dla benzenu wynosi $2{,}51\ ^\circ\mathrm{C} \cdot \mathrm{kg} \cdot \mathrm{mol}^{-1}$.

Oblicz stężeniową stałą równowagi reakcji:

$$\mathbf{2CH_3COOH \rightleftarrows (CH_3COOH)_2}$$

w temperaturze T. W obliczeniach pomiń autodysocjację kwasu octowego i przyjmij, że otrzymany roztwór CH_3COOH w benzenie miał gęstość równą $0{,}96\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$.

Obliczenia:

Zadanie 4.

W roztworze zawierającym jony Cu^{2+} oraz jony Cl^- ustala się równowaga przedstawiona poniższym równaniem:

$$Cu^{2+}\,(aq) + 4Cl^-\,(aq) \rightleftarrows CuCl_4^{2-}\,(aq) \qquad \Delta H>0$$

Przygotowano roztwór zawierający jony Cl^- (aq), Cu^{2+} (aq) i $CuCl_4^{2-}$ (aq), przy czym stężenia dwóch ostatnich były sobie równe. Temperatura roztworu wynosiła $25\ °C$. Następnie roztwór ogrzano do temperatury $80\ °C$. Na zdjęciach obok przedstawiono wygląd roztworu w temperaturze $25\ °C$ i w temperaturze $80\ °C$.



$t = 25\ °C$ $t = 80\ °C$

Uzupełnij poniższą *Tabelę 1*. **Następnie w** *Tabeli 2.* **wpisz numer zdjęcia przedstawiającego wygląd probówki z roztworem jonów Cu^{2+} i $CuCl_4^{2-}$ o temperaturze 25 °C po dodaniu kilku cm^3 cieczy wymienionych w tej tabeli.**

Tabela 1.

Nazwa jonu biorącego udział w przedstawionej równowadze			
Barwa roztworu jonów			

Tabela 2.

Ciecz dodana do probówki zawierającej opisany układ równowagowy w $t = 25\ °C$	Stężony kwas solny	Woda	Stężony wodny roztwór azotanu(V) srebra(I)
Numer zdjęcia			



Zdjęcie nr 1 Zdjęcie nr 2 Zdjęcie nr 3 Zdjęcie nr 4 Zdjęcie nr 5 Zdjęcie nr 6 Zdjęcie nr 7

Zadanie 5.

Cynk jest metalem, który ulega reakcji zarówno z kwasami słabo utleniającymi, jak i silnie utleniającymi. W reakcjach z roztworami kwasu azotowego(V) cynk się utlenia, w wyniku czego tworzą się sole, w których występuje on na II stopniu utlenienia, natomiast – formalnie – atomy azotu z kwasu azotowego obniżają swój stopień utlenienia zależnie od stężenia użytego kwasu. Zależność stopnia utlenienia atomu azotu w dominującym produkcie gazowym reakcji cynku z kwasem azotowym(V) oraz dodatkowe informacje dotyczące powstającego produktu przedstawiono w poniższej tabeli.

