

Nomenklatura

AMINY I-rzędowe

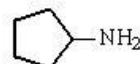
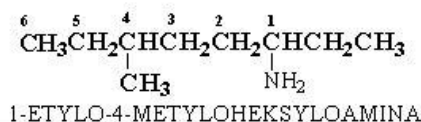
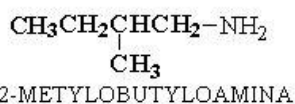
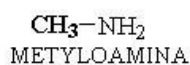
1. Aminy z jedną grupą aminową

I sposób: Do nazwy GRUPY WĘGLOWODOROWEJ dodaje się końcówkę **-oamina**
(ten sposób nazewnictwa zalecany jest dla **prostych amin**)

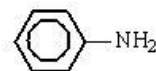
Przykłady:

oamina
nazwa GRUPY

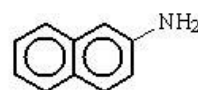
alkil oamina
aryl oamina



CYKLOPENTYLOAMINA



FENYLOAMINA
(ANILINA)



2-NAFYLOAMINA

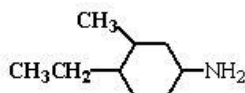
AMINY I-rzędowe

1. Aminy z jedną grupą aminową

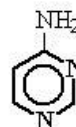
II sposób: Do nazwy WĘGLOWODORU dodaje się końcówkę **-oamina**
(ten sposób nazewnictwa zalecany jest dla **amin o bardziej złożonej budowie**; w związkach HETEROCYKLICZNYCH grupę aminową można wymieniać w postaci przedrostka **amino-**).

Przykład:

oamina
nazwa
WĘGLOWODORU
(lub związku heterocyklicznego)



4-ETYLO-3-METYLO-1-CYKLOHEKSANOAMINA



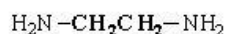
4-PIRYMIDYNOAMINA
(4-AMINOPIRYMIDYNA)

AMINY I-rzędowe

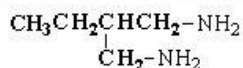
2. Aminy z kilkoma grupami NH₂

Wybiera się najdłuższy łańcuch węglowy zawierający grupy aminowe i stosuje się **II sposób nazewnictwa**

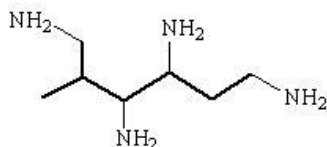
Przykłady:



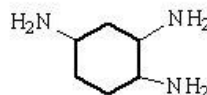
1,2-ETANODIAMINA
(ETYLENODIAMINA)



2-ETYLO-1,3-PROPANODIAMINA
(2-ETYLOTRIMETYLENODIAMINA)



2-METYLO-1,3,4,6-HEKSANOTETRAAMINA



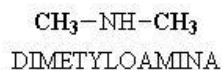
1,2,4-CYKLOHEKSANOTRIAMINA

AMINY II-rzędowe

Dwie jednakowe grupy:

stosuje się przedrostek **di-** a następnie podaje nazwę grupy i końcówkę **-amina**

di oamina
nazwa GRUPY



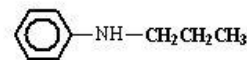
Dwie różne grupy:

Za podstawę nazwy przyjmuje się nazwę aminy **pierwszo-rzędowej** zawierającej **większą grupę**. Drugą (mniejszą) grupę wymienia się w postaci przedrostka z literą N-

N- o oamina
nazwa GRUPY MNIJSZEJ nazwa GRUPY WIĘKSZEJ



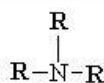
N-metyloetyloamina



N-propylofenyloamina
(N-propyloanilina)

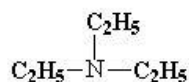
AMINY III-rzędowe

Trzy jednakowe grupy



stosuje się przedrostek **tri-** a następnie podaje nazwę grupy i końcówkę **-amina**

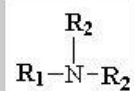
tri oamina
nazwa GRUPY



TRIETYLOAMINA

AMINY III-rzędowe

Dwie jednakowe grupy

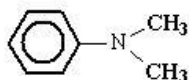


Dwie jednakowe grupy mniejsze: (R₁ > R₂)

Za podstawę nazwy przyjmuje się nazwę aminy **pierwszorzędowej** zawierającej **większą grupę**. Dwie jednakowe (mniejsze) grupy wymienia się w postaci przedrostka z dwoma literami N, N-

N,N-di[]o[]oamina

nazwa GRUPY MNIejszej nazwa GRUPY WIEKszej



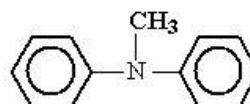
N,N-dimetylofenyloamina
(N,N-dimetyloanilina)

Dwie jednakowe grupy większe: (R₁ < R₂)

Za podstawę nazwy przyjmuje się nazwę aminy **drugorzędowej**. Trzecią (mniejszą) grupę wymienia się w postaci przedrostka z literą N-

N-[]odi[]oamina

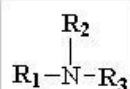
nazwa GRUPY MNIejszej nazwa GRUPY WIEKszej



N-metylodifenyloamina

AMINY III-rzędowe

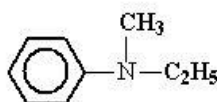
Trzy grupy różne



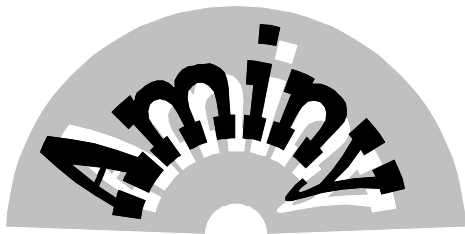
Za podstawę nazwy przyjmuje się nazwę aminy **pierwszorzędowej** odpowiadającej największej grupie, a pozostałe (mniejsze) grupy wymienia się w postaci przedrostków z literą **N-** w kolejności alfabetycznej

N-[]o-N-[]o[]oamina

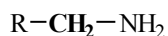
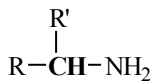
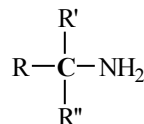
nazwa GRUPY MNIejszej 1 nazwa GRUPY MNIejszej 2 nazwa GRUPY NAJWIEKszej



N-etylo-N-metylofenyloamina
(N-etylo-N-metyloanilina)



AMINY I-rzędowe

 1^0  2^0  3^0

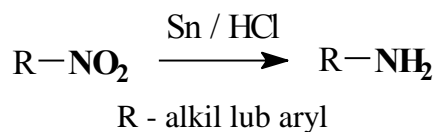
Typy amin I-rzędowych w zależności od rzędowości atomu węgla związanego z grupą aminową

METODY REDUKCYJNE

1. Redukcja nitrozwiązków (można otrzymywać aminy typu: 1^0 , 2^0 , 3^0)

Nitrozwiązki można redukować do amin I-rzędowych za pomocą:

- wodoru wobec katalizatora (np. Pt, Pd, Ni)
- metali (np. Sn, Zn, Fe) i kwasu solnego
- LiAlH_4 (tylko nitrozwiązki **alifatyczne**)



2. Redukcja nityli (1^0)

Nitryle można redukować do amin I-rzędowych typu 1^0 za pomocą:

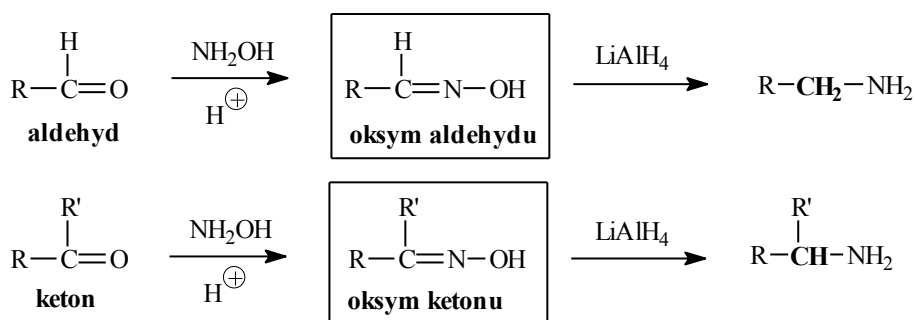
- wodoru wobec katalizatora (np. Pt, Pd, Ni)
- LiAlH_4



3. Redukcja oksymów (1^0 , 2^0)

Oksymy można redukować do amin I-rzędowych typu 1^0 lub 2^0 za pomocą:

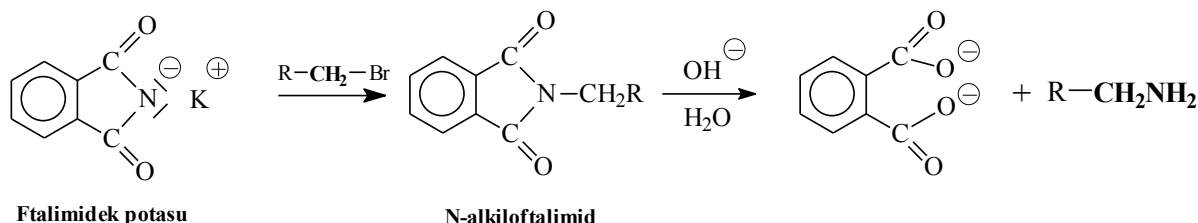
- wodoru wobec katalizatora (np. Pt, Pd, Ni)
- LiAlH_4



Tak więc reakcja fluorowcopochodnych z amoniakiem NIE POZWALA na otrzymanie aminy I-rzędowej BEZ DOMIESZEK amin wyższej rzędowości.

8. Reakcja fluorowcopochodnych z ftalimidkiem potasu - reakcja GABRIELA (1⁰)

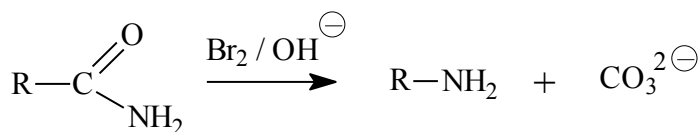
Jest to reakcja substytucji nukleofilowej połączona z następczą hydrolizą utworzonego N-alkiloftalimidu



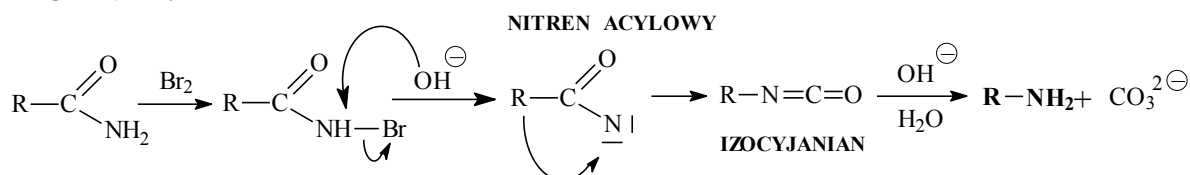
Reakcja tworzenia N-alkiloftalimidu przebiega wyłącznie dla fluorowcopochodnych I-rzędowych (dla II- i III-rzędowych przebiega reakcja ELIMINACJI)

9. Przegrupowanie Hofmanna (1⁰, 2⁰, 3⁰)

Jest to reakcja amidów z BROMEM w środowisku ZASADOWYM. Przebiega ze skróceniem szkieletu węglowego o jeden atom węgla.



MECHANIZM:



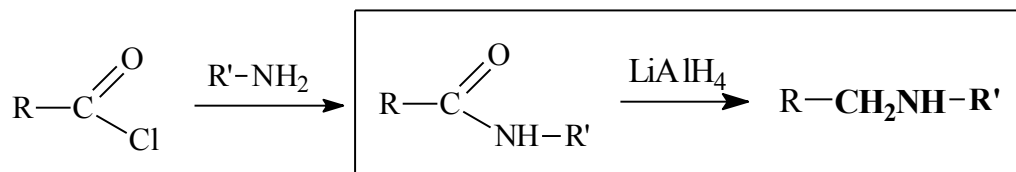
ZESTAWIENIE METOD SYNTEZY AMIN I-rzędowych

Lp	METODA	TYPY amin I-rzędowych
1	Przegrupowanie Hofmanna	1 ⁰ , 2 ⁰ , 3 ⁰
2	Redukcja nitrozwiązków	1 ⁰ , 2 ⁰
3	Redukcja azydków	1 ⁰ , 2 ⁰ , 3 ⁰
4	Redukcja oksymów	1 ⁰ , 2 ⁰
5	Aminowanie redukcyjne	1 ⁰ , 2 ⁰
6	Reakcja halogenków z amoniakiem	1 ⁰ , 2 ⁰
7	Redukcja nitryli	1 ⁰
8	Redukcja amidów	1 ⁰
9	Reakcja Gabriela	1 ⁰

AMINY II-rzędowe

1. Redukcja N-alkiloamidów (lub N-aryloamidów) uzyskanych z amin I-rzędowych i chlorków kwasowych

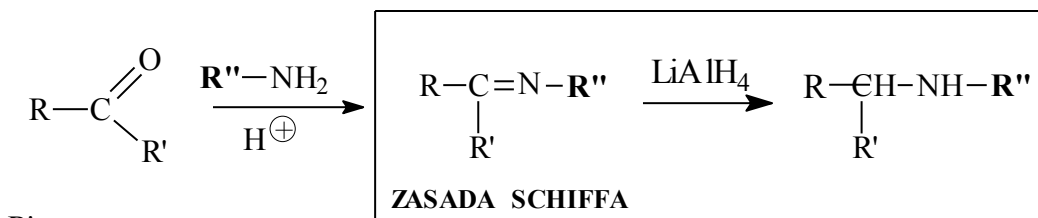
Redukcję tę przeprowadza się za pomocą LiAlH_4



R, R' - alkil lub aryl

2. Redukcja zasad Schiffa uzyskanych z amin I-rzędowych oraz aldehydów lub ketonów

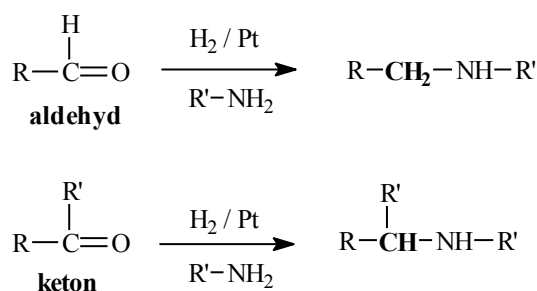
Redukcję tę przeprowadza się za pomocą LiAlH_4 lub za pomocą wodoru wobec katalizatora (Pt, Pd, Ni)



R' = H - aldehyd
= alkil lub aryl - keton

3. Aminowanie redukcyjne - METODA NIESELEKTYWNA

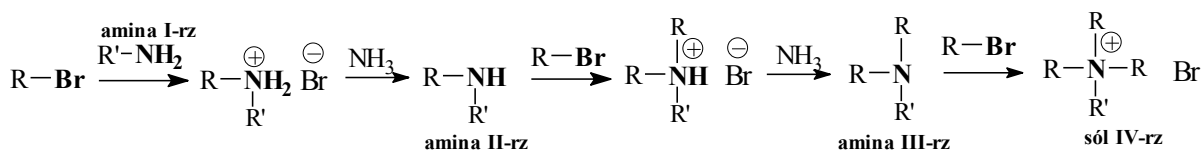
Redukcję aldehydów lub ketonów przeprowadza się za pomocą wodoru wobec katalizatora (np. Pt, Pd, Ni) w obecności **amin I-rzędowych**



Tworzące się aminy II-rzędowe mogą dalej reagować z wyjściowym aldehydem lub ketonem tworząc aminy III-rzędowe. Tak więc reakcja aminowania redukcyjnego NIE POZWALA na otrzymanie aminy II-rzędowej BEZ DOMIESZEK aminy trzeciorzędowej.

4. Z fluorowcopochodnych i amin I-rzędowych - METODA NIESELEKTYWNA

Jest to reakcja substytucji nukleofilowej połączona z reakcją kwasowo-zasadową (wymiana protonu).

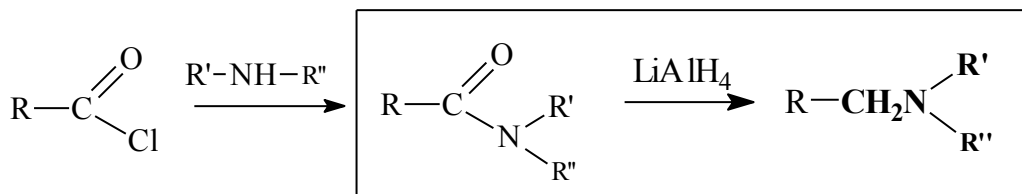


Tak więc reakcja fluorowcopochodnych z aminami I-rzędowymi NIE POZWALA na otrzymanie aminy II-rzędowej BEZ DOMIESZEK aminy III-rzędowej.

AMINY III-rzędowe

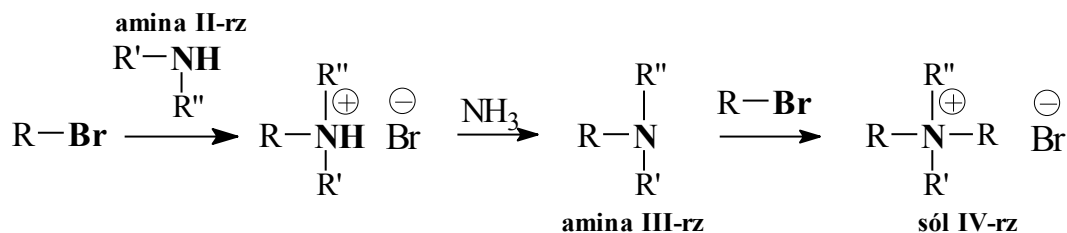
1. Redukcja N,N-dialkiloamidów uzyskanych z amin II-rzędowych i chlorków kwasowych

Redukcję tę przeprowadza się za pomocą LiAlH₄



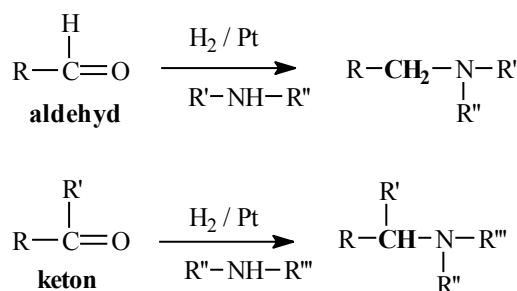
2. Z fluorowcopochodnych i amin II-rzędowych - METODA NIESELEKTYWNA

Jest to reakcja substytucji nukleofilowej połączona z reakcją kwasowo-zasadową (wymiana protonu).

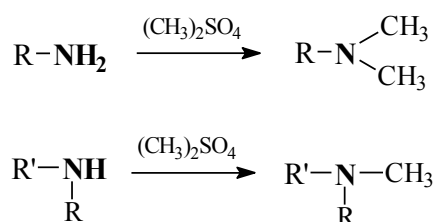


3. Aminowanie redukcyjne

Redukcję aldehidów lub ketonów przeprowadza się za pomocą wodoru wobec katalizatora (np. Pt, Pd, Ni) w obecności **amin II-rzędowych**

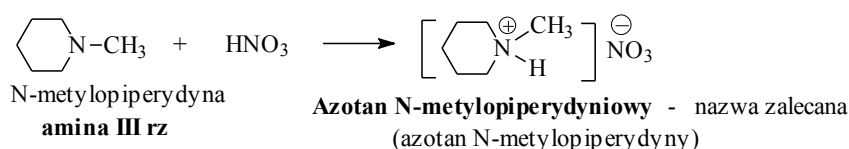
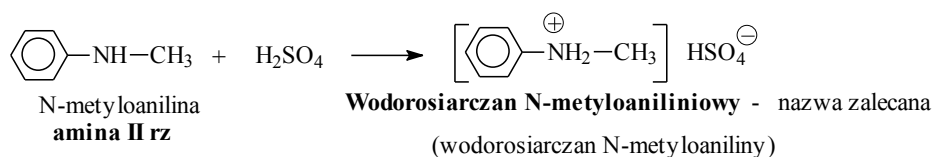
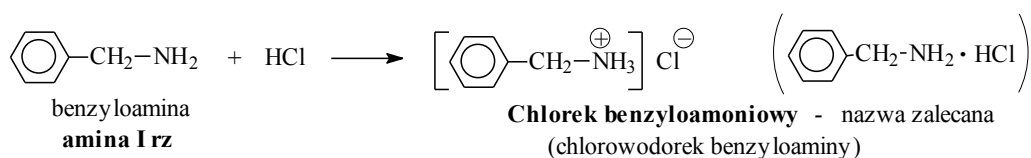


4. Metylowanie amin I-rzędowych i II-rzędowych za pomocą siarczanu dimetylu

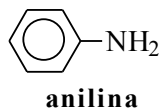
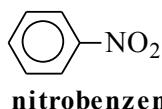


Podobnie można przeprowadzić reakcje etylowania (stosując siarczan dietylu)

PRZYKŁADY:



UWAGA! Reakcja rozpuszczalności amin w rozcieńczonych kwasach jest wykorzystywana w chemii analitycznej (jako tzw. **reakcja probówkowa**) do szybkiego odróżniania amin od związków organicznych innych grup. Przykładowo: dwa związki:



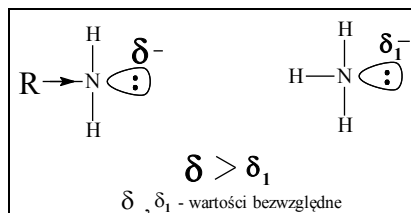
różnią się tym, że drugi z nich rozpuszcza się w rozcieńczonym kwasie solnym, zaś pierwszy z nich pozostaje nierozpuszczalny.

AMINY ALIFATYCZNE są nieco **mocniejszymi** zasadami od amoniaku

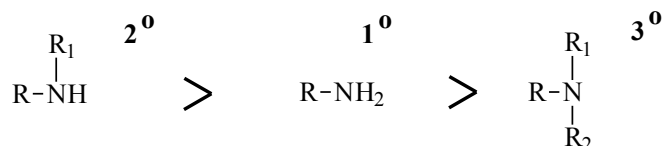
Wartości pK_b dla amoniaku i różnych amin alifatycznych:

AMINA	pK_b	AMINA	pK_b	AMINA	pK_b
AMONIAK	4,76	Propyloamina	3,40	Pentyloamina	3,37
Metyloamina	3,36	Butyloamina	3,23	Diizopropyloamina	2,95
Dimetyloamina	3,32	<i>sec</i> -Butyloamina	3,44	N-metylodietyloamina	3,65
Trimetyloamina	4,2	<i>tert</i> -Butyloamina	3,32	Heksyloamina	3,44
Etyloamina	3,30	Dietyloamina	2,98	Heptyloamina	3,33

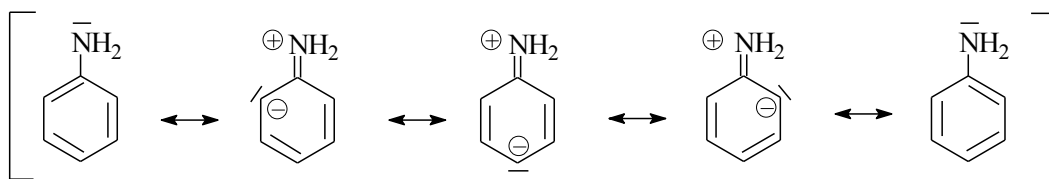
Wyjaśnia się to wpływem indukcyjnym grup alkilowych powodującym zwiększenie gęstości elektronów na atomie azotu (lub też odpychaniem pary elektronowej azotu przez chmurę elektronową grup alkilowych i zwiększenie tym samym powinowactwa wolnej pary do protonu).



Zasadowość amin powinna rosnąć wraz z ich rzędowością (i rzeczywiście obserwuje się to zjawisko w fazie gazowej) jednak w roztworach wodnych **RÓWNOWAGA PROTONOWANIA** zależy nie tylko od **GĘSTOŚCI ELEKTRONÓW na atomie azotu**, lecz także od **możliwości SOLWATOWANIA tworzącego się kationu** (solvatacja obniża energię kationu). Dla amin trzeciorzędowych możliwość solwatacji kationu jest znacznie mniejsza (ze względów sterycznych) niż dla amin niższej rzędowości. Tak więc, w roztworach wodnych obserwuje się następującą zależność zasadowości amin od ich rzędowości:



AMINY AROMATYCZNE są dużo **słabszymi** zasadami od amoniaku i amin alifatycznych ze względu na SPRZEŻENIE wolnej pary na atomie azotu z sekstetem aromatycznym pierścienia, co powoduje zmniejszenie gęstości elektronów na atomie azotu i osłabia jego powinowactwo do protonu.

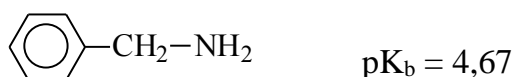


Mimo to aminy aromatyczne **ŁATWO** rozpuszczają się w wodnych roztworach kwasów mineralnych.

Wartości pK_b dla amoniaku i różnych amin aromatycznych:

AMINA	pK_b	AMINA	pK_b	AMINA	pK_b
AMONIAK	4,76	<i>p</i> -nitroanilina	13,00	2-naftyloamina	9,84
anilina	9,37	<i>o</i> -nitroanilina	14,26	N-metyloanilina	9,16
difenyloamina	13,21	<i>p</i> -metyloanilina	8,92	N-etyloanilina	8,88
trifenyloamina	~ 19	<i>p</i> -metoksyanilina	8,66	N,N-dimetyloanilina	8,85
<i>p</i> -chloroanilina	9,85	1-naftyloamina	10,08	N,N-dietyloanilina	7,39

UWAGA! **Benzyloamina** jest aminą typu alifatycznego i jej pK_b jest zbliżone do wartości pK_b amin zawierających grupy alkilowe



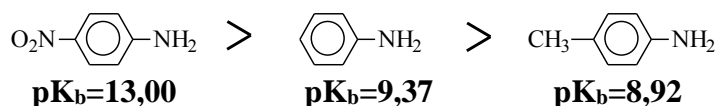
benzyloamina

Zasadowość amin aromatycznych **SZYBKO MALEJE** wraz ze wzrostem liczby grup arylowych związanych z atomem azotu. **Trifenyloamina** jest tak słabą zasadą, że **nie rozpuszcza się w wodnych roztworach kwasów**.

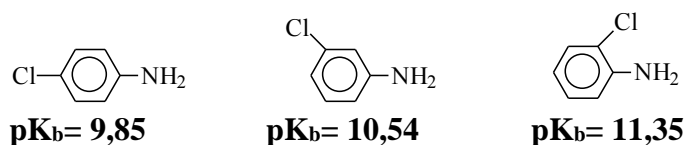
ZASADOWOŚĆ PODSTAWIONYCH AMIN AROMATYCZNYCH:

Podstawniki pierwszego rodzaju (ELEKTRONODONOROWE – wzbogacające pierścień w elektrony) ZWIĘKSZAJĄ (przeważnie) ZASADOWOŚĆ AMIN AROMATYCZNYCH (można to wyjaśnić ZMNIEJSZENIEM – w stosunku do niepodstawionej aminy – deficytu elektronów na atomie azotu)

Podstawniki drugiego rodzaju (ELEKTRONOAKCEPTOROWE – wyciągające elektrony z pierścienia) ZMNIEJSZAJĄ (przeważnie) ZASADOWOŚĆ AMIN AROMATYCZNYCH (można to wyjaśnić ZWIĘKSZENIEM – w stosunku do niepodstawionej aminy – deficytu elektronów na atomie azotu)

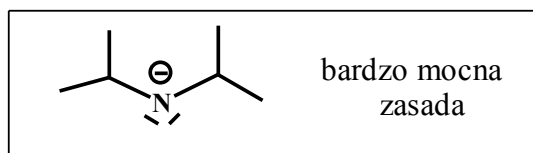
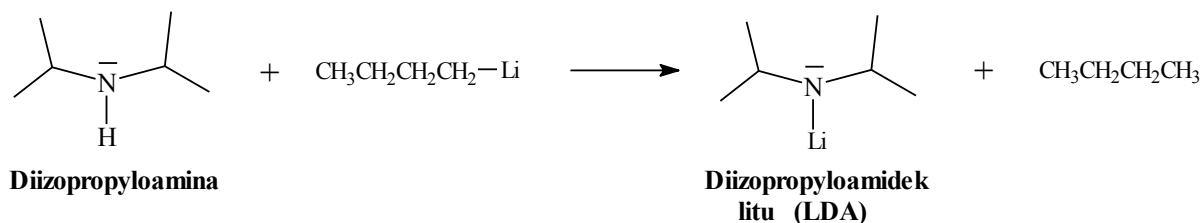


Podstawniki trzeciego rodzaju (fluorowce) ZMNIEJSZAJĄ ZASADOWOŚĆ AMIN AROMATYCZNYCH, ponieważ efekt indukcyjny (elektronoakceptorowy – spowodowany dużą elektroujemnością atomów fluorowców) przeważa tu nad wpływem elektronodonorowym, związanym ze sprzężeniem wolnej pary z sekstetem aromatycznym



2. Kwasowość

Aminy – podobnie jak amoniak – są bardzo słabymi kwasami ($pK_a = 35-38$ a tym samym **ich aniony – jony amidkowe – są bardzo silnymi zasadami organicznymi**). Wypierają słabsze od siebie kwasy (np węglowodory) z ich soli. – przykładem może być tu reakcja diizopropylaminy z n-butylolitem, w wyniku której tworzy się bardzo popularna w syntezie organicznej mocna zasada – diizopropylamidek litu (LDA – ang. *lithium diisopropylamide*).



Aminy pierwszo- i drugorzędowe rozkładają również (w analogiczny jak wyżej sposób) związki magnezoorganiczne

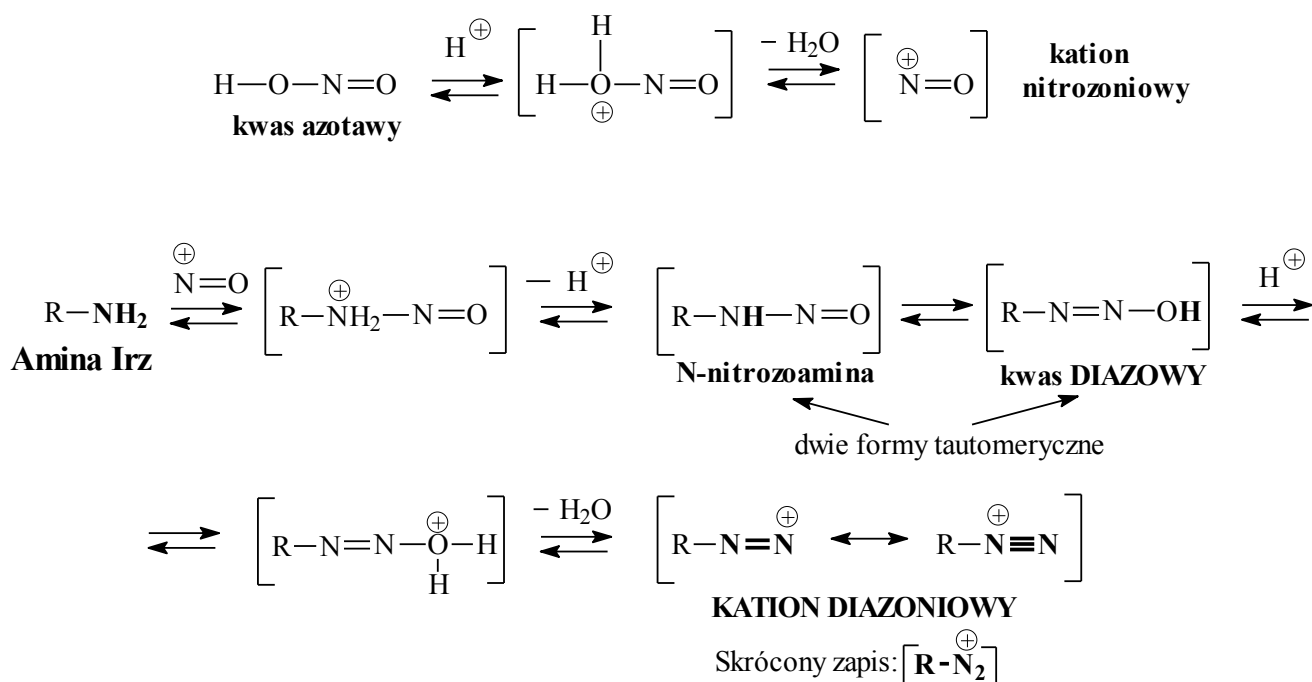
UWAGA! Ze względu na efekt indukcyjny grup alkilowych (por. alkohole) **aminy drugorzędowe są słabszymi kwasami od amin pierwszorzędowych.**

3. Reakcje amin z KWASEM AZOTAWYM (HNO₂)

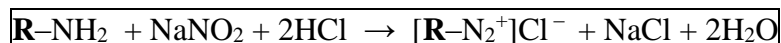
Reakcje z kwasem azotowym generowanym *in situ* z NaNO₂ i z kwasu (najczęściej z kwasu solnego a rzadziej – z kwasu siarkowego lub bromowodorowego) są charakterystycznymi reakcjami amin i mają bardzo duże znaczenie w syntezie organicznej a także malejące już znaczenie w organicznej chemii analitycznej, jako reakcje próbówkowe pozwalające odróżniać rzędowość amin.

3a Reakcje z aminami PIERWSZORZĘDOWYMI

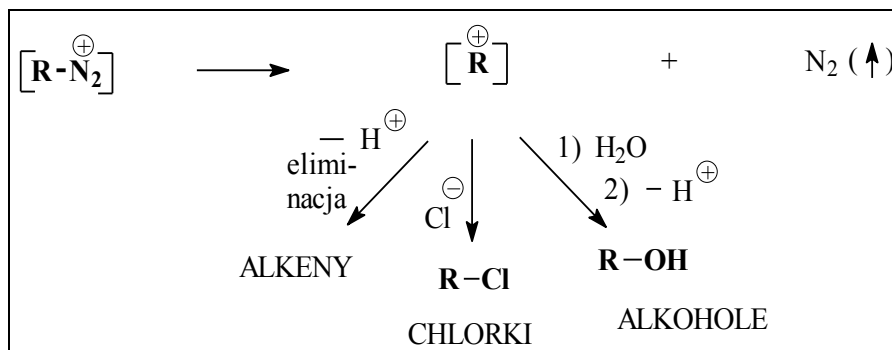
Aminy pierwszorzędowe tworzą w reakcji z kwasem azotawym SOLE DIAZONIOWE



Sumaryczny przebieg reakcji diazowania: (na 1 mol aminy zużywa się **2 mole HCl**)



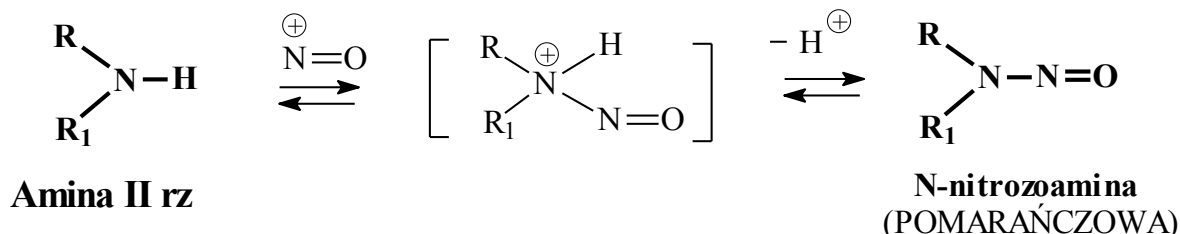
Sole diazoniowe amin ALIFATYCZNYCH (R – grupa **alkilowa**) są **NIETRWAŁE** i nawet w niskiej temperaturze (np. ok. 0 °C) **ulegają rozkładowi z wydzielaniem azotu**, w wyniku czego tworzy się bardzo nietrwały karbokation, który może się stabilizować albo przez eliminację protonu (tworzą się wówczas **alkeny**) albo poprzez addycję nukleofila (powstają wówczas **chlorki** lub **alkohole**). W reakcji tej tworzy się na ogół mieszanina produktów i nie ma ona znaczenia preparatywnego.



Natomiast **sole diazoniowe amin AROMATYCZNYCH** (R=Ar – grupa **arylowa**) są stosunkowo **TRWAŁE** w temperaturze poniżej 5°C (stabilizuje je sąsiedztwo elektronów π układu aromatycznego) i mają duże zastosowanie w syntezie organicznej, bowiem grupa diazoniowa może być łatwo wymieniana na rozmaite grupy funkcyjne.

3b Reakcje z aminami DRUGORZĘDOWYMI

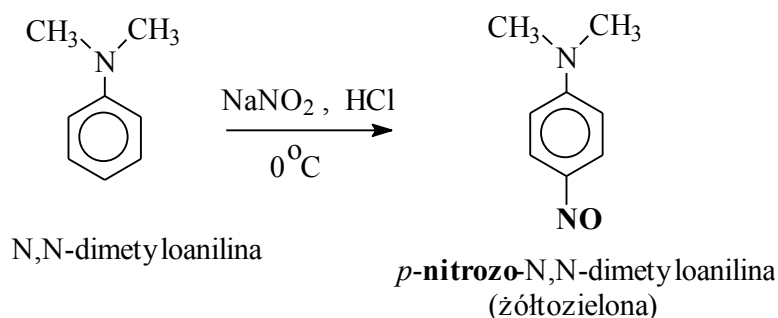
Aminy drugorzędowe także ulegają reakcji z kwasem azotawym, jednak zatrzymuje się ona na stadium N-nitrozoaminy, która w tym wypadku nie może już ulegać dalszym reakcjom



3c Reakcje z aminami TRZECIORZĘDOWYMI

Aminy trzeciorzędowe **alifatyczne** **NIE DAJĄ** reakcji charakterystycznych z kwasem azotawym. Tworzą jedynie sole – azotyny.

Aminy trzeciorzędowe **aromatyczne** w reakcji z kwasem azotawym tworzą **barwne p-nitrozoaminy**



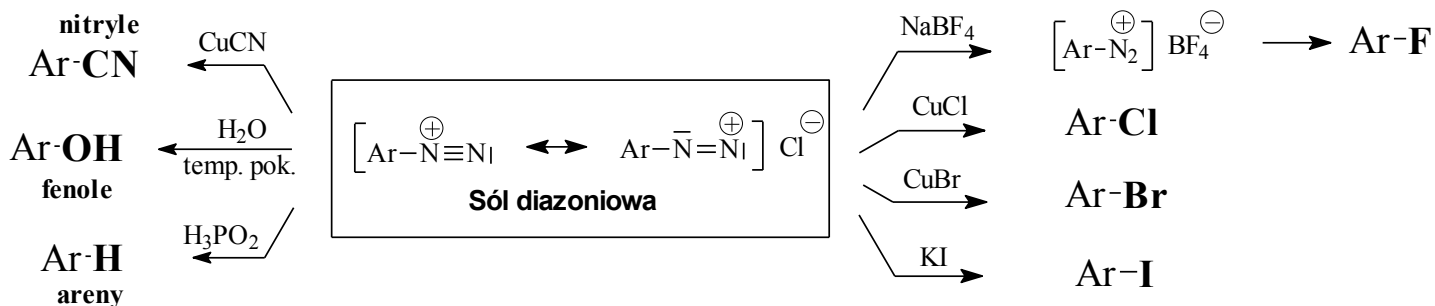
WŁASNOŚCI AROMATYCZNYCH SOLI DIAZONIOWYCH

Sole diazoniowe są stosunkowo trwałe w temp. poniżej 5°C. W tych warunkach mogą one ulegać różnym reakcjom, wśród których najważniejsze to:

- reakcje WYMIANY
- reakcje SPRZĘGANIA
- reakcje REDUKCJI

Reakcje WYMIANY soli diazoniowych

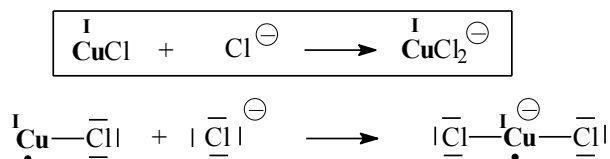
Najważniejsze reakcje podaje poniższy schemat. Mechanizm tych reakcji jest najczęściej rodnikowy.



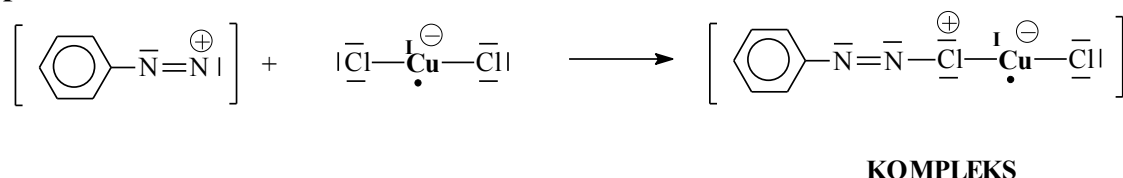
Reakcja z CuCl, CuBr i CuCN Otrzymywanie CHLORKÓW, BROMKÓW i NITRYLI

Reakcja przebiega wg mechanizmu PRZENIESIENIA POJEDYNCZEGO ELEKTRONU. (mechanizm SET – ang.: „single electron transfer”):

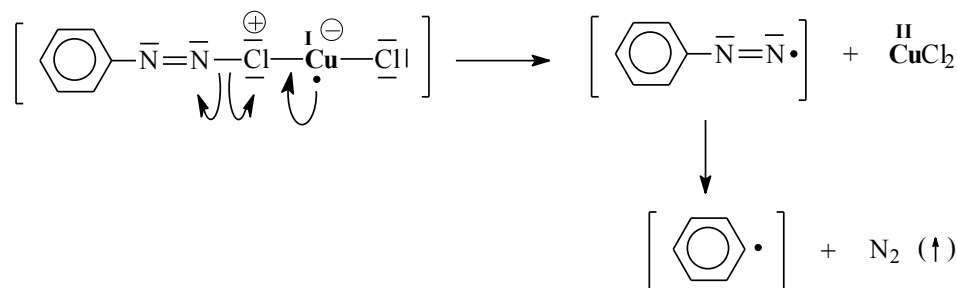
Etap I



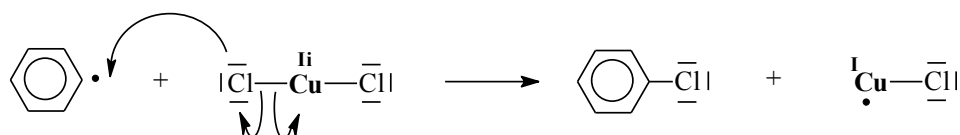
Etap II



Etap III



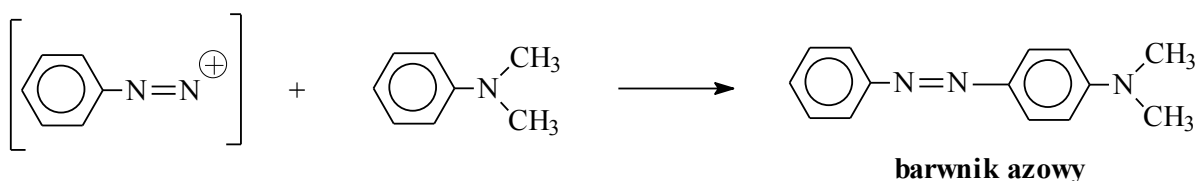
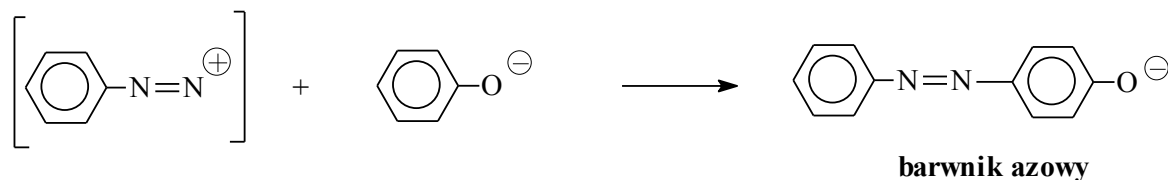
Etap IV



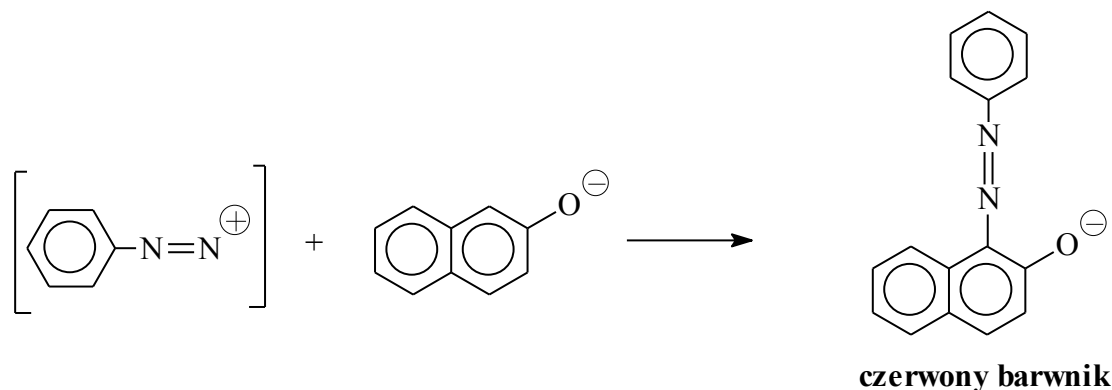
ZASTOSOWANIE REAKCJI WYMIANY SOLI DIAZONIOWYCH W SYNTEZIE ORGANICZNEJ

Reakcje SPRZĘGANIA soli diazoniowych

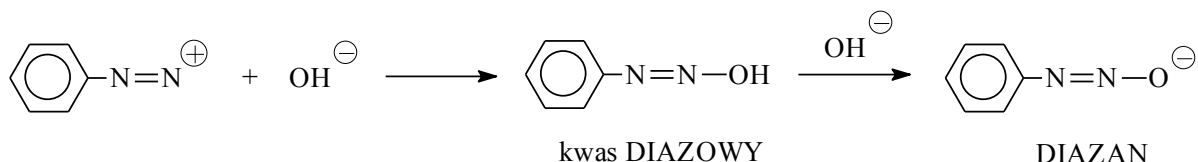
W środowisku zasadowym sole diazoniowe reagują ze związkami aromatycznymi posiadającymi **silnie zaktywowany pierścień** – tzn. z FENOLANAMI i AMINAMI (praktyczne znaczenie ma tylko reakcja z aminami III-rzędowymi). Jest to reakcja o mechanizmie S_E, a czynnikiem elektrofilowym jest tu **kation diazoniowy**. W reakcji tej tworzą się **BARWNIKI AZOWE**. Nazywa się ona **REAKCJĄ SPRZĘGANIA**. Za pomocą tej reakcji otrzymuje się liczne i ważne przemysłowo barwniki.



Podobnie przebiega reakcja z naftolanami – np. z β-naftolem. Sprzęganie przebiega w pozycji 1 (pozycja α):

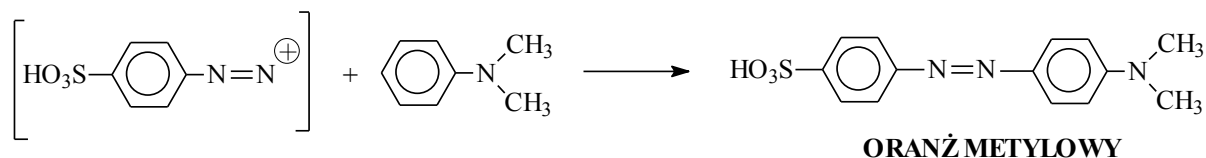


Reakcja przebiega w zakresie pH od 7 do 12. W środowisku silnie zasadowym (pH>12) wydajność reakcji sprzęgania spada, ponieważ z soli diazoniowej tworzy się sól - DIAZAN

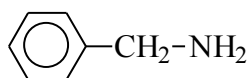


Szybkość reakcji wzrasta, gdy w soli diazoniowej obecne są podstawniki ELEKTRONOAKCEPTOROWE, zaś w komponencie – podstawniki ELEKTRONODONOROWE.

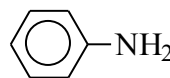
W reakcji sprzęgania otrzymuje się ważny wskaźnik – ORANŻ METYLOWY



UWAGA! Reakcja **SPRZĘGANIA** jest wykorzystywana w jakościowej chemii analitycznej (jako tzw. **reakcja probówkowa**) do szybkiego odróżniania amin I-rzędowych aromatycznych od I-rzędowych amin alifatycznych. Wykorzystuje się tu reakcję sprzęgania z β -naftolem. Np



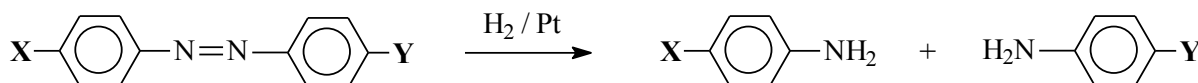
benzyloamina



anilina

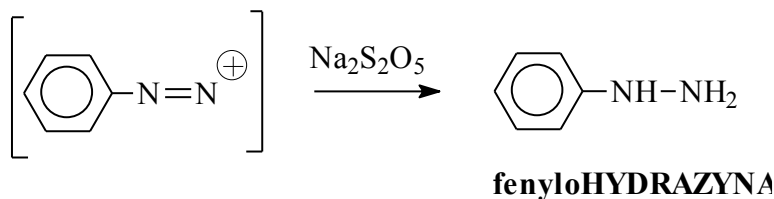
różnią się tym, że anilina tworzy barwnik z β -naftolem, podczas benzyloamina nie daje reakcji barwnej.

Barwniki azowe ulegają redukcji katalitycznej z rozpadem wiązania $N = N$. Tworzą się dwie aromatyczne aminy I-rzędowe..



Reakcje REDUKCJI soli diazoniowych

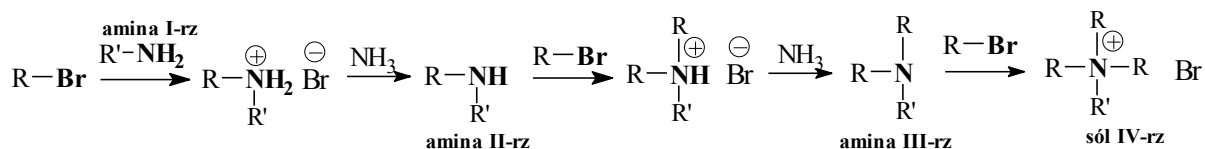
Sole diazoniowe można redukować za pomocą siarczynów lub pirosiarczynów do pochodnych HYDRAZYNY:



4. Alkilowanie amin

4a. Za pomocą halogenków alkilowych

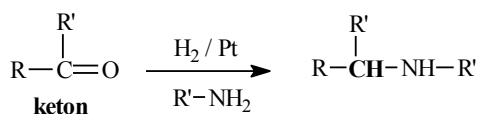
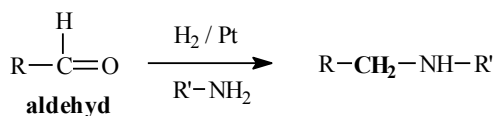
Jest to reakcja substytucji nukleofilowej połączona z reakcją kwasowo-zasadową (wymiana protonu).



Reakcja ta **NIE POZWALA** na otrzymanie aminy II-rzędowej **BEZ DOMIESZEK** aminy III-rzędowej. Można natomiast otrzymywać tą metodą **aminy III-rzędowe** przy zastosowaniu nadmiaru fluorowcopochodnej

4b. Za pomocą aminowania redukcyjnego

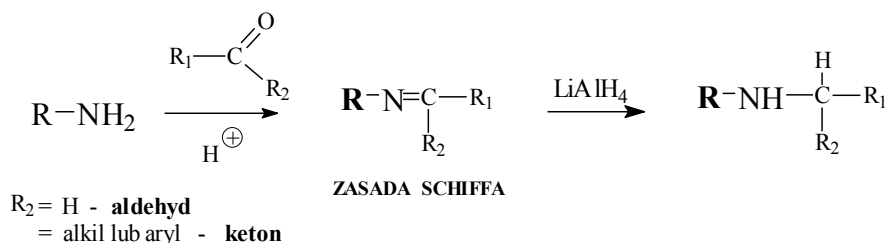
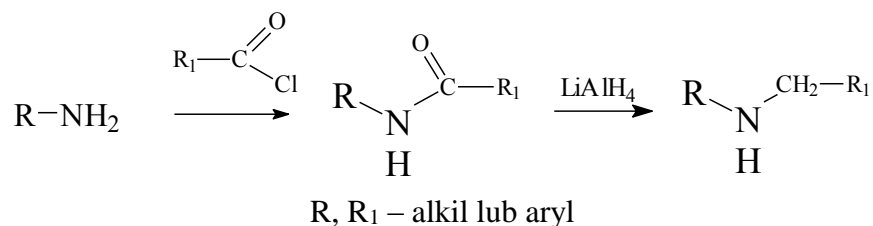
Aminy I-rzędowe poddaje się reakcji z aldehdami lub ketonami w obecności wodoru i katalizatora (np. Pt, Pd, Ni)



Tworzące się aminy II-rzędowe mogą dalej reagować z wyjściowym aldehdem lub ketonem tworząc aminy III-rzędowe. Tak więc reakcja aminowania redukcyjnego **NIE POZWALA** na otrzymanie aminy II-rzędowej **BEZ DOMIESZEK** aminy trzeciorzędowej.

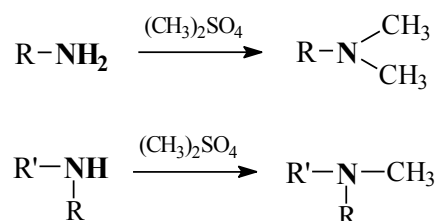
Można natomiast otrzymywać tą metodą **aminy III-rzędowe** przy zastosowaniu nadmiaru aldehdu lub ketonu.

4c. Poprzez acylowanie i następczą redukcję za pomocą LAH (lub poprzez tworzenie zasad Schiffa i następczą redukcję)



4d. Za pomocą siarczanu dimetylu

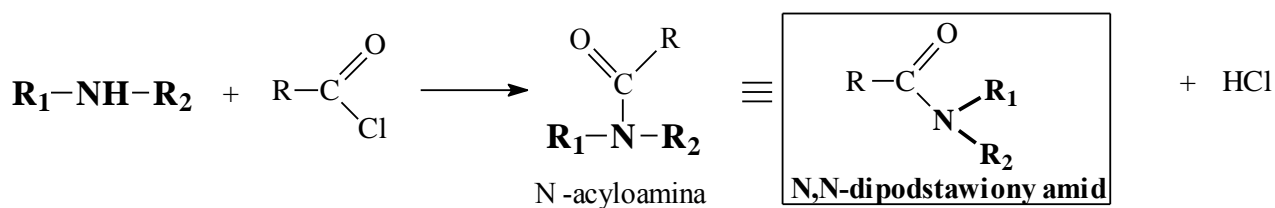
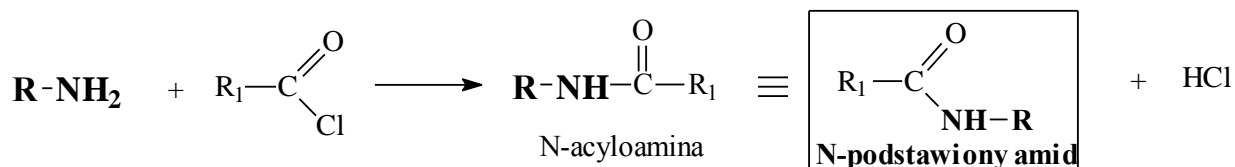
Metodą tą otrzymuje się III-rzędowe **N-metylo-** lub **N,N-dimetyloaminy**.



5. Acyłowanie amin

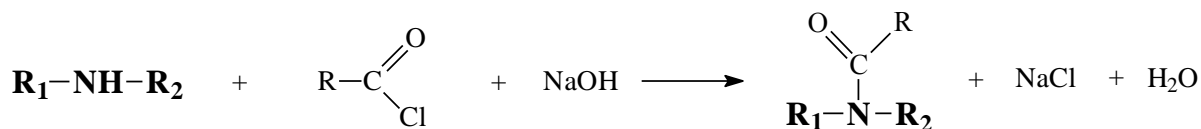
5a. Za pomocą chlorków kwasowych

Chlorki kwasowe reagują łatwo z **aminami pierwszorzędowymi** lub **drugorzędowymi** w wyniku czego tworzą się N-acylowe pochodne wyjściowych amin (z punktu widzenia systematyki są to N-podstawione lub N,N-dipodstawione **AMIDY**). W reakcji tej tworzy się amid i chlorowódor, który jest wiązany przez aminę (tworzy się chlorowodorek aminy).



R, R₁, R₂ - alkil, aryl

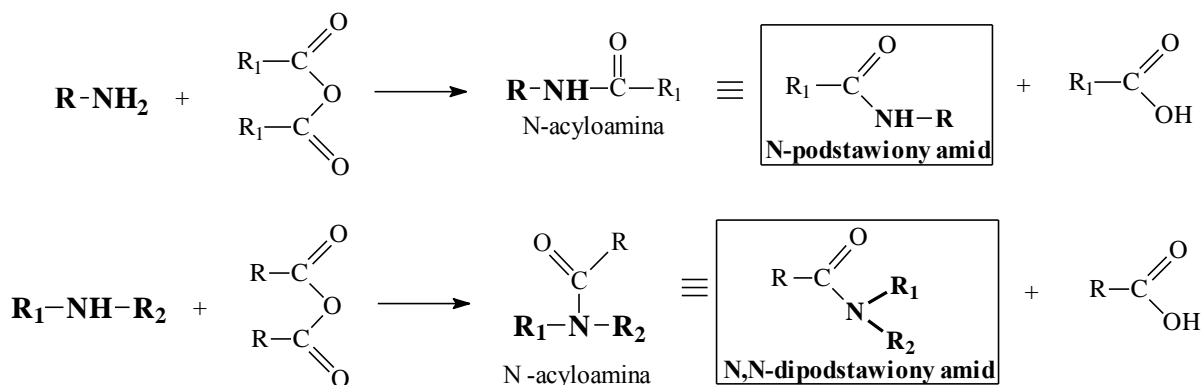
Dlatego (aby uniknąć strat aminy) wygodnie jest prowadzić tę reakcję z dodatkiem roztworu wodorotlenku sodu.



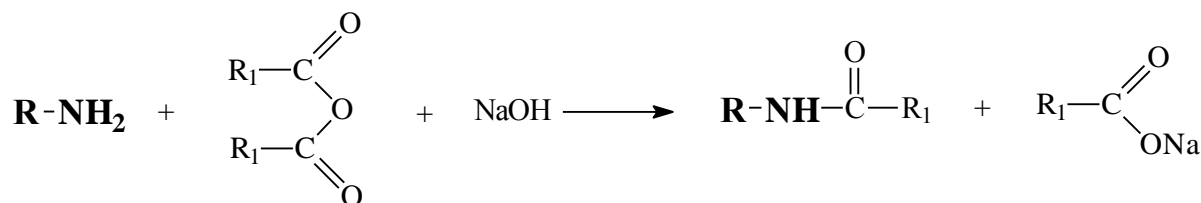
R_1, R_2 - alkil, aryl

5b. Za pomocą bezwodników

Bezwodniki również bardzo łatwo i wydajnie reagują z aminami pierwszo- lub drugorzędowymi tworząc odpowiednie AMIDY.

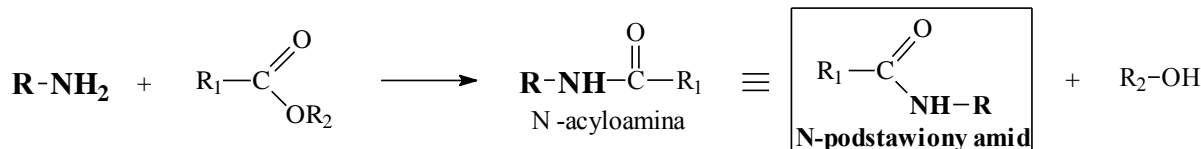


Reakcję tę często przeprowadza się w obecności wodorotlenku lub węglanu, który przeprowadza powstały kwas w rozpuszczalną w wodzie sól.



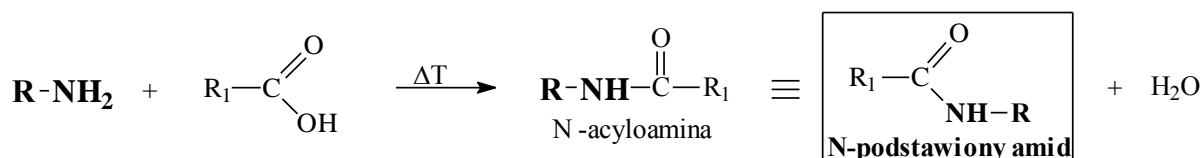
5c. Za pomocą estrów

Aminy reagują łatwo z estrami tworząc odpowiednie AMIDY.



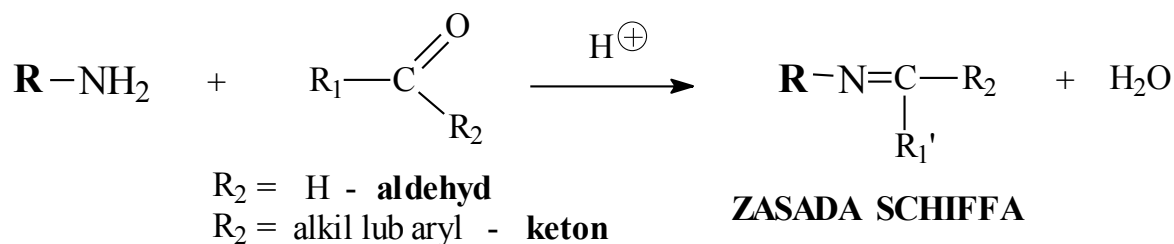
5d. Za pomocą kwasów

Reakcja amin z kwasami przebiega TRUDNO i jest odwracalna. Dobrą wydajność uzyskuje się w wysokiej temperaturze, jeżeli oddestylowuje się powstającą w reakcji wodę.



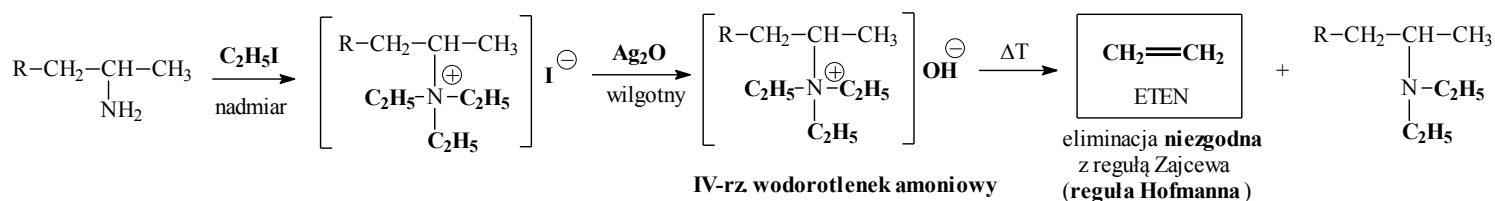
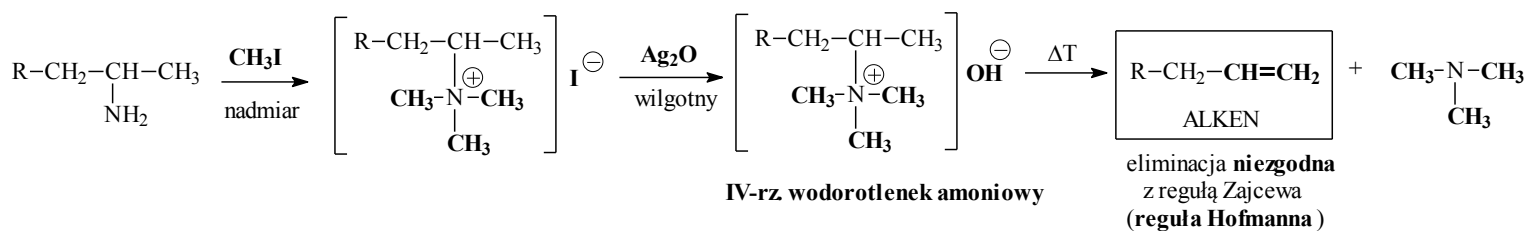
6. Reakcje amin I-rzędowych z aldehydami i ketonami. ZASADY SCHIFFA

Aminy I-rzędowe reagują z aldehydami lub ketonami tworząc tzw. ZASADY SCHIFFA. Reakcja katalizowana jest SŁABYM KWASEM.



7. Termiczny rozpad IV-rzędowych wodorotlenków amoniowych. Eliminacja Hofmanna

W wyniku reakcji **IV-rzędowych halogenków amoniowych** z WILGOTNYM TLENKIEM SREBRA otrzymuje się odpowiednie **WODOROTLENKI AMONIOWE**. Wodorotlenki te w wysokiej temperaturze ulegają reakcji **ELIMINACJI**, w wyniku której powstaje amina III-rzędowa oraz **ALKEN**. Reakcja ta jest **regioselektywna** i atom wodoru odrywany jest tu od atomu węgla o **NIŻSZEJ RZĘDOWOŚCI** (jest to tzw. **REGUŁA HOFMANNA** – **przeciwna do reguły Zajcewa**). (czynnikiem odrywającym proton jest anion OH^- ; w reakcji ubocznie tworzy się woda).



Reakcja ta znajduje zastosowanie w SYNTEZIE ORGANICZNEJ. Za jej pomocą można na przykład otrzymać **penta-1,4-dien** z PIPERYDYNY

