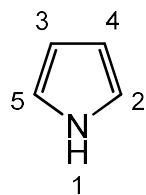
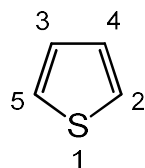


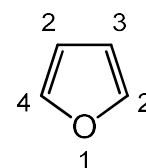
## 2. Pierścienie pięciocłonowe z jednym heteroatomem, pirole, tiofeny i furany



pirol

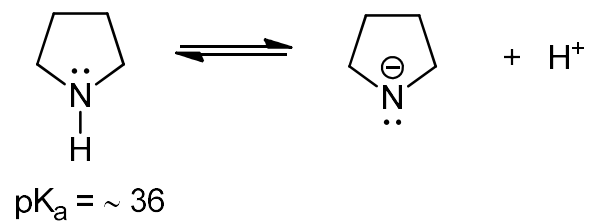
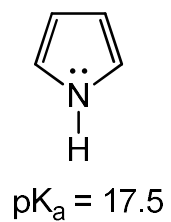
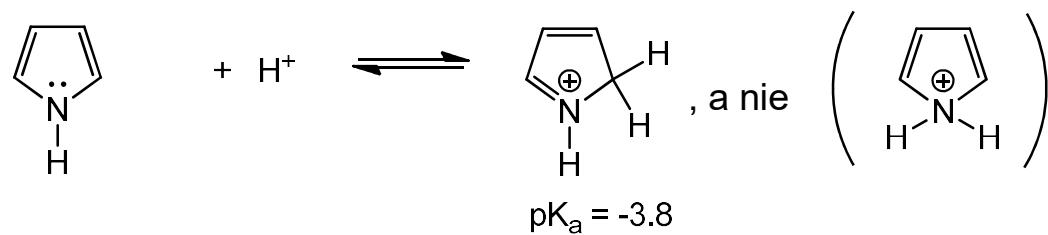
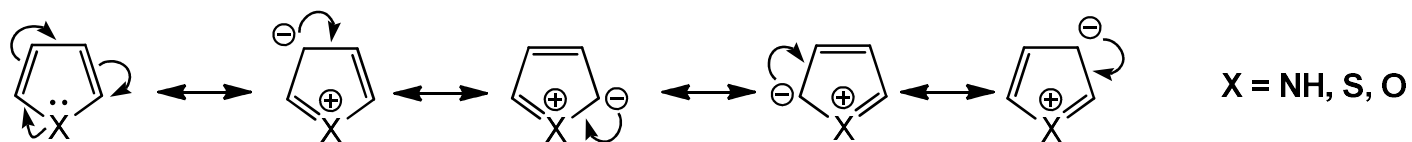


tiofen

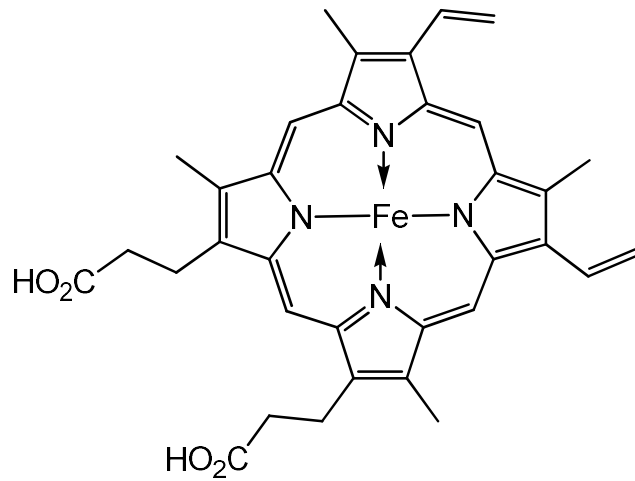
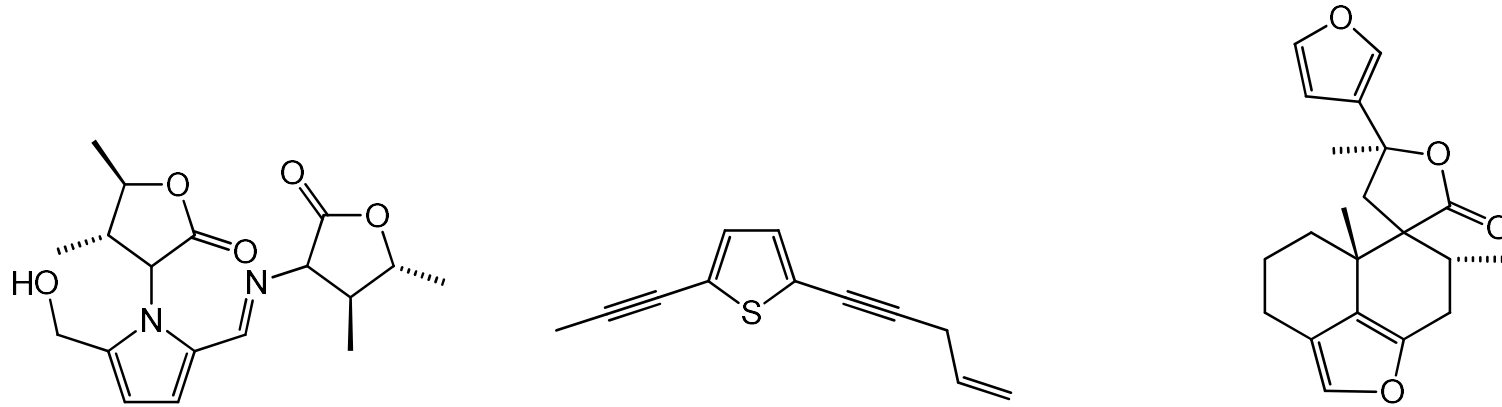


furan

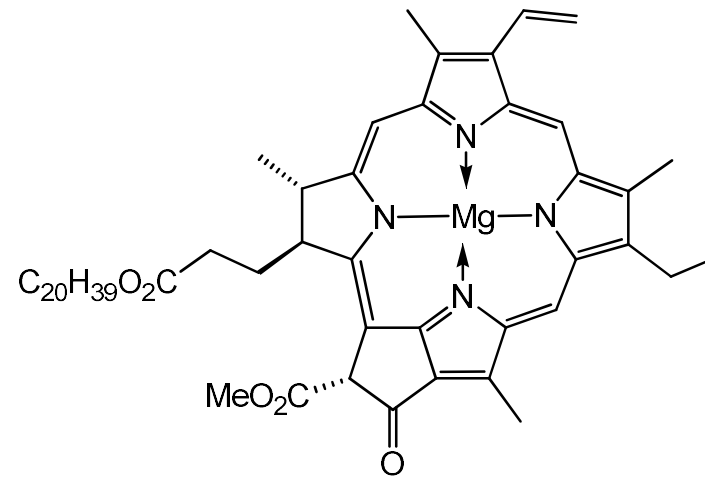
## 2.1. Pirole, tiofeny i furany - właściwości kwasowo-zasadowe pirołu



## 2.2. Pirole, tiofeny i furany pochodzenia naturalnego

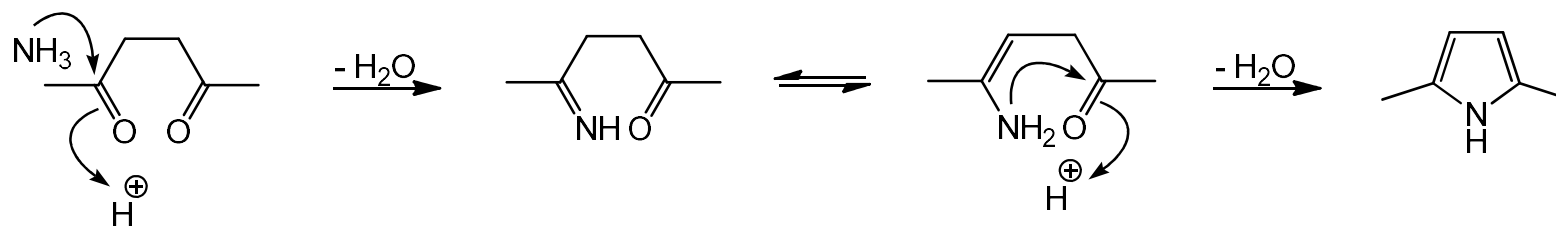
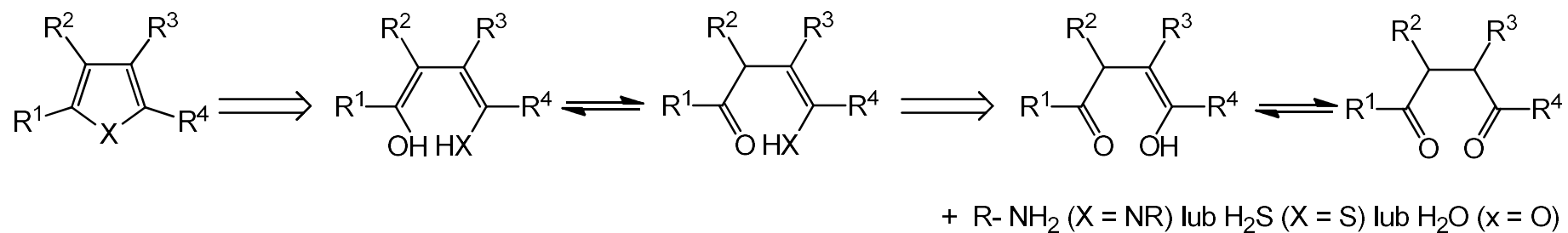


chlorofil-a

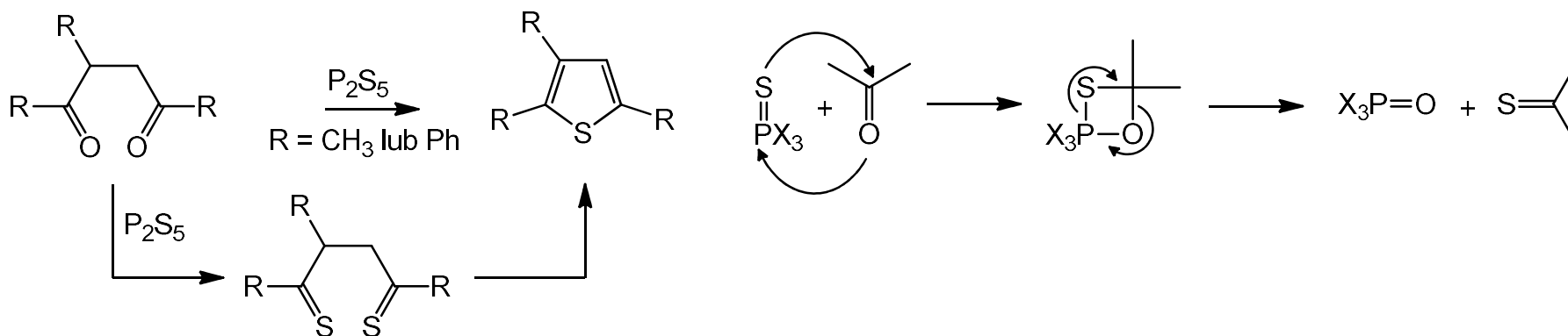
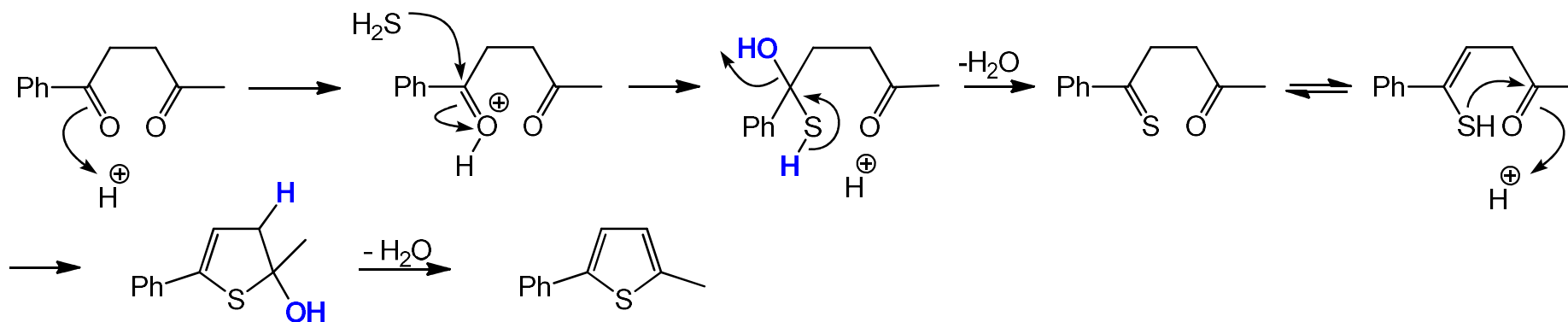
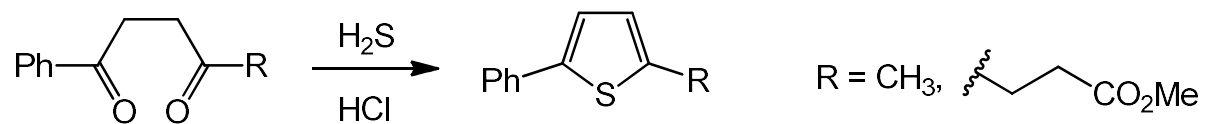


hem

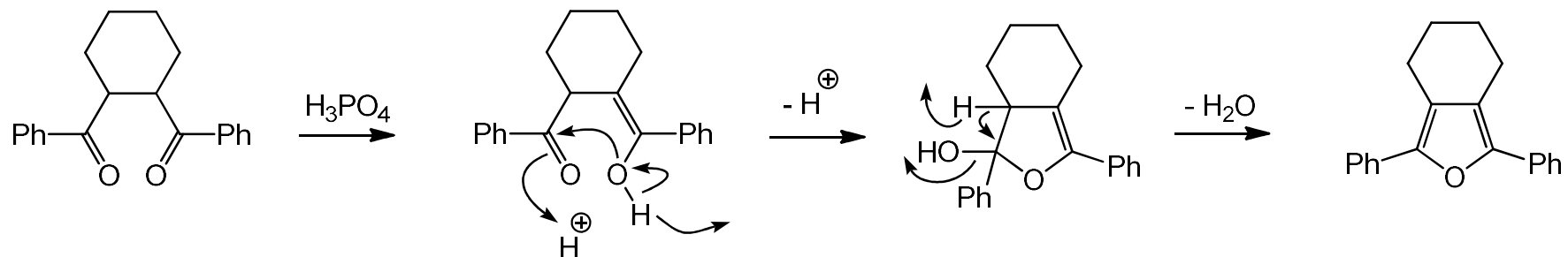
### 2.3. Pirole, tiofeny i furany - synteza, metoda ogólnego zastosowania, reakcja Paala-Knorra



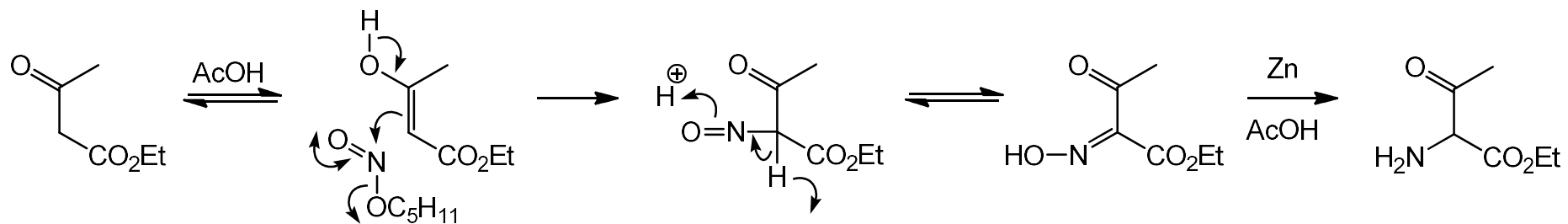
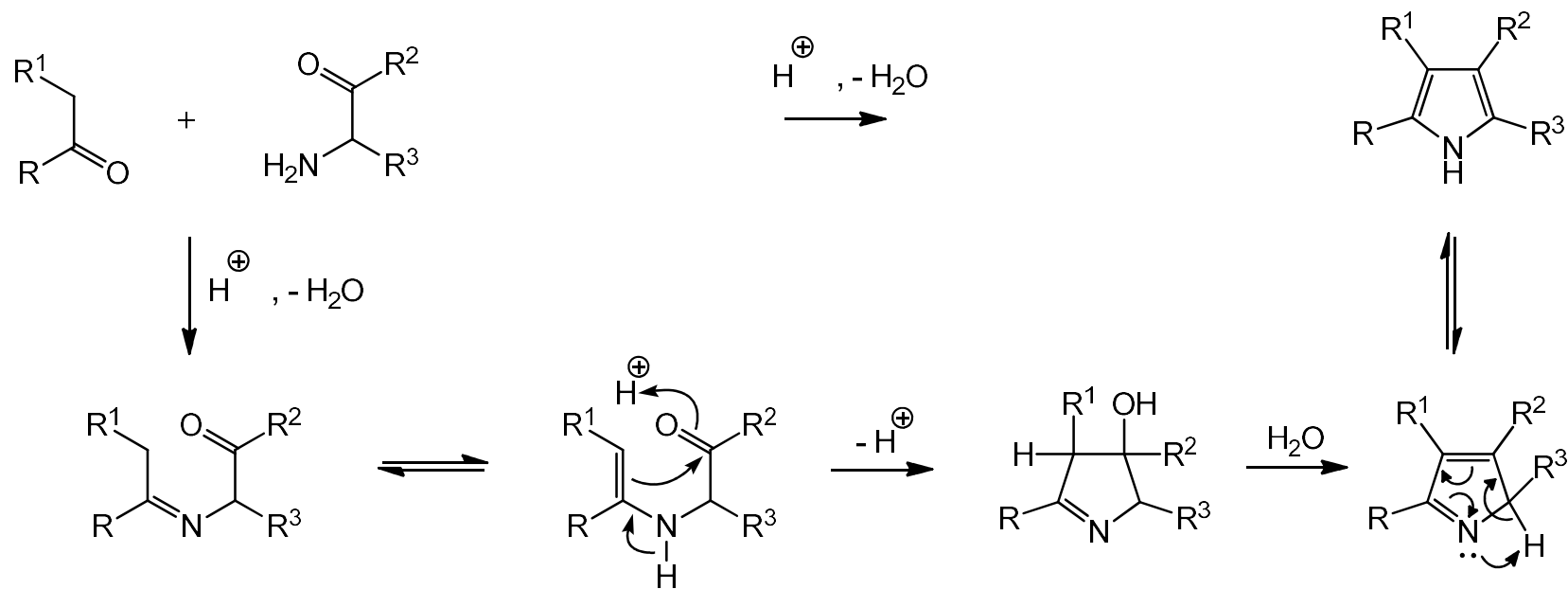
### 2.3.1. Pirole, tiofeny i furany – synteza, metoda ogólnego zastosowania, reakcja Paala-Knorra - tiofeny



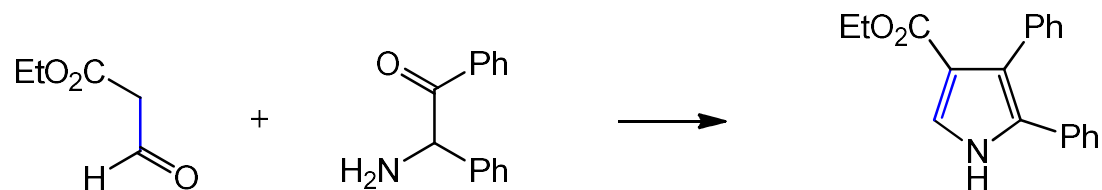
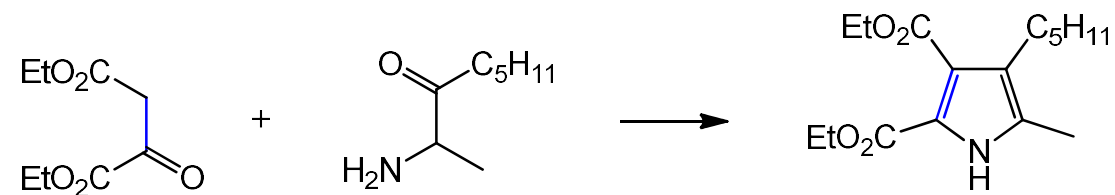
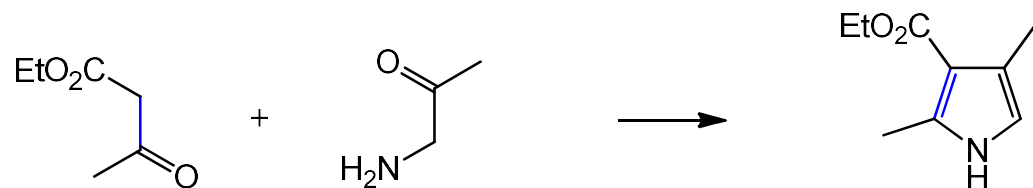
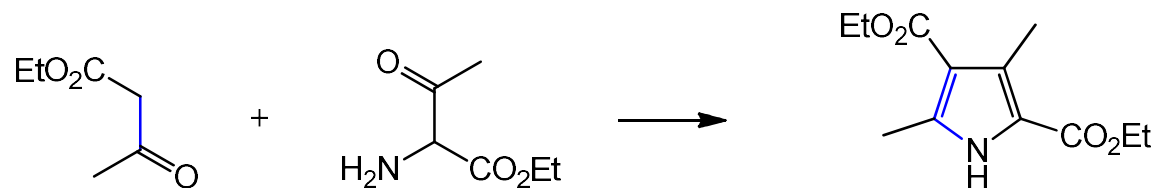
### 2.3.2. Pirole, tiofeny i furany - synteza, metoda ogólnego zastosowania, reakcja Paala-Knorra, furany



### 2.3.3. Pirole, tiofeny i furany - synteza, metoda ogólnego zastosowania, reakcja Paala-Knorra, pirole

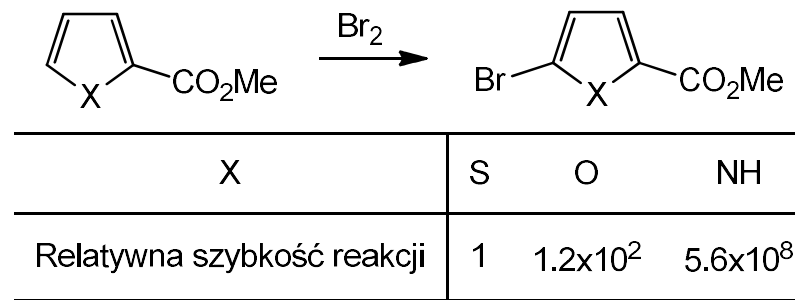
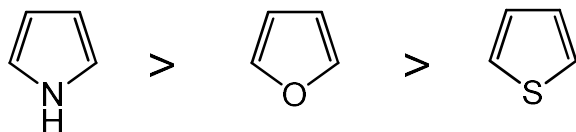
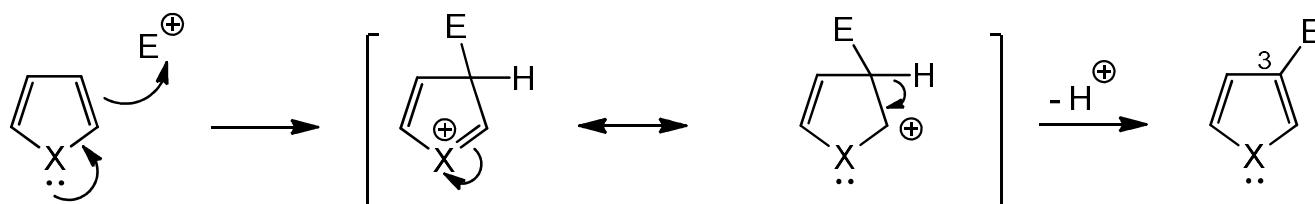
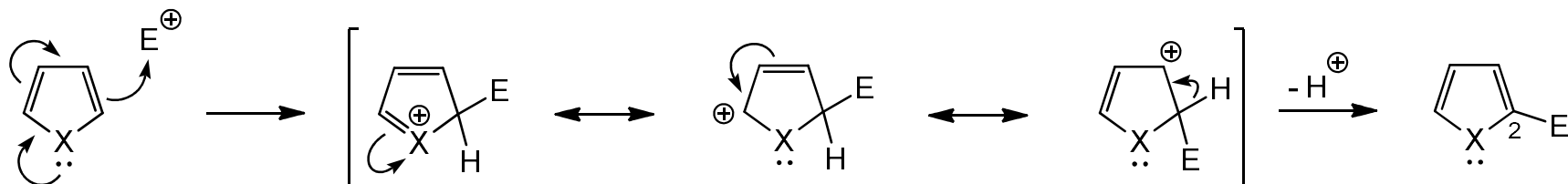


### 2.3.4. Pirole, tiofeny i furany - synteza, metoda ogólnego zastosowania, reakcja Paala-Knorra, pirole, przykłady

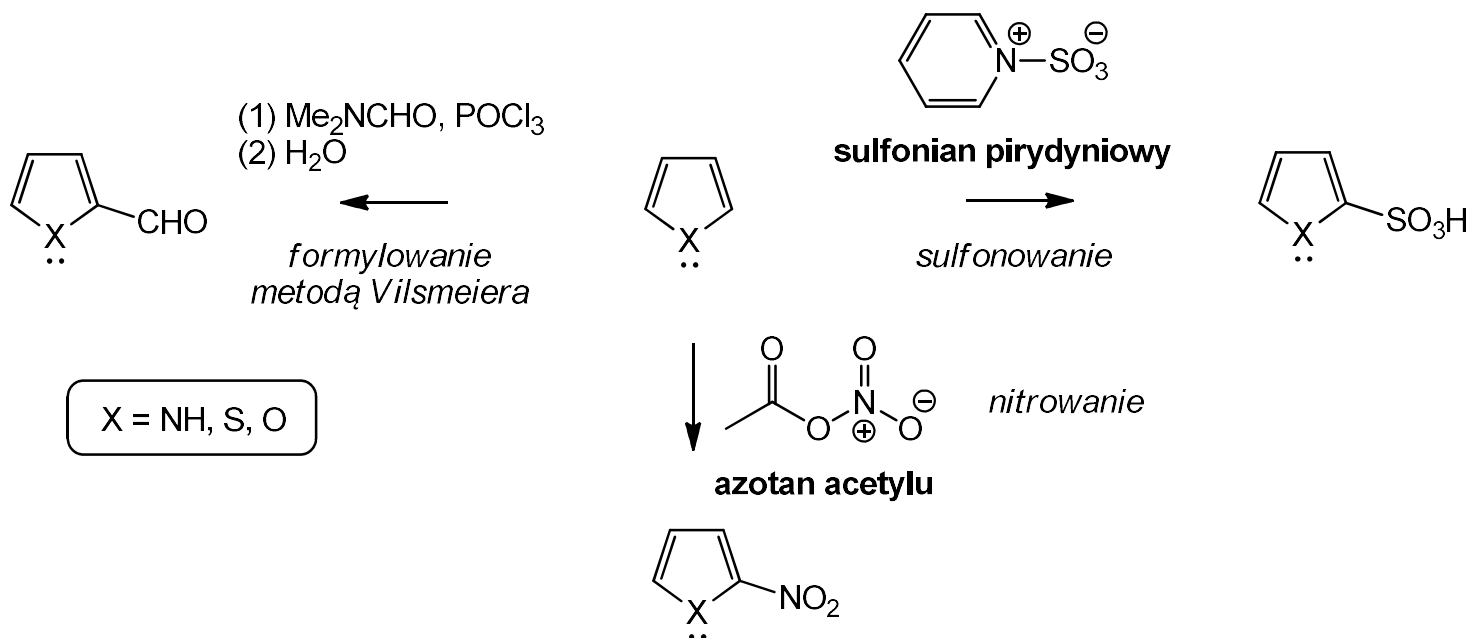




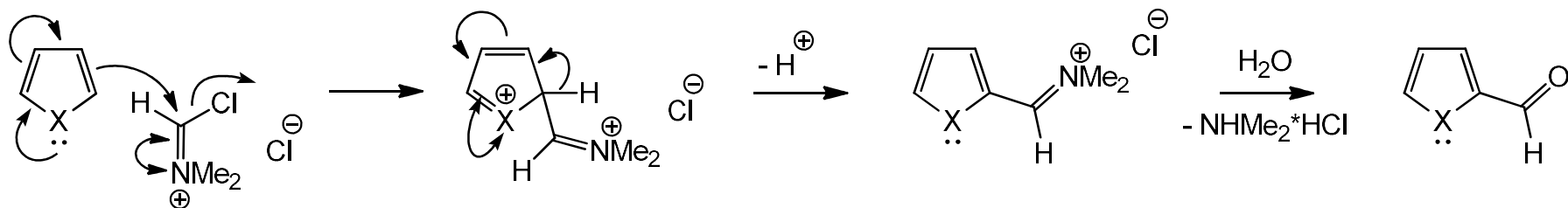
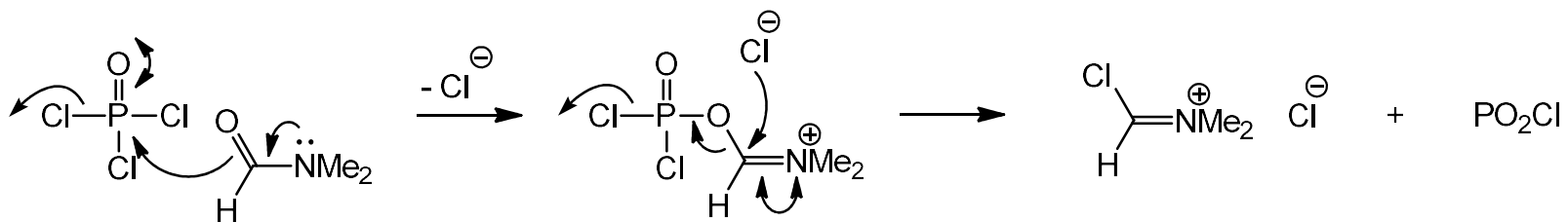
## 2.4. Pirole, tiofeny i furany - substytucja elektrofilowa, regioselektywność reakcji



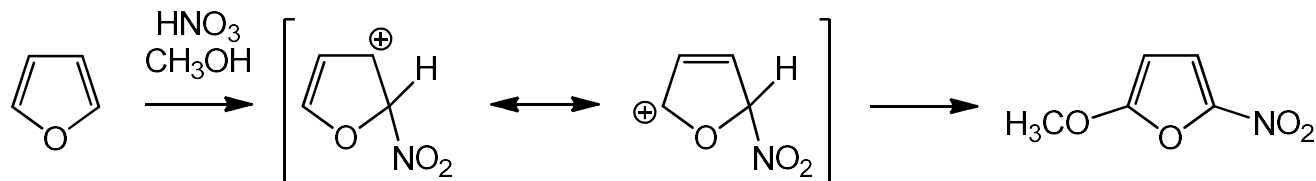
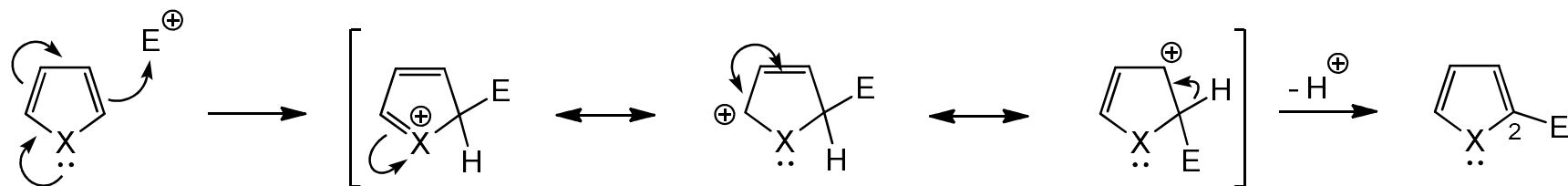
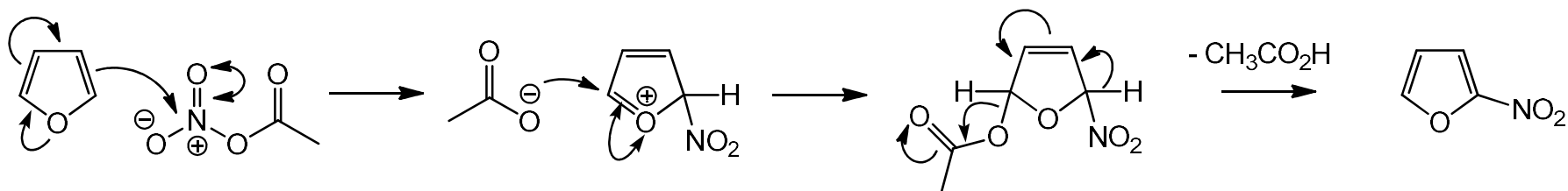
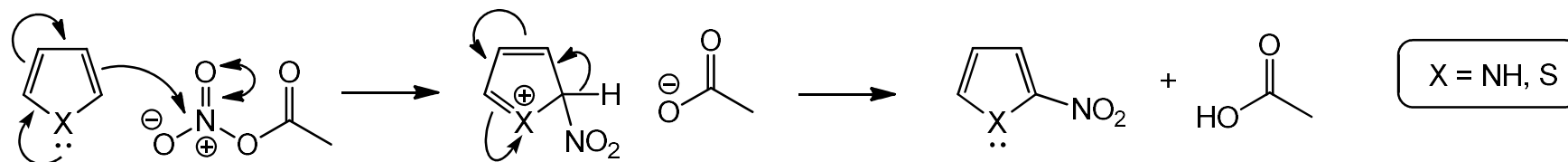
### 2.4.1. Pirole, tiofeny i furany - substytucja elektrofilowa, reakcje ogólnego zastosowania



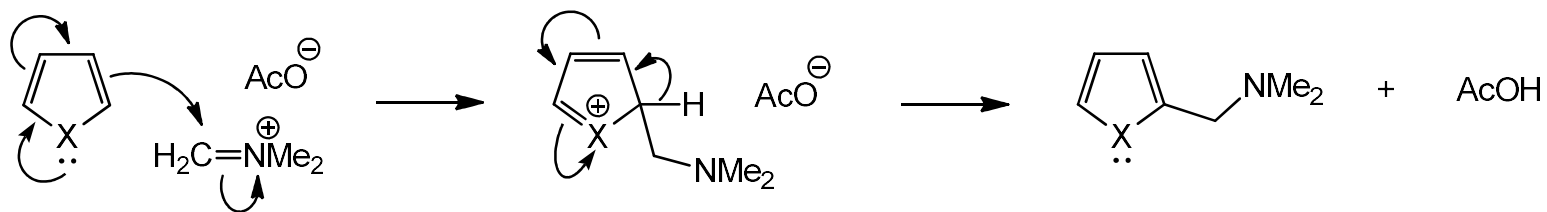
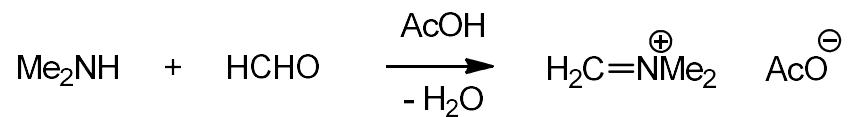
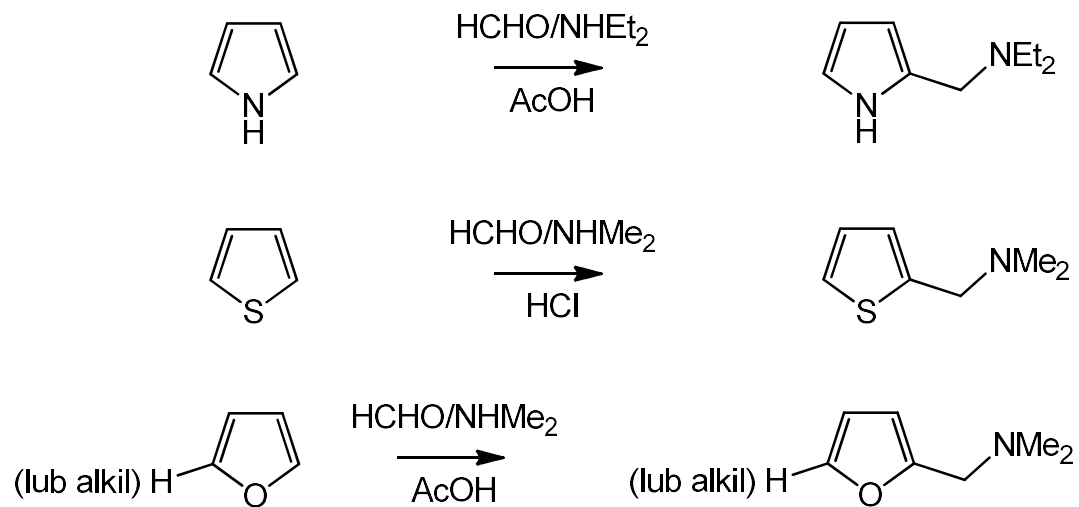
**2.4.2. Pirole, tiofeny i furany - substytucja elektrofilowa, reakcje ogólnego zastosowania, przebieg reakcji Vilsmeiera**



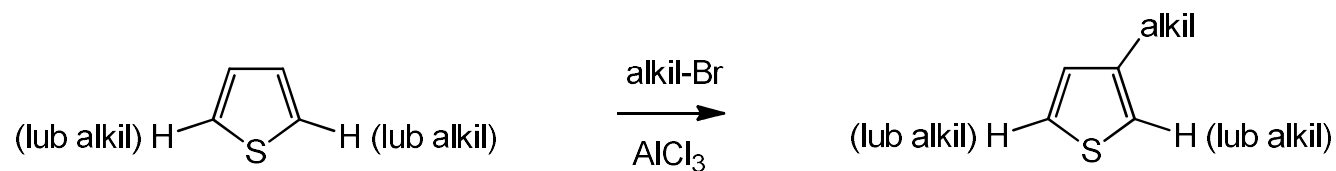
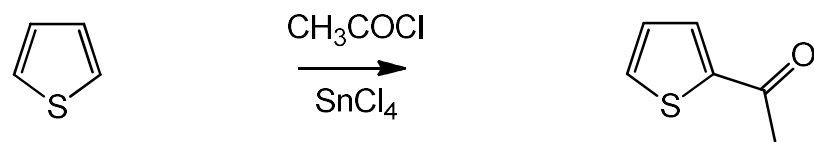
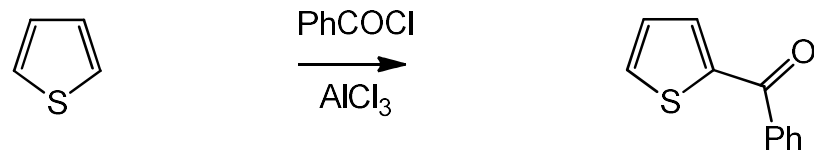
**2.4.3. Pirole, tiofeny i furany - substytucja elektrofilowa, reakcje ogólnego zastosowania, przebieg reakcji nitrowania**



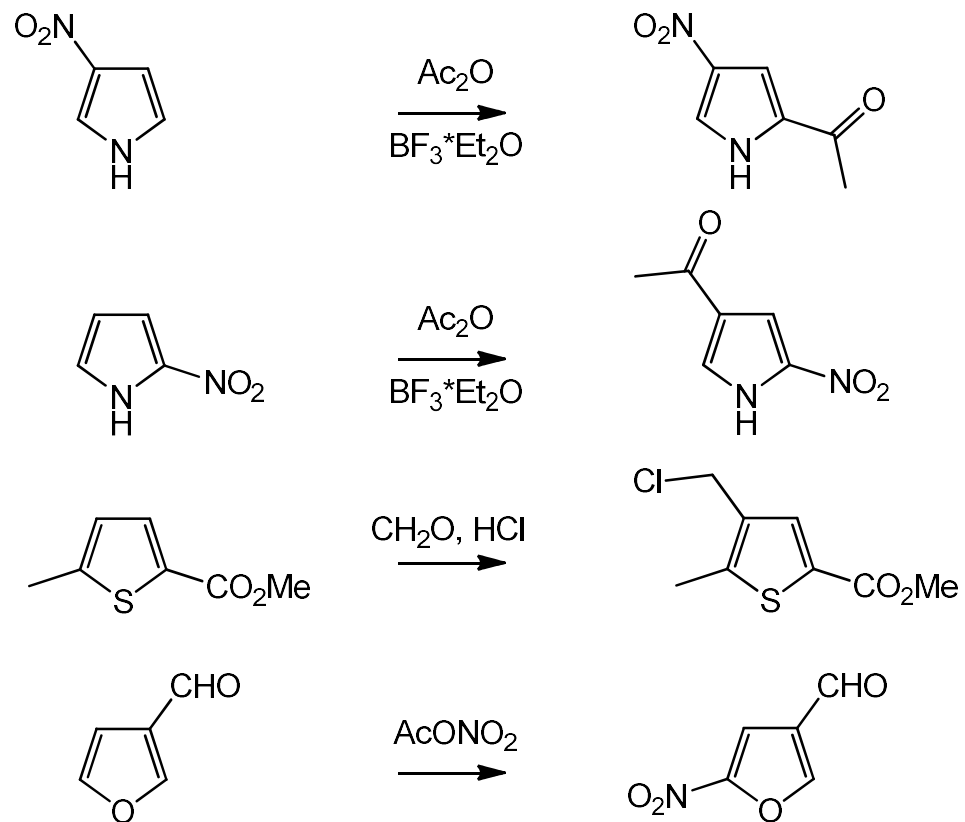
## 2.4.4. Pirole, tiofeny i furany - substytucja elektrofilowa, reakcje z udziałem tylko niektórych pochodnych, reakcja Mannicha



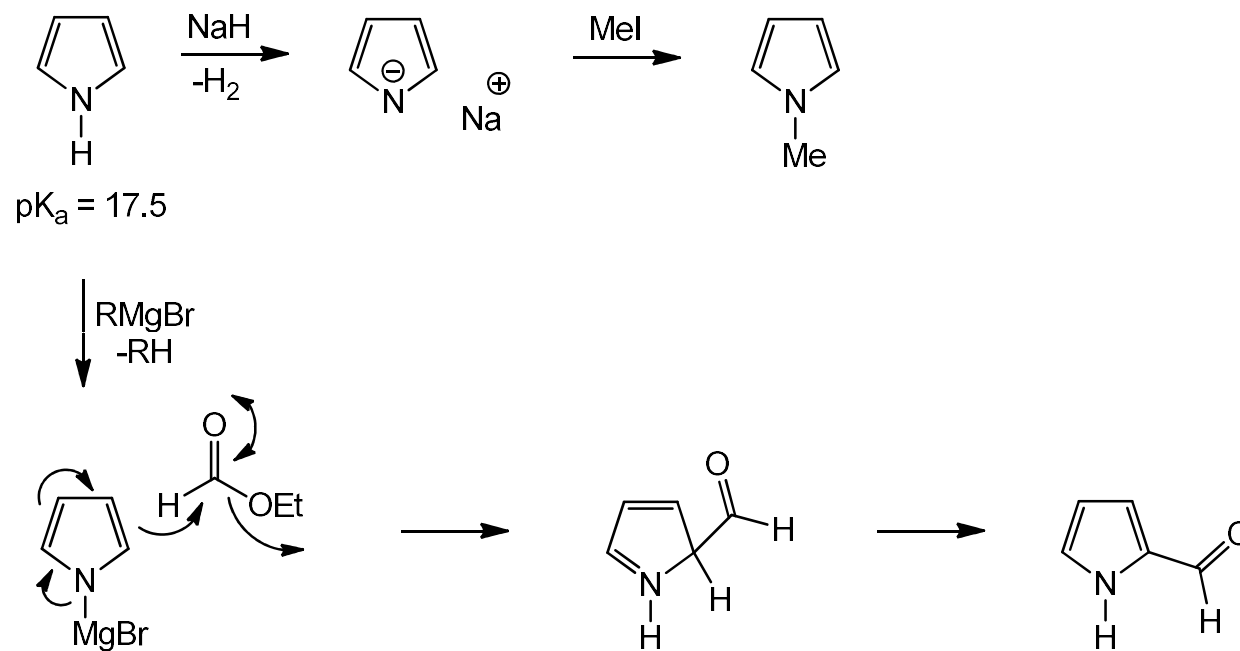
**2.5. Pirole, tiofeny i furany - substytucja elektrofilowa, reakcje z udziałem tylko niektórych pochodnych, reakcja acylowania Friedla-Craftsa**



## 2.6. Pirole, tiofeny i furany - substytucja elektrofilowa, reakcje z udziałem pochodnych zdeaktywowanych

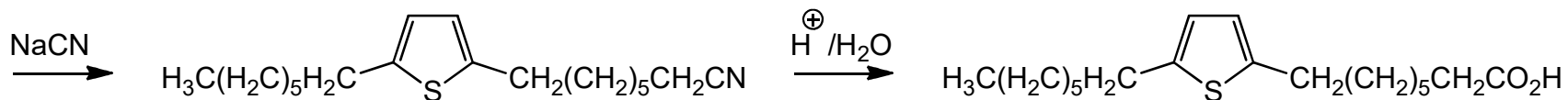
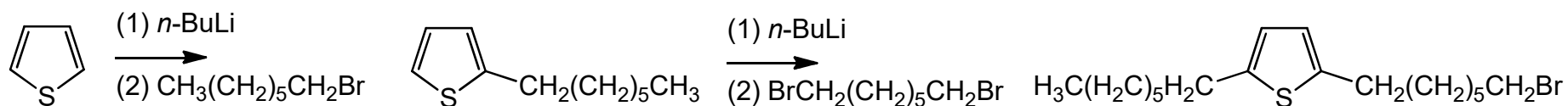
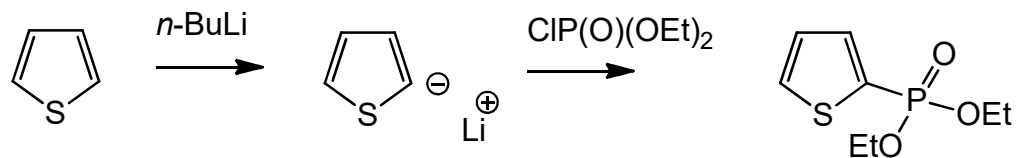
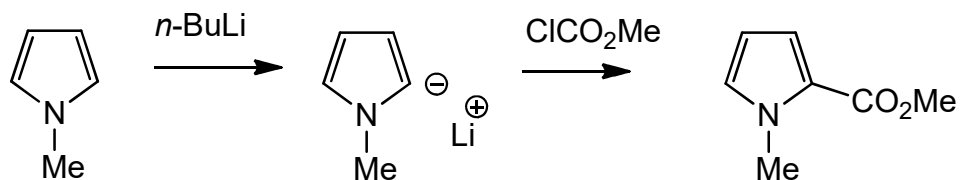


## 2.7. Pirole, tiofeny i furany – deprotonowanie i chemia anionów

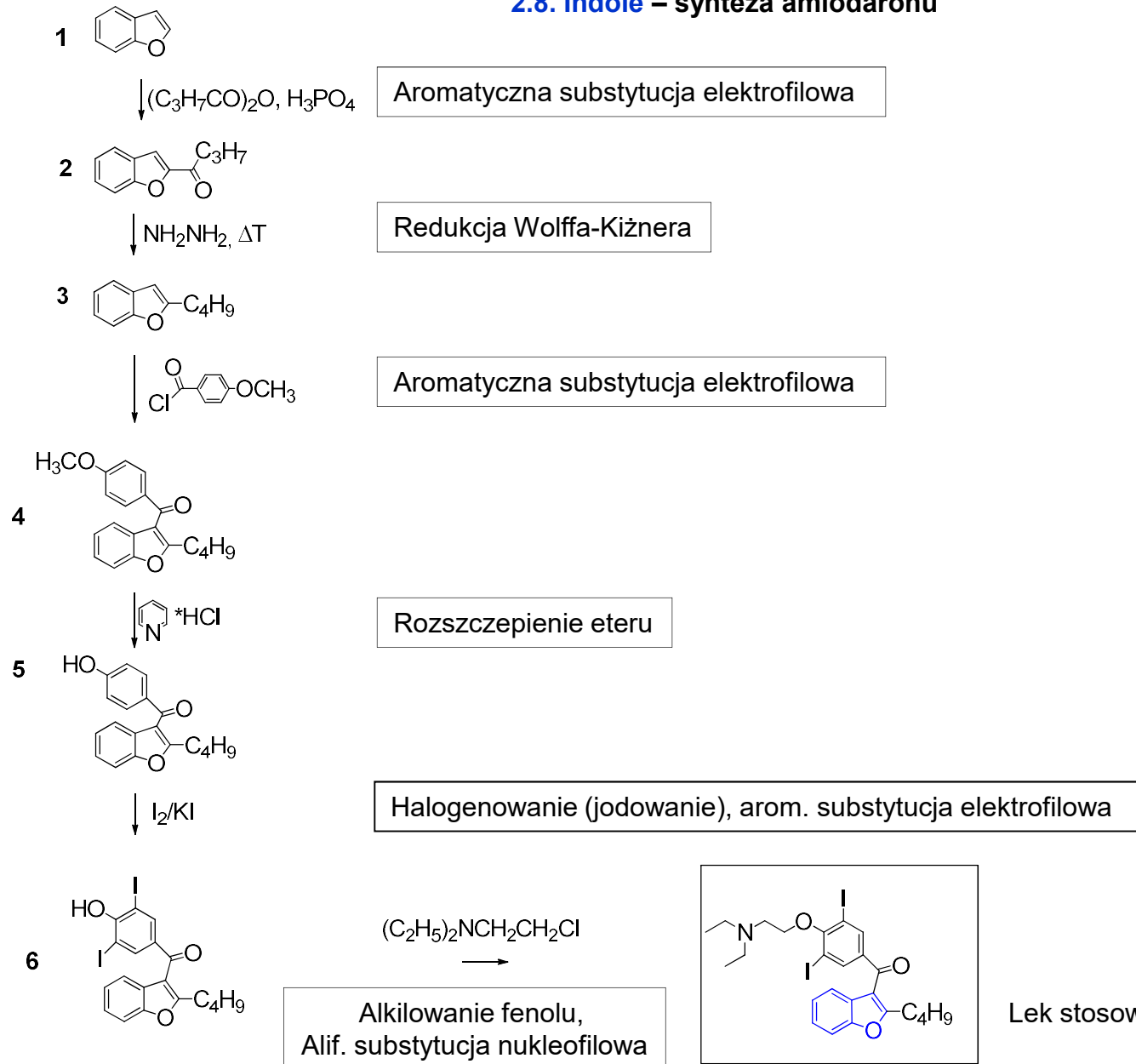




### 2.7.1. Pirole, tiofeny i furany - deprotonowanie i chemia anionów, przykłady



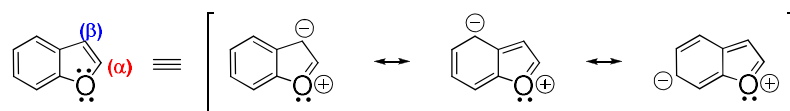
## 2.8. Indole – synteza amiodaronu



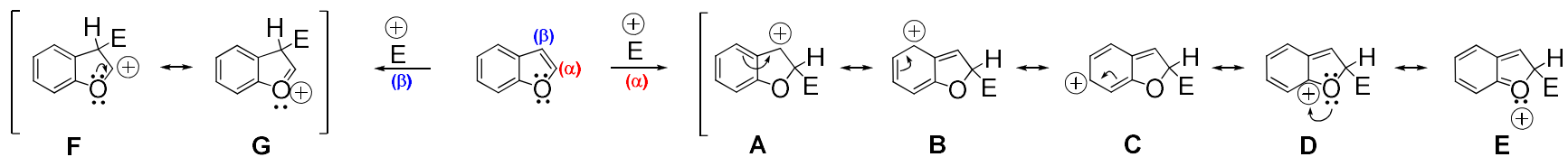
Fr. Patent 1.339.389 (1962).  
US Patent 3.248.401 (1966).

Lek stosowany w arytmii serca.

## 2.8.1. Indole – synteza amidaronu, Regioselektywność aromatycznej substytucji elektrofilowej benzofuranu



Pierścień heterocykliczny jest reaktywniejszy ze względu na elektronodonorowe właściwości atomu tlenu.  
Rozkład ładunków sugeruje większą podatność pozycji ( $\beta$ ) pierścienia heterocyklicznego na atak elektrofila



Lepsza stabilizacja kompleksu sigma