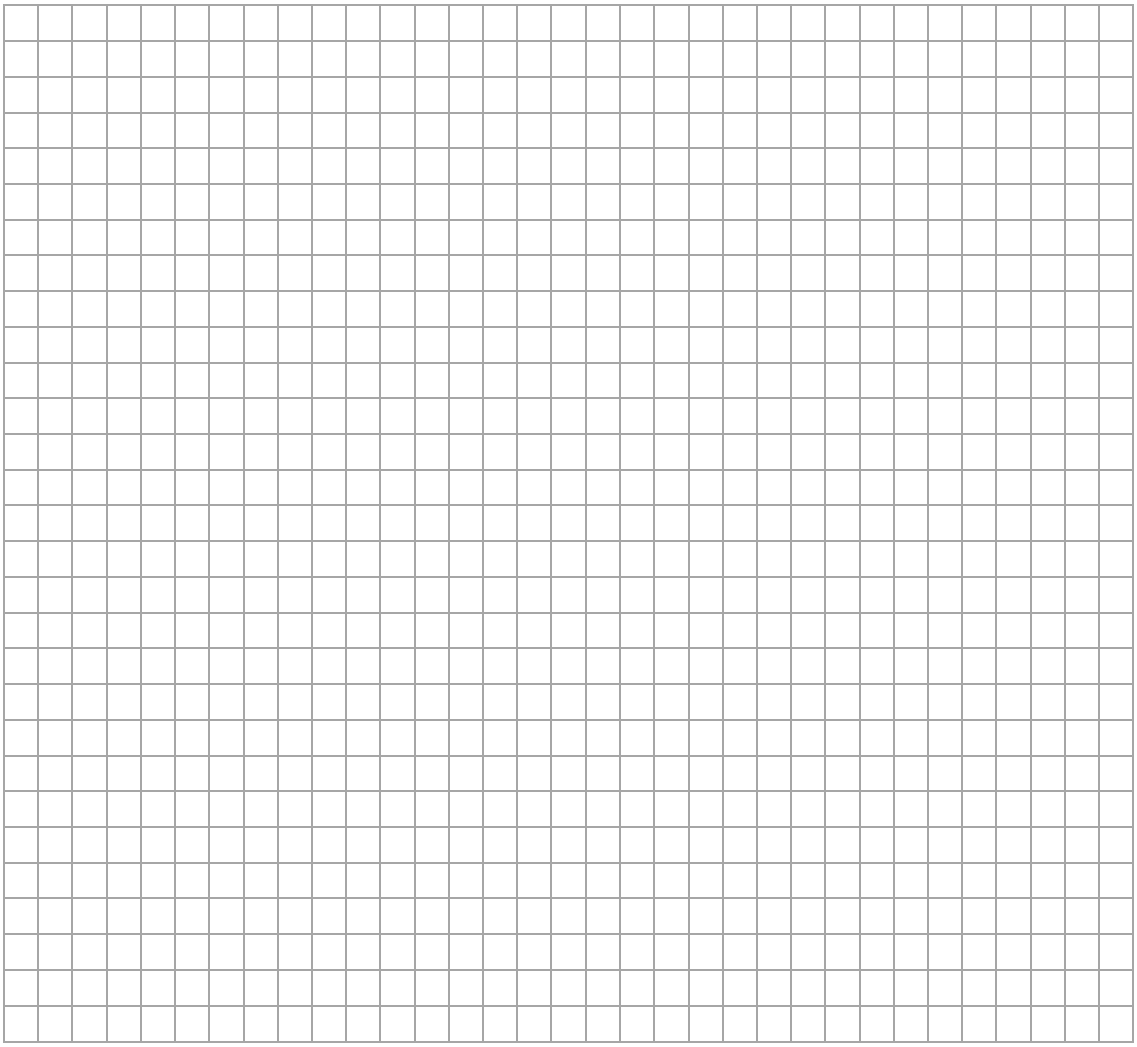
Stężenie kwasu azotowego(V) c_{HNO_3}, %	Stopień utlenienia atomu azotu w produkcie gazowym	Dodatkowe informacje o produkcie gazowym
< 3 %	produkt gazowy nie zawiera atomu azotu	bezbarwny, palny
3 % – 9 %	–	brak produktu gazowego
10 % – 19 %	0	bezbarwny, niepalny
20 % – 29 %	+I	bezbarwny
30 % – 59 %	+II	bezbarwny, brązowieje w kontakcie z powietrzem
> 60 %	+IV	brunatny

Na podstawie: S. Hussaini, S. Kursunoglu, S. Top, Z. Ichlas, M. Kaya, *Testing of 17-different leaching agents for the recovery of zinc from a carbonate-type Pb-Zn ore flotation tailing*, 2021.

Przeprowadzono następujące doświadczenie: do kolby miarowej o pojemności $500{,}00\ \text{cm}^3$ wprowadzono $175{,}00\ \text{cm}^3$ kwasu azotowego(V) o stężeniu $11{,}90\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, a następnie kolbę dopełniono wodą destylowaną do kreski, w wyniku czego otrzymano roztwór o gęstości $1{,}05\ \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Następnie do zlewki wprowadzono $400{,}00\ \text{cm}^3$ otrzymanego roztworu i wrzucono ostrożnie granulki cynku.

