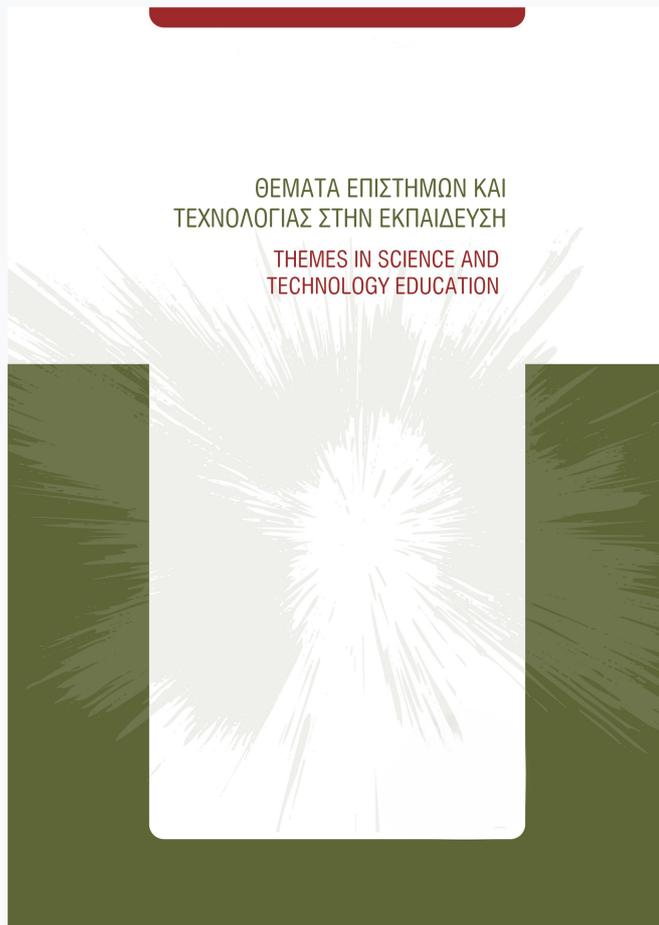


## Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 4, Αρ. 1-3 (2011)

Ειδικό Αφιέρωμα: «Ηλεκτρονική Μάθηση και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Ερευνητικές τάσεις και προοπτικές στην Ελλάδα»



### Διερευνητική διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή για την ενότητα «Χημική Κινητική» Β' Λυκείου

*Γεώργιος Κορακάκης, Ευαγγελία Παυλάτου, Ανδρέας Μπουντουβής, Ιωάννης Παλυβός*

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Κορακάκης Γ., Παυλάτου Ε., Μπουντουβής Α., & Παλυβός Ι. (2011). Διερευνητική διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή για την ενότητα «Χημική Κινητική» Β' Λυκείου. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 4(1-3), 177-189. ανακτήθηκε από <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thete/article/view/44610>

## Διερευνητική διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή για την ενότητα «Χημική Κινητική» Β' Λυκείου

Γεώργιος Κορακάκης<sup>1</sup>, Ευαγγελία Παυλάτου<sup>2</sup>, Ανδρέας Μπουντουβής<sup>2</sup>,  
Ιωάννης Παλυβός<sup>2</sup>  
[gkor@chemeng.ntua.gr](mailto:gkor@chemeng.ntua.gr), [pavlatou@chemeng.ntua.gr](mailto:pavlatou@chemeng.ntua.gr), [boudouvi@chemeng.ntua.gr](mailto:boudouvi@chemeng.ntua.gr),  
[jpalyvos@chemeng.ntua.gr](mailto:jpalyvos@chemeng.ntua.gr)

<sup>1</sup> Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

<sup>2</sup> Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

**Περίληψη.** Η διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή αναφέρεται στην ενότητα «Χημική κινητική» που διδάσκεται στο μάθημα της Χημείας Β' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης και ακολουθεί βασικές αρχές της διερευνητικής μάθησης. Η εφαρμογή αποσκοπεί στη διδασκαλία της χημικής κινητικής μέσα από προσομοιώσεις πειραμάτων, διαδραστικά διαγράμματα, και υπολογισμούς, χρησιμοποιώντας διαδραστικά τρισδιάστατα ή διδιάστατα γραφικά, κινούμενα ή μη. Ακολουθήθηκαν οι αρχές σχεδιασμού εκπαιδευτικών πολυμεσικών εφαρμογών που είναι κατάλληλες για την συγκεκριμένη ηλικία. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της εφαρμογής είναι ότι ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να παρέμβει στα κείμενα και στις δραστηριότητες της μέσω βοηθητικής εφαρμογής, καθώς και να αλλάξει μία εικόνα ή να συμπληρώσει κάτι πάνω σε αυτή, με τη βοήθεια οποιουδήποτε προγράμματος επεξεργασίας εικόνας. Η εφαρμογή συνοδεύεται από τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας, τα οποία περιλαμβάνουν κυρίως δραστηριότητες που είναι ενσωματωμένες μέσα στην εφαρμογή. Επίσης, συνοδεύεται από την εφαρμογή «Δημιουργός διαγραμμάτων», η οποία δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να σχεδιάζει διαγράμματα.

**Λέξεις κλειδιά:** Χημική Κινητική, διερευνητική μάθηση, πολυμεσική εφαρμογή

### Εισαγωγή

Οι εφαρμογές εκπαιδευτικού λογισμικού παρέχουν πολλές δυνατότητες προσομοίωσης φαινομένων καθώς και παρουσίασης πολλαπλών διδιάστατων αλλά και τρισδιάστατων αναπαραστάσεων. Η αξιοποίησή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία εξαρτάται από τη σχεδίαση των δραστηριοτήτων, οι οποίες είναι ενσωματωμένες.

Οι δραστηριότητες και ο σχεδιασμός τους υπήρχαν και υπάρχουν, τόσο ως αντικείμενο πρακτικής όσο και ως αντικείμενο έρευνας στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών, ιδιαίτερα μετά τη διάδοση των ανακαλυπτικών και εποικοδομητικών προσεγγίσεων (EAITY, 2008).

Τέτοιου είδους δραστηριότητες θα πρέπει να υποβοηθούν τους μαθητές να διερευνούν τα φαινόμενα, να οικοδομούν νέες γνώσεις και να αναπτύσσουν συνεργατικές δεξιότητες. Το περιβάλλον των πολυμεσικών εφαρμογών μπορεί να προσφέρει εξαιρετικές ευκαιρίες για διερευνητική μάθηση. Μπορεί, δηλαδή, να παρέχει χαρακτηριστικά που να επιτρέπουν νέες εμπλουτισμένες δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα, στις οποίες θα καλλιεργείται η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία (De Jong et al., 2005).

Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να ελέγχουν δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές, να διατυπώνουν υποθέσεις, να σχεδιάζουν πειράματα, να επιβεβαιώνουν ή να απορρίπτουν τον ισχυρισμό τους και να εξάγουν συμπεράσματα (CDC, 2002; Beishuizen et al., 2004; Hover & Horne, 2005).

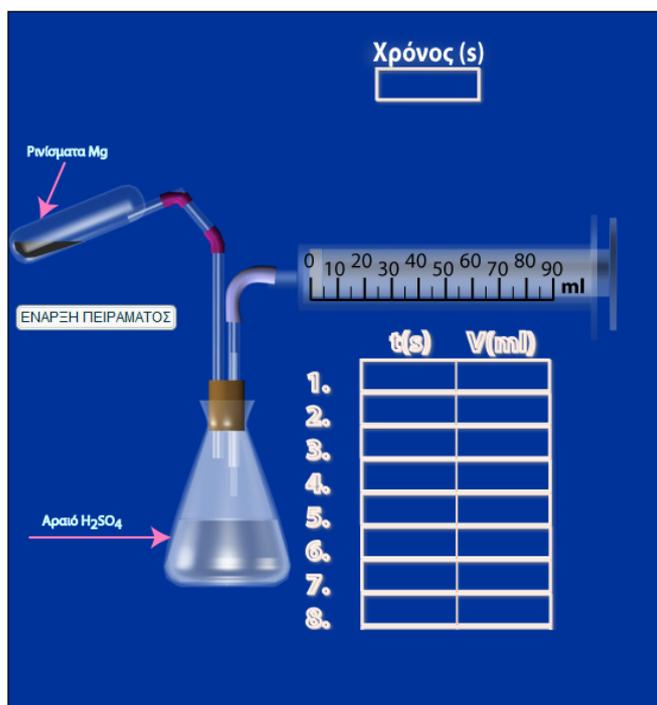
Η δομή και ροή κάθε δραστηριότητας καθώς και ο ρόλος του εκπαιδευτικού, των μαθητών και η αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό περιγράφεται με φύλλα εργασίας, τα οποία κατευθύνουν τους μαθητές στην υλοποίηση των μαθησιακών δραστηριοτήτων καθώς και στις διαδικασίες χειρισμού των στοιχείων του λογισμικού, των γραφικών παραστάσεων, των προσομοιώσεων, των εικονικών εργαστηρίων κ.λπ.

Στα φύλλα εργασίας προτείνονται επί μέρους φάσεις πρόβλεψης, δοκιμασίας ή πειραματικού ελέγχου των προβλέψεων, ως και διατύπωσης συμπερασμάτων για τις σχέσεις μεταξύ των μεγεθών, ενώ κάθε φάση υλοποιείται με μία ή περισσότερες δραστηριότητες. Η δομή αυτή είναι ενδεικτική. Μία κατάλληλα τροποποιημένη δομή για κάθε επί μέρους εφαρμογή μπορεί να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να αναπτύξει ή να προσαρμόσει το δικό του φύλλο εργασίας στις ιδιαίτερες εκπαιδευτικές και παιδαγωγικές ανάγκες κάθε διαφορετικού μαθητικού κοινού.

Στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκε μια διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή που αναφέρεται στην ενότητα «Χημική κινητική», η οποία διδάσκεται στο μάθημα Χημείας της Β΄ τάξης Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης, ακολουθώντας τις βασικές αρχές της διερευνητικής μάθησης. Το περιεχόμενο της εφαρμογής βασίζεται στο υπάρχον αναλυτικό πρόγραμμα και στο σχολικό εγχειρίδιο (Λιοδάκης κ.α., 2000).

## Θεωρητικό πλαίσιο

Σκοπός δημιουργίας της παρούσας διαδραστικής εφαρμογής είναι η διδασκαλία της ενότητας «Χημική Κινητική» μέσα από προσομοιώσεις πειραμάτων, διαδραστικά διαγράμματα, εκτέλεση υπολογισμών και άλλων διερευνητικών δραστηριοτήτων, με βοήθεια διαδραστικών τρισδιάστατων ή διοδιάστατων γραφικών, κινούμενων ή μη (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Προσομοίωση πειράματος μεταβολής του όγκου παραγόμενου αερίου υδρογόνου συναρτήσει του χρόνου κατά την αντίδραση μαγνησίου με αραιό θειικό οξύ

Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων της πολυμεσικής εφαρμογής βασίζεται στην καθοδηγούμενη διερευνητική μέθοδο, η οποία περιλαμβάνει τα εξής βήματα: Εμπλοκή με το πρόβλημα, Εξερεύνηση, Εξήγηση, Επεξεργασία εκτενέστερη, Εκτίμηση-Αξιολόγηση (Bybee, 2006).

Η διερεύνηση αποτελεί μία βασική εκπαιδευτική επιστημονική προσέγγιση, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους και για διαφορετικούς σκοπούς και στόχους. Γενικά στόχος της διδακτικής αυτής προσέγγισης είναι να παρακινούνται οι μαθητές να εξερευνούν και να αντιλαμβάνονται τα φαινόμενα γύρω τους προβαίνοντας σε διαδικασίες όμοιες με αυτές που εκτελεί ένας επιστήμονας (Zachos, 2000; Duschl, 2004; Lee et al., 2004; Wallace & Kang, 2004).

Μια σχετικά πρόσφατη αναφορά έθεσε τους στόχους στην εκπαίδευση των Επιστημών σήμερα (Rocard, 2007), στηριζόμενη στην η αποτελεσματικότητα της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών μέσω της διερεύνησης, και στις δύο εκπαιδευτικές βαθμίδες (πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια). Η αποτελεσματικότητα σχετίζεται με την αύξηση του ενδιαφέροντος, αλλά και της επίδοσης των μαθητών και ταυτόχρονα με την αύξηση της παροχής κινήτρων στους εκπαιδευτικούς.

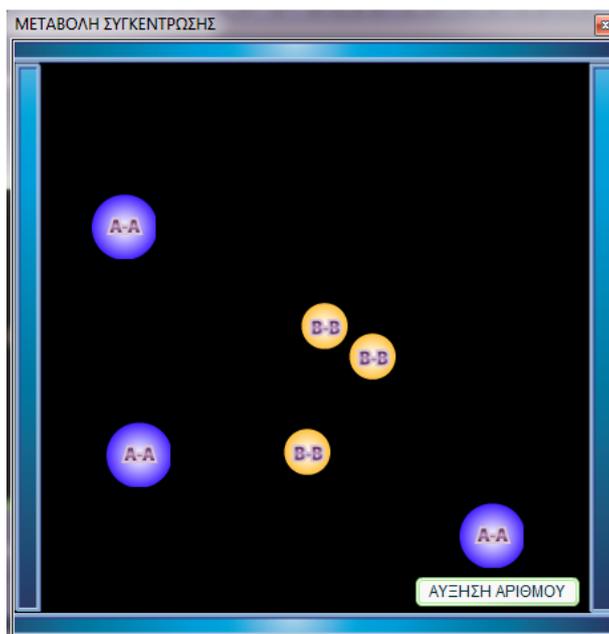
Η διερεύνηση, επίσης, είναι αποτελεσματική σε όλα τα μαθησιακά επίπεδα των μαθητών, από τους πιο αδύνατους στους πιο ικανούς. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι ευνοεί περισσότερο από άλλες μεθόδους τη συμμετοχή των κοριτσιών στις φυσικές επιστήμες. Βέβαια δεν πρέπει να αποκλείεται η χρήση και άλλων πιο συμβατικών μεθόδων διδασκαλίας, αλλά πρέπει να υιοθετείται συνδυασμός και αλληλοεπικάλυψή τους (Osborne, 2008; Rocard, 2007).

Οι δραστηριότητες της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι σχεδιασμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε ο μαθητής να εμπλέκεται στις διερευνητικές διαδικασίες που αναφέρθηκαν παραπάνω (πρόβλεψη, πειραματισμού, επαλήθευσης, περαιτέρω επεξεργασίας, αξιολόγησης). Σημαντικός είναι ο ρόλος του «οδηγού διαγραμμάτων», μίας δυνατότητας της εφαρμογής όπου ο μαθητής μπορεί να σχεδιάσει το διάγραμμα για τις μετρήσεις που λαμβάνει σε ορισμένες πειραματικές δραστηριότητες. Η αξία της χρήσης διαγραμμάτων τονίζεται ιδιαίτερα στη διεθνή βιβλιογραφία. Σύμφωνα με την έρευνα των Cakmakci et al. (2006), οι μαθητές στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν φαινόμενα σχετικά με την ενότητα της χημικής κινητικής χρησιμοποιούν μακροσκοπικά μοντέλα και δεν επικεντρώνονται στα μικροσκοπικά ή μαθηματικά μοντέλα (όπου συμπεριλαμβάνονται οι μαθηματικοί τύποι και οι γραφικές παραστάσεις).

Επίσης, για τον σχεδιασμό της πολυμεσικής εφαρμογής ελήφθησαν υπόψη εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία σχετικές με την ενότητα της χημικής κινητικής.

Σύμφωνα με τους Cakmakci et al. (2006), ορισμένοι μαθητές πιστεύουν ότι η ταχύτητα μίας χημικής αντίδρασης είναι πάντα ανεξάρτητη από τη συγκέντρωση των αντιδρώντων σωμάτων. Η παρανόηση αυτή επιδιώκεται να επουλωθεί με τη βοήθεια μίας δραστηριότητας της πολυμεσικής εφαρμογής, η οποία περιλαμβάνει την εκτέλεση από τους μαθητές δύο διαδραστικών animation (σχεδιοκινήσεων) και την καταγραφή των πειραματικών δεδομένων. Το πρώτο animation έχει σκοπό να διαπιστώσει ο μαθητής πώς μεταβάλλεται ο ρυθμός των συγκρούσεων με την αύξηση του αριθμού των αντιδρώντων σωμάτων (Σχήμα 2).

Το δεύτερο διαδραστικό animation έχει σκοπό να πειραματιστεί ο μαθητής σε εικονικό περιβάλλον για να διερευνήσει τη σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα της αντίδρασης και στη συγκέντρωση του υδατικού διαλύματος θειοθειικού νατρίου (Σχήμα 3).



Σχήμα 2. Προσομοίωση μεταβολής του ρυθμού των συγκρούσεων με την αύξηση του αριθμού των αντιδρώντων σωμάτων

4. Στον ογκομετρικό κύλινδρο των 50 mL πρέπει να τοποθετηθεί η ποσότητα του θειοθειικού νατρίου που αναγράφεται στον παρακάτω πίνακα και να συμπληρωθεί με τον υδροβολέα τόσο νερό, ώστε ο τελικός όγκος στον κύλινδρο να φτάσει τα 25 mL.

|  | 1 <sup>ο</sup> Διάλυμα | 2 <sup>ο</sup> Διάλυμα | 3 <sup>ο</sup> Διάλυμα | 4 <sup>ο</sup> Διάλυμα |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Όγκος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL) | 25                     | 20                     | 15                     | 10                     |
| Όγκος νερού (mL)                             | 0                      | 5                      | 10                     | 15                     |

Σχήμα 3. Προσομοίωση πειράματος αντίδρασης διαλύματος HCl με διάλυμα  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  διαφορετικών συγκεντρώσεων

Σύμφωνα με την ίδια έρευνα, άλλοι μαθητές θεωρούν ότι η ταχύτητα μίας χημικής αντίδρασης είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση των αντιδρώντων, δηλαδή δεν λαμβάνουν υπόψη την τάξη της αντίδρασης. Στην εξάλειψη της παρανόησης αυτής συνεισφέρει η δυνατότητα κατασκευής διαγράμματος ταχύτητας αντίδρασης - συγκέντρωσης  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  από τους μαθητές με τη βοήθεια του «δημιουργού διαγραμμάτων» που αποτελεί μέρος της πολυμεσικής εφαρμογής. Με βάση το διάγραμμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν και

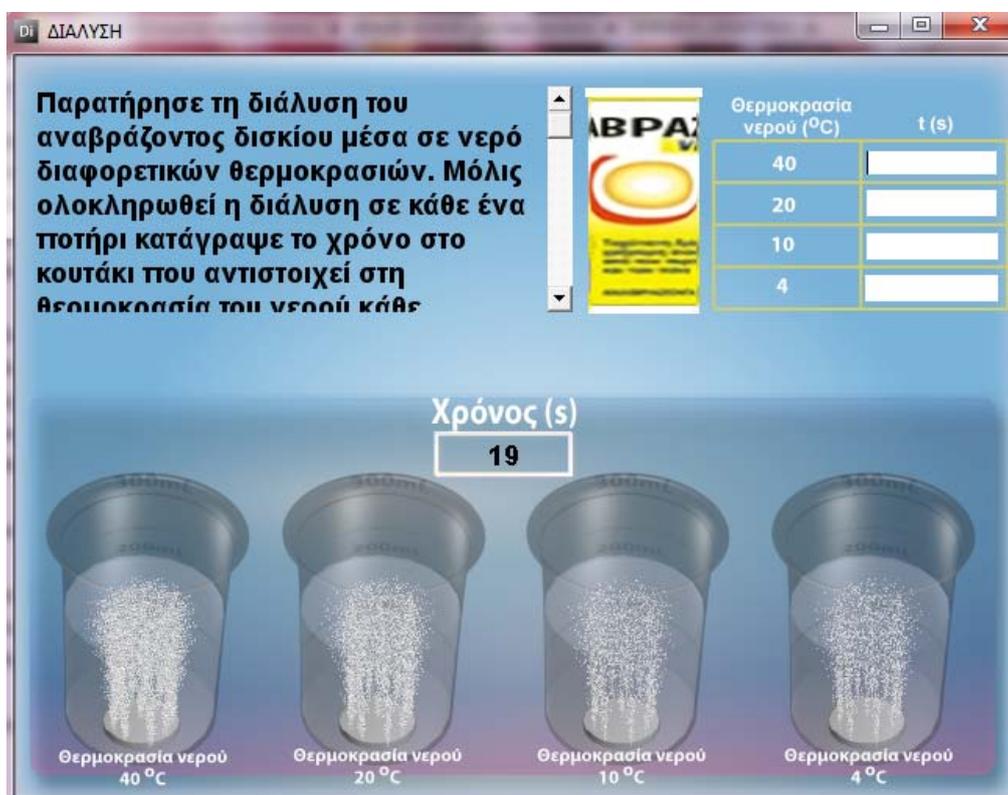
εξηγούν αν η ταχύτητα της συγκεκριμένης χημικής αντίδρασης που μελετούν είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση του διαλύματος  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

Μία άλλη έρευνα (Van Driel, 2002) έδειξε ότι οι μαθητές σε ερώτηση για το πώς επηρεάζει η θερμοκρασία την ταχύτητα μίας χημικής αντίδρασης απάντησαν πως η αύξηση της θερμοκρασίας επιβραδύνει την ταχύτητα της αντίδρασης. Στο πλαίσιο αυτής της παρανόησης σχεδιάστηκε μία δραστηριότητα όπου οι μαθητές καταγράφουν τον χρόνο ολοκλήρωσης μίας χημικής αντίδρασης σε διαφορετικές θερμοκρασίες (Σχήμα 4).

### Σχεδίαση και λειτουργία της εφαρμογής

Όλα τα στοιχεία της εφαρμογής δημιουργήθηκαν εκ του μηδενός. Ακολουθήθηκαν οι αρχές σχεδιασμού εκπαιδευτικών πολυμεσικών εφαρμογών (Mayer, 2001; Sweller, 2002; Cook, 2006) συναρτήσει της ηλικίας των μαθητών στους οποίους απευθύνεται, ενώ ελήφθησαν υπόψη παράμετροι όπως το γνωστικό και μεταγνωστικό επίπεδο των μαθητών (Sweller 2003; Korakakis et al., 2008; 2009). Μερικές από τις βασικές αρχές σχεδιασμού που υιοθετήθηκαν κατά τον σχεδιασμό της εφαρμογής είναι οι εξής:

- Τα πολύπλοκα διαδραστικά στοιχεία πρέπει να παρουσιάζονται μεμονωμένα στους αρχάριους μαθητευόμενους. Έτσι, μειώνεται το φορτίο της λειτουργικής μνήμης, καθώς εξαλείφεται η ανάγκη για την ταυτόχρονη επεξεργασία στοιχείων.
- Η εκπαιδευτική καθοδήγηση μπορεί να βοηθήσει ουσιαστικά τους αρχάριους μαθητευόμενους να κατανοήσουν έννοιες.
- Οι περιττές πληροφορίες πρέπει να αποφεύγονται.



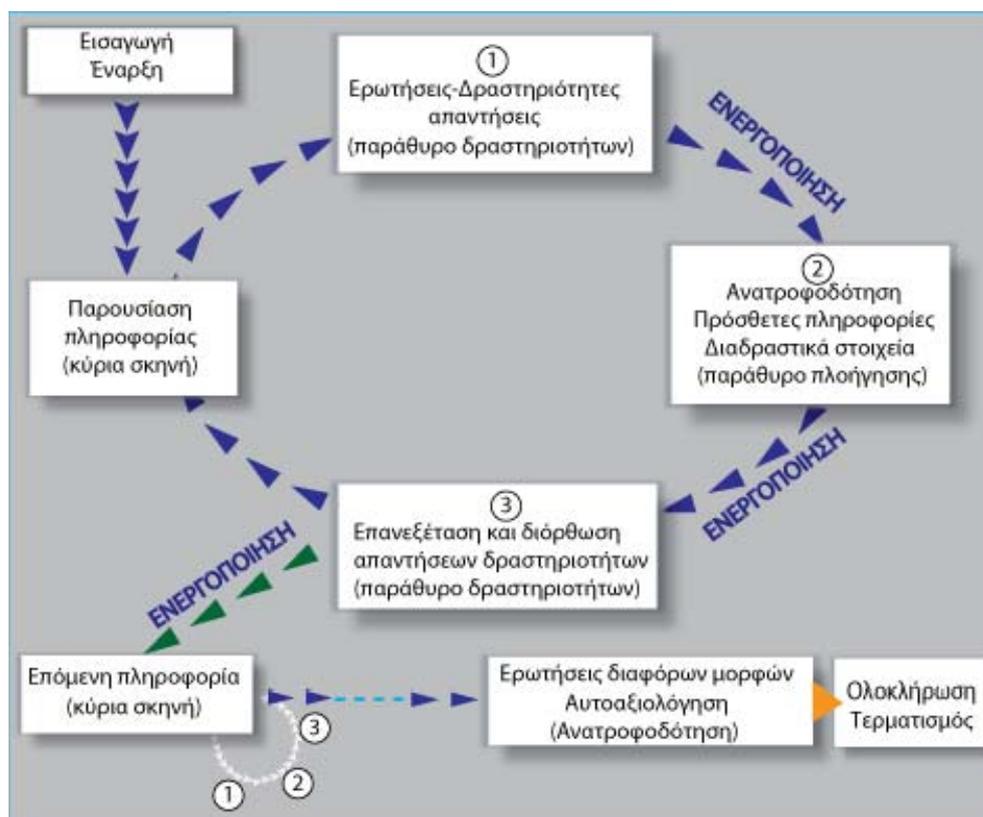
Σχήμα 4. Προσομοίωση πειράματος διάλυσης ενός αναβράζοντος δισκίου σε διαφορετικές θερμοκρασίες

- Τα γραφικά με σχεδιοκίνηση (animation) παρέχουν σημαντικές δυνατότητες και οφέλη κατά την αναπαράσταση δυναμικών φαινομένων.
- Οι πολυμεσικές εφαρμογές πρέπει να είναι βασισμένες σε παραδείγματα. Χρησιμοποιώντας γνωστά παραδείγματα το γνωστικό φορτίο μειώνεται και βελτιώνεται η κατανόηση.
- Η καλύτερη μεταφορά της γνώσης επιτυγχάνεται ευκολότερα όταν μία ενότητα διδάσκεται σε τμήματα ελεγχόμενα από τους μαθητές παρά ως συνεχής μονάδα.

Η ροή και η οργάνωση της εφαρμογής (Σχήμα 5) είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο, ώστε ο μαθητής να συμμετέχει όσο το δυνατόν πιο ενεργά μέσω διερευνητικών δραστηριοτήτων, με αποτέλεσμα την καλύτερη εμπέδωση της γνώσης την οποία αποκτά.

Η εφαρμογή συνοδεύεται από τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας που περιλαμβάνουν κυρίως τις δραστηριότητες, οι οποίες είναι ενσωματωμένες κατά τέτοιον τρόπο ώστε η ίδια εφαρμογή να μπορεί να παρέχει από μόνη της τα οφέλη ενός εκπαιδευτικού σεναρίου. Τα φύλλα εργασίας υπάρχουν σε μορφή αρχείου .pdf καθώς και σε μορφή αρχείου .doc, ώστε να μπορούν να γίνουν μετατροπές και αλλαγές από τον εκπαιδευτικό. Εξάλλου, όπως αναφέρεται παρακάτω, ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να αλλάζει τα κείμενα ή τις δραστηριότητες-ερωτήσεις μέσα στην ίδια τη διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή.

Η εκπαιδευτική πολυμεσική εφαρμογή περιλαμβάνει πολλαπλά ανεξάρτητα παράθυρα, με δυνατότητα μετακίνησής τους σε οποιοδήποτε σημείο της οθόνης, για διευκόλυνση του χρήστη (Σχήμα 6).



Σχήμα 5. Διάγραμμα ροής γνωστικών διαδικασιών που ακολουθείται στην παρούσα πολυμεσική εφαρμογή

Σχήμα 6. Παράθυρο κύριας σκηνής, παράθυρο πλοήγησης και βοηθητικών στοιχείων και παράθυρο δραστηριοτήτων

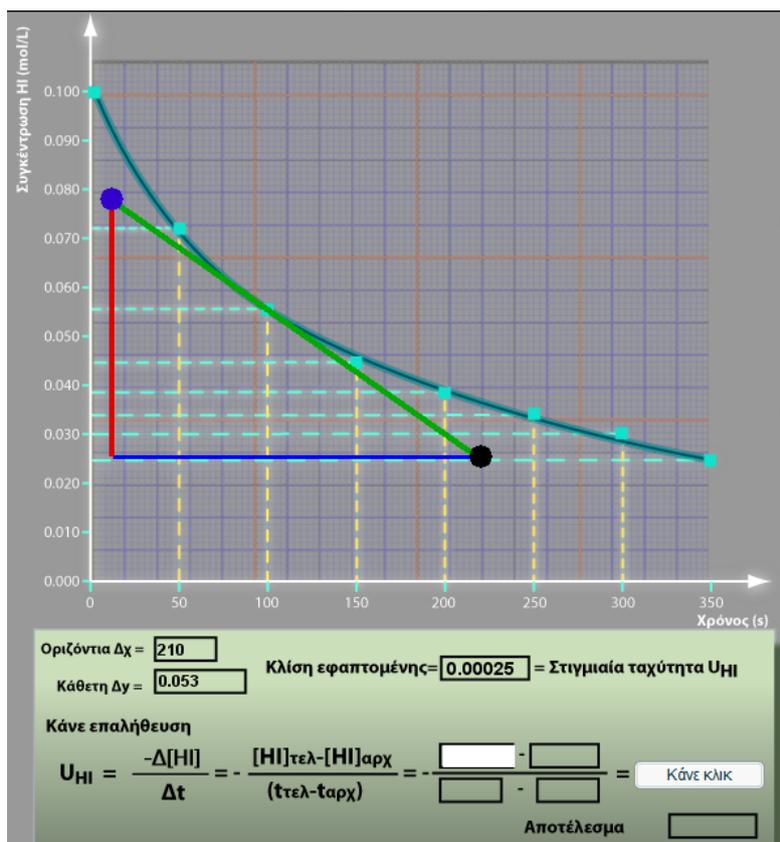
Σχήμα 7. Παράθυρο δραστηριοτήτων

Η εφαρμογή, η οποία είναι απλή ως προς τον χειρισμό, αποτελείται από το παράθυρο της κύριας σκηνής, το παράθυρο πλοήγησης και των βοηθητικών στοιχείων, καθώς και από το παράθυρο δραστηριοτήτων. Το μέγεθος των παραθύρων και η θέση τους είναι προσαρμοσμένη κατάλληλα, έτσι ώστε μόλις ανοίγει η εφαρμογή να είναι εφικτή η προβολή της και από οθόνη παρουσίασης με ανάλυση 800x600 (προτεινόμενη 1280x720).

Στην κύρια σκηνή (Σχήμα 6) απαντώνται τα βασικά γραφικά που συνοδεύονται από ανάλογο κείμενο, η μπάρα πλοήγησης, που εμφανίζει κουμπί για μετάβαση στην προηγούμενη ή στην επόμενη σκηνή, καθώς και ο ροοστάτης έντασης της αφήγησης.

Στο παράθυρο δραστηριοτήτων (Σχήμα 7), εμφανίζονται διαδοχικά διάφορων ειδών δραστηριότητες, ανάλογα με την παρουσιαζόμενη έννοια.

Οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν ερωτήσεις κλειστού τύπου (πολλαπλής επιλογής, σωστού - λάθους) καθώς και ανοικτού τύπου σύντομης ανάπτυξης, πίνακες προς συμπλήρωση, υπολογισμούς τιμών, ως και σχεδίαση διαγραμμάτων που σχετίζονται με τη σκηνή την οποία παρακολουθεί ο μαθητής.



