# Warsztat 5

## Reakcje w roztworach wodnych



https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/training/56

### Informacja do zadań 1.–4.

W czystej wodzie ustala się stan równowagi reakcji autodysocjacji, która zachodzi zgodnie z równaniem:

$$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$$

Tę reakcję opisuje stała równowagi nazywana iloczynem jonowym wody. Wyraża się ona równaniem:

$$K_w = [H_3O^+]\cdot[OH^-]$$

Poniżej przedstawiono wartości iloczynu jonowego wody $K_w$ w zakresie temperatury 0 °C– 50 °C (pod ciśnieniem atmosferycznym).

| Temperatura, °C | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_w$ | $0{,}11 \cdot 10^{-14}$ | $0{,}29 \cdot 10^{-14}$ | $0{,}68 \cdot 10^{-14}$ | $1{,}47 \cdot 10^{-14}$ | $2{,}9 \cdot 10^{-14}$ | $5{,}5 \cdot 10^{-14}$ |

### Zadanie 1. (0–2)

*CKE, maj 2019, F2015*

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10340

**Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.**

Reakcja autodysocjacji wody jest (egzoenergetyczna / endoenergetyczna). Wraz ze wzrostem temperatury pH czystej wody (maleje / rośnie / nie ulega zmianie).





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Zadanie 2. (0–2)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10341

Gęstość ciekłej wody w temperaturze 40 °C wynosi 0,992 $g \cdot cm^{-3}$.

**Oblicz, jaki procent wszystkich cząsteczek wody ulega autodysocjacji w temperaturze 40 °C.**





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Zadanie 3. (0–3)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10342

Stała dysocjacji amoniaku w roztworze wodnym o temperaturze 0 °C wynosi $pK_b = 4{,}862$.

**Oblicz pH wodnego roztworu amoniaku o stężeniu 0,100 mol · dm$^{-3}$ w temperaturze 0 °C.**



Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl

## Zadanie 4. (0–2)

Iloczyn stężeń jonów $H_3O^+$, $OH^-$ i $Cl^-$ w roztworze kwasu solnego w temperaturze 50 °C wynosi:

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] \cdot [Cl^-] = 6{,}60 \cdot 10^{-16}$$

**Oblicz pH i pOH opisanego roztworu w temperaturze 50 °C.**

pH roztworu wynosi: .....

pOH roztworu wynosi: .....





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Informacja do zadań 5.–6.

Chlorek glinu ulega w wodzie dysocjacji, a utworzone kationy $Al^{3+}$ ulegają następnie hydratacji, podczas której powstają akwakompleksowe jony glinu: $[Al(H_2O)_6]^{3+}$. Za odczyn wodnego roztworu chlorku glinu odpowiada dysocjacja kwasowa tego jonu akwakompleksowego.

## Zadanie 5. (0–1)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10344

**Napisz równanie reakcji, która zachodzi w wodnym roztworze chlorku glinu, i która odpowiada za odczyn jego roztworu. Uzupełnij poniższy schemat. Zastosuj definicję kwasu i zasady Brønsteda.**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | + | | ⇄ | | + | |
| *kwas 1* | | *zasada 2* | | *kwas 2* | | *zasada 1* | |

## Zadanie 6. (0–2)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10345

Odważono 0,50 g uwodnionego chlorku glinu $AlCl_3 \cdot 6H_2O$, który następnie wprowadzono do kolby miarowej o pojemności 200 $cm^3$, częściowo uzupełnionej wodą. Po rozpuszczeniu ciała stałego w wodzie i ustabilizowaniu temperatury, kolbę uzupełniono wodą do kreski miarowej i otrzymano roztwór o temperaturze 25 °C. Następnie za pomocą pH-metru zmierzono pH otrzymanego roztworu. Wartość wskazana przez pH-metr wynosiła 3,43.

**Oblicz wartość stałej dysocjacji kwasowej jonu $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ w temperaturze 25 °C.**





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Zadanie 7. (0–4)

Poniżej przedstawiono etykietę, która znajduje się na butelce z kwasem siarkowym(VI). Ten kwas użyto do przygotowania roztworu.

**Kwas siarkowy(VI) 95 % cz.d.a.**

$H_2SO_4$

Sulfuric acid solution 95 % pure p.a.

CAS: 7664-93-9
Oznakowanie WE: 231-639-5



Netto: 1 litr
Gęstość (25 °C): 1 litr – 1,84 kg
Masa molowa: 98,08 g/mol

Do probówki z zimną wodą wprowadzono 2,0 $cm^3$ kwasu siarkowego(VI), który pobrano z butelki. Otrzymany roztwór wprowadzono do kolby miarowej o pojemności 500 $cm^3$. Kolbę uzupełniono wodą do kreski miarowej. Otrzymany roztwór miał temperaturę 25 °C.

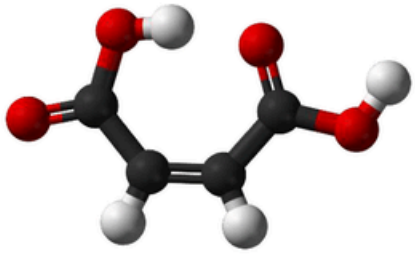
**Oblicz pH otrzymanego roztworu kwasu siarkowego(VI).**



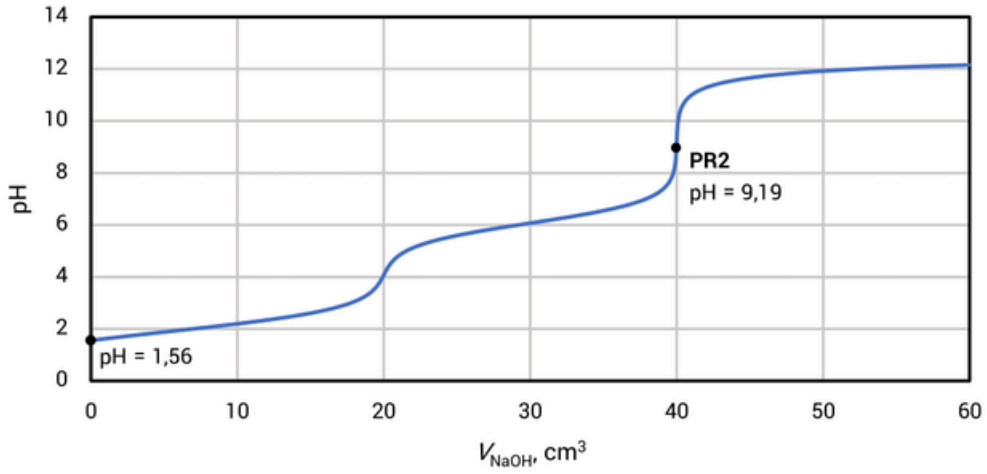
Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl

## Informacja do zadań 8.–10.

Kwas maleinowy to kwas dwuprotonowy. Stała p$K_a$ pierwszego etapu dysocjacji kwasu maleinowego w temperaturze 25 °C wynosi p$K_a$ = 1,97. W reakcji z zasadą sodową tworzy kolejno – wodoromaleinian sodu oraz maleinian disodu. Poniżej przedstawiono model przestrzenny cząsteczki kwasu maleinowego.



Sporządzono wodny roztwór kwasu maleinowego o stężeniu molowym *c*. Pobrano próbkę roztworu tego kwasu o objętości 10,0 $cm^3$ i poddano ją miareczkowaniu. Jako titranta użyto wodnego roztworu wodorotlenku potasu o stężeniu 0,05 $mol \cdot dm^{-3}$. Mierzono zmianę pH roztworu podczas miareczkowania, które przeprowadzono w temperaturze 25 °C. Pomiar pH roztworu rozpoczęto po dodaniu 10 $cm^3$ titranta. Poniżej przedstawiono otrzymaną krzywą miareczkowania.




## Zadanie 8. (0–2)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10347

**Rozstrzygnij, czy cząsteczka kwasu maleinowego ma geometrię *cis* czy *trans*. Uzasadnij odpowiedź.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Zadanie 9. (0–3)

**Oblicz, jakie stężenie molowe miał przygotowany roztwór kwasu maleinowego, który poddano miareczkowaniu. Przyjmij, że w wpływ na pH roztworu kwasu maielnowego ma wyłącznie pierwszy etap dysocjacji.**



Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl

## Zadanie 10. (0–3)

**Oblicz wartość stałej dysocjacji p$K_{a2}$ kwasu maleinowego w temperaturze 25 °C. Wykorzystaj odpowiednią daną odczytaną z krzywej miareczkowania.**





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Zadanie 11. (0–2)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10350

**Ze zbioru podanych kwasów i zasad Brønsteda wybierz wszystkie te, które spełniają podane kryteria. Odpowiednie wzory wpisz do tabeli.**

$HNO_2$ $CH_3COOH$ $H_3PO_4$ $HPO_4^{2-}$ $CO_3^{2-}$ $CH_3COO^-$

| | |
|---|---|
| Kwas, którego wodny roztwór o pH = 4 ma najwyższe stężenie. | |
| Drobiny, które tworzą sprzężoną parę kwas-zasada Brønsteda. | |
| Kwas, który najchętniej oddaje protony w roztworze wodnym. | |
| Drobina lub drobiny o właściwościach amfiprotycznych w roztworze wodnym. | |

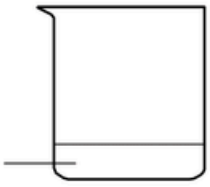


Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl

## Informacja do zadań 12.–13.

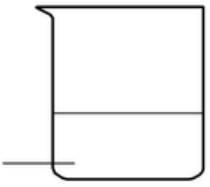
Przygotowano wodne roztwory dwóch kwasów w temperaturze 25 °C:

Roztwór A



HCl (aq)
$c$ = 0,0012 mol·dm$^{-3}$
$V$ = 10 cm$^3$

Roztwór B



$CH_3COOH$ (aq)
$c$ = 0,50 mol·dm$^{-3}$
$V$ = 30 cm$^3$

## Zadanie 12. (0–3)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10352

**Oblicz pH obu roztworów.**

*pH roztworu A:*

*pH roztworu B:*





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Zadanie 13. (0–4)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10351

Roztwory obu kwasów zmieszano ze sobą i otrzymano mieszaninę obu kwasów w temperaturze 25 °C. Objętość otrzymanego roztworu jest sumą objętości wyjściowych roztworów.

**Oblicz pH otrzymanego roztworu.**



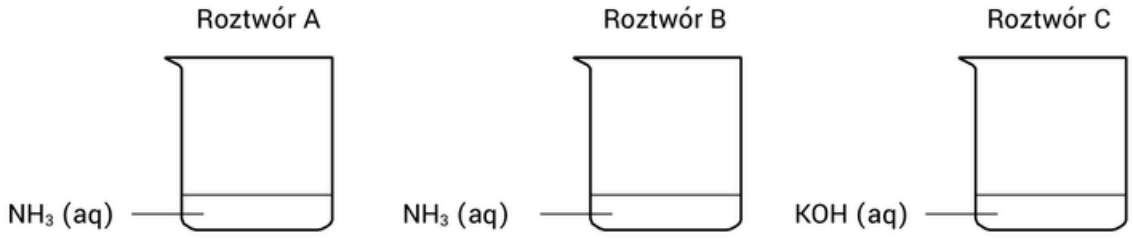


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Zadanie 14. (0–3)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10353

Przygotowano wodne roztwory trzech zasad w temperaturze 25 °C:




Każdy z roztworów miał identyczną objętość i stężenie molowe.

Następnie utrzymując temperaturę 25 °C:
- do roztworu A dodano kilka kropli stężonego NaOH (aq)
- do roztworu B i do roztworu C dodano wodę destylowaną.

**Rozstrzygnij, czy zmienił się (wzrósł, zmalał) czy nie uległ zmianie stopień dysocjacji amoniaku w roztworze A i B oraz wodorotlenku potasu w roztworze C po dodaniu do tych roztworów wymienionych cieczy. Uzasadnij odpowiedź.**

Roztwór A:

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Roztwór B:

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Roztwór C:

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....



Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl

## Zadanie 15. (0–5)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10354

W temperaturze 25 °C przygotowano wodne roztwory następujących substancji:

$K_2SO_3$ $Na_2SO_4$ $KHCO_3$ $NaHSO_3$ $NH_4HS$

Zbadano, że pH żadnego roztworu nie było równe 7.

**Uzupełnij tabelę. Określ czy pH otrzymanych roztworów było większe czy mniejsze niż 7. W każdym przypadku wpisz odpowiedni znak < lub >. Napisz równanie reakcji, które uzasadnia odczyn wodnego roztworu każdej soli. Zastosuj teorię kwasów i zasad Brønsteda.**

| Sól | pH | Równanie reakcji uzasadniające odczyn |
|---|---|---|
| $K_2SO_3$ | pH ..... 7 | |
| $Na_2SO_4$ | pH ..... 7 | |
| $KHCO_3$ | pH ..... 7 | |
| $NaHSO_3$ | pH ..... 7 | |
| $NH_4HS$ | pH ..... 7 | |

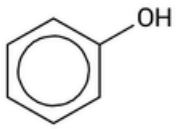
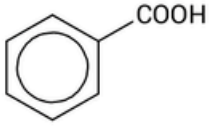
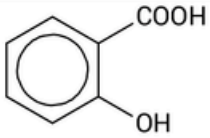


Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl

## Zadanie 16. (0–7)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10355

Poniżej podano wartości stałych dysocjacji p$K_a$ wybranych kwasów organicznych w temperaturze 25 °C.

| Kwas | | p$K_a$ |
|---|---|---|
| mrówkowy | HCOOH | 3,75 |
| fenol |  | 9,99 |
| benzoesowy |  | 4,204 |
| salicylowy |  | $pK_{a1}$ = 3,0<br>$pK_{a2}$ = 13,4 |

**Napisz w formie jonowej równania reakcji lub zaznacz, że dana reakcja nie zachodzi.**

benzoesan sodu + kwas mrówkowy

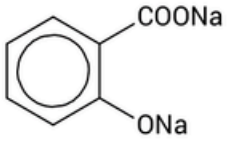
fenolan potasu + kwas benzoesowy

mrówczan sodu + fenol

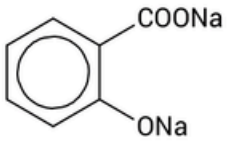
mrówczan potasu + kwas salicylowy



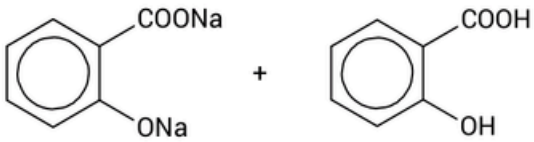
Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl




+ kwas benzoesowy




+ fenol






Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl

## Informacja do zadań 17.–18.

*CKE, Informator CKE, F2023*

Roztwory zawierające porównywalne liczby drobin kwasu Brønsteda i sprzężonej z nim zasady nazywane są roztworami buforowymi. Przykładem buforu może być mieszanina roztworu octanu sodu i roztworu kwasu octowego. W takim roztworze ustala się równowaga chemiczna:

$$HA + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + A^-$$

opisywana przez stałą dysocjacji kwasu HA.

Ponieważ:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

to pH buforu octanowego można z pewnym przybliżeniem obliczyć ze wzoru:

$$pH = -\log K_a + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

## Zadanie 17. (0–1)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10356

Mieszanina roztworu amoniaku i chlorku amonu jest zwana buforem amonowym.

**Na podstawie powyższych informacji wyprowadź analogiczne równanie pozwalające obliczyć pH buforu amonowego w temperaturze 25 °C.**





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Zadanie 18. (0–2) *CKE, Informator CKE, F2023*

Zmieszano 100 $cm^3$ roztworu octanu sodu o stężeniu 0,875 $mol \cdot dm^{-3}$ i 400 $cm^3$ roztworu kwasu octowego o stężeniu 0,125 $mol \cdot dm^{-3}$. Uzyskano 500 $cm^3$ roztworu w temperaturze 298 K.

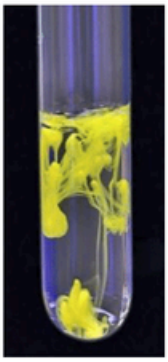
**Oblicz pH uzyskanego roztworu buforowego.**



Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl

## Zadanie 19. (0–2) *CKE, grudzień 2022 F2023*

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10358



Chlorek, bromek i jodek ołowiu(II) są solami trudno rozpuszczalnymi w wodzie. Chlorek i bromek mają barwę białą, a jodek jest żółty. Do 5,0 $cm^3$ nasyconego roztworu chlorku ołowiu(II) dodano 2,5 $cm^3$ roztworu pewnej soli i zaobserwowano efekt pokazany na zdjęciu.

**Spośród poniższych soli wybierz tę, której roztwór mógł być użyty w tym doświadczeniu, i zaznacz jej wzór. Oblicz, jakie powinno być minimalne stężenie molowe użytego roztworu tej soli, żeby wystąpił zaobserwowany efekt.**

NaCl AgI KBr NaI $Pb(NO_3)_2$



Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl

**Zadanie 20. (0–2)**

**Oblicz rozpuszczalność AgCl w roztworze soli fizjologicznej w temperaturze 25 °C.**

*Sól fizjologiczna roztwór NaCl o stężeniu procentowym równym 0,9 %. Załóż, że gęstość tego roztworu jest równa gęstości wody w tych samych warunkach.*



Od innej strony – warsztat z ekspertem
Dodatek do kursu: samurajchemiczny.elms.pl