



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Τμήμα Δειφορικής
Γεωργίας, Γεωπονική Σχολή

Οργανική Χημεία

5^η Ενότητα

Αλκυλαλογονίδια

Γαλάνη Απ. Αγγελική, Χημικός PhD
Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, (Ε.ΔΙ.Π.)

Οργανοαλογονίδια: Ενώσεις που περιέχουν ένα ή περισσότερα άτομα αλογόνου

- Ενώσεις ευρέως διαδεδομένες στη φύση: περισσότερα από 5000 οργανοαλογονίδια σε φύκη και άλλους θαλάσσιους οργανισμούς. Οι θαλάσσιοι οργανισμοί τα παράγουν ως αυτοάμυνα έναντι αρπακτικών ή ως φυσικά παρασιτοκτόνα. Και το ανθρώπινο ανοσοποιητικό σύστημα παράγει αλογονωμένες ενώσεις για άμυνα έναντι μολύνσεων.
- CH_3Cl : Απελευθερώνεται από θαλάσσια φαιοφύκη, δασικές πυρκαγιές και ηφαίστεια.



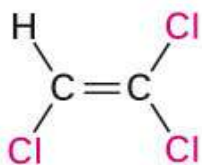
John McMurry, *ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ*, ΠΕΚ 2016.





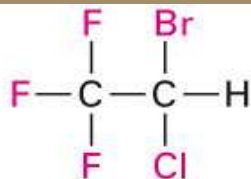
Οργανοαλογονίδια

- Ενώσεις που χρησιμοποιούνται ευρέως ως **βιομηχανικοί διαλύτες, ιατρικά αναισθητικά, (εισπνεόμενα) και εντομοκτόνα.**



Trichloroethylene
(a solvent)

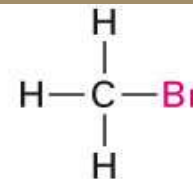
© 2007 Thomson Higher Education



Halothane
(an inhaled anesthetic)

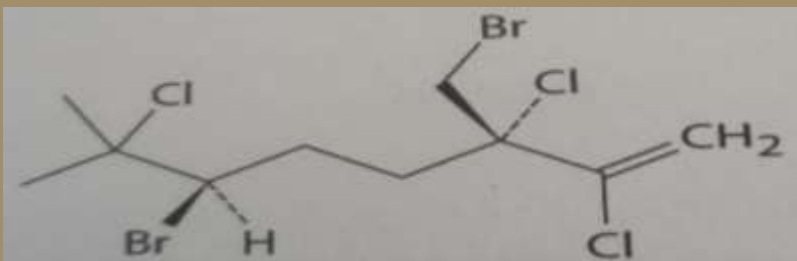


Dichlorodifluoromethane
(a refrigerant)



Bromomethane
(a fumigant)

- Ενώσεις που χρησιμοποιούνται ως **φάρμακα**. Παράδειγμα το **halothan** που απομονώθηκε από φύκη και εμφανίζει **αντικαρκινική δράση**.



- Ενώσεις που χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα τροφίμων όπως το **γλυκαντικό σουκραλόζη** που περιέχει τρία άτομα χλωρίου.



Στα οργανοαλογονίδια, το αλογόνο, $X = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$, μπορεί να συνδέεται με:

Αλκυνυλο ομάδα: $\text{C} \equiv \text{C}-\text{X}$

Βινυλομάδα: $\text{C} = \text{C}-\text{X}$

Αρωματικό δακτύλιο: $\text{Ar}-\text{X}$

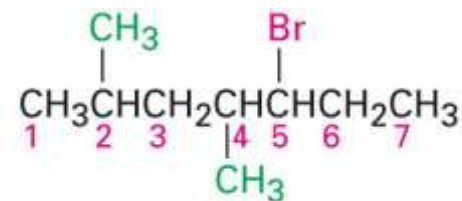
Αλκυλομάδα: Αλκυλαλογονίδια, ενώσεις όπου το αλογόνο συνδέεται με sp^3 υβριδισμένο C



- Τα αλκυλαλογονίδια τα οποία περιέχουν πολλά άτομα αλογόνου, ονομάζονται πολυαλογονομένοι υδρογονάνθρακες.
- Τέτοιοι χλωροφθοροϊωμένοι υδρογονάνθρακες όπως τα CHCl_2F , CHClF_2 , CCl_3F , CCl_2F_2 , CClF_3 είναι γνωστοί με το όνομα Freon. Χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά υγρά και ως προωθητικά αέρια σε spray. Η χρήση τους έχει απαγορευθεί, διότι συμβάλλουν στην καταστροφή του όζοντος της ατμόσφαιρας.

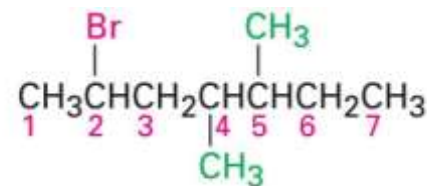
Ονοματολογία αλκυλαλογονιδίων

1. Βρίσκεται η μακρύτερη αλυσίδα και ονοματίζεται ως κύρια.
2. Αριθμούνται τα άτομα C της κύριας αλυσίδας, αρχίζοντας από εκείνο το άκρο που βρίσκεται πιο κοντά στον 1^ο υποκαταστάτη, είτε αυτός είναι αλκυλομάδα, είτε αλογόνο. Εάν υπάρχουν διαφορετικά αλογόνα, αριθμούνται ανάλογα με τη θέση τους στην ανθρακική αλυσίδα και παραθέτονται με λατινική αλφαβητική σειρά.
3. Εάν οι υποκαταστάτες ισαπέχουν από τα άκρα της κύριας ανθρακικής αλυσίδας, η αρίθμηση αρχίζει από το άκρο που είναι πιο κοντά σε αυτόν που προηγείται αλφαβητικά.

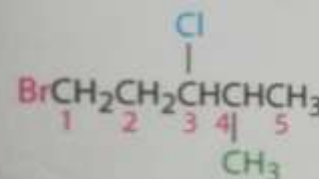


5-Bromo-2,4-dimethylheptane

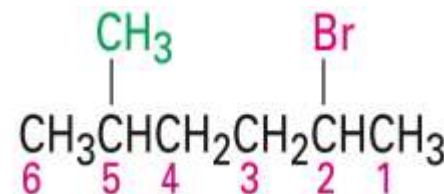
© 2007 Thomson Higher Education



2-Bromo-4,5-dimethylheptane



1-Βρωμο-3-χλωρο-4-μεθυλοπεντάνιο



2-Bromo-5-methylhexane

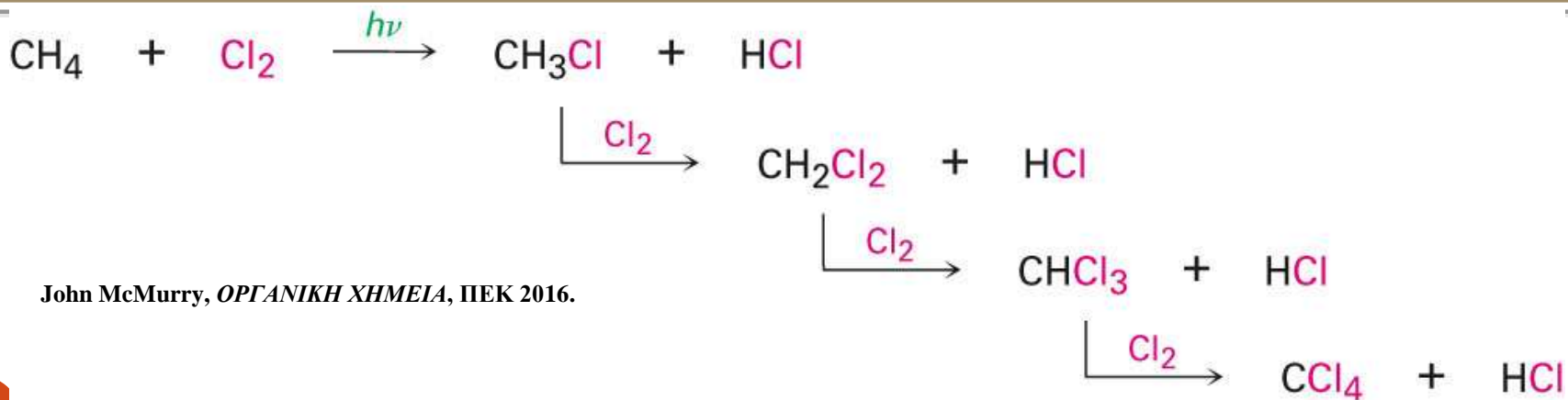
(NOT 5-bromo-2-methylhexane)

© 2007 Thomson Higher Education



Παρασκευή αλκυλαλογονιδίων από αλκάνια: αλογόνωση μέσω ριζών

- Προσθήκη Cl_2 ή Br_2 σε αλκάνια παρουσία φωτός, οδηγεί σε σύνθεση απλών αλκυλαλογονιδίων, όμως έτσι παράγεται μίγμα προϊόντων.
 - Υπάρχει δυσκολία στον έλεγχο της αντίδρασης.
 - Η αντίδραση πραγματοποιείται με μηχανισμό ελευθέρων ριζών.
- Συνήθως δεν είναι καλή ιδέα να σχεδιάσει κάποιος μια σύνθεση χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο, ακριβώς λόγω των πολλών προϊόντων τα οποία λαμβάνονται.



John McMurry, ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ, ΠΕΚ 2016.

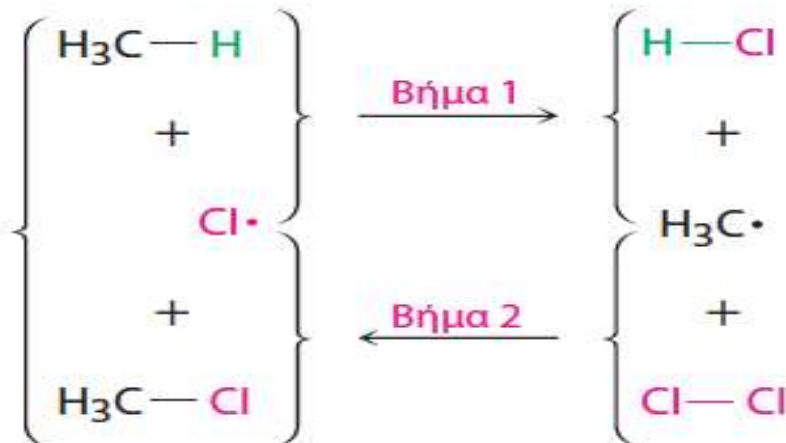


Μηχανισμός ελευθέρων ριζών

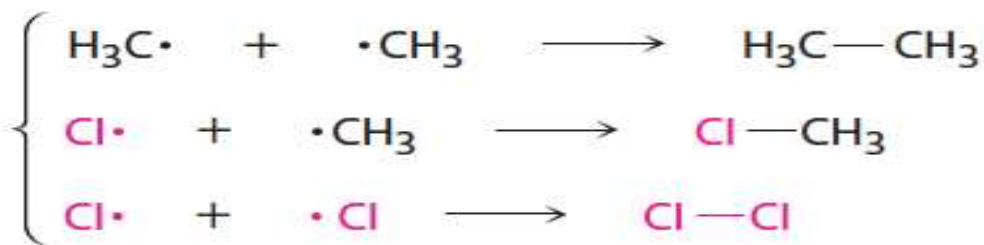
Στάδιο έναρξης



Στάδια διάδοσης
(επαναλαμβανόμενος
κύκλος)



Στάδια τερματισμού



Συνολική αντίδραση

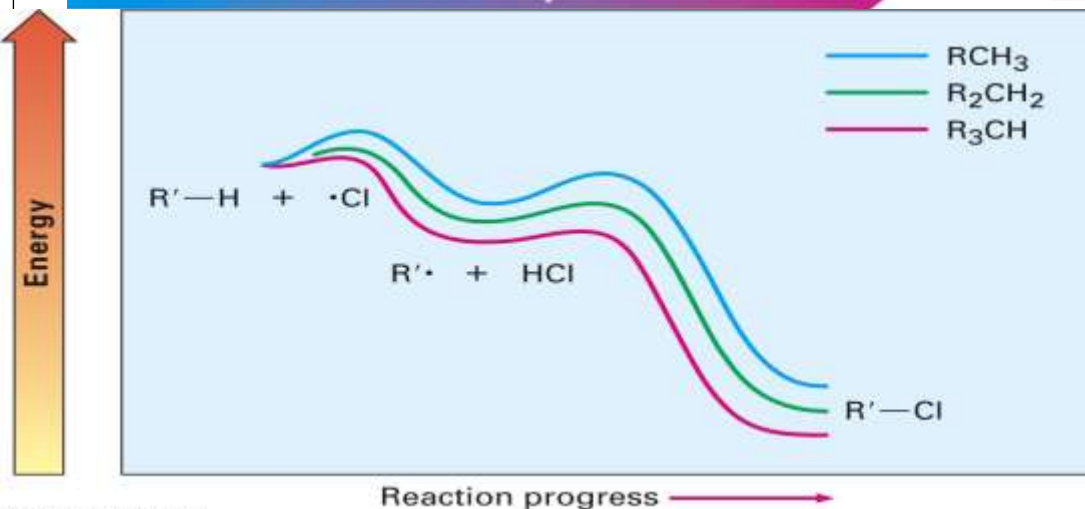
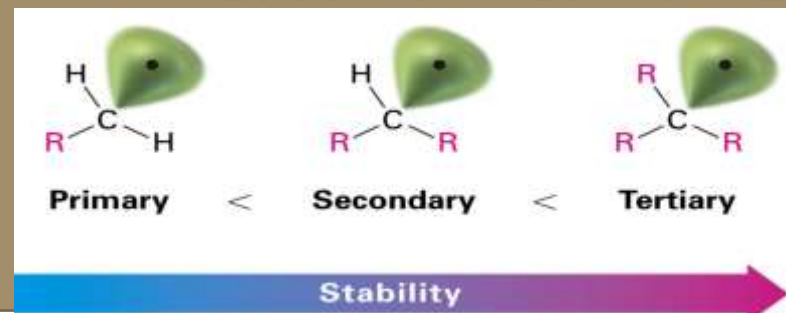
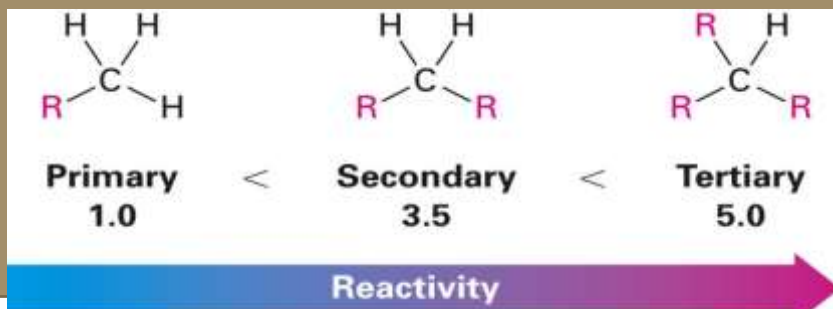




Οι 3^ο ταγείς δεσμοί C-H ασταθέστεροι των 2^ο ταγών και οι 2^ο ταγείς ασταθέστεροι των 1^ο ταγών δεσμών C-H

- Σχετική δραστηριότητα ως προς τη χλωρίωση: $R_3CH > R_2CH_2 > RCH_3$
5 : 3,5 : 1,0

- Σχετική δραστηριότητα ως προς τη βρωμίωση: $R_3CH > R_2CH_2 > RCH_3$
1700 : 80 : 1,0

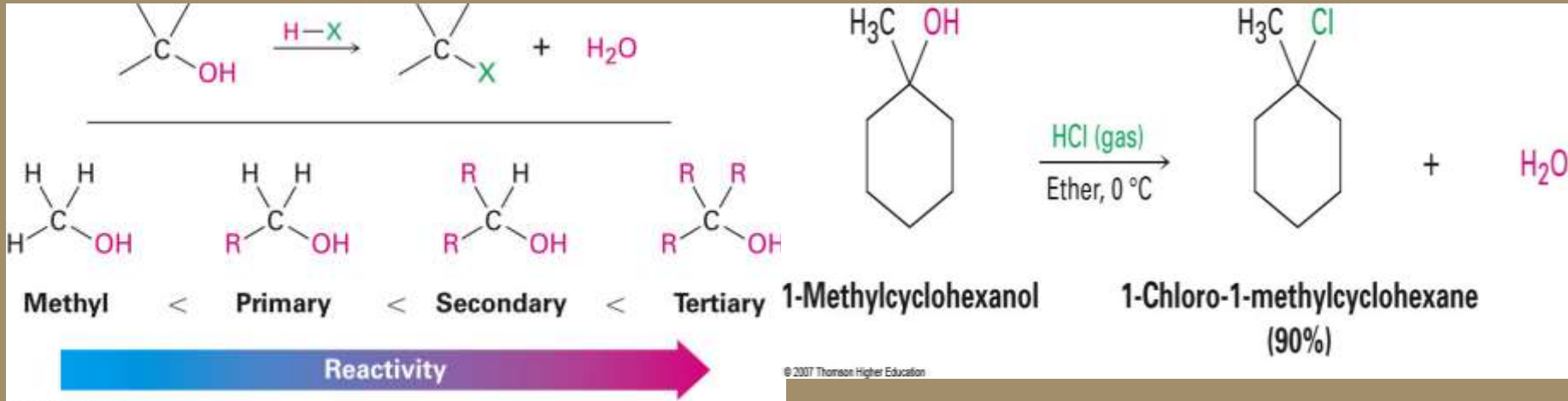


Οι 3^ο ταγείς ρίζες είναι σταθερότερες και σχηματίζονται ταχύτερα από τις ασταθέστερες. Άρα τα 3^ο ταγή H, απομακρύνονται ευκολότερα.



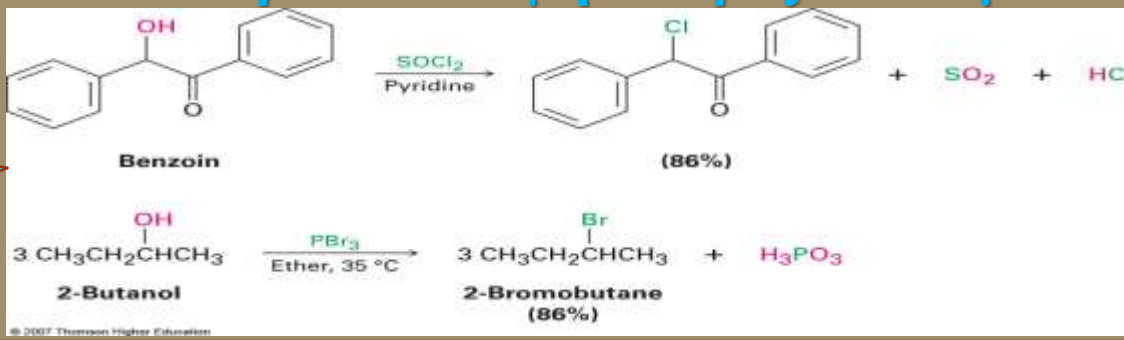
Παρασκευή αλκυλαλογονιδίων από αλκοόλες

- Είναι η πιο γενική μέθοδος παρασκευής αλκυλαλογονιδίων.
- Κατεργασία αλκοόλης με HCl, HBr ή HI, η πιο απλή μέθοδος.
- Για τις R₃COH απαιτείται απλά διοχέτευση αέριου HCl ή HBr σε ψυχρό αιθερικό διάλυμά τους.



- Οι R₂CHOH και RCH₂OH αντιδρούν σε υψηλότερες T και με πιο μικρή ταχύτητα.

Κατεργασία με θειονυλοχλωρίδιο ή PBr₃



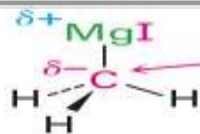
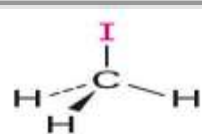
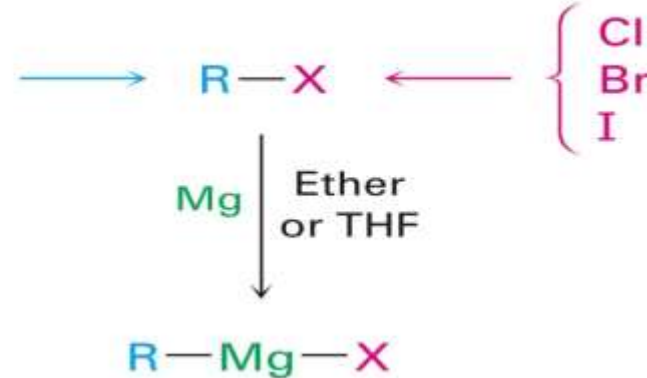


Αντιδράσεις αλκυλαλογονιδίων

Αντιδραστήρια Grignard

- Αντίδραση RX με μεταλλικό Mg σε αιθερικό διάλυμα THF.
- Προϊόν: Οργανομαγνησιακή ένωση, $RMgX$.
- Οι οργανομεταλλικές ενώσεις, περιέχουν δεσμό C-μετάλλου.

1° alkyl
2° alkyl
3° alkyl
alkenyl
aryl

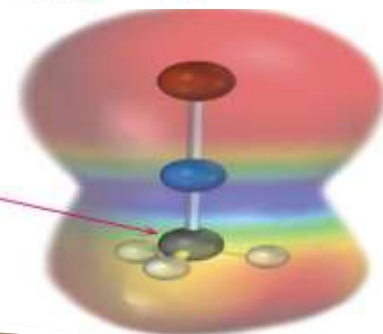


Basic and nucleophilic

Iodomethane

Methylmagnesium iodide

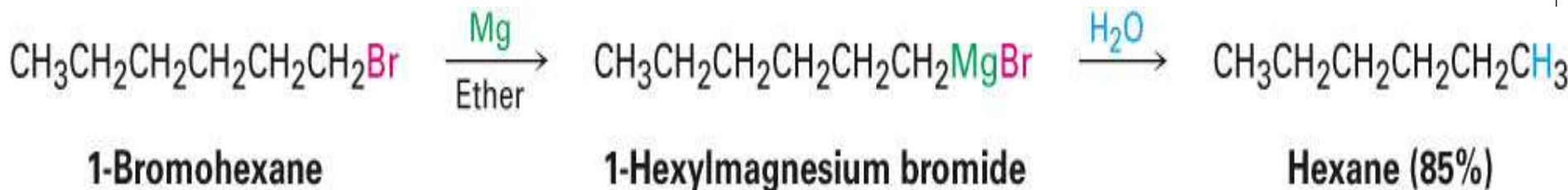
© 2007 Thomson Higher Education



Ο δεσμός C-Mg, είναι πολωμένος, άρα το άτομο C στα αντιδραστήρια Grignard είναι πυρηνόφιλο και βασικό.

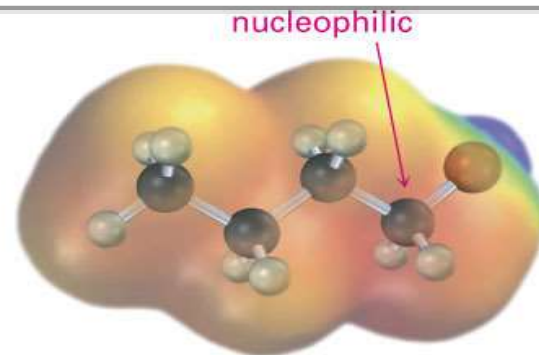
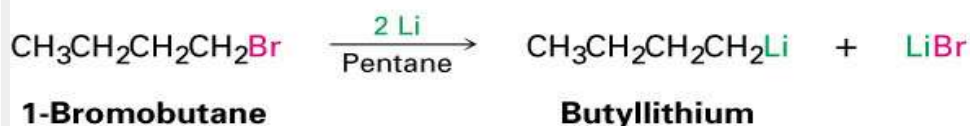
Αντιδραστήρια Grignard

- Ένα **αντιδραστήριο Grignard** τυπικά μπορεί να θεωρηθεί **άλας με Mg, $R_3C^- + MgX$** , το οποίο προέρχεται από το οξύ R_3C-H .
- Άρα είναι ανιόν του άνθρακα, δηλαδή καρβανιόν.
- Οι υδρογονάνθρακες είναι ασθενή οξέα, άρα τα καρβανιόντα ισχυρές βάσεις και συνεπώς τα αντιδραστήρια Grignard πρέπει να προστατεύονται από την υγρασία της ατμόσφαιρας ώστε να αποτρέπεται η καταστροφή τους.

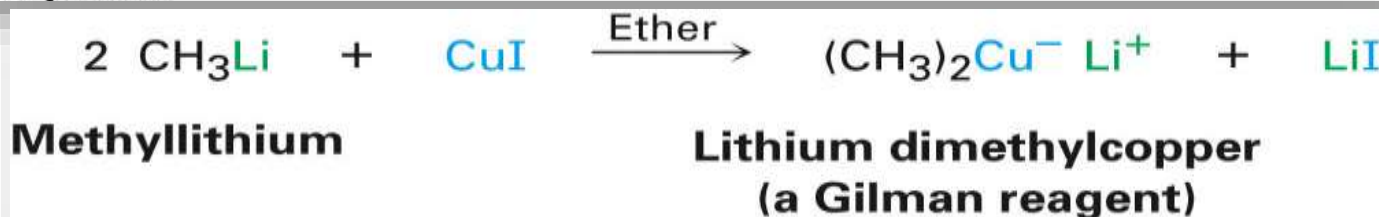


Αντιδράσεις σύζευξης οργανομεταλλικών ενώσεων

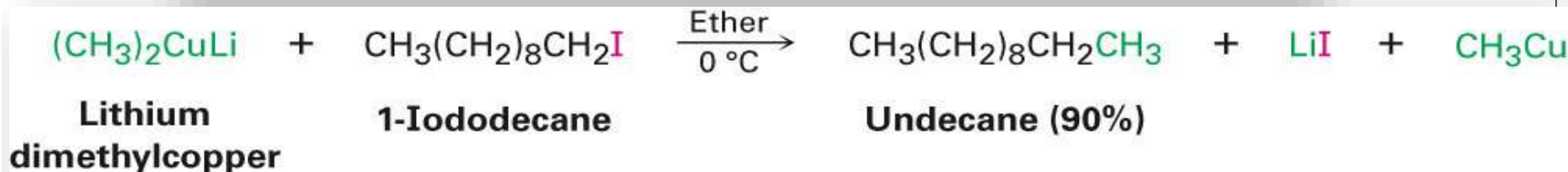
- RX με μεταλλικό $Li \rightarrow$ αλκυλολιθικά αντιδραστήρια, RLi .
- RLi με $CuI \rightarrow$ ενώσεις τύπου R_2CuLi (αντιδραστήρια Gilman).
- Τα R_2CuLi αντιδρούν με οργανοχλωρίδια, βρωμίδια, ιωδίδια, αλλά όχι φθορίδια και παράγουν αλκάνια.



© 2007 Thomson Higher Education



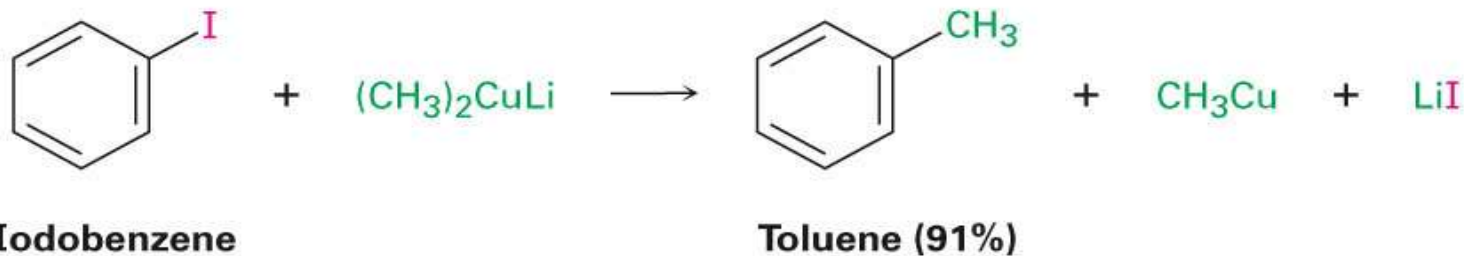
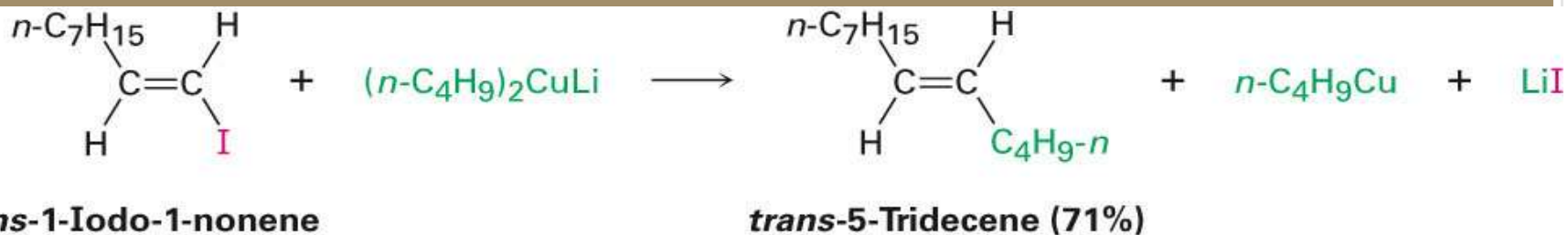
© 2007 Thomson Higher Education



© 2007 Thomson Higher Education

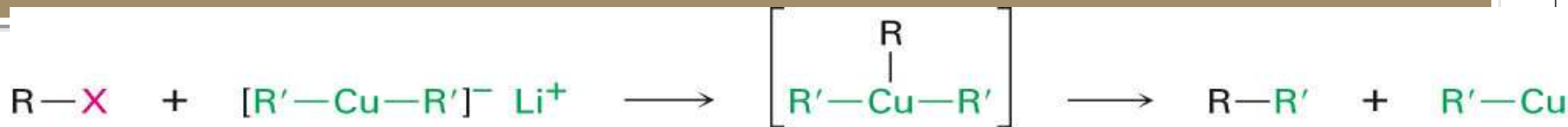
Χρησιμότητα αντιδράσεων σύζευξης οργανομεταλλικών ενώσεων στην οργανική σύνθεση

- Από τη σύζευξη δύο οργανομεταλλικών μορίων προκύπτουν μεγαλύτερα μόρια καθορισμένης δομής.



© 2007 Thomson Higher Education

- Αρχικά σχηματίζεται τριυποκατεστημένο ενδιάμεσο Cu που ακολουθείται από σύζευξη και απόσπαση RCu.



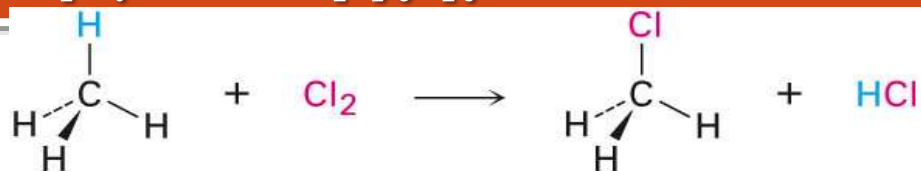
© 2007 Thomson Higher Education



Οξείδωση και αναγωγή στην οργανική χημεία

- **Οξείδωση** Μείωση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας ενός ατόμου C, λόγω:
 - σχηματισμού δεσμών: C-**O** C-**N** C-**X**
 - διάσπασης δεσμού: C-**H**
- **Αναγωγή** Αύξηση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας ενός ατόμου C, λόγω:
 - σχηματισμού δεσμού: C-**H**
 - διάσπασης δεσμών: C-**O** C-**N** C-**X**

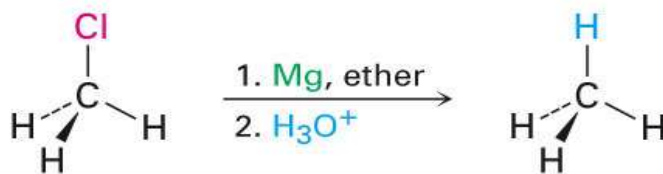
Αντιδράσεις οξείδωσης και αναγωγής στην οργανική χημεία



Methane

Chloromethane

Oxidation: C-H bond broken and C-Cl bond formed

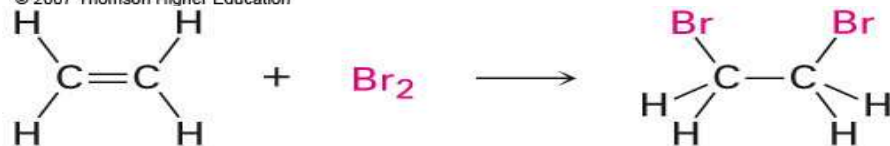


Chloromethane

Methane

Reduction: C-Cl bond broken and C-H bond formed

© 2007 Thomson Higher Education



Ethylene

1,2-Dibromoethane

Oxidation: Two new bonds formed between carbon and a more electronegative element

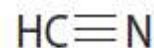
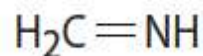
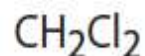
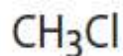
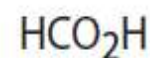
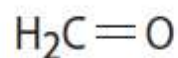
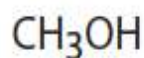
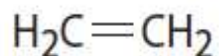


Ethylene

Bromoethane

Neither oxidation nor reduction: One new C-H bond and one new C-Br bond formed

Οξειδωτικές βαθμίδες



Χαμηλή οξειδωτική
βαθμίδα



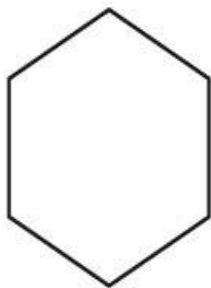
Υψηλή οξειδωτική
βαθμίδα

- Κάθε αντίδραση που μετατοπίζει μια ένωση από χαμηλότερη σε υψηλότερη οξειδωτική βαθμίδα, θεωρείται οξείδωση.
- Κάθε αντίδραση που μετατοπίζει μια ένωση από υψηλότερη σε χαμηλότερη οξειδωτική βαθμίδα, θεωρείται αναγωγή.

Υπολογισμός οξειδωτικής βαθμίδας

- Ενώσεις οι οποίες έχουν ίδιο αριθμό ατόμων C, μπορούν να συγκριθούν με πρόσθεση του αριθμού των δεσμών C-O, C-N και C-X και αφαίρεση του αριθμού των δεσμών C-H.
- Όσο μεγαλύτερος αριθμός προκύπτει, τόσο υψηλότερη η οξειδωτική βαθμίδα.

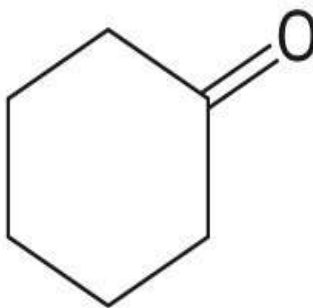
(a)



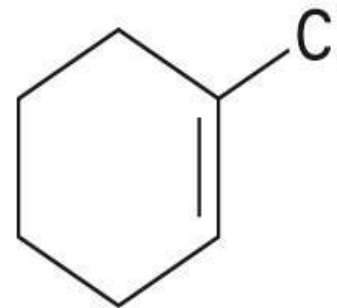
$$0-12 = -12$$



$$0-6 = -6$$



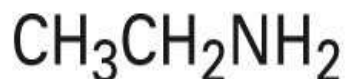
$$2-10 = -8$$



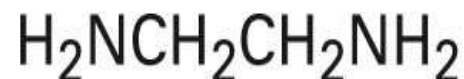
$$1-9 = -8$$



$$3-3 = 0$$



$$1-5 = -4$$



$$2-4 = -2$$



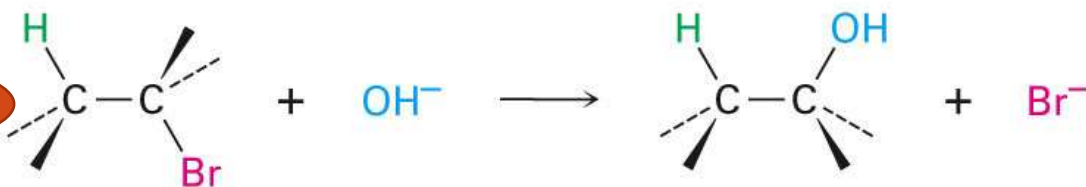
**ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΠΥΡΗΝΟΦΙΛΗΣ
ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ
ΑΠΟΣΠΑΣΗΣ ΑΛΚΥΛΛΑΛΟΓΟΝΙΔΙΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ**



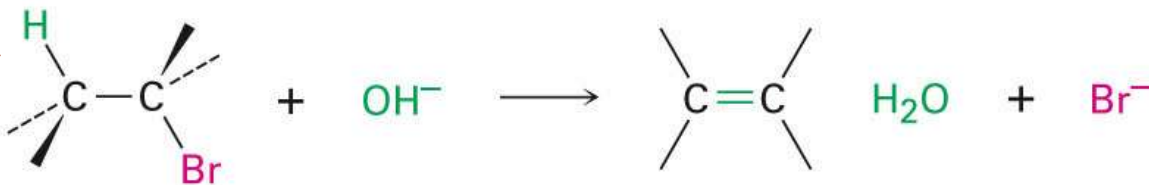
Ο δεσμός άνθρακα-αλογόνου είναι πολικός και το άτομο C είναι ηλεκτρονιακά φτωχό

- Τα αλκυλαλογονίδια είναι ηλεκτρονιόφιλα αντιδραστήρια και δίνουν πολικές αντιδράσεις.
- Τα αλκυλαλογονίδια αντιδρούν με πυρηνόφιλα αντιδραστήρια και με βάσεις.

Υποκατάσταση
Substitution



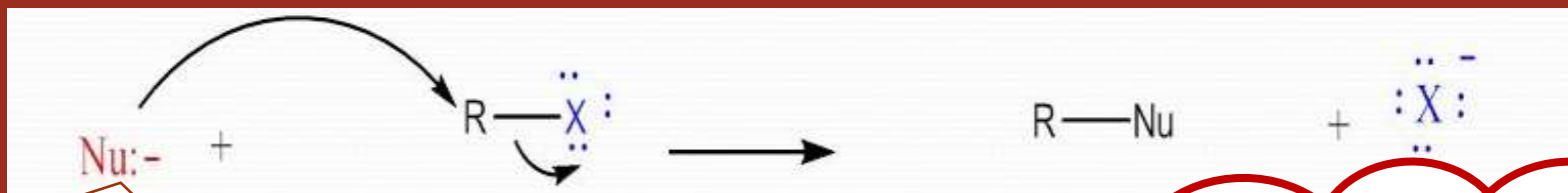
Απόσπαση
Elimination



John McMurry, ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ, ΠΕΚ 2016.

Πυρηνόφιλη υποκατάσταση

- Η πυρηνόφιλη υποκατάσταση είναι μια γενική κατηγορία αντιδράσεων, χαρακτηριστικών για όσα οργανικά μόρια διαθέτουν μια καλή αποχωρούσα ομάδα, για την οποία υπάρχει η δυνατότητα υποκατάστασής της από άλλη ομάδα.
- Η πιο χαρακτηριστική ομάδα οργανικών μορίων που δίνουν τέτοιες αντιδράσεις είναι τα αλκυλαλογονίδια.



Πυρηνόφιλο

Πυρηνόφιλες ενώσεις: π.χ. ουδέτερων μορίων

H_2O , $R-O-H$, $R-O-R$, $:NH_3$, $:NH_2R$, $:NHR_2$, $:NR_3$, $R-S-H$

Πυρηνόφιλες ενώσεις: π.χ. ανιόντων

Cl^- (chloride ion), Br^- (bromide ion), I^- (iodide ion), HO^- (hydroxide ion), CN^- (cyanide ion), NO_2^- (nitrite ion)

Πυρηνόφιλες ενώσεις είναι δυνατόν να είναι ανιόντα ή ουδέτερα μόρια τα οποία έχουν ελεύθερο ζεύγος ηλεκτρονίων.

Παραδείγματα αντιδράσεων πυρηνόφιλης υποκατάστασης αλκυλαλογονιδίων

Πυρηνόφιλο			Προϊόν
-OH	+	$\text{R-X} \rightarrow$	$\text{R-OH} + \text{X}^-$
H_2O	+	$\text{R-X} \rightarrow$	$\text{R-OH} + \text{HX}$
$\text{R}'\text{-O}^-$	+	$\text{R-X} \rightarrow$	$\text{R-O-R}' + \text{X}^-$
$\text{R}'\text{-OH}$	+	$\text{R-X} \rightarrow$	$\text{R-O-R}' + \text{HX}$
NH_3	+	$\text{R-X} \rightarrow$	$\text{R-NH}_2 + \text{HX}$
-SH	+	$\text{R-X} \rightarrow$	$\text{R-SH} + \text{X}^-$
$\text{R}'\text{-S}^-$	+	$\text{R-X} \rightarrow$	$\text{R-S-R}' + \text{X}^-$
-CN	+	$\text{R-X} \rightarrow$	$\text{R-CN} + \text{X}^-$
$\text{R}'\text{-C}\equiv\text{C}^-$	+	$\text{R-X} \rightarrow$	$\text{R}'\text{-C}\equiv\text{C-R} + \text{X}^-$



Μηχανισμός Πυρηνόφιλης Υποκατάστασης

S_N2

S_N1

S: Υποκατάσταση (Substitution)

N: Πυρηνόφιλος (Nucleophilic)

2: η
ταχύτητα
της
αντίδρασης
εξαρτάται
από δύο
μόρια

1: η
ταχύτητα
της
αντίδρασης
εξαρτάται
από ένα
μόριο



Η αντίδραση S_N2

- Η αντίδραση πραγματοποιείται με αναστροφή της στερεοχημικής απεικόνισης του μορίου.
- Ακολουθεί **κινητική 2^{ης} τάξεως**:
 - Ταχύτητα αντίδρασης = $K \times [RX] \times [\text{Πυρηνόφιλο}]$
 - Πραγματοποιείται σε ένα στάδιο, χωρίς σχηματισμό ενδιάμεσου. Το εισερχόμενο πυρηνόφιλο, προσβάλλει το υπόστρωμα, (αλκυλαλογονίδιο) σε κατεύθυνση **αντίθετη** με εκείνη της **ομάδας που αντικαθιστάται** και η οποία ονομάζεται **αποχωρούσα ομάδα**.



© 2007 Thomson Higher Education

Nucleophile

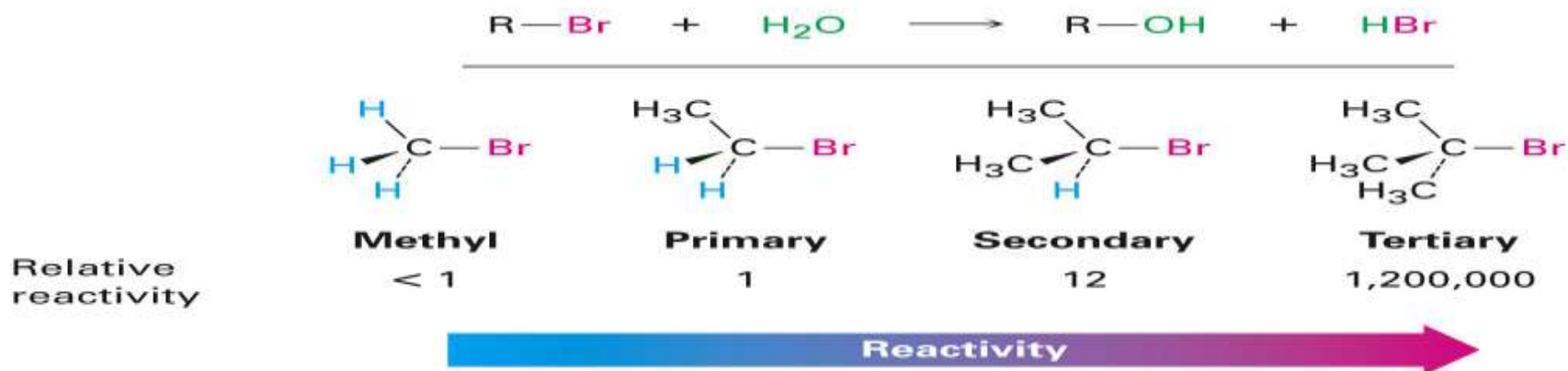
Electrophile

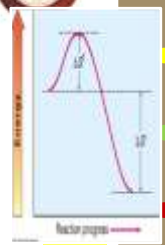
Leaving Group



Αντίδραση S_N1

- Πραγματοποιείται σε δύο διακριτά στάδια:
 1. Το αλκυλαλογονίδιο διασπάται αυθόρμητα και σχηματίζεται ένα καρβοκατιόν. Αυτό είναι το αργό στάδιο, και καθορίζει την ταχύτητα της αντίδρασης, που εξαρτάται μόνο από τη συγκέντρωση του αλκυλαλογονιδίου. Κινητική 1^{ης} τάξης
Ταχύτητα = K x [RX]
 2. Το πυρηνόφιλο αντιδρά γρήγορα με το καρβοκατιόν, δίνοντας το προϊόν.
- Τα τριτοταγή αλκυλαλογονίδια αντιδρούν ταχέως σε πρωτικούς διαλύτες. Τα πρωτοταγή ελάχιστα.





SN2

- Γίνεται σε ένα στάδιο.
- Κινητική 2^{ης} τάξης.
- Οδηγεί σε αναστροφή της στερεοχημικής διάταξης.
- Ευνοείται σε μεθυλο και πρωτοταγή αλκυλαλογονίδια. Τα δευτεροταγή αντιδρούν αργά, ενώ τα τριτοταγή δεν αντιδρούν με S_N2.
- Τα αρνητικά φορτισμένα πυρηνόφιλα, ελαττώνουν την ΔG^\ddagger και αυξάνουν τη ν .
- Τα σταθερότερα ανιόντα, (καλές αποχωρούσες ομάδες), αυξάνουν την ταχύτητα ν .
- Οι πρωτικοί διαλύτες μειώνουν τη ν , σε αντίθεση με τους πολικούς απρωτικούς.



SN1

- Γίνεται σε δύο στάδια.
- Κινητική 1^{ης} τάξης.
- Οδηγεί σε ρακεμοποίηση.
- Ευνοείται σε τριτοταγή, αλλυλικά και σε βενζυλικά αλογονίδια.
- Το πυρηνόφιλο αρκεί να μην είναι βασικό, κατά τα άλλα δεν επηρεάζει.
- Οι καλές αποχωρούσες ομάδες αυξάνουν τη ν .
- Οι πολικοί διαλύτες σταθεροποιούν με επιδιαλύτωση το ενδιάμεσο, και αυξάνουν την ταχύτητα



Απόσπαση

E

Elimination

Γίνεται με επίδραση βάσης (B:) σε αλκυλαλογονίδιο, (υπόστρωμα).

Υπακούει στον κανόνα Zaitsev.

Σχηματίζονται συνήθως τα σταθερότερα αλκένια, δηλαδή όσα έχουν τις περισσότερες αλκυλομάδες στα άτομα C του διπλού δεσμού

E1 Μονομοριακός μηχανισμός. Η ταχύτητα της αντίδρασης εξαρτάται μόνο από το αλκυλαλογονίδιο.

Γίνεται σε δύο στάδια

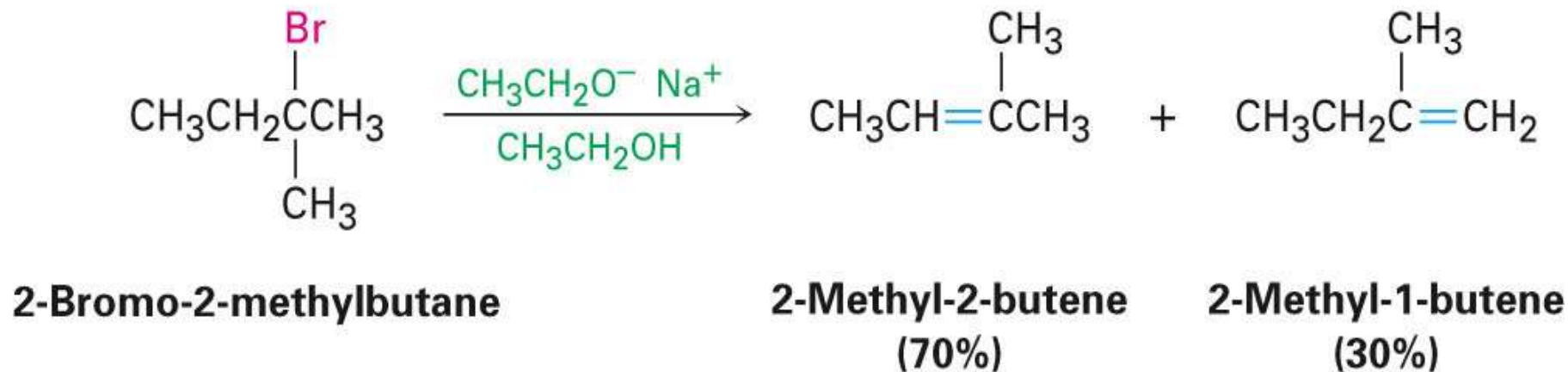
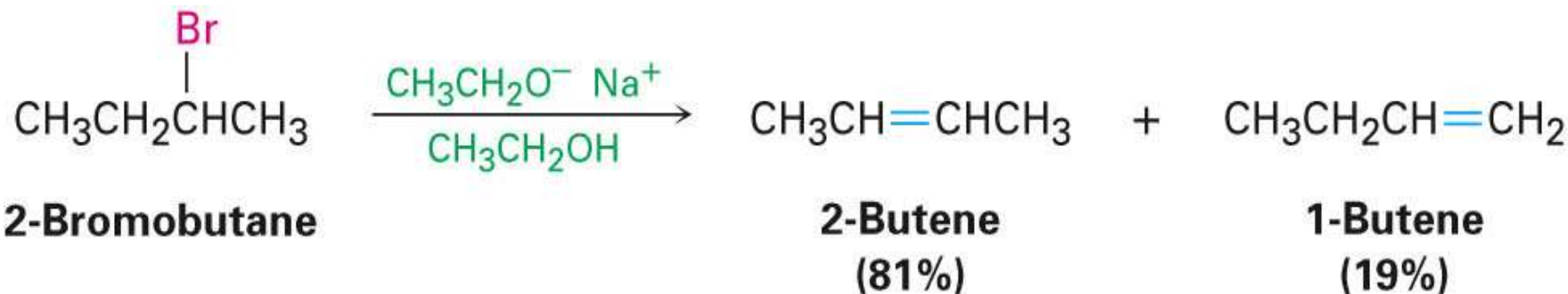
- **E1**
- **E1cB:** Πραγματοποιείται μέσω ενδιάμεσου καρβανιόντος και όχι καρβοκατιόντος όπως η E1. Γίνεται αν η αποχωρούσα ομάδα απέχει κατά 2 άτομα C από μια καρβονυλομάδα

E2: Διμοριακός μηχανισμός. Η ταχύτητα της αντίδρασης εξαρτάται από τη συγκέντρωση και του αλκυλαλογονιδίου, (υποστρώματος), και της βάσης. **Γίνεται σε ένα στάδιο**



Αντιδράσεις απόσπασης αλκυλαλογονιδίων

Κανόνας του Zaitsev



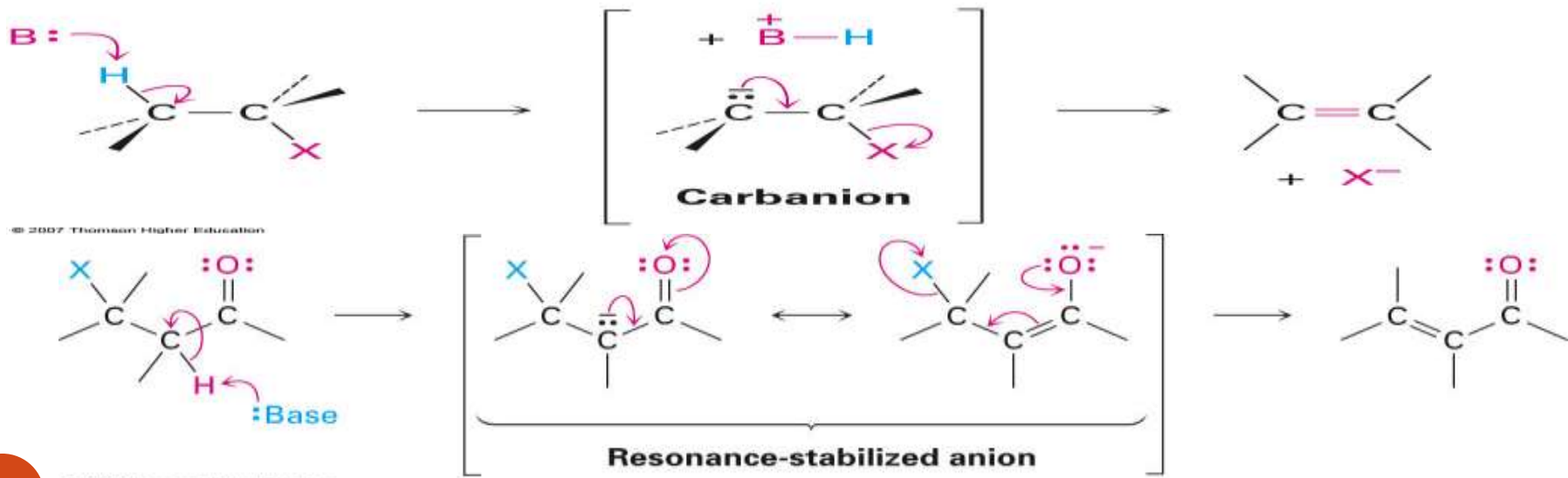


Αντίδραση E1cB

Πραγματοποιείται μέσω ενδιάμεσου καρβανιόντος που σχηματίζεται όταν η βάση αποσπά πρωτόνιο.

- Στο 2^ο ταχύτερο στάδιο, ακολουθεί η απώλεια της ομάδας που αποχωρεί από γειτονικό άνθρακα.
- Ευνοείται όταν η αποχωρούσα ομάδα είναι δύο άτομα C μακριά από ένα καρβονύλιο. Το καρβονύλιο σταθεροποιεί το καρβανιόν μέσω του φαινομένου του συντονισμού. Μέσω E1cB, συνήθως οι βιολογικές αντιδράσεις απόσπασης.

E1cB Reaction: C-H bond breaks first, giving a carbanion intermediate that loses X⁻ to form the alkene.

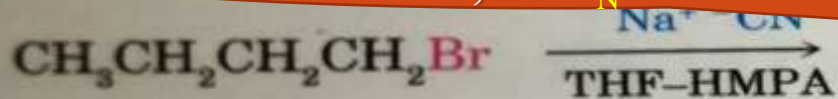




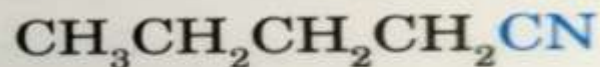
Σύνοψη αντιδράσεων υποκατάστασης και απόσπασης

	S_N1	S_N2	$E1$	$E2$
RCH_2X	Δεν γίνεται	Ευνοείται πολύ παρουσία καλού πυρηνόφιλου	Δεν γίνεται	Γίνεται παρουσία ισχυρών και ογκωδών βάσεων
R_2CHX	Γίνεται σε 2 ^ο ταγή βενζυλικά και αλλυλικά αλκυλαλογονίδια και με ασθενώς βασικά πυρηνόφιλα σε πρωτικούς διαλ/τες	Γίνεται με ασθενείς βάσεις ως πυρηνόφιλα σε πολικούς απρωτικούς διαλύτες	Γίνεται σε 2 ^ο ταγή βενζυλικά και αλλυλικά αλκυλαλογονίδια και με ασθενώς βασικά πυρηνόφιλα σε πρωτικούς διαλ/τες	Ευνοείται παρουσία ισχυρών βάσεων
R_3CX	Ευνοείται σε ουδέτερες συνθήκες όπως καθαρή αιθανόλη ή νερό	Δεν γίνεται	Λαμβάνει χώρα, ανταγωνιζόμενη την S_N1 σε ουδ. συνθ. όπως καθαρή αιθανόλη ή νερό	Ευνοείται παρουσία βάσεων

Καλό πυρηνόφιλο όπως RS^- , I^- , CN^- , NH_3 , Br^- $\text{S}_{\text{N}}2$

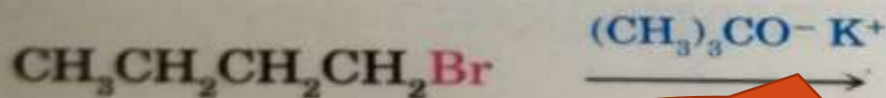


1-Βρωμοβουτάνιο

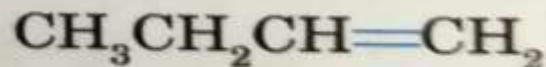


Πεντανονιτρίλιο (90%)

1^ο
ταγές



1-Βρωμοβουτάνιο

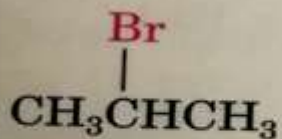


1-Βουτένιο (85%)

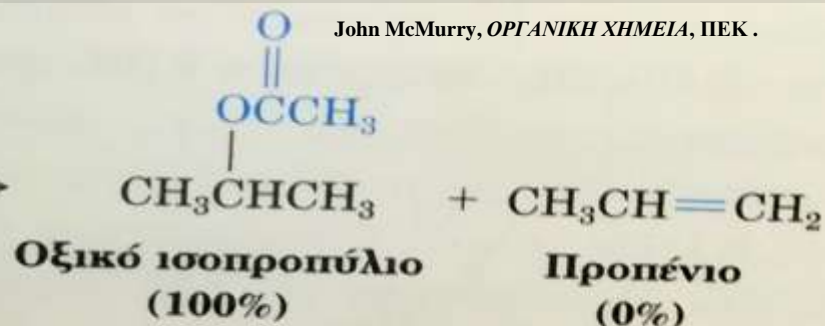
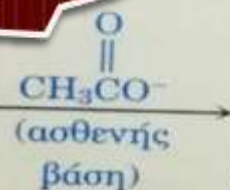
Ισχυρή ογκώδης
βάση $\text{E}2$

Ασθενώς βασικό
πυρηνόφιλο σε πολικό
απρωτικό διαλύτη $\text{S}_{\text{N}}2$

2^ο
ταγές

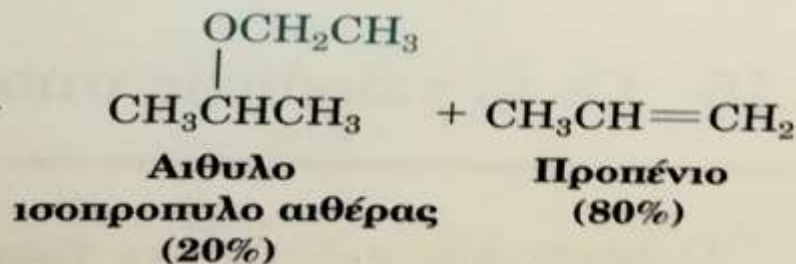
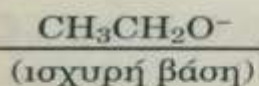


2-Βρωμοπροπάνιο



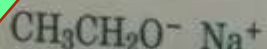
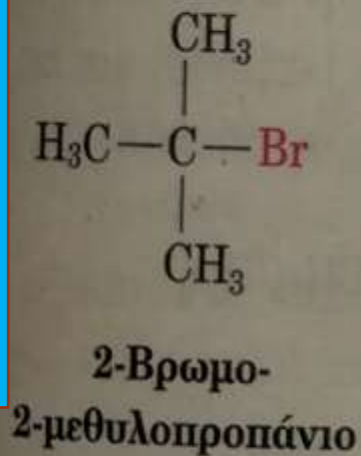
John McMurry, ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ, ΠΕΚ.

Ισχυρή βάση
όπως $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$,
 OH^- , NH_2^- , $\text{E}2$

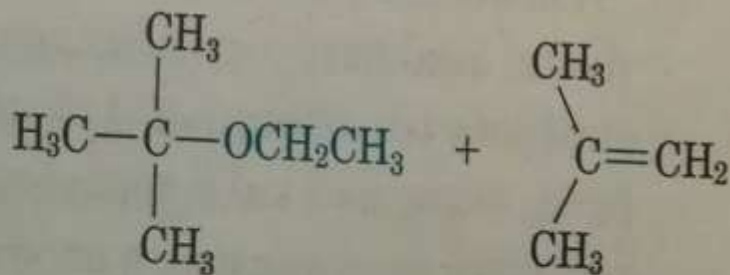


Όταν χρησιμοποιηθούν βάσεις
όπως OH^- και RO^- E2

3^ο
ταγές

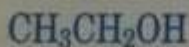


Αιθανόλη

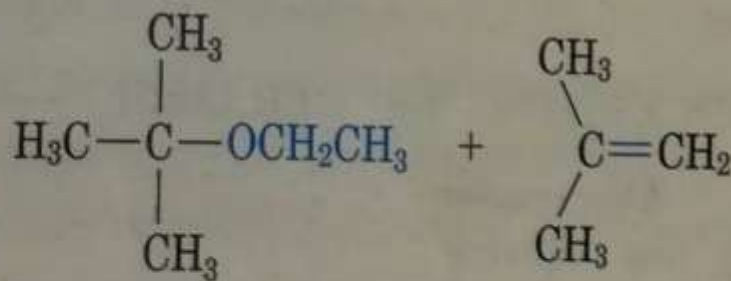


Αιθυλο
tert-βουτυλο αιθέρας
(3%)

2-Μεθυλοπροπένιο
(97%)



Δ



Αιθυλο
tert-βουτυλο αιθέρας
(80%)

2-Μεθυλοπροπένιο
(20%)

Σε μη βασικές συνθήκες
όπως είναι η θέρμανση σε
καθαρή αιθανόλη ή νερό
μίγμα $\text{S}_\text{N}1$ και E1

Πράσινη Χημεία

Ασχολείται με το σχεδιασμό και την υλοποίηση διεργασιών παραγωγής χημικών ουσιών που μειώνουν τα απόβλητα, ενώ ταυτόχρονα προσπαθεί να ελαττώσει την παραγωγή επιβλαβών χημικών ουσιών.

Βασίζεται σε 12 αρχές:

1. Αποφυγή αποβλήτων
2. Μεγιστοποίηση οικονομίας ατόμων.
3. Χρήση λιγότερο επιβλαβών διεργασιών.
4. Σχεδιασμός ασφαλών χημικών προϊόντων.
5. Χρήση ασφαλέστερων διαλυτών.
6. Μείωση ενεργειακών απαιτήσεων.
7. Χρήση ανακυκλώσιμων πρώτων υλών.
8. Ελαχιστοποίηση σταδίων.
9. Χρήση καταλυτών.
10. Σχεδιασμός βιοαποικοδομήσιμων προϊόντων.
11. Έλεγχος αντιδράσεων σε πραγματικό χρόνο.
12. Πρόληψη ατυχημάτων.

(John McMurry Οργανική Χημεία Π.Ε.Κ.)



Βιβλιογραφία

- Οργανική Χημεία John McMurry, Μετάφραση Επιστημονική επιμέλεια Αναστάσιος Βάρβογλης, Μιχάλης Ορφανόπουλος, Ιουλία Σμόνου, Μανώλης Στρατάκης, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.
- Βασική Οργανική Χημεία, Ιωακείμ Σπηλιόπουλος, Εκδόσεις Σταμούλης, 2008
- «Οργανική Χημεία» L. G. Wade, JR., 7^η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα
- «Επίτομη Οργανική Χημεία», Βάρβογλης Αναστάσιος Γ., 1^η Έκδοση 2005, Εκδόσεις Ζήτη Πελαγία & Σια Ι.Κ.Ε.
- <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- [https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Organic_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Organic_Chemistry_\(Smith\)/Chapter_09%3A_Alcohols%2C_Ethers%2C_and_Epoxides/9.6%3A_Preparation_of_Alcohols%2C_Ethers%2C_and_Epoxides](https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Organic_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Organic_Chemistry_(Smith)/Chapter_09%3A_Alcohols%2C_Ethers%2C_and_Epoxides/9.6%3A_Preparation_of_Alcohols%2C_Ethers%2C_and_Epoxides)
- http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.71666.html?rid=a6bfdeb8-6a20-4d98-8001-bf641eda247b&page_num=0
- http://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/108-ch-3_alkene_0.pptx