Napisz <u>w formie jonowej</u>, z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania reakcji redukcji i utleniania zachodzących podczas opisanego procesu roztwarzania cynku w przygotowanym roztworze kwasu azotowego(V) oraz sumaryczne równanie tej reakcji (w formie cząsteczkowej) prowadzącej do otrzymania produktu dominującego.

Obliczenia:



Równanie reakcji utleniania:

.....

Równanie reakcji redukcji:

.....

Sumaryczne równanie reakcji w formie cząsteczkowej:

.....

Zadanie 6.

Cer może tworzyć związki chemiczne wyłącznie na +III (bezbarwne sole) albo na +IV stopniu utlenienia (związki czerwono-pomarańczowe). Roztwory soli ceru(IV) można stosować do miareczkowania wszystkich substancji organicznych i nieorganicznych o właściwościach redukujących. Roztwory zawierające kation Ce^{4+} otrzymuje się poprzez rozpuszczenie w wodzie lub rozcieńczonym kwasie siarkowym(VI) dwuwodnego siarczanu(VI) amonu ceru(IV) $(NH_4)_4Ce(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$, który dysocjuje całkowicie na jony amonowe, ceru(IV) i siarczanowe(VI). Substancją zalecaną do ustalenia dokładnej wartości stężenia molowego kationów Ce^{4+} (nastawienia miana roztworu) jest tlenek arsenu(III) As_2O_3. Reakcja pomiędzy jonami ceru(IV) a tlenkiem arsenu(III) prowadzi do powstania kwasu arsenowego(V) H_3AsO_4 i odbarwienia roztworu.

W celu ustalenia stężenia molowego pewnej substancji organicznej przygotowano roztwór mianowany jonów ceru Ce^{4+} poprzez rozpuszczenie m_x gramów dwuwodnego siarczanu(VI) amonu ceru(IV) w wodzie destylowanej i dopełnienie roztworu wodą do całkowitej objętości równej $1{,}000\ \mathrm{dm^3}$. Podczas nastawiania miana roztworu jonów ceru Ce^{4+}, $200{,}0\ \mathrm{cm^3}$ tego roztworu przereagowało dokładnie z $1{,}790\ \mathrm{g}$ tlenku arsenu(III).

Oblicz, ile gramów dwuwodnego siarczanu(VI) amonu ceru(IV) zużyto do przygotowania roztworu mianowanego kationów ceru(IV).

Obliczenia:

Zadanie 7.

Większość soli potasu jest dobrze lub bardzo dobrze rozpuszczalna w wodzie. Jedną z nielicznych soli potasu słabo rozpuszczalnych w wodzie jest chloran(VII) potasu. Iloczyn rozpuszczalności tej soli, w temperaturze $20\ °C$, wynosi $K_S(KClO_4) = 1{,}05 \cdot 10^{-2}$. Z tego powodu aniony chloranowe(VII) są odczynnikiem stosowanym w jakościowej analizie chemicznej do wykrywania obecności kationów potasu. Pojawienie się białego osadu, po dodaniu do badanego roztworu kilku cm^3 nasyconego roztworu chloranu(VII) sodu, świadczy o obecności kationów potasu w tym roztworze:

$$K^+ + ClO_4^- \longrightarrow KClO_4 \downarrow$$

Rozpuszczalności chloranu(VII) sodu w wodzie, w temperaturze $20\ °C$, wynosi $R_{NaClO_4} = 205{,}0\ \frac{g}{100\ g\ H_2O}$, a gęstość nasyconego roztworu tej soli w temperaturze $20\ °C$ wynosi $d_{r.nas.NaClO_4} = 1{,}58\ g \cdot cm^{-3}$.

Na podstawie: *CRC Handbook of Chemistry and Physics 90th Edition*, CRC Press 2009.

Rozstrzygnij, czy dodanie $2{,}00\ cm^3$ nasyconego (w temperaturze $20\ °C$) roztworu chloranu(VII) sodu do $15{,}00\ cm^3$ roztworu chlorku potasu o stężeniu molowym równym $0{,}020\ mol \cdot dm^{-3}$ spowoduje, że wytrąci się osad chloranu(VII) potasu. Załóż, że objętość otrzymanej mieszaniny jest sumą objętości roztworów przed zmieszaniem. Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

Obliczenia: