

David Sadava
David M. Hillis
H. Craig Heller
Sally D. Hacker



Η ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Γενική Βιολογία · Γενετική · Εξέλιξη

Κεφάλαιο 2

Τα Μικρά Μόρια και η Χημεία της
Ζωής

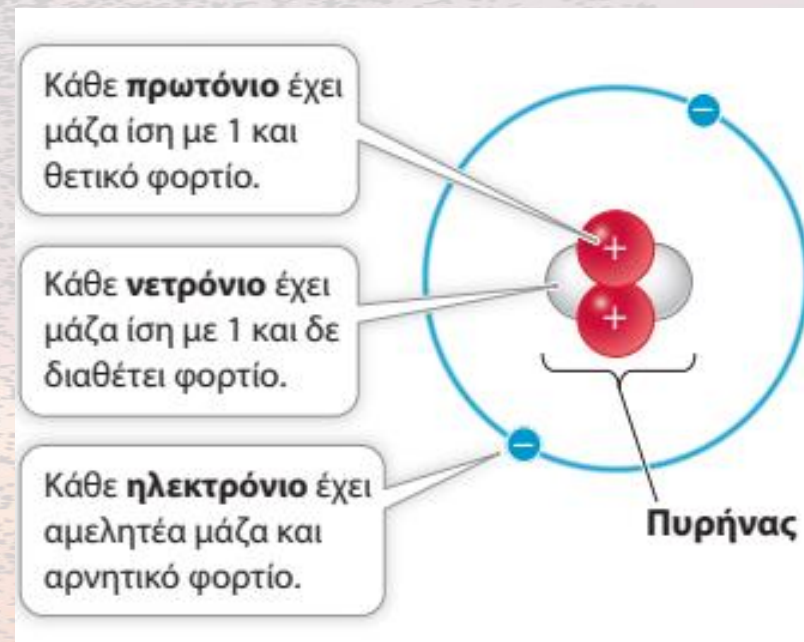
Πρώτη ελληνική έκδοση
Ενδέκατη αμερικανική Έκδοση

Επιστημονική επιμέλεια
της ελληνικής έκδοσης
Μαρία Γαζούλη



ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΖΗΣΗ

Εικόνα 2.1 Η Δομή ενός Ατόμου Ένα άτομο έχει έναν πυρήνα αποτελούμενο από νετρόνια και πρωτόνια που περιβάλλονται από ένα σύννεφο ταχέως κινούμενων ηλεκτρονίων. Αν και ο πυρήνας κατέχει σχεδόν όλο το ατομικό βάρος, καταλαμβάνει μόνο το 1/10.000 του όγκου του ατόμου. Αυτός ο τύπος απεικόνισης, που καλείται μοντέλο Bohr, απεικονίζει μεμονωμένα ηλεκτρόνια που κινούνται σε «τροχιές» σε καθορισμένες αποστάσεις από τον πυρήνα.



Εικόνα 2.2 Ο Περιοδικός Πίνακας

Εικόνα 2.2 Ο Περιοδικός Πίνακας Ο περιοδικός πίνακας ομαδοποιεί όλα τα στοιχεία σύμφωνα με τις φυσικές και τις χημικές τους ιδιότητες. Τα στοιχεία 1-94 εμφανίζονται στη φύση. Τα στοιχεία με ατομικούς αριθμούς μεγαλύτερους του 94 δημιουργήθηκαν στο εργαστήριο.

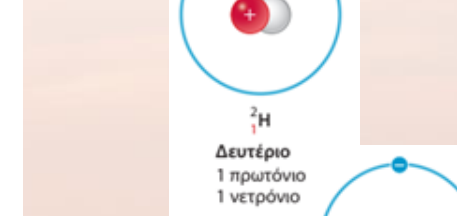
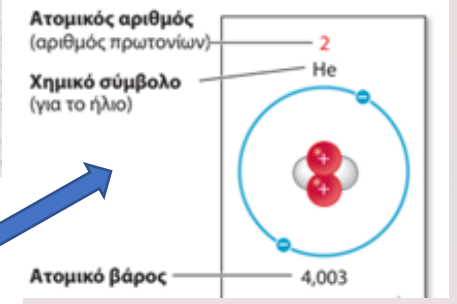
Τα στοιχεία στις ίδιες κάθετες στήλες έχουν παρόμοιες ιδιότητες όσον αφορά τις χημικές αντιδράσεις, καθώς έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα.

Στοιχεία που σημαίνονται με πορτοκαλί χρώμα υπάρχουν σε μικρές ποσότητες σε πολλούς οργανισμούς.

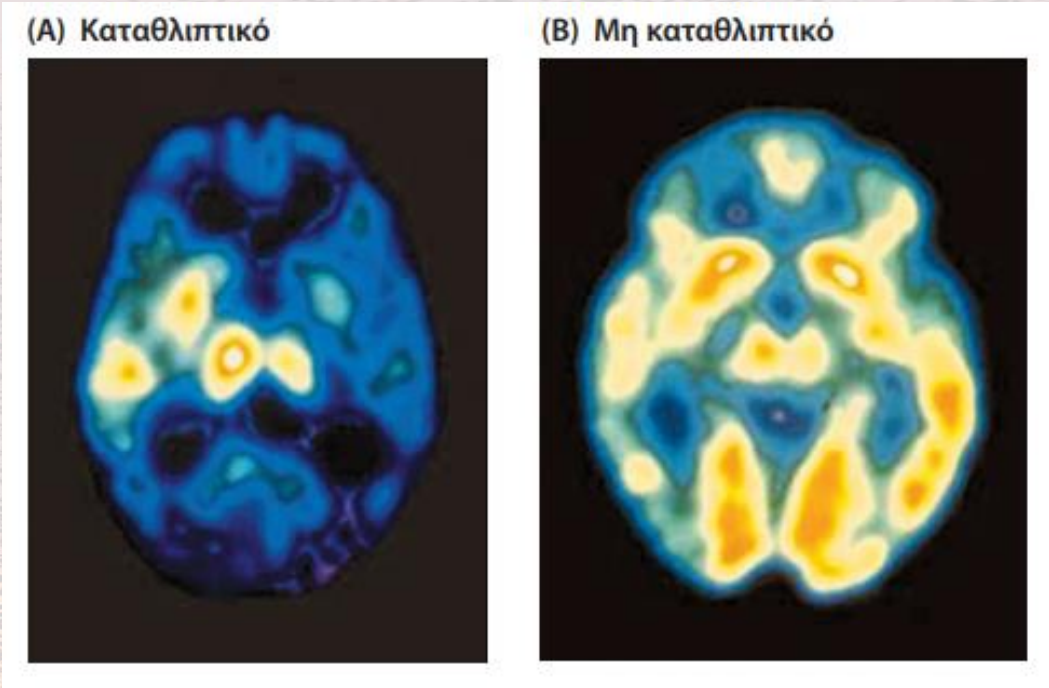
Τα έξι στοιχεία που σημαίνονται με κίτρινο αποτελούν το 98% των ιστών των περισσότερων ζωντανών οργανισμών (εκτός των σκελετών).

Οι μάζες στις παρενθέσεις υποδεικνύουν ασταθή στοιχεία που αποσυντίθενται γρήγορα για να σχηματίσουν άλλα στοιχεία.

1 H 1,0079																	2 He 4,003	
3 Li 6,941	4 Be 9,012																	10 Ne 20,179
11 Na 22,990	12 Mg 24,305																	18 Ar 39,948
19 K 39,098	20 Ca 40,08	21 Sc 44,956	22 Ti 47,88	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,847	27 Co 58,933	28 Ni 58,69	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,909	36 Kr 83,80	
37 Rb 85,4778	38 Sr 87,62	39 Y 88,906	40 Zr 91,22	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc (99)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,906	46 Pd 106,4	47 Ag 107,870	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,69	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,904	54 Xe 131,30	
55 Cs 132,905	56 Ba 137,34			72 Hf 178,49	73 Ta 180,948	74 W 183,85	75 Re 186,207	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,08	79 Au 196,967	80 Hg 200,59	81 Tl 204,37	82 Pb 207,19	83 Bi 208,980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226,025			104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (269)	109 Mt (268)	110 Ds (269)	111 Rg (272)	112 Cn (277)	113 Uut (285)	114 Fl (285)	115 Uup (289)	116 Lv (293)	117 Uus (293)	118 Uuo (293)
Σειρά Λανθανιδών		57 La 138,906	58 Ce 140,12	59 Pr 140,9077	60 Nd 144,24	61 Pm (145)	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,924	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930	68 Er 167,26	69 Tm 168,934	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97		
Σειρά Ακτινιδών		89 Ac 227,028	90 Th 232,038	91 Pa 231,0359	92 U 238,02	93 Np 237,0482	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)		



Εικόνα 2.3 Σήμανση του Εγκεφάλου

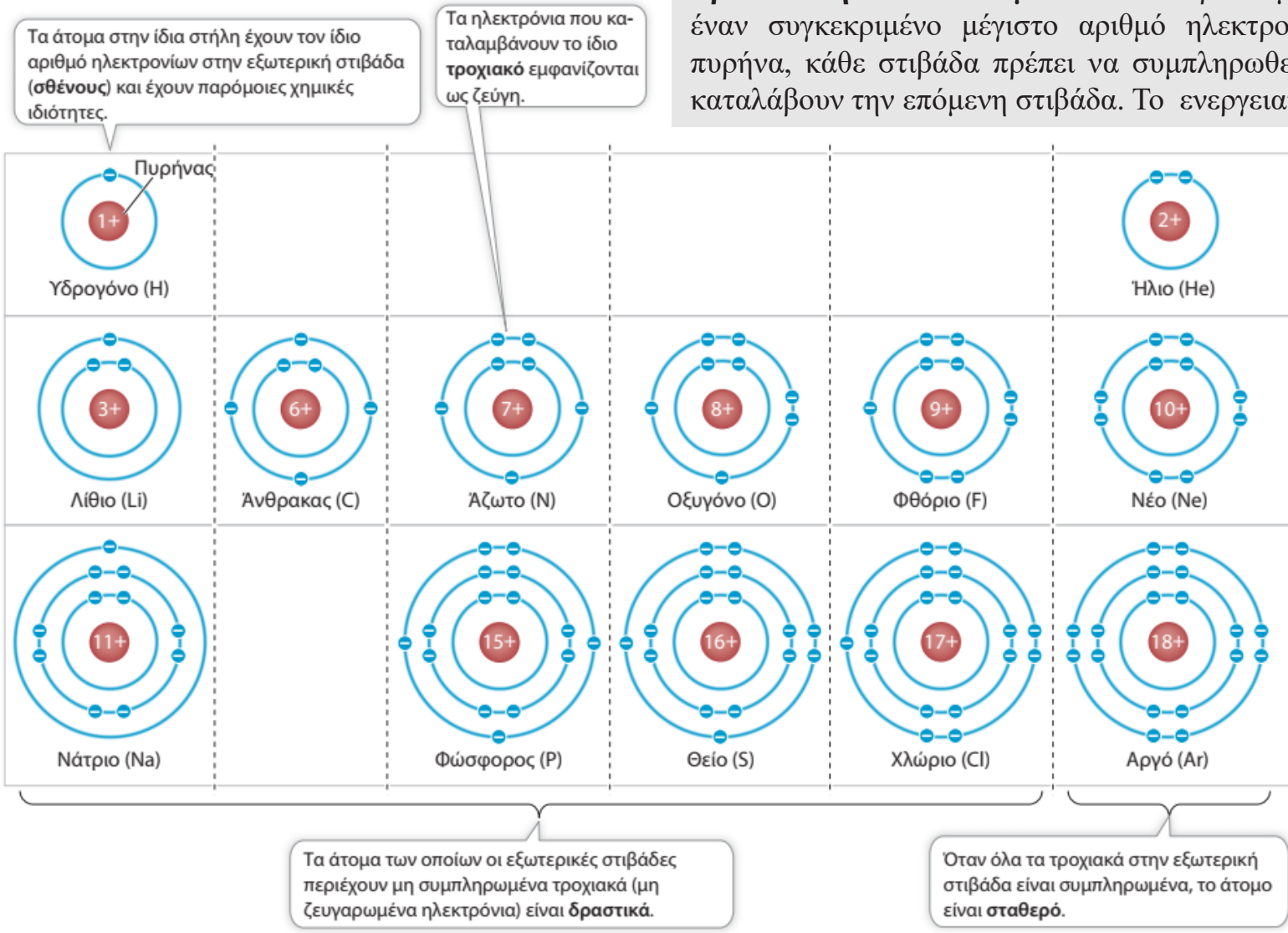


Εικόνα 2.3 Σήμανση του Εγκεφάλου Σε αυτές τις εικόνες αληθινών ατόμων, ένα ραδιενεργά σημασμένο σάκχαρο χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει διαφορές στην εγκεφαλική δραστηριότητα ενός καταθλιπτικού (A) και ενός μη καταθλιπτικού ατόμου (B). Όσο πιο δραστήρια είναι η περιοχή του εγκεφάλου, τόσο περισσότερο σάκχαρο προσλαμβάνει (απεικονίζονται ως πορτοκαλί περιοχές). Ο εγκέφαλος του καταθλιπτικού ατόμου (αριστερά) παρουσιάζει λιγότερη δραστηριότητα συγκριτικά με τον εγκέφαλο του μη καταθλιπτικού ατόμου.

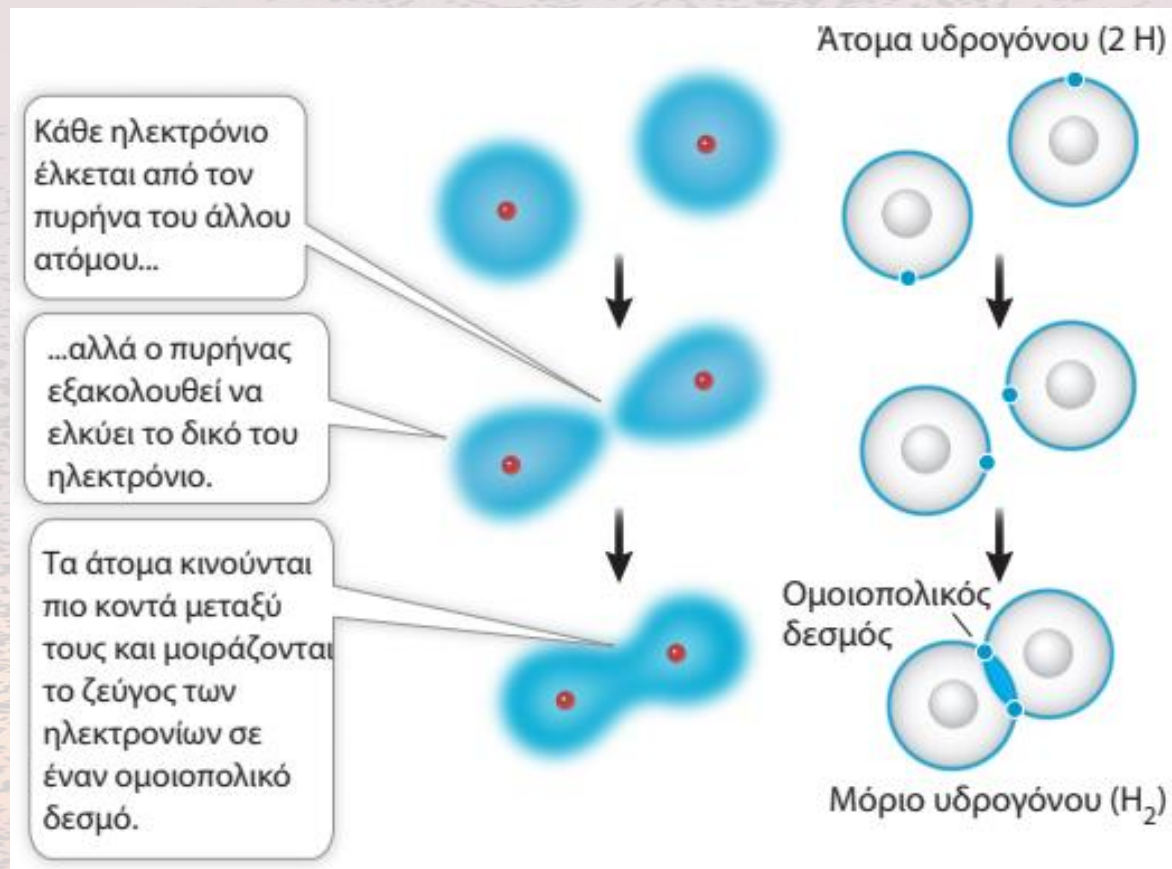
Εικόνα 2.4 Οι Στιβάδες των Ηλεκτρονίων Καθορίζουν τη Δραστικότητα των Ατόμων

Εικόνα 2.4 Οι Στιβάδες των Ηλεκτρονίων Καθορίζουν τη Δραστικότητα των Ατόμων Κάθε στιβάδα μπορεί να συγκρατήσει έναν συγκεκριμένο μέγιστο αριθμό ηλεκτρονίων. Έξω από τον πυρήνα, κάθε στιβάδα πρέπει να συμπληρωθεί πριν τα ηλεκτρόνια καταλάβουν την επόμενη στιβάδα. Το ενεργειακό επίπεδο ενός

ηλεκτρονίου είναι υψηλότερο σε μία στιβάδα πιο μακριά από τον πυρήνα. Ένα άτομο με μη ζευγαρωμένα ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα μπορεί να αντιδρά (συνδέεται) με άλλα άτομα. Σημειώστε ότι τα άτομα σε αυτή την εικόνα είναι διατεταγμένα παρόμοια με τη διάταξή τους στον περιοδικό πίνακα.



Εικόνα 2.5 Τα Ηλεκτρόνια Μοιράζονται στους Ομοιοπολικούς Δεσμούς



Εικόνα 2.5 Τα Ηλεκτρόνια Μοιράζονται στους Ομοιοπολικούς Δεσμούς Δύο άτομα υδρογόνου μπορούν να συνδυαστούν για να σχηματίσουν ένα μόριο υδρογόνου. Ένας ομοιοπολικός δεσμός σχηματίζεται όταν τα ηλεκτρόνια των τροχιακών των δύο ατόμων αλληλεπικαλύπτονται με έναν ενεργειακά σταθερό τρόπο.

πίνακας 2.1 Χημικοί Δεσμοί και Αλληλεπιδράσεις

Όνομα	Βάση της αλληλεπίδρασης	Δομή	Ενέργεια δεσμού ^α
Ομοιοπολικός δεσμός	Κοινή χρήση ζευγών ηλεκτρονίων		50-110
Ιοντικός δεσμός	Έλξη αντίθετων φορτίων		3-7
Δεσμός υδρογόνου	Ηλεκτρική έλξη μεταξύ ενός ομοιοπολικά συνδεδεμένου ατόμου H κι ενός ηλεκτραρνητικότερου ατόμου		3-7
Υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις	Αλληλεπίδραση μη πολικών ουσιών παρουσία πολικών ουσιών (κυρίως ύδρωρ)		1-2
Αλληλεπιδράσεις van der Waals	Αλληλεπίδραση ηλεκτρονίων μη πολικών ουσιών		1

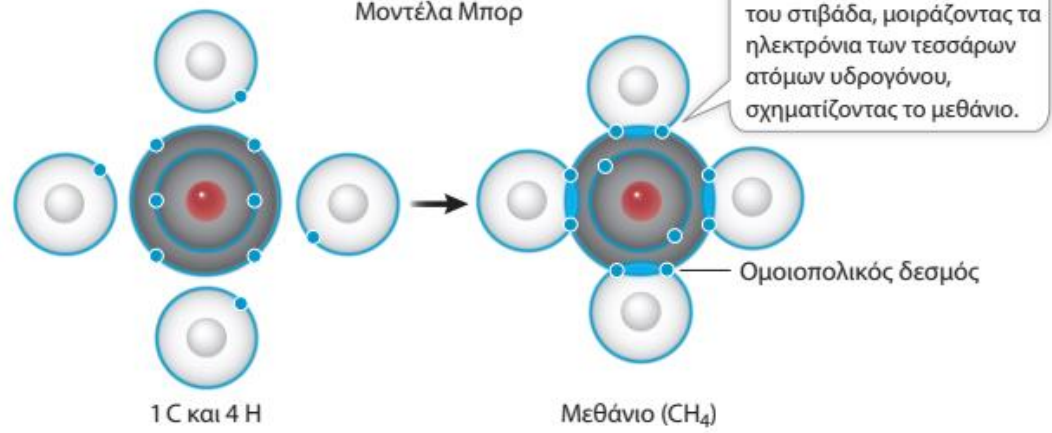
^α Η ενέργεια δεσμού είναι η ποσότητα της ενέργειας σε kcal/mol που απαιτείται για τον διαχωρισμό δύο συνδεδεμένων ή αλληλεπιδρώντων ατόμων υπό φυσιολογικές συνθήκες.

Εικόνα 2.6 Οι Ομοιοπολικοί Δεσμοί Μπορούν να Σχηματίζουν Ενώσεις (Α) Μοντέλα Μπορ που απεικονίζουν τον σχηματισμό των ομοιοπολικών δεσμών στο μεθάνιο, του οποίου ο μοριακός τύπος είναι CH₄. Τα ηλεκτρόνια απεικονίζονται σε στιβάδες γύρω από τον πυρήνα. (Β) Τρεις επιπλέον τρόποι απεικόνισης της δομής του μεθανίου. Σε έναν δομικό τύπο, ένας ομοιοπολικός δεσμός μπορεί να υποδεικνύεται με μια γραμμή ή ένα κοινό ζεύγος κουκκίδων ηλεκτρονίων. Τα μοντέλα σφαίρας και ράβδου καθώς και πλήρωσης χώρου δείχνουν τους προσανατολισμούς των δεσμών στον χώρο. Το μοντέλο πλήρωσης χώρου δείχνει το συνολικό σχήμα και την επιφάνεια του μορίου. Στα κεφάλαια που ακολουθούν, θα χρησιμοποιηθούν διαφορετικά μοντέλα για την απεικόνιση των μορίων. Λάβετε στα υπόψη ότι πρόκειται για μοντέλα που αποτυπώνουν ορισμένες ιδιότητες, όχι ακριβείς απεικονίσεις του τρόπου με τον οποίο θα εμφανίζονταν στην πραγματικότητα τα άτομα.

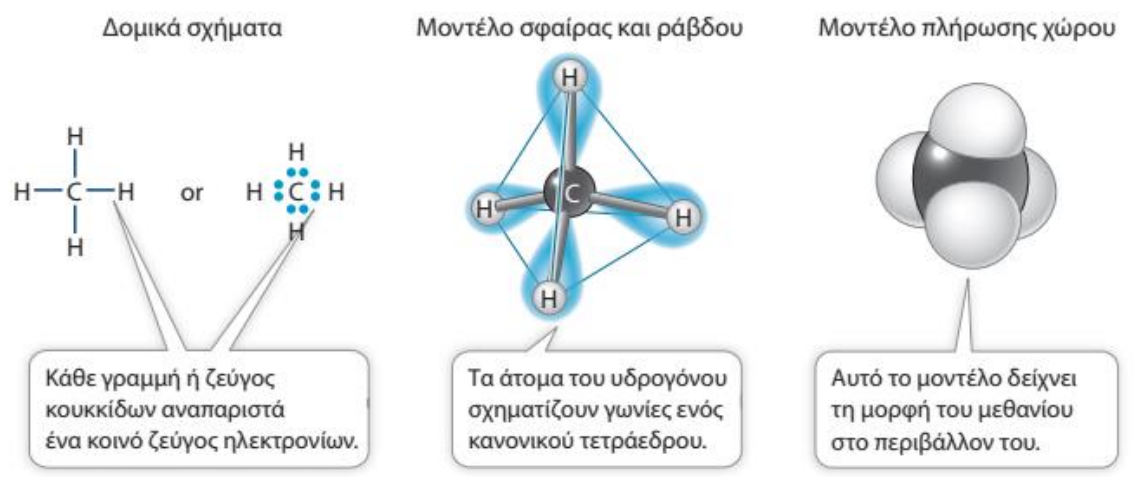
Ε: Σχεδιάστε τις τέσσερις απεικονίσεις για το διοξείδιο του άνθρακα.

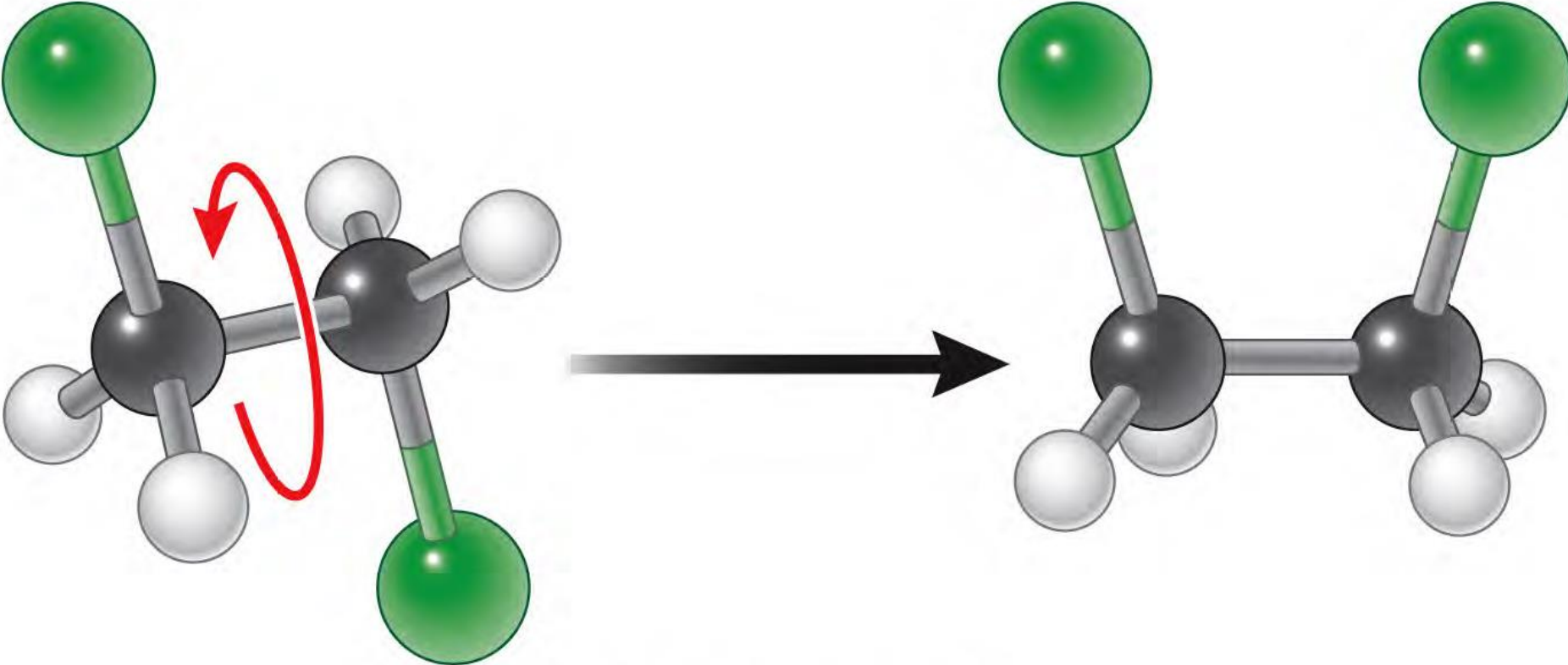
σημείο εστίασης: βασική εικόνα

(Α) Ομοιοπολικός δεσμός σε μεθάνιο



(Β) πρόσθετοι τρόποι για την απεικόνιση των ομοιοπολικών δεσμών στο μεθάνιο





Dichloroethane

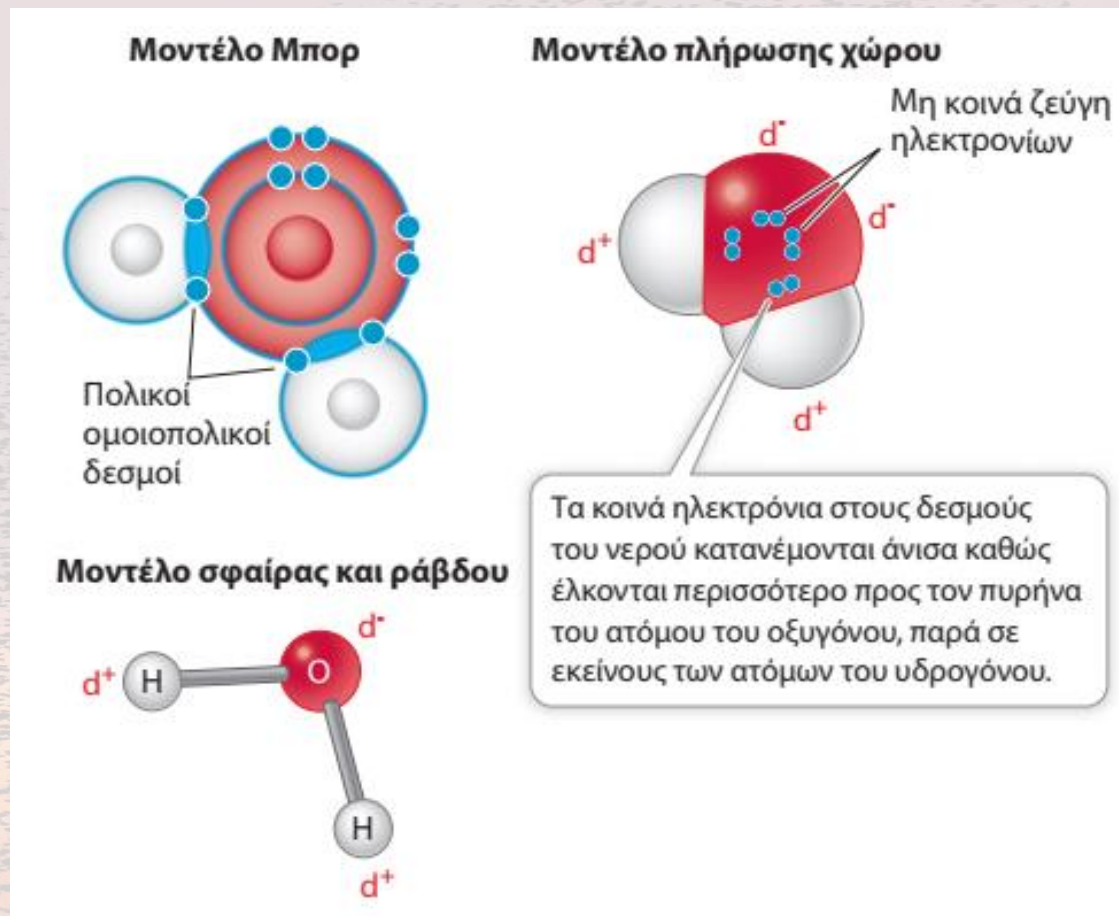
LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, In-Text Art, Ch. 2, p. 30
© 2017 Sinauer Associates, Inc.

πίνακας 2.2 Οι Ομοιοπολικοί Δεσμοί σε Σημαντικά Βιολογικά Στοιχεία	
Στοιχείο	Συνήθης αριθμός ομοιοπολικών δεσμών
Υδρογόνο (H)	1
Οξυγόνο (O)	2
Θείο (S)	2
Άζωτο (N)	3
Άνθρακας (C)	4
Φώσφορος (P)	5

πίνακας 2.3 Τιμές Ηλεκτραρνητικότητας σε ορισμένα στοιχεία

Στοιχείο	Ηλεκτραρνητικότητα
Οξυγόνο (O)	3,5
Χλώριο (Cl)	3,1
Άζωτο (N)	3,0
Άνθρακας (C)	2,5
Φώσφορος (P)	2,1
Υδρογόνο (H)	2,1
Νάτριο (Na)	0,9
Κάλιο (K)	0,8

Εικόνα 2.7 Οι Ομοιοπολικοί Δεσμοί του Νερού είναι Πολικοί

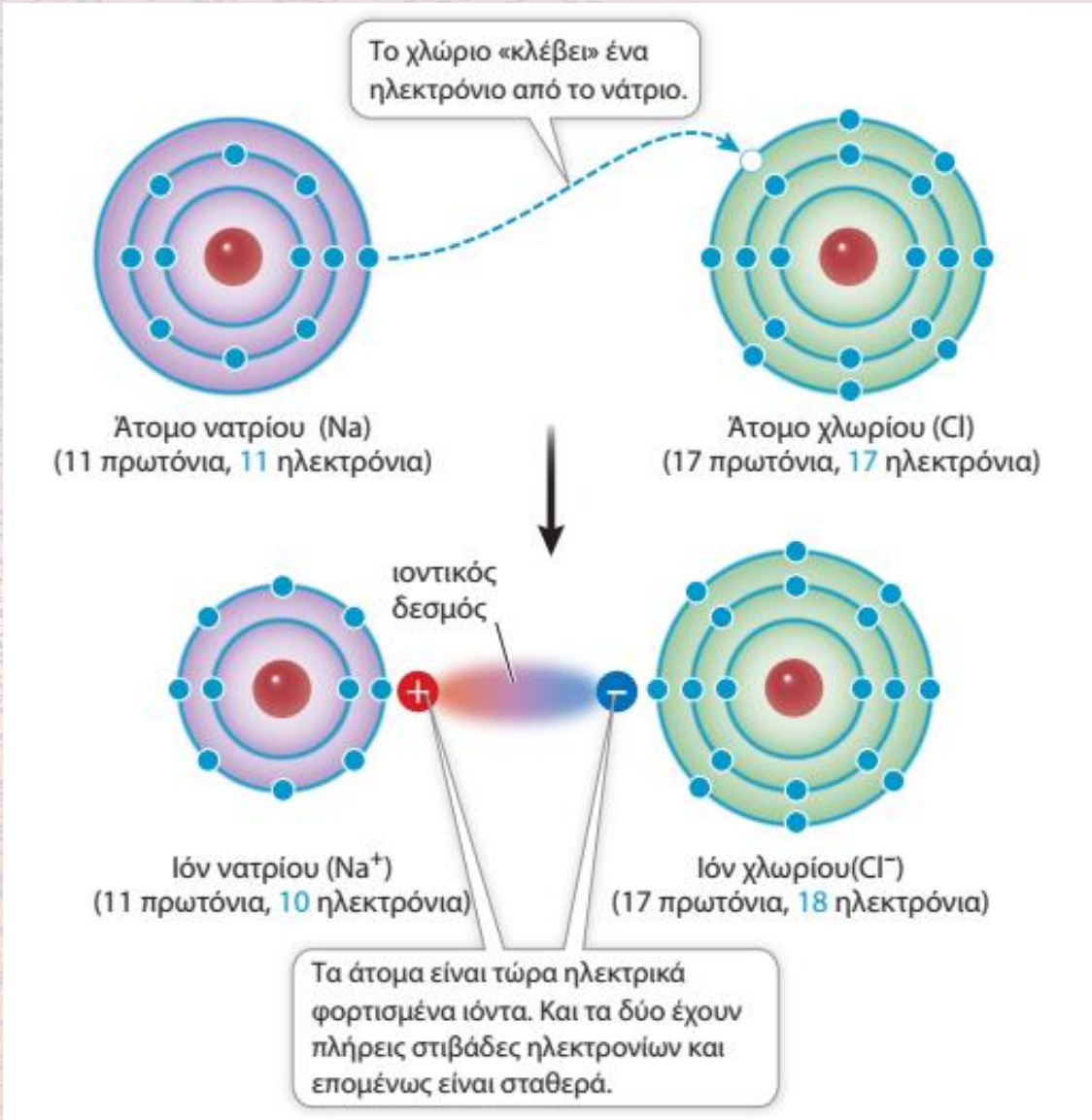


Εικόνα 2.7 Οι Ομοιοπολικοί Δεσμοί του Νερού είναι Πολικοί

Αυτές οι τρεις απεικονίσεις επεξηγούν όλες τον πολικό ομοιοπολικό δεσμό στο νερό (H_2O). Όταν άτομα με διαφορετικές ηλεκτραρνητικότητες, όπως το οξυγόνο και το υδρογόνο, σχηματίζουν έναν ομοιοπολικό δεσμό, τα ηλεκτρόνια έλκονται προς τον ένα πυρήνα περισσότερο από τον άλλο. Ένα μόριο που συγκρατείται από έναν τέτοιο πολικό ομοιοπολικό δεσμό έχει μερικά (δ^+ και δ^-) φορτία σε διαφορετικές επιφάνειες. Στο νερό, τα επιμερισμένα μη κοινά ηλεκτρόνια μετατοπίζονται προς τον πυρήνα του ατόμου του οξυγόνου.

Εικόνα 2.8 Σχηματισμός Ιόντων Νατρίου και Χλωρίου

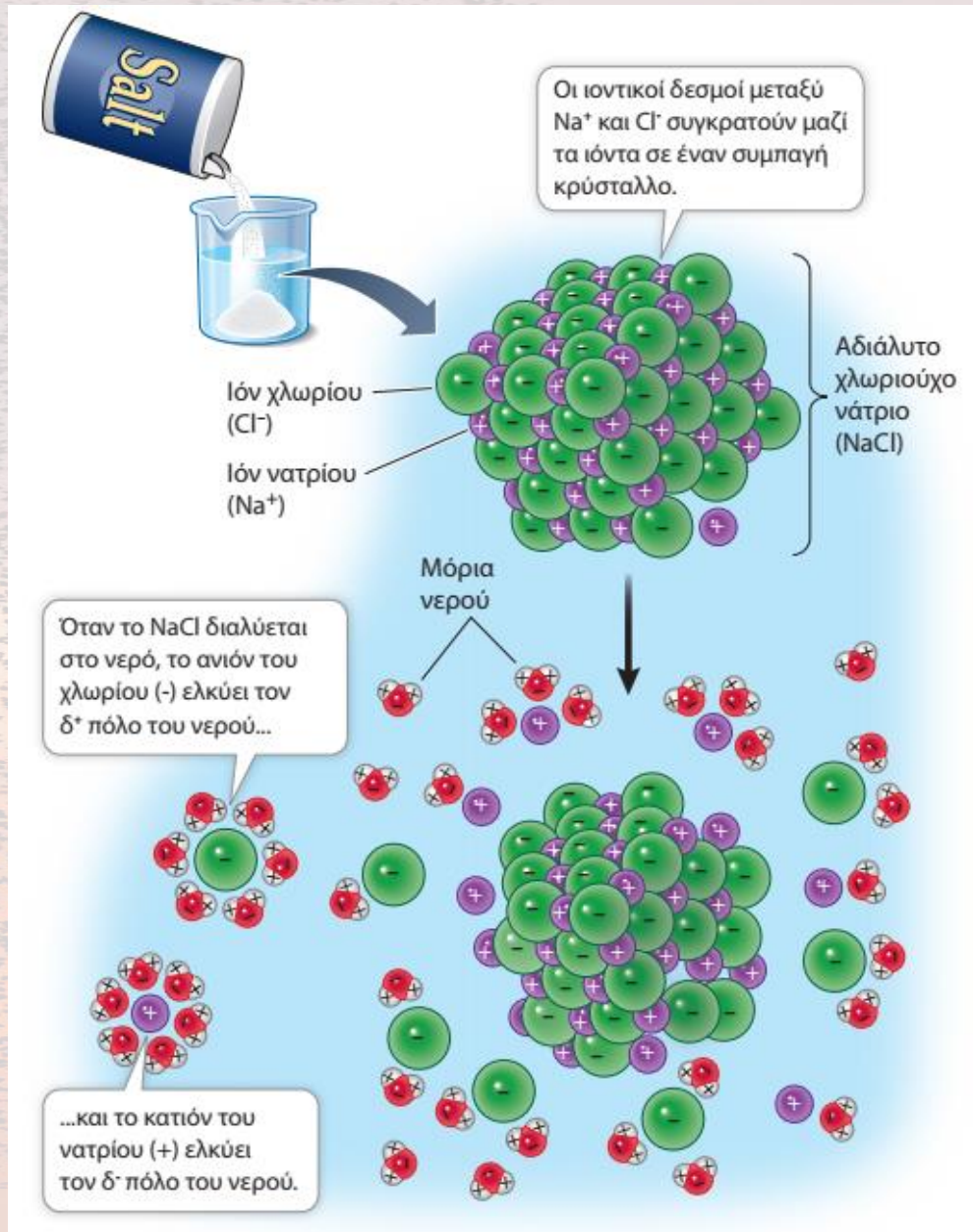
Εικόνα 2.8 Σχηματισμός Ιόντων Νατρίου και Χλωρίου
Όταν ένα άτομο νατρίου αντιδρά με ένα άτομο χλωρίου, το πιο ηλεκτραρνητικό χλώριο συμπληρώνει την εξωτερική του στιβάδα «κλέβοντας» ένα ηλεκτρόνιο από το νάτριο. Με αυτό τον τρόπο, το άτομο του χλωρίου γίνεται ένα αρνητικά φορτισμένο ιόν χλωρίου (Cl⁻). Με ένα λιγότερο ηλεκτρόνιο, το άτομο του νατρίου γίνεται ένα θετικά φορτισμένο ιόν νατρίου (Na⁺).



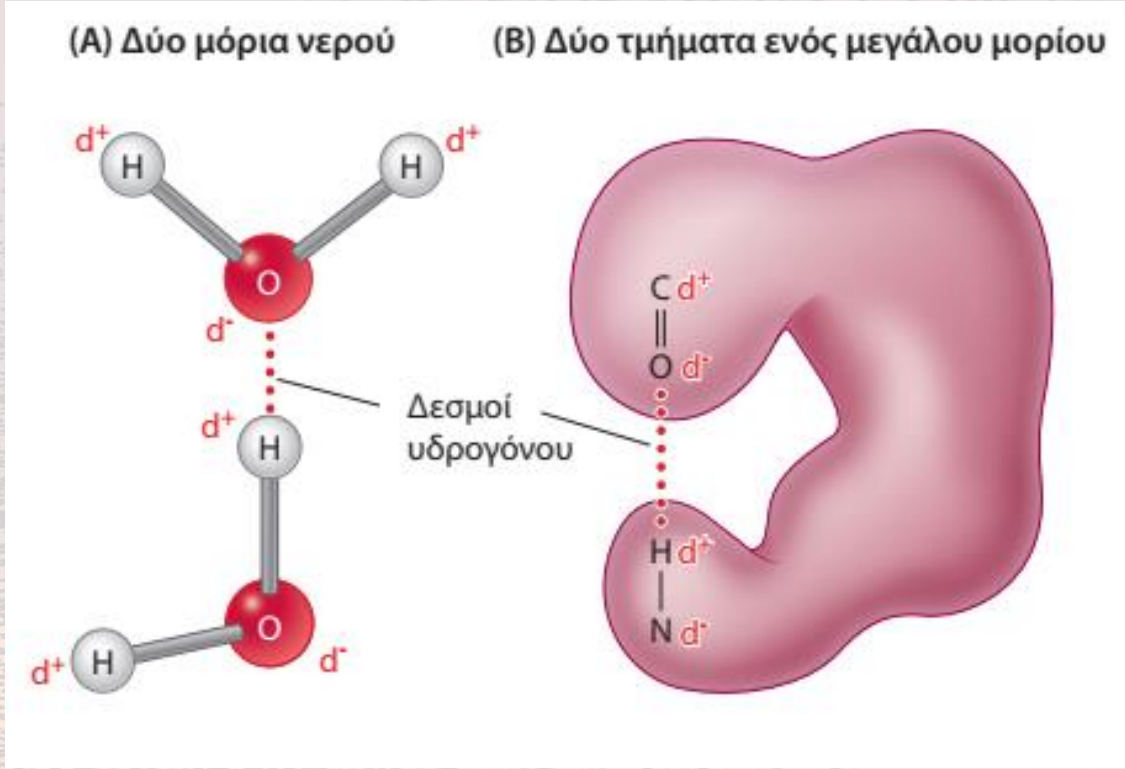
Ε: Ποια ιόντα σχηματίζονται όταν το ιόν ασβεστίου αντιδρά με το χλώριο; Δείτε τον περιοδικό πίνακα στην Εικόνα 2.2.

Εικόνα 2.9 Μόρια Νερού Περιβάλλουν Ιόντα Όταν ένα ιοντικό στερεό διαλύεται στο νερό, τα πολικά μόρια του νερού συσσωρεύονται γύρω από τα κατιόντα και τα ανιόντα, εμποδίζοντας την επανασύνδεσή τους.

Ε: Τι συμβαίνει σε χημικό και φυσικό επίπεδο όταν ένα διάλυμα αλατιού εξατμίζεται;



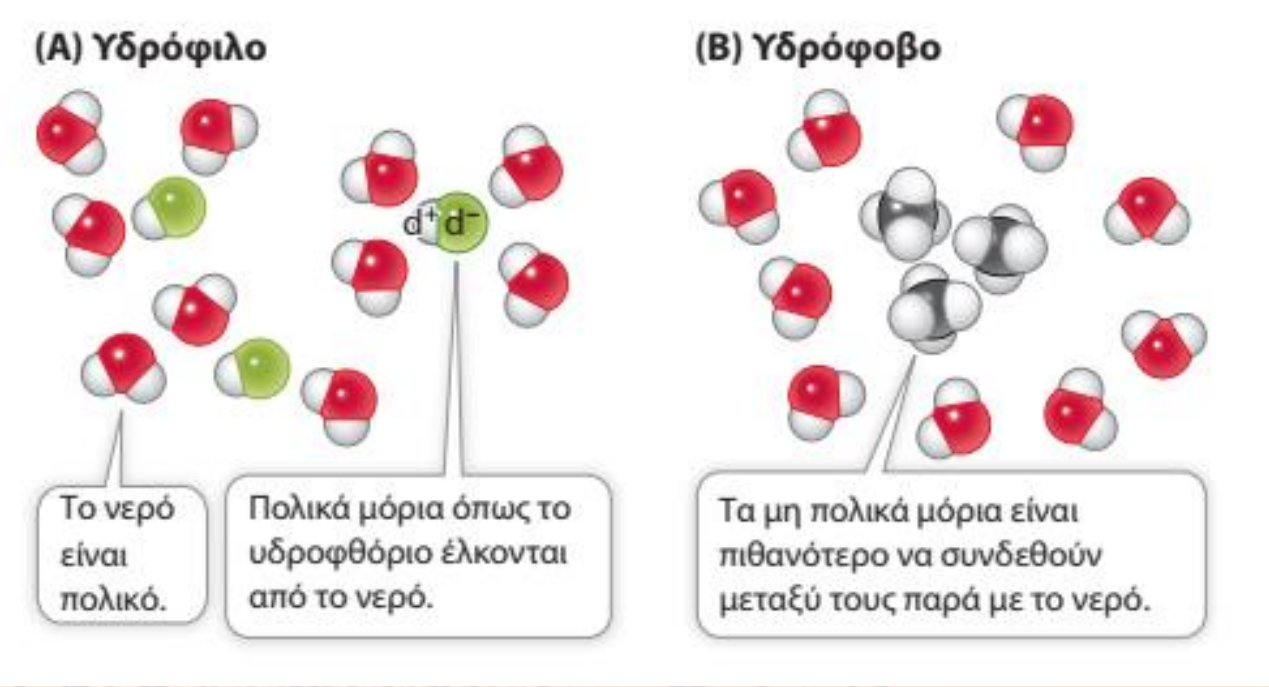
Εικόνα 2.10 Δεσμοί Υδρογόνου Μπορούν να Σχηματιστούν Μεταξύ ή Εντός των Μορίων



Εικόνα 2.10 Δεσμοί Υδρογόνου Μπορούν να Σχηματιστούν Μεταξύ ή Εντός των Μορίων (A) Ένας δεσμός υδρογόνου μεταξύ δύο μορίων είναι μία έλξη μεταξύ ενός αρνητικού φορτίου σε ένα μόριο και του θετικού φορτίου σε ένα άτομο υδρογόνου του δεύτερου μορίου. (B) Οι δεσμοί υδρογόνου μπορούν να σχηματιστούν μεταξύ διαφορετικών τμημάτων του ίδιου μεγάλου μορίου.

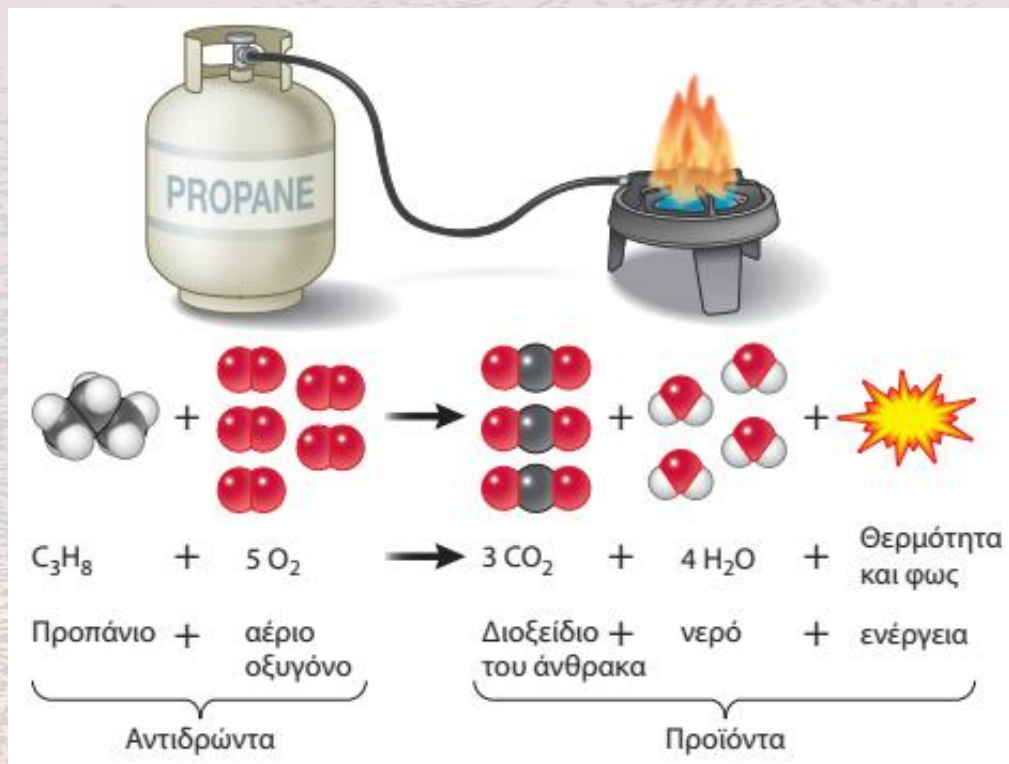
Ε: Τι συμβαίνει σε ένα μεγάλο μόριο εάν εφαρμοστεί σε αυτό αυξημένη υψηλή θερμοότητα; Ποιοι δεσμοί ή αλληλεπιδράσεις επηρεάζονται;

Εικόνα 2.11 Υδρόφιλα και Υδρόφοβα



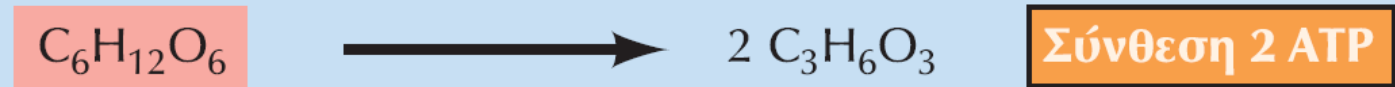
Εικόνα 2.11 Υδρόφιλα και Υδρόφοβα (A) Μόρια με πολικούς ομοιοπολικούς δεσμούς έλκονται από το πολικό νερό (είναι υδρόφιλα). (B) Μόρια με μη πολικούς ομοιοπολικούς δεσμούς παρουσιάζουν μεγαλύτερη έλξη μεταξύ τους έναντι του νερού (είναι υδρόφοβα).

Εικόνα 2.12 Τα Συνδεδεμένα Μόρια και η Ενέργεια



Εικόνα 2.12 Τα Συνδεδεμένα Μόρια και η Ενέργεια Ενδέχεται να αλλάξουν σε μια χημική αντίδραση. Ένα μόριο προπανίου (αέριο που χρησιμοποιείται για μαγείρεμα) από αυτή τη φιάλη αντιδρά με πέντε μόρια αερίου οξυγόνου και δίνει τρία μόρια διοξειδίου του άνθρακα και τέσσερα μόρια νερού. Αυτή η αντίδραση απελευθερώνει ενέργεια με τη μορφή θερμότητας και φωτός.

Γλυκόλυση



Γλυκόζη

Γαλακτικό οξύ

Φωτοσύνθεση



Γλυκόζη

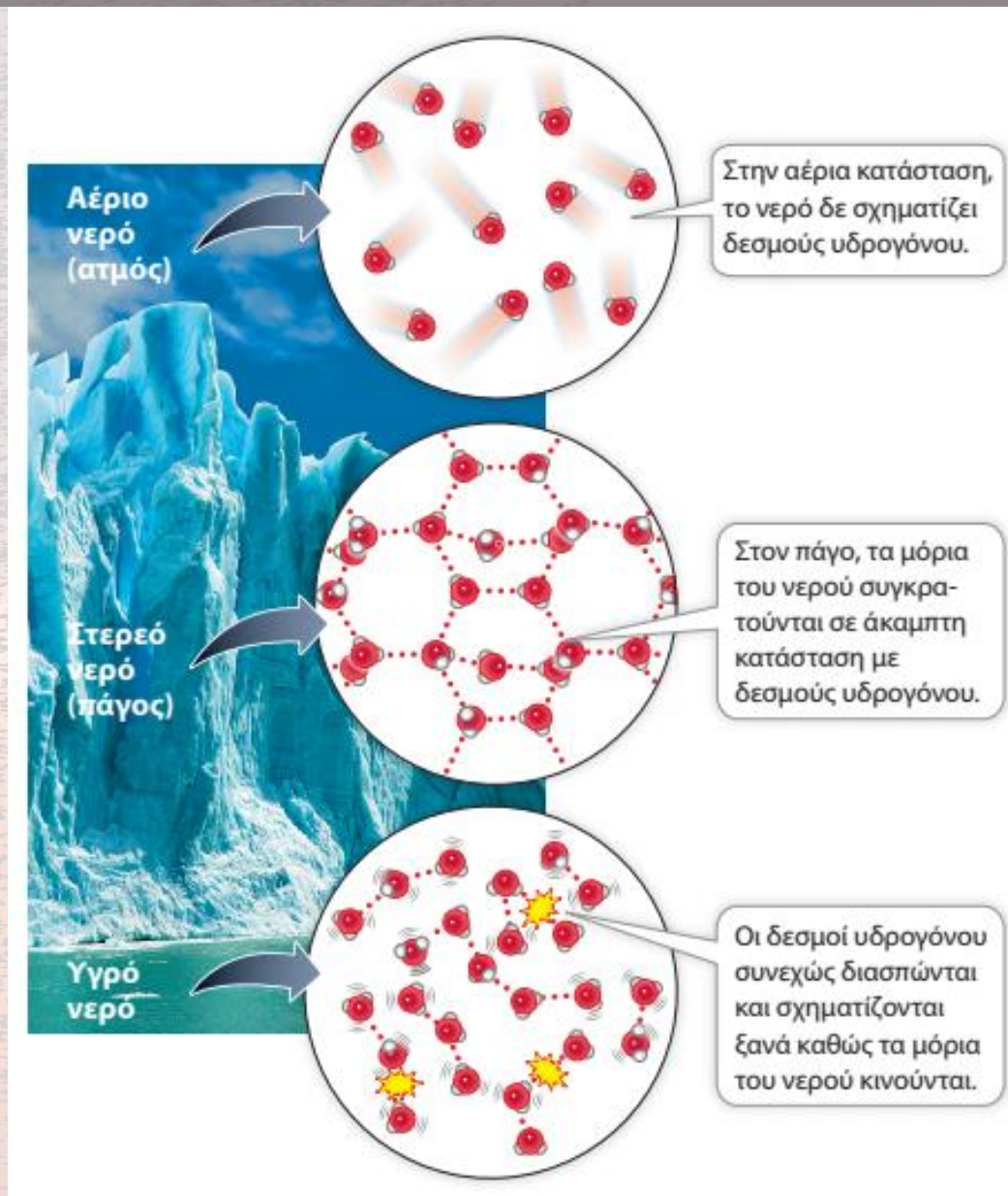
Οξειδωτικός μεταβολισμός



Γλυκόζη

Εικόνα 2.13 Δεσμοί Υδρογόνου και Ιδιότητες του Νερού

Εικόνα 2.13 Δεσμοί Υδρογόνου και Ιδιότητες του Νερού Ο δεσμός υδρογόνου λαμβάνει χώρα μεταξύ των μορίων του νερού τόσο σε υγρές όσο και σε στερεές καταστάσεις. Ο πάγος είναι πιο δομημένος αλλά λιγότερο πυκνός από το υγρό νερό, γεγονός που εξηγεί γιατί ο πάγος επιπλέει. Το νερό μετατρέπεται σε αέριο όταν σπάσουν οι δεσμοί υδρογόνου και τα μόρια απομακρυνθούν περαιτέρω.



Εικόνα 2.14 Το Νερό στη Βιολογία

(Α)



Υψηλή θερμοότητα εξάτμισης:
Ο ιδρώτας χρησιμοποιεί την εξάτμιση του νερού για να ψύξει το σώμα.

(Β)



Συνοχή: Η συνεκτική δύναμη του νερού το βοηθά να ρέει από τις ρίζες προς τα φύλλα σε ένα δέντρο.

(Γ)

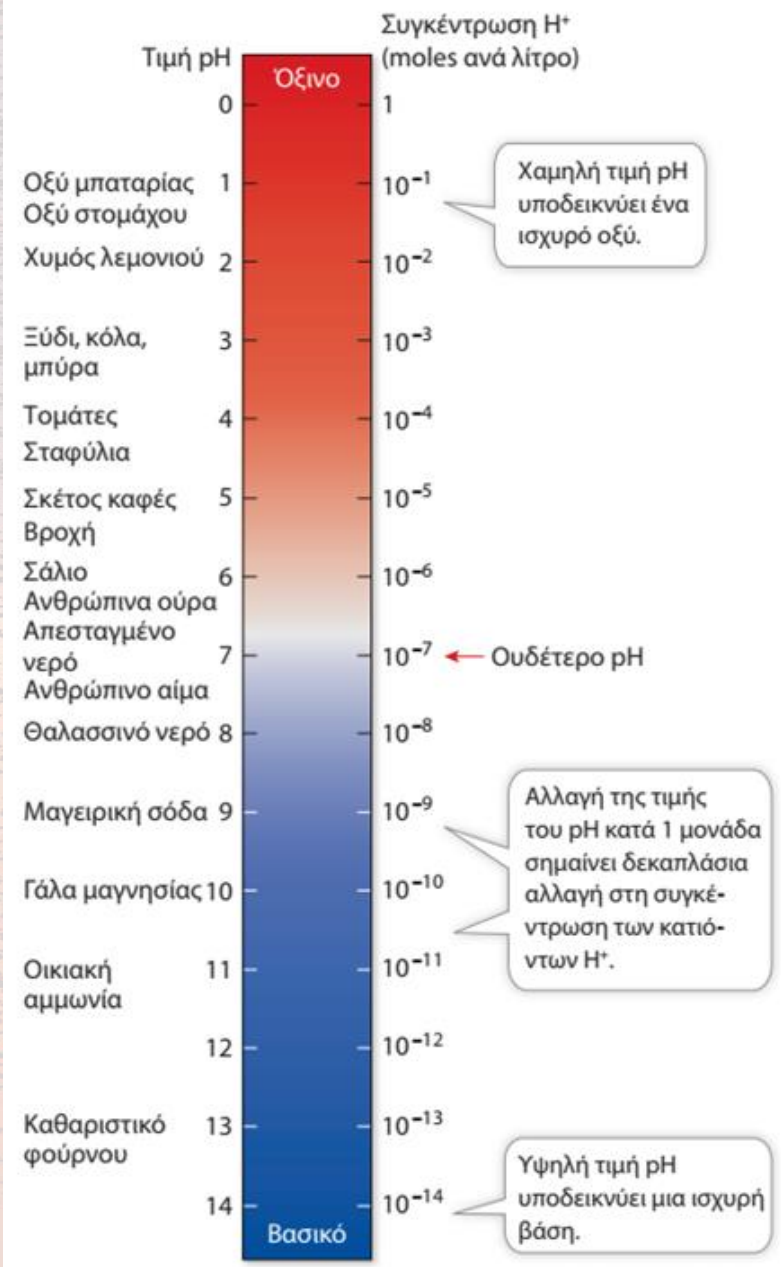


Επιφανειακή τάση: Τα μόρια του νερού κολλούν μεταξύ τους και αποτρέπουν τη βύθιση της αράχνης λύκου.

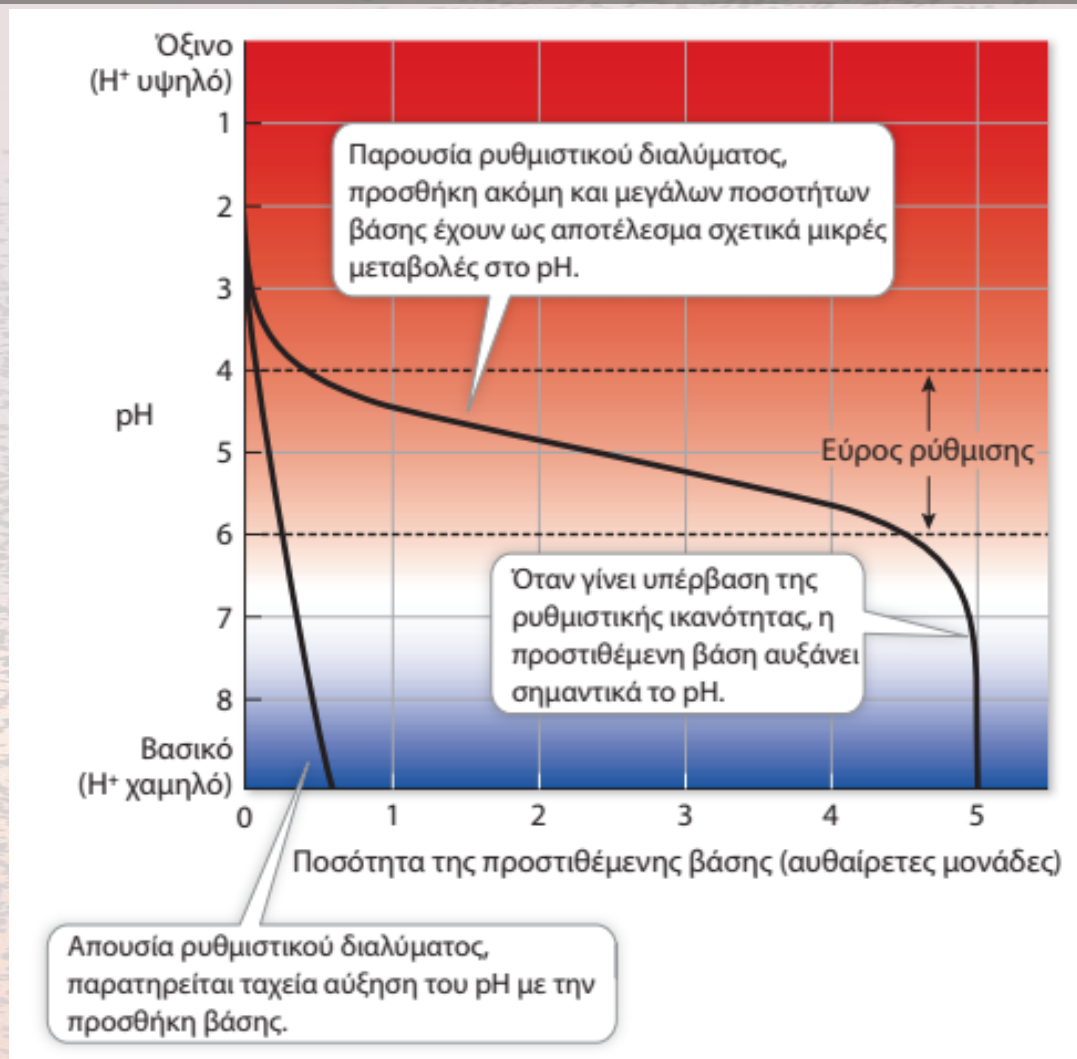
Εικόνα 2.14 Το Νερό στη Βιολογία Αυτές οι τρεις ιδιότητες του νερού το καθιστούν ευεργετικό για τους οργανισμούς.

Εικόνα 2.15 Τιμές pH Ορισμένων Γνωστών Ουσιών

Εικόνα 2.15 Τιμές pH Ορισμένων Γνωστών Ουσιών



Εικόνα 2.16 Τα Ρυθμιστικά Διαλύματα Ελαχιστοποιούν τις Αλλαγές του pH



Εικόνα 2.16 Τα Ρυθμιστικά Διαλύματα Ελαχιστοποιούν τις Αλλαγές του pH Όταν προστίθεται βάση σε ένα διάλυμα, το pH του διαλύματος αυξάνεται. Χωρίς ρυθμιστικό διάλυμα, η αλλαγή είναι μεγάλη και η κλίση της γραφικής παράστασης του pH είναι απότομη. Υπό την παρουσία ρυθμιστικού διαλύματος, ωστόσο, η κλίση εντός της περιοχής ρύθμισης είναι μικρή.

- Οι ζωντανοί οργανισμοί διατηρούν σταθερό το εσωτερικό τους περιβάλλον (ομοιοστασία)
- Τα ρυθμιστικά διαλύματα βοηθούν τους οργανισμούς να διατηρούν σταθερές τιμές pH
- Ένα ρυθμιστικό διάλυμα αποτελείται από ένα ασθενές οξύ και την αντίστοιχη βάση του (ή μια ασθενή βάση και το αντίστοιχο οξύ της)

