

### **3. Właściwości kwasowo-zasadowe związków organicznych**

## 2.1. Teoria Bronsteda-Lowriego

- Kwas - indywiduum chemiczne oddające proton  
Zasada - indywiduum chemiczne przyjmujące proton  
Proton - kation wodorowy

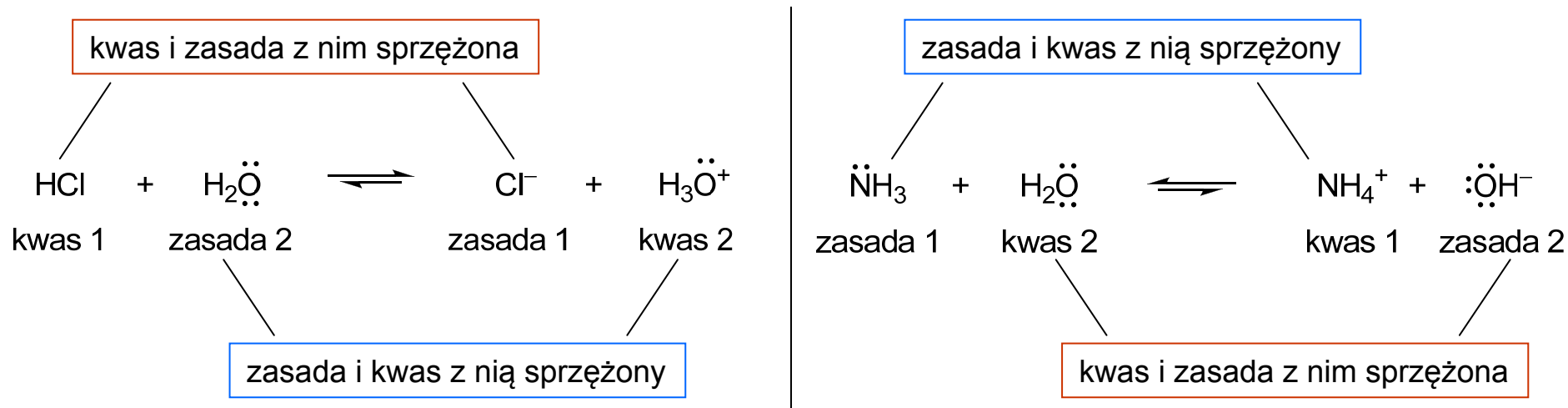
Kwasem (potencjalnym) może być indywiduum chemiczne posiadające wiązanie Atom–H.

Zasadą (potencjalną) może być indywiduum chemiczne posiadające parę elektronową.

Reakcje kwasowo-zasadowe są odwracalne.

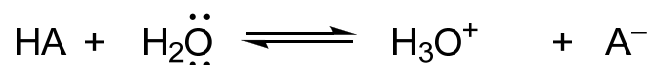
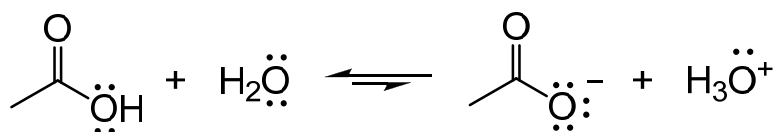
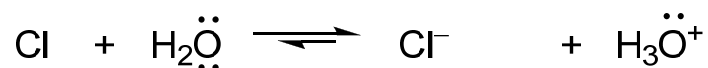
H<sub>2</sub>O może pełnić rolę kwasu lub zasady.

Im mocniejszy kwas, tym słabsza zasada z nim sprzężona.



## 2.1.1. Teoria Bronsteda-Lowriego – pK<sub>a</sub> i pH

stan równowagi reakcji kwasowo-zasadowej jest przesunięty w stronę słabszego kwasu.



dłuższa strzałka –

- kierunek przesunięcia stanu równowagi, tj.
- wskazuje indywidua wstępujące w przewodzie w stanie równowagi

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{HA}]}$$

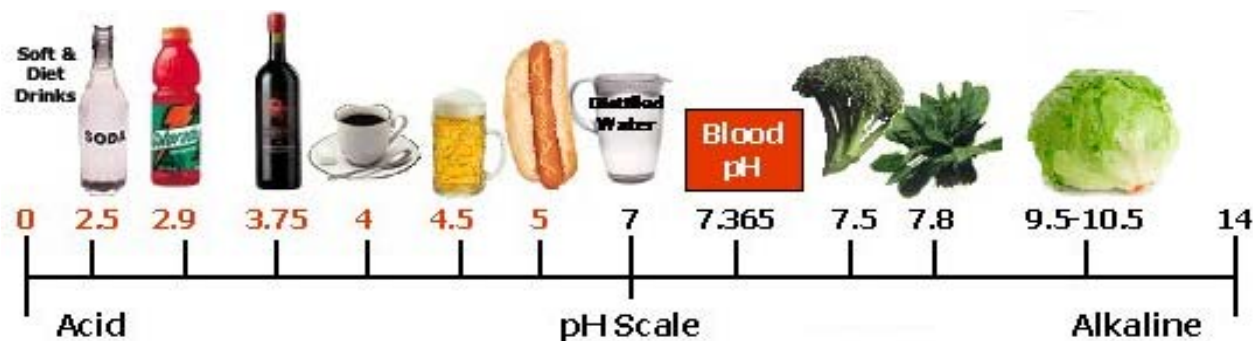
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = K [\text{H}_2\text{O}]$$

K<sub>a</sub> - stała dysocjacji

[H<sub>2</sub>O] = const  
(w stanie równowagi)

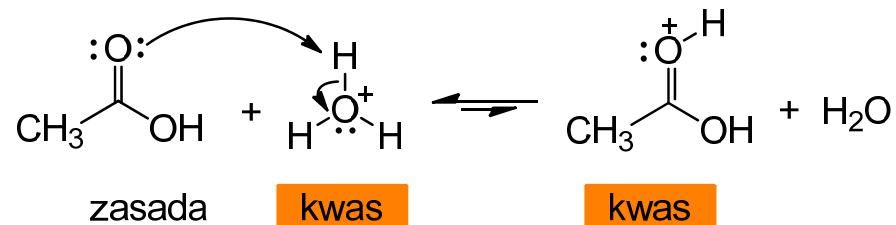
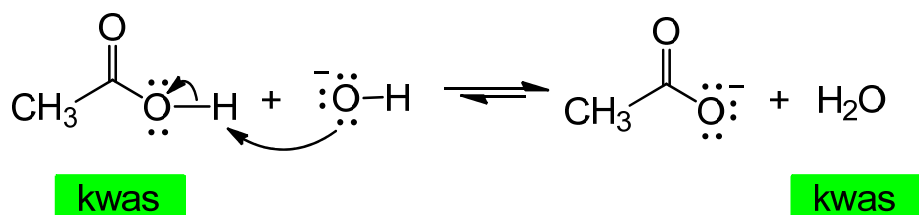
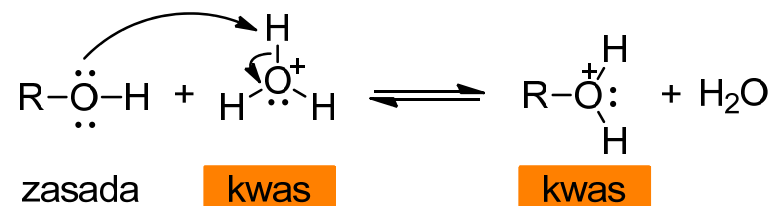
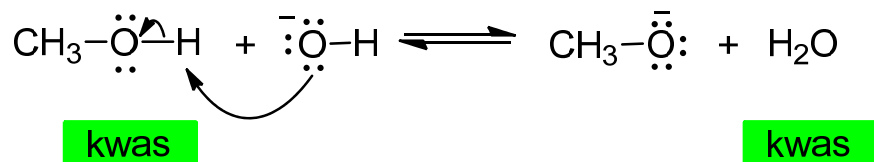
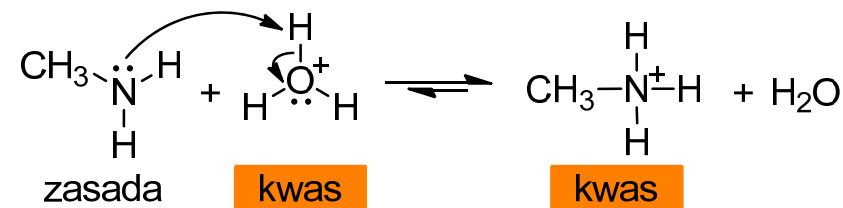
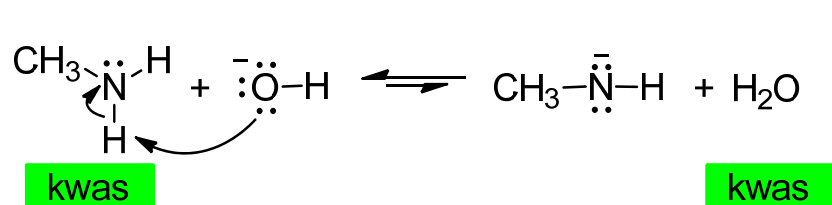
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

pK <sub>a</sub>	< 1	1 - 3	3 - 5	5 - 15	> 15
Kwas	bardzo mocny	średniej mocy	słaby	bardzo słaby	ekstremalnie słaby

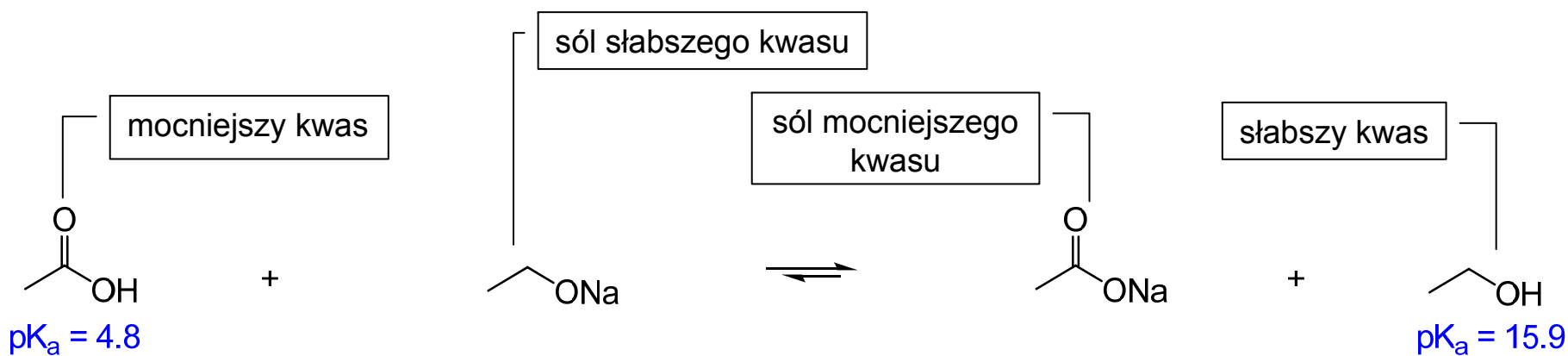
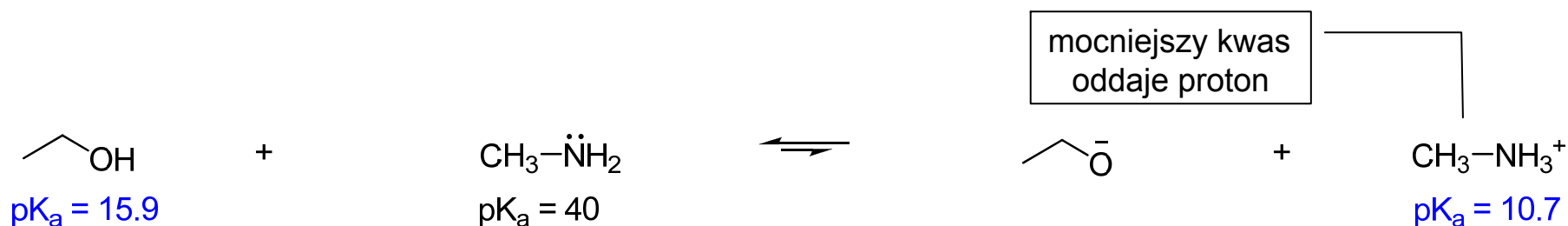
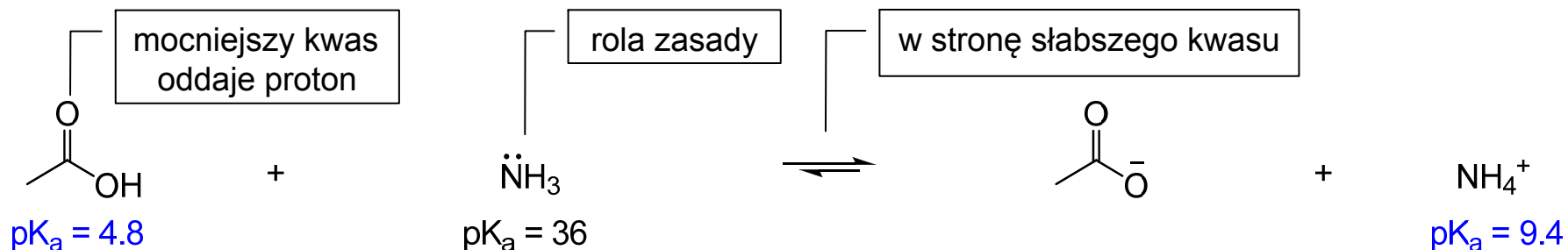


## 2.1.2. Teoria Bronsteda-Lowriego - organiczne kwasy i zasady

$pK_a \sim 40$	$pK_a \sim 15$	$pK_a \sim 10$	$pK_a \sim 5$	$pK_a < 0$
$\text{RNH}_2$	$\text{H}_2\text{O}$ $\text{ROH}$	$\text{RNH}_3^+$	$\text{R}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	$\text{ROH}_2^+$ $\text{H}_3\text{O}^+$ $\text{R}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}_2^+$



## 2.1.3. Teoria Bronsteda-Lowriego - stan równowagi r. kwasowo-zasadowej



## 2.1.4. Teoria Bronsteda-Lowriego - budowa kwasu a wartość jego $pK_a$

1

Tym mocniejszy kwas, im bardziej elektroujemny atom związany z protonem

atom	C	N	O	F
elektroujemność				
kwas	CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	HF
moc kwasu				
zasada	$\ominus\text{CH}_3$	$\ominus\text{NH}_2$	$\ominus\text{OH}$	$\ominus\text{F}$
stabilność zasady				
moc zasady				

3

Tym mocniejszy kwas, im większy promień Van der Waalsa atomu związanego z protonem

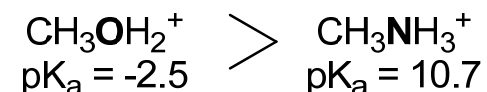
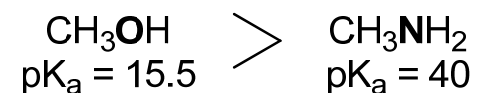
atom	F	Cl	Br	I
rozmiar atomu				
kwas	HF	HCl	HBr	HI
moc kwasu				

2

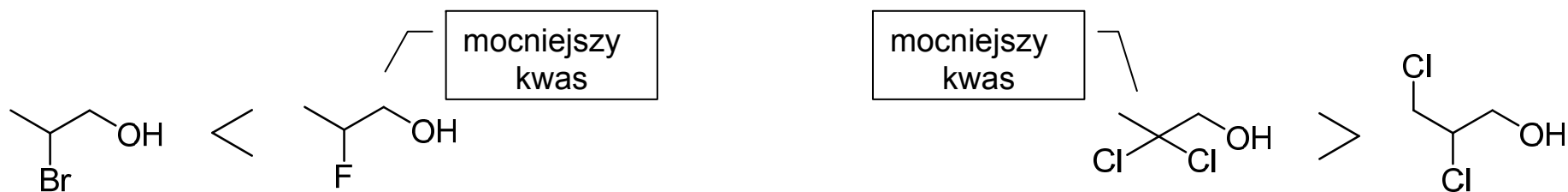
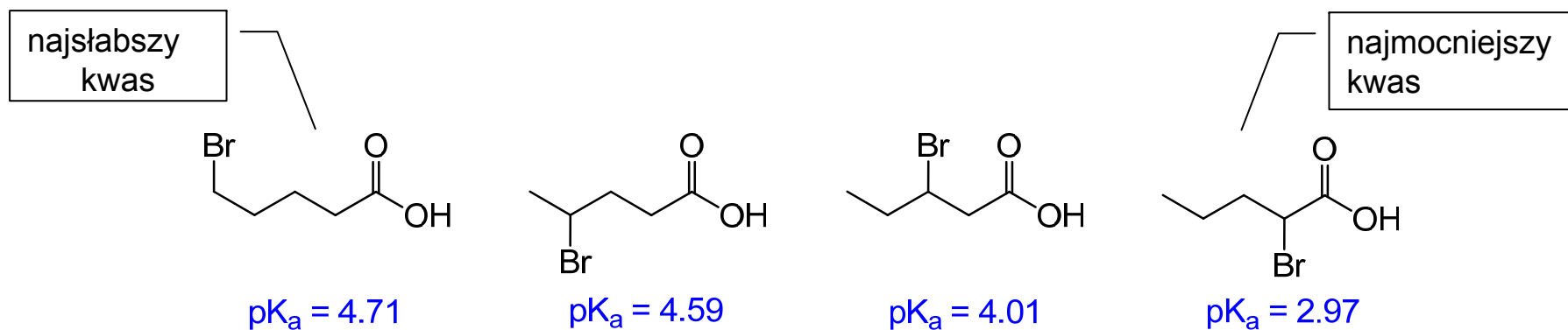
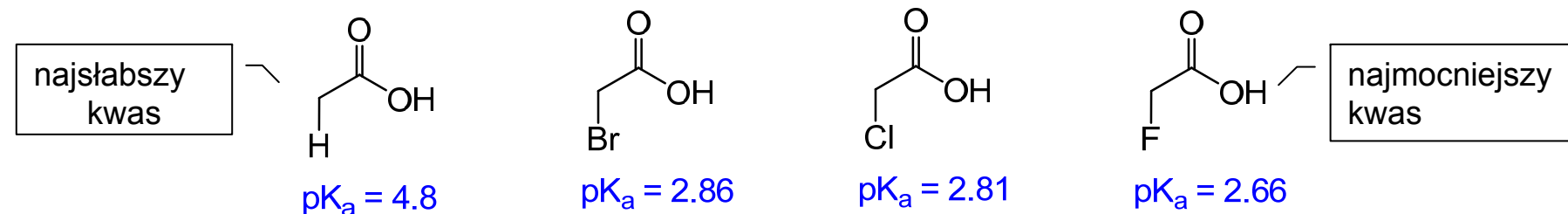
Tym mocniejszy kwas, im większy udział orbitalu s w hybrydyzacji atomu związanego z protonem

hybrydyzacja	$sp^3$	$sp^2$	$sp$
kwas	H <sub>3</sub> C-CH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub>	HC≡CH
udział orbitalu s	25%	33%	50%
moc kwasu			
zasada	H <sub>3</sub> C-CH <sub>2</sub> <sup>⊖</sup>	H <sub>2</sub> C=CH <sup>⊖</sup>	HC≡C <sup>⊖</sup>

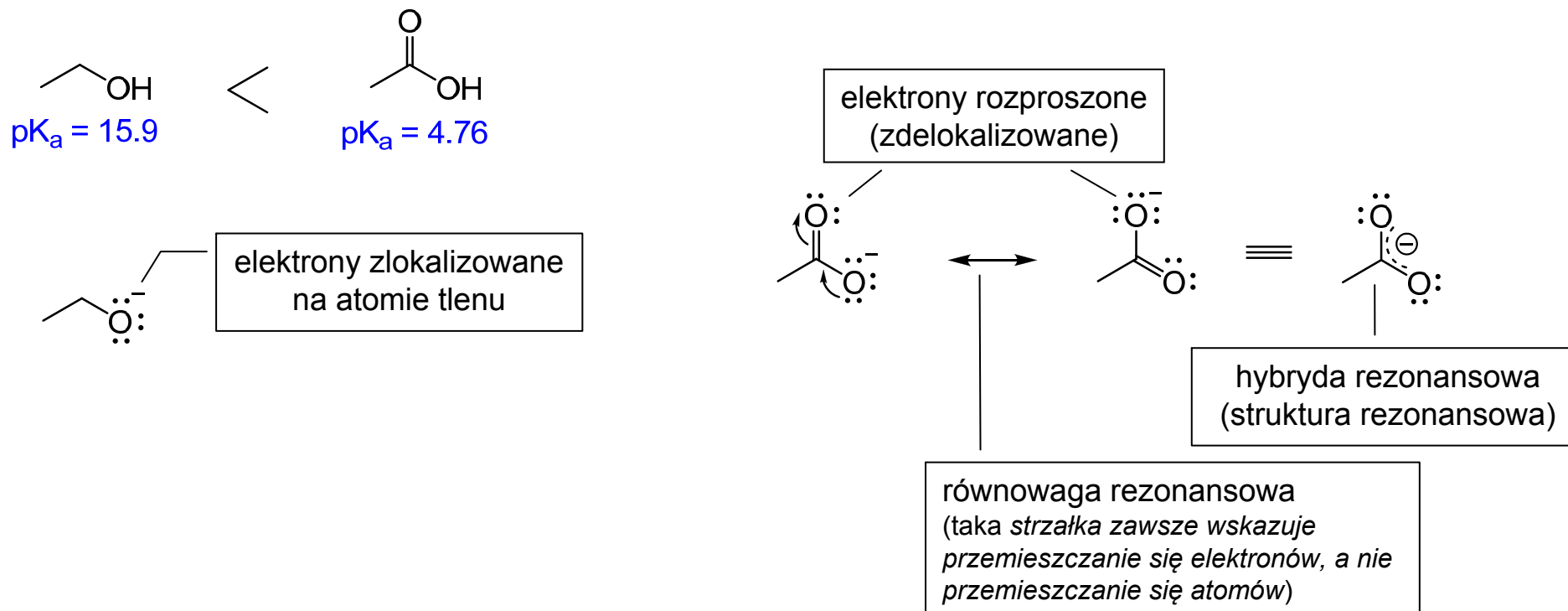
Przykłady:



## 2.1.5. Teoria Bronsteda-Lowriego - wpływ podstawników na kwasowość kwasów organicznych



## 2.1.6. Teoria Bronsteda-Lowriego - delokalizacja elektronów a kwasowość kwasów organicznych



### Reguły dotyczące struktur rezonansowych (McMurry, rozdział 2.4 i 2.5)

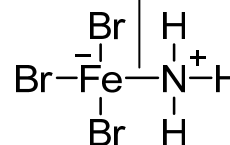
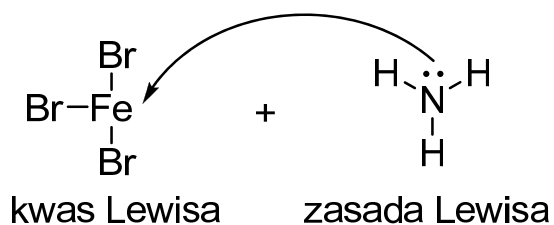
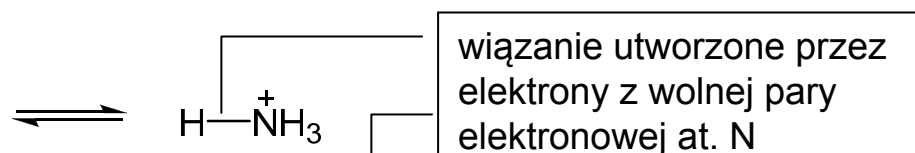
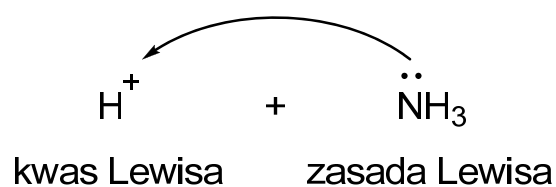
1. Poszczególne struktury rezonansowe nie są rzeczywiste, lecz urojone. Prawdziwa struktura cząsteczki jest złożona z różnych struktur, inaczej mówiąc jest ich hybrydą rezonansową.
2. Struktury rezonansowe różnią się między sobą jedynie rozmieszczeniem ich elektronów  $\pi$  lub elektronów niewiązanych.
3. Struktury rezonansowe związku chemicznego nie muszą być równocenne.
4. Struktury rezonansowe muszą być zgodne ze wzorami Lewisa i muszą spełniać ogólnie przyjęte zasady wartościowości (walencyjności).
5. Hybryda rezonansowa jest bardziej trwała niż poszczególne struktury rezonansowe.



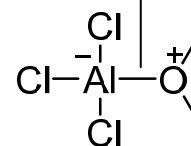
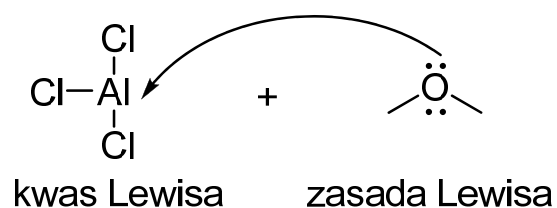
## 2.2. Teoria Lewisa (1923)

Kwas – przyjmuje parę elektronową

Zasada – oddaje parę elektronową



wiązanie utworzone przez elektrony z wolnej pary elektronowej at. N



wiązanie utworzone przez elektrony z wolnej pary elektronowej at. O

Inne kwasy Lewisa:  $\text{BH}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$