

## Karta pracy(14) – II LO / chem.r – tlenowce (O, S)

Nazwisko i imię: .....

### ❖ Ogólna charakterystyka tlenowców:

- tlen jest gazem, pozostałe ciałami stałymi, siarka i selen są typowymi niemetalami, tellur wykazuje właściwości półmetaliczne, polon jest typowym metalem, wraz ze wzrostem liczby atomowej Z słabnie charakter niemetalu a wzrasta charakter metaliczny pierwiastków,
- największą elektroujemność posiada tlen (3,5), elektroujemność maleje wraz ze wzrostem liczby atomowej Z w grupie,
- powłoka walencyjna atomów tlenowców w stanie podstawowym:  $ns^2p^4$ ,
- pierwiastki mogą przyjąć stopnie utlenienia: -II, IV, VI, siarka również -I w dwusiarczках  $H_2S_2$ ,  $FeS_2$  z wyjątkiem tlenu, który z reguły przyjmuje stopień utlenienia -II (uwaga w nadtlenukach i dwusiarczках występuje **mostek tlenowy**:  $-O-O-$  / **siarkowy**:  $-S-S-$ ),
- wyjątki w stopniach utlenienia atomów tlenu w związkach:

nadtlenki	ponadnadtlenki	ozonki	fluorki tlenu	
-I	- 1/2	- 1/3	II	I
$Na_2O_2$ , $H_2O_2$	$KO_2$	$KO_3$	$OF_2$	$O_2F_2$

- siarkowce reagują z tlenem, produktami są tlenki(IV) i w obecności katalizatora tlenki(VI), tlenki wykazują charakter kwasowy, który maleje wraz ze wzrostem liczby atomowej Z ale rośnie wraz ze stopniem utlenienia danego pierwiastka:

wzrost charakteru kwasowego ↓	$SO_2$	$SeO_2$	$TeO_2$
	$SO_3$	$SeO_3$	$TeO_3$
	spadek charakteru kwasowego →		

- tlenowce z wodorem tworzą wodorki typu  $H_2E$ , które w roztworach wodnych dysocjują niecałkowicie, wykazując słaby charakter kwasowy:  $H_2E + H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + HE^-$

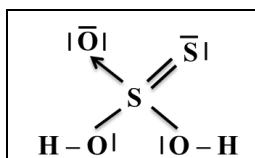
$H_2O$	$H_2S$	$H_2Se$	$H_2Te$
wzrost charakteru kwasowego →			

- w związkach z metalami (szczególnie z litowcami i magnezowcami) tworzą związki jonowe, w kryształach jonowych występują jako aniony:  $O^{2-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Se^{2-}$ ,  $Te^{2-}$ , udział wiązań jonowych w tych związkach maleje wraz ze wzrostem liczby atomowej Z pierwiastka,

### ❖ Otrzymywanie siarki i tlenu, odmiany alotropowe:

- **siarka** występuje w stanie wolnym (siarka rodzima), do otrzymywania związków siarki na skalę przemysłową wykorzystuje się siarkowodór, piryt
- **tlen - skala przemysłowa:**
  - ✓ elektroliza wody, sumaryczne równanie elektrolizy:  $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ , wodnych roztworów zasad (np. KOH), niektórych soli (np. NaCl,  $Na_2SO_4$ ),
- **tlen – metody laboratoryjne** – termiczny rozkład niektórych soli, tlenku rtęci, katalityczny rozkład  $H_2O_2$ :
  - ✓  $2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$ ,  $2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$ ,  $2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$
  - ✓  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$  (kat.  $MnO_2$ )
  - ✓ utlenienie  $H_2O_2$ :  $5H_2O_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5O_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$
- **tlen występuje w dwóch odmianach alotropowych** / tlen cząsteczkowy  $O_2$  i ozon  $O_3$ 
  - ✓ ozon jest cząsteczką polarną, o budowie kątovej, 10-krotnie lepiej rozpuszcza się w wodzie niż tlen cząsteczkowy, zestalony lub skroplony ulega gwałtownemu rozkładowi po wstrząśnięciu lub potarciu,
  - ✓ ozon jest gazem toksycznym, bardzo aktywnym chemicznie, utlenia wiele związków:  $Mn^{2+} \rightarrow MnO_2$ ;  $H_2S \rightarrow SO_2$  lub  $H_2SO_4$ ;  $NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$ ;  $Ag \rightarrow Ag_2O$ ;  $K \rightarrow KO_3$
  - ✓ ozon powstaje z tlenu cząsteczkowego pod wpływem promieniowania UV:  $O_2 \rightarrow 2O$ ;  $O_2 + O \rightarrow O_3$ ,
- **siarka tworzy odmiany alotropowe w stanie stałym i ciekłym:**
  - ✓ odmiany w stanie stałym / **siarka  $\alpha$  - rombowa** (cząsteczki – pierścienie  $S_8$ ), **siarka  $\beta$  – jednoskośna** (jasnożółte igielkowe kryształy), obie odmiany różnią się gęstością i  $T_f$ , wykazują podobną reaktywność chemiczną
  - ✓ siarka nie rozpuszcza się w wodzie, bardzo słabo w etanolu, bardzo dobrze rozpuszcza się w  $CS_2$ .
- ❖ **Tlenowe kwasy siarkowe:**
- **$H_2SO_3$  – kwas siarkowy(IV)** - otrzymuje się przez roztwarzanie  $SO_2$  w wodzie, jest to kwas słaby i nietrwały, posiada właściwości redukujące wobec silnych utleniaczy –  $Cr_2O_7^{2-}$ ,  $MnO_4^-$ ,  $I_2$ :
  - ✓  $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$
  - ✓  $H_2SO_3 \rightarrow SO_2 \uparrow + H_2O$  (temp.)
  - ✓  $Na_2SO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + SO_2$
  - ✓  $H_2SO_3 + I_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HI$  / reakcja  $SO_2 + I_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HI$  wykorzystywana jest do wykrywania śladowych ilości  $SO_2$  w powietrzu oraz oznaczania zawartości wody w rozpuszczalnikach organicznych,

- **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – kwas siarkowy(VI)** – otrzymuje się przez roztworzenie w wodzie SO<sub>3</sub> (roztwarza się bardzo trudno) w metodzie Ostwalda roztwarza się w stężonym H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, powstaje oleum, które rozcieńcza się wodą,:
- $SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2S_2O_7$  lub  $H_2SO_4 \cdot SO_3$ ;  $H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow 2 H_2SO_4$ ;  $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
- ✓ kwas bardzo mocny o silnych właściwościach higroskopijnych,
- ✓ silny utleniacz, np. niektóre metale (np. Al, Fe, Cr) w kontakcie ze stężonym kwasem metale ulegają pasywacji pokrywają się cienką warstwą tlenków, (Ba, Sr) pokrywają się warstwą soli, stężony kwas roztwarza metale leżące za wodorem w szeregu napięciowym metali z wyjątkiem Au i Pt,
- $2 Al + 3 H_2SO_{4(stęż.)} \rightarrow Al_2O_3 + 3 SO_2 \uparrow + 3 H_2O$  / pasywacja
  - $Ba + 2 H_2SO_{4(stęż.)} \rightarrow BaSO_4 + SO_2 \uparrow + H_2O$  / pasywacja
  - $3 Fe + 4 H_2SO_{4(stęż./zimny)} \rightarrow Fe_3O_4 + 4 SO_2 \uparrow + 4 H_2O$  / pasywacja
  - $2 Bi + 6 H_2SO_{4(stęż.)} \rightarrow Bi_2(SO_4)_3 + 3 SO_2 \uparrow + 6 H_2O$  / roztwarzanie
  - $2 Fe + H_2SO_{4(stęż./gorący)} \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3 SO_2 \uparrow + 6 H_2O$  / roztwarzanie
- ✓ metale leżące przed wodorem w szeregu napięciowym metali ulegają roztworzeniu w rozcieńczonym kwasie,
- $2 Al + 3 H_2SO_{4(rozc.)} \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3 H_2 \uparrow$  / roztwarzanie
  - $Fe + H_2SO_{4(rozc.)} \rightarrow FeSO_4 + H_2 \uparrow$  / roztwarzanie
- ✓ kwas słabo lotny, wypiera z soli kwasy bardziej lotne lub nietrwałe,
- $Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + SO_2 \uparrow + H_2O$
  - $2 KCl + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2 HCl \uparrow$
- **H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – kwas tiosiarkowy(VI)**:



- ✓ zawiera dwa atomy siarki na różnych stopniach utlenienia (*centralny* / VI, *terminalny* / -II), jest to kwas nietrwały ale tworzy trwałe sole, sole wykazują silne właściwości redukujące,
- ✓ w reakcji z kwasem chlorowodorowym tiosiarczan(VI) sodu ulega reakcji dysproporcjonowaniu / ulega rozkładowi na: S(s), SO<sub>2(g)</sub> i H<sub>2</sub>O(c)
- ✓ w reakcji z silnym utleniaczem (np. Cl<sub>2</sub>) tiosiarczan(VI) sodu ulega utlenieniu do siarczanu(VI),
- ✓ tiosiarczan(VI) sodu otrzymuje się w reakcji:  $Na_2SO_3 + S \rightarrow Na_2S_2O_3$

**Zadania do samodzielnego wykonania w oparciu o informacje w karcie, podręcznik i inne materiały źródłowe**

- 1 Katalitycznemu rozkładowi poddano 1 kg perhydrol (30% roztwór nadtlenu wodoru) zakwaszonym roztworem KMnO<sub>4</sub>. Oblicz, jaką objętość (warunki normalne) zajmie tlen jeżeli reakcja zaszła z wydajnością 100% a reakcja przebiega wg. równania:  $5 H_2O_2 + 2 KMnO_4 + 3 H_2SO_4 \rightarrow 5 O_2 + 2 MnSO_4 + K_2SO_4 + 8 H_2O$

Obliczenia:

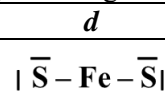
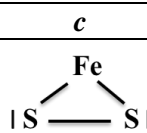
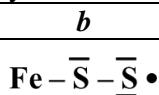
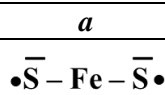
Odpowiedź:

- 2 Siarkowodor w stanie skroplonym ulega częściowej autodysocjacji / protolizie (tak jak w przypadku wody, amoniaku) wg. równania:  $H_2S + H_2S \leftrightarrow H_3S^+ + HS^-$ , w oparciu o teorię kwasów i zasad Brønsteda reagentom w równaniu protolizy wskaż sprzężone pary kwas / zasada.

*I para sprzężona*

*II para sprzężona*

- 3 Piryt – ruda żelaza, należy do soli z grupy, w których siarka przyjmuje stopień utlenienia – I, a żelazo przyjmuje stopień utlenienia II. Który z poniższych wzorów elektronowych Lewisa ilustruje prawidłowy wzór tego związku?



4	<p><b>Informacja do zadań:</b>  Siarczki (sole kwasu siarkowodorowego) można otrzymać następującymi metodami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ reakcje syntezy z pierwiastków w podwyższonej temperaturze.</li> <li>✓ reakcje wodnych roztworów soli siarczkowych z wodnymi roztworami soli innych metali pod warunkiem, że powstająca sól siarczkowa wytrąca się z roztworu – uprzywilejowanie reakcji strąceniowych.</li> <li>✓ reakcje wodnych roztworów soli z kwasem siarkowodorowym pod warunkiem, że powstająca sól wytrąca się z roztworu (wyjątek <math>\text{Al}_2\text{S}_3</math> i <math>\text{Cr}_2\text{S}_3</math>).</li> <li>✓ reakcje redukcji siarczanów(VI) węglem, w której węgiel przyjmuje stopień utlenienia II w tlenku węgla(II).</li> </ul> <p>Zapisz równania reakcji otrzymywania dwoma różnymi metodami (jeżeli w dobranej metodzie reakcja przebiega w roztworze wodnym – równanie jonowe i jonowe skrócone) otrzymywania (<u>skorzystaj z tabeli rozpuszczalności</u>):</p> <p>a) <b>siarczku miedzi(II):</b></p> <p>.....,</p> <p>.....,</p> <p>.....,</p> <p>b) <b>siarczku glinu:</b></p> <p>.....,</p> <p>.....,</p> <p>.....,</p> <p>c) <b>siarczku srebra(I):</b></p> <p>.....,</p> <p>.....,</p> <p>.....,</p>
5	<p>Tiosiarczan(VI) wykazuje właściwości redukujące, metodą uproszczonego bilansu elektronowego dobierz współczynniki stechiometryczne w poniższych równaniach reakcji:</p> <p><math>.. \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq}) + .. \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow .. \text{S}(\text{s}) + .. \text{SO}_2(\text{aq}) + .. \text{H}_2\text{O}(\text{c}) + .. \text{NaCl}(\text{aq})</math></p> <p><i>r. utlenienia</i></p> <p><i>r. redukcji</i></p> <p><i>pełne równanie</i></p> <p><math>.. \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq}) + .. \text{Cl}_2(\text{g}) + .. \text{H}_2\text{O}(\text{c}) \rightarrow .. \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + .. \text{HCl}(\text{aq})</math></p> <p><i>r. utlenienia</i></p> <p><i>r. redukcji</i></p> <p><i>pełne równanie</i></p>
6	<p>Oblicz, ile <math>\text{dm}^3</math> tlenku siarki(IV) / warunki normalne należy rozpuścić w <b>2 <math>\text{dm}^3</math></b> roztworu wodorotlenku potasu o stężeniu <b>0,5 mol/<math>\text{dm}^3</math></b> aby otrzymać:</p> <p>a) <b>siarczan(IV) potasu</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>b) <b>wodorosiarczan(IV) potasu</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

7	<p>Zapisz równania cząsteczkowe przemian chemicznych przedstawionych na poniższym chemografie / schemacie (uwzględnij konieczność dobrania drugiego substratu ewentualnie warunków reakcji: katalizator, temperatura).</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>a) ..... ,</p> <p>b) ..... ,</p> <p>c) ..... ,</p> <p>d) ..... ,</p> <p>e) ..... ,</p> <p>f) ..... ,</p> <p>g) ..... ,</p> <p>h) ..... ,</p> <p>i) ..... ,</p> <p>j) ..... ,</p> <p>k) ..... ,</p> <p>l) ..... ,</p> <p>m) ..... ,</p> <p>n) ..... ,</p>
8	<p>Tlenek siarki(VI) w wodzie rozpuszcza się bardzo powoli i bardzo słabo, w przemysłowej metodzie Ostwalda otrzymywania kwasu siarkowego tlenek siarki(VI) rozpuszcza się w stężonym kwasie siarkowym(VI), powstaje <b>kwas disiarkowy(VI)- oleum</b> <math>H_2S_2O_7</math> lub <math>H_2SO_4 \cdot SO_3</math>, który następnie rozcieńcza się wodą. Oleum o stężeniu <b>20%</b> jest umownie kwasem siarkowym(VI) o stężeniu <b>104,5%</b>. W handlu sprzedawany jest kwas siarkowy o stężeniu <b>98%</b>. Oblicz, w jakim stosunku objętościowym należy wymieszać <b>20%</b> oleum z wodą aby otrzymać <b>98%</b> roztwór kwasu siarkowego(VI).</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>
9	<p>W poniższych równaniach jonowych dobierz współczynniki stechiometryczne i zapisz <u>równanie jonowe skrócone</u>:</p> <p>a) <math>.. Ag + .. H^+ + .. SO_4^{2-} \rightarrow .. Ag^+ + .. SO_4^{2-} + .. SO_2 + .. H_2O</math>  .....</p> <p>b) <math>.. Cu + .. H^+ + .. SO_4^{2-} \rightarrow .. Cu^{2+} + .. SO_4^{2-} + .. SO_2 + .. H_2O</math>  .....</p> <p>c) <math>.. Cr + .. H^+ + .. SO_4^{2-} \rightarrow .. Cr^{3+} + .. SO_4^{2-} + .. H_2</math>  .....</p> <p>d) <math>.. Zn + .. H^+ + .. SO_4^{2-} \rightarrow .. Zn^{2+} + .. SO_4^{2-} + .. H_2</math>  .....</p>