



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ  
—  
ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

---

## **Γεωργική Χημεία**

### **Εργαστηριακές ασκήσεις**

Γεώργιος Παπαδόπουλος, Καθηγητής Τμ. Τεχνολόγων Γεωπόνων Τ.Ε.

## Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



## Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



## Εργαστήριο 3. Απεικόνιση μορίων

ΓΚ Παπαδόπουλος

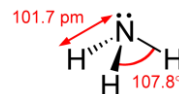
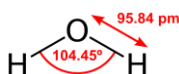
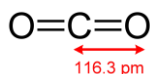
### A. Θεωρία

Εδώ και 80 περίπου χρόνια, οι χημικοί είχαν κατορθώσει να έχουν μια εικόνα της δομής των απλών τουλάχιστον μορίων, ξεκινώντας από τα ανόργανα άλατα (π.χ. χλωριούχο νάτριο, NaCl) και φτάνοντας στα απλά οργανικά μόρια όπως τα αμινοξέα και οι αζωτούχες βάσεις που βρίσκονται στα νουκλεϊκά οξέα (αδενίνη, κυτοσίνη, γουανίνη, θυμίνη και ουρακίλη). Αυτό κατέστη εφικτό λόγω δύο εξελίξεων:

1. Της χρήσης περίθλασης ακτίνων X για τον προσδιορισμό της τριδιάστατης δομής μικρών μορίων (ξεκίνησε από το 1914) και,
2. των εξελίξεων στη κβαντομηχανική και την κβαντική χημεία μερικά χρόνια αργότερα, που επέτρεψαν την σύνθεση πειράματος και θεωρίας, έτσι ώστε να υπάρχουν οι επιστημονικά τεκμηριωμένες εξηγήσεις για τις δομές που παρατηρήθηκαν και τις ιδιότητες πολλών μορίων που προβλημάτιζαν πολλούς επιστήμονες.

Θα ξεκινήσουμε με τρεις από τις απλούστερες δομές, το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το νερό (H<sub>2</sub>O) και την αμμωνία (NH<sub>3</sub>), η δεύτερη από τις οποίες είναι η πιο καθοριστική ένωση για την ύπαρξη και διατήρηση της ζωής όπως τη γνωρίζουμε.

Για να μπορέσουμε να αντιληφθούμε τη πρόκληση που υπήρχε και υπάρχει, πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι ο ομοιοπολικός χημικός δεσμός μεταξύ ατόμων σε ένα μόριο, που συμβολίζεται με μια γραμμή, –, αν είναι απλός, και με διπλή γραμμή, =, αν είναι διπλός και τριπλή γραμμή, ≡, αν είναι τριπλός, είναι ουσιαστικά δύο (ή τέσσερα ή έξη, αντίστοιχα) κοινά ηλεκτρόνια μεταξύ των πυρήνων των ατόμων που δεσμεύονται με τον συγκεκριμένο δεσμό. Βλέπουμε λοιπόν παρακάτω, να εμφανίζονται οι δεσμοί με γραμμές, και σε ορισμένες περιπτώσεις να καταγράφεται τόσο η γωνία μεταξύ των δεσμών, όσο και η απόσταση μεταξύ των ατόμων.



1. Απλή απεικόνιση δεσμών, όπου φαίνονται τα μήκη δεσμών και οι γωνίες μεταξύ τους. 100 pm = 1 Å = 10<sup>-8</sup> cm. Σε μια τέτοια απλοϊκή απεικόνιση, μπορούν να εμφανιστούν και άλλες πληροφορίες, όπως τα μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων (φαίνονται **μόνον στην αμμωνία ως δύο τελείες**), μήκη δεσμών και γωνίες μεταξύ δεσμών. Ο δεσμός σε σχήμα σφήνας στην αμμωνία δηλώνει δεσμό έξω από το επίπεδο της οθόνης (ή του χαρτιού, αν τυπώσετε το παρόν) προς τον αναγνώστη, ενώ ο δεσμός σε σχήμα διακεκομμένης σφήνας δηλώνει δεσμό πίσω από το πλαίσιο της οθόνης και απομακρυνόμενο από τον αναγνώστη. *Όπου δεν αναφέρεται κάποια συγκεκριμένη πηγή για τα σχήματα, υπονοείται το αντίστοιχο λήμμα της Wikipedia.*
- 2.

Για να το κατανοήσουμε καλύτερα, πρέπει να θυμηθούμε ότι ο πυρήνας του κάθε ατόμου (το κέντρο μάζας του και το κέντρο του θετικού του φορτίου) είναι το σημείο αναφοράς του για να δούμε τη κατεύθυνση του κάθε απλού χημικού δεσμού. Όμως, *τα άτομα που ενώνονται μεταξύ τους με απλούς ομοιοπολικούς δεσμούς για τον σχηματισμό μορίων, το καταφέρνουν με τον διαμοιρασμό δύο κοινών ηλεκτρονίων, ανά απλό δεσμό, της εξωτερικής τους στοιβάδας.* Αυθαίρετα, ως μήκος δεσμού νοούμε την απόσταση μεταξύ των πυρήνων δύο δεσμευμένων ατόμων (βλέπε CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O παραπάνω). Συνεπώς, η γωνία μεταξύ δύο δεσμών θα οριστεί ως αυτή που διαγράφεται από την τομή τους στον πυρήνα ενός κεντρικού ατόμου (π.χ. O στο H<sub>2</sub>O και C στο

CO<sub>2</sub>). Ένα πολύ χρήσιμο μέτρο των ατομικών διαστάσεων είναι το Å (Åγκστρομ, προς τιμή του Σουηδού φυσικού

Ångstrom), όπου  $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm} = 100 \text{ pm}$ . Όπως φαίνεται πιο πάνω, το μήκος του δεσμού O–H στο H<sub>2</sub>O είναι σχεδόν 100 pm, δηλαδή 1 Å, ενώ το μήκος του δεσμού C=O στο CO<sub>2</sub> είναι 116 pm, δηλαδή κάτι περισσότερο από 1 Å. Άρα το 1 Å ισούται περίπου με το μήκος του ομοιοπολικού δεσμού. Όσο μεγαλύτερα και πιο πολύπλοκα γίνονται τα μόρια, τόσο πιο δύσκολο είναι να απεικονιστούν με ακρίβεια μέσα από τον συντακτικό τους τύπο, ο χώρος που καταλαμβάνουν, καθώς και οι ιδιότητές τους.

Ένας αναλυτικός τρόπος κατανόησης με ακρίβεια των διευθετήσεων των ατόμων ενός μορίου στον χώρο είναι αυτός με σφαίρες και ράβδους, όπου τα μεν άτομα απεικονίζονται ως σφαίρες διαφορετικών μεγεθών και χρωμάτων, ανάλογα με το είδος του κάθε ατόμου, ενώ οι δεσμοί εμφανίζονται ως ράβδοι είτε στο χρώμα του μεγαλύτερου ατόμου, είτε στα δύο χρώματα (μισό-μισό) των ατόμων τα οποία συνιστούν τον δεσμό (βλ. διοξείδιο του άνθρακα παρακάτω). Η σύμβαση χρωμάτων είναι:

**H**, υδρογόνο = άσπρο ή ανοιχτό γκριζό      **C**, άνθρακας =μαύρο      **O**, οξυγόνο = κόκκινο

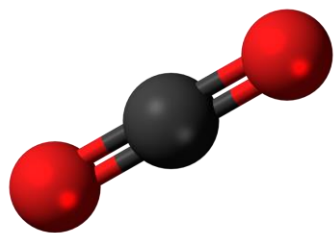
**N**, άζωτο = μπλε

**P**, φωσφόρος = πορτοκαλί

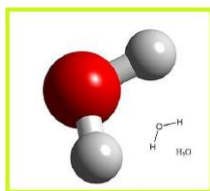
**S**, θείο = κίτρινο

Βλέπουμε λοιπόν με ποιόν τρόπο απεικονίζονται τα τρία γνωστά μας πια μόρια:

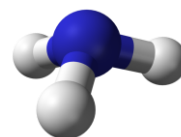
CO<sub>2</sub>



H<sub>2</sub>O



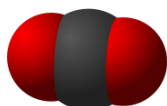
NH<sub>3</sub>



*B. Μοντέλα με σφαίρες και ράβδους.* Τα άτομα είναι φαίνονται ως σφαίρες και οι δεσμοί ως ράβδοι. Αυτό το μοντέλο είναι *εξωπραγματικό*. Οι διπλοί δεσμοί στο CO<sub>2</sub> εμφανίζονται ως διπλοί, πράγμα που βοηθά στη κατανόηση και αναγνώριση. Κρίμα που σε τέτοια απεικόνιση δεν φαίνονται τα μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων (δύο για το οξυγόνο, ένα για το άζωτο).

Υπάρχει μήπως κάποια μέση οδός, ώστε να έχουμε και σωστή αίσθηση του χώρου του κάθε ατόμου σε ένα μόριο, αλλά να καταλάβουμε κιόλας ποιοι είναι οι χημικοί δεσμοί; Τη λύση δίνει το λεγόμενο *χωροπληρωτικό* μοντέλο, όπου κάθε άτομο καταλαμβάνει τον χώρο του και φαίνεται πόσο κοντά είναι μεταξύ τους τα άτομα που συνδέονται με ομοιοπολικούς χημικούς δεσμούς. Η σύμβαση χρωμάτων παραμένει η ίδια. Ας δούμε και πάλι τα γνωστά μας μόρια:

CO<sub>2</sub>



H<sub>2</sub>O

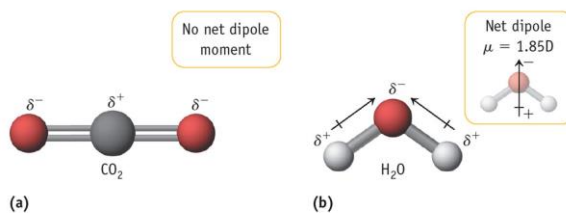


NH<sub>3</sub>



*Γ. Χωροπληρωτικά μοντέλα.* Είναι τα μόνα μοντέλα που δείχνουν τα άτομα και συνεπώς τα μόρια στις πραγματικές τους διαστάσεις στο χώρο.

Εδώ πρέπει από τη μια να καταλάβουμε πόσο κοντά το ένα στο άλλο είναι τα δεσμευμένα άτομα, και στη περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα να θυμηθούμε ότι οι δεσμοί μεταξύ άνθρακα και οξυγόνου είναι διπλοί. Όμως, *κάθε ανθρώπινη απλούστευση της φύσης πάντα αφήνει κάποια σημαντική ιδιότητά της απέξω*. Έτσι και εδώ, τα χωροπληρωτικά μοντέλα μας δίνουν με μεγάλη ακρίβεια την αίσθηση του χώρου που καταλαμβάνουν άτομα και μόρια, όμως δεν μας τα λένε όλα για τις προκύπτουσες ιδιότητές τους. Συγκεκριμένα, και πολύ σημαντικό για τις βιολογικές επιστήμες, είναι το γεγονός ότι άτομα όπως το οξυγόνο και το άζωτο, και σε λιγότερο βαθμό ο άνθρακας, έχουν *ηλεκτροαρνητικότητα* σε σχέση με το υδρογόνο. Δηλαδή, *τα κοινά ηλεκτρόνια στους μεταξύ τους δεσμούς έλκονται πιο πολύ από το περισσότερο ηλεκτροαρνητικό άτομο*. Αυτό δεν οδηγεί σε ολοκληρωτική μεταφορά ηλεκτρονίου(ων) από το λιγότερο στο περισσότερο ηλεκτροαρνητικό άτομο, αλλά παραμονή των κοινών δεσμικών ηλεκτρονίων πιο κοντά στο περισσότερο ηλεκτροαρνητικό άτομο, και για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Αυτή η κατάσταση παρομοιάζεται με *μερικώς θετικό φορτίο,  $\delta^+$* , στο ηλεκτροθετικό άτομο και *μερικώς αρνητικό φορτίο,  $\delta^-$* , στο ηλεκτροαρνητικό άτομο.

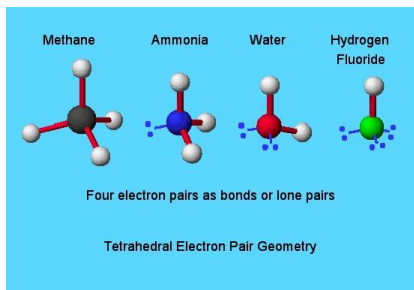


Σχηματισμός μερικώς θετικού,  $\delta^+$ , και μερικώς αρνητικού,  $\delta^-$ , ηλεκτρικού φορτίου σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό, λόγω διαφοράς στην ηλεκτροαρνητικότητα των ατόμων που απαρτίζουν το κάθε μόριο.

[http://www.chem.ufl.edu/~itl/4411/lectures/lec\\_16.html](http://www.chem.ufl.edu/~itl/4411/lectures/lec_16.html)

Αυτό δεν σημαίνει διάσπαση του στοιχειώδους αρνητικού φορτίου, δηλαδή του ηλεκτρονίου, απλά τη παραμονή του πιο κοντά και για περισσότερο διάστημα στο ηλεκτροαρνητικό παρά στο ηλεκτροθετικό άτομο, σε έναν απλό δεσμό. Αν όλα τα μερικώς θετικά ή όλα τα μερικώς αρνητικά φορτία έχουν συμμετρική κατανομή, τότε μπορεί να βρεθεί το *κέντρο* τους. Στη περίπτωση του *διοξειδίου του άνθρακα*, τόσο το κέντρο του μερικώς θετικού όσο και του μερικώς αρνητικού φορτίου είναι το άτομο άνθρακα. Άρα αυτό το μόριο *δεν είναι πολικό*. Αντίθετα, στο *νερό*, το κέντρο του μερικώς θετικού φορτίου είναι στη μέση των δύο υδρογόνων, συνεπώς μακριά από το οξυγόνο, που είναι το κέντρο του μερικώς αρνητικού φορτίου. Άρα, το νερό έχει ξεχωριστό κέντρο μερικώς θετικού και μερικώς αρνητικού φορτίου, οπότε είναι *πολικό* μόριο. Να θυμόμαστε ότι, *γενικά, πολικά μόρια διαλύονται σε πολικούς διαλύτες και μη πολικά μόρια διαλύονται σε μη πολικούς διαλύτες, ή το χημικά όμοιο διαλύει το χημικά όμοιό του (like dissolves like)*.

Ένα άλλο πράγμα το οποίο συχνά παραλείπεται στα κάθε λογής μοντέλα και απεικονίσεις, είναι τα *μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων* (lone pairs of electrons) σε δεσμευμένα άτομα όπως οξυγόνο στο νερό, άζωτο στην αμμωνία και φθόριο ή χλώριο στο υδροφθόριο και υδροχλώριο αντίστοιχα. Θυμίζουμε ότι *μονήρη ζεύγη είναι τα ζεύγη ηλεκτρονίων στην εξωτερική στοιβάδα ενός ατόμου, τα οποία δεν συμμετέχουν σε ομοιοπολικούς δεσμούς*. Ο άνθρακας δεν έχει κανένα μονήρες ζεύγος, το άζωτο έχει ένα, το οξυγόνο δύο και τα φθόριο και χλώριο τρία:

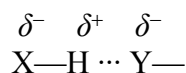


Ορισμένες φορές οι επιστήμονες θυμόμαστε να βάλουμε τα μονήρη ζεύγη γύρω από το συγκεκριμένο άτομο, αλλά όχι πάντα! Συνήθως όταν είναι να θυμηθούμε μια σχετική ιδιότητα που απορρέει από τα μονήρη ζεύγη. Εσείς να τα θυμάστε για *άζωτο, οξυγόνο και χλώριο*, που είναι άτομα τα οποία βρίσκουμε συχνά σε βιολογικές ενώσεις (κυρίως τα δύο πρώτα, ενώ το τρίτο υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στους ζωντανούς οργανισμούς, *αλλά ως αρνητικά φορτισμένο ιόν*,  $\text{Cl}^-$ , που είναι πάρα πολύ διαλυτό στο νερό).

Τα μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων στο οξυγόνο είναι καθοριστικά για τις πολλές και τελείως «ανώμαλες», δηλαδή απρόσμενες και αναπάντεχες, ιδιότητες του νερού. Αυτές οι ιδιότητες, *η μεγάλη πολικότητα και η μεγάλη συνεκτικότητα*, είναι υπεύθυνες για το συγκριτικά *ψηλό σημείο τήξης και ακόμη υψηλότερο σημείο βρασμού* του νερού ( $0^\circ\text{C}$  και  $100^\circ\text{C}$  αντίστοιχα), για το ότι *ο πάγος είναι αραιότερος από το νερό και επιπλέει*, για την *πολύ μεγάλη ικανότητα διάλυσης ουσιαστικά όλων των πολικών ουσιών και πάρα πολλών αλάτων και των συστατικών τους ιόντων*, για την *μεγάλη του επιφανειακή τάση* καθώς και για τα *τριχοειδή φαινόμενα που του επιτρέπουν να φτάνει από τις ρίζες μέχρι τις κορυφές πολύ ψηλών δένδρων!*

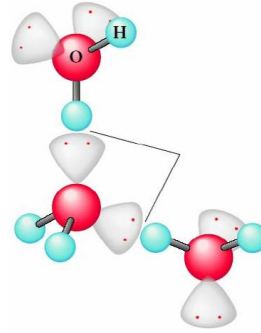
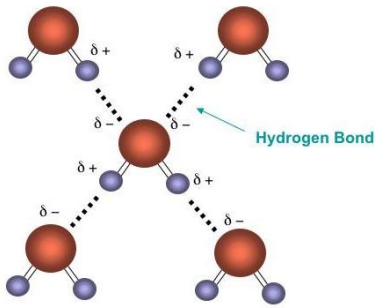
Όλες αυτές οι ιδιότητες του νερού οφείλονται σε μια *συγκριτικά ισχυρή διαμοριακή δύναμη μεταξύ των μορίων ύδατος*, που ονομάζεται *δεσμός υδρογόνου*.

Πολύ απλά συμβολίζεται με τρεις κουκκίδες μεταξύ των μορίων που έλκονται:



όπου η — συμβολίζει τον ομοιοπολικό δεσμό και τα X και Y είναι δύο ηλεκτραρνητικά άτομα σε δύο μόρια (μπορεί και τα άτομα αλλά και τα μόρια να είναι και ίδια) το X δεσμευμένο με H και ενδεχόμενα οτιδήποτε άλλο, και το Y με οτιδήποτε (ακόμη και υδρογόνο). Ως ηλεκτραρνητικά άτομα τα X και Y έχουν μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων, και στη περίπτωση του Y είναι ένα από αυτά τα μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων που έλκουν το μερικώς θετικά φορτισμένο άτομο υδρογόνου. Για τον κόσμο των ζωντανών οργανισμών τα δύο ηλεκτραρνητικά άτομα που εμπλέκονται σε *δεσμούς υδρογόνου* σε διάφορες ενώσεις είναι το *άζωτο* και το *οξυγόνο*. Επανερχόμαστε στο νερό και σημειώνουμε ότι σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, στο νερό κάθε μόριο ύδατος στους  $25^\circ\text{C}$  σχηματίζει κατά μέσο όρο 4,3 δεσμούς υδρογόνου! Όπως θα δείτε και παρακάτω, για τη βόλεψή μας εμείς οι επιστήμονες γράψαμε 4 δεσμοί υδρογόνου ανά μόριο ύδατος, αλλά είναι κατά τι περισσότεροι!

Each water molecule can form 4 Hydrogen Bonds

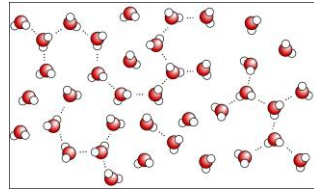


A.

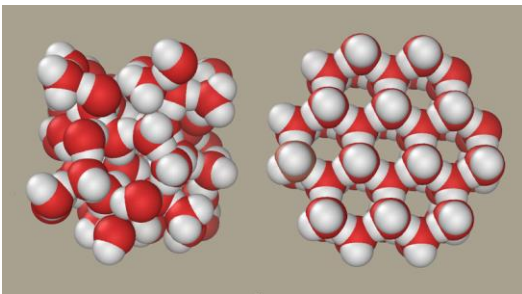
B.

Πολύ βολική αλλά ελαφρώς υποεκτιμημένη δυνατότητα σχηματισμού δεσμών υδρογόνου από τα μόρια ύδατος στην A. Να φανταστείτε ότι τα μόρια ύδατος κινούνται το ένα δίπλα από το άλλο στις τρεις διαστάσεις (μέση ταχύτητα περ. 48  $\mu\text{m/s}$ , δηλαδή καλύπτουν τροχιά περ. 24.000 μορίων ύδατος/δευτερόλεπτο!), και σε αυτή τους τη κίνηση διαρκώς σχηματίζουν και διασπών τους αντίστοιχους δεσμούς υδρογόνου. Στο B. βλέπουμε σαφώς τονισμένα τα δύο μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων (μέσα στο νερό καταλαμβάνουν πολύ λιγότερο χώρο από όσο απεικονίζεται) και το πώς σχηματίζονται δύο δεσμοί υδρογόνου μεταξύ τριών μορίων ύδατος. Κακώς, κατά τη ταπεινή μου γνώμη, οι σχεδιαστές δεν τήρησαν τη σύμβαση για το χρώμα του ατόμου του υδρογόνου.

Συνεπώς, βλέπουμε εδώ τη μεγάλη σημασία που έχουν τα μονήρη ζεύγη οξυγόνου για τον σχηματισμό των δεσμών υδρογόνου στο νερό. Μια πιο γενικευμένη εικόνα στις δύο διαστάσεις φαίνεται παρακάτω:



Μια και σε ένα δευτερόλεπτο στους κάθε μόριο ύδατος περνάει δίπλα από περίπου άλλα 24.000 μόρια ύδατος καταλαβαίνετε ότι αυτή η εικόνα είναι στη κυριολεξία ένα «ενσταντανέ» ενός διαλύματος με καθαρό νερό. Στη περίπτωση του πάγου, τα μόρια ύδατος κυριολεκτικά «παγώνονται» σε συγκεκριμένες θέσεις στο χώρο, όπου μπορούν να εκτελέσουν μόνο μικρές ταλαντώσεις γύρω από μια θέση ισορροπίας. Οπότε, παραμένει αρκετός κενός χώρος μεταξύ των μορίων ύδατος και ο πάγος καθίσταται αραιότερος από το νερό, και έτσι επιπλέει.



A.

B.

A. Μόρια ύδατος σε θερμοκρασία δωματίου. B. Μόρια ύδατος σε πάγο. Στην Εικόνα A. οι δεσμοί υδρογόνου δεν φαίνονται, αλλά με λίγη προσπάθεια μπορούμε να διακρίνουμε πού είναι.

Οι δεσμοί υδρογόνου παίζουν πολύ μεγάλο ρόλο σε όλα τα βιολογικά μόρια εκτός από τα λίπη. Είναι υπεύθυνοι για τη σταθερότητα των πρωτεϊνών, των νουκλεϊκών οξέων και των υδατανθράκων, και των εκτεταμένων αλληλεπιδράσεών τους με το νερό, μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς (θυμίζω ότι οι τελευταίοι αποτελούνται από περ. 70 % νερό, κατά μάζα).

Οι μοριακές απεικονίσεις αποτελούν πηγή βαθειάς κατανόησης για το πώς λειτουργούν τα βιολογικά μόρια και τα μακρομόρια (μεγάλα μόρια). Θα ασχολούμαστε διαρκώς με αυτές, διότι σε κάθε περίπτωση τα εποπτικά τους μέσα αλλάζουν κυριολεκτικά τον τρόπο νόησης της κάθε χημικής και βιολογικής διεργασίας.

### Πειραματικό μέρος

Πειραματικά μοντέλα με σφαίρες και ράβδους (των εταιρειών Prentice Hall Models, <http://www.pearson.ch/HigherEducation/Chemistry/GeneralChemistry/1471/9780139554445/Prentice-Hall-Molecular-Model-Set-for.aspx> και Molecular Visions, [http://www.cup.gr/MOLECULAR-VISIONS\\_p-279839.aspx?LangId=1](http://www.cup.gr/MOLECULAR-VISIONS_p-279839.aspx?LangId=1)).

*Όλοι οι φοιτητές να φτιάξουν με τη σειρά τους από ένα μόριο μεθανίου, ύδατος, διοξειδίου του άνθρακα, αμμωνίας και αμμωνίου, με τα δύο είδη μοντέλων ώστε να φανεί η χρησιμότητα του κάθε ενός.*



**CH<sub>4</sub>**  
Μεθάνιο



**H<sub>2</sub>O**  
Ύδωρ



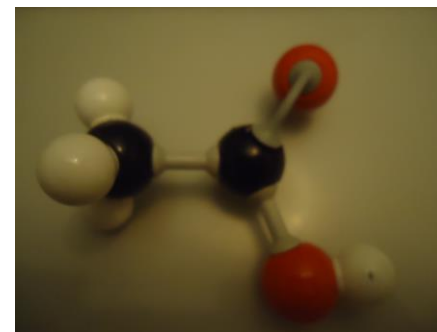
**CO<sub>2</sub>**  
Διοξείδιο του άνθρακα



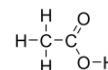
**:NH<sub>3</sub>**  
Αμμωνία



**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**  
Αμμώνιο



**CH<sub>3</sub>COOH**  
Οξικό οξύ





Ερωτήσεις:

1. Τι έχει φροντίσει να δείξει ο κατασκευαστής των μοντέλων στο άζωτο, που παραλείπει να δείξει στο οξυγόνο;
2. Πώς διαφοροποιούνται οι δεσμοί O-H, N-H, C-H, από τους δεσμούς C-O και C=O;

Σε διαφορετικό στυλ είναι τα μοντέλα της Molecular Visions, όπου δίνεται έμφαση σε εκείνες τις περιπτώσεις όπου υπάρχουν μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων. Επί πλέον, ο τρόπος κατασκευής τους είναι τελείως διαφορετικός, και απαιτεί αρκετή χρήση της φαντασίας μας. Συγκεκριμένα, το άτομο άνθρακα, ή αζώτου, ή οξυγόνου, αντί να είναι μια σφαίρα είναι ένα εξόγκωμα που σχηματίζεται από την ένωση δύο διχαλών που αντιπροσωπεύουν είτε τέσσερις ομοιοπολικούς δεσμούς (στον άνθρακα), είτε τρεις ομοιοπολικούς δεσμούς και ένα μονήρες ζεύγος (άζωτο), είτε δύο ομοιοπολικούς δεσμούς και δύο μονήρη ζεύγη (στο οξυγόνο):

### ΘΑ ΜΠΟΥΝ ΤΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

**CH<sub>4</sub>**  
Μεθάνιο

**H<sub>2</sub>O**  
Ύδωρ

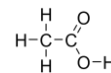
**CO<sub>2</sub>**  
Διοξείδιο του άνθρακα

### ΘΑ ΜΠΟΥΝ ΤΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

**:NH<sub>3</sub>**  
Αμμωνία

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**  
Αμμώνιο

**CH<sub>3</sub>COOH**  
Οξικό οξύ

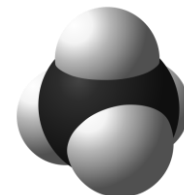
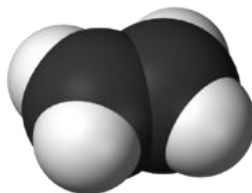
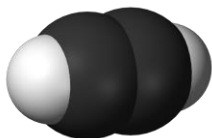
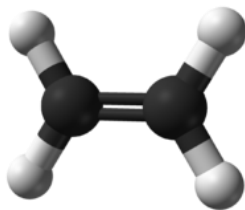
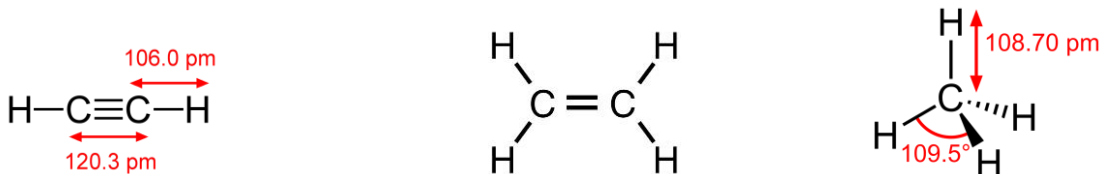


Τα άτομα του υδρογόνου εμφανίζονται ως άσπρες σφαίρες, οπότε και το όλο μόριο έχει αρκετά στοιχεία από τη πραγματικότητα, έστω και αν είναι εξωπραγματικό προσπαθώντας να τονίσει τη παρουσία των μονήρων ζευγών.



## Μια γεύση από το μέλλον (μάθημα Βιοχημείας)

Ένα από τα πιο εκπληκτικά πράγματα στη χημεία είναι το *πολυσθενές του άνθρακα* (δηλαδή, το ότι ο άνθρακας μπορεί να σχηματίζει ενώσεις με άλλα δύο ή άλλα τρία ή άλλα τέσσερα άτομα, και στη κάθε περίπτωση η γωνία μεταξύ των δεσμών είναι διαφορετική, συγκεκριμένα  $180^\circ$ ,  $120^\circ$  και  $109,5^\circ$ , αντίστοιχα). Παρακάτω βλέπουμε τρία τέτοια παραδείγματα της πολυσχιδούς παρουσίας του άνθρακα, το ακετυλένιο ( $\text{HC}\equiv\text{CH}$ ), το αιθένιο ( $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ ) και το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ):



Ακετυλένιο

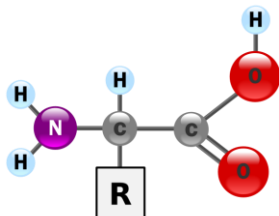
Αιθένιο (Αιθυλένιο)\*

Μεθάνιο

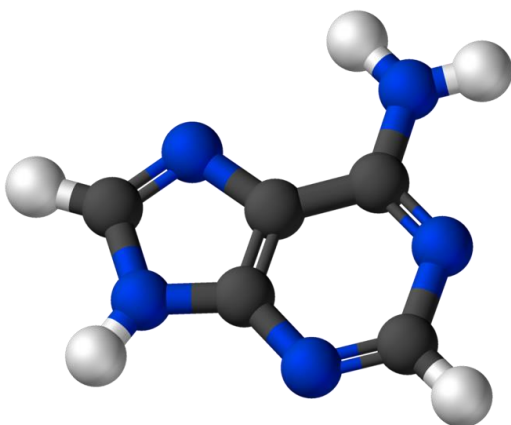
Αυτά όμως είναι η αρχή! Το μεθάνιο παράγεται από πολλά βακτήρια και είναι ένα από τα πιο σημαντικά αέρια στη πρόκληση του φαινομένου του θερμοκηπίου, ενώ το αιθυλένιο παράγεται από τους καρπούς των φυτών και βοηθά τόσο στην ωρίμανσή αλλά και στο σάπισμά τους, αν εκτεθούν για πολύ σε αυτό.

Αυτά τα μόρια είναι μόνον η αρχή. Υπάρχουν αμινοξέα και πρωτεΐνες, λιπαρά οξέα και λίπη, σάκχαρα και υδατάνθρακες, και νουκλεοτίδια και νουκλεϊκά οξέα, για να μείνουμε στις κύριες κατηγορίες ουσιών.

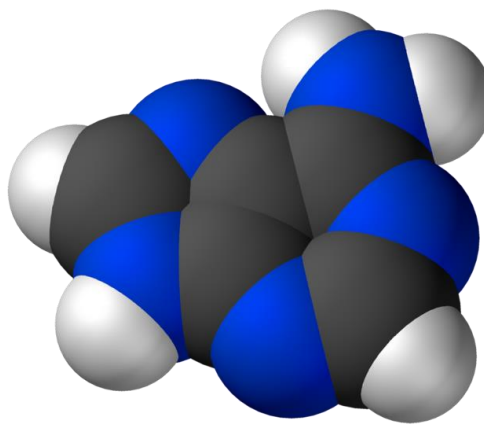
\*Το χωροπληρωτικό μοντέλο του αιθενίου έχει υποστεί περιστροφή  $90^\circ$  σε σχέση με την απλή απεικόνιση και το μοντέλο με σφαίρες και ράβδους, έτσι ώστε τα τέσσερα άτομα υδρογόνου και τα δύο άτομα άνθρακα να έχουν τους πυρήνες τους σε ένα επίπεδο κάθετο προς το επίπεδο της οθόνης ή του χαρτίου.



Ένα τυπικό αμινοξύ, όπου R μπορεί να είναι οποιαδήποτε από 19 διαφορετικές ομάδες. Όλες οι πρωτεΐνες αποτελούνται από 19 αμινοξέα και ένα ιμινο-οξύ (την προλίνη), με τη διαφορά ότι η αλληλουχία των αμινοξέων είναι διαφορετική σε κάθε πρωτεΐνη, όπως άλλωστε και ο αριθμός των αμινοξέων (δηλαδή το μήκος της πρωτεϊνικής αλυσίδας).



A.



B.

Μοντέλο της *αδενίνης* (μιας από τις 4 αζωτούχες βάσεις στο DNA και το RNA), A. με σφαίρες και ράβδους, και B. χωροπληρωτικό μοντέλο του ίδιου μορίου. Ο προσανατολισμός είναι ταυτόσημος και στις δύο περιπτώσεις για ευκολία. Προσέξτε ότι δεν υπάρχει ουσιαστικά κενός χώρος στον εξαμερή ή τον πενταμερή δακτύλιο, όπως φαίνεται στο χωροπληρωτικό μοντέλο, που είναι η πραγματική απεικόνιση του μορίου στο χώρο. Αντίθετα, το μοντέλο με σφαίρες και ράβδους υπερτονίζει τους χημικούς δεσμούς, παραπλανώντας μας για τον χώρο που καταλαμβάνει το κάθε άτομο στο μόριο.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Molecular\\_models\\_of\\_DNA](http://en.wikipedia.org/wiki/Molecular_models_of_DNA)