

Karta pracy 13 – chemia roz. II LO azotowce (azot i fosfor)

Nazwisko i imię:

❖ **Ogólna charakterystyka azotowców:**

- wraz ze wzrostem liczby atomowej Z wzrasta charakter metaliczny pierwiastków, azot i fosfor są niemetalami, arsen i antymon są półmetalami, bizmut jest metalem, z wyjątkiem azotu, który jest gazem pozostałe pierwiastki są ciałami stałymi,
- azot występuje w cząsteczkach N_2 ,
- fosfor w cząsteczkach P_4 , znane są 4 odmiany alotropowe fosforu;
 - ✓ **biały**, bardzo aktywny i toksyczny (przechowywany pod wodą), w powietrzu ulega samozapłonowi, świeci w ciemności (chemiluminescencja)
 - ✓ **czerwony** jest mniej aktywny, nietoksyczny,
 - ✓ sieć krystaliczna odmiany **fioletowej** i **czarnej** jest gęściej upakowana atomami niż w przypadku fosforu czerwonego,
- powłoka walencyjna ns^2p^3 , typowe stopnie utlenienia:
 - ✓ **azotu** I, II, III, IV, V oraz -III w NH_3 i **azotkach metali** (np. Na_3N , Mg_3N_2 / **anion** N^{3-})
 - ✓ **fosfor** III i V oraz -III w PH_3 **fosforkach metali** (np. Na_3P / **anion** P^{3-})
 - ✓ arsen, antymon i bizmut III i V
- charakter chemiczny i stopnie utlenienia azotu i fosforu w połączeniach z tlenem i wodorem

N_2O	NO	N_2O_3	NO_2 / N_2O_4	N_2O_5	NH_3	P_2O_3 / P_4O_6	P_2O_5 / P_4O_{10}	PH_3
I	II	III	IV	V	- III	III	V	- III
obojętny	obojętny	kwasowy	kwasowy	kwasowy	zasadowy	kwasowy	kwasowy	b. słabo zasadowy

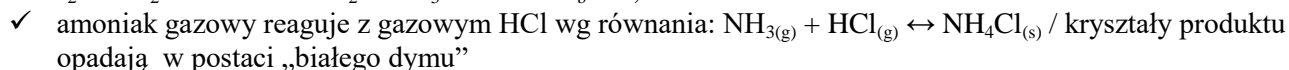
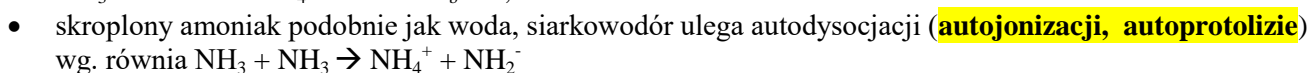
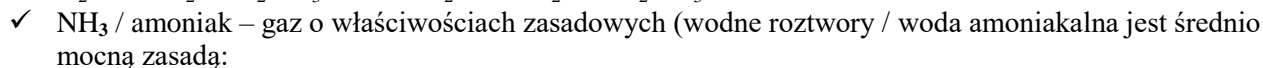
- charakter chemiczny tlenków pozostałych azotowców:

As_2O_3	Sb_2O_3	Bi_2O_3	As_2O_5	Sb_2O_5	Bi_2O_5
amfoteryczny z przewagą cech kwasowych	amfoteryczny	zasadowy	słabo kwasowy	słabo kwasowy	słabo kwasowy

❖ **Otrzymywanie azotu i ważniejsze związki azotu:**

- na skalę przemysłową otrzymuje ze skroplonego powietrza (destylacja frakcjonowana $T_w/N_2 = -196^\circ C$, $T_w/O_2 = -183^\circ C$),
- na potrzeby laboratoryjne można otrzymać w wyniku ogrzewania stężonych roztworów NH_4Cl z $NaNO_2$:
 - ✓ $NH_4Cl + NaNO_2 \rightarrow NaCl + N_2 \uparrow + 2 H_2O$
- **tlenki azotu** – otrzymywanie i właściwości:
 - ✓ **N_2O – tlenek azotu(I)** gaz obojętny / łagodne ogrzewanie: $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2 H_2O$
 - ✓ **NO – tlenek azotu(II)** gaz obojętny / powstaje w łuku elektrycznym (również w trakcie wyładowań atmosferycznych) z pierwiastków $N_2 + O_2 \rightarrow 2 NO$, na skalę przemysłową otrzymuje się przez katalityczne utlenienia amoniaku na siatce platynowej: $4 NH_3 + 5 O_2 \rightarrow 4 NO + 6 H_2O$,
 - cząsteczka jest bardzo aktywna, at. N posiada niesparowany elektron (cząsteczka jest rodnikiem), w stanie skroplonym tworzy dimery N_2O_2 ,
 - ✓ **NO_2 – tlenek azotu(IV)** brunatny gaz i nieprzyjemnym zapach właściwościach toksycznych, atomy azotu posiadają niesparowany elektron i w temp. poniżej $150^\circ C$ tworzą dimery (N_2O_4 / gaz bezbarwny), otrzymuje się przez utlenienie NO : $2 NO + O_2 \rightarrow 2 NO_2$,
 - w temp. powyżej $150^\circ C$ ulega rozkładowi do NO i O_2 , tlenek kwasowy – rozpuszczany w wodzie ulega dysproporcjonowaniu: $2 NO_2 \text{ lub } N_2O_4 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$
 - ✓ **N_2O_3 – tlenek azotu(III)** powstaje w wprowadzeniu do wody NO i NO_2 , niewielka ilość wchodzi w reakcję z wodą, co przesuną równowagę w prawo (powstają kolejne cząsteczki N_2O_3 , które reagują z wodą, to z kolei ponownie zakłóca równowagę:
 - $N_2O_3 + H_2O \rightarrow 2 HNO_2$ / $NO_2 + NO \rightarrow N_2O_3$ / $(NO + NO_2 + H_2O \leftrightarrow 2 HNO_2)$
 - ✓ **N_2O_5 – tlenek azotu(V)** – ciało stałe krystaliczne, otrzymuje się przez odwodnienie kwasu azotowego(V) tlenkiem fosforu(V): $4 HNO_3 + P_4O_{10} \rightarrow 2 N_2O_5 + 4 HPO_3$,
 - tlenek o charakterze kwasowym: $N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2 HNO_3$,
- **tlenowe kwasy azotowe:**
 - ✓ **HNO_2 / kwas azotowy(III)**, należy do słabych kwasów, stężone roztwory kwasu ulegają rozkładowi (reakcja dysproporcjonowania): $3 HNO_2 \rightarrow HNO_3 + 2 NO + H_2O$, sole kwasu są trwalsze,
 - ✓ **HNO_3 / kwas azotowy(V)**, kwas bardzo mocny o silnych właściwościach utleniających (tlenia C, S) azot w kwasie ulega redukcji do NO_2 (brunatny gaz), pod wpływem światła ulega rozkładowi wg. równania: $4 HNO_3 \rightarrow 4 NO_2 + O_2 + 2 H_2O$, w raz ze wzrostem rozcieńczenia wzrasta jego trwałość, ale zmniejszają się właściwości utleniające, stopione azotany(V) są silnymi utleniaczami,

- ✓ **HN₃ – kwas azydowy, (kwas azotowodorowy)** anion N≡N-N⁻, azydki metali ciężkich (Hg, Pb, Ag) są nietrwałe, rozkładają się wybuchowo (stosowane jako detonatory) azydki metali alkalicznych również ulegają rozkładowi (niewybuchowo), azyd sodu stosowany jest do samochodowych poduszek powietrznych w mieszaninie z SiO₂, KNO₃, przy wzroście temp. w poduszce zachodzi seria reakcji chemicznych:



➤ **otrzymywanie amoniaku - metoda Habera – Boscha** z pierwiastków, reakcja jest odwracalna, aby przesunąć równowagę w stronę produktu reakcję prowadzi się w temp. 500°C i ciśnieniu 30MPa i obecności katalizatora kontaktowego (stały – żelazo z dodatkiem Al_2O_3): $3 \text{H}_{2(\text{g})} + \text{N}_{2(\text{g})} \leftrightarrow 2 \text{NH}_{3(\text{g})}$

- ✓ synteza amoniaku,
- ✓ katalityczne utlenienie amoniaku do NO na siatce platynowej,
- ✓ utlenienie NO powietrzem atmosferycznym do NO₂,
- ✓ pochłanianie mieszaniny NO₂ /N₂O₄ w wodzie,
- ✓ rozkład HNO₂ w miarę wzrostu jego stężenia,
- ✓ utlenienie NO powstałego z rozkładu HNO₂ do NO₂ i pochłanianie jego w wodzie.

- **fosfina / fosforiak / PH_3** – gaz toksyczny i bezbarwny o zapachu przypominającym zapach czosnku, rozpuszczalny w wodzie, wykazuje bardzo znacznie słabsze właściwości zasadowe niż amoniak, tworzy jon fosfanowy, znane są sole typu PH_4X , które w wodzie lub roztworach zasad ulegają rozkładowi z wydzieleniem fosfiny.

$$\checkmark \quad 4 \text{ H}_3\text{PO}_3 \rightarrow 3 \text{ H}_3\text{PO}_4 + \text{PH}_3 \uparrow$$

1	W ciekłym amoniaku dochodzi do częściowej autoprotolizy między cząsteczkami amoniaku wg równania: $\text{NH}_3 + \text{NH}_3 \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NH}_2^-$ natomiast w roztworze wodnym ulega częściowej dysocjacji wg. równania: $\text{NH}_3 + \text{H-OH} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ W oparciu o teorię kwasów i zasad Brønsteda uzupełnij tabelę wpisując wzory drobin będących sprzężoną parą kwas – zasada.
---	---

2	Narysuj wzór elektronowy kreskowy kwasu fosforowego(III) / fosfonowego i w oparciu o budowę cząsteczki wyjaśnij, dlaczego jest to kwas dwuprotonowy.
---	--

[illegible]

3	<p>W oparciu o informacje zawarte w p.pkt. przemysłowe metody otrzymywania amoniaku i kwasu azotowego wykonaj schemat / chemograf produkcji kwasu azotowego(V) metodą przemysłową oraz zapisz równania reakcji dla każdego etapu, w chemografie <u>uwzględnij warunki</u> przebiegu reakcji na poszczególnych etapach.</p> <p><i>Schemat:</i></p> <p><i>Równania</i></p>												
4	<p>Sole metali Na, K, Mg, Ca i kwasu azotowego są powszechnie stosowane jako nawozy azotowe / saletry w produkcji roślinnej, które otrzymuje się w reakcji minerałów występujący w przyrodzie (<i>halit, kainit, kalcyt, magnezyt</i>) z kwasem azotowym(V). Zapisz równania reakcji (cząsteczkowe) otrzymywania:</p> <p>a) saletra potasowa: b) saletra sodowa: c) saletra wapniowa: d) saletra magnezowa:</p>												
5	<p>Stała dysocjacji roztworu wodnego amoniaku ($K_b = 1,78 \cdot 10^{-5}$) jest ok. 10-ciokrotnie większa od stałej dysocjacji hydrazyny ($K_b = 1,3 \cdot 10^{-6}$), oblicz o jaką wielkość różni się pH ich roztworów o stężeniu 0,5 mol/dm³.</p> <p><i>Obliczenia:</i></p> <p><i>Odpowiedź</i></p>												
6	<p>W jakim stosunku wagowym należy wymieszać azdydek sodu, azotan(V) potasu i tlenek krzemu(IV) aby wszystkie substraty mieszaniny przereagowały w produkty w trakcie wypełniania się poduszki powietrznej, jeżeli reakcje przebiegają z wydajnością 100% wg cyklu reakcji opisanych w p.pkt. dot. azydków.</p> <p><i>Obliczenia:</i></p> <table><tr><td><i>Stosunek wagowy</i></td><td>NaN_3</td><td>:</td><td>KNO_3</td><td>:</td><td>SiO_2</td></tr><tr><td></td><td></td><td>:</td><td>1</td><td>:</td><td></td></tr></table>	<i>Stosunek wagowy</i>	NaN_3	:	KNO_3	:	SiO_2			:	1	:	
<i>Stosunek wagowy</i>	NaN_3	:	KNO_3	:	SiO_2								
		:	1	:									

7

Saletra amonowa i saletra potasowa są nawozami stosowanymi są jako azotowe nawozy mineralne o określonej zawartości procentowej azotu w jednostce masy w uprawach roślin. Oblicz, w jakim stosunku wagowym / masowym należy wymieszać w/w nawozy aby otrzymać mieszanę o **20%** zawartości azotu zakładając, że w/w związkach nie ma innych domieszek.

Uwaga – możesz wykorzystać metodę proporcji krzyżowej.

Obliczenia:

Stosunek wagowy	NH_4NO_3	:	KNO_3
		:	

8

Dysponując wodnym roztworem ortofosforanu(V) amonu i wodnym roztworem zasady potasowej zaproponuj w formie równania reakcji w cząsteczkowej metody otrzymania z n/w substratów:

a) ortofosforanu(V) amonodwupotasowego:

b) ortofosforanu(V) dwuamonopotasowego:,

c) ortofosforanu(V) potasowego:,

9

Apatyty – skały zawierające w swoim składzie ortofosforan(V) wapnia, po zmieleniu są stosowane jako fosforowe nawozy mineralne, ta forma jest nawozem bardzo wolnodziałającym ze względu na rozpuszczalność w wodzie glebowej. Nawozy mineralne fosforowe działające znacznie szybkiej otrzymuje się:

a) superfosfat zwyczajny / pojedynczy w reakcji zmielonej skały fosforytowej zawierającej ortofosforan(V) wapnia kwasem siarkowym, produktem jest rozpuszczalny w wodzie wodorootofosforan(V) wapnia oraz produkt uboczny anhydryt / siarczan(VI) wapnia,

b) superfosfat podwójny w reakcji w/w minerału w reakcji z kwasem ortofosforowym(V), produktem jest dwuwodorootofosforan(V) wapnia.

Zapisz równania jonowe produkcji superfosfatu pojedynczego i podwójnego oraz uszereguj ortofosforany(V) wapnia wg malejącej rozpuszczalności w wodzie.

a) s. pojedynczy:

b) s. podwójny:,

c) uszeregowanie:

10

W trakcie rozpuszczania fosfiny w wodzie zachodzi w niewielkim stopniu reakcja:
 $PH_3 + H_2O \leftrightarrow PH_4^+ + OH^-$. W oparciu o teorię kwasów i zasad Lewisa dla wszystkich drobin z równania przypisz (wskaż) kwas / zasadę wpisując określenie do poniższej tabeli.

PH_3	H_2O	PH_4^+	OH^-