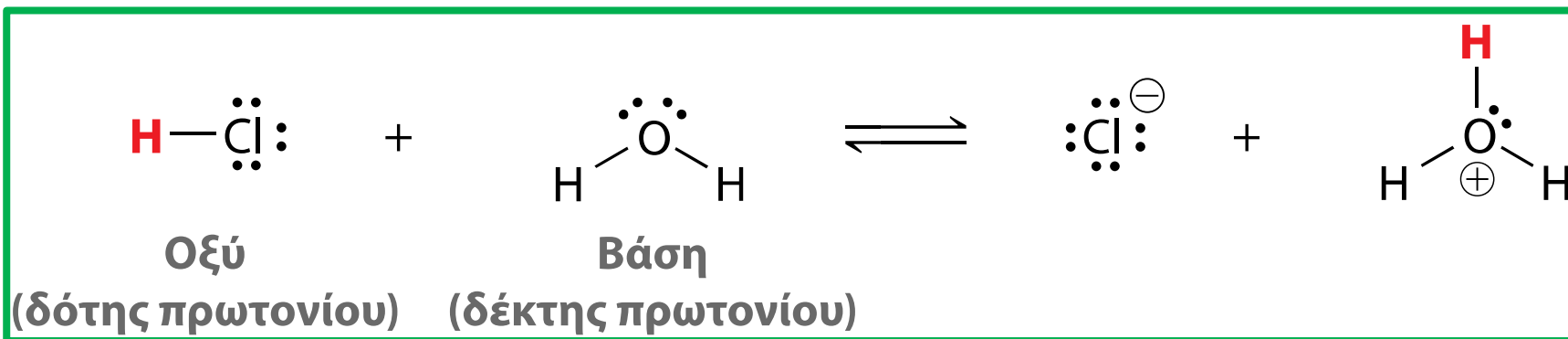


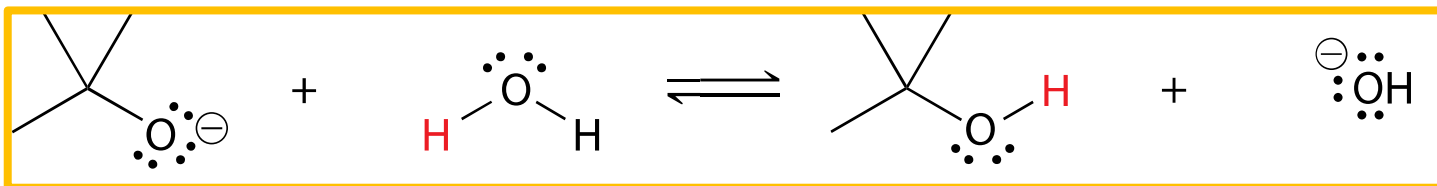
# Οξέα και Βάσεις κατά Brønsted-Lowry

## Brønsted-Lowry

- Τα οξέα είναι δότες πρωτονίου
- Οι βάσεις είναι δέκτες πρωτονίου



Το συζυγές οξύ προκύπτει όταν μία βάση δέχεται ένα πρωτόνιο.  
Η συζυγής βάση προκύπτει όταν ένα οξύ δίνει ένα πρωτόνιο.

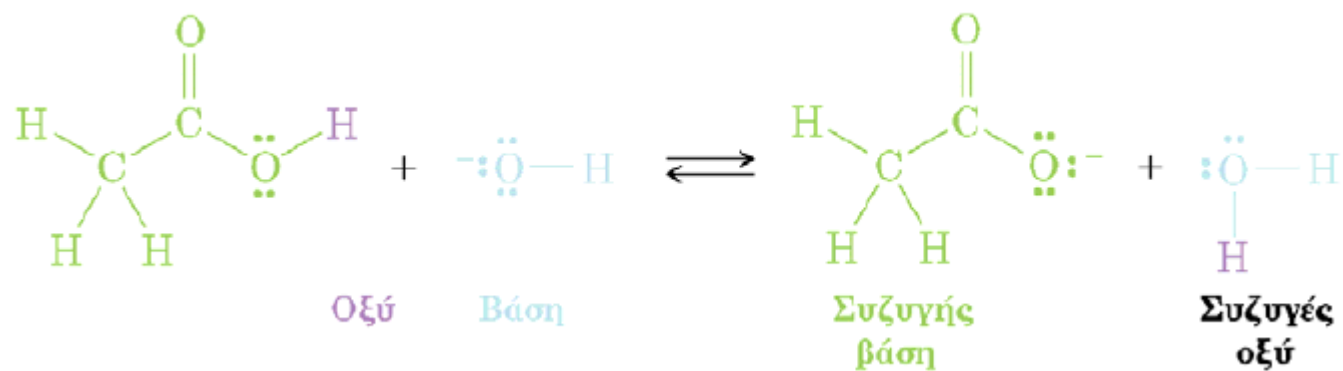
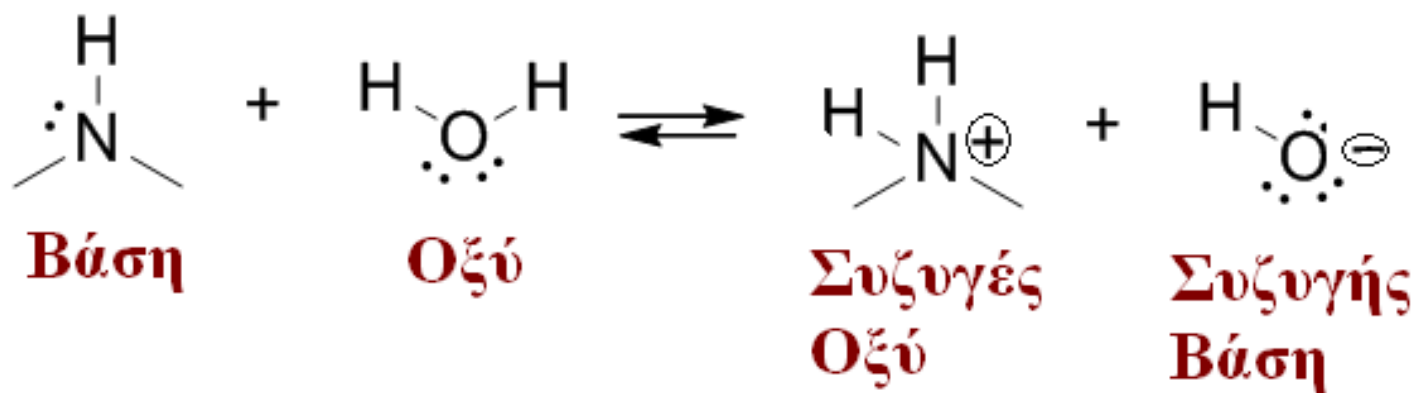


Βάση

Οξύ

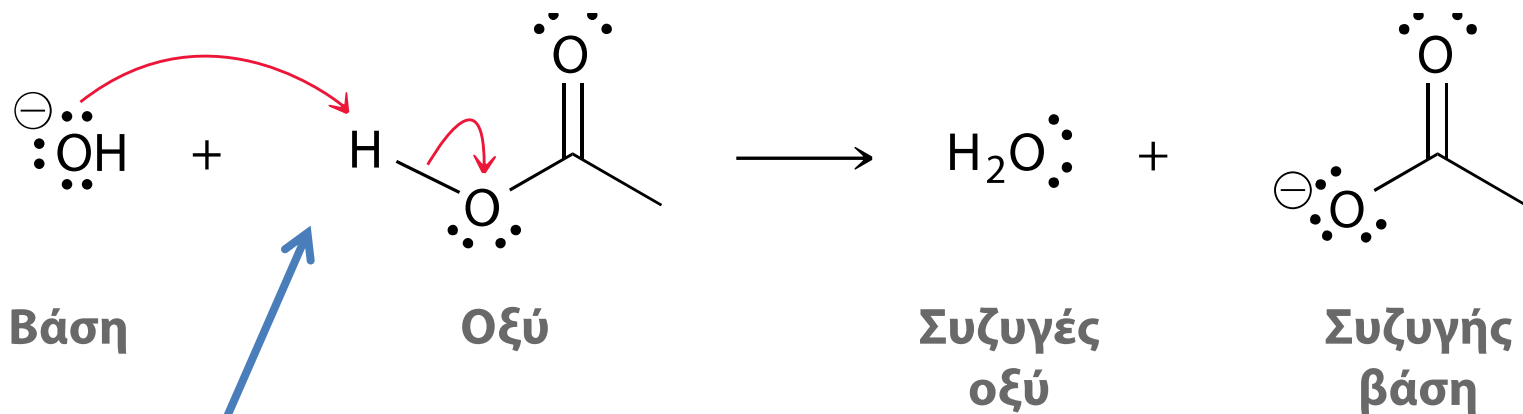
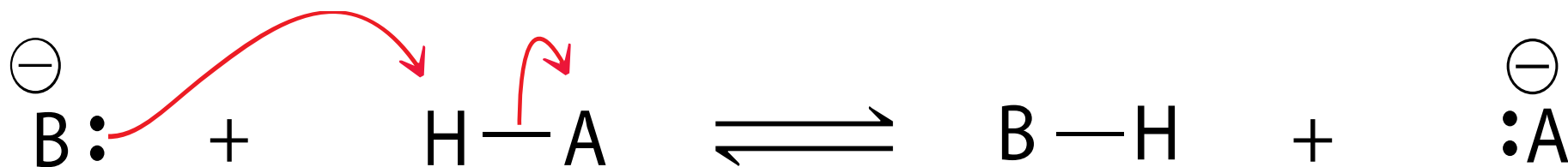
Συζυγές Οξύ

Συζυγής Βάση



## Ροή Ηλεκτρονιακής Πυκνότητας: Κυρτά Βέλη στις Αντιδράσεις

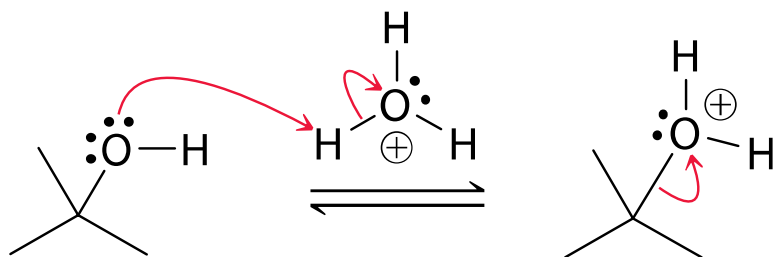
Οι αντιδράσεις γίνονται μέσω της κίνησης των ηλεκτρονίων (**ροή ηλεκτρονιακής πυκνότητας**). Απεικόνιση με κυρτά βέλη. Αναπαράσταση του **Μηχανισμού της Αντίδρασης**.



Το πρωτόνιο αποσπάται με τη βοήθεια της βάσης.

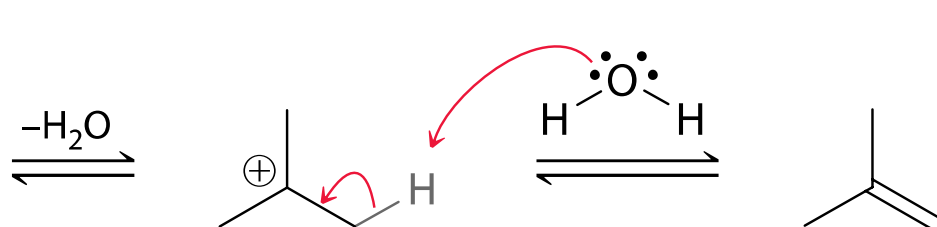
# Πολλοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν στάδια μεταφοράς H<sup>+</sup>.

## Μεταφορά H<sup>+</sup>

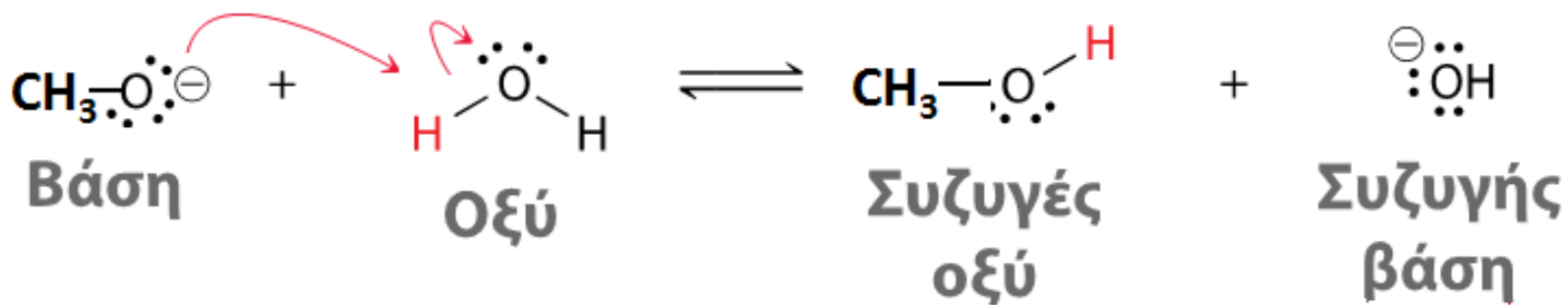


ΟΞΥ

## Μεταφορά H<sup>+</sup>



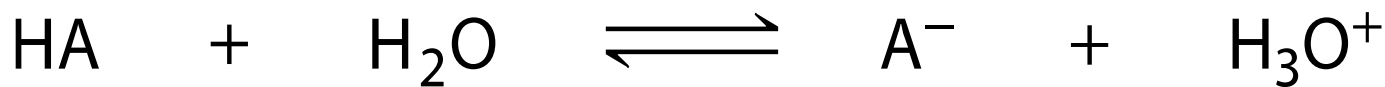
ΒΑΣΗ



## Οξύτητα Brønsted-Lowry: Ποσοτική Προσέγγιση

Η ισχύς ενός οξέος ή βάσης είναι χρήσιμη για να προβλεφθεί πως θα προχωρήσουν οι αντιδράσεις.

- Ποσοτική προσέγγιση της ισχύος – χρησιμοποιώντας τις τιμές  $pK_a$
- Ποιοτική προσέγγιση της ισχύος – με ανάλυση των δομών των οξέων.



Σταθερά  
ισορροπίας

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

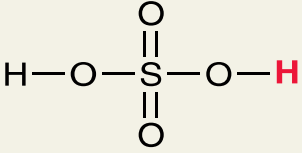
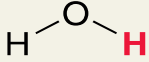
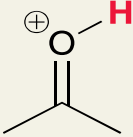
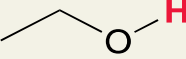
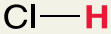
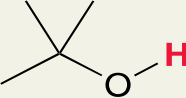
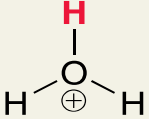
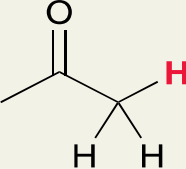
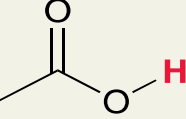
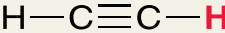
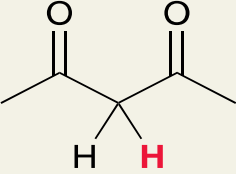
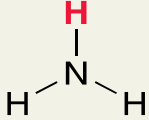
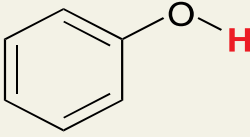
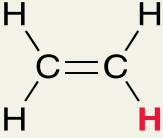
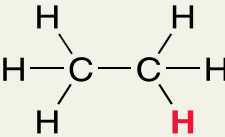
$$[\text{H}_2\text{O}] = 55,5 \text{ M}$$

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

Μέτρο της ισχύος  
του οξέος

$$pK_a = -\log K_a$$

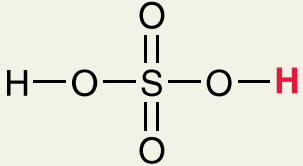
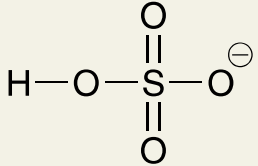
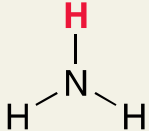
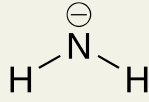
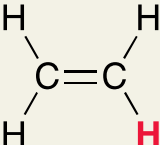
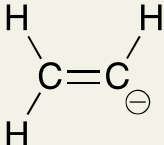
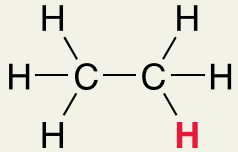
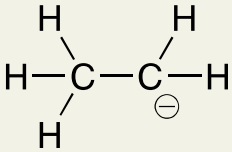
Τα ισχυρά οξέα έχουν χαμηλές τιμές  $pK_a$ , ενώ τα ασθενή υψηλές.

OΞY	pK <sub>a</sub>	OΞY	pK <sub>a</sub>
	-9		15,7
	-7,3		16
	-7		18
	-1,74		19,2
	4,75		25
	9,0		38
	9,9		44
			50

**Το H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> είναι ισχυρότερο από το HCl κατά 100 (10<sup>2</sup>) τάξεις μεγέθους.**

Οι τιμές  $pK_a$  χρησιμοποιούνται για τη σύγκριση της ισχύος των βάσεων.

Όσο ισχυρότερο είναι ένα οξύ τόσο ασθενέστερη είναι η συζυγής του βάση.

	ΟΞΥ	$pK_a$	ΣΥΖΥΓΗΣ ΒΑΣΗ	
Ισχυρότερο οξύ		-9		Ασθενέστερη βάση
	Cl—H	-7	Cl <sup>⊖</sup>	
		38		
		44		
Ασθενέστερο οξύ		50		Ισχυρότερη βάση

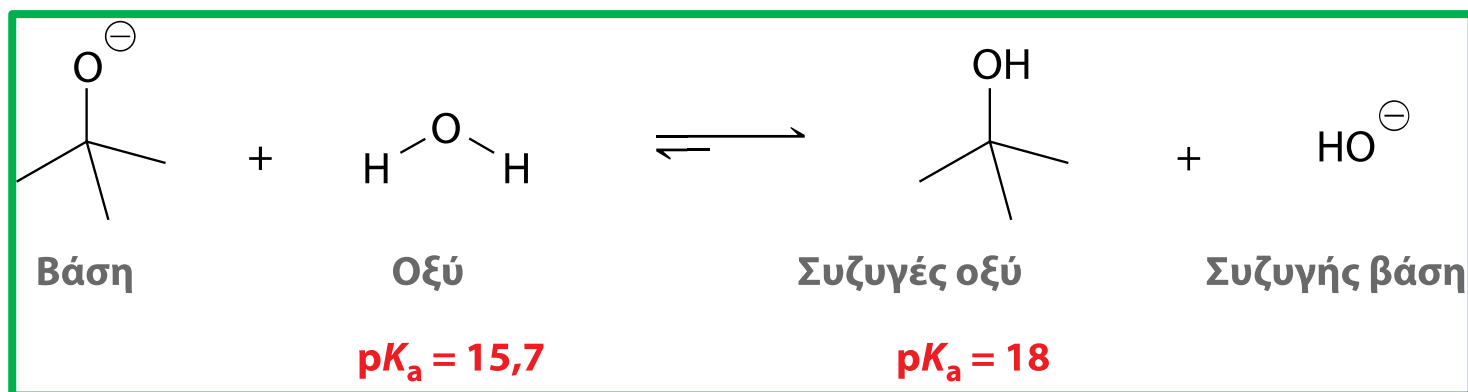


**Πίνακας 2.3 Η σχετική ισχύς μερικών κοινών οξέων και των συζυγών βάσεων τους.**

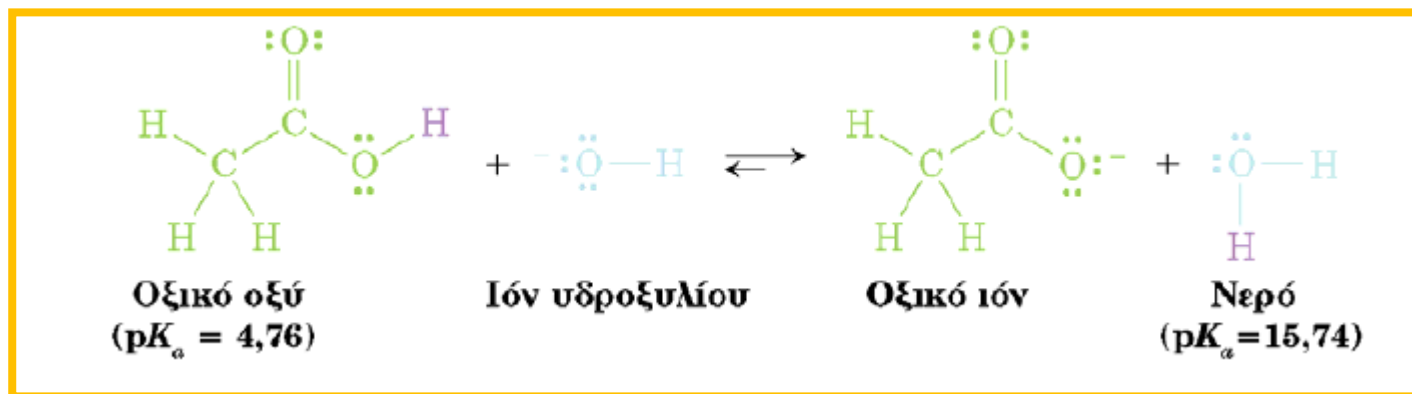
	Οξύ	Ονομασία	$pK_a$	Συζυγής βάση	Ονομασία	
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">Ασθενέ- στερο οξύ</div> <div style="margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="margin-bottom: 10px;">Ισχυρό- τερο οξύ</div> </div>	$CH_3CH_2OH$	Αιθανόλη	16,00	$CH_3CH_2O^-$	Ιόν αιθοξειδίου	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">Ισχυρό- τερη βάση</div> <div style="margin-bottom: 10px;">↑</div> <div style="margin-bottom: 10px;">Ασθενέ- στερη βάση</div> </div>
	$H_2O$	Νερό	15,74	$HO^-$	Ιόν υδροξυλίου	
	$HCN$	Υδροκυάνιο	9,31	$CN^-$	Ιόν κυανίου	
	$CH_3COOH$	Οξικό οξύ	4,76	$CH_3COO^-$	Οξικό ιόν	
	$HF$	Υδροφθορικό οξύ	3,45	$F^-$	Ιόν φθορίου	
	$HNO_3$	Νιτρικό οξύ	-1,3	$NO_3^-$	Νιτρικό ιόν	
	$HCl$	Υδροχλωρικό οξύ	-7,0	$Cl^-$	Ιόν χλωρίου	

Πρόβλεψη της θέσης της χημικής ισορροπίας χρησιμοποιώντας τις τιμές  $pK_a$ .

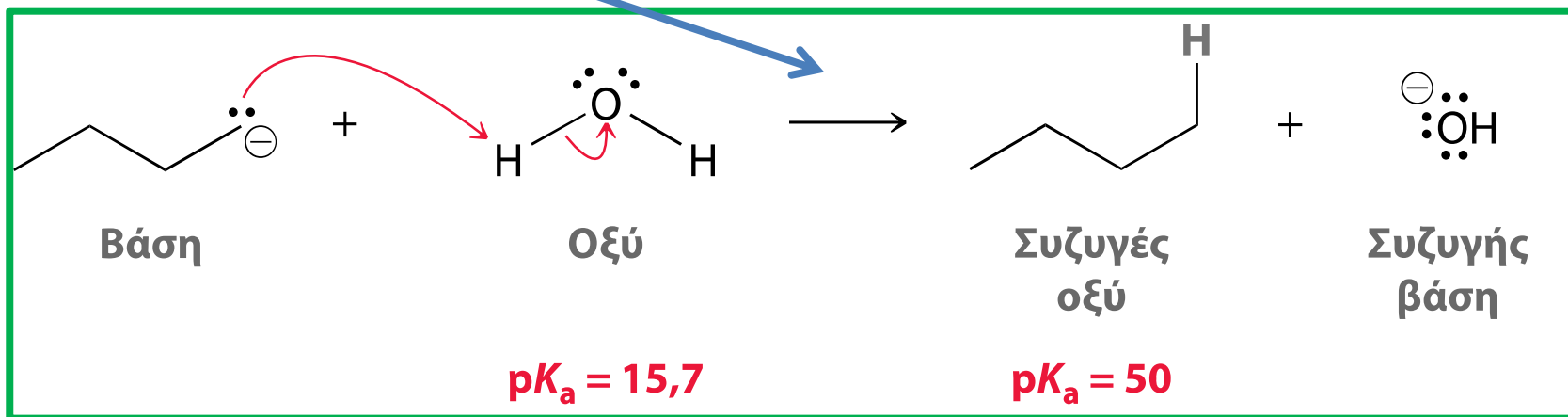
Χρησιμοποιώντας τις σχετικές τιμές  $pK_a$ , μπορεί να προβλεφθεί η θέση της ισορροπίας μιας αντίδρασης οξέος-βάσης.



Σχηματισμός του ασθενέστερου οξέος.



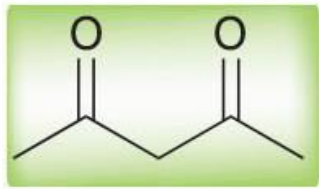
Με μεγάλη διαφορά των τιμών  $pK_a$  η αντίδραση αντιμετωπίζεται σαν ποσοτική.



Η διαφορά των τιμών  $pK_a$ , ( $50 - 15.7 \approx 34$ ) μας λέει, ότι θα υπάρχουν  $\approx 10^{34}$  περισσότερα προϊόντα παρά αντιδραστήρια.

## Εύρεση της θέσης της χημικής ισορροπίας

Προσδιορισμός του οξέος σε κάθε πλευρά της ισορροπίας

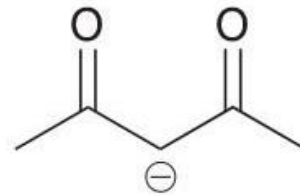


Οξύ

+

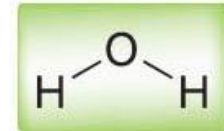


Βάση



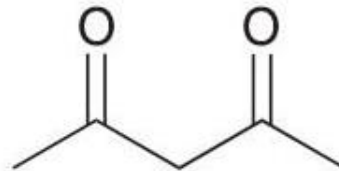
Βάση

+

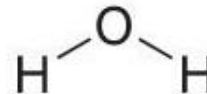


Οξύ

## Σύγκριση των τιμών $pK_a$



$pK_a = 9,0$



$pK_a = 15,7$

Η ισορροπία ευνοεί  
το ασθενέστερο οξύ

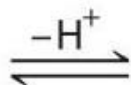
Στρέφεται προς τα δεξιά.

## Οξύτητα Brønsted-Lowry: Ποιοτική Προσέγγιση

### Ποιοτική προσέγγιση με ανάλυση και σύγκριση των δομών

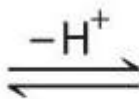
**Σταθερότητα της Συζυγούς Βάσης**

Για την ποιοτική σύγκριση των οξέων εξετάζεται η συζυγής βάση.



Συζυγής βάση  
του HA

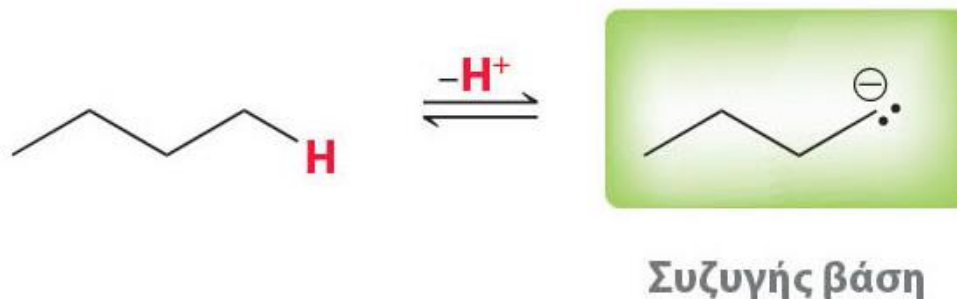
**Αν το A<sup>-</sup> είναι πολύ σταθερό (ασθενής βάση), το HA είναι ισχυρό οξύ.**



Συζυγής βάση

**Το Χλώριο σαν ηλεκτραρνητικό σταθεροποιεί το Cl<sup>-</sup> και το HCl είναι ένα ισχυρό οξύ.**

Εξετάζοντας το βουτάνιο φαίνεται ο C να φέρει αρνητικό φορτίο, που δεν μπορεί να το σταθεροποιήσει. Άρα είναι ασταθές και το βουτάνιο δεν είναι πολύ όξινο.



Για τη σύγκριση της οξύτητας δύο ενώσεων HA και HB εξετάζονται οι συζυγείς τους βάσεις:



## Παράγοντες που επηρεάζουν τη σταθερότητα ενός τυπικού αρνητικού φορτίου

Όσο πιο αποτελεσματικά μπορεί να σταθεροποιήσει το αρνητικό της φορτίο μία συζυγής βάση, τόσο ισχυρότερο είναι το οξύ.

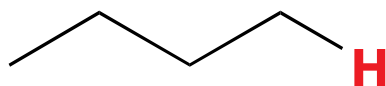
Παράγοντες που επηρεάζουν τη σταθερότητα ενός τυπικού αρνητικού φορτίου:

- Ο τύπος του **ατόμου (Atom)** που φέρει το φορτίο
- Ο **συντονισμός (Resonance)**
- Το **επαγωγικό φαινόμενο (Induction)**
- Η μορφή του **τροχιακού (Orbital)** στο οποίο βρίσκεται το φορτίο

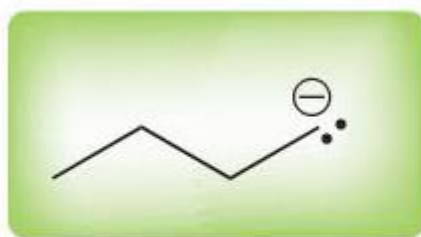
Οι παράγοντες αυτοί φέρουν το ακρωνύμιο, **ARIO** ή **ΑΣΕΤ**.

# 1. Ποιο άτομο φέρει το φορτίο

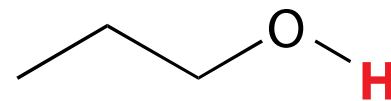
Σύγκριση των ατόμων που φέρουν το φορτίο στις συζυγείς βάσεις.



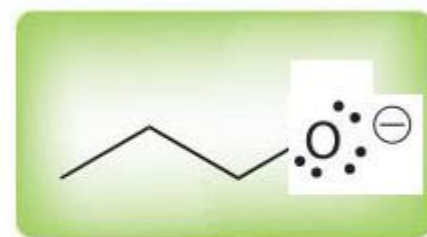
Βουτάνιο



Συζυγής βάση



Προπανόλη



Συζυγής βάση

Αύξηση της  
ηλεκτραρνητικότητας

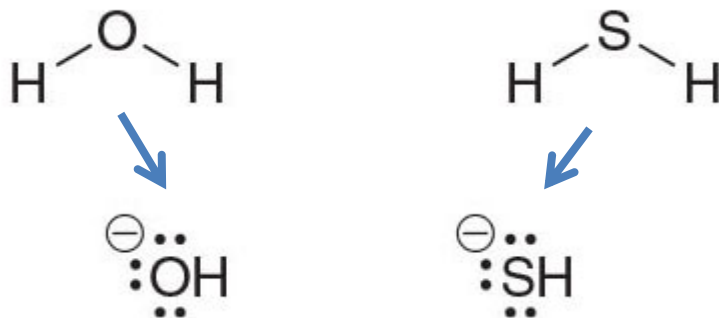


C	N	O	F
	P	S	Cl
		Br	
			I

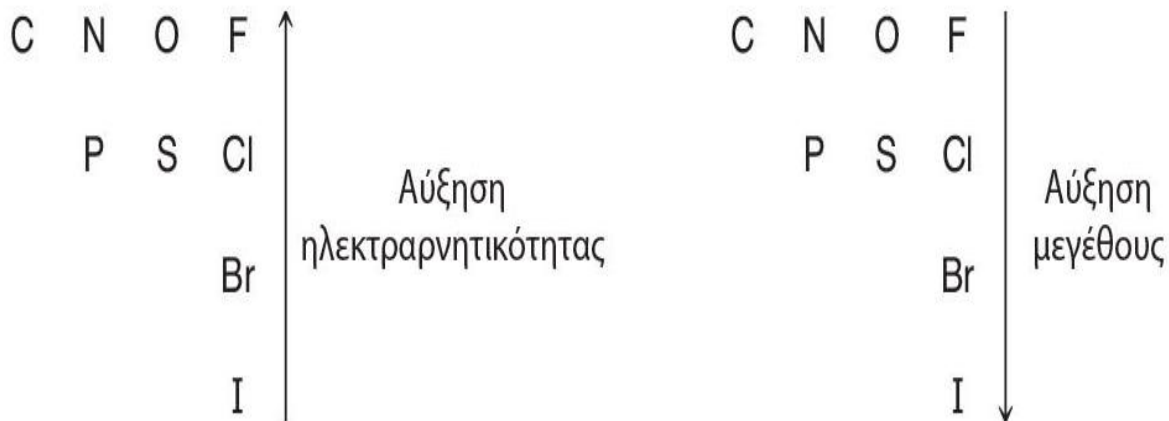
**Σύγκριση της ηλεκτραρνητικότητας των στοιχείων. Το O είναι πιο ηλεκτραρνητικό από τον C, οπότε σταθεροποιεί καλύτερα το αρνητικό φορτίο και η προπανόλη είναι πιο όξινη από το βουτάνιο.**



## Για άτομα της ίδιας ομάδας του Περιοδικού Πίνακα



**Υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ μεγέθους και ηλεκτραρνητικότητας**



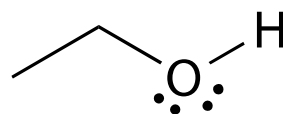
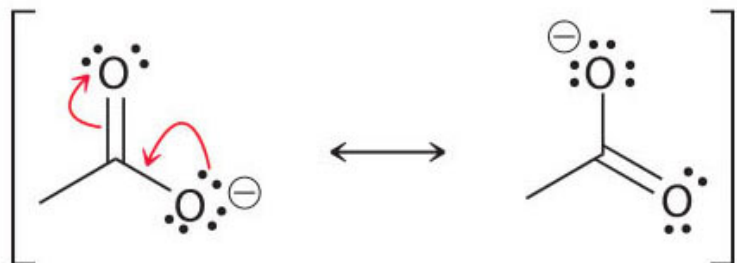
**Κυριαρχεί το μέγεθος γιατί σταθεροποιείται καλύτερα το αρνητικό φορτίο στο χώρο. Άρα το  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{p}K_a = 7,0$ ) είναι πιο όξινο από το  $\text{H}_2\text{O}$ .**

## 2. Συντονισμός

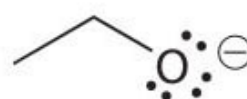
Επίδραση του φαινομένου του Συντονισμού στη σταθερότητα της συζυγούς βάσης μέσω σταθεροποίησης ενός τυπικού αρνητικού φορτίου.

### Σύγκριση της οξύτητας

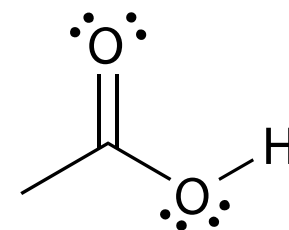
### Δύο δομές συντονισμού:



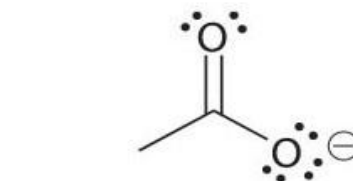
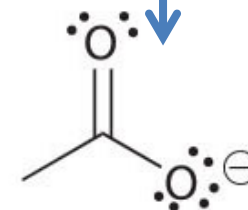
Αιθανόλη



Το φορτίο είναι εντοπισμένο (λιγότερο σταθερό)



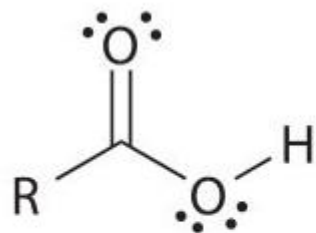
Οξικό οξύ



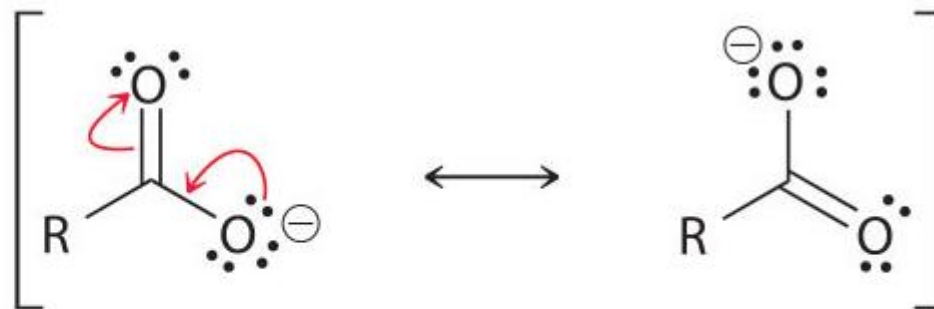
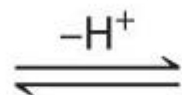
Το φορτίο είναι απεντοπισμένο (περισσότερο σταθερό)

**Πιο όξινο**

Τα καρβοξυλικά οξέα είναι όξινα. Αλλά λιγότερο όξινα από τα ανόργανα οξέα.



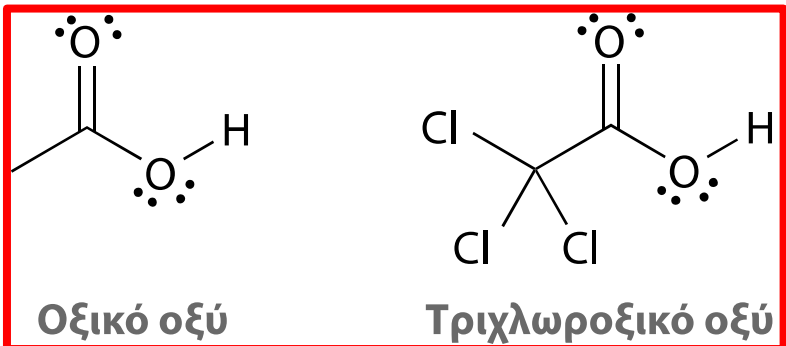
Καρβοξυλικό οξύ



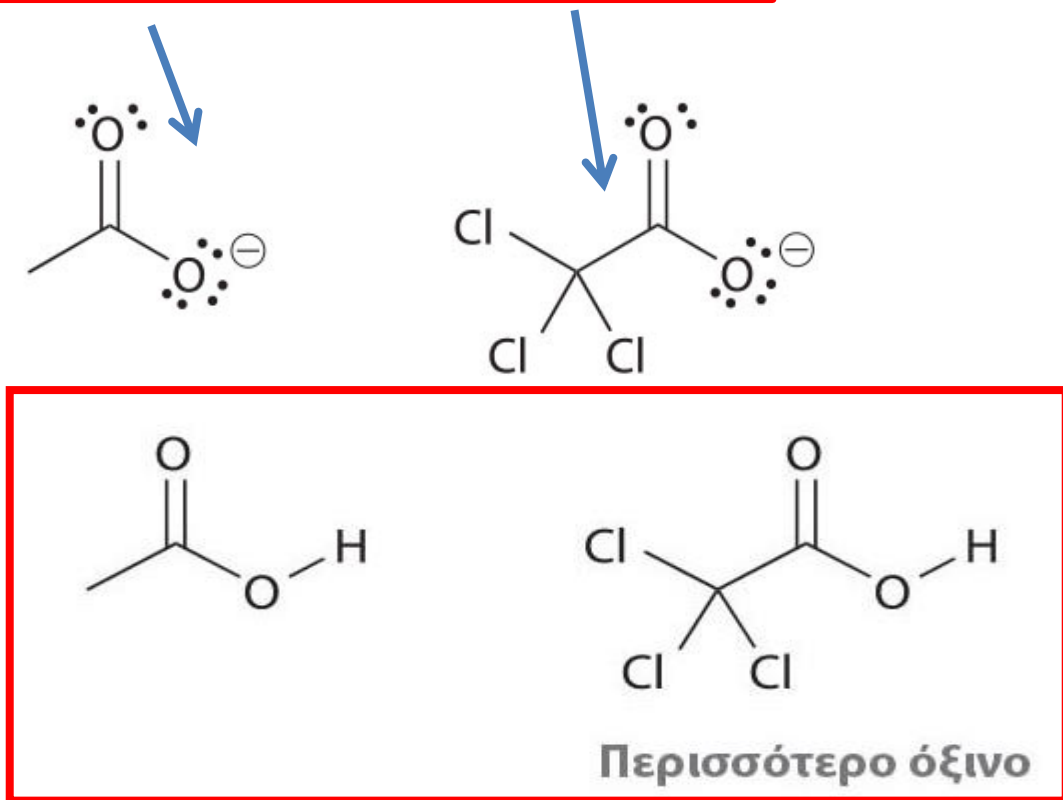
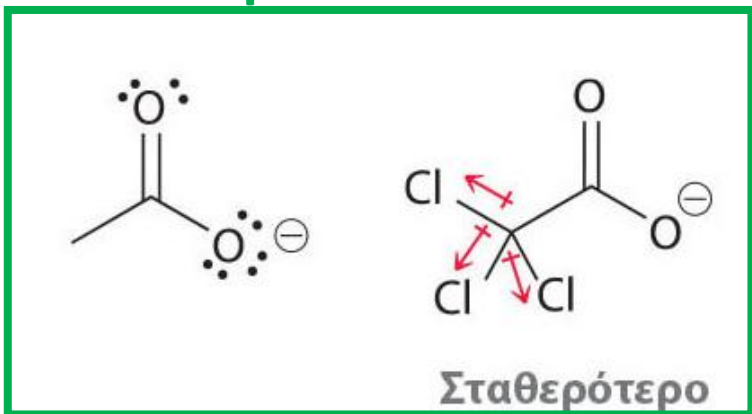
Συζυγής βάση που σταθεροποιείται μέσω συντονισμού

Το επαγωγικό φαινόμενο μπορεί να σταθεροποιήσει ένα τυπικό αρνητικό φορτίο απεντοπίζοντάς το.

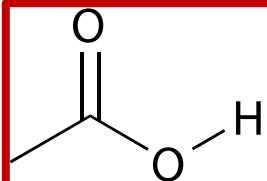
## Σύγκριση της οξύτητας



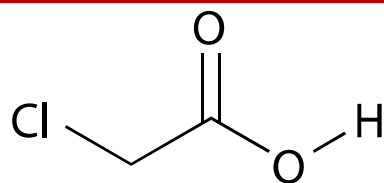
## Επίδραση της παρουσίας των ατόμων Cl



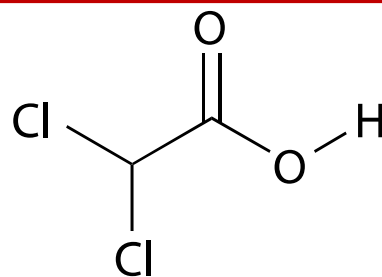
Το επαγωγικό φαινόμενο εξηγεί τις διαφορές στις τιμές  $pK_a$  των παρακάτω ενώσεων:



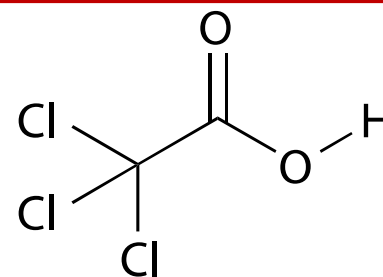
$pK_a = 4,75$



$pK_a = 2,87$



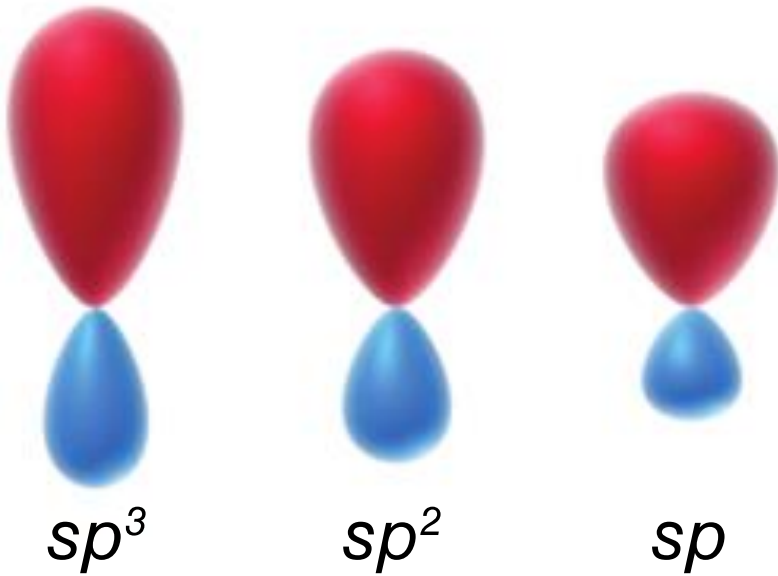
$pK_a = 1,25$



$pK_a = 0,70$

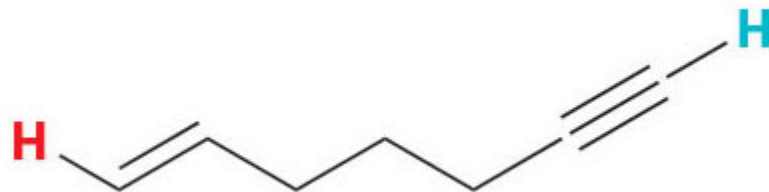
Η μορφή του **τροχιακού** μπορεί επίσης να επηρεάσει τη σταθερότητα ενός τυπικού αρνητικού φορτίου.

Ένα αρνητικό φορτίο είναι περισσότερο σταθερό εάν συγκρατείται πλησιέστερα στον πυρήνα ενός ατόμου.

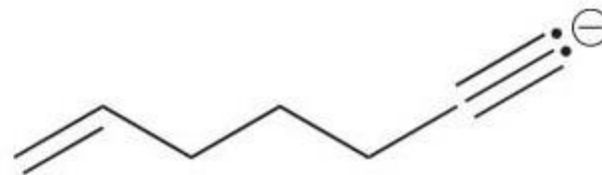
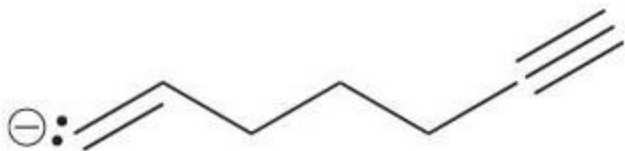


Ένα  $sp$  υβριδικό τροχιακό συγκρατεί πλησιέστερα στον πυρήνα ένα ζεύγος ηλεκτρονίων σε σχέση με ένα  $sp^2$  ή  $sp^3$  τροχιακό.

## Σύγκριση της οξύτητας των H



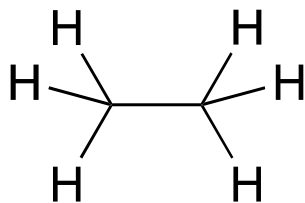
## Σύγκριση των συζυγών βάσεων:



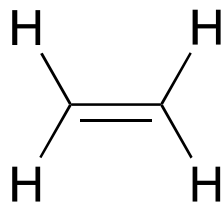
Σταθερότερο

Λόγω *sp* υβριδισμού

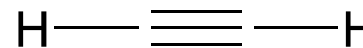
Το ακετυλένιο είναι 19 τάξεις μεγέθους πιο όξινο από το αιθυλένιο.



Αιθάνιο  
 $pK_a = 50$



Αιθυλένιο  
 $pK_a = 44$



Ακετυλένιο  
 $pK_a = 25$