

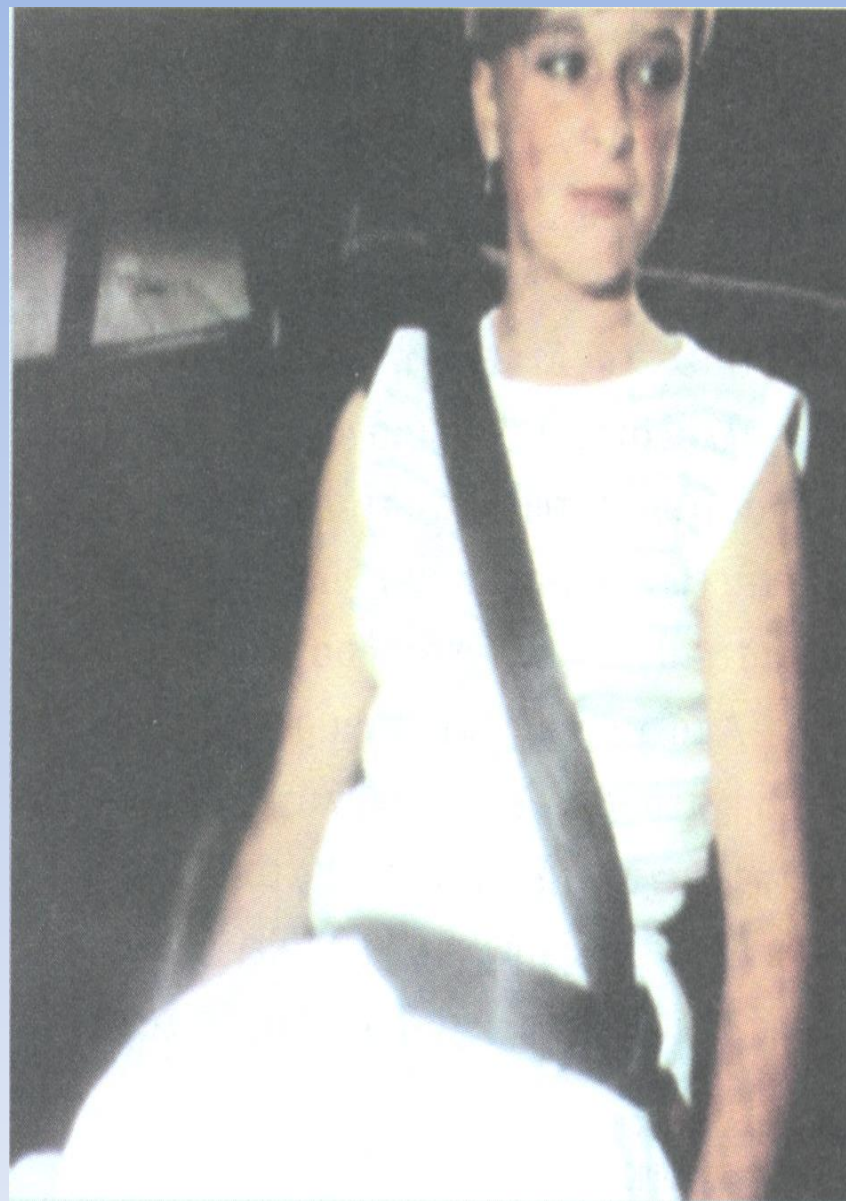
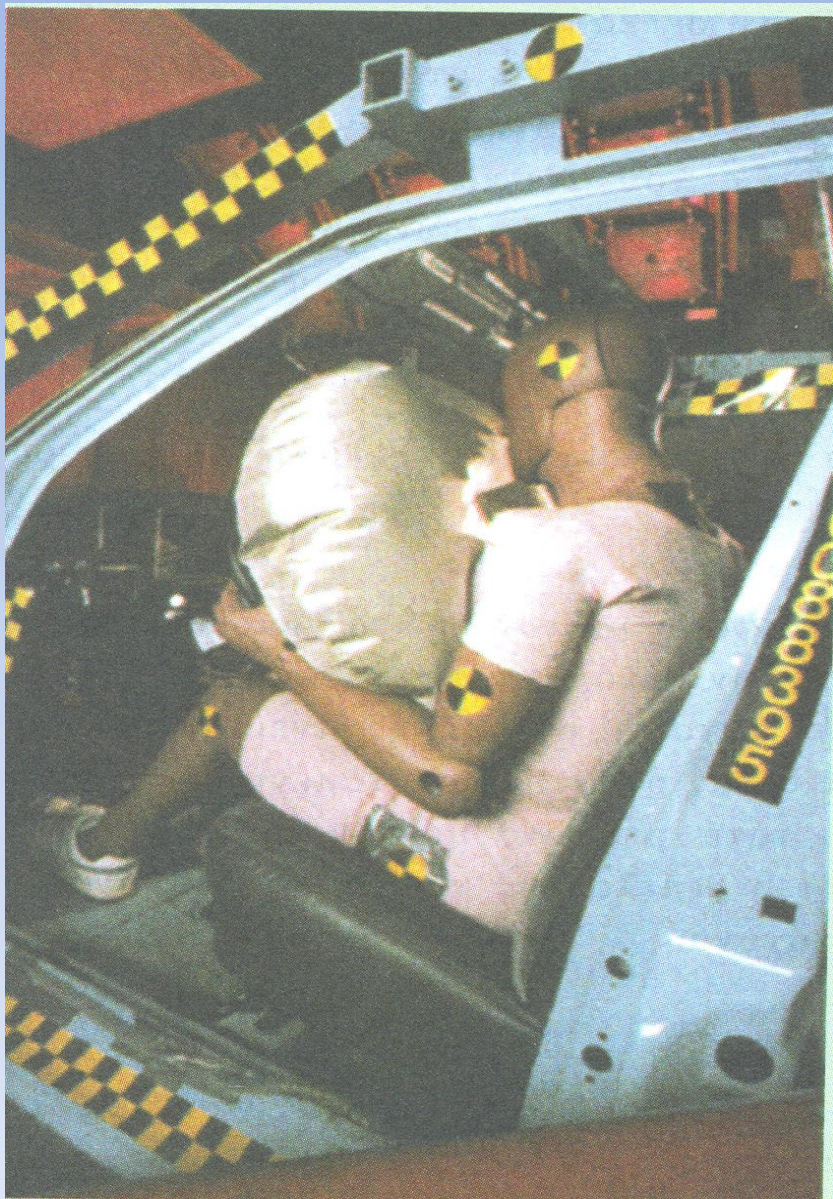
Φυσική

ΧΙΩΤΕΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

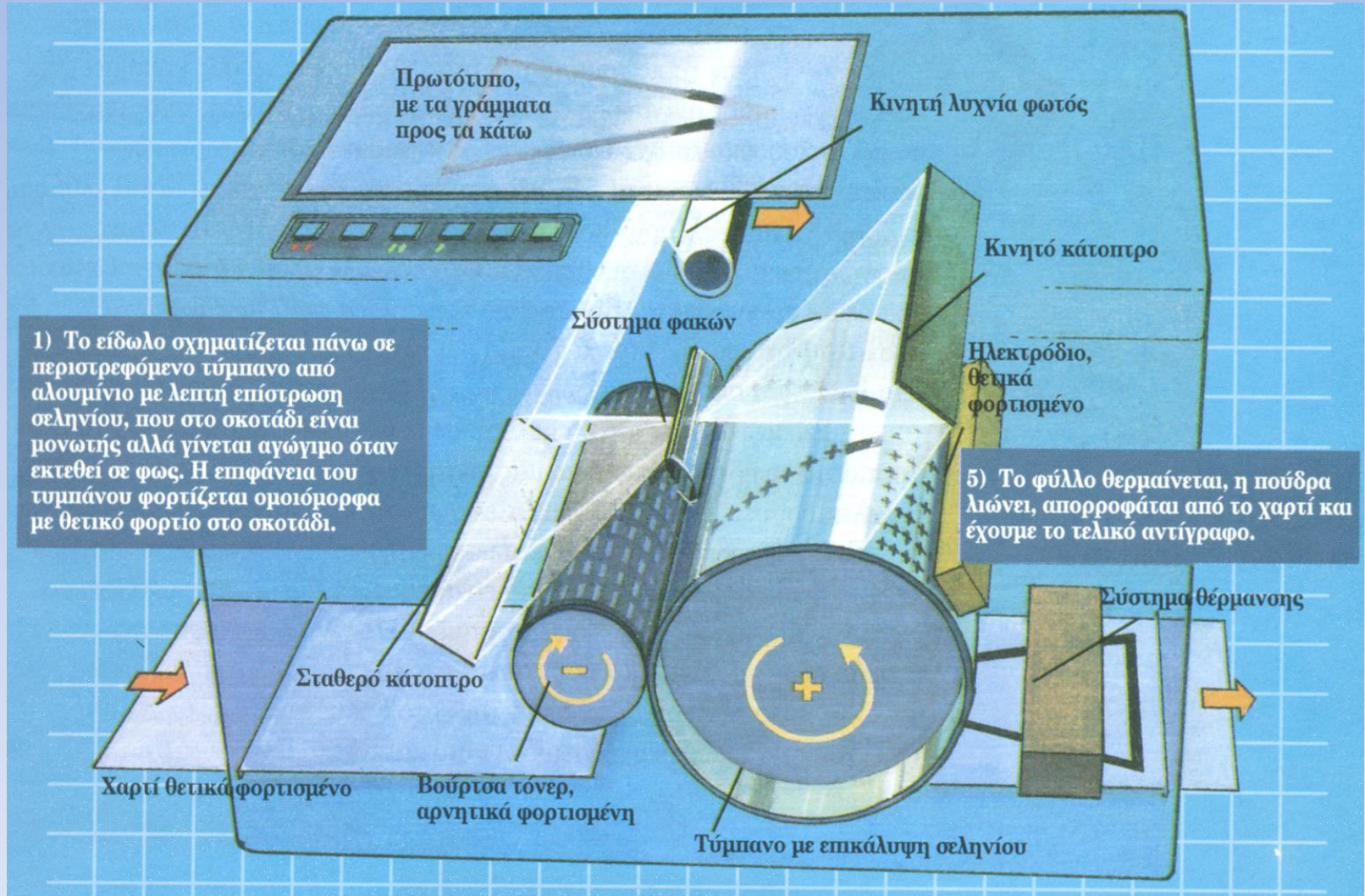
(Καθηγητής Φυσικής)

Πτυχίο Φυσικής (Πανεπιστήμιο Πατρών):	1995-1999
Μεταπτυχιακό :	2000-2002
Διδακτορικό :	2002-2007
Διορισμός στο Γε. Λ. Άντισσας:	2008-2010
Τοποθέτηση στο Γε. Λ. Σιμόπουλου	2010-2011
Τοποθέτηση στο Γε. Λ. Πελόπιου	2011-2013
Τοποθέτηση με πενταετή θητεία στο	
Πρότυπο Πειραματικό Λύκειο του Παν. Πατρών	2013-

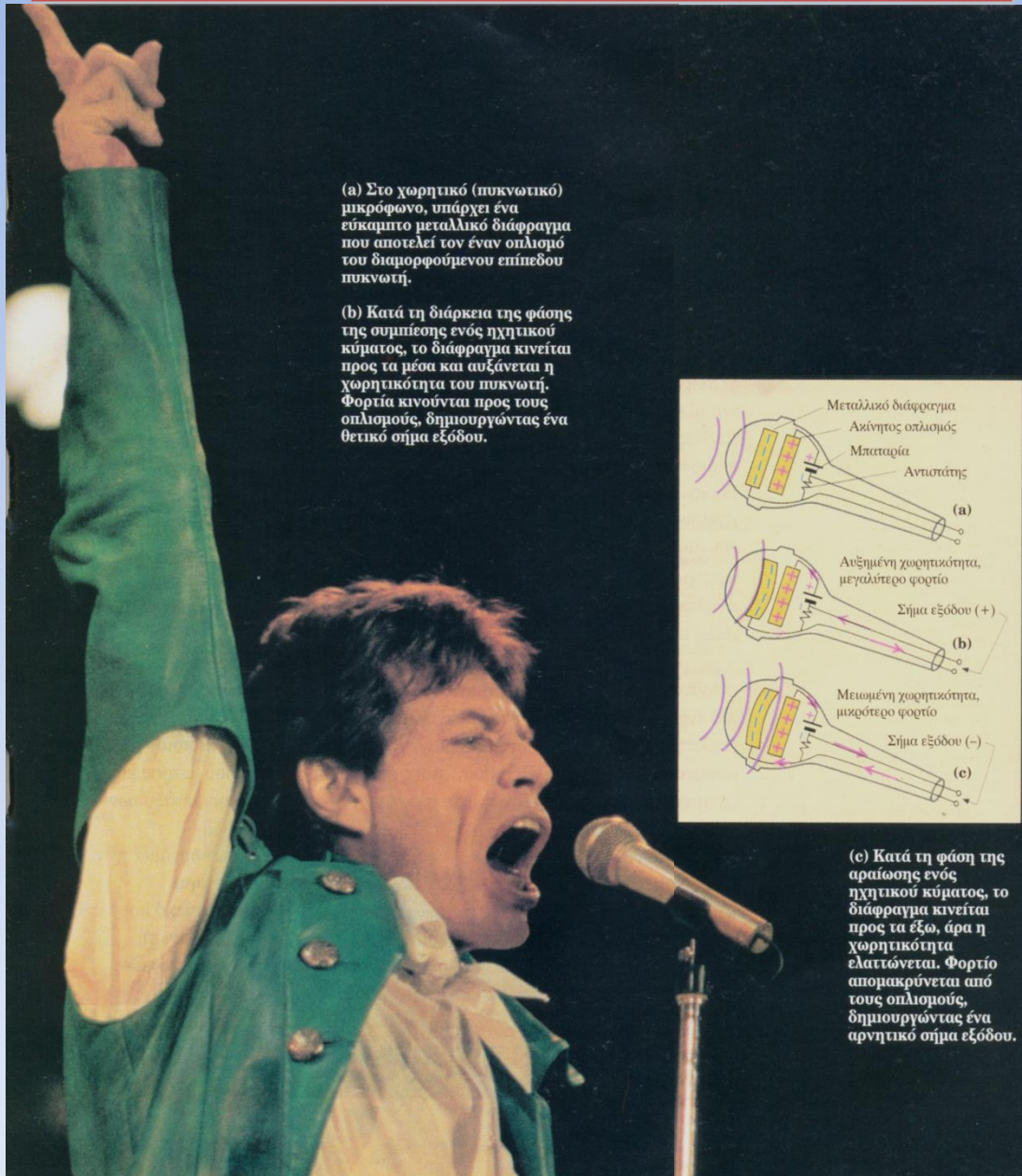
Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΗ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ



Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΗ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ



Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΗ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ



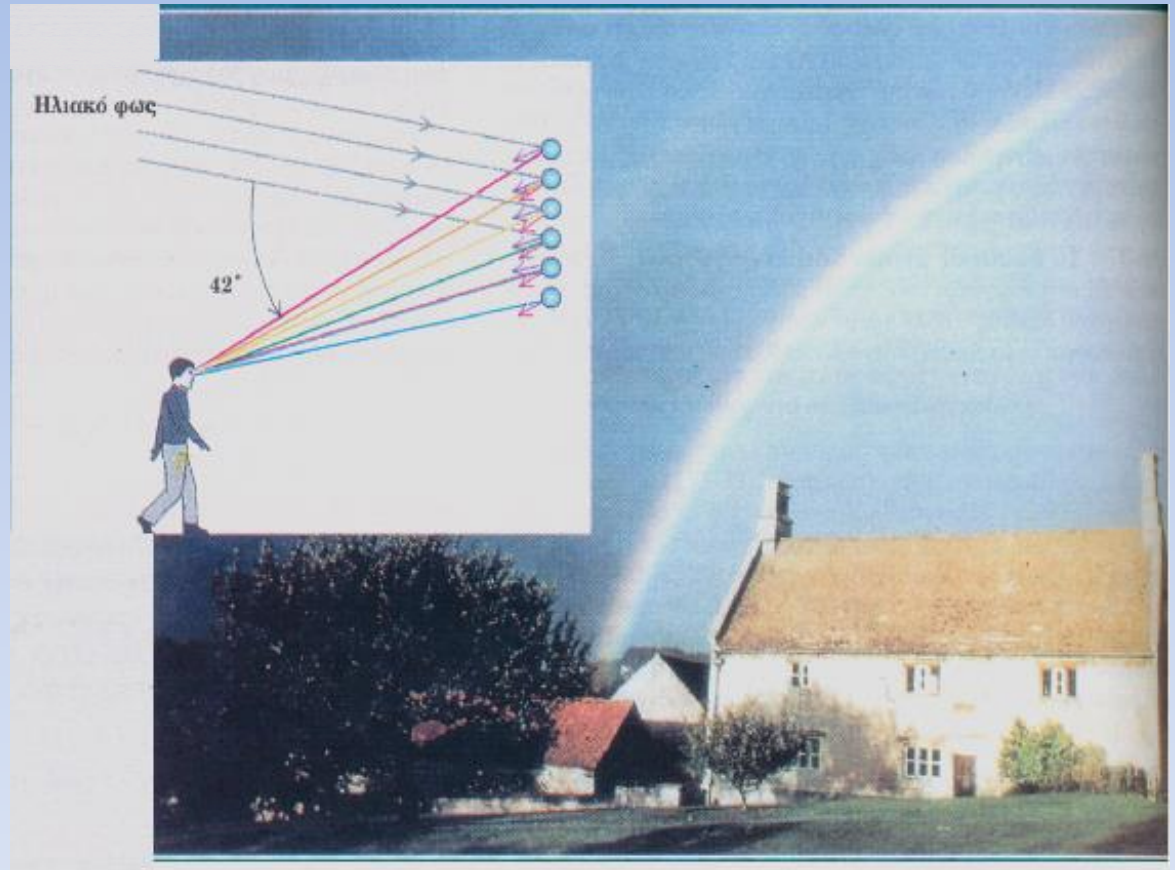
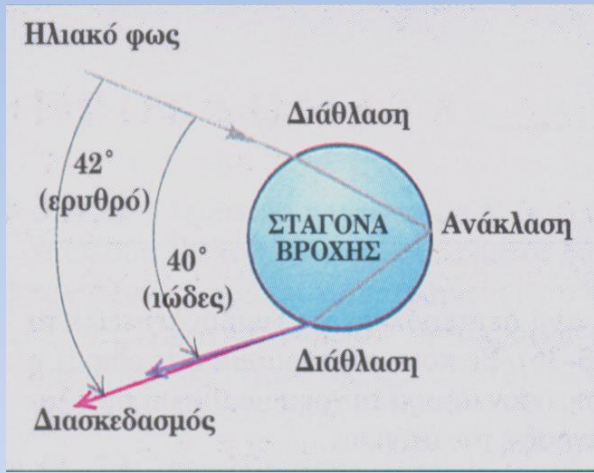
(a) Στο χωρητικό (πυκνωτικό) μικρόφωνο, υπάρχει ένα εύκαμπτο μεταλλικό διάφραγμα που αποτελεί τον έναν οπλισμό του διαμορφούμενου επίπεδου πυκνωτή.

(b) Κατά τη διάρκεια της φάσης της συμπίεσης ενός ηχητικού κύματος, το διάφραγμα κινείται προς τα μέσα και αυξάνεται η χωρητικότητα του πυκνωτή. Φορτία κινούνται προς τους οπλισμούς, δημιουργώντας ένα θετικό σήμα εξόδου.

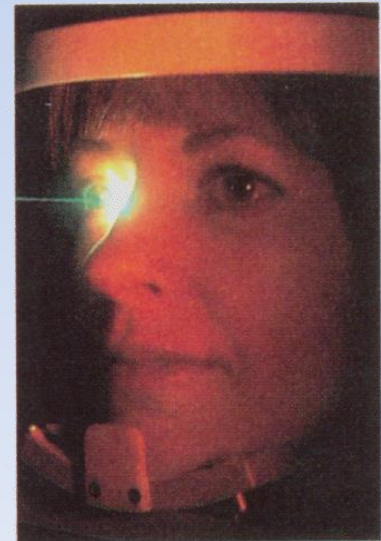
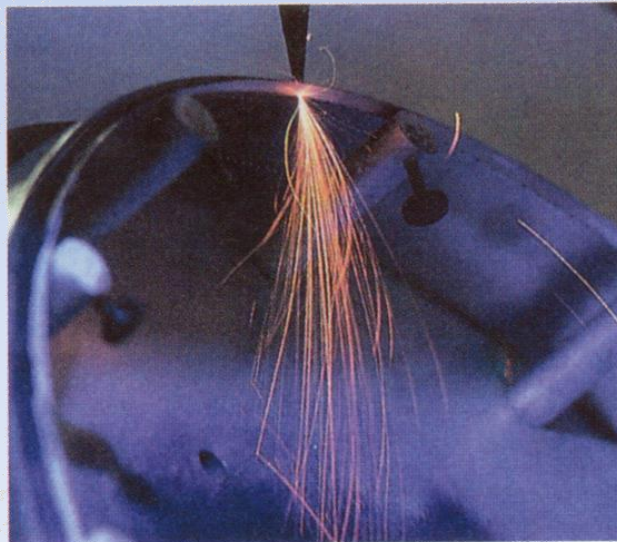


(c) Κατά τη φάση της αραιώσης ενός ηχητικού κύματος, το διάφραγμα κινείται προς τα έξω, άρα η χωρητικότητα ελαττώνεται. Φορτία απομακρύνεται από τους οπλισμούς, δημιουργώντας ένα αρνητικό σήμα εξόδου.

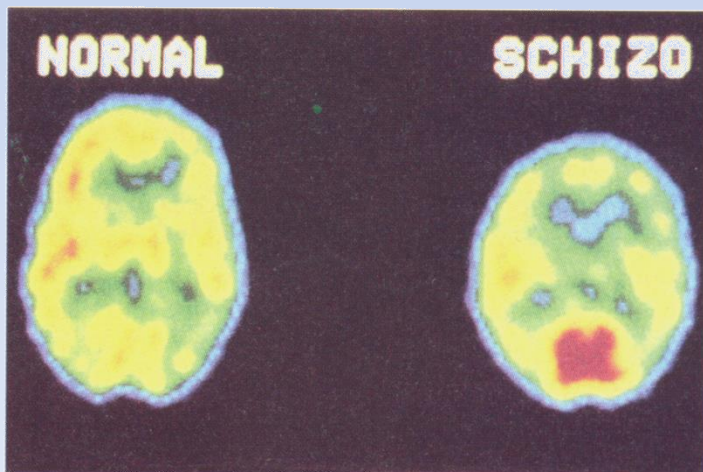
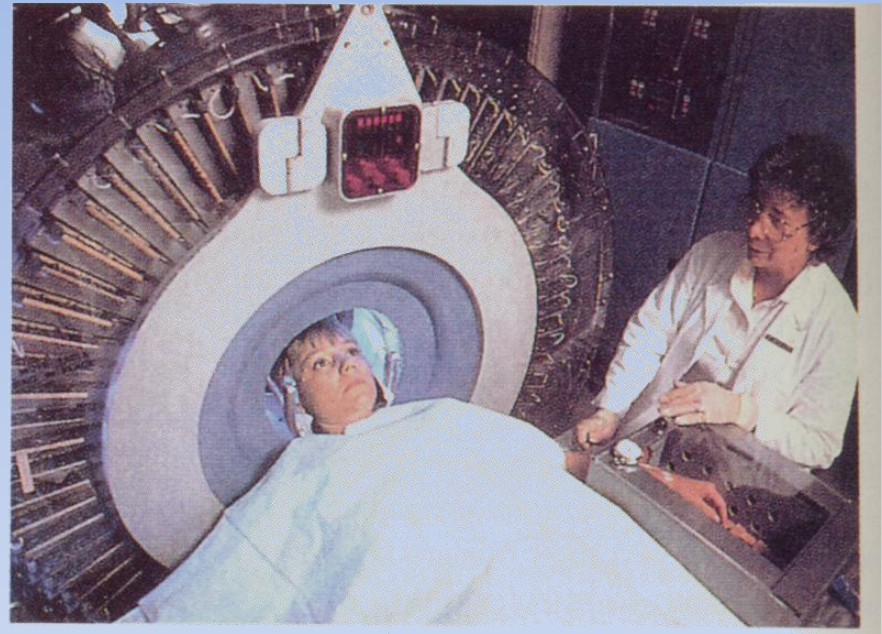
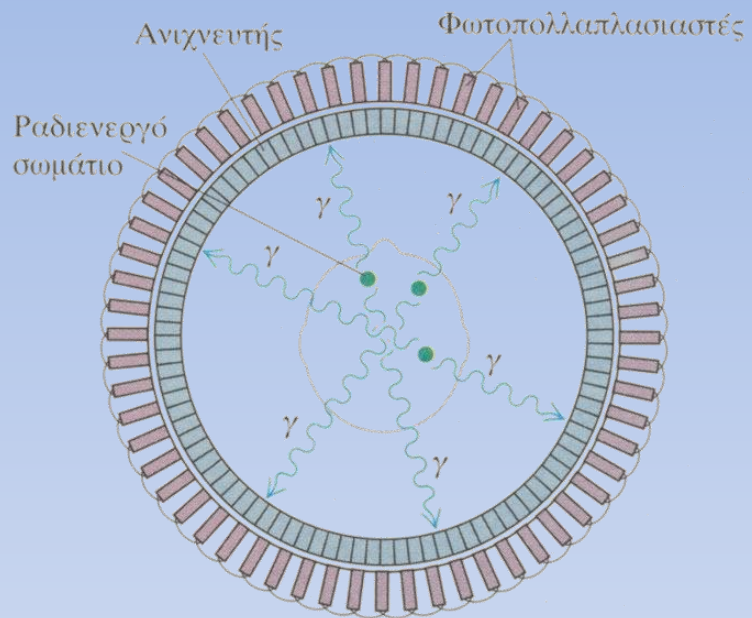
Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΗ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ



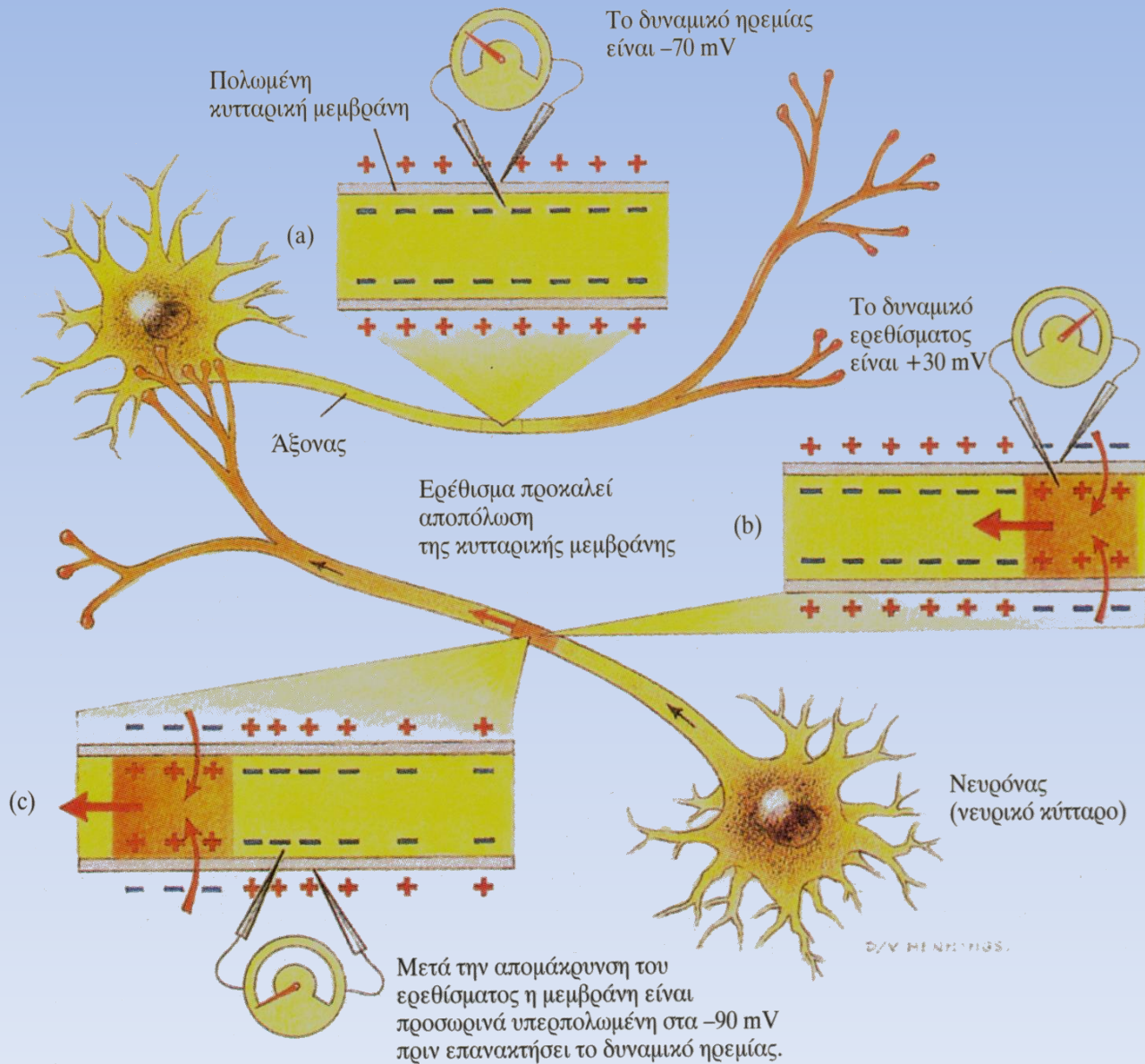
ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΥΨΗΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ



Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

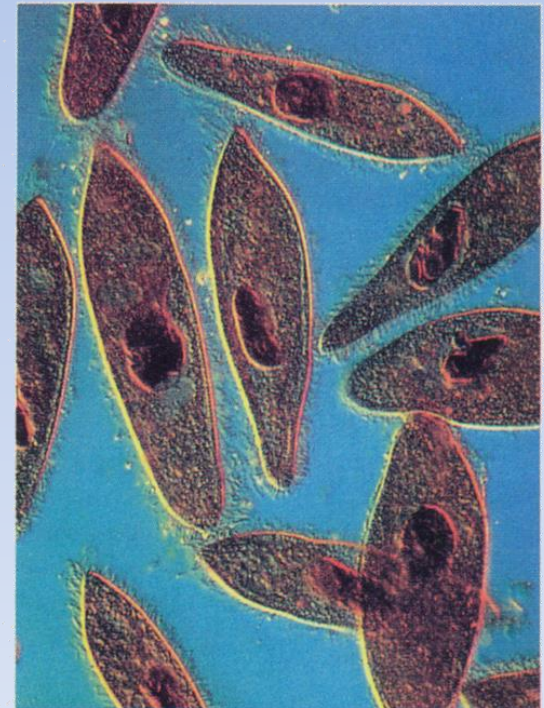
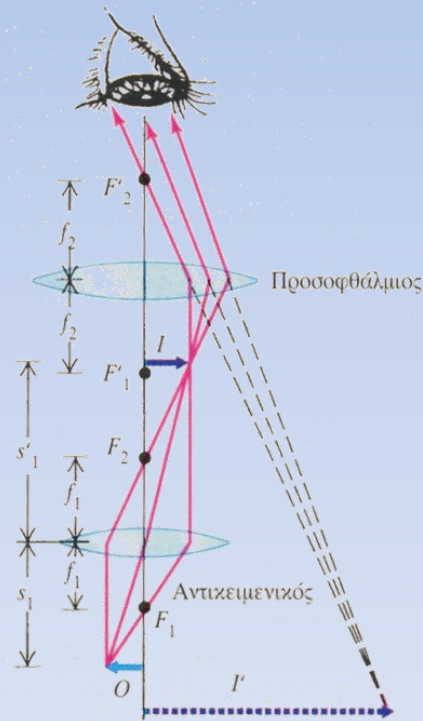
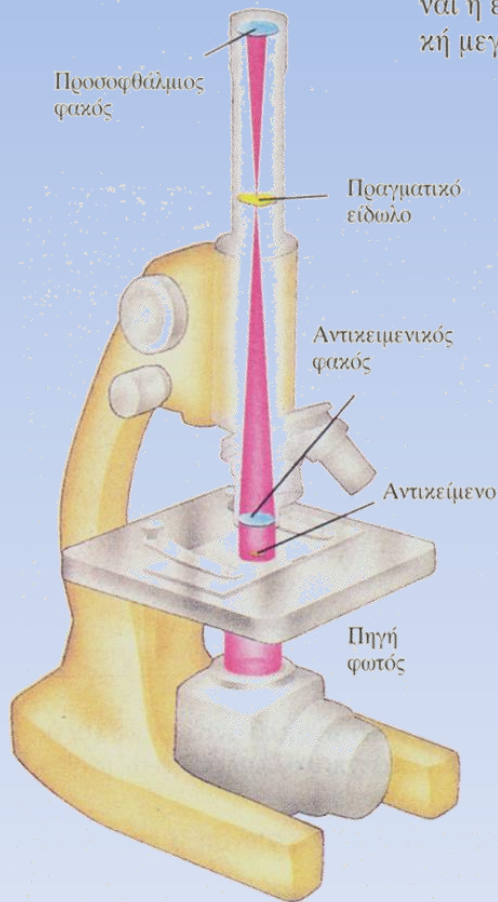


Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

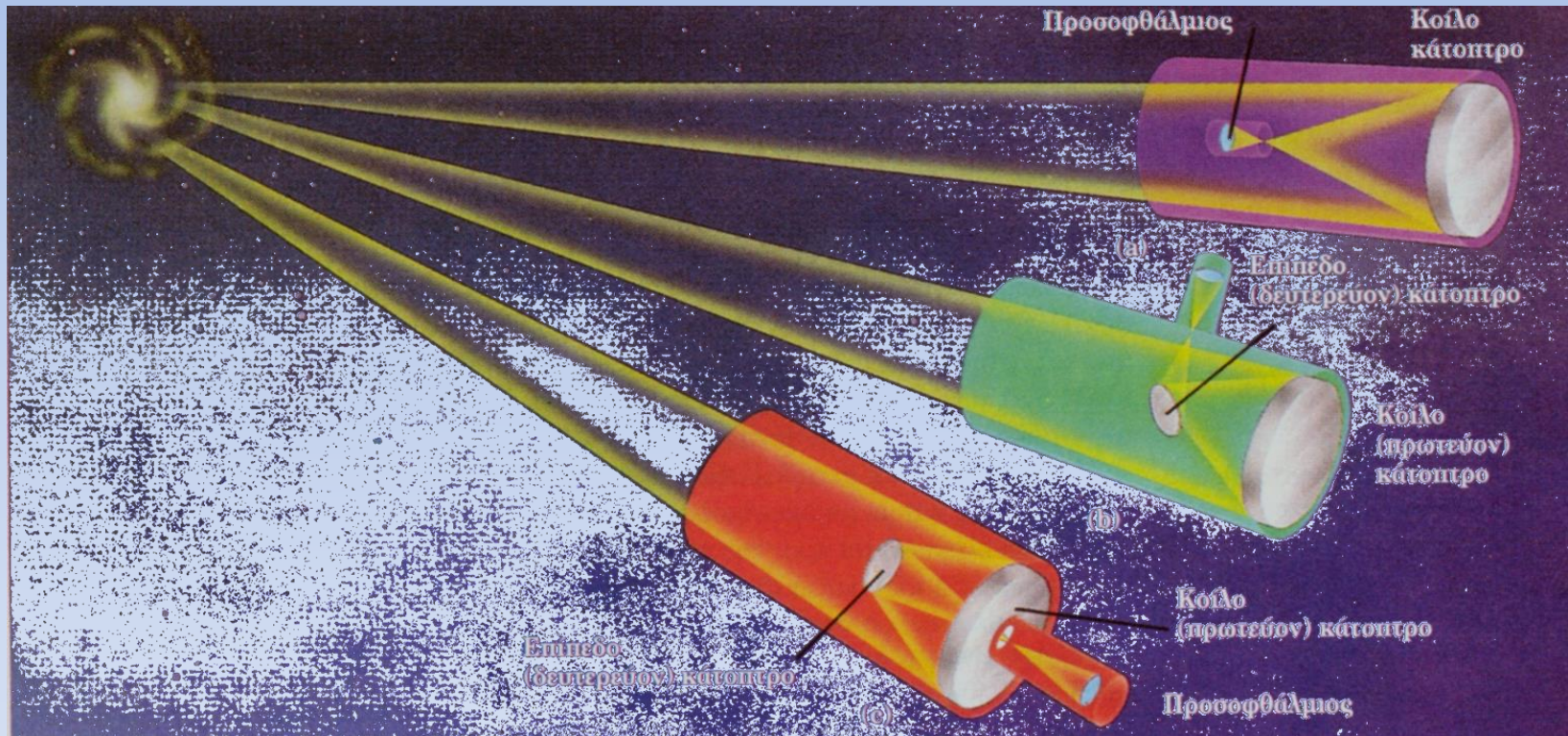


Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

να η εστιακή απόσταση του προσοφθαλμίου, θεωρούμενου ως απλού φακού. Η συνολική μεγέθυνση M του σύνθετου μικροσκοπίου (εκτός από ένα αρνητικό πρόσημο, το ο-



Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ



Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ



«ΑΣΧΗΜΕΣ» ΣΤΙΓΜΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΣΤΙΣ ΜΕΡΕΣ ΜΑΣ, ο όρος επιστημονικός γραμματισμός' χρησιμοποιείται διεθνώς για να υποδηλώσει την ανάγκη της σύγχρονης κοινωνίας να θέσει ως έναν από τους πρωταρχικούς στόχους της εκπαίδευσης των πολιτών το γραμματισμό τους στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία (Laugksch 2001). Η ανάγκη αυτή επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι στα εκπαιδευτικά συστήματα των περισσότερων χωρών επανέρχεται τα τελευταία χρόνια με επιτακτικό τρόπο το αίτημα του επιστημονικού γραμματισμού (Καρύδας & Κουμαράς 2003).

Ωστόσο, το αίτημα αυτό ακούγεται, εκ πρώτης όψεως τουλάχιστον, παράδοξο, δεδομένου ότι η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες (φ.ε.) αποτελεί πρωταρχικό μέλημα των κρατών του δυτικού πολιτισμού εδώ και τουλάχιστον δύο αιώνες.

Η απόπειρα ερμηνείας αυτού του παραδόξου μάς οδηγεί στη διατύπωση κάποιων υποθέσεων. Η επαναφορά του αιτήματος για επιστημονικό γραμματισμό με εμφαντικό τρόπο μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα προγράμματα σπουδών στον τομέα αυτό έχουν αποτύχει και χρειάζεται να επαναδιατυπωθούν σύμφωνα με τα ερευνητικά ευρήματα στο χώρο της διδακτικής των φ.ε. και τις εξελίξεις σε σύγχρονους τομείς της επιστήμης.



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ

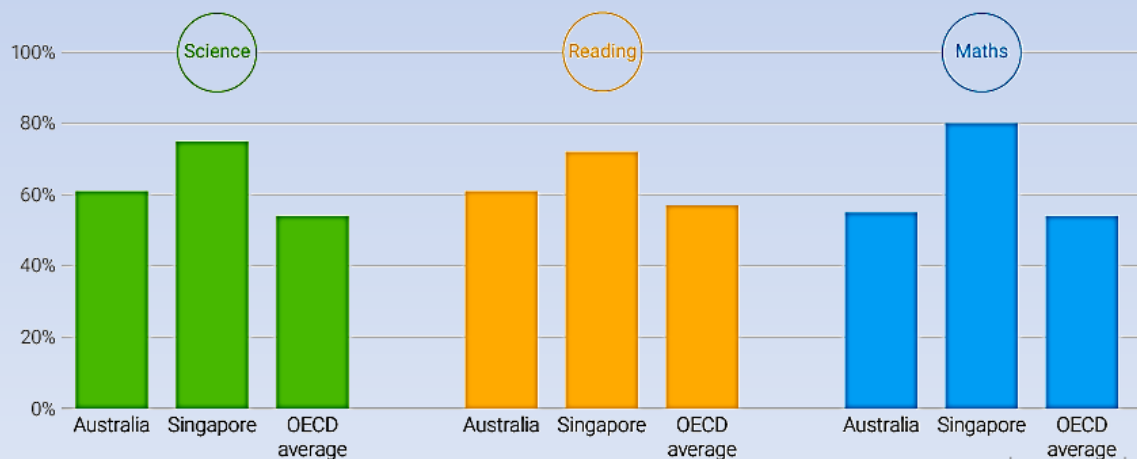
Σε όλες τις αγγλοσαξονικές χώρες, ο όρος «επιστήμη» (science) αναφέρεται κυρίως στις φυσικές επιστήμες για ιστορικούς λόγους, εξαιτίας των επιστημονικών πρακτικών που πρώτες αυτές οι επιστήμες ανέπτυξαν και που τώρα πια έχουν υιοθετήσει και άλλοι κλάδοι.

Έτσι, ο επιστημονικός γραμματισμός (scientific literacy κατά τους Αμερικανούς, ή public understanding of science κατά τους Άγγλους) αναφέρεται στις φυσικές επιστήμες και τις προεκτάσεις τους στην κοινωνία. Τα τελευταία χρόνια, ο όρος περιλαμβάνει και την τεχνολογία που αποτελεί εφαρμογή των φυσικών επιστημών, καθώς και τις εφαρμογές των μαθηματικών στον φυσικό κόσμο (American Association for the Advancement of Science, AASS).

Στα ελληνικά, οι όροι αυτοί έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορα συνέδρια ως «επιστημονικός αλφαριθμητισμός» (scientific literacy) και «δημόσια κατανόηση της επιστήμης» (public understanding of science).

Students achieving national proficient standard

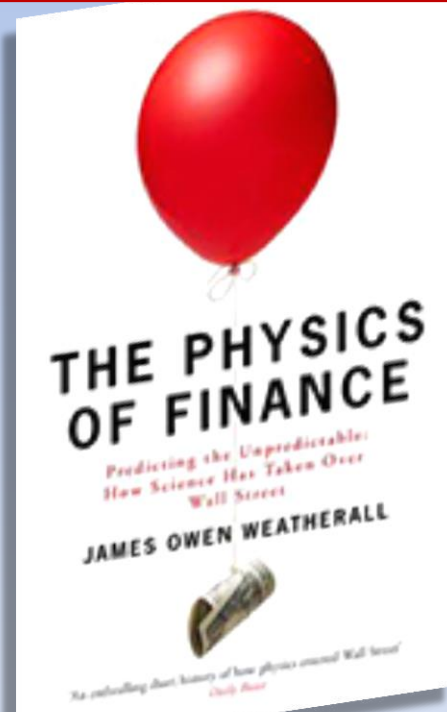
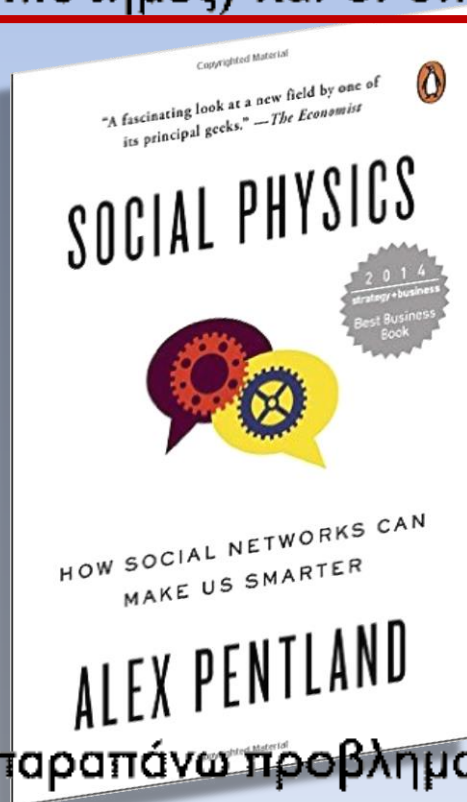
(Level 3 or above)



Έτσι, ο όρος «επιστήμη» θα αναφέρεται μόνο στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία και, αντίστοιχα, ο επιστημονικός γραμματισμός θα είναι ο γραμματισμός στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μπορεί επίσης να οφείλεται στο γεγονός ότι το ίδιο το νόημα του όρου έχει διευρυνθεί ώστε να καλύπτει, πέρα από τις γνώσεις και τις δεξιότητες που απαιτεί ο ακαδημαϊκός χώρος των φ.ε., και γνώσεις και δεξιότητες που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των φ.ε. με άλλους τομείς (π.χ. κοινωνικές επιστήμες) και οι οποίες κρίνονται απαραίτητες για τον σύγχρονο πολίτη.



παραπάνω προβληματισμός υποδηλώνει την ανάγκη να διατυπωθεί ένας νέος λειτουργικός ορισμός για τον επιστημονικό γραμματισμό, ο οποίος θα είναι κατανοητός και αποδεκτός από όλους.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δυσκολία περιγραφής και οριοθέτησης του επιστημονικού γραμματισμού στην εκπαίδευση, καθώς και της υλοποίησής του σε συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών, οφείλεται:

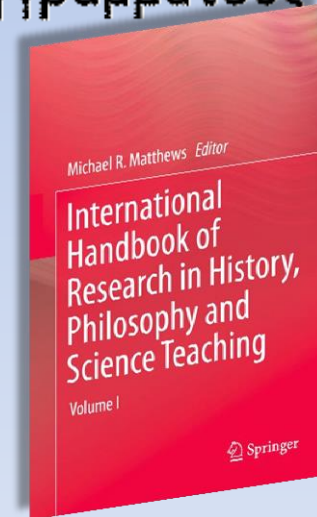
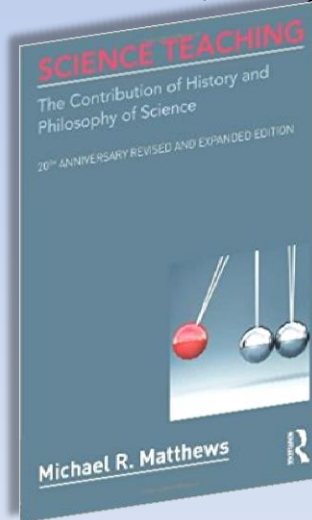
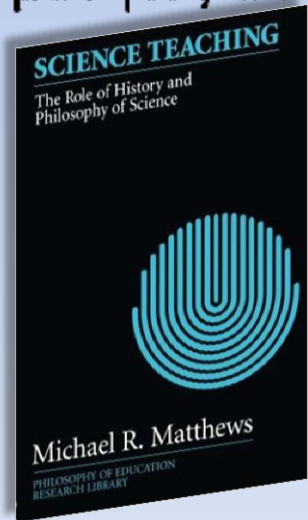
- α. στην ασάφεια του όρου, ο οποίος είναι τόσο γενικός ώστε επιδέχεται πολλές ερμηνείες και, ως εκ τούτου, ορίζεται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με το πλαίσιο, χωρικό και χρονικό, στο οποίο αναφέρεται και το κοινό στο οποίο απευθύνεται, καθώς και
- β. στις δυσκολίες που συναντά η προσπάθεια αναπλαισίωσης και μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης σε σχολική γνώση.

Έτσι, τα πρώτα ερωτήματα που εγείρονται στην προσπάθεια οριοθέτησης του επιστημονικού γραμματισμού στο πλαίσιο της εκπαίδευσης είναι:

- τι σημαίνει ο όρος «επιστημονικός γραμματισμός»; Αποτελεί μονοσήμαντη ή πολυσήμαντη έννοια;
- γιατί είναι αναγκαίος ο επιστημονικός γραμματισμός;
- πώς επιτυγχάνεται στο πλαίσιο της τυπικής εκπαίδευσης;

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού εμφανίζεται για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1950, όταν ο Paul Hurd χρησιμοποίησε το 1958 τον όρο αυτό στον τίτλο του βιβλίου του *Science Literacy: Its Meaning for American Schools* (Γραμματισμός στις φυσικές επιστήμες: Η σημασία του στα αμερικανικά σχολεία) (Laugksch 2001). Ο όρος χρησιμοποιήθηκε για να υπογραμμίσει τη σημασία της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες (φ.ε.) και να προβληματίσει την εκπαιδευτική κοινότητα σχετικά με το πώς θα μπορούσαν να εκπαιδευτούν οι μαθητές ώστε να εξελιχθούν σε επιστημονικά εγγράμματους πολίτες.

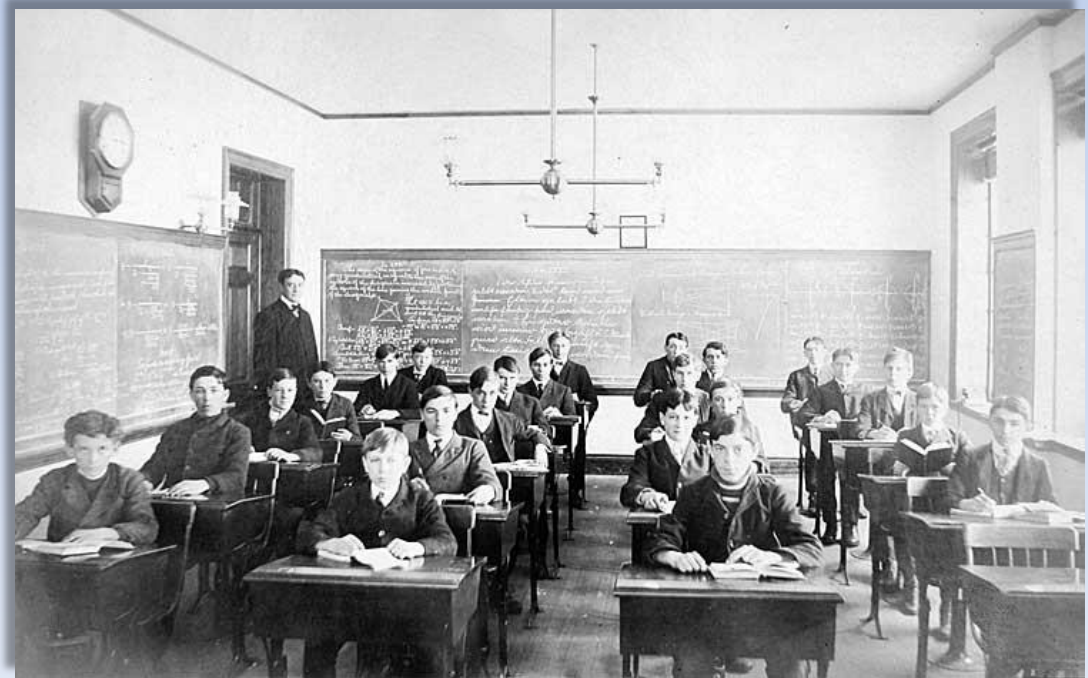
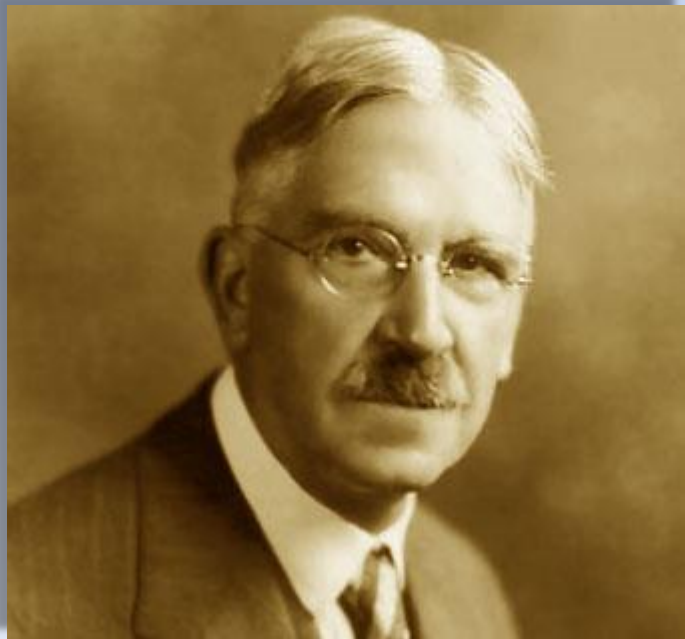


Όπως αναφέρει ο Matthews (2007, αγγλική έκδοση 1994), οι φ.ε. άρχισαν να διδάσκονται ως μάθημα σε κάποια σχολεία της Αγγλίας ήδη από τον 18ο αιώνα, ως φυσική φιλοσοφία.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Κατά τον 19ο αιώνα όμως, επιφανείς επιστήμονες και παιδαγωγοί, όπως ο de Condorcet στη Γαλλία, οι Thomas Huxley, Henry Armstrong και T. P. Nunn στην Αγγλία, ο John Dewey στις ΗΠΑ, και οι Ernst Mach και J. F. Herbert στη Γερμανία υποστήριξαν την ανάγκη συστηματικής διδασκαλίας των φ.ε. στα σχολεία (Matthews 2007).

Έτσι, οι φ.ε. εισήχθησαν για πρώτη φορά στα αναλυτικά προγράμματα των σχολείων της Ευρώπης και της Αμερικής κατά τον 19ο αιώνα.



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Εκείνη την εποχή, η θεολογία, η κλασική φιλολογία και οι ανθρωπιστικές επιστήμες κατείχαν σημαντικό κομμάτι της εκπαίδευσης και καθόριζαν τόσο τους σκοπούς της όσο και τις εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις.

Η εισαγωγή των φ.ε. στα αναλυτικά προγράμματα έπρεπε να γίνει με προσοχή. Αυτό σήμαινε ότι δεν έπρεπε να παρουσιαστούν στους μαθητές με υπερβολικά υλιστικό ή τεχνοκρατικό τρόπο. Παράλληλα, ήταν ανάγκη να αποφευχθεί οποιαδήποτε προσπάθεια υπερτίμησής τους ως ύψιστης κατάκτησης της ανθρωπότητας. Σε έναν κόσμο όπου τα επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα είχαν ολοένα και περισσότερο καταλυτική επίδραση, και η χρησιμότητα των φ.ε. θεωρούνταν πλέον αδιαμφισβήτητη, ήταν ανάγκη να αναδειχθούν ομοίως και οι δεξιότητες που κατακτά κάποιος από την ενασχόλησή του με τις φ.ε.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι μαθητές θα έρχονταν σε επαφή με τις επιστημονικές διαδικασίες και θα εξασκούσαν σε αυτές διεξάγοντας μικρές έρευνες. Ο βασικότερος πάντως προβληματισμός την εποχή εκείνη ήταν αν οι φ.ε. θα διδάσκονταν ως κλάδος της φιλοσοφίας, των μαθηματικών, ή αν θα δινόταν έμφαση στις εφαρμογές τους και στις πειραματικές διαδικασίες (Matthews 2007).

20ος Αιώνας

Κατά τις αρχές του 20ού αιώνα, οι προσανατολισμοί της εκπαίδευσης στις φ.ε. επηρεάζονται έντονα από τα γραπτά του John Dewey. Η εκπαίδευση στις φ.ε. οφείλει να έχει ως αφετηρία τη σχέση των φ.ε. με την καθημερινή ζωή.

Με βάση την αντίληψη αυτή, αναπτύχθηκαν διάφορα μοντέλα εκπαίδευσης. Ήδη όμως από τις αρχές της δεκαετίας του '30, η εκπαιδευτική κοινότητα προβληματιζόταν έντονα από το γεγονός ότι τα αναλυτικά προγράμματα των φ.ε. ήταν προσανατολισμένα κυρίως στο συσχετισμό των φ.ε. με τις πρακτικές εφαρμογές τους, παραβλέποντας έτσι έναν άλλο σημαντικό λόγο για τον οποίο θα έπρεπε να διδάσκονται, αυτόν της κατανόησης του φυσικού κόσμου και του τρόπου με τον οποίο επηρεάζουν οι φ.ε. την προσωπική και κοινωνική ζωή του ανθρώπου.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η πρόκληση που αντιμετώπισε εκείνη την εποχή η εκπαιδευτική κοινότητα ήταν να μπορέσει να βρει μια ισορροπία μεταξύ των γνώσεων που απαιτούνται για την κατανόηση του φυσικού κόσμου και των μεθόδων διερεύνησής του (επιστημονικός τρόπος σκέψης) αφενός, και της δυνατότητας της επιστήμης (φ.ε.) να εξασφαλίσει έναν πιο αποτελεσματικό και ποιοτικό τρόπο ζωής αφετέρου. Έτσι, θεωρήθηκε ότι βασικός σκοπός της εκπαίδευσης στις φ.ε. είναι η δημιουργία πολιτών που να μπορούν να συμμετέχουν ενεργά σε μια δημοκρατική κοινωνία, αλλά και να αντιλαμβάνονται την πολιτισμική διάσταση των φ.ε.

Γενικά πάντως, όπως αναφέρει ο Matthews (2007), μέχρι το 1950 επικρατούσαν τρεις ανταγωνιστικές παραδόσεις ως προς τη διδασκαλία των φ.ε.: α) η θεωρητική παράδοση που εστίαζε στη δομή των επιστημονικών κλάδων, β) η εφαρμοσμένη παράδοση που εστίαζε στις εφαρμογές των φ.ε. στην καθημερινή ζωή, και γ) η καινοτομική προσέγγιση, η οποία εντασσόταν στο ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο και εστίαζε στην ιστορική εξέλιξη και στις πολιτισμικές επιπτώσεις των φ.ε.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ



© Hiroshima Memorial Peace Museum

HIROSHIMA (ATOMIC) STRIKE

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Β' Παγκόσμιος Πόλεμος

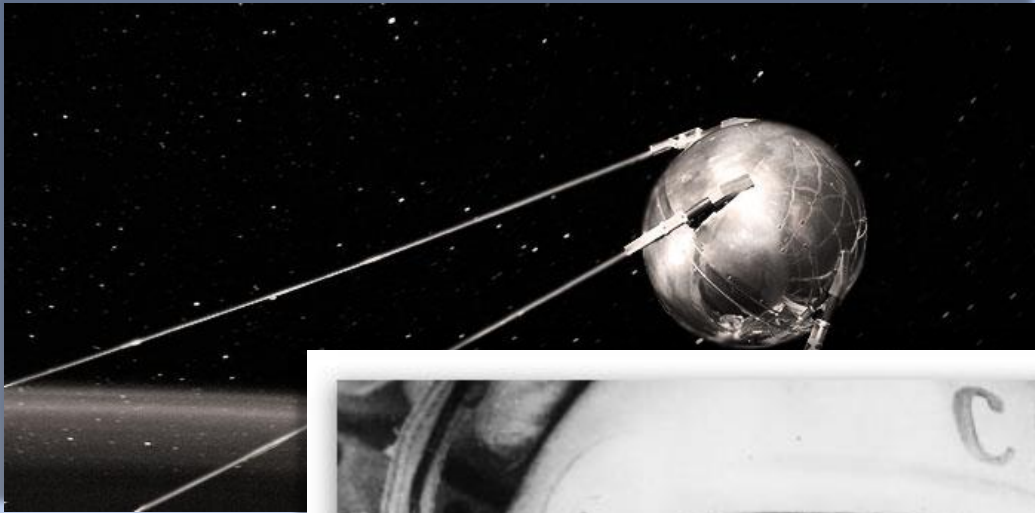
Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, τα πράγματα αλλάζουν. Το σοκ από τη ρίψη της ατομικής βόμβας κάνει τους ανθρώπους να συνειδητοποιήσουν ότι η επιστήμη και οι επιστήμονες δεν είναι αμέτοχοι στο κοινωνικό γίγνεσθαι, καθώς και ότι η επιστήμη δεν επαγγέλλεται μόνο το καλό της ανθρωπότητας, αλλά μπορεί να λειτουργήσει και ως «άγγελος της Αποκάλυψης». Η κοινή γνώμη λοιπόν υιοθετεί σιγά σιγά στάση επιφυλακτική έως και εχθρική απέναντι στην επιστήμη.

Για την ανατροπή τούτης της εικόνας, στον δυτικό κόσμο προβάλλεται το αίτημα του ουσιαστικού επιστημονικού γραμματισμού για όλους τους πολίτες. Το βασικό επιχείρημα ήταν ότι ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης είναι σε θέση να επιβάλλει περιορισμούς στον τρόπο εφαρμογής της επιστήμης. Το ζητούμενο ήταν να αρχίσει το ευρύ κοινό να εκτιμά την επιστημονική γνώση, τους επιστήμονες, καθώς και τα ερευνητικά κέντρα και το έργο που επιτελούν. Στις ΗΠΑ, η επιδίωξη του επιστημονικού γραμματισμού αποσκοπούσε στη δημιουργία πολιτών με θετική στάση προς την επιστήμη (Lewenstein 1992).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ



Friday Evening, October 5, 1957 (U.P.—Means United Press) Price Five Cents

Russians Win Race To Launch Earth Satellite

Man On Threshold Of Space Travel

By DANIEL F. GILMORE
United Press Staff Correspondent

LONDON (UP)—The pulsating radio "beep" of the first manmade earth satellite signalled today to the world that man had crossed the threshold into the age of travel through space.

The Soviet Union announced it had won the race into space by launching an earth satellite Friday, a 184-pound, 23-inch globe now orbiting the earth at 18,000 miles an hour, 560 miles up.

Millions of persons throughout the world heard the "beep, beep... beep..." rebroadcast today by local stations and realized that man had taken his first faltering steps into the new era.

Launching of the satellite was a tremendous victory for science. It was a more tremendous victory for Soviet propaganda to be able to trumpet to the world the Russians were the first to break through the frontiers of space.

Boosters ICBM Claims

Russian claims to

How To Spot Satellite

By UNITED PRESS

Here's how to look for the Russian earth satellite which will be whizzing through the sky at 18,000 miles an hour.

The best time to spot it is at dawn or dusk when the sky is semi-dark. There is a chance that it could be seen if it travels across the face of the moon at night.

The best instruments to use are ordinary binoculars or telescopes. Powerful telescopes won't pick it up because of their narrow fields.

Through optical instruments, the satellite will look like the faintest star which can be seen with the naked eyes.

Keep a sharp eye out. The satellite travels so fast it may appear on the horizon for only seconds and chances of spotting it have been estimated at one in a hundred.

U. S. May Speed Up Satellite Program

By JOSEPH L. MYLER
United Press Staff Correspondent

WASHINGTON (UP)—American scientists caught flatfooted Russia's epic launching of the man-made moon, indicated the United States may speed its own earth satellite program.

Leaders of the U.S. satellite program also said that if an Rikhaia rocketed its heavy pound satellite into a globe-dling orbit with a rocket.

An intercontinental ballistic missile.

That could mean Russia only has beaten this country frontiers of space, but also it has been called the "ultra weapon" for modern day war.

ICBM. This country has tested a successful ICBM.

American diplomats on Russia had scored a notable agenda victory. The milita

WEATHER

WEST VIRGINIA—Partly cloudy with highest in the 60s today and Sunday. Lowest tonight 50 west and 40 east portions.

VIRGINIA—Fair with lowest 40 to 50 west and north and 50 to 60 southeast portions tonight, Sunday mostly sunny and a little warmer. Tides on the coast and lower bay will run a foot or two above normal.

Epic-Making

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκαετία του '50: Ο ανταγωνισμός των δυο υπερδυνάμεων

Η κύρια όμως ώθηση για επιστημονικό γραμματισμό δόθηκε κατά το τέλος της δεκαετίας του '50, όταν οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ) θέλησαν να ανταγωνιστούν τη Σοβιετική Ένωση (ΕΣΣΔ) στο πλαίσιο ενός άτυπου «πολέμου των άστρων», αποδυσόμενες σε έναν αγώνα για επιστημονική υπεροχή και προβάδισμα στο Διάστημα.

Η ιστορία των διαστημικών πτήσεων

θεωρείται ότι ξεκινά στις 4 Οκτωβρίου 1957, όταν οι Σοβιετικοί έθεσαν σε τροχιά τον πρώτο τεχνητό δορυφόρο (Σπούτνικ). Προκειμένου να υποστηρίξει το δικό της διαστημικό πρόγραμμα και να αποκτήσει προβάδισμα στην έρευνα του Διαστήματος, η κυβέρνηση των ΗΠΑ χρειαζόταν επιστημονικά εγγράμματος πολίτες που αφενός μεν θα ενέκριναν τα υπέρογκα κονδύλια που απαιτούνταν για τις ανάγκες του προγράμματος αυτού και αφετέρου θα αποτελούσαν τη δεξαμενή του απαραίτητου επιστημονικού και τεχνικού προσωπικού που θα σχεδίαζε και θα υλοποιούσε το πρόγραμμα αυτό.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

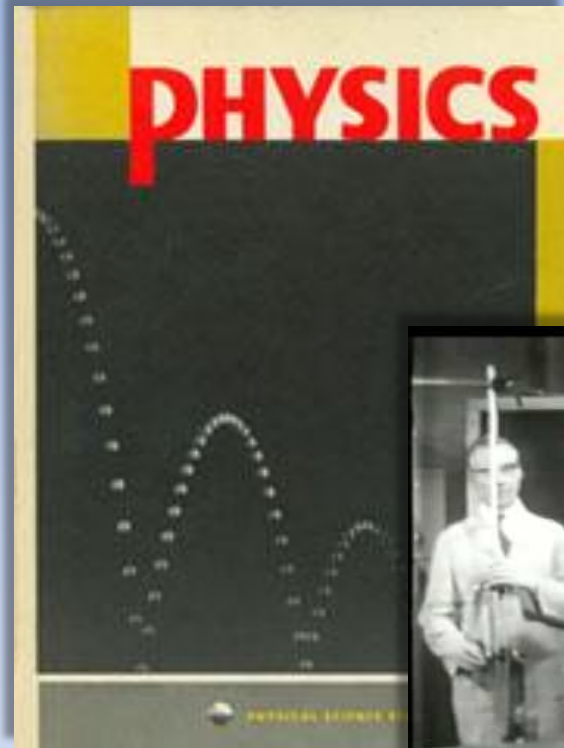
Δεκαετία του '50: Διαμόρφωση των Α.Π. στα μαθήματα των Φ.Ε.

Στο πλαίσιο αυτό, εγκρίνονται αφενός τεράστια κονδύλια για την ανάπτυξη καινοτόμων προγραμμάτων στο μάθημα της φυσικής, και αφετέρου οι επιστήμονες παροτρύνονται να εκλαϊκεύουν τα θέματα της φυσικής. Στο χώρο της εκπαίδευσης λοιπόν, αναπτύσσονται τα προγράμματα PSSC και Harvard Project τα οποία και εφαρμόζονται στη σχολική πράξη

Την ίδια δε περίοδο ξεκινά μια νέα εποχή για την εκλαϊκευση των φ.ε., η οποία έρχεται ως αρωγός στην προσπάθεια και των δύο υπερδυνάμεων για επιστημονικό γραμματισμό των πολιτών και δημιουργία θετικής στάσης προς την επιστήμη. Ορόσημο αποτελεί η έκδοση από τη Rachel Carson του βιβλίου *Silent Spring* (Η σιωπηλή άνοιξη) (Lewenstein 1992).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκαετία του '50: Διαμόρφωση των Α.Π. στα μαθήματα των Φ.Ε.



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκαετία του '50: Διαμόρφωση των Α.Π. στα μαθήματα των Φ.Ε.

Γενικά πάντως, κατά τις δεκαετίες του '50 και του '60, η προώθηση της πολιτισμικής διάστασης της επιστήμης, καθώς και ο στόχος για τη δημιουργία ενεργών πολιτών στο πλαίσιο μιας δημοκρατικής κοινωνίας, έχασαν έδαφος.

Τη θέση τους πήρε η ανάγκη για εθνική ασφάλεια και η διατήρηση της υψηλής οικονομικής θέσης (status) της χώρας (ΗΠΑ, Σοβιετική Ένωση, κ.λπ.) στον διεθνή χώρο. Στην εκπαίδευση σημειώνεται μια αλλαγή κατεύθυνσης στα αναλυτικά προγράμματα των φ.ε., όπου πλέον δίνεται προτεραιότητα στη διδασκαλία των νόμων και των αρχών της επιστήμης και όχι στη σχέση της με την καθημερινότητα, διότι στόχος είναι η δημιουργία επιστημόνων υψηλού επιπέδου.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκαετία του '60: Φοιτητικό κίνημα αμφισβήτησης.



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκαετία του '60: Φοιτητικό κίνημα αμφισβήτησης.

Τη δεκαετία του '60, η Ευρώπη και η Αμερική συγκλονίζονται από ένα κύμα αμφισβήτησης στους εκπαιδευτικούς κύκλους (Πανεπιστήμιο Μπέρκλεϋ στις ΗΠΑ, Μάης του '68 στη Γαλλία, κ.λπ.), το οποίο πυροδοτήθηκε από τον Πόλεμο του Βιετνάμ, και έβαλλε –μεταξύ άλλων– και κατά των προτεραιοτήτων της εκπαίδευσης, όπως διατυπώνονταν στα αναλυτικά προγράμματα των διαφόρων χωρών.

Η εκπαιδευτική κοινότητα συνειδητοποιεί ότι τα αναλυτικά προγράμματα για τις φ.ε. δεν βρίσκονται κοντά στα ενδιαφέροντα και τις αξίες των μαθητών. Έτσι, η διδασκαλία των φ.ε. στρέφεται ξανά προς την κοινωνία.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

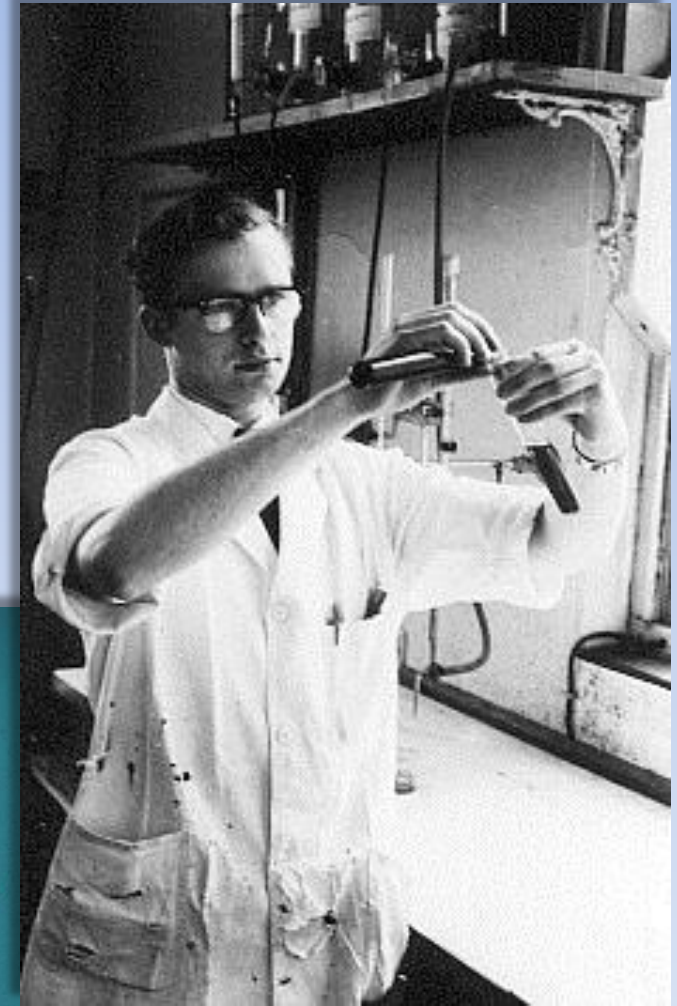
Δεκαετία του '60: Φοιτητικό κίνημα αμφισβήτησης.

Καινοτόμα προγράμματα αναπτύσσονται, όπως το Nuffield Project στην Αγγλία, στο οποίο εφαρμόζεται η ανακαλυπτική μέθοδος, μετατοπίζεται το κέντρο βάρους της μαθησιακής διαδικασίας στους μαθητές και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων έρευνας στους μαθητές, ή τα προγράμματα STS (Science – Technology – Society) στην Αγγλία και τον Καναδά, που ως στόχο έχουν να εφοδιάσουν τους μαθητές με γνώσεις και δεξιότητες τόσο από το χώρο των κοινωνικών όσο και από το χώρο των φυσικών επιστημών, ώστε να είναι ικανοί να παίρνουν αποφάσεις για κοινωνικά θέματα που έχουν σχέση με την επιστήμη.

Οι προτάσεις των STS έμοιαζαν πολύ με τη μέθοδο project που είχε διατυπωθεί από τον Kilpatrick το 1918. Από τη μία, η εφαρμογή του Nuffield Project, παρά τις ενδιαφέρουσες προτάσεις του, παρουσίασε διάφορες αδυναμίες (οι εκπαιδευτικοί δεν ήταν εξοικειωμένοι με τις επιστημονικές μεθόδους, ενώ αποδείχθηκε ιδιαίτερα δύσκολο έως ακατόρθωτο να μετατραπούν οι μαθητές σε μικρούς επιστήμονες)

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκαετία του '60: Φοιτητικό κίνημα αμφισβήτησης.



STS | SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY

COLLEGE OF LETTERS, ARTS, AND SOCIAL SCIENCES

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκαετία του '60: Τα προγράμματα STS.

Από την άλλη, τα προγράμματα STS (μερικά από αυτά γνωστά ως Science and Society και Science in its Social Context) ποτέ δεν γνώρισαν ευρεία διάδοση, παρά τις ενδιαφέρουσες προτάσεις τους, διότι η εκπαιδευτική και επιστημονική κοινότητα τα αντιμετώπισε με αρκετή επιφύλαξη. Αιτία γι' αυτό ήταν το γεγονός ότι το περιεχόμενο των αναλυτικών προγραμμάτων στις φ.ε. βασιζόταν περισσότερο σε κοινωνικά θέματα παρά σε έννοιες των φ.ε.

Οι επικριτές τέτοιου είδους αναλυτικών προγραμμάτων εξέφραζαν την ανησυχία τους ότι η εκπαίδευση στις φ.ε. θα κατέληγε σε κοινωνικές αναλύσεις διαφόρων τεχνολογικών ζητημάτων, δεδομένου ότι η τεχνολογία βρίσκεται στη βάση πολλών σύγχρονων κοινωνικών θεμάτων. Τα περισσότερα όμως κοινωνικά ζητήματα που άπτονται της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι εξαιρετικά πολύπλοκα, και η αντιμετώπισή τους προϋποθέτει αρκετές επιστημονικές γνώσεις και κατανόηση των κοινωνικών και οικονομικών παραμέτρων, που οι μαθητές δεν διαθέτουν.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκαετία του '80

Τη δεκαετία του 1980, οι ΗΠΑ αισθάνονται την απειλή από την αναδυόμενη οικονομική δύναμη της Ιαπωνίας και των χωρών της Άπω Ανατολής. Γενική πεποίθηση της κοινωνίας των ΗΠΑ την εποχή εκείνη ήταν ότι έχαναν σιγά σιγά τον ηγετικό τους ρόλο στον βιομηχανικό και τον εμπορικό τομέα, και ότι η ανταγωνιστικότητά τους έφθινε συνεχώς.

Η επιστήμη και η τεχνολογία

θεωρήθηκαν βασικές προϋποθέσεις για την οικονομική πρόοδο. Επιπλέον, οι γενικοί δείκτες κατέγραψαν μια καθοδική τάση όσον αφορά την παραγωγή ερευνητικών εργασιών στους τομείς των φ.ε. και της τεχνολογίας στις ΗΠΑ. Κάτω από αυτή την πίεση, το National Commission on Excellence in Education (Εθνική Ένωση για την Αρίστευση στην Εκπαίδευση) δημοσιεύει το 1988 έκθεση με τίτλο «A Nation at Risk» (Μια χώρα σε κίνδυνο).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

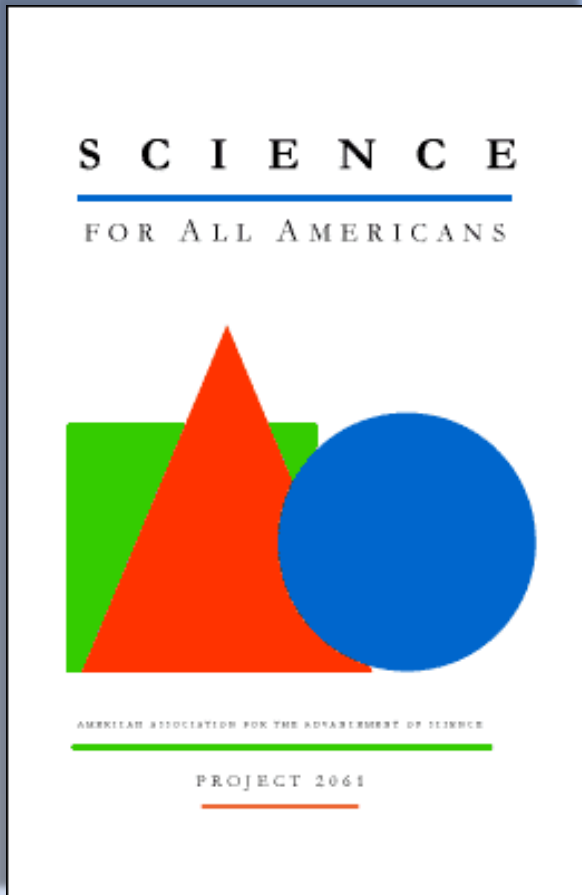
Δεκαετία του '80

Μέσα από αυτή την κραυγή απόγνωσης, η επίσημη εκπαιδευτική αρχή των ΗΠΑ διακηρύσσει την ανάγκη για ριζική εκπαιδευτική μεταρρύθμιση των αναλυτικών προγραμμάτων στα μαθήματα των φ.ε. προς όφελος της κοινωνίας. Πράγματι, λίγο αργότερα διαμορφώνεται το πρόγραμμα «Project 2061» το οποίο αντιπροσωπεύει μια ουσιαστική προσπάθεια αναμόρφωσης της εκπαίδευσης σε σχέση κυρίως με τον επιστημονικό γραμματισμό.

Σκοπός του προγράμματος είναι να επαναπροσδιοριστούν οι στόχοι της εκπαίδευσης στις φ.ε., ώστε οι εκπαιδευτικοί να πετύχουν επιστημονικό γραμματισμό για όλους τους μαθητές. Το πρόγραμμα αυτό, όπως προδίδει και η ονομασία του, θα ολοκληρώσει τις μεταρρυθμιστικές προσπάθειες στο εκπαιδευτικό σύστημα των ΗΠΑ και στον τομέα των φ.ε. το έτος 2061.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκαετία του '80



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

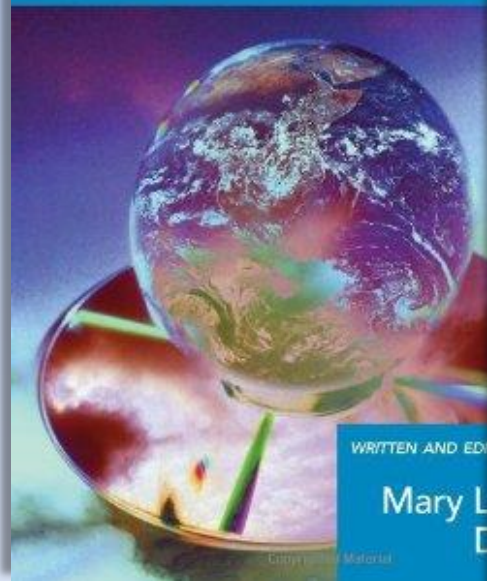
Τέλη 20^{ου} αιώνα: Αναθεώρηση Α.Π. στις Θ.Ε.

Στα τέλη του 20ού αιώνα, οι περισσότερες χώρες της Ε.Ε. προβαίνουν σε αναθεωρήσεις των αναλυτικών προγραμμάτων τους για τις φ.ε. Στην Αγγλία ειδικότερα διατυπώνονται προτάσεις περί αναθεώρησης του αναλυτικού προγράμματος για τις φ.ε., πράγμα που αποτυπώνεται σε σχετική έκθεση με τίτλο *Beyond 2000: Science Education for the Future* (Πέρα από το 2000: Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για το μέλλον) (Millar & Osborne 1998).

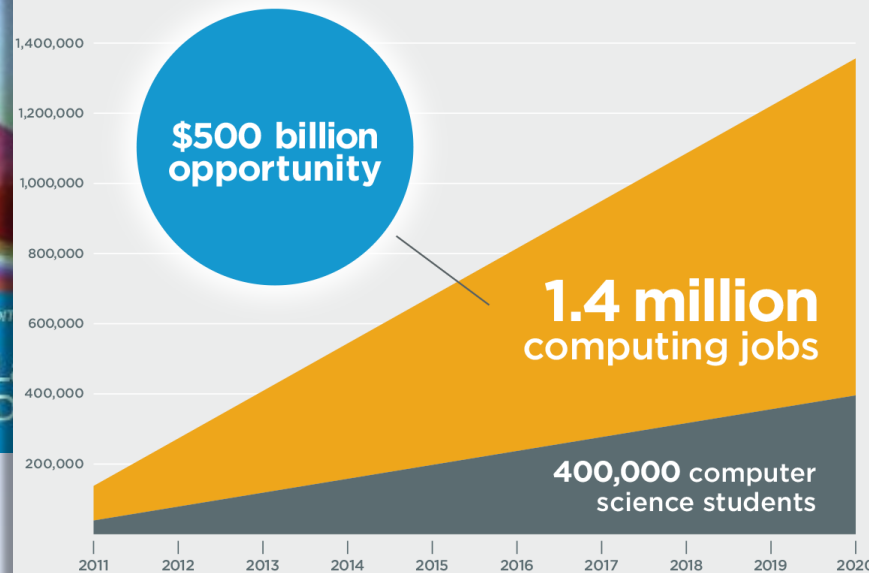
Επιπλέον, σχεδιάζεται πειραματικά για τους μαθητές του Λυκείου (Key stage 4) ένα αναλυτικό πρόγραμμα προσανατολισμένο στον επιστημονικό γραμματισμό. Το εν λόγω πρόγραμμα είναι ευέλικτο, απευθύνεται σε μαθητές που δεν πρόκειται να σπουδάσουν φ.ε. ή κάποιον άλλο κλάδο που στηρίζεται στις φ.ε. και έχει την ονομασία 21st Century Science (Φυσικές επιστήμες για τον 21ο αιώνα). Αντίστοιχοι προβληματισμοί διατυπώνονται σε πολλές χώρες της Ευρώπης (Γαλλία, Γερμανία και σκανδιναβικές χώρες).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Τέλη 20^{ου} αιώνα: Αναθεώρηση Α.Π. στις Θ.Ε.



1,000,000 more jobs than students by 2020



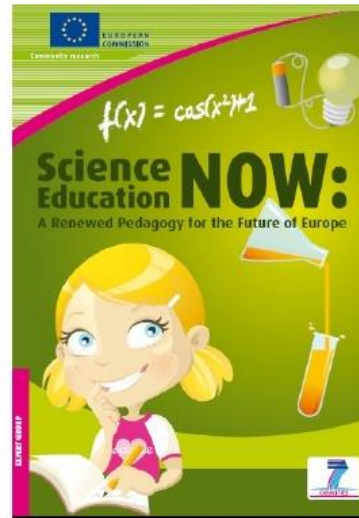
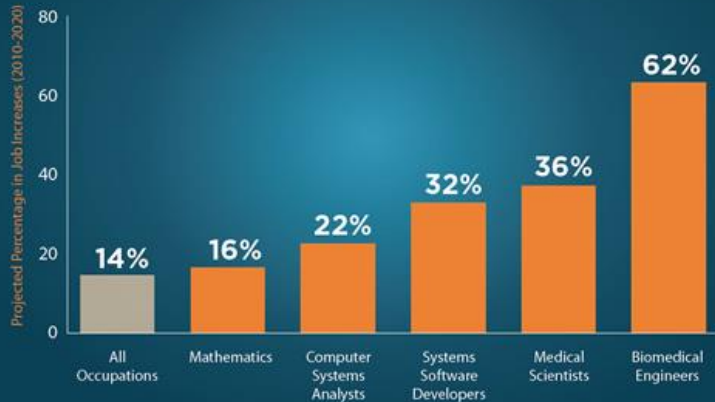
Computer science is a top paying college degree and computer programming jobs are growing at 2X the national average.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Τέλη 20^{ου} αιώνα: Αναθεώρηση Α.Π. στις Θ.Ε.

Στις χώρες αυτές, συστάθηκαν επιτροπές ειδικών οι οποίες διαμόρφωσαν αναλυτικά προγράμματα για τις φ.ε. σύμφωνα πάντα με τις ανάγκες και τις αξίες της εκάστοτε χώρας και κοινωνίας. Απώτατος στόχος είναι πάντα η επίτευξη ενός ικανοποιητικού επιπέδου επιστημονικού γραμματισμού σε μαθητές που τελειώνουν τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

PROJECTED PERCENTAGE INCREASES IN STEM JOBS: 2010-2020



The Rocard Report on Science Education (2007)

Science Education in Europe: Critical Reflections (J. Osborne, J. Dillon, 2008)



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, οι φ.ε. (η πειραματική φυσική και η χημεία) μπήκαν ως μαθήματα της υποχρεωτικής εκπαίδευσης στα τέλη του 19ου αιώνα. Τα πρώτα αναλυτικά προγράμματα τα σχεδίασαν άνθρωποι που είχαν φοιτήσει σε πανεπιστήμια της Ευρώπης, και γι' αυτό ήταν επηρεασμένοι από το γερμανικό ή το γαλλικό σύστημα εκπαίδευσης.

Τις περισσότερες φορές, τα εν λόγω προγράμματα δεν αποτελούσαν παρά έναν κατάλογο περιεχομένων του πανεπιστημιακού συγγράμματος που δίδασκε ο καθηγητής, σε μια προσπάθεια κάθετης μεταφοράς της γνώσης από την ανώτερη στην κατώτερη βαθμίδα. Τα τελευταία χρόνια, το ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα για τις φ.ε. εμφανίζεται σχετικά επηρεασμένο από αντίστοιχα προγράμματα των αγγλοσαξονικών χωρών.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός στην Ελλάδα



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

Βασικές συνιστώσες του Επιστημονικού Γραμματισμού

Εάν θεωρήσουμε ότι οι κύριες συνιστώσες του επιστημονικού γραμματισμού είναι οι φ.ε. και η τεχνολογία, ας δούμε εν συντομία τα χαρακτηριστικά τους:

Όσον αφορά τις φ.ε., θα μπορούσαμε να αναφέρουμε εν συντομία ότι ο άνθρωπος, ήδη από τον 6ο αιώνα π.Χ., την περίοδο των Ιώνων φιλοσόφων, ανέπτυξε σύνθετα εργαλεία σκέψης και πρακτικής –τα οποία απαρτίζουν τον λεγόμενο επιστημονικό τρόπο σκέψης– προκειμένου να κατανοήσει και να περιγράψει τον περίπλοκο κόσμο που τον περιέβαλλε. Στην προσπάθειά του δε να ανακαλύψει και να περιγράψει τις βαθύτερες δομές λειτουργίας του κόσμου μας, κατάφερε να κατακτήσει έναν κώδικα επικοινωνίας με τη φύση.



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

Βασικές συνιστώσες του Επιστημονικού Γραμματισμού

Αυτός ο «διάλογος» με τη φύση συνεχίζεται έως σήμερα και έχει χαρίσει στην ανθρωπότητα σημαντικές θεωρίες, οι οποίες περιγράφουν τον κόσμο μας και χαρακτηρίζονται από φαντασία, τόλμη και εφευρετικότητα. Οι επιστημονικές κατακτήσεις και ο «επιστημονικός τρόπος σκέψης» θεωρείται ότι αποτελούν μια από τις βασικότερες συνιστώσες του πολιτισμού μας, στις οποίες πρέπει να εκτεθεί κάθε πολίτης σήμερα προκειμένου να κατανοήσει τον σύγχρονο πολιτισμό σε όλη την πολυπλοκότητά του (Χαλκιά 1999).

Αντίστοιχα, η τεχνολογία, σε αμφίδρομη σχέση με τις φ.ε., συνεχώς τροποποιεί και αναδιαμορφώνει το περιβάλλον στο οποίο ζούμε. Συμβάδισε με την εμφάνιση του σοφού ανθρώπου (*Homo sapiens*) και έχει κριθεί καθοριστική για τη μορφολογία του ανθρώπινου τύπου.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

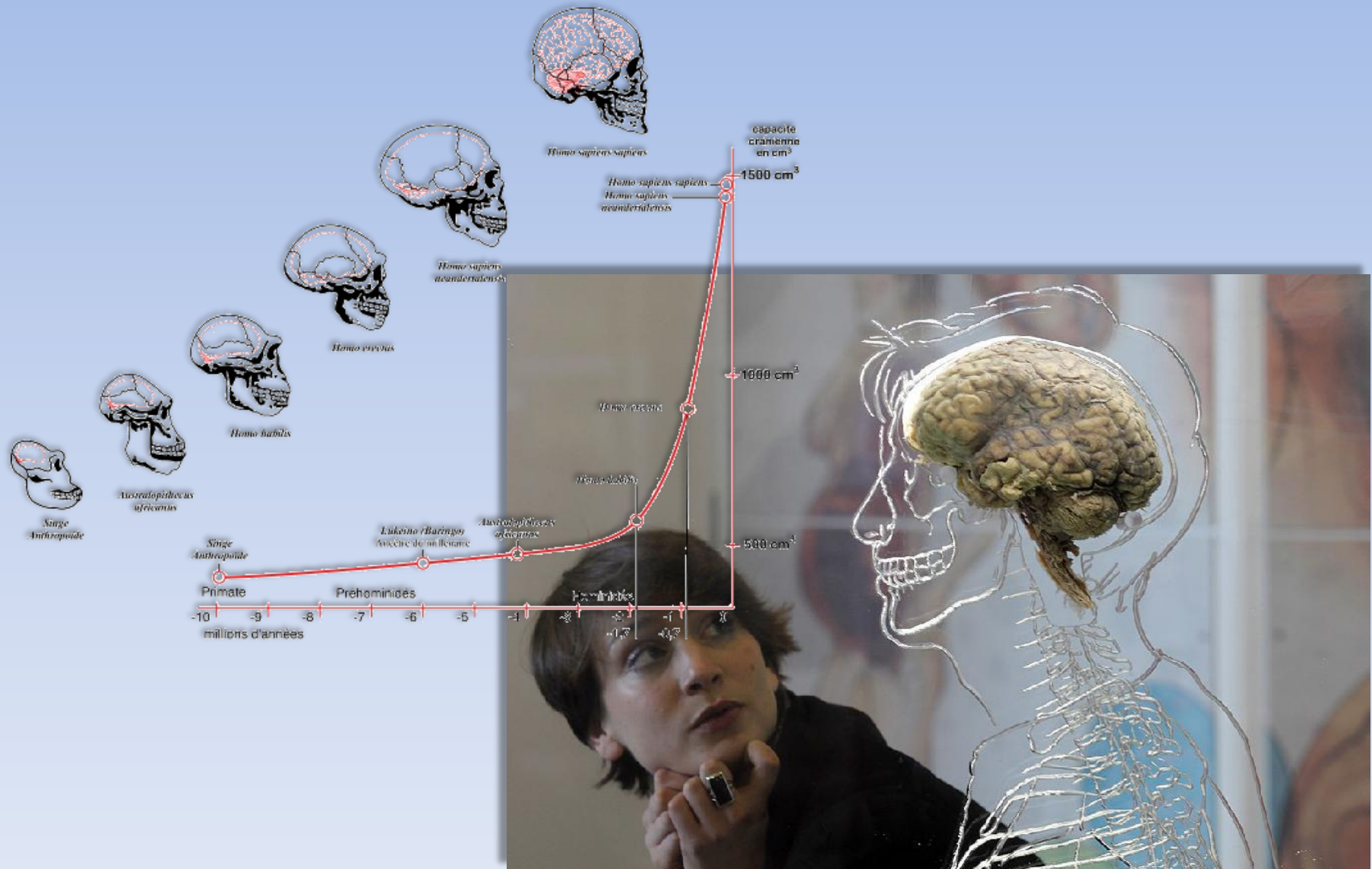
Βασικές συνιστώσες του Επιστημονικού Γραμματισμού

Πράγματι, η διάπλαση και η εξέλιξη του ανθρώπου –διεύρυνση της κρανιακής κοιλότητας, τελική διαμόρφωση του σκελετού– επηρεάστηκε αποφασιστικά από την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον του. Ο άνθρωπος συνεχώς μεταλλάσσει το περιβάλλον του και μεταλλάσσεται και ο ίδιος ως μέρος αυτού του περιβάλλοντος (Μοσκοβίτσι 1998).

Η τεχνολογία αποτελεί επίσης οργανικό κομμάτι του πολιτισμού μας, καθώς εξελίσσεται μαζί με τις εκάστοτε ανάγκες της κοινωνίας, την οποία επηρεάζει άμεσα. Οι καλές ή οι κακές εφαρμογές της εξαρτώνται άμεσα από τις πολιτικές αποφάσεις και μπορούν να ελεγχθούν μόνο από επιστημονικά εγγράμματους πολίτες.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

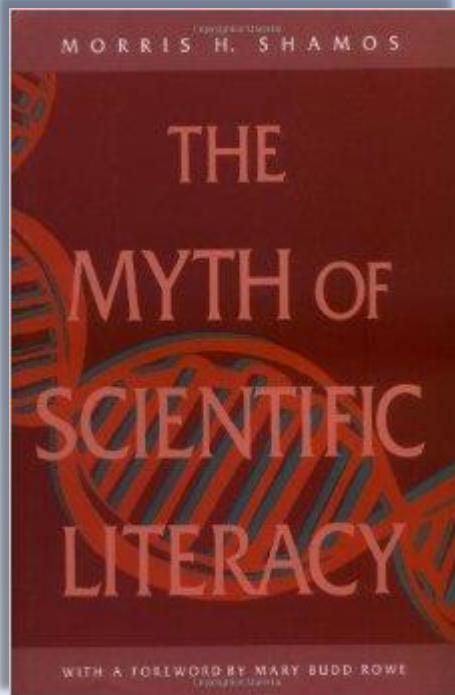
Βασικές συνιστώσες του Επιστημονικού Γραμματισμού



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

Επιχειρήματα υπέρ του Επιστημονικού Γραμματισμού

Συνοψίζοντας τη σχετική βιβλιογραφία, ο Shamos (1996) αναφέρει δύο ειδών επιχειρήματα για να υποστηρίξει τη σημασία της επιδίωξης του «επιστημονικού γραμματισμού» στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των πολιτών: α) τη μακροσκοπική θεώρηση, από τη σκοπιά της κοινωνίας, και β) τη μικροσκοπική θεώρηση, από τη σκοπιά του ατόμου.



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

Μακροσκοπική Θεώρηση

- Επιστημονικός γραμματισμός και οικονομική ευμάρεια του κράτους: Με τον επιστημονικό γραμματισμό εξασφαλίζεται το ανθρώπινο κεφάλαιο που επηρεάζει την οικονομική ισχύ και ευμάρεια ενός κράτους με πολλούς τρόπους. Οι επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες αποτελούν το ανθρώπινο δυναμικό βάσει του οποίου θα αναπτυχθεί η βασική και εφαρμοσμένη έρευνα ενός κράτους, ώστε να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις δυναμικής συμμετοχής του στις διεθνείς αγορές.
- Επιστημονικός γραμματισμός και υποστήριξη της επιστημονικής έρευνας: Όσο περισσότεροι και υψηλού επιπέδου επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες υπάρχουν σε μια χώρα, τόσο περισσότερο υποστηρίζεται οικονομικά η επιστημονική έρευνα και οι τεχνολογικές εφαρμογές της στη χώρα αυτή.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

Μακροσκοπική Θεώρηση

- Επιστημονικός γραμματισμός και προσδοκίες του κοινού από την επιστήμη: Όσο περισσότερο κατανοούν οι πολίτες μιας χώρας τους στόχους, τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της επιστήμης, τόσο περισσότερο προσδοκούν ρεαλιστικές και εφικτές λύσεις στα προβλήματά τους και δεν έχουν εξωπραγματικές απαιτήσεις από αυτήν.
- Επιστημονικός γραμματισμός και το δικαίωμα των πολιτών να επηρεάζουν τις πολιτικές αποφάσεις για την επιστήμη: Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο επιστημονικού γραμματισμού σε μια χώρα, τόσο πιο ισοζυγισμένες (με κριτήρια κοινωνικά, περιβαλλοντικά, κτλ.) είναι οι αποφάσεις που λαμβάνονται σε πολιτικό επίπεδο σχετικά με το είδος της επιστημονικής έρευνας και των τεχνολογικών εφαρμογών που πρέπει να χρηματοδοτηθούν από τον δημόσιο τομέα.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

Μακροσκοπική Θεώρηση

- Επιστημονικός γραμματισμός και αλληλεπίδραση με την κοινωνία: Η επιστήμη συχνά θεωρείται από τους περισσότερους πολίτες ως η επιτομή της εξειδίκευσης και της τεχνοκρατίας, ιδιότητες που την αποκόπτουν από την κοινωνική ζωή και τον ευρύτερο πολιτισμό. Συνήθως, οι πολίτες αντιδρούν με αμηχανία και φόβο απέναντι στην επιστήμη, διότι δεν την κατανοούν και αισθάνονται ότι δεν μπορούν να ελέγξουν τις εφαρμογές της. Όσο περισσότερο λοιπόν κατανοούν οι πολίτες τη φύση της επιστήμης και της τεχνολογίας, τόσο και η επιστήμη αναδεικνύει όλες της τις διαστάσεις και αποκαλύπτει τη σχέση της με τον πολιτισμό.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

Μικροσκοπική Θεώρηση

Επιστημονικός γραμματισμός και συμμετοχή του ατόμου σε μια κοινωνία που κυριαρχείται από την επιστήμη και την τεχνολογία: Οι επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες αισθάνονται πιο ικανοί να διαχειριστούν θέματα που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία και τα οποία συναντούν στην καθημερινή τους ζωή (π.χ. τη ρύθμιση της διαίτας τους, το κάπνισμα, τη χρήση κινητών, τις οθόνες των υπολογιστών, τη δημιουργία αιολικού πάρκου στη θέση μιας δασικής έκτασης, κτλ.).

Επιστημονικός γραμματισμός και απασχόληση: Καθώς η οικονομία βασίζεται περισσότερο στη γνώση, η ποιότητα των ανθρώπινων πόρων θεωρείται η πιο σημαντική οικονομική κατάκτηση στις σύγχρονες κοινωνίες που βασίζονται στην επιστήμη και την τεχνολογία. Επομένως, οι επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες βρίσκονται αφενός σε πλεονεκτική θέση στην αγορά εργασίας, και αφετέρου μπορούν να χειρίζονται με ευχέρεια τα τεχνολογικά προϊόντα στο χώρο της δουλειάς τους.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

Μικροσκοπική Θεώρηση

Επιστημονικός γραμματισμός και νοητικά, αισθητικά και ηθικά πλεονεκτήματα για το άτομο: Ανά τους αιώνες, η επιστημονική σκέψη ανέπτυξε τα κατάλληλα νοητικά εργαλεία προκειμένου να «συνομιλήσει» με τη φύση και να περιγράψει τις εσωτερικές δομές της. Ως εκ τούτου, η επιστήμη συνιστά την έκφραση μιας πειθαρχημένης στη λογική και δημιουργικής δραστηριότητας του ανθρώπινου μυαλού. Κατ' αυτό τον τρόπο, η επιστήμη συμβάλλει καθοριστικά στον ανθρώπινο πολιτισμό, τον οποίο συνεχώς τροποποιεί και αναδιαμορφώνει.

Όπως αναφέρει ο Roberts (2007), η επιχειρηματολογία περί επιστημονικού γραμματισμού χρησιμοποιείται με βάση δύο διαφορετικές θεωρήσεις:

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΛΟΓΟΙ

Μικροσκοπική Θεώρηση

Η πρώτη αναφέρεται στους μαθητές (αλλά και στους ενήλικες) και έχει να κάνει με τα γνωρίσματα που χαρακτηρίζουν τον επιστημονικά εγγράμματο πολίτη. Πρόκειται για την ατομο-κεντρική θεώρηση. Η δεύτερη αναφέρεται στις πολιτικές ενός συστήματος διοίκησης (πανεθνικής ή τοπικής εμβέλειας) που καθορίζουν τη διαμόρφωση των αναλυτικών προγραμμάτων. Πρόκειται για την πολιτικο-κεντρική θεώρηση. Από τις θεωρήσεις αυτές αντλούν οι προτάσεις για τη δομή των αναλυτικών προγραμμάτων, έτσι ώστε να παρέχεται επιστημονικός γραμματισμός στους μαθητές.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού Η ασάφεια του όρου.

Όπως επισημαίνει ο Kemp (2003), ενώ διαπιστώνεται γενικά ότι ο επιστημονικός γραμματισμός είναι αναγκαίος για κάθε άνθρωπο, δεν υπάρχει εντούτοις ομοφωνία για το τι σημαίνει ή για το τι θα έπρεπε να σημαίνει. Πράγματι, σε έρευνα που διεξήγαγε, ο Kemp (2003) διαπίστωσε ότι ακόμη και καθηγητές πανεπιστημίου ειδικευμένοι στον επιστημονικό γραμματισμό δεν συμφωνούσαν, τόσο ως προς τον καθορισμό της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού όσο και ως προς το σε ποια χαρακτηριστικά του επιστημονικού γραμματισμού πρέπει να δοθεί ιδιαίτερο βάρος, ή σε ποια έκταση και βάθος πρέπει να διδαχθούν αυτά.

Το πρόβλημα γίνεται ακόμη πιο σύνθετο αν λάβουμε υπόψη μας ότι η επιστημονική κοινότητα δεν έχει ξεκάθαρη και ομόφωνη άποψη για το εύρος και τα όρια του πεδίου που καλύπτουν οι φ.ε., ενώ τα μέλη της συχνά διαφωνούν ακόμη και για την εγκυρότητα και αξιοπιστία των πληροφοριών που παρέχουν οι φ.ε. για τον κόσμο (Weigold 2001).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού Η ασάφεια του όρου.

Μια άλλη παράμετρος που θέτει ο Roth (2002) είναι αυτή της ηθικής της επιστήμης. Οι ίδιοι οι επιστήμονες δεν φαίνεται να έχουν προβληματιστεί για τα όρια μεταξύ «καλής» και «κακής» επιστήμης, και δεν φαίνεται να έχουν αναπτύξει κριτήρια ώστε να μπορούν να «διακρίνουν το καλύτερο» μεταξύ δύο προτάσεων επιστημονικών ερευνών.

Σύμφωνα με τον Weigold (2001), για το ευρύ κοινό, ο όρος επιστήμη (φυσικές επιστήμες) καλύπτει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων. Περιλαμβάνει τη δουλειά των πανεπιστημιακών (ερευνητών) που αναζητούν τη γνώση από προσωπικό ενδιαφέρον (βασική επιστήμη), καθώς και τις δραστηριότητες των επιστημόνων που αναζητούν λύση στα άμεσα προβλήματα της κοινωνίας (εφαρμοσμένη επιστήμη).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού

Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.

Η ασάφεια του όρου ξεκινά από το γεγονός ότι δεν υπάρχει κατ'αρχάς ένας κοινά αποδεκτός λειτουργικός ορισμός για το πρώτο σκέλος του όρου επιστημονικός γραμματισμός, όπως αυτό εκφράζεται στη σύγχρονη εποχή. Το πρόβλημα εστιάζεται στο γεγονός ότι, ενώ ιστορικά ο όρος *Science* στις αγγλοσαξονικές χώρες ήταν για πολλά χρόνια συνώνυμος με τις φ.ε., στη σημερινή εποχή φαίνεται ότι έχει τροποποιηθεί και υποδηλώνει πλέον –εκτός από τις φ.ε.– τόσο τα μαθηματικά όσο και την τεχνολογία, σε μερικές δε περιπτώσεις και τις κοινωνικές επιστήμες.

Όπως σχολιάστηκε και παραπάνω, η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα και πολυσημαντότητα, δεδομένου ότι το περιεχόμενο του σχετικού όρου προσαρμόζεται και υπαγορεύεται από την «εικόνα» της επιστήμης που προβάλλει μια κοινωνία, ή από τις ιδεολογικές και φιλοσοφικές θεωρήσεις των επιστημόνων που τον προτείνουν (Champagne & Lowitts 1989, Kaestle 1990).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

**Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού
Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως
προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.**

Ο DeBoer (2000), στο περίφημο άρθρο του «Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform» (Επιστημονικός γραμματισμός: Μια διαφορετική ματιά στις ιστορικές και σύγχρονες σημασίες του και τη σχέση του με τις μεταρρυθμίσεις στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες), μελετά διαχρονικά την έννοια του επιστημονικού γραμματισμού, ξεκινώντας από τις αρχές του 19ου αιώνα.



Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform

George E. DeBoer

Department of Education, Colgate University, Hamilton, New York 13346

Received 15 September 1999; accepted 28 February 2000

Abstract: *Scientific literacy* is a term that has been used since the late 1950s to describe a desired familiarity with science on the part of the general public. A review of the history of science education shows that there have been at least nine separate and distinct goals of science education that are related to the larger goal of scientific literacy. It is argued in this paper that instead of defining scientific literacy in terms of specifically prescribed learning outcomes, scientific literacy should be conceptualized broadly enough for local school districts and individual classroom teachers to pursue the goals that are most suitable for them and their students. This would do more to enhance the public's understanding and appreciation of science than will current efforts that are too narrowly aimed at increasing scores on international tests of science knowledge. A broad and open-ended approach to scientific literacy would free teachers and students to develop a wide variety of innovative responses to the call for an increased understanding of science for all.
© 2000 John Wiley & Sons, Inc. *J Res Sci Teach* 37: 582–601, 2000

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού

Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.

Η μελέτη αυτή καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού δεν παρέμεινε σταθερή στο πέρασμα του χρόνου, αλλά συνεχώς τροποποιούνταν καλύπτοντας διάφορες σημασίες, ανάλογα με τις κοινωνικές, ιδεολογικές και πολιτικές συνθήκες που επικρατούσαν σε κάθε τόπο και εποχή. Έτσι, διαχρονικά, οι σκοποί της διδασκαλίας του μαθήματος των φ.ε., των οποίων η ποικιλία αντικατοπτρίζει και τις διάφορες σημασίες που έλαβε η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού, μπορούν να συνοψιστούν στις παρακάτω θέσεις.

Φυσικές επιστήμες και πολιτισμός

Οι φ.ε. διεκδικούν μια θέση στο αναλυτικό πρόγραμμα επειδή συνιστούν σημαντική συνιστώσα της πνευματικής μας κληρονομιάς.

Τουλάχιστον μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα, η θεσμοθετημένη διδασκαλία των φ.ε. βασιζόταν στην πεποίθηση ότι ένας καλά πληροφορημένος και μορφωμένος άνθρωπος οφείλει να γνωρίζει τους νόμους που διέπουν τον φυσικό κόσμο, τον «επιστημονικό τρόπο σκέψης», και να αντιλαμβάνεται την επίδραση των φ.ε. στην κοινωνία.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

*Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού
Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως
προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.*

Φυσικές επιστήμες και αγορά εργασίας

Τα μαθήματα των φ.ε. πρέπει να παρέχουν στους μαθητές τις γνώσεις και τις δεξιότητες που θα τους φανούν χρήσιμες στην αγορά εργασίας και που θα αποτελούν βάση για επαγγελματική εξέλιξη σε βάθος χρόνου, σε έναν κόσμο όπου η επιστήμη και η τεχνολογία παίζουν τόσο καθοριστικό ρόλο.



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

*Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού
Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως
προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.*

Φυσικές επιστήμες και καθημερινή ζωή

Η γνώση του πώς λειτουργεί ο φυσικός κόσμος είναι χρήσιμη για κάθε άνθρωπο. Οι έννοιες και οι αρχές των φ.ε. μπορεί να επιλέγονται και να διδάσκονται με τρόπο τέτοιο ώστε οι μαθητές να αντιλαμβάνονται τις εφαρμογές τους στην καθημερινή ζωή. Η κατανόηση της τριβής, του φωτός, του ηλεκτρισμού, της θερμότητας, της εξάτμισης και της συμπύκνωσης, της «τροφής» των φυτών, της ανατομίας του ανθρώπινου σώματος και της φυσιολογίας, της υγείας και της αρρώστιας, της φωτοσύνθεσης και του μεταβολισμού, της μικροβιολογίας, κ.λπ., συμβάλλει σε μια σύγχρονη, ενιαία και αποτελεσματική γνώση του φυσικού κόσμου.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

*Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού
Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως
προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.*

Φυσικές επιστήμες και κοινωνία

Η εκπαίδευση στις φ.ε. συμβάλλει στη δημιουργία σωστά πληροφορημένων πολιτών που θα μπορούν να χειρίζονται, έξυπνα, θέματα τα οποία σχετίζονται με την αλληλεξάρτηση επιστήμης και κοινωνίας, να ψηφίζουν με υπευθυνότητα και να επηρεάζουν, όταν χρειάζεται, τις πολιτικές που αφορούν την επίδραση της επιστήμης στην κοινωνία. Καθημερινά συναντάμε ερωτήματα που αφορούν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα, την κλωνοποίηση, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της υπερθέρμανσης του πλανήτη, την υποβάθμιση των υδάτινων πόρων, τον έλεγχο επιδημιών. Οι πολίτες χρειάζεται να είναι ευαισθητοποιημένοι σε τέτοια ζητήματα, να κατανοούν τον τρόπο λήψης αποφάσεων για αυτά, αλλά και να κατέχουν τις απαιτούμενες δεξιότητες ώστε να μπορούν να τα διερευνούν από μόνοι τους, προκειμένου να επηρεάζουν τις πολιτικές που αφορούν τους ίδιους και τις κοινότητες στις οποίες ζουν. Η επιτυχία μιας δημοκρατικής κοινωνίας εξαρτάται από αυτού

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού

Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.

Φυσικές επιστήμες και διερεύνηση του φυσικού κόσμου

Οι φ.ε. βασίζονται σε συγκεκριμένους τρόπους διερεύνησης του φυσικού κόσμου. Οι μαθητές πρέπει να ασκούνται σε αυτούς τους τρόπους σκέψης και να μαθαίνουν πώς να τους αξιοποιούν, δεδομένου ότι αποτελούν σημαντικά μέσα παραγωγής γνώσης για τον κόσμο μας. Οι μαθητές πρέπει επίσης να μπορούν να διακρίνουν σε ποιες περιπτώσεις οι μέθοδοι της επιστήμης χρησιμοποιούνται σωστά από τους άλλους και σε ποιες περιπτώσεις όχι.

Η εγκυρότητα των δεδομένων, η φύση των ενδείξεων, η προσπάθεια για αντικειμενικότητα και η προκατάληψη, η τάση για επιβεβαίωση και η αβεβαιότητα, οι υποθέσεις περί κανονικότητας και ενότητας του φυσικού κόσμου είναι όλες σημαντικές έννοιες τις οποίες οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν. Παράλληλα, οι μαθητές χρειάζεται να έχουν επίγνωση και των ορίων της επιστήμης (φ.ε. και τεχνολογίας), καθώς και της ισχύος άλλων τρόπων σκέψης που επίσης αποδεικνύονται λειτουργικοί στον κόσμο μας.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

**Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού
Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.**

Φυσικές επιστήμες και δημόσια κατανόηση της επιστήμης (μέσω των μέσων μαζικής ενημέρωσης)

Η εκπαίδευση στις φ.ε. πρέπει να συμβάλλει στη δημιουργία πολιτών οι οποίοι είναι ικανοί να παρακολουθούν με κριτικό μάτι τα άρθρα και τις εκπομπές για θέματα επιστήμης που εμφανίζονται στα ΜΜΕ, αλλά και να μπορούν να λαμβάνουν μέρος σε συζητήσεις για θέματα που αφορούν την εξέλιξη της επιστήμης (π.χ. θέματα αστροφυσικής και κοσμολογίας), καθώς και για θέματα που σχετίζονται με τις φ.ε. και αποτελούν μέρος της καθημερινής ζωής (π.χ. γενετικά τροποποιημένα προϊόντα).



**Είκοσι χρόνια μετά,
ο Άνθρωπος του
Κένεγονικ
επιστρέφει στο χώμα**
26/02/2017 19:47

Τι είναι το δηλητήριο που
σκότωσε τον Κιμ Γιόνγκ Ναμ
24/02/2017 17:18

Ανταρκτική: Αντίστροφη
μέτρηση για αποκόλληση
παγόβουνου 5.000 τ.χλμ
24/02/2017 17:16

Η Amazon αρνείται να
παραδώσει δεδομένα του Echo
σε υπόθεση φόνου
24/02/2017 16:28

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

*Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού
Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως
προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.*

Φυσικές επιστήμες και αισθητική απόλαυση: Ο φυσικός κόσμος ως έργο τέχνης

Ο φυσικός κόσμος ασκεί έντονη γοητεία, και η γνώση του μπορεί να προσφέρει μεγάλη αισθητική συγκίνηση στους ανθρώπους. Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης στις φ.ε., οι μαθητές πρέπει να διδάσκονται και φυσική ιστορία, ώστε να διαπιστώσουν την τεράστια ποικιλότητα των έμβιων οργανισμών, την εντυπωσιακά σύνθετη συμπεριφορά των ζώων (ηθολογία), τη φυσική ομορφιά των γεωλογικών σχηματισμών, αλλά και, μέσω άλλων πεδίων στις φ.ε., να διαπιστώσουν τα ασύλληπτα μυστήρια του μικρόκοσμου και του μεγάκοσμου.



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού

Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.

Φυσικές επιστήμες και πολίτες με θετική στάση προς την επιστήμη

Η εκπαίδευση στις φ.ε. πρέπει να αναδεικνύει τη σημασία της γνώσης των διαφόρων πεδίων που τις απαρτίζουν, προετοιμάζοντας πολίτες ευνοϊκά διακείμενους απέναντί τους και έτοιμους να αξιοποιήσουν την επιστημονική γνώση που αυτές παρέχουν. Ο σκοπός αυτός μοιάζει όλο και πιο σημαντικός τα χρόνια μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, ως απάντηση στην αυξανόμενη αντιεπιστημονική στάση των πολιτών του δυτικού κόσμου.

Φυσικές επιστήμες και σχέση τους με την τεχνολογία

Λόγω της πρακτικής σημασίας της τεχνολογίας, η οποία συνδέεται στενά με τις φ.ε., η εκπαίδευση στις φ.ε. πρέπει να περιλαμβάνει συζητήσεις μεταξύ των μαθητών για τη φύση της τεχνολογίας και την αλληλεξάρτηση φ.ε. και τεχνολογίας, καθώς επίσης και να τους ασκεί σε δεξιότητες που απαιτούνται για το σχεδιασμό, την υλοποίηση ή την αξιολόγηση τεχνολογικών προϊόντων.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

*Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού
Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως
προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε.*

Η τεχνολογία δικαιούται ένα μέρος του αναλυτικού προγράμματος των φ.ε., διότι συνδιαλέγεται με τον φυσικό κόσμο, και ο τεχνολογικός σχεδιασμός εξαρτάται από τις αρχές των φ.ε. και αξιοποιεί τις μεθόδους της επιστημονικής έρευνας. Επιπλέον, φαίνεται ότι η τεχνολογία κινεί γενικά το ενδιαφέρον των μαθητών, καθώς έχει να κάνει με τον τρόπο λειτουργίας αντικειμένων της καθημερινής εμπειρίας. Σε όλη την ιστορία της εκπαίδευσης, η τεχνολογία συνδεόταν στενά με τη διδασκαλία των φ.ε., η θέση της όμως στο αναλυτικό πρόγραμμα των φ.ε. υπήρξε σχετικά ασαφής.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού

Σε μια ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, ο Roberts (2007) διαπιστώνει ότι διάφοροι ερευνητές έχουν κατά καιρούς προσπαθήσει να εντοπίσουν τις ποικίλες διαστάσεις του επιστημονικού γραμματισμού και να ιεραρχήσουν τα επίπεδα επίτευξής του.

Ο Shen (1975) ορίζει τρεις τύπους επιστημονικού γραμματισμού, χωρίς να προβαίνει σε ιεράρχησή τους:

- *Πρακτικός επιστημονικός γραμματισμός (practical scientific literacy)*: είναι ο γραμματισμός ο οποίος εστιάζει σε εκείνο το είδος της επιστημονικής γνώσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει κάποιον να επιλύσει πρακτικά προβλήματα, όπως θέματα υγείας και επιβίωσης.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού

- Πολιτικός επιστημονικός γραμματισμός (*civic scientific literacy*): είναι ο γραμματισμός που βοηθά τον πολίτη να αποκτήσει συνείδηση της επιστήμης και των θεμάτων που σχετίζονται με αυτήν, έτσι ώστε από κοινού με τους εκλεγμένους αντιπροσώπους του να είναι σε θέση να λαμβάνει όσο το δυνατόν «ορθότερες» αποφάσεις πάνω σε τέτοια θέματα (π.χ. αποφάσεις που αφορούν το περιβάλλον και την ποιότητα ζωής) και να συμμετέχει ενεργά στις δημοκρατικές διαδικασίες μιας κοινωνίας που ολοένα και περισσότερο εξαρτάται από την τεχνολογία.
- Πολιτισμικός επιστημονικός γραμματισμός (*cultural scientific literacy*): είναι ο γραμματισμός που πηγάζει από την επιθυμία γνώσης της επιστήμης ως πολιτισμικού προϊόντος.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού

Αντίθετα, ο Shamos (1996) αναφέρει ιεραρχικά τρία επίπεδα επιστημονικού γραμματισμού, με αυξανόμενο βαθμό δυσκολίας από το ένα στο άλλο:

- *Πολιτισμικός επιστημονικός γραμματισμός (cultural scientific literacy)*: αποτελεί την απλούστερη μορφή επιστημονικού γραμματισμού και αφορά τη γνώση που απαιτείται να έχει ο μέσος πολίτης για να μπορεί να παρακολουθήσει τον κοινωνικό διάλογο περί επιστήμης.
- *Λειτουργικός επιστημονικός γραμματισμός (functional scientific literacy)*: απαιτεί ο μέσος πολίτης να μπορεί όχι απλώς να χρησιμοποιεί με ευχέρεια το επιστημονικό λεξιλόγιο, αλλά και να συνδιαλέγεται, να διαβάζει και να γράφει με σαφήνεια για επιστημονικά θέματα με έναν τρόπο που να είναι απλός, ουσιαστικός και κατανοητός.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού

Η διαφορά μεταξύ των δύο επιπέδων είναι ότι το πρώτο επίπεδο αναφέρεται σε έναν παθητικό (π.χ. γνώση των επιστημονικών όρων που χρησιμοποιούν τα μέσα μαζικής ενημέρωσης), ενώ το δεύτερο σε έναν πιο ενεργητικό πολίτη. Έτσι, ο σε λειτουργικό βαθμό επιστημονικά εγγράμματος πολίτης δεν θα διαβάσει απλώς ένα εκλαϊκευμένο άρθρο επιστήμης, αλλά θα μπορεί και να ανοίξει συζήτηση για το περιεχόμενό του με άλλους (Laugksch, 2001).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού

- Αληθής επιστημονικός γραμματισμός (*true scientific literacy*): απαιτεί ο μέσος πολίτης, πέρα από τη γνώση και των δύο προηγούμενων επιπέδων, να γνωρίζει επιπλέον κάποιες από τις μεγάλες θεωρίες που αποτελούν τα θεμέλια της επιστήμης (όπως πώς προέκυψαν, γιατί είναι τόσο ευρέως αποδεκτές, πώς η επιστήμη διακρίνει την τάξη σε ένα τυχαίο Σύμπαν, το ρόλο του πειράματος στην επιστήμη, κτλ.) και να εκτιμά τη σημασία της επιστημονικής διερεύνησης και της διατύπωσης των κατάλληλων ερωτημάτων, τον επαγωγικό και τον παραγωγικό συλλογισμό, τις διεργασίες της λογικής σκέψης και την αξιοπιστία των ενδείξεων (Shamos 1996). Ο ίδιος ερευνητής υποστηρίζει ότι το τελευταίο επίπεδο επιστημονικού γραμματισμού θεωρείται αρκετά δύσκολο να επιτευχθεί από τα περισσότερα μέλη της κοινωνίας, και το κατακτούν συνήθως μόνο επιστήμονες.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού

Αντίστοιχα, ο Bybee (1997) διαμορφώνει ένα πλαίσιο τεσσάρων επιπέδων επιστημονικού (και τεχνολογικού) γραμματισμού. Σε αυτό το πλαίσιο, ο επιστημονικός (και τεχνολογικός) γραμματισμός παρουσιάζεται ως ένα συνεχές, όπου το κάθε άτομο κατακτά ολοένα και πιο σύνθετα επίπεδα κατανόησης της επιστήμης (και της τεχνολογίας). Τα τέσσερα επίπεδα επιστημονικού γραμματισμού κατά τον Bybee είναι:

- **Ονομαστικός επιστημονικός γραμματισμός:** το άτομο που βρίσκεται σε αυτό το επίπεδο μπορεί απλώς να συσχετίζει ονόματα και όρους με μια γενική περιοχή της επιστήμης και της τεχνολογίας.

Ο Bybee συμπεριλαμβάνει σε αυτό το επίπεδο και τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και τις απλοϊκές (διαισθητικές) θεωρίες που υποκρύπτονται πίσω τους, όπως και τις μη ακριβείς έννοιες.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού

- **Λειτουργικός επιστημονικός γραμματισμός:** το άτομο που βρίσκεται σε αυτό το επίπεδο μπορεί να κάνει χρήση της επιστημονικής ορολογίας και να διαβάζει, ή να γράφει, μικρά κείμενα αξιοποιώντας ένα απλό επιστημονικό λεξιλόγιο. Είναι σε θέση επίσης να συσχετίζει το λεξιλόγιο αυτό με ευρύτερα εννοιολογικά σχήματα, κατανοώντας όμως μόνο σχηματικά τους συσχετισμούς αυτούς. Δεν έχει με άλλα λόγια εντάξει τις έννοιες σε κάποιο εννοιολογικό πλαίσιο (μπορεί να τις χρησιμοποιεί σε ένα διαγώνισμα αλλά δεν κατανοεί τι σημαίνουν σε σχέση με την καθημερινή του ζωή).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού

- **Εννοιολογικός και διαδικαστικός επιστημονικός γραμματισμός:** το άτομο που βρίσκεται σε αυτό το επίπεδο κατανοεί τόσο τα μέρη όσο και το σύνολο των φ.ε. και της τεχνολογίας ως επιστημονικών κλάδων (κατανοεί δηλαδή τη σύνδεση μίας έννοιας με ένα ευρύτερο σύνολο εννοιών). Σε αυτό το επίπεδο, το άτομο κατανοεί τη δομή του κάθε επιστημονικού κλάδου και τις διαδικασίες με τις οποίες αναπτύσσεται η νέα γνώση, καθώς και τις τεχνικές σχεδιασμού και παραγωγής ενός προϊόντος (αναπτύσσει δηλαδή και δεξιότητες απαραίτητες για την επιστημονική έρευνα και τον τεχνολογικό σχεδιασμό).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού

- Πολυδιάστατος επιστημονικός και τεχνολογικός γραμματισμός: το άτομο που βρίσκεται σε αυτό το επίπεδο κατανοεί, πέρα από τα βασικά εννοιολογικά πλαίσια της επιστήμης και της τεχνολογίας, και άλλες σημαντικές διαστάσεις τους που καθιστούν την κατανόηση αυτή πιο πλήρη, όπως για παράδειγμα την ιστορία των επιστημονικών ιδεών, τη φύση της επιστήμης και της τεχνολογίας, τη σύνδεση της επιστήμης και της τεχνολογίας με την κοινωνία. Στο επίπεδο αυτό, ο όρος εμπεριέχει και τις φιλοσοφικές, τις ιστορικές και τις κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας, και το άτομο έχει πλέον συνειδητοποιήσει το γεγονός ότι η επιστήμη και η τεχνολογία αποτελούν σημαντικές συνιστώσες του ανθρώπινου πολιτισμού. Έτσι, είναι σε θέση να συνδέει τις έννοιες και τις αρχές των φ.ε. και της τεχνολογίας με τα προβλήματα και τις επιδιώξεις της κοινωνίας.

Κατά τον Bybee, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αναπτύξει το πλαίσιο των τεσσάρων επιπέδων τόσο οριζόντια όσο και κάθετα.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Απόλυτη και σχετική έννοια του επιστημονικού γραμματισμού

Συνοψίζοντας παλαιότερους ορισμούς, ο Laugksch (2001) θεωρεί ότι ο όρος επιστημονικός γραμματισμός αναφέρεται στις γνώσεις που οφείλει να έχει ο μέσος πολίτης σχετικά με την επιστήμη, και συνήθως υποδηλώνει ότι ο επιστημονικά εγγράμματος μέσος πολίτης είναι σε θέση να εκτιμήσει τη φύση, τους σκοπούς και τους γενικούς περιορισμούς της επιστήμης, σε συνδυασμό με κάποια στοιχειώδη κατανόηση των πιο σημαντικών επιστημονικών ιδεών.

Ο Laugksch (2001) προτείνει δύο διαφορετικά είδη ορισμών για τον επιστημονικό γραμματισμό:

- ο πρώτος σχετίζεται με την απόλυτη έννοια του επιστημονικού γραμματισμού, και
- ο δεύτερος έχει σχέση με τη λειτουργική αξία του επιστημονικού γραμματισμού στην κοινωνία.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Απόλυτη και σχετική έννοια του επιστημονικού γραμματισμού

Η απόλυτη έννοια του επιστημονικού γραμματισμού αναφέρεται στο υπάρχον σώμα της επιστημονικής γνώσης (περιεχόμενο) και στον τρόπο σκέψης (επιστημονικές δεξιότητες και πρακτικές διερεύνησης) που κυριαρχεί στις φ.ε. Η σχετική έννοια του επιστημονικού γραμματισμού αναφέρεται στις απαιτούμενες γνώσεις και ικανότητες που πρέπει να έχει ένα άτομο για να λειτουργεί αποτελεσματικά στην κοινωνία.

Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο Ziman (1991), «Η επιστημονική γνώση δεν προσλαμβάνεται απρόσωπα, ως προϊόν κάποιων αποκομμένων από την κοινωνία ειδικών, αλλά προκύπτει ως τμήμα της ζωής, ανάμεσα σε πραγματικούς ανθρώπους, με πραγματικά ενδιαφέροντα σε έναν πραγματικό κόσμο».

Ο επιστημονικός γραμματισμός, με την απόλυτη έννοιά του, μοιάζει να λειτουργεί σε ένα κοινωνικό κενό, ενώ με τη σχετική του έννοια προϋποθέτει κάποιου είδους αλληλεπίδραση. Ο επιστημονικά εγγράμματος άνθρωπος αξιοποιεί την επιστημονική γνώση για να δράσει σε ένα δεδομένο κοινωνικό πλαίσιο.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Απόπειρες λειτουργικών ορισμών του επιστημονικού γραμματισμού

Science for All Americans (AFAA)

Επιστημονικά εγγράμματος θεωρείται όποιος:

- γνωρίζει ότι οι φ.ε., τα μαθηματικά και η τεχνολογία είναι αλληλεξαρτώμενες πορείες γνώσης, με δυνατότητα συνεχούς εξέλιξης και επέκτασης της γνώσης μας για τον φυσικό και τον κατασκευασμένο κόσμο, αλλά και με όρια που δεν μπορούμε να υπερβούμε,
- κατανοεί τις έννοιες κλειδιά και τις αρχές (νόμους-μοντέλα) των φ.ε.
- είναι εξοικειωμένος με τον φυσικό κόσμο, αναγνωρίζοντας τόσο την ποικιλία όσο και την ενότητά του, και
- χρησιμοποιεί τον επιστημονικό τρόπο σκέψης για προσωπικούς (π.χ. για να αντιμετωπίσει προβλήματα που προκύπτουν στην καθημερινή του ζωή) και κοινωνικούς σκοπούς (π.χ. να μπορεί να αντιλαμβάνεται τα περιβαλλοντικά προβλήματα και να παίρνει θέσεις και αποφάσεις ως προς αυτά).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Απόπειρες λειτουργικών ορισμών του επιστημονικού γραμματισμού

Παράλληλα, το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ (US National Research Council), διατυπώνοντας τα Εθνικά Επίπεδα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (National Science Education Standards), ορίζει τον επιστημονικό γραμματισμό ως εξής:

«Επιστημονικός γραμματισμός είναι η γνώση και η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών που απαιτούνται για να πάρει κανείς προσωπικές αποφάσεις, να συμμετέχει σε πολιτιστικά και πολιτικά γεγονότα, καθώς και στην οικονομική παραγωγή.

Επιστημονικά εγγράμματος είναι όποιος μπορεί:

- να αναρωτιέται και να διατυπώνει ερωτήματα με αφορμή καθημερινές εμπειρίες, αλλά και να γνωρίζει πώς να βρει τις απαντήσεις σε αυτά,
- να περιγράφει, να ερμηνεύει και να προβλέπει φυσικά φαινόμενα,
- να διαβάζει και να κατανοεί εκλαϊκευμένα άρθρα για την επιστήμη στα ΜΜΕ (εφημερίδες, περιοδικά, Διαδίκτυο) και να συμμετέχει σε συζητήσεις σχετικά με την εγκυρότητα των συμπερασμάτων που διατυπώνονται,

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Απόπειρες λειτουργικών ορισμών του επιστημονικού γραμματισμού

Επιστημονικά εγγράμματος είναι όποιος μπορεί:

- να αναγνωρίζει τα επιστημονικά ζητήματα που ενυπάρχουν σε αποφάσεις εθνικής και τοπικής εμβέλειας και να εκφράζει θέσεις επιστημονικά και τεχνολογικά τεκμηριωμένες,
 - να αξιολογεί (ως πολίτης) την ποιότητα των επιστημονικών πληροφοριών με βάση τις πηγές και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για να προκύψουν οι πληροφορίες αυτές,
 - να θέτει και να αξιολογεί επιχειρήματα βασισμένα σε ενδείξεις, καθώς και να εφαρμόζει κατάλληλα τα συμπεράσματα από τα επιχειρήματα αυτά.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Απόπειρες λειτουργικών ορισμών του επιστημονικού γραμματισμού

Στην Αγγλία αντίστοιχα, ο ορισμός του επιστημονικού γραμματισμού, όπως εντοπίζεται στην αναφορά του πειραματικού προγράμματος 21st Century Science (Επιστήμη για τον 21ο αιώνα), είναι ο εξής:

- να εκτιμά και να κατανοεί την επίδραση της επιστήμης και της τεχνολογίας στην καθημερινή ζωή,
- να ενημερώνεται προκειμένου να πάρει προσωπικές αποφάσεις για ζητήματα που άπτονται της επιστήμης, όπως είναι η υγεία, η διαίτα, η χρήση των ενεργειακών πηγών,
- να διαβάζει και να κατανοεί τα βασικά σημεία άρθρων που εμφανίζονται σε άτυπες πηγές (π.χ. ΜΜΕ) και αναφέρονται στην επιστήμη,
- να αντιδρά κριτικά σε πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε, και (συχνά ακόμη πιο σημαντικό) παραλείπονται από, αυτά τα άρθρα, και
- να μη διστάζει να λάβει μέρος σε συζητήσεις σχετικά με επιστημονικά θέματα.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Απόπειρες λειτουργικών ορισμών του επιστημονικού γραμματισμού

Ας δούμε όμως και πώς αξιολογείται ο επιστημονικός γραμματισμός των πολιτών στις οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες. Μέσω του διαγωνισμού PISA, ο διεθνής οικονομικός οργανισμός ΟΟΣΑ (OECD) διερευνά το επίπεδο επιστημονικού γραμματισμού που έχουν μαθητές από χώρες που συμμετέχουν σε αυτόν (ανάμεσα σε αυτές και η Ελλάδα).

Το 2003, ο ΟΟΣΑ όρισε

ως επιστημονικό γραμματισμό «την ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση για να αναγνωρίζει επιστημονικά ερωτήματα που προκύπτουν καθημερινά και να εξάγει συμπεράσματα που θα συμβάλουν στη λήψη αποφάσεων για προβλήματα τα οποία αφορούν τον κόσμο μας και τις αλλαγές που επέρχονται με τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Σημαντική

επίσης συνιστώσα του επιστημονικού γραμματισμού θεωρείται η ανάπτυξη της δεξιότητας των πολιτών στην επίλυση προβλημάτων, καθώς και η πληροφόρησή τους για τις μεγάλες θεωρίες της επιστήμης που σήμερα αποτελούν πολιτιστική κληρονομιά της ανθρωπότητας» (OECD 2003).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Απόπειρες λειτουργικών ορισμών του επιστημονικού γραμματισμού

Μάλιστα, κατά τον Buxton (2001), το άτομο με παιδεία σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας θα πρέπει να είναι σε θέση να εφαρμόσει την επιστήμη στην καθημερινή του ζωή. Ο δε Shamos (1996) υποστηρίζει ότι ο επιστημονικά ενήμερος πολίτης θα πρέπει να κατανοεί καλύτερα το «πώς», το «τι» και το «γιατί» της επιστημονικής προσπάθειας.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

Η ΝΕΥΤΩΝΕΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗ είναι από τα πιο σημαντικά κεφάλαια της φυσικής, καθώς με τις αυστηρά καθορισμένες έννοιές της (π.χ. δύναμη, ταχύτητα, επιτάχυνση, βαρύτητα, μάζα, κ.λπ.) και τους νόμους της (π.χ. νόμος της αδράνειας) παρέχει ένα αρκετά ικανοποιητικό ερμηνευτικό πλαίσιο όσον αφορά τη λειτουργία του κόσμου (επίγειου και ουράνιου).

Η κατανόηση της νευτώνειας μηχανικής απαιτεί υπέρβαση της αισθητηριακής εμπειρίας και χρήση αφαιρετικών συλλογισμών



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

Η γνώση της μηχανικής οδήγησε σε πολλές τεχνολογικές καινοτομίες, που διαμόρφωσαν το αστικό τοπίο και επηρέασαν την καθημερινή ζωή μας. Πράγματι, ο «κατασκευασμένος κόσμος», που αναφέρεται στα μεγάλα οικοδομήματα όπως τα κτίρια, οι ουρανοξύστες, οι γέφυρες, οι ναοί, τα μουσεία κ.λπ. (χαρακτηριστικά δομικά στοιχεία μιας πόλης), καθώς και στα εργαλεία παντός είδους όπως τα ψαλίδια, οι λαβίδες, οι γερανοί, κ.λπ. (που αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία της καθημερινής λειτουργίας μας), βασίζεται –εν πολλοίς– στις γνώσεις που προκύπτουν από το εφαρμοσμένο κομμάτι της μηχανικής. Επιπλέον όμως, η νευτώνεια μηχανική θεωρείται οργανικό κομμάτι

Είναι ενδιαφέρον να επισημανθεί ότι, σε πολλά σημεία τους, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών παρουσιάζουν ομοιότητες με τις αντίστοιχες ιδέες που είχαν διατυπώσει μεγάλοι διανοητές στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης του σχετικού επιστημονικού πεδίου, πράγμα που έχει άλλωστε σχολιαστεί από διάφορους ερευνητές της διδακτικής φ.ε.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

Αυτό σημαίνει ότι, όπως η επιστημονική σκέψη χρειάστηκε να ξεπεράσει σημαντικά επιστημολογικά εμπόδια για να φτάσει από τον Αριστοτέλη στον Νεύτωνα, έτσι και οι μαθητές καλούνται να ξεπεράσουν πολλά εμπόδια για να φτάσουν από τις προσωπικές-διαισθητικές αντιλήψεις τους στις αντίστοιχες επιστημονικές απόψεις των εννοιών και νόμων της μηχανικής.

Η δύναμη είναι ένα λειτουργικό μέγεθος που εξηγεί τις αλλαγές στην κίνηση. Στο πλαίσιο της νευτώνειας μηχανικής, δύναμη είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης δύο σωμάτων. Όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν, ασκείται δύναμη από το ένα σώμα στο άλλο, η οποία μπορεί να προκαλέσει είτε αλλαγή στην κινητική τους κατάσταση είτε παραμόρφωσή τους.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

- Οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις (αλληλεπιδράσεις) ασκούνται μεταξύ κινούμενων φορτισμένων σωμάτων και είναι ελκτικές ή απωστικές (ανάλογως του είδους του φορτίου). Κυριαρχούν στον καθημερινό κόσμο μας, του οποίου καθορίζουν τη λειτουργία.
- Οι βαρυτικές δυνάμεις (αλληλεπιδράσεις) ασκούνται μεταξύ δύο σωμάτων και είναι πάντοτε ελκτικές. Κυριαρχούν στο μέγακοσμο (π.χ. μεταξύ δύο πλανητών, μεταξύ δύο άστρων, μεταξύ της Γης και ενός βιβλίου, κ.λπ.), του οποίου καθορίζουν τη λειτουργία.
- Οι ισχυρές πυρηνικές δυνάμεις (αλληλεπιδράσεις) ασκούνται μεταξύ των σωμάτων του πυρήνα (μεταξύ πρωτονίων και νετρονίων) και είναι ελκτικές. Κυριαρχούν στον πυρήνα και είναι υπεύθυνες για τη συγκρότηση και σταθερότητά του.
- Οι ασθενείς πυρηνικές δυνάμεις (αλληλεπιδράσεις) είναι υπεύθυνες για τη διάσπαση β (π.χ. διάσπαση νετρονίου σε πρωτόνιο, ηλεκτρόνιο και αντινεutrino).

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

Οι δυνάμεις ασκούνται από απόσταση – όπως, για παράδειγμα, η δύναμη που ασκεί ο Ήλιος σε κάθε πλανήτη και, αντίστροφα, η δύναμη που ασκεί κάθε πλανήτη στον Ήλιο, ή η δύναμη που ασκεί ένας μαγνήτης σε καρφίτσες και, αντίστροφα, η δύναμη που ασκούν οι καρφίτσες στο μαγνήτη. Όπως ήδη αναφέραμε, οι δυνάμεις απαιτούν πάντα δύο σώματα για να εκδηλωθούν.

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου οι περιορισμένες δυνατότητες των αισθητήριων οργάνων μας δεν μας επιτρέπουν να διαπιστώσουμε ότι οι δυνάμεις ασκούνται από απόσταση. Στις περιπτώσεις αυτές, μιλάμε για δυνάμεις από επαφή (π.χ. οι δυνάμεις που αναπτύσσονται όταν ακουμπάμε, σπρώχνουμε ή τραβάμε κάποιο σώμα, οι δυνάμεις τριβής, κ.λπ.).

Η νευτώνεια μηχανική βασίζεται στους τρεις νόμους του Νεύτωνα, που συνοψίζουν τη σχέση αιτίου-αποτελέσματος στην περίπτωση κατά την οποία ασκείται δύναμη σε ένα σώμα. Οι νόμοι αυτοί είναι:

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

1ος νόμος του Νεύτωνα (νόμος της αδράνειας): Κάθε σώμα παραμένει στην κατάσταση της ηρεμίας ή της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης¹ στην οποία βρίσκεται, εκτός κι αν ασκηθούν σε αυτό δυνάμεις των οποίων η συνισταμένη δεν είναι μηδέν.

Ο νόμος αυτός σημαίνει ότι η φυσική κατάσταση των σωμάτων είναι η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, δηλαδή η κίνηση με σταθερή ταχύτητα (υποπερίπτωση της οποίας είναι και η ηρεμία, όπου η ταχύτητα του σώματος είναι μηδέν). Στην περίπτωση αυτή (της σταθερής ταχύτητας), δεν ασκούνται δυνάμεις στο σώμα, ή, κι αν ασκούνται, η συνισταμένη τους είναι μηδέν.

Ο νόμος αυτός αποτελεί εξέλιξη του νόμου αδράνειας του Γαλιλαίου. Σύμφωνα με το νόμο αυτό, η σταθερή ταχύτητα ενός σώματος είναι η φυσική κατάστασή του που δεν χρειάζεται εξήγηση (πράγμα που, όπως θα δούμε στη συνέχεια, δεν ίσχυε στη θεωρία του Αριστοτέλη και του Buridan). Αυτό που χρειάζεται εξήγηση είναι η μεταβολή στην κίνηση (η μεταβολή της ταχύτητας), δηλαδή η επιτάχυνση².

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

2ος νόμος του Νεύτωνα: Ένα σώμα κινείται με μεταβαλλόμενη (επιταχυνόμενη) κίνηση, όταν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται πάνω του είναι διάφορη του μηδενός. Τότε, η επιτάχυνση (ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας) του σώματος είναι ανάλογη της συνισταμένης των δυνάμεων και αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του.

Η μάζα ενός σώματος αποτελεί το «μέτρο» της αδράνειάς του. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του σώματος τόσο μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται για να μεταβληθεί η κινητική του κατάσταση (δηλαδή, το σώμα, από ακίνητο, να κινηθεί με μια ορισμένη ταχύτητα, ή, εφόσον ήδη κινείται με ορισμένη ταχύτητα, να κινηθεί με αυξανόμενη ή ελαττούμενη ταχύτητα).

Ο νόμος αυτός σημαίνει ότι, όταν ασκείται (συνισταμένη) δύναμη σε ένα σώμα, η ταχύτητα του σώματος αυτού αλλάζει (η ταχύτητα μπορεί να αυξάνει, οπότε και λέμε ότι το σώμα επιταχύνεται, ή να μειώνεται, οπότε και λέμε ότι το σώμα επιβραδύνεται), και το σώμα κινείται πλέον με επιτάχυνση (ρυθμός αύξησης ή μείωσης της ταχύτητας). Τότε, λέμε ότι το σώμα εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση. Στην περίπτωση που η συνισταμένη δύναμη παραμένει σταθερή, τότε το σώμα κινείται με σταθερή επιτάχυνση, και λέμε ότι εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

3ος νόμος του Νεύτωνα (νόμος δράσης-αντίδρασης): Οποτεδήποτε ένα σώμα ασκεί δύναμη σε άλλο σώμα, το δεύτερο ασκεί μια αντίθετη (ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης) δύναμη στο πρώτο.

Σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, οι δυνάμεις στη φύση εμφανίζονται κατά ζεύγη – δράσης και αντίδρασης. Οι δυνάμεις αυτές ασκούνται σε σώματα που αλληλεπιδρούν (η δράση στο ένα, και η αντίδραση στο άλλο), και έχουν ίσο μέτρο και αντίθετη φορά. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Hewitt (2004), ο 3ος νόμος του Νεύτωνα συνοψίζεται στη φράση «δεν μπορείτε να αγγίζετε χωρίς να σας αγγίζουν».

Ο Νεύτωνας προχώρησε ένα βήμα παραπέρα διατυπώνοντας το νόμο της παγκόσμιας έλξης, ή της βαρύτητας, κατά τον οποίο οι ίδιοι νόμοι που επικρατούν στη Γη επικρατούν και στο Σύμπαν ολόκληρο.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

Νόμος της παγκόσμιας έλξης: Δύο σώματα πάντα αλληλεπιδρούν (έλκονται), ασκώντας δύναμη το ένα στο άλλο η οποία είναι ανάλογη με το γινόμενο των μαζών τους και αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασής τους.

Προκειμένου να γίνουν αντιληπτές οι δυνάμεις αυτές, είναι αναγκαίο το ένα τουλάχιστον από τα δύο σώματα να έχει πολύ μεγάλη μάζα. Γι' αυτό και δεν τις αντιλαμβανόμαστε στην καθημερινή ζωή, εκτός από την περίπτωση όπου το ένα σώμα είναι η Γη και το άλλο οποιοδήποτε αντικείμενο πάνω της (στην επιφάνειά της ή κοντά στην επιφάνειά της).

Για παράδειγμα, η βαρυτική δύναμη μεταξύ δύο μεγάλων σωμάτων στη Γη (π.χ. τάνκερ, φορτηγών, κ.λπ.) είναι αμελητέα. Από την άλλη, η δύναμη που ασκεί η Γη σε ένα σώμα (ακόμη και πολύ μικρής μάζας, όπως ένα μυρμήγκι) και αντίστοιχα το σώμα (π.χ. το μυρμήγκι) στη Γη είναι σχετικά σημαντική.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες

Μερικοί νομίζουν ότι η μάζα και το βάρος ενός σώματος είναι το ίδιο πράγμα, ίσως επειδή, για να καθορίσουμε στην πράξη το βάρος ενός σώματος, πρέπει να το ζυγίσουμε. Το βάρος και η μάζα όμως δεν είναι το ίδιο πράγμα. Το πόσο ζυγίζει ένα σώμα (το βάρος του) εξαρτάται από το πόσο ισχυρή είναι η δύναμη βαρύτητας που ασκείται σε αυτό. Έτσι, αν η βαρυτική δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα είναι ασθενέστερη από της Γης (όπως συμβαίνει στη Σελήνη ή στο Διάστημα), το σώμα αυτό θα ζυγίζει και λιγότερο, παρά το γεγονός ότι η μάζα του δεν θα έχει αλλάξει.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Ο Αριστοτέλης ήταν ένας σημαντικός Έλληνας φιλόσοφος που μελέτησε τον φυσικό κόσμο, βασιζόμενος στα εμπειρικά δεδομένα και τη χρήση της λογικής. Ο Αριστοτέλης διέκρινε τις κινήσεις των σωμάτων σε δύο κύριες κατηγορίες: τη φυσική και τη βίαιη.

Για τη φυσική κίνηση: Θεωρούσε ότι κάθε σώμα έχει τη δική του θέση στο Σύμπαν. Η θέση αυτή καθορίζεται από τη «φύση» του, δηλαδή από το συνδυασμό των τεσσάρων στοιχείων –γη, νερό, φωτιά, αέρας– από τα οποία μπορεί να αποτελείται κάθε σώμα. Κατά τον Αριστοτέλη, η κίνηση των σωμάτων οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε σώμα που δεν βρίσκεται στη σωστή του θέση «προσπαθεί» να φτάσει σε αυτήν¹ (τα στοιχεία γη και νερό κινούνται προς το κέντρο του κόσμου –που είναι το κέντρο της Γης–, και τα στοιχεία αέρας και φωτιά προς την περιφέρεια του κόσμου – που είναι η ουράνια σφαίρα).

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Για παράδειγμα, η πέτρα πέφτει στο έδαφος επειδή προέρχεται από τη Γη, ενώ ο καπνός ανεβαίνει προς τα πάνω επειδή προέρχεται από τον αέρα. Αντίστοιχα, ένα φτερό –που αποτελεί μείγμα αέρα και κυρίως γης– πέφτει προς το έδαφος αργά. Η φυσική κίνηση είναι είτε ευθύγραμμη –προς τα πάνω ή προς τα κάτω, όπως συμβαίνει με όλα τα πράγματα στη Γη– είτε κυκλική. Η κυκλική κίνηση αφορά τα ουράνια σώματα.

Για τη βίαιη κίνηση: Η βίαιη κίνηση, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, οφείλεται σε ωστικές ή ελκτικές δυνάμεις, δηλαδή στη δράση κάποιου σώματος πάνω σε ένα άλλο. Ως εκ τούτου, θεωρούσε ότι κάποιος εξωτερικός παράγοντας (άνθρωπος, αέρας, κ.λπ.) αναγκάζει τα σώματα να κινηθούν σε τροχιές που δεν επιβάλλονται από τη φύση τους. Στην περίπτωση αυτή, οι κινήσεις που προκύπτουν είναι εξαναγκασμένες.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

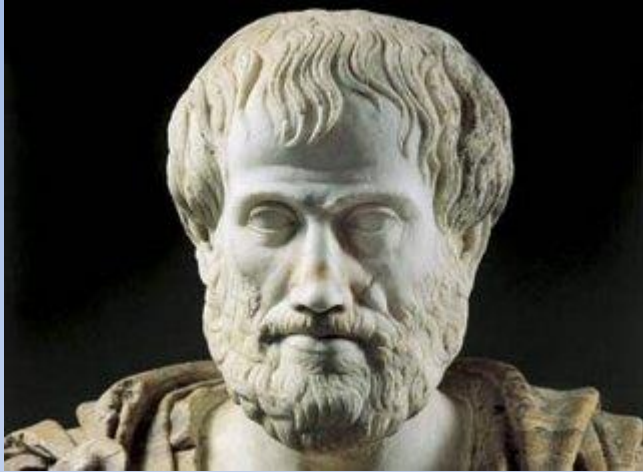
Όπως αναφέρει ο Westfall (1993), ο Αριστοτέλης βάσισε τη μηχανική του στην αρχή ότι κάθε κίνηση απαιτεί ένα αίτιο, δηλαδή ότι ένα σώμα δεν κινείται παρά μόνο όταν κάτι άλλο το κινεί. Ο συλλογισμός του αυτός επιβεβαιώνεται συχνά στην πράξη, όπως π.χ. στην περίπτωση της κίνησης μιας άμαξας που τη σέρνει ένα άλογο (όπου το άλογο είναι το αίτιο).

Σε κάποιες άλλες όμως περιπτώσεις (βολή των σωμάτων), τα πράγματα δεν ήταν τόσο απλά. Για παράδειγμα, στη δισκοβολία, ο δίσκος που φεύγει από το χέρι του δισκοβόλου δεν πέφτει κατευθείαν προς τα κάτω (όπως θα έπρεπε, σύμφωνα με τη φυσική του τάση να αναζητά το κέντρο της Γης), αλλά, αντιθέτως, διαγράφει μια καμπύλη τροχιά κατά την κίνησή του προς το έδαφος.

Η λύση που πρότεινε ο Αριστοτέλης είναι ότι, στην περίπτωση αυτή, το αίτιο είναι το μέσο (ο αέρας) διά του οποίου κινείται το βλήμα (ο δίσκος).

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή



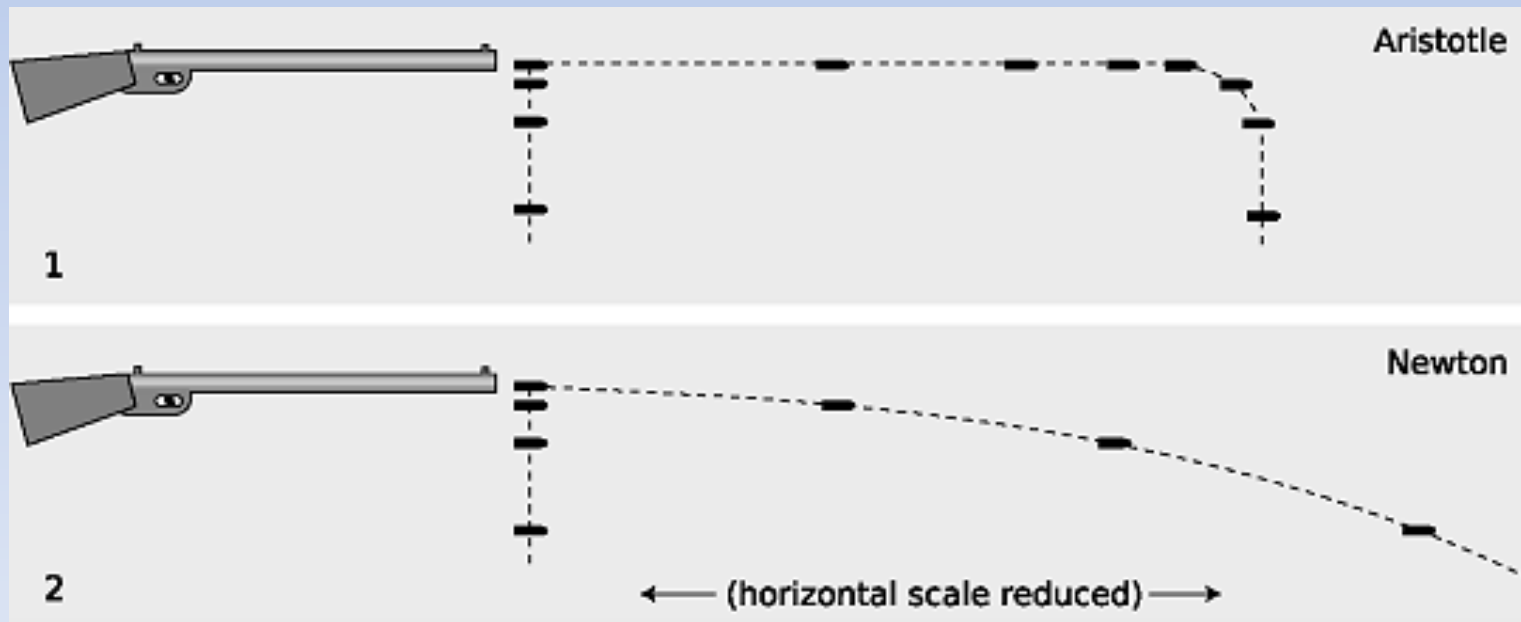
Η «δύναμη» του αέρα μεταφερόταν από το ένα στρώμα αέρα στο άλλο, εξασθενώντας προοδευτικά. Όταν η «δύναμη» του αέρα «τελείωνε», τότε το σώμα ακολουθούσε τη φυσική του κίνηση, πέφτοντας τελικά στη Γη.

Συνεπώς, σύμφωνα με τις αριστοτελικές απόψεις περί κίνησης, η κίνηση οφείλεται είτε στη φύση του αντικειμένου είτε σε μια συνεχή ώθηση ή έλξη.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

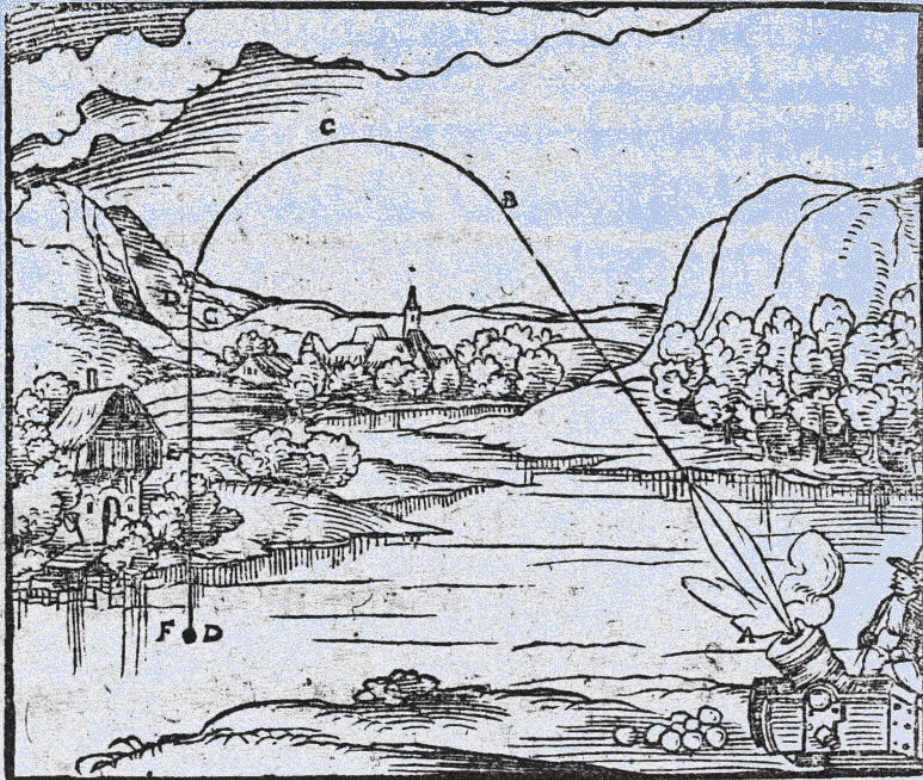
Αν ένα σώμα βρίσκεται στη σωστή του θέση, δεν θα κινηθεί παρά μόνο αν δράσει πάνω του κάποια δύναμη. Με εξαίρεση τα ουράνια σώματα, η φυσική κατάσταση ενός αντικειμένου είναι η ακινησία, η δε κίνηση είναι διαδικασία που συνδέεται άμεσα με την ίδια την ουσία των σωμάτων (Westfall 1993).



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Η θεωρία του Buridan (14ος αιώνας) για την κίνηση και τη δύναμη



Εντούτοις, το παραπάνω πρόβλημα (της κίνησης ενός δίσκου ή βέλους στον αέρα) παρέμενε. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα (τον 14ο αιώνα), ο William του Ockham και ο μαθητής του Jean Buridan, ακαδημαϊκοί της εποχής, εισήγαγαν την έννοια της «ορμής» (impetus) για να δώσουν λύση στο πρόβλημα αυτό (Butterfield 1983, Holton 2002, Westfall 1993).

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Οι συγκεκριμένοι λόγιοι θεωρούσαν ότι, όταν εκτοξεύουμε ένα σώμα, τότε η δύναμη που του ασκούμε ενσωματώνεται σε αυτό ως «ορμή» (όπως παραμένει και η θερμότητα σε ένα πυρωμένο σίδηρο, όταν πια το έχουμε απομακρύνει από τη φωτιά) και αυτή είναι η αιτία της κίνησής του.

Βαθμιαία, η «ορμή» εξασθενεί (όπως ακριβώς κρυώνει και ένα πυρωμένο σίδηρο μετά την απομάκρυνσή του από τη φωτιά) λόγω του αέρα και του βάρους του σώματος, με αποτέλεσμα το σώμα να επιβραδύνεται. Όταν η «ορμή» εξαντληθεί, τότε το σώμα σταματά, και το βάρος του το αναγκάζει να πέσει στο έδαφος.

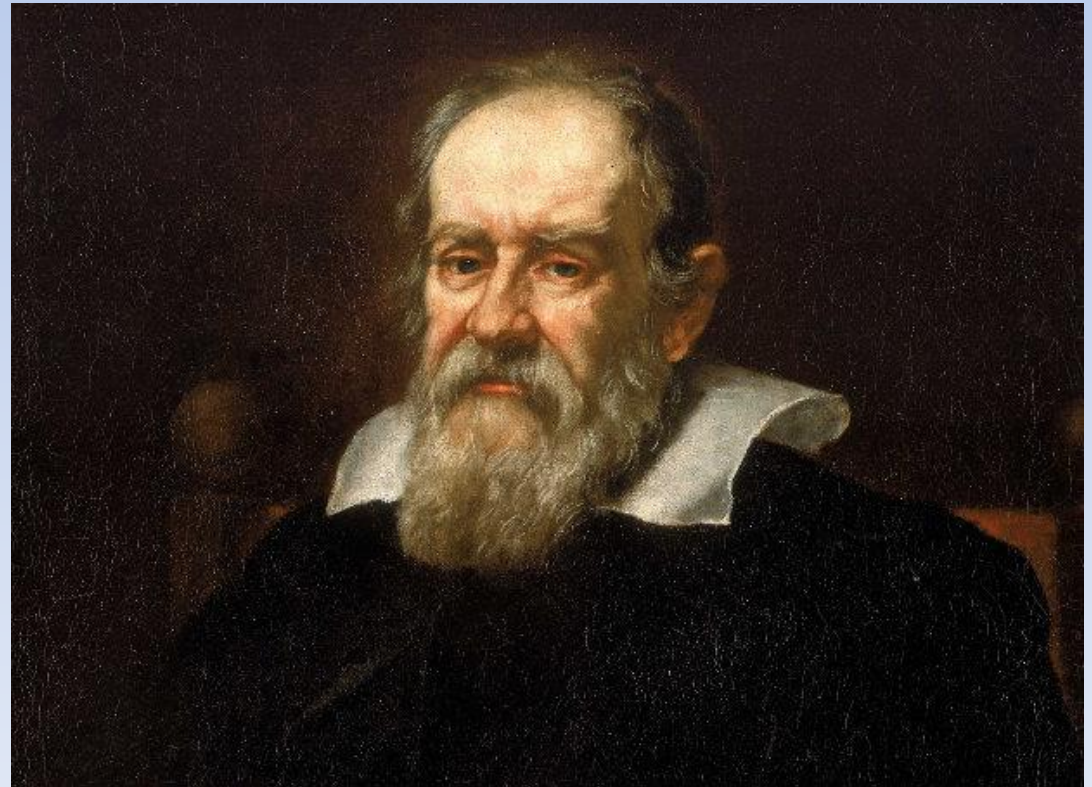
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Η διαμόρφωση της κλασικής μηχανικής από τον Γαλιλαίο και τον Νεύτωνα (17ος αιώνας)

Αδράνεια (από τον Αριστοτέλη στον Γαλιλαίο και τον Νεύτωνα)

Είκοσι αιώνες μετά τον Αριστοτέλη (17ος αιώνας), ξεκινά, με τον Γαλιλαίο, μια νέα εποχή για την επιστήμη, η οποία θα οδηγήσει τελικά σε μια από τις σημαντικότερες θεωρίες της φυσικής, τη νευτώνεια μηχανική.



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Σύμφωνα με τον Καρτέσιο, το πέρασμα από την κοσμοθεωρία του Αριστοτέλη και του Buridan στην κοσμοθεωρία του Γαλιλαίου και του Νεύτωνα επιτεύχθηκε επειδή διατυπώθηκε διαφορετικά το ερώτημα για το αίτιο της κίνησης. Ενώ οι πρώτοι προσπαθούσαν να απαντήσουν στο ερώτημα «Τι είναι εκείνο που κάνει ένα σώμα να συνεχίζει να κινείται», οι δεύτεροι απάντησαν στο ερώτημα «Τι είναι εκείνο που αναγκάζει ένα σώμα να σταματά» (Westfall 1993).

Ο Γαλιλαίος σχεδίασε μια σειρά νοητικών πειραμάτων φτάνοντας σε μια πρώτη μορφή του νόμου της αδράνειας, ο οποίος θα λάβει την οριστική του διατύπωση από τον Νεύτωνα. Με το νόμο αυτό, αλλάζει το πλαίσιο ερμηνείας του κόσμου. Ο νόμος αυτός λέει ότι:

Κάθε κινούμενο σώμα θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα, έως ότου ασκηθεί πάνω του κάποια εξωτερική δύναμη, η οποία θα έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της ταχύτητάς του.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Για τον Γαλιλαίο λοιπόν, η κίνηση δεν απαιτεί κάποιο αίτιο, όπως ούτε και η ηρεμία άλλωστε. Αίτιο απαιτείται μόνο για τις μεταβολές της κίνησης (Westfall 1993). Έτσι, η «φυσική» κατάσταση των σωμάτων είναι να κινούνται συνεχώς με σταθερή ταχύτητα, όταν καμία δύναμη δεν επιδρά σε αυτά (ή, όταν η συνισταμένη των δυνάμεων είναι μηδέν). Ο Γαλιλαίος ονόμασε την τάση των σωμάτων να διατηρούν την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, ή την ηρεμία τους, αδράνεια.

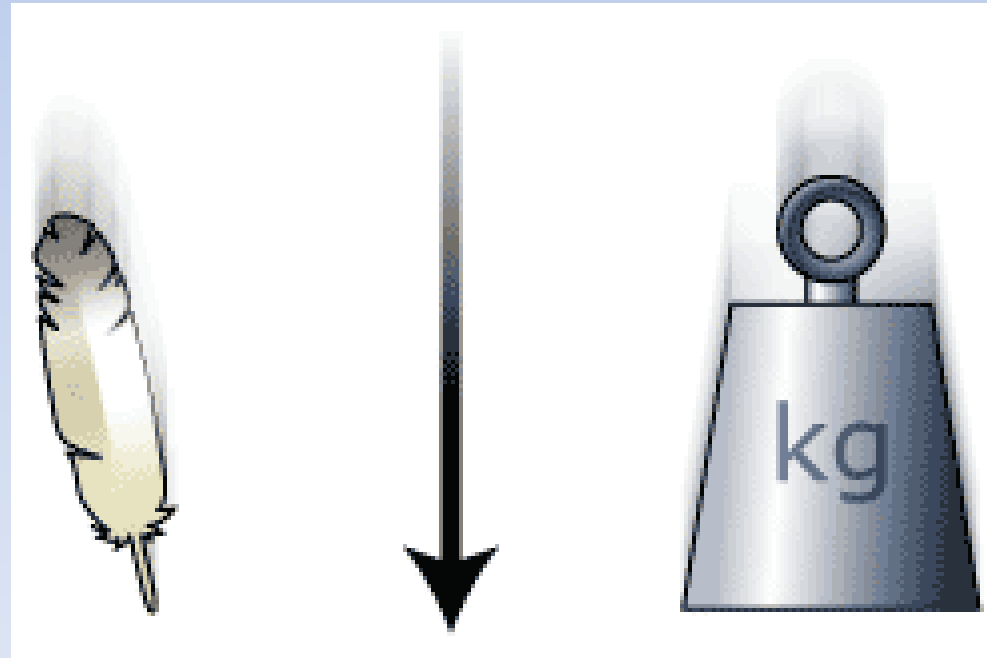
Μια τέτοια όμως κίνηση δεν παρατηρείται στον καθημερινό μας κόσμο, καθώς στον κόσμο αυτό δεν υπάρχει κανένα σώμα στο οποίο να μην επιδρούν κάποιες δυνάμεις. Ένας τέτοιος (γεωμετρικός) κόσμος (όπου τα σώματα κινούνται χωρίς να ασκούνται πάνω τους δυνάμεις, όπως π.χ. η τριβή) γίνεται αντιληπτός μόνο μέσα από αφαιρετικούς συλλογισμούς.

Συνεπώς, αν, για την ερμηνεία των φαινομένων του κόσμου μας, βασιστούμε στις αισθήσεις μας και μόνο, θα καταλήξουμε στη μηχανική του Αριστοτέλη, πράγμα που εξηγεί τις ισχυρές εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για το θέμα αυτό.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

αυτό. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος που ο Αριστοτέλης δεν κατάφερε να συλλάβει την έννοια αυτή, καθώς δεν είχε φανταστεί πώς θα ήταν η κίνηση σε έναν κόσμο χωρίς τριβές, ή αντιστάσεις. Σύμφωνα με την εμπειρία του, για να εκτελέσει ένα σώμα ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, θα έπρεπε μια εξωτερική δύναμη να συντηρεί αυτή την κίνηση (καθώς δεν μπορούσε να νοηθεί κίνηση χωρίς κάποιου είδους αντίσταση).



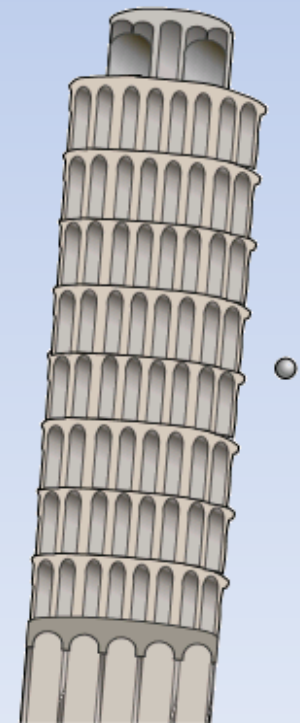
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

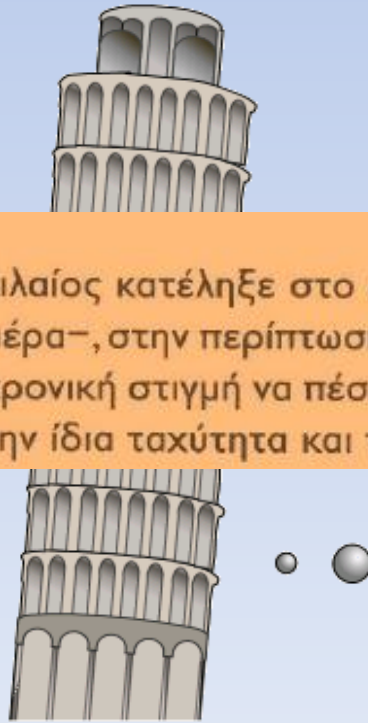
Η ελεύθερη πτώση σωμάτων (από τον Αριστοτέλη στον Γαλιλαίο)

Από την κορυφή του περίφημου κεκλιμένου πύργου της Πίζας, άφησε να πέσουν αντικείμενα με διαφορετικά βάρη και συνέκρινε την πτώση τους. Αντίθετα απ' ό,τι ισχυριζόταν ο Αριστοτέλης, διαπίστωσε ότι μια πέτρα με διπλάσιο βάρος από κάποια άλλη δεν έπεφτε και δύο φορές ταχύτερα.

Με το πείραμα αυτό, ο Γαλιλαίος κατέληξε στο συμπέρασμα ότι –αν αγνοήσουμε την αντίσταση του αέρα–, στην περίπτωση που σώματα διαφορετικού βάρους αφεθούν την ίδια χρονική στιγμή να πέσουν από το ίδιο ύψος, τα σώματα αυτά θα φτάσουν με την ίδια ταχύτητα και την ίδια χρονική στιγμή στο έδαφος .



Old idea



Galileo

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Ο νόμος της παγκόσμιας έλξης (από τον Αριστοτέλη στον Gilbert, και από τον Gilbert στον Νεύτωνα)

Σχετικά τώρα με ένα άλλο θέμα, που αφορούσε το κατά πόσο στον ουρανό και τη Γη ισχύουν οι ίδιοι νόμοι, ο Αριστοτέλης έθετε μια σαφή διάκριση μεταξύ των γήινων και των ουράνιων φαινομένων. Στο συμπέρασμα αυτό οδηγήθηκε θεωρώντας ότι οι πλανήτες δεν μπορεί να περιφέρονται χωρίς στήριξη στο κενό, αλλά ότι θα πρέπει να κινούνται ο καθένας πάνω σε συγκεκριμένες (αόρατες) κρυστάλλινες σφαίρες· πίστευε, δηλαδή, ότι άλλοι νόμοι ίσχυαν στη Γη και άλλοι στον ουρανό, που ήταν η έδρα του θείου.

Η αντίληψη αυτή διήρκεσε αρκετούς αιώνες, έως ότου ο William Gilbert, το 1600, με τις έρευνές του σχετικά με το μαγνητικό πεδίο της Γης, διατύπωσε την άποψη ότι η Γη είναι ένας τεράστιος μαγνήτης, και η βαρύτητα μια μορφή μαγνητικής δύναμης.

Έτσι, δημιούργησε πρόσφορο έδαφος για τον Νεύτωνα, ο οποίος τελικά διατύπωσε το νόμο της παγκόσμιας έλξης (που αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ δύο σωμάτων), υποστηρίζοντας την άποψη ότι στη Γη και τον ουρανό ισχύουν οι ίδιοι νόμοι.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Βλέπουμε, λοιπόν, ότι, από τον Αριστοτέλη στον Νεύτωνα, η έννοια της δύναμης μετασχηματίζεται από οντότητα με υλική υπόσταση σε ένα μέγεθος που χαρακτηρίζει την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων. Η πορεία αυτή σηματοδοτεί τη μετάβαση της ανθρωπότητας από μία κοσμοθεωρία (την αριστοτελική) σε μια άλλη (τη νευτώνεια).

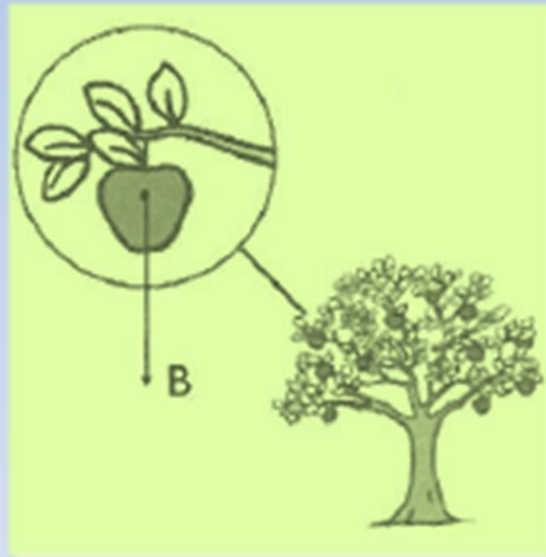
Από την παραπάνω σύντομη ιστορική αναδρομή σε γεγονότα-σταθμούς της επιστημονικής γνώσης, διαπιστώνουμε το πλήθος των εννοιολογικών εμποδίων που συνάντησε η επιστημονική σκέψη κατά τη μετάβασή της από τη σκέψη του Αριστοτέλη στη σκέψη του Γαλιλαίου και του Νεύτωνα, πράγμα που αντανακλάται και στις δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές καθώς προσπαθούν να υπερβούν τις διαισθητικές ιδέες τους και να μεταβούν στις αντίστοιχες επιστημονικές.

Η συνειδητοποίηση του γεγονότος αυτού είναι απαραίτητη για τους εκπαιδευτικούς που σκοπεύουν να διδάξουν το σχετικό κεφάλαιο φυσικής, καθώς θα πρέπει να προβληματιστούν σοβαρά για τον τρόπο διδασκαλίας τους, αν επιθυμούν να καταστεί αυτός αποτελεσματικός για τη μάθηση των μαθητών τους.

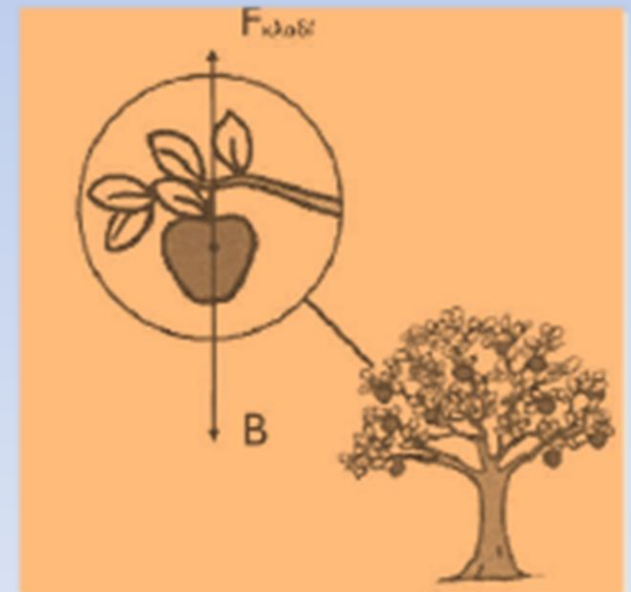
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ



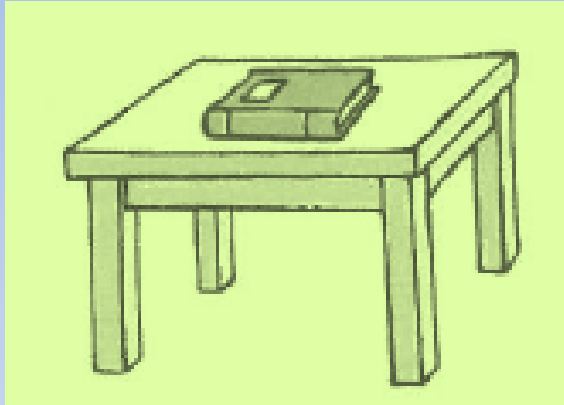
ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



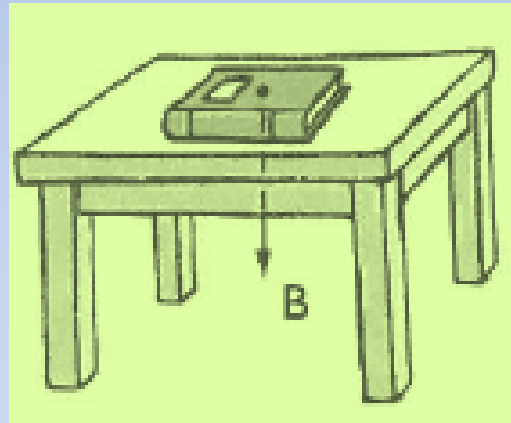
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



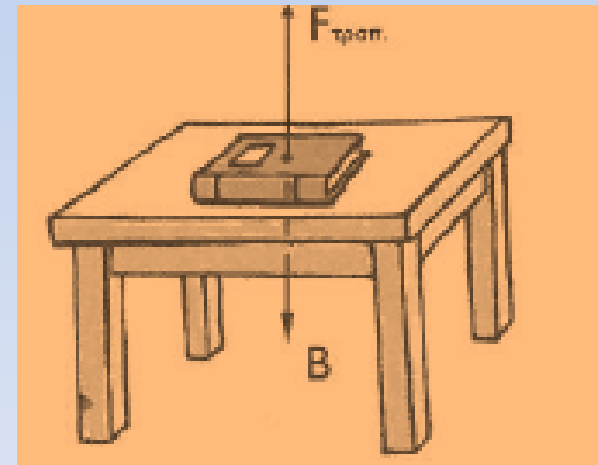
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ



ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



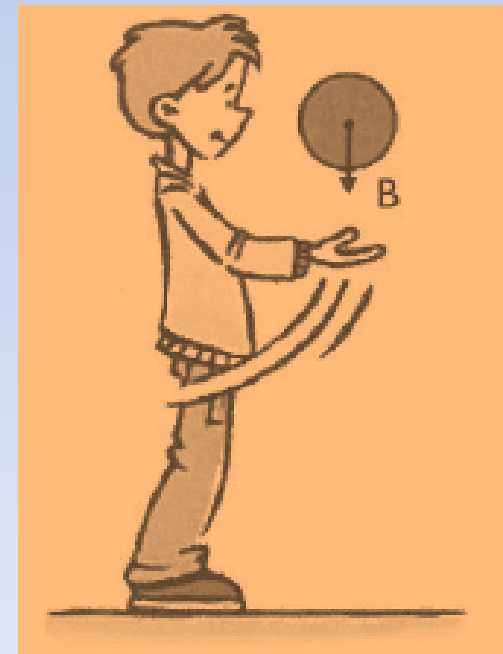
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ



ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

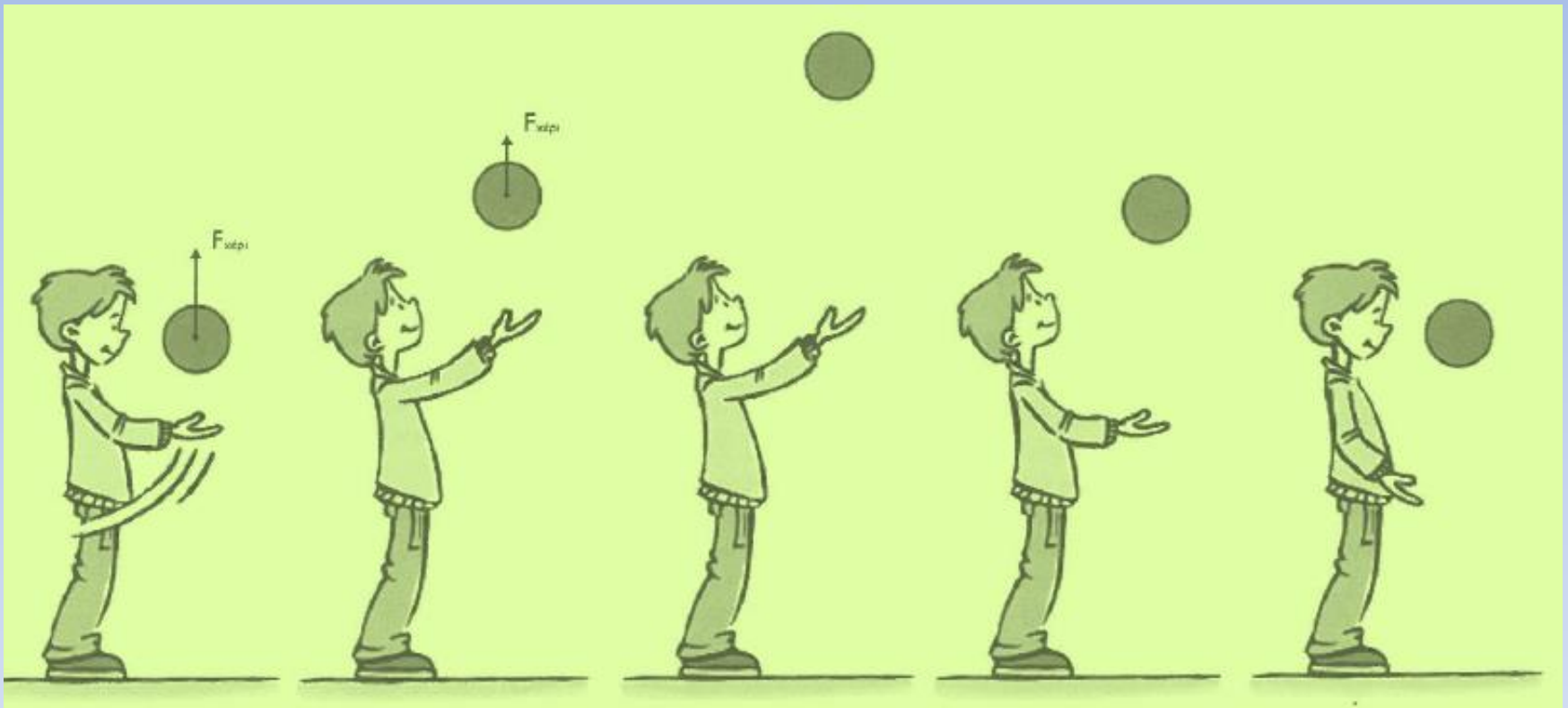


ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



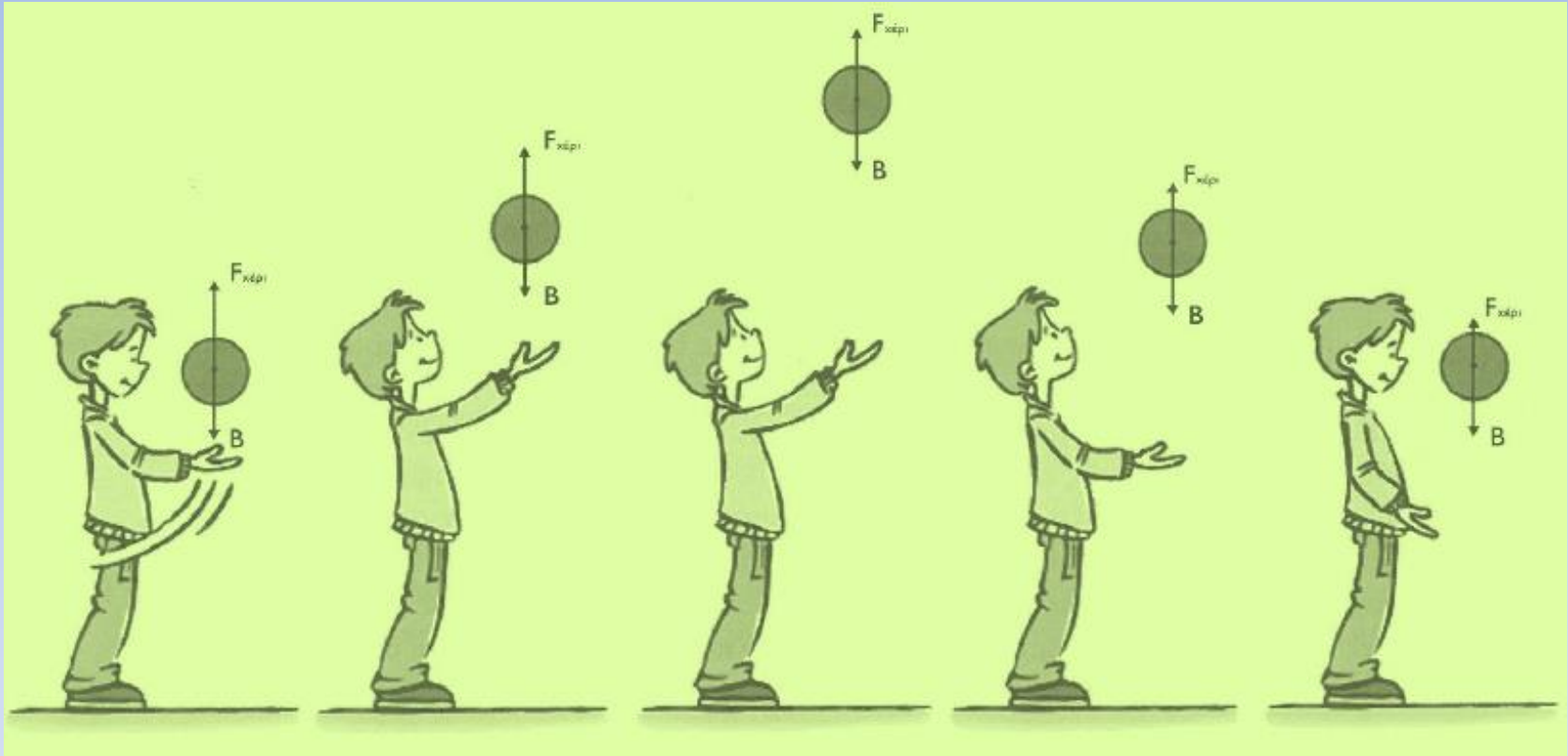
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



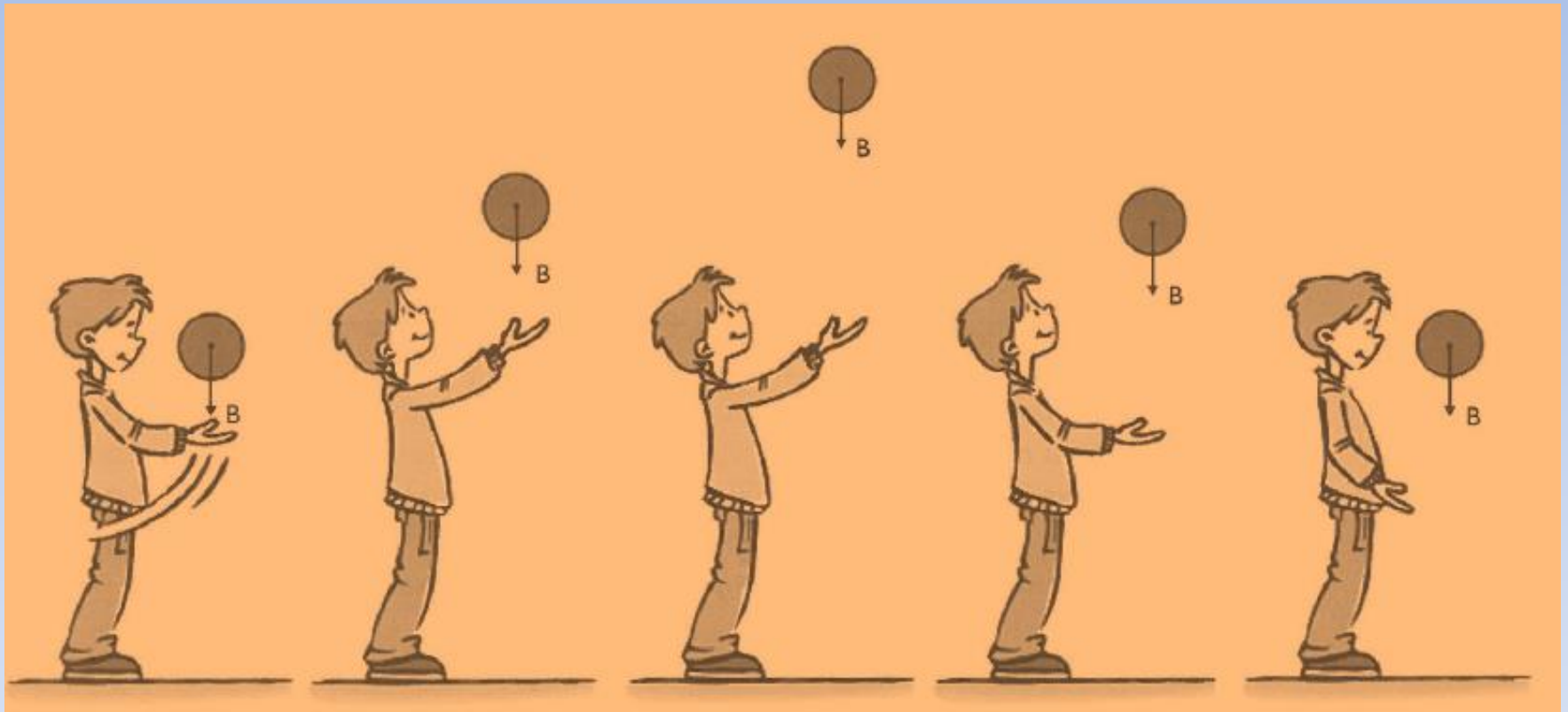
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



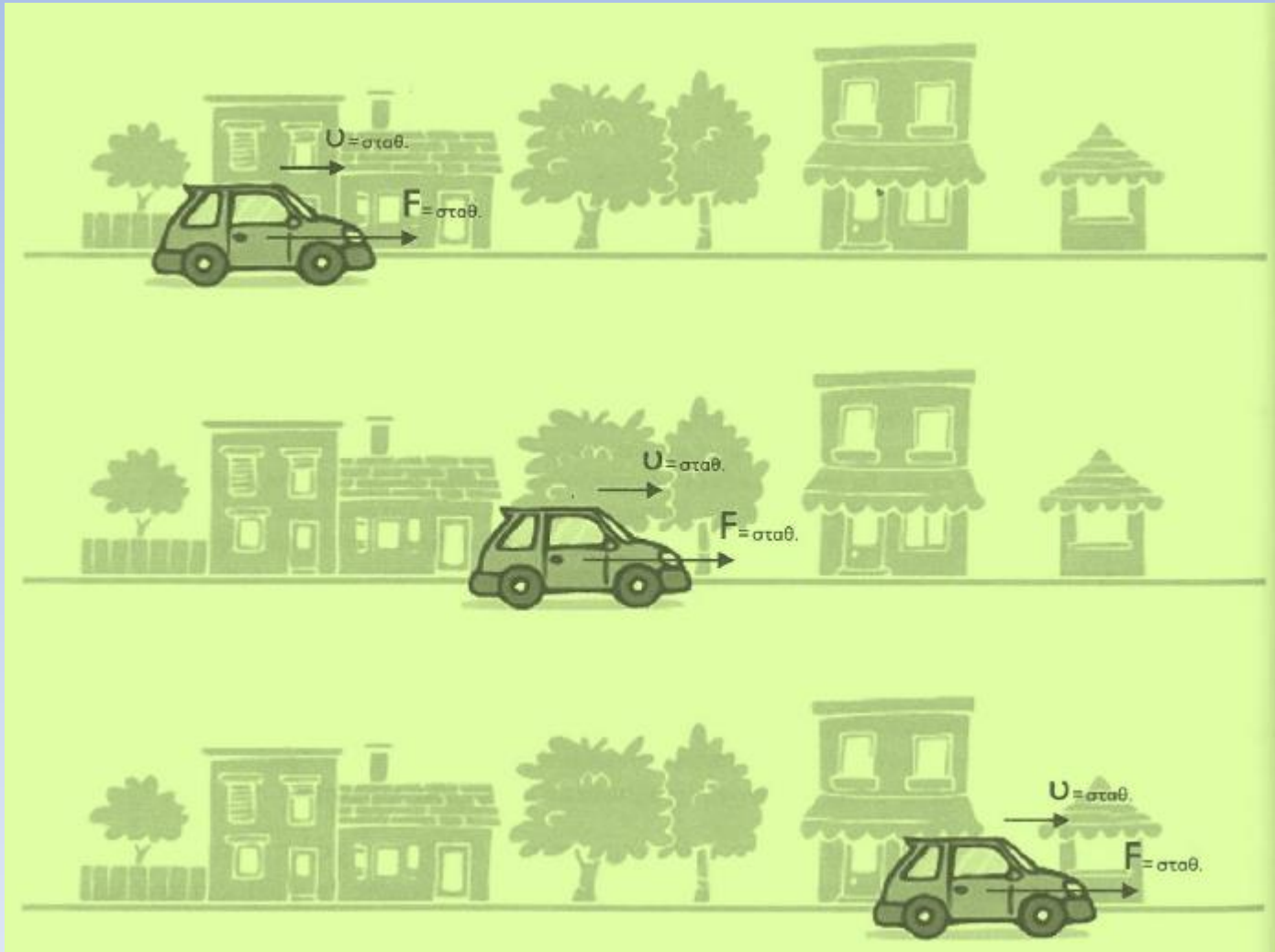
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



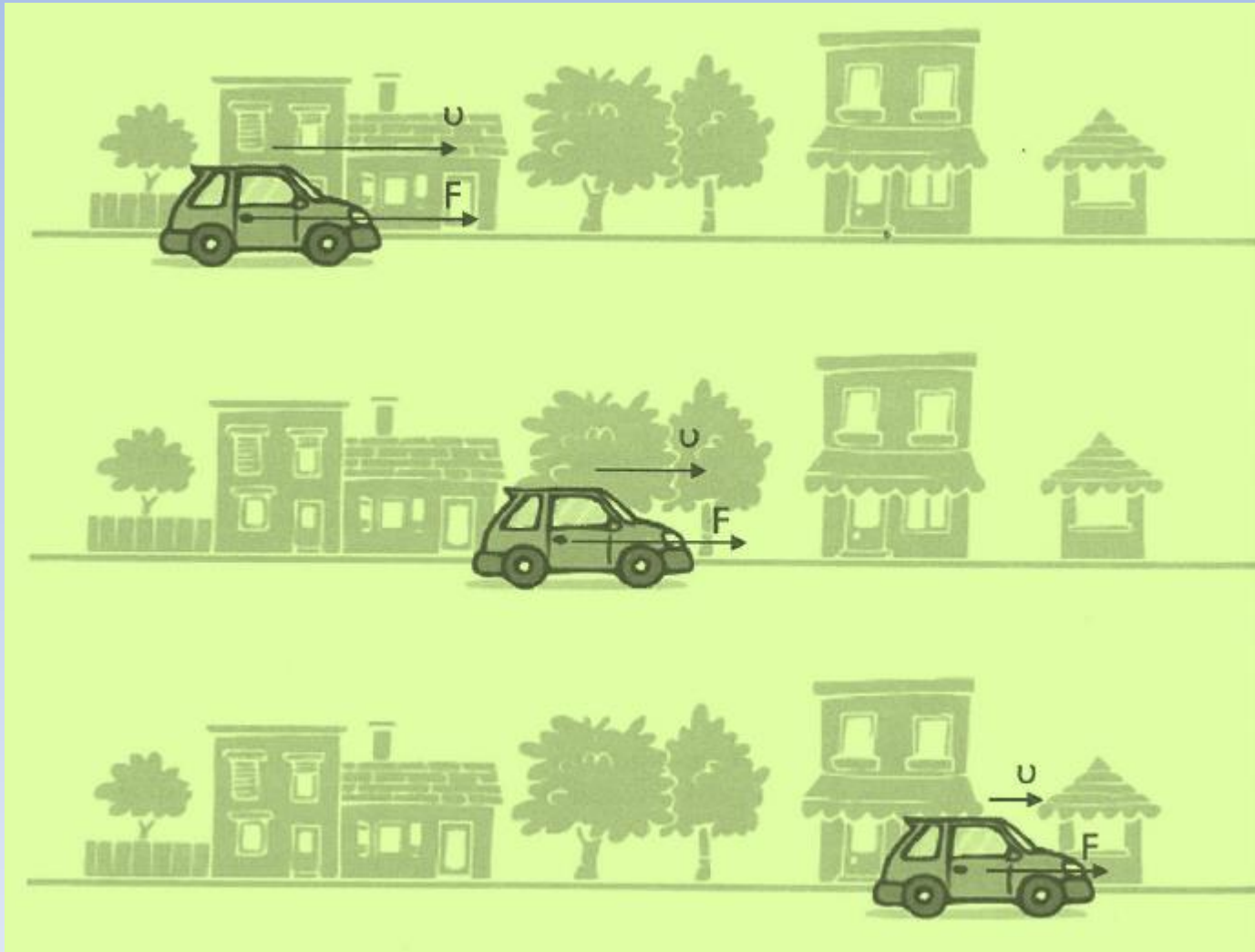
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



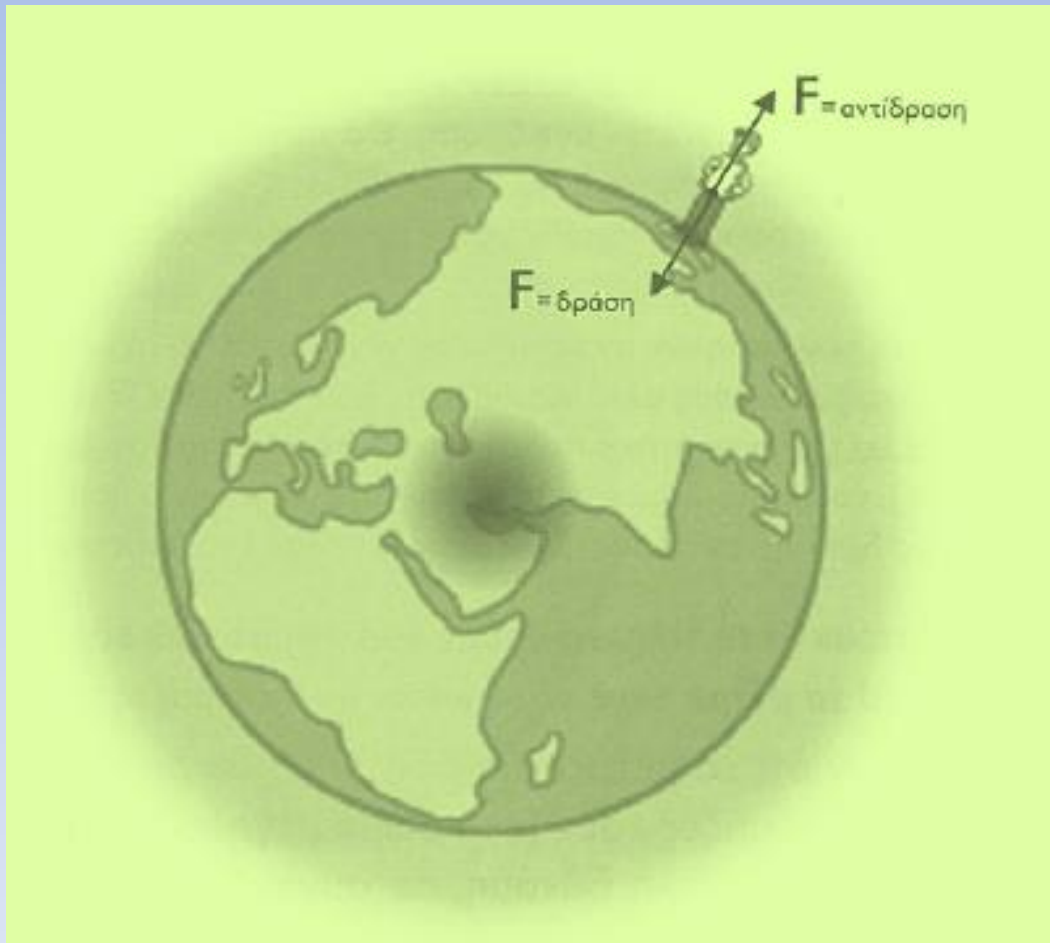
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



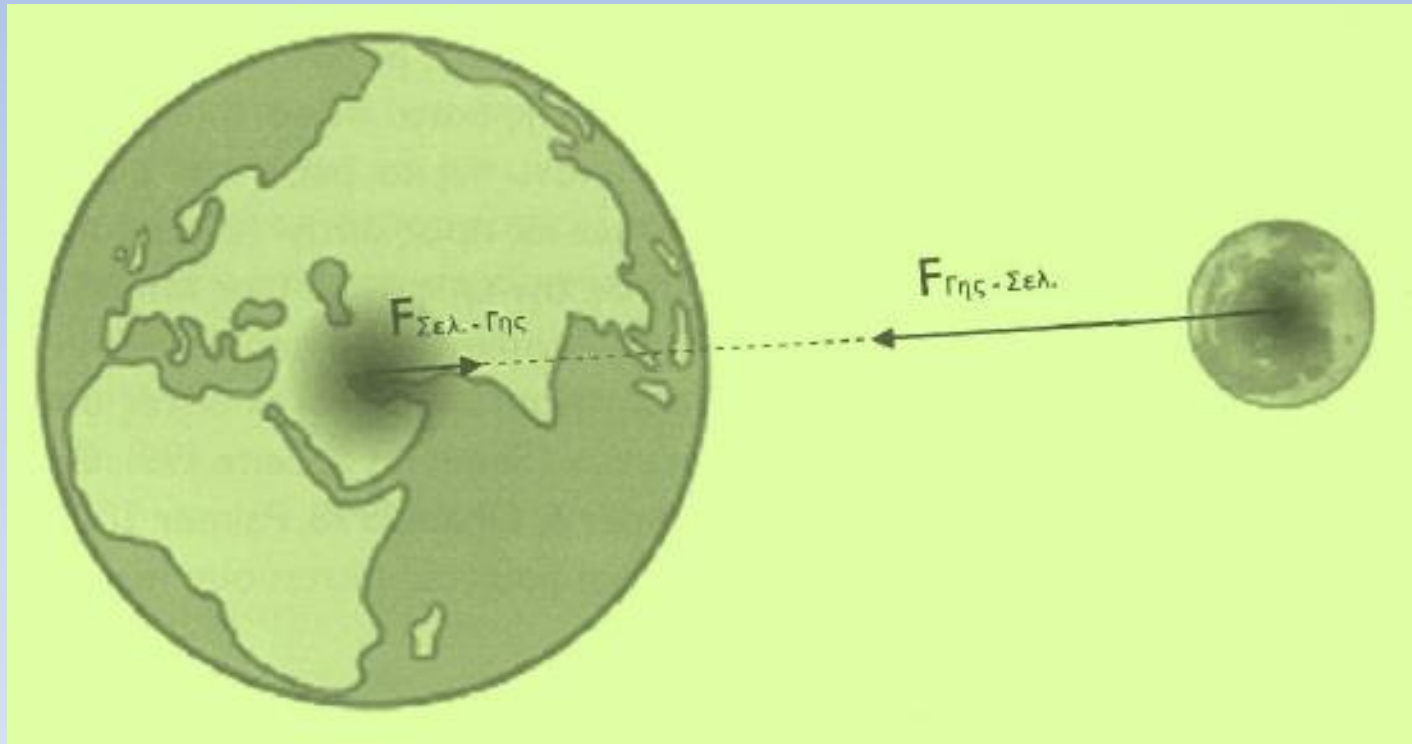
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



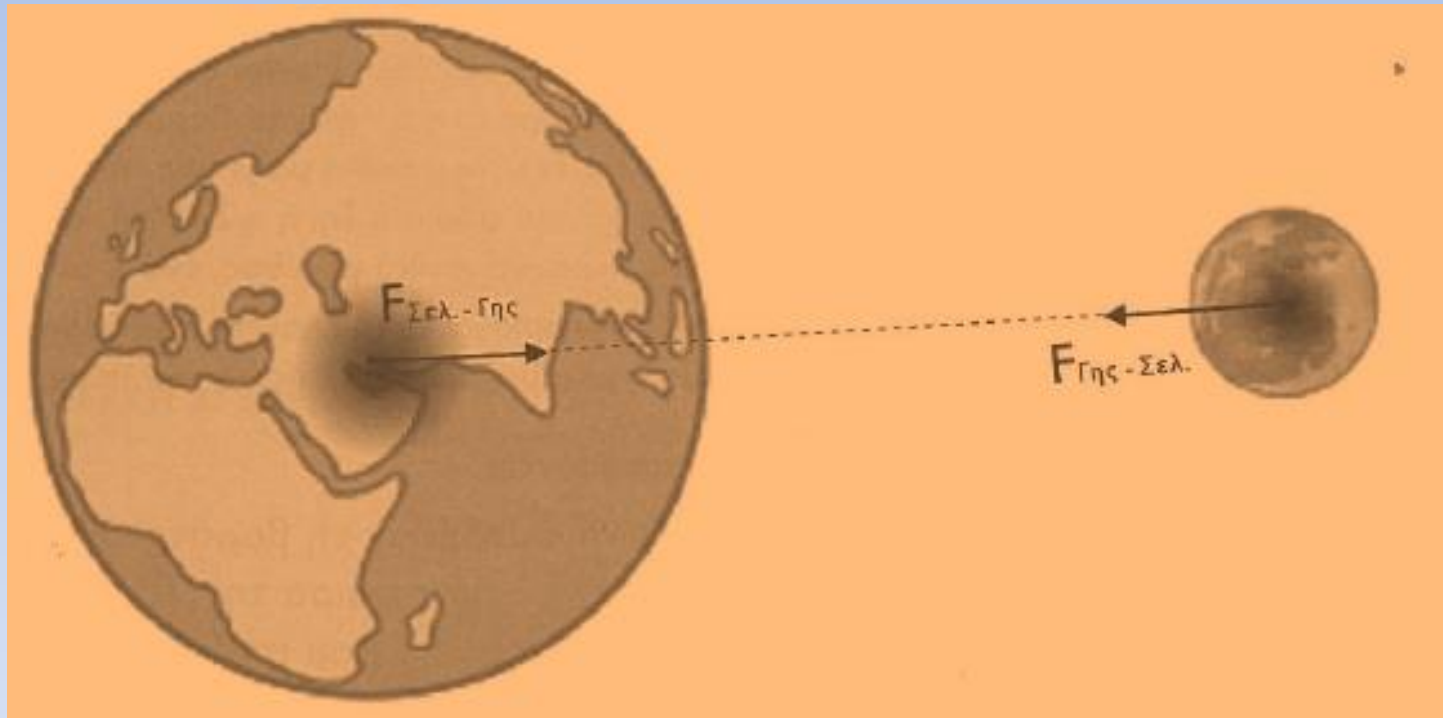
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



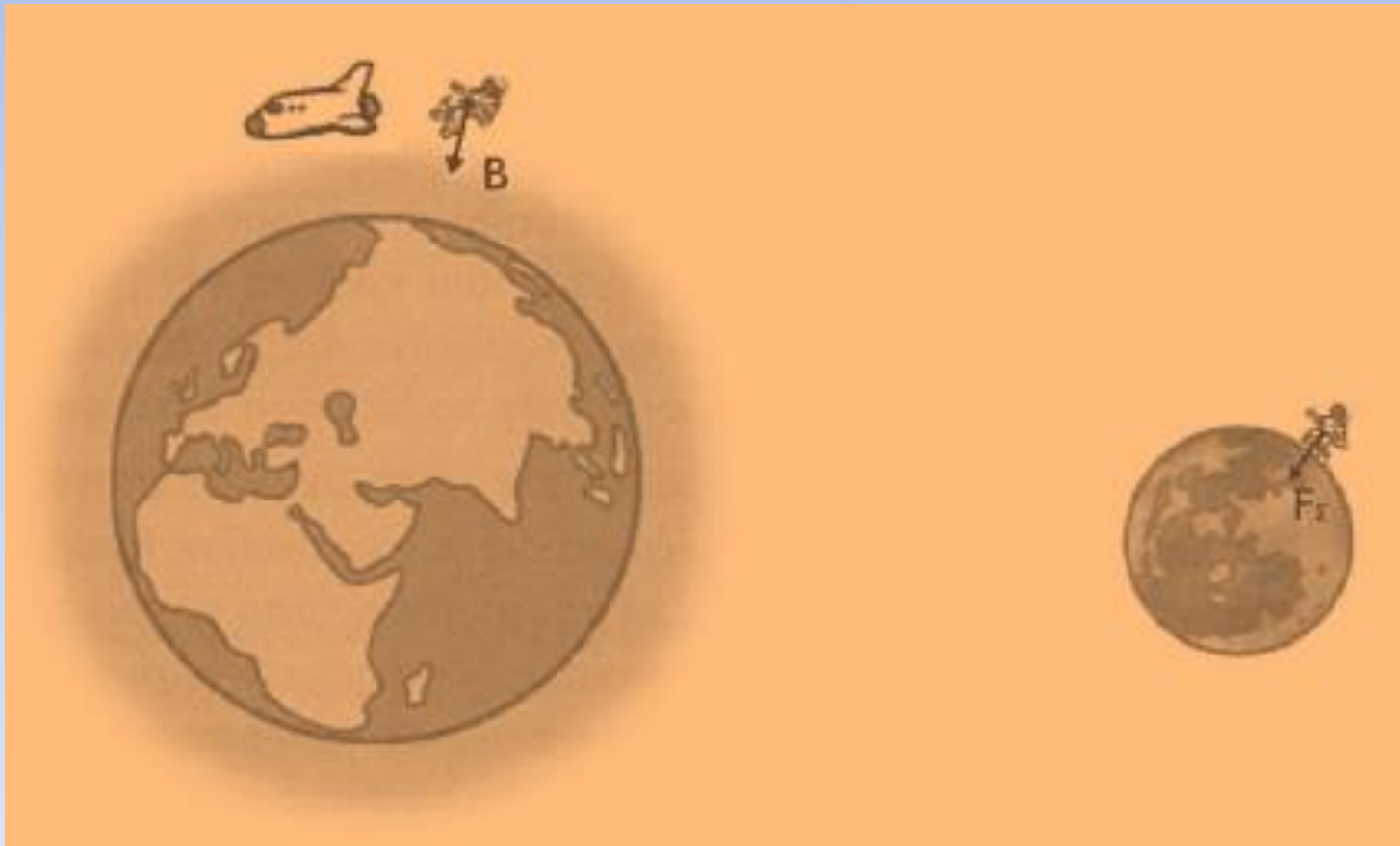
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



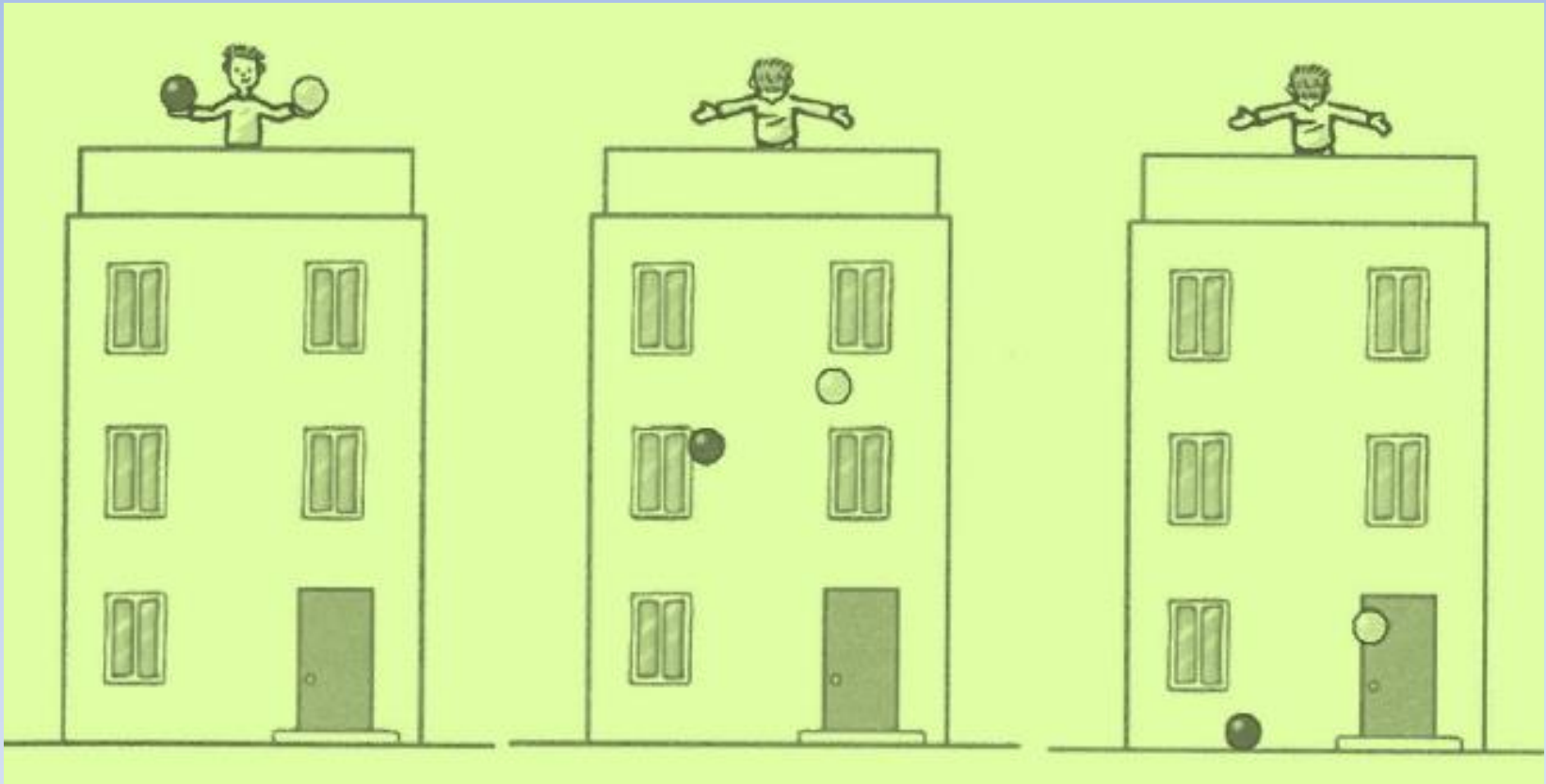
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



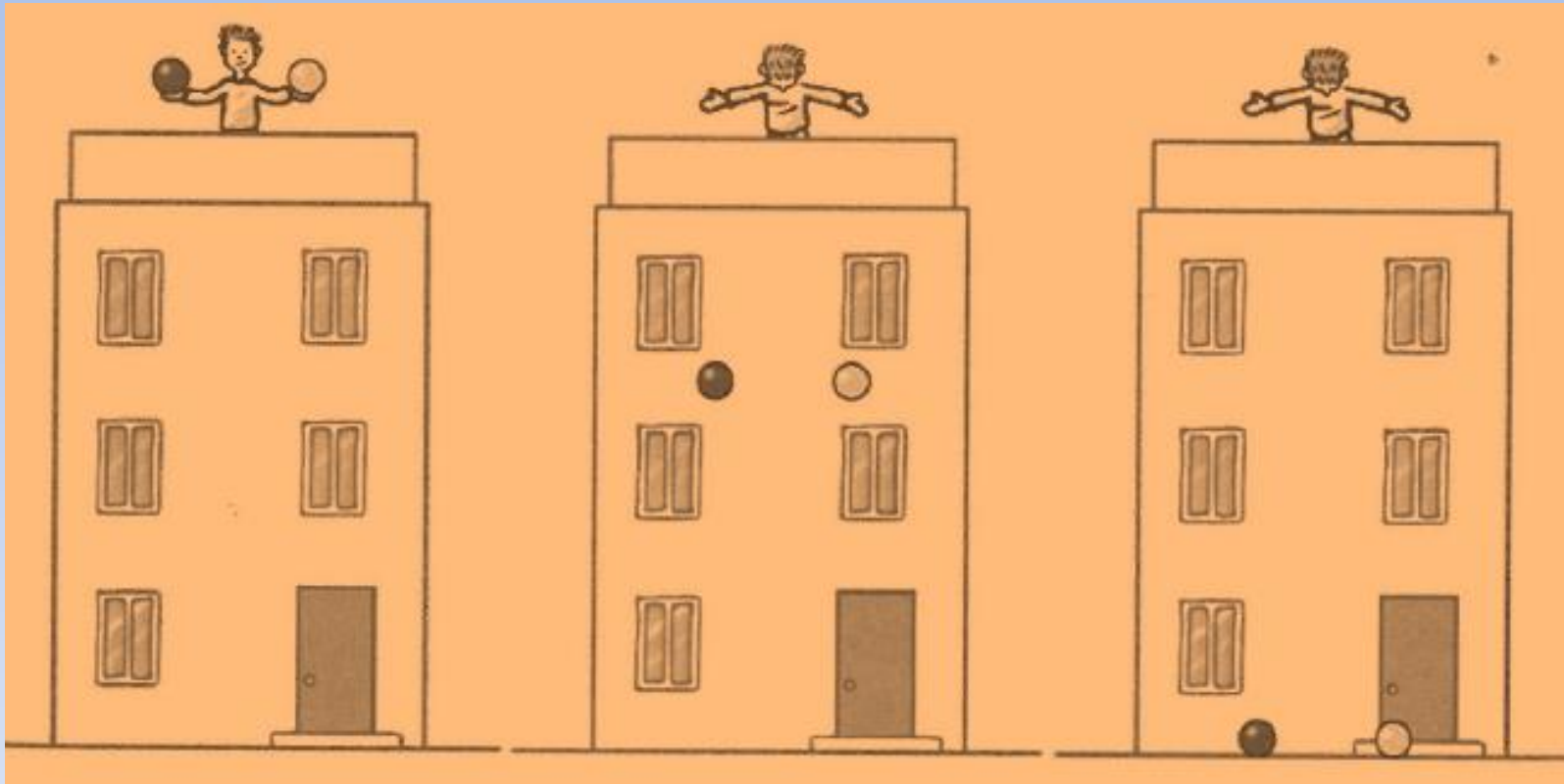
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

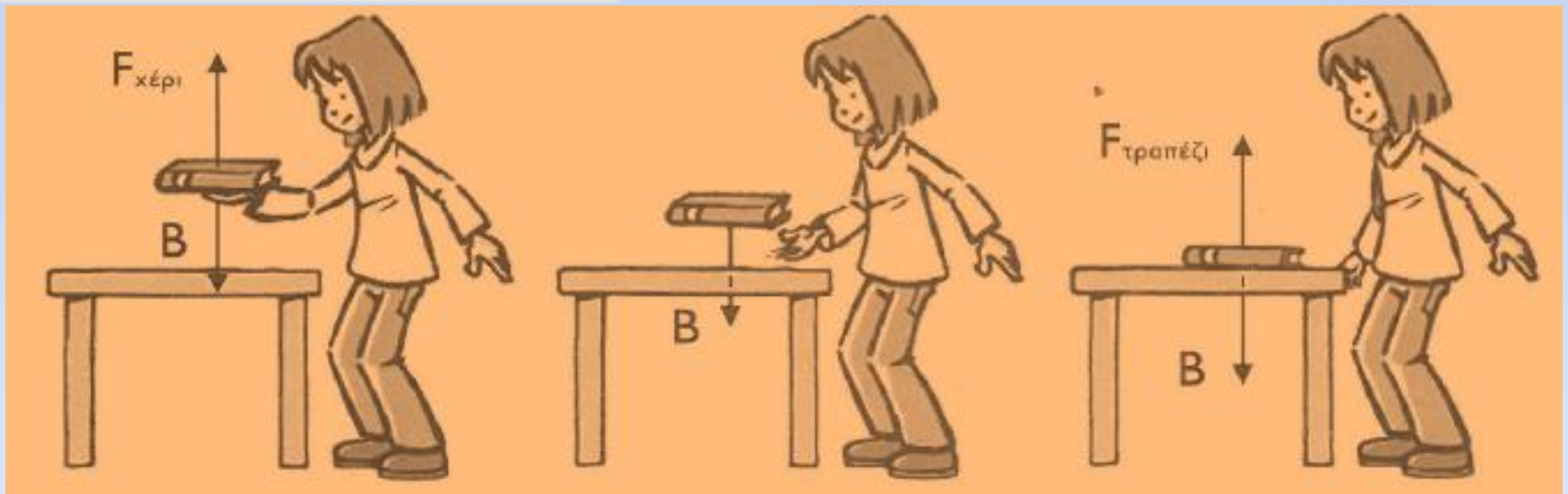
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ



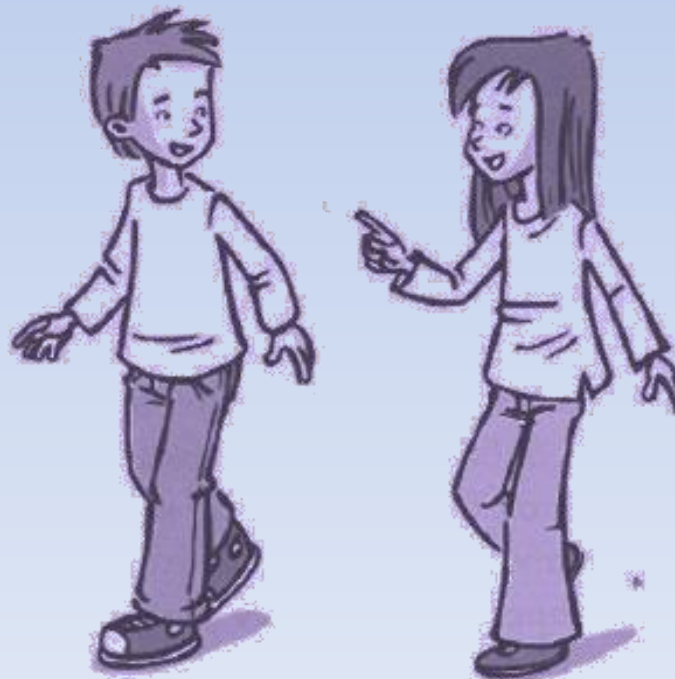
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Η βαρύτητα οφείλεται στο μαγνητικό πεδίο της Γης

Το βάρος μου οφείλεται στο μαγνητικό πεδίο της Γης, γιατί η μαγνητική δύναμη είναι η μόνη δύναμη που δρα από απόσταση.

Διαφωνώ! Εκτός από τη μαγνητική, υπάρχει και άλλη δύναμη που δρα από απόσταση, η δύναμη της βαρύτητας. Το βάρος μας οφείλεται στην έλξη μεταξύ της Γης και του σώματός μας.

Ιδέα μαθητών: Η βαρύτητα οφείλεται στο μαγνητικό πεδίο της Γης



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΓΝΩΣΗ: Η βαρύτητα δεν έχει καμία σχέση με το μαγνητικό πεδίο της Γης. Είναι η δύναμη που υφίσταται ένα σώμα λόγω της αλληλεπίδρασής του με κάποιο άλλο σώμα· στην περίπτωση μας, λόγω της βαρυτικής έλξης που του ασκεί η Γη.

ΙΣΤΟΡΙΚΑ, οι απόψεις των μαθητών για τη βαρύτητα παρουσιάζουν ομοιότητες με τις απόψεις που είχε εκφράσει για πρώτη φορά το 1600 ο Gilbert, όπως αναφέραμε και στη σχετική ενότητα της ιστορικής αναδρομής για το νόμο της παγκόσμιας έλξης.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Προτάσεις για τη διδασκαλία ορισμένων βασικών εννοιών

Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του 1ου νόμου του Νεύτωνα (και ειδικότερα της συνέπειάς του) ότι: «Όταν ένα σώμα ηρεμεί, η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό (από άλλα σώματα με τα οποία αλληλεπιδρά) είναι μηδέν»

Προσπαιτούμενες γνώσεις:

Έχει προηγηθεί διδασκαλία σχετικά με:

- τα αποτελέσματα των δυνάμεων,
- την έννοια του βάρους.

Βασικές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που αποτελούν εμπόδιο για τη διδασκαλία του μαθήματος:

- στα «ακίνητα» σώματα (στα σώματα που βρίσκονται σε κατάσταση ηρεμίας) δεν ασκούνται δυνάμεις, ή εναλλακτικά,
- στα «ακίνητα» σώματα ασκείται μόνο η δύναμη του βάρους.

Στη βασική αυτή εναλλακτική ιδέα, συχνά εμπλέκονται και οι εξής ιδέες των μαθητών: α) μόνο τα έμψυχα ασκούν δυνάμεις, και β) τα σώματα πέφτουν «προς τα κάτω» λόγω της φύσης τους (δηλαδή, η «προς τα κάτω» κίνηση είναι η φυσική κίνηση των σωμάτων), και δεν απαιτείται καμία δύναμη για αυτού του είδους την κίνηση.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Διδακτικοί στόχοι:

Οι μαθητές να μπορούν:

- να αναγνωρίζουν ότι στα σώματα που ηρεμούν ασκούνται δυνάμεις,
- να εξηγούν ότι οι δυνάμεις αυτές είναι συνήθως ανά ζεύγη αντίθετες (ή ότι, εν γένει, η συνισταμένη τους είναι μηδέν).

Μέθοδος διδασκαλίας: Ακολουθείται το μοντέλο του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού, με στόχο την αναδόμηση των βασικών εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και την προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης.

Τρόπος οργάνωσης της τάξης: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες. Σε κάθε ομάδα, ένα παιδί εναλλάξ αναλαμβάνει να καταγράφει τις απόψεις των μελών της ομάδας και να τις ανακοινώνει στην τάξη.

Βαθμίδα εκπαίδευσης: Δημοτικό και Γυμνάσιο.

Διάρκεια: 2 ώρες.

Υλικά: Πλαστικά μπουκάλια νερού του 1 και $\frac{1}{2}$ λίτρου.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Σύγκριση Θεωριών Piaget - Vygotsky

	Ενδογενής Κονστρουκτιβισμός (Piaget)	Κοινωνικός Κονστρουκτιβισμός (Vygotsky)
Γνώση	Μεταβαλλόμενο σώμα γνώσεων που δομείται ατομικά με κοινωνική αλληλεπίδραση. Δόμηση της νέας γνώσης επάνω στις προϋπάρχουσες γνώσεις.	Κοινωνικά δομημένη γνώση ή γνώση που δομείται με αλληλεπίδραση ατόμων - κοινωνίας. Δόμηση της νέας γνώσης με βάση την κοινή συνεισφορά και κατασκευαστική προσφορά των συμμετεχόντων.
Μάθηση	Ενεργή δόμηση, αναδόμηση προηγούμενων γνώσεων. Αποκτάται μέσω πολλαπλών ευκαιριών και διαφορών διαδικασιών σύνδεσης με προηγούμενες γνώσεις.	Συνεργατική δομή κοινωνικά καθορισμένων γνώσεων και αξιών. Αποκτάται μέσα από κοινωνικά διαμορφωμένες ευκαιρίες.
Διδασκαλία	Πρόσκληση, καθοδήγηση της σκέψης σε πιο σύνθετες μορφές κατανόησης	Συνοικοδόμηση της γνώσης με τους μαθητές.
Ρόλος Δασκάλου	Βοηθός καθηγητής. Αφουγκράζεται τις αντιλήψεις, τις ιδέες και τις σκέψεις των μαθητών.	Βοηθός καθηγητής, συνεργάτης. Συνοικοδόμηση διάφορων ερμηνειών της γνώσης. Αφουγκράζεται τις κοινωνικά διαμορφωμένες αντιλήψεις.
Ρόλος Συνομηλίκων	Όχι απαραίτητος αλλά μπορεί να ενεργοποιήσει τη σκέψη και να προκαλέσει ερωτήσεις. Ενεργή δόμηση (μέσα στο μυαλό)	Μέρος της διαδικασίας για τη δόμηση της γνώσης. Συνοικοδομεί ενεργά τη γνώση με άλλους ή μόνος.
Ρόλος Μαθητή	Σκέπτεται ενεργά, εξερευνά, ερμηνεύει, ρωτά.	Σκέπτεται ενεργά, εξερευνά, ερμηνεύει, ρωτά. Ενεργητική κοινωνική συμμετοχή.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Προσανατολισμός

Ο εκπαιδευτικός εισάγει το θέμα του, λέγοντας: «Σήμερα λέω να συζητήσουμε για τα σώματα που ηρεμούν. Ειδικότερα, να αναρωτηθούμε τι είναι εκείνο που κάνει τα σώματα να παραμένουν σε ηρεμία»¹².

Συζητήστε με τα παιδιά της ομάδας σας και καταγράψτε μερικά σώματα (μολύβια, τετράδια, γόμες, κ.λπ.) που βρίσκονται πάνω στο θρανίο σας «ακίνητα»¹³.

.....

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός καταγράφει κάποια από τα σώματα αυτά στον πίνακα.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Ανάδειξη ιδεών

Παρατηρήστε καλά τα παρακάτω σκίτσα (Εικόνα 8.14). Συζητήστε με τα παιδιά της ομάδας σας και καταγράψτε στον πίνακα της διπλανής σελίδας αν στις μπάλες και τα αυτοκίνητα που απεικονίζονται ασκούνται δυνάμεις ή όχι. Σε κάθε περίπτωση, αιτιολογήστε την απάντησή σας.



(α)



(β)

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ



(γ)



(δ)

Εικόνα/ αντικείμενα	Ασκούνται δυνάμεις;		Γιατί; (Αιτιολογήστε την απάντησή σας)
	Ναι	Όχι	
(α): μπάλα που έχει κλοτσήσει το παιδί και βρίσκεται στον αέρα			
(β): μπάλα σε ηρεμία στο έδαφος			
(γ): αυτοκίνητο που σπρώχνει ο άνθρωπος			
(δ): σταθμευμένο αυτοκίνητο			

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Αναμενόμενες απαντήσεις των ομάδων: «Στα σώματα των εικ. (α) και (γ) ασκούνται δυνάμεις, διότι βλέπουμε τα σώματα να κινούνται. Στα σώματα των εικ. (β) και (δ) δεν φαίνεται να συμβαίνει τίποτα. Τα σώματα αυτά είναι ακίνητα, και, επομένως, δεν ασκούνται δυνάμεις, ή ασκείται μόνο η δύναμη του βάρους».

Στο σημείο αυτό, ο εκπαιδευτικός σημειώνει τις απαντήσεις των ομάδων στον πίνακα. Εστιάζει στα σώματα των εικ. (β) και (δ) που είναι σε ηρεμία και κατατάσσει τις απαντήσεις των ομάδων σε δύο κατηγορίες: α) στα σώματα που ηρεμούν δεν ασκούνται δυνάμεις, και β) στα σώματα που ηρεμούν ασκείται μόνο η δύναμη του βάρους. Ανάλογα με την απάντηση, μοιράζει φύλλα αναδόμησης των ιδεών στις διάφορες ομάδες.

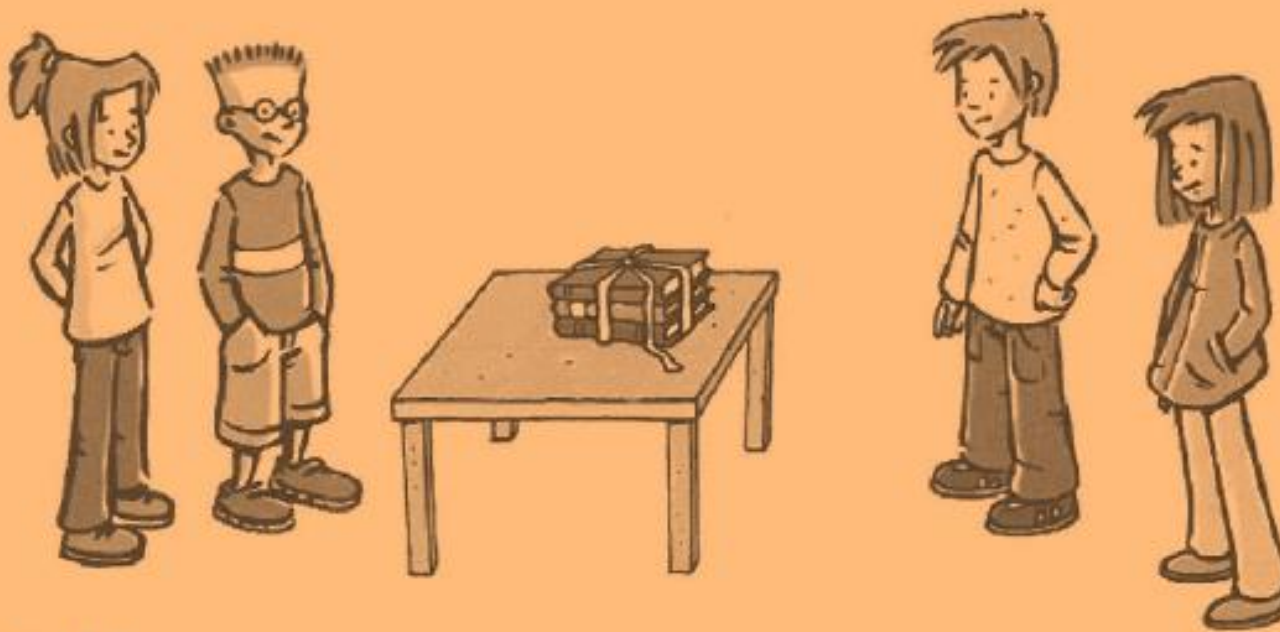
Αναδόμηση ιδεών και εισαγωγή της νέας γνώσης

1) Αναδόμηση της ιδέας «στα σώματα που ηρεμούν δεν ασκούνται δυνάμεις»

Ο εκπαιδευτικός καλεί τις ομάδες να συγκεντρώσουν η καθεμιά στο θρανίο τους διάφορα βιβλία και μοιράζει σε κάθε ομάδα από ένα μεγάλο κομμάτι σπάγγο.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Πάρτε τρία βιβλία, δέστε τα με ένα σπάγγο και αφήστε τα πάνω στο θρανίο σας (όπως στην εικόνα 8.15). Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας, αν στο δέμα των τριών βιβλίων που στέκεται ακίνητο στο θρανίο σας ασκείται κάποια δύναμη. Καταγράψτε την απάντησή σας.



Εικόνα 8.15

■ Αναμενόμενη απάντηση ομάδων: «Όχι. Αφού είναι ακίνητο».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Πάρτε το δέμα των τριών βιβλίων και ακουμπήστε το στην παλάμη ενός από τους μαθητές της ομάδας σας, λέγοντάς του να κρατάει το χέρι του ακίνητο (όπως στην εικόνα 8.16). Πιστεύετε ότι ασκείται κάποια δύναμη στο δέμα; Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας και καταγράψτε τις απόψεις σας.



Εικόνα 8.16

Αναμενόμενη απάντηση μαθητών: «Όχι, αφού παραμένει ακίνητο. Το χέρι του συμμαθητή μας απλώς το εμποδίζει να πέσει».

Συζητήστε μεταξύ σας γιατί το χέρι του συμμαθητή σας θα κουραστεί εάν κρατήσει για λίγη ώρα το δέμα στην παλάμη του. Αιτιολογήστε την άποψή σας.

Αναμενόμενη απάντηση μαθητών: «Ο συμμαθητής μας θα κουραστεί γιατί το δέμα με τα βιβλία είναι βαρύ, έχει βάρος. Το τραβάει η Γη προς τα κάτω. Αν το αφήσει ελεύθερο, θα πέσει προς τα κάτω».

Ξανασκεφτείτε αν ασκούνται δυνάμεις στο δέμα με τα βιβλία στην περίπτωση που βρίσκεται ακίνητο στο θρανίο. Συζητήστε μεταξύ σας και καταγράψτε την άποψη στην οποία θα συμφωνήσετε.

Αναμενόμενη απάντηση μαθητών: «Στο δέμα με τα βιβλία ασκείται η δύναμη του βάρους».

Στο σημείο αυτό, ο εκπαιδευτικός ρωτάει όλες τις ομάδες πού κατέληξαν και υπογραμμίζει τη μία από τις δύο επιλογές τις οποίες είχε σημειώσει στην αρχή. Τώρα όλες οι ομάδες συμφωνούν ότι, σε κάθε ακίνητο σώμα, ασκείται η δύναμη του βάρους. Ακολούθως, ο εκπαιδευτικός τούς μοιράζει τη συνέχεια του φύλλου εργασίας.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

2) Αναδόμηση της ιδέας «στα σώματα που ηρεμούν ασκείται μόνο η δύναμη του βάρους»

Συζητήστε μεταξύ σας και προσπαθήστε να αιτιολογήσετε γιατί, ενώ στο δέμα ασκείται η δύναμη του βάρους, το δέμα παραμένει ακίνητο και δεν πέφτει.

■ Αναμενόμενη απάντηση μαθητών: «Γιατί το κρατάει το χέρι του παιδιού».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

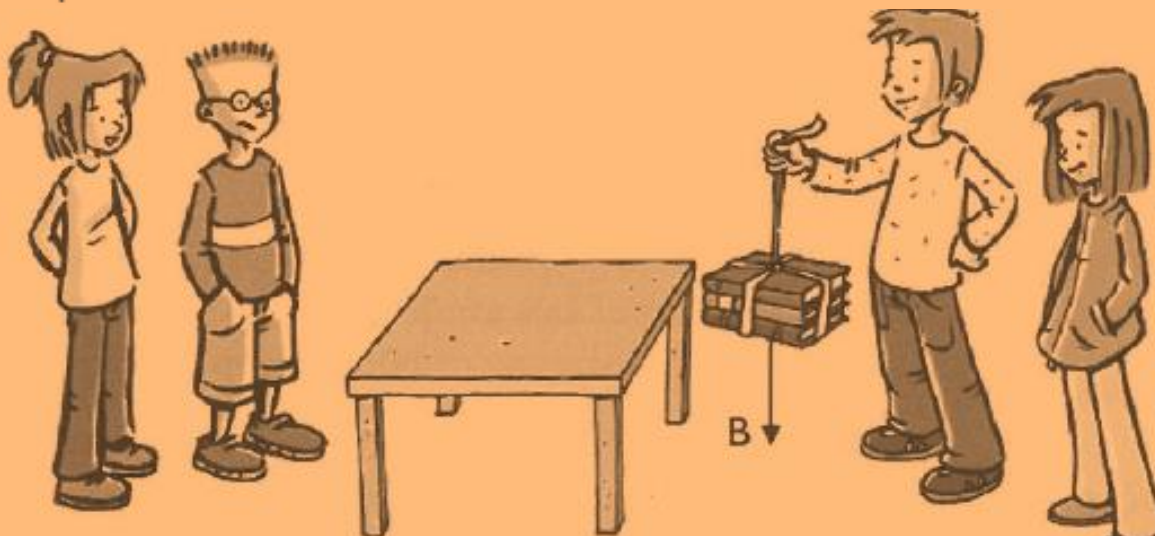
Συζητήστε μεταξύ σας και προσπαθήστε να εξηγήσετε γιατί το χέρι του συμμαθητή σας κουράζεται όταν κρατάει για λίγη ώρα το δέμα, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι, αν και το δέμα έχει βάρος, δεν πέφτει. Μήπως μπορείτε να δώσετε μια εξήγηση –με τη χρήση δυνάμεων– που να ερμηνεύει και τα δύο φαινόμενα (ότι το δέμα, ενώ έχει βάρος, δεν πέφτει και παραμένει ακίνητο, καθώς και το ότι το χέρι του συμμαθητή σας έχει κουραστεί);

Κάποιες ομάδες αναμένεται να φτάσουν στο συμπέρασμα: «Το χέρι του συμμαθητή μας ασκεί μια αντίθετη (του βάρους) δύναμη στο δέμα, και, γι' αυτό, αφενός το δέμα δεν πέφτει, ενώ αφετέρου έχει κουραστεί». Κάποιες άλλες όμως επιμένουν ότι το χέρι δεν ασκεί κάποια δύναμη, αλλά αποτελεί εμπόδιο για να μην πέσει το βιβλίο.

Τότε ο εκπαιδευτικός τούς προτείνει να πραγματοποιήσουν την επόμενη δραστηριότητα:

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Αν ο συμμαθητής σας πάρει το χέρι του από την πορεία του δέματος, αυτό θα πέσει κάτω. Τώρα, ας προσπαθήσει να πιάσει το δέμα από το νήμα (σχοινί, σπάγγο, κ.λπ.) στο πάνω μέρος του ώστε αυτό να μην πέσει, παραμένοντας ακίνητο (όπως στην εικόνα 8.17). Συζητήστε μεταξύ σας και αποφασίστε γιατί τώρα το δέμα δεν πέφτει. Προσπαθήστε να δώσετε μια εξήγηση που να ερμηνεύει το φαινόμενο με τη χρήση δυνάμεων.



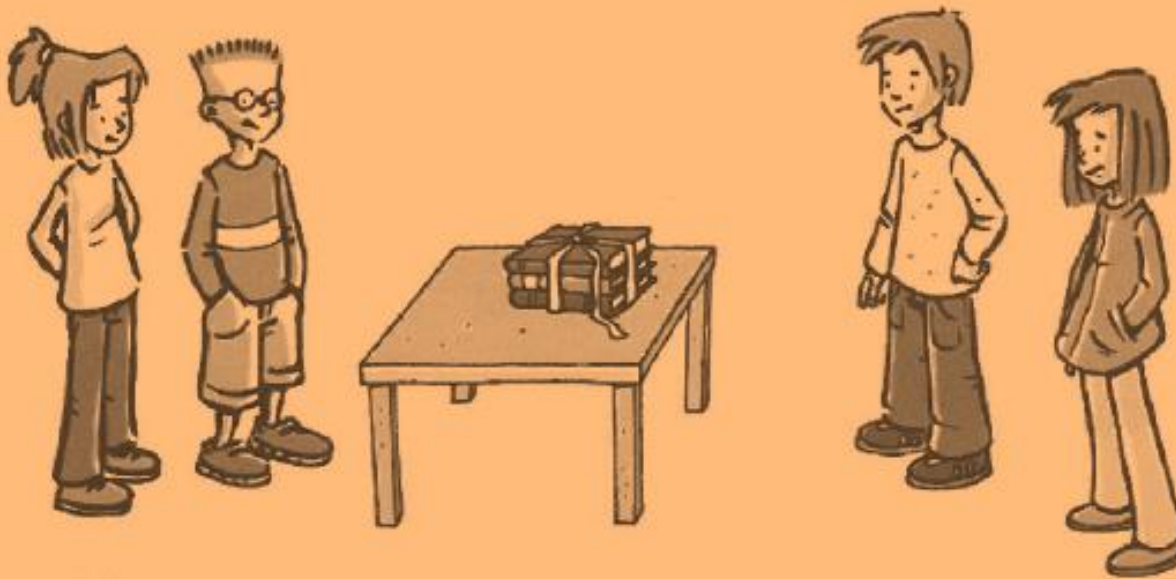
Εικόνα 8.17

Περισσότερες ομάδες τώρα αναμένεται να φτάσουν στο επιθυμητό συμπέρασμα ότι: «Το δέμα δεν πέφτει διότι, εκτός από το βάρος του δέματος, ασκείται από το χέρι του συμμαθητή μας και μια προς τα πάνω δύναμη, αντίθετη με το βάρος του».

Στο σημείο αυτό, ο εκπαιδευτικός καταγράφει τις απόψεις των ομάδων στον πίνακα και, ύστερα από συζήτηση με όλη την τάξη, σημειώνει και το συμπέρασμα: «Πάνω στο ακίνητο δέμα ασκούνται δύο αντίθετες δυνάμεις, αυτή του χεριού προς τα πάνω και αυτή του βάρους του δέματος προς τα κάτω».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Τοποθετήστε πάλι το δέμα με τα βιβλία στην αρχική του θέση (όπως στην εικόνα 8.18). Συζητήστε μεταξύ σας αν ασκείται τώρα η δύναμη του βάρους στο δέμα.



Εικόνα 8.18

Καταγράψτε το συμπέρασμά σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

■ Αναμενόμενη απάντηση μαθητών: «Ναι, ασκείται».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Συζητήστε μεταξύ σας για ποιο λόγο το δέμα παραμένει ακίνητο. Σχολιάστε τι ρόλο παίζει το θρανίο. Καταγράψτε τις απόψεις σας.

Αναμενόμενη απάντηση μαθητών: «Το δέμα παραμένει ακίνητο διότι, εκτός από το βάρος του, ασκείται και η δύναμη από το θρανίο. Το θρανίο παίζει ανάλογο ρόλο με το χέρι του συμμαθητή μας. Ασκεί στο δέμα δύναμη προς τα πάνω, σθγκρατώντας το από το να πέσει κάτω».

Στο σημείο αυτό, οι ομάδες ανακοινώνουν τα συμπεράσματά τους στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός τα καταγράφει στον πίνακα. Ύστερα από συζήτηση με όλους τους μαθητές της τάξης, καταγράφει το τελικό συμπέρασμα: «Σε ένα ακίνητο σώμα μπορεί να ασκούνται δυνάμεις, αρκεί η μία δύναμη να είναι αντίθετη της άλλης».

Επειδή τα παιδιά είναι σχετικά μικρής ηλικίας, αποφεύγουμε να αναφερθούμε προς το παρόν σε συνισταμένη δυνάμεων, γι' αυτό και το συμπέρασμα είναι απλοϊκά διατυπωμένο. Σε κάποιο μεταγενέστερο μάθημα, και εφόσον οι μαθητές έχουν υπερβεί τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αναφερθεί και στη συνισταμένη δυνάμεων.

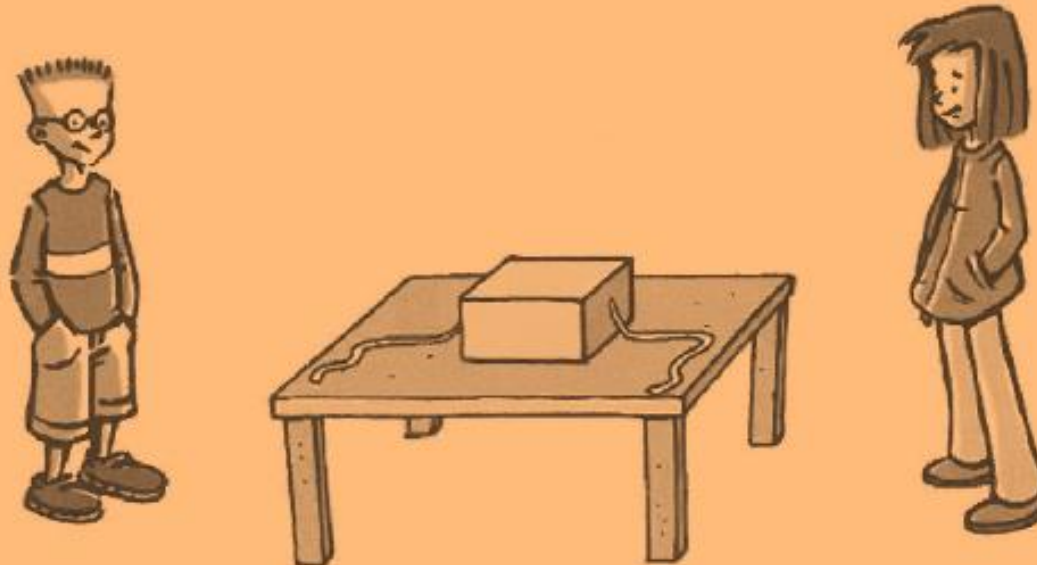
Τα παραπάνω μπορεί να συνδυαστούν και με την επόμενη δραστηριότητα, προκειμένου να βοηθηθούν οι μαθητές στην προσπάθειά τους να οικοδομήσουν τη γνώση ότι, αν σε ένα ακίνητο σώμα ασκούνται δύο δυνάμεις, αυτές θα πρέπει να είναι αντίθετες (ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς), προκειμένου το σώμα να εξακολουθήσει να παραμένει σε ηρεμία (ισορροπία).

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

3) Εισαγωγή της νέας γνώσης

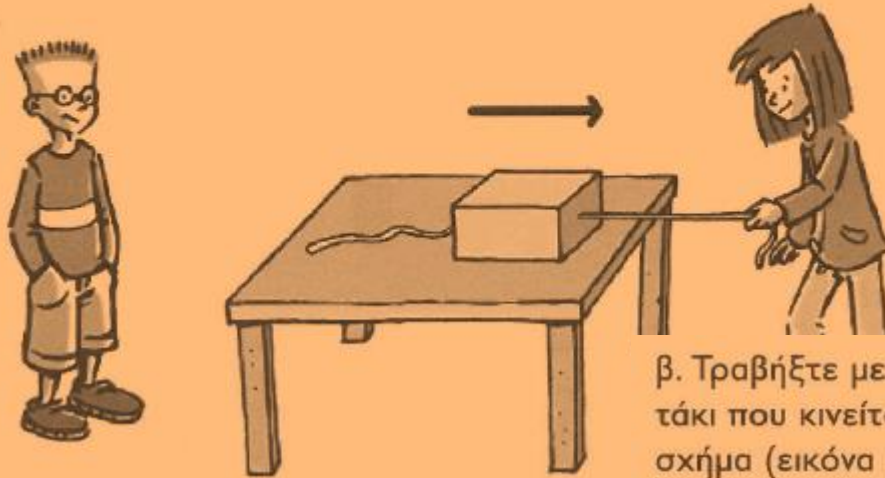
Ο εκπαιδευτικός μοιράζει σε κάθε ομάδα από ένα χάρτινο κουτάκι, το οποίο στις δύο απέναντι πλευρές του έχει προσαρτημένα δύο λαστιχάκια ίσου μήκους, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Μπροστά σας έχετε ένα κουτάκι με δύο λαστιχάκια (όπως στην εικόνα 8.19). Κάθε φορά που τραβάτε ένα λαστιχάκι, ασκείται κάποια δύναμη στο κουτί, με αποτέλεσμα τη μετακίνησή του.

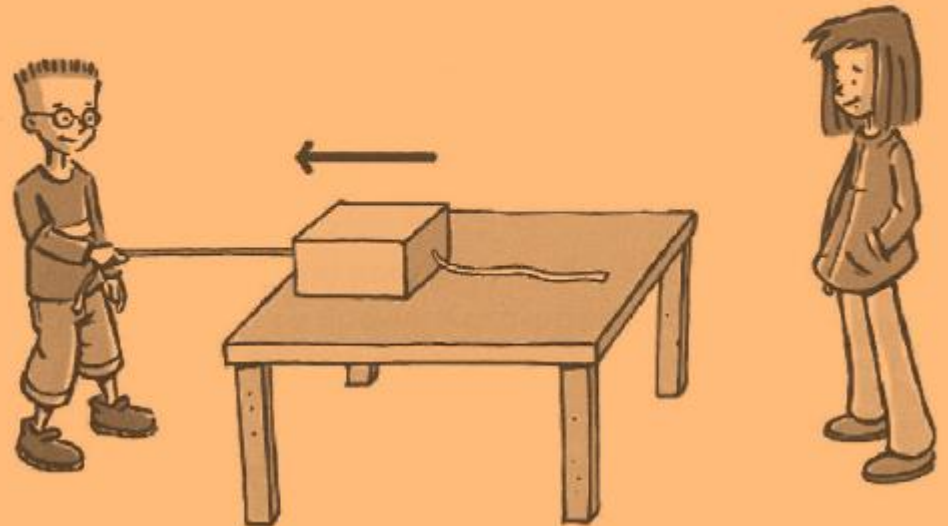


ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

α. Τραβήξτε με προσοχή το ένα λαστιχάκι και παρατηρήστε το κουτάκι που κινείται κατά την κατεύθυνση της εφαρμοζόμενης δύναμης, όπως στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 8.20).

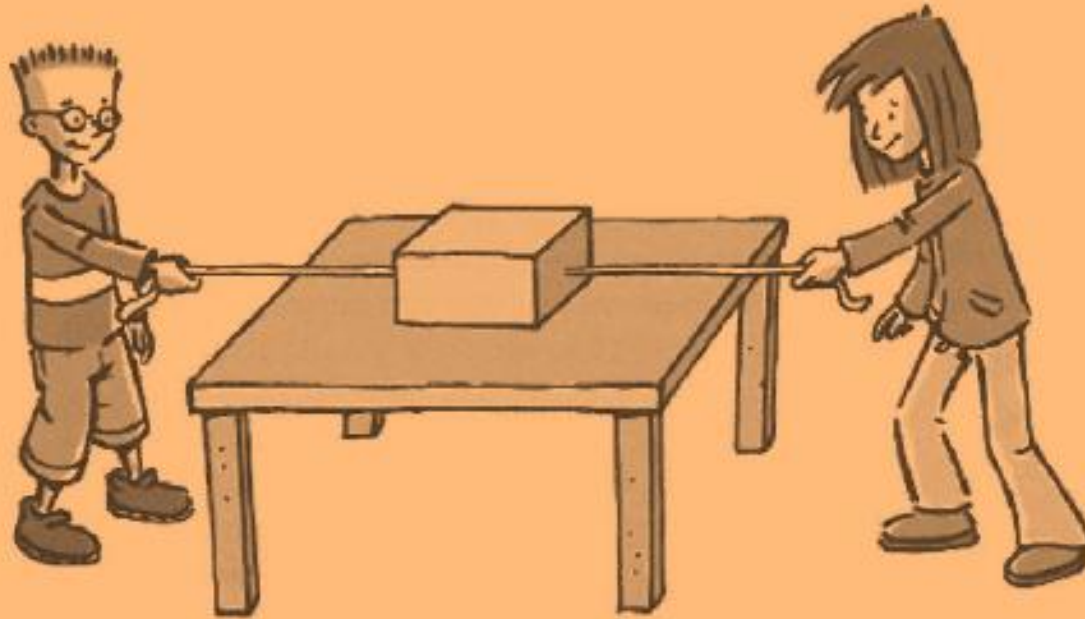


β. Τραβήξτε με προσοχή το άλλο λαστιχάκι και παρατηρήστε το κουτάκι που κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση, όπως στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 8.21).



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

γ. Τραβήξτε με προσοχή και τα δύο λαστιχάκια ταυτόχρονα, έτσι ώστε το κουτάκι να παραμένει σε ηρεμία, όπως στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 8.22). Τι παρατηρείτε;



Εικόνα 8.22

Αναμενόμενη απάντηση μαθητών: «Το κουτάκι δεν κινείται. Τα δύο όμως λαστιχάκια είναι τεντωμένα (ένδειξη δύναμης)».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Συζητήστε μεταξύ σας και εξηγήστε πώς είναι δυνατόν να ασκούνται δυνάμεις στο κουτάκι και αυτό να παραμένει σε ηρεμία.

.....

.....

.....

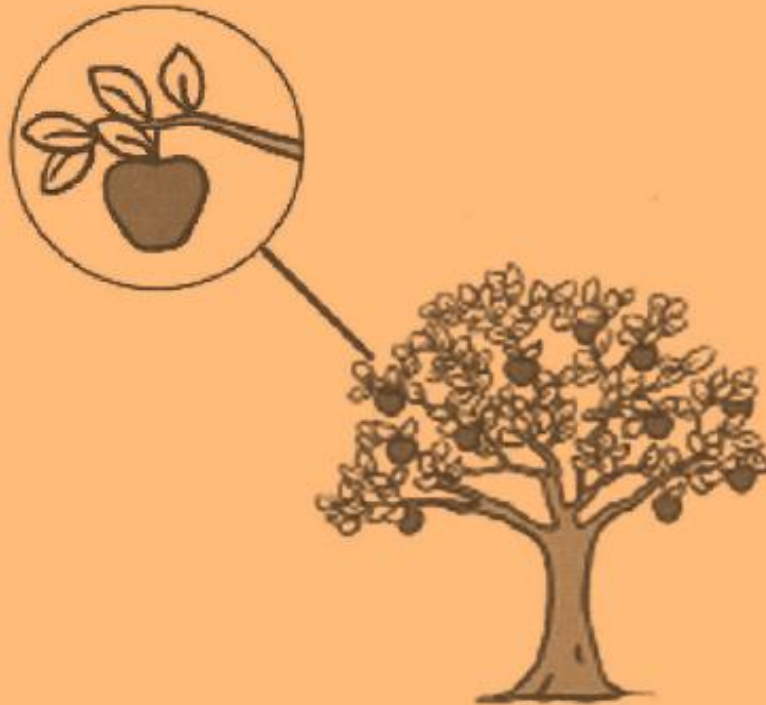
Αναμενόμενη απάντηση μαθητών: «Στο κουτάκι ασκούνται αντίθετες δυνάμεις· δύο ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς δυνάμεις». (Το «ίσες» δεν το βλέπουν, αλλά τώρα είναι πιο εύκολο να καταλήξουν σε αυτό το συμπέρασμα. Θα μπορούσαν εναλλακτικά να χρησιμοποιήσουν δυναμόμετρα, ώστε να διαπιστώσουν ότι τα μέτρα των δυνάμεων είναι ίσα.)

Με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, και ύστερα από συζήτηση με όλη την τάξη, καταλήγουν στο εξής συμπέρασμα, το οποίο καταγράφεται στον πίνακα της τάξης: «Ένα σώμα στο οποίο ασκούνται δύο δυνάμεις μπορεί να παραμένει σε ηρεμία, αρκεί η μία να εξουδετερώνει τη δράση της άλλης, δηλαδή οι δυνάμεις να είναι αντίθετες (ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς)».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Εφαρμογή της νέας γνώσης

Ένα μήλο κρέμεται από το κλαδί μιας μηλιάς. Δεν φυσάει αέρας, και το μήλο είναι ακίνητο (εικόνα 8.23).



Εικόνα 8.23

Μπορείτε να εξηγήσετε, με αφορμή το συγκεκριμένο παράδειγμα, το περιεχόμενο του σημερινού μαθήματος σε έναν συμμαθητή και φίλο σας που δεν παρακολούθησε το μάθημα επειδή ήταν άρρωστος – να του εξηγήσετε, δηλαδή, κατά πόσο στο μήλο που είναι ακίνητο ασκούνται δυνάμεις, από ποια σώματα ασκούνται αυτές οι δυνάμεις, ποια είναι η κατεύθυνση της μίας σε σχέση με την άλλη, τι σχέση έχουν τα μέτρα τους (είναι διαφορετικά ή ίσα), κ.λπ.;

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Ανασκόπηση

Παρατηρήστε πάλι την εικόνα 8.14β.



Εικόνα 8.14β

Ισχύει ακόμη η άποψη της ομάδας σας που διατυπώθηκε στην αρχή; Εάν έχει διαφοροποιηθεί, συζητήστε μεταξύ σας και προσδιορίστε τα σημεία στα οποία έχει διαφοροποιηθεί. Καταγράψτε τα σημεία αυτά.

Αναμενόμενη απάντηση μαθητών: «Πριν, θεωρούσαμε ότι στην μπάλα δεν ασκούνται δυνάμεις· τώρα θεωρούμε ότι ασκούνται δύο αντίθετες δυνάμεις: μία από το έδαφος προς την μπάλα, και μία από την μπάλα προς το έδαφος».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Εάν αλλάξατε γνώμη, τι ήταν εκείνο που σας έκανε να αλλάξετε γνώμη;

.....

.....

.....

.....

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Ελεύθερη πτώση των σωμάτων»

Προσπαιτούμενες γνώσεις:

Έχει προηγηθεί διδασκαλία σχετικά με:

- τις δυνάμεις,
- την έννοια του βάρους των σωμάτων (ότι, δηλαδή, το βάρος των σωμάτων είναι η δύναμη με την οποία η Γη έλκει τα σώματα).

Βασική εναλλακτική ιδέα των μαθητών που αποτελεί εμπόδιο για τη διδασκαλία του μαθήματος:

- Τα βαρύτερα σώματα πέφτουν πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ταχύτητα προς το έδαφος.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Διδακτικοί στόχοι:

Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι:

- στο κενό, όλα τα σώματα, ανεξαρτήτως βάρους ή όγκου, εφόσον αφεθούν να πέσουν από το ίδιο ύψος στη Γη, θα φτάσουν με την ίδια ταχύτητα και ταυτόχρονα στο έδαφος,
- κατά την ελεύθερη πτώση ενός σώματος, το μέσο στο οποίο κινείται το σώμα επιβραδύνει την κίνηση του σώματος,
- η ταχύτητα της ελεύθερης πτώσης των σωμάτων επηρεάζεται από το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειάς τους (μετωπικής επιφάνειας πτώσης). Δηλαδή όσο μεγαλύτερο είναι το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειας των σωμάτων, τόσο μεγαλύτερη η αντίσταση από την ατμόσφαιρα και τόσο μεγαλύτερη η μείωση της ταχύτητάς τους.

Μέθοδος διδασκαλίας: Ακολουθείται το μοντέλο του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού, με στόχο την αναδόμηση της βασικής εναλλακτικής ιδέας των μαθητών και την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Τρόπος οργάνωσης της τάξης: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες.

Βαθμίδα εκπαίδευσης: Δημοτικό και Γυμνάσιο.

Διάρκεια: 2 ώρες.

Υλικά: ίδιες μπίλιες (βόλαιο), ίδια γυάλινα δοχεία (άλλα άδεια, άλλα με μέλι και άλλα με νερό), βίντεο από τους δικτυακούς τόπους nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/image/featherdrop_sound.mov, www.teachertube.com/viewVideo.php?video_id=41342 (όπου ο David Scott, στην πρώτη επανδρωμένη πτήση στη Σελήνη, επιβεβαιώνει το ιστορικό πείραμα του Γαλιλαίου, αφήνοντας από το ίδιο ύψος ταυτόχρονα ένα φτερό και ένα σφυρί, τα οποία φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος της Σελήνης).

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Προσανατολισμός

Ο εκπαιδευτικός απευθύνεται στους μαθητές της τάξης του λέγοντας: «Σήμερα θα ασχοληθούμε με ένα θέμα που πριν από αρκετά χρόνια απασχόλησε –και ακόμη απασχολεί– τους επιστήμονες: την ελεύθερη πτώση των σωμάτων.

Όλοι γνωρίζουμε ότι, αν αφήσουμε ένα σώμα από κάποιο ύψος, αργά ή γρήγορα αυτό θα πέσει στη Γη. Αν αφήσουμε όμως να πέσουν ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος ένα βαρύ και ένα ελαφρύ σώμα, ποιο άραγε θα φτάσει πιο γρήγορα στο έδαφος;

Ίσως βιαστούν πολλοί να υποθέσουν ότι ξέρουν ήδη την απάντηση. Τα πράγματα, όμως, δεν είναι πάντα όπως φαίνονται. Σήμερα, λοιπόν, θα μελετήσουμε αυτό το θέμα, και ταυτόχρονα θα αναπαραστήσουμε μια από τις πιο ωραίες ιστορίες της επιστήμης. Το πείραμα της Πίζας, το οποίο λένε ότι έκανε μπροστά σε πολλούς ανθρώπους ο Γαλιλαίος πριν από 400 περίπου χρόνια».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Ανάδειξη ιδεών

Από το μπαλκόνι ενός σπιτιού, μία κοπέλα πρόκειται να αφήσει να πέσουν ταυτόχρονα δύο πλαστικά μπουκάλια του 1 λίτρου: το ένα γεμάτο νερό και το άλλο κατά το 1/4 περίπου γεμάτο νερό (βλέπε εικόνα 8.24).



Εικόνα 8.24

Από κάτω, τρία παιδιά κοιτάζουν προς τα πάνω, παρατηρούν τις κινήσεις της κοπέλας και συζητούν.

1ο παιδί: Τι προσπαθεί να κάνει η Φωτεινή εκεί πάνω;

2ο παιδί: Θα αφήσει τα μπουκάλια να πέσουν ταυτόχρονα προς τα κάτω για να διαπιστώσει ποιο από τα δύο θα φτάσει πιο γρήγορα.

3ο παιδί: Και χρειάζεται να μπει σε τόσο κόπο για να μάθει ποιο πέφτει πιο γρήγορα; Είναι προφανές ότι θα πέσει το γεμάτο μπουκάλι που είναι βαρύτερο.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

1ο παιδί: Εγώ διαφωνώ. Νομίζω ότι θα φτάσουν και τα δύο ταυτόχρονα, διότι δεν έχει σημασία το βάρος, αλλά ο όγκος των μπουκαλιών. Εάν είχε ένα μπουκάλι με μεγαλύτερο όγκο (π.χ. του 1,5 λίτρου), εκείνο θα έπεφτε πολύ πιο γρήγορα.

2ο παιδί: Εγώ διαφωνώ και με τους δύο. Νομίζω ότι θα φτάσουν και τα δύο σχεδόν ταυτόχρονα, διότι δεν παίζει ρόλο ούτε το βάρος ούτε ο όγκος των μπουκαλιών.

Σκεφτείτε, συζητήστε μεταξύ σας και αποφασίστε ποιος από τους τρεις φίλους έχει δίκιο και γιατί. Εάν δεν συμφωνείτε με κανέναν από τους τρεις, γράψτε τη δική σας άποψη.

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απόψεις τους στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί και τις σημειώνει στον πίνακα. Αναμένεται ότι η βασική ιδέα που θα αναδειχθεί είναι ότι θα φτάσει πρώτο το γεμάτο μπουκάλι (το βαρύτερο σώμα).

Ο εκπαιδευτικός τούς ανακοινώνει ότι και ο Γαλιλαίος, πολλά χρόνια πριν, έκανε ένα παρόμοιο πείραμα. Τους δίνει την παρακάτω εικόνα με το κείμενο.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Στην εικόνα απεικονίζεται μια σκηνή από ένα πείραμα που λέγεται ότι έγινε περίπου τέσσερις αιώνες πριν, στην πόλη Πίζα της Ιταλίας. Φαίνεται ο κεκλιμένος πύργος της Πίζας, ένας μαθητής του Γαλιλαίου στην κορυφή του πύργου, ο οποίος ετοιμάζεται να αφήσει να πέσουν δύο μπάλες, μία μεγάλη και μία μικρή (από το ίδιο υλικό), και από κάτω πλήθος κόσμου, ανάμεσα στον οποίο βρίσκεται και ο Γαλιλαίος. Ο θρύλος λέει ότι οι συγκεντρωμένοι κάτω από τον πύργο της Πίζας σχολίαζαν πως δεν χωρούσε αμφιβολία ότι πρώτη στο έδαφος θα φτάσει η βαρύτερη μπάλα. Το ίδιο, άλλωστε, υποστήριζε και ο μεγάλος φιλόσοφος Αριστοτέλης, δεκαοκτώ αιώνες πριν τον Γαλιλαίο.



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Η δική σας άποψη είναι σύμφωνη με την άποψη των ανθρώπων που βρίσκονταν τότε στην πλατεία της Πίζας;

.....

.....

Σημειώστε με ένα x τις μεταβλητές που πιθανόν να επηρεάσουν το πρόβλημα (τη διάρκεια πτώσης των σωμάτων).

Ελεύθερη πτώση των σωμάτων	
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Εξαρτημένη μεταβλητή (διάρκεια πτώσης)
Βάρος των σωμάτων	
Όγκος των σωμάτων	
Εμβαδόν ελεύθερης επιφάνειας πτώσης των σωμάτων	
....	

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Αναδόμηση ιδεών και εισαγωγή της νέας γνώσης

Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας και προτείνετε έναν τρόπο για να ελέγξετε την άποψη στην οποία καταλήξατε.

.....

.....

.....

Οι ομάδες προτείνουν τρόπους ελέγχου των ιδεών τους. Ύστερα από συζήτηση στην τάξη, καταλήγουν σε κάποιον από αυτούς.

Ο εκπαιδευτικός δίνει ιδιαίτερη σημασία στον έλεγχο των μεταβλητών.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Έλεγχος της μεταβλητής βάρους

Πραγματοποιήστε τώρα το αρχικό πείραμα στην τάξη: Κάθε ομάδα να πάρει από δύο πλαστικά μπουκάλια νερού του $\frac{1}{2}$ λίτρου: το ένα γεμάτο νερό, και το άλλο άδειο. Ένα παιδί από την ομάδα να ανέβει πάνω στο θρανίο, κρατώντας σε κάθε χέρι του από ένα μπουκάλι. Διατηρώντας και τα δύο χέρια του στο ίδιο ύψος, να αφήσει να πέσουν ταυτόχρονα και τα δύο μπουκάλια με την ίδια πλευρά τους προς τα κάτω (π.χ. με τον πάτο). Ένα άλλο παιδί να ελέγχει το πρώτο ως προς το ταυτόχρονο της ρίψης των μπουκαλιών, ενώ τα υπόλοιπα δύο παιδιά της ομάδας να ελέγχουν το χρόνο σύγκρουσης των δύο μπουκαλιών στο πάτωμα

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Καταγράψτε την παρατήρησή σας, επαναλαμβάνοντας τη δραστηριότητα άλλες δύο φορές, ώστε να είστε σίγουροι για το αποτέλεσμα σας.

Επαναλάβετε την ίδια δραστηριότητα, λέγοντας στο παιδί που κρατάει τα μπουκάλια να τα αφήσει, ώστε να πέσουν με την πλαϊνή όψη τους. Επαναλάβετε το ίδιο άλλη μία φορά, και κατόπιν καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Καταγράψτε το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγετε από τις συνδυασμένες παρατηρήσεις των παραπάνω δραστηριοτήτων.

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός σημειώνει κάποια πρώτα γενικά συμπεράσματα στον πίνακα (π.χ. «ο χρόνος πτώσης των σωμάτων δεν εξαρτάται από το βάρος τους»).



ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Έλεγχος της μεταβλητής όγκος

Κάθε ομάδα να πάρει δύο άδεια πλαστικά μπουκάλια νερού: το ένα του 1 λίτρου, και το άλλο του $\frac{1}{2}$ λίτρου⁴. Ένα παιδί από την ομάδα να ανέβει πάνω στο θρανίο, κρατώντας σε κάθε χέρι του από ένα μπουκάλι. Διατηρώντας και τα δύο χέρια του στο ίδιο ύψος, να αφήσει να πέσουν ταυτόχρονα και τα δύο μπουκάλια με την ίδια πλευρά τους προς τα κάτω (π.χ. με τον πάτο). Ένα άλλο παιδί να ελέγχει το πρώτο ως προς το ταυτόχρονο της ρίψης των μπουκαλιών, ενώ τα υπόλοιπα δύο παιδιά της ομάδας να ελέγχουν το χρόνο σύγκρουσης των δύο μπουκαλιών στο πάτωμα

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ



Καταγράψτε την παρατήρησή σας, επαναλαμβάνοντας τη δραστηριότητα άλλες δύο φορές, ώστε να είστε σίγουροι για το αποτέλεσμα σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός σημειώνει κάποια πρώτα γενικά συμπεράσματα στον πίνακα (π.χ. «ο χρόνος πτώσης των σωμάτων δεν εξαρτάται από τον όγκο τους»).

Είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να δώσει μία ακόμη δραστηριότητα για τη μελέτη της επίδρασης μιας κρυμμένης για τα παιδιά μεταβλητής: της αντίστασης του αέρα.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Έλεγχος της μεταβλητής εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειας των σωμάτων

Πάρτε ένα γεμάτο μπουκάλι νερό του $\frac{1}{2}$ λίτρου. Κόψτε ένα φύλλο χαρτί A4 από το τετράδιό σας. Ένα παιδί από την ομάδα να ανέβει πάνω στο θρανίο, κρατώντας στο ένα χέρι του το μπουκάλι με το νερό, και στο άλλο, οριζόντια, την κόλλα χαρτί. Διατηρώντας και τα δύο χέρια του στο ίδιο ύψος, να αφήσει να πέσουν ταυτόχρονα το μπουκάλι με το νερό και το χαρτί¹⁵. Ένα άλλο παιδί να ελέγχει το πρώτο ως προς το ταυτόχρονο της ρίψης των σωμάτων, ενώ τα υπόλοιπα δύο παιδιά της ομάδας να ελέγχουν το χρόνο σύγκρουσης των δύο σωμάτων με το πάτωμα

Καταγράψτε την παρατήρησή σας, επαναλαμβάνοντας τη δραστηριότητα άλλες δύο φορές, ώστε να είστε σίγουροι για το αποτέλεσμα σας.

.....
.....

¹⁵ Καλό είναι να επισημάνουμε στα παιδιά ότι στη δραστηριότητα αυτή δεν διατηρείται σταθερή η μεταβλητή «βάρος» (το μπουκάλι με το νερό δεν είναι ίσου βάρους με το φύλλο χαρτί). Γι' αυτό θα πρέπει αυτή η δραστηριότητα να μελετηθεί συνδυαστικά με την επόμενη (είτε ανοιχτό είτε τσαλακωμένο, το φύλλο χαρτί έχει το ίδιο βάρος). Το μπουκάλι με το νερό θα πρέπει να θεωρηθεί ως σώμα σύγκρισης για τις δύο δραστηριότητες.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ



Τώρα, τσαλακώστε το χαρτί ώστε να γίνει μια μικρή μπαλίτσα, και επαναλάβετε το ίδιο πείραμα. Ένα παιδί από την ομάδα να ανέβει πάνω στο θρανίο, κρατώντας στο ένα χέρι του το μπουκάλι με το νερό, και στο άλλο την τσαλακωμένη κόλλα χαρτί (ή, εναλλακτικά, κρατώντας κάθετα την κόλλα χαρτί χωρίς να την τσαλακώσει). Διατηρώντας και τα δύο χέρια του στο ίδιο ύψος, να αφήσει να πέσουν ταυτόχρονα το μπουκάλι με το νερό και η μπαλίτσα από χαρτί. Ένα άλλο παιδί να ελέγχει το πρώτο ως προς το ταυτόχρονο της ρίψης των σωμάτων, ενώ τα υπόλοιπα δύο παιδιά της ομάδας να ελέγχουν το χρόνο σύγκρουσης των δύο σωμάτων με το πάτωμα

Καταγράψτε την παρατήρησή σας, επαναλαμβάνοντας τη δραστηριότητα άλλες δύο φορές, ώστε να είστε σίγουροι για το αποτέλεσμα σας. Τι παρατηρείτε; Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

.....

.....

.....

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Να συγκρίνετε τα αποτελέσματα των δύο παρατηρήσεων (με το ανοιχτό και με το τσαλακωμένο χαρτί). Συζητήστε μεταξύ σας και προσπαθήστε να εξηγήσετε τα αποτελέσματα αυτά.

.....

.....

.....

.....

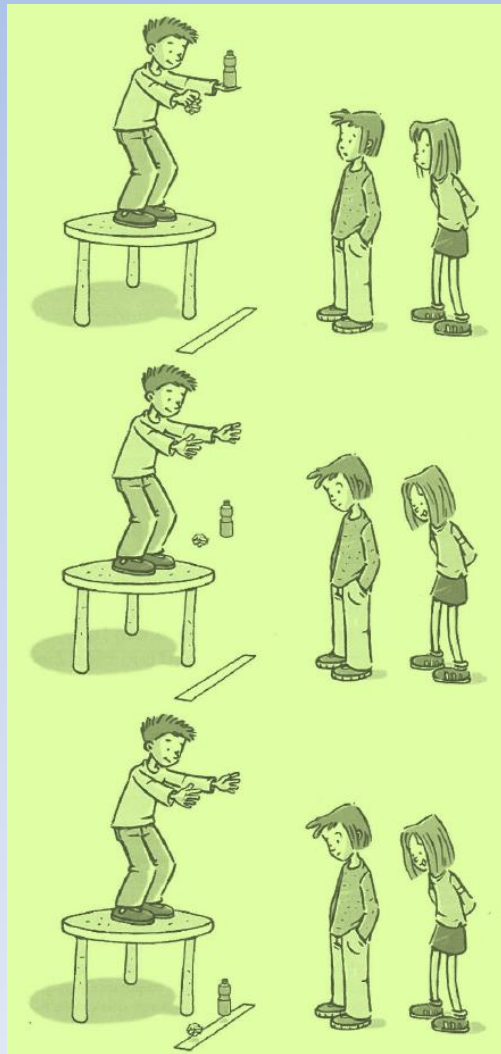
Στο σημείο αυτό, οι ομάδες ανακοινώνουν τα συμπεράσματά τους στην τάξη, ακολουθεί συζήτηση, και όλοι μαζί καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι «η αντίσταση του αέρα επιδρά στην πτώση των σωμάτων, καθώς αυτά αφήνονται να πέσουν στην ατμόσφαιρα της Γης. Η πτώση επιβραδύνεται αν είναι μεγάλη η ελεύθερη επιφάνεια των σωμάτων (η ελεύθερη επιφάνεια της ατσαλάκωτης κόλλας χαρτιού είναι μεγαλύτερη από την επιφάνεια της τσαλακωμένης κόλλας)».

Ανάλογα με την ηλικία των παιδιών και το χρόνο που διατίθεται, αν ο εκπαιδευτικός επιθυμεί οι μαθητές του να μελετήσουν περαιτέρω το μέσο εντός του οποίου πέφτουν τα σώματα, θα δώσει στις ομάδες να υλοποιήσουν την παρακάτω δραστηριότητα:

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Έλεγχος της μεταβλητής «μέσον» στο οποίο πέφτουν τα σώματα

Κάθε ομάδα έχει τρεις ίδιες μπίλιες και τρία ίδια βάζα: ένα άδειο, ένα με νερό και ένα με μέλι. Προσπαθήστε να μελετήσετε την επίδραση του



μέσου στο χρόνο πτώσης των σωμάτων. Ανοίξτε τα καπάκια των τριών δοχείων και αφήστε να πέσει μέσα στο καθένα από μία μπίλια, κατά το δυνατόν ταυτόχρονα. Πέφτουν και οι τρεις μπίλιες ταυτόχρονα; Αν όχι, με ποια σειρά πέφτουν; Επαναλάβετε τη δραστηριότητα άλλη μία φορά, ώστε να είστε σίγουροι για τα αποτελέσματα της παρατήρησής σας. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Συζητήστε με την ομάδα σας και προσπαθήστε να τις εξηγήσετε.

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους στην τάξη και ακολουθεί συζήτηση σχετικά με τις εξηγήσεις που έχουν δοθεί. Στόχος είναι να εστιάσει ο δάσκαλος στο ρόλο που παίζει το μέσο στην ταχύτητα πτώσης των σωμάτων και να τονίσει ότι η ατμόσφαιρα είναι ένα μέσο που προκαλεί επιβράδυνση της πτώσης.

Αν διατίθεται επιπλέον διδακτικός χρόνος, τα παιδιά διερευνούν και τις υπόλοιπες πιθανές μεταβλητές που ίσως επηρεάζουν το πρόβλημα (π.χ. ύψος πτώσης των σωμάτων, χρώμα των σωμάτων, κ.λπ.). Σε αντίθετη περίπτωση, ο εκπαιδευτικός τους αναθέτει να τις διερευνήσουν στο σπίτι τους.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Παρατηρήστε προσεκτικά το ακόλουθο βίντεο. (Προβάλλεται το βίντεο από τον δικτυακό τόπο της NASA, όπου ένας αστροναύτης ρίχνει από το ίδιο ύψος ταυτόχρονα ένα φτερό και ένα σφυρί, τα οποία φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος.) Τι παρατηρείτε; Θα συνέβαινε το ίδιο αν πραγματοποιούσαμε το ίδιο πείραμα στη Γη; Συζητήστε μεταξύ σας και προσπαθήστε να εντοπίσετε γιατί δυο τόσο διαφορετικού βάρους σώματα πέφτουν ταυτόχρονα στη Σελήνη.

.....

.....

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα συμπεράσματά τους στην υπόλοιπη τάξη. Αναμένεται να καταλήξουν στα εξής: «Το σφυρί και το φτερό πράγματι φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος της Σελήνης, παρά το γεγονός ότι το ένα είναι πολύ βαρύτερο από το άλλο. Στη Γη δεν θα συμβεί το ίδιο. Το σφυρί θα φτάσει πολύ πιο γρήγορα στο έδαφος. Αυτό συμβαίνει γιατί στη Σελήνη δεν υπάρχει ατμόσφαιρα, ενώ στη Γη υπάρχει ατμόσφαιρα».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Ύστερα από συζήτηση με όλη την τάξη, ο εκπαιδευτικός βοηθά ώστε οι μαθητές να καταλήξουν στα εξής συμπεράσματα: α) η ελεύθερη πτώση των σωμάτων στο κενό δεν επηρεάζεται από τον παράγοντα βάρος των σωμάτων και β) η ελεύθερη πτώση των σωμάτων επηρεάζεται από τον παράγοντα «μέσο» στο οποίο πέφτουν τα σώματα (όσο πιο πυκνό το μέσο, τόσο μεγαλύτερη η επιβράδυνση), και ως εκ τούτου η ελεύθερη πτώση των σωμάτων επηρεάζεται από τον παράγοντα αντίσταση του αέρα σε σχέση με την ελεύθερη επιφάνεια των σωμάτων κατά την πτώση (όσο πιο μεγάλη η ελεύθερη επιφάνεια, τόσο πιο μεγάλη η αντίσταση, και τόσο πιο μεγάλη η προκαλούμενη επιβράδυνση του σώματος).

Σε παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας, ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να εισαγάγει την έννοια της επιτάχυνσης της βαρύτητας και να εξηγήσει ότι τα παραπάνω πειράματα δείχνουν ότι, στον ίδιο τόπο, ο ρυθμός πτώσης (ή η επιτάχυνση της βαρύτητας) παραμένει σταθερός.

Πώς θα μπορούσαμε να πραγματοποιήσουμε το ίδιο πείραμα στη Γη;

.....

.....

.....

.....

.....

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Οι ομάδες αναμένεται να καταλήξουν εύκολα στο συμπέρασμα ότι: «Στη Γη θα μπορούσαμε να πραγματοποιήσουμε το ίδιο πείραμα μόνο εφόσον μπορούσαμε να δημιουργήσουμε συνθήκες έλλειψης κενού».

Εάν το εργαστήριο διαθέτει αντλία κενού, ο εκπαιδευτικός πραγματοποιεί το ανάλογο πείραμα στην τάξη.

Εφαρμογή της νέας γνώσης

Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί, στις πτώσεις από αεροπλάνο, οι αλεξιπτωτιστές χρησιμοποιούν αλεξίπτωτα;

.....

.....

.....

.....

.....

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Θα τους συμβουλεύατε να χρησιμοποιήσουν αλεξίπτωτο αν βρίσκονταν στη Σελήνη; Αιτιολογήστε τη συμβουλή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Ένας εκπαιδευτικός παρουσίασε στην τάξη του δύο εντελώς όμοιες κλειστές κασετίνες –τη μία εντελώς γεμάτη και την άλλη μισογεμάτη– και ζήτησε από τους μαθητές του να προτείνουν τρόπους ώστε να διαπιστώσουν ποια είναι η εντελώς γεμάτη. Ένας μαθητής πρότεινε να τις αφήσουν να πέσουν ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος, οπότε και η γεμάτη θα έφτανε πρώτη στο έδαφος. Σχολιάστε την πρόταση του παιδιού.

.....

.....

.....

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Ανασκόπηση

Τι θα απαντούσατε τώρα σχετικά με το αποτέλεσμα του πειράματος του Γαλιλαίου; Ποια μπάλα θα έφτανε πρώτη στο έδαφος;

Αλλάξατε γνώμη σε σχέση με την αρχή; Εάν ναι, τι ήταν εκείνο που σας έκανε να αλλάξετε γνώμη;

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Γιατί είναι τόσο δύσκολο να αποδεχθούν οι άνθρωποι ότι, αν αφεθούν να πέσουν από το ίδιο ύψος, δύο σώματα, τόσο μεγάλου όσο και μικρότερου βάρους, μπορεί να φτάσουν και τα δύο με σχεδόν την ίδια ταχύτητα στο έδαφος;

.....

.....

.....

.....

.....

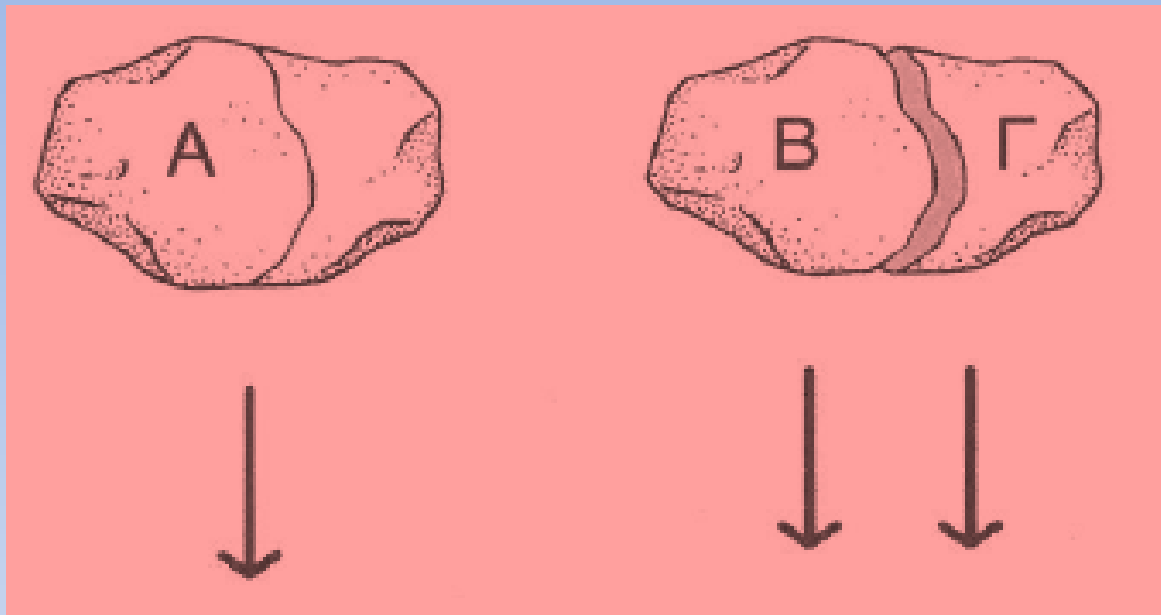
ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Εργασία για το σπίτι

A. Για τα μικρότερα παιδιά (Δημοτικό): Ρωτήστε τους γονείς σας αν ένα βαρύ και ένα ελαφρύ σώμα πέφτουν ταυτόχρονα στο έδαφος. Ανάλογα με την απάντησή τους, να τους κάνετε το σχετικό πείραμα (με τα μπουκάλια), ώστε να τους δείξετε ότι η ταχύτητα και ο χρόνος πτώσης των σωμάτων δεν επηρεάζονται (παρά ελάχιστα λόγω της αντίστασης του αέρα) από το βάρος τους.

B. Για τα μεγαλύτερα παιδιά (Γυμνάσιο και Λύκειο): Αναζητήστε το νοητικό πείραμα που έκανε ο Γαλιλαίος, ή διαβάστε την παρακάτω εκδοχή του πειράματος. Παρακολουθήστε τους συλλογισμούς που ο Γαλιλαίος ανέπτυξε προκειμένου να φτάσει στο συμπέρασμα ότι το βάρος δεν επηρεάζει την πτώση των σωμάτων. Να εντοπίσετε τα κρίσιμα σημεία του συλλογισμού του, ώστε να μπορέσετε να τα εξηγήσετε στην τάξη σας. Σκεφτείτε και υποθέστε, επίσης, τους λόγους για τους οποίους ο Γαλιλαίος, αν και ήξερε την απάντηση του προβλήματος, επέλεξε να κάνει το πείραμα μπροστά σε τόσο κόσμο στην κεντρική πλατεία της Πίζας, όπως λέει ο μύθος, ή η ιστορία.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ



Μια απλοποιημένη εκδοχή του νοητικού πειράματος του Γαλιλαίου¹⁶, μέσω του οποίου κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μια βαριά πέτρα δεν θα πέσει γρηγορότερα από μία ελαφριά, είναι η εξής¹⁷

Ας υποθέσουμε ότι μια βαριά πέτρα θα πέσει γρηγορότερα από μια ελαφριά. Τότε όμως προκύπτει η εξής αντίφαση: Θεωρήστε μια πέτρα Α και σκεφτείτε ότι αποτελείται από δύο ίσα μέρη, Β και Γ, ίσου βάρους. Εφόσον το Β είναι ελαφρότερο από το Α, θα πέσει πιο αργά από το Α. Το ίδιο θα συμβεί και με το Γ. Το Γ όμως θα πέσει με τον ίδιο ρυθμό με το Β (καθώς έχουν το ίδιο βάρος). Συνεπώς, το Β και το Γ μαζί θα πέσουν με πιο αργό ρυθμό από εκείνον του Α. Το Β και το Γ, όμως, μαζί συνιστούν το Α. Άρα το Α θα πέσει με πιο αργό ρυθμό από τον εαυτό του, πράγμα αδύνατο.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ που συνδέονται με τη θερμότητα συναντώνται σε πολλές πτυχές της καθημερινής ζωής, με αποτέλεσμα οι μαθητές –λόγω των αισθητηριακών εμπειριών τους– να έχουν οικοδομήσει αρκετές διαισθητικές αντιλήψεις σχετικά με αυτά. Στο πλαίσιο της κλασικής φυσικής, το εννοιολογικό περιεχόμενο του όρου «θερμότητα» διαμορφώθηκε μέσα από συνεχείς προσπάθειες πολλών χρόνων. Οι έννοιες όμως της θερμότητας και της θερμοδυναμικής μελετήθηκαν ιδιαίτερα κατά τον 18ο και 19ο αιώνα (περίοδος της βιομηχανικής επανάστασης).

Η θερμοκρασία και η θερμότητα είναι δύο έννοιες που δημιουργούν δυσκολίες στους μαθητές, καθώς, ενώ τις χρησιμοποιούν στην καθημερινή ζωή αναφερόμενοι σε αυτές μακροσκοπικά, το ακριβές εννοιολογικό τους περιεχόμενο καθορίζεται με την αναφορά τους στο μικρόκοσμο (μικροσκοπικά).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Σχετικές έννοιες

Θερμοκρασία

Θερμοκρασία ονομάζεται το μέγεθος που μας δείχνει πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα σε σχέση με κάποιο πρότυπο σώμα. Τη θερμοκρασία τη μετράμε με τα θερμόμετρα.

Η θερμοκρασία είναι μια μακροσκοπική ιδιότητα των σωμάτων, η οποία σε μικροσκοπικό επίπεδο εκφράζει την κατάσταση της άτακτης κίνησης των σωματιδίων (μορίων) από τα οποία αποτελούνται. Συνδέεται άμεσα με την κινητική ενέργεια αυτών των σωματιδίων και αποτελεί μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειάς τους.

Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο συστημάτων καθορίζει αν θα συμβεί ή όχι μεταφορά ενέργειας (θερμότητας) από το ένα στο άλλο.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Σχετικές έννοιες

Θερμότητα

Θερμότητα είναι η ενέργεια που μεταβιβάζεται (μεταφέρεται) από ένα σώμα υψηλότερης σε ένα σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας, όταν αυτά έρθουν σε θερμική επαφή. Αυτή η μεταφορά ενέργειας, η οποία πραγματοποιείται μέσω των τυχαίων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μορίων των δύο σωμάτων που βρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία, σταματά όταν επέλθει θερμική ισορροπία, δηλαδή όταν τα σώματα αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.

Όταν μεταφέρεται ενέργεια σε ένα σώμα με μορφή θερμότητας, η ενέργεια αυτή «χρησιμοποιείται» για να αυξήσει την κινητική ενέργεια των μορίων του, οπότε παρατηρείται και αντίστοιχη μεταβολή της θερμοκρασίας του. Υπάρχει όμως και η περίπτωση το σώμα να βρίσκεται είτε σε κατάσταση έναρξης αλλαγής φάσης είτε στη διάρκεια αλλαγής φάσης.

Στην περίπτωση αυτή, η ενέργεια που αντιστοιχεί στη θερμότητα «χρησιμοποιείται» για να αυξήσει τη δυναμική ενέργεια των μορίων του (δηλαδή για να προκαλέσει ρήξη των δεσμών ηλεκτροστατικής φύσης μεταξύ των μορίων), οπότε παρατηρείται αλλαγή φάσης του σώματος (π.χ. το νερό βράζει, το κερί λιώνει, κ.λπ.), χωρίς αυτή να συνοδεύεται και από ταυτόχρονη μεταβολή της θερμοκρασίας του (λανθάνουσα θερμότητα).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Αγωγή Θερμότητας

Στην καθημερινή ζωή, έχουμε παρατηρήσει ότι, αν θερμανθεί η άκρη ενός μεταλλικού κουταλιού, δεν θα αργήσει να θερμανθεί και το υπόλοιπο σώμα του. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο όταν πρόκειται για ξύλινο κουτάλι.

Η διαφορά μεταξύ των δύο φαινομένων οφείλεται στο υλικό των σωμάτων που καθορίζει εάν θα «διευκολυνθεί» η διάδοση της ενέργειας στο εσωτερικό τους. Τα σώματα αυτά ανήκουν αντίστοιχα στους καλούς και κακούς αγωγούς της θερμότητας. Το πόσο καλός αγωγός της θερμότητας είναι ένα στερεό σώμα εξαρτάται από τον (ηλεκτροστατικής φύσης) δεσμό που χαρακτηρίζει την ατομική ή τη μοριακή δομή του.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Μέχρι τον 18ο αιώνα, οι έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας ταυτίζονταν. Στα χρόνια που ακολούθησαν, οι συνεχείς προσπάθειες των επιστημόνων της εποχής να διασαφηνίσουν το περιεχόμενο της έννοιας της θερμότητας οδήγησαν στον σαφή προσδιορισμό και τη διάκριση των δύο αυτών εννοιών.

Στην αρχαιότητα, οι Έλληνες φιλόσοφοι (6ος αιώνας π.Χ.) θεωρούσαν ότι το θερμό και το ψυχρό είναι ένα ζεύγος αντίθετων στοιχείων που αποτελούν ουσίες της φύσης. Θεωρούσαν ότι το θερμό συνυπάρχει με το φως στη φωτιά και στον φλογισμένο ουρανό, ενώ το ψυχρό συνυπάρχει με το σκοτάδι στον αέρα (ατμόσφαιρα) της Γης.

Αντίστοιχα, και ο Αριστοτέλης (5ος αιώνας π.Χ.) θεωρούσε το θερμό και το ψυχρό ως «ποιότητες» (ιδιότητες) των σωμάτων.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Στην επιστημονική κοινότητα του 18ου αιώνα κυριαρχούσε η ιδέα ότι η θερμότητα είναι ένα ρευστό, το οποίο ονομάστηκε από τον Antoine Lavoisier *calorique*.

Αυτό το «θερμικό ρευστό», ή «θερμογόνο», όπως ονομαζόταν, ήταν για τους επιστήμονες ένα άορατο ρευστό που καταλάμβανε τον κενό χώρο ανάμεσα στα σωματίδια της ύλης. Κατά τη θέρμανση ενός σώματος, προκαλούνταν ροή του «θερμογόνου» προς αυτό, ενώ κατά την ψύξη του το «θερμογόνο» έφευγε από το σώμα.

Η θεωρία αυτή παρουσίαζε δύο σημαντικές αδυναμίες. Η πρώτη αφορούσε το βάρος του «θερμικού ρευστού». Από πολύ προσεκτικά πειράματα δεν προέκυψε καμία μεταβολή του βάρους των σωμάτων με τη θέρμανση ή την ψύξη τους, κάτι που συνεπαγόταν ότι το ρευστό αυτό θα έπρεπε να αποτελείται από σωματίδια χωρίς μάζα.

Η δεύτερη αδυναμία σχετιζόταν με την παραδοχή της θεωρίας ότι η ποσότητα του «θερμογόνου» διατηρείται σε όλες τις διαδικασίες που έχουν σχέση με θερμικά φαινόμενα.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Αυτή η παραδοχή καταρρίφθηκε από τις εργασίες του Benjamin Thompson, ή κόμη Rumford, ο οποίος παρατηρώντας τη διάτρηση ορειχάλκινων όπλων στο στρατιωτικό εργαστήριο του Μονάχου εντυπωσιάστηκε από την ταχύτατη θέρμανση των ρινισμάτων του μετάλλου. Η παραγωγή θερμότητας ήταν ακατάπαυστη, και έπρεπε συνεχώς να ρίχνουν νερό στο μέταλλο. Οδηγήθηκε λοιπόν στη σκέψη ότι η θερμότητα δεν ήταν κάτι που διατηρείται, αλλά κάτι που μπορεί να παραχθεί και με τριβή.

Τον 19ο αιώνα, ο γιατρός Julius Robert Mayer και ο James Joule συνέβαλαν στην περαιτέρω διασαφήνιση της έννοιας της θερμότητας. Η ιδέα ότι η θερμότητα παράγεται από «κάποιο είδος κίνησης» και το αντίστροφο, ότι δηλαδή από τη θερμότητα μπορούμε να εξαγάγουμε έργο, οδήγησε στη σκέψη ότι η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας.

Ως μονάδα θερμότητας ορίστηκε η θερμίδα (cal), το απαιτούμενο, δηλαδή, ποσό θερμότητας για τη θέρμανση 1 γραμμαρίου νερού κατά 1 βαθμό Κελσίου. Θερμαίνοντας νερό με την περιστροφή ενός πτερυγίου, ο Joule κατέληξε ότι 1 θερμίδα ισοδυναμεί με ποσότητα μηχανικής ενέργειας 4,18 τζάουλ.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Διάκριση Θερμότητας - Θερμοκρασίας

Ο άνθρωπος που έφτασε, μέσα από τις ευαίσθητες παρατηρήσεις και τους ριζοσπαστικούς συλλογισμούς του, στην ιδέα ότι η έννοια της θερμότητας είναι διαφορετική από την έννοια της θερμοκρασίας ήταν ο χημικός Joseph Black, τον 18ο αιώνα.

Ξεκινώντας από την παρατήρηση ότι το χιόνι λιώνει χωρίς παράλληλα να θερμαίνεται, ο Black υποστήριξε ότι η θερμότητα και η θερμοκρασία είναι δύο ξεχωριστές έννοιες. Έκανε μάλιστα την υπόθεση ότι, αν έρθουν σε επαφή δύο σώματα, το σώμα με τον μεγαλύτερο «βαθμό θερμότητας», σύμφωνα με την ένδειξη του θερμομέτρου, θα παίζει το ρόλο της θερμής πηγής, παρέχοντας θερμότητα στο άλλο σώμα, έως ότου οι ενδείξεις των θερμομέτρων στα δύο σώματα εξισωθούν.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Διάκριση Θερμότητας - Θερμοκρασίας

α) Εάν ίσες ποσότητες διαφορετικών υλικών βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία και θερμανθούν με τον ίδιο τρόπο (ίδιες συνθήκες θέρμανσης), οι θερμοκρασίες τους θα μεταβληθούν με διαφορετικό ρυθμό (με άλλα λόγια, η παροχή ίσου ποσού θερμότητας στα δύο σώματα θα έχει ως αποτέλεσμα διαφορετικές ενδείξεις στα δύο αντίστοιχα θερμόμετρά τους). Στην περίπτωση αυτή, η ειδική θερμότητα των υλικών είναι μια νέα σταθερά που χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά των σωμάτων.

β) Όταν κάποιο σώμα, το οποίο τυχαίνει να βρίσκεται σε διαφορετική θερμοκρασία από το περιβάλλον του, παρουσιάζει αλλαγή φάσης (λιώνει, πήζει ή εξαερώνεται), μπορεί να μη φτάσει τελικά σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του. Η λανθάνουσα θερμότητα είναι μία ακόμη σταθερά των υλικών, που ευθύνεται για αυτές τις αλλαγές φάσης.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία

Πολλοί ερευνητές, όπως οι Erickson (1979, 1980, 1985), Tiberghien (1985), Duit & Kesidou (1988), Kesidou & Duit (1993), Lewis & Linn (1994), Harrison et al. (1999) κ.ά. έχουν πραγματοποιήσει έρευνες σχετικά με τις ιδέες των παιδιών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία. Από τις έρευνες αυτές προκύπτει ότι οι μαθητές έχουν διαφορετικές αντιλήψεις για τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας από τις αντίστοιχες των επιστημόνων.

Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών φαίνεται να προκύπτουν ως αποτέλεσμα αφενός των καθημερινών εμπειριών τους και του καθημερινού τρόπου σκέψης, και αφετέρου της προηγηθείσας διδασκαλίας σχετικά με το θέμα.

Όπως και σε άλλες περιπτώσεις, έτσι και στην περίπτωση της θερμότητας, οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών παρουσιάζουν ομοιότητες με ιδέες που καταγράφηκαν στην ιστορία της επιστήμης. Από διάφορες έρευνες προκύπτει ότι οι απόψεις των μαθητών για τη θερμότητα είναι παρόμοιες κυρίως με αυτές που σχετίζονται με τη θεωρία του θερμικού ρευστού (Driver et al. 2000).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία

Επίσης, οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία φαίνεται να επηρεάζονται από την ερμηνεία των αντίστοιχων όρων στην καθημερινή ζωή. Και οι δύο όροι στην ελληνική γλώσσα έχουν κοινή ετυμολογική προέλευση (το συστατικό «θερμο-»), πράγμα που δεν ισχύει σε γλώσσες όπως η αγγλική, η γαλλική, η γερμανική, η ιταλική, κ.λπ. Το γεγονός αυτό μπερδεύει τους μαθητές και τους ωθεί αφενός να ταυτίζουν τους δύο όρους και αφετέρου να τους συνδέουν μόνο με υψηλές θερμοκρασίες (όπως τις αντιλαμβάνονται αισθητηριακά).

Η θερμότητα είναι μια ρευστή ουσία (όπως ο αέρας, ο καπνός ή ο ατμός).

Η θερμότητα ταυτίζεται με ένα θερμό σώμα, ή ουσία, και μάλιστα όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος (η ποσότητα) του σώματος, τόσο περισσότερη θερμότητα περικλείει.

Η θερμότητα εκπέμπεται από μια θερμική πηγή (που γίνεται αντιληπτή από την υψηλή θερμοκρασία της).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία

Οι μαθητές θεωρούν ότι οι πηγές της θερμότητας είναι τα θερμά αντικείμενα (τα οποία γίνονται αντιληπτά από την υψηλή τους θερμοκρασία).

η θερμότητα εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος. Δηλαδή, όσο μεγαλύτερο είναι το θερμό σώμα, τόσο περισσότερη θερμότητα θεωρούν ότι περικλείει.

Κατά τους μαθητές, η θερμότητα, ως ρευστή ουσία, είτε προσλαμβάνεται από τα αντικείμενα (ρέει προς αυτά), όταν αυτά θερμαίνονται, είτε απομακρύνεται από τα αντικείμενα (εκρέει από αυτά), όταν ψύχονται, είτε ταξιδεύει μέσα από όλα τα αντικείμενα (ρέει διαμέσου αυτών).

πιστεύουν ότι, όταν θερμανθεί το άκρο μιας ράβδου, η παραπάνω ουσία ταξιδεύει κατά μήκος της ράβδου μέχρι να τη θερμάνει ολόκληρη. Συνεπώς, οι μαθητές αποδίδουν στη θερμότητα αφενός υλική υπόσταση και αφετέρου μια έμφυτη κινητήρια δύναμη (π.χ. αναφέρουν ότι «η θερμότητα ταξιδεύει, ανεβαίνει από μόνη της», κ.λπ.).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Η θερμότητα δεν έχει υλική υπόσταση και δεν είναι ρευστή ουσία. Είναι ενέργεια, και μάλιστα όχι η συνολική ενέργεια που εμπεριέχεται στο σώμα, αλλά εκείνο το κομμάτι της που μεταβιβάζεται από το σώμα με την υψηλότερη θερμοκρασία στο σώμα με τη χαμηλότερη θερμοκρασία. Αυτό γίνεται μέσω των τυχαίων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μορίων των δύο σωμάτων.

ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η άποψη αυτή των παιδιών παρουσιάζει ομοιότητες με τη σκέψη των επιστημόνων του 18ου αιώνα, οι οποίοι υιοθετούσαν την άποψη του θερμικού ρευστού.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη διάδοση της Θερμότητας

Η ευκολία με την οποία η θερμότητα εισέρχεται, ή εξέρχεται, από διαφορετικά υλικά ποικίλλει.

Διαφορετικά υλικά έλκουν, ή διατηρούν, τη θερμότητα με διαφορετικό τρόπο.

Έτσι, οι μαθητές αποδίδουν τις σχετικές παρατηρήσεις και εμπειρίες τους είτε στη σχετική δύναμη, ή αδυναμία, της θερμότητας (αναφέρουν π.χ. ότι «το ξύλο δεν θερμαίνεται ιδιαίτερα όταν τοποθετηθεί σε ζεστή πλάκα, διότι η θερμότητα της πλάκας δεν είναι πολύ δυνατή και δεν μπορεί να διαπεράσει το ξύλο»)

είτε στις ιδιότητες των σωμάτων (αναφέρουν π.χ. ότι «τα μέταλλα θερμαίνονται περισσότερο από τα ξύλινα ή πλαστικά αντικείμενα, εξαιτίας της έμφυτης έλξης τους για τη θερμότητα και της τάσης τους να τη διατηρούν»), είτε στη δύναμη, ή στην αδυναμία, των σωμάτων ως προς την ικανότητά τους να μεταφέρουν θερμότητα (αναφέρουν π.χ. ότι «το ξύλο δεν έχει τη δύναμη να μεταφέρει τη θερμότητα από το σημείο (ή την επιφάνεια) επαφής σε όλη τη μάζα του»).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη διάδοση της Θερμότητας

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Όπως προαναφέραμε, η θερμότητα δεν έχει υλική υπόσταση και δεν είναι ρευστή ουσία, αλλά ενέργεια. Επιπλέον, η δυνατότητα διάδοσής της μέσω των υλικών εξαρτάται από το αν τα υλικά αυτά είναι καλοί ή κακοί αγωγοί της θερμότητας – εξαρτάται, δηλαδή, από τον ηλεκτρικό δεσμό που χαρακτηρίζει τη μοριακή ή ατομική δομή των σωμάτων. Αυτό καθορίζει αν θα επιτραπούν οι κρούσεις μεταξύ των ελεύθερων ηλεκτρονίων και των ατόμων, μέσω των οποίων (κρούσεων) θα σημειωθεί μεταφορά ενέργειας στο εσωτερικό των σωμάτων.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι εγγενής ιδιότητα των σωμάτων

Οι μαθητές, δηλαδή, θεωρούν ότι, σε ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας περιβάλλοντος (π.χ. σε θερμοκρασία δωματίου), κάποια υλικά είναι από τη φύση τους πιο κρύα από άλλα (Clough & Driver 1985). Αυτό προκύπτει από την αίσθηση που έχουν οι μαθητές όταν αγγίζουν κάποια υλικά στην καθημερινή τους ζωή.

Είναι φανερό ότι η ιδέα αυτή συνδέεται με το γεγονός ότι οι μαθητές δεν γνωρίζουν το μηχανισμό αγωγής της θερμότητας, ενώ διαθέτουν και εναλλακτικές ιδέες για τους καλούς και κακούς αγωγούς της θερμότητας.

Έτσι, φαίνεται να θεωρούν ότι ένα ψυχρό σώμα μεταβιβάζει ψύχος σε ένα πιο θερμό σώμα (π.χ., όταν ακουμπούν το χέρι τους σε ένα κομμάτι πάγο, θεωρούν ότι από τον πάγο μεταφέρεται ψύχος στο χέρι τους), ή ότι ένας κακός αγωγός της θερμότητας μπορεί να μεταβιβάσει θερμότητα σε ένα άλλο σώμα (π.χ. ότι το μάλλινο πουλόβερ τους μεταβιβάζει θερμότητα στο σώμα τους).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμοκρασία

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Σε ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας περιβάλλοντος, όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται σε αυτό το περιβάλλον, μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, θα έχουν την ίδια θερμοκρασία, ανεξαρτήτως του υλικού από το οποίο αποτελούνται. Η αίσθηση που δίνουν οφείλεται στο γεγονός ότι άλλα από αυτά είναι καλοί και άλλα κακοί αγωγοί της θερμότητας, και όχι στη διαφορετική θερμοκρασία τους. Έτσι, η αίσθηση που έχουμε όταν περπατάμε ξυπόλυτοι σε πάτωμα με πλακάκια ότι αυτά είναι πιο κρύα από το ξύλινο πάτωμα οφείλεται στο γεγονός ότι το ξύλο είναι κακός αγωγός, ενώ το πλακάκι καλός αγωγός.

Με άλλα λόγια, επειδή τα πλακάκια είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας, ενέργεια (θερμότητα) μεταβιβάζεται εύκολα από τα πόδια μας (που βρίσκονται σε υψηλότερη θερμοκρασία) στα πλακάκια (που βρίσκονται σε χαμηλότερη θερμοκρασία), με αποτέλεσμα να αισθανόμαστε κρύο, σε αντίθεση με το ξύλο, που είναι κακός αγωγός και, καθώς δεν απάγει τη θερμότητα, το αισθανόμαστε ζεστό.

ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η άποψη αυτή των παιδιών φαίνεται να έχει κάποιες ομοιότητες με τη σκέψη του Αριστοτέλη που θεωρούσε ότι το «θερμό» και το «ψυχρό» είναι ιδιότητες των σωμάτων.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία

Η «θερμότητα» και το «κρύο» (ή η «κρυότητα») είναι δύο ξεχωριστές και αντίθετες οντότητες

Γενικά, οι μαθητές θεωρούν ότι το «κρύο», όπως και η θερμότητα, έχει τις ιδιότητες μιας υλικής ουσίας. Επίσης, θεωρούν ότι κάθε σώμα περιέχει μείγμα «θερμότητας» και «κρύου», των οποίων η αναλογία καθορίζει τη θερμοκρασία του σώματος.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Τα παιδιά εδώ φαίνεται να συγχέουν τη θερμότητα με το θερμό, και επιπλέον να θεωρούν ότι η θερμότητα είναι κάποια ουσία. Σύμφωνα με την επιστήμη όμως, η θερμότητα δεν είναι ουσία αλλά ενέργεια που μεταβιβάζεται από ένα σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας σε ένα σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Αντίστοιχα, το «κρύο» δεν είναι το αντίθετο της θερμότητας, ούτε είναι ουσία, αλλά αντιπροσωπεύει απλώς μια αισθητηριακή αντίληψη που εκφράζεται με τη θερμοκρασία, η οποία στην περίπτωση αυτή εκφράζει τη χαμηλή τιμή της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων του σώματος.

ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η άποψη αυτή των παιδιών παρουσιάζει ομοιότητες με τη σκέψη αφενός των Ιώνων φιλοσόφων, που μιλούσαν για το «θερμό» και το «ψυχρό» ως ζεύγος αντίθετων ουσιών, αλλά και του Αριστοτέλη, που χαρακτήριζε το θερμό και το ψυχρό ως ποιότητες των σωμάτων, και αφετέρου των επιστημόνων του 18ου αιώνα που υιοθετούσαν την άποψη του θερμικού ρευστού.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία και η θερμότητα ταυτίζονται (είναι το ίδιο πράγμα)

Η ιδέα αυτή μπορεί να προκύπτει από το γεγονός ότι οι μαθητές δεν έχουν κατανοήσει το εννοιολογικό περιεχόμενο των δύο όρων, αδυνατώντας έτσι να ξεχωρίσουν τις αντίστοιχες έννοιες. Επιπλέον, τυχαίνει οι δύο όροι να ταιριάζουν και γλωσσικά, με αποτέλεσμα οι μαθητές να τους χρησιμοποιούν αδιάκριτα.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Η θερμότητα είναι ενέργεια που μεταβιβάζεται από ένα σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας σε ένα σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Αντίστοιχα, η θερμοκρασία είναι το μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων ενός σώματος. Η θερμοκρασία, δηλαδή, δεν είναι ενέργεια, αλλά μια απλή εκτίμηση του πόσο αργά ή γρήγορα κινούνται τα μόρια του σώματος.

ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η άποψη αυτή των παιδιών παρουσιάζει ομοιότητες με τη σκέψη των επιστημόνων πριν από τον χημικό Joseph Black (18ος αιώνας) που ταύτιζαν τη θερμοκρασία με τη θερμότητα, πράγμα που δείχνει πόσο δύσκολο είναι να αντιδιαστέλλουν οι μαθητές τις δύο αυτές έννοιες.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία ενός σώματος σχετίζεται με το μέγεθός του, ή τη μάζα του.

Εάν δύο σώματα βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, έχουν την ίδια ενέργεια, ή θερμότητα.

Η θερμοκρασία είναι ένα μέτρο του ποσού θερμότητας (ή, πιο σπάνια, της «κρυότητας») που περιέχει ένα αντικείμενο.

Πολλοί μαθητές σε ευρεία γκάμα ηλικιών (τουλάχιστον μέχρι 16 ετών) πιστεύουν ότι η θερμοκρασία αποτελεί μέτρο της θερμότητας (Kesidou & Duit 1993, Driver et al. 2000). Αυτό σημαίνει κατ' αρχήν ότι θεωρούν πως η θερμότητα είναι μια ουσία που εμπεριέχεται στα σώματα (Harisson et al. 1995), ενώ η θερμοκρασία ένα μέτρο που εκτιμά το ποσό αυτής της ουσίας. Η συγκεκριμένη άποψη ίσως τους οδηγεί και στην αντίληψη ότι η θερμοκρασία είναι συνάρτηση του μεγέθους του σώματος, ότι δηλαδή η μεγαλύτερη μάζα (ή ο μεγαλύτερος όγκος) περιέχει και περισσότερη θερμότητα (ή κρυότητα), άρα και υψηλότερη (ή χαμηλότερη) θερμοκρασία.

Συνεπώς, κατ' αυτούς, τα μεγαλύτερα αντικείμενα περιέχουν περισσότερη θερμότητα (ή κρύο) και πιθανόν έχουν υψηλότερη (ή χαμηλότερη) θερμοκρασία. Ως εκ τούτου, η πλειονότητα των μαθητών ηλικίας 12 ετών θεωρεί ότι, μεταξύ δύο κύβων πάγου, ο μεγαλύτερος έχει μικρότερη θερμοκρασία καθώς περιέχει περισσότερο «κρύο», και συνεπώς ο μεγαλύτερος κύβος θα χρειαστεί περισσότερο χρόνο για να λιώσει (Erickson 1979).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Η θερμοκρασία είναι το μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων ενός σώματος και δεν σχετίζεται με το μέγεθος του σώματος. Εφόσον η μέση κινητική ενέργεια των μορίων σε σώμα μεγάλης μάζας συμπίπτει με την αντίστοιχη σε σώμα μικρής μάζας, οι θερμοκρασίες των δύο σωμάτων θα είναι ίσες. Επίσης, η θερμοκρασία δεν αποτελεί μέτρο του ποσού της θερμότητας, διότι δεν συνιστά ενέργεια. Έτσι, η θερμοκρασία είναι μια εντατική παράμετρος (δεν εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος), ενώ η θερμότητα είναι μια εκτατική παράμετρος (εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος).

ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η άποψη αυτή των παιδιών παρουσιάζει κάποιες ομοιότητες με τη σκέψη των επιστημόνων του 18ου αιώνα που υιοθετούσαν την άποψη του καλορικού ρευστού, καθώς φαίνεται να θεωρούν ότι η θερμοκρασία είναι μια ουσία που εμπεριέχεται στο σώμα.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμοκρασία και την αλλαγή φάσης

Η θερμοκρασία αλλάζει κατά την αλλαγή φάσης (τήξη, πήξη, εξαέρωση)

Έρευνες που έχουν γίνει σε μεγάλη γκάμα ηλικιών, από μαθητές Δημοτικού έως φοιτητές Πανεπιστημίου, δείχνουν ότι, σε μεγάλο ποσοστό, θεωρούν πως, κατά τη μεταφορά ενέργειας (θερμότητας) από ένα σώμα σε άλλο, η θερμοκρασία του δεύτερου σώματος συνεχώς θα αυξάνει, ακόμη κι αν το σώμα αυτό βρίσκεται σε διαδικασία αλλαγής φάσης

Έτσι, οι μαθητές εκπλήσσονται όταν παρατηρούν ότι η θερμοκρασία του νερού δεν ανεβαίνει όταν το νερό βράζει (φάση εξαέρωσης), και μάλιστα πολλοί από αυτούς αποδίδουν αυτή την παρατήρηση σε βλάβη του θερμομέτρου.

Ακόμη όμως και όταν αποδέχονται το γεγονός ότι η θερμοκρασία βρασμού του νερού παραμένει σταθερή, οι εναλλακτικές τους αντιλήψεις φαίνεται να παραμένουν, εφόσον δεν έχουν κατακτήσει ένα ισχυρό ερμηνευτικό πλαίσιο για το φαινόμενο αυτό.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες μαθητών για τη Θερμοκρασία και την αλλαγή φάσης

εξακολουθούν να πιστεύουν ότι η θερμοκρασία του νερού που βράζει θα ανέβει, εάν αυξήσουμε απότομα την ένταση της εστίας θέρμανσης, ή πιστεύουν ότι μεγαλύτερη ποσότητα νερού θα βράσει σε μεγαλύτερη θερμοκρασία.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Όταν ένα σώμα βρίσκεται σε διαδικασία αλλαγής φάσης, η θερμότητα (δηλαδή η ενέργεια που μεταφέρεται σε αυτό) «χρησιμοποιείται» για να αυξηθεί η δυναμική ενέργεια των μορίων του (για τη διάρρηξη, δηλαδή, των μεταξύ των μορίων του ηλεκτροστατικών δεσμών) και όχι για να αυξηθεί η κινητική ενέργεια των μορίων του (δηλαδή για να αυξηθεί η θερμοκρασία του).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες των μαθητών για τους καλούς και κακούς αγωγούς θερμότητας

Εναλλακτική ιδέα	Αιτιολόγηση της εναλλακτικής αντίληψης	Παραδειγματικές καταστάσεις για ανάδειξη ιδεών	Συνεπαγωγές των εναλλακτικών ιδεών σε συνθήκες καθημερινής ζωής
Το μέταλλο είναι κρύο από τη φύση του	α) Τα μέταλλα έλκουν, συγκρατούν ή απορροφούν το κρύο. β) Τα μέταλλα άγουν τη θερμότητα πιο αργά από τους μονωτές.	Οι μαθητές πιάνουν ποικιλία αντικειμένων από διάφορα υλικά, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.	Χρήση φύλλου αλουμινίου για το περιτύλιγμα ψυχρών αντικειμένων (π.χ. πάγου), προκειμένου να τα διατηρήσει για κάποιο χρονικό διάστημα σε χαμηλή θερμοκρασία.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες των μαθητών για τους καλούς και κακούς αγωγούς θερμότητας

Εναλλακτική ιδέα	Αιτιολόγηση της εναλλακτικής αντίληψης	Παραδειγματικές καταστάσεις για ανάδειξη ιδεών	Συνεπαγωγές των εναλλακτικών ιδεών σε συνθήκες καθημερινής ζωής
Οι μονωτές άγουν εύκολα τη θερμότητα	<p>α) Οι μονωτές άγουν γρήγορα τη θερμότητα, και η θερμότητα φεύγει, έτσι ώστε, όταν αγγίζει κάποιος ένα μονωτή, δεν αισθάνεται ζέστη.</p> <p>β) Οι μονωτές απορροφούν/παγιδεύουν τη θερμότητα, διότι αυτή άγεται (μεταφέρεται) εύκολα σε όλη τη μάζα τους.</p>	<p>Οι μαθητές πιάνουν:</p> <p>α) το χέρι μιας ξύλινης κουτάλας/μονωτή που στέκεται όρθια σε βραστό νερό,</p> <p>β) μια ποικιλία αντικειμένων από διάφορα υλικά σε θερμοκρασία δωματίου.</p>	<p>α) Δεν αισθανόμαστε θερμό το χέρι της κουτάλας, διότι η θερμότητα έφυγε γρήγορα από αυτήν.</p> <p>β) Οι μονωτές είναι τα υλικά που δίνουν μια αίσθηση ζεστασιάς όταν τα αγγίζει κάποιος (π.χ., όταν περπατά κάποιος σε ξύλινο πάτωμα, αισθάνεται ζέστη, διότι το ξύλινο πάτωμα απορροφά –παγιδεύει– τη θερμότητα).</p>

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ιδέες των μαθητών για τους καλούς και κακούς αγωγούς θερμότητας

Εναλλακτική ιδέα	Αιτιολόγηση της εναλλακτικής αντίληψης	Παραδειγματικές καταστάσεις για ανάδειξη ιδεών	Συνεπαγωγές των εναλλακτικών ιδεών σε συνθήκες καθημερινής ζωής
Το μαλλί δεν λειτουργεί ως μονωτής, διότι ζεσταίνει ενεργητικά τα σώματα.	Το μαλλί θερμαίνει τα πράγματα.	Οι μαθητές το χειμώνα ντύνουν μια κούκλα με μάλλινα ρούχα για να ζεσταθεί (για να ανέβει η θερμοκρασία της).	Το μαλλί δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μονωτής για σώματα χαμηλής θερμοκρασίας (π.χ., εάν τυλίξουμε ένα κομμάτι πάγο με μάλλινο ύφασμα, αυτό θα λιώσει πολύ γρήγορα).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θερμικής αγωγιμότητας μέσω των διαφόρων σωμάτων – Καλοί αγωγοί και μονωτές της θερμότητας ως άκρα ενός συνεχούς φάσματος (θερμικής αγωγιμότητας)

Προσπαιτούμενες γνώσεις:

- η έννοια της ενέργειας και οι διάφορες μορφές της,
- η έννοια της θερμότητας, η έννοια της θερμοκρασίας και η διάκριση μεταξύ τους.

Βασικές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που αποτελούν εμπόδιο για τη διδασκαλία του μαθήματος:

- Το μαλλί θερμαίνει τα σώματα (τα μάλλινα ρούχα που προστατεύουν τους μαθητές από το κρύο τους κάνουν να πιστεύουν ότι το μαλλί λειτουργεί ενεργητικά και θερμαίνει τα σώματα τα οποία περιβάλλει).
- Το αλουμινόχαρτο άγει τη θερμότητα πολύ αργά, δηλαδή λειτουργεί περίπου ως μονωτής (π.χ. οι μαθητές θεωρούν ότι, αν τυλίξουμε με αλουμινόχαρτο ένα μπουκάλι με κρύο νερό, το νερό θα παραμείνει κρύο).
- Τα θερμά διατηρούν το περιεχόμενό τους (π.χ. καφέ) αποκλειστικά θερμό, ενώ τα παγούρια διατηρούν το περιεχόμενό τους (π.χ. νερό) αποκλειστικά ψυχρό.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Η αισθητηριακή εμπειρία εμποδίζει τους μαθητές να συνδέσουν τους μονωτές και τους αγωγούς ως όρους που περιγράφουν τα άκρα ενός συνεχούς – αυτού της θερμικής αγωγιμότητας. Για τους μαθητές, η μόνωση και η αγωγιμότητα παραμένουν διακριτές, μη επικαλυπτόμενες κατηγορίες, με ξεχωριστές ιδιότητες.

Επιπλέον, οι μαθητές, βασιζόμενοι συχνά σε επιφανειακές εμπειρίες που έχουν αποκομίσει από μια κατάσταση (π.χ. νομίζοντας ότι η μονωτική λειτουργία των θερμών οφείλεται στη μεταλλική εξωτερική τους επιφάνεια, και μη λαμβάνοντας υπόψη το ρόλο του κενού μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής επιφάνειας), εξάγουν συμπεράσματα τα οποία μεταφέρουν σε άλλο πλαίσιο (π.χ. θεωρούν ότι το αλουμινόχαρτο λειτουργεί ως μονωτής).

Επίσης, η καθημερινή γλώσσα δημιουργεί εμπόδια στους μαθητές, οι οποίοι συχνά οδηγούνται συνειρμικά, με βάση την ονομασία ορισμένων αντικειμένων, σε συμπεράσματα για τη λειτουργία τους (π.χ. συχνά θεωρούν ότι τα θερμά διατηρούν αποκλειστικά ζεστό –και τα παγούρια, αντίστοιχα, αποκλειστικά κρύο– το περιεχόμενό τους).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Διδακτικοί στόχοι:

Οι μαθητές να μπορούν:

- να διακρίνουν ότι η θερμότητα μεταφέρεται εύκολα σε ορισμένα υλικά, και δύσκολα σε άλλα,
- να εξηγούν ότι το μάλλινο ύφασμα δεν θερμαίνει τα σώματα που περιβάλλει, αλλά ότι απλώς η θερμότητα δεν άγεται εύκολα μέσω αυτού (ότι δηλαδή είναι μονωτής),
- να εξηγούν ότι το αλουμινόχαρτο δεν είναι μονωτής, αλλά αντίθετα ένας καλός αγωγός της θερμότητας,
- να συνειδητοποιήσουν ότι οι καλοί αγωγοί και οι μονωτές αποτελούν τα άκρα ενός συνεχούς φάσματος αγωγής θερμότητας, και
- να συνδέουν το πόσο εύκολα ή δύσκολα άγεται η θερμότητα σε ένα σώμα με εφαρμογές της καθημερινής ζωής (π.χ. να εξηγούν τη λειτουργία του παγουριού).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Μέθοδος διδασκαλίας: Ακολουθείται το μοντέλο του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού σε συνδυασμό με τη μάθηση μέσω μικρών ερευνών, με στόχο την αναδόμηση των βασικών εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.

Τρόπος οργάνωσης της τάξης: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων (κατά προτίμηση).

Βαθμίδα εκπαίδευσης: Δημοτικό και Γυμνάσιο.

Διάρκεια: 2 ώρες.

Υλικά: Αρκετά παγάκια, αρκετά πλαστικά πιάτα, διάφορα κομμάτια (από μάλλινο ύφασμα, βαμβακερό ύφασμα, συνθετικό ύφασμα, πλαστικό, πλαστικό συσκευασίας με φουσκώσιμες αέρας, χαρτόνι, λαδόκολλα, αλουμινόχαρτο, κ.λπ.).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Ερώτημα: Πώς μπορώ να διατηρήσω για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τα παγάκια εκτός ψυγείου; Το ίδιο ερώτημα μπορεί να επαναδιατυπωθεί και ως εξής:

- α) Με τι είδους υλικό να τυλίξω τα παγάκια για να μη λιώνουν εύκολα;
- β) Με τι είδους ρούχα πρέπει να ντύσω έναν χιονάνθρωπο το χειμώνα για να μη λιώσει γρήγορα;!

Προσανατολισμός

Ο εκπαιδευτικός απευθύνεται στα παιδιά, λέγοντας: «Σήμερα αντιμετώπισα ένα πρόβλημα. Για τις ανάγκες ενός πειράματος, έπρεπε να φέρω παγάκια από το σπίτι μου στο σχολείο. Καθώς την προηγούμενη μέρα ο μεγαλύτερος γιος μου είχε φύγει για τριήμερη εκδρομή παίρνοντας και το φορητό ψυγείο μαζί του, εγώ δεν έβρισκα εύκολα τρόπο για να φέρω τα παγάκια στο σχολείο. Δεν ήξερα, δηλαδή, με τι είδους υλικό θα έπρεπε να τα τυλίξω, ώστε να διατηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα εκτός ψυγείου χωρίς να λιώσουν. Θα ήθελα σήμερα να με βοηθήσετε να λύσω αυτό το πρόβλημα, ώστε να διαπιστώσω και εγώ εάν διάλεξα την καλύτερη λύση»

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας



Ο εκπαιδευτικός γράφει στον πίνακα το υπό διερεύνηση ερώτημα: «Πώς μπορώ να διατηρήσω για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τα παγάκια εκτός ψυγείου;», ή «Με τι είδους υλικό να τυλίξω τα παγάκια για να μη λιώνουν εύκολα;».

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Συζητήστε μεταξύ σας και καταγράψτε τις ανεξάρτητες και τις εξαρτημένες μεταβλητές του ερωτήματος³.

.....

.....

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις ανεξάρτητες μεταβλητές που εντόπισαν, καθώς και την εξαρτημένη μεταβλητή. Ο εκπαιδευτικός σημειώνει στον παρακάτω πίνακα τις απόψεις των μαθητών.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Εξαρτημένη μεταβλητή
Ο όγκος που έχει το παγάκι	Το χρονικό διάστημα έως ότου λιώσει το παγάκι
Το είδος του υλικού με το οποίο θα το τυλίξουμε	
Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος	
κ.λπ.	

Σε συμφωνία με τα παιδιά, ο εκπαιδευτικός επιλέγει να περιοριστούν στη μελέτη μόνο των ανεξάρτητων μεταβλητών που έχουν να κάνουν με το είδος του υλικού που θα τυλίξουν το παγάκι, ελέγχοντας (διατηρώντας σταθερές) όλες τις άλλες. (Έτσι κι αλλιώς, όλα τα παγάκια έχουν παρόμοιο όγκο εφόσον προέρχονται από την ίδια φόρμα, ενώ η θερμοκρασία τη συγκεκριμένη μέρα είναι σχεδόν δεδομένη.)

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Ανάδειξη ιδεών

Ο εκπαιδευτικός απευθύνεται στα παιδιά λέγοντας: «Σκέφτηκα να ξεκινήσουμε τη μελέτη μας με δύο πολύ διαφορετικά υλικά, το μαλλί και το αλουμινόχαρτο». Κατόπιν τους μοιράζει το ακόλουθο φύλλο εργασίας:

Εάν θα θέλατε να διατηρήσετε για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παγάκια εκτός ψυγείου, θα τα τυλίγατε με μάλλινο ύφασμα ή με αλουμινόχαρτο; Συζητήστε με τα άλλα μέλη της ομάδας σας και καταγράψτε τις απόψεις σας. Δικαιολογήστε την επιλογή σας.

Οι ομάδες των μαθητών ανακοινώνουν τις απόψεις τους, και ο εκπαιδευτικός τις αναγράφει στον πίνακα.

Αναμένεται να επικρατήσει η άποψη ότι θα τα τυλίξουν με αλουμινόχαρτο, καθώς το μάλλινο ύφασμα πιστεύουν ότι θα τα ζεστάνει, και θα λιώσουν πιο γρήγορα.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Αναδόμηση ιδεών και εισαγωγή της νέας γνώσης

Πώς θα μπορούσατε να ελέγξετε τις απόψεις σας;

Οι μαθητές προτείνουν να πραγματοποιήσουν το πείραμα. Ο εκπαιδευτικός μοιράζει σε κάθε ομάδα μαθητών κομμάτια μάλλινου υφάσματος (π.χ. ένα μάλλινο γάντι) και αλουμινόχαρτου, μερικά παγάκια και μερικά πλαστικά πιάτα για να τα ακουμπήσουν, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος να τρέξουν νερά (Εικόνα 9.2). Ανάλογα με τη θερμοκρασία δωματίου, καθορίζει και τα χρονικά διαστήματα παρατήρησης. Για μια θερμοκρασία δωματίου 18 βαθμών Κελσίου, το διάστημα παρατήρησης είναι περίπου μία ώρα.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ


Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας



Πραγματοποιήστε το πείραμα, βάζοντας το ένα παγάκι μέσα στο γάντι, και τυλίγοντας το άλλο μία φορά με το αλουμινόχαρτο. Τοποθετήστε το γάντι και το αλουμινόχαρτο σε δύο διαφορετικά πλαστικά πιάτα. Ελέγχετε κάθε είκοσι λεπτά τα παγάκια, ακουμπώντας τα απαλά από έξω για να διαπιστώσετε το μέγεθός τους. Μετρήστε το χρονικό διάστημα που θα κάνουν να λιώσουν στην κάθε περίπτωση.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας



The illustration shows a boy and a girl sitting at a table. On the table are a pair of gloves, a plate with a cube of ice, and an open box of ice cream. A clock on the wall shows the time is approximately 1:50. The boy is looking at the gloves, and the girl is looking at the ice cube with a thoughtful expression.

Τι διαπιστώνετε; Σε τι συμπέρασμα καταλήξατε;

.....

.....

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Οι μαθητές ανακοινώνουν το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν, και ο εκπαιδευτικός το αναγράφει στον πίνακα δίπλα στις αρχικές ιδέες τους. Κατόπιν, ύστερα από συζήτηση με όλη την τάξη, σημειώνει στον πίνακα: «Τα σώματα κατατάσσονται σε μία σειρά που στο ένα άκρο της είναι οι καλοί αγωγοί θερμότητας και στο άλλο οι μονωτές, ανάλογα με το πόσο εύκολα ή δύσκολα επιτρέπουν τη μεταφορά θερμότητας διαμέσου της μάζας τους. Το μαλλί είναι μονωτής (η θερμότητα μεταφέρεται δύσκολα από το εξωτερικό περιβάλλον στο παγάκι), ενώ το αλουμινόχαρτο είναι αγωγός (η θερμότητα μεταφέρεται εύκολα από το περιβάλλον στο παγάκι). Το μαλλί δεν ζεσταίνει το παγάκι απλά, δεν επιτρέπει την εύκολη μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό (στο παγάκι), και έτσι το παγάκι δεν λιώνει εύκολα».

Εφαρμογή της νέας γνώσης

Ο εκπαιδευτικός μοιράζει στους μαθητές και άλλα υλικά (βαμβακερό ύφασμα, χαρτόνι, πλαστικό, κ.λπ.) και παγάκια, και κατόπιν τους καλεί να τα κατατάξουν σε σειρά αγωγιμότητας.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Συζητήστε μεταξύ σας και βρείτε έναν τρόπο για να κατατάξετε τα υλικά που έχετε μπροστά σας (μαλλί, βαμβάκι, διάφορα είδη πλαστικού, χαρτόνι, αλουμινόχαρτο) κατά σειρά θερμικής αγωγιμότητας (από το 1, για τον πιο καλό αγωγό, έως το 6, για τον πιο καλό μονωτή της θερμότητας)



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις προτάσεις τους.

Αναμένεται να προτείνουν να τυλίξουν τα παγάκια με διάφορα υλικά, χρονομετρώντας το χρονικό διάστημα που θα κάνουν μέχρι να λιώσουν.

Υλικό	Σειρά αγωγιμότητας από 1 για τον πιο καλό αγωγό έως 6 για τον λιγότερο καλό αγωγό (μονωτή)	Χρονικό διάστημα που λιώνει το παγάκι (σε λεπτά)
Μάλλινο ύφασμα		
Βαμβακερό ύφασμα		
Πλαστικό		
Πλαστικό συσκευασίας με φυσαλίδες αέρα		
Ξύλο (λεπτό χαρτόνι, λαδόκολλα)		
Μέταλλο (αλουμινόχαρτο)		

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Ανασκόπηση

Συγκρίνετε τις απόψεις που διατυπώσατε στην αρχή του μαθήματος με τις απόψεις που έχετε τώρα. Εάν έχουν μεταβληθεί, μπορείτε να περιγράψετε το λόγο για τον οποίο μεταβλήθηκαν;

.....

.....

.....

Μπορείτε τώρα να συμβουλευέστε τον δάσκαλό σας με τι θα πρέπει να τυλίξει τα παγάκια του για να μη λιώσουν εύκολα;

.....

.....

.....

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Εργασία για το σπίτι

1. Γράψτε ένα κείμενο όπου να εξηγείτε γιατί αισθανόμαστε ζεστοί όταν φοράμε μάλλινα ρούχα.
2. Μελετήστε το παγούρι που παίρνετε μαζί σας το καλοκαίρι στην κατασκήνωση: α) εξηγήστε με λίγα λόγια γιατί διατηρεί κρύο το νερό, και β) έστω ότι ένα πρωινό, από μια απροσεξία, σπάει το θερμός που παίρνει πάντα μαζί του στη δουλειά ο πατέρας σας για να έχει ζεστό καφέ. Ο πατέρας σας στενοχωριέται, αλλά η μητέρα σας του λέει να βάλει τον καφέ στο παγούρι που έχετε για τις εκδρομές. Ο πατέρας σας διαμαρτύρεται και λέει ότι το παγούρι δεν είναι για να διατηρεί ζεστό τον καφέ, αλλά για να διατηρεί το νερό κρύο. Εσείς τι θέση θα παίρνατε; Με τι επιχειρήματα θα υπερασπιζόσασταν τη θέση σας;
3. Το χειμώνα, με τι είδους ρούχα θα ντύνατε τον χιονάνθρωπο που φτιάξατε για να διατηρηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο;

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

*Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της ενότητας
«Μετάδοση της θερμότητας με αγωγή»*

Προαπαιτούμενες γνώσεις:

Έχει προηγηθεί διδασκαλία σχετικά με:

- την έννοια της ενέργειας και τις διάφορες μορφές της,
- την έννοια της θερμότητας, την έννοια της θερμοκρασίας και τη διάκριση μεταξύ τους,
- το θερμόμετρο ως όργανο αξιόπιστης μέτρησης της θερμοκρασίας, δεδομένου ότι οι αισθήσεις μας (αφή) δεν επιτρέπουν την ακριβή εκτίμηση της θερμοκρασίας,
- τους καλούς αγωγούς και τους μονωτές της θερμότητας.

Βασικές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που αποτελούν εμπόδιο για τη διδασκαλία του μαθήματος:

- Η θερμότητα είναι μια ουσία που ρέει (όπως ο αέρας, ο καπνός, ο ατμός ή το νερό).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Διδακτικοί στόχοι:

Οι μαθητές να μπορούν:

- να εξηγούν ότι η θερμότητα δεν είναι μια υλική ουσία που ρέει, αλλά μια μορφή ενέργειας που με κάποιο τρόπο μεταδίδεται στη μάζα των σωμάτων.

Μέθοδος διδασκαλίας: Ακολουθείται το μοντέλο του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού, με στόχο την αναδόμηση της βασικής εναλλακτικής ιδέας των μαθητών και την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.

Τρόπος οργάνωσης της τάξης: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων (κατά προτίμηση).

Βαθμίδα εκπαίδευσης: Δημοτικό και Γυμνάσιο.

Διάρκεια: 2 ώρες.

Υλικά: Κεριά, ηλεκτρικό μάτι, σπέρτα, μεταλλικές βελόνες πλεξίματος ή μεταλλικές βέργες για σουβλάκι, μεταλλικά, ξύλινα και πλαστικά κουτάλια, δοχεία μεταλλικά ή πυρέξ, ξύλινες λαβίδες ή μανταλάκια.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Πολλοί μαθητές εκφράζουν για τη θερμότητα απόψεις παρόμοιες με αυτές της θεωρίας του θερμικού ρευστού. Προκειμένου να αναδειχθούν αυτές οι ιδέες και μάλιστα να εντοπιστούν οι ιδιότητες που αποδίδουν οι μαθητές σε αυτή τη ρευστή ουσία (π.χ. ρέει προς τα κάτω, όπως το νερό, ή ανεβαίνει προς τα πάνω, όπως ο καπνός;), ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να ακολουθήσει την παρακάτω διδακτική πορεία.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Ο εκπαιδευτικός θέτει αρχικά ως στόχο να βοηθήσει τα παιδιά να διαπιστώσουν αφενός ότι η θερμότητα μεταδίδεται βαθμιαία στα μεταλλικά αντικείμενα (αγωγούς της θερμότητας), ξεκινώντας από το σημείο επαφής του αντικειμένου με την πηγή της θερμότητας, και αφετέρου ότι η θερμότητα δεν ρέει όπως μια υλική οντότητα (νερό, καπνός, κ.λπ.).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Προσανατολισμός

Μπαίνοντας στην αίθουσα, ο εκπαιδευτικός, εισάγει τους μαθητές του στο θέμα του μαθήματος, λέγοντας: «Καλημέρα σε όλους! Σήμερα, θα δυσκολευτώ κάπως να γράψω στον πίνακα, διότι έκαψα –ευτυχώς όχι πολύ σοβαρά– τις παλάμες μου, προσπαθώντας να σηκώσω βιαστικά την κατσαρόλα από τη φωτιά. Καθώς το φαγητό κινδύνευε να καεί, την έπιασα με γυμνά χέρια, όχι από τα χερούλια, αλλά από το πάνω μέρος του σώματός της. Έτσι κήκα, διότι θεώρησα ότι δεν θα πάθαινα τίποτα αν την έπιανα από εκείνο το σημείο, εφόσον η στάθμη του φαγητού στο εσωτερικό της κατσαρόλας βρισκόταν σε πολύ πιο χαμηλό σημείο, ενώ η εστία της κουζίνας ήταν σε επαφή μόνο με τον πάτο του σκεύους. Από δω και πέρα, λοιπόν, θα πρέπει να προσέχω και να την πιάνω μόνο από τα χερούλια, που είναι κατασκευασμένα από διαφορετικό (μονωτικό) υλικό. Αυτό μου όμως το πάθημα μου δημιούργησε μια απορία: Πώς μεταδίδεται άραγε η θερμότητα στα σώματα (και ιδιαίτερα σε εκείνα που χαρακτηρίζονται ως αγωγοί); Μεταδίδεται πιο εύκολα προς κάποια κατεύθυνση (π.χ. προς τα πάνω ή προς τα κάτω) ή μήπως το ίδιο προς όλες τις κατευθύνσεις; Το θέμα αυτό λέω να μελετήσουμε σήμερα».

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Ερώτημα: Πώς μεταδίδεται η θερμότητα στα σώματα (και ιδιαίτερα σε εκείνα που χαρακτηρίζονται ως αγωγοί); Μεταδίδεται πιο εύκολα προς κάποια κατεύθυνση (π.χ. προς τα πάνω ή προς τα κάτω), ή μήπως το ίδιο προς όλες τις κατεύθυνσεις;



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Ανάδειξη ιδεών

1) Ανάδειξη της ιδέας «η θερμότητα είναι μια ουσία που ρέει»

Ο εκπαιδευτικός αφηγείται στα παιδιά την εξής ιστορία: «Ένα φθινόπωρο, δύο παιδιά (η Ελένη και ο Παντελής) πήγαν με τους γονείς τους για κατασκήνωση στο δάσος. Σε ένα ξέφωτο, αποφάσισαν να στήσουν τις σκηνές τους. Τα δυο παιδιά βοήθησαν τους γονείς τους να μαζέψουν ξύλα και να ανάψουν (παίρνοντας όλες τις απαραίτητες προφυλάξεις) φωτιά. Η φωτιά θα τους χρησίμευε για να μαγειρέψουν το φαγητό τους, να ζεσταθούν και να κάνουν διάφορες άλλες μικροδουλειές. Κάποια στιγμή, οι γονείς τους

τούς έδωσαν ένα μεταλλικό κοντάρι και τους ζήτησαν να πυρώσουν την άκρη του στη φωτιά, για να μπορέσουν κατόπιν να κάνουν μια κατασκευή που χρειάζονταν. Η Ελένη και ο Παντελής δέχτηκαν με ενθουσιασμό, καθώς αισθάνθηκαν ότι και εκείνοι μπορούν να βοηθήσουν».

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Στην εικόνα βλέπουμε την Ελένη και τον Παντελή που βάζουν στη φωτιά τη μύτη ενός μεταλλικού κονταριού. Παρατηρούμε όμως ότι μετά από κάποιο διάστημα η Ελένη αφήνει το κοντάρι, καθώς μοιάζει να καίγεται, ενώ αντίθετα ο Παντελής το κρατά ακόμα με σχετική ευκολία. Συζητήστε με την ομάδα σας και δώστε μια εξήγηση για το γεγονός αυτό.



Οι απόψεις των ομάδων ανακοινώνονται στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί σημειώνοντάς τες στον πίνακα.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

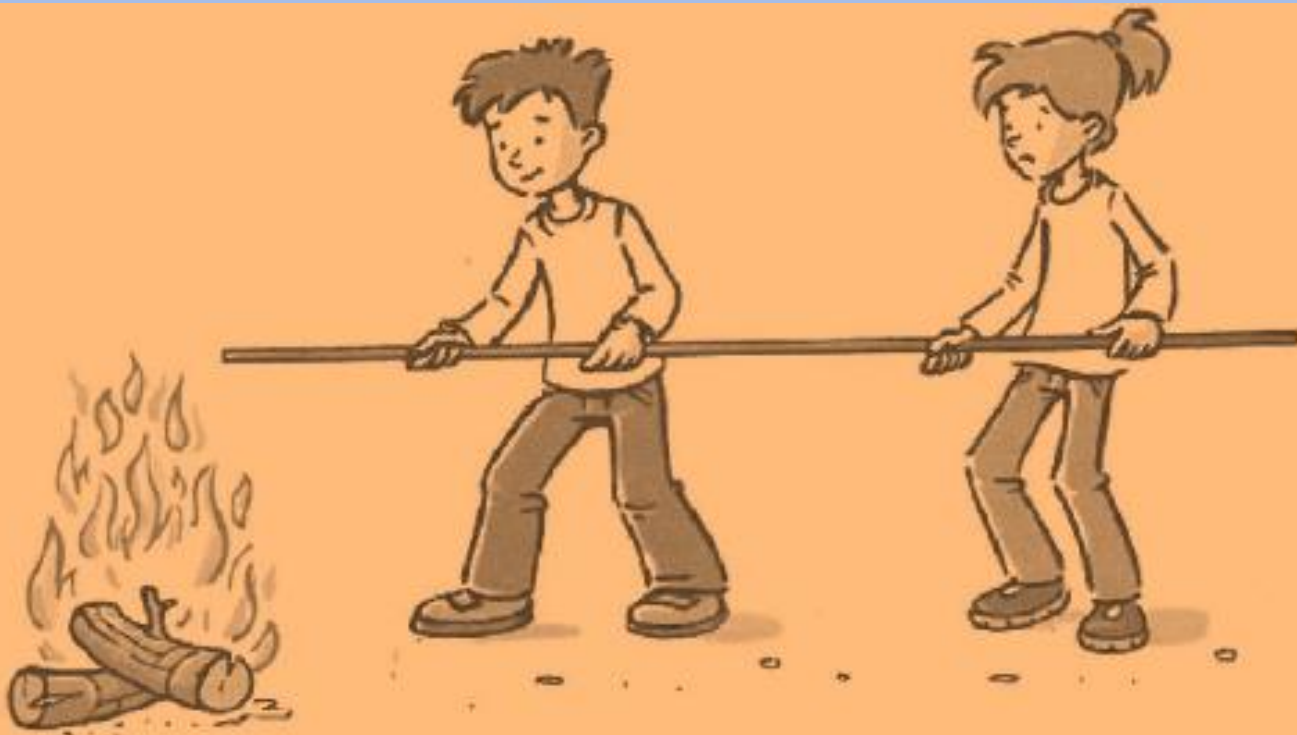
Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Ο Παντελής γελάει και λέει στην Ελένη ότι είναι μυγιάγγιχτη και γι' αυτό δεν μπόρεσε να αντέξει και άφησε το κοντάρι. Η Ελένη εκνευρίζεται, διαφωνεί και του λέει ότι, στο σημείο που το κράταγε αυτή, το κοντάρι ζεστάθηκε πιο γρήγορα. Ο Παντελής διαφωνεί και λέει ότι το κοντάρι ήταν εξίσου θερμό σε όλο το μήκος του. Για να διαπιστώσουν τι ακριβώς συμβαίνει, αποφασίζουν να αφήσουν το κοντάρι να κρυώσει και να ξαναδοκιμάσουν (δηλαδή να βάλουν την άκρη του κονταριού στη φωτιά), αλλάζοντας όμως θέσεις.

Τα παιδιά ετοιμάζονται να βάλουν την άκρη του κονταριού στη φωτιά

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας



Συζητήστε με την ομάδα σας και αποφασίστε τι νομίζετε ότι πρόκειται να συμβεί. (Η Ελένη ή ο Παντελής θα αλλάξει γνώμη;) Εξηγήστε τους λόγους για τους οποίους υποστηρίζετε την άποψή σας.

Οι απόψεις των ομάδων ανακοινώνονται στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί σημειώνοντάς τις στον πίνακα.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Η Ελένη επιμένει να ψάξουν λίγο ακόμα το θέμα. Λέει στον Παντελή: «Αναρωτιέμαι τι θα συνέβαινε αν κρατούσαμε το κοντάρι όχι οριζόντια αλλά πλάγια (ώστε να έχει κλίση προς το έδαφος), με τη φωτιά να το πυρώνει στη μέση. Στην περίπτωση αυτή, θα θερμανθεί πρώτο το πάνω ή το κάτω άκρο; Μήπως και τα δύο ταυτόχρονα;». Ο Παντελής βρίσκει το θέμα πολύ ενδιαφέρον και δέχεται να κάνουν μια δοκιμή. Ο Παντελής σήκωσε ψηλά τα χέρια του κρατώντας τη μία άκρη του κονταριού, η Ελένη κράτησε την άλλη άκρη, και τοποθέτησαν τη μέση του κονταριού πάνω από τη φωτιά

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας



Εσείς τι νομίζετε ότι θα συμβεί; Το πάνω, το κάτω ή και τα δύο άκρα θα θερμανθούν ταυτόχρονα; Συζητήστε με την ομάδα σας και γράψτε την άποψη στην οποία θα καταλήξετε, δικαιολογώντας την.

Οι απόψεις των ομάδων ανακοινώνονται στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί σημειώνοντάς τις στον πίνακα.

Στο σημείο αυτό, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να προκαλέσει συζήτηση με την τάξη ώστε να διαπιστώσει πόσο ισχυρή είναι η άποψη ότι η θερμότητα είναι ουσία που ρέει.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

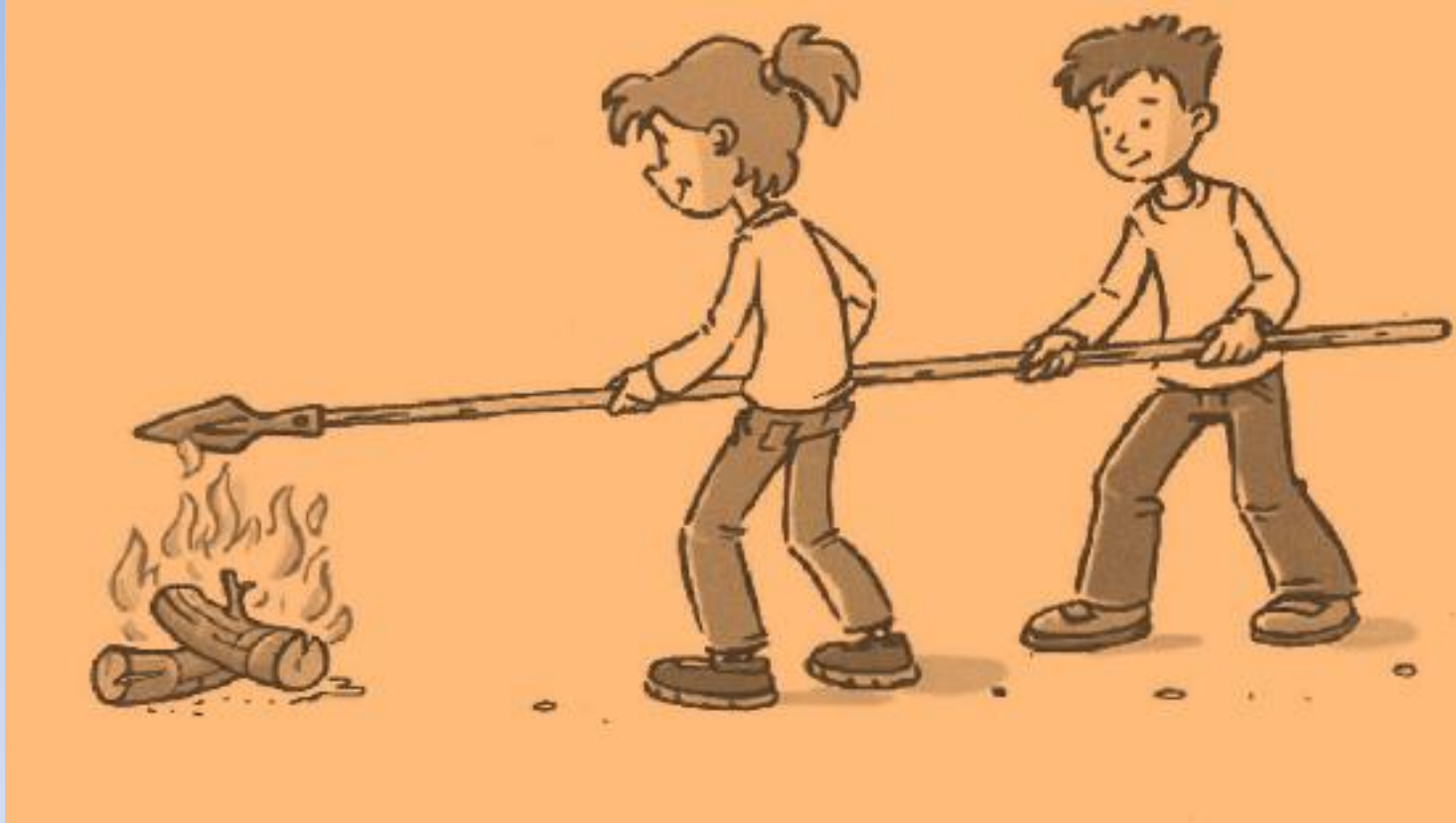
2) *Ανάδειξη ιδεών (και ανάκληση εμπειριών) σχετικά με τη συμπεριφορά των σωμάτων ως προς την αγωγή θερμότητας*

Εάν, στην αρχική εικόνα, η Ελένη και ο Παντελής κρατούσαν ένα κοντάρι του οποίου η μύτη ήταν μεταλλική, αλλά το κοντάρι ξύλινο, τι νομίζετε ότι θα συνέβαινε

Συζητήστε με την ομάδα σας, καταγράψτε την άποψή σας και διατυπώστε τους λόγους για τους οποίους υποστηρίζετε αυτή την άποψη.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας



Οι απόψεις των ομάδων ανακοινώνονται στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί σημειώνοντάς τις στον πίνακα.

Στο σημείο αυτό, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να προκαλέσει συζήτηση με την τάξη ώστε να διαπιστώσει αν οι μαθητές του έχουν απόψεις που επιβεβαιώνουν ότι η συμπεριφορά της θερμότητας εξαρτάται από τις ιδιότητες των σωμάτων, καθώς και αν μπορούν να διακρίνουν τα σώματα σε αγωγούς και μονωτές θερμότητας.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

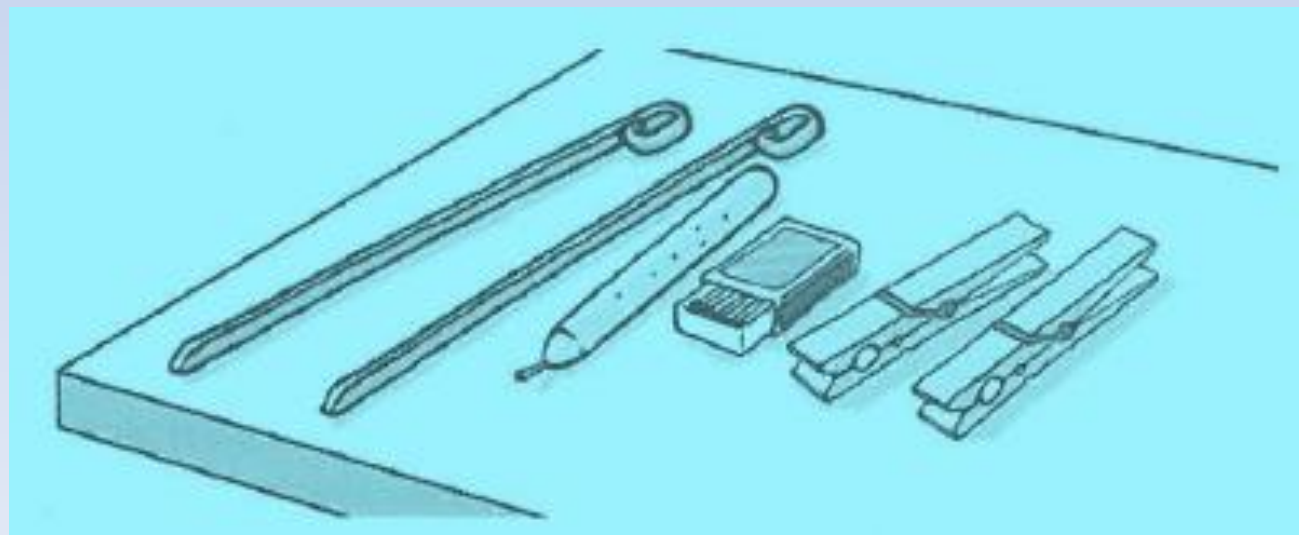
Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Αναδόμηση ιδεών και εισαγωγή της νέας γνώσης

Κατασκευή οργάνου μέτρησης της αγωγής θερμότητας

Ο εκπαιδευτικός ανακοινώνει στους μαθητές του: «Ωρα να ελέγξουμε τις ιδέες μας! Για να γίνει αυτό, χρειαζόμαστε ένα όργανο που να μετρά την αγωγή θερμότητας (που να δείχνει εάν και πώς διαδίδεται η θερμότητα). Παρακολουθήστε τις ακόλουθες οδηγίες για να κατασκευάσουμε το όργανο μέτρησης που χρειαζόμαστε». Ταυτόχρονα τους παρέχει και σχετικές οδηγίες για τη δημιουργία του οργάνου.

Μπροστά σας βρίσκονται μεταλλικές βελόνες πλεξίματος ή μεταλλικές βέργες (ράβδοι) στις οποίες περνούν μερίδες σουβλάκι στα εστιατόρια· ξύλινα μανταλάκια· ένα κερί· και σπίρτα



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Με μεγάλη προσοχή, ανάψτε το κερί, στάξτε πάνω στη βέργα (βελόνα) και σε ίσες αποστάσεις (κάθε 3 εκ.) σταγόνες κερί, και αφήστε τες να κρυώσουν (όπως στην εικόνα). Έτσι, μετατρέπετε τη βέργα (βελόνα) σε όργανο μέτρησης της αγωγής θερμότητας.

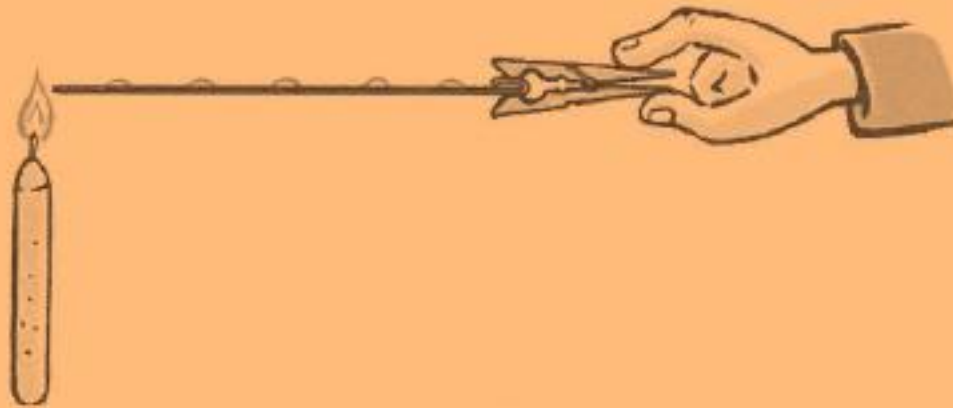


ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

1) Αναδόμηση της ιδέας ότι η θερμότητα είναι ουσία που ρέει

Ένα παιδί από την ομάδα σας να κρατήσει τη βέργα (που χρησιμεύει ως όργανο μέτρησης της αγωγής θερμότητας) από το ένα άκρο της, χρησιμοποιώντας το ξύλινο μανταλάκι ως λαβίδα. Στερεώστε το κερί σε κάποια θέση και ανάψτε το ξανά. Το παιδί που κρατάει τη βέργα, διατηρώντας την οριζόντια, να τοποθετήσει το ελεύθερο άκρο της πάνω από τη φλόγα του κεριού. Τι παρατηρείτε (οι σταγόνες του κεριού λιώνουν ταυτόχρονα ή βαθμιαία;); Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Τι συμπέρασμα βγάξετε;

.....

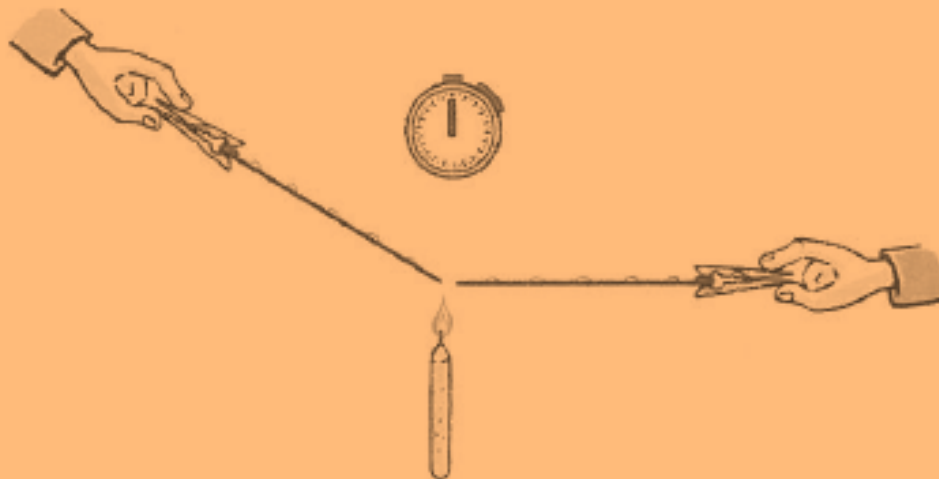
.....

Τα αποτελέσματα των ομάδων που προέκυψαν από το σχετικό πείραμα ανακοινώνονται στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός τα ομαδοποιεί σημειώνοντάς τα στον πίνακα, δίπλα στις αντίστοιχες απόψεις των μαθητών που είχαν διατυπωθεί προηγουμένως. Έτσι, θα μπορούν οι μαθητές να κάνουν τις σχετικές συγκρίσεις. Ύστερα από συζήτηση με όλη την τάξη, ο εκπαιδευτικός σημειώνει στον πίνακα: «1. Η θερμότητα στους αγωγούς (μεταλλικά σώματα) μεταδίδεται βαθμιαία από την περιοχή θέρμανσης στο υπόλοιπο σώμα τους».

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

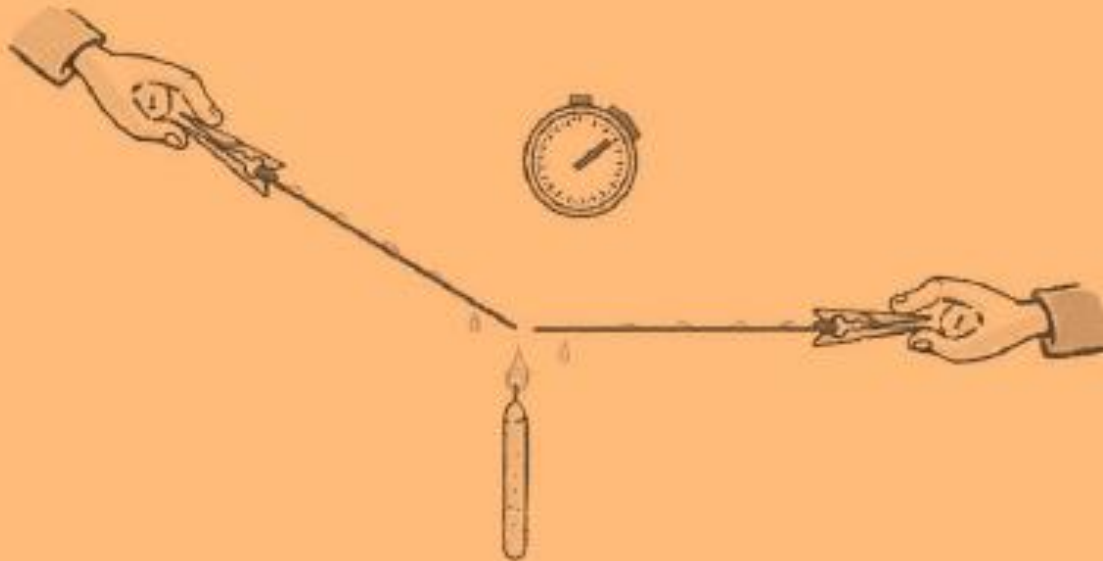
Πάρτε δύο ίδιες μεταλλικές βέργες, χαράξτε –και στις δύο– με κιμωλία σημάδια σε τρία σημεία που να ισαπέχουν από το ένα στο άλλο άκρο τους και στάξτε σταγόνες κερί σε αυτά τα σημεία. Κατόπιν, ένα παιδί (ή δύο) να πιάσει τις βέργες από το ένα άκρο τους με λαβίδα τοποθετώντας το άλλο άκρο τους πάνω από τη φλόγα του κεριού. Να κρατήσει τις βέργες με τέτοιο τρόπο ώστε η μία να έχει κατεύθυνση με κλίση προς τα κάτω, και η άλλη οριζόντια ή με κλίση προς τα πάνω.



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Τι παρατηρείτε; Οι σταγόνες κεριού στις δύο βέργες που ισαπέχουν από τη φωτιά λιώνουν ταυτόχρονα ή όχι; Μπορείτε να παρατηρήσετε επιπλέον και το ρυθμό με τον οποίο λιώνουν οι σταγόνες στις δύο βέργες με τη βοήθεια ενός χρονομέτρου.



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Τι συμπέρασμα βγάζετε;

.....

.....

.....

Τα αποτελέσματα των ομάδων που προέκυψαν από το σχετικό πείραμα ανακοινώνονται στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός τα ομαδοποιεί σημειώνοντάς τα στον πίνακα, δίπλα στις αντίστοιχες απόψεις των μαθητών που είχαν διατυπωθεί προηγουμένως, ώστε να μπορούν οι μαθητές να κάνουν τις σχετικές συγκρίσεις. Ο εκπαιδευτικός υπενθυμίζει στα παιδιά την έννοια της ενέργειας και, ύστερα από συζήτηση με όλη την τάξη, σημειώνει στον πίνακα: «2. Η θερμότητα δεν είναι υλική ουσία που ρέει, αλλά μια μορφή ενέργειας που μεταδίδεται στα μεταλλικά σώματα, με την ίδια ταχύτητα και προς όλες τις κατευθύνσεις (εφόσον τα σώματα αυτά είναι ομοιογενή)».

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

2) Έλεγχος των ιδεών σχετικά με τη συμπεριφορά των σωμάτων ως προς την αγωγή της θερμότητας

Τώρα, πραγματοποιήστε ένα διαφορετικό πείραμα. Ένας μαθητής να βυθίσει δύο παρόμοιου σχήματος και μεγέθους κουτάλες (μία ξύλινη και μία μεταλλική) σε νερό που βράζει. Ζητήστε του να κρατήσει από τη λαβή τους σε κάθε χέρι του από μία κουτάλα. Οι υπόλοιποι παρακολουθήστε τι συμβαίνει.



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Ρωτήστε τον συμμαθητή σας πώς αισθάνεται. Οι λαβές ζεσταίνονται το ίδιο ή όχι; Καταγράψτε αν κάποια κουτάλα ζεσταθεί πιο γρήγορα. Δοκιμάστε και εσείς για να το επιβεβαιώσετε.



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Τι συμπέρασμα βγάζετε; Μπορούμε το υλικό κάποιας από αυτές να το χαρακτηρίσουμε ως καλό αγωγό της θερμότητας;

Τα αποτελέσματα των ομάδων που προέκυψαν από το σχετικό πείραμα ανακοινώνονται στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός τα ομαδοποιεί σημειώνοντάς τα στον πίνακα, δίπλα στις αντίστοιχες απόψεις των μαθητών που είχαν διατυπωθεί προηγουμένως, ώστε να μπορούν οι μαθητές να κάνουν τις σχετικές συγκρίσεις. Ύστερα από συζήτηση με όλη την τάξη, ο εκπαιδευτικός σημειώνει στον πίνακα: «3. Όπως ήδη έχουμε μάθει και στο προηγούμενο μάθημα, σε κάποια σώματα –τους λεγόμενους καλούς αγωγούς της θερμότητας–, όπως είναι τα μεταλλικά, η θερμότητα μεταδίδεται εύκολα, ενώ σε άλλα σώματα –τους λεγόμενους κακούς αγωγούς της θερμότητας ή μονωτές–, όπως είναι τα ξύλινα, η θερμότητα δεν μεταδίδεται εύκολα».

Ανάλογα με την ηλικία των μαθητών και τη βαθμίδα στην οποία βρίσκονται (π.χ. στο Γυμνάσιο), ο εκπαιδευτικός μπορεί να εξηγήσει το μηχανισμό μετάδοσης της θερμότητας με αγωγή, καταφεύγοντας στη μικροσκοπική ερμηνεία του φαινομένου. Έτσι, οι μαθητές, πέρα από την αναδόμηση των βασισμένων στην εμπειρία και τη φαινομενολογία ιδεών τους, θα προχωρήσουν και στη βαθύτερη θεωρητική κατανόηση του φαινομένου, και έτσι τα εμπειρικά συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν θα ενταχθούν σε ένα στέρεο εννοιολογικό υπόβαθρο.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Εφαρμογή της νέας γνώσης



Παρατηρήστε την εικόνα . Τι θα συμβουλευάτε τον άνθρωπο να κάνει για να μην καεί; Πώς θα αιτιολογούσατε την πρότασή σας;

.....

.....

.....

.....

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Προτάσεις διδασκαλίας ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας

Θα μπορούσατε να του εξηγήσετε τους λόγους για τους οποίους κήκε;

.....

.....

.....

.....

Ανασκόπηση

Διαβάστε πάλι τις απόψεις που είχε διατυπώσει η ομάδα σας στις τέσσερις πρώτες ερωτήσεις. Ισχύουν ακόμη ή έχουν διαφοροποιηθεί; Αν η απάντηση είναι ναι, συζητήστε μεταξύ σας και προσδιορίστε τα σημεία στα οποία διαφοροποιήθηκαν. Καταγράψτε τα σημεία αυτά.

.....

.....

.....

.....

.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα

○ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο της σχολικής επιστήμης. Η σημασία του προκύπτει από το γεγονός ότι η ηλεκτροδότηση των πόλεων, η λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών, οι τηλεπικοινωνίες, τα μέσα μαζικής μεταφοράς κ.λπ. οφείλονται στην αξιοποίηση των γνώσεων που προέκυψαν από έρευνες στο πεδίο του ηλεκτρισμού. Οι εφαρμογές αυτές αποτελούν μέρος της καθημερινής μας ζωής και σηματοδοτούν τον σύγχρονο πολιτισμό.

Για να κατανοήσουμε πόσο πολύ εξαρτάται η λειτουργία μιας χώρας από τις εφαρμογές του ηλεκτρισμού, ας αναλογιστούμε τι θα συνέβαινε αν ξαφνικά σταματούσε η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα για μία εβδομάδα. Στην περίπτωση αυτή, θα προέκυπτε πλήρες χάος, τόσο στην προσωπική μας ζωή και τις κοινωνικές δομές όσο και στην οικονομική ζωή της χώρας.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα

Για παράδειγμα, σε προσωπικό επίπεδο, δεν θα μπορούσαμε να μαγειρέψουμε, να διατηρήσουμε τα τρόφιμά μας, να κυκλοφορήσουμε με μετρό ή τρόλεϊ, να ζεσταθούμε κατά τη διάρκεια του χειμώνα, να ακούσουμε ραδιόφωνο ή να παρακολουθήσουμε τηλεόραση, να διαβάσουμε όταν νυχτώσει, να επικοινωνήσουμε μέσω Διαδικτύου, κ.λπ., ενώ σε επίπεδο κράτους δεν θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν εμπορικές και οικονομικές συναλλαγές, να λειτουργήσουν οι βιομηχανίες, κ.λπ. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό να διδαχθούν οι μαθητές μας βασικές έννοιες του ηλεκτρισμού.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα

Η γνώση της φύσης του ηλεκτρικού ρεύματος και της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος είναι σύνθετη. Προϋποθέτει –ανάλογα με την ηλικία των μαθητών– τη γνώση της ατομικής δομής της ύλης και της έννοιας του πεδίου.

Υπάρχουν δύο είδη φορτίων: το θετικό και το αρνητικό φορτίο. Τα φορτία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέσω της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης.

Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι ροή φορτίου (προσανατολισμένη κίνηση φορτίων), το οποίο, καθώς διαρρέει ορισμένα σώματα (αγωγούς), μπορεί: α) να προξενήσει αύξηση της θερμοκρασίας τους, β) να προκαλέσει χημικές αντιδράσεις (εφόσον πρόκειται για ηλεκτρολύτες), και γ) να τους προσδώσει μαγνητικές ιδιότητες (δηλαδή να μπορούν να αλληλεπιδρούν με μαγνήτες και κινούμενα φορτία). Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα της μεταφοράς ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα

Το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή (π.χ. μπαταρία), αγωγούς και κάποιον καταναλωτή (π.χ. ένα λαμπάκι). Όταν τα στοιχεία αυτά συνδεθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν έναν συνεχή βρόχο, λέμε ότι το κύκλωμα είναι κλειστό. Σε αυτή την περίπτωση, το κύκλωμα διαρρέεται από συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (το λαμπάκι ανάβει).

Όταν τα στοιχεία που απαρτίζουν ένα απλό κύκλωμα δεν είναι ενωμένα κατά τρόπο που να σχηματίζουν συνεχή βρόχο, λέμε ότι το κύκλωμα είναι ανοιχτό και δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα (το λαμπάκι δεν ανάβει). Συνήθως τη ροή του ρεύματος σε ένα κύκλωμα ρυθμίζουν οι διακόπτες.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα

Το ηλεκτρικό ρεύμα –στο ηλεκτρικό κύκλωμα– δεχόμαστε ότι έχει φορά από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας (συμβατική φορά του ρεύματος).

Ο ρυθμός της ροής ηλεκτρικού φορτίου ονομάζεται ένταση ηλεκτρικού ρεύματος και μετριέται σε αμπέρ, με όργανα όπως το απλό αμπερόμετρο, ή το πολύμετρο.

Η συνεχής ροή φορτίου (δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα) επιτυγχάνεται λόγω της διαφοράς δυναμικού στα άκρα του αγωγού. Την απαραίτητη διαφορά δυναμικού εξασφαλίζουν οι μπαταρίες και οι ηλεκτρικές γεννήτριες.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα

Όμως, η ποσότητα (μεγάλη ή μικρή ένταση) του ρεύματος που θα διαρρέει τον αγωγό εξαρτάται και από την αντίστασή του (από το μήκος, το πάχος και την αγωγιμότητά του). Συγκεκριμένα, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε έναν ωμικό αγωγό εξαρτάται από τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού (ανάλογη) και από την αντίσταση του αγωγού (αντιστρόφως ανάλογη).

νόμος του Ohm: Ένταση του ρεύματος =
Διαφορά δυναμικού/αντίσταση του αγωγού.

Τα κυκλώματα διακρίνονται είτε σε κυκλώματα σε σειρά, όταν κάποιες αντιστάσεις (π.χ. λάμπες) είναι συνδεδεμένες σε σειρά, είτε σε παράλληλα κυκλώματα, όταν οι αντιστάσεις βρίσκονται σε ανεξάρτητους κλάδους του κυκλώματος των οποίων τα άκρα συνδέονται με τους πόλους της πηγής.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα

Στο κύκλωμα σε σειρά, το ρεύμα ακολουθεί μόνο μία διαδρομή (διαμέσου των αντιστάσεων) και είναι σταθερό, η δε τιμή του καθορίζεται (νόμος του Ohm) από τη διαφορά δυναμικού στα άκρα της πηγής (π.χ. μπαταρίας) διά της ολικής αντίστασης του κυκλώματος (ίσης με το άθροισμα των αντιστάσεων του κυκλώματος).

Στο παράλληλο κύκλωμα, το ρεύμα ακολουθεί όλους τους δυνατούς δρόμους που του προσφέρονται (σε όσους κλάδους δηλαδή η διαδρομή είναι κλειστή και υπάρχουν αντιστάσεις). Το ρεύμα διακλαδίζεται και μοιράζεται στους προσφερόμενους κλάδους του κυκλώματος, η δε τιμή του σε κάθε κλάδο καθορίζεται από (νόμος του Ohm) τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του (ίδια για όλους τους κλάδους) διά της ολικής αντίστασής του.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Το πεδίο του ηλεκτρισμού αναπτύχθηκε ιδιαίτερα τον 19ο αιώνα, γεγονός που οδήγησε σε σημαντικά τεχνολογικά βήματα που επηρέασαν, και επηρεάζουν, τη ζωή των κατοίκων του πλανήτη.

Η επιστημονική γνώση για τον ηλεκτρισμό χτίστηκε βαθμιαία, και –στις αρχές τουλάχιστον– η επιστημονική κοινότητα μοιραζόταν απόψεις που παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες με τις σημερινές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών.

Σύμφωνα με τους Stockmayer & Treagust (1994), στα περισσότερα κείμενα του 18ου αιώνα, ο ηλεκτρισμός ήταν ένας μυστηριώδης «παράγοντας», για τη φύση του οποίου ελάχιστα ήταν γνωστά. Οι λέξεις «θετικός» και «αρνητικός» συχνά σχετίζονταν με τον «υαλώδη» και «ρητινώδη» ηλεκτρισμό, δηλαδή με τον τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρονταν το γυαλί και η ρητίνη, αντίστοιχα, όταν τρίβονταν. Δύο θεωρίες αναφέρονται συχνά στα πρώτα κείμενα για τον ηλεκτρισμό: η θεωρία των «δύο ρευστών» και η θεωρία του «ενός ρευστού».

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Η θεωρία των «δύο ρευστών» διατυπώθηκε αρχικά από τον Du Fay (1734) και στη συνέχεια –σε πιο επεξεργασμένη μορφή– από τον Symmer. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, όταν ρεύμα από το ένα ρευστό (π.χ. το θετικό) διασχίζει κάποιο σώμα προς μία κατεύθυνση, ένα ίσο ρεύμα από το άλλο ρευστό (π.χ. το αρνητικό) το διασχίζει κατά την αντίθετη κατεύθυνση. Επομένως, ένα ουδέτερο σώμα κατέχει ίσες ποσότητες και από τους δύο «ηλεκτρισμούς».

Η θεωρία του «ενός ρευστού» αρχικά διατυπώθηκε από τον Franklin (1752). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, τα ουδέτερα σώματα κατέχουν μια «φυσική» ποσότητα ρευστού, ενώ τα θετικά και τα αρνητικά ηλεκτρισμένα σώματα διαθέτουν πλεόνασμα και έλλειμμα, αντίστοιχα, από το ρευστό αυτό.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Οι θεωρίες του ρευστού κυριάρχησαν στις αντιλήψεις των ανθρώπων για το ηλεκτρικό ρεύμα για πολλά χρόνια, ενώ η επίδρασή τους παραμένει μέχρι και σήμερα ισχυρή. Ενδιαφέρον έχει να παρατηρήσουμε ότι όλοι οι πρώιμοι ερευνητές του ηλεκτρισμού υιοθετούσαν τη θεωρία του ρευστού. Για παράδειγμα, επιστήμονες του κύρους του Coulomb, του Ampère και των άλλων μεγάλων Γάλλων ερευνητών υποστήριζαν με θέρμη τη θεωρία των «δύο ρευστών». Ακόμη και ο Faraday, στις πρώιμες δουλειές του, ήταν οπαδός της θεωρίας των «δύο ρευστών».

Χρειάστηκε να περάσουν χρόνια έως ότου διατυπωθεί αρχικά η θεωρία του πεδίου από τον Faraday, η οποία αργότερα έλαβε το οριστικό της περιεχόμενο με τις εξισώσεις του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου του Maxwell.

Οι θεωρίες του ρευστού όμως είναι ακόμη ισχυρές στη διδακτική πράξη, τόσο στις ιδέες των μαθητών (όπως θα δούμε παρακάτω) όσο και στον τρόπο με τον οποίο χειριζόμαστε τις σχετικές έννοιες στις σχολικές αίθουσες (Seroglou & Koumaras 1998).

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Για να κατανοήσουμε τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές μας στον ηλεκτρισμό, θα πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι, ενώ ο ηλεκτρισμός είναι συνεχώς παρών στη ζωή μας, οι εμπειρίες που έχουμε από τα ηλεκτρικά φαινόμενα είναι παραπλανητικές και δεν βοηθούν στην κατανόησή του.

Για παράδειγμα, μια εμπειρία που έχουμε όλοι οι άνθρωποι –και οι μαθητές– είναι ότι, για να ανάψει η λάμπα στο επιτραπέζιο φωτιστικό του σπιτιού μας, θα πρέπει να εφαρμόσουμε τη μία άκρη (φίς) του καλωδίου του στην πρίζα και την άλλη άκρη (ντουί) να τη συνδέσουμε με τη λάμπα του φωτιστικού. Αυτό όμως μας υποβάλλει την αίσθηση ότι αρκεί ένας «αγωγός» για να μεταφέρει το ρεύμα από την πρίζα στη λάμπα.

Τα πράγματα βέβαια δεν είναι όπως φαίνονται, διότι μέσα σε αυτό το καλώδιο υπάρχουν και άλλοι αγωγοί που εκτελούν μια διαφορετική λειτουργία (κλείνουν ένα κύκλωμα). Το γεγονός όμως ότι στην καθημερινή ζωή μας αντιλαμβανόμαστε μόνο τα αποτελέσματα του ηλεκτρισμού (π.χ. το άναμμα της λάμπας στο δωμάτιό μας) μετά από μια απλή ενέργειά μας (π.χ. το πάτημα ενός κουμπιού), χωρίς να μπορούμε να παρακολουθήσουμε την πορεία του ρεύματος, μπορεί να δημιουργήσει πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις στους μαθητές.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Στην περίπτωση αυτή, η αναλογία που ίσως χρησιμοποιήσει αυθόρμητα ένας μαθητής, προκειμένου να οικοδομήσει ένα μοντέλο για την κατανόηση της λειτουργίας του ηλεκτρικού ρεύματος στην καθημερινή ζωή, είναι του υδραυλικού συστήματος: κάποιος ανοίγει τη βρύση (πατάει ένα κουμπί), και το νερό (ρεύμα) ρέει μέσα στο λάστιχο (καλώδιο), βγαίνοντας από την άλλη άκρη για να ποτίσει τα λουλούδια (να ανάψει η λάμπα).

Το ενδιαφέρον στοιχείο πάντως στην αξιοποίηση της παραπάνω αναλογίας είναι ότι –σε κάποια σημεία της– θυμίζει μια παρόμοια παραδοχή που είχε υιοθετήσει η επιστημονική κοινότητα κατά τα πρώιμα στάδια μελέτης του ηλεκτρισμού, στις αρχές του 19ου αιώνα.

Όπως ήδη έχει επισημανθεί, την εποχή εκείνη, οι επιστήμονες, μελετώντας ηλεκτροστατικά φαινόμενα –σε καταστάσεις ανοιχτού κυκλώματος–, θεωρούσαν ότι οι ηλεκτρικές ιδιότητες που παρατηρούσαν αποτελούσαν απόδειξη της ύπαρξης μιας ειδικής ουσίας: του *ηλεκτρικού ρευστού* (Benseghir & Closset 1996). Την αντίληψη αυτή φαίνεται να έχουν πολλοί μαθητές, όπως θα δούμε και παρακάτω.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Σημαντικό εμπόδιο στη σκέψη των παιδιών φαίνεται ότι αποτελεί και η διαφορετική σημειολογία του όρου «ρεύμα» μεταξύ της καθημερινής και της επιστημονικής του χρήσης (όπου το εννοιολογικό του περιεχόμενο μεταβάλλεται). Ας επισημανθεί ότι ο όρος «ρεύμα» παραπέμπει ευθέως στη θεωρία του ρευστού.

Οι έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα έχουν ξεκινήσει ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, και μέχρι σήμερα είναι πολύ μεγάλος ο αριθμός των δημοσιεύσεων σχετικά με τις ιδέες αυτές (Duit 2007). Οι έρευνες δείχνουν ότι, ακόμη και σε μικρή ηλικία – δηλαδή πριν ακόμη διδαχθούν τις σχετικές έννοιες του ηλεκτρισμού –, οι μαθητές έχουν ήδη οικοδομήσει εναλλακτικές ιδέες για το ηλεκτρικό κύκλωμα και το ηλεκτρικό ρεύμα (Osborne 1983).

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Οι μαθητές θεωρούν ότι στο κύκλωμα υπάρχει μία αιτία (η μπαταρία) και ένα αποτέλεσμα (το άναμμα της λάμπας), και ότι, επιπλέον, υπάρχει και ένας αιτιακός διαμεσολαβητής που λειτουργεί ανάμεσά τους. Τον αιτιακό αυτό διαμεσολαβητή ονομάζουν αδιάκριτα ηλεκτρισμό, ρεύμα, ενέργεια και του αποδίδουν διάφορες ιδιότητες. Θεωρούν δε ότι κινείται συνήθως με μεγάλη ταχύτητα, σύμφωνα με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

- ο αιτιακός διαμεσολαβητής φεύγει από τον έναν πόλο της μπαταρίας και πηγαίνει στη λάμπα,
- ο αιτιακός διαμεσολαβητής φεύγει ταυτόχρονα και από τους δύο πόλους της μπαταρίας και πηγαίνει μέσω των δύο αγωγών στη λάμπα,
- ο αιτιακός διαμεσολαβητής πηγαίνει, μέσω του κυκλώματος, από τον έναν πόλο στη λάμπα, και από εκεί στον άλλο πόλο, κυκλικά.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

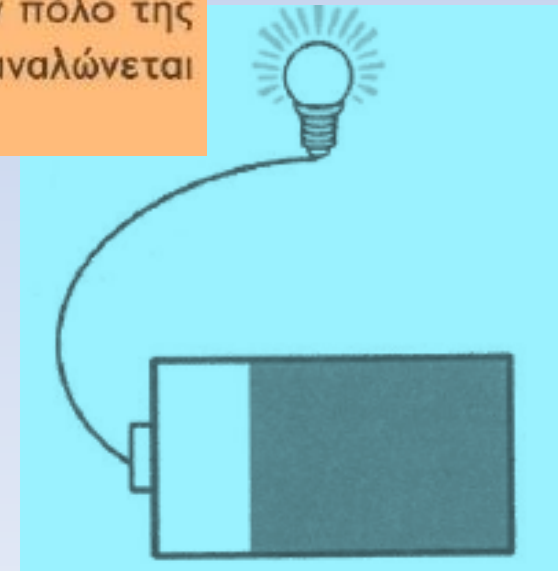
Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Τα μοντέλα των ιδεών των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, είτε απλό (μία λάμπα) είτε σε σειρά (δύο λάμπες συνδεδεμένες σε σειρά)

Από έρευνες που έγιναν σε παιδιά 7-18 ετών, έχουν ανιχνευθεί τέσσερα συνολικά μοντέλα για το ηλεκτρικό κύκλωμα (Osborne 1983, Kärrqvist 1985, Shipstone 1984, 1985, Borges et al. 1999, Chiu & Lin 2005). Τα μοντέλα αυτά είναι:

(α) Το μονοπολικό μοντέλο²

Οι μαθητές που υποστηρίζουν αυτό το μοντέλο δεν κατέχουν την έννοια του κλειστού κυκλώματος. Θεωρούν ότι το ρεύμα ρέει από τον έναν πόλο της μπαταρίας (συνήθως τον θετικό) στη βάση της λάμπας όπου και καταναλώνεται πλήρως, όπως σε ένα υδραυλικό σύστημα.

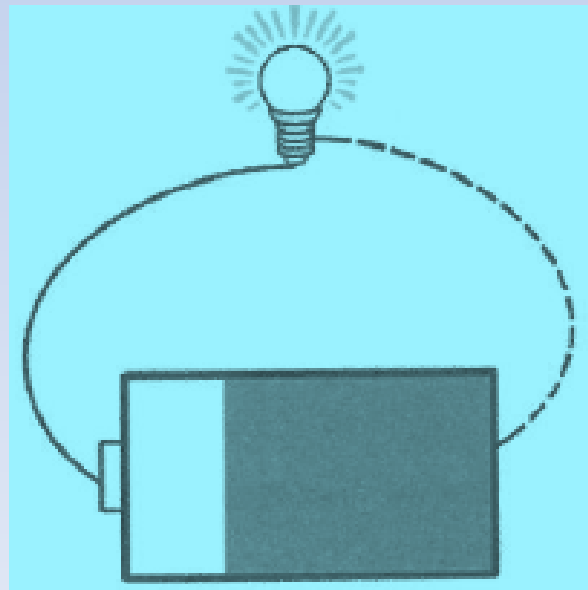


ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Ο δεύτερος αγωγός θεωρείται μη απαραίτητος, ή απλώς ένας επιπλέον αγωγός, απαραίτητος μεν για να ανάψει η λάμπα, χωρίς όμως ενεργό ρόλο στο κύκλωμα

Στο μοντέλο αυτό, οι έννοιες ρεύμα και ενέργεια συγχέονται, και το ρεύμα δεν διατηρείται. Επιπλέον, δεν αναγνωρίζεται η διπολικότητα ούτε της μπαταρίας ούτε και της λάμπας.



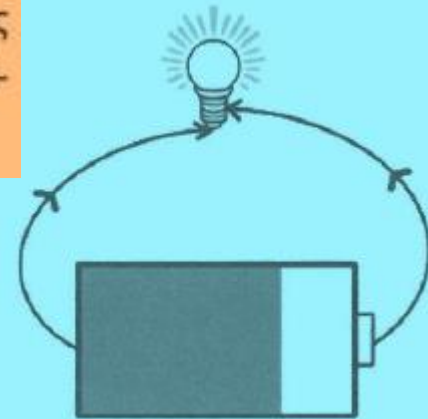
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Το ηλεκτρικό κύκλωμα απαιτεί δύο τουλάχιστον αγωγούς, όπου ο ένας θα συνδέει τον θετικό πόλο και ο άλλος τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας με τους σχετικούς ακροδέκτες στο λαμπάκι, έτσι ώστε να σχηματίζεται κλειστός βρόχος. Τότε, το ρεύμα κυκλοφορεί από τον έναν πόλο στο λαμπάκι, και από εκεί στον άλλο πόλο της μπαταρίας, και το λαμπάκι ανάβει. Η ένταση του ρεύματος είναι σταθερή σε όλο το κύκλωμα (και στους δύο αγωγούς του). ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών φαίνεται να παρουσιάζει κάποιες ομοιότητες με τη θεωρία του ενός ρευστού.

(β) Το διπολικό μοντέλο (το μοντέλο των δύο αντίθετων ρευμάτων, ή το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων)

Στο απλό κύκλωμα, οι μαθητές που έχουν αυτή την ιδέα θεωρούν ότι το ρεύμα ρέει και από τους δύο πόλους της μπαταρίας προς τη λάμπα. Δηλαδή, πιστεύουν ότι δύο αντίθετα ρεύματα ξεκινούν από τους δύο πόλους της μπαταρίας (ένα από κάθε πόλο) προς τη λάμπα, όπου συναντώνται προκαλώντας τη φωτοβολία της

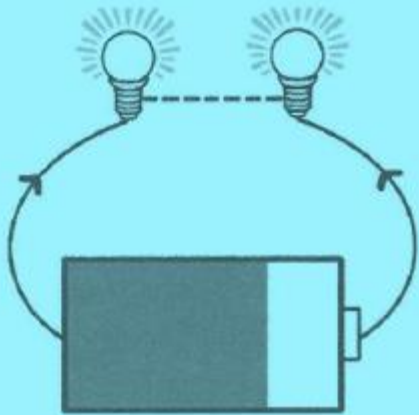


ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Αυτό το μοντέλο είναι ιδιαίτερα δημοφιλές σε μαθητές ηλικίας 10-13 ετών, αλλά βαθμιαία εξαφανίζεται με τη διδασκαλία ως το τέλος της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Osborne & Freyberg 1985).

Το διπολικό μοντέλο, σε κύκλωμα που έχει δύο λάμπες σε σειρά, μπορεί να εμφανιστεί σε τέσσερις εκδοχές. Ανάλογα με την περίπτωση, οι μαθητές θεωρούν ότι:

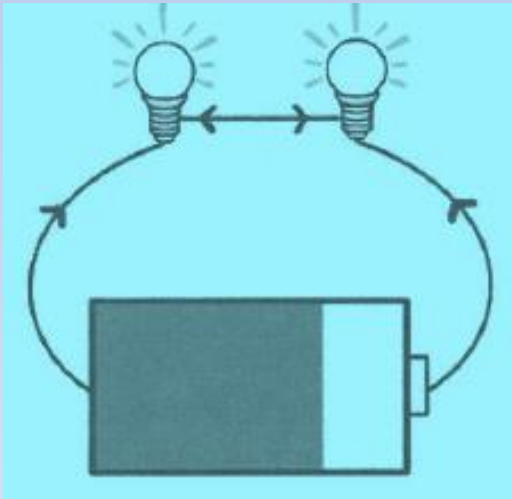


βι. Δύο αντίθετα ρεύματα έρχονται από τους δύο πόλους της μπαταρίας και φτάνουν στις λάμπες (ένα σε κάθε λάμπα) οι οποίες, έτσι, φωτοβολούν. Ανάμεσα στις δύο λάμπες δεν υπάρχει ρεύμα. Η εκδοχή αυτή αποτελεί συνδυασμό μονοπολικού και διπολικού μοντέλου.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

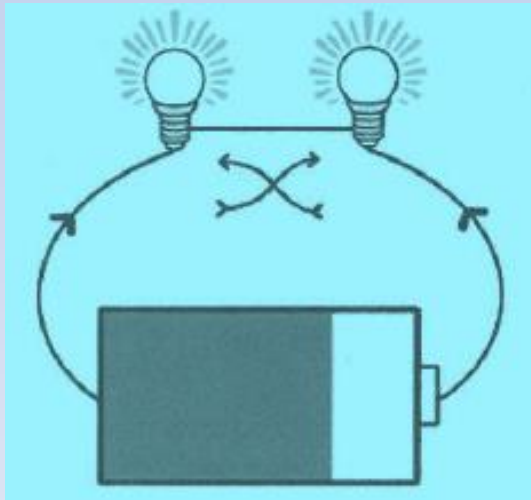
β₂. Δύο αντίθετα ρεύματα φεύγουν από τους δύο πόλους της μπαταρίας. Τα ρεύματα αυτά διαρρέουν αντίθετα το κύκλωμα και ξαναγυρνούν στις μπαταρίες. Στη διαδρομή τους, προσπερνούν τις λάμπες χωρίς να τις επηρεάζουν, και έτσι οι λάμπες δεν φωτοβολούν, ή διαθέτουν ένα μικρό μέρος τους για τη φωτοβολία της κάθε λάμπας, και έτσι αυτές φωτοβολούν αμυδρά



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

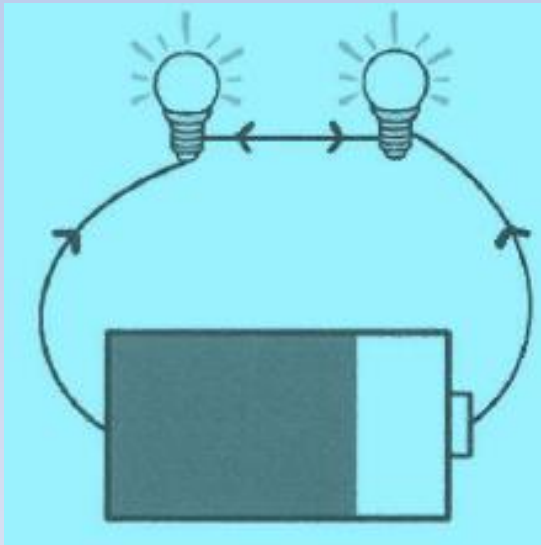
β₃. Δύο αντίθετα ρεύματα έρχονται από τους δύο πόλους της μπαταρίας, συγκρούονται στο μέσον του αγωγού που συνδέει τις δύο λάμπες και αναπηδούν προς τα πίσω. Κατόπιν, πηγαίνουν στις λάμπες και προκαλούν τη φωτοβολία τους. Έτσι, η φωτοβολία στις δύο λάμπες (στο κύκλωμα σε σειρά) είναι η ίδια με τη φωτοβολία που θα είχε μία ίδια λάμπα στο απλό κύκλωμα. Η εκδοχή αυτή φαίνεται να αποτελεί συνδυασμό μονοπολικού και διπολικού μοντέλου.



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

β₄. Δύο ρεύματα έρχονται από τους δύο πόλους της μπαταρίας εκ περιτροπής. Επειδή κάθε φορά ένα μέρος του ρεύματος καταναλώνεται από τη λάμπα που συναντά, η φωτοβολία στη δεύτερη κάθε φορά λάμπα θα είναι ασθενέστερη από την πρώτη, και η φωτοβολία της πρώτης ασθενέστερη απ' ό,τι η μία λάμπα στο απλό κύκλωμα



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Το ρεύμα στο απλό ηλεκτρικό κύκλωμα έχει πάντα σταθερή φορά, από τον έναν πόλο της μπαταρίας προς τον άλλο. Στην πραγματικότητα, κινείται από τον αρνητικό προς τον θετικό πόλο. Για ιστορικούς όμως λόγους, δεχόμαστε ότι κινείται από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο. Επιπλέον, η έντασή του είναι ακριβώς η ίδια σε κάθε σημείο του. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για ένα κύκλωμα που έχει δύο λάμπες συνδεδεμένες σε σειρά. Η διαφορά ανάμεσα στα δύο κυκλώματα –ένα με μία λάμπα και ένα με δύο λάμπες όμοιες με την πρώτη (ίδιες ισχύος) σε σειρά– είναι ότι διαφοροποιείται η ολική αντίσταση του κυκλώματος (είναι μεγαλύτερη στο κύκλωμα με τις δύο λάμπες σε σειρά) και επομένως, σύμφωνα με το νόμο του Ohm, η ένταση του ρεύματος είναι μικρότερη στο κύκλωμα με τις δύο λάμπες, άρα και η φωτοβολία τους ασθενέστερη.

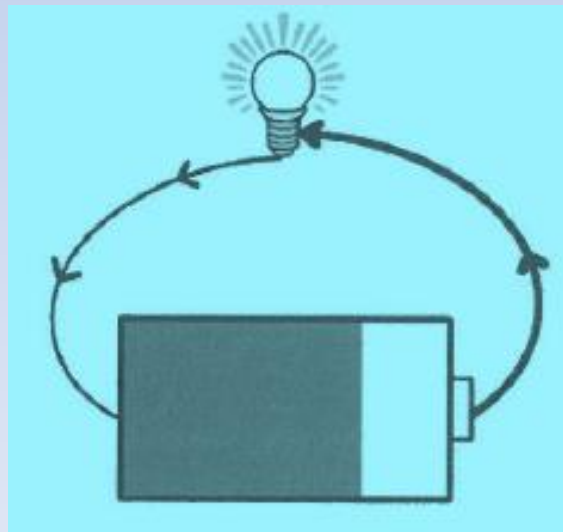
ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με τη θεωρία των δύο ρευστών, που αναπτύχθηκε κατά τις πρώτες προσπάθειες των επιστημόνων να κατανοήσουν τα ηλεκτρικά φαινόμενα και το ηλεκτρικό ρεύμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

(γ) Το μοντέλο της κατανάλωσης του ρεύματος, ή το μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος¹

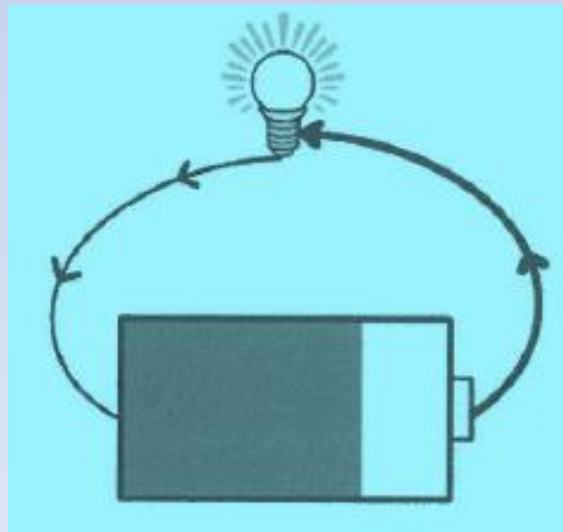
Οι μαθητές που έχουν φτάσει σε αυτό το μοντέλο έχουν κατακτήσει την έννοια του κλειστού κυκλώματος. Το ρεύμα περιγράφεται ως μια χρονικά εξαρτώμενη διαδοχή γεγονότων με σταθερή φορά. Με την πάροδο του χρόνου, καθώς το ρεύμα περνάει από τα διάφορα στοιχεία αντίστασης του κυκλώματος (π.χ. λαμπάκια), καταναλώνεται βαθμιαία και εξασθενεί



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές που υποστηρίζουν αυτή την ιδέα πιστεύουν ότι η ένταση του ρεύματος πριν από το λαμπάκι (στον δεξιό αγωγό) είναι μεγαλύτερη από την ένταση του ρεύματος μετά το λαμπάκι (στον αριστερό αγωγό). Το μοντέλο αυτό προκύπτει ως συμβιβασμός μεταξύ των απόψεων ότι το ρεύμα αφενός κυκλοφορεί στο κύκλωμα και αφετέρου ότι καταναλώνεται κατά τη μετάβασή του από το ένα στοιχείο (π.χ. λαμπάκι) του κυκλώματος στο άλλο (π.χ. λαμπάκι, μικρός ανεμιστήρας, κ.λπ.).

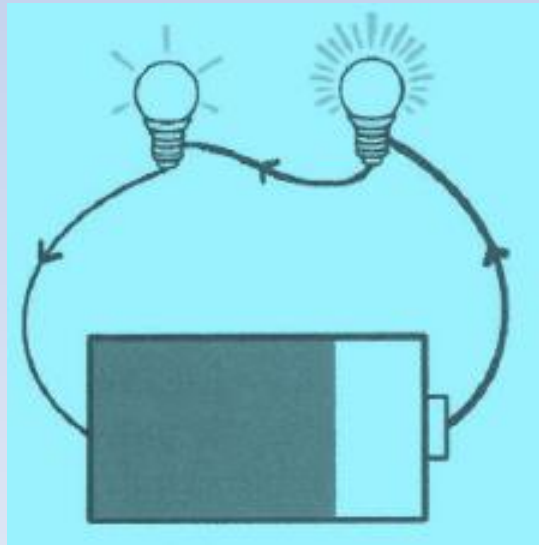


ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Το μοντέλο της κατανάλωσης του ρεύματος, σε κύκλωμα με δύο λάμπες σε σειρά, μπορεί να εμφανιστεί σε δύο εκδοχές. Δηλαδή, οι μαθητές θεωρούν ότι:

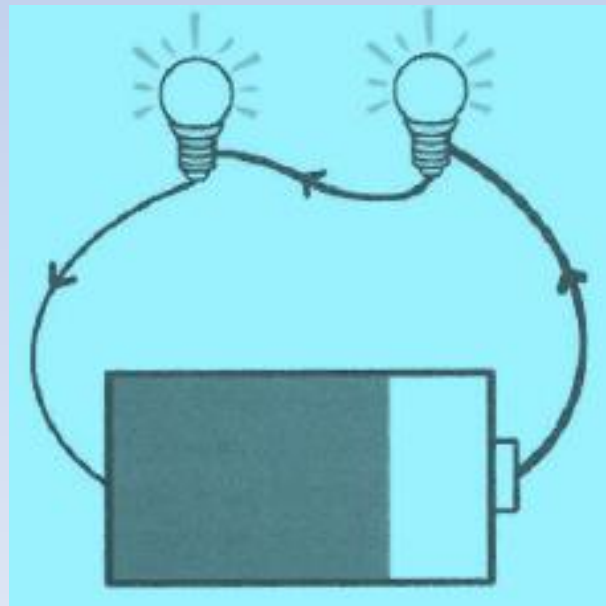
γι. Το ρεύμα, καθώς περνάει μέσα από τις δύο λάμπες, καταναλώνεται εν μέρει, ή εμποδίζεται από αυτές. Η λάμπα που είναι πρώτη στο δρόμο του καταναλώνει περισσότερο ρεύμα και έτσι φωτοβολεί εντονότερα, ενώ η δεύτερη φωτοβολεί ασθενέστερα



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

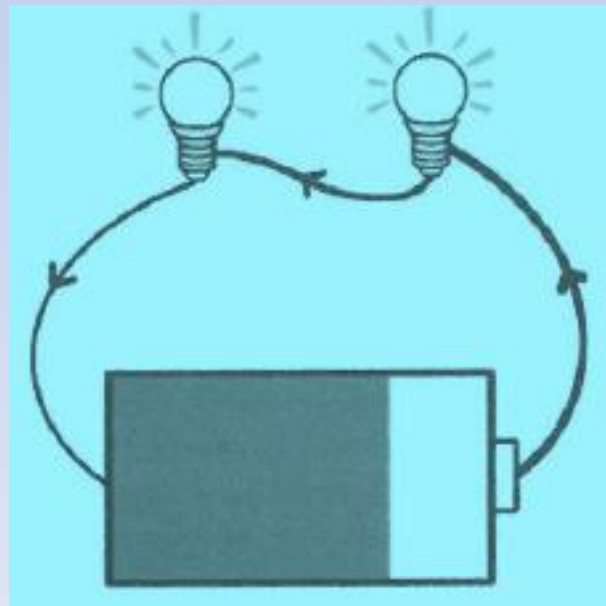
γ₂. Το ρεύμα, καθώς περνάει μέσα από τις δύο λάμπες, καταναλώνεται εν μέρει, ή εμποδίζεται από αυτές. Επειδή όμως και οι δύο λάμπες μοιράζονται την ίδια ποσότητα ρεύματος, φωτοβολούν και οι δύο ασθενέστερα (σε σύγκριση με την περίπτωση που δεν θα συνέβαινε κατανάλωση του ρεύματος). Οι μαθητές δηλαδή θεωρούν ότι το ρεύμα έχει μεγαλύτερη τιμή πριν περάσει από τις λάμπες παρά αφότου περάσει από τις λάμπες



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα δεν καταναλώνεται όταν περνάει από τις διάφορες αντιστάσεις. Αντίθετα, η έντασή του σε κάθε σημείο του κυκλώματος (σύνδεση σε σειρά) παραμένει σταθερή. Τα παιδιά στο μοντέλο αυτό φαίνεται να συγχέουν το ρεύμα με την ενέργεια. ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών φαίνεται να παρουσιάζει κάποιες ομοιότητες με τη θεωρία του ενός ρευστού.

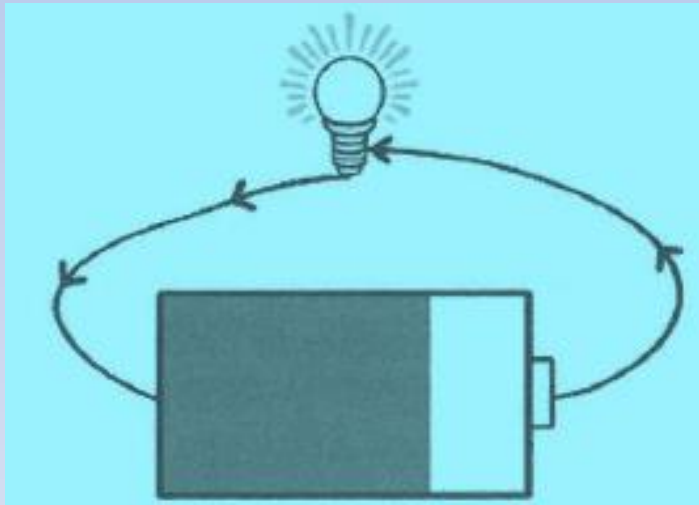


ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

(δ) Το μοντέλο του Ohm, ή το επιστημονικό μοντέλο⁶

Οι μαθητές που έχουν κατακτήσει αυτό το μοντέλο θεωρούν ότι το ρεύμα κυκλοφορεί στο κύκλωμα μεταφέροντας ενέργεια από την πηγή στους διάφορους καταναλωτές του κυκλώματος. Το ρεύμα διατηρείται (δηλαδή παραμένει σταθερό στο κύκλωμα) και διαφοροποιείται από την ενέργεια



Το επιστημονικό μοντέλο.
Το ρεύμα διατηρείται σταθερό στο κύκλωμα,
ενώ η λάμπα φωτίζεται.

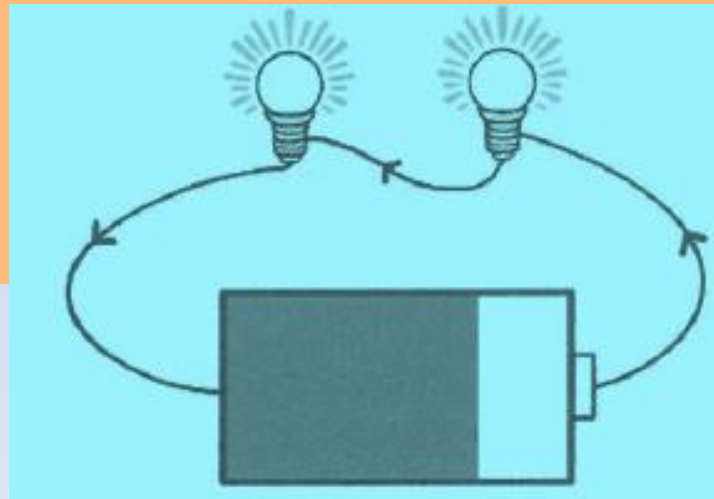
10.10). Το κύκλωμα αντιμετωπίζεται ως ένα σύστημα στοιχείων (μπαταρία, λαμπάκια, αγωγοί, κ.λπ.) που αλληλεπιδρούν πλήρως μεταξύ τους, έτσι ώστε, εάν συμβεί μία αλλαγή σε κάποιο σημείο του κυκλώματος, η αλλαγή αυτή θα επηρεάσει όλο το σύστημα. Το μοντέλο αυτό συναντάται σε μαθητές μεγάλης ηλικίας και είναι το αποτέλεσμα ουσιαστικής και συστηματικής διδασκαλίας.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Για παράδειγμα, σε κύκλωμα με δύο λάμπες σε σειρά, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, που φαίνεται να προσεγγίζουν το επιστημονικό μοντέλο, εμφανίζονται σε τρεις εκδοχές. Δηλαδή, οι μαθητές, ανάλογα με την περίπτωση, θεωρούν ότι:

δι. Η κατεύθυνση και η τιμή της έντασης του ρεύματος είναι σταθερή σε όλο το κύκλωμα. Όμως, η τιμή της έντασης του ρεύματος είναι ίση με εκείνη του απλού κυκλώματος (με μία λάμπα), δηλαδή είναι διπλάσια της



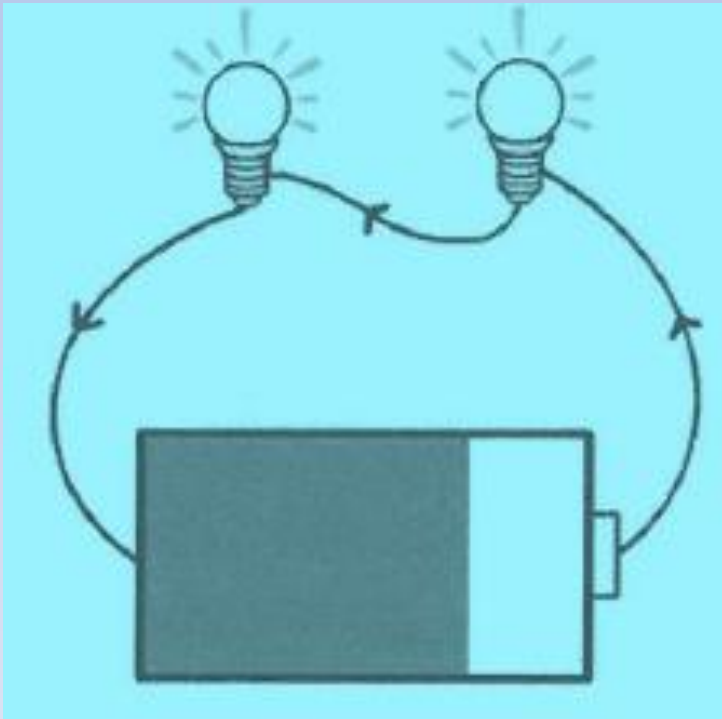
πραγματικής (Εικόνα 10.11). Έτσι, οι δύο λάμπες στο κύκλωμα σε σειρά φωτοβολούν καθεμία το ίδιο, όπως και μία λάμπα σε ένα απλό κύκλωμα.

Η κατεύθυνση του ρεύματος είναι σωστή, αλλά η ένταση του ρεύματος, παρότι σταθερή, έχει τιμή διπλάσια της πραγματικής. Οι λάμπες φωτοβολούν έντονα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

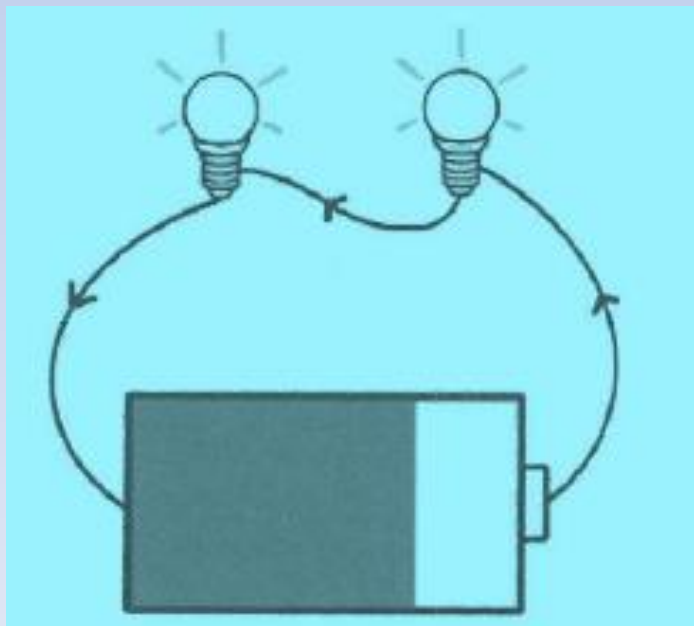
δ₂. Η κατεύθυνση του ρεύματος είναι σωστή, αλλά η τιμή της έντασής του δεν είναι η σωστή. Είναι όμως μικρότερη απ' ό,τι σε ένα απλό κύκλωμα (με μία λάμπα). Οι δύο λάμπες σε ένα κύκλωμα σε σειρά φωτοβολούν ασθενέστερα από τη μία λάμπα σε ένα απλό κύκλωμα



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

δ₃. Τόσο η κατεύθυνση του ρεύματος όσο και η έντασή του είναι σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο . Δηλαδή, η ένταση του ρεύματος είναι το μισό της έντασης του ρεύματος στο απλό κύκλωμα, δεδομένου ότι η συνολική αντίσταση σε κύκλωμα με δύο λάμπες σε σειρά είναι το διπλάσιο της αντίστασης σε απλό κύκλωμα με μία λάμπα. Έτσι, οι δύο λάμπες ακτινοβολούν ασθενέστερα.



Η κατεύθυνση του ρεύματος είναι σωστή, ενώ η ένταση του ρεύματος είναι σταθερή και έχει τη σωστή τιμή, σύμφωνα με το νόμο του Ohm.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Επιπλέον των παραπάνω μοντέλων, οι Chiu & Lin (2005), σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε μικρούς μαθητές (10 ετών), διαπίστωσαν και τα εξής δύο μοντέλα:

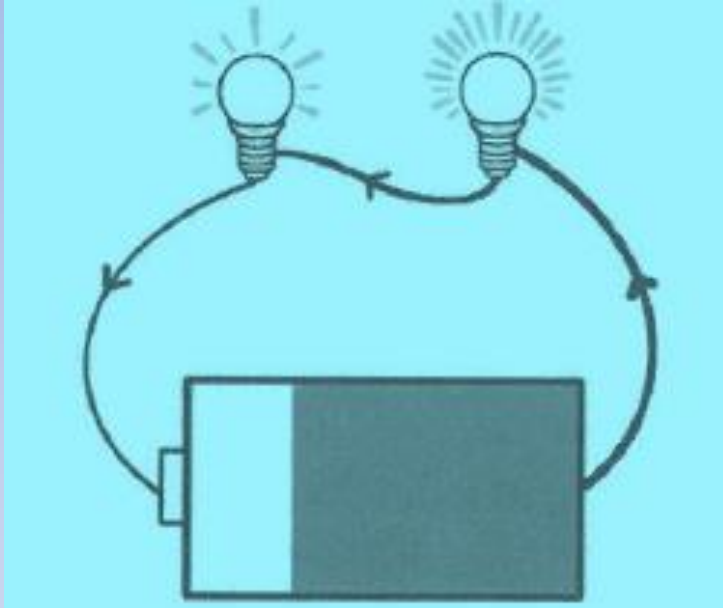
(ε) Το μοντέλο «οι λάμπες έχουν από τη φύση τους ηλεκτρισμό»

Οι μαθητές που υποστηρίζουν αυτό το μοντέλο πιστεύουν ότι η λάμπα είναι από τη φύση της ηλεκτρική

Εφόσον δηλαδή συνδεθεί με την μπαταρία, τότε θα συνεχίσει να φωτοβολεί το ίδιο ή να φωτοβολεί ολοένα και πιο έντονα. Η μπαταρία δηλαδή θεωρείται ένα «παθητικό» στοιχείο, απαραίτητο για να κλείσει το κύκλωμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα



Οι λάμπες είναι τα ενεργητικά στοιχεία, ενώ οι μπαταρίες τα παθητικά. Εφόσον μια λάμπα συνδεθεί με μία μπαταρία, θα ενεργοποιηθεί και θα αρχίσει να φωτοβολεί ολοένα και πιο έντονα. Σε κύκλωμα με λάμπες σε σειρά, παρουσιάζονται και φαινόμενα εξασθένησης του ρεύματος.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Οι λάμπες από μόνες τους δεν φωτοβολούν, διότι αποτελούν ένα είδος αγωγών με κάποια αντίσταση που, εφόσον συνδεθούν κατάλληλα σε κλειστό κύκλωμα με την μπαταρία, θα φωτοβολούν. Η φωτοβολία τους θα ελαττώνεται προοδευτικά όσο η ενέργεια της μπαταρίας θα εξαντλείται (καθώς θα μετατρέπεται από χημική σε φωτεινή).

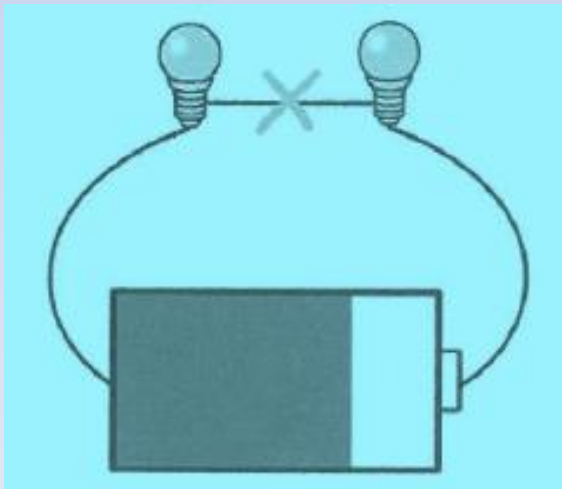
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

(στ) Το μοντέλο «μη φως»

Οι μαθητές που υποστηρίζουν αυτό το μοντέλο πιστεύουν ότι δύο λάμπες, συνδεδεμένες σε σειρά σε ένα πλήρες κύκλωμα, δεν φωτοβολούν, διότι όλοι οι αγωγοί του κυκλώματος (όπως π.χ. ο αγωγός που συνδέει τις δύο λάμπες) δεν συνδέονται απευθείας με την μπαταρία

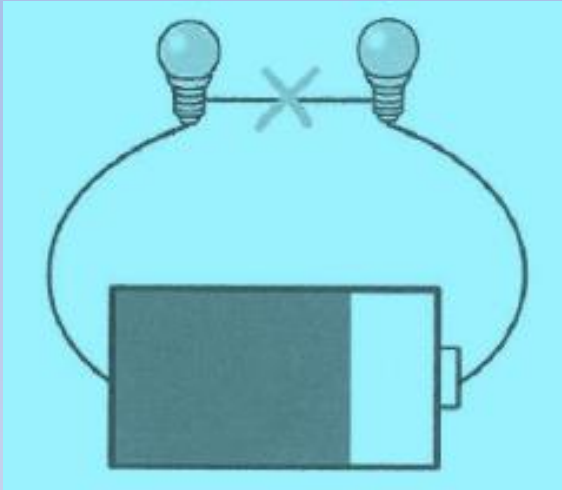
Θεωρούν δηλαδή ότι, για να φωτοβολούν οι λάμπες, θα πρέπει όλοι οι αγωγοί που συνδέονται με αυτές να είναι συνδεδεμένοι και με την μπαταρία.



Στο κύκλωμα αυτό, οι δύο λάμπες δεν φωτοβολούν, διότι ο αγωγός που τις συνδέει δεν συνδέεται απευθείας με την μπαταρία.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα



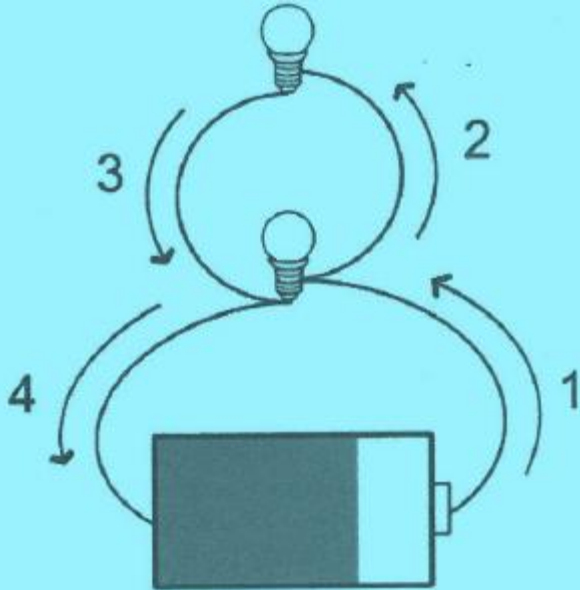
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Οι λάμπες ανάβουν εφόσον συνδεθούν κατάλληλα σε ένα κλειστό κύκλωμα. Το ηλεκτρικό ρεύμα έχει συγκεκριμένη φορά και σταθερή τιμή σε όλα τα σημεία τού (σε σειρά) κυκλώματος – δηλαδή και στον αγωγό που συνδέει τις δύο λάμπες και ο οποίος δεν φαίνεται να συνδέεται άμεσα με την πηγή (μπαταρία).

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Τα μοντέλα των ιδεών των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα παράλληλο κύκλωμα

Έρευνες που έγιναν σε μαθητές τόσο της πρωτοβάθμιας όσο και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Magnusson et al. 1997, Chiu & Lin 2005), σχετικά με τις ιδέες τους για ένα παράλληλο κύκλωμα με δύο όμοια (ίδιας ισχύος) λαμπάκια, κατέληξαν στα εξής βασικά μοντέλα:



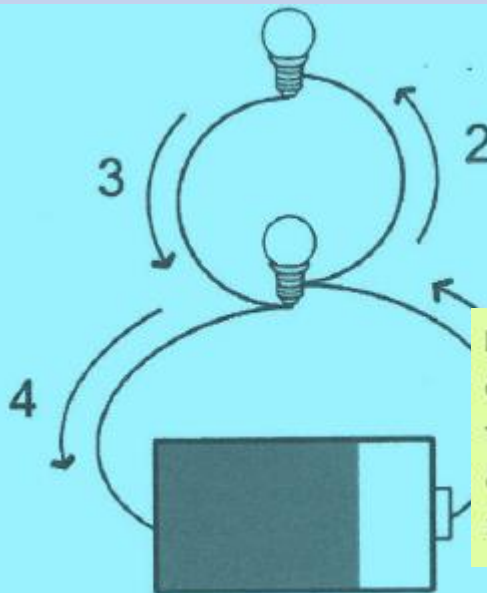
Το μοντέλο παλινδρόμησης σε παράλληλο κύκλωμα. Το ρεύμα διασχίζει πρώτα τη μία πλευρά του κυκλώματος, ανακλώμενο στην πρώτη λάμπα που συναντά, και κατόπιν διασχίζει την άλλη πλευρά, ανακλώμενο πάλι στην ίδια λάμπα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

(α) Το μοντέλο παλινδρόμησης

Οι μαθητές που υποστηρίζουν αυτό το μοντέλο πιστεύουν ότι το ρεύμα ξεκινά από τον έναν πόλο της μπαταρίας, διαρρέει το πρώτο μισό (περίπου) του πρώτου κλάδου, συναντά ως εμπόδιο τη λάμπα, ανακλάται και συνεχίζει διασχίζοντας τώρα το μισό (περίπου) του άλλου κλάδου, προσπερνά τη δεύτερη λάμπα που συναντά εκεί και πηγαίνει στο άλλο μισό του κλάδου, συναντά την πρώτη λάμπα, ανακλάται εκεί και, διασχίζοντας το άλλο μισό του πρώτου κλάδου, επιστρέφει στον άλλο πόλο της μπαταρίας



Στο μοντέλο αυτό, το ρεύμα δεν είναι απαραίτητο να περνά από τα λαμπάκια του κυκλώματος, ενώ φαίνεται να ακολουθεί μία ενιαία διαδρομή (χωρίς να διακλαδίζεται στους δύο κλάδους).

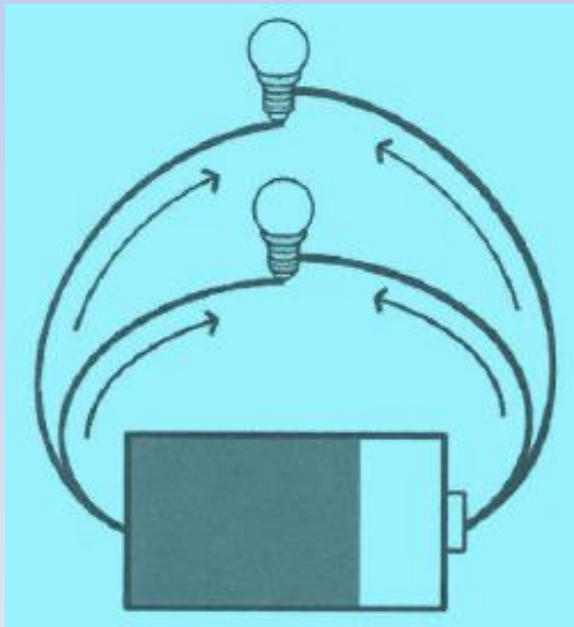
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Το ηλεκτρικό ρεύμα στο κλειστό παράλληλο κύκλωμα διακλαδίζεται στους κλάδους που είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, διαιρούμενο σε ρεύματα των οποίων η ένταση εξαρτάται από την ολική αντίσταση του κάθε κλάδου και τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του. Κατόπιν, τα επιμέρους ρεύματα ενώνονται πάλι, και το αρχικό ρεύμα επιστρέφει με την ίδια τιμή έντασης στην μπαταρία.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

(β) Το διπολικό μοντέλο (το μοντέλο των δύο αντίθετων ρευμάτων, ή το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων)

Οι μαθητές που υποστηρίζουν αυτό το μοντέλο θεωρούν ότι το ρεύμα ρέει και από τους δύο πόλους της μπαταρίας προς την κάθε λάμπα του παράλληλου κυκλώματος.



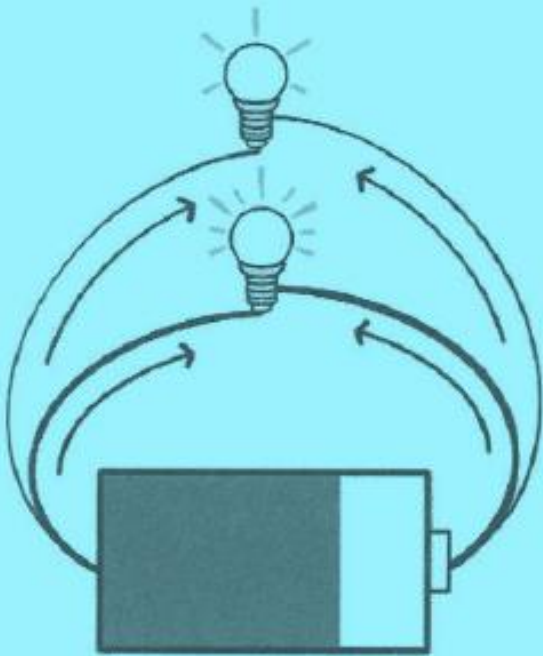
Δύο αντίθετα ρεύματα ξεκινούν από τους δύο πόλους της μπαταρίας, διαχωρίζονται σε κάθε κλάδο, συναντώνται σε κάθε λάμπα και την κάνουν να φωτοβολεί.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Το διπολικό μοντέλο, σε παράλληλο κύκλωμα, μπορεί να εμφανιστεί σε τρεις εκδοχές. Δηλαδή, οι μαθητές φαίνεται να θεωρούν ότι:

βι. Το πρώτο λαμπάκι (το λαμπάκι που βρίσκεται στον πιο κοντινό κλάδο) προσλαμβάνει (και καταναλώνει) περισσότερο ρεύμα και φωτοβολεί έντονα. Το λαμπάκι που βρίσκεται στον επόμενο κλάδο προσλαμβάνει (και καταναλώνει) λιγότερο ρεύμα και φωτοβολεί ασθενέστερα, κ.ο.κ.

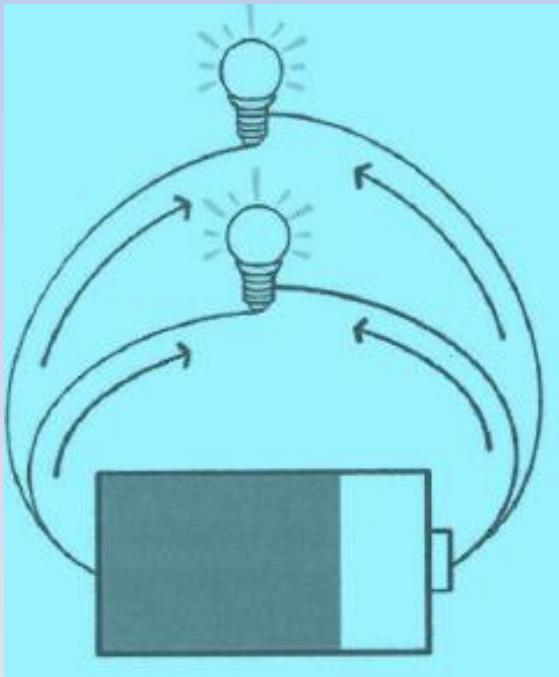


Δύο αντίθετα ρεύματα ξεκινούν από τους πόλους της μπαταρίας και πηγαίνουν σε κάθε λάμπα του παράλληλου κυκλώματος. Η λάμπα που βρίσκεται στον πιο κοντινό κλάδο φωτοβολεί έντονα, ενώ η λάμπα που βρίσκεται στον πιο μακρινό κλάδο φωτοβολεί ασθενέστερα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

β₂. Τα λαμπάκια μοιράζονται την ίδια ποσότητα ρεύματος και γι' αυτό φωτοβολούν ασθενέστερα. Η δεύτερη εκδοχή αποτελεί συνδυασμό του διπολικού μοντέλου και του μοντέλου της κατανάλωσης ρεύματος (συγκεκριμένα του μεριστικού μοντέλου).

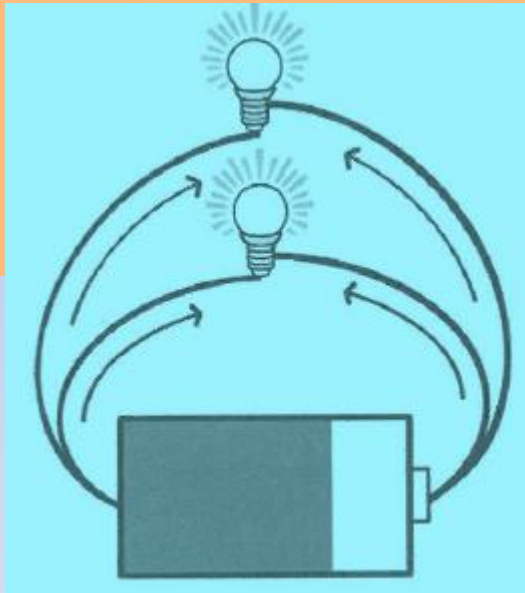


Δύο αντίθετα ρεύματα ξεκινούν από τους δύο πόλους της μπαταρίας, διαχωρίζονται σε κάθε κλάδο, συναντιούνται σε κάθε λάμπα και την κάνουν να φωτοβολεί.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

β₃. Οι εντάσεις των δύο αντίθετων ρευμάτων που διαρρέουν τον κάθε κλάδο του παράλληλου κυκλώματος είναι ίσες με τις εντάσεις των αντίθετων ρευμάτων που διαρρέουν ένα απλό κύκλωμα (σύμφωνα με το διπολικό μοντέλο). Έτσι, τα δύο λαμπάκια φωτοβολούν έντονα, όπως και το ένα λαμπάκι στο αντίστοιχο απλό κύκλωμα



Οι εντάσεις των δύο αντίθετων ρευμάτων που διαρρέουν τον κάθε κλάδο του παράλληλου κυκλώματος είναι ίσες με τις εντάσεις των αντίθετων ρευμάτων που διαρρέουν ένα απλό κύκλωμα. Τα δύο λαμπάκια φωτοβολούν έντονα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Το ρεύμα στο κύκλωμα έχει σταθερή φορά. Σε κάθε κλάδο διακλαδίζεται και μοιράζεται (η έντασή του) στα δύο, εφόσον τα λαμπάκια είναι τα ίδια σε κάθε κλάδο. Η ολική αντίσταση του κυκλώματος επηρεάζει και την ένταση του ρεύματος που κυκλοφορεί στο κύκλωμα. Η ένταση του ρεύματος σε ένα απλό κύκλωμα (με μία λάμπα) είναι ίση με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε κλάδο του παράλληλου κυκλώματος, εφόσον οι λάμπες σε κάθε κλάδο είναι όμοιες (ίδιας ισχύος) με τη λάμπα στο απλό κύκλωμα. Αυτό συμβαίνει διότι η διαφορά δυναμικού στα άκρα του κάθε κλάδου είναι ίδια με τη διαφορά δυναμικού στα άκρα της λάμπας στο απλό κύκλωμα. Συνεπώς, οι λάμπες στο παράλληλο κύκλωμα θα φωτοβολούν η καθεμιά το ίδιο όπως η λάμπα στο απλό κύκλωμα.

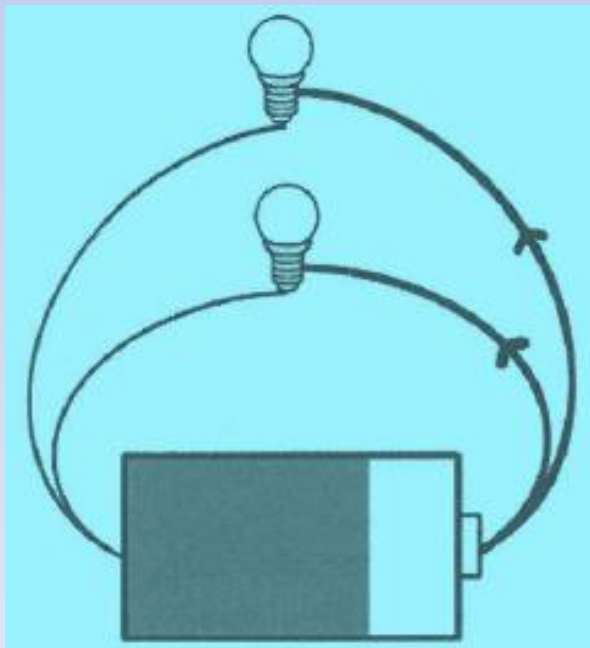
ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με τη θεωρία των δύο ρευστών, που αναπτύχθηκε κατά τις πρώτες προσπάθειες των επιστημόνων να κατανοήσουν τα ηλεκτρικά φαινόμενα και το ηλεκτρικό ρεύμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

(γ) Μοντέλο κατανάλωσης, ή εξασθένησης, ρεύματος

Οι μαθητές πιστεύουν ότι το ρεύμα (ή εν γένει ο ηλεκτρισμός) εξέρχεται από τον ίδιο πόλο της μπαταρίας, που λειτουργεί ως διπλή πηγή, για να τροφοδοτήσει και τις δύο λάμπες που βρίσκονται στους παράλληλους κλάδους του κυκλώματος. Το ηλεκτρικό ρεύμα ελαττώνεται καθώς περνά από τη λάμπα που βρίσκεται σε κάθε κλάδο του κυκλώματος



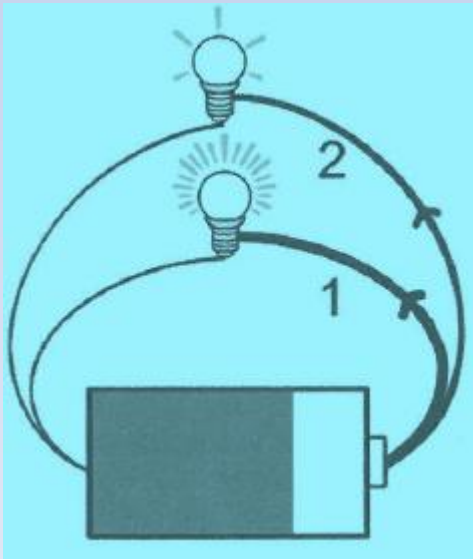
Το ρεύμα σε κάθε κλάδο ελαττώνεται καθώς περνά από τις λάμπες. Το ρεύμα στη μία πλευρά (πριν από τις λάμπες) είναι μεγαλύτερης έντασης από το ρεύμα στην πλευρά μετά τις λάμπες.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Το μοντέλο αυτό, σε παράλληλο κύκλωμα, απαντά σε τρεις εκδοχές. Έτσι, οι μαθητές φαίνεται να θεωρούν ότι:

γι. Τα ρεύματα που διαρρέουν τους δύο κλάδους του παράλληλου κυκλώματος καταναλώνονται και εξασθενούν καθώς περνούν από τις λάμπες. Το ρεύμα που διαρρέει τον πιο κοντινό κλάδο είναι μεγαλύτερης έντασης από το ρεύμα που διαρρέει τον δεύτερο κλάδο. Έτσι, η λάμπα που βρίσκεται πιο κοντά στην μπαταρία φωτοβολεί εντονότερα, ενώ η άλλη ασθενέστερα

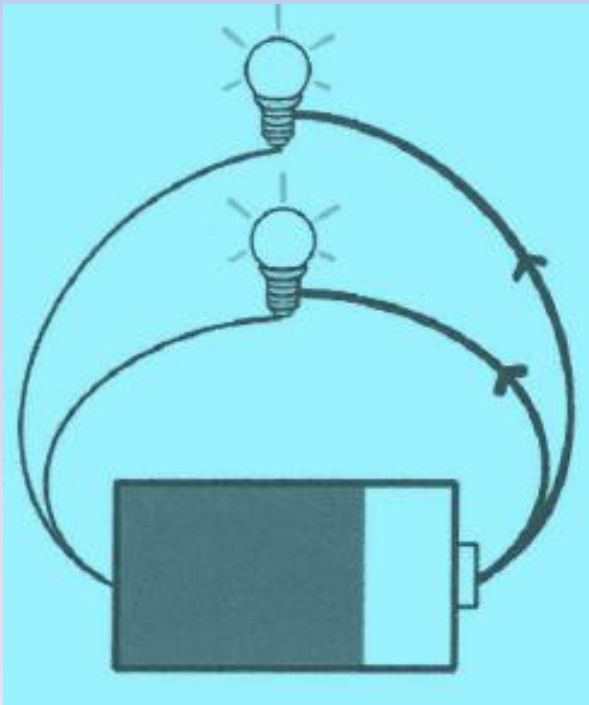


Τα ρεύματα που διαρρέουν τους δύο κλάδους του κυκλώματος καταναλώνονται εν μέρει ή πλήρως από τις λάμπες. Επιπλέον, οι εντάσεις τους δεν είναι ίσες, καθώς το ρεύμα που διαρρέει τον πιο κοντινό κλάδο έχει μεγαλύτερη ένταση. Η λάμπα που βρίσκεται πιο κοντά στην μπαταρία φωτοβολεί εντονότερα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

γ₂. Τα ρεύματα που διαρρέουν τους δύο κλάδους του παράλληλου κυκλώματος καταναλώνονται και εξασθενούν καθώς περνούν από τις λάμπες. Οι εντάσεις των δύο ρευμάτων είναι μεταξύ τους ίσες αλλά μικρότερες από την ένταση του ρεύματος στο απλό κύκλωμα. Έτσι, οι δύο λάμπες φωτοβολούν ασθενέστερα απ' ό,τι η μία στο απλό κύκλωμα

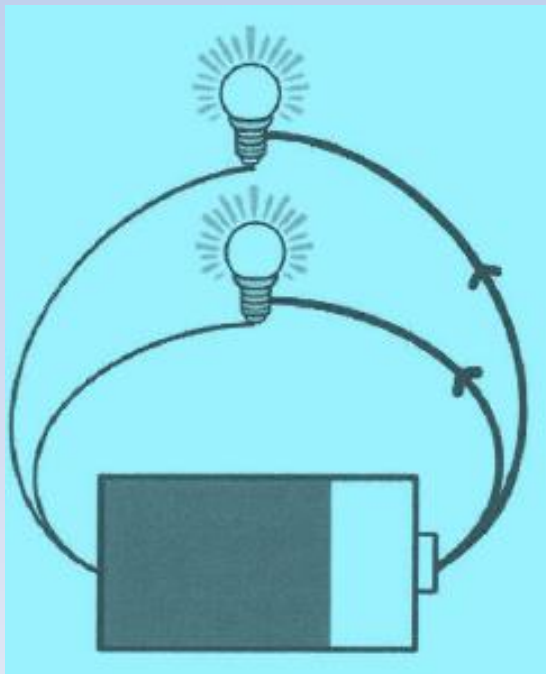


Τα ρεύματα που διαρρέουν τους δύο κλάδους του κυκλώματος έχουν ίση ένταση, αλλά καταναλώνονται καθώς περνούν από τις λάμπες. Οι δύο λάμπες φωτοβολούν εξίσου και ασθενέστερα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

γ₃. Τα ρεύματα που διαρρέουν τους δύο κλάδους του παράλληλου κυκλώματος καταναλώνονται και εξασθενούν καθώς περνούν από τις λάμπες. Οι εντάσεις των δύο ρευμάτων είναι ίσες τόσο μεταξύ τους όσο και με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το αντίστοιχο απλό κύκλωμα. Έτσι, οι δύο λάμπες φωτοβολούν έντονα όσο και η μία λάμπα στο απλό κύκλωμα



Οι λάμπες φωτοβολούν έντονα όπως η μία λάμπα στο αντίστοιχο απλό κύκλωμα. Όμως, η ένταση του ρεύματος εξασθενεί καθώς ρέει μέσα από κάθε λάμπα σε κάθε κλάδο του κυκλώματος.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Το ρεύμα στο παράλληλο κύκλωμα έχει σταθερή φορά και τιμή έντασης. Σε κάθε κλάδο διακλαδίζεται και μοιράζεται (η έντασή του) στα δύο, εφόσον τα λαμπάκια είναι τα ίδια σε κάθε κλάδο. Όπως αναφέραμε και παραπάνω, οι λάμπες στο παράλληλο κύκλωμα φωτοβολούν η καθεμιά το ίδιο, όπως η μία λάμπα στο απλό κύκλωμα, δεδομένου ότι η διαφορά δυναμικού στα άκρα της καθεμιάς είναι η ίδια με εκείνη του απλού κυκλώματος, ενώ το ίδιο ισχύει και για την αντίσταση της κάθε λάμπας (νόμος του Ohm).

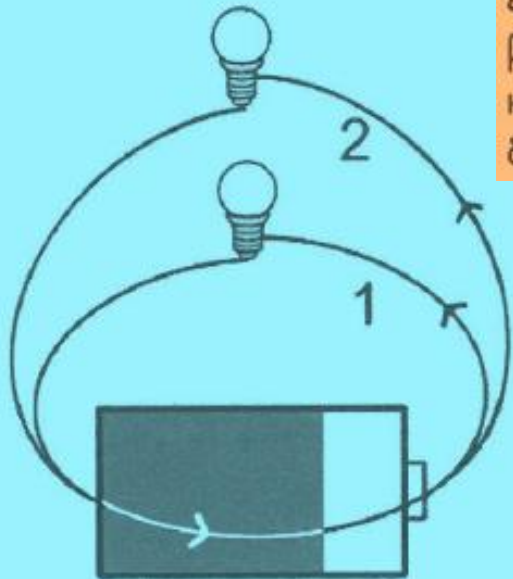
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

(δ) Το μοντέλο διπλού βρόχου

Οι μαθητές θεωρούν ότι το ρεύμα διαρρέει την μπαταρία δύο φορές. Πιστεύουν δηλαδή ότι το ρεύμα φεύγει από τον έναν πόλο της μπαταρίας, διαρρέει τον πρώτο κλάδο και επιστρέφει στον άλλο πόλο της μπαταρίας. Κατόπιν, διαρρέει την μπαταρία, ξαναφεύγει από αυτήν και διαρρέει τον δεύτερο κλάδο της μπαταρίας, επιστρέφοντας τέλος σε αυτήν

είναι σαν να έχει στρίψει ο αρχικός αγωγός και να έχει δημιουργηθεί διπλός βρόχος. Στην πραγματικότητα δηλαδή, οι μαθητές θεωρούν ότι το παράλληλο κύκλωμα είναι ένα κύκλωμα σε σειρά που έχει στρίψει και έχει δημιουργηθεί διπλός βρόχος.



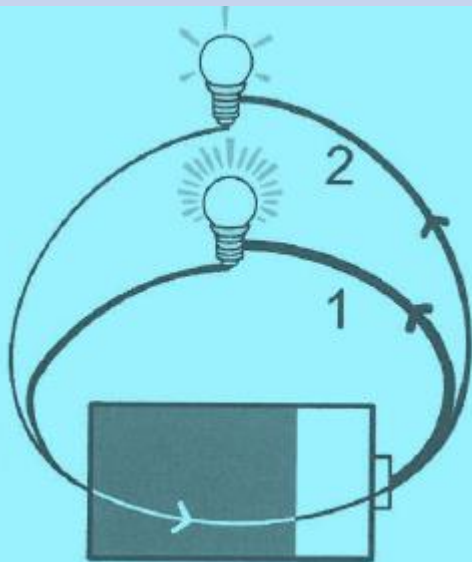
Το παράλληλο κύκλωμα σχηματίζεται επειδή ένας αγωγός έχει διπλωθεί έτσι ώστε να σχηματίσει έναν διπλό βρόχο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Το μοντέλο αυτό, σε παράλληλο κύκλωμα, απαντά σε τέσσερις εκδοχές. Δηλαδή, οι μαθητές φαίνεται να θεωρούν ότι:

δι. Το ρεύμα περνάει πρώτα από το ένα (το πιο κοντινό) λαμπάκι, ένα μέρος του καταναλώνεται –εν μέρει– από αυτό, και εξασθενεί. Κατόπιν, αφού περάσει πάλι από την μπαταρία, πηγαίνει με μικρότερη ένταση στο δεύτερο λαμπάκι. Έτσι, το λαμπάκι από το οποίο περνάει πρώτα το ρεύμα φωτοβολεί πιο έντονα

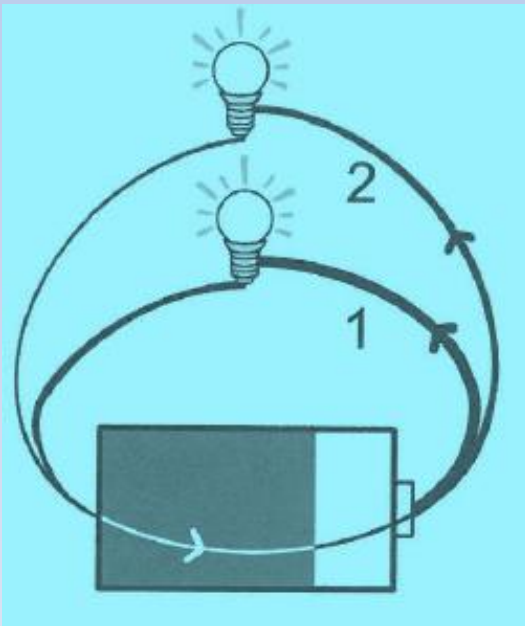


Το κύκλωμα αποτελείται από έναν αγωγό σε σχήμα διπλού βρόχου. Το ρεύμα βαθμιαία εξασθενεί καθώς ρέει συναντώντας σε σειρά τις λάμπες. Η πρώτη λάμπα που συναντά φωτοβολεί εντονότερα από τη δεύτερη.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

δ₂. Το ρεύμα ρέει διαμέσου της πρώτης λάμπας, το μισό καταναλώνεται από αυτήν, και το υπόλοιπο μισό καταναλώνεται από την επόμενη. Οι δύο λάμπες ακτινοβολούν ασθενέστερα από τη μία λάμπα στο απλό κύκλωμα

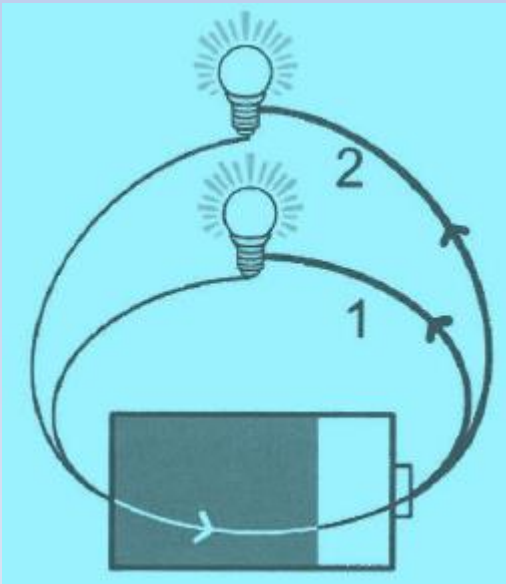


Το κύκλωμα αποτελείται από έναν αγωγό σε σχήμα διπλού βρόχου. Το ρεύμα εξασθενεί καθώς ρέει συναντώντας σε σειρά τις λάμπες, αλλά καταναλώνεται εξίσου και από τις δύο. Έτσι, και οι δύο λάμπες φωτοβολούν εξίσου και ασθενέστερα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

δ3. Το ρεύμα ξεκινάει από την μπαταρία, περνάει μέσα από την πρώτη λάμπα και καταναλώνεται εν μέρει από αυτήν. Όταν όμως επιστρέφει στην μπαταρία, η ισχύς του ανανεώνεται και πηγαίνει προς τη δεύτερη λάμπα με την ίδια ένταση. Έτσι, και οι δύο λάμπες φωτοβολούν έντονα όπως και η μία λάμπα στο απλό κύκλωμα

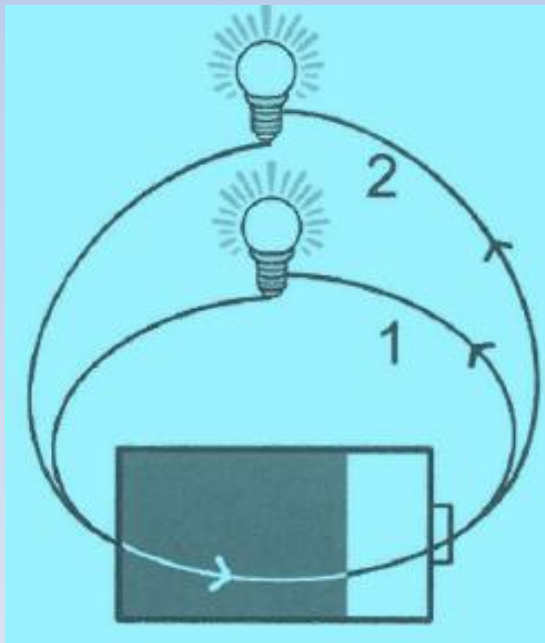


Το ρεύμα εξασθενεί καθώς ρέει συναντώντας τις λάμπες. Όμως, αφού συναντήσει την πρώτη λάμπα, επιστρέφοντας πάλι στην μπαταρία, ανανεώνει την ισχύ του και φτάνει με την ίδια ένταση στη δεύτερη λάμπα. Έτσι, οι δύο λάμπες φωτοβολούν έντονα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

δ₄. Το παράλληλο κύκλωμα σχηματίζεται απλώς με τη συνύπαρξη δύο απλών κυκλωμάτων. Έτσι, η ένταση του ρεύματος είναι σταθερή σε κάθε σημείο του παράλληλου κυκλώματος, οι δε λάμπες φωτοβολούν έντονα όσο και η μία λάμπα στο απλό κύκλωμα



Το κύκλωμα αποτελείται από έναν αγωγό σε σχήμα διπλού βρόχου. Η έντασή του είναι σταθερή σε κάθε σημείο, και έτσι η φωτοβολία στις δύο λάμπες είναι η ίδια όπως και στο απλό κύκλωμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

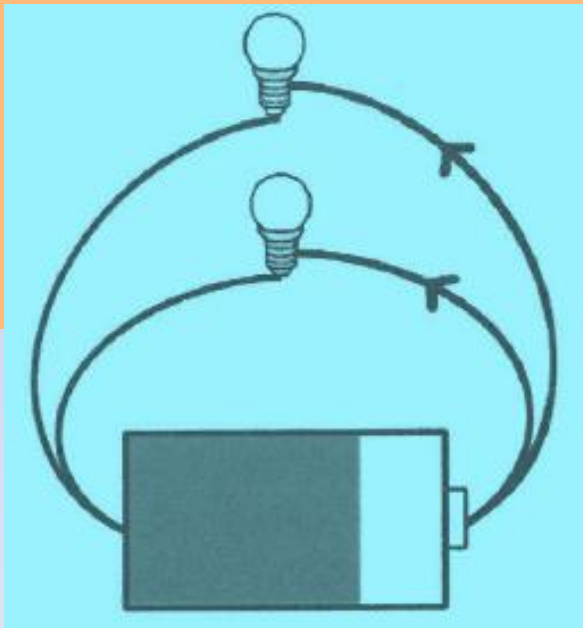
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ: Το ρεύμα στο παράλληλο κύκλωμα έχει σταθερή φορά και τιμή έντασης. Σε κάθε κλάδο διακλαδίζεται και μοιράζεται (η έντασή του) στα δύο, εφόσον τα λαμπάκια είναι τα ίδια σε κάθε κλάδο. Η ολική αντίσταση του κυκλώματος επηρεάζει και την ένταση του ρεύματος που κυκλοφορεί στο κύκλωμα. Η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα, όταν δύο λάμπες είναι συνδεδεμένες σε σειρά, είναι –σύμφωνα με το νόμο του Ohm– μικρότερη (διότι η ολική αντίσταση είναι μεγαλύτερη) απ' ό,τι όταν οι δύο λάμπες είναι συνδεδεμένες παράλληλα (ολική αντίσταση μεγαλύτερη). Έτσι, στο κύκλωμα που είναι συνδεδεμένο παράλληλα, οι λάμπες θα φωτοβολούν εντονότερα απ' ό,τι αν ήταν συνδεδεμένες σε σειρά. Όπως άλλωστε αναφέραμε και παραπάνω, οι λάμπες στο παράλληλο κύκλωμα φωτοβολούν η καθεμιά το ίδιο, όπως η μία λάμπα στο απλό κύκλωμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

(ε) Το επιστημονικό μοντέλο

Οι μαθητές θεωρούν είτε ότι δύο ρεύματα εξέρχονται από τον θετικό πόλο και επιστρέφουν ταυτόχρονα στην μπαταρία περνώντας ενδιάμεσα από τις λάμπες (οι μικροί μαθητές), είτε ότι ένα ρεύμα εξέρχεται από τον θετικό πόλο της μπαταρίας και κατόπιν διαιρείται σε δύο ρεύματα που διαρρέουν τους δύο κλάδους του κυκλώματος και ακολούθως επανασυνδέονται σε ένα, το οποίο επιστρέφει στην μπαταρία (οι μεγαλύτεροι μαθητές). Επίσης, θεωρούν ότι η ένταση του ρεύματος παραμένει σταθερή σε κάθε κλάδο του κυκλώματος



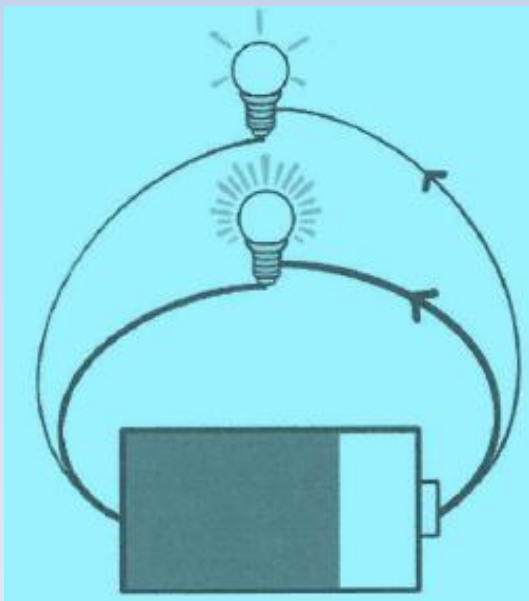
Το αρχικό ρεύμα διαιρείται σε δύο ρεύματα σταθερής έντασης, ένα για κάθε κλάδο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Το επιστημονικό μοντέλο, σε παράλληλο κύκλωμα, απαντά σε τρεις εκδοχές. Δηλαδή, οι μαθητές φαίνεται να θεωρούν ότι:

ει. Η κατεύθυνση του ρεύματος είναι σωστή. Η έντασή του όμως, αν και σταθερή στον πρώτο κλάδο (τον πιο κοντινό στην μπαταρία), είναι μεγαλύτερη από εκείνη του δεύτερου κλάδου. Έτσι, η λάμπα που βρίσκεται στον πρώτο κλάδο ακτινοβολεί εντονότερα από τη λάμπα στον δεύτερο κλάδο (που φωτοβολεί ασθενέστερα)

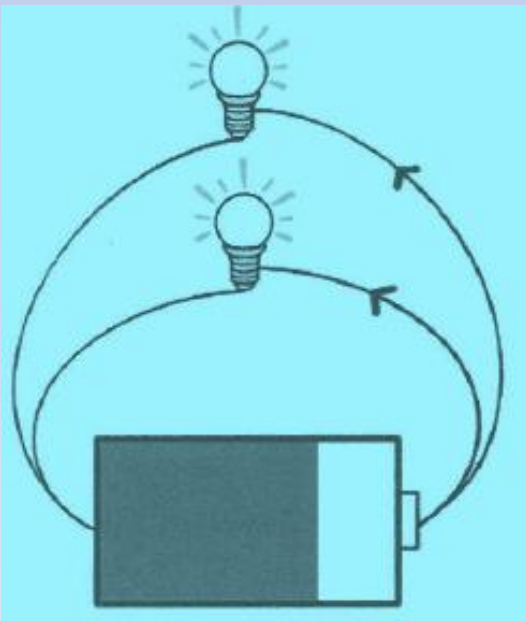


Το αρχικό ρεύμα διαιρείται σε δύο ρεύματα σταθερής έντασης, ένα για κάθε κλάδο. Η ένταση του ρεύματος στον πρώτο (πιο κοντινό) κλάδο είναι μεγαλύτερη από την ένταση του ρεύματος στον δεύτερο κλάδο. Η λάμπα στον πρώτο κλάδο φωτοβολεί εντονότερα από τη λάμπα στον δεύτερο κλάδο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

ε₂. Η κατεύθυνση του ρεύματος είναι σωστή, και η έντασή του είναι σταθερή και ίση σε κάθε σημείο του κυκλώματος. Επειδή όμως το ρεύμα μοιράζεται σε δύο κλάδους, η έντασή του είναι μικρότερη από εκείνη που θα ήταν σε ένα απλό κύκλωμα (με μία λάμπα). Έτσι, οι δύο λάμπες σε ένα παράλληλο κύκλωμα φωτοβολούν ασθενέστερα από τη μία λάμπα σε ένα απλό κύκλωμα

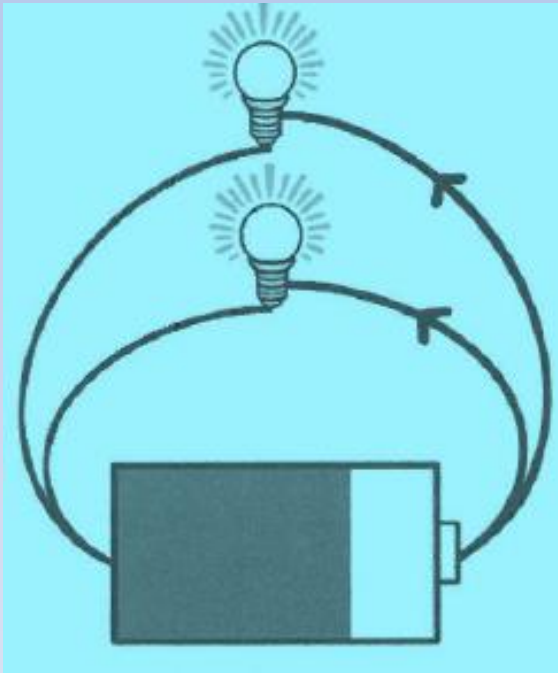


Το αρχικό ρεύμα διαιρείται σε δύο ρεύματα σταθερής και ίσης έντασης, ένα για κάθε κλάδο.
Η ένταση του κάθε ρεύματος είναι η μισή από την ένταση του ρεύματος στο απλό κύκλωμα (με μία όμοια λάμπα). Οι λάμπες φωτοβολούν ασθενέστερα από τη μία λάμπα στο απλό κύκλωμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

ε₃. Τόσο η κατεύθυνση του ρεύματος όσο και η έντασή του είναι σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο, όπως αναλυτικά έχει εκτεθεί επανειλημμένα ως τώρα με αφορμή τα προηγούμενα μοντέλα.



Το αρχικό ρεύμα διαιρείται σε δύο ρεύματα σταθερής έντασης, ένα για κάθε κλάδο. Εφόσον τα στοιχεία (π.χ. λάμπες) σε κάθε κλάδο είναι όμοια, η ένταση του ρεύματος είναι ίση σε κάθε κλάδο και μισή από την αρχική. Η ένταση αυτή είναι ίση με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα απλό κύκλωμα με μία όμοια λάμπα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Η μελέτη των παραπάνω μοντέλων οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα βασικά σημεία στα οποία θα πρέπει να επικεντρωθεί η διδασκαλία είναι τα εξής:

- στη διαφοροποίηση των βασικών εννοιών που χρησιμοποιούνται όταν μιλάμε για τα ηλεκτρικά φαινόμενα, όπως ρεύμα, ηλεκτρισμός και ενέργεια,
- στην αναγνώριση της διπολικότητας των μπαταριών και των άλλων στοιχείων του κυκλώματος,
- στην αναγνώριση της αναγκαιότητας του κλειστού κυκλώματος για την κυκλοφορία του ρεύματος,
- στη διατήρηση του ηλεκτρικού ρεύματος,
- στην εξάρτηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος από την ηλεκτρική αντίσταση,
- στη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος,
- στη βαθμιαία απόκτηση εμπιστοσύνης στις ενδείξεις των οργάνων που επεκτείνουν τις αισθήσεις μας (π.χ. αμπερόμετρο, γαλβανόμετρο, κ.λπ.) και στην αξιοποίηση αυτών των οργάνων σε μεγαλύτερες τάξεις για την επίτευξη γνωσιακής σύγκρουσης.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες μαθητών Λυκείου και ενηλίκων για τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος

Προκειμένου να περάσουν οι μαθητές από απλά σε πιο σύνθετα μοντέλα, βασικό στοιχείο αποτελεί η διαφοροποίηση ηλεκτρικού ρεύματος και ενέργειας ώστε να οικοδομήσουν οι μαθητές την αντίληψη ότι το ηλεκτρικό ρεύμα διατηρείται.

Αυτό πιθανόν προϋποθέτει –για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης– το συσχετισμό των μικροσκοπικών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα σε ένα κύκλωμα με τη μακροσκοπική συμπεριφορά του, ή την επεξήγηση της ηλεκτρικής και μαγνητικής αλληλεπίδρασης με όρους πεδίου (Borges et al. 1999).

Από έρευνα που έγινε σε μαθητές Λυκείου και σε επαγγελματίες ενήλικες (μηχανικούς, καθηγητές φυσικής, τεχνικούς, κ.λπ.), οι βασικές αντιλήψεις που φαίνεται να επικρατούν είναι (Borges et al. 1999):

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες μαθητών Λυκείου και ενηλίκων για τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος

Ο ηλεκτρισμός ως ροή

Ένας αριθμός μαθητών δεν μπορούν να κάνουν διάκριση ανάμεσα στις επιστημονικές έννοιες του ρεύματος, της ενέργειας, του ηλεκτρισμού και του δυναμικού. Το ρεύμα αντιμετωπίζεται ως «κάτι» που ρέει μέσω του κυκλώματος, από την μπαταρία στη λάμπα, όπως σε ένα υδραυλικό σύστημα.

Η μπαταρία

είναι η πηγή της ενέργειας/ηλεκτρισμού που ρέει μέσω του κυκλώματος. Η μπαταρία γίνεται αντιληπτή ως μια παθητική αποθήκη που αποθηκεύει απλώς ενέργεια και η οποία «αδειάζει» όταν το περιεχόμενό της χρησιμοποιηθεί από τα στοιχεία του κυκλώματος.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες μαθητών Λυκείου και ενηλίκων για τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος

Ο ηλεκτρισμός ως αντίθετα ρεύματα

Ενήλικες και μαθητές Λυκείου που υιοθετούν αυτό το μοντέλο δεν διαφοροποιούν το ηλεκτρικό ρεύμα από την ενέργεια – χρησιμοποιούν, δηλαδή, τους δύο όρους ως ισοδύναμους. Το ρεύμα το αντιμετωπίζουν ως ενέργεια, ή ως «ηλεκτρισμό», που ρέει από τους δύο πόλους της μπαταρίας –μέσω των αγωγών– προς τη λάμπα.

Επίσης, θεωρούν ότι το ρεύμα αποτελείται από θετικά και αρνητικά ρεύματα τα οποία ταξιδεύουν μέσω διαφορετικών αγωγών για να συναντηθούν στη λάμπα, όπου παράγουν θερμότητα και φως. Επομένως, οι μαθητές που λειτουργούν βάσει αυτού του μοντέλου υποστηρίζουν τη μη διατήρηση του ρεύματος. Θεωρούν ότι η μπαταρία λειτουργεί απλώς ως αποθήκη ηλεκτρισμού/ενέργειας, η οποία εξασθενεί με το χρόνο λόγω της κατανάλωσης ενέργειας στη λάμπα.

Επίσης, θέτουν ως απαραίτητη προϋπόθεση για το άναμμα της λάμπας να είναι κλειστό το κύκλωμα, ενώ νομίζουν ότι το ρεύμα ταξιδεύει γρήγορα στο κύκλωμα. Επιπλέον, δεν έχουν ξεκάθαρη άποψη για το ρόλο του διακόπτη στο κύκλωμα, δεδομένου ότι κάποιοι θεωρούν πως παράγει ρεύμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες μαθητών Λυκείου και ενηλίκων για τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος

Ο ηλεκτρισμός ως κινούμενα φορτία

Ένας αριθμός μαθητών τρίτης Λυκείου, ορισμένοι τεχνικοί και λίγοι μηχανικοί έχουν την άποψη ότι το ηλεκτρικό ρεύμα αποτελείται από ηλεκτρικά φορτία που κινούνται μέσω ενός αγωγού. Η μπαταρία εκλαμβάνεται ως ενεργός πηγή του ηλεκτρισμού, η οποία παράγει ενέργεια που παραλαμβάνεται από τα φορτία μέσω μιας χημικής αντίδρασης. Επίσης, θεωρείται απαραίτητη η διπολικότητα των στοιχείων του κυκλώματος και η αναγκαιότητα για ένα κλειστό κύκλωμα.

Με άλλα λόγια, οι μαθητές εστιάζουν σε συγκεκριμένα στοιχεία του κυκλώματος και προσπαθούν να εξηγήσουν τη συμπεριφορά τους μεμονωμένα (αποκομμένα από το όλο κύκλωμα). Συχνά, μπορούν να περιγράψουν τους ενεργειακούς μετασχηματισμούς που συμβαίνουν στο κύκλωμα και θεωρούν ότι το ρεύμα διατηρείται. Εξηγούν, δηλαδή, ότι η μπαταρία παρέχει ενέργεια στα σωματίδια (ώστε να μπορούν να κυκλοφορούν στο κύκλωμα) και ότι αυτή η ενέργεια καταναλώνεται καθώς τα σωματίδια περνούν μέσα από τις αντιστάσεις.

Αυτό το μοντέλο ενσωματώνει απλουστευτικούς μηχανισμούς για να εξηγήσει τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα σε ένα κύκλωμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες μαθητών Λυκείου και ενηλίκων για τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος

Ο ηλεκτρισμός ως φαινόμενο πεδίου

Οι εκπαιδευτικοί φυσικής και λίγοι μαθητές Λυκείου που υιοθετούν αυτό το μοντέλο θεωρούν ότι το ρεύμα διαφοροποιείται από την ενέργεια και το αντιλαμβάνονται ως κίνηση ηλεκτρικά φορτισμένων σωματιδίων υπό την επίδραση της διαφοράς δυναμικού.

Το ρεύμα κυκλοφορεί μόνο σε κλειστό κύκλωμα και διατηρείται, ενώ η διπολικότητα των στοιχείων του κυκλώματος αναγνωρίζεται. Η μπαταρία διατηρεί τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των πόλων της, πράγμα το οποίο δημιουργεί ένα ηλεκτρικό πεδίο.

Αντιμετωπίζουν το κύκλωμα ως ένα σύνολο στοιχείων που αλληλεπιδρούν, και στο οποίο οποιαδήποτε επιμέρους μεταβολή δημιουργεί ηλεκτρική διαταραχή η οποία διαδίδεται μέσω του κυκλώματος, οδηγώντας σε μια νέα σταθερή κατάσταση.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ιδέες μαθητών Λυκείου και ενηλίκων για τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος

Ο ηλεκτρισμός ως φαινόμενο πεδίου

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι ακόμη και ενήλικες διαθέτουν μοντέλα που απαντούν σε μαθητές Δημοτικού (τα δύο πρώτα μοντέλα). Συνεπώς, προκειμένου οι μαθητές να μπορέσουν να αναδομήσουν τα διαισθητικά και φαινομενολογικά μοντέλα τους προς το επιστημονικό πρότυπο, απαιτείται κατάλληλη και συστηματική διδασκαλία.

Διάφοροι ερευνητές προτείνουν συγκεκριμένη σειρά διδασκαλίας των εννοιών του ηλεκτρισμού. Για παράδειγμα, οι Psillos et al. (1987) προτείνουν να πραγματοποιείται η διδασκαλία του ηλεκτρισμού σε ένα «ενεργειακό πλαίσιο», δηλαδή να οργανώνεται με όρους ενέργειας και όχι ρεύματος.

Αντίθετα, άλλοι προτείνουν ότι βασικός διδακτικός στόχος πρέπει να είναι να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές ότι το ηλεκτρικό κύκλωμα έχει δύο βασικά χαρακτηριστικά: αφενός του ηλεκτρικού ρεύματος, που «ρέει» στο κύκλωμα και το οποίο δεν «καταναλώνεται», και αφετέρου της ηλεκτρικής ενέργειας, που «καταναλώνεται» (Dykstra et al. 1992, Joshua & Dupin 1987).

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Προαπαιτούμενες γνώσεις:

Τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος στην καθημερινή ζωή.

Διδακτικοί στόχοι:

Οι μαθητές να μπορούν:

- να υποστηρίζουν με επιχειρήματα ότι, για να ανάψει ένα λαμπάκι σε ένα απλό κύκλωμα, απαιτούνται όχι ένας, αλλά δύο αγωγοί για τη σύνδεσή του με την μπαταρία,
- να εξηγούν ότι ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα αποτελείται από την πηγή, τον/τους καταναλωτές και τους αγωγούς,
- να συνδέουν τα στοιχεία του κυκλώματος σχηματίζοντας ένα κλειστό κύκλωμα που να λειτουργεί κανονικά (π.χ. να διαρρέεται από ρεύμα, τα λαμπάκια να ανάβουν, κ.λπ.),
- να απεικονίζουν σχηματικά ένα απλό κύκλωμα (ανάλογα με την ηλικία και το είδος της σχηματικής απεικόνισης),
- να μετρούν την ένταση του ρεύματος με ένα πολύμετρο (προαιρετικά για το Δημοτικό).

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Μέθοδος διδασκαλίας: Ακολουθείται ένα απλό μοντέλο κονστρουκτιβιστικής μάθησης με στοιχεία ανακαλυπτικής μάθησης. Η συγκεκριμένη ενότητα ουσιαστικά επικεντρώνεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων στους μαθητές για την κατασκευή ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και τη χρήση (συνδεσμολογία και ανάγνωση) οργάνων μέτρησης της έντασης του ρεύματος. Επίσης, θα επιχειρηθεί μία πρώτη αναδόμηση του μονοπολικού μοντέλου. Οι βασικές ιδέες των μαθητών για τη λειτουργία του κυκλώματος θα αντιμετωπιστούν εποικοδομητικά στην επόμενη ενότητα.

Τρόπος οργάνωσης της τάξης: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες (2 ατόμων σε κάθε θρανίο, εάν η τάξη λειτουργεί μετωπικά, ή 3-4 ατόμων, εάν η τάξη λειτουργεί ομαδοσυνεργατικά).

Βαθμίδα εκπαίδευσης: Δημοτικό και Γυμνάσιο.

Διάρκεια: 2 ή 3 ώρες (ανάλογα με τη βαθμίδα της εκπαίδευσης, το υπόβαθρο γνώσεων και τις δεξιότητες των μαθητών).

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Υλικά: Σε κάθε ομάδα δίνονται από τέσσερα λαμπάκια, μεταλλικές λυχνιολαβές [ντουί] ως βάσεις υποδοχής και στήριξης για τα λαμπάκια, ένας διακόπτης, ένα πολύμετρο, δύο μπαταρίες, καλώδια μήκους 20 εκ. – κάποια από αυτά με κατάλληλους αρσενικούς και θηλυκούς ακροδέκτες (μπανάνες), κάποια με «κροκοδειλάκια» στις άκρες και κάποια με ελεύθερη (απογυμνωμένη) άκρη, ώστε να μπορούν να σχηματιστούν καλώδια μεγαλύτερου μήκους και να γίνονται εύκολα οι συνδέσεις με τα όργανα, τα λαμπάκια και τις μπαταρίες.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Προσανατολισμός

Φανταστείτε ότι είναι καλοκαίρι, βρίσκεστε στην εξοχή, και ο δρόμος δεν είναι ηλεκτροφωτισμένος. Τι θα μπορούσατε να έχετε μαζί σας ώστε να φωτίζετε το δρόμο και να περπατάτε με ασφάλεια;⁷

.....

.....

Στη συζήτηση που θα ακολουθήσει, στόχος είναι οι μαθητές να αναφέρουν τους ηλεκτρικούς φακούς. Αυτός είναι ένας παραδοσιακός τύπος αφόρμησης, όπου ανακαλούνται εμπειρίες.

Ακολούθως, ο εκπαιδευτικός δείχνει στους μαθητές του έναν ηλεκτρικό φακό. Ανοίγει το διακόπτη – το λαμπάκι ανάβει και σβήνει. Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός ανακοινώνει στους μαθητές ότι: «Σήμερα θα προσπαθήσουμε να μάθουμε από τι αποτελούνται και πώς λειτουργούν οι ηλεκτρικοί φακοί. Όπως βλέπετε, το κουτί που περιβάλλει το φακό είναι κλειστό και δεν μπορούμε να δούμε τι έχει μέσα. Εμείς όμως θα προσπαθήσουμε, χωρίς να το ανοίξουμε, να μάθουμε πώς ανάβει το λαμπάκι και να εξηγήσουμε και σε άλλους πώς συμβαίνει αυτό»⁸.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Συζητήστε με την ομάδα σας και καταγράψτε διάφορες περιπτώσεις στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι ηλεκτρικοί φακοί.

Στόχος είναι να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές ότι η λειτουργία των μικρών αυτών συσκευών δεν εξαρτάται από το δίκτυο του σπιτιού μας. Έτσι, θα δοθεί η ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να εξηγήσει ότι υπάρχουν συσκευές που χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες περιπτώσεις στις οποίες δεν μπορούν να είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο του σπιτιού. Η επεξήγηση αυτή είναι απαραίτητη διότι, όπως θα τους ανακοινώσει στη συνέχεια, οι συσκευές αυτές λειτουργούν με συνεχές ρεύμα, σε αντίθεση με τις συσκευές στο σπίτι μας που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Συζητήστε με την ομάδα σας και σημειώστε ποια νομίζετε ότι είναι τα βασικά στοιχεία για τη λειτουργία ενός φακού.

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα αποτελέσματα των συζητήσεών τους. Ο εκπαιδευτικός τα ομαδοποιεί και τα καταγράφει στον πίνακα.

Αναμένεται ότι οι μαθητές θα αναφέρουν τουλάχιστον τα λαμπάκια και τις μπαταρίες.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Ανάδειξη ιδεών

Στην εικόνα 10.34 βλέπουμε μια μπαταρία και ένα λαμπάκι.



Συζητήστε μεταξύ σας και καταγράψτε οτιδήποτε μπορεί να χρειαστείτε για να κάνετε αυτό το λαμπάκι να ανάψει.

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα υλικά που υποθέτουν ότι θα χρειαστούν, και ο εκπαιδευτικός τα καταγράφει στον πίνακα.

Αναμένεται ότι κάποια ομάδα θα προτείνει τα καλώδια (αγωγούς), πράγμα που επισημαίνει ο εκπαιδευτικός.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Παρατηρήστε προσεκτικά το λαμπάκι και την μπαταρία. Κατόπιν, σχεδιάστε στο τετράδιό σας, ο καθένας μόνος του (απεικονίζοντας κάθε καλώδιο με μια γραμμή), πώς θα πρέπει να συνδεθεί το λαμπάκι με την μπαταρία ώστε να ανάψει, και αιτιολογήστε το λόγο για τον οποίο το σχεδιάσατε με αυτό τον τρόπο.

.....

Δείξτε ο ένας στον άλλο (στην ομάδα σας) τις συνδέσεις που προτείνει ο καθένας όπως τις έχει σχεδιάσει. Εντοπίστε τυχόν διαφορές στις εικόνες και καταγράψτε τες.

.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Συζητήστε μεταξύ σας και προσπαθήστε να καταλήξετε σε κάποιο κοινό σχέδιο. Αιτιολογήστε τους λόγους για τους οποίους καταλήξατε σε αυτό το σχέδιο και τι ήταν εκείνο που έκανε τους άλλους να συμφωνήσουν με αυτή την απόφαση. Σε περίπτωση που δεν καταλήξατε σε ένα, απεικονίστε τα δύο επικρατέστερα.

.....

.....

Στο σημείο αυτό, οι ομάδες ανακοινώνουν στην τάξη τις προτάσεις τους. Ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί και τις καταγράφει στον πίνακα.

Αναμένεται να αναδειχθεί το μοντέλο μονοπολικού ρεύματος, καθώς και η αδυναμία των μαθητών να σχεδιάσουν με έναν ακριβή και συνεπή τρόπο (έστω και με ένα απλό σκίτσο) τη σύνδεση ενός κυκλώματος.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Αναδόμηση ιδεών - Εισαγωγή της νέας γνώσης

α. Κατασκευή απλού ηλεκτρικού κυκλώματος

Ο εκπαιδευτικός μοιράζει σε κάθε ομάδα ένα λαμπάκι, μια μπαταρία και καλώδια.

Συζητήστε μεταξύ σας σε κάθε ομάδα και επιλέξτε όσα υλικά νομίζετε ότι χρειάζεστε. Να τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχέδιο που έχετε προτείνει. Σημειώστε εάν άναψε το λαμπάκι ή όχι.

.....

.....

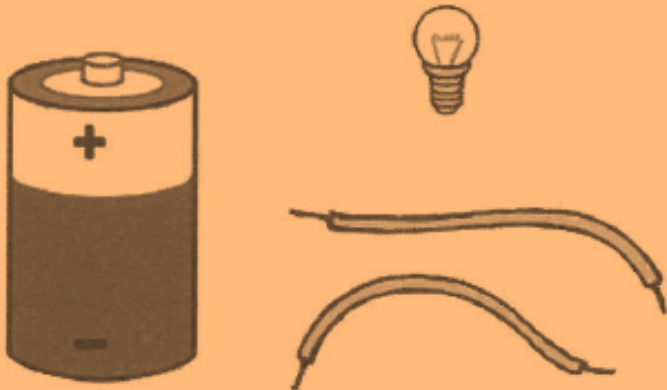
.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Εάν δεν άναψε το λαμπάκι της ομάδας σας, αξίζει να κάνετε μια ακόμα προσπάθεια. Να επιλέξετε πάλι όσα υλικά νομίζετε ότι χρειάζεστε και να κάνετε διάφορους συνδυασμούς έως ότου επιτύχετε να ανάψει το λαμπάκι σας. Εφόσον το καταφέρετε, σχεδιάστε τη νέα συνδεσμολογία με την οποία είστε πλέον σίγουροι ότι το λαμπάκι σας ανάβει.



Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να παρατηρήσουν πολύ προσεκτικά το λαμπάκι και να εστιάσουν ιδιαίτερα στο μεταλλικό νήμα της λάμπας το οποίο καταλήγει σε δύο άκρες. Τους παροτρύνει να προσέξουν με ποια άκρη συνδέεται κάθε καλώδιο. Εφόσον περισσέψει χρόνος, ο εκπαιδευτικός μπορεί επιπλέον να ζητήσει από τις ομάδες να κάνουν τη σύνδεση χρησιμοποιώντας λωρίδες από αλουμινόχαρτο (η δραστηριότητα περιγράφεται στον εξής δικτυακό τόπο: http://9dim-rethymn.reth.sch.gr/contents_gr/scilab/experiments/Electric_circuits.pdf). Σε διαφορετική περίπτωση, μπορεί να αναθέσει την κατασκευή ως εργασία για το σπίτι.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Παρατηρήστε προσεκτικά το κύκλωμα που κατασκευάσατε. Πόσα καλώδια χρειάζονται για να ενωθεί το λαμπάκι με την μπαταρία και να μπορεί να ανάψει; Πώς συνδέονται αυτά τα καλώδια με το λαμπάκι και την μπαταρία (με ποιον πόλο της μπαταρίας το καθένα και σε ποιο σημείο στο λαμπάκι;);

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις παρατηρήσεις τους στην τάξη. Ακολουθεί συζήτηση σχετικά με το ρόλο των δύο καλωδίων, ύστερα από την οποία ο εκπαιδευτικός αναγράφει στον πίνακα: «Για να ανάψει το λαμπάκι, χρειάζονται δύο καλώδια (αγωγοί). Το ένα συνδέει τη μία άκρη από το λαμπάκι με τον θετικό πόλο της μπαταρίας, και το άλλο συνδέει την άλλη άκρη από το λαμπάκι με τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας».

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Συζητήστε μεταξύ σας και αποφασίστε εάν, για να ανάψει το λαμπάκι, τα διάφορα στοιχεία (καλώδια, μπαταρία και λαμπάκι) πρέπει να συνδεθούν σε μία ανοιχτή ή κλειστή γραμμή.

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απόψεις τους (που βασίζονται σε συγκεκριμένες παρατηρήσεις) στην τάξη. Ακολουθεί συζήτηση, ύστερα από την οποία ο εκπαιδευτικός αναγράφει στον πίνακα: «Το λαμπάκι μπορεί να ανάψει όταν τα στοιχεία του κυκλώματος συνδέονται σε μία ενιαία κλειστή γραμμή, που μοιάζει με κύκλο, και γι' αυτό η συνδεσμολογία ονομάζεται κύκλωμα».

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Προσπαθήστε να περιγράψετε με ακρίβεια τη συνδεσμολογία του κυκλώματος έτσι ώστε να είστε σίγουροι ότι θα τη θυμάστε.

.....

Ο εκπαιδευτικός μοιράζει και άλλα λαμπάκια, μπαταρίες και καλώδια, ώστε (εφόσον είναι εφικτό) να έχει κάθε παιδί τα δικά του.

Τώρα, ας προσπαθήσει καθένας χωριστά (με τη βοήθεια του διπλανού του, όπου χρειάζεται) να φτιάξει το κύκλωμα ώστε να ανάψει το λαμπάκι. Σε περίπτωση που κάποιος δυσκολεύεται, τα άλλα μέλη της ομάδας μπορούν να του εξηγήσουν τι πρέπει να κάνει.

Ο εκπαιδευτικός βεβαιώνεται ότι ανάβουν τα λαμπάκια όλων των παιδιών. Κατόπιν, σημειώνει στον πίνακα τη συνδεσμολογία του κυκλώματος με την οποία ανάβει το λαμπάκι. Εξηγεί στα παιδιά και σχηματίζει στον πίνακα την παρακάτω αντιστοίχιση που συνδέει τον καθημερινό με τον επιστημονικό λόγο:

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Καθημερινή γλώσσα	Επιστημονική γλώσσα (στη φυσική)
μπαταρία	ηλεκτρική πηγή
λαμπάκι	αντίσταση (καταναλωτής)
καλώδια	αγωγοί

Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός δείχνει στους μαθητές πώς να συνδέουν καλώδια (δηλαδή πώς να ενώνουν το «θηλυκό» άκρο του ενός με το «αρσενικό» του άλλου) ώστε να κατασκευάζουν καλώδια μεγαλύτερου μήκους. (Αυτό θα βοηθήσει αργότερα να συνδεθούν πιο εύκολα στο κύκλωμα ο διακόπτης, το πολύμετρο, ή το αμπερόμετρο, κ.λπ.)

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Ενώστε δύο καλώδια ώστε να σχηματιστεί ένα ενιαίο καλώδιο μεγαλύτερου μήκους. Σημειώστε πώς θα πρέπει να επιλέξετε τα καλώδια ώστε να ταιριάζουν οι ακροδέκτες τους.

Ο εκπαιδευτικός περιφέρεται στις διάφορες ομάδες και βοηθά όλους τους μαθητές να επιλέξουν τα κατάλληλα καλώδια ώστε να σχηματίσουν ένα μεγαλύτερο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Συνδέστε ακόμη δύο καλώδια στο κύκλωμά σας – ένα ανάμεσα στην μπαταρία και το λαμπάκι, και ένα ανάμεσα στο λαμπάκι και την μπαταρία, ώστε τώρα το κύκλωμά σας να έχει πολύ μεγαλύτερο μήκος, και να ανάβει το λαμπάκι.

Σχεδιάστε τη νέα συνδεσμολογία.

..... Ο εκπαιδευτικός ζητάει από τα παιδιά να ενώσουν τα δύο καλώδια (τους αγωγούς που περιέχονται σε αυτά) που συνδέουν τους πόλους της μπαταρίας με το λαμπάκι και να τα τυλίξουν με σελοτέιπ ή άλλο υλικό (π.χ. χαρτοταινία, μονωτική ταινία, κ.λπ.). Το ίδιο κάνει και ο ίδιος σε ένα κύκλωμα που έχει μπροστά του. Εξηγεί στα παιδιά ότι τα περισσότερα χοντρά καλώδια που συναντάμε στην καθημερινή ζωή να συνδέουν διάφορες συσκευές με την πρίζα περιέχουν τουλάχιστον δύο ξεχωριστούς αγωγούς. Στο σημείο αυτό, μπορεί να απογυμνώσει ένα κομμάτι από τα καλώδια του εμπορίου για να τους το δείξει.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

β. Η λειτουργία του διακόπτη

Συζητήστε με τα άλλα μέλη της ομάδας σας και προτείνετε τρόπους ώστε να μπορούμε εύκολα να αναβοσβήνουμε το λαμπάκι.

.....
.....
.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις προτάσεις τους.

Αναμένεται ότι κάποιες από αυτές θα προτείνουν να αποσυνδεθεί το λαμπάκι από το/τα καλώδιο/α ή η μπαταρία από το κύκλωμα. Επίσης, είναι πολύ πιθανό να προτείνουν να αποσυνδέσουν τα καλώδια στις μεταξύ τους ενώσεις.

Έτσι, ο εκπαιδευτικός θα βρει την ευκαιρία να εξηγήσει στα παιδιά το ρόλο του διακόπτη. Τους επισημαίνει πότε ένας διακόπτης είναι «ανοιχτός» και πότε «κλειστός». Μοιράζει στις ομάδες από ένα διακόπτη και τους ζητάει να τον παρεμβάλουν στο κύκλωμά τους.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Συνδέστε το διακόπτη σε ένα σημείο του κυκλώματος (π.χ. στον αγωγό που συνδέει τον θετικό πόλο της μπαταρίας με το λαμπάκι και σε σημείο που οι δύο επιμέρους αγωγοί συνδέθηκαν για να σχηματίσουν έναν μεγαλύτερο αγωγό). Για το σκοπό αυτό, μπορείτε να αλλάξετε τους αγωγούς αυτούς με άλλους που έχουν τους κατάλληλους ακροδέκτες.

Απεικονίστε το κύκλωμα όταν ο διακόπτης είναι «ανοιχτός» και το λαμπάκι ανάβει, καθώς και όταν ο διακόπτης είναι «κλειστός» και το λαμπάκι σβήνει.

Συνδέστε το διακόπτη και σε ένα σημείο του καλωδίου που συνδέει τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας με το λαμπάκι. Αν ανοιγοκλείσετε τώρα το διακόπτη, θα αναβοσβήσει πάλι το λαμπάκι;

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

γ. Το ηλεκτρικό ρεύμα

Τι είναι εκείνο που κατά την άποψή σας κάνει το λαμπάκι να ανάψει; Συζητήστε με τα άλλα μέλη της ομάδας σας και καταγράψτε τη μία ή τις δύο επικρατέστερες απόψεις.

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απόψεις τους στην τάξη. Ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί και τις αναγράφει στον πίνακα.

Αναμένεται να αναφερθεί το (ηλεκτρικό) ρεύμα.

Ο εκπαιδευτικός επικεντρώνεται σε αυτό και τους πληροφορεί ότι «το μέγεθος με το οποίο εκτιμούμε πόσο μεγάλο ή μικρό είναι το ρεύμα (δηλαδή το πόσο “μεγάλη” ή “μικρή” είναι η τιμή του ρεύματος) ονομάζεται ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και μετριέται με μονάδες A (αμπέρ). Όμως, οι εντάσεις ρεύματος που συνήθως μετράμε στο σχολείο είναι μικρές, και γι’ αυτό χρησιμοποιούμε τα mA που είναι υποπολλαπλάσια των A (το 1 mA είναι 1 χιλιοστό του A)».

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Συγκρίνοντας τη λειτουργία του διακόπτη στους δύο κλάδους του κυκλώματος, μπορείτε να συμπεράνετε κατά πόσο το ρεύμα περνάει από τον έναν μόνο ή και από τους δύο κλάδους; Συζητήστε με την ομάδα σας και αιτιολογήστε την άποψή σας.

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα συμπεράσματά τους. Ο εκπαιδευτικός τα καταγράφει στον πίνακα. Ακολουθεί συζήτηση, όπου ο εκπαιδευτικός φροντίζει να ενισχύονται τα επιχειρήματα που βασίζονται σε παρατηρήσεις, και στο τέλος αναγράφει στον πίνακα: «Στο απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, ρεύμα κυκλοφορεί και στους δύο κλάδους του κυκλώματος».

Ο εκπαιδευτικός ανακοινώνει στα παιδιά ότι ήρθε η ώρα να διαπιστώσουν κατά πόσο ο ηλεκτρικός φακός λειτουργεί κατά τρόπο παρόμοιο με το κύκλωμα που κατασκεύασαν. Ανοίγει το σώμα από έναν ή περισσότερους φακούς. Ανάλογα με τον αριθμό φακών που διαθέτει, είτε περιφέρει έναν στις ομάδες για να παρατηρήσουν το κύκλωμά του, είτε κάθε ομάδα παρατηρεί το σχετικό κύκλωμα στον δικό της φακό.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Παρατηρήστε προσεκτικά το κύκλωμα του φακού και επισημάνετε ομοιότητες και διαφορές με το κύκλωμα που κατασκευάσατε.

.....

.....

.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

δ. Η μέτρηση του ρεύματος (ο ρόλος του αμπερομέτρου, ή του πολυμέτρου – προαιρετικά για το Δημοτικό)

Ο εκπαιδευτικός εισάγει τους μαθητές του στον τρόπο μέτρησης του ηλεκτρικού ρεύματος. Τους πληροφορεί ότι θα προσπαθήσουν να διαπιστώσουν εάν περνάει (ηλεκτρικό) ρεύμα από το κύκλωμα που έχουν κατασκευάσει, καθώς επίσης και ότι θα μετρήσουν πόσο «μεγάλη» ή «μικρή» τιμή έχει το ρεύμα αυτό, την ένταση δηλαδή του ρεύματος.

Τότε, ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει στην τάξη το ψηφιακό πολύμετρο (ή το απλό αμπερόμετρο) ως ένα όργανο που μπορεί να μετρήσει την ένταση του ρεύματος σε οποιοδήποτε σημείο του κυκλώματος το συνδέσουμε. Εξηγεί στα παιδιά με απλά λόγια τον τρόπο λειτουργίας του πολυμέτρου, ή του αμπερομέτρου, και τους δείχνει πώς να επιλέγουν την κατάλληλη κλίμακα και πώς να το συνδέουν στο κύκλωμα (το + της μπαταρίας με το + του οργάνου). Τους τονίζει ότι θα πρέπει να πραγματοποιούν πάντα με τον ίδιο τρόπο τη σύνδεση του πολυμέτρου (ή του αμπερομέτρου), ώστε να μετρά με αξιόπιστο τρόπο την τιμή και τη φορά του ρεύματος. Η φορά αυτή για τις θετικές τιμές είναι η συμβατική φορά του ρεύματος? Ίσως θα ήταν χρήσιμο ο εκπαιδευτικός να γράψει στον υπολογιστή μερικές απλές και χρήσιμες οδηγίες σύνδεσης και χρήσης του οργάνου και να τις μοιράσει σε όλες τις ομάδες.

Δείχνει στα παιδιά πώς να συνδέουν το πολύμετρο στο σημείο όπου ενώνονται τα καλώδια. Επισημαίνει στα παιδιά ότι θα πρέπει να αλλάξουν το ένα καλώδιο ώστε να έχει τον κατάλληλο ακροδέκτη για τη σύνδεσή του με το πολύμετρο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Συνδέστε το πολύμετρο, ή το αμπερόμετρο, στο κύκλωμα που έχετε κατασκευάσει και μετρήστε την ένταση του ρεύματος. Καταγράψτε την τιμή της στον παρακάτω πίνακα.

Ένδειξη πολυμέτρου, ή αμπερομέτρου (τιμή ρεύματος σε mA)

Παρατηρήστε το όργανο και προσέξτε προς τα πού κλίνει ο δείκτης (ή, σε ψηφιακό πολύμετρο, εάν οι τιμές που δείχνει είναι θετικές ή αρνητικές). Επαναλάβετε το ίδιο ανοιγοκλείνοντας το διακόπτη, ώστε να είστε σίγουροι. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Ένδειξη πολυμέτρου: θετικές (+) τιμές ή αρνητικές (-) τιμές

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους στην τάξη, και ο εκπαιδευτικός σημειώνει: «Το πολύμετρο (ή το αμπερόμετρο) είναι ένα όργανο που μπορεί να μετρήσει την ένταση του ρεύματος εφόσον επιλεγεί η κατάλληλη κλίμακα. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ενδεικτικό της φοράς του ρεύματος. Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα έχει πραγματική φορά στο κύκλωμα (καλώδια του κυκλώματος, κ.λπ.) από τον αρνητικό στον θετικό πόλο της μπαταρίας. Εμείς όμως –για ιστορικούς λόγους– έχει επικρατήσει να χρησιμοποιούμε συμβατική φορά για το ρεύμα από τον θετικό στον αρνητικό πόλο της μπαταρίας-ηλεκτρικής πηγής».

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Εφαρμογή της νέας γνώσης

Σε αντιστοιχία με το κύκλωμα με το ένα λαμπάκι που έχετε ήδη φτιάξει, μπορείτε τώρα να συνδέσετε δύο λαμπάκια στη σειρά έτσι ώστε να ανάψουν; Συζητήστε με την ομάδα σας και προχωρήστε στην κατασκευή του σχετικού κυκλώματος. Καταγράψτε τις δυσκολίες που συναντήσατε.

.....

.....

.....

Μετρήστε την ένταση του ρεύματος με τη βοήθεια του αμπερομέτρου (πολυμέτρου) στο κύκλωμα με τα δύο λαμπάκια. Καταγράψτε την ένταση και τη φορά του ρεύματος στον παρακάτω πίνακα:

Ένδειξη πολυμέτρου, ή αμπερομέτρου (τιμή ρεύματος σε mA)	Ένδειξη πολυμέτρου: θετικές (+) τιμές ή αρνητικές (-) τιμές

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Σχεδιάστε το κύκλωμα με τα δύο λαμπάκια στη σειρά και εξηγήστε ποιες είναι οι διαφορές του και ποιες οι ομοιότητές του με το κύκλωμα που περιλαμβάνει μόνο ένα λαμπάκι.

.....

.....

.....

Ανασκόπηση

Συγκρίνετε τη συνδεσμολογία του κυκλώματος με το ένα λαμπάκι που σχεδιάσατε στην αρχή με τη συνδεσμολογία στην οποία καταλήξατε αφού καταφέρατε να κάνετε το λαμπάκι να ανάψει. Σημειώστε τις διαφορές τους και καταγράψτε τα σημεία στα οποία χρειάστηκε να αλλάξετε άποψη για να κάνετε το λαμπάκι να ανάψει.

.....

.....

.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος»

Εργασία για το σπίτι

Να γράψετε ακριβείς οδηγίες για τον τρόπο κατασκευής ενός κυκλώματος με ένα λαμπάκι (ώστε να ανάβει το λαμπάκι) που να απευθύνονται σε κάποιον άλλο ο οποίος δεν γνωρίζει (στον/ην μικρότερο/η αδελφό/ή σας, στον πατέρα ή στη μητέρα σας, κ.λπ.). Να του εξηγήσετε με σαφήνεια τι πρέπει οπωσδήποτε να αποφύγει, ώστε να ανάψει το λαμπάκι. Επιπλέον, ή εναλλακτικά, και εφόσον δεν έχει πραγματοποιηθεί ήδη η παρακάτω δραστηριότητα:

Κατασκευάστε ένα κύκλωμα με μία μπαταρία και ένα λαμπάκι, όπου, αντί για τα συνήθη καλώδια, θα χρησιμοποιήσετε λωρίδες αλουμινόχαρτου. Εάν χρειαστείτε βοήθεια, ανατρέξτε στον παρακάτω δικτυακό τόπο (όπως αναφέρθηκε και παραπάνω):

http://9dim-rethymn.reth.sch.gr/contents_gr/scilab/experiments/Electric_circuits.pdf,

όπου περιγράφεται η σχετική δραστηριότητα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Προαπαιτούμενες γνώσεις:

Οι μαθητές γνωρίζουν πώς να κατασκευάζουν ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, με λαμπάκι και διακόπτη, καθώς και πώς να χρησιμοποιούν πολύμετρο (για να μετρούν την ένταση του ρεύματος και να διαβάζουν τις ενδείξεις του).

Οι ιδέες των μαθητών:

Όσον αφορά γενικά το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, οι μαθητές έχουν ένα κυρίαρχο μοντέλο «τροφοδότη-καταναλωτή», στο οποίο η μπαταρία δίνει ηλεκτρικό ρεύμα στο λαμπάκι. Το ηλεκτρικό ρεύμα είτε καταναλώνεται εξ ολοκλήρου από το λαμπάκι είτε καταναλώνεται εν μέρει από αυτό, και το υπόλοιπο επιστρέφει στην μπαταρία.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Ειδικότερα, οι βασικές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών¹⁰ εντάσσονται στα ακόλουθα μοντέλα:

- *Μονοπολικό μοντέλο: Απαιτείται μόνο ένας αγωγός σύνδεσης μεταξύ της πηγής (μπαταρίας) και του καταναλωτή (λαμπάκι). Το ρεύμα ξεκινάει από την μπαταρία και, μέσω αγωγού, φτάνει στον καταναλωτή, όπου και καταναλώνεται.*

- *Διπολικό μοντέλο (μοντέλο των δύο αντίθετων ρευμάτων, ή μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων): Δύο ρεύματα ξεκινούν από τους δύο πόλους της μπαταρίας (αντίστοιχα) με προορισμό τη λάμπα, όπου συναντώνται και προκαλούν φωτοβολία της λάμπας.*

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

- Μοντέλο της κατανάλωσης του ρεύματος, ή μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος: Το ρεύμα, καθώς περνάει από τα διάφορα στοιχεία του κυκλώματος (π.χ. λαμπάκια), βαθμιαία καταναλώνεται και εξασθενεί. Έτσι: α) η λάμπα που είναι πρώτη στο δρόμο του καταναλώνει περισσότερο ρεύμα και φωτοβολεί εντονότερα, ενώ από τη δεύτερη περνάει ρεύμα μικρότερης έντασης και φωτοβολεί ασθενέστερα, ή β) (κατά μία εκδοχή του), επειδή και οι δύο λάμπες μοιράζονται την ίδια ποσότητα ρεύματος, φωτοβολούν και οι δύο το ίδιο, αλλά ασθενέστερα. (Η τελευταία αυτή εκδοχή ονομάζεται και μεριστικό μοντέλο.)

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Διδακτικοί στόχοι:

Οι μαθητές να μπορούν:

- να υποστηρίζουν με επιχειρήματα ότι, σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, το ηλεκτρικό ρεύμα κυκλοφορεί σε όλο το μήκος του (σε όλους τους αγωγούς και τα λαμπάκια),
- να υποστηρίζουν, με την εκτέλεση ενός πειράματος, ότι το ρεύμα διατηρείται σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (η τιμή του παραμένει σταθερή σε όλα τα σημεία του κυκλώματος και δεν μεταβάλλεται), και ότι ο καταναλωτής (π.χ. ένα λαμπάκι) δεν καταναλώνει ηλεκτρικό ρεύμα,
- να επιχειρηματολογούν ότι, στο απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (συνεχούς ρεύματος), το ρεύμα έχει μία μόνο κατεύθυνση.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Μέθοδος διδασκαλίας: Ακολουθείται το μοντέλο του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού, με στόχο την αναδόμηση των βασικών εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.

Τρόπος οργάνωσης της τάξης: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες.

Βαθμίδα εκπαίδευσης: Δημοτικό και Γυμνάσιο.

Διάρκεια: 2 ώρες.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Υλικά: Σε κάθε ομάδα δίνονται τέσσερα λαμπάκια, μεταλλικές λυχνιο-λαβές (ντουί) ως βάσεις υποδοχής και στήριξης για τα λαμπάκια, ένας διακόπτης, ένα πολύμετρο, δύο μπαταρίες, καλώδια μήκους 20 εκ. – κάποια από αυτά με κατάλληλους αρσενικούς και θηλυκούς ακροδέκτες (μπανάνες), κάποια με «κροκοδειλάκια» στις άκρες και κάποια με ελεύθερη (απογυμνωμένη) άκρη, ώστε να μπορούν να σχηματιστούν καλώδια μεγαλύτερου μήκους και να γίνονται εύκολα οι συνδέσεις με τα όργανα, τα λαμπάκια και τις μπαταρίες.

Η συγκεκριμένη διδακτική πορεία θα περιοριστεί σε κυκλώματα σε σειρά. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να επιχειρηθεί η αναδόμηση του μεριστικού μοντέλου, η οποία απαιτεί συνδυασμό γνώσεων και δραστηριοτήτων τόσο από κυκλώματα σε σειρά όσο και από κυκλώματα σε παράλληλη σύνδεση.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

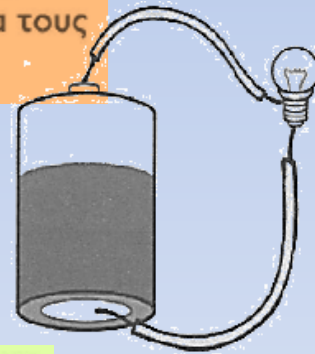
Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

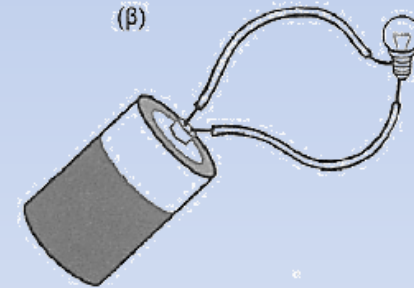
Αξιολόγηση της προηγούμενης γνώσης

Στο προηγούμενο μάθημα, είχατε σχεδιάσει στην αρχή μερικά κυκλώματα με τα οποία θεωρούσατε ότι τα λαμπάκια θα μπορούσαν να ανάψουν. Κάποια από αυτά απεικονίζονται στην εικόνα . Παρατηρήστε τα προσεκτικά, συζητήστε με την ομάδα σας και επιλέξτε εκείνα των οποίων τα λαμπάκια πιστεύετε ότι ανάβουν. Χρωματίστε με κίτρινο χρώμα τα λαμπάκια που θεωρείτε ότι ανάβουν και επιχειρηματολογήστε για τους λόγους της επιλογής σας.

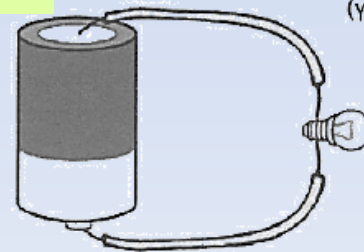
Εφόσον ο εκπαιδευτικός σιγουρευτεί ότι όλοι οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν ένα απλό κύκλωμα, προχωρεί στη διδασκαλία σχετικά με τη διερεύνηση της έννοιας του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα απλό κύκλωμα και την αναδόμηση των ιδεών των μαθητών.



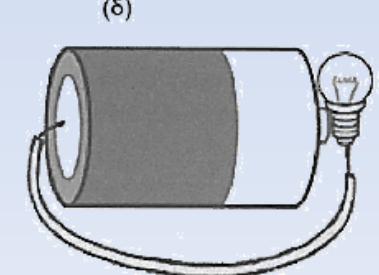
(α)



(β)



(γ)



(δ)

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

1. Ανάδειξη και αναδόμηση των ιδεών των μαθητών με ποιοτικό τρόπο (Δημοτικό)

Στη συγκεκριμένη διδακτική πορεία, η αναδόμηση των εναλλακτικών εννοιών των μαθητών θα γίνει με ποιοτικό τρόπο, διότι τα παιδιά σε αυτή την ηλικία δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιούν σύνθετα όργανα για την πραγματοποίηση μετρήσεων. Αν όμως κάποιοι μαθητές έχουν τις κατάλληλες δεξιότητες, και ο δάσκαλός τους κρίνει ότι μπορούν να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις πειραμάτων με τη χρήση οργάνων όπως το αμπερόμετρο, ή το πολύμετρο, τότε θα μπορούσαν κατά τη διδασκαλία να αξιοποιηθούν στοιχεία του φύλλου εργασίας για το Γυμνάσιο.

Ο έλεγχος των ιδεών των μαθητών με ποιοτικό τρόπο μάς περιορίζει μόνο σε μια πρώτη προσπάθεια αναδόμησης του μοντέλου του μονοπολικού ρεύματος και του μοντέλου εξασθένησης του ρεύματος στη μία εκδοχή του (π.χ. δεν μπορούμε να αναδομήσουμε το μεριστικό μοντέλο), ενώ δεν μπορούμε να επιτύχουμε αναδόμηση του μοντέλου των συγκρουόμενων ρευμάτων.

Το μοντέλο του μονοπολικού ρεύματος έχει στην ουσία αναδομηθεί στην προηγούμενη ενότητα. Η αναδόμηση αυτή όμως θα ισχυροποιηθεί επιπλέον με αφορμή τις προσπάθειες που θα γίνουν για την αναδόμηση του μοντέλου εξασθένησης του ρεύματος που κατέχει μεγάλη μερίδα μαθητών.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

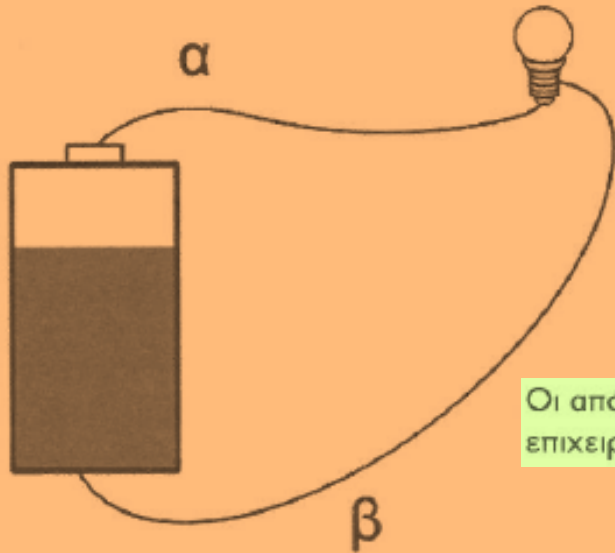
Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Αντιμετώπιση του μοντέλου μονοπολικού ρεύματος και του μοντέλου εξασθένησης του ρεύματος

Ανάδειξη ιδεών

Στο παρακάτω σχήμα, απεικονίζεται ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει μία μπαταρία, ένα λαμπάκι και δύο καλώδια α και β. Συζητήστε



Οι απόψεις των ομάδων ομαδοποιούνται και καταγράφονται στον πίνακα. Ακολούθως, επιχειρείται ανάδειξη των ιδεών με διάφορους τρόπους.

με την ομάδα σας για ποιο λόγο πιστεύετε ότι χρειάζονται δύο καλώδια για το άναμμα της λάμπας.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Όταν ρωτήθηκαν για το ίδιο θέμα τα παιδιά μιας ομάδας, απάντησαν ως εξής:

ΒΑΣΙΛΗΣ: Το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι, ένα μέρος του καταναλώνεται για να ανάψει το λαμπάκι, και το υπόλοιπο επιστρέφει στην μπαταρία.

ΓΕΩΡΓΙΑ: Δεν συμφωνώ! Νομίζω ότι το ρεύμα είναι ίδιο και στα δύο καλώδια.

ΔΗΜΗΤΡΗΣ: Εγώ πιστεύω ότι το ρεύμα φτάνει στο λαμπάκι όπου καταναλώνεται όλο ώστε να ανάψει.

ΜΑΡΙΑ: Εγώ συμφωνώ εν μέρει με τον Δημήτρη. Το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι όπου καταναλώνεται όλο. Το δεύτερο καλώδιο στην πραγματικότητα δεν χρειάζεται. Ίσως είναι χρήσιμο στην περίπτωση που πάθει κάτι το πρώτο καλώδιο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Συζητήστε με την ομάδα σας και –σύμφωνα με όσα σημειώσατε παραπάνω– αποφασίστε με ποια από τις παραπάνω απόψεις συμφωνείτε. Σε περίπτωση που διαφωνείτε με όλες, καταγράψτε τη δική σας άποψη, ή τις επικρατέστερες δύο απόψεις της ομάδας σας. Μην παραλείψετε να δικαιολογήσετε τις απόψεις σας.

.....

.....

Οι απόψεις των ομάδων ανακοινώνονται στην τάξη. Ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί και τις σημειώνει στον πίνακα. Εξηγεί στα παιδιά ότι το πόσο φωτοβολεί ένα λαμπάκι εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που περνά από αυτό. Εάν είναι μεγάλη η ένταση του ρεύματος, θα φωτοβολεί έντονα. Σε αντίθετη περίπτωση, θα φωτοβολεί λιγότερο έντονα, ή αμυδρά.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας και προτείνετε έναν τρόπο με τον οποίο θα μπορούσατε να ελέγξετε αν το ρεύμα (η ένταση του ρεύματος) στο καλώδιο α είναι το ίδιο, μεγαλύτερο ή μικρότερο από το ρεύμα στο καλώδιο β, ή και ίσο με μηδέν

.....

.....

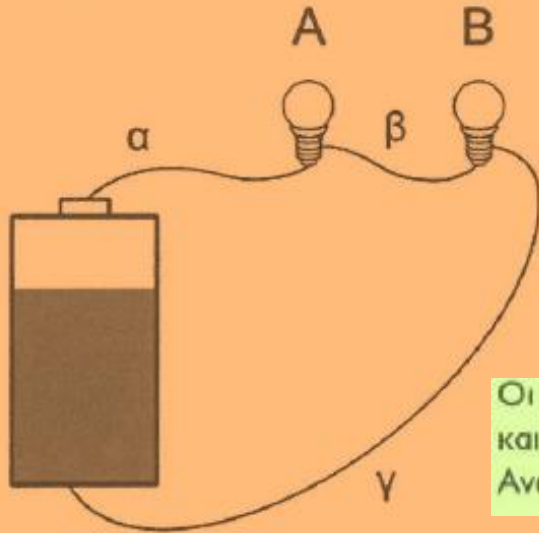
.....

Οι προτάσεις των ομάδων ανακοινώνονται στην τάξη. Ακολουθεί συζήτηση με όλη την τάξη. Σε περίπτωση που δεν προκύψει τρόπος ελέγχου από τα παιδιά, ο εκπαιδευτικός προτείνει να συνδεθεί ένα δεύτερο ίδιο λαμπάκι σε σειρά στο κύκλωμα, ώστε η φωτοβολία του να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο σύγκρισης. Επιπλέον, για να εξασφαλιστεί η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών και να προκληθεί επιπλέον αναδόμηση των ιδεών τους, ο εκπαιδευτικός καλεί τις ομάδες να τοποθετηθούν στην παρακάτω ερώτηση:

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Παρατηρήστε προσεκτικά το παρακάτω κύκλωμα που περιλαμβάνει δύο όμοια λαμπάκια A και B, τα οποία έχουν συνδεθεί σε σειρά, μία μπαταρία, και τρία καλώδια α, β και γ



Οι απόψεις των μαθητών ανακοινώνονται στην τάξη. Ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί και τις καταγράφει στον πίνακα. Αναμένεται να αναδειχθεί το μοντέλο εξασθένησης του ρεύματος.

Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας και αποφασίστε εάν:

- α) το λαμπάκι A θα φωτοβολεί περισσότερο από το B,
- β) το λαμπάκι A θα φωτοβολεί το ίδιο με το B,
- γ) το λαμπάκι A θα φωτοβολεί λιγότερο από το B,
- δ) το λαμπάκι A δεν θα φωτοβολεί,
- ε) το λαμπάκι B δεν θα φωτοβολεί.

Αιτιολογήστε την άποψή σας.

.....

.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

1. Αναδόμηση των ιδεών του μονοπολικού μοντέλου και του μοντέλου εξασθένησης

Παρατηρήστε τα λαμπάκια και καταγράψτε εάν φωτοβολούν το ίδιο ή όχι. Συμφωνούν τα αποτελέσματα του πειράματος με αυτά που περιμένατε; Με ποια από τις παραπάνω πέντε απόψεις του φύλλου εργασίας φαίνεται να συμφωνούν οι παρατηρήσεις σας;

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απόψεις τους. Αναμένεται να διαπιστώσουν ότι τα λαμπάκια φωτοβολούν το ίδιο. Μερικά όμως παιδιά έχουν πολύ ισχυρή την εναλλακτική ιδέα της εξασθένησης του ρεύματος και επιμένουν σε αυτήν. Θεωρούν πιθανό η μία λάμπα να φωτοβολεί ελάχιστα λιγότερο από την άλλη, ώστε να μην είναι αισθητή η μεταξύ τους διαφορά. Στο σημείο αυτό βοηθά πολύ η συζήτηση μεταξύ των μελών της ομάδας. Επίσης, άλλα παιδιά θεωρούν ότι και οι δύο λάμπες καταναλώνουν το ρεύμα, αλλά, επειδή το μοιράζονται, φωτοβολούν το ίδιο μεν και οι δύο, αλλά ασθενέστερα (σε σχέση με την περίπτωση που δεν κατανάωναν ρεύμα). Τα παιδιά αυτά θα αναδομήσουν τις απόψεις τους όταν σε επόμενη βαθμίδα επιχειρήσουν έλεγχο των ιδεών τους με ποσοτικό τρόπο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Εφόσον τα δύο λαμπάκια φωτοβολούν το ίδιο, συζητήστε μεταξύ σας και καταλήξτε σε κάποιο συμπέρασμα σχετικά με το εάν μεταβάλλεται το ρεύμα κατά μήκος του κυκλώματος – εάν δηλαδή διατηρείται σταθερό ή όχι σε όλο το κύκλωμα (και στα τρία καλώδια του κυκλώματος). Αιτιολογήστε την άποψή σας.

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα συμπεράσματά τους στην τάξη. Ακολουθεί συζήτηση, και ο εκπαιδευτικός αναγράφει στον πίνακα: «Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (σε σειρά) διατηρείται, δηλαδή περνάει από τα διάφορα στοιχεία του κυκλώματος χωρίς να μεταβάλλεται».

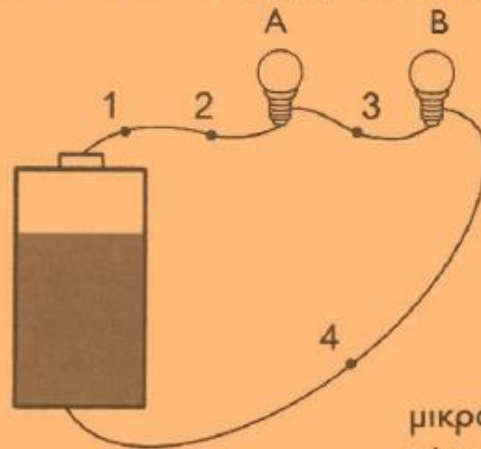
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Εφαρμογή της νέας γνώσης

Στο παρακάτω κύκλωμα εάν η τιμή της έντασης του ρεύματος στο σημείο 1 είναι 3 mA, πόση νομίζετε ότι θα είναι (μεγαλύτερη,



μικρότερη ή ίση) στα σημεία 2, 3 και 4; Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα και δικαιολογήστε την άποψή σας¹.

Σημείο στο κύκλωμα	Τιμή έντασης ρεύματος σε mA
1	
2	
3	
4	

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Παρακάτω βλέπουμε μια διαφήμιση ηλεκτρικής σόμπας από κάποιο περιοδικό. Διαβάστε το κείμενό της προσεκτικά, συζητήστε με την ομάδα σας και προτείνετε πιθανές διορθώσεις, ώστε το κείμενο της διαφήμισης να συμφωνεί με όσα μάθατε σήμερα. Αιτιολογήστε τις προτάσεις σας.



ΘΕΡΜΑΣΤΡΑ 3Α: Η καλύτερη ηλεκτρική θερμάστρα στην αγορά! Με τη χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που έγινε ποτέ.

Θα τη λατρέψετε!

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Ανασκόπηση

Ας θυμηθούμε το διάλογο μιας ομάδας μαθητών στην αρχή του μαθήματός μας.

ΒΑΣΙΛΗΣ: Το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι, ένα μέρος του καταναλώνεται για να ανάψει το λαμπάκι, και το υπόλοιπο επιστρέφει στην μπαταρία.

ΓΕΩΡΓΙΑ: Δεν συμφωνώ! Νομίζω ότι το ρεύμα είναι ίδιο και στα δύο καλώδια.

ΔΗΜΗΤΡΗΣ: Εγώ πιστεύω ότι το ρεύμα φτάνει στο λαμπάκι όπου καταναλώνεται όλο ώστε να ανάψει.

ΜΑΡΙΑ: Εγώ συμφωνώ εν μέρει με τον Δημήτρη. Το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι όπου καταναλώνεται όλο. Το δεύτερο καλώδιο στην πραγματικότητα δεν χρειάζεται. Ίσως είναι χρήσιμο στην περίπτωση που πάθει κάτι το πρώτο καλώδιο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Με ποιο από τα παιδιά συμφωνούσατε αρχικά;

.....

.....

.....

Με ποιο συμφωνείτε τώρα;

.....

.....

.....

Τι ήταν εκείνο που σας έκανε να αλλάξετε γνώμη;

.....

.....

.....

Τελικά, μεταβάλλεται το ρεύμα καθώς φωτοβολούν τα λαμπάκια;

.....

.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

II. Ανάδειξη και αναδόμηση των ιδεών των μαθητών με ποσοτικό τρόπο (Γυμνάσιο και, προαιρετικά, Δημοτικό)

Το μοντέλο του μονοπολικού ρεύματος έχει στην ουσία αναδομηθεί στην προηγούμενη ενότητα. Η αναδόμηση αυτή ωστόσο θα ισχυροποιηθεί επιπλέον με αφορμή τις προσπάθειες που θα γίνουν για αναδόμηση των ιδεών των μαθητών που υποστηρίζουν (ή έχουν μετατοπιστεί προς) πιο προχωρημένα μοντέλα (εξασθένησης ρεύματος, συγκρουόμενων ρευμάτων).

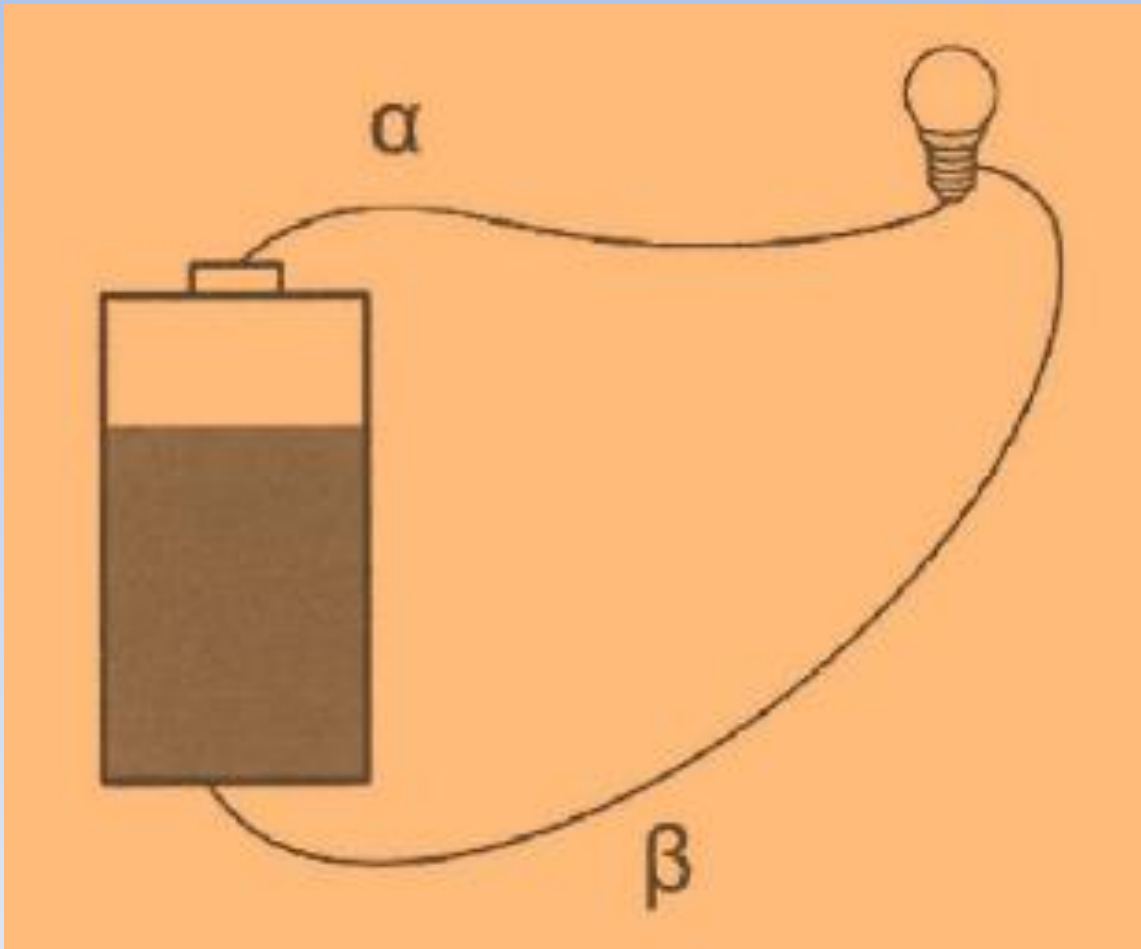
Ανάδειξη ιδεών

Στην εικόνα παρακάτω, απεικονίζεται ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει μία πηγή (μπαταρία), έναν καταναλωτή (λαμπάκι) και δύο αγωγούς στα καλώδια α και β. Συζητήστε με την ομάδα σας για ποιο λόγο πιστεύετε ότι χρειάζονται δύο καλώδια για το άναμμα της λάμπας.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Όταν ρωτήθηκαν για το ίδιο θέμα τα παιδιά μιας ομάδας, απάντησαν ως εξής:

ΒΑΣΙΛΗΣ: Το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι, ένα μέρος του καταναλώνεται για να ανάψει το λαμπάκι, και το υπόλοιπο επιστρέφει στην μπαταρία.

ΓΕΩΡΓΙΑ: Δεν συμφωνώ! Νομίζω ότι το ρεύμα είναι ίδιο και στα δύο καλώδια.

ΔΗΜΗΤΡΗΣ: Εγώ πιστεύω ότι το ρεύμα φτάνει στο λαμπάκι όπου καταναλώνεται όλο ώστε να ανάψει.

ΜΑΡΙΑ: Εγώ συμφωνώ εν μέρει με τον Δημήτρη. Το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι όπου καταναλώνεται όλο. Το δεύτερο καλώδιο στην πραγματικότητα δεν χρειάζεται. Ίσως είναι χρήσιμο στην περίπτωση που πάθει κάτι το πρώτο καλώδιο.

ΔΗΜΗΤΡΗΣ: Εγώ εννοούσα όμως ότι το ρεύμα φτάνει και από τα δύο καλώδια στο λαμπάκι όπου και καταναλώνεται όλο. Άρα, χρειάζεται και το δεύτερο καλώδιο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Συζητήστε με την ομάδα σας και –σύμφωνα με όσα σημειώσατε παραπάνω– αποφασίστε με ποια από τις παραπάνω απόψεις συμφωνείτε. Σε περίπτωση που διαφωνείτε με όλες, καταγράψτε τη δική σας άποψη, ή τις επικρατέστερες δύο απόψεις της ομάδας σας. Μην παραλείψετε να δικαιολογήσετε τις απόψεις σας.

.....

.....

Οι απόψεις των ομάδων ανακοινώνονται στην τάξη. Ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί και τις σημειώνει στον πίνακα.

Αναμένεται να αναδειχθούν τα τρία κυρίαρχα μοντέλα: του μονοπολικού ρεύματος (εάν επιμένει), της εξασθένησης του ρεύματος, και των συγκρουόμενων ρευμάτων. Θα επικεντρωθούμε αρχικά στην αναδόμηση του μοντέλου μονοπολικού ρεύματος και του μοντέλου εξασθένησης ρεύματος, και ακολούθως του μοντέλου των συγκρουόμενων ρευμάτων.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

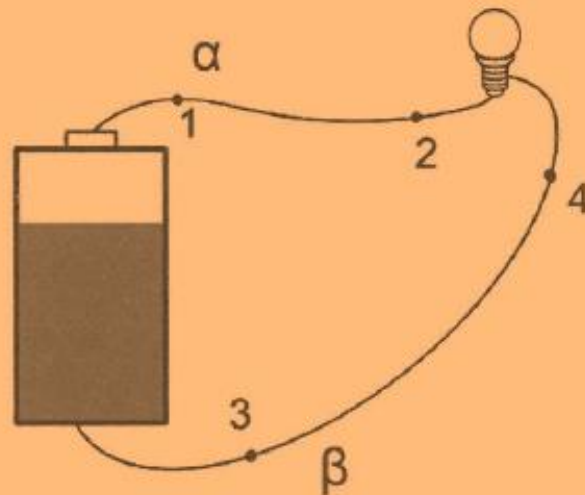
Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Αντιμετώπιση α) του μοντέλου μονοπολικού ρεύματος και β) του μοντέλου εξασθένησης ρεύματος

Ανάδειξη των ιδεών

Έστω ότι συνδέετε το πολύμετρο (ή το αμπερόμετρο) διαδοχικά σε δύο τυχαία σημεία 1 και 2 του καλωδίου α, και σε δύο τυχαία σημεία 3 και 4 του καλωδίου β (Εικόνα). Πιστεύετε ότι οι μετρήσεις της τιμής του ρεύματος που θα δείξει το όργανο στα τέσσερα αυτά σημεία 1, 2, 3 και 4 θα είναι ίσες ή διαφορετικές;

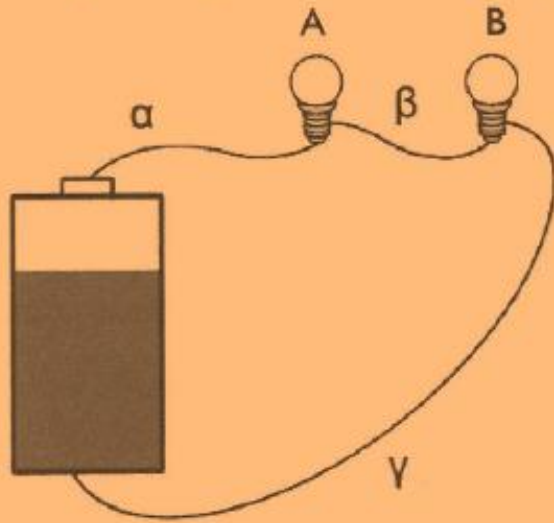


Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας, αποφασίστε σχετικά και καταγράψτε αναλυτικά την άποψή σας αιτιολογώντας την.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Παρατηρήστε προσεκτικά το παρακάτω κύκλωμα που περιλαμβάνει δύο όμοια λαμπάκια Α και Β, τα οποία έχουν συνδεθεί σε σειρά, μία μπαταρία, και τρία καλώδια α, β και γ



Οι ομάδες ανακοινώνουν τις υποθέσεις τους.

Αναμένεται να αναδειχθεί το μοντέλο εξασθένησης του ρεύματος. Για να δοκιμάσουμε ακόμη περισσότερο τις ιδέες τους, τους καλούμε να απαντήσουν και στις παρακάτω δύο ερωτήσεις.

Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας και αποφασίστε εάν:

- α) το λαμπάκι Α θα φωτοβολεί περισσότερο από το Β,
- β) το λαμπάκι Α θα φωτοβολεί το ίδιο με το Β,
- γ) το λαμπάκι Α θα φωτοβολεί λιγότερο από το Β,
- δ) το λαμπάκι Α δεν θα φωτοβολεί,
- ε) το λαμπάκι Β δεν θα φωτοβολεί.

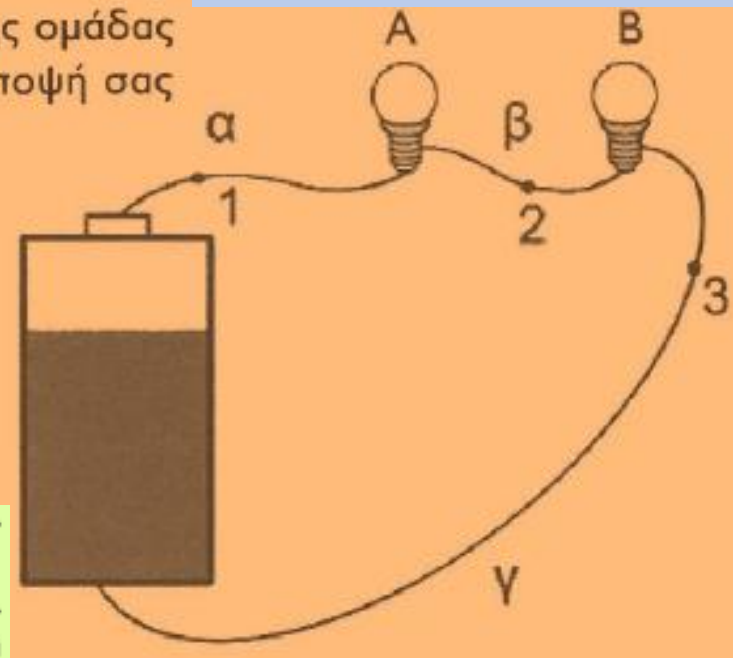
Αιτιολογήστε την άποψή σας.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Έστω ότι συνδέετε το πολύμετρο (αμπερόμετρο) σε ένα τυχαίο σημείο 1 του καλωδίου α, σε κάποιο τυχαίο σημείο 2 του καλωδίου β και σε κάποιο τυχαίο σημείο 3 του καλωδίου γ και παίρνετε τις ενδείξεις τους. Νομίζετε ότι οι τιμές του ρεύματος στα καλώδια α, