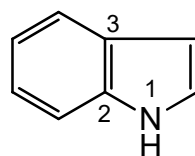
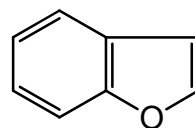
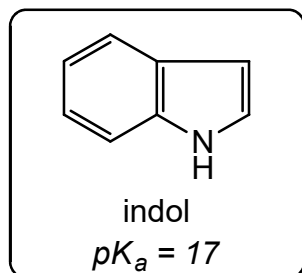


### 3. Pierścienie pięciocłonowe z jednym heteroatomem, indole (2,3-benzopirole)

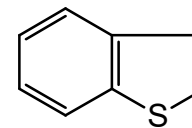


1H-indol

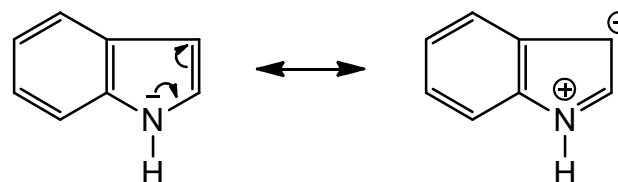
### 3.1. Indole - budowa indolu, indole pochodzenia naturalnego i ich syntetyczne analogi



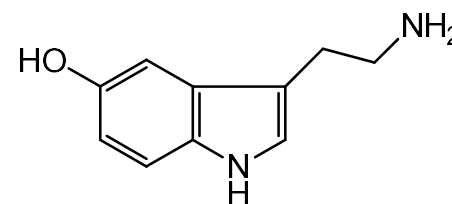
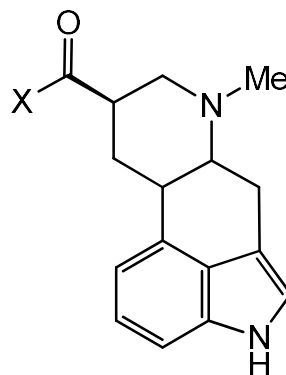
benzofuran



benzotiofen

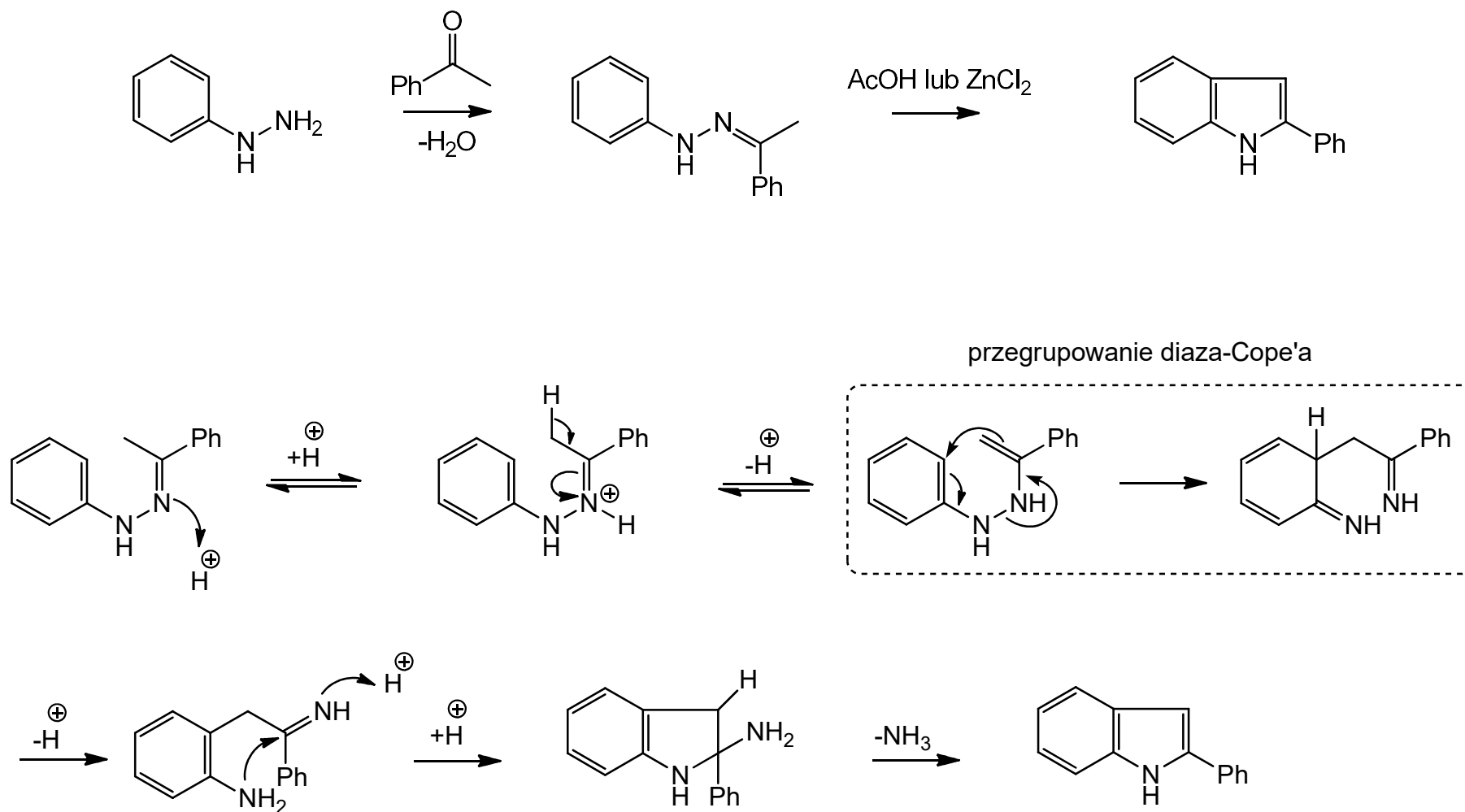


X = OH, kwas lisergowy  
X =  $\text{NEt}_2$ , LSD

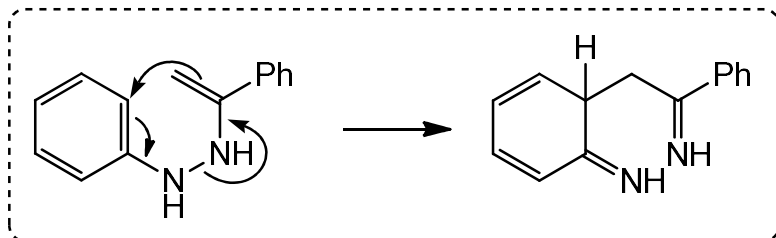


5-hydroksytryptamina

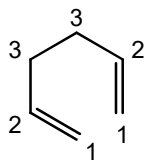
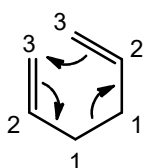
### 3.2. Indole - otrzymywanie, synteza Fischera



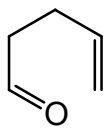
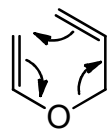
### 3.2.1. Indole - otrzymanie, synteza Fischera, racjonalizacja przegrupowania diaza-Cope'a



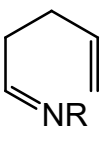
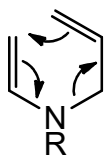
przegrupowanie diaza-Cope'a



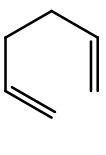
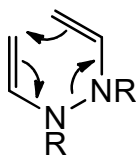
przegrupowanie Cope'a (przegrupowanie [3,3]-sigmatropowe)



przegrupowanie Claisena

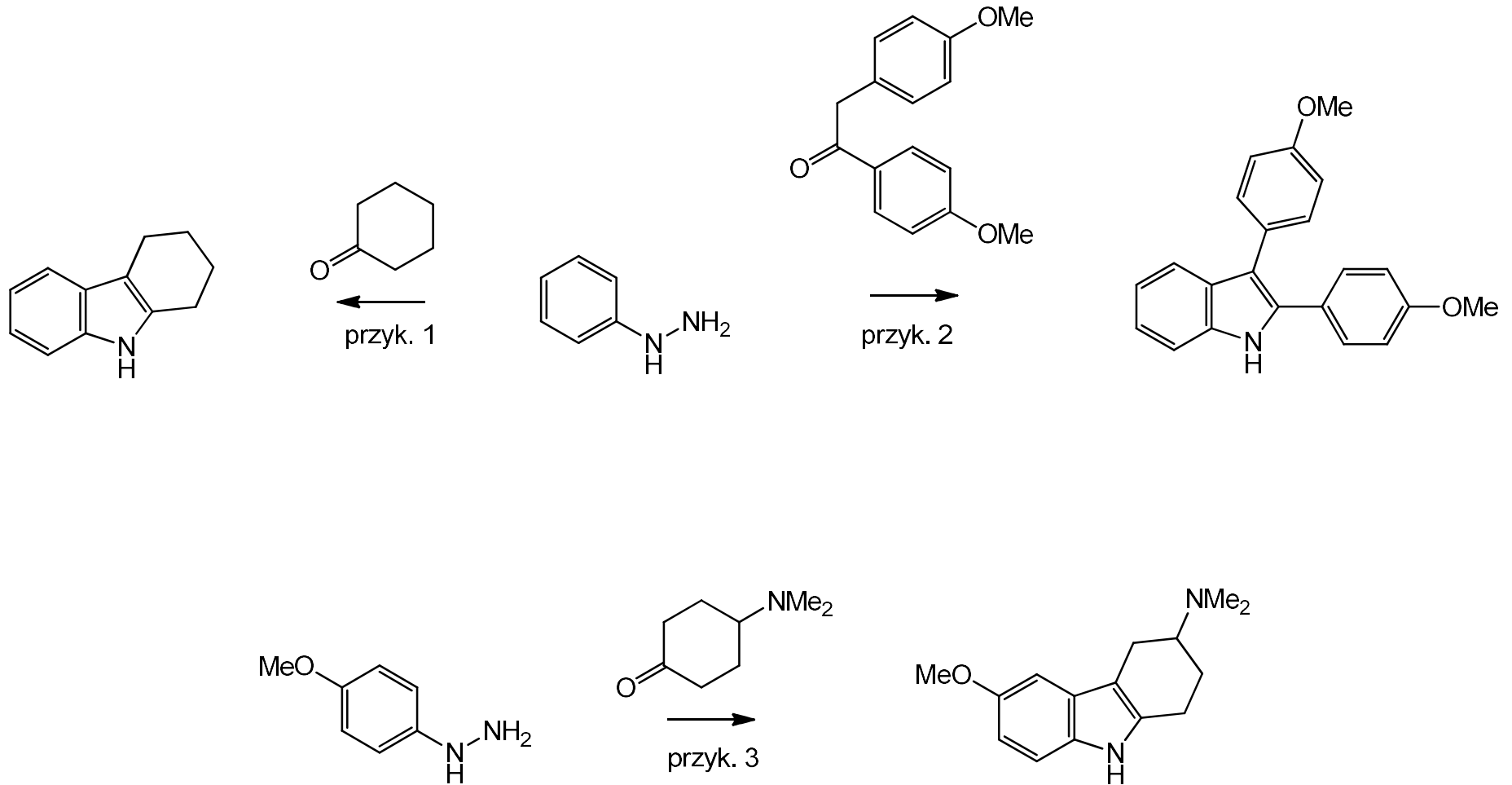


przegrupowanie aza-Cope'a

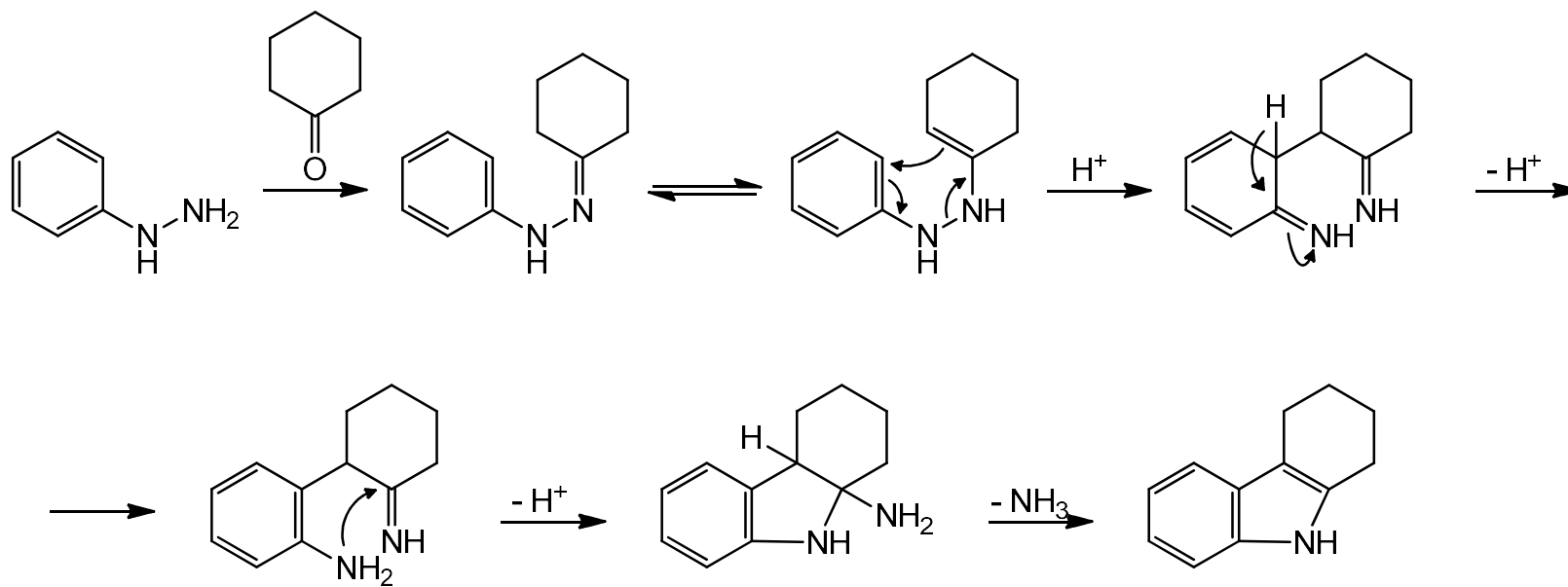


przegrupowanie diaza-Cope'a

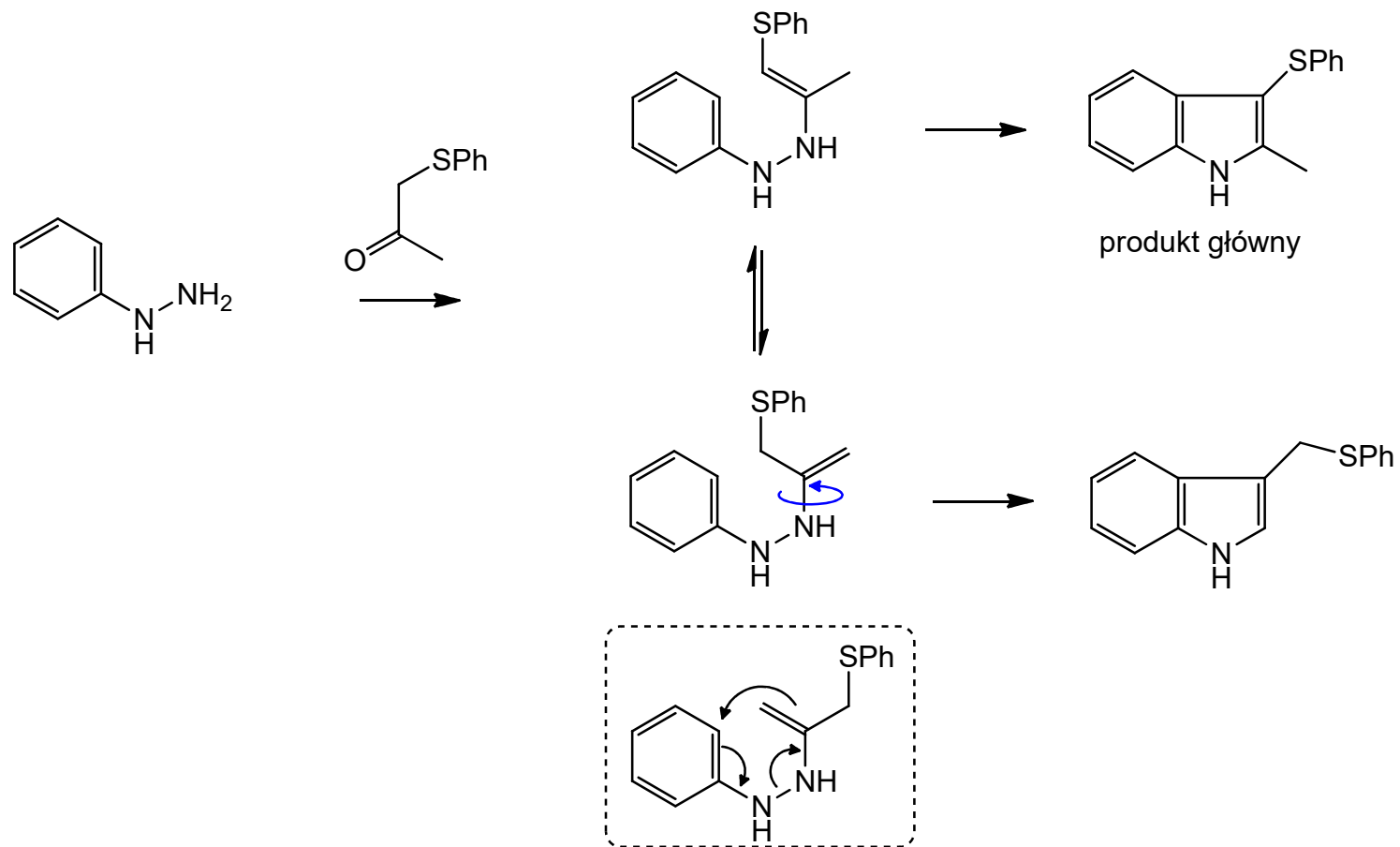
### 3.2.2. Indole - otrzymywanie, synteza Fischera, przykłady 1-3



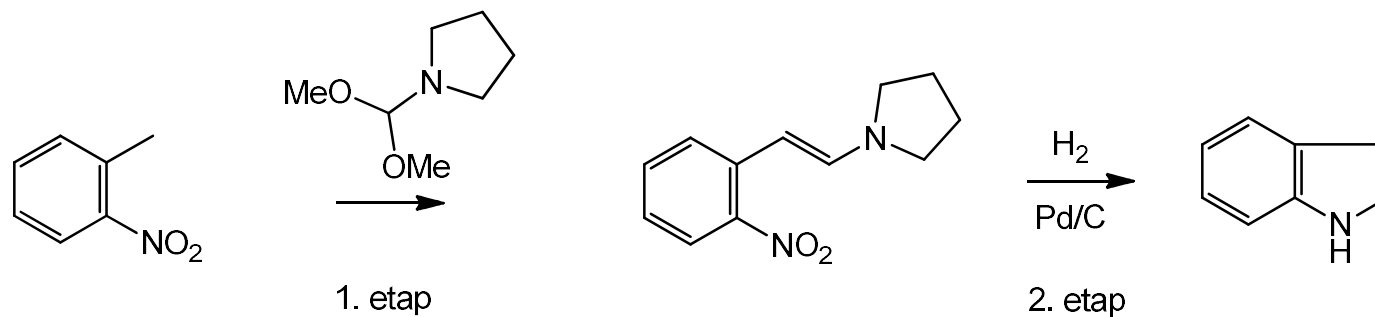
### 3.2.2. Indole - otrzymanie, synteza Fischera, wyjaśnienie przykładu 1



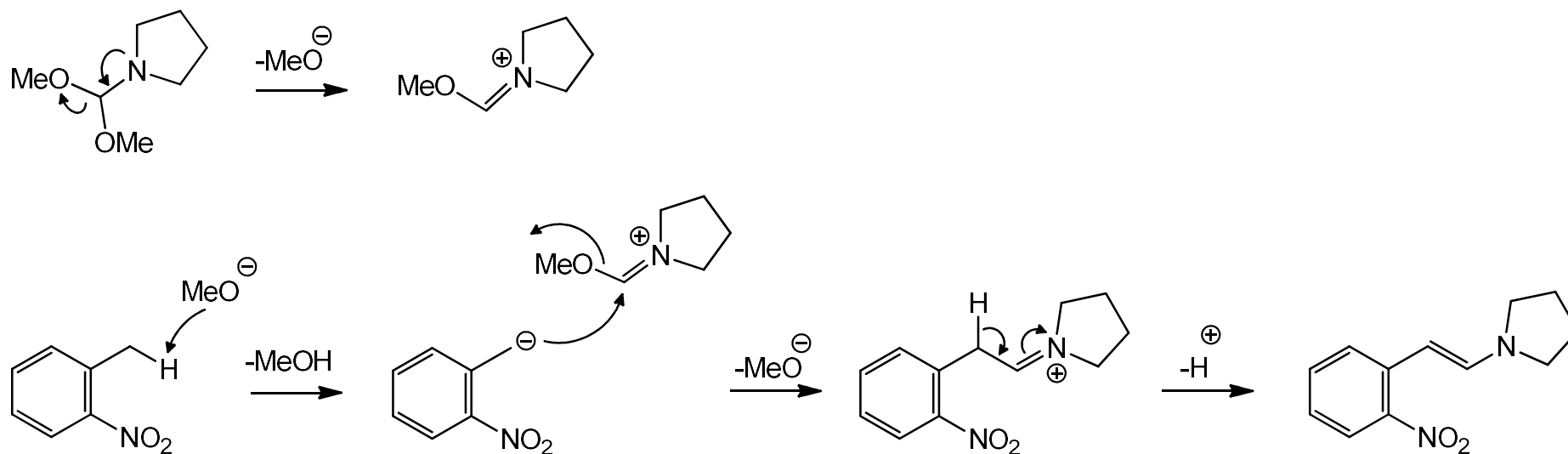
### 3.2.3. Indole - otrzymanie, synteza Fischera, wariant z użyciem niesymetrycznego ketonu



### 3.3. Indole - otrzymywanie, synteza Leimbgrubera-przebieg reakcji – 1. etap



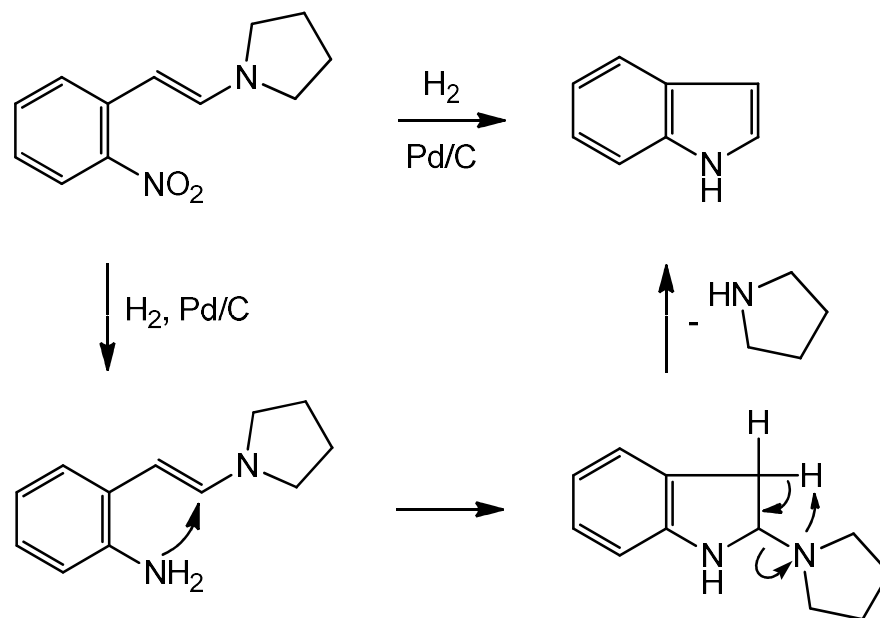
#### 1. etap



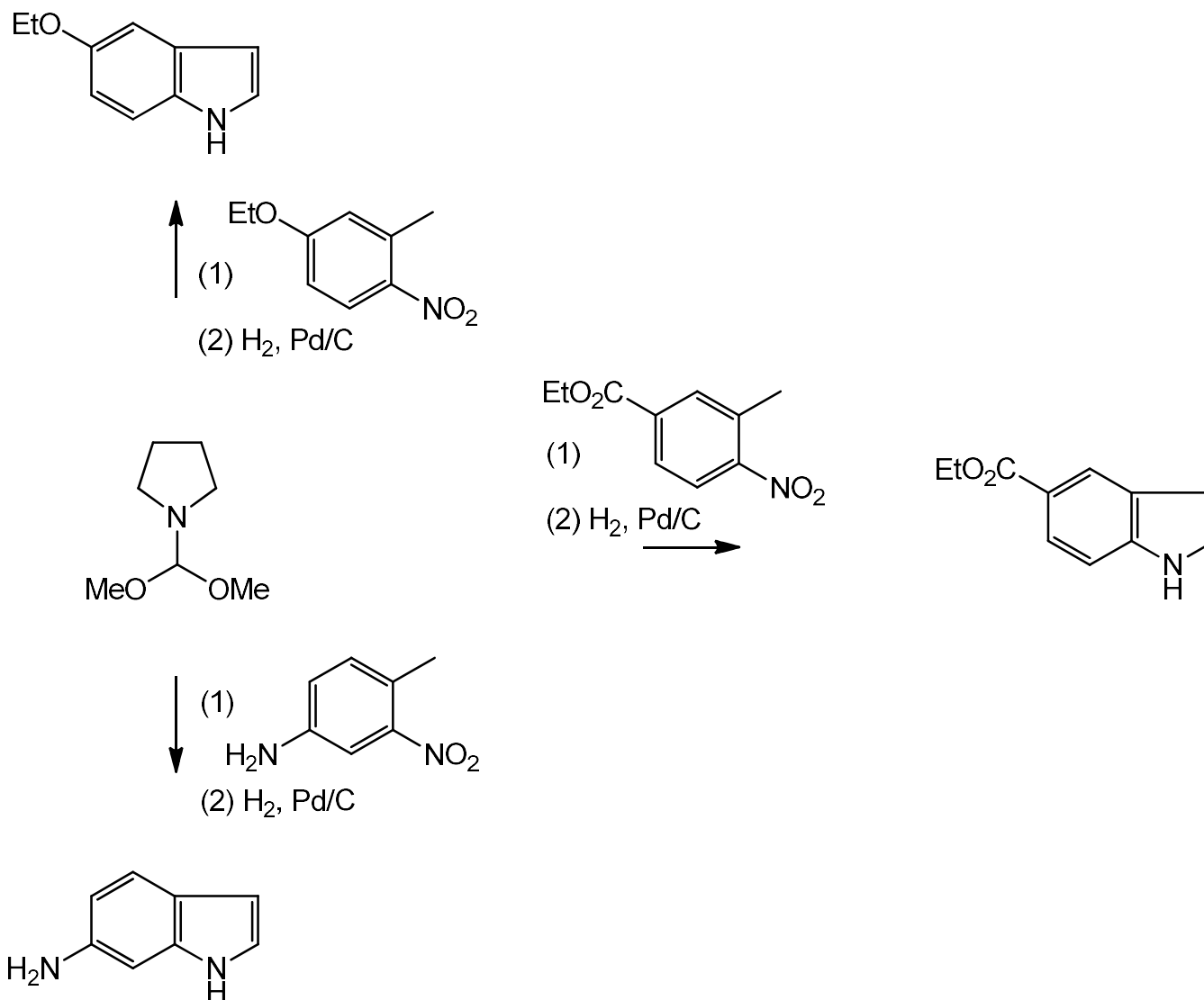


### 3.3.1. Indole - otrzymywanie, synteza Leimbgrubera-przebieg reakcji – 2 etap

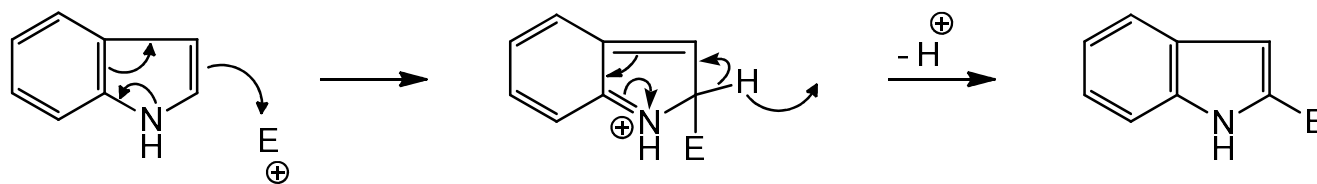
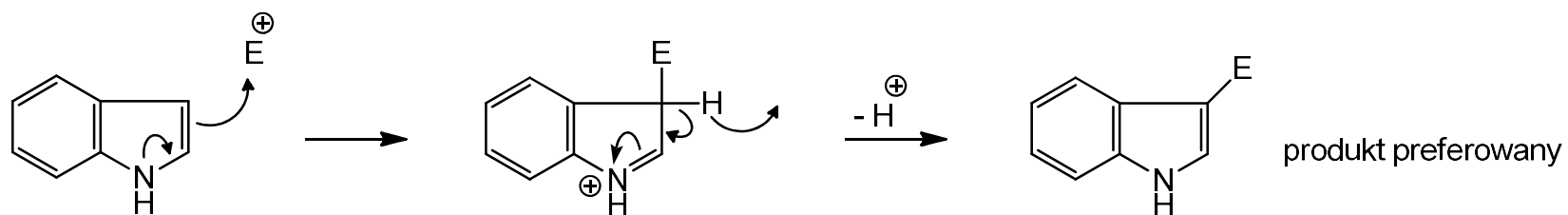
#### 2. etap



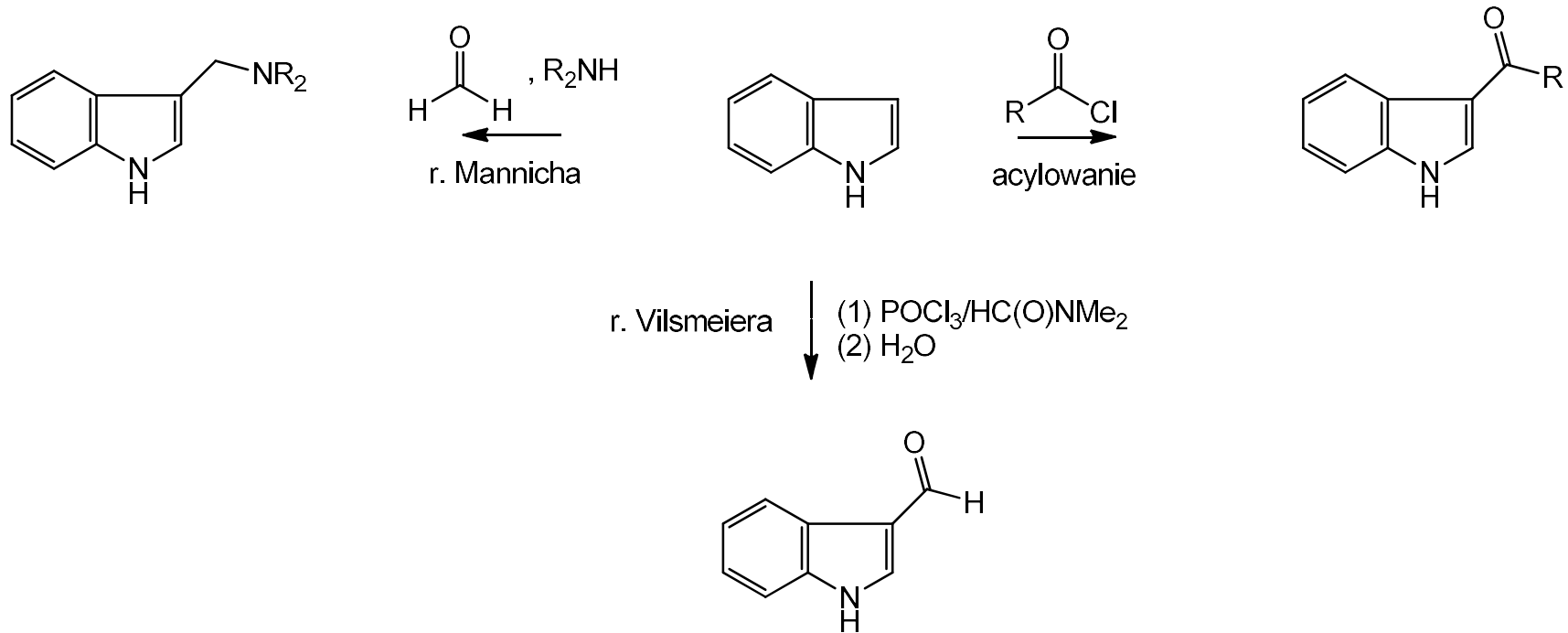
### 3.3.2. Indole - otrzymywanie, synteza Leimbrubera, przykłady



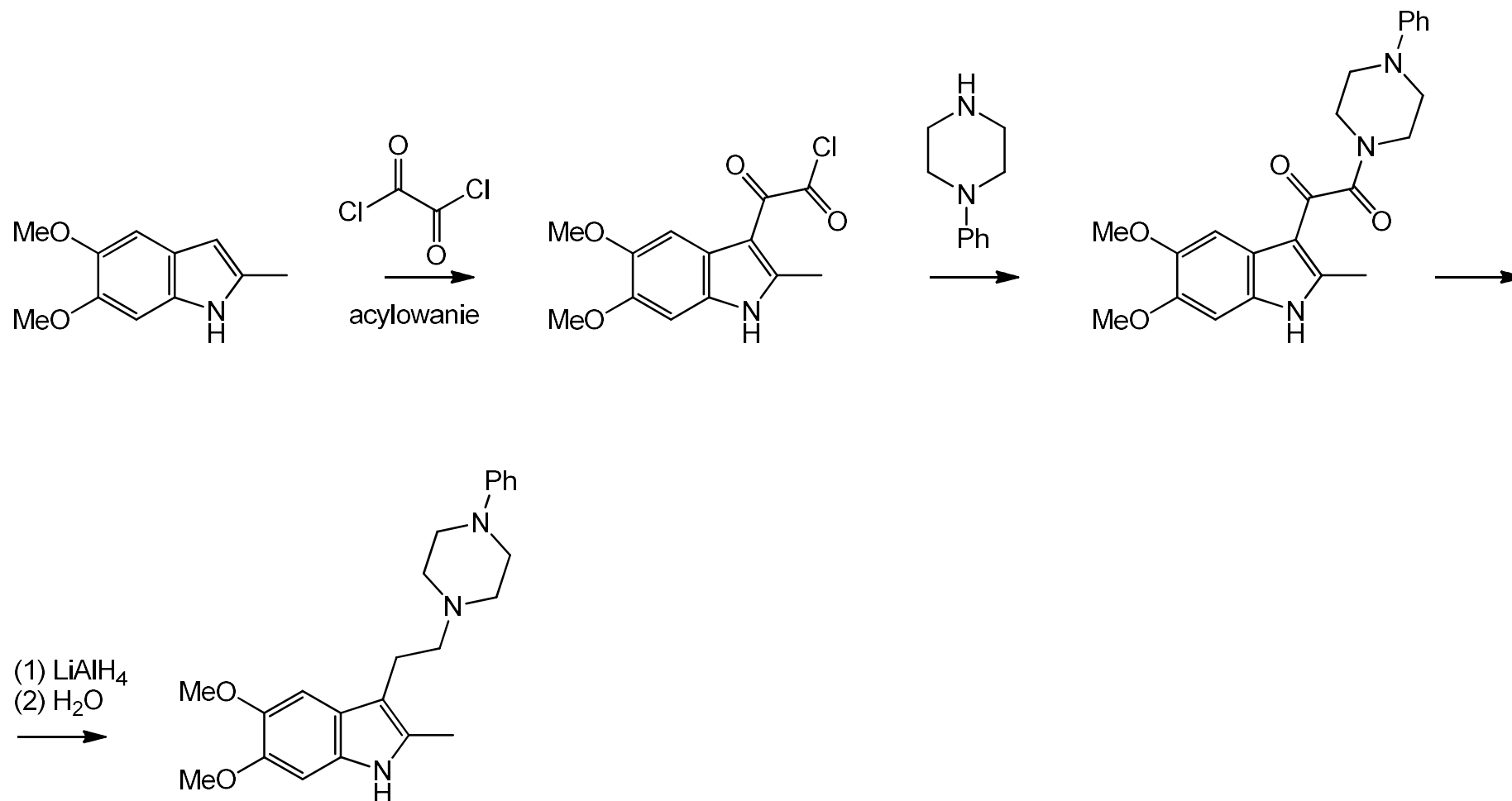
### 3.4. Indole - substytucja elektrofilowa, regioselektywność reakcji



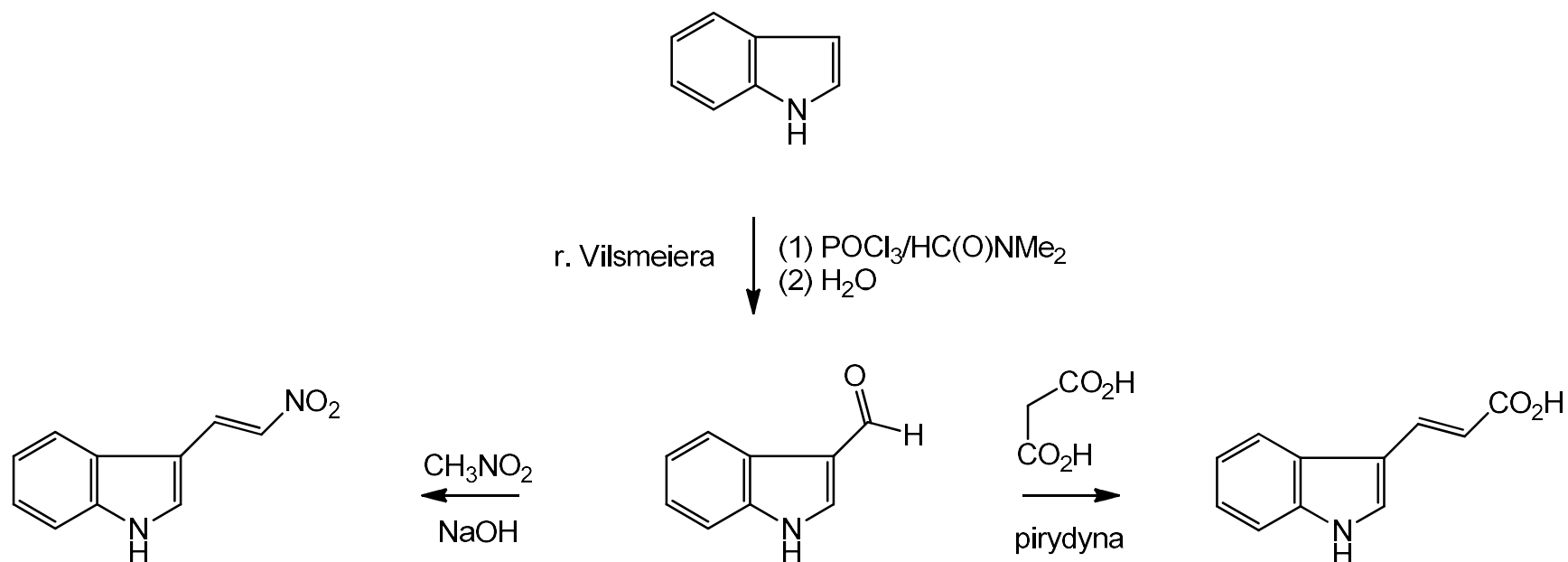
### 3.5. Indole - substytucja elektrofilowa, przykłady



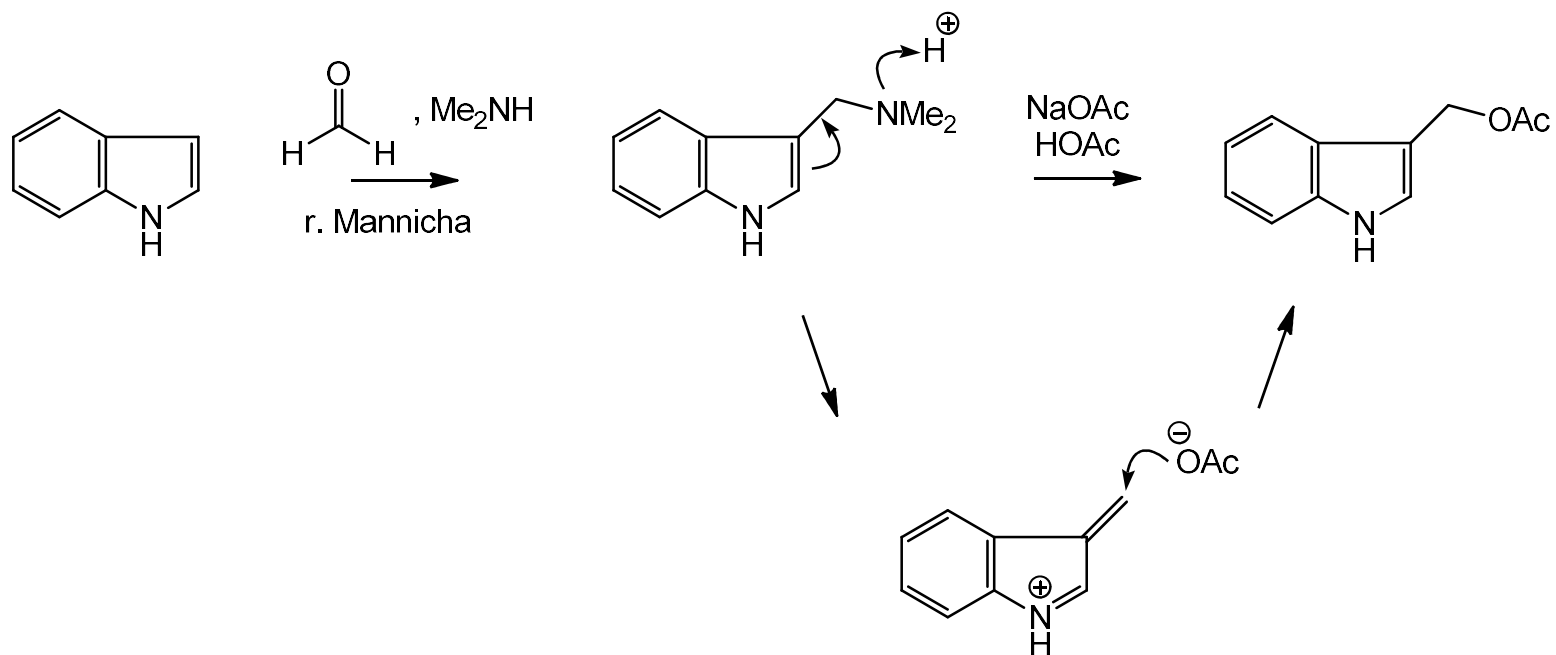
### 3.5.1. Indole - substytucja elektrofilowa, przykłady wykorzystania w syntezie organicznej, acylowanie



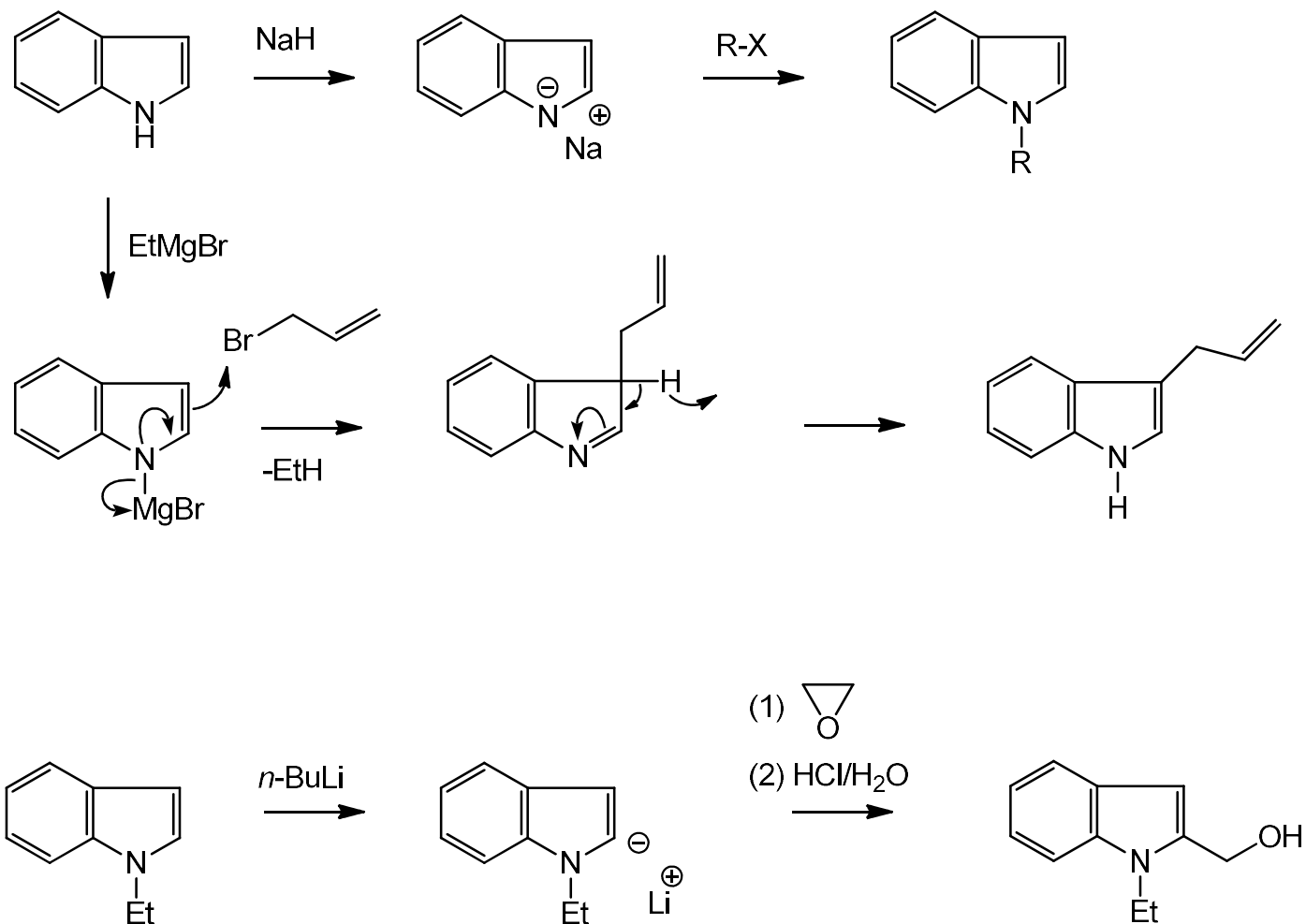
### 3.5.2. Indole - substytucja elektrofilowa, przykłady wykorzystania w syntezie organicznej, reakcja Vilsmeiera



### 3.5.3. Indole - substytucja elektrofilowa, przykłady wykorzystania w syntezie organicznej, reakcja Mannicha

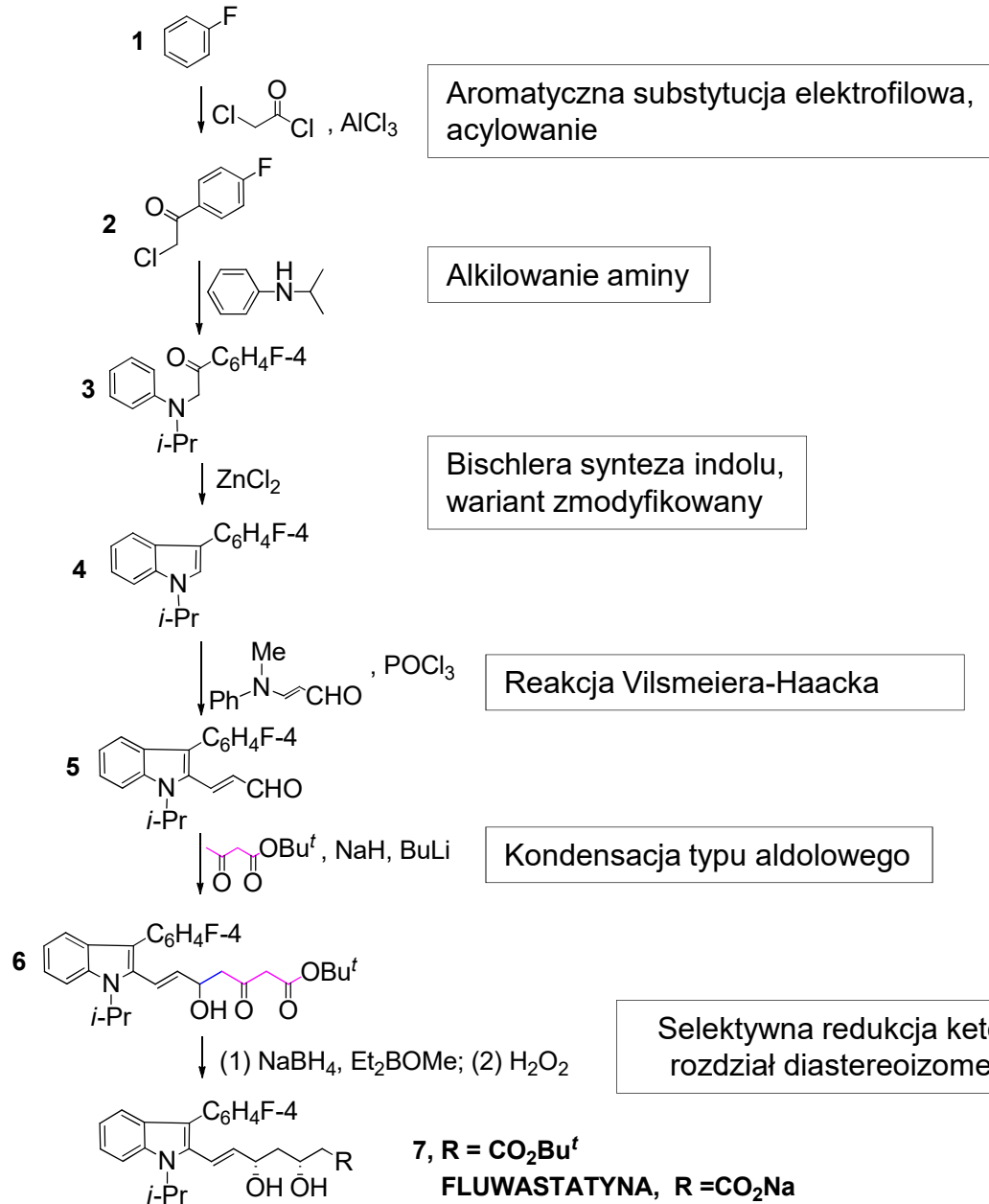


### 3.6. Indole - reaktywność anionów



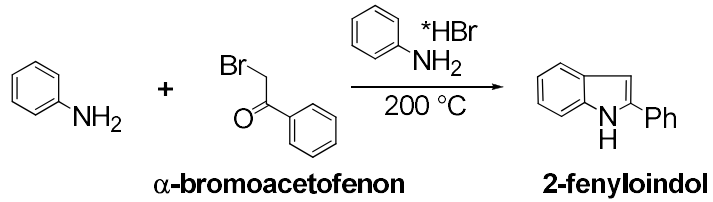


### 3.7. Indole – synteza fluwastatyny



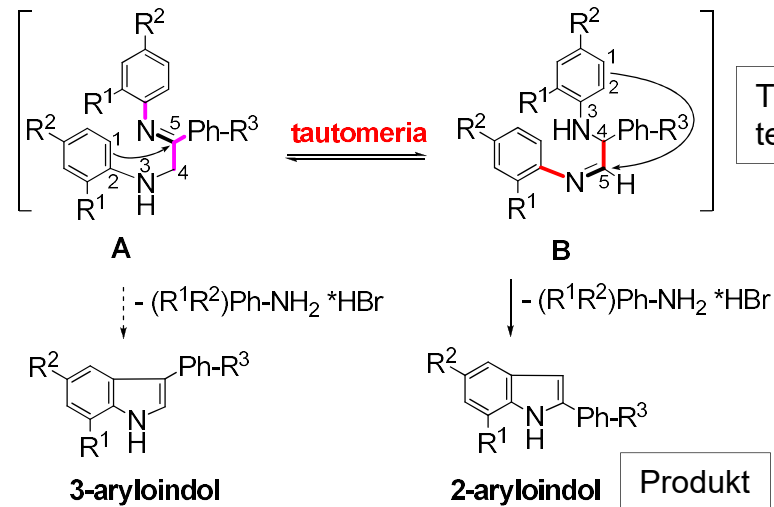
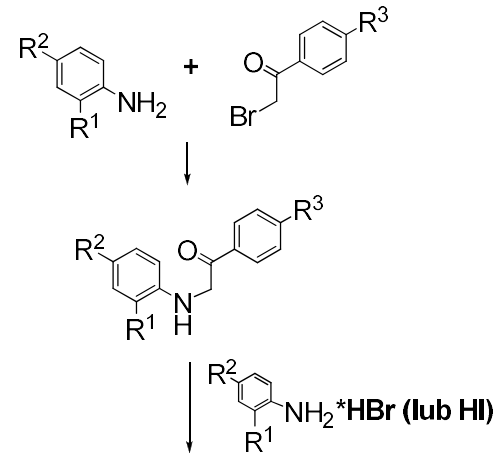
### 3.7.1. Indole – synteza fluwastatyny, przebieg reakcji Bischlera (wariant klasyczny)

A. Bischlera-Möhlau synteza indolu (wariant „klasyczny”)



*Ber.* 1881, 14, 171; *Ber.* 1882, 15, 2480;  
*Ber.* 1892, 25, 2860; *Ber.* 1892, 26, 1336.

Postulowany mechanizm:



Trwalszy w wysokiej temp.

### 3.7.2. Indole – synteza fluwastatyny, przebieg reakcji Bischlera (wariant zmodyfikowany)

Wariant zmodyfikowany – reakcja z dodatkiem  $\text{ZnCl}_2$  (5-10 ekw.); w większości przypadków powstają pochodne 3-aryloindolu.

