



---

---

# ETAP II

04.02.2006

## *Zadanie laboratoryjne*

---

---

W probówkach opisanych literami **A** i **B** masz roztwory popularnych odczynników stosowanych w analizie jakościowej, przy czym każda z tych probówek zawiera roztwór tylko jednej substancji. Mogą to być:

<b>kwas solny,</b>	<b>kwas octowy,</b>
<b>kwas siarkowy(VI),</b>	<b>wodorotlenek sodu,</b>
<b>węglan sodu,</b>	<b>woda amoniakalna,</b>
<b>lub woda wapienna.</b>	

W probówkach oznaczonych **nr 1-10** znajdują się, umieszczone w przypadkowej kolejności, roztwory **13 badanych substancji: siedem** roztworów **jednoskładnikowych** i **trzy dwuskładnikowe**. Substancje te to:

<b>azotan(V) miedzi(II),</b>	<b>skrobia,</b>
<b>jod,</b>	<b>jodek potasu,</b>
<b> błękit tymolowy,</b>	<b>kw酸 winowy,</b>
<b>azotan(V) amonu,</b>	<b>azotan(V) żelaza(III),</b>
<b>heksacyjanożelazian(II) potasu,</b>	<b>siarczan(VI) cynku,</b>
<b>heksacyjanożelazian(III) potasu,</b>	<b>siarczan(VI) glinu i amonu</b>
<b>fenolftaleina,</b>	<b>(tzw. alun glinowo-amonowy).</b>

Pojedyncze substancje znajdują się w roztworach wodnych i wodno-alkoholowych, a mieszaniny dwuskładnikowe, tylko w roztworach wodnych.

Jeden roztwór mieszaniny dwuskładnikowej jest prawie bezbarwny, dwa są żółte.

Dwa roztwory mieszanin mają odczyn niemal obojętny, a jeden wyraźnie kwaśny.

Substancje występujące w jednej mieszaninie nie mają takich samych kationów.

Stężenie substancji w roztworach jest zmienne, ale nie przekracza  $0,1 \text{ mol/dm}^3$ , poza roztworami w probówkach A i B, których stężenie wynosi dokładnie  $1 \text{ mol/dm}^3$ .

Na stanowisku znajduje się 12 pustych probówek, 4 papierki wskaźnikowe, 2 pipetki z polietylenu (lub pipety Pasteura) do odmierzania roztworów, łąpa do probówek, palnik gazowy, tryskawka z wodą destylowaną.

Polecenia:

1. Wykonaj proste testy, by stwierdzić, jakie substancje znajdują się w probówkach A i B, a następnie potwierdź swoje przypuszczenia przeprowadzając inne reakcje.
2. Przeanalizuj, które z wymienionych substancji mogą być obecne w jednej probówce, tak by spełniały warunki zadania i jako mieszanina, tworzyły klarowny roztwór. Przeprowadź niezbędne reakcje, z przeprowadzonych doświadczeń wyciągaj na bieżąco właściwe wnioski i potwierdź je dodatkowymi reakcjami.
3. Podaj, jakie substancje znajdują się w oznaczonych probówkach. Zapach własny substancji nie jest wystarczający do identyfikacji.
4. Napisz, w formie skróconej jonowej, równania reakcji stanowiących podstawę identyfikacji. Przy równaniach tych zaznacz, których probówek te reakcje dotyczą.

**UWAGA!** *Gospodaruj oszczędnie wydanymi roztworami (masz 20 cm<sup>3</sup> każdego roztworu), bierz do badań niewielkie porcje roztworu. Pełna punktacja za uzasadnienie będzie przyznawana za identyfikację popartą kilku sprawdzonymi faktami.*

**Punktacja:**

Identyfikacja substancji w probówkach A i B,	2 x 1,5 = 3 pkt.
Identyfikacja roztworów pojedynczych	7 x 1 pkt. = 7 pkt.
Identyfikacja roztworów mieszanin	3 x 2 pkt. = 6 pkt.
Uzasadnienie i równania reakcji, w sumie	14 pkt.
<hr/>	
RAZEM	30 pkt.

***Pamiętaj o konieczności zachowania bezpieczeństwa w trakcie wykonywania analiz !***

**CZAS TRWANIA ZAWODÓW: 270 minut**

**ETAP II**

**04.02.2006**



## Rozwiązanie zadania laboratoryjnego

Przykładowy zestaw substancji:

- |   |  |
|---|--|
| A. NaOH                                   | 5. fenoloftaleina                      |
| B. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>         | 6. skrobia                             |
| 1. azotan(V) miedzi(II) + azotan(V) amonu | 7. jod + jodek potasu                  |
| 2. heksacyjanożelazian(II) potasu         | 8. azotan(V) żelaza(III) + kwas winowy |
| 3. heksacyjanożelazian(III) potasu        | 9. siarczan(VI) cynku                  |
| 4. błękit tymolowy                        | 10. siarczan(VI) glinu i amonu         |

### 1. Identyfikacja roztworów A i B

Z treści zadania wynika, że A i B to roztwory kwasu i zasady o stężeniach 1 mol/dm<sup>3</sup>. Za pomocą papierka wskaźnikowego można stwierdzić, że roztwór A ma odczyn silnie zasadowy (papierek granatowy), roztwór B silnie kwaśny (papierek czerwony). Obydwa roztwory nie mają zapachu, co wyklucza obecność amoniaku i kwasu octowego. Po zmieszaniu roztworów A i B nie wytrąca się żaden osad, ani nie wydzielają się produkty gazowe. Wyklucza to obecność węglanu sodu i jednocześnie występowanie wody wapiennej i kwasu siarkowego.

Po przeprowadzeniu reakcji roztworu z probówki A z roztworami z probówek 1-10 stwierdzono:

1	niebieski roztwór	2	-	3	-	4	niebieski roztwór
5	malinowy roztwór	6	-	7	odbarwienie	8	odbarwienie przy nadmiarze
9	biały osad, rozp. w nadmiarze	10	biały osad, rozp. w nadmiarze				

Wyniki reakcji jednoznacznie wskazują, że w probówce A znajduje się NaOH. **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W probówce A jest wodorotlenek sodu. id. 1,5 pkt.**

Po przeprowadzeniu reakcji roztworu z probówki B z roztworami z probówek 1-10 stwierdzono pojawienie się czerwonego zabarwienia w probówce 4, zaś dla pozostałych roztworów nie zaobserwowano żadnej reakcji. Aby rozstrzygnąć, czy w probówce B znajduje się kwas siarkowy(VI) czy solny, trzeba skorzystać z informacji, że stężenia kwasu i zasady wynoszą 1 mol/dm<sup>3</sup>. Należy wziąć kilka kropli kwasu (np. 5 kropli) i roztwór fenoloftaleiny (wykryty w probówce 5), a następnie dodawać po kropli roztwór NaOH, do uzyskania malinowego zabarwienia. Ponieważ w reakcji zużywa się niemal dwa razy większą objętość NaOH niż kwasu, w próbce B musi być kwas siarkowy(VI). **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W probówce B jest kwas siarkowy(VI) id. 1,5 pkt.**

## 2. Określenie odczynu próbek, wygląd roztworów. Reakcje oznaczanych substancji z NaOH i kwasem siarkowym(VI).

Jeden bezbarwny roztwór (próbówka 5) okazał się roztworem fenoloftaleiny. Pozostałe roztwory bezbarwne (próbówki 1, 6, 9, 10) mogą zawierać skrobię, kwas winowy, azotan(V) amonu, azotan(V) miedzi(II) (małe stężenie), jodek potasu, azotan(V) srebra, siarczan(VI) cynku, siarczan(II) glinu i amonu. Żaden z tych roztworów nie jest kwaśny, co wyklucza obecność wśród tych próbek kwasu winowego. Musi on się znaleźć w mieszaninie w roztworze żółtym (może być np. z azotanem(V) żelaza). Substancje, które nie mogą współistnieć w obojętnym roztworze to KI i  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , KI i  $\text{AgNO}_3$ , a pozostałe mogą tworzyć dowolne kombinacje.

Roztwór żółty z próbówki 8 ma odczyn kwaśny, co sugeruje że jest tu kwas winowy.

Błękit tymolowy ma charakterystyczny zapach, w niewielkich stężeniach rozpuszcza się w wodzie dając żółte zabarwienie.

Jod nie jest rozpuszczalny w wodzie, rozpuszcza się natomiast w roztworze jodku potasu, nadając mu barwę żółtą. Taki roztwór jest obojętny (próbówki 2, 3, 4 lub 7) i mógłby stanowić jedną z żółtych mieszanin. **rozumowanie 2 pkt.**

Heksacyjanożelazian(II) potasu i heksacyjanożelazian(III) potasu nie mogą być w mieszaninie, stanowią więc roztwory barwy żółtej (próbówki 2, 3, 4 lub 7) pojedynczych substancji.

Po przeprowadzeniu reakcji NaOH i kwasu siarkowego(VI) z roztworami 1-10 można stwierdzić jednoznacznie, że w próbówce 4 znajduje się błękit tymolowy, który jako jedyna substancja w środowisku zasadowym jest niebieska, w obojętnym żółta a w kwaśnym czerwona. **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 4 jest błękit tymolowy. id. 1 pkt.**

W próbówce 5 (roztwór wodno-alkoholowy) znajduje się fenoloftaleina, gdyż jako jedyna nie rozpuszcza się w wodzie i po dodaniu NaOH z próbówki A, tworzy malinowe zabarwienie, które znika po dodaniu kwasu z próbówki B. **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 5 jest fenoloftaleina. id. 1 pkt.**

W reakcji pomiędzy NaOH a roztworem z próbówki 1 powstaje ciemnoniebieskie zabarwienie, charakterystyczne dla aminakompleksu miedzi(II). Sugeruje to, że w roztworze mogą znajdować się jony amonowe i jony miedzi(II). Dodatek NaOH powoduje wydzielenie z azotanu(V) amonu wolnego amoniaku, który tworzy z miedzią(II) aminakompleksy, barwy ciemnoniebieskiej.

Po dodaniu porcji NaOH i ogrzaniu, roztwór wyraźnie pachnie amoniakiem, papierek wskaźnikowy zbliżony do wylotu próbówki barwi się na zielononiebiesko. **uz. 1 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 1 jest azotan(V) amonu i azotan(V) miedzi(II). id. 2 pkt.**

Wprowadzenie NaOH do żółtego, obojętnego roztworu z próbówki 7, powoduje jego odbarwienie, które powraca po zakwaszeniu roztworu kwasem siarkowym(VI). Takie zachowanie wyklucza obecność w roztworze heksacyjanożelazianów potasu i może sugerować obecność roztworu jodu w jodku potasu. W środowisku alkalicznym jod przechodzi w jodan(I), zaś po zakwaszeniu z powrotem wydziela się jod. **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 7 jest prawdopodobnie roztwór jodu w jodku potasu.**

Żaden z badanych roztworów nie wytrącił brunatnego osadu wodorotlenku żelaza, co sugeruje, że żelazo związane jest w trwałe kompleksy, np. z kwasem winowym. Prawdopodobnie jest to kwaśny, żółty roztwór z próbówki 8. Ogrzanie tego roztworu powoduje jego ciemnienie, czuć wyraźny zapach karmelu. Obecność jonów żelaza wymaga potwierdzenia. **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 8 jest kwas winowy i prawdopodobnie  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ . id. 1 pkt.**

W próbówce 9 i 10 NaOH wytrąca białe, rozpuszczalne w nadmiarze ługu osady. Sugeruje to obecność w tych próbkach soli cynku i glinu, co wymaga dalszego sprawdzenia.

### **3. Wykonanie reakcji krzyżowych w celu identyfikacji lub potwierdzenia wykrywanych jonów**

Bezbarwny, obojętny wodny roztwór z próbówki 6 nie dawał żadnych reakcji z NaOH i  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Poddany ogrzewaniu ulegał zwęgleniu, co sugeruje że jest to roztwór skrobi. Roztwór ten dodany do próbówki 7, gdzie prawdopodobnie jest roztwór jodu, daje intensywne, granatowe zabarwienie. Potwierdza to obecność jodu w próbówce 7 **uz. 0,5 pkt.**

i skrobi w próbówce 6. **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 7 jest roztwór jodu, prawdopodobnie w jodku potasu. id. 1 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 6 jest roztwór skrobi. id. 1 pkt.**

Żółty, obojętny, wodny roztwór z próbówki 7 dla potwierdzenia obecności jonów jodkowych dodany do bezbarwnego, obojętnego roztworu zawierającego jony miedzi(II), powinien wydzielać jod i wytrącać osad jodku miedzi(I). Ma to miejsce po zmieszaniu roztworu z próbki 7 z roztworem próbki 1, co dodatkowo potwierdza obecność jonów miedzi(II) w próbówce 1. **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 7 jest roztwór jodu w jodku potasu. id. 1 pkt.**

Żółte, obojętne, wodne roztwory z próbek 2 i 3 można odróżnić za pomocą reakcji z jonami  $\text{Fe}(\text{III})$ . Mimo skompleksowania żelaza przez kwas winowy w próbówce 8, w roztworze obecne są również wolne jony  $\text{Fe}(\text{III})$ . Jedynie heksacyjanożelazian(II) potasu daje ciemnogramatowe zabarwienie z jonami żelaza (III), tworząc błękit pruski. Zmieszanie roztworów z próbek 2 i 8 dało taki wynik, co pozwala potwierdzić, że:

w próbówce 8 znajdują się jony żelaza(III), **uz. 0,5 pkt.**

zaś w próbówce 2 heksacyjanożelazian(II) potasu. **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 8 jest azotan(V) żelaza(III) i kwas winowy. id. 1 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 2 jest heksacyjanożelazian(II) potasu. id. 1 pkt.**

Obydwa heksacyjanożelaziany dają osady z jonami cynku, zaś nie dają z jonami glinu. Pozwala to odróżnić roztwór zawierający jony cynku od roztworu zawierającego jony glinu, oraz potwierdzić obecność jonu heksacyjanożelazianu(III). Zmieszanie roztworu z próbówki 2 bądź 3 z roztworem z próbówki 9 powoduje wytrącanie osadu (z roztworem z próbówki 10 osad nie powstaje). W powiązaniu z obserwacją zachowania tych roztworów wobec NaOH jednoznacznie pozwala stwierdzić, że:

w próbówce 3 jest heksacyjanożelazian(III) potasu **uz. 0,5 pkt.**

zaś w próbówce 9 jony cynku, **uz. 0,5 pkt.**

a w 10 jony glinu. **uz. 0,5 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 3 jest heksacyjanożelazian(III) potasu. id. 1 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 9 jest siarczan cynku. id. 1 pkt.**

**Wniosek: W próbówce 10 jest siarczan glinu i amonu. id. 1 pkt.**

#### 4. Reakcje

**próbówki: A i 1**  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  **0,5 pkt.**

$\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \leftrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  **0,5 pkt.**

**próbówki: A i 7**  $\text{I}_2 + 2\text{OH}^- \leftrightarrow \text{IO}^- + \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$  **0,5 pkt.**

(lub:  $3\text{I}_2 + 6\text{OH}^- \leftrightarrow \text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ )

**próbówki: A i 9**  $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- \leftrightarrow \downarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$  **0,5 pkt.**

$\downarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \leftrightarrow \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$

**próbówki: A i 10**  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \leftrightarrow \downarrow \text{Al}(\text{OH})_3$  **0,5 pkt.**

$\downarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{Al}(\text{OH})_4^-$

**próbówki: 1 i 7**  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \leftrightarrow \downarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2$  **0,5 pkt.**

**próbówki: 2 i 8**  $4\text{Fe}^{3+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \leftrightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  **0,5 pkt.**

**próbówki: 2 i 9**  $3\text{Zn}^{2+} + 2\text{K}^+ + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \leftrightarrow \text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$  **0,5 pkt.**

**Dopuszczalne jest każde inne, logiczne uzasadnienie przeprowadzonej identyfikacji. Możliwe jest wtedy uwzględnienie 8 innych, odpowiednich reakcji (po 0,5 pkt. za każdą).**