

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΟΛΥΖΩΗΣ

Φυσική

Α΄ Λυκείου ΕΠΑΛ

Οδηγός Εκπαιδευτικού

Αναπαραστάσεις

Έννοιες

Νόμοι

© ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΟΛΥΖΩΗΣ

ΦΥΣΙΚΟΣ

ΔΡ. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

MASTER ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΗΓΕΣΙΑ

ΤΗΛ. 2105737734

ΑΘΗΝΑ 12136

ΚΑΙ

ΤΗΛ. 2831031111

ΠΡΙΝΕΣ ΡΕΘΥΜΝΟΥ -74100

Τ.Θ. 3733

Mail:gpolizois@edc.uoc.gr

ISBN: 978-960-93-9974-6

ΑΘΗΝΑ 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, η αποθήκευση και η διανομή της μονογραφίας εξ' ολοκλήρου ή τμηματικά για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, η αποθήκευση και η διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν στην αξιοποίηση της μονογραφίας για κερδοσκοπικό σκοπό απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

ΦΥΣΙΚΗ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΕΠΑΛ

ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

[ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ, ΕΝΝΟΙΕΣ, ΝΟΜΟΙ]

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΟΛΥΖΩΗΣ

Δρ. Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών

Μ.Εδ Εκπαιδευτικής Ηγεσίας

Πίνακας Περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΟΔΗΓΟ	9
ΟΙ ΤΕΣΣΕΡΙΣ (4) ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ	10
ΤΑ ΔΩΔΕΚΑ (12) ΒΗΜΑΤΑ	13
ΟΙ ΔΥΟ (2) ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ.....	19
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	51

ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΕΠΑΛ

[ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ, ΔΩΔΕΚΑ (12) ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΒΗΜΑΤΑ

ΚΑΙ ΔΥΟ(2) ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ]

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα εκπαιδευτικά συστήματα των χωρών της Ευρώπης το πλαίσιο παροχής επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης διαφέρει από χώρα σε χώρα. Για τον λόγο αυτό έχει κριθεί προτιμότερο το διδακτικό και εκπαιδευτικό προσωπικό να χαρακτηρίζεται βάσει του ρόλου και των καθηκόντων του παρά βάσει της ειδικότητάς του.

Η θέση του εκπαιδευτικού της γενικής εκπαίδευσης στην τεχνολογική εκπαίδευση περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα.



[Ενημερωτικό σημείωμα –9112 EL Αριθμός καταλόγου: TI-BB-16-004-EL-N ISBN 978-92-896-2050-5, doi: 10.2801/91269. © Ευρωπαϊκό Κέντρο για την Ανάπτυξη της Επαγγελματικής Κατάρτισης (Cedefop), 2016]

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην τεχνολογική εκπαίδευση υλοποιείται από εκπαιδευτικούς της 01 κατηγορίας του παραπάνω πίνακα. Από τον πίνακα γίνεται φανερό ότι στην περίπτωση των ΕΠΑΛ οι εκπαιδευτικοί των γενικών μαθημάτων αλληλεπιδρούν στο σχολικό περιβάλλον με εκπαιδευτικούς που διδάσκουν το θεωρητικό μέρος τεχνικών μαθημάτων (ομάδα 02) καθώς και με τους διδάσκοντες το πρακτικό μέρος των τεχνικών μαθημάτων (ομάδα 03).

Παρόλη την ετερογένεια του επιπέδου σπουδών και των εκπαιδευτικών πρακτικών των κατηγοριών 01, 02, 03 οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν προνομιακό πεδίο συνεύρεσης, συζήτησης και αλληλεπίδρασης εκπαιδευτικών της γενικής εκπαίδευσης με τους εκπαιδευτικούς των περισσότερων ειδικοτήτων (ειδικότερα στις ειδικεύσεις μηχανικού, πληροφορικού και γιατρού). Σε ό,τι αφορά τη Φυσική, η μάθηση των θεμελιωδών εννοιών της επιστήμης της Φυσικής αποτελεί στέρεο έδαφος για τις τυχόν τεχνολογικές εφαρμογές τους, αλλά και αντίστροφα, η τεχνολογική εμπέδωση διεργασιών, κύρια μέσω της πρακτικής δραστηριότητας των μαθητών, μπορεί να συγκεκριμενοποιήσει και να καταστήσει σαφές και ρητό το

νόημα αφηρημένων επιστημονικών εννοιών της Φυσικής. Οι παραπάνω αλληλεπιδράσεις είναι δυνατόν να συντονιστούν ακόμη περισσότερο και να συμπεριλάβουν και τα Μαθηματικά. Έτσι το πλαίσιο του STEM (S = επιστήμη, T = τεχνολογία, με έμφαση στην πληροφορική, E = επιστήμες μηχανικού και M = μαθηματικά) μπορεί να αποτελέσει έναν ευδιάκριτο στόχο στη διδασκαλία και μάθηση της Φυσικής (Honey, Pearson, Schweingruber, 2014). Στο πλαίσιο του STEM, όμως, στα ΕΠΑΛ, και όχι μόνο, πρέπει να ληφθούν σημαντικές πρόνοιες για ισχυρή αλληλεπίδρασή του με τη Γλώσσα. Και τούτο γιατί αποδεχόμαστε ότι η γλώσσα προϋποθέτει την κοινωνική αλληλεπίδραση, έτσι ώστε το νόημα οικοδομείται όταν οι αρχάριοι ερμηνεύουν και επανερμηνεύουν τα “γεγονότα” μέσω του φακού της προγενέστερης γνώσης. Επιπλέον, αυτή η ατομική οικοδόμηση του νοήματος συμβαίνει κατά την αλληλεπίδραση με την κουλτούρα της τάξης, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει στη διαμόρφωση αυτής της κουλτούρας.

Σε αυτό το γενικό πλαίσιο για τη γλώσσα, οι μαθητές μεταβαίνουν από τη λέξη στην έννοια, τη νοηματοδοτούν σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο. Μέσα από αυτή τη διαδικασία «γεμίσματος της λέξης με νόημα» γίνεται κατανοητή η έννοια. Η κατασκευή νοήματος περιλαμβάνει τη «νοηματοδότηση» τόσο εννοιών (π.χ. ταχύτητα) όσο και διαδικασιών, αλγορίθμων αλλά και της γενικότερης συλλογιστικής (π.χ. διατύπωση υποθέσεων, εκτέλεση πειραμάτων).

Η γλώσσα των Φ.Ε., όμως, είναι μια *ειδική γλώσσα*. Σχηματικά μιλώντας, και κατ’ ανάγκη απλουστευτικά, αρχικά η γλώσσα των Φ.Ε. περιγράφει και στη συνέχεια ερμηνεύει και εξηγεί αντικείμενα και φαινόμενα που εμφανίζονται στη φυσική ή κοινωνική πραγματικότητα. Κατά την άποψη του Lemke (1993), κάθε γνωστικό αντικείμενο, έτσι και οι Φυσικές Επιστήμες, είναι δυνατόν να ιδωθούν ως ένας εξειδικευμένος τρόπος (γλωσσικός κώδικας) να μιλάς για αυτές.

Ο γλωσσικός κώδικας (εξειδικευμένος τρόπος) που αξιοποιείται στις ΦΕ έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε ό,τι αφορά τη συγγραφή των σχολικών βιβλίων, τη γλώσσα που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν ΦΕ, αλλά κυρίως τον τρόπο που οι μαθητές/τριες διδάσκονται και μαθαίνουν αυτόν τον κώδικα. Παρουσιάζει μια ορισμένη τυπικότητα, καθότι οι επιστημονικές έννοιες διατυπώνονται μέσα από έναν συνδυασμό της φυσικής γραπτής γλώσσας, της γλώσσας των Μαθηματικών, της Φυσικής και άλλων συμβόλων (Χατζή, 2010).

Ειδικά στα ΕΠΑΛ κορυφώνονται προβλήματα που αφορούν σε ελλείμματα γραμματισμού, λόγω της μη αντιμετώπισής τους σε προηγούμενες βαθμίδες της εκπαίδευσης. Τα ελλείμματα αυτά για πολλούς μαθητές ήταν η αιτία για την οποία κατέφυγαν στα συγκεκριμένα Λύκεια και συγχρόνως αποτελούν την αιτία για την οποία πρόωρα τα εγκαταλείπουν.

Η παραπάνω προσέγγιση της Φυσικής με τη γλώσσα στα ΕΠΑΛ έχει μια ιδιαίτερη επικαιρότητα για δύο λόγους: (α) Από τη σχολική χρονιά 2016-17 έχει προταθεί διαφορετικό από την γενική παιδεία σχολικό εγχειρίδιο, των συγγραφέων Γαροφαλάκη Γ., Παγώνη Κ., Σπυροπούλου Δ., για τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής της Α΄ Λυκείου των ΕΠΑΛ. Το ΙΕΠ έχει αποστείλει οδηγίες (Φ3/166723/Δ4 /07-10-2016 ή <https://edu.klimaka.gr/odhgies-didaskalias/mathimata-epaggelmatika/2829-fysikh-a-epal-odhgies-didaskalias-ylh.html>), οι οποίες περιγράφουν αναλυτικά την ύλη, την ακολουθία διδασκαλίας της και τις πολύ λίγες

προσαρμογές της ύλης που πρέπει να πραγματοποιηθούν προς την κατεύθυνση της απλοποίησης της. Σε ένα 'νέο' βιβλίο έχει νόημα η έμφαση στον γλωσσικό κώδικα της διδασκόμενης ύλης. (β) Στη ζώνη των μαθημάτων γενικής παιδείας (Γλώσσα, Μαθηματικά και Φυσικές Επιστήμες) βρίσκεται σε εξέλιξη μια ερευνητική παρέμβαση του ΙΕΠ, που στοχεύει στην ενίσχυση των μαθητών των ΕΠΑΛ ως αναγνωστών των σχολικών κειμένων (<http://www.iep.edu.gr/el/component/k2/247-polyepipedi-proseggisi-epal>).

Τέλος, η με τον παραπάνω τρόπο περιγραφόμενη συσχέτιση του STEM με τη γλώσσα το μετατρέπει εξ αρχής σε STEML (L=Language) (NRC, 2012) και επιδιώκει οι μαθητές να είναι ικανοί να αντιλαμβάνονται το εύρος, όπως επίσης να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης STEML τόσο στα «στενά» όρια της τυπικής τους εκπαίδευσης όσο και στον ευρύτερο χώρο της μη τυπικής και άτυπης εκπαίδευσής τους.

ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΟΔΗΓΟ

Για την περαιτέρω υποστήριξη των εκπαιδευτικών που θα αναλάβουν τη διδασκαλία του μαθήματος κατασκευάστηκε το παρόν κείμενο προτάσεων, το οποίο επιδιώκει να θεωρηθεί ένας μικρός 'οδηγός εκπαιδευτικού'.

Τα παρουσιαζόμενα περιεχόμενα βρίσκονται σε πλήρη αντιστοιχία με τις οδηγίες που εξέδωσε το ΙΕΠ για τον τρόπο προσέγγισης, διδασκαλίας και αξιολόγησης της ύλης του νέου βιβλίου.

Αρχικά, ακολουθώντας πρωτίστως την παράδοση για τη διδασκαλία του περιεχομένου στη Φυσική της Α' Λυκείου, στην κορυφή των επιλογών των εκπαιδευτικών είναι τέσσερις (4) πίνακες γενικών μεθόδων (μεθοδολογικών βημάτων) για την επίλυση προβλημάτων. Το βάθος της εστίασης, ο αριθμός των προβλημάτων και οι διαφορετικές περιπτώσεις καταστάσεων που θα πραγματευτεί ο εκπαιδευτικός στην τάξη, προτείνεται να συναρτώνται με το γεγονός ότι η διδασκαλία αφορά μαθητές των ΕΠΑΛ, μαθητές με διαφοροποιημένες ίσως ανάγκες από τους μαθητές της αντίστοιχης τάξης των ΓΕΛ.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποσπάσματα του σχολικού βιβλίου που περιέχουν αυτές τις μεθόδους και δίνεται και ένα παράδειγμα ως άσκηση / πρόβλημα εμπέδωσης. Τα αποσπάσματα αυτά μπορούν να δοθούν *συγκεντρωτικά* στους μαθητές.

ΟΙ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ (4) ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Πίνακας (α): Ισορροπία σώματος (σελ.59)

Πώς λύνουμε ασκήσεις ισορροπίας σωμάτων

Για να επιλυθεί ένα πρόβλημα ισορροπίας:

1. Σχεδιάζονται όλες οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα του οποίου μελετάμε την ισορροπία.
2. Επιλέγουμε ένα σύστημα ορθογώνιων αξόνων, πάνω στους οποίους θα αναλύσουμε τις δυνάμεις, αν χρειαστεί.
3. Γράφουμε τις σχέσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή της συνθήκης ισορροπίας $\Sigma F_x = 0$ και $\Sigma F_y = 0$.
4. Γράφουμε τις σχέσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή του 3ου νόμου του Νεύτωνα.
5. Γράφουμε τις σχέσεις που απορρέουν από τα δεδομένα του προβλήματος που μελετάμε.
6. Αντικαθιστούμε τα σύμβολα των εξισώσεων που προέκυψαν με αριθμούς και λύνουμε τις εξισώσεις ως προς τον άγνωστο ή τους αγνώστους που απαιτούνται από το πρόβλημα.

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ

Ένας άνθρωπος συγκρατεί ένα κιβώτιο μάζας $m=10\text{kg}$ σε κεκλιμένο επίπεδο, ασκώντας του δύναμη μέτρου $F=120\text{N}$, παράλληλη με το επίπεδο. Για την γωνία κλίσης του επιπέδου



δίνεται $\eta\mu\theta=0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\theta=0,8$, ενώ $g=10\text{m/s}^2$. Η τριβή μεταξύ κιβωτίου και δαπέδου είναι αμελητέα.

(ι) Να βρεθεί το βάρος του σώματος.

(ιι) Να βρεθεί η δύναμη που ασκεί το δάπεδο στο κιβώτιο.

Πίνακας (β): Κίνηση σωμάτων (σελ. 169)

- Σχεδιάζουμε όλες τις δυνάμεις (επαφής και πεδίου) που ασκούνται στο σώμα.
- Θεωρούμε ένα αξονικό σύστημα xoy , του οποίου ο x -άξονας συμπίπτει με την κατεύθυνση της κίνησης.
- Αναλύουμε τις δυνάμεις, που χρειάζεται να αναλυθούν στους άξονες και τριγωνομετρικά βρίσκουμε τις συνιστώσες τους.
- Εφαρμόζουμε το 2^ο νόμο του Νεύτωνα για κάθε άξονα:
 $\Sigma F_y = 0$ (1) διότι οι κινήσεις που εξετάζουμε είναι μίας διάστασης (μόνο κατά τον x -άξονα)
 $\Sigma F_x = ma$ (2) [σε περίπτωση ομαλής κίνησης $\Sigma F_x = 0$]
 $T = \eta N$ (3)
- Η επεξεργασία του συστήματος των τριών εξισώσεων, καθώς και η χρήση των τύπων της κινηματικής, οδηγούν στη λύση συνηθισμένων προβλημάτων. (Επίσης δεν ξεχνάμε ποτέ ότι $B = mg$).

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ

Ένας κύβος μάζας 20kg σύρεται υπό την επίδραση οριζόντιας δύναμης F σε οριζόντιο επίπεδο με επιτάχυνση 25 m/s^2 . Αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του κύβου και του οριζοντίου επιπέδου είναι 0,2, να υπολογισθούν: α) Η κάθετη δύναμη που ασκεί το οριζόντιο επίπεδο στο σώμα και β) η δύναμη F ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

Πίνακας (γ): Έργο (σελ. 196)

Πώς λύνουμε τις ασκήσεις του έργου: Σε όλες ανεξαιρέτως τις ασκήσεις έργου δυνάμεων η διαδικασία επίλυσής τους είναι η παρακάτω:

- Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις, που ασκούνται στο σώμα (ή στα σώματα) που περιλαμβάνει η άσκηση. Θυμόμαστε ότι έχουμε δυνάμεις βαρύτητας και δυνάμεις επαφής. Οι δυνάμεις επαφής περιλαμβάνουν εκείνες που είναι κάθετες στην επιφάνεια επαφής και τις συμβολίζουμε με το γράμμα N , και τις τριβές, που τις συμβολίζουμε με το γράμμα T .
- Ελέγχουμε την κατεύθυνση κίνησης του σώματος ή των σωμάτων. Αυτό μας βοηθάει:
 1. Να επιλέγουμε τους άξονες x (άξονας κίνησης) και y (κάθετος στον x).
 2. Να σχεδιάζουμε τις τριβές, με αντίθετη φορά από εκείνη της κίνησης.
- Αναλύουμε όλες τις δυνάμεις στους δύο άξονες x, y που επιλέξαμε. Για όλες αυτές τις συνιστώσες το έργο βρίσκεται από τη σχέση (5.2) με $\cos\varphi = \pm 1$, αφού η γωνία φ θα ισούται με 0° ή με 180° .

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

Ένα σώμα βάρους 50N ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή δέχεται την επίδραση μιας οριζόντιας δύναμης $F=30\text{N}$. Αν ο συντελεστής τριβής σώματος – επιφάνειας είναι $\eta = 0,4$, να υπολογιστούν τα έργα των δυνάμεων που δρουν στο σώμα για μετατόπιση 20 m.

Πίνακας (δ): Ενέργεια (σελ: 205)

Πώς λύνουμε τις ασκήσεις ενέργειας: Προηγείται η διαδικασία που περιγράψαμε για τις ασκήσεις του έργου (σχεδίαση όλων των δυνάμεων, ανάλυση στους άξονες x, y και υπολογισμός όλων των συνιστωσών). Μετά ακολουθούμε έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Βρίσκουμε το συνολικό έργο $W_{\text{ολ}}$ των δυνάμεων, δηλαδή το έργο της συνισταμένης ΣF_x στον άξονα της κίνησης για τη μετακίνηση από το αρχικό στο τελικό σημείο. Το έργο αυτό ισούται με τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας: $\Delta K = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$. Έτσι, αν μας δοθεί η μια ταχύτητα,

μπορούμε να βρούμε την άλλη.

- Γράφουμε τις εκφράσεις για τη μηχανική ενέργεια (κινητική + δυναμική) στο αρχικό και στο τελικό σημείο της διαδρομής. Για τις δύο αυτές εκφράσεις ισχύουν τα εξής:

1. Είναι ίσες, αν δεν εμφανίζονται δυνάμεις τριβής: $E_M^{αρχ} = E_M^{τελ}$.
 2. Η μεταβολή της είναι ίση με το έργο της τριβής: $\Delta E_M = W_T$.
- Όποια από τις δύο περιπτώσεις και να συναντήσουμε, θα γράψουμε την ισότητα και θα βρούμε το άγνωστο μέγεθος.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Τρόπος 1^{ος}

Δύο σώματα Α και Β με μάζες $m_A = m$ και $m_B = 2m$ αφήνονται να πέσουν ελεύθερα. Το Α από ύψος $2h$ και το Β από ύψος h . Ποιος είναι ο λόγος των μέτρων των ταχυτήτων u_A / u_B με τις οποίες τα σώματα φθάνουν στο έδαφος;

Τρόπος 2^{ος}

Ένα σώμα μάζας 4 kg ηρεμεί σε οριζόντιο μη λείο επίπεδο. Σε μια στιγμή δέχεται την επίδραση μιας οριζόντιας δύναμης $F=40\text{N}$ και όταν διανύει απόσταση 10 m έχει ταχύτητα 10m/s . Να υπολογιστούν: (i) Το έργο της δύναμης F , (ii) Η τριβή σώματος – επιπέδου, (iii) Ο συντελεστής τριβής σώματος – επιφάνειας.

Μετά την τυπική αυτή παράθεση των πινάκων με τις μεθόδους επίλυσης προβλημάτων και σε πλήρη συσχέτιση με την εισαγωγή του οδηγού για τον ρόλο της γλώσσας στη Φυσική προτείνονται **“12 ΒΗΜΑΤΑ ΚΑΙ 2 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ”**.

Το τμήμα αυτό του οδηγού αποσκοπεί: (α) στην παροχή οδηγιών για τμήματα της ύλης του μαθήματος, (β) στην περιγραφή πειραματικών δραστηριοτήτων με απλά υλικά, (γ) στην παρότρυνση να αξιοποιηθεί εκπαιδευτικό λογισμικό, (δ) στην ενσωμάτωση εικονικού υλικού σε ψηφιακές παρουσιάσεις (αρχεία ppt, video και προσομοιώσεις), ώστε να διευκολυνθούν οι εκπαιδευτικοί, (ε) στην υποβολή προτάσεων (όχι δεσμευτικών, μοναδικών και υποχρεωτικών) εμπέδωσης της ύλης με υλικό αποκλειστικά από το περιεχόμενο του βιβλίου. Καταληκτικά, το κείμενο αυτό απαντά με σύντομο τρόπο στην ερώτηση του διδάσκοντα: «Τι θα σχεδιάζα να διδάξω και πώς με άξονα το συγκεκριμένο σχολικό βιβλίο».

Δεδομένου ότι το μάθημα απευθύνεται σε μαθητές ΕΠΑΛ, υποστηρίζεται η άποψη ότι θα πρέπει πέρα από την εστίαση στη γλώσσα να ενισχυθεί ο πρακτικός – βιωματικός χαρακτήρας του μαθήματος σε βάρος του ακαδημαϊκού – θεωρητικού, αλλά χωρίς εννοιολογική “έκπτωση”. Τα παραπάνω συνάδουν με το πλαίσιο του STEML, όπως αναλύθηκε στην εισαγωγή. Προς αυτή την κατεύθυνση θα περιγραφούν **“12 ΒΗΜΑΤΑ ΚΑΙ 2 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ”**.

ΤΑ ΔΩΔΕΚΑ (12) ΒΗΜΑΤΑ

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται 12 βήματα που περιλαμβάνουν προτεινόμενες δραστηριότητες για τον εμπλουτισμό της διδασκαλίας του μαθήματος. Με υπερσυνδέσεις παραπέμπουμε σε υλικό κυρίως του σχολικού βιβλίου, όπου δίνονται ή επεξηγήσεις ή εικονικό υλικό ή οδηγίες. Η εμπέδωση του περιεχομένου συμβολίζεται με τη λέξη “ΕΜΠΕΔΩΣΗ” και παραπέμπει στο αντίστοιχο υλικό εμπέδωσης (δραστηριότητες - ασκήσεις - προβλήματα) του σχολικού βιβλίου.

Βήμα	Σελίδες βιβλίου	Προτεινόμενες δραστηριότητες
1 ^ο	Σελ: 9 - 21	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΜΠΕΔΩΣΗ Η 1.4
2 ^ο	Σελ: 25 - 34	ΔΥΝΑΜΗ Σελ 31: Προσεγγίζεται ο σχεδιασμός των βασικών δυνάμεων σε θεμελιώδεις περιπτώσεις. ΕΜΠΕΔΩΣΗ Να σχεδιαστούν οι δυνάμεις στο σφαιρίδιο του σχήματος.
3 ^ο	Σελ: 35 - 39	Ν. ΗΟΟΚ – ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ Σελ 36: Η γραφική παράσταση είναι $x = f(F)$. Άρα η κλίση αντίστροφη της σκληρότητας (παράδειγμα 2, σελ. 39) και 2.8. ΕΜΠΕΔΩΣΗ 2.11 (Τα αριθμητικά δεδομένα της άσκησης μπορούν να υποκατασταθούν με τα πραγματικές τιμές του δυναμόμετρου του εργαστηρίου.)
4 ^ο	Σελ: 39 - 41	ΣΦΑΛΜΑΤΑ Για πρώτη φορά διδάσκονται τα σφάλματα στη σχολική φυσική! ΕΜΠΕΔΩΣΗ Η 2.12
5 ^ο	Σελ: 48 - 53	ΣΥΝΘΕΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ 1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ - ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ Σελ 46: Ο διανυσματικός χαρακτήρας της δύναμης επικυρώνεται με τη σύνθεση δυνάμεων στις περιπτώσεις των τριών εικόνων της σελίδας 46 και εμπειρώνεται με την άσκηση 2.16. Σελ. 50: Το αντίστροφο της σύνθεσης των δυνάμεων, η ανάλυση , επικυρώνεται με τις τρεις εικόνες της σελίδας 50. Σελ 51: Στο κεκλιμένο επίπεδο , σε πρώτη προσέγγιση, θα σχεδιάζεται το σώμα σε ισορροπία και θα γίνεται προσπάθεια οι μαθητές να σχεδιάζουν με ορθό τρόπο το βάρος και να το αναλύουν (Εικόνα 2.29). Να δοθούν παραδείγματα με διάφορους προσανατολισμούς και γωνίες του κεκλιμένου επιπέδου. Σελ. 52 -53: Η λυμένη άσκηση που παρατίθεται δεν είναι αναγκαίο να διδαχθεί σε όλους τους μαθητές, αλλά μόνον σε αυτούς που έχουν ει-

		<p>δικό ενδιαφέρον για το μάθημα.</p> <p>2. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</p> <p>Μπορεί να συζητηθεί η συμπληρωματικότητα της σύνθεσης και της ανάλυσης των δυνάμεων. Προς την κατεύθυνση αυτή μπορούν να αξιοποιηθούν οι εικόνες 2.24 και 2.28.</p> <p style="text-align: center;"><u>ΕΜΠΕΔΩΣΗ</u></p> <p>(α) Για τη σύνθεση βασική άσκηση είναι η 2.19 με τη σειρά β-γ-α. (β) Για την ανάλυση παρουσιάζει σχεδιαστικό ενδιαφέρον η 2.24.</p>
6 ^ο	<p>Σελ: 90-102 και Σελ: 54 - 56</p>	<p>1. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΣ: ΜΕ ΠΟΙΑ ΣΕΙΡΑ ΘΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΤΟΥΝ ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ;</p> <p>Αρχικά πρέπει να τονιστεί (<i>ιστορικό επιχείρημα</i>) ότι η πρόσληψη των Νόμων του Νεύτωνα και η συνακόλουθη μετατροπή τους σε σχολικό περιεχόμενο παραλείπει αξιολογες προϋποθέσεις π.χ. φιλοσοφικού χαρακτήρα προκειμένες προϋποθέσεις. Στις σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις (<i>διδακτικό επιχείρημα</i>) των Νόμων του Νεύτωνα η ακολουθία διδασκαλίας τους ποικίλλει:</p> <p>α) Σύμφωνα με τη σειρά του βιβλίου 3-1-2. Με επιχειρήματα: (i) «Ο 3^{ος} Ν.Ν. ή αλλιώς το τρίτο αξίωμα του Νεύτωνα βοηθά στο να κατανοήσει κανείς την έννοια ‘δύναμη’...» (ii) Για να εμπεδωθεί ότι δύναμη σημαίνει αλληλεπίδραση “δημιουργούμε” ζεύγη δυνάμεων μέσω δράσης αντίδρασης (3 NN).</p> <p>β) Με τη σειρά 1-3-2 (προτεινόμενη). Με επιχειρήματα: (i) Για να έχει νόημα η ισορροπία πρέπει να προηγηθεί συζήτηση για το φαινόμενο ‘κίνηση’. (ii) Ο 1^{ος} Ν.Ν. (που επιστημονικά εισάγει και χαρακτηρίζει τα συστήματα αδρανείας) αποκαθιστά μια συμμετρία που σχετίζεται με τη σχετικότητα αλλά και την ισοδυναμία του διπόλου «κίνησης – ακινησίας».</p> <p>γ) Με τη σειρά του βιβλίου του ΓΕΛ: 1-2-3. Με το (αρνητικό) επιχείρημα: απαιτείται προσέγγιση με κίνηση σε μία διάσταση (δηλ. σε έλλειψη βαρύτητας!) πολύ δύσκολο για την καθημερινή ζωή.</p> <p>2. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ:</p> <p>(α) Να οριστεί η μετατόπιση στο σχήμα 4.14 (Μία διάσταση): $\vec{\Delta r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$</p> <p style="text-align: center;">ΕΜΠΕΔΩΣΗ</p> <p>http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1569</p> <p>http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/7773</p> <p>β) Η μέση και η στιγμιαία ταχύτητα</p>

		<p>Η μέση ταχύτητα με το παράδειγμα:</p> <p>http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-1572</p> <p>Η στιγμιαία ταχύτητα έχει μέτρο που δίνεται από το κοντέρ του αυτοκινήτου. Δεν συμπεριλαμβάνουμε τίποτε από την έννοια του ορίου.</p> <p>http://aesop.iep.edu.gr/node/22235/5602</p> <p>(Από την προσομοίωση στο στάδιο αυτό της ύλης να αξιοποιηθεί μόνον η ταχύτητα.)</p> <p>3. ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ</p> <p style="text-align: center;"><u>1^{ος} Ν.Ν:</u></p> <p>Με τη βοήθεια του βίντεο</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=fLLxU2mqb0U</p> <p style="text-align: center;"><u>3^{ος} Ν.Ν:</u></p> <p>ΔΕΝ εισάγονται τα αντίθετα διανύσματα.</p> <p>Μπορεί να αξιοποιηθεί το παρακάτω υλικό:</p> <p>(i) Το ψηφιακό υλικό</p> <p>http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-1691</p> <p>με ταυτόχρονη βιωματική παρουσίαση της ίδιας δραστηριότητας.</p> <p>(ii) Το ψηφιακό υλικό</p> <p>http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-1586</p> <p>με ταυτόχρονη βιωματική παρουσίαση της ίδιας δραστηριότητας.</p>
7 ^ο	Σελ: 57-60	<p>ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ</p> <p style="text-align: center;"><u>ΔΙΑΤΥΠΩΣΕΙΣ</u></p> <p>(α) Εισάγονται οι αντίθετες δυνάμεις ως συνθήκη ισορροπίας σώματος υπό την επίδραση 2 δυνάμεων.</p> <p>(β) Συνθήκη ισορροπίας σώματος υπό την επίδραση 3 δυνάμεων</p> <p>(γ) <u>Γενίκευση της ισορροπίας σώματος:</u></p> <p>Να αναφερθεί ο Πίνακας (α) της μεθόδου λύσης προβλημάτων.</p>

		<p><u>ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ:</u> Εναλλακτικά, αντί για πραγμάτευση ‘δύσκολων’ περιστάσεων σε προβλήματα ισορροπίας, μπορεί να γίνει μια συζήτηση με βάση τις εικόνες ΕΙΚ.2.24 και ΕΙΚ 2.28, το παράδειγμα 2, σελ. 60, καθώς και την άσκηση 2.32.</p> <p><u>ΓΡΑΦΙΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΛΥΣΗΣ</u> (ppt)</p> <p><u>ΕΜΠΕΔΩΣΗ</u> Πραγματευτείτε με τους μαθητές το παράδειγμα 1, σελ. 59, και τις «πολύ έξυπνες» 2.27 ΚΑΙ 2.29. Το ενδιαφέρον είναι ότι δεν απαιτούνται «άχαροι» αλγεβρικοί υπολογισμοί.</p>
8 ^ο	Σελ: 104-124	<p>ΕΙΔΗ ΚΙΝΗΣΕΩΝ</p> <p><u>Σελ. 110:</u> Να μη δοθεί έμφαση στους ορισμούς επιταχυνόμενη και επιβραδυνόμενη κίνηση (1^η και 2^η παρατήρηση, σελ. 110). Δεν ισχύουν στην κίνηση προς τα αρνητικά. Μια άλλη διάκριση της επιταχυνόμενης και επιβραδυνόμενης κίνησης με βάση το μέτρο της ταχύτητας, που δεν ισχύει. (Παράγει “επιταχύνσεις” και “επιβραδύνσεις” με την ίδια κλίση στο $u - t!$). Δείτε την (προβληματική) διάκριση με βάση το μέτρο της ταχύτητας στο:</p> <p><u>http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1708?locale=el</u></p> <p>Για την επιταχυνόμενη και επιβραδυνόμενη κίνηση αρκεί ο εμπειρικός χαρακτηρισμός ‘αυξάνεται ή ελαττώνεται η ταχύτητα’.</p> <p><u>Νόμος ταχύτητας – νόμος διαστήματος</u> <u>Επιστημολογικές</u> διασαφηνίσεις για το νόημα της λέξης «νόμος». Η άσκηση 4.</p> <p><u>Πολλαπλές Αναπαραστάσεις</u> Η ίδια η φύση της Φυσικής είναι αναπαραστατική, έτσι αποκτά μεγάλο διδακτικό ενδιαφέρον η εμπλοκή των μαθητών με αναπαραστάσεις της επιστήμης. Το θέμα των αναπαραστάσεων αναλύεται στο <u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</u>.</p> <p><u>Γραφικές Αναπαραστάσεις</u> Έμφαση στην εξαγωγή συμπερασμάτων από δοσμένες γραφικές παραστάσεις. ΕΟΚ (Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση): Εικόνες 4.25, 4.26 και συμπέρασμα σελ. 106 (ΔΡΑΣΗ στις αναπαραστάσεις, π.χ. κλίση και εμβαδόν). ΕΟΜ (Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη): Εικόνες 4.30, 4.32, και συμπέρασμα σελ. 113 (ΔΡΑΣΗ στις αναπαραστάσεις, π.χ. κλίση και εμβαδόν).</p>

		<p>ΕΜΠΕΔΩΣΗ</p> <p>Γραφικές Αναπαραστάσεις</p> <p>(α) 4.8 (όμοιες αναπαραστάσεις – διαφορετικά μεγέθη),</p> <p>(β) 4.15 (δράση στις αναπαραστάσεις – Να συζητηθεί μόνον η κλίση.)</p> <p>(γ) Παράδειγμα 1 σελ. 106 (δράση στις αναπαραστάσεις – Να συζητηθεί μόνον το εμβαδόν.)</p> <p>(δ) Παράδειγμα 1 σελ 116, 4.18 και 4.19 διαδοχικές κινήσεις – υλοποίηση με το λογισμικό.</p> <p>(ε) Η κατασκευή διαγραμμάτων</p> <p>Από δοσμένο πίνακα: 4.12</p> <p>Αλγεβρικές Αναπαραστάσεις</p> <p>(α) Τυπολόγιο (επιστημολογικές διαφορές!)</p> <p>ΟΡΙΣΜΟΙ, ΒΙΒΛΙΟ: 4.1 (χωρίς τα διανύσματα), 4.2, 4.3 (χωρίς τα διανύσματα).</p> <p>ΝΟΜΟΙ, ΒΙΒΛΙΟ: 4.4 ΚΑΙ 4.5 ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ.</p> <p>ΣΧΕΣΕΙΣ, ΒΙΒΛΙΟ: 4.6, 4.7 4.8.</p> <p>(β) Λύση απλών αλγεβρικών ασκήσεων: 4.9 (για έμφαση στις μονάδες), 4.10 (ορισμός ή τύπος), 4.11α με τύπους, 4.11β με το χέρι και με υπολογιστή.</p> <p>(γ) Λύση προβλημάτων:</p> <p>Παράδειγμα 2, σελ. 107 (Να μην γίνουν οι γραφικές παραστάσεις, μόνο να συζητηθεί η μορφή τους. Μπορούν να γίνουν με το λογισμικό ΠΟΛΛΑΠΛΑΝ στην ενότητα «δύο κινητά».)</p> <p>Παράδειγμα 3, σελ. 118 (Διερευνητική λύση με το λογισμικό ΠΟΛΛΑΠΛΑΝ στην ενότητα «διαδοχικές κινήσεις»)</p> <p>(ε) Να μην γίνει η 4.4.</p>
9 ^ο	Σελ: 124 - 129	<p>2^{ος} Νόμος του Νεύτωνα (2^{ος} Ν.Ν.)</p> <p>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ</p> <p>(α) Με απλές ασκήσεις (υλοποίηση, με ένα βιβλίο, στην τάξη): 4.23, 4,24, 4.25.</p> <p>ΕΜΠΕΔΩΣΗ</p> <p>(α) Εφαρμογή τύπων 2 φορές: Εικόνες: 4.37 και 4.38</p> <p>(β) Αναπαραστάσεις:</p> <p>(ι) Διανυσματική: 4.26</p> <p>(ιι) Γραφική: 4.29, 4.35</p> <p>Εφαρμογή της μεθόδου του πίνακα (β) σε:</p> <p>(α) Απλές ασκήσεις: σελ.126 λυμένη, παράδειγμα 1, σελ. 128, 4.28</p> <p>(β) Προβλήματα: παράδειγμα 2 σελ 129, 4.37, 4.30, 4.31</p>
10 ^ο	Σελ: 130=137 και 161-173	<p>ΒΑΡΟΣ</p> <p>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ</p> <p>Σωλήνας του Νεύτωνα</p> <p>ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ</p> <p>Σελ. 133, γιατί $g = \text{σταθερό}$.</p> <p>ΕΜΠΕΔΩΣΗ</p> <p>(α) Απλές ασκήσεις: ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ, σελ.136 (παράδειγμα 3,</p>

		<p>σελ.136), παράδειγμα 4, σελ.136. (β) Προβλήματα: παράδειγμα 5, σελ. 137, ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ παράδειγμα 2, σελ. 129.</p> <p>ΤΡΙΒΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ Είναι δυνατόν να γίνουν στη τάξη: Η στατική τριβή (με απλά υλικά) Ο υπολογισμός του συντελεστής στατικής τριβής (με απλά υλικά ή με τριβόμετρο αν υπάρχει) Οι νόμοι της τριβής (με απλά υλικά)</p> <p style="text-align: center;">ΕΜΠΕΔΩΣΗ</p> <p>(α) 4.62 (Δες και παρακάτω στο 11 όταν συζητηθεί το έργο της τριβής) (β) Μια βασική άσκηση στην τριβή και Σελ 169, λυμένο παράδειγμα μόνο το (1) ερώτημα (γ) ΤΟ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕ ΤΡΙΒΗ): λυμένο παράδειγμα σελ.172 και 4.66. (δ) Δύσκολες περιπτώσεις: 4.67, 4.76</p>
11 ^ο	Σελ: 183-197	<p>ΕΡΓΟ Εισαγωγή με τον «χρυσό κανόνα της Μηχανικής». Συμπέρασμα: (βάρος επί μήκος = σταθερό). Γενίκευση για κάθε δύναμη με τη βοήθεια απλών μηχανών. (Για τις απλές μηχανές μπορείτε να παρουσιάζετε και τα γνωστά video Eureka στους υπερσυνδέσμους που παρατίθενται.) Πρόσημο του έργου σελ.186 Έργο γνωστών δυνάμεων: (i) βάρους (ii) τριβής (με όλη την ανάλυση των σελ. 195 – 196).</p> <p style="text-align: center;">ΕΜΠΕΔΩΣΗ</p> <p>(α) Έργο μηχανών 5.3 – 5.4 (β) Εφαρμογή μεθόδου πίνακα (γ): Λυμένο παράδειγμα σελ.188 (ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΣΕ ΚΙΝΗΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ) και 5.12 (Είναι δυνατόν να συζητηθεί μόνον ποιοτικά.)</p> <p>ΙΣΧΥΣ Φυσική σημασία των εννοιών έργο – ισχύς</p>
12 ^ο	Σελ: 201-208	<p>ΕΝΕΡΓΕΙΑ Επιχειρηματολογία και τύποι: (κινητικής ενέργειας - δυναμικής ενέργειας βαρύτητας σχήμα 5.15 – δυναμική ενέργειας ελατηρίου) Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ και το ΘΜΚΕ μπορούν να παρουσιαστούν με όποια σειρά επιλέξει ο εκπαιδευτικός.</p> <p style="text-align: center;">ΕΜΠΕΔΩΣΗ</p> <p>5.11 και 5.17 Εφαρμογή μεθόδου πίνακα (δ): Προβλήματα: παράδειγμα σελ. 207, παράδειγμα σελ. 206</p>

ΟΙ ΔΥΟ (2) ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ

A. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ (PROJECT):

Θέμα: Ροπή δύναμης και ισορροπία

B. Εργασία στα Μαθήματα: «Ζώνη Δημιουργικών δραστηριοτήτων» ή/και «Σχολικός Επαγγελματικός Προσανατολισμός (ΣΕΠ) - Ασφάλεια και Υγεία στο χώρο της εργασίας»

Θέμα: Ανθρώπινος οργανισμός: η σχεδόν τέλεια μηχανή

ΒΗΜΑ 1^ο

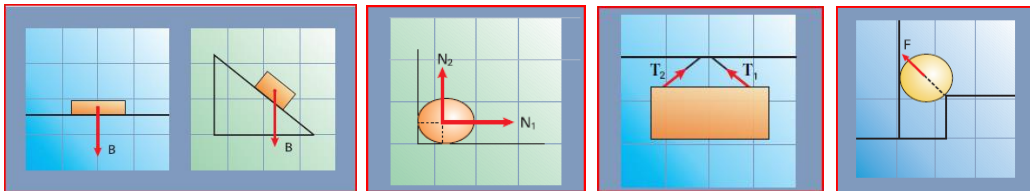
1.4 Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε τη συνισταμένη των δύο διανυσματικών μεγεθών στις παρακάτω περιπτώσεις:

Τι παρατηρείτε και πώς το εξηγείτε;

Στην 1.14 γίνεται φανερή η ιδιαιτερότητα των διανυσματικών φυσικών μεγεθών. Δύο διανύσματα με ίδιο μέτρο δίνουν διαφορετική συνισταμένη.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

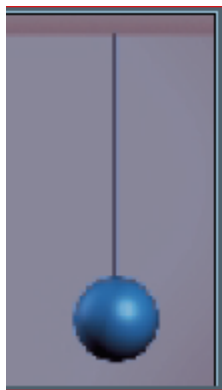
ΒΗΜΑ 2^ο



Σχεδιασμός του βάρους σε οριζόντιο και σε κεκλιμένο επίπεδο, της κάθετης δύναμης στην επαφή, της τάσης του σχοινιού και της δύναμης από οξεία αιχμή.

Προτείνεται να σχεδιαστεί το βάρος σε κεκλιμένα επίπεδα διαφόρων προσανατολισμών και η τάση του νήματος σε σχοινιά που συγκρατούν σώματα σε διάφορες περιπτώσεις.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΒΗΜΑ 3^ο

Η σκληρότητα του ελατηρίου εμπεδώνεται: (α) με αλγεβρική αναπαράσταση:

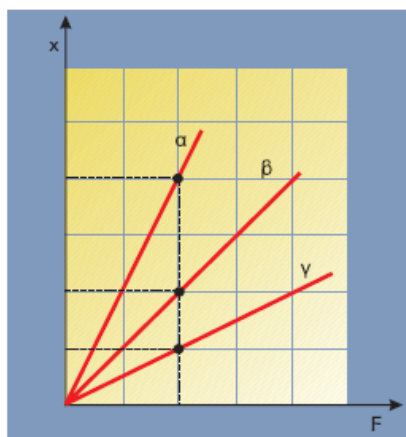
2.8 Δύο ελατήρια έχουν σταθερές $k_1 = 20\text{N/m}$ και $k_2 = 2\text{N/cm}$. Ποιο από τα δύο είναι το πιο σκληρό;

(β) με γραφική αναπαράσταση

2ο Παράδειγμα

Στο διπλανό διάγραμμα οι χαρακτηριστικές α,β,γ έχουν προκύψει από τρία διαφορετικά ελατήρια. Ποιο ελατήριο είναι το πιο σκληρό και ποιο το πιο μαλακό; Πώς θα το διαπιστώσουμε;

Για να χαρακτηρίσουμε ένα ελατήριο πιο μαλακό σε σχέση με ένα άλλο, αρκεί να διαπιστώσουμε πιο από τα δύο ελατήρια επιμηκύνεται περισσότερο με την επίδραση της ίδιας δύναμης. Το ελατήριο με τη μεγαλύτερη επιμήκυνση χαρακτηρίζεται ως μαλακό, ενώ το άλλο ως σκληρό. Εφαρμόζοντας τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι η σειρά σκληρότητας των ελατηρίων είναι: γ,β,α. (Γιατί;)



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

2.11 Σε ένα ελατήριο ασκείται μια δύναμη 8N, οπότε το ελατήριο επιμηκύνεται από το αρχικό μήκος του των 18cm σε τελικό μήκος 20,4cm.

α. Να βρείτε τη σταθερά του ελατηρίου.

β. Να σχεδιάσετε τη χαρακτηριστική του ελατηρίου.

γ. Να βρείτε από το διάγραμμα την επιμήκυνση του ελατηρίου, όταν σε αυτό ασκείται δύναμη 10N.

δ. Πόση δύναμη απαιτείται, για να επιμηκυνθεί το ελατήριο μέχρι τα 25 cm.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΒΗΜΑ 4^ο

2.12 Στον παρακάτω πίνακα γράφτηκαν τα αποτελέσματα ενός πειράματος.

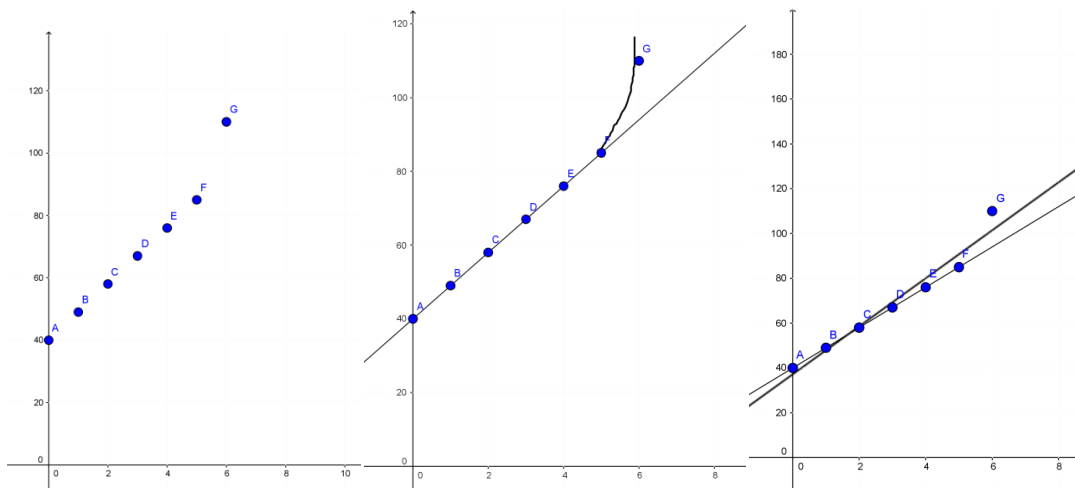
Δύναμη (N)	0	1	2	3	4	5	6
Μήκος του ελατηρίου (cm)	40	49	58	67	76	88	110
Επιμήκυνση του ελατηρίου (cm)							

- Να συμπληρωθεί ο πίνακας.
- Να γίνει το διάγραμμα επιμήκυνσης-δύναμης.
- Ποιο φαίνεται να είναι το όριο ελαστικότητας του ελατηρίου;
- Τι θα συμβεί στο ελατήριο, αν ασκηθεί σε αυτό δύναμη μεγαλύτερη του ορίου ελαστικότητάς του;

Ο πίνακας του πειράματος υλοποιήθηκε στο πρόγραμμα Geogebra. Η εικόνα που θα εμφανιστεί παρουσιάζεται στο πρώτο αριστερά σχήμα από τα αμέσως παρακάτω.

Από την τοποθέτηση των σημείων είναι “οπτικά” αντιληπτό ότι τα 5 σημεία είναι σε ευθεία, ενώ το έκτο αποκλίνει. Αιτιολογούμε, με τον τρόπο αυτό, την ελαστική περιοχή και την πλαστική περιοχή του ελατηρίου. Αυτό φαίνεται στο μεσαίο σχήμα από τα αμέσως παρακάτω.

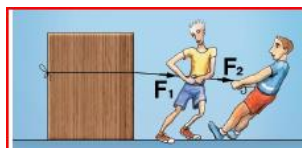
Με την άσκηση αυτή, τέλος, μπορούμε να ανοίξουμε τη συζήτηση για τη λογική της επεξεργασίας των πειραματικών δεδομένων και να προσεγγίσουμε τα σημεία με τη βέλτιστη ευθεία. Αυτό φαίνεται στο δεξιό σχήμα από τα αμέσως παρακάτω. Η απόκλιση των ευθειών είναι ουσιαστική. Αυτό οφείλεται στο ότι τα δεδομένα είναι “κατασκευασμένα” να υποστηρίξουν το μοντέλο της ελαστικής – πλαστικής περιοχής. Δεν προέρχονται από πείραμα, οπότε δεν έχουν πειραματικό σφάλμα μέτρησης.



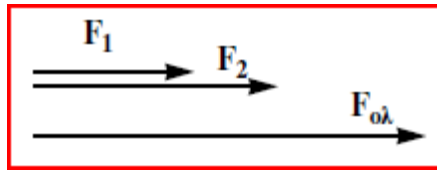
[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΒΗΜΑ 5^ο

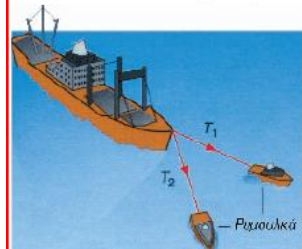
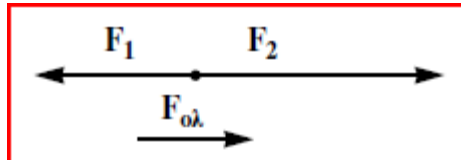
ΣΥΝΘΕΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ



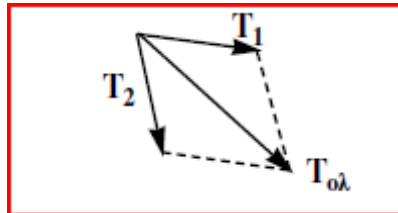
Εικόνα 2.21
Μετακίνηση κιβωτίου



Εικόνα 2.22
Ποιο παιδί θα κερδίσει;



Εικόνα 2.23
Ρυμούλκηση πλοίου

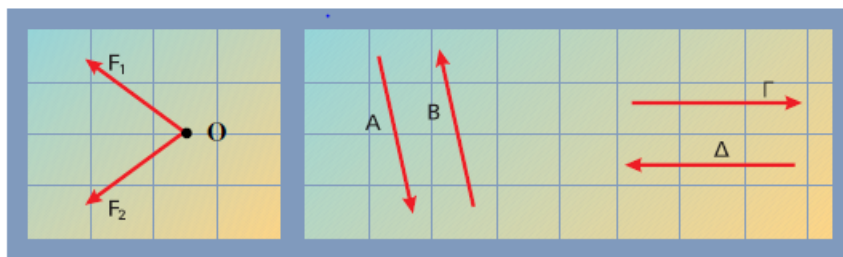


Στη σύνθεση των πλάγιων δυνάμεων θα εξετάσουμε την περίπτωση μόνον της ορθής γωνίας.

Οι παραπάνω εικόνες μπορούν να αποτελέσουν το έναυσμα για την εκτέλεση παρόμοιων πειραμάτων στην τάξη με απλά υλικά (βιβλία- τσάντες κ.ά).

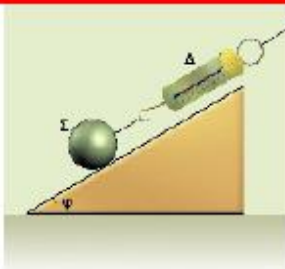
ΑΣΚΗΣΗ 2.16

2.16 Στο σχήμα που ακολουθεί υπάρχουν δύο δυνάμεις που ασκούνται στο σημείο Ο. Ποιο από τα διανύσματα Α, Β, Γ, Δ είναι η συνισταμένη των δύο δυνάμεων;

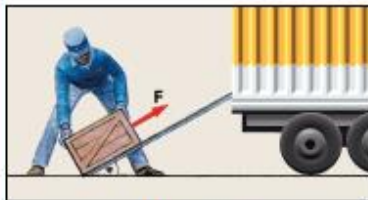


[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ



Εικόνα 2.26
Ισορροπία σφαίρας σε κεκλιμένο επίπεδο



Εικόνα 2.27
Κιβώτιο φορτώνεται σε φορητό.



Εικόνα 2.28
Ανύψωση σώματος

Η επιχειρηματολογία για την ανάλυση των δυνάμεων στις περιστάσεις των τριών εικόνων μπορεί να ενισχυθεί:

(α) με βιωματικό τρόπο και απλά υλικά στη τάξη. Ειδικά για την τρίτη περίπτωση μπορούν να αξιοποιηθούν οι τσάντες των παιδιών και να μεταβάλλεται η γωνία, ώστε να γίνεται κατανοητή η αύξηση ή ελάττωση των δυνάμεων.

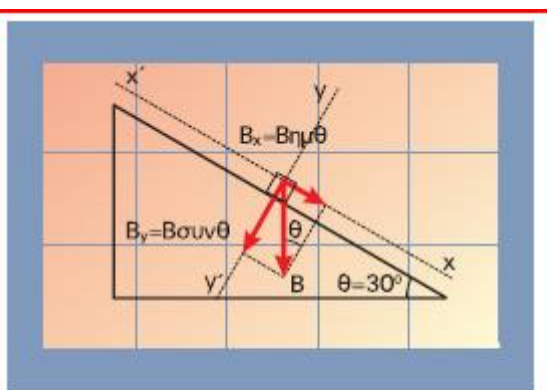
(β) με πειραματικό τρόπο στη τάξη ή το εργαστήριο. Οι δυνάμεις θα ασκούνται στα σώματα με τη βοήθεια δυναμόμετρων, ώστε οι μαθητές να διαβάζουν το μέτρο των δυνάμεων.

Για την τρίτη εικόνα θεωρείται επιθυμητή διαδικασία με νόημα για τους μαθητές: να διατυπώσουν *συμπέρασμα* για την εξάρτηση του μέτρου των δυνάμεων από τη γωνία που σχηματίζει η κάθε δύναμη με την κατακόρυφη. Πιθανές διατυπώσεις: «όσο μεγαλώνει αυτή η γωνία, τόσο μικραίνει η δύναμη» ή «όποια δύναμη πλησιάζει περισσότερο στην κατακόρυφη είναι και μεγαλύτερη».

Οι δραστηριότητες αυτές αποτελούν μία γόνιμη εισαγωγή στην ισορροπία των σωμάτων.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ



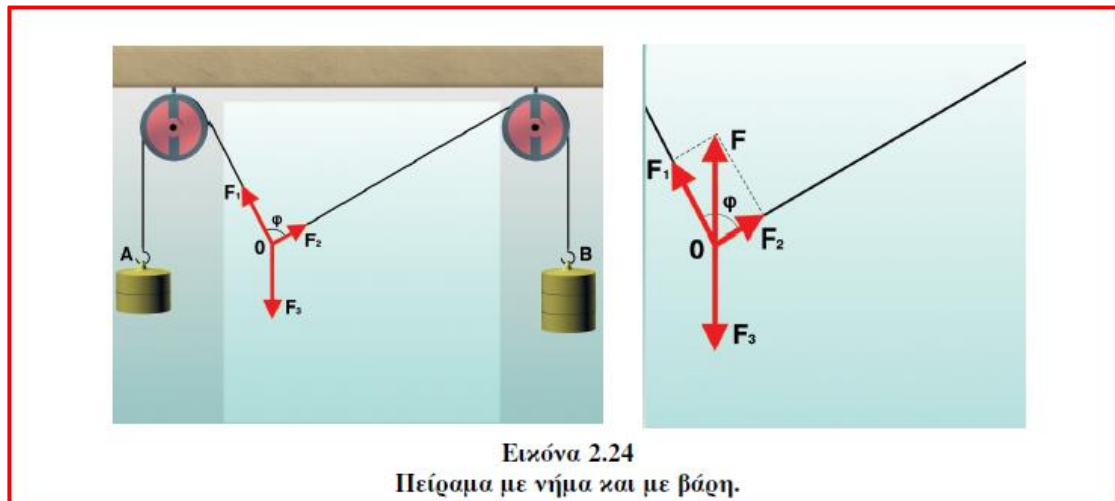
Εικόνα 2.29
Ισορροπία σώματος σε κεκλιμένο επίπεδο

Εισάγουμε την ανάλυση του βάρους στο κεκλιμένο επίπεδο για να ερμηνεύσουμε τη λειτουργία του ως “μοχλού”, σε συμφωνία με τις εξηγήσεις των εικόνων 2.26 και 2.27 που έχουν παρατεθεί παραπάνω.

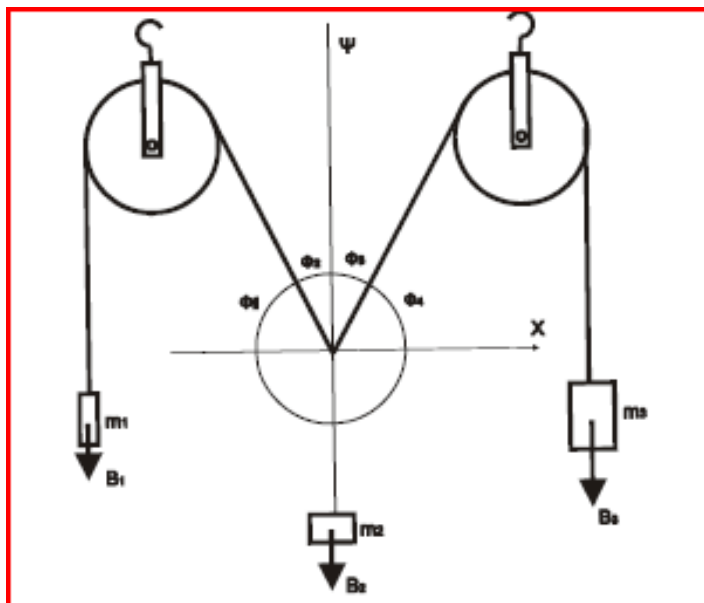
[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι εικόνες 2.24 και 2.28 (παρατίθενται στην προηγούμενη σελίδα) μπορούν να υλοποιηθούν αν εκτελεστεί η πειραματική διάταξη του σχήματος σύμφωνα με τις οδηγίες της σελίδας 47.



Το θέμα αυτό έχει σπουδαία πειραματική αλλά και θεωρητική αξία για την πρόσληψη της έννοιας 'διάνυσμα'. Παραθέτουμε και μία δημοσίευση με την πραγμάτευσή του.



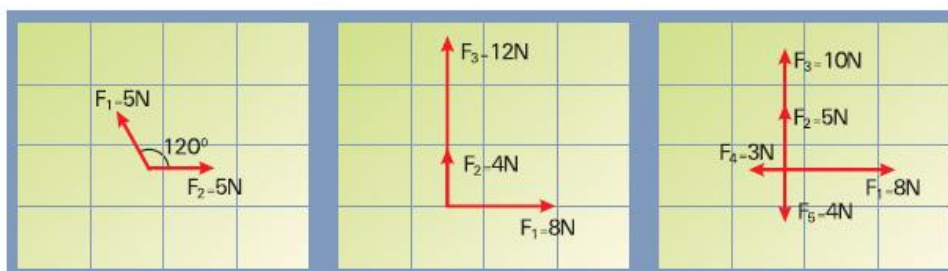
(Miltiadis Tsigris & P.G. Michaelides (2010). A Proposal for an Experimental Approach of Vectors M. Kalogiannakis, D. Stavrou & P. Michaelidis (Eds.) *Proceedings of the 7th International Conference on Hands-on Science*. 25-31 July 2010, Rethymno-Crete, pp. 447 - 449 <http://www.clab.educ.uoc.gr/HSci2010>)

Η παραπάνω δραστηριότητα είναι εισαγωγική και θα συζητηθεί λεπτομερειακά παρακάτω, όταν συζητηθεί η ισορροπία.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

2.19

2.19 Να βρεθεί η συνισταμένη (μέτρο και διεύθυνση) των παρακάτω δυνάμεων:



2.24

2.24 Να αναλυθεί μια δύναμη 12N σε δύο ορθογώνιες συνιστώσες, έτσι ώστε η μία από αυτές να σχηματίζει γωνία 30° με τη δύναμη.

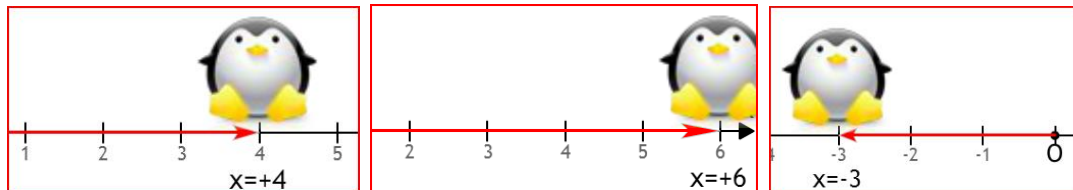
[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΒΗΜΑ 6^ο

“ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΑ” ΤΑΞΙΔΙΑ:

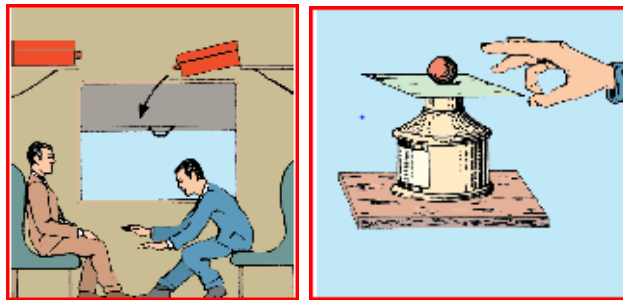
Να υπολογιστούν οι μετατοπίσεις και τα διαστήματα που αντιστοιχούν στις μεταβάσεις:

- (α) από τη θέση +4 στη θέση +6 (β) από τη θέση +4 στη θέση +6 και κατόπιν στη θέση -3 (γ) από τη θέση -3 στη θέση +6 (δ) από τη θέση +4 στη θέση -3 και κατόπιν στη θέση +6.



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

1^{ος} ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ



1. Στην πρώτη εικόνα να εξηγηθεί η κατεύθυνση κίνησης του τρένου και να ερμηνευτεί γιατί η μία βάλιτσα δεν μετακινείται.

2. Να γίνει το πείραμα της δεύτερης εικόνας.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

3^{ος} ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ



Στην εικόνα να σχεδιαστούν οι δυνάμεις που ασκούνται:

(α) στο παιδί (β) στην καρέκλα (γ) στο δάπεδο.

Ποιες από αυτές αποτελούν ζεύγη του 3^{ου} Ν. Νεύτωνα;

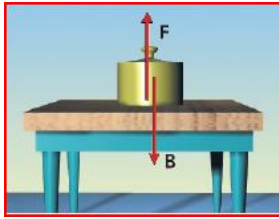
Ποια είναι η αντίδραση του βάρους του παιδιού;

Όλες οι επαφές είναι λείες.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

7^ο ΒΗΜΑ

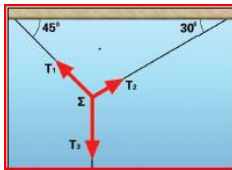
(α) Συνθήκη ισορροπίας σώματος υπό την επίδραση 2 δυνάμεων



Οι δυνάμεις B και F, οι οποίες έχουν ίσα μέτρα, ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά, ονομάζονται στη Φυσική αντίθετες δυνάμεις.

Συμπέρασμα: Όταν σε ένα σώμα ασκούνται δύο αντίθετες δυνάμεις, το σώμα ισορροπεί.

(β) Συνθήκη ισορροπίας σώματος υπό την επίδραση 3 δυνάμεων

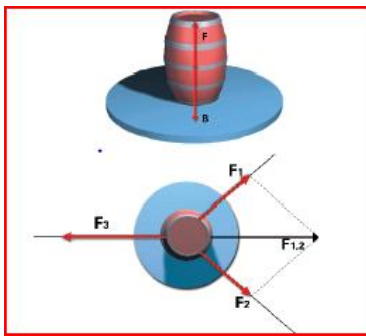


Συμπεράσματα:

1ο Για να ισορροπεί ένα σώμα με την επίδραση τριών ομοεπίπεδων δυνάμεων, θα πρέπει η συνισταμένη των δύο δυνάμεων να είναι αντίθετη με την τρίτη δύναμη.

2ο Η τελική συνισταμένη των τριών δυνάμεων είναι ίση με μηδέν.

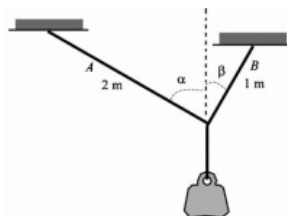
Εφαρμογή των (α) και (β) στην παρακάτω εικόνα:



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

[ΣΥΖΗΤΗΣΗ:](#)

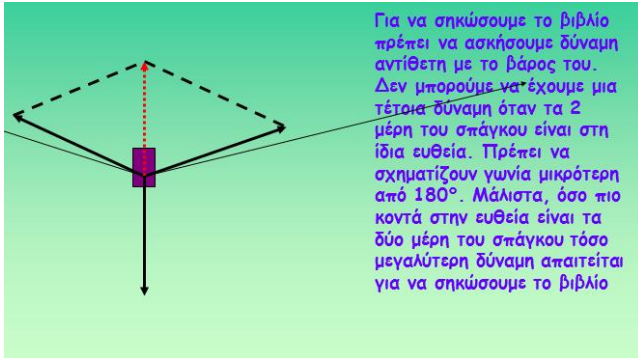
Η συζήτηση στις προτεινόμενες ασκήσεις στηρίζεται στην ερώτηση: Ποια από τις δύο τάσεις των σκοινιών είναι μεγαλύτερη στο παρακάτω σχήμα;



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΓΡΑΦΙΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΛΥΣΗΣ

Μπορείτε να υλοποιήσετε την δραστηριότητα σε ppt με τα διανύσματά των δυνάμεων σε κίνηση. Η δραστηριότητα ενδείκνυται ως ερώτηση σε πρόχειρο διαγώνισμα τριμήνου.



Για να σηκώσουμε το βιβλίο πρέπει να ασκήσουμε δύναμη αντίθετη με το βάρος του. Δεν μπορούμε να έχουμε μια τέτοια δύναμη όταν τα 2 μέρη του σπάγκου είναι στη ίδια ευθεία. Πρέπει να σχηματίζουν γωνία μικρότερη από 180°. Μάλιστα, όσο πιο κοντά στην ευθεία είναι τα δύο μέρη του σπάγκου τόσο μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται για να σηκώσουμε το βιβλίο

Πραγματοποιούμε στην τάξη το πείραμα που περιγράφεται.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΕΜΠΕΔΩΣΗ

2.27 Η μεταλλική σφαίρα ισορροπεί και υποστηρίζεται με ένα μεταλλικό βραχίονα Υ όπως φαίνεται στο σχήμα. Το διάγραμμα δείχνει τις δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα. Ποια (ή ποιες) από τις ακόλουθες σχέσεις ισχύουν;

α) $T^2 = B^2 + F^2$ β) $B = T \sin \theta$ γ) $F = T \cos \theta$ δ) $B = F \sin \theta$ ε) $B + F + T = 0$

2.29 Ένα σώμα ισορροπεί πάνω σε ένα κεκλιμένο επίπεδο. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα δείχνει σωστά τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα;

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

8^ο ΒΗΜΑ

1.Επιστημολογικές διασαφηνίσεις.

ΕΝΝΟΙΕΣ: Οι λέξεις που αξιοποιούνται για τις έννοιες της Φυσικής βρίσκονται έξω από το λεξιλόγιο της κοινής λογικής (βλ. και στην εισαγωγή τη συζήτηση για τη γλώσσα). Σχετίζονται με πειραματικές καταστάσεις και βέβαια είναι ποσοτικές, σχετίζονται με αριθμούς (G. Holton & S. Brush: *Εισαγωγή στις έννοιες και τις θεωρίες της Φυσικής Επιστήμης*, σελ. 241).

ΝΟΜΟΙ: Εάν μετά από επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις καταλήγουμε στις ίδιες πάντα εξισώσεις (π.χ. της ταχύτητας ή της θέσης), μπορούμε να θεωρήσουμε τις εξισώσεις αυτές ως έναν νόμο γι' αυτό το περιορισμένο είδος των παρατηρήσεων (ό.π., σελ. 86-87).

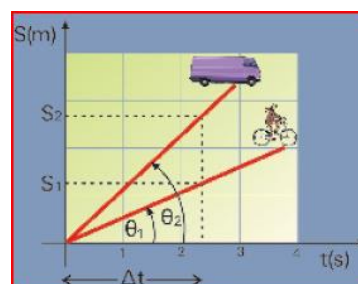
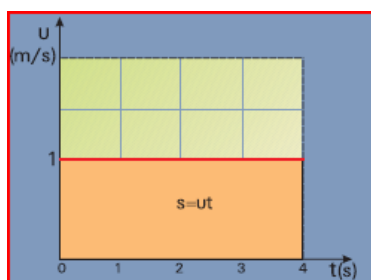
Αυτό σχετίζεται με την ιστορική φράση του Γαλιλαίου για το «βιβλίο στις φύσης που έχει γραφεί στη μαθηματική γλώσσα» (ό.π., σελ. 231). Οι νόμοι συνιστούν μαθηματικές σχέσεις ανάμεσα σε παρατηρήσιμα μεγέθη.

ΑΡΧΕΣ: Στη Φυσική η λέξη «Νόμος» σχετίζεται με προτάσεις που εκφράζονται με μαθητικές σχέσεις. Ποιοτικές περιπτώσεις περιγραφών μπορεί να εκφέρονται με διάφορους όρους: π.χ. Αρχή της επαλληλίας, υπόθεση Αβογκάντρο, κινητική θεωρία των αερίων. Στη βιβλιογραφία δεν θεωρείται σημαντικό (ό.π., σελ. 263), αν και αναφέρονται διαφορές (<https://ncse.com/library-resource/definitions-fact-theory-law-scientific-work>), να αποδοθούν διακρίσεις μεταξύ αυτών των όρων και συνήθως μπορεί να ενσωματώνονται όλοι στη λέξη «νόμος», π.χ. Νόμος της Διατήρησης της Ενέργειας.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

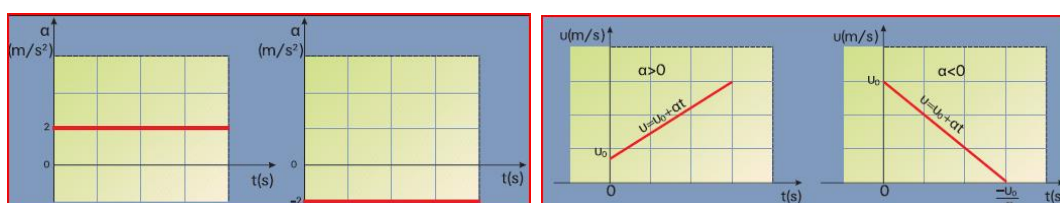
2.ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ

ΕΟΚ (Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση)



- Από το διάγραμμα ($v-t$) με το εμβαδόν βρίσκουμε το διάστημα.
- Από το διάγραμμα ($s-t$) με την κλίση της ευθείας βρίσκουμε την ταχύτητα.

ΕΟΜ (Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη)



Από το διάγραμμα ($v - t$)

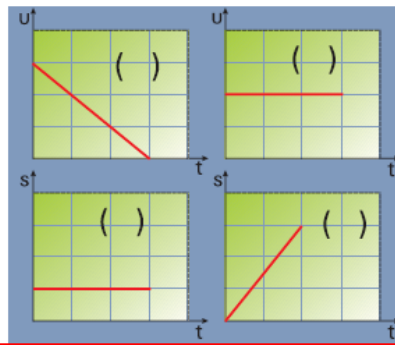
- Με την κλίση της ευθείας βρίσκουμε την επιτάχυνση.
- Με το εμβαδόν βρίσκουμε το διάστημα..

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΌΜΟΙΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ – ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

4.8 Επιλέξτε το σωστό διάγραμμα για καθεμιά από τις παρακάτω περιπτώσεις ευθύγραμμης κίνησης:

- ακίνησια
- ευθύγραμμη ομαλή κίνηση
- ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση
- ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.

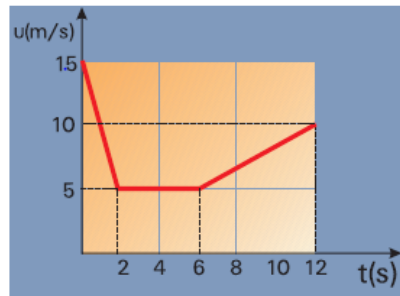


[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

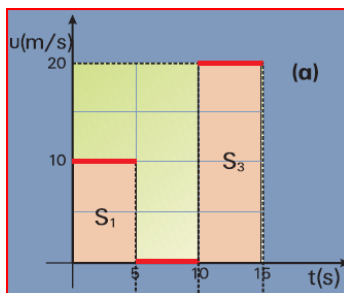
Να συζητηθεί μόνον η κλίση.

4.15 Από το παρακάτω διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου μιας ευθύγραμμης κίνησης να γίνουν τα διαγράμματα α) διαστήματος- χρόνου ($s-t$) και β) επιτάχυνσης- χρόνου ($a-t$).



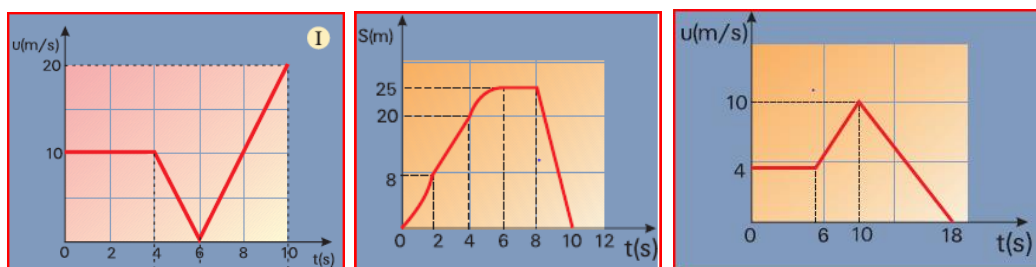
[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

Να συζητηθεί μόνον το εμβαδόν.



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ



Παράδειγμα 1 σελ 116,

4.18

4.19

Οι παραπάνω περιγραφόμενες κινήσεις μπορούν να υλοποιηθούν με το λογισμικό ΠΟΛΛΑ-ΠΛΑΝ (<http://photodentro.edu.gr/edusoft/r/8531/309?locale=el>) (Βλάχος, Κόκκοτας, Παλίλης, Πολυζώης, 2000).

Η 4.19 θεωρείται κατάλληλη για τεστ.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

4.12 Με βάση τον πίνακα μετρήσεων

- Να κάνετε τη γραφική παράσταση ταχύτητας - χρόνου.
- Η αρχική ταχύτητα είναι.....m/s.
- Η κίνηση είναι επιταχυνόμενη, διότι.....
- Η επιτάχυνση της κίνησης είναι..... m/s^2 .
- Το διάστημα για τα πρώτα 4s είναι.....m.

Πίνακας μετρήσεων	
t(s)	v(m/s)
0	0
1	2
2	4
4	8
8	16
10	20

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΑΛΓΕΒΡΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ

Τυπολόγιο: Παρατηρήστε τις επιστημολογικές διαφορές (Ορισμοί, Νόμοι, Σχέσεις).

ΟΡΙΣΜΟΙ:

4.1 (χωρίς τα διανύσματα) ΤΑΧΥΤΗΤΑ	4.2 ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	4.3 (χωρίς τα διανύσματα) ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ
$v_M = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$	$v_M = \frac{s}{t}$	$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

ΝΟΜΟΙ:

4.4	$v = v_0 + at$ (νόμος της ταχύτητας)
4.5	$S = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ (νόμος του διαστήματος)

ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ (!)- ΕΙΝΑΙ ΝΕΩΤΕΡΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΠΟΥ ΔΕΝ ΔΙΑΚΡΙΝΕΙ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΟΜΑΛΗ, ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗ ΚΑΙ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΗ. ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΙΣΧΥΟΥΝ ΓΙΑ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ ΓΙΑ $t = 0, s = 0$.

ΣΧΕΣΕΙΣ:

4.6	Ο ΤΥΠΟΣ ... ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ	$v = \sqrt{v_0^2 + 2as}$
4.7	ΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΗΝ ΕΥΘ-ΟΜΑΛΑ-ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΟΜΕΝΗ	$t_{ολ} = \frac{v_0}{ a }$
4.8	ΟΛΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΣΤΗΝ ΕΥΘ-ΟΜΑΛΑ-ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΟΜΕΝΗ	$S_{ολ} = \frac{v_0^2}{2 a }$

Δεν πρέπει να λησμονούμε όμως ότι για να φτάσουμε σε αυτό το στάδιο της αλγεβρικής εξίσωσης του νόμου έχουμε περάσει και από άλλα δύο στάδια, αυτό της αναπαράστασης των πινάκων και αυτό της γραφικής αναπαράστασης. Η αλγεβρική αναπαράσταση φαίνεται, ίσως λόγω της λιτότητάς της, προτιμότερη από τις δύο άλλες. Όμως, τα πράγματα δεν είναι έτσι. Όλες οι εξισώσεις της Φυσικής, εκτός από μερικούς αξιωματικούς ορισμούς, είναι πάντα συνδεδεμένες με ένα κρυφό «κείμενο». Πάντα (σχεδόν) οι φυσικοί νόμοι φέρουν κρυφούς περιορισμούς (G. Holton & S. Brush: *Εισαγωγή στις έννοιες και τις θεωρίες της Φυσικής Επιστήμης*, σελ. 86-87).

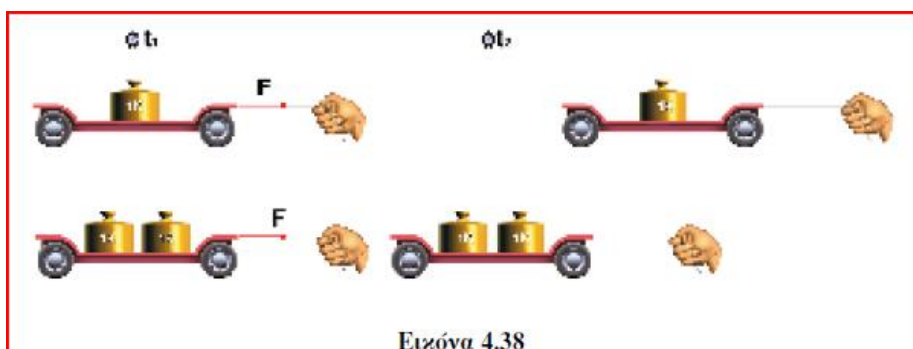
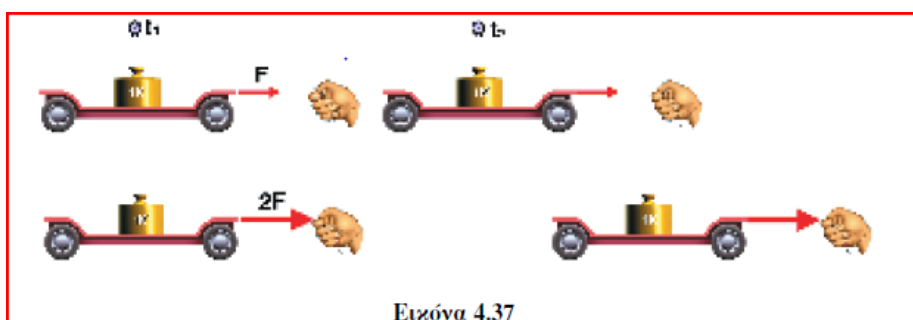
[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΒΗΜΑ 9^ο

Ο 2^{ος} ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

1. Εφαρμογή τύπων δύο (2) φορές: Ένα δημοφιλές Β' ΘΕΜΑ για τις εξετάσεις.

Οι Εικόνες 4.37 και 4.38 μπορούν να μετατραπούν σε ασκήσεις με λεκτική αναπαράσταση (π.χ. Σε αμαξίδιο αμελητέας μάζας έχει τοποθετηθεί σώμα μάζας 1 kg και το σύστημα αρχίζει να κινείται με την επίδραση οριζόντιας δύναμης F , ένα όμοιο σύστημα αρχίζει να κινείται με την εφαρμογή δύναμης $2F$...) εφαρμογής τύπου δύο (2) φορές και να ζητηθεί ο λόγος των επιταχύνσεων ή να ζητηθεί κατευθείαν με βάση το σχήμα (οπτικός γραμματισμός) ο λόγος των επιταχύνσεων των όμοιων αμαξιδίων.



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

2. Πολλαπλές Αναπαραστάσεις:

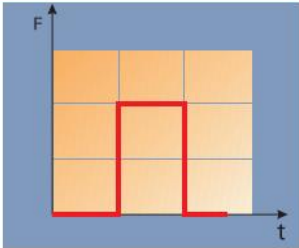
(ι) ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ: 4.27

	<p>4.27 Σε ποιο σχήμα αντιστοιχεί καθεμιά από τις παρακάτω καταστάσεις;</p> <p>.....Η ταχύτητα μειώνεται.</p> <p>.....Η ταχύτητα παραμένει σταθερή.</p> <p>.....Η ταχύτητα αυξάνεται.</p> <p>.....Ακίνησια.</p>
--	---

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

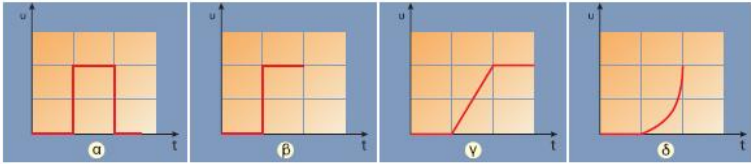
(ιι) ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ: 4.29, 4.35, κατάλληλα για Β' ΘΕΜΑ.

4.29 Σώμα αρχικά ακίνητο δέχεται την επίδραση δύναμης F , η οποία μεταβάλλεται όπως δείχνει το σχήμα. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα παριστάνει τη μεταβολή της ταχύτητας του σώματος με το χρόνο; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

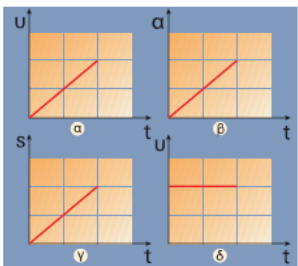


The graph shows force F on the vertical axis and time t on the horizontal axis. The force is zero for the first two grid units, then jumps to a constant value for the next two grid units, and finally returns to zero for the last two grid units.

4.35 Ποιο από τα επόμενα διαγράμματα παριστάνει την κίνηση σώματος με την επίδραση σταθερής δύναμης;



Four graphs labeled α, β, γ, and δ show velocity u vs time t .
α: Velocity is zero for the first two grid units, then jumps to a constant value for the next two grid units.
β: Velocity is zero for the first two grid units, then jumps to a constant value for the next two grid units, and then returns to zero for the last two grid units.
γ: Velocity increases linearly from zero to a constant value over the first two grid units, and then remains constant for the next two grid units.
δ: Velocity increases from zero to a constant value over the first two grid units, and then increases quadratically for the next two grid units.



Four graphs labeled α, β, γ, and δ show acceleration u' vs time t .
α: Acceleration is zero for the first two grid units, then jumps to a constant value for the next two grid units.
β: Acceleration is zero for the first two grid units, then jumps to a constant value for the next two grid units, and then returns to zero for the last two grid units.
γ: Acceleration is zero for the first two grid units, then jumps to a constant value for the next two grid units, and then returns to zero for the last two grid units.
δ: Acceleration is zero for the first two grid units, then jumps to a constant value for the next two grid units, and then returns to zero for the last two grid units.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

3. Απλές ασκήσεις:

Στη σελ.126 η λυμένη άσκηση μπορεί να εμπλουτιστεί με δύο ακόμη ερωτήματα και να ζητηθεί ως Γ' ΘΕΜΑ εξετάσεων.

Σώμα μάζας 10kg κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα 36km/h . Μια σταθερή δύναμη επιδρά πάνω του με φορά αντίθετη της ταχύτητάς του και το ακινητοποιεί σε χρόνο 2s . Ζητείται το μέτρο της δύναμης αυτής.

Ενδεικτικά πρόσθετα ερωτήματα:

- Δείξτε ότι η αρχική σταθερή του ταχύτητα είναι 10 m/s .
- Υπολογίστε την σταθερή του επιβράδυνση.
- Να υπολογιστεί ο χρόνος κίνησης και το διάστημα που διάνυσε το σώμα.
- δ*) Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης.
- ε*) Να υπολογιστεί η απώλεια κινητικής ενέργειας του σώματος.

*Αναφέρονται σε ύλη που θα διδαχθεί παρακάτω.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

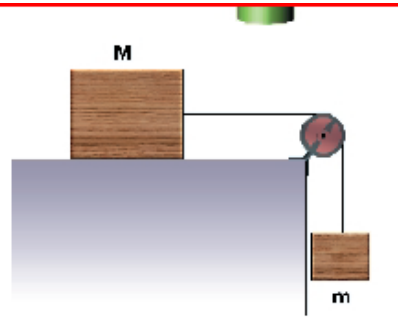
4. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

Η κίνηση του συστήματος αυτού μπορεί να προσομοιωθεί με το λογισμικό Πολλαπλάν.

4.31 Η επιτάχυνση a των δύο σωμάτων είναι:

$$\alpha) \alpha = \frac{m}{M + m} g \quad \beta) \alpha = \frac{Mm}{M - m} g$$

$$\gamma) \alpha = \frac{M + m}{M} g \quad \delta) \alpha = \frac{M - m}{m} g$$



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

10^ο ΒΗΜΑ

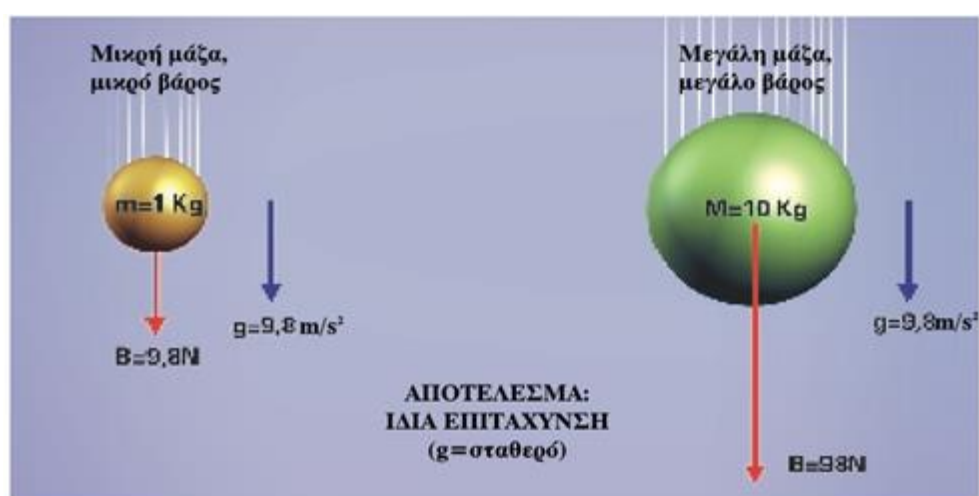
1.ΤΟ ΒΑΡΟΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ (περισσότερα στο Toulmin, 1969).

ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΣ

- Η επιτάχυνση της βαρύτητας σε ένα σημείο έχει την ίδια τιμή για κάθε σώμα (που θα βρεθεί στο σημείο αυτό) ανεξάρτητα από τη μάζα του.

Να διαβάσετε με προσοχή το παρακάτω απόσπασμα του σχολικού βιβλίου. Να αναφέρετε προφορικά (λεκτική αναπαράσταση - ρητορική) λόγους που θεωρείται ότι ερμηνεύουν τον παραπάνω ισχυρισμό. Μήπως δεν υπάρχει κανένας λόγος;

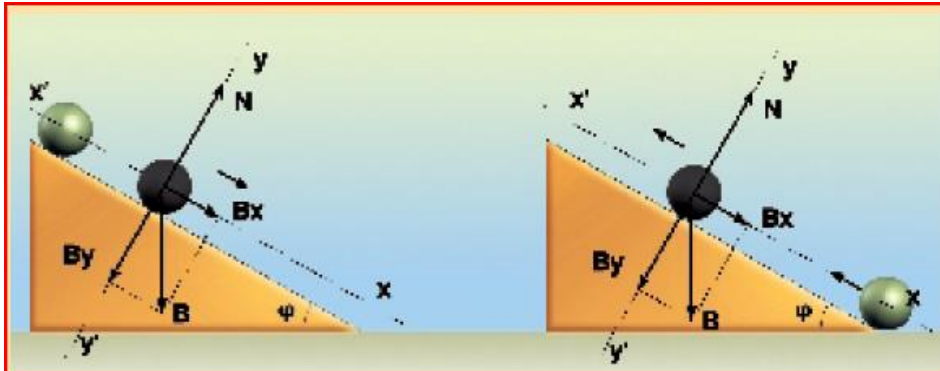


Ένα βαρύ κι ένα ελαφρύ σώμα δέχονται διαφορετική δύναμη από τη Γη, έχουν δηλαδή διαφορετικό βάρος. Η επιτάχυνση όμως την οποία αποκτά κάθε σώμα είναι ίδια και ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας g . Η Γη επομένως επιταχύνει όλα τα σώματα με τον ίδιο τρόπο, ανεξάρτητα από τη μάζα τους. Αν αφεθούν τα σώματα αυτά από το ίδιο ύψος, θα έπρεπε να φτάσουν στην επιφάνεια της Γης ταυτόχρονα, εφόσον έχουν την ίδια επιτάχυνση, εικόνα 4.43. Η αντίσταση όμως του αέρα επιδρά με διαφορετικό τρόπο στα σώματα, οπότε η άφιξή τους στο έδαφος δεν είναι ταυτόχρονη. Αν απαλείψουμε την επίδραση του αέρα, εκτελέσουμε δηλαδή το πείραμα στο κενό, τότε θα διαπιστώσουμε ότι τα σώματα ανεξάρτητα από το βάρος

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Υπενθυμίζουμε την ανάλυση του βάρους ενός σώματος στο κεκλιμένο επίπεδο και στην περίπτωση της κίνησης σώματος και προς τα πάνω και προς τα κάτω.



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

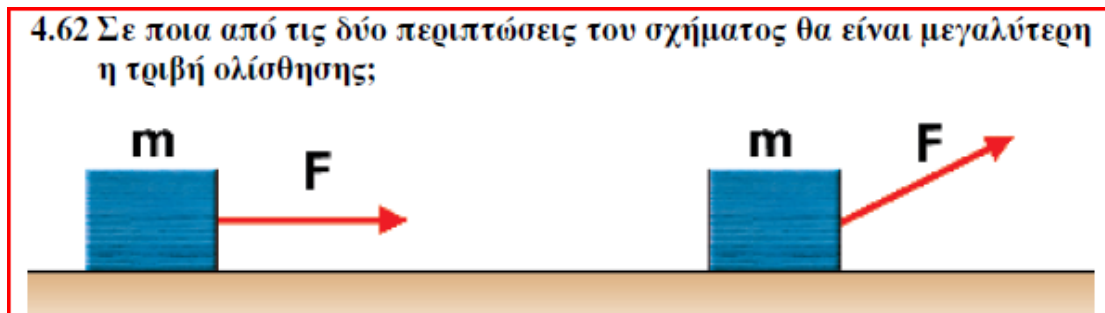
ΤΡΙΒΗ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Με το λογισμικό Πολλαπλάν μπορούμε να δείξουμε ποιοτικά και ημι-ποσοτικά τη στατική τριβή, την οριακή τριβή και τους νόμους της τριβής ολίσθησης με τη βοήθεια της Μηχανής του Atwood και του Κεκλιμένου επιπέδου.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΒΗΣ ΓΙΑ Β' ΘΕΜΑ



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΜΙΑ ΒΑΣΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΡΙΒΗ

Σε σώμα μάζας $m = 0,5\text{Kg}$, που ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο, ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου 3N , οπότε το σώμα διανύει 64m σε 8s , σε μη λείο επίπεδο. Να υπολογίσετε:

(α) την επιτάχυνση που αποκτά το σώμα

(β) τον συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και του επιπέδου

(γ) το έργο της δύναμης F μέχρι το 8s .

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{ m/s}^2$. (ΑΠ: 2m/s^2 , $0,4$, 192J .)

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

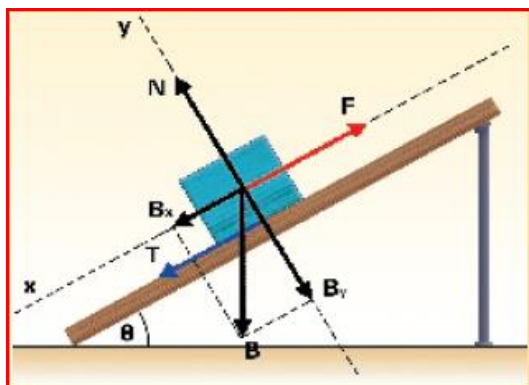
ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (ΚΑΙ ΜΕ ΤΡΙΒΗ):

Παρουσιάζονται:

(α) στο λυμένο παράδειγμα, σελ.172, δύο περιπτώσεις με σταθερή ταχύτητα και

(β) στην άσκηση 4.66 η περίπτωση της επιταχυνόμενης κίνησης.

(Δίνεται το σχήμα για αξιοποίηση.)



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΒΗΜΑ 11^ο

ΕΡΓΟ

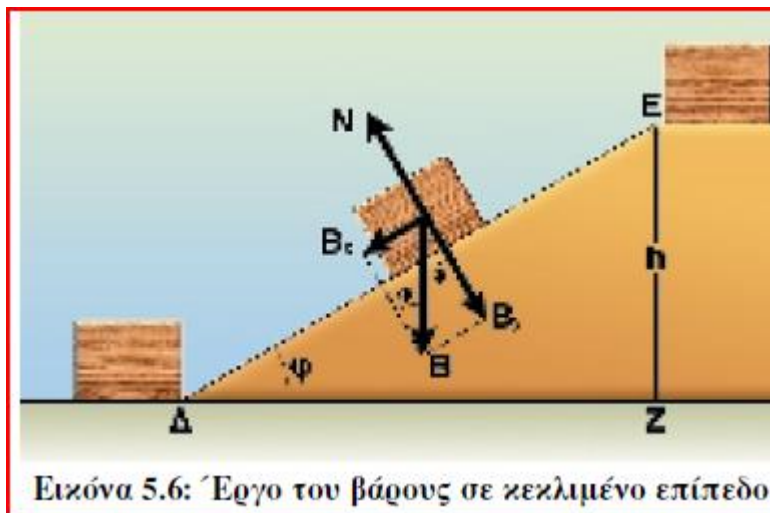
Εισαγωγή με τον «χρυσό κανόνα της Μηχανικής»

Το βάρος πρωταγωνιστεί σε πολλά από τα συστήματα που αποκαλούμε μηχανές. **Μηχανή**, γενικά, θεωρούμε κάθε διάταξη με την οποία επιδιώκουμε κέρδος σε κάποιο φυσικό μέγεθος. Δείτε, π.χ., την περίπτωση της εικ. 5.6. Με τη “μηχανή” που λέγεται κεκλιμένο επίπεδο κερδίζουμε σε δύναμη, αφού απαιτείται ελάχιστη τιμή της (για μετακίνηση χωρίς τριβή με πολύ μικρή και σταθερή ταχύτητα) ίση με $F = B \eta \mu \phi$. Η αντίστοιχη δύναμη F' στην ανύψωση κατά h χωρίς τη μηχανή είναι: $F' = B$. Το κέρδος, λοιπόν, είναι: $k = \frac{F}{F'} = \eta \mu \phi$. Στη μετατόπιση η ζημιά είναι ακριβώς ίδια, αφού αντί

για τη διαδρομή $ZE = h$ η μηχανή προτιμά την $\Delta E = \frac{h}{\eta \mu \phi} > h$.

Η ιδιότητα αυτή του βάρους αποδείχτηκε θεμελιώδης στη λειτουργία απλών μηχανών και οδήγησε στο χρυσό κανόνα της Μηχανικής:

Σε κάθε απλή μηχανή όσο κερδίζουμε σε δύναμη, τόσο χάνουμε σε διαδρομή. Έτσι, το έργο: $W = Fs$ μένει σταθερό.



Συμπέρασμα: (βάρος επί μήκος = σταθερό).

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΔΥΝΑΜΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΑΠΛΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ



Δοκιμάζουμε: Ας βρούμε το μηχανικό κέρδος για τους μοχλούς της εικ. 5.7. Για το μοχλό της εικ. 5.7(α) δεχόμαστε ότι η ράβδος χωρίζεται σε τμήματα με λόγο 3:1. Πόση είναι η αντίστοιχη μηχανική ζημιά για τις μετατοπίσεις δύναμης και φορτίου;

Τα παρακάτω VIDEO EYREKA είναι διδακτικά εκμεταλλεύσιμα.

1. <https://www.youtube.com/watch?v=AZbPj0pwI0k>

Κεκλιμένο επίπεδο και χρυσός κανόνας - ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟ

2. <https://www.youtube.com/watch?v=8hrFBYp5LYs>

Κέρδος από τις μηχανές

3. <https://www.youtube.com/watch?v=OuPyvTQBwfQ>

Μοχλοί

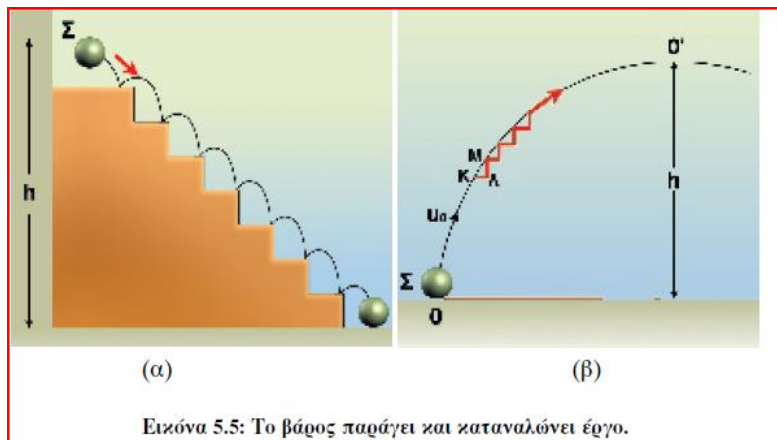
4. <https://www.youtube.com/watch?v=yngNoWnwomw>

Screw and Wheel

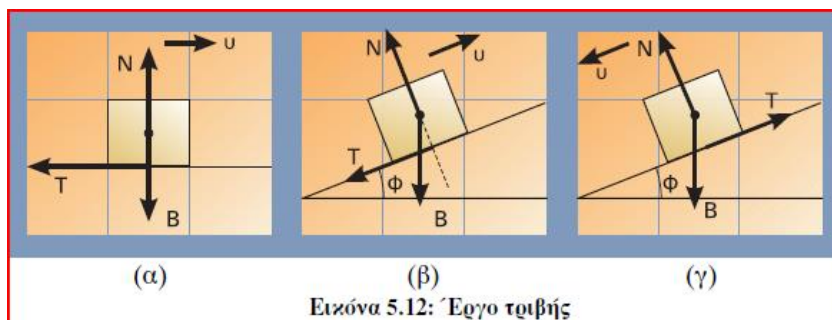
[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΕΡΓΟ ΓΝΩΣΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ:

(i) βάρους



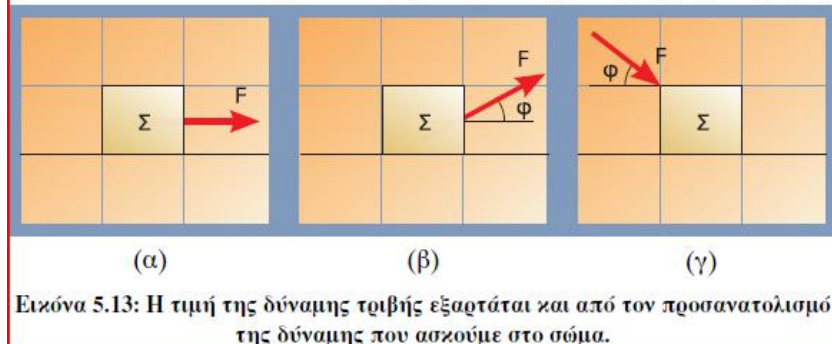
(ii) τριβής (με όλη την ανάλυση των σελ. 195 – 196)



5.12(β,γ).

Όταν η απλή σκέψη συμβαδίζει με τη φυσική εξήγηση.

Το σώμα Σ κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με την επίδραση δύναμης οριζόντιας (α), πλάγιας προς τα πάνω (β) και προς τα κάτω (γ) με κλίση φ , εικόνα 5.13. Επιδιώκουμε να συγκρίνουμε τα έργα της τριβής στις τρεις



[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ: ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ

5.3. Να συμπληρώσετε τα κενά στο παρακάτω κείμενο:

“Έτσι αναγκάστηκα να βάλω λοστό κάτω από τη μεγάλη πέτρα, για να την ανασηκώσω. Ο λοστός δούλεψε σαν και βοήθησε αρκετά. Έσπρωξα την πέτρα μέχρι την άκρη του γκρεμού και ελάχιστα ακόμα. Το επίπεδο βοήθησε στην ολίσθησή της ως το βάθος της χαράδρας. Βοήθησε το έργο του, ενώ αντιδρούσε το έργο της, Η πέτρα κτύπησε σε βράχο στο τέλος της κατηφόρας με..... ενέργεια ίση με τη..... των δύο αυτών έργων. Αν ο γκρεμός ήταν πιο απότομος, η πέτρα θα κτύπαγε με ορμή στο βράχο. Αυτό, επειδή το βοηθητικό έργο θα ήταν, ενώ το “αντιδραστικό” έργο θα ήταν”

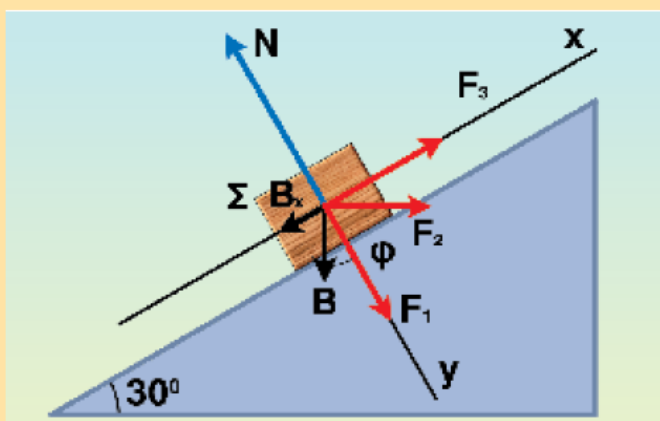
Να παρουσιάσετε προφορικά (λεκτική αναπαράσταση - ρητορική), αξιοποιώντας φυσικές έννοιες, την ερμηνεία των καταστάσεων που περιγράφονται στην παραπάνω παράγραφο. (ΠΡΟΣΟΧΗ: Στην προτελευταία πρόταση η λέξη **ορμή** να αντικατασταθεί από τη λέξη **ταχύτητα**).

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΣΕ ΚΙΝΗΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Παράδειγμα

Υπολογισμός έργου δυνάμεων: Σώμα Σ με μάζα $m=1\text{kg}$ ανέρχεται σε λεία ανηφόρα κλίσης $\varphi=30^\circ$ και δέχεται την επίδραση των δυνάμεων που φαίνονται στην εικ. 5.4. Δίνονται: $F_1=30\text{N}$, $F_2=20\text{N}$ και $F_3=30\text{N}$. Να υπολογιστεί το συνολικό έργο των δυνάμεων για μετατόπιση κατά 30m , αν δεχτούμε λείο επίπεδο και $g=10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $\sqrt{3}=1,7$.



Εικόνα 5.4: Υπολογισμός έργου δυνάμεων που ασκούνται σε σώμα

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΙΣΧΥΣ

Η εισαγωγή της ισχύος με την παρακάτω παράγραφο μπορεί να αποτελέσει έναυσμα για επιχειρηματολογία στη φυσική σημασία των εννοιών έργο – ισχύς.

Για να αξιολογήσουμε μηχανήματα και συσκευές, δεν μπορούμε να βασιστούμε μόνο στο έργο που παράγουν. Ποιος εμποδίζει, π.χ., τον κινητήρα μιας “σακαράκας” να παράγει ίδιο ή και μεγαλύτερο έργο σε σχέση με το αντίστοιχο ενός αγωνιστικού αυτοκινήτου; Αρκεί ο πρώτος να δουλέψει πολλαπλάσιο χρόνο από το δεύτερο. Για να εκτιμηθεί η “δύναμη” του κινητήρα, πρέπει να κριθεί με το **ρυθμό** παραγωγής έργου. Η λέξη “ρυθμός” δημιουργεί μια αρκετά μεγάλη, σε αξία και ποικιλία, κατηγορία φυσικών μεγεθών, τα οποία δείχνουν τη μεταβολή στη μονάδα χρόνου ενός άλλου μεγέ-

θους:

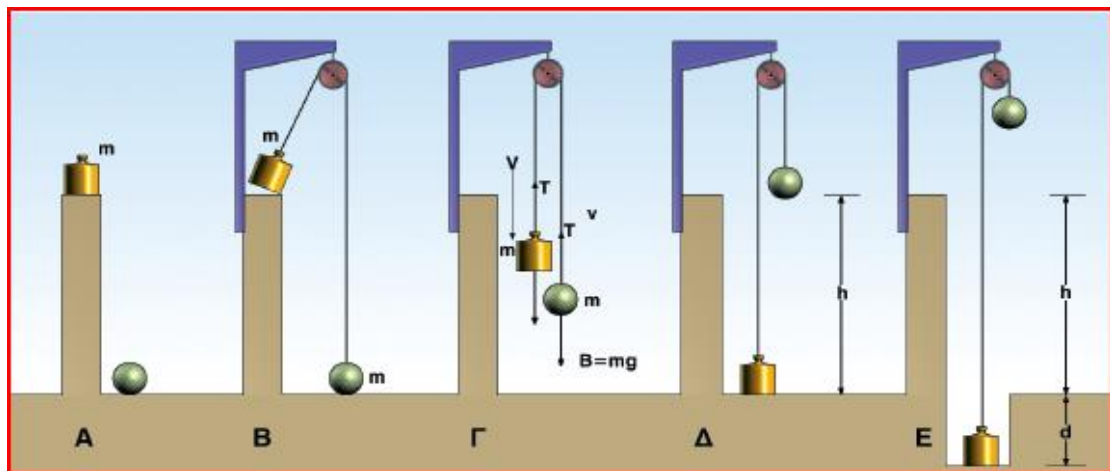
Ο ρυθμός παραγωγής ή κατανάλωσης έργου $\left(\frac{\Delta W}{\Delta t} \text{ ή } \frac{W}{t} \right)$ εκφράζεται με την ισχύ P .

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{W}{t} \quad (5.3)$$

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΒΗΜΑ 12^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Η εικόνα 5.15 μπορεί να αξιοποιηθεί για την εμπέδωση της δυναμικής ενέργειας βαρύτητας αλλά και για άσκηση στην ΑΔΜΕ.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ Β΄ ΘΕΜΑ ΣΕ ΤΕΣΤ Η΄ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

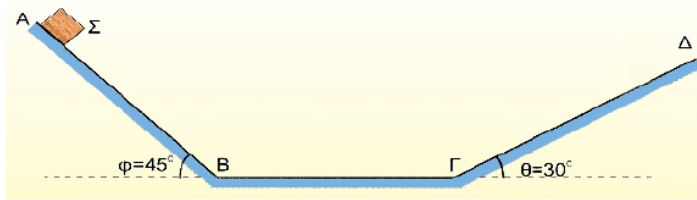
Η παρακάτω πρόταση στηρίζεται στην εξαγωγή συμπεράσματος από αναπαράσταση πινάκων.

5.11. Συμπληρώστε τα στοιχεία που λείπουν από τον παρακάτω πίνακα (που αφορά σώμα με μάζα 1kg που πέφτει ελεύθερα. Το ύψος h μετριέται από το έδαφος $g=10\text{m/s}^2$).

h (m)	v (m/s)	U J	K J	$E_{\text{μηχ}}$ J
10	0	-	-	-
8	-	-	-	-
-	10	-	-	-
-	-	60	-	-
-	-	-	80	-
-	-	-	0	-
-	-	0	-	-

Στην άσκηση 5.17 μπορούν να συζητηθούν οι απόψεις των μαθητών, αρχικά χωρίς άμεση εφαρμογή μαθηματικών υπολογισμών. Γι' αυτό προτείνεται να συζητηθεί αρχικά το (β) ερώτημα και κατόπιν το (α).

- 5.17. Σώμα Σ αφήνεται από σημείο Α σε σύστημα λείων επιπέδων, εικ. 5.22. Αν $AB=10\text{cm}$,
 α) Να βρεθεί το μήκος ΓΔ, (όπου Δ το σημείο στο οποίο σταματά στιγμιαία)
 β) Να συγκριθούν αρχικό και τελικό ύψος από το έδαφος. Πώς εξηγείτε το αποτέλεσμα σας;



Εικόνα 5.22: Διατήρηση μηχανικής ενέργειας

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑ: ΣΤΟ ΘΜΚΕ

Θέλουμε να μετακινήσουμε ένα βαρύ κιβώτιο μάζας 500 kg αναγκάζοντας το να ολισθήσει πάνω σε οριζόντιο δάπεδο. Δίδεται ότι ο συντελεστής τριβής μεταξύ του δαπέδου και του κιβωτίου είναι $\mu = 0,2$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10\text{ m/s}^2$.

Να θεωρήσετε ότι η τριβή ολίσθησης είναι ίση με τη μέγιστη στατική τριβή (οριακή τριβή), μεταξύ του κιβωτίου και του δαπέδου και ότι η επίδραση του αέρα είναι αμελητέα.

Δ1) Να υπολογίσετε το μέτρο της ελάχιστης οριζόντιας δύναμης που πρέπει να ασκήσουμε στο κιβώτιο για να το μετακινήσουμε πάνω στο οριζόντιο δάπεδο.

Μονάδες 5

Αν στο αρχικά ακίνητο κιβώτιο ασκηθεί οριζόντια σταθερή δύναμη με μέτρο ίσο με 1500 N , τότε να υπολογίσετε:

Δ2) το μέτρο της επιτάχυνσης με την οποία κινείται το κιβώτιο.

Μονάδες 7

Δ3) το μέτρο της ταχύτητας που θα έχει το κιβώτιο, αφού διανύσει διάστημα ίσο με 32 m .

Μονάδες 7

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

2 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ

A. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ (PROJECT) ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1.1 ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ροπή δύναμης και ισορροπία

1.2 ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

Ροπή δύναμης, ζεύγος δυνάμεων, ισορροπία σώματος, κέντρο βάρους

1.3 ΣΚΟΠΟΣ/ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Να ερμηνεύουν οι μαθητές τα φαινόμενα 'περιστροφή' και 'ισορροπία' σώματος με τη βοήθεια των εννοιών 'δύναμη' και 'ροπή δύναμης'.

1.4 ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων σχετικών με τους σκοπούς της επιλογής του θέματος και μέσω αυτών η ενίσχυση της αυτοεκτίμησης των μαθητών και η απόκτηση θετικών στάσεων για τη Φυσική και τα επιτεύγματά της.

1.5 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Ως ερευνητικά ερωτήματα θέτουμε τις έξι (6) υποενότητες (που περίπου ταυτίζονται με αυτές του κεφαλαίου 3 του σχολικού βιβλίου).

Συγκεκριμένα: (1) Ορισμός ροπής δύναμης, (2) Το θεώρημα των ροπών για ομοεπίπεδες δυνάμεις, (3) Ζεύγος δυνάμεων, (4) Ισορροπία παράλληλων δυνάμεων, (5) Εφαρμογές (ασκήσεις) στην ισορροπία παράλληλων δυνάμεων, (6) Κέντρο βάρους και ισορροπία σώματος.

1.6 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

Ζυγαριές με βραχίονες (έτοιμες ή δημιουργούμενες με μεταλλικές ράβδους εργαστηρίου), μεγάλοι πλαστικοί (ή ξύλινοι) χάρακες, απλά υλικά που μπορεί να υποστηρίξουν τις δραστηριότητες των φύλλων εργασίας.

1.7 ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

7 ώρες.

2. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

2.1 Μεθοδολογία υλοποίησης.

Οι μαθητές αντλούν τις πληροφορίες τους από το σχολικό βιβλίο και από διερευνητικές και διαδραστικές ψηφιακές πηγές που προτείνει ο διδάσκων.

2.2 Πορεία υλοποίησης

Κάθε ομάδα επεξεργάζεται το υποθέμα της από την αντίστοιχη παράγραφο του σχολικού βιβλίου. Με τη βοήθεια του φύλλου εργασίας παρουσιάζει το περιεχόμενο του υποθέματος στους συμμαθητές της με απλά πειράματα και ppt.

Όλες οι ομάδες θα 'κατασκευάζουν' τη διδασκαλία τους.

3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Αξιολόγηση από τους συμμαθητές τους και αυτοαξιολόγηση των μελών της ομάδας στις ρουμπρίκες που δίνονται.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ / ΠΗΓΕΣ

Το σχολικό βιβλίο και ψηφιακές πηγές

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

ΤΙΤΛΟΣ: ΡΟΠΗ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΒΟΗΘΗΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

Από το μάθημα «Ερευνητικές Εργασίες (project) στην Τεχνολογία», το οποίο “διδάσκεται” από το 2016 στα ΕΠΑΛ, στην παρούσα καινοτομία μεταφέρουμε την εφαρμογή της μεθόδου project ως διαδικασία μάθησης σε ένα κεφάλαιο της Φυσικής. Εισάγουμε αυτό που στη διεθνή βιβλιογραφία ονομάζεται **project based learning (PBL)** για κάποιο μάθημα του σχολικού προγράμματος. Η προσέγγιση αυτή είναι μια πρόκληση και αναζητά απάντηση στο ερώτημα: «είναι δυνατόν οι μαθητές παρακολουθώντας μια ενότητα της σχολικής ύλης με PBL να επιδείξουν βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση του αντικειμένου σε σύγκριση με τους μαθητές που παρακολουθούν το παραδοσιακά μάθημα;» (<https://www.edutopia.org/knowledge-in-action-PBL-research>).

Η συγκεκριμένη μέθοδος στην παρούσα περίπτωση εφαρμόζεται με τον εξής τρόπο: Η κάθε ομάδα των υποθεμάτων αναλαμβάνει τον ρόλο του εκπαιδευτικού στην τάξη. Παρουσιάζει ως τέχνημα της εργασίας της τη διδασκαλία μίας ενότητας του βιβλίου. Στην πρώτη ενότητα ο ρόλος του εκπαιδευτικού της τάξης είναι παρεμβατικός, γιατί απαιτείται η μέγιστη κατανόηση από τους μαθητές της εισαγόμενης έννοιας. Η προετοιμασία της ομάδας του πρώτου υποθέματος προτείνεται να αρχίσει δέκα (10) ημέρες ενωρίτερα, για να μπορέσει να ετοιμάσει το υλικό της. Στη συνέχεια οι διδασκαλίες των άλλων ομάδων ακολουθούν το πρόγραμμα του μαθήματος, μιας και η προετοιμασία του υλικού τους μπορεί να γίνεται σε μία-δύο ημέρες. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε αυτές τις διδασκαλίες είναι διευκολυντικός.

Η εργασία θα ανατεθεί σε 6 ομάδες (6 υποθέματα) των 3 ή 4 ατόμων, δηλαδή σε σύνολο μαθητών 18 έως 24 άτομα. Κάθε ομάδα θα έχει μια υποομάδα ενός ή δύο ατόμων που θα λύνουν τις ασκήσεις που αντιστοιχούν στο περιεχόμενο του υποθέματος. Οι υπόλοιποι θα 'κατασκευάζουν' τη διδασκαλία της ομάδας.

Στην κάθε ομάδα θα δοθεί ένα φύλλο εργασίας το οποίο θα παρουσιάσει στην τάξη ή το εργαστήριο ΦΕ ή εναλλακτικά σε χώρο όπου υπάρχει βίντεο-προβολέας ή διαδραστικός πίνακας. Το κάθε φύλλο εργασίας περιγράφει την πορεία μιας διδασκαλίας διάρκειας 45 min. Οι μαθητές μετατρέπουν το φύλλο εργασίας σε παρουσίαση ppt και εκτελούν τα πειράματα, αν υπάρχουν.

Στο τέλος των έξι (6) διδασκαλιών δίνεται σε όλες τις ομάδες ένα φύλλο εργασίας με τρεις (3) δραστηριότητες / κατασκευές, που παρουσιάζονται από όλες τις ομάδες σε μία ώρα (την έβδομη/7^η ώρα του project) και αποτελούν και το τελικό τέχνημα του project.

Για κάθε ομάδα προβλέπεται αυτοαξιολόγηση των μελών της και αξιολόγηση από τους μαθητές της επόμενης ομάδας (με βάση το σχήμα 1→2→3→4→5→6→1) με ρουμπρίκες που δίνονται από τον εκπαιδευτικό.

Η αξιολόγηση αυτών των προσπαθειών έχει μεγάλη αξία για τα ΕΠΑΛ. Μάλιστα είναι δυνατόν και συνιστάται σε ένα τμήμα ο διδάσκων να κάνει ο ίδιος τις διδασκαλίες με το υλικό των φύλλων εργασίας και τα αποτελέσματά του να τα συγκρίνει με αυτά των άλλων τμημάτων στα οποία οι μαθητές υλοποίησαν τις διδασκαλίες με τη μορφή του project που περιγράφηκε.

Με τον τρόπο αυτό: i) ενδυναμώνεται ο εκπαιδευτικός, δημιουργώντας νέα γνώση, ii) αναστοχάζεται για τις πρακτικές του στο σχολικό πλαίσιο, iii) συνδέει ουσιαστικά και ισότιμα την εκπαιδευτική πράξη με την ακαδημαϊκή εκπαιδευτική έρευνα (Κατσαρού, & Τσάφος, 2003).

Η όλη προσπάθεια της υλοποίησης του συγκεκριμένου project αποσκοπεί στο να ανατρέψει το παρακάτω συμπέρασμα, το οποίο αναφέρθηκε στην εκδήλωση για **το μάθημα «Ερευνητικές Εργασίες»¹**:

Είναι πολύ σοβαρό το ζήτημα της Ερευνητικής Έκθεσης και διαπιστώθηκαν διαμετρικά αντίθετες προσεγγίσεις. Ορισμένοι εκπαιδευτικοί μίλησαν για εκτεταμένες εργασίες, που θα μπορούσαν να ξεπεράσουν τις 60 σελίδες, ενώ άλλοι διεκτραγώδησαν την *αδυναμία των μαθητών των ΕΠΑΛ να συντάξουν και ένα απλό κείμενο λίγων σειρών* (τα πλάγια δική μου επιλογή).

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ

¹ Πραγματοποιήθηκε την Τρίτη 20 Δεκεμβρίου 2011 και ώρες 16.30 έως 20.00 στη Βιβλιοθήκη Λασκαρίδη (Πραξιτέλους και Μπουμπουλίνας, στον Πειραιά) με τη συνεργασία του Ιδρύματος Λασκαρίδη. Συμμετείχαν περίπου 100 εκπαιδευτικοί, σχολικοί σύμβουλοι, τα μέλη της Επιστημονικής Ομάδας των Ερευνητικών Εργασιών (Θ. Πετρέσκου, Κ. Σχίζα, Αικ. Μπαζίγου), ο πρόεδρος του ΟΕΠΕΚ καθηγητής Γεώργιος Μπαγάκης, και ο Επιστημονικός Υπεύθυνος καθηγητής Ηλίας Μασσαγγούρας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1^{ΟΥ} ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ: Ορισμός ροπής δύναμης

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45' min

1^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Βιωματικά ερωτήματα σχετικά με την περιστροφή

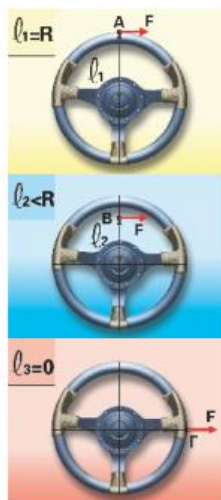
Μελετούμε τις εικόνες 3.1, 3.2 και 3.3 του βιβλίου. Τις τοποθετούμε σε ένα ppt και σε κάθε μία εικόνα χαρακτηρίζουμε τις περιστάσεις που παρουσιάζουν ως προς την **ευκολία περιστροφής** των σωμάτων.

Ενισχύουμε την περιγραφή του ppt εκτελώντας τα πειράματα βιωματικά στην τάξη ή το εργαστήριο.



Εικόνα 3.1

Προσπαθούμε να ανοίξουμε την πόρτα.



Εικόνα 3.2
Δυνάμεις σε τιμόνι



Εικόνα 3.3
Δύναμη στο πεντάλ ποδηλάτου

Συμπεράσματα:

1ο. Μια δύναμη που ασκείται αρχικά σε ένα ακίνητο σώμα μπορεί να προκαλέσει την περιστροφή του σώματος κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις.

2ο. Τα αποτελέσματα της επίδρασης μιας δύναμης σε σώμα που μπορεί να περιστρέφεται εξαρτώνται:

- από το μέτρο της δύναμης
- από την απόσταση μεταξύ του φορέα της δύναμης και ενός σημείου, το οποίο συνηθίζουμε να ονομάζουμε σημείο περιστροφής, ή ενός άξονα, ο οποίος ονομάζεται άξονας περιστροφής.

2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Εισάγουμε το μέγεθος ροπή:

Φυσική σημασία: Αναδιατύπωση του 2^{ου} συμπεράσματος

Το νέο μέγεθος που μπορεί να ερμηνεύσει τα αποτελέσματα της επίδρασης μιας δύναμης σε ένα σώμα, το οποίο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από σημείο ή άξονα, ονομάζεται **ροπή δύναμης** και έχει μέτρο ίσο με το γινόμενο του μέτρου της δύναμης επί την απόσταση του φορέα της από το σημείο ή από τον άξονα περιστροφής.

Μαθηματικός τύπος:

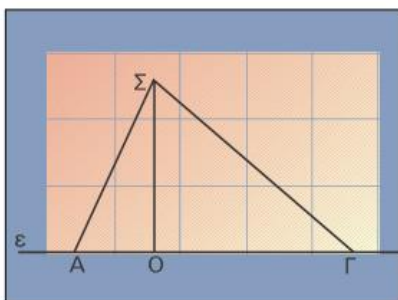
Διεθνώς η ροπή συμβολίζεται με το γράμμα **M**. Έτσι, ο τύπος της ροπής γράφεται:

$$M = F \cdot \ell \quad (3.1)$$

Η μονάδα της ροπής στο S.I. είναι το 1N·m

3^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Διερευνούμε τη σημασία της απόστασης (μοχλοβραχίονας) ℓ .

Η κάθετη στα μαθηματικά



Η κάθετη στον τύπο της ροπής:

(α) Παρατηρήστε ότι η απόσταση είναι κάθετη στη δύναμη.



(β) Παρατηρήστε την απόσταση στα παρακάτω video:

<http://physics.wfu.edu/demolabs/demos/1/1j/1J4020.html>

<http://physics.wfu.edu/demolabs/demos/1/1j/1J4015.html>

<http://physics.wfu.edu/demolabs/demos/1/1j/1J1027.htm>

(γ) Σχεδιάζουμε την κάθετη απόσταση στα σχήματα 3.1 και 3.3.

(δ) Εφαρμόζουμε την έννοια της καθέτου του τύπου της ροπής στο παρακάτω σχήμα:

3.1 Το μέτρο της ροπής της δύναμης F ως προς το σημείο O είναι:

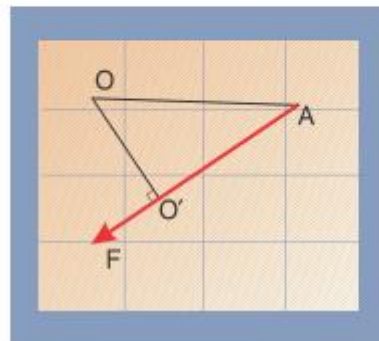
α. $M = F \cdot (OA)$

β. $M = -F \cdot (OA)$

γ. $M = F \cdot (OO')$

δ. $M = -F \cdot (OO')$

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι η σωστή;



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η επόμενη ομάδα θα λύσει τις ασκήσεις 3.2, 3.7.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2^{ΟΥ} ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ: Το θεώρημα των ροπών για ομοεπίπεδες δυνάμεις

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 min

1^Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Αξιολόγηση της προηγούμενης ενότητας

Λύση των ασκήσεων 3.2, 3.7.

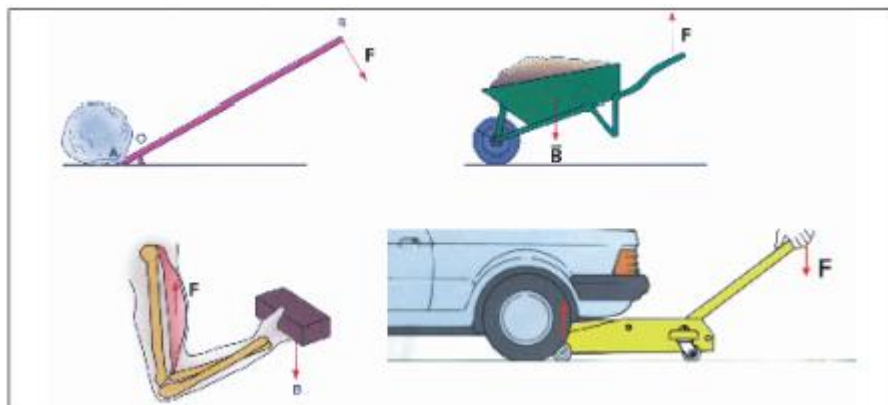
2^Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Συμβάσεις

Αν το σώμα με την επίδραση μιας δύναμης περιστρέφεται σύμφωνα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού, η ροπή της δύναμης χαρακτηρίζεται ως **αρνητική**, ενώ αν περιστρέφεται αντίθετα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού, χαρακτηρίζεται ως **θετική**.

Το πρόσημο μιας ροπής είναι μια "σύμβαση", η οποία βοηθάει στη μαθηματική μελέτη των ροπών των δυνάμεων και στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους στην καθημερινή ζωή.

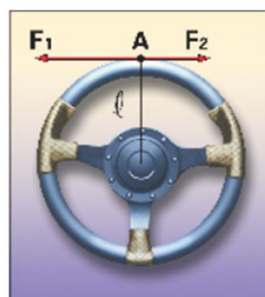
Παραδείγματα:

Να βρείτε το πρόσημο των ροπών των δυνάμεων που είναι σχεδιασμένες στα παρακάτω σχήματα.



3^Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Το θεώρημα των ροπών για ομοεπίπεδες δυνάμεις

Στο παρακάτω σχήμα: (α) να βρεθεί το πρόσημο των ροπών των F_1 και F_2 (β) να βρεθεί προς ποια φορά περιστρέφεται ο τροχός.



Θα αποδείξουμε την πρόταση (θεώρημα των ροπών):

Η συνισταμένη Μολ των ροπών M_1, M_2, M_3, \dots όλων των δυνάμεων F_1, F_2, F_3, \dots είναι ίση με τη ροπή που προκαλεί η συνισταμένη όλων των δυνάμεων.

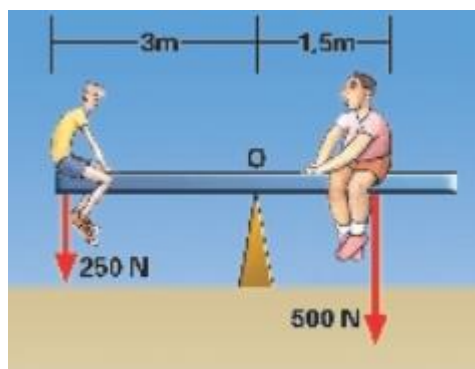
για το προηγούμενο σχήμα.

Η πρόταση εκφράζει μια ισότητα, άρα έχει δύο μέλη.

1 ^ο μέλος	2 ^ο μέλος
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ $M_{ολ} = M_1 + M_2$ ή $M_{ολ} = F_1 \cdot \ell - F_2 \cdot \ell$ ή $M_{ολ} = (F_1 - F_2) \cdot \ell.$	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ $M_{ολ} = F_{ολ} \cdot \ell$
<p>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ: Τα δύο μέλη είναι ίσα, γιατί παρατηρούμε ότι η συνισταμένη των F_1 και F_2 είναι $F_{ολ} = F_1 - F_2$</p> <p>Θεώρημα των ροπών (μαθηματικός τύπος)</p> $M_{ολ} = F_{ολ} \cdot \ell$	

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η επόμενη ομάδα θα λύσει την πιο κάτω άσκηση.



Στην παραπάνω εικόνα να υπολογιστούν:

(α) Η ροπή (και το πρόσημο) του κάθε παιδιού

(β) Η ολική ροπή

(γ) Η συνισταμένη δύναμη των βαρών των δύο παιδιών.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3^{ΟΥ} ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ: Ζεύγος δυνάμεων

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 min

1^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Αξιολόγηση της προηγούμενης ενότητας

Λύση της άσκησης

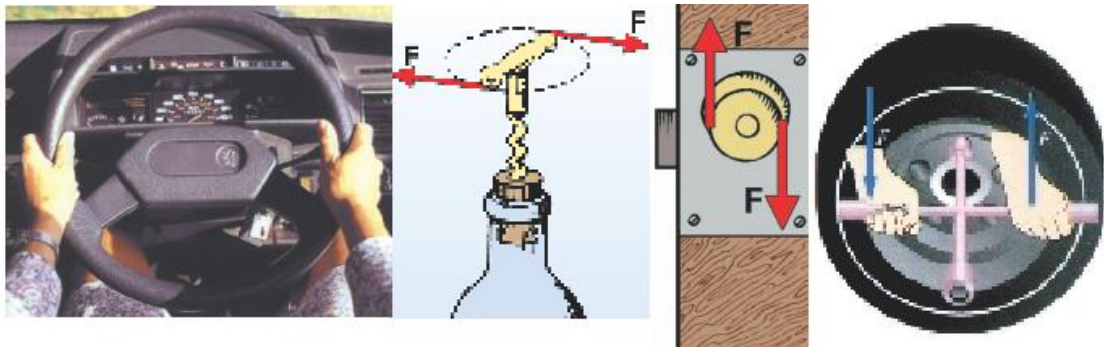
2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Αρχική προσέγγιση στο θέμα

Η ομάδα παρουσίασης του υποθέματος θέτει το ερώτημα: Μπορούν δύο αντίθετες (ίσα μέτρα και αντίθετη κατεύθυνση) δυνάμεις να περιστρέψουν ένα σώμα;

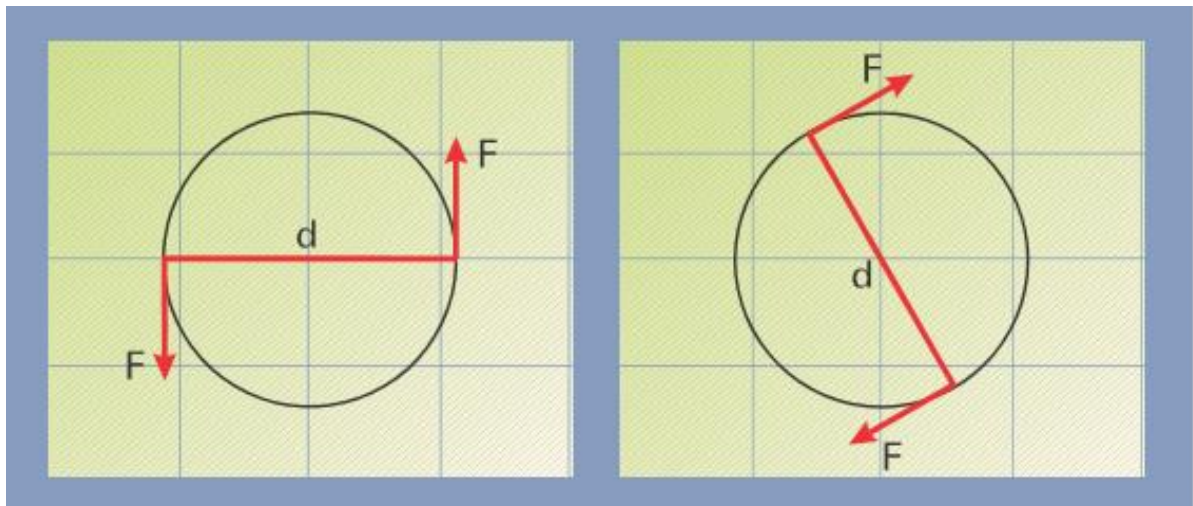
Καταγράφεται στον πίνακα το αποτέλεσμα της ψηφοφορίας.....

3^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Ζεύγος δυνάμεων

Περιγραφή των παρακάτω περιπτώσεων:



Ορισμός: Στο παρακάτω σχήμα οι δύο δυνάμεις:



- έχουν το ίδιο μέτρο
- είναι παράλληλες
- έχουν αντίθετη φορά.

Το σύστημα των δύο δυνάμεων με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την περιστροφή ενός σώματος γύρω από έναν άξονα κάθετο στο επίπεδό τους, ονομάζεται ζεύγος δυνάμεων, ██████████

Η απόσταση d των δύο παράλληλων φορέων των δυνάμεων του ζεύγους λέγεται **βραχίονας του ζεύγους**.

4^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Ροπή ζεύγους

Στο παραπάνω σχήμα:

Ορίζουμε ως ροπή ζεύγους το μέγεθος:

$$M = F \cdot d \quad (3.4)$$

Η ροπή του ζεύγους είναι διανυσματικό μέγεθος, όπως και η ροπή δύναμης, και έχει τα ίδια διανυσματικά χαρακτηριστικά με αυτήν, δηλαδή:

- Μέτρο ίσο με το γινόμενο του μέτρου F μιας εκ των δυνάμεων του ζεύγους επί το βραχίονα d του ζεύγους.
- Φορέα τον άξονα περιστροφής του σώματος.
- Φορά θετική ή αρνητική ανάλογα με τη φορά περιστροφής του σώματος με την επίδραση του ζεύγους.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η επόμενη ομάδα θα λύσει την άσκηση: 3.8

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4^{ΟΥ} ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ: Ισορροπία παράλληλων δυνάμεων

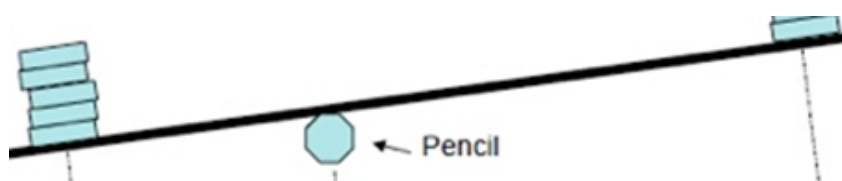
ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 min

1^Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Αξιολόγηση της προηγούμενης ενότητας

Λύση της άσκησης

2^Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Πειραματική προσέγγιση στο θέμα

Προσπαθούμε να ισορροπήσουμε τη ράβδο (χρησιμοποιούμε χάρακα), που μπορεί να περιστρέφεται στηριζόμενη στο μολύβι (αντί για βιβλία χρησιμοποιούμε κέρματα που τα έχουμε ζυγίσει ή γνωστά βάρη από το εργαστήριό μας).

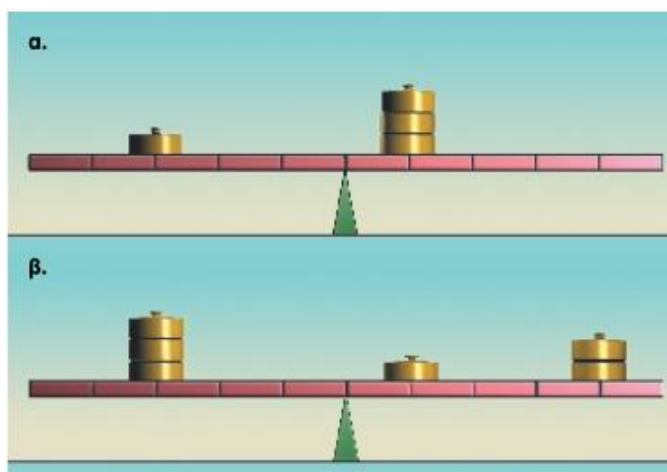


Υπολογίστε τις θετικές ροπές, υπολογίστε τις αρνητικές ροπές και υπολογίστε την ολική ροπή.

3^Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Προσέγγιση στο θέμα με τη βοήθεια λογισμικού

https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_en.html

Με τη βοήθεια του λογισμικού υλοποιείτε τις δύο παρακάτω περιστάσεις.



Υπολογίστε τις θετικές ροπές, υπολογίστε τις αρνητικές ροπές και υπολογίστε την ολική ροπή.

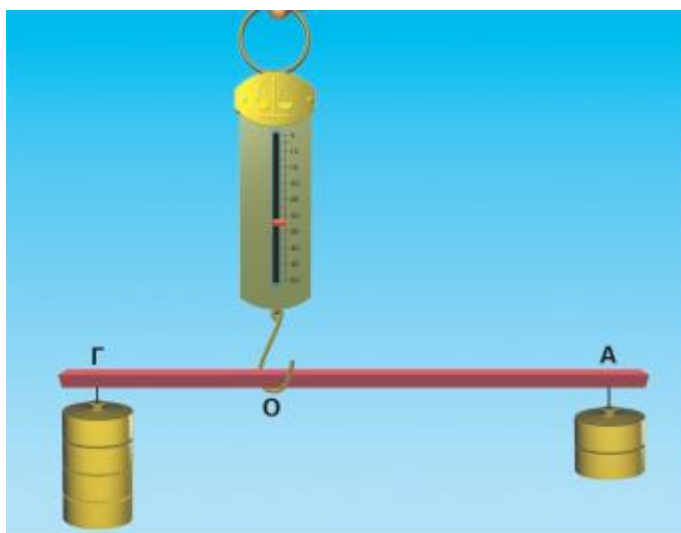
ΣΥΝΘΗΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Για να ισορροπήσει ένα σώμα με την επίδραση πολλών δυνάμεων που τείνουν να το περιστρέψουν, πρέπει το άθροισμα των ροπών των δυνάμεων που τείνουν να στρέψουν το σώμα αντίθετα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού να είναι ίσο με το άθροισμα των ροπών των δυνάμεων που τείνουν να στρέψουν το σώμα σύμφωνα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

$$\boxed{M (+) \curvearrowright = M (-) \curvearrowleft} \quad \text{ή} \quad \boxed{\Sigma M = 0} \quad (3.5)$$

3^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Εφαρμογή της συνθήκης ισορροπίας στο εργαστήριο

Θεωρούμε το βάρος της ράβδου αμελητέο. Υπολογίστε θεωρητικά το σημείο που πρέπει να στερεωθεί για να ισορροπήσει. Ποια είναι η ένδειξη του δυναμόμετρου; Εκτελέστε το πείραμα.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η επόμενη ομάδα θα λύσει τις ασκήσεις 3.13, 3.14, 3.15 και θα παρουσιάσει και το λυμένο παράδειγμα 2 της σελίδας 76.

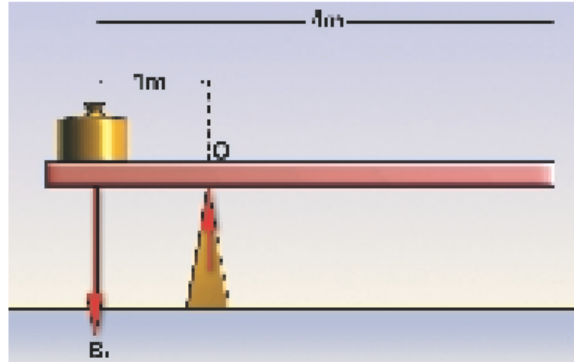
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5^{ΟΥ} ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ: Εφαρμογές (ασκήσεις) στην ισορροπία παράλληλων δυνάμεων

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 min

1^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Η άσκηση 3.13

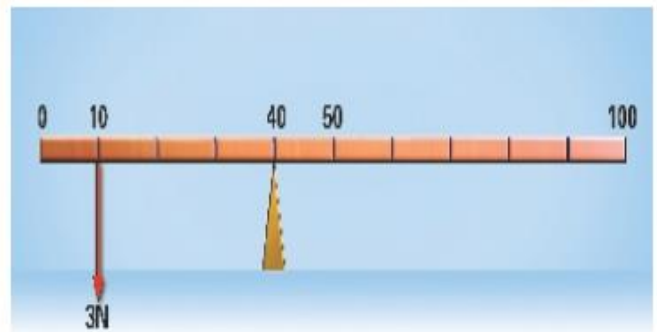
3.13 Το βάρος μιας ομογενούς δοκού είναι 100N. Με την επίδραση του βάρους B_1 ισορροπεί όπως φαίνεται στο σχήμα. Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:
α. Πόση είναι η ροπή του βάρους B_1 ;
β. Πόσο είναι το μέτρο του B_1 ;



Σχεδιάζουμε το βάρος της ράβδου στο σωστό σημείο εφαρμογής. Υπολογίζουμε τη ροπή του και εύκολα από τη συνθήκη ισορροπίας μπορούμε να υπολογίσουμε το βάρος B_1 . (Υπόδειξη: Λόγω ασάφειας στην εικόνα δίνονται το μήκος της ράβδου, 4 m, η απόσταση του B_1 από το σημείο στήριξης, 1 m).

2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Η άσκηση 3.14 (Μπορείτε με κατάλληλο τρόπο να αξιοποιήσετε και το λογισμικό του φύλλου εργασίας 4.)

3.14 Στη διπλανή εικόνα ο χάρακας έχει βάρος 10N και είναι βαθμολογημένος σε εκατοστά. Αν κρεμάσετε ένα βάρος των 3N και στηρίξετε το χάρακα όπως φαίνεται στην εικόνα, τι θα συμβεί;

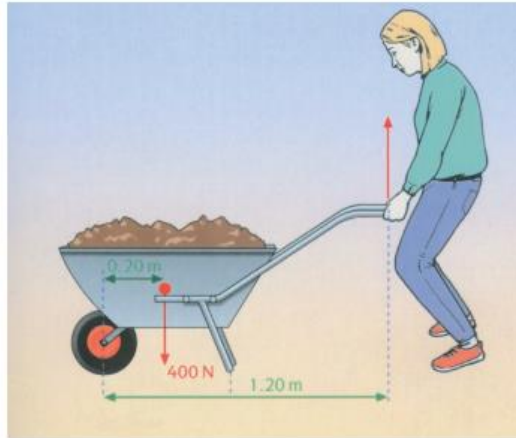


Τίθεται το ερώτημα στην τάξη: «Ο χάρακας, ο οποίος είναι ομογενής, προς ποια φορά θα κινηθεί;». Οι απαντήσεις καταγράφονται στον πίνακα. Η άσκηση να λυθεί προφορικά. Να ακολουθήσετε την ίδια πορεία με την προηγούμενη άσκηση.

3^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Η άσκηση 3.15

Να λύσετε την άσκηση ακολουθώντας την ίδια πορεία με την 3.13.

3.15 Μια κοπέλα κουβαλάει χώμα για τον κήπο της με το καροτσάκι, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Να υπολογίσετε τη δύναμη με την οποία η κοπέλα σηκώνει το καροτσάκι.

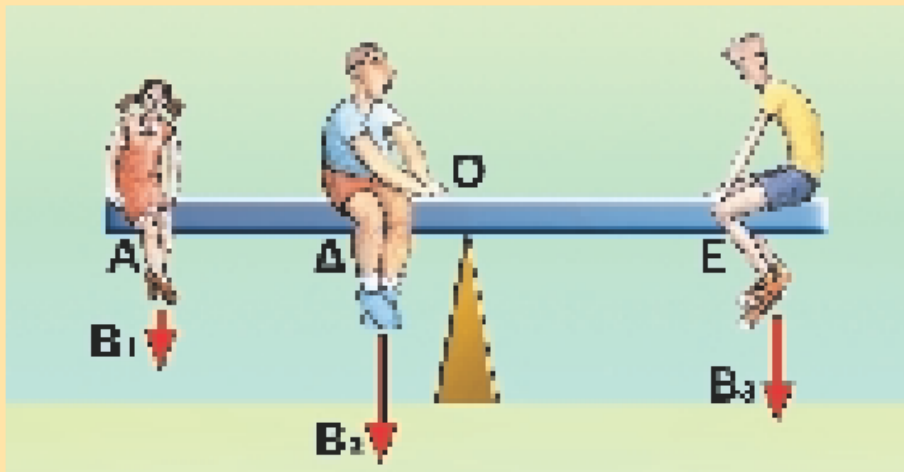


3^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Το λυμένο παράδειγμα 2 της σελίδας 76 (Μπορείτε με κατάλληλο τρόπο να αξιοποιήσετε και το λογισμικό του φύλλου εργασίας 4.)

2ο Παράδειγμα

Στην τραμπάλα, που ισορροπεί σε οριζόντια θέση, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, η Δόμνα έχει βάρος $B_1=320\text{N}$ και είναι στη θέση Α, ο Νότης έχει βάρος $B_2=540\text{N}$ και είναι στη θέση Δ, και ο Αλέξανδρος που έχει βάρος B_3 είναι στη θέση Ε. Πόσο βάρος έχει ο Αλέξανδρος;

Δίνονται $AO=l_1=3\text{m}$, $\Delta O=l_2=1\text{m}$, και $OE=l_3=3\text{m}$.



ΠΡΟΣΟΧΗ: Η τραμπάλα είναι ομογενής και το $B_1 = 360\text{ N}$. (ΟΧΙ 320 N ΠΟΥ ΑΝΑΓΡΑΦΕΤΑΙ)

Να σχεδιαστεί το βάρος της τραμπάλας στο σωστό σημείο εφαρμογής. Να υπολογιστούν οι ροπές της Δόμνας και του Νότη. Να εφαρμοστεί η συνθήκη ισορροπίας της ράβδου για να υπολογιστεί το βάρος του Αλέξανδρου.

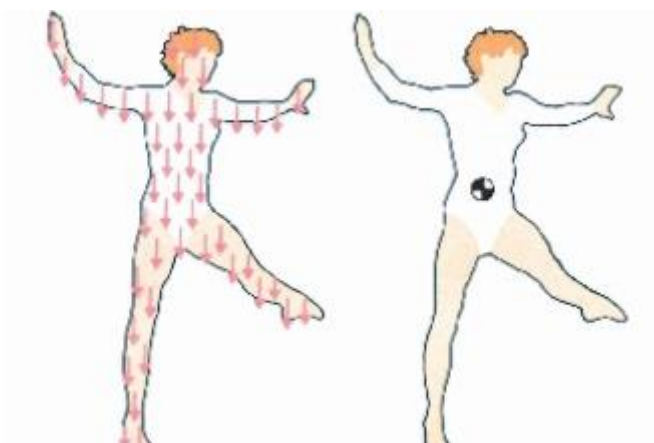
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 6^{ΟΥ} ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ: Κέντρο βάρους και ισορροπία σώματος

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 min

1^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Ορισμός του κέντρου βάρους

Οι μαθητές που παρουσιάζουν το υποθέμα θα διαβάσουν 2-3 φορές τον ορισμό του κέντρου βάρους και θα σχολιάσουν τα σημαντικά σημεία του κειμένου επεξηγώντας ταυτόχρονα και τις φωτογραφίες.



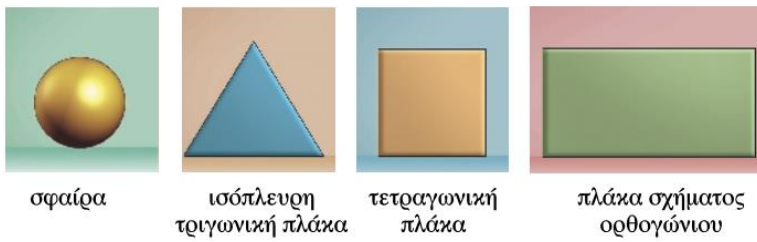
Κάθε στερεό σώμα αποτελείται από στοιχειώδη σωματίδια. Καθένα από αυτά έχει μάζα και δέχεται μια ελκτική δύναμη από τη Γη. Η δύναμη αυτή ονομάζεται **βάρος** και θεωρούμε ότι έχει κατακόρυφη διεύθυνση.

Η συνισταμένη όλων αυτών των στοιχειωδών βαρών περνά από ένα χαρακτηριστικό σημείο, που ονομάζεται **κέντρο βάρους** του σώματος.

Το πλεονέκτημα αυτού του σημείου είναι ότι, ακόμη και αν στραφεί το σώμα, χωρίς όμως να αλλάξει το σχήμα του, το σημείο αυτό παραμένει το ίδιο.

2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Κέντρο βάρους (Κ.Β) ομογενών σωμάτων

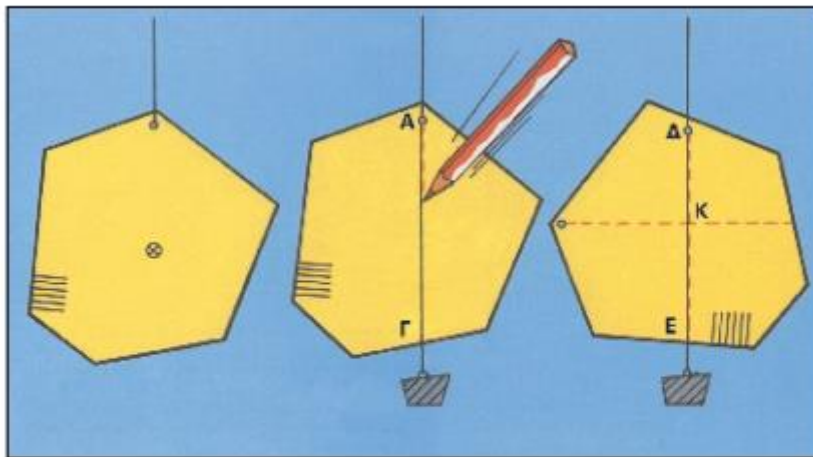
Βρείτε το κέντρο βάρους των παρακάτω ομογενών σωμάτων:



Το Κ.Β. των ομογενών σωμάτων είναι το κέντρο συμμετρίας του σώματος.

2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Κέντρο βάρους (Κ.Β) σωμάτων που έχουν δύο διαστάσεις

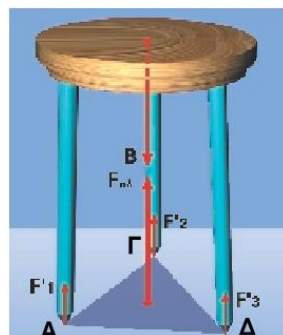
Με τη βοήθεια ενός χαρτονιού εκτελέστε το παρακάτω πείραμα και διατυπώστε τα συμπεράσματά σας (Μέθοδος της διπλής ανάρτησης).



Εικόνα 3.15
Πρακτικός προσδιορισμός
κέντρου βάρους

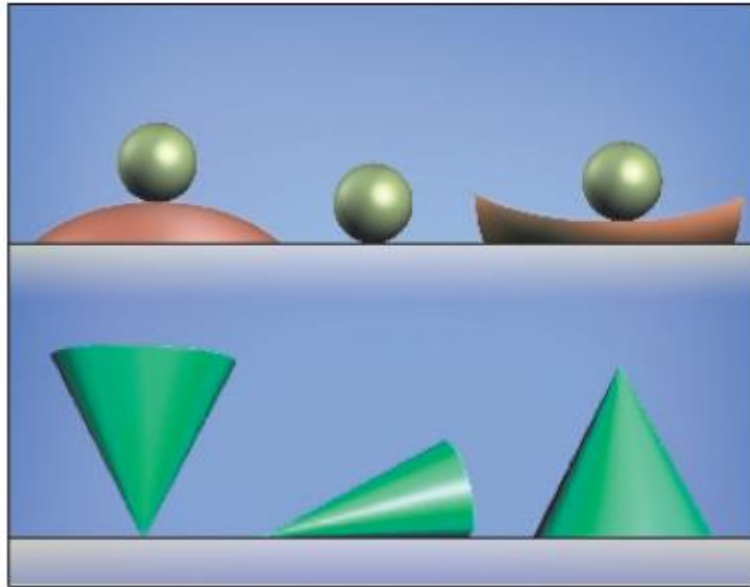
3^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Είδη ισορροπίας

Να συζητηθεί στην τάξη το παρακάτω συμπέρασμα και να γίνει πειραματική επιβεβαίωσή του.



Στερεό σώμα, το οποίο στηρίζεται πάνω σε ένα λείο και οριζόντιο επίπεδο, ισορροπεί, όταν η κατακόρυφος που περνά από το κέντρο βάρους του σώματος τέμνει τη βάση στήοιξής του.

Να συζητηθούν στην τάξη οι παρακάτω περιπτώσεις ισορροπίας και να γίνει πειραματική επιβεβαίωσή τους.



Εικόνα 3.19
Διάφορες περιπτώσεις ισορροπίας σφαίρας και κώνου.

Στην πρώτη περίπτωση η σφαίρα ή ο κώνος ισορροπούν στο οριζόντιο επίπεδο με **ελάχιστα σημεία επαφής**. Αν η σφαίρα ή ο κώνος απομακρυνθούν ελάχιστα από τη θέση ισορροπίας, δεν ξαναγυρίζουν στην αρχική θέση τους. Σ' αυτή την περίπτωση η ισορροπία των σωμάτων ονομάζεται **ασταθής**.

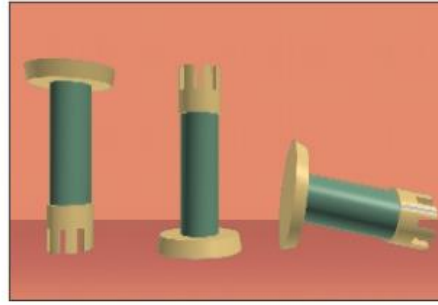
Στη δεύτερη περίπτωση, αν η σφαίρα ή ο κώνος εκτραπούν από τη θέση της αρχικής ισορροπίας τους, ισορροπούν σε μια νέα θέση. Σ' αυτή την περίπτωση η ισορροπία των σωμάτων ονομάζεται **ουδέτερη ή αδιάφορη**.

Τέλος, στην τρίτη περίπτωση, αν η σφαίρα ή ο κώνος απομακρυνθούν λίγο από τη θέση ισορροπίας, ξαναγυρίζουν στην αρχική θέση τους. Σ' αυτή την περίπτωση η ισορροπία των σωμάτων ονομάζεται **ευσταθής**.

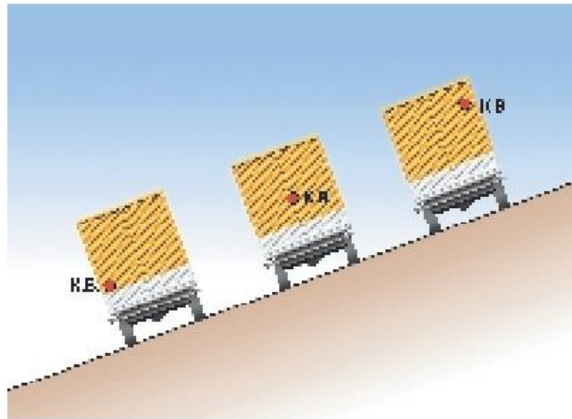
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

3.4 Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι τρεις θέσεις ενός πύργου από σκάκι. Σημειώστε σε ποια θέση ο πύργος έχει:

- α. Αδιάφορη ισορροπία
 - β. Ευσταθή ισορροπία
 - γ. Ασταθή ισορροπία.
- Αιτιολογήστε τις επιλογές σας.



3.9 Τρία φορτηγά αυτοκίνητα έχουν παρκάρει σε έναν ανηφορικό δρόμο. Το κέντρο βάρους των αυτοκινήτων έχει σημειωθεί στις εικόνες. Θα ανατραπεί κάποιο από τα αυτοκίνητα και ποιο/α θα είναι αυτό/α;

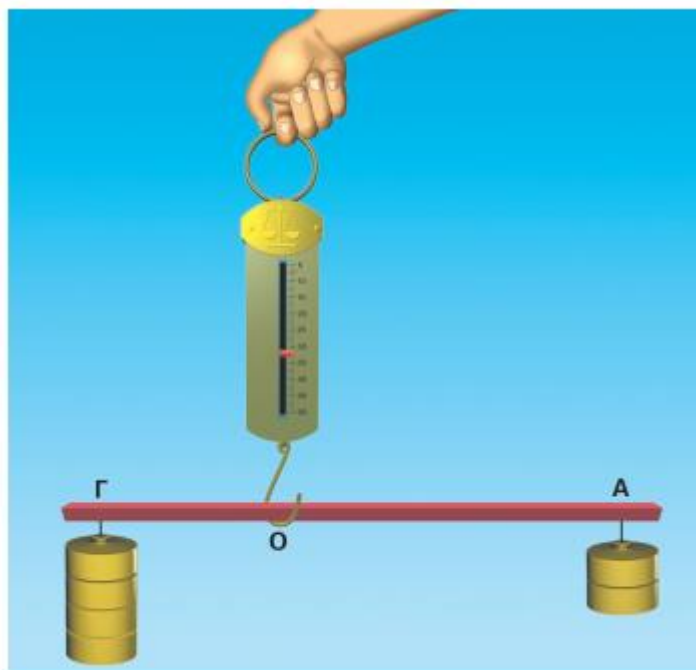


ΤΕΛΙΚΟ ΤΕΧΝΗΜΑ

Το τελικό τέχνημα περιλαμβάνει τρεις δραστηριότητες .

1^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Γραφικός προσδιορισμός του σημείου εφαρμογής της συνισταμένης δύο (2) παράλληλων δυνάμεων

Όλες οι ομάδες υλοποιούν με τη βοήθεια υλικών του εργαστηρίου το παρακάτω σχήμα με διαφορετικά βάρη.



Το σημείο στήριξης για να ισορροπεί η ράβδος βρίσκεται σε περιβάλλον μολύβι-χαρτί (γραφικός τρόπος) με την εξής μέθοδο:

1. Σχεδιάζονται υπό κλίμακα η ράβδος και τα βαράκια (θα σχεδιαστούν υπό κλίμακα δύο δυνάμεις).

2.

Γραφική μέθοδος για να εντοπίσουμε το σημείο εφαρμογής της συνισταμένης παράλληλων δυνάμεων (ομόροπων ή αντίροπων):

- Προεκτείνουμε τη μικρότερη δύναμη, ώστε να γίνει ίση με τη μεγαλύτερη.
- Με αντίθετη φορά από αυτήν της μεγαλύτερης δύναμης φέρνουμε ένα τμήμα ίσο με τη μικρότερη δύναμη.
- Η ευθεία που ενώνει τα άκρα των τμημάτων που κατασκευάσαμε τέμνει τη ράβδο σε ένα σημείο O , που είναι και το ζητούμενο.

2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Θα κατασκευαστεί η παρακάτω σύνθεση.



ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ:

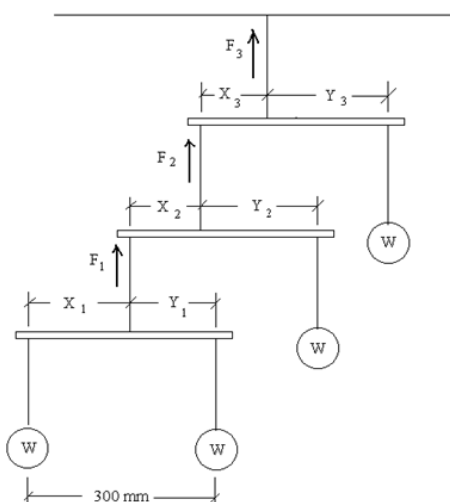
Τρεις (3) ελαφριές ξύλινες όμοιες ράβδοι μήκους 40 cm.

Μικρές σιδερένιες ροδέλες που υπάρχουν στα εργαστήρια φυσικής (μπορεί να απαιτηθεί να τοποθετηθούν 2-3 μαζί σε κάθε θέση).

Κλωστή για την στήριξη των σιδερένιων ροδελών.

Καρφίτσες για να τοποθετηθούν (καρφωθούν) 5 cm από το κάθε άκρο των ξύλινων ράβδων.

Ο υπολογισμός των σημείων στήριξης θα γίνει αλγεβρικά σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα (το βάρος των ράβδων να μην ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς των σημείων στήριξης):



3^Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Θα κατασκευαστεί η παρακάτω σύνθεση.



Η παραπάνω κατασκευή αποδεικνύει ότι το Κ.Β. ενός σώματος μπορεί να είναι **εκτός** του σώματος.

[Για να γίνει αντιληπτό, θεωρήστε το σύστημα εκτός της οδοντογλυφίδας. Πού θεωρείτε ότι είναι το Κ.Β. του εναπομείναντος συστήματος;]

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΜΑΔΑΣ: _____

ΤΙΤΛΟΣ ΥΠΟΘΕΜΑΤΟΣ: _____

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ:						
ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	➔	1 ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ (<40%)	2 ΑΠΟΔΕΚΤΗ (40%-60%)	3 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ (60%-80%)	4 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ (80%-100%)	Μ.Ο %
⏴	ΑΞΙΟΛΟΓΟΥΜΕΝΑ ΠΕΔΙΑ					
Εισαγωγή στο θέμα και συνοπτική επανάληψη στο τέλος (5% + 5%)						
Κατοχή της Θεωρίας (20%)						
Διαδικασία ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ (40%)	Μορφή ppt (10%)					
	Παρουσίαση ppt (15%)					
	Αξιοποίηση άλλων μέσων διδασκαλίας εκτός ppt (πειράματα-πίνακας) (5%)					
	Συνεργασία ομάδας (10%)					
Αλληλεπίδραση με την τάξη (20%)						
Γλώσσα παρουσίασης (10%)						
ΣΥΝΟΛΟ						

Ρουμπρίκα αυτοαξιολόγησης της ομάδας για την συμμετοχή στην πειραματική διαδικασία

Κριτήρια	Εξαιρετική Επίδοση	Μέτρια Επίδοση	Χαμηλή Επίδοση	Βαθμοί
	3	2	1	
Τήρηση κανόνων συνεργασίας	Τα μέλη της ομάδας που συνεργάστηκαν ήταν σε ποσοστό άνω του 80%	Τα μέλη της ομάδας που συνεργάστηκαν ήταν σε ποσοστό 50%- 80%	Τα μέλη της ομάδας που συνεργάστηκαν ήταν σε ποσοστό λιγότερο από 50%	
Ολοκλήρωση διαδικασίας	Η ομάδα διεξήγαγε τη διαδικασία που της ανατέθηκε σε ποσοστό άνω του 80%	Η ομάδα διεξήγαγε τη διαδικασία που της ανατέθηκε σε ποσοστό 50-80%	Η ομάδα τη διαδικασία που της ανατέθηκε σε ποσοστό κάτω από 50%	
Υπευθυνότητα αυτονομία στη διάρκεια της διαδικασίας	Τα μέλη της ομάδας εκτέλεσαν τα καθήκοντα τους με 2-3 παρεμβάσεις από τον διδάσκοντα	Τα μέλη της ομάδας εκτέλεσαν τα καθήκοντα τους με 3-5 παρεμβάσεις από τον διδάσκοντα	Τα μέλη της ομάδας εκτέλεσαν τα καθήκοντα τους με πάνω από 5 παρεμβάσεις από τον διδάσκοντα	
Χρονική συνέπεια	Τα μέλη της ομάδας πραγματοποίησαν όλες τις εργασίες χωρίς καθυστέρηση	Τα μέλη της ομάδας πραγματοποίησαν όλες τις εργασίες με μικρή καθυστέρηση	Τα μέλη της ομάδας πραγματοποίησαν όλες τις εργασίες με καθυστέρηση	
Παροχή Βοήθειας	Οι μαθητές βοήθησαν ο ένας τον άλλον όπου αυτό χρειάστηκε	Οι μαθητές βοήθησαν ο ένας τον άλλον σε ορισμένες περιπτώσεις	Οι μαθητές δεν βοήθησαν ο ένας τον άλλον καθόλου	
Επίλυση Συγκρούσεων	Οι μαθητές δε διαπληκτίστηκαν μεταξύ τους	Οι μαθητές διαπληκτίστηκαν μεταξύ τους 1-2 φορές	Οι μαθητές διαπληκτίστηκαν μεταξύ τους πάνω από 3 φορές	
Τελική Βαθμολογία Δραστηριότητας				

B. Εργασία στα μαθήματα: «**Ζώνη Δημιουργικών δραστηριοτήτων**» ή/και «**Σχολικός Επαγγελματικός Προσανατολισμός (ΣΕΠ) - Ασφάλεια και Υγεία στο χώρο της εργασίας**». Σύμφωνα με το ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 56/19.05.2016 για την αξιολόγηση στα ΕΠΑΛ ισχύουν τα εξής: (α) Στο πλαίσιο του μαθήματος «**Ζώνη Δημιουργικών δραστηριοτήτων**» στην αρχή κάθε σχολικού έτους οι εκπαιδευτικοί στους οποίους έχει ανατεθεί η εφαρμογή της Ζ.Δ.Δ. ενημερώνουν τον Σύλλογο Διδασκόντων για τη θεματική περιοχή/ τις θεματικές περιοχές όπου επιθυμούν να υλοποιήσουν δραστηριότητες και συγκροτούνται οι ομάδες με βάση τα ενδιαφέροντα των μαθητών και μαθητριών. (β) Στο πλαίσιο του μαθήματος «**Σχολικός Επαγγελματικός Προσανατολισμός (ΣΕΠ) - Ασφάλεια και Υγεία στο χώρο της εργασίας**» στο Β' Τετράμηνο ο διδάσκων έχει την δυνατότητα να επιλέξει σε συνεργασία με τους μαθητές μία (1) εργασία. Ο μαθητής θα την εκπονή στο σπίτι. Η εργασία θα είναι ατομική, γραπτή, έκτασης 5-6 σελίδων (2.500-3.000 λέξεων). Θα έχει θέμα σχετικό με τον ΣΕΠ ή με τη σύνδεση του Περιβάλλοντος εργασίας με την Ασφάλεια και Υγιεινή.

Στις οδηγίες διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής Α' Λυκείου στην παράγραφο 5.5 αναφέρεται: «Να συζητηθεί περιληπτικά στην τάξη. Οι μαθητές να γράψουν προαιρετικά μία μικρή εργασία (περίπου 300 λέξεις) σχετική με τμήμα του περιεχομένου της. Η συγγραφή της εργασίας να έχει μόνο θετική συνεισφορά στην αξιολόγηση των μαθητών».

Το θέμα της παραγράφου είναι: «**Ανθρώπινος οργανισμός: η σχεδόν τέλεια μηχανή**» και οι πληροφορίες που αναγράφονται προσφέρονται για εργασία στα μαθήματα «**Ζώνη Δημιουργικών δραστηριοτήτων**» ή/και «**Σχολικός Επαγγελματικός Προσανατολισμός (ΣΕΠ) - Ασφάλεια και Υγεία στο χώρο της εργασίας**» ενισχύοντας έτσι την συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων, όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή του παρόντος οδηγού.

Έτσι, το θέμα «**Ανθρώπινος οργανισμός: η σχεδόν τέλεια μηχανή**» είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί με εκπόνηση εργασίας τόσο στο μάθημα «**Ζώνη Δημιουργικών δραστηριοτήτων**» όσο και στο μάθημα «**Σχολικός Επαγγελματικός Προσανατολισμός (ΣΕΠ) - Ασφάλεια και Υγεία στο χώρο της εργασίας**».

(α) Ιδέες σχετικές με τον ΣΕΠ ή/και την Ζώνη Δημιουργικών δραστηριοτήτων

- (i) Το επάγγελμα του Διαιτολόγου
- (ii) Τεχνητά όργανα και 'ανταλλακτικά' μελών ανθρωπίνου σώματος
- (iii) Επαυξημένη πραγματικότητα
- (iv) Ανθρώπινο σώμα και αθλητισμός
- (v) Η 'γλώσσα' του σώματος στην εργασία

(β) Ιδέες σχετικές με τη Ασφάλεια και Υγεία στο χώρο της εργασίας ή/και την Ζώνη Δημιουργικών δραστηριοτήτων

- (i) Ασφαλή και υγιεινά τρόφιμα
- (ii) Υγιεινή και ασφάλεια σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία

- (iii) Θερμική καταπόνηση εργαζομένων
- (iv) Υγιεινή και ασφάλεια: Μόλυβδος και παιδιά
- (v) Εργονομία εργασιακών θέσεων σε χώρους γραφείων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βλάχος, Ι., Κόκκοτας, Π., Παλίλης, Β., Πολυζώης, Γ. (2000). Πολλαπλές Αναπαραστάσεις ΠΟΛΛΑΠΛΑΝ, Πανελλήνιο Συνέδριο «Πληροφορική και Εκπαίδευση», Θεσσαλονίκη, 11-12 Νοεμβρίου 2000, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.

Cedefop, (2016). *Επαγγελματική Ανάπτυξη για Εκπαιδευτικούς και Εκπαιδευτές στον Τομέα της ΕΕΚ*. Ενημερωτικό Σημείωμα, Ιούνιος 2016, ISSN 1831-2462.

Edutopia Team, (2013). Knowledge in Action Research Helping to Make the Case for Rigorous Project-Based Learning. Retrieved from <https://www.edutopia.org/knowledge-in-action-PBL-research> 10/08/2017.

ΙΕΠ (2017). *Διερεύνηση Διδακτικών Πρακτικών για μια Πολυεπίπεδη και Διαφοροποιημένη Προσέγγιση της Ανάγνωσης στα ΕΠΑ.Λ*. Ανάκτηθηκε από <http://www.iep.edu.gr/el/component/k2/247-polyepipedi-proseggisi-epal> στις 10/08/2017.

Holton, G., & Stephen, G. Brush (1985) *Introduction to Concepts and Theories in Physical Science*. Μετάφραση, Ηλίας Μαρκολέφας. Επιμέλεια, Αριστείδης Μπαλτάς. Ε.Μ.Π. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ 2002.

Honey, M., Pearson, G., Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. National Academy of Sciences.

Κατσαρού, Ε., & Τσάφος, Β. (2003). *Από την Έρευνα στη Διδασκαλία*. Αθήνα: Εκδόσεις Σαββάλα.

Lemke, J. L. (1993). Discourse, dynamics, and social change. *Cultural dynamics*, 6(1-2), 243-275.

Miltiadis Tsigris & P.G. Michaelides (2010). A Proposal for an Experimental Approach of Vectors M. Kalogiannakis, D. Stavrou & P. Michaelidis (Eds.) *Proceedings of the 7th International Conference on Hands-on Science*. 25-31 July 2010, Rethymno-Crete, pp. 447 – 449

NCSE (National Center for Science Education) (2017). Definitions of Fact, Theory, and Law in Scientific Work. Retrieved from <https://ncse.com/library-resource/definitions-fact-theory-law-scientific-work>. 10/08/2017.

NRC (National Research Council). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academy of Sciences.

Toulmin, S. (1969). *The Uses of Argument*, Cambridge, England: Cambridge University Press.

Χατζή, Β., Μ. (2010). *Γραμματισμός και Φυσικές Επιστήμες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή. Αθήνα 2010.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ – MULTIPLE EXTERNAL REPRESENTATION (MER)

Η ίδια η φύση της Φυσικής² είναι αναπαραστατική, όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, έτσι αποκτά μεγάλο διδακτικό ενδιαφέρον οι εμπλοκή των μαθητών με αναπαραστάσεις της επιστήμης.

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ			
ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ			
(Gilbert, 2008).			
	ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΕΣ (3D)	ΔΥΣΔΙΑΣΤΑΤΕΣ (2D)	ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΕΣ (1D)
ΜΑΚΡΟ - ΕΠΙΠΕΔΟ	Εμπειρική πρόσληψη του Φυσικού κόσμου	Εμπειρική πρόσληψη του Φυσικού κόσμου	
ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟ - ΕΠΙΠΕΔΟ	Κινήσεις (Χειρονομίες), Συγκεκριμένες αναπαραστάσεις	Φωτογραφίες, Εικονικές αναπαραστάσεις, Διαγράμματα, Γραφήματα, Δεδομένα, Διανύσματα	
ΣΥΜΒΟΛΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ			Σύμβολα, Εξισώσεις

1. ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ (MER)

Οι πολλαπλές εξωτερικές αναπαραστάσεις που εμπλέκονται οι μαθητές μπορεί να καταταγούν (Πολυζώης, 2002) σε:

1. Λεκτική, η οποία δίνει μια περιγραφή με κείμενο.
2. Φορμαλιστική, η οποία περιγράφεται με ένα μαθηματικό τύπο.
3. Αναπαράσταση μέσω πινάκων με δυο τρόπους εισόδου δεδομένων: α) από το μαθητή, β) από κάποιο αλγόριθμο (ρουτίνα) που τον ενεργοποιεί ο μαθητής, ο οποίος και προσδιορίζει την αρχική τιμή και το βηματισμό.
4. Αναπαραστάσεις που προέρχονται από δράση πάνω σε αναπαραστάσεις, όπως γραφική αναπαράσταση δεδομένων ενός πίνακα, κλίση καμπύλης, εμβαδόν

² Στο σημείο αυτό δεν μπαίνουμε στη συζήτηση για την «Φύση της Επιστήμης- Nature of Science», χρησιμοποιούμε τη έκφραση με το τρέχον νόμά της και όχι με την αντίστοιχη παιδαγωγικό-διδακτική αξιοποίησή της από τη βιβλιογραφία.

υπό την καμπύλη. Αναπαραστάσεις μεγάλου όγκου δεδομένων μέσα από δράσεις ομαδοποίησης, π.χ. ιστογράμματα, «πίττες», 2D, 3D κ.ά.

5. Αναπαράσταση στιγμιότυπων που δείχνουν την εξέλιξη μιας αρχικής αναπαράστασης (φαινόμενο).
6. Αναπαράσταση που προσεγγίζει το ρεαλισμό, π.χ. φωτογραφίες ή βιντεοσκόπηση φαινομένων.
7. Αναπαράσταση με χρήση συμβόλων και κλίμακας, π.χ. γεωγραφικοί χάρτες, διανύσματα για μεγέθη όπως δύναμη κ.τ.λ.
8. Αναπαράσταση με ήχους που η χρονοεξέλιξη διαφόρων μεγεθών συνοδεύεται με τη κατάλληλη διαδοχή ήχων που διαφοροποιούνται στην ένταση ή τη συχνότητα.

2. MER ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ (VISUAL LITERACY- VL)

Τα οφέλη των MER όμως, εξαρτώνται ισχυρά από το οπτικό εγγραμματισμό (visual literacy - VL) των μαθητών, δηλαδή, από τη δυνατότητά τους να προσδιορίσουν και να καταλάβουν όλες τις πληροφορίες που μεταβιβάζονται με στατικές ή δυναμικές εικόνες. Δυσκολίες στην ανάγνωση των MER έχουν καταγραφεί από την βιβλιογραφία (Gilbert, Reiner, & Nakhleh, 2008). Μερικές δυσκολίες σχετίζονται με την ασάφεια των MER, άλλες σχετίζονται με το γεγονός ότι οι MER εμφανίζονται παραπλανητικές, συνήθως όμως καταγράφονται δυσκολίες που αφορούν στην επιβάρυνση των MER με υπερβολικό αριθμό πληροφοριών.

3. ΕΝΑ ΕΙΔΙΚΟ ΘΕΜΑ

Ο **μικροσκοπικός κόσμος** δεν συνδέεται με την καθημερινή εμπειρία και οι Πολλαπλές Εξωτερικές Αναπαραστάσεις (MER) είναι ο μόνος τρόπος να υπερνικηθεί αυτό το εμπόδιο. Η βιβλιογραφία σαφώς δείχνει ότι πολλές παρανοήσεις των μαθητών στις Φ.Ε προέρχονται από την αδυναμία τους να κατανοήσουν δομές και διαδικασίες σε μικροσκοπικό επίπεδο. Η προσπάθεια για οπτικοποίηση του μικρόκοσμου παρουσιάζει συχνά διάφορες αδυναμίες, μερικές προφανείς, άλλες λιγότερο προφανείς, που αναδύονται από την εκπαιδευτική έρευνα κατά τη μελέτη της απόδοσης των υποκειμένων (μαθητών) σε συνεντεύξεις ή ερωτηματολόγια. Animation, Video και Προσομιώσεις, μπορούν να απεικονίσουν το δυναμικό μικρόκοσμο αποτελεσματικότερα από τις στατικές εικόνες και τις λέξεις, επειδή οι μαθητές διαθέτουν λιγότερο γνωστικό φορτίο για την οικειοποίηση τους, μίας και το περιεχόμενο, με τη αξιοποίηση τους, παρουσιάζεται με «διανοητικά ζωντανό τρόπο» ('mentally animate'). Εντούτοις, Animation, Video και Προσομιώσεις είναι αποτελεσματικές μόνο εάν παρουσιάζονται με τρόπο που λαμβάνει υπόψη τους περιορισμούς επεξεργασίας της λειτουργικής μνήμης.

Η αποτελεσματικότητα των Animation, Video και Προσομιώσεων στο θεματικό πεδίο του μικροσκοπικού επιπέδου των Φ.Ε, όπου η κατανόηση και η μάθηση εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από την οικειοποίηση κύριων ζητημάτων της μικροσκοπικής περιγραφής, μπορεί να εξεταστεί στο γενικότερο ερευνητικό πλαίσιο που προσφέρουν οι λεγόμενες Πολλαπλές Εξωτερικές Αναπαραστάσεις (MER).

4. ΨΗΦΙΑΚΕΣ MER

Μεγάλο ενδιαφέρον, για την διδακτική πρακτική παρουσιάζουν τα εργαλεία δράσης πάνω στις αναπαραστάσεις (Πολυζώης, 2002).

Ψηφιακά εργαλεία δράσης πάνω στις αναπαραστάσεις:

1. Zoom in/out με ανάλογη μεταβολή της ακρίβειας της αναπαράστασης.
2. Χρονοεξέλιξη μιας αρχικής αναπαράστασης.
3. Εξειδικευμένα εργαλεία: υπολογισμός κλίσης, πρόβλεψης τιμών μεγεθών στο χρόνο, υπολογισμός εμβαδών, κριτήρια επιλογής για ομαδοποίηση και αναπαράσταση στατιστικών διαδικασιών.

5. ΤΡΕΙΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ

Τρεις σημαντικές ιδέες για τις MER. **Αρχικά** η λεκτική αφήγηση (verbal narration) που συνδυάζεται με οπτική αναπαράσταση, είναι χρήσιμη στην μάθηση του περιεχομένου. Οι Mayer, & Anderson (1991) υιοθέτησαν (dual coding theory) ότι οι ακουστικές και οπτικές αναπαραστάσεις επεξεργάζονται σε διαφορετικά κέντρα στον εγκέφαλο και επομένως οι πληροφορίες που μεταφέρουν δρουν συμπληρωματικά παρά ανταγωνιστικά.

Δεύτερον, MER που επιδιώκουν την αξιοποίηση του ίδιου εγκεφαλικού καναλιού, όπως ο οπτικός τρόπος εισαγωγής, δυσκολεύουν την μάθηση λόγω γνωστικού φόρτου επεξεργασίας. Ένα παράδειγμα αποτελεί η χρήση βίντεο και animation ταυτόχρονα.

Τρίτον, άσχετες λεπτομέρειες εμποδίζουν την ορθή επεξεργασία πληροφοριών επειδή αναγκάζουν το υποκείμενο να ενεργοποιήσει ακατάλληλες εσωτερικές αναπαραστάσεις.

Οι Ainsworth et. al (2008) επεσήμαναν ότι η μάθηση με τη βοήθεια των MER περιλαμβάνει εκτός των άλλων και τη **δυνατότητα της μετάφρασης** των πληροφοριών από τη μια μορφή των αναπαραστάσεων στην άλλη.

6. MER ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Οι MER μπορεί να αξιοποιηθούν για αξιολόγηση μαθητών. Τέτοιου είδους αξιολόγηση παρέχει ένα ευρύ φάσμα διαγνωστικών πληροφοριών για την κατανόηση, την απόδοση νοήματος και τη μάθηση των εννοιών και των μοντέλων του φυσικού κόσμου. Επομένως, μας πληροφορεί τόσο για τις παρανοήσεις των μαθητών όσο και για την απαιτούμενη ανάλυση των παρατηρούμενων ανακρίβειών. Η ανάλυση των αναπαραστάσεων των μαθητών φέρνει στη επιφάνεια σοβαρές παρερμηνείες, οι οποίες αν συζητούνται /εξετάζονται άμεσα και ενόσω οι αναπαραστάσεις είναι ακόμα υπό εξέλιξη και διαμόρφωση, είναι δυνατόν να αποτρέπονται, κατά το δυνατό, μονιμότερες ασάφειες.

7. ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ MER

Και οι αναλογίες είναι μια μορφή αναπαράστασης (Glynn,2008). Η χρήση των αναλογιών μπορεί να είναι δυσνόητη, προ πάντων όταν η αναλογία αναφέρεται σε ένα αντικείμενο του μικροσκοπικού κόσμου. Αν ένα αντικείμενο μπορεί να απεικονιστεί μέσω μιας αναπα-

ράστασης (ακόμα κι αν ανήκει στο μικρόκοσμο), δεν υπάρχει καμία ανάγκη για καταφυγή σε αναλογίες.

Η κατάσταση μπορεί να είναι διαφορετική για τις έννοιες. Ορισμένες έννοιες αισθητοποιούνται με την αξιοποίηση αναλογιών. Έτσι το πρόβλημα, στη περίπτωση των εννοιών, ανάγεται στην επιλογή της κατάλληλης αναλογίας τόσο στο επίπεδο της αποτελεσματικότητας όσο και στο επίπεδο της επιθυμητής της εννοιολογικής αυστηρότητας.

Παράδειγμα αξιοποίησης αναλογιών στις έννοιες και όχι στα αντικείμενα αποτελεί η έννοια της κβάντωσης. Η κοινή αναπαράσταση μιας σκάλας αποτελεί παράδειγμα αξιοποίησης αναλογίας από την καθημερινή ζωή σε μικροσκοπικό επίπεδο και μάλιστα με ικανοποιητικό επίπεδο αυστηρότητας. Αυτή η αναλογία αναφέρεται απλώς στην έννοια κβάντωσης, χωρίς το παραμικρό υπονοούμενο σύγκρισης μεταξύ των αντικειμένων (π.χ ηλεκτρονίων) του μικροσκοπικού και αντικειμένων του μακροσκοπικού κόσμου.

[ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ](#)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ainsworth, S. (2008). The educational value of multiple representations when learning complex scientific concepts. In J. K. Gilbert & M. Reiner & M. Nakhlel (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 191-208). New York: Springer.

Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of educational psychology*, 83(4), 484.

Gilbert, K., J., Reiner, M., Nakhleh, M. (2008) *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Springer

Gilbert, J. K. (2008). Visualization: An emergent field of practice and enquiry in science education. *Visualization: Theory and practice in science education*, 3-24.

Glynn, S. M. (2008). Making science concepts meaningful to students: Teaching with analogies. In S. Mikelskis-Seifert, U. Ringelband, & M. Brückmann (Eds.), *Four decades of research in science education: From curriculum development to quality improvement* (pp. 113-125). Münster, Germany: Waxmann

Πολυζώης, Γ. (2002). Επίλυση προβλήματος στην Κινηματική με χρήση Η/Υ, *Πρακτικά 1^{ου} Συνέδριου ΕΔΙΦΕ: Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην κοινωνία της Πληροφορίας*, Αθήνα, 18-21 Απριλίου 2002.