

Διδακτικά εργαλεία των ΤΠΕ για την υποστήριξη της διδασκαλίας της Κβαντικής Χημείας στο Λύκειο

Βαφειάδης Αναστάσιος Π.

Καθηγητής Χημείας, PhD, MEd, ΓΕ.Λ. Καμπάνη Κιλκίς
vafiadis@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Διεθνής και εγχώριες έρευνες έχουν δείξει πως θεμελιώδης κβαντοχημικές έννοιες όπως το τροχιακό, οι στιβάδες, οι υποστιβάδες, τα ενεργειακά επίπεδα, οι διεγέρσεις ηλεκτρονίων, δυσκολεύουν με την αφηρημένη φύση τους πολλούς μαθητές δημιουργώντας εναλλακτικές ιδέες.

Η διδασκαλία κβαντοχημικών εννοιών αποτελεί την πιο σύγχρονη προσθήκη στην ύλη της Χημείας σε επίπεδο Λυκείου τα τελευταία είκοσι τουλάχιστον χρόνια.. Η ύλη της Κβαντικής Χημείας διδάσκεται κυρίως στο 1^ο (και λίγο στο 5^ο) Κεφάλαιο της Χημείας Θετικής Κατεύθυνσης της Γ' Λυκείου και είναι Πανελλαδικός εξεταζόμενη.

Έχοντας κατά νου τη δυσκολία που αντιμετωπίζουν στην κατανόηση των εννοιών οι μαθητές και την ανυπαρξία του ισχυρότερου διδακτικού εργαλείου ενός χημικού, του πειράματος, η εργασία έχει διττό σκοπό. Αφενός, να προσφέρει στον εκπαιδευτικό μια γκάμα διδακτικών εργαλείων που θα τον βοηθήσουν στο δύσκολο έργο του και αφετέρου, να αποτελέσει την άκρη του νήματος ώστε ο εκάστοτε καθηγητής να βρει άλλα εργαλεία που ανταποκρίνονται στις ανάγκες του μαθήματός του.

Για το σκοπό αυτό αναφέρονται ενδεικτικά μερικά λογισμικά, προσομοιώσεις, animation και διαδικτυακές πηγές που σχετίζονται με τη διδασκαλία της Κβαντικής Χημείας και έχουν εφαρμοστεί στη σχολική αίθουσα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Κβαντική Χημεία, διδακτικά εργαλεία, λογισμικά, εναλλακτικές ιδέες

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Κβαντική Χημεία αποτελεί μια ιδιάζουσα περίπτωση όσον αφορά τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα για μια πληθώρα λόγων. Επιστημονικά είναι ό,τι πιο σύγχρονο διδάσκεται στους μαθητές. Αναφορικά με το πρόγραμμα σπουδών είναι η πιο ουσιαστική προσθήκη των τελευταίων είκοσι ετών (μπορεί και περισσότερων) στην ύλη της Χημείας που εξετάζεται πανελλαδικά στην Γ' Λυκείου. Επίσης, το σύνολο σχεδόν των καθηγητών της χώρας διδάχτηκε Κβαντική Χημεία μόνο στο Πανεπιστήμιο (όχι στο σχολείο) και κάποιοι πιθανόν δεν τη διδάχτηκαν πουθενά!

Δεκαπέντε περίπου χρόνια μετά την πρώτη εισαγωγή της στη ύλη των Πανελληνίων εξετάσεων, διεθνείς (Cervellati & Perugini, 1981; Taber, 2002) και εγχώριες μελέτες (Tsaparlis & Paparhotos, 2002; Παπαφώτης & Τσαπαρλής, 2005; 2009) δείχνουν πως υπάρχουν πολλές εναλλακτικές ιδέες μαθητών στις έννοιες που πραγματεύεται το συγκεκριμένο κεφάλαιο.

Η σύγχρονη διδακτική έχει πολλά βέλη στη φαρέτρα της για να αντιμετωπίσει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Μια πλειάδα διδακτικών εργαλείων όπως τα πειράματα, οι εννοιολογικοί χάρτες, τα μοντέλα, οι αναλογίες, το διαδίκτυο, οι προσομοιώσεις κ.α. αν ενσωματωθούν κατάλληλα στο μάθημα, η διδασκαλία μπορεί να έχει το καλύτερο δυνατό μαθησιακό αποτέλεσμα (Κόκκοτας, 2001).

Η Χημεία ως ένα καθαρά εμπειρικό μάθημα διαθέτει το πιο ισχυρό εργαλείο που είναι το εργαστηριακό πείραμα. Τι πείραμα όμως να κάνεις για να διδάξεις το τροχιακό; Εδώ έγκειται και η δυσκολία του εν λόγω κεφαλαίου. Το ισχυρότερο εργαλείο που έχει ο εκπαιδευτικός που διδάσκει Χημεία, δεν υπάρχει. Ο καθηγητής που διδάσκει Κβαντική Χημεία πρέπει να επιστρατέψει τα υπόλοιπα εργαλεία, ώστε να κάνει εύληπτες όλες αυτές τις αφηρημένες έννοιες που αναφέρονται στο σχολικό βιβλίο.

Το σύνολο των εργαλείων που θα αναφερθούν σχετίζονται με τις ΤΠΕ και έχουν χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα στη σχολική τάξη, βοηθώντας τους μαθητές να λύσουν απορίες και να ξεδιαλύνουν έννοιες. Προφανώς όλα τα εργαλεία που υπάρχουν είναι πάρα πολλά και η εργασία δεν έχει σε καμιά περίπτωση στόχο την καθολική καταγραφή τους. Με την ενδεικτική καταγραφή κάποιων από αυτά για το 1^ο Κεφάλαιο της Γ' Λυκείου και σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα εργαλεία για το 3^ο Κεφάλαιο (Λιθοξοΐδου, 2013) ευελπιστούμε ο μάχιμος εκπαιδευτικός να αποκτήσει περισσότερα όπλα για να παλέψει με τους «δαίμονες» των ερωτήσεων και των εναλλακτικών ιδεών.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ

Ένα πρώτο γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από τη βιβλιογραφία (Cervellati & Perugini, 1981; Taber, 2002; Tsaparlis & Paparhotos, 2002; Παπαφώτης & Τσαπαρλής, 2005; 2009) είναι πως οι μαθητές αποτυγχάνουν να διακρίνουν ικανοποιητικά παλιές και νέες έννοιες, με αποτέλεσμα να συγχέουν τα τροχιακά με τις στιβάδες, τις υποστιβάδες και τα ενεργειακά επίπεδα. Οι μαθητές δυσκολεύονται να ξεφύγουν από το ατομικό πρότυπο του Bohr και να υιοθετήσουν τις νέες έννοιες περίπου μέχρι το πρώτο έτος του Πανεπιστημίου. Ως επακόλουθο, οι μαθητές δεν μπορούν να κατανοήσουν τις διεγέρσεις ηλεκτρονίων μεταξύ των τροχιακών και βρίσκουν τα σχήματα των τροχιακών μπερδεμένα. Επιπρόσθετα, πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να καταλάβουν την πιθανολογική φύση της έννοιας του τροχιακού. Προσδιορίζουν το τροχιακό μόνο ως τον χώρο που περικλείεται από το χρησιμοποιούμενο σχήμα για το τροχιακό (ή μόνο την επιφάνεια του σχήματος αυτού).

Επίσης, σύμφωνα με έρευνες (Cervellati & Perugini, 1981; Παπαφώτης & Τσαπαρλής, 2005) σημαντικό ρόλο στη δημιουργία παρανοήσεων παίζουν τα σχολικά βιβλία τα οποία δίνουν αμφιλεγόμενους ορισμούς.

Ακόμα έχει παρατηρηθεί (Cervellati & Perugini, 1981) ότι το ποσοστό των μαθητών που ορίζουν το τροχιακό ως μαθηματική συνάρτηση είναι μικρότερο από το ποσοστό των μαθητών που θα περιμέναμε με βάση το τι έχουν διδαχτεί στα βιβλία. Αντίθετα, το ποσοστό των μαθητών που ορίζουν το τροχιακό ως τροχιά είναι μεγαλύτερο.

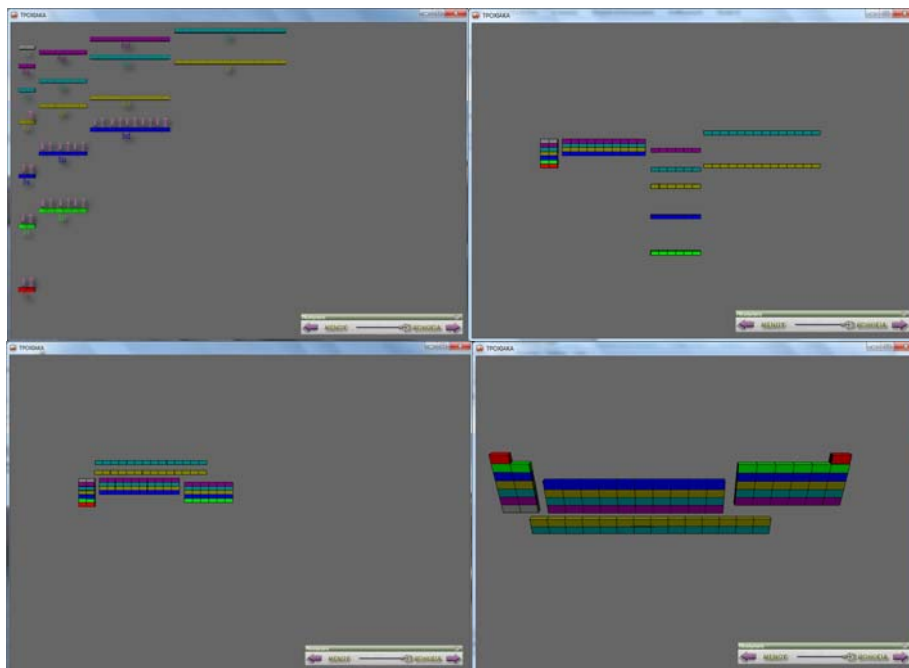
Εν κατακλείδι, μπορούμε να πούμε πως υπάρχουν πολλές εναλλακτικές ιδέες και παρερμηνείες και φτωχή κατανόηση των κβαντικών εννοιών. Το σύνολο των συγγραφέων των παραπάνω εργασιών συμφωνεί πως οι παρανοήσεις προκύπτουν εν μέρει από τα εγχειρίδια και εν μέρει από την ίδια την (όχι καθημερινή) φύση της κβαντικής θεωρίας.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Από τη φύση τους τα διδακτικά εργαλεία είναι δυνατόν να περιγράφουν ή να αναπαριστούν -όχι μόνο μια- αλλά πολλές έννοιες. Το γεγονός αυτό μας οδήγησε στο να χωρίσουμε τις παραγράφους της εργασίας με βάση το είδος των εργαλείων και όχι με βάση την κβαντοχημική έννοια που περιγράφουν.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ

Τα λογισμικά (software) είναι μια συλλογή από προγράμματα υπολογιστών που εκτελούν ορισμένες εργασίες σ' ένα υπολογιστικό σύστημα (<http://el.wikipedia.org/wiki/Λογισμικό>). Ένα πολύ καλό λογισμικό και άγνωστο σε πολλούς είναι το «ΤΡΟΧΙΑΚΑ» (Κορακάκης κ.α., 2007). Το λογισμικό μας δίνει τη δυνατότητα χρήσης τρισδιάστατων μοντέλων και γραφικών με σχεδιοκίνηση, ερωτήσεων με δυνατότητα ελέγχου των σωστών απαντήσεων.



Σχήμα 1: Πλάνα του λογισμικού «ΤΡΟΧΙΑΚΑ»

Μια πολύ χρήσιμη, πρωτότυπη και εμπνευσμένη εφαρμογή του «ΤΡΟΧΙΑΚΑ» είναι ο συσχετισμός της ενεργειακής στάθμης των τροχιακών των πολυηλεκτρονικών ατόμων, με τη δομή του Περιοδικού Πίνακα (Σχήμα 1).

Επίσης, ένα λογισμικό το οποίο υπάρχει σε όλα τα δημόσια Λύκεια είναι το Chem-PA 2006 Χημεία Λυκείου (Αναγνωστόπουλος & Λιδώρης, 2006). Το λογισμικό απευθύνεται σε όλες τις τάξεις του Λυκείου και καλύπτει πληθώρα κεφαλαίων. Για το Κεφάλαιο της Κβαντικής Χημείας έχει εφαρμογές που αναφέρονται στον Περιοδικό Πίνακα, στους κβαντικούς αριθμούς, στα ατομικά τροχιακά, στα φάσματα εκπομπής και στους ηλεκτρονιακούς τύπους Lewis. (Σχήμα 2)



Σχήμα 2: Ηλεκτρονιακός τύπος Lewis του H_3PO_4 στο λογισμικό Chem-PA 2006

Η συγκεκριμένη εφαρμογή για τους ηλεκτρονιακούς τύπους Lewis μπορεί να χρησιμοποιηθεί άριστα και σ' ένα Διαδραστικό Πίνακα (ΔΠ). Άλλωστε, πρόσφατη έρευνα (Βαφειάδης & Σιγάλας, 2013) έδειξε πως και στην Ελληνική πραγματικότητα οι μαθητές θεωρούν πως το μάθημα είναι πιο ενδιαφέρον όταν γίνεται χρήση του ΔΠ, με αποτέλεσμα να μαθαίνουν περισσότερα, να κατανοούν καλύτερα, να είναι περισσότερο συγκεντρωμένοι και να συμμετέχουν περισσότερο στο μάθημα.

ΠΡΟΣΟΜΙΩΣΕΙΣ

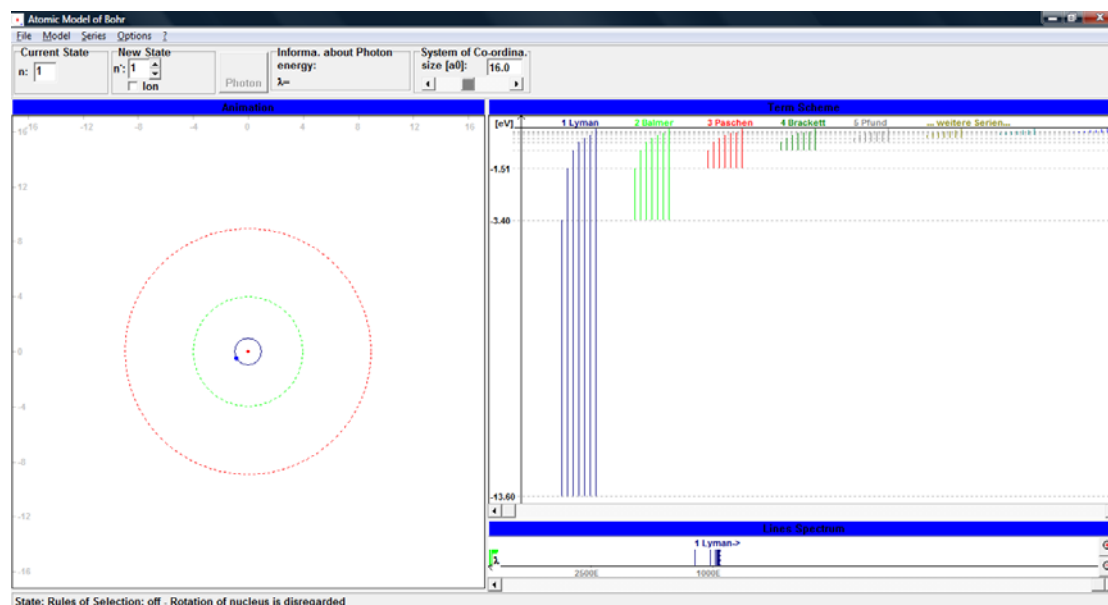
Οι προσομοιώσεις (simulations) αποδίδουν με εικονικό τρόπο εργαστήρια Φυσικών Επιστημών, οντότητες και διαδικασίες, αντικείμενα, όργανα και πειράματα (Ψύλλος & Μπισδικιάν, 2004) και ενσωματώνουν ως επί το πλείστον διασυνδεδεμένες πολλαπλές αναπαραστάσεις της εξέλιξης ενός φαινομένου καθώς και συμβολικές γραφικές παραστάσεις των μεταβολών των εμπλεκόμενων μεγεθών (Kocijancic & O'Sullivan, 2004). Παρέχουν τις ευκαιρίες στους μαθητές με τα διαδραστικά χαρακτηριστικά τους να τροποποιήσουν τα νοητικά τους μοντέλα συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων στο εικονικό εργαστήριο με τις προσδοκίες τους (Jackson et. al., 1996).

Είναι συνήθως μικρά λογισμικά που εκτελούνται από το σκληρό δίσκο ενός υπολογιστή ή από το διαδίκτυο και μας περιγράφουν δυναμικά ένα φαινόμενο. Το χαρακτηριστικό τους είναι η διαδραστικότητα. Στις προσομοιώσεις υπάρχουν διάφορες μεταβλητές τις οποίες ο χρήστης μπορεί να αλλάξει, έτσι ώστε να αντιληφθεί καλύτερα το φαινόμενο και να διακρίνει τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζεται από τις μεταβλητές. Για την περιγραφή του μικρόκοσμου της κβαντικής, οι προσομοιώσεις αποτελούν ένα από τα καλύτερα εργαλεία. Ενδεικτικά αναφέρουμε μερικές.

Το «Bohr» είναι μια προσομοίωση του Εκπαιδευτικού πακέτου λογισμικού Atomos (Göbwein, 2002) που βασίζεται εποπτικά στο ατομικό πρότυπο του Bohr και μας βοηθά να εξηγήσουμε τη μηχανική και οπτική συνθήκη του Bohr και το γραμμικό φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου (Σχήμα 3).

Η προσομοίωση χωρίζεται σε τρία παράθυρα.

Στο αριστερό παράθυρο απεικονίζεται το γνωστό ατομικό πρότυπο του Bohr για το άτομο του υδρογόνου. Οι τροχιές περιγράφονται με στικτούς ομόκεντρους κύκλους διαφορετικούς χρώματος και το μοναδικό ηλεκτρόνιο ως μια μπλε κουκίδα που περιστρέφεται δεξιόστροφα γύρω από τον πυρήνα.



Σχήμα 3: Προσομοίωση «Bohr»

Στο μεγάλο παράθυρο δεξιά δείχνονται οι κβαντισμένες ενεργειακές στάθμες των τροχιών του ηλεκτρονίου και οι σειρές Lyman, Balmer, Paschen κ.α. που αντιστοιχούν στις ηλεκτρονικές μεταπτώσεις. Τέλος, στο μικρό παράθυρο που βρίσκεται δεξιά κάτω δείχνεται το γραμμικό φάσμα του υδρογόνου.

Με την προσομοίωση ο χρήστης μπορεί να προσομοιώσει όλες της δυνατές μεταπτώσεις μέχρι το έκτο ενεργειακό επίπεδο. Η αντιστοιχία των μεταπτώσεων με το γραμμικό φάσμα μπορεί να γίνει με την παρατήρηση του μικρού παραθύρου κάτω δεξιά. Σε κάθε μετάπτωση πάλλεται η αντίστοιχη γραμμή της σειράς Lyman, Balmer κ.τ.λ.

Στο σχολικό βιβλίο της Χημείας Θετικής Κατεύθυνσης της Γ' Λυκείου δε γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στο γραμμικό φάσμα και δίνεται ένα σχήμα το οποίο είναι αδύνατον να κατανοήσουν οι μαθητές μόνο από όσα γράφονται στο βιβλίο (Λιοδάκης κ.α., 2002).

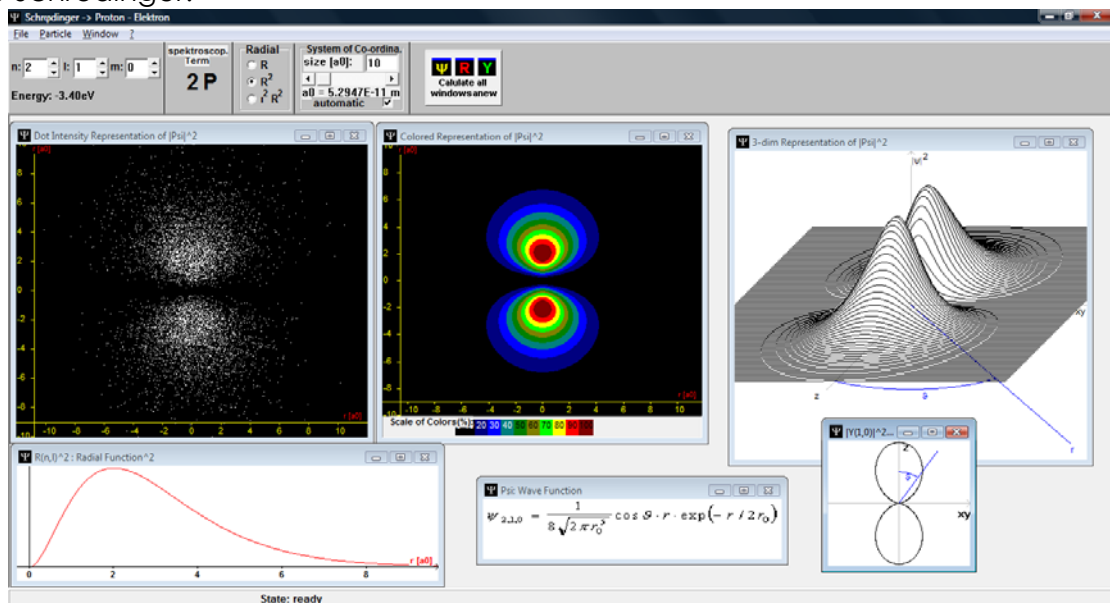
Η εν λόγω προσομοίωση μπορεί να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό τους μαθητές να αναγνωρίζουν ότι οι ενέργειες μεταξύ των τροχιών ελαττώνονται όσο απομακρυνόμαστε από τον πυρήνα, να αντιστοιχήσουν τις μεταπτώσεις του ηλεκτρονίου με τις γραμμές του φάσματος εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου κ.α.

Σημειώνεται πως το γραμμικό φάσμα υπάρχει στην ύλη και της Φυσικής Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, οπότε η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και κατά τη διδασκαλία της συγκεκριμένης παραγράφου.

Το «Schrodinger» είναι επίσης μια προσομοίωση από το Εκπαιδευτικό πακέτο Atomos (Göbwein, 2002) που απεικονίζει πολλαπλές αναπαραστάσεις της πυκνότητας του ηλεκτρονιακού νέφους (ή τροχιακό χάριν απλούστευσης) του ατόμου του υδρογόνου (Σχήμα 4).

Η αφηρημένη έννοια του τροχιακού είναι ιδιαίτερα δύσκολη να την κατανοήσουν οι μαθητές. Ένας από τους λόγους είναι η δυσκολία της μετάβασης του από το οικείο ατομικό πρότυπο του Bohr, στο κόσμο των πιθανοτήτων των τροχιακών.

Η προσομοίωση απεικονίζει με έξι διαφορετικούς τρόπους τα τροχιακά. Στην κεντρική μπάρα πάνω αριστερά δίνονται οι τρεις κβαντικοί αριθμοί (n , l και m_l). Ο χρήστης πληκτρολογώντας τους κβαντικούς αριθμούς που θέλει σε κάθε από τα τρία αντίστοιχα κουτάκια, στην μπάρα εμφανίζονται η ενέργεια του τροχιακού και ο συμβολισμός του ($1s$, $2p$, κ.τ.λ.). Οι τέσσερις εξ αυτών απεικονίζουν το τροχιακό (στην πραγματικότητα την πυκνότητα του ηλεκτρονιακού νέφους, ψ^2). Σε αυτές παρουσιάζεται το τροχιακό με πυκνότητα στιγμών, με πυκνότητα χρώματος, η τρισδιάστατη απεικόνισή του και με «οριακές» καμπύλες. Στις υπόλοιπες δυο, δίνεται η γραφική παράσταση της πυκνότητας του ηλεκτρονιακού νέφους σε συνάρτηση με την απόσταση από τον πυρήνα και η κυματοσυνάρτηση ψ (το πραγματικό τροχιακό) του Schrödinger.



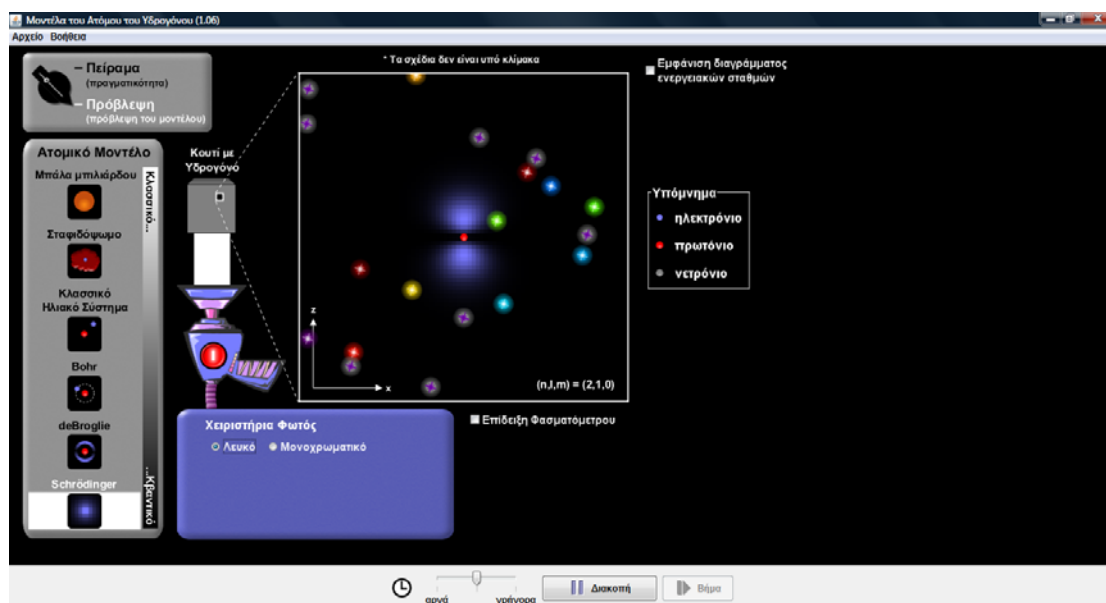
Σχήμα 4: Πολλαπλές αναπαραστάσεις τροχιακών της προσημείωσης «Schrodinger»

Σημειώνεται πως το σχολικό βιβλίο δίνει σε εικόνες τις πολλαπλές αναπαραστάσεις μόνο για το $1s$ τροχιακό και τις τρισδιάστατες δομές μόνο για τα p τροχιακά, οπότε με το πρόγραμμα μπορεί ο χρήστης να δει τις απεικονίσεις και για τα άλλα τροχιακά.

Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις είναι ένα ισχυρό εργαλείο γιατί κάθε μαθητής μπορεί να βοηθηθεί από διαφορετική απεικόνιση για να κατανοήσει μια έννοια.

Το Τμήμα Φυσικής Εκπαίδευσης και Τεχνολογίας (Physics Education Technology, PhET) του Πανεπιστημίου του Colorado των Η.Π.Α., έχει δημιουργήσει μια ιστοσελίδα που περιέχει πληθώρα προσομοιώσεων. Μάλιστα, από τον Δεκέμβριο του 2010, η σελίδα έχει πλήρως εξελληνιστεί (<http://phet.colorado.edu/el/>).

Στον τομέα της Κβαντικής Χημείας υπάρχει η προσομοίωση «Μοντέλα του Ατόμου του Υδρογόνου» (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Προσομοίωση «Μοντέλα του ατόμου του Υδρογόνου» του PhET

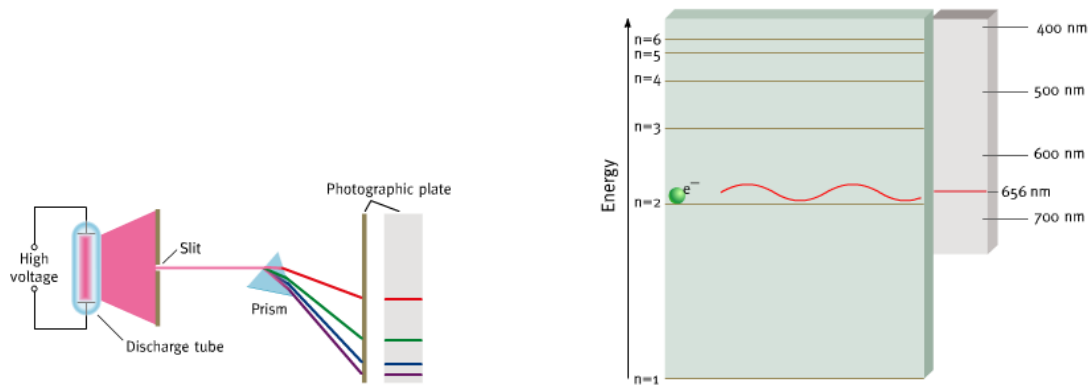
Στη συγκεκριμένη προσομοίωση ο χρήστης μπορεί να συγκρίνει τα διάφορα ατομικά μοντέλα (Σταφιδόψωμου, Bohr, Schrödinger, κ.α.). Επίσης, μπορεί να αλλάξει το χρώμα του φωτός που προσπίπτει στο άτομο του υδρογόνου, να εμφανίσει το διάγραμμα ενεργειακών γραμμών και το φασματοφωτόμετρο. Η προσομοίωση είναι ένα πολύ καλό εργαλείο για τον Εκπαιδευτικό, που μπορεί να την χρησιμοποιήσει είτε μέσα στην τάξη, είτε να δώσει την διεύθυνσή της στους μαθητές για να ασχοληθούν μόνοι τους στο σπίτι.

ANIMATION

Το animation (κινούμενη γραφικά) είναι η ταχεία προβολή μιας σειράς από εικόνες (δισδιάστατης ή τρισδιάστατης μακέτας) ή θέσεων ενός μοντέλου, έτσι ώστε να δημιουργείται η ψευδαίσθηση της κίνησης. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος απεικόνισης της κινούμενης εικόνας αποτελείται από ένα πρόγραμμα βίντεο ή κινουμένου σχεδίου (<http://el.wikipedia.org/wiki/Animation>).

Τα animation διαφέρουν από τις προσομοιώσεις σε ότι αφορά τη δυναμικότητα. Σε αυτά ο χρήστης έχει ουσιαστικά μηδενική διαδραστικότητα και απλά παρακολουθεί το βίντεο να εξελίσσεται.

Το Line spectra (Chang, 2000) είναι ένα animation που σχετίζεται με το γραμμικό φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου. Το πρώτο πλάνο του animation ξεκινά με την ανάλυση, μέσα από πρίσμα, του φωτός που εκπέμπεται από διεγερμένο αέριο υδρογόνο, δημιουργώντας μια σειρά από γραμμές διαφορετικού χρώματος (Σχήμα 6).



Σχήμα 6: Πρώτο και τρίτο πλάνο από το animation Line Spectra

Στο δεύτερο πλάνο, απομονώνεται το γραμμικό φάσμα και σχολιάζονται οι τέσσερις γραμμές που έχουν αποτυπωθεί πάνω στην φωτογραφική πλάκα οι οποίες βρίσκονται στη ορατή περιοχή.

Στο τρίτο και τελευταίο πλάνο, το γραμμικό φάσμα μεταφέρεται δίπλα στα ενεργειακά επίπεδα ώστε να ταυτιστεί η μετάπτωση του ηλεκτρονίου με την εκάστοτε γραμμή του φάσματος. Το animation έχει μια μικρή διαδραστικότητα δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να δει ξεχωριστά όποια μετάπτωση επιθυμεί.

Η συνεχής κίνηση και τα πλάνο που υπάρχουν στο animation, βοηθούν το μαθητή να περιγράψει τη διαδικασία ανάλυσης του φωτός, να αναλύσει τις επιμέρους γραμμές του φάσματος, αλλά και να αναγνωρίσει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ μεταπτώσεων και γραμμικού φάσματος.

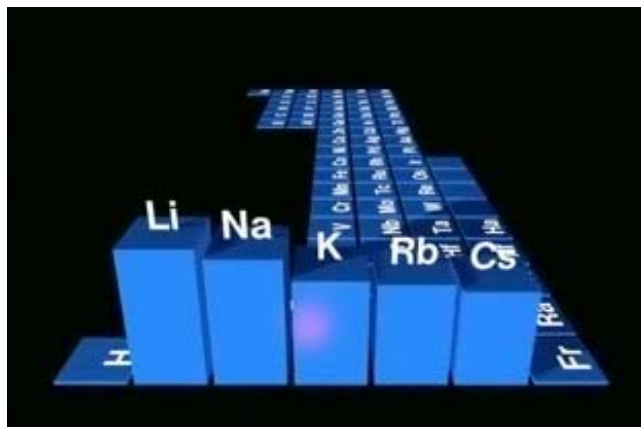
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Το διαδίκτυο (internet) είναι ένα επικοινωνιακό δίκτυο ηλεκτρονικών υπολογιστών, που επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ οποιουδήποτε διασυνδεδεμένου υπολογιστή (<http://el.wikipedia.org/wiki/Διαδίκτυο>). Με βάση τον ορισμό του το διαδίκτυο δεν μπορεί να θεωρηθεί διδακτικό εργαλείο. Παρόλο αυτά οι αμέτρητες και νέες δυνατότητες που παρέχει σε όλα τα επίπεδα μας δίνει δικαίωμα να το θεωρήσουμε ως ένα νέο διδακτικό εργαλείο.

Το διαδίκτυο είναι αναμφισβήτητη η εφεύρεση του 20^{ου} αιώνα που άλλαξε τη ζωή όλων των ανθρώπων. Αποτελεί κοινό τόπο πως καθημερινά οι μαθητές περνούν πολλές ώρες μπροστά στον υπολογιστή είτε ακούγοντας μουσική, είτε περιηγούμενοι σε σελίδες κοινωνικής δικτύωσης (Facebook, Twitter), είτε απλά συζητώντας μεταξύ τους. Το διαδίκτυο όμως περιλαμβάνει πολλά περισσότερα. Οπότε, καλό θα ήταν ο καθηγητής -κάθε ειδικότητας- να δείξει στους μαθητές του πως το διαδίκτυο εκτός από όλα αυτά είναι και ένα πανίσχυρο εργαλείο εύρεσης έγκυρων επιστημονικών πληροφοριών.

Το YouTube είναι μια από τις σελίδες με τη μεγαλύτερη παγκόσμια επισκεψιμότητα. Οι μαθητές αρέσκονται να ανεβάζουν διάφορα προσωπικά τους video, να ακούνε μουσική ή να παρακολουθούν μουσικά βίντεο μέσω της σελίδας. Στο YouTube υπάρχουν όμως και υπέροχα επιστημονικά ντοκιμαντέρ και μικρά βίντεο, που εξηγούν και αναλύουν διάφορες έννοιες. Η δομή της σελίδας είναι τέτοια που αρκεί να βρεις ένα βίντεο, για να βρεις και πολλά άλλα που σχετίζονται με το θέμα. Υπάρχουν πάρα πολλά βίντεο που σχετίζονται με την Κβαντική Χημεία. Ένα από αυτά ονομάζεται

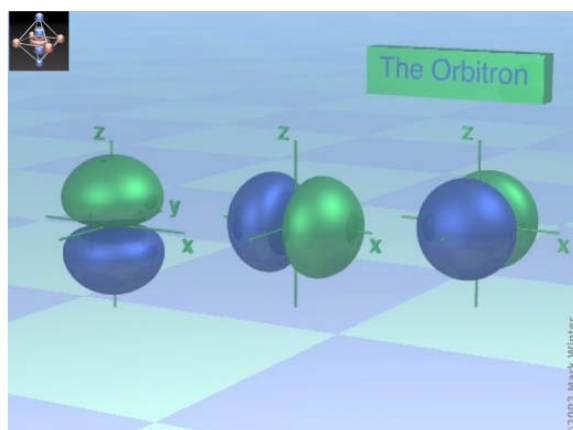
«Periodic Trends Ionization Energy Chemistry» (Σχήμα 7) και δείχνει τον τρόπο που μεταβάλλεται η ενέργεια ιοντισμού στις ομάδες και στις περιόδους του Περιοδικού Πίνακα. Το βίντεο είναι στα Αγγλικά, οπότε ο καθηγητής μπορεί να το προβάλλει είτε χωρίς ήχο, μεταφράζοντας το, είτε με ήχο, ώστε αφενός οι μαθητές να εξοικειωθούν με τη διεθνή γλώσσα της επιστήμης και αφετέρου να παρατηρήσουν την ομοιότητα πολλών αγγλικών επιστημονικών όρων με τους ελληνικούς όρους.



Σχήμα 7: Πλάνο από βίντεο του YouTube για τις Ενέργειες Ιοντισμού (<http://www.youtube.com/watch?v=j4sTxzgDgDg>)

Πολλά Πανεπιστήμια έχουν δημιουργήσει ιστοσελίδες που περιέχουν εκπαιδευτικό υλικό. Το Πανεπιστήμιο του Sheffield έχει κατασκευάσει μια σελίδα που την ονομάζει «Orbitron» (Winter, 2002) και η οποία είναι μια γκαλερί με ατομικά, υβρισμένα και μοριακά τροχιακά σε διάφορες αναπαραστάσεις. Η σελίδα διαθέτει μια μεγάλη γκάμα από εικόνες και animation από το 1s μέχρι το 7g τροχιακό με «οριακές καμπύλες», στιγμές, συναρτήσεις κ.α.

Σε αρκετές απεικονίσεις δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να γυρίσει τις εικόνες στο χώρο ώστε να αντιληφθεί την τρισδιάστατη φύση των τροχιακών. Στο Σχήμα 8 δίνονται οι απεικονίσεις για τα 2p τροχιακά.



Σχήμα 8: Παρουσίαση των 2p τροχιακών από τη σελίδα «Orbitron»

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η Χημεία είναι μια πειραματική επιστήμη που ασχολείται με τον ύλη. Αναμφισβήτητα, το πιο ισχυρό και αναντικατάστατο διδακτικό της εργαλείο, είναι το πείραμα. Το γεγονός όμως ότι μελετά το μικρόκοσμο, έναν κόσμο που δεν το βλέπουμε με τα μάτια μας, κάνει επιτακτική τη χρήση και άλλων εργαλείων για τους

διδακτικούς της σκοπούς. Ιδιαίτερα σε τομείς όπως η Κβαντική Χημεία, που το σχολικό πείραμα είναι αδύνατο, η χρήση πληθώρας διδακτικών εργαλείων είναι εκ των ων ουκ άνευ.

Η Κβαντική Χημεία είναι ένας σχετικά νέος κλάδος της Χημείας μπολιασμένος με αφηρημένες έννοιες. Η βιβλιογραφία έχει δείξει πως οι μαθητές έχουν πολλές εναλλακτικές ιδέες και σοβαρές παρανοήσεις για το κεφάλαιο αυτό. Ως καθηγητές, οφείλουμε να βοηθήσουμε τους μαθητές μας να κατανοήσουν τις πτυχές της σύγχρονης επιστήμης με τη χρησιμοποίηση των κατάλληλων διδακτικών εργαλείων.

Όπως η εργαλειοθήκη του μηχανικού έχει πολλά και διαφορετικά εργαλεία, έτσι και η τσάντα (η διδακτική προσέγγιση) του καθηγητή πρέπει να έχει μια πληθώρα εργαλείων και αυτός να χρησιμοποιεί το βέλτιστο κάθε φορά. Η εργασία παρουσιάζει, ενδεικτικά, μερικά εργαλεία από διάφορα είδη για να βοηθήσει τον καθηγητή να γεμίσει τη τσάντα του.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Oliver Göbwein, καθηγητή Μαθηματικών και Φυσικής του Deutschhaus-Gymnasium του Würzburg της Γερμανίας, για την αμεσότητα και την παραχώρηση των νεότερων εκδόσεων του Εκπαιδευτικού πακέτου λογισμικού Atomos.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Αναγνωστόπουλος, Π. & Λιδώρης Λ. (2006). *Chem-PA Χημεία Λυκείου*, Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη interactive.

Βαφειάδης, Α. Π. & Σιγάλας, Μ. (2013). Στάσεις μαθητών Λυκείου για τη χρήση των Διαδραστικών Πινάκων στην εκπαιδευτική διαδικασία. *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, σσ. 414-422, Βόλος. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2014 από τη διεύθυνση <http://www.enephef.gr/library/praktika/2013-praktika.pdf>

Κόκκοτας, Π. (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

Κορακάκης, Γ., Παυλάτου, Ε. Α., Παλυβός, Ι., Σπυρέλλης, Ν. (2006). Μελέτη της επίδρασης τριών διαφορετικών μορφών οπτικοποίησης σε μια διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή της Χημείας Γ' Λυκείου. *Πρακτικά 16ου Επιμορφωτικού σεμιναρίου Χημείας της ΕΕΧ*, σσ. 190-202, Αθήνα. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2014 από τη διεύθυνση <http://gkorakakis.com/gk1966/XARTIA/ARTHRA/16%20SEMINARIO%20XHMEIAS.pdf> Το πρόγραμμα ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2014 από τη διεύθυνση <http://gkorakakis.com/gk1966/yliko/TROXIACA.rar>

Λιθοξοΐδου, Α. (2013). Παρουσίαση Διδακτικών Εργαλείων, που Υποστηρίζουν τη Διδασκαλία του Κεφαλαίου «Οξέα – Βάσεις – Ιοντική Ισορροπία» στη Χημεία της Γ' Λυκείου. *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, σσ. 986-994, Βόλος. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2014 από τη διεύθυνση <http://www.enephef.gr/library/praktika/2013-praktika.pdf>

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ και Θεοδωρόπουλος, Π. (2002). *Χημεία Γ' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης*. Αθήνα: ΟΕΔΒ, σσ. 5.

Παπαφώτης, Γ. & Τσαπαρλής, Γ. (2005). Προβλήματα και παρανοήσεις κατά τη διδασκαλία κβαντομηχανικών εννοιών στη Χημεία Γ' Λυκείου. *Πρακτικά του 20^{ου} Συνεδρίου Χημείας της ΕΕΧ*, σσ. 129, Αθήνα.

Παπαφώτης, Γ. & Τσαπαρλής, Γ. (2009). Είναι δυνατό να βρεθεί το ηλεκτρόνιο του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση του έξω από τον χώρο που ορίζεται ως τροχιακό 1s; Νοηματικές δυσκολίες μαθητών λυκείου για βασικές κβαντοχημικές έννοιες και προσπάθειες εννοιολογικής αλλαγής. *Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, σσ. 684–693, Φλώρινα.

Ψύλλος, Δ. & Μπισδικιάν, Γ. (2004), Τεχνολογίες πληροφόρησης στο διερευνητικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Στο Ψύλλος Δ., Βλαχάβας Ι., Δαγδιλέλης Β., Ευαγγελίδης Γ., Σατρατζέμη Μ., Παπαδόπουλος Γ (επιμ.), *Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Ελληνική Εκπαίδευση: Απολογισμός και προοπτικές*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, σσ. 112-133.

Cervellati, R. & Perugini, D. (1981). The understanding of the atomic orbital concept by Italian high school students. *Journal of Chemical Education*, Vol. 58, p.p. 568-569.

Chang, R. (2000). *Essential Chemistry*, 2/e, The McGraw-Hill Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2014 από τη διεύθυνση

<http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/essentialchemistry/flash/linesp16.swf>

Göbwein, O. (2002), *Atomos*. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2014 από τη διεύθυνση <http://www.wintipper.de/og/atomos/index.html>

Jackson, S. L., Stratford, S. J., Krajcik, J., Soloway, E. (1996). A learner-centered tool for students building models. *Communications of the ACM*, Vol. 39, No. 4, p.p. 48-49.

Kocijancic, S. & O'Sullivan, C. (2004). Real or virtual laboratories in science teaching – is this actually a dilemma? *Informatics in Education*, Vol. 3, No. 2, p.p. 239-249.

PhET Interactive Simulations. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2014 από τη διεύθυνση <http://phet.colorado.edu/el/simulation/hydrogen-atom>

Taber, K. S. (2002). Conceptualizing quanta – illuminating the ground state of student understanding of atomic orbitals. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, Vol. 3, No. 2, p.p. 145-158.

Tsaparlis., G. and Papaphotis, G. (2002). Quantum-Chemical Concepts: Are they suitable for secondary Students?, *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, Vol. 3, No. 2, p.p. 129-144.

Winter, M. (2002). *Orbitron*. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2014 από τη διεύθυνση <http://winter.group.shef.ac.uk/orbitron/>