



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

Αριστεία & Καινοτομία στην Εκπαίδευση 2010-2011

Έντυπο Ανάπτυξης Περιεχομένου Καινοτόμου Δράσης

1 – Γράψτε μία περίληψη της καινοτόμου δράσης (μέχρι 1 σελίδα).

Αφορά σε μια δραστηριότητα εποικοδομιστικού τύπου που υποστηρίζει τον εκπαιδευόμενο μέσω δραστηριοτήτων επίλυσης προβλημάτων που αξιοποιούν σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις (πειραματισμός μέσω προσομοιώσεων, διερευνήσεις, καθοδηγούμενη ανακάλυψη και συνεργασία) και συνδυάζουν εξατομικευμένη και συνεργατική μάθηση.

Τα συγκεκριμένα βήματα της δραστηριότητας έχουν ως στόχο να υποστηρίξουν τον εκπαιδευόμενο:

- ☐ να **συνδέει** την προϋπάρχουσα γνώση του με τη νέα γνώση,
- ☐ να **συνδυάζει** γνωστούς με νέους τύπους για να εξάγει τους τύπους που χρειάζονται για την επίλυση του προβλήματος,
- ☐ να **αναγνωρίζει** τους περιορισμούς στις τιμές των παραμέτρων των τύπων που εξάγει μέσω τριών φάσεων (διερεύνηση, παρουσίαση, εξήγηση),
- ☐ να **εφαρμόζει** τους τύπους που εξάγει για συγκεκριμένες τιμές των παραμέτρων,
- ☐ να **προβλέπει** την κίνηση σωμάτων ή σωματιδίων,
- ☐ να **κάνει υποθέσεις**,
- ☐ να **επιλύει** ποσοτικά προβλήματα και να κάνει ποιοτικές παρατηρήσεις μέσω προσομοιώσεων,
- ☐ να **συγκρίνει** τις τιμές που υπολογίζει, τις προβλέψεις του ή τις υποθέσεις του με τις αντίστοιχες τιμές ή το είδος της κίνησης που λαμβάνει από την προσομοίωση, να κάνει έλεγχο των υποθέσεων και να αιτιολογεί τυχόν διαφορές,
- ☐ να **συζητάει** με άλλους ομότιμους του, ώστε να ανταλλάσσει εμπειρίες, απόψεις και αποτελέσματα της εργασίας του,
- ☐ να **αναγνωρίζει** τα λάθη του ή τις εσφαλμένες αντιλήψεις του μέσω ενός καθοδηγούμενου διαλόγου που επιδιώκει στον αναστοχασμό,
- ☐ να **αιτιολογεί** τις απαντήσεις του σε ανοικτού τύπου ερωτήσεις και τις επιλογές του.

2 – Περιγράψτε το πώς προέκυψε η καινοτόμος δράση (μέχρι 2 σελίδες).

Προέκυψε από την εφαρμογή της σε μαθητές μου της 3^{ης} τάξης Επαγγελματικού Λυκείου μέσω διαθεματικής προσέγγισης με τον Φυσικό και είχαμε εκπληκτικά αποτελέσματα. Οι μαθητές εξέφρασαν την ικανοποίησή τους.

3 – Περιγράψτε αναλυτικά την καινοτόμο δράση και τη διαδικασία εφαρμογής στο σχολικό πρόγραμμα ή στη σχολική κοινότητα (μέχρι 12 σελίδες).

Στην αρχή κάθε δραστηριότητας ο εκπαιδευόμενος ενημερώνεται για τα μαθησιακούς στόχους της έννοιας που έχει επιλέξει για να μελετήσει. Επίσης, καταγράφονται οι προαπαιτούμενες γνώσεις που πρέπει να κατέχει ο εκπαιδευόμενος.

Το γενικό πλαίσιο της δραστηριότητας για την επίλυση του προβλήματος περιλαμβάνει έξι στάδια που είναι τα εξής:

Στάδιο 1: Ενεργοποίηση της προϋπάρχουσας γνώσης του εκπαιδευόμενου και η σύνδεσή της με τη νέα γνώση.

Από τους εκπαιδευόμενους ζητείται να συνθέσουν τύπους που έχουν ήδη διδαχτεί σε προηγούμενα κεφάλαια του γνωστικού αντικείμενου που μελετούν (π.χ. της Φυσικής) και ίσως αυτοί να γνωρίζουν πώς να τους χρησιμοποιούν (προϋπάρχουσα γνώση), με βασικούς τύπους από την τρέχουσα έννοια που μελετούν με σκοπό να εξάγουν νέους τύπους, ώστε να τους χρησιμοποιήσουν για να υπολογίσουν τις τιμές συγκεκριμένων μεγεθών. Στην περίπτωση που οι εκπαιδευόμενοι στερούνται επαρκούς γνώσης, τότε ο εκπαιδευτικός τους προσφέρει πρόσθετη σχετική γνώση.

Στάδιο 2: Αναγνώριση των περιορισμών στις τιμές των παραμέτρων των τύπων που εξάγουν στο Στάδιο 1.

Οι εκπαιδευόμενοι, μέσω καθοδηγούμενου διαλόγου με τον εκπαιδευτικό, διερευνούν τους περιορισμούς στις τιμές των παραμέτρων των τύπων που εξάγουν στο Στάδιο 1. Ο καθοδηγούμενος διάλογος μεταξύ των εκπαιδευόμενων και του εκπαιδευτικού, διεξάγεται σε τρεις φάσεις, ως εξής:

Στάδιο 2 - Φάση 1: Διερεύνηση

Στους εκπαιδευόμενους δίνονται συγκεκριμένες τιμές των παραμέτρων, που πρέπει να διερευνήσουν αν ανήκουν στους περιορισμούς για τους τύπους που εξάγουν στο Στάδιο 1 της δραστηριότητας. Επίσης, οι εκπαιδευόμενοι ενημερώνονται για τις τιμές των μεγεθών που δεν είναι αποδεκτές (π.χ. μηδέν, απροσδιόριστη, άπειρη, κ.ά.) Μετά, οι εκπαιδευόμενοι ερωτώνται αν συμφωνούν ή διαφωνούν ότι οι δεδομένες τιμές των παραμέτρων είναι περιορισμοί. Αν οι εκπαιδευόμενοι συμφωνήσουν, τότε ο εκπαιδευτικός προχωράει στο Στάδιο 3 της δραστηριότητας, αν όχι, τότε ο εκπαιδευτικός προχωράει στη Φάση 2 του διαλόγου.

Στάδιο 2 – Φάση 2: Παρουσίαση

Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τις τιμές που παίρνουν τα μεγέθη υπολογισμένες από τους αντίστοιχους τύπους, για τις δεδομένες τιμές των παραμέτρων της Φάσης 1, και οι εκπαιδευόμενοι ερωτώνται ξανά αν συμφωνούν ή διαφωνούν για τις τιμές που παρουσίασε ο εκπαιδευτικός. Αν συμφωνούν, τότε ο εκπαιδευτικός προχωράει στο Στάδιο 3 της δραστηριότητας, αν όχι, τότε ο εκπαιδευτικός προχωράει στη Φάση 3 του διαλόγου.

Στάδιο 2 – Φάση 3: Εξήγηση

Ο εκπαιδευτικός εξηγεί στους εκπαιδευόμενους τους λόγους για τους οποίους οι δεδομένες τιμές των παραμέτρων, που δόθηκαν στη Φάση 1 του διαλόγου, πρέπει να

είναι περιορισμοί.

Στάδιο 3: Έκφραση ιδεών/αντιλήψεων - Προβλέψεις ή Υποθέσεις.

Από τους εκπαιδευόμενους ζητείται να εφαρμόσουν τους τύπους, που εξάγουν στο Στάδιο 1, με σκοπό να υπολογίσουν τις τιμές των αντίστοιχων μεγεθών για διάφορες τιμές των παραμέτρων και να τις καταγράψουν σε πίνακα. Επιπλέον, τους ζητείται να κάνουν προβλέψεις ή υποθέσεις (π.χ. για το είδος της κίνησης).

Στάδιο 4: Εργασία με την προσομοίωση - Σύγκριση των αποτελεσμάτων του Σταδίου 3 με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της προσομοίωσης - Αιτιολόγηση των διαφορών.

Από τους εκπαιδευόμενους ζητείται να ρυθμίσουν τις ίδιες τιμές των παραμέτρων των μεγεθών που υπολόγισαν στο Στάδιο 3, σε μια δεδομένη προσομοίωση και μετά να την τρέξουν. Τα αποτελέσματα (π.χ. οι τιμές των φυσικών μεγεθών και το είδος της κίνησης του σώματος ή του σωματιδίου) καταγράφονται σε πίνακα. Μετά, ζητείται από τους μαθητές να συγκρίνουν τα αποτελέσματα (π.χ. υπολογισμένων τιμών ή προβλέψεων ή υποθέσεων) του Σταδίου 3 με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της προσομοίωσης (π.χ. τις τιμές των φυσικών μεγεθών που υπολόγισαν ή το είδος της κίνησης που πρόβλεψαν με τις αντίστοιχες τιμές των φυσικών μεγεθών ή το είδος της κίνησης που έλαβαν από την προσομοίωση). Στην περίπτωση που υπάρχουν διαφορές, ζητείται από τους εκπαιδευόμενους να καταγράψουν τους πιθανούς λόγους αυτών των διαφορών με την αντίστοιχη αιτιολόγηση. Οι προσομοιώσεις μπορούν να σχεδιαστούν από τον εκπαιδευτικό (π.χ. σε Interactive Physics).

Στάδιο 5: Διαπραγμάτευση και Συνεργασία σε ομάδες εκπαιδευομένων.

*Στα προηγούμενα στάδια οι εκπαιδευόμενοι εργάζονται ατομικά. Οι εκπαιδευόμενοι **διαπραγματεύονται και συνεργάζονται σε ομάδες** (2 έως 3 ατόμων) για να ανταλλάξουν τις εμπειρίες τους, τις απόψεις τους και τα αποτελέσματα της εργασίας τους, με σκοπό να συμπληρώσουν ένα τελικό πίνακα. Σε περίπτωση που διαφωνούν σε κάτι, τότε τους ζητείται να καταγράψουν τις διαφωνίες τους. Μέσω της συνεργασίας επιδιώκεται η έκφραση των απόψεών τους, των προβλέψεών τους και των ερμηνειών τους και ίσως να δημιουργηθούν γνωστικές συγκρούσεις αν διαφωνούν μεταξύ τους, όσον αφορά στις ερμηνείες τους ή στις προσεγγίσεις τους στο έργο τους. Οι εκπαιδευόμενοι εκφράζουν και εξωτερικεύουν τις βασισμένες στην εμπειρία αναπαραστάσεις τους, που απέκτησαν μέσω της προσομοίωσης, ώστε να συγκριθούν με εκείνες των άλλων εκπαιδευομένων, που θα τους οδηγήσει να αποκτήσουν συνείδηση του τι ακριβώς γνωρίζουν και τι χρειάζεται να μάθουν. Γενικά, οι εκπαιδευόμενοι που συνεργάζονται συν-οικοδομούν ο ένας πάνω στις ιδέες του άλλου. Οι ομάδες αποφασίζονται από τους εκπαιδευόμενους. Οι ομάδες πρέπει να είναι ανομοιογενείς (διαφορετικού γνωστικού επιπέδου και επιδόσεων ώστε να λειτουργήσει σωστά η **ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης**)*

Στάδιο 6: Έλεγχος των τελικών αποτελεσμάτων των εκπαιδευόμενων διαμέσου ενός καθοδηγούμενου διαλόγου με τον εκπαιδευτικό.

Ο σκοπός του καθοδηγούμενου διαλόγου στο Στάδιο 6 της δραστηριότητας είναι να διαγνώσει ο εκπαιδευτικός πιθανές εσφαλμένες αντιλήψεις ή μαθησιακές δυσκολίες των εκπαιδευομένων με σκοπό να τους βοηθήσει να έλθουν αντιμέτωποι με αυτές, να συνειδητοποιήσουν την περιορισμένη εμβέλειά τους και να αναθεωρήσουν τις απόψεις

τους.

Ο καθοδηγούμενος διάλογος μεταξύ των εκπαιδευομένων και του συστήματος στο Στάδιο 6, διεξάγεται σε τρεις φάσεις ως εξής:

Στάδιο 6–Φάση 1: Από τους εκπαιδευόμενους ζητείται να καταθέσουν το τελικό αποτέλεσμα που πιστεύουν ως σωστό (π.χ. την τελική τιμή του φυσικού μεγέθους που πιστεύουν ως σωστή ή το είδος της κίνησης που πιστεύουν ως σωστό). Ο εκπαιδευτικός καταγράφει στον πίνακα ή σε power point τα τελικά αποτελέσματα και σε περίπτωση που έχουν δοθεί εσφαλμένες απαντήσεις περνάει στη φάση 2 του καθοδηγούμενου διαλόγου.

Στάδιο 6 – Φάση 2: Αν υπάρχουν εσφαλμένες απαντήσεις κάποιων εκπαιδευομένων τότε ο εκπαιδευτικός τους δίνει μια εξήγηση για αυτές, χρησιμοποιώντας μαθηματικά επιχειρήματα. Μετά, ο εκπαιδευτικός ρωτάει τους εκπαιδευόμενους αν επιμένουν στην άποψή τους. Αν τουλάχιστον ένας εκπαιδευόμενος απαντήσει Ναι, τότε ο εκπαιδευτικός προχωράει στη Φάση 4 του καθοδηγούμενου διαλόγου.

Στάδιο 6 – Φάση 4: Ο εκπαιδευτικός δίνει στους εκπαιδευόμενους μια διαφορετική εξήγηση για την εσφαλμένη απάντησή τους χρησιμοποιώντας επιχειρήματα από την εμπειρία που πιθανόν οι εκπαιδευόμενοι απέκτησαν από την εμπλοκή τους με την προσομοίωση.

Στην περίπτωση που ο εκπαιδευτικός κρίνει αν οι προβλέψεις ή οι υποθέσεις (π.χ. για τις κινήσεις σωμάτων ή σωματιδίων στη Φυσική) των εκπαιδευόμενων είναι σωστές ή εσφαλμένες τότε τους παρουσιάζει μέσω (βιντεοσκοπημένων) προσομοιώσεων τις ορθές απαντήσεις (π.χ. τις σωστές κινήσεις των σωμάτων ή των σωματιδίων), ώστε ο εκπαιδευόμενος να οδηγηθεί προς την ορθή επιστημονική άποψη.

Εφαρμογή στον Ηλεκτρομαγνητισμό

Ενότητα του ηλεκτρομαγνητισμού: κίνηση φορτισμένου σωματιδίου κάθετα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

Στάδιο 1: Ενεργοποίηση της προϋπάρχουσας γνώσης του εκπαιδευόμενου και η σύνδεσή της με τη νέα γνώση.

Από τους μαθητές ζητείται να συνθέσουν τους τύπους από την κυκλική κίνηση υλικού σημείου και τον τύπο που υπολογίζει τη δύναμη Lorentz, που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στο σωματίδιο, ($F_L = B \cdot v \cdot |q|$, $F_K = m \cdot \frac{v^2}{R}$, $v = \omega \cdot R$ και $\omega = \frac{2\pi}{T}$) και να εξάγουν τους τύπους υπολογισμού της ακτίνας, R και της περιόδου, T σε συνάρτηση με τα B , v , q και m . Επίσης, οι μαθητές ενημερώνονται ότι η δύναμη Lorentz παίζει το ρόλο κεντρομόλου δύναμης.

Στάδιο 2: Αναγνώριση των περιορισμών στις τιμές των παραμέτρων των τύπων που εξάγει ο εκπαιδευόμενος στο Στάδιο 1.

Μέσω του καθοδηγούμενου διαλόγου από τους μαθητές ζητείται να αναγνωρίσουν τους περιορισμούς στις τιμές των παραμέτρων, v και q , για τον υπολογισμό της ακτίνας, R

και της περιόδου, T της κυκλικής κίνησης του σωματιδίου.

Στη Φάση 1(διερεύνηση) η ερώτηση είναι αν πρέπει να είναι περιορισμοί τα ζεύγη τιμών $(v=0, q=0)$, $(v=0, q \neq 0)$ και $(v \neq 0, q=0)$ για τον υπολογισμό της ακτίνας, R και της περιόδου, T .

Ο εκπαιδευτικός στη Φάση Παρουσίασης παρουσιάζει τις τιμές που παίρνουν η ακτίνα, R και η περίοδος, T για τις τιμές των παραμέτρων που δόθηκαν ως εξής:

Αν εφαρμόσουμε τα δεδομένα ζεύγη τιμών των παραμέτρων v και q στους τύπους που υπολογίζουν την τιμή της ακτίνας, R και της περιόδου, T , τότε καταλήγουμε στις ακόλουθες τιμές:

Τιμές των παραμέτρων	R	T
$v=0, q=0,$	απροσδιόριστη	άπειρη
$v=0, q \neq 0$ ($q=2\mu C$)	μηδέν	1,57s
$v \neq 0, q=0$	άπειρη	άπειρη

Αν οι μαθητές διαφωνούν σε κάτι, τότε ο εκπαιδευτικός περνάει στη φάση της εξήγησης και τους δίνει την εξής εξήγηση: Για τα ζεύγη τιμών που δόθηκαν δεν ασκείται κάποια δύναμη Lorentz στο σωματίδιο, διότι στον τύπο $F_L = B v |q|$ είτε $v=0$ είτε $q=0$ είτε και οι δυο τιμές είναι μηδέν, οπότε $F_L=0$. Εφόσον δεν ασκείται δύναμη Lorentz στο σωματίδιο ($F_L = 0$), η κινητική κατάσταση του σωματιδίου δεν επηρεάζεται. Επίσης, εφόσον δεν ασκείται δύναμη κάθετη προς το διάνυσμα της γραμμικής ταχύτητας του σωματιδίου, δεν έχουμε κυκλική κίνηση. Συνεπώς, οι προαναφερόμενοι τύποι δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν δεν ασκείται δύναμη Lorentz στο σωματίδιο, δηλαδή, οι περιορισμοί πρέπει να είναι στα εξής ζεύγη τιμών της ταχύτητας και του φορτίου του σωματιδίου: $(v = 0, q = 0)$, $(v = 0, q \neq 0)$ και $(v \neq 0, q = 0)$.

Στάδιο 3: Έκφραση ιδεών/αντιλήψεων-Πρόβλεψη ή Υποθέσεις

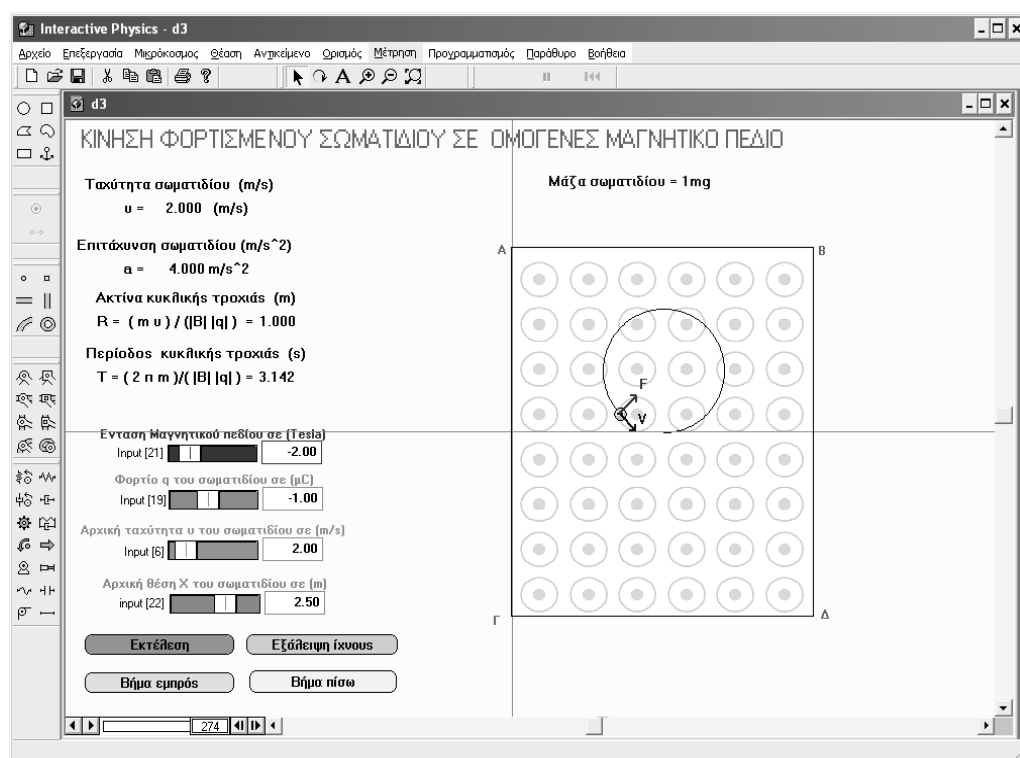
Οι μαθητές υπολογίζουν και καταχωρούν στον Πίνακα 1 τις τιμές της ακτίνας, R και της περιόδου, T για διάφορες τιμές των παραμέτρων και προβλέπουν την κίνηση του σωματιδίου κάνοντας χρήση του κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού. Επίσης, δίνονται οι τιμές της μάζας του σωματιδίου ($m = 1\text{mg}$) και της μαγνητικής επαγωγής ($B = 2\text{T}$).

Πίνακας 1: Πίνακας για τον υπολογισμό της ακτίνας, της περιόδου και της πρόβλεψης του είδους της κίνησης

α/α	Φορτίο σωματιδίου, q (C)	Ταχύτητα σωματιδίου, v (m/s)	Ακτίνα, R (m)	Περίοδος, T (s)	Είδος κίνησης του σωματιδίου
1	$0\mu C$	0			
2	$0\mu C$	2			
3	$+2\mu C$	0			
4	$+2\mu C$	2			
5	$+2\mu C$	4			
6	$-2\mu C$	0			
7	$-2\mu C$	2			
8	$-2\mu C$	4			

Στάδιο 4: Εργασία με την προσομοίωση-Σύγκριση των αποτελεσμάτων του Σταδίου 3 με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της προσομοίωσης-Αιτιολόγηση των διαφορών.

Οι μαθητές ρυθμίζουν στους μεταβολείς της προσομοίωσης (Εικόνα 1) τις τιμές για όλα τα ζεύγη των τιμών που φαίνονται στον Πίνακα 2 και τρέχει την προσομοίωση, σχεδιασμένη σε περιβάλλον Interactive PhysicsTM. Επίσης, τους ζητείται να συγκρίνουν τις τιμές που υπολόγισαν ή τις προβλέψεις τους για το είδος της κίνησης με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που λαμβάνουν από την προσομοίωση, ώστε να καταγράψουν και να αιτιολογήσουν τις πιθανές διαφορές, και τελικά, να αποφασίσουν ποια αποτελέσματα είναι σωστά και ποια όχι.



Σχήμα 1: Εργασία με την προσομοίωση

Στάδιο 5: Διαπραγμάτευση και Συνεργασία σε ομάδες εκπαιδευομένων.

Οι μαθητές συνεργάζονται, ώστε να ανταλλάξουν τις εμπειρίες τους, τις απόψεις τους και τα αποτελέσματά τους με σκοπό να συμπληρώσουν ένα τελικό πίνακα ίδιον με εκείνον του Πίνακα 1. Επίσης, καταγράφουν τις τυχόν διαφωνίες τους και τις αιτιολογούν.

Στάδιο 6: Έλεγχος των τελικών αποτελεσμάτων των εκπαιδευόμενων διαμέσου ενός καθοδηγούμενου διαλόγου.

Έστω ότι έχουμε για έλεγχο την περίπτωση Α6 του Πίνακα 1. Αυτή η περίπτωση, αποσκοπεί στην ανίχνευση της εσφαλμένης αντίληψης που έχουν οι μαθητές για την

αλληλεπίδραση μεταξύ ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που έγκειται στο ότι: *οι μαγνητικοί πόλοι ενός μαγνήτη ασκούν δύναμη σε ένα φορτισμένο σωματίδιο που βρίσκεται ανάμεσά τους είτε αυτό κινείται είτε όχι* (Maloney, 1985).

Στάδιο6 - Φάση 1: Έστω ότι η επιλογή κάποιων μαθητών είναι η απροσδιόριστη τιμή.

Στάδιο6 - Φάση 2: Το μαθηματικό επιχείρημα είναι: Στα μαθηματικά μηδέν δια μηδέν είναι μια **απροσδιόριστη** κατάσταση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το σωματίδιο παραμένει ακίνητο, γεγονός που μας επιτρέπει να άρουμε την απροσδιοριστία και να δεχτούμε ότι $R=0$. *Στους περιορισμούς που θέσαμε στην αρχή ανήκει και αυτό το ζευγάρι τιμών των παραμέτρων ($v=0$ και $q=0$) και δεν ασκείται δύναμη Lorentz στο σωματίδιο.*

Επιμένετε ότι η ακτίνα είναι απροσδιόριστη;

- ο Ναι
- ο Όχι

Κάποιοι μαθητές επιλέγουν: «Ναι»

Στάδιο 6 - Φάση 3: Το επιχείρημα από την προσομοίωση που είδαν οι μαθητές είναι: ίσως παρατήρησες στην προσομοίωση, ότι το σωματίδιο παραμένει ακίνητο, γεγονός που μας επιτρέπει να άρουμε την απροσδιοριστία και να δεχτούμε ότι $R=0$. *Στους περιορισμούς που θέσαμε στην αρχή ανήκει και αυτό το ζευγάρι τιμών των παραμέτρων ($v=0$ και $q=0$) και δεν ασκείται δύναμη Lorentz στο σωματίδιο. Σε περίπτωση που οι μαθητές δεν θυμούνται τις προσομοιώσεις τις παρουσιάζει ξανά ο εκπαιδευτικός.*

4 – Περιγράψτε τρόπους δυνατής διεύρυνσης της εφαρμογής και σε άλλους τομείς/αντικείμενα της σχολικής μονάδας (μέχρι 2 σελίδες).

Η δραστηριότητα αυτή μπορεί να εφαρμοστεί στη Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Ηλεκτρολογία.

5 – Γράψτε τις προϋποθέσεις που θεωρούνται απαραίτητες για την καλύτερη ανάπτυξή της στο σχολείο (μέχρι 2 σελίδες).

- Να υπάρχει το κατάλληλο λογισμικό υποστήριξης
- Να δημιουργηθούν οι κατάλληλες ομάδες
- Να αναπτυχθεί όλο το σενάριο για τις απαντήσεις και την ανατροφοδότηση που θα δίνονται στους μαθητές για αναστοχασμό
- Απαιτείται ειδικός χειρισμός μετά τον εντοπισμό των λαθών και των εσφαλμένων αντιλήψεων των μαθητών, ώστε με τις κατάλληλες γνωστικές συγκρούσεις να υποβοηθηθούν οι μαθητές στην αναδόμηση των νοητικών τους μοντέλων.

6 – Γράψτε γενικότερα συμπεράσματα που εξήχθησαν (μέχρι 3 σελίδες).

Συμπεράσματα

Ο αριθμός των μαθητών που έδωσαν σωστές απαντήσεις για τον υπολογισμό της ακτίνας της κυκλικής κίνησης του σωματιδίου, στα στάδια της δραστηριότητας στα οποία τους ζητείται, παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.

Από τον Πίνακα 2 μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής: Κατά τον αρχικό υπολογισμό της ακτίνας, οι περισσότεροι μαθητές έδωσαν λάθος απαντήσεις. Επίσης, μερικοί μαθητές έδωσαν λάθος απαντήσεις μετά την προσομοίωση. Όταν από τους μαθητές ζητήθηκε να καταγράψουν τις σωστές απαντήσεις πριν τη συνεργασία με το συμμαθητή τους, μερικοί δεν δέχθηκαν το αποτέλεσμα της προσομοίωσης, αλλά επέμεναν στο αρχικό τους αποτέλεσμα. Η συνεργασία βοήθησε τους μαθητές να διορθώσουν κάποιες από τις εσφαλμένες απαντήσεις τους, αλλά όχι όλες. Όμως, μετά το διάλογο με το σύστημα, όλοι οι μαθητές έδωσαν τις σωστές απαντήσεις για όλες τις ερωτήσεις του προβλήματος.

Πίνακας 2: Αριθμός μαθητών που έδωσαν τις σωστές απαντήσεις στις ερωτήσεις του Πίνακα 1 για την ακτίνα R στα στάδια της δραστηριότητας στα οποία τους ζητήθηκε

α/α ερώτησης	Αριθμός των μαθητών που έδωσαν σωστές απαντήσεις για την ακτίνα R.				
	Αρχική εκτίμηση των μαθητών	Μετά την προσομοίωση	Συνεργασία		Μετά από τον καθοδηγούμενο διάλογο
			Πριν	Μετά	
1	7	11	11	12	12
2	2	11	9	11	12
3	5	11	11	11	12
4	4	9	9	10	12
5	5	12	11	11	12
6	5	11	11	12	12
7	4	11	9	10	12
8	4	12	9	11	12

Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών, σε όλα τα βήματα της δραστηριότητας επίλυσης προβλήματος και των απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου, στις οποίες ζητείται να δικαιολογήσουν την άποψή τους στα βήματα 4 και 5 έδειξε ότι:

- Στην περίπτωση που ζητήθηκε από τους μαθητές να αιτιολογήσουν τις διαφορές και να επιλέξουν την πιο σωστή καταχώρησή τους, μεταξύ της πρόβλεψής τους και της προσομοίωσης, οι περισσότεροι από αυτούς επιλέγουν της προσομοίωσης και είναι σε θέση να αιτιολογήσουν την επιλογή τους (όμως, όχι με απόλυτα επιστημονικό τρόπο).

- Επίσης, ένα μικρό ποσοστό των μαθητών εμμένουν στις αρχικές τους απόψεις χωρίς να είναι σε θέση να τις αιτιολογήσουν.
- Γενικά, στην πλειονότητά τους οι μαθητές μέσω της συνεργασίας αναθεώρησαν τις απόψεις τους και έδωσαν σωστότερες απαντήσεις. Δυο μαθητές, ενώ πριν τη συνεργασία είχαν κάνει σωστές προβλέψεις της κίνησης του σωματιδίου, μετά τη συνεργασία υιοθέτησαν τη λανθασμένη πρόβλεψη του συνεργάτη τους. Στη συνέντευξη μετά το πείραμα, οι μαθητές αυτοί, ερωτήθηκαν να εξηγήσουν γιατί άλλαξαν τη δική τους ορθή απάντηση και υιοθέτησαν την εσφαλμένη του συνεργάτη τους; Αυτοί απάντησαν: υιοθετήσαμε την απάντηση του συνεργάτη μας διότι είχε καλύτερες επιδόσεις στο μάθημα.
- Κατά τη διάρκεια της συνεργασίας δυο μαθητές δεν επιθυμούσαν να συνεργαστούν μεταξύ τους. Κατά τη συνέντευξη μετά το πείραμα αυτοί οι μαθητές ρωτήθηκαν να δώσουν μια εξήγηση γιατί δεν ήθελαν να συνεργαστούν μεταξύ τους, και απάντησαν ότι δεν ήθελαν να συνεργαστούν με το συγκεκριμένο μαθητή, αλλά με κάποιο άλλον ίσως να μην είχαν πρόβλημα να συνεργαστούν.
- Στην πλειονότητά τους οι μαθητές μέσω της συνεργασίας με τους ομότιμούς τους και τον καθοδηγούμενο διάλογο με τον εκπαιδευτικό, αντιλήφθηκαν τα λάθη τους και αναθεώρησαν τις απόψεις τους και δέχτηκαν ότι πρέπει να θέτουν περιορισμούς στις τιμές των παραμέτρων των τύπων.

Το τελικό συμπέρασμα είναι ότι η δραστηριότητα που χρησιμοποιήσαμε βοήθησε τους μαθητές:

- να υπολογίζουν τα φυσικά μεγέθη και να χρησιμοποιούν σωστά τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού για να προβλέπουν την κίνηση,
- να αντιληφθούν τα λάθη τους και να αναθεωρήσουν τις απόψεις τους,
- να είναι σε θέση να αιτιολογούν τις επιλογές τους όχι όμως με απόλυτα επιστημονικό τρόπο,
- να αποδεχτούν ότι υπάρχουν περιορισμοί στη χρήση των τύπων. Οι μαθητές δέχτηκαν ότι οι τύποι υπολογισμού της ακτίνας και της περιόδου πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο στην περίπτωση που εφαρμόζεται δύναμη Lorentz στο σωματίδιο.

7. Τεκμηριώστε σε ό,τι αφορά:

7.1 - τον καινοτόμο χαρακτήρα του υποβαλλόμενου έργου σε σχέση με την:

- ✓ παραγωγή μιας νέας προσέγγισης στην εκπαιδευτική διαδικασία που στηρίζεται σε θεωρητική τεκμηρίωση
- ✓ εισαγωγή για πρώτη φορά στο σχολείο μιας καθιερωμένης πρακτικής ή παιδαγωγικής προσέγγισης
- ✓ αναμόρφωση/ανασχεδιασμό μιας καθιερωμένης διδακτικής προσέγγισης

7.2 –τη συμβολή του έργου στη βελτίωση της διδακτικής πράξης όπως:

- ✓ επιτυχή αποτελέσματα μάθησης,
- ✓ προώθηση της συμμετοχής των εκπαιδευόμενων,
- ✓ εκπόνηση εκπαιδευτικού υλικού προσαρμοσμένου στις τοπικές συνθήκες και στις ανάγκες των μαθητών.

7.3 – την παιδαγωγική αξία του έργου όπως:

- ✓ συμβολή στην προσωπική, κοινωνική, πολιτιστική ανάπτυξη των μαθητών,
- ✓ κίνητρα για την επίτευξη υψηλότερων προσδοκιών,
- ✓ επικέντρωση στις ανάγκες των μαθητών,
- ✓ καλύτερη κατανόηση/εμβάθυνση στο γνωστικό αντικείμενο/περιοχή,
- ✓ διευκόλυνση στη διαδικασία «μαθαίνω πώς να μαθαίνω».

7.4 – τη συμβολή στη λειτουργία της σχολικής τάξης/μονάδας όπως:

- ✓ ευκολία εφαρμογής στο σχολείο,
- ✓ διαμόρφωση θετικού κλίματος στις σχέσεις της σχολικής κοινότητας και στις σχέσεις με τους γονείς,
- ✓ συνεργασία των εκπαιδευτικών της Σχολικής Μονάδας.

(μέχρι 3 σελίδες)

Ο καινοτόμος χαρακτήρας του υποβαλλόμενου έργου σε σχέση με το:

7.1 Θεωρητικό της υπόβαθρο

Οι μαθητές έχουν ιδιαίτερη δυσκολία στην κατανόηση εννοιών της Φυσικής, τέτοιων όπως του ηλεκτρομαγνητισμού, όπου έχει λίγες αυθεντικές αναφορές και ενσωματώνει μη εμφανείς συντελεστές, επιδρούσες δυνάμεις, και σύνθετες αφαιρέσεις (Chi et al., 1991). Ακόμη και οι πιο προχωρημένοι μαθητές έχουν δυσκολία στην κατανόηση των μη διαισθητικών, αφηρημένων εννοιών του ηλεκτρομαγνητισμού (Furio & Guisasola, 1998). Για το λόγο αυτό είναι πιθανό οι εκπαιδευόμενοι να έχουν *εσφαλμένες αντιλήψεις* (misconceptions) και *μαθησιακές δυσκολίες* όταν μελετούν τον ηλεκτρομαγνητισμό. Ενδεικτικά, αναφέρουμε δυο κοινές εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών που έχουν τεκμηριωθεί από τους

Maloney (1985) και Bagno & Eylon (1997): (α) *Οι μαθητές θεωρούν ότι οι μαγνητικοί πόλοι ασκούν δυνάμεις στα ηλεκτρικά φορτία ανεξάρτητα αν αυτά κινούνται ή όχι*, (β) *Το σταθερό μαγνητικό πεδίο αλλάζει το μέτρο της ταχύτητας του φορτισμένου σωματιδίου το οποίο κινείται μέσα σε αυτό*. Επίσης, οι Bagno & Eylon αναφέρουν ότι οι μαθητές έχουν δυσκολία στο να αποφασίζουν για την κατεύθυνση της δύναμης Lorentz.

Στην έρευνα έχει εδραιωθεί ότι οι εσφαλμένες αντιλήψεις των εκπαιδευομένων στις Φυσικές Επιστήμες είναι πολύ ανυποχώρητες και ότι οι παραδοσιακές διδακτικές προσεγγίσεις είναι αναποτελεσματικές στην παραγωγή της *εννοιολογικής αλλαγής* (Driver et al., 1985). Μια από τις γνωστές στρατηγικές για να καλλιεργηθεί η εννοιολογική αλλαγή είναι να έρθουν οι εκπαιδευόμενοι αντιμέτωποι με ασύμφωνα γεγονότα που να είναι σε αντίθεση με τις εσφαλμένες αντιλήψεις τους. Αυτή η στρατηγική αποσκοπεί στο να επικαλεστεί μια *ανισορροπία ή γνωστική σύγκρουση* (Piaget, 1985) η οποία βοηθάει τους εκπαιδευόμενους να αναστοχαστούν καθώς προσπαθούν να αποφασίσουν για τη σύγκρουση. Ο *αναστοχασμός* (reflection) είναι μια ενεργός διαδικασία της επανεξέτασης των ενεργειών μας, ορθών ή εσφαλμένων, για να εξηγήσουμε τι κερδίσαμε, τι χάσαμε ή τι πετύχαμε, με σκοπό να συνδέσουμε τα συμπεράσματά μας με τις μελλοντικές μας ενέργειες (Amulya, 2008).

Επίσης, Τα ασύμφωνα γεγονότα μπορεί να είναι επιδείξεις ή φαινόμενα για τα οποία οι εκπαιδευόμενοι απαιτείται να εξηγήσουν ή να κάνουν προβλέψεις. Το πώς θα εμπλακούν οι μαθητές σε περιβάλλοντα σύνθετης σκέψης που απαιτεί η Φυσική είναι μια πρόκληση, αλλά οι προσομοιώσεις μέσω υπολογιστών παρέχουν ένα τρόπο που εξάπτει το ενδιαφέρον των μαθητών, ώστε αυτοί να εμπλακούν με τη μελέτη αφηρημένων και σύνθετων φυσικών φαινομένων (diSessa, 2000; Dede et al., 1999). Οι προσομοιώσεις μέσω υπολογιστών μπορούν να προσομοιώσουν ασύμφωνα γεγονότα. Αυτές προσφέρουν πρόσθετα πλεονεκτήματα όπου οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να εξερευνήσουν την προσομοίωση, αλλάζοντας τις παραμέτρους και τις μεταβλητές, οπτικοποιώντας με αυτό τον τρόπο άμεσα τα αποτελέσματα των χειρισμών τους. Οι προσομοιώσεις επιτρέπουν στον εκπαιδευτικό να κάνει τη δική του διδακτική σχεδίαση συμπεριλαμβάνοντας, όχι μόνο ποιοτική παρατήρηση, αλλά και ποσοτικά προβλήματα (Concari et al., 2006). Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να ερμηνεύσουν τις βαθύτερες επιστημονικές έννοιες του προγράμματος και να τις συγκρίνουν με τις δικές τους αντιλήψεις. Οι προσομοιώσεις έχουν δείξει ότι είναι αποτελεσματικές στην εννοιολογική αλλαγή (McDermott, 1990). Οι γνωστικές συγκρούσεις που αναδύονται από την προσομοίωση οδηγούν τους εκπαιδευόμενους να ανακαλύψουν πιθανές εσφαλμένες αντιλήψεις τους και να αναδομήσουν τα νοητικά τους μοντέλα (Grigoriadou & Papanikolaou, 2000).

Ο diSessa (2000) προτείνει ότι η Φυσική διδάσκεται καλύτερα δια μέσου πειραμάτων, εργαστηριακών ασκήσεων, επιδείξεων και οπτικοποιήσεων τα οποία βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να οικοδομήσουν τη γνώση τους μέσω των σχετικών εννοιών της. Σύμφωνα με τους Concari et al (2006), για να είναι η Φυσική

μια πειραματική επιστήμη, οι παρατηρήσεις, οι μετρήσεις και οι θεωρητικές υποθέσεις είναι διαδικασίες που δεν πρέπει να διαχωρίζονται από την οικοδόμηση της γνώσης της Φυσικής ακόμη και στην αίθουσα διδασκαλίας. Σύμφωνα με τους Snowman et al (2008), οι εκπαιδευτικοί θα έπρεπε να υιοθετούν ως πρωταρχικές διδακτικές προσεγγίσεις της εκπαιδευτικής διαδικασίας τις διερευνήσεις, την επίλυση προβλήματος και την επικοινωνία.

Η επίλυση προβλήματος απαιτεί γνωστικές και μετα-γνωστικές διαδικασίες. Κατά κάποιο τρόπο, οι γνωστικές διαδικασίες είναι απαραίτητες, αλλά είναι ανεπαρκείς προϋποθέσεις για την επίλυση των προβλημάτων, ειδικά των σύνθετων και των ασθενώς δομημένων προβλημάτων. Τα προβλήματα πρέπει να είναι ενδιαφέροντα, να προκαλούν τους μαθητές και γι' αυτό πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά και με επαγγελματικό τρόπο, έτσι ώστε αυτά να έλκουν τους μαθητές. Οι μαθητές πρέπει να είναι ικανοί ώστε να βγάζουν νόημα από το εκπαιδευτικό υλικό συγκροτώντας σε ενιαίο σύνολο τη νέα γνώση με την προϋπάρχουσα γνώση, διαμέσου της εμπειρίας της επίλυσης του προβλήματος, χρησιμοποιώντας μια κλίμακα δεξιοτήτων κριτικής σκέψης. Σε περιβάλλον επίλυσης προβλήματος, ο εκπαιδευόμενος πρέπει να ενθαρρύνεται ώστε να λύσει το πρόβλημα σε ένα αυθεντικό περιβάλλον και ασφαλώς το πρόβλημα αυτό πρέπει να είναι ενδιαφέρον, προκλητικό και σύνθετο για τον εκπαιδευόμενο. Για να λύσουν ένα πρόβλημα οι εκπαιδευόμενοι, πρέπει να ανακαλύψουν ή να μάθουν νέα γνώση είτε ατομικά είτε ομαδικά, αναλύοντας τη σχετική πληροφορία που αποκτήθηκε από διαφορετικές πηγές, να σκεφτούν κριτικά και να συζητήσουν τη λύση με άλλους. Οι Φυσικοί γενικά δέχονται ότι η επίλυση προβλήματος οδηγεί στην κατανόηση της Φυσικής (Maloney, 1994; Hobden, 1999). Σε δραστηριότητες συνεργατικής επίλυσης προβλήματος το μαθησιακό περιβάλλον βασιζόμενο σε υπολογιστές συνιστά από μόνο του μια διαμεσολαβητική πηγή με την οποία μπορούμε να διανείμουμε στους συμμετέχοντες ότι τους αφορά (Roschelle & Teasley, 1995).

7.2. τη συμβολή του έργου στη βελτίωση της διδακτικής πράξης

- Η βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών από τον προ-έλεγχο στον μετα-έλεγχο ήταν εκπληκτική ($F_{1,22}=49.12$, $p=0.000$),
- Η προτεινόμενη δραστηριότητα συμβάλλει στην προώθηση της συμμετοχής των εκπαιδευόμενων,
- Το εκπαιδευτικό υλικό είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες των μαθητών (εσφαλμένες αντιλήψεις και μαθησιακές δυσκολίες).

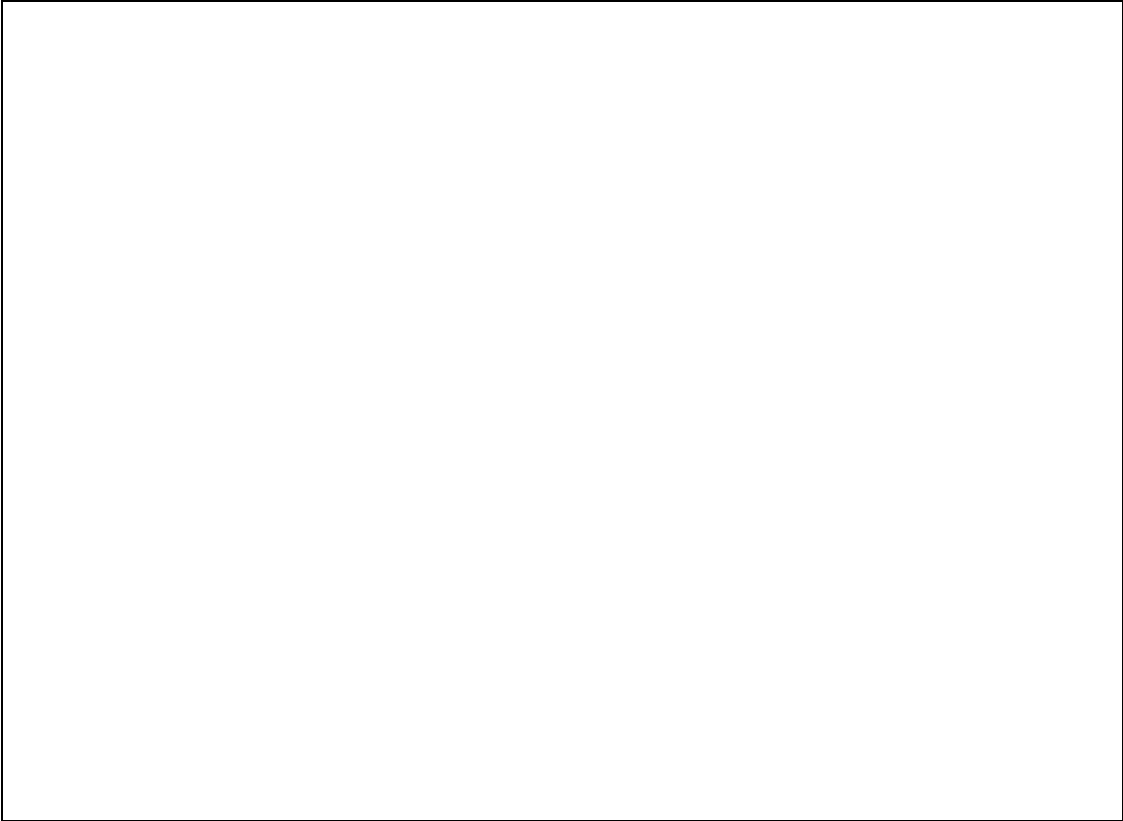
7.3. στην παιδαγωγική αξία του έργου

- Συμβάλει στην προσωπική και την κοινωνικο-πολιτιστική ανάπτυξη των μαθητών,
- Δίνει κίνητρα για την επίτευξη υψηλότερων προσδοκιών (ανάπτυξη κριτικής σκέψης μέσω αναστοχασμού),
- Επικεντρώνεται στις ανάγκες των μαθητών διότι αξιοποιεί παιδαγωγικά τα λάθη των μαθητών σύμφωνα με την εποικοδομιστική αντίληψη,
- Συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση/εμβάθυνση του γνωστικού αντικείμενου,

- Διευκολύνει τη διαδικασία «μαθαίνω πώς να μαθαίνω» μέσω του πειραματισμού με προσομοιώσεις, διερευνήσεων, καθοδηγούμενης ανακάλυψης και συνεργασίας και υποβοηθάει την ανάπτυξη σκέψης ανώτερης τάξης, στον αναστοχασμό και στην αυτοδιόρθωση του μαθητή.

7.4. στη λειτουργία της σχολικής τάξης/μονάδας

- Η προτεινόμενη δραστηριότητα εφαρμόστηκε με ευκολία στο σχολείο και οι μαθητές ενθουσιάστηκαν με τον τρόπο που διδάχθηκε η ενότητα,
- Συνεργάστηκαν διαφορετικοί καθηγητές της Σχολικής Μονάδας για την εφαρμογή της.



8 – Γράψτε βασικές βιβλιογραφικές αναφορές (μέχρι 1 σελίδα).

- Amulya, J. (2006). What is Reflective Practice? Center for Reflective Community Practice, Massachusetts Institute of Technology.
- Bagno, E. & Eylon, B.S. (1997). From Problem Solving to Knowledge Structure: An Example from Electromagnetism. *American Journal of Physics*, 65, 726–736.
- Concari, S., Giorgi, S., Cámara, C., and Giacosa, N. (2006). Instructional Strategies Using Simulations for Physics Teaching. *Journal of Current Developments in Technology-Assisted Education*, 2042-2046.
- Crook, C. (1994). Computers and the Collaborative Experiences of Learning. London: Routledge.
- De Jong, T., et al. (1998). Self-directed learning in simulation-based discovery environments. *Journal Computer Assisted Learning*, 14, 235-246.
- Dillenbourg, P. (1999). Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches. Elsevier Press, Oxford, UK.
- diSessa, A. (2000). *Changing Minds: Computers, Learning, and Literacy*. Cambridge: MIT Press.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Eds.) (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Furio, C, & Guisasola, J. (1998). Learning Difficulties in Learning the Concept of Electric Field. *Journal of Science Education*, 82(4), 511 – 526.
- Grigoriadou, M., & Papanikolaou, K. (2000). Learning Environments on the WEB: The Pedagogical Role of the Educational Material. *Journal of Themes in Education*, 1(2), 145-161.
- Jonassen, D.H. & Land, S.L. (Eds.). (2000). Theoretical foundation of learning environments. Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonassen, D.H. (1997). Instructional design model for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational technology Research and Development*, 45(1), 65-95.
- Maloney, D.P. (1985). Charged poles. *Physics Education*, 20(6), 310-316.
- Maloney, D.P. (1994). Research on problem solving: Physics. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research in Science Teaching and Learning* (pp. 327-354). New York: Macmillan.
- Mayer, R. E. (2003). *Learning and Instruction*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Inc.
- McDermott, L.C. (1990). Research and Computer-Based Instruction: Opportunity for Interaction. *American Journal of Physics*, 58(5), 452-462.
- Piaget, J. (1985). *The Equilibrium of Cognitive Structure*. Chicago: Chicago University Press.
- Roschelle J. & Teasley S.D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C.E. O'Malley (Ed), *Computer Supported Collaborative Learning*, (pp. 69-197) Berlin: Springer-Verlag.
- Snowman, J., McCown, R., & Biehler, R. (2008). *Psychology Applied to Teaching*. 12th Edition (Teaching in Action Guide).
- Tao, P-K., & Gunstone, R. F. (1999). Conceptual Change in Science through Collaborative Learning at the Computer. *International Journal of Science Education*, 21(1), 39-57.
- Vosniadou, S. (2001). *How children learn*. International Academy of Education (IAE), International Bureau of Education. Educational practices series, 7.