Σχήμα 8. Απεικόνιση δημιουργίας εφαπτομένης σε οποιοδήποτε σημείο της καμπύλης και επαλήθευση της τιμής της στιγμιαίας ταχύτητας υπολογιστικά

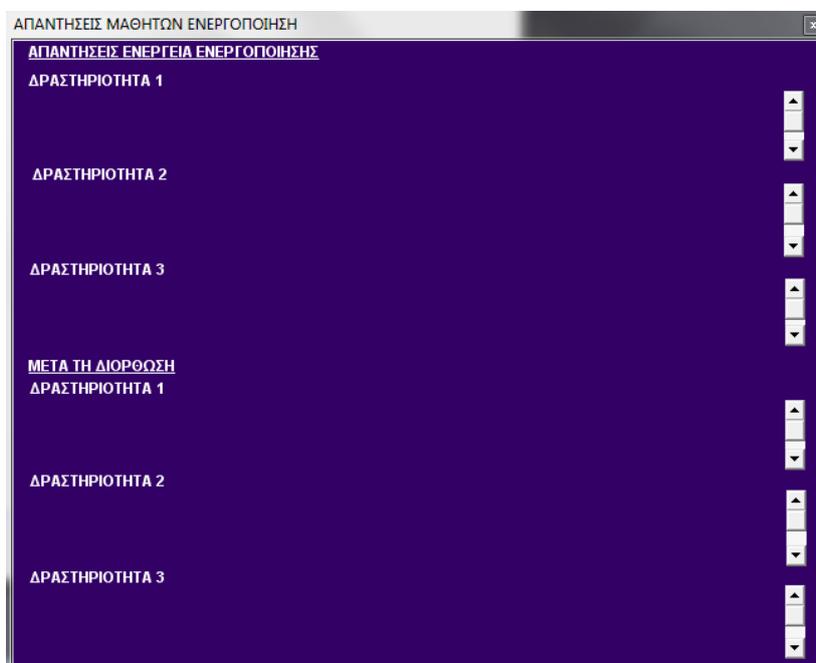
Ο μαθητής θα πρέπει να ασχοληθεί με όλες τις δραστηριότητες προκειμένου να μπορέσει να συνεχίσει την πλοήγηση. Οι δραστηριότητες, συνήθως, σχετίζονται με την πρόβλεψη και την ερμηνεία πειραματικών δεδομένων και καταστάσεων, καθώς και με την εφαρμογή και τον έλεγχο βασικών θεωρητικών εννοιών και εξισώσεων της ενότητας «Χημική κινητική». Στη συνέχεια, εμφανίζονται διαδραστικές απεικονίσεις όπως, για παράδειγμα, εκτέλεση μαθηματικών υπολογισμών για να μπορέσει ο μαθητής να ελέγξει τις απαντήσεις του (Σχήμα 8). Οι διαδραστικές αυτές απεικονίσεις αποσκοπούν, επίσης, στο να αποτρέψουν τυχόν παρανοήσεις του μαθητή, καθώς επεξηγούνται σε μεγαλύτερο βαθμό έννοιες που συνδέονται με την κύρια σκηνή. Μετά το πέρας των απεικονίσεων, παρέχεται στο μαθητή η δυνατότητα να διορθώσει, εφόσον το επιθυμεί, τις απαντήσεις τις οποίες έδωσε στις δραστηριότητες που συνόδευαν την κύρια σκηνή.

Στο παράθυρο «πλοήγηση» εμφανίζονται σε μικρογραφίες τα σχετιζόμενα βοηθητικά παράθυρα με την ενότητα της κύριας σκηνής. Τα τελευταία, ανοίγουν με αριστερό κλικ και μπορεί να περιέχουν διαδραστικά διαγράμματα, διαδραστικά πειράματα, κινούμενα διαδραστικά γραφικά κ.λπ. Επίσης, στο ίδιο παράθυρο υπάρχει μενού με επιλογές (όπως π.χ. κλείσιμο της εφαρμογής), κουμπιά για εκτύπωση σεναρίου, βοήθεια, χρήσιμες συνδέσεις, τους δημιουργούς, καθώς και έναρξη της εφαρμογής «Δημιουργός διαγραμμάτων».

Στο τελευταίο μέρος της πολυμεσικής εφαρμογής οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις διαφόρων τύπων όπως: πολλαπλής επιλογής κειμένου, πολλαπλής επιλογής σχήματος, αντιστοιχίσης λέξεων με τις κατάλληλες απεικονίσεις. Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων καταγράφεται και εμφανίζεται στην τελευταία σκηνή της εφαρμογής.



Σχήμα 9. Βοηθητική εφαρμογή διαχείρισης των απαντήσεων των μαθητών



Σχήμα 10. Παράθυρο ελέγχου των απαντήσεων κάθε μαθητή

Επιπρόσθετα, μέσα από τη βοηθητική εφαρμογή (Σχήμα 9) ο εκπαιδευτικός μπορεί να δει (εφόσον το επιθυμεί) τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στις δραστηριότητες, πριν και μετά τη διόρθωση (Σχήμα 10), με σκοπό να διαπιστώσει την ύπαρξη τυχόν παρανοήσεων ή να προβεί σε βελτιώσεις στις εκφωνήσεις ή στο κείμενο ή ακόμα και να επαληθεύσει αν και κατά πόσο οι μαθητές ασχολήθηκαν με τις παρεχόμενες δραστηριότητες.

Οι απαντήσεις επίσης αποθηκεύονται σε αρχεία .txt μέσα στον υποφάκελο «απαντήσεις» του φακέλου «χημική κινητική», όπου περιέχεται η εφαρμογή και βρίσκεται στην τοποθεσία που θα επιλέξει ο χρήστης κατά την εγκατάσταση, π.χ. πάνω στην επιφάνεια εργασίας. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να μεταβεί στον υποφάκελο «απαντήσεις» και να βρει τα αντίστοιχα αρχεία .txt με τις απαντήσεις των μαθητών στις δραστηριότητες της αντίστοιχης ενότητας. Επίσης να έχει πρόσβαση και να παρεμβαίνει στα κείμενα της εφαρμογής και στις δραστηριότητες (προσθήκη κειμένου, διόρθωση και αλλαγή) (Σχήμα 11).

**ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Σύμφωνα με μια άλλη θεωρία, τη θεωρία της μεταβατικής κατάστασης, για να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση θα πρέπει να σχηματιστεί κατά τη σύγκρουση των αντιδρώντων ένα ενδιάμεσο προϊόν. Το προϊόν αυτό απορροφά την ενέργεια ενεργοποίησης και ονομάζεται **ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ**

**Συμπεράσματα**  
- Το ενδιάμεσο προϊόν που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης δεν είναι σταθερό καθώς η χημική αντίδραση καταλήγει στο σχηματισμό πιο σταθερών και χαμηλότερων **ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ**

**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

1. Θεωρείς ότι το ενδιάμεσο που σχηματίζεται είναι σταθερό ή ασταθές; Γράψε την απάντησή σου και δικαιολόγησε την. **ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ**

2. Να χαρακτηρίσεις κάθε μία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή ή λανθασμένη.  
i) Σε μία εξώθερμη αντίδραση η συνολική ενέργεια των προϊόντων είναι μεγαλύτερη από τη συνολική ενέργεια των αντιδρώντων. **ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ**

3. Η αντίδραση που περιγράφει το παραπάνω διάγραμμα είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη; Γράψε την απάντησή σου και δικαιολόγησε την. **ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ**

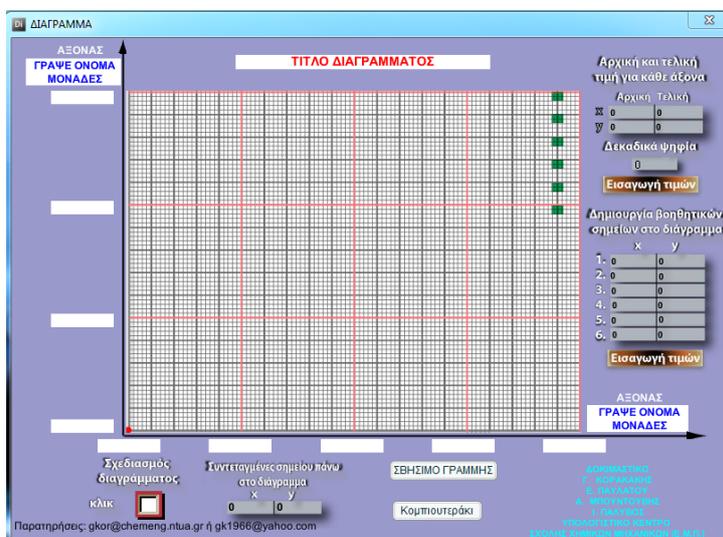
Κάνε διπλό κλικ σε κάθε ένα από τα ενεργειακά διαγράμματα του παραθύρου «ΠΛΟΗΓΗΣΗ». Μετακίνησε το σημείο που υποδεικνύει η εικόνα για να παρατηρήσεις τις ενεργειακές μεταβολές μεταξύ των αντιδρώντων και των προϊόντων κατά την ενδόθερμη και εξώθερμη **ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ**

Σχήμα 11. Παράθυρο ενεργειών (ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρέμβει σε οποιοδήποτε κείμενο)

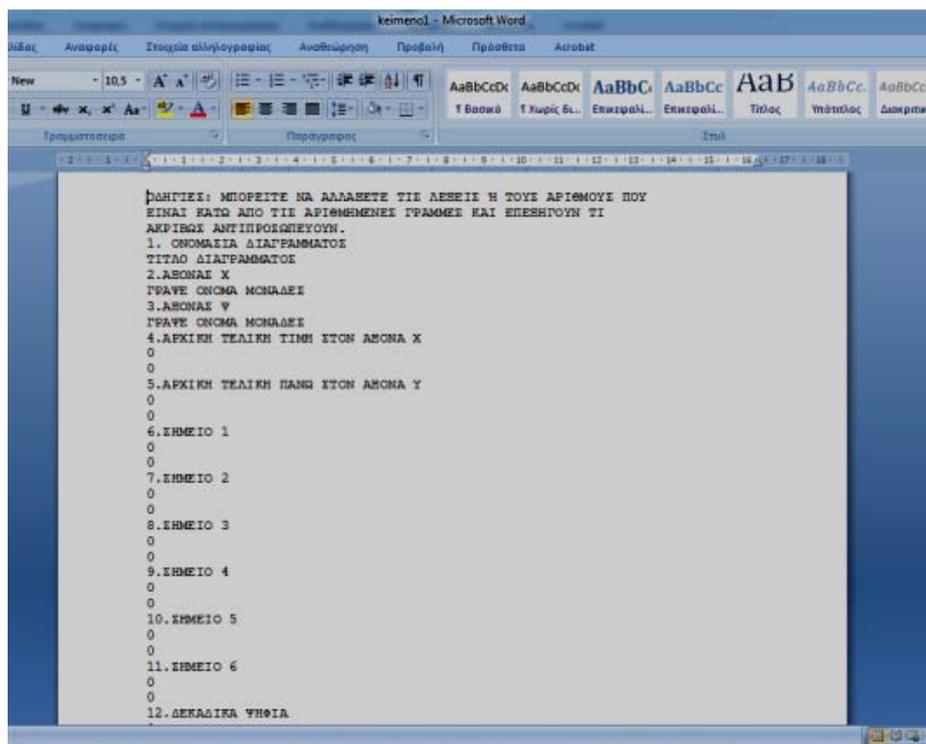
Δίπλα σε όλα τα κείμενα της κύριας εφαρμογής είναι ενσωματωμένη κυλιόμενη μπάρα, έτσι ώστε, μετά από οποιαδήποτε αλλαγή ή προσθήκη κειμένου από τον εκπαιδευτικό, να μπορεί να προσαρμόζεται αυτόματα στο συγκεκριμένο χώρο που καταλαμβάνει μέσα στην εφαρμογή, ανεξάρτητα από το μέγεθός του.

Επίσης, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αλλάξει, να παρέμβει ή να προσθέσει βοηθητικό κείμενο πάνω σε οποιαδήποτε εικόνα που απαντά στην κυρία σκηνή της εφαρμογής, με τη βοήθεια προγράμματος επεξεργασίας εικόνας της επιλογής του (όπως π.χ. ζωγραφική των windows) χωρίς αλλαγή του ονόματος και του format. Αυτό οφείλεται στο ότι όλες οι εικόνες βρίσκονται μέσα σε φάκελο με το όνομα ΕΙΚΟΝΕΣ και κάθε φορά που ανοίγει η εφαρμογή από τον χρήστη, τις φορτώνει η εφαρμογή αυτόματα (ανανεώνεται) από αυτό το φάκελο.

Η εφαρμογή «Δημιουργός διαγραμμάτων» (Σχήμα 12) δημιουργήθηκε με σκοπό να μπορεί ο μαθητής να σχεδιάσει το διάγραμμα που του ζητείται σε ορισμένες δραστηριότητες. Αξίζει να επισημανθεί ότι ο «Δημιουργός διαγραμμάτων» μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν ανεξάρτητη εφαρμογή, σε άλλα μαθήματα και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.



Σχήμα 12. Εφαρμογή «Δημιουργός διαγραμμάτων»



Σχήμα 13. Συνοδευτικό αρχείο για τη προετοιμασία διαγραμμάτων

Συγκεκριμένα, με αυτήν την εφαρμογή ο μαθητής μπορεί να κατασκευάζει διαγράμματα της συγκεκριμένης θεματικής ενότητας που παρακολούθησε προηγουμένως (πάνω σε επιφάνεια μιλιμετρέ), να κατασκευάζει διαγράμματα διαφόρων μαθημάτων (όπως μαθηματικών, φυσικής, χημείας), ή να σχεδιάζει γεωμετρικά σχήματα (γεωμετρία). Παράλληλα, η εφαρμογή αυτή μπορεί να διευκολύνει και τους εκπαιδευτικούς να παρουσιάζουν διαγράμματα στο καθημερινό τους μάθημα. Όλα τα απαραίτητα στοιχεία του διαγράμματος μπορούν να τοποθετηθούν στα κατάλληλα κενά πλαίσια της εφαρμογής.

Παράλληλα, η εφαρμογή συνοδεύεται από αρχείο .rtf (Σχήμα 13) ώστε, αν ο εκπαιδευτικός το επιθυμεί, να μπορεί να προετοιμάσει ένα διάγραμμα, το οποίο θα έχει την ευχέρεια να το χρησιμοποιήσει κατά τη διάρκεια παρουσίασης ενός μαθήματος, όπου: να έχει τη δυνατότητα να γράφει μέσα στο συγκεκριμένο αρχείο τις συντεταγμένες των σημείων που αντιστοιχούν στα δεδομένα μιας άσκησης, να γράφει τα ονόματα και τις μονάδες των μεταβλητών, τις ακραίες τιμές των αξόνων, καθώς και το πλήθος των δεκαδικών ψηφίων. Τα στοιχεία αυτά, εμφανίζονται αυτόματα μόλις ανοίξει η εφαρμογή.

Στο τελευταίο μέρος της πολυμεσικής εφαρμογής οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις διαφόρων τύπων, οι οποίες μπορεί να είναι : πολλαπλής επιλογής κειμένου, πολλαπλής επιλογής σχήματος, και αντιστοιχησης λέξεων με τις κατάλληλες απεικονίσεις. Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων καταγράφεται και εμφανίζεται στην τελευταία σκηνή της εφαρμογής.

## Τεχνικά χαρακτηριστικά

Για την υλοποίηση της πολυμεσικής εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν:

- συγγραφικό εργαλείο, με τη βοήθεια του οποίου κατασκευάστηκε η διαδραστική εφαρμογή,
- πρόγραμμα δημιουργίας 3D γραφικών ή 3D κινούμενων γραφικών,

- προγράμματα δημιουργίας και επεξεργασίας τονικών και διανυσματικών γραφικών,
- πρόγραμμα επεξεργασίας ήχου,
- διάφοροι μεταγλωττιστές για τη μετατροπή ορισμένων αρχείων σε μορφή που είναι ευκολότερα επεξεργάσιμη από το συγγραφικό εργαλείο.

Επίσης, έχει γραφτεί κατάλληλο script στο συγγραφικό πρόγραμμα έτσι ώστε η εφαρμογή που έχει δημιουργηθεί να μπορεί, κάθε φορά που τρέχει, να διαβάζει ή να εισάγει πληροφορίες από εξωτερικά αρχεία (π.χ. .rtf, .html, .png). Με αυτό τον τρόπο ενημερώνεται η εφαρμογή και προβάλλει τις αλλαγές στις κατάλληλες θέσεις.

## Επίλογος

Μέσω των διερευνητικών δραστηριοτήτων που εμπεριέχονται στην πολυμεσική εφαρμογή καθώς και μέσω της δυνατότητας που παρέχεται στον εκπαιδευτικό να προβεί σε διδακτικές παρεμβάσεις, τόσο μέσα στην ίδια την εφαρμογή όσο και στα φύλλα εργασίας, προσδοκάται ότι η εφαρμογή αυτή θα συμβάλλει σε μια πιο εποικοδομητική και ουσιαστική μαθησιακή διαδικασία, σε σχέση με την παραδοσιακή δασκαλοκεντρική διδασκαλία. Η πιλοτική δοκιμή της εφαρμογής αυτής σε μαθητές σχολείων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής έρευνας, καθώς η χρήση της κατά τη διδασκαλία σε πραγματικό σχολικό περιβάλλον μπορεί να βοηθήσει ουσιαστικά στην αξιολόγησή της αναφορικά με τη διδακτική πρακτική.

## Αναφορές

- Beishuizen, J., Wilhelm, P., & Schimmel, M. (2004). Computer-supported inquiry learning: effects of training and practice. *Computers & Education*, 42, 389-402.
- Bybee, R. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L. Flick & N. Lederman (eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*. (pp. 1-14). Netherlands: Springer.
- Cakmakci, G., Leach, J., & Donnelly, J. (2006). Students' ideas about reaction rate and its relationship with concentration or pressure. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1795-1815.
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90, 1073-1091.
- CDC (2002). *General studies for primary schools curriculum guide (Primary 1-Primary 6)*. Hong Kong: Curriculum Development Council.
- De Jong, T., Beishuizen, J., Hulshof, C., Prins, F., Van Rijn, H., Van Someren, M., Veenman, M., & Wilhelm, P. (2005). Determinants of discovery learning in a complex simulation learning environment. In P. Gärderfors & P. Johansson (eds.), *Cognition, education and communication technology* (pp. 257-283). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Duschl, R. (2004). International perspectives on inquiry in science education: A commentary. *Science Education*, 88, 411-414.
- Hover, S.V., & Horne, M.V. (2005). Whole-class inquiry: social studies. *Learning and Leading with Technology*, 32(8), 2005, 49-51.
- Korakakis, G., Pavlatou, E., Palyvos, J., & Spyrellis, N. (2008). The effect of three types of visualization on a chemistry multimedia application for 12th grade students. In L. Gómez, D. Martí & I. Candel (eds.), *Proceedings of the International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2008)*. Madrid: International Association of Technology, Education and Development.
- Korakakis, G., Pavlatou, E.A., Palyvos, J.A., & Spyrellis, N. (2009). 3D visualization types in multimedia applications for science learning: A case study for 8<sup>th</sup> grade students in Greece. *Computers & Education*, 52(2), 390-401.
- Lee, O., Hart, J., Cuevas, P., & Enders, C. (2004). Professional development in inquiry-based science for elementary teachers of diverse student groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 1021-1043.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. London: King's College.
- Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.

- Sweller, J. (2002). Visualisation and Instructional Design. In R. Ploetzner (ed.), *International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning* (pp. 1501-1510). Tubingen: Knowledge Media Research Center.
- Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. *The Psychology of Learning and Motivation*, 43, 215-266.
- Van Driel, J.H. (2002). Students' corpuscular conceptions in the context of chemical equilibrium and chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 3(2), 201-213.
- Wallace, C.S., & Kang, N.H. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 905-935.
- Zachos, P., Hick, T.L., Doane, W.E. J., & Sargent, C. (2000). Setting theoretical and empirical foundations for assessing scientific inquiry and discovery in educational programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 938-962.
- ΕΑΠΤΥ (2008). *Επιμορφωτικό υλικό για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη χρήση και αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία*. Τεύχος 5, Κλάδος ΠΕ04, Πάτρα: ΕΑΠΤΥ-Τομέας Επιμόρφωσης και Κατάρτισης.
- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κάλλη, Α. (2000). *Χημεία Β' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Αναφορά στο άρθρο ως: Κορακάκης, Γ., Παυλάτου, Ε., Μπουντουβής, Α., & Παλυβός Ι. (2011). Διερευνητική διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή για την ενότητα «Χημική Κινητική» Β' Λυκείου. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 4(1-3), 177-189.

<http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete>