

## ĆWICZENIE 0.

# BEZPIECZEŃSTWO PRACY W LABORATORIUM CHEMICZNYM oraz STECHEMETRIA REAKCJI I PODSTAWY OBLICZEŃ CHEMICZNYCH

### Część 1.

**Zakres materiału:** Zapoznanie z regulaminem pracowni chemicznej (przepisami porządkowymi, przepisami bhp oraz zasadami pierwszej pomocy w przypadku oparzeń, zatruc i skaleczeń).

**Sugerowana literatura:** Minczewski J., Marczenko Z., „Chemia analityczna”, Tom 1, PWN, (2) Red. Gorczyca P., Maciejowska I. i Wilamowski J. „Bezpieczeństwo w laboratorium chemicznym - praktyczny poradnik dla nauczyciela”, <http://www.zdch.uj.edu.pl/documents/87419401/94643856/poradnik.pdf> (3) M. Modzelewski, J. Woliński, „Pracownia chemiczna, technika laboratoryjna”, WSiP, 1999.

### Zasady BHP:

1. Podczas przebywania w laboratorium należy stale nosić własne okulary ochronne (nie tylko w trakcie wykonywania ćwiczeń). Szklą kontaktowe należy zastąpić okularami korekcyjnymi.
2. W pracowni obowiązuje stosowanie fartuchów ochronnych wykonanych z włókien naturalnych. Fartuch musi być odpowiedniej długości (co najmniej do kolan) oraz posiadać długie rękawy.
3. Długie włosy należy związać lub upiąć w sposób uniemożliwiający ich kontakt z odczynnikami i źródłami ciepła.
4. Zabronione jest jedzenie, picie, żucie gumy i palenie papierosów.
5. Należy znać najbliższe miejsca, gdzie znajdują się środki bezpieczeństwa, takie jak gaśnice, koce gaśnicze oraz sanitarne środki pierwszej pomocy.
6. Każdy wypadek należy natychmiast zgłosić prowadzącemu ćwiczenia. Miejsce termicznego oparzenia (najczęściej dłonie) natychmiast schłodzić strumieniem zimnej wody. W razie chwilowej niedyspozycji należy powiadomić prowadzącego zajęcia o niemożliwości wykonywania pewnych czynności laboratoryjnych.
7. Każdy odczynnik trzeba traktować jako potencjalnie niebezpieczny. Należy zapobiegać wprowadzeniu chemikaliów do organizmu oraz unikać kontaktu odczynników ze skórą rąk, twarzy i ubraniem. W razie kontaktu odczynnika ze skórą lub oczami należy natychmiast miejsce skażenia przemyć dużą ilością wody.
8. Zabrania się
  - napełniania pipet ustami;
  - próbowania smaku jakiegokolwiek odczynnika (nawet jeżeli sądzimy, że jest to tylko sól kuchenna);
  - bezpośredniego wąchania odczynników i mieszanin reakcyjnych. Jeżeli instrukcja ćwiczenia przewiduje zapoznanie się z zapachem odczynnika, należy wykonać to w sposób zademonstrowany przez prowadzącego ćwiczenia;

- zaglądnienia z bliska do wnętrza naczyń laboratoryjnych, w których znajdują się szkodliwe substancje lub prowadzi się eksperyment;
  - przecierania oczu rękami, jeżeli nie mamy pewności, że ręce są czyste;
  - wykonywania eksperymentów niezatwierdzonych przez pracownika prowadzącego zajęcia laboratoryjne;
  - pracowania w laboratorium bez opieki pracownika prowadzącego zajęcia laboratoryjne;
  - wnosić odczynników chemicznych poza pomieszczenia laboratoryjne.
9. Eksperymenty, w których wydzielają się, lub są stosowane, gazy lub pary, które są palne, toksyczne, drażniące skórę, oczy i drogi oddechowe lub posiadające nieprzyjemny zapach, wykonuje się wyłącznie pod wyciągiem (dygestorium). Wszystkie czynności pod wyciągiem wykonywać na stojąco, przy włączonym wyciągu i opuszczonej szybie. Nie wkładać głowy do wnętrza wyciągu!
  10. Ogrzewanie cieczy w probówkach należy prowadzić pod wyciągiem, kierując wylot próbki w stronę wnętrza wyciągu i stale wstrząsając zawartość próbki. Ogrzewając ciecze w innych naczyniach laboratoryjnych należy stosować kamyczki wrzenne. Nie wolno dodawać kamyczków wrzennych i żadnych ciał stałych do cieczy ogrzanych do temperatur bliskich ich temperaturze wrzenia.
  11. Zawsze wlewać kwas do wody. Mieszanie kwasu (zwłaszcza stężonego kwasu siarkowego) z wodą jest procesem silnie egzotermicznym. Woda wlana do kwasu zawrze na jego powierzchni i spowoduje wyprysnięcie kwasu.
  12. W czasie eksperymentów z substancjami łatwopalnymi (większość rozpuszczalników organicznych) nie wolno używać palników gazowych. Przed użyciem palnika gazowego sprawdzić, czy w pobliżu nie znajduje się łatwopalna substancja.
  13. Sprzętem szklanym należy posługiwać się ostrożnie. Szczególną ostrożność należy zachować przy cięciu rurek szklanych, osadzaniu szklanych rurek, lejków itp. w korkach gumowych, nakładaniu węży gumowych na chłodnice. Czynności te należy wykonywać ochraniając dłonie rękawicami z grubego materiału lub ściereczką. O stłuczonym sprzęcie szklanym (z wyjątkiem stłuczonych probówek, które można wyrzucać do odpowiedniego pojemnika) należy informować laborantów lub prowadzących dane ćwiczenia.
  14. O zaistnieniu w czasie ćwiczeń awarii sprzętu należy niezwłocznie powiadomić osobę prowadzącą zajęcia. W przypadku przerwy w dopływie wody, gazu lub prądu elektrycznego należy zakręcić odpowiednie kurki i wyłączyć urządzenia znajdujące się uprzednio pod napięciem.
  15. Należy pracować w miejscu wskazanym przez prowadzącego zajęcia i nie zmieniać go samowolnie. Zgłaszać prowadzącemu każdy fakt opuszczania pracowni na czas przerwy i po zakończeniu ćwiczeń.
  16. Z wyjątkiem sytuacji nagłych, wzbronione jest bieganie w pracowni oraz jakkolwiek nadmierny pośpiech. Zabronione jest zastawianie ciągów komunikacyjnych.
  17. Nieodpowiednie żarty i inne nieodpowiedzialne zachowania w pomieszczeniach laboratoryjnych są zabronione.
  18. Przed przystąpieniem do wykonywania eksperymentów student ma obowiązek zapoznać się ze szczegółami doświadczenia. Należy przeczytać cały opis

doświadczenia, zwracając uwagę na zamieszczone ostrzeżenia, zapoznać się z właściwościami używanych odczynników (ich palność, toksyczność, reaktywność – patrz wykaz odczynników niebezpiecznych w niniejszej instrukcji).

### **Przepisy porządkowe:**

1. Wyniki eksperymentów oraz obserwacje należy na bieżąco zapisywać w zeszycie laboratoryjnym (dziennik laboratoryjny). Nie zapisywać na kartkach, kawałkach bibuły itp. Opisane obserwacje i wyniki przeprowadzonych eksperymentów powinny być na zakończenie ćwiczeń podpisane przez prowadzącego.
2. Okrycie wierzchnie należy zostawiać w szatni. Torby, teczki, plecaki itp. nie mogą znajdować się na sali laboratoryjnej. Należy je umieścić w szafkach na korytarzu. Klucze do szafek pobiera się u laborantów, pozostawiając w zastaw legitymację studencką.
3. Nadmiar odczynników w postaci roztworów wodnych lub roztwory po eksperymentach chemicznych wylewa się do zlewu przy stole laboratoryjnym lub do zlewu pod wyciągiem, jeśli eksperyment zgodnie z instrukcją był wykonywany pod wyciągiem, splukując dużą ilością wody. Natomiast rozpuszczalniki organiczne lub zlewki substancji silnie toksycznych zlewa się do butelek oznaczonych napisem „zlewki...”.
4. Korków do butelek z odczynnikami nie należy kłaść na stole. Nie wolno zamieniać korków w butelkach.
5. Butelkę z odczynnikiem należy odstawić na właściwe miejsce.
6. Nie należy zabierać odczynników lub sprzętu laboratoryjnego z innych stołów. Brakujący sprzęt lub odczynnik można zawsze pobrać w pokoju laborantów.
7. W eksperymentach używać wody destylowanej.
8. Podczas ważenia nie wsypywać odczynników bezpośrednio na szalki wagi. Do ważenia używać naczynek wagowych lub kawałków bibuły lub papierków wagowych. Nie ważyć ciepłych, ani tym bardziej gorących przedmiotów. Przedmioty ważone powinny mieć temperaturę pokojową.
9. Utrzymywać porządek i czystość na stołach laboratoryjnych. Po zakończonym ćwiczeniu umyć szkło laboratoryjne najpierw roztworem detergentu w wodzie z kranu, następnie opłukać wodą wodociągową a na koniec wodą destylowaną. Używany sprzęt laboratoryjny ułożyć na tacach zgodnie z opisem i po sprawdzeniu przez laboranta umieścić w odpowiedniej szafce. Taborety ustawić na stołach. Po skończonych ćwiczeniach starannie umyć ręce.
10. Jedna lub dwie osoby z grupy pełnią w trakcie ćwiczeń funkcję dyżurnego. Do obowiązków dyżurnego należy: pobranie kluczy do szafek, w których znajduje się sprzęt do danego ćwiczenia (w zastaw należy oddać legitymację studencką), uzupełnianie zużytego sprzętu lub odczynników w trakcie ćwiczeń oraz dopilnowanie grupy, aby pozostawiła po sobie pracownię stanie takim, w jakim ją zastała.
11. Każdy student powinien posiadać zapałki lub zapalniczkę do zapalania gazu oraz ściereczkę.
12. Po zapoznaniu się z przepisami BHP oraz regulaminem pracowni każdy student podpisuje zobowiązanie do ich przestrzegania.

## Wykaz niebezpiecznych odczynników i substancji toksycznych

Wszystkie odczynniki są substancjami potencjalnie niebezpiecznymi. Należy zapobiegać wprowadzaniu chemikaliów do organizmu oraz unikać kontaktu odczynników ze skórą rąk, twarzy i ubraniem. Poniżej wymieniono wybrane substancje silnie toksyczne. Pyły toksycznych substancji stałych oraz gazy i pary toksycznych cieczy stwarzają duże niebezpieczeństwo zatrucia podczas oddychania.

### Substancje toksyczne:

związki stałe	gazy	ciecze
związki arsenu	amoniak $\text{NH}_3$	disiarczek węgla $\text{CS}_2$
cyjanki nieorganiczne	cyjanowodór $\text{HCN}$	chlorowcopochodne metanu i etanu (szczególnie $\text{CCl}_4$ i $\text{CHCl}_3$ )
kwas szczawiowy i jego sole	fluor, chlor	$\text{HF}$ fluorowodór
fosfor biały	chlorowodór $\text{HCl}$	węglowodory aromatyczne (szczególnie benzen)
związki baru	jodowodór $\text{HI}$	aminy alifatyczne i aromatyczne (np. anilina)
związki rtęci	fosforowodór $\text{PH}_3$	brom
związki ołowiu	arsenowodór $\text{AsH}_3$	rtęć
związki kadmu	tlenek węgla $\text{CO}$	metanol $\text{CH}_3\text{OH}$
tioacetamid AKT	tlenki azotu $\text{NO}_2$ , $\text{NO}$	
siarkowodór $\text{H}_2\text{S}$	ozon $\text{O}_3$	

### Substancje żrące:

Wywołują poważne uszkodzenia przy zetknięciu ze skórą lub ich wdychaniu w postaci par lub pyłów.

**Kwasy -zawsze dodawać kwas do wody!** – gwałtownie reagują z zasadami:

bromowodorowy  $\text{HBr}$ , siarkowy  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (uwaga, zachować szczególną ostrożność przy rozcieńczaniu stężonego kwasu wodą), fluorowodorowy  $\text{HF}$ , solny  $\text{HCl}$ , azotowy  $\text{HNO}_3$ , mieszanina chromowa (tzw. chromianka) – roztwór dichromianu potasu w stężonym kwasie siarkowym

**Zasady** – gwałtownie reagują z kwasami:

tlenek wapniowy  $\text{CaO}$ , wodorotlenek wapniowy  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , wodorotlenek potasowy  $\text{KOH}$ , wodorotlenek sodowy  $\text{NaOH}$

**Inne:**

Fluorowce, chromiany i dichromiany - własności żrące wykazują również ich pyły

## Substancje stwarzające niebezpieczeństwo pożaru

W czasie eksperymentów z substancjami łatwopalnymi nie wolno używać palników i innych otwartych źródeł ciepła. Przed użyciem palnika gazowego należy sprawdzić, czy w pobliżu nie znajdują się substancje łatwopalne.

<b>palne ciecze</b> (większość rozpuszczalników organicznych jest lotna i łatwopalna!)	<b>palne gazy</b>	<b>palne substancje stałe</b>
- eter dietylowy - węglowodory alifatyczne (np. pentan, heksan, heptan, benzyna lekka) - węglowodory aromatyczne (np. benzen, toluen, ksylen) - węglowodory alicykliczne (np. cyklopentan, cykloheksan) - tetrahydrofuran THF - aminy - estry - alkohole (np. metanol, etanol ) - dimetyloformamid DMF	- wodór - węglowodory: metan, etan, propan, butan, acetylen - fosforowódór, arsenowódór	<b>Nie gasić wodą!</b> <b>Gasić za pomocą gaśnicy proszkowej lub suchym piaskiem!:</b>  - sól, potas - fosfor biały

## Mieszanki potencjalnie niebezpieczne

Silne utleniacze tworzą niebezpieczne mieszanki ze związkami łatwo utleniającymi się takimi jak: alkohole, węglowodory, materiały celulozowe, siarka, fosfor, węgiel aktywny, rozdrobnione metale itp.

### Silne utleniacze:





kwas nadchlorowy  $\text{HClO}_4$ , nadchlorany, chlorany  
mieszanka chromowa (chromianka), chromiany i dichromiany  
stężony kwas azotowy ( $\text{HNO}_3$ ) i azotany (np.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )  
nadmanganiany  
skroplony tlen, skroplone powietrze






## Czynniki rakotwórcze


benzen  
aminy aromatyczne  
tioacetamid (AKT)  
azbest

chloroform  
benzydyna i jej pochodne  
związki arsenu

## Wzory znaków ostrzegawczych (piktogramy)

zagrożenia dla zdrowia			
			
<ul style="list-style-type: none"> <li>toksyczność ostra kat. 1, 2, 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>działanie żrące na skórę</li> <li>poważne uszkodzenie oczu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>działanie drażniące na skórę/oczy</li> <li>działanie uczulające na skórę</li> <li>toksyczność ostra kat. 4</li> <li>działanie toksyczne na narządy docelowe, narażenie jednorazowe kat. 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rakotwórczość</li> <li>działanie mutagenne</li> <li>działanie szkodliwe na rozrodczość</li> <li>działanie uczulające na drogi oddechowe</li> <li>działanie toksyczne na narządy docelowe kat. 1, 2</li> <li>zagrożenie spowodowane aspiracją</li> </ul>

zagrożenia fizyczne		
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>wybuchowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>łatwopalne</li> <li>samoreaktywne</li> <li>piroforyczne</li> <li>nadtlenki organiczne</li> <li>samonagrzewające się</li> <li>uwalniające gazy w kontakcie z wodą</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>utleniające</li> </ul>
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>działające korodująco na metale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gazy pod ciśnieniem</li> </ul>	

zagrożenie dla środowiska	
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>ostre zagrożenie dla środowiska wodnego kat. 1</li> <li>przewlekłe zagrożenie dla środowiska wodnego kat. 1, 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zagrożenie dla warstwy ozonowej kat. 1</li> </ul>

## **Toksyczność substancji i preparatów chemicznych**

**NDS** – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: stężenie subst. w postaci pyłu lub gazu, której oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godz. czasu pracy i przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.

**NDSCh** – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe: j.w. lecz gdy utrzymuje się w środowisku pracy nie dłużej niż 30 min. w czasie zmiany roboczej.

**NDSP** – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Progowe: stężenie, które ze względu na zagrożenie zdrowia lub życia nie może być w środowisku pracy przekroczone w żadnym momencie.

**DL50** – Dawka Letalna [ $\text{mg}/\text{kg}$ ]: ilość substancji, która podana zwierzętom doświadczalnym drogą pokarmową lub na skórę powoduje zgon 50% populacji określonego rodzaju zwierząt. **DLO** – ilość substancji podana doustnie, którą człowiek (lub inny org. żywy) 'wytrzymał' (incydentalnie).

**CL50** – Stężenie Letalne [ $\text{mg}/\text{L}/\text{h}$ ]: ilość subst. w fazie gazowej (w postaci pyłu lub gazu), która podawana zwierzętom doświadczalnym inhalacyjnie, przez czas ustalony, powoduje zgon 50% populacji określonego rodzaju zwierząt.

## **Część 2.**

**Cel ćwiczenia:** Utrwalenie umiejętności prawidłowego zapisywania cząsteczkowych i jonowych równań reakcji chemicznych oraz prowadzenia podstawowych obliczeń chemicznych.

### **Zakres materiału:**

1. Symbole podstawowych pierwiastków oraz ich popularne stopnie utlenienia (tabela na końcu instrukcji).
2. Wzory sumaryczne i nazwy substancji (tlenki, wodoroki, wodorotlenki, kwasy, sole). Wzory sumaryczne następujących kwasów są wymagane: węglowego, azotowego(III), azotowego(V), ortofosforowego(V), siarkowego(IV), siarkowego(VI), siarkowodorowego, fluorowodorowego, chlorowodorowego, bromowodorowego, jodowodorowego.
3. Jony (ładunki i nazwy), dysocjacja elektrolityczna.
4. Przedstawianie przemian substancji równaniami cząsteczkowymi i jonowymi.
5. Liczba Avogadra, mol, masa molowa, gęstość.
6. Przeliczanie ilości substancji: masa, objętość, liczba moli.
7. Proste obliczenia oparte na zbilansowanych równaniach reakcji chemicznych

**Literatura:** **(1)** K. M. Pazdro, A. Rola-Noworyta „Akademicki zbiór zadań z chemii ogólnej”, Oficyna Edukacyjna \* Krzysztof Pazdro, Warszawa 2013; **(2)** K. M. Pazdro, A. Rola-Noworyta „Chemia. Repetytorium dla przyszłych maturzystów i studentów”, Oficyna Edukacyjna \* Krzysztof Pazdro, Warszawa 2014; **(3)** L. Jones, P. Atkins „Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje”, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2004. **(4)** Dowolny podręcznik do chemii ogólnej lub zbiór zadań z chemii.

**1. Podaj wzory sumaryczne następujących związków:**

- a) tlenku potasu, baru, krzemu(IV), bizmutu(III), siarki(VI), chloru(VII), węgla(II), węgla(IV)
- b) ditlenku manganu, tritlenku diglinu, tritlenku chromu, tlenku diazotu;
- c) amoniaku, nadtlenu wodoru, wodoru sodu, wodoru magnezu, wodoru glinu;
- d) wodorotlenku sodu, wodorotlenku cynku, wodorotlenku wapnia, wodorotlenku miedzi(II), wodorotlenku ołowiu(IV);
- e) chlorku potasu, fluorku baru, węglanu wapnia, siarczanu(VI) glinu, ortofosforanu(V) magnezu, chlorku miedzi(I), chlorku miedzi(II)

**2. Napisz cząsteczkowe równania następujących reakcji chemicznych:**

- a) sód + siarka → siarczek sodu
- b) glin + siarka → siarczek glinu
- c) glin + węgiel → węglík glinu
- d) miedź + tlen → tlenek miedzi(I)
- e) miedź + tlen → tlenek miedzi(II)
- f) glin + tlen → tlenek glinu
- g) węgiel + tlen → tlenek węgla(II)
- h) wodór + tlen → woda
- i) wodór + azot → amoniak
- j) azot + tlen → dwutlenek azotu
- k) tlenek rtęci(II) → rtęć + tlen
- l) tlenek żelaza(III) + wodór → żelazo + woda
- m) tlenek cynku + węgiel → cynk + ditlenek węgla

**3. Napisz reakcje dysocjacji elektrolitycznej wg Arrheniusa:**

- a) Dla dwóch dowolnych wodorotlenków jednowodorotlenowych, dwuwodorotlenowych, trójwodorotlenowych oraz czterowodorotlenowych (razem 8 reakcji)
- b) Wszystkich kwasów wymienionych w „Zakresie materiału”
- c) siarczku sodu, chlorku wapnia, chlorku glinu, azotanu żelaza(III), siarczanu(VI) żelaza(II), węglanu amonu, jodku potasu, siarczanu(IV) sodu, ortofosforanu(V) litu, siarczanu(VI) glinu

**4. Napisz jonowe (skrócone) równania następujących reakcji chemicznych:**

- a)  $\text{HBr} + \text{NaOH} \rightarrow$
- b)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow \rightarrow$
- c)  $\text{HNO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow \rightarrow$
- d)  $\text{HNO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow$
- e)  $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
- f)  $\text{HNO}_3 + \text{CaCO}_3 \downarrow \rightarrow$
- g)  $\text{NaCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- h)  $\text{MgSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$
- i)  $\text{CuCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$
- j)  $\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow$
- k)  $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- l)  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- m)  $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- n)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- o)  $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$



## 5. Rozwiąż następujące zadania:

- a) Czy w zlewce o pojemności 250 ml zmieści się 200 gramów a) eteru dietylowego ( $d = 0,714 \text{ g/cm}^3$ ), b) acetonu ( $d = 0,785 \text{ g/cm}^3$ ), c) chloroformu ( $d = 1,483 \text{ g/cm}^3$ )?
- b) Ile kilogramów waży powietrze w pokoju o wymiarach 4 na 5 na 3 metry? Przyjmij gęstość powietrza równą  $1200 \text{ g/m}^3$ .
- c) Jaką objętość zajmie a) 5,0 gramów żelaza, b) 8,0 miligramów żelaza? Gęstość żelaza wynosi  $7,87 \text{ g/cm}^3$ .
- d) Ile moli sodu znajduje się w 276 g tej substancji?
- e) Ile będą ważyć 124 mole amoniaku?
- f) Co jest cięższe 35 moli czystego ołowiu czy 3,5 tysiąca moli czystego wodoru?
- g) Za kilogram miedzi w skupie złomu można dostać ok. 15 złotych. Ile moli miedzi trzeba sprzedać, żeby zarobić 3000 zł?
- h) Oblicz masę mieszaniny składającej się z 2 moli wody ( $\text{H}_2\text{O}$ ) oraz 2 moli ciężkiej wody ( $\text{D}_2\text{O}$ ).  $M_D = 2 \text{ g/mol}$
- i) W reakcji siarki z miedzią powstaje siarczek miedzi(I). Ile moli miedzi użyjesz, aby przereagowało 2,5 mola siarki?
- j) Ile gramów wody można otrzymać z reakcji 200 g wodoru z nadmiarem tlenu?
- k) Ile moli siarczanu(VI) sodu otrzyma się poprzez zobojętnienie 49 g kwasu siarkowego(VI) wodorotlenkiem sodu? Ile gramów wodorotlenku sodu zostanie zużyte w tej reakcji?
- l) Czy 5 g tlenu wystarczy do spalenia 6 g siarki do  $\text{SO}_2$ ?
- m) Ile gramów wodorotlenku potasu potrzeba do zobojętnienia 9,8 g kwasu  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ?
- n) Oblicz zawartość procentową tlenu w węglanie potasu i węglanie sodu.

## Spis wybranych pierwiastków wraz z popularnymi stopniami utlenienia

Pierwiastek	Popularne stopnie utlenienia*	Pierwiastek	Popularne stopnie utlenienia*
<b>blok „s”</b>		<b>blok „p”</b>	
wodór, H	-I, +I	bor, B	+III
lit, Li	+I	glin, Al	+III
sód, Na	+I	węgiel, C	+II, +IV
potas, K	+I	krzem, Si	+IV
beryl, Be	+II	azot, N	-III, +II, +III, +IV, +V
magnez, Mg	+II	fosfor	-III, +III, +V
wapń, Ca	+II	arsen, As	-III, +III, +V
stront, Sr	+II	antymon, Sb	+III, +V
bar, Ba	+II	bismut, Bi	+III, +V
<b>blok „d”</b>		tlen, O	-I, -II
wanad, V	+II, +III, +IV, +V	siarka, S	-II, +IV, +VI
chrom, Cr	+II, +III, +VI	cyna, Sn	+II, +IV
mangan, Mn	+II, +IV, +VI, +VII	ołów, Pb	+II, +IV
żelazo, Fe	+II, +III	fluor, F	-I
kobalt, Co	+II, +III	chlor, Cl	-I, +I, +III, +V, +VII
nikiel, Ni	+II, +III	brom, Br	-I, +I, +III, +V, +VII
miedź, Cu	+I, +II	jod, I	-I, +I, +III, +V, +VII
cynk, Zn	+II		
srebro, Ag	+I		
złoto, Au	+I, +III		
kadm, Cd	+II		
rteć, Hg	+I, +II		

\* wszystkie pierwiastki w stanie wolnym znajdują się na „0” stopniu utlenienia