

Παράγοντες που επηρεάζουν την τριβή

Κίργινας Σωτήριος

Δάσκαλος, PhD, M.A.

kirginas@sch.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρόταση πειραματικής μελέτης των παραγόντων που επηρεάζουν την τριβή με χρήση προσομοιώσεων που έχουν κατασκευαστεί για το σκοπό της διδασκαλίας με το λογισμικό μοντελοποίησης Interactive Physics. Το σενάριο απευθύνεται σε μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου και είναι συμβατό με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, γιατί στηρίζεται στη δημιουργία προσομοιώσεων που εξυπηρετούν τους διδακτικούς στόχους του Αναλυτικού Προγράμματος. Το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο ακολουθεί τα βήματα του επιστημονικά εξελισσόμενου ερευνητικού μοντέλου: «Έναυσμα, Υπόθεση, Πειραματισμός, Διατύπωση συμπερασμάτων, Γενικεύσεις». Η διδασκαλία με τη βοήθεια των προσομοιώσεων καθιστά ευκολότερη και ουσιαστικότερη τη μελέτη των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται ή δεν εξαρτάται η τριβή, ιδιαίτερα όσον αφορά στην εξάρτηση της τριβής από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος που τρίβεται.

Λέξεις - κλειδιά: Φυσικές επιστήμες, τριβή, προσομοίωση, Interactive Physics

Εισαγωγή

Το σενάριο διδασκαλίας απευθύνεται σε μαθητές της Ε΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου και αναφέρεται στο «Κεφάλαιο 9: Μηχανική» και στο Φύλλο Εργασίας 6 «Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή», σελ. 180 - 183. Είναι συμβατό με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) καθώς σκοπός του σεναρίου είναι οι μαθητές να διαπιστώσουν την εμφάνιση της τριβής όταν προσπαθούμε να θέσουμε ένα σώμα σε κίνηση και γνωρίσουν τους παράγοντες από τους οποίους αυτή εξαρτάται.

Ανταποκρίνεται στις αρχές και τη φιλοσοφία των νέων προγραμμάτων σπουδών όντας: (α) στοχοκεντρικό καθώς χαρακτηρίζεται από τη συστηματοποίηση των διδακτικών στόχων που πρέπει να επιτευχθούν ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας ή της μάθησης, (β) καινοτόμο καθώς χρησιμοποιεί τις ΤΠΕ για την παρουσίαση, διερεύνηση και οικοδόμηση των νέων γνώσεων και (γ) συνεργατικό καθώς ωθεί τα παιδιά στην επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ τους με ποικίλες ομαδικές δραστηριότητες.

Σκοπός & στόχοι της διδακτικής πρακτικής

Οι διδακτικοί στόχοι ως προς το γνωστικό αντικείμενο είναι οι μαθητές να διαπιστώσουν ότι: (α) η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό ολισθαίνει πάνω σε μια επιφάνεια, εξαρτάται από το είδος των επιφανειών που τρίβονται, (β) η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό ολισθαίνει πάνω σε μια επιφάνεια, εξαρτάται από το βάρος του σώματος και (γ) η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό ολισθαίνει πάνω σε μια επιφάνεια, δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος.

Ως προς τη χρήση των νέων τεχνολογιών οι διδακτικοί στόχοι είναι οι μαθητές να εξοικειωθούν με τη χρήση και λειτουργία του λογισμικού Interactive Physics.

Τέλος ως προς τη μαθησιακή διαδικασία οι διδακτικοί στόχοι είναι οι μαθητές: (α) να συνεργαστούν και να αλληλεπιδράσουν προκειμένου να επιτύχουν τους προτεινόμενους στόχους και (β) να επιχειρηματολογούν, να κάνουν υποθέσεις και να είναι σε θέση με πειραματικά δεδομένα να ελέγχουν τις μεταβλητές και να εξαγάγουν συμπεράσματα για την τριβή.

Εκτιμώμενη διάρκεια

Η εκτιμώμενη διάρκεια του σεναρίου είναι δύο (2) διδακτικές ώρες στο πλαίσιο του ωρολογίου προγράμματος της τάξης για τη διδασκαλία του μαθήματος «Φυσικά». Επιθυμητό είναι η διδασκαλία να γίνει σε ένα συνεχόμενο δώρο διδασκαλίας προκειμένου να υπάρχει συνέχεια των δραστηριοτήτων.

Οργάνωση διδασκαλίας και υλικοτεχνική υποδομή

Το σενάριο υλοποιείται στο εργαστήριο πληροφορικής του σχολείου, με τον απαιτούμενο αριθμό ηλεκτρονικών υπολογιστών (6-7 ηλεκτρονικούς υπολογιστές) με εγκατεστημένο το λογισμικό μοντελοποίησης Interactive Physics. Εναλλακτικά το σενάριο μπορεί να υλοποιηθεί στην αίθουσα διδασκαλίας με τη χρήση βιντεοπροβολέα ή διαδραστικού πίνακα. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 2 ή 3 ατόμων με τρόπο ώστε οι ομάδες να είναι ανομοιογενείς ως προς το γνωστικό επίπεδο για να βοηθηθούν οι πιο αδύναμοι μαθητές. Παιδαγωγικά σωστό θα ήταν σε ορισμένες περιπτώσεις να λαμβάνονται υπόψη και οι επιλογές των μαθητών. Απαραίτητο κρίνεται να υπάρχει σε κάθε ομάδα κάποιος που να γνωρίζει όσο το δυνατόν καλύτερα χρήση Η/Υ. Τα μέλη της ομάδας πρέπει να έχουν ξεκάθαρους ρόλους κατά την διάρκεια της εργασίας τους (χειριστής του Η/Υ, γραμματέας που θα συμπληρώνει το φύλλο εργασίας, παρατηρητής αν και εφ' όσον υπάρχει τρίτος στην ομάδα). Καλό είναι οι ρόλοι των μαθητών να εναλλάσσονται κατά την διάρκεια του μαθήματος.

Προαπαιτούμενες γνώσεις

Οι μαθητές πρέπει να έχουν μάθει να εργάζονται συνεργατικά χωρισμένοι σε ομάδες για την επίτευξη μιας δραστηριότητας. Πρέπει να γνωρίζουν ότι οι δυνάμεις θέτουν τα πράγματα σε κίνηση, ότι η τριβή είναι μια δύναμη που δυσκολεύει την κίνηση των σωμάτων και είναι πιο έντονη όταν οι επιφάνειες που τρίβονται είναι τραχιές. Πρέπει είναι επίσης εξοικειωμένοι με τις βασικές λειτουργίες χειρισμού του λογισμικού Interactive Physics.

Διδακτική προσέγγιση

Το σενάριο βασίζεται στις αρχές της εποικοδομητικής θεωρίας μάθησης σύμφωνα με την οποία η δόμηση και η εποικοδόμηση της γνώσης συντελούνται μέσα από σταδιακά

ερεθίσματα και ενεργή συμμετοχή των μαθητών. Κατά τη διάρκεια της εργασίας υλοποίησης του σεναρίου ακολουθούνται τα βήματα του επιστημονικά εξελισσόμενου ερευνητικού μοντέλου (Καλκάνης, 1998) το οποίο ακολουθεί τα παρακάτω βήματα: (α) έναυσμα ενδιαφέροντος, (β) διατύπωση υποθέσεων, (γ) πειραματισμός, (δ) συμπεράσματα - διατύπωση θεωρίας (ε) γενικεύσεις – εφαρμογές.

Ως μέθοδος διδασκαλίας προτείνεται η ομαδοσυνεργατική διερεύνηση για τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων και την τελική παρουσίασή τους. Σε αυτό το συνεργατικό διερευνητικό περιβάλλον οι μαθητές είναι απαραίτητο να είναι ενήμεροι πως είναι υπεύθυνοι όχι μόνο για τη δική τους μάθηση, αλλά και για των άλλων μελών της ομάδας. Για τη διαμόρφωση ενός τέτοιου περιβάλλοντος οι μαθητές καλούνται να αλληλοβοηθούνται και να αλληλοϋποστηρίζονται, παρέχοντας ταυτόχρονα αμοιβαία αλληλοτροφοδότηση για την ατομική και την ομαδική τους απόδοση (Καρτσιώτης κ.ά., 2010). Η τάξη λειτουργεί τόσο ως σύνολο όσο και ως ομάδες εργασίας με την υποστήριξη του εκπαιδευτικού και την κατάλληλη χρήση των προτεινόμενων εκπαιδευτικών λογισμικών.

Διδακτική προσέγγιση με ΤΠΕ

Η εκτέλεση πειραμάτων σε εικονικό περιβάλλον σίγουρα δεν μπορεί να αντικαταστήσει την αυθεντικότητα των εμπειριών που συντελούνται στο εργαστήριο με πραγματικά υλικά, ιδιαίτερα σε παιδιά μικρής ηλικίας, μπορεί όμως να συνεισφέρει στην επέκταση των δυνατοτήτων και των ορίων του κλασικού εργαστηρίου (Μπισδικιάν & Ψύλλος, 2000). Κατά την εκτέλεση όμως των πειραμάτων με παραδοσιακά μέσα παρατηρείται το φαινόμενο οι μετρήσεις που καταγράφονται από τα δυναμόμετρα κατά την ολίσθηση ενός σώματος να μην είναι αξιοποιήσιμες στην πράξη είτε γιατί λόγω της στατικής τριβής οι μαθητές σύρουν με περισσότερη δύναμη το σώμα χωρίς να διατηρούν σταθερή τη δύναμη είτε γιατί σε λεία επιφάνεια η τριβή είναι αμελητέα και μη μετρήσιμη με τα διαθέσιμα δυναμόμετρα. Έτσι η προσοχή των μαθητών επικεντρώνεται κυρίως στην προσπάθεια να πετύχουν το συντονισμό των κινήσεων και όχι στην παρατήρηση και εξαγωγή συμπερασμάτων (Κουλαϊδής & Ράπτης, 1992; Μπισδικιάν & Ψύλλος, 2000). Προκειμένου να ξεπεραστούν οι δυσκολίες αυτές προτείνεται η διδασκαλία των παραγόντων που επηρεάζουν την τριβή να γίνει με τη χρήση προσομοιώσεων. Για την υλοποίηση του σεναρίου διδασκαλίας αξιοποιείται το λογισμικό μοντελοποίησης Interactive Physics. Το Interactive Physics είναι ένα υπολογιστικό περιβάλλον που συνδυάζει μια απλή διεπαφή χρήστη με μια μηχανή προσομοίωσης των βασικών αρχών της κλασικής Μηχανικής του Νεύτωνα. Με το Interactive Physics ο εκπαιδευτικός δημιουργεί προσομοιώσεις σχεδιάζοντας αντικείμενα στην οθόνη και ζωντανεύοντάς τα με κίνηση. Υπάρχουν διαθέσιμα ελατήρια, σχοινιά, αποσβεστήρες, μετρητές και μια ποικιλία άλλων σχηματικών αντικειμένων. Κάνοντας κλικ στην Εκτέλεση, η προσομοίωση τίθεται σε κίνηση. Η μηχανή προσομοίωσης του Interactive Physics ορίζει πώς θα κινηθούν τα αντικείμενα και παρουσιάζει μια πολύ ρεαλιστική κίνηση. Με το Interactive Physics παρέχεται η δυνατότητα δοκιμής εναλλακτικών υποθετικών σεναρίων. Οι μαθητές μπορούν να κάνουν προβλέψεις, να εκτελούν προσομοιώσεις και να βλέπουν άμεσα τα αποτελέσματα (Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών, 2007).

Γνωστικά – διδακτικά προβλήματα που αφορούν την έννοια της τριβής

Τα τελευταία χρόνια στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών παρατηρείται έντονη ερευνητική προσπάθεια για την καταγραφή των ιδεών των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα, πριν τα διδαχθούν στο σχολείο, αφού αυτές σύμφωνα με τις επικρατούσες επιστημονικές θεωρήσεις διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διδασκαλία και τη μάθηση. Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας αρκετοί ερευνητές (Driver et al., 1998) έχουν μελετήσει τις προϋπάρχουσες ιδέες των παιδιών για την τριβή και τις δυνάμεις γενικότερα. Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά οι σημαντικότερες εναλλακτικές απόψεις των μαθητών των τελευταίων τάξεων του δημοτικού για την τριβή:

- Οι μαθητές δεν αναγνωρίζουν την τριβή ως αιτία που επιβραδύνει τα κινούμενα αντικείμενα, ως δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση. Έτσι, αν ένα σώμα δε δέχεται σταθερή δύναμη, τότε η δύναμη που προκαλεί την κίνηση στην αρχή, λέγεται ότι έχει εξαντληθεί, όπως έδειξαν πολλές μελέτες ((Driver et al, 1998; Κόκκοτας, 1998).
- Θεωρούν ότι η δύναμη καταναλώνεται και αυτό συμβαίνει όταν ένα αντικείμενο τίθεται σε κίνηση με ένα σπρώξιμο και στη συνέχεια επιβραδύνεται και σταματάει (Driver, 1996). Επιπλέον, η τριβή δεν αναγνωρίζεται ως δύναμη από τους μαθητές που πιστεύουν ότι οι δυνάμεις θέτουν τα πράγματα σε κίνηση και όχι ότι τα σταματούν.
- Οι μαθητές προβλέπουν σωστά ότι το είδος των επιφανειών που τρίβονται και το βάρος αυξάνει την τριβή, αλλά όλοι σχεδόν προβλέπουν ότι το αντικείμενο που σύρεται με τη μικρότερη επιφάνειά του θα έχει μικρότερη τριβή, δηλαδή ότι η τριβή εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος που τρίβεται (Κόκκοτας κ.ά., 2002; Αποστολάκης κ.ά., 2006).
- Ορισμένοι μαθητές θεωρούν την τριβή ως μια αντίσταση στην κίνηση που δεν εφαρμόζεται σε κάποια κατεύθυνση και τη διαχωρίζουν από μια δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση (Κόκκοτας κ.ά., 2002).

Εφαρμογή – Ενδεικτικές δραστηριότητες

- 1η Φάση: Έναυσμα ενδιαφέροντος

Στην πρώτη φάση προκαλούμε το ενδιαφέρον των μαθητών παραθέτοντας ορισμένα βίντεο κατά την προβολή των οποίων παρακινούμε τα παιδιά να συσχετίσουν την τριβή με τους παράγοντες που την επηρεάζουν.

- 2η Φάση: Διατύπωση υποθέσεων

Οι μαθητές παροτρύνονται να διατυπώσουν υποθέσεις απαντώντας σε ερωτήματα όπως:

α) Τι θα συμβεί αν σύρουν ένα κιβώτιο πάνω σε διαφορετικές επιφάνειες (ξύλο, ατσάλι, λάστιχο);

β) Τι θα συμβεί αν σύρουν κιβώτια διαφορετικού βάρους πάνω στην ίδια επιφάνεια;

γ) Τι θα συμβεί αν σύρουν δύο κιβώτια που έχουν το ίδιο βάρος, αλλά στηρίζονται στο έδαφος με διαφορετική έδρα;

Οι μαθητές καταγράφουν στο αντίστοιχο φύλλο εργασίας τις υποθέσεις τους και στη επόμενη φάση θα πειραματιστούν με τη βοήθεια των προσομοιώσεων για να δουν αν οι υποθέσεις τους επαληθεύονται ή όχι.

- 3η Φάση: Πειραματισμός

1^η Δραστηριότητα (Η τριβή εξαρτάται από το είδος της επιφάνειας στην οποία κινείται ένα σώμα)

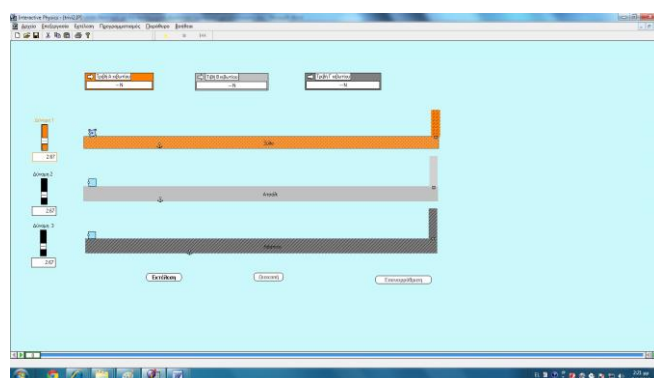
Οι μαθητές ανοίγουν το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα trivi1 (Εικόνα 1) και διατηρώντας ίδιο το βάρος του κιβωτίου (2 κιλά) μεταβάλλουν το υλικό του εδάφους (ξύλο, ατσάλι, λάστιχο) κάθε φορά. Αφού εκτελέσουν τις προσομοιώσεις, παρατηρούν τις ενδείξεις που εμφανίζονται στον πίνακα «Τριβή» και συμπληρώνουν με αυτές τον αντίστοιχο πίνακα του φύλλου εργασίας. Συμπληρωματικά μπορούν οι μαθητές να πειραματιστούν αλλάζοντας κάθε φορά το βάρος του κιβωτίου σε 2, 3 και 4 κιλά αντίστοιχα και παρατηρώντας τις ενδείξεις στον πίνακα «Τριβή».



Εικόνα 1:

Η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα εξαρτάται από το είδος των επιφανειών που τρίβονται

Στη συνέχεια ανοίγουν το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα trivi2 (Εικόνα 2). Στο αρχείο αυτό υπάρχουν τρία κιβώτια διαφορετικού χρώματος που μπορούν να κινηθούν επάνω σε διαφορετικό υλικό εδάφους (ξύλο, ατσάλι, λάστιχο). Οι μαθητές μετακινώντας τους μεταβολείς «Δύναμη 1», «Δύναμη 2» και «Δύναμη 3» στην ίδια θέση ασκούν επάνω σε κάθε κιβώτιο την ίδια δύναμη.



Εικόνα 2:

Η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα εξαρτάται από το είδος των επιφανειών που τρίβονται

Αφού εκτελέσουν τις προσομοιώσεις, παρατηρούν τις ενδείξεις που εμφανίζονται στους πίνακες «Τριβή Α κιβωτίου», «Τριβή Β κιβωτίου» και «Τριβή Γ κιβωτίου» και συμπληρώνουν

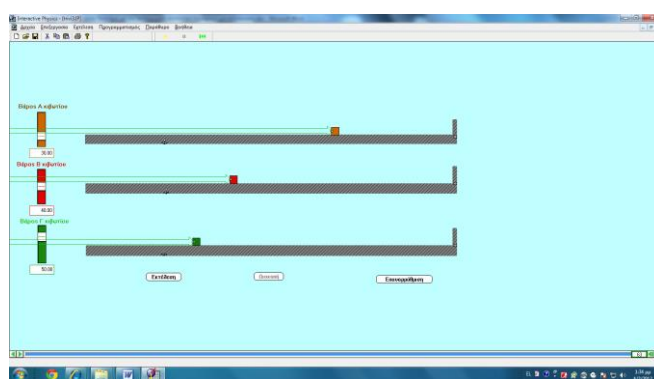
με αυτές τον αντίστοιχο πίνακα του φύλλου εργασίας. Συμπληρωματικά και εφόσον υπάρχει διαθέσιμος χρόνος οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν αλλάζοντας κάθε φορά τις δυνάμεις που ασκούνται στα τρία κιβώτια και παρατηρώντας τις ενδείξεις στους πίνακες «Τριβή Α κιβωτίου», «Τριβή Β κιβωτίου» και «Τριβή Γ κιβωτίου».

Οι μαθητές εκτελώντας τις προσομοιώσεις αυτές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό ολισθαίνει πάνω σε μια επιφάνεια, εξαρτάται από το είδος των επιφανειών που τρίβονται

2η δραστηριότητα (Η τριβή εξαρτάται από το βάρος του σώματος που γλιστρά πάνω σε μια επιφάνεια)

Οι μαθητές ανοίγουν ξανά το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα trivi1 (Εικόνα 1) και διατηρώντας ίδιο το υλικό εδάφους (λάστιχο) μεταβάλλουν το βάρος του σώματος (2, 3, 4, 5 κιλά κάθε φορά). Αφού εκτελέσουν τις προσομοιώσεις, παρατηρούν τις ενδείξεις που εμφανίζονται στον πίνακα «Τριβή» και συμπληρώνουν με αυτές τον αντίστοιχο πίνακα του φύλλου εργασίας. Συμπληρωματικά μπορούν οι μαθητές να πειραματιστούν αλλάζοντας κάθε φορά το υλικό του εδάφους και παρατηρώντας τις ενδείξεις στον πίνακα «Τριβή».

Στη συνέχεια ανοίγουν το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα trivi3 (Εικόνα 3). Στο αρχείο αυτό υπάρχουν τρία κιβώτια διαφορετικού χρώματος τα οποία μπορούν να κινηθούν επάνω στο ίδιο υλικό εδάφους. Οι μαθητές μεταβάλλουν το βάρος του κάθε κιβωτίου μετακινώντας το μεταβολέα με το όνομα «Βάρος Α κιβωτίου» στη θέση 30, το μεταβολέα με το όνομα «Βάρος Β κιβωτίου» στη θέση 40 και το μεταβολέα με το όνομα «Βάρος Γ κιβωτίου» στη θέση 50. Αφού εκτελέσουν την προσομοίωση, παρατηρούν τις ενδείξεις της τριβής σε κάθε κιβώτιο και συμπληρώνουν με αυτές τον αντίστοιχο πίνακα του φύλλου εργασίας. Οι μαθητές εκτελώντας τις προσομοιώσεις αυτές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η τριβή εξαρτάται από το βάρος του σώματος που γλιστρά πάνω σε μια επιφάνεια.



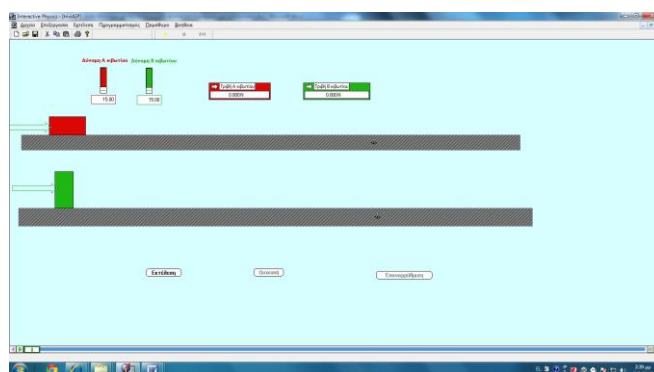
Εικόνα 3:

Η τριβή εξαρτάται από το βάρος του σώματος που γλιστρά πάνω σε μια επιφάνεια

3η δραστηριότητα (Η τριβή δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος)

Οι μαθητές ανοίγουν το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα trivi4 (Εικόνα 4). Στο αρχείο αυτό υπάρχουν δύο κιβώτια που μπορούν να κινηθούν επάνω σε έδαφος ίδιου

υλικού. Τα δύο κιβώτια έχουν το ίδιο βάρος αλλά στηρίζονται στο έδαφος με διαφορετική έδρα, οπότε στη δεύτερη περίπτωση το εμβαδόν επαφής μεταξύ κιβωτίου και εδάφους είναι μικρότερο. Οι μαθητές μετακινούν τους μεταβολείς «Δύναμη Α κιβωτίου» και «Δύναμη Β κιβωτίου» ώστε να ασκείται και στα δύο κιβώτια η ίδια δύναμη. Αφού εκτελέσουν την προσομοίωση, παρατηρούν ότι η τριβή που ασκείται από την κίνηση και των δύο κιβωτίων είναι η ίδια. Στη συνέχεια μετακινούν τους μεταβολείς «Δύναμη Α κιβωτίου» και «Δύναμη Β κιβωτίου» έτσι ώστε να ασκείται στο ένα κιβώτιο μεγαλύτερη δύναμη από ότι στο άλλο. Αφού εκτελέσουν την προσομοίωση, παρατηρούν ότι η τριβή που ασκείται από την κίνηση και των δύο κιβωτίων είναι διαφορετική. Οι μαθητές εκτελώντας τις προσομοιώσεις αυτές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό ολισθαίνει πάνω σε μια επιφάνεια, δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος.



Εικόνα 4:

Η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος.

- 4η Φάση: Συμπεράσματα - Διατύπωση θεωρίας

Στο τέλος των δραστηριοτήτων προκαλούμε συζήτηση βοηθώντας τους μαθητές να γενικεύσουν τις παρατηρήσεις τους και να διατυπώσουν τα συμπεράσματά τους, τα οποία αναμένονται να είναι τα εξής:

- α) Η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό ολισθαίνει πάνω σε μια επιφάνεια, εξαρτάται από το είδος των επιφανειών που τρίβονται. Όσο πιο τραχιά/ ανώμαλη είναι η επιφάνεια τόσο μεγαλύτερη δύναμη τριβής εμφανίζεται.
- β) Η τριβή εξαρτάται από το βάρος του σώματος που γλιστρά πάνω σε μια επιφάνεια
- γ) Η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό ολισθαίνει πάνω σε μια επιφάνεια, δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος.

- 5η Φάση: Εφαρμογές - Γενικεύσεις

Οι μαθητές σκέφτονται και καταγράφουν τρόπους εφαρμογής όσων ανακάλυψαν για την τριβή και τους παράγοντες που την επηρεάζουν, προτείνοντας τρόπους να αυξήσουν ή να μειώσουν τη δύναμή της χρησιμοποιώντας κάποια υλικά (π.χ. γυαλόχαρτο, λάστιχο, λάδι, νερό, υγρό σαπούνι κ.ά.). Γενικεύουν τις απόψεις τους συσχετίζοντας όσα έμαθαν για την αύξηση και την μείωση της δύναμης της τριβής με σύγχρονα τεχνολογικά μέσα (λάστιχα αυτοκινήτου, σόλες παπουτσιών, αντιολισθητικά πατάκια). Αναφέρουν παραδείγματα της

καθημερινής τους ζωής που έχουν σχέση με τη δύναμη της τριβής (το λάδι στους μεντεσέδες της πόρτας, το ταλκ που χρησιμοποιούν οι αθλητές στις ρίψεις ή στα βάρη, οι ανάγλυφες λαβές, τα λάδια για τις μηχανές των αυτοκινήτων ή για τις αλυσίδες των ποδηλάτων κ.ά.)

Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση του βαθμού κατάκτησης των στόχων του σεναρίου γίνεται με δύο τρόπους: (α) την κατασκευή από την κάθε ομάδα ενός εννοιολογικού χάρτη για τους παράγοντες που επηρεάζουν την τριβή και (β) με ένα φύλλο αξιολόγησης στο οποίο παρέχονται πειραματικά δεδομένα και εικόνες από το Interactive Physics και ζητούνται από τους μαθητές να κάνουν κάποιους απλούς υπολογισμούς, να βγάλουν συμπεράσματα και να δώσουν απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν στα ίδια τα δεδομένα του λογισμικού αλλά και σε εφαρμογές της τριβής και των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται στην καθημερινή ζωή.

Στο τέλος ακολουθεί συζήτηση στο πλαίσιο της οποίας ο δάσκαλος καλεί τους μαθητές να εκφράσουν τις εντυπώσεις και τις απόψεις από τρόπο από τον τρόπο εργασίας με το λογισμικό Interactive Physics. (διαδικασίες που τους διευκόλυναν στην κατάκτηση των γνώσεων, δυσκολίες που αντιμετώπισαν κ.α.)

Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Αποστολάκης, Ε. Παναγοπούλου, Ε. Σάββας, Σ. Τσαγλιώτης, Ν. Μακρή, Β. Πανταζής, Γ. Πετρέα, Κ. Σωτηρίου, Σ. Τόλιας, Β. Τσαγκογέωργα, Α. & Καλκάνης, Γ. (2006), Φυσικά Δημοτικού: Ερευνώ και Ανακαλύπτω Ε΄ τάξης, Βιβλίο για το δάσκαλο, Αθήνα: ΟΕΔΒ.
2. Driver, R. Leach, J. Millar, R. Scott, P. (1996), Young People's Images of Science. Buckingham – Philadelphia. Open University.
3. Driver, R. Squires, A. Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1998), Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών - Μια Παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών, Μετφρ. Μ. Χατζή. Εκδόσεις: Τυπωθήτω.
4. Ινστιτούτο τεχνολογίας υπολογιστών, (2007), Interactive Physics 2000, [15/05/2012] <http://edsoft.cti.gr/edsoft/logismika/interactivephysics.html>
5. Καλκάνης, Γ.Θ. (1998), «μικρο-Προσεγγίσεις», Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
6. Καρτσιώτης, Θ. Πήλιουρας, Π. Σιμωτάς, Κ. Σταμούλης, Ε. Φραγκάκη, Μ. (2010), Οδηγός Εκπαιδευτικών για το Μάθημα των Τ.Π.Ε. στα 800 Ολοήμερα Δημοτικά Σχολεία με Ε.Α.Ε.Π. Αθήνα: Ο.Ε.Π.ΕΚ.
7. Κόκκοτας, Π. (1998), Η Διδακτική Φυσικών Επιστημών: Εποικοδομητική Προσέγγιση της Διδασκαλίας και της Μάθησης. Αθήνα: Γρηγόρης.
8. Κόκκοτας, Π. Ριζάκη, Α. Χαβιάρης, Π. & Χατζή, Μ. (2002), Φυσικές Επιστήμες Ε΄ τάξης, Βιβλίο για το δάσκαλο, Αθήνα: ΟΕΔΒ.
9. Κουλαϊδής Β. & Ράπτης Ν. (1992), Ο υπολογιστής ως εργαλείο μάθησης: Η περίπτωση διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, Νέα Παιδεία, τ. 61, σσ.141-153.
10. Μπισδικιάν Γ. & Ψύλλος Δ. (1996), Οι Προσομοιώσεις μέσω Η/Υ στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Σημειώσεις για το Μάθημα: «Διδασκαλία με τη βοήθεια Η/Υ». Θεσσαλονίκη, ΑΠΘ – ΠΤΔΕ.

1ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Παράγοντες που επηρεάζουν την τριβή

Ο Γιάννης αναρωτιέται τι θα συμβεί αν σύρει ένα κιβώτιο πάνω σε διαφορετικές επιφάνειες (ξύλο, ατσάλι, λάστιχο). Η τριβή που θα ασκηθεί στο κιβώτιο θα είναι ίδια ή διαφορετική;

Γράψτε παρακάτω τη δική σας άποψη:

.....

.....

Ας διαπιστώσουμε τώρα αν οι υποθέσεις που κάνατε είναι σωστές. Για να το πετύχουμε θα πρέπει να εκτελέσετε τις παρακάτω δραστηριότητες.

Δραστηριότητες

1. Ανοίξτε το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα triv1 και ακολουθήστε τις οδηγίες:

- Μετακινήστε το μεταβολέα **Υλικό εδάφους** στη θέση **Ξύλο** και το μεταβολέα **Βάρος κιβωτίου** στη θέση 3 κιλά.
- Πατήστε το κουμπί **Έναρξη** για να ξεκινήσει το κιβώτιο την κίνησή του και στη συνέχεια το κουμπί **Διακοπή** για να σταματήσει.
- Στον πίνακα **Τριβή** εμφανίζεται η ένδειξη που αντιπροσωπεύει την τριβή που ασκείται από την κίνηση του κιβωτίου πάνω στο ξύλινο δάπεδο. Συμπληρώστε την ένδειξη αυτή στον Πίνακα 1.
- Στη συνέχεια μετακινήστε το μεταβολέα **Υλικό εδάφους** στη θέση **Ατσάλι**, **Λάστιχο**, χωρίς να αλλάξετε το βάρος του κιβωτίου, και εκτελέστε την προσομοίωση, συμπληρώνοντας ανάλογα τον Πίνακα 1.

Πίνακας 1		
Υλικό εδάφους	Βάρος κιβωτίου	Τριβή
Ξύλο	3 κιλά	
Ατσάλι	3 κιλά	
Λάστιχο	3 κιλά	

- Τι παρατηρείτε βλέποντας τον Πίνακα 1;

.....

.....

Ακολουθήστε τα ίδια βήματα της προηγούμενης δραστηριότητας μετακινώντας αυτή τη φορά το μεταβολέα **Βάρος κιβωτίου** στη θέση 4 κιλά και συμπληρώστε τον Πίνακα 2:

Πίνακας 2		
Υλικό εδάφους	Βάρος κιβωτίου	Τριβή
Ξύλο	4 κιλά	
Ατσάλι	4 κιλά	
Λάστιχο	4 κιλά	

- Τι παρατηρείτε βλέποντας τον Πίνακα 2;

.....

.....

2. Ανοίξτε το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα [trivi2](#) και ακολουθήστε τις οδηγίες:

- Μετακινήστε τους μεταβολείς **Δύναμη 1**, **Δύναμη 2** και **Δύναμη 3** στη θέση 2.00.
- Πατήστε το κουμπί **Έναρξη** για να ξεκινήσουν τα κιβώτια την κίνησή τους και στη συνέχεια το κουμπί **Διακοπή** για να σταματήσουν.
- Στον πίνακα **Τριβή Α κιβωτίου**, **Τριβή Β κιβωτίου**, **Τριβή Γ κιβωτίου** εμφανίζονται οι ενδείξεις που αντιπροσωπεύουν την τριβή

που ασκείται από την κίνηση του κάθε κιβωτίου πάνω στο δάπεδο.

Συμπληρώστε τις ενδείξεις αυτές στον Πίνακα 3.

- Στη συνέχεια μετακινήστε τους μεταβολείς **Δύναμη 1**, **Δύναμη 2** και **Δύναμη 3** στις θέσεις 2.67, 3.33 και 4.00 κάθε φορά και εκτελέστε την προσομοίωση, συμπληρώνοντας ανάλογα τον Πίνακα 3.

Πίνακας 3			
Δύναμη	Τριβή Α κιβωτίου	Τριβή Β κιβωτίου	Τριβή Γ κιβωτίου

- Τι παρατηρείτε βλέποντας τον Πίνακα 3;

.....
.....

- Σε ποια επιφάνεια η τριβή μεγαλύτερη και σε ποια μικρότερη;

.....
.....

- Ποια επιφάνεια είναι πιο τραχειά;

.....

- Ποια επιφάνεια είναι πιο λεία;

.....

- Πότε είναι μεγαλύτερη η τριβή; Όταν η επιφάνεια είναι λεία ή όταν είναι τραχειά;

.....

- Συνεπώς από τι εξαρτάται η τριβή;

.....

Συμπληρώστε την παρακάτω πρόταση με τη λέξη ου λείπει:

Η τριβή (εξαρτάται/δεν εξαρτάται) από την επιφάνεια των σωμάτων που τρίβονται.

2ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Παράγοντες που επηρεάζουν την τριβή

Ο Γιάννης αναρωτιέται τι θα συμβεί αν σύρει κιβώτια διαφορετικού βάρους πάνω στην ίδια επιφάνεια. Η τριβή που θα ασκηθεί στο κιβώτιο θα είναι ίδια ή διαφορετική;

Γράψτε παρακάτω τη δική σας άποψη:

.....
.....

Ας διαπιστώσουμε τώρα αν οι υποθέσεις που κάνατε είναι σωστές. Για να το πετύχουμε θα πρέπει να εκτελέσετε τις παρακάτω δραστηριότητες.

Δραστηριότητες

1. Ανοίξτε το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα [trivi](#) και ακολουθήστε τις οδηγίες:

- Μετακινήστε το μεταβολέα **Υλικό εδάφους** στη θέση **Ξύλο** και το μεταβολέα **Βάρος κιβωτίου** στη θέση 3 κιλά.
- Πατήστε το κουμπί **Έναρξη** για να ξεκινήσει το κιβώτιο την κίνησή του και στη συνέχεια το κουμπί **Διακοπή** για να σταματήσει.
- Στον πίνακα **Τριβή** εμφανίζεται η ένδειξη που αντιπροσωπεύει την τριβή που ασκείται από την κίνηση του κιβωτίου πάνω στο ξύλινο δάπεδο. Συμπληρώστε την ένδειξη αυτή στον Πίνακα 1.
- Στη συνέχεια μετακινήστε το μεταβολέα **Βάρος κιβωτίου** στις θέσεις 4 κιλά, 5 κιλά, χωρίς να αλλάξετε το υλικό εδάφους, και εκτελέστε την προσομοίωση, συμπληρώνοντας ανάλογα τον Πίνακα 1.

Πίνακας 1		
Υλικό εδάφους	Βάρος κιβωτίου	Τριβή
Εύλο	3 κιλά	
Εύλο	4 κιλά	
Εύλο	5 κιλά	

- Τι παρατηρείτε βλέποντας τον Πίνακα 1;

.....

.....

Ακολουθήστε τα ίδια βήματα της προηγούμενης δραστηριότητας μετακινώντας αυτή τη φορά το μεταβολέα **Υλικό εδάφους** στη Ατσάλι κιλά και συμπληρώστε τον Πίνακα 2:

Πίνακας 2		
Υλικό εδάφους	Βάρος κιβωτίου	Τριβή
Ατσάλι	3 κιλά	
Ατσάλι	4 κιλά	
Ατσάλι	5 κιλά	

- Τι παρατηρείτε βλέποντας τον Πίνακα 2;

.....

.....

2. Ανοίξτε το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα [trivi3](#) και ακολουθήστε τις οδηγίες:

- Μετακινήστε το μεταβολέα **Βάρος Α κιβωτίου** στο 30, το μεταβολέα **Βάρος Β κιβωτίου** στο 40 και το μεταβολέα **Βάρος Γ κιβωτίου** στο 50.
- Πατήστε το κουμπί **Έναρξη** για να ξεκινήσουν τα κιβώτια την κίνησή τους και στη συνέχεια το κουμπί **Διακοπή** για να σταματήσουν.
- Τι παρατηρείτε;

.....
.....

- Πειραματιστείτε κάνοντας κι άλλους συνδυασμούς με τα βάρη των κιβωτίων.
- Σε ποια περίπτωση η τριβή είναι μεγαλύτερη; Όταν το βάρος του κιβωτίου είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο;

.....
.....

- Σε ποια περίπτωση η τριβή είναι μικρότερη; Όταν το βάρος του κιβωτίου είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο;

.....
.....

- Συνεπώς από τι εξαρτάται η τριβή;

.....
.....

Συμπληρώστε την παρακάτω πρόταση με τη λέξη ου λείπει:

Η τριβή (εξαρτάται/δεν εξαρτάται) από το βάρος του σώματος που γλιστρά πάνω σε μια επιφάνεια.

3ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Παράγοντες που επηρεάζουν την τριβή

Ο Γιάννης αναρωτιέται τι θα συμβεί αν σύρει δύο κιβώτια που έχουν το ίδιο βάρος αλλά στηρίζονται στο έδαφος με διαφορετική έδρα. Η τριβή που θα ασκηθεί στο κιβώτιο θα είναι ίδια ή διαφορετική;

Γράψτε παρακάτω τη δική σας άποψη:

.....
.....

Ας διαπιστώσουμε τώρα αν οι υποθέσεις που κάνατε είναι σωστές. Για να το πετύχουμε θα πρέπει να εκτελέσετε τις παρακάτω δραστηριότητες.

Δραστηριότητες

Ανοίξτε το αρχείο του Interactive Physics με το όνομα [trivi4](#).

Στην οθόνη βλέπετε δύο κιβώτια σε έδαφος ίδιου υλικού. Τα δύο κιβώτια έχουν το ίδιο βάρος αλλά στηρίζονται στο έδαφος με διαφορετική έδρα, οπότε στη δεύτερη περίπτωση το εμβαδόν επαφής μεταξύ κιβωτίου και εδάφους είναι μικρότερο.

Αν και στα δύο παραπάνω κιβώτια ασκήσουμε την ίδια δύναμη, η τριβή θα είναι:

- ☐ ίδια και στα δύο
- ☐ μεγαλύτερη στο πρώτο γιατί η επιφάνεια επαφής είναι μεγαλύτερη
- ☐ δε μπορώ να προβλέψω
- Μετακινήστε το μεταβολέα **Δύναμη Α κιβωτίου** στη θέση **15** και το μεταβολέα **Δύναμη Β κιβωτίου** στη θέση **15**.
- Πατήστε το κουμπί **Έναρξη** για να ξεκινήσει το κιβώτιο την κίνησή του και στη συνέχεια το κουμπί **Διακοπή** για να σταματήσει.

- Στον πίνακα **Τριβή Α κιβωτίου** εμφανίζεται η ένδειξη που αντιπροσωπεύει την τριβή που ασκείται από την κίνηση του κόκκινου κιβωτίου και στον πίνακα **Τριβή Β κιβωτίου** την τριβή που ασκείται από την κίνηση του πράσινου κιβωτίου. Συμπληρώστε τις ενδείξεις αυτές στον Πίνακα 5.
- Στη συνέχεια μετακινήστε τους μεταβολείς **Δύναμη Α κιβωτίου** και **Δύναμη Β κιβωτίου** σε άλλες θέσεις και συμπληρώστε ανάλογα τον Πίνακα 5.

Πίνακας 5		
Δύναμη	Τριβή Α κιβωτίου	Τριβή Β κιβωτίου

- Τι παρατηρείτε βλέποντας τον Πίνακα 5; Η τριβή παραμένει ίδια και στα δύο κιβώτια ή μεταβάλλεται αν αλλάξουμε τη δύναμη που ασκούμε στα δύο κιβώτια;

.....

.....

Αν ασκήσουμε στα δύο κιβώτια διαφορετική δύναμη, ας πούμε 15 στο Α και 20 στο Β, η τριβή θα είναι:

- ☐ ίδια και στα δύο κιβώτια
- ☐ μεγαλύτερη στο Β γιατί ασκείται μεγαλύτερη δύναμη
- ☐ δε μπορώ να προβλέψω

- Πατήστε Επαναρύθμιση και μετακινήστε τους μεταβολείς **Δύναμη Α κιβωτίου** και **Δύναμη Β κιβωτίου** έτι ώστε να δώσετε στα δύο κιβώτια τις παραπάνω τιμές. Τρέξτε την προσομοίωση. Τι παρατηρείτε; Συμφωνεί με την πρόβλεψή σας;

.....

Επαναλάβετε την προσομοίωση χρησιμοποιώντας διαφορετικούς
συνδυασμούς. Τι παρατηρείτε;

.....

.....

- Συνεπώς από τι εξαρτάται η τριβή;

.....

Συμπληρώστε την παρακάτω πρόταση με τη λέξη που λείπει:

Η τριβή (εξαρτάται/δεν εξαρτάται) από το μέγεθος της
επιφάνειας που τρίβεται πάνω σε μια επιφάνεια.