



---

# ETAP II

## 1.02.2025

### *Zadanie laboratoryjne*

---

**CZAS ROZWIĄZYWANIA: 9:00 – 13:00**

#### ***Substancje chemiczne w gospodarstwie domowym***

W gospodarstwie domowym znalazły zastosowanie liczne substancje chemiczne występujące pojedynczo lub będące składnikami produktów złożonych. Wśród tych ostatnich znajdują się dodatki do żywności, które wprowadzane są przez producentów w celu zapewnienia odpowiedniego wyglądu, smaku, zapachu lub przedłużenia przydatności do spożycia. Bezpieczne dla konsumentów substancje umieszczone są na tzw. europejskiej liście *E*, na której skomplikowane nazwy związków chemicznych zastąpione są symbolem *E* z odpowiednim rozszerzeniem cyfrowym np. powszechnie stosowany konserwant, benzoian sodu, ma symbol *E211*. Oprócz dodatków do żywności, w gospodarstwie domowym używa się środków czyszczących i odkażających, takich jak nadwęglan sodu (węglan sodu-nadtlenek wodoru 2/3), a także boraks  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

W 10 ampułkach opisanych literami **A–J** rozmieszczone są w przypadkowej kolejności substancje takie jak: chlorek sodu, azotan(III) potasu, wodorowęglan sodu, wodorowęglan amonu, kwas cytrynowy, kwas askorbinowy, glukoza, nadwęglan sodu, boraks i wodorotlenek sodu. Dziewięć ampulek zawiera substancje pojedyncze, w jednej z ampulek znajduje się preparat handlowy będący mieszaniną soli wymienionych wyżej. Sole te mają wspólny kation, a różnią się anionem. Mieszaninę można jednoznacznie zidentyfikować za pomocą dostępnych odczynników.

W czterech probówkach oznaczonych numerami **1–4** znajdują się: kleik skrobiowy, roztwór mydła szarego, roztwór chloranu(I) sodu i roztwór laurylosulfonianu sodu SLS (anionowego środka powierzchniowo-czynnego z grupą sulfonową).

<b><u>Na swoim stanowisku masz do dyspozycji:</u></b>	<b><u>Na stanowisku zbiorczym dostępne są:</u></b>
10 pustych probówek	Roztwór kwasu azotowego(V) $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
Probówkę z korkiem	chloroform
2 uniwersalne papierki wskaźnikowe	Roztwory: azotanu(V) srebra, jodku potasu, siarczanu(VI) miedzi(II), chlorku baru
5 łopatek plastikowych do pobierania próbek	Roztwory błękitu metylenowego, fenoloftaleiny i czerwieni metylowej
Tryskawkę z wodą destylowaną	Łaźnia wodna lub palnik

**Uwaga!** Pobieraj małe porcje próbek sypkich, rozpuszczaj je w niewielkiej ilości wody, obserwuj efekty rozpuszczania.

**Uwaga!** Błękit metylenowy jest barwnikiem kationowym, tworzy obojętne elektrycznie pary jonowe z anionami o dużej masie molowej.

### **Polecenia**

**a.** (2 m.) Na podstawie uzyskanych efektów rozpuszczania substancji stałych i odczynu uzyskanych roztworów zaproponuj prawdopodobne rozmieszczenie substancji.

**b.** (32 m.) W ampułkach **A–J** dokonaj identyfikacji substancji. Wykrycie potwierdź co najmniej dwiema obserwacjami i podaj równania bądź schematy zachodzących reakcji. Pamiętaj, że w jednej z ampulek znajduje się mieszanina substancji.

Oprócz prób krzyżowych możesz wykorzystać roztwory z probówek **1–4** oraz odczynniki ze stanowiska zbiorczego.

**c.** (8 m.) Zidentyfikuj zawartość probówek **1–4**. Uzasadnij wykrycie dwiema obserwacjami. Dozwolone jest wykorzystanie substancji z ampulek **A–J** oraz odczynników ze stanowiska zbiorczego.

**d.** (5 m.) Podaj przykłady zastosowania w gospodarstwie domowym: azotanu(III) sodu, wodorowęglanu amonu, wodorowęglanu sodu, wodorotlenku sodu, kwasu cytrynowego.

**e.** (6 m.) Jako środek przeciwzbrylający (np. w przypadku soli kuchennej) stosowany jest heksacyjanożelazian(II) potasu (*E536*) w ilościach do 20 mg/kg. Jakie odczynniki umożliwiłyby sprawdzenie, czy sól zawiera wymienioną substancję przeciwzbrylającą? Przedstaw opis próby. Uwzględnij działanie podwyższające wykrywalność analitu i usuwające wpływ dużego stężenia jonów chlorkowych.

### ***Gospodaruj oszczędnie roztworami, dolewki nie są możliwe.***

Obejrzyj uważnie arkusz odpowiedzi. Zaplanuj i wpisz rozwiązanie tak, by mieściło się w wyznaczonym miejscu. Podaj ewentualne skróty stosowane w arkuszu odpowiedzi.

Tekst oraz równania reakcji chemicznych napisane poza wyznaczonym miejscem nie będą sprawdzane!

*Pamiętaj o zachowaniu zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania analiz!*

**Za poprawne wykonanie poleceń przyznawane są „marki”, które następnie przeliczane są na punkty.**

**Sumaryczna punktacja za zadanie laboratoryjne – 30 pkt. (53 m.)**

Ad a.) <i>Prawdopodobne rozmieszczenie substancji</i>	Punktacja		
	Rec 1	Rec 2	Sprec
Wyraźnie zasadowy odczyn roztworów próbek <b>F</b> , <b>G</b> i <b>J</b> (najsilniej <b>F</b> ), słabo zasadowy próbek <b>B</b> i <b>E</b> , obojętny dla próbek <b>A</b> , <b>C</b> i <b>D</b> oraz kwasowy próbek <b>H</b> i <b>I</b> . Na podstawie tych badań można zaproponować następujące rozmieszczenie: <b>F</b> - wodorotlenek sodu, <b>G</b> i <b>J</b> - boraks, nadwęglan sodu, <b>B</b> i <b>E</b> - azotan(III) potasu, wodorowęglan sodu, <b>A</b> , <b>C</b> i <b>D</b> - chlorek sodu, glukoza, wodorowęglan amonu, <b>H</b> i <b>I</b> - kwas askorbinowy, kwas cytrynowy. Mieszaniną może być nadwęglan sodu z chlorkiem sodu, boraks z chlorkiem sodu, nadwęglan sodu z boraksem.	2m		

Ad b.) <i>Identyfikacja substancji w ampulkach</i>			Punktacja		
ampulka	Identyfikacja	Uzasadnienie	Rec 1	Rec 2	Sprec
<b>A</b>	chlorek sodu	Dobrze rozpuszcza się w wodzie, bezb. roztwór, odczyn obojętny. Brak reakcji z roztworem kwasu azotowego(V), nie reaguje z chlorkiem baru. W reakcji z roztworem $\text{AgNO}_3$ tworzy biały, serowaty osad, który ciemnieje na świetle (metaliczne srebro). Osad $\text{AgCl}$ nie rozтворя się w kwasie azotowym(V). $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$	3m		
<b>B</b>	azotan(III) potasu	Dobrze rozpuszcza się w wodzie, bezb. roztwór, odczyn lekko zasadowy. Jony wodorowe powodują wydzielenie tlenków azotu: $\text{H}^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{HNO}_2$ $3\text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ Brak reakcji z $\text{BaCl}_2$ , z $\text{AgNO}_3$ tworzy osad rozpuszczalny po ogrzaniu: $\text{Ag}^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{AgNO}_2\downarrow$	3m		
<b>C</b>	glukoza	Dobrze rozpuszcza się w wodzie, bezb. roztwór, odczyn obojętny. Strącony osad wodorotlenku miedzi(II) (roztwór $\text{CuSO}_4$ + r-r ampulki <b>F</b> ) rozтворя się po dodaniu substancji z amp. <b>C</b> tworząc szafirowy roztwór, charakterystyczny dla związku z grupami OH. Po ogrzaniu wydziela się ceglasty osad. $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{amp C} \rightarrow \text{roztw., ogrz.} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}$	3m		
<b>D</b>	wodorowęglan amonu	Substancja ma nikły zapach amoniaku, roztwór bezbarwny, odczyn obojętny. Po dodaniu kwasu azotowego wydziela się bezbarwny, bezwonny gaz: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ . Po dodaniu substancji z amp. <b>F</b> wydziela się gaz o zapachu amoniaku: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ . Po dodaniu $\text{AgNO}_3$ osad nie strąca się. Po dodaniu $\text{BaCl}_2$ powstaje białe zmętnienie $\text{BaCO}_3$ rozpuszczalne w kwasie.	3m		
<b>E</b>	wodorowęglan sodu	Dobrze rozpuszcza się w wodzie, bezb. roztwór, odczyn lekko alkaliczny. Po dodaniu kwasu azotowego wydziela się bezbarwny, bezwonny gaz: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ . Po dodaniu $\text{AgNO}_3$ lub $\text{BaCl}_2$ strąca się biały osad rozpuszczalny w kwasie z wydzieleniem bezwonnego gazu. $2\text{Ag}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3\downarrow + \text{H}^+$ $\text{Ba}^{2+} + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow + \text{H}^+$	3m		
<b>F</b>	wodorotlenek sodu	Proces rozpuszczania jest egzoenergetyczny. Otrzymany roztwór <b>F</b> jest silnie alkaliczny. Z $\text{BaCl}_2$ nie daje osadu, z $\text{AgNO}_3$ tworzy brunatny osad, rozpuszczalny w kwasie azotowym(V): $2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O}$ . Dodając do roztworu <b>F</b> z fenoloftaleiną po kropli kwas do odbarwienia, a następnie czerwieni metylowej powstaje barwa czerwona.	3m		

Ad b.) Identyfikacja substancji w ampulkach c.d.					
ampułka	Identyfikacja	Uzasadnienie	Punktacja		
			Rec 1	Rec 2	Srec
<b>G</b>	boraks	Niezbyt dobrze rozpuszcza się w wodzie, bezb. roztwór, odczyn zasadowy. Dodanie $\text{AgNO}_3$ lub $\text{BaCl}_2$ powoduje strącanie białych osadów rozpuszczalnych w kwasie azotowym(V): $\text{B}_4\text{O}_7^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{BO}_2^-$ $\text{Ba}^{2+} + 2\text{BO}_2^- \rightarrow \text{Ba}(\text{BO}_2)_2\downarrow$ ; $\text{Ag}^+ + \text{BO}_2^- \rightarrow \text{AgBO}_2\downarrow$ Dodając do roztworu <b>G</b> z fenoloftaleiną po kropli kwas do odbarwienia, a następnie czerwieni metylowej powstaje barwa żółta.	3m		
		Dobrze rozpuszczalny w wodzie, odczyn kwasowy Dodanie do roztworu $\text{CuSO}_4$ powoduje powstanie niebieskiego kompleksu, co skutkuje tym, że dodanie z kolei $\text{NaOH}$ nie powoduje strącania osadu $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Dodanie glukozy i ogrzanie wytrąca ceglasty $\text{Cu}_2\text{O}$ (próba Benedicta). Skompleksowane cytrynianami jony miedzi(II) nie reagują z jodkiem potasu. Dodanie kwasu azotowego(V) rozkłada cytrynianowy kompleks miedzi i reakcja miedzi(II) z jodkami zachodzi $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightarrow 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2$	3m		
<b>I</b>	kwas askorbinowy	Dobrze rozpuszczalny w wodzie, odczyn kwasowy Dodanie do roztworu $\text{CuSO}_4$ powoduje powstanie żółtozielonej barwy roztworu charakterystycznej dla związków $\text{Cu}(\text{I})$ . Roztwór z amp. <b>I</b> odbarwia granatowy roztwór kleiku skrobiowego z jodem.	3m		
		Rozpuszczanie powoduje wydzielanie pęcherzyków gazu, roztwór ma odczyn alkaliczny. Dodanie kwasu azotowego(V) powoduje burzliwe wydzielanie bezwonnego gazu: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ Dodanie do zakwaszonego roztworu $\text{AgNO}_3$ powoduje wydzielenie białego, serowatego osadu $\text{AgCl}\downarrow$ . Po dodaniu $\text{AgNO}_3$ do alkalicznego roztworu wydzielają się pęcherzyki gazu, powstaje szaroczarny osad metalicznego srebra, nierozpuszczalny w kwasie azotowym(V) oraz żółty osad węglanu srebra. $2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3$ ; $2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Ag}\downarrow + \text{O}_2 + 2\text{H}^+$ Dodanie $\text{BaCl}_2$ powoduje wydzielenie białego osadu, rozpuszczalnego w $\text{HNO}_3$ . $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow$	5m		

Ad c.) Identyfikacja substancji z probówek 1-4					
Nr probówki	Wykryto	Uzasadnienie	Punktacja		
			Rec 1	Rec 2	Srec
<b>1</b>	stearynian potasu	Roztwór lekko mętny, odczyn zasadowy. Pieni się przy wytrząsaniu. Z błękitem metylenowym tworzy elektrycznie obojętną parę jonową, co umożliwia jej ekstrakcję chloroformem (granatowa barwa warstwy chloroformowej), sam barwnik nie ulega ekstrakcji. Z chlorkiem baru strąca biały, kłaczkowaty osad, rozpuszczalny w kwasie azotowym(V).	2m		
		Roztwór niemal klarowny, odczyn obojętny. Nie pieni się przy wytrząsaniu. Z roztworem jodu (powstałym np. przez zmieszanie roztworu jodku potasu z roztworem siarczanu(VI) miedzi(II)) tworzy granatowe zabarwienie, które znika po dodaniu kwasu askorbinowego z ampułki <b>I</b> .	2m		

Ad c.) Identyfikacja substancji z probówek 1–4 c.d.					
Nr probówki	Wykryto	Uzasadnienie	Punktacja		
			Rec 1	Rec 2	Srec
3	chloran(I) sodu	Roztwór niemal bezbarwny, odczyn zasadowy.	2m		
		Utlenianie jonów jodkowych do jodu, roztwór brunatnieje. Odbarwienie zakwaszonego roztworu czerwieni metylowej. Strąca biały, serowaty osad z $\text{AgNO}_3$ nierozpuszczalny w kwasie azotowym(V).			
4	laurylosulfonian sodu	Roztwór niemal bezbarwny, odczyn zasadowy.	2m		
		Pieni się przy wytrząsaniu. Z błękitem metylenowym tworzy elektrycznie obojętną parę jonową, co umożliwia jej ekstrakcję chloroformem (granatowa barwa warstwy chloroformowej), sam barwnik nie ulega ekstrakcji. Z chlorkiem baru strąca biały osad, nierozpuszczalny w kwasie azotowym(V).			

Ad d.) Wykorzystanie niektórych substancji w gospodarstwie domowym				Punktacja		
				Rec 1	Rec 2	Sprec
Azotan(III) sodu jako środek konserwujący, bakteriobójczy przy peklowaniu mięsa.				5m		
Wodorowęglan amonu jako środek spulchniający, składnik proszku do pieczenia.						
Wodorowęglan sodu jako środek spulchniający, składnik proszku do pieczenia.						
Wodorotlenek sodu jako środek udrażniający w kanalizacji.						
Kwas cytrynowy jako środek zakwaszający, odkamieniacz.						

Ad e.) Wykrycie środka przeciwbrylającego				Punktacja		
				Rec 1	Rec 2	Sprec
Po rozpuszczeniu badanej próbki można wykonać próbę z wykorzystaniem jonów żelaza(III), które tworzą z wykrywanymi jonami niebieski związek heksacyjanożelazian(II) żelaza(III) tzw. błękit pruski.				6m		
Z uwagi na niezbyt dużą wykrywalność metody konieczne byłoby wstępne zagęszczanie analitu, przykładowo strącając osad heksacyjanożelazianu(II) cynku wraz z węglanem cynku jako nośnikiem.						
Odsączony osad można rozpuścić w niewielkiej objętości kwasu a następnie dodać jony żelaza(III).						
Zagęszczanie śladów prowadzi do wzrostu wykrywalności metody i eliminuje duże stężenie jonów chlorkowych. Alternatywną metodą można wykryć heksacyjanożelazian(II) potasu poprzez przepuszczenie przez warstwę soli kuchennej niemal bezbarwnego roztworu azotanu(V) żelaza(III). W przypadku obecności jonów heksacyjanożelazianu(II) warstwa zabarwia się na niebieskozielono, środek antyzbrylający znajduje się na powierzchni kryształków soli kuchennej. Można zastosować także roztwór miedzi(II) (np. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ o niewielkim stężeniu), z jonami heksacyjanożelazianowymi(II) o niskim stężeniu tworzy czerwone zabarwienie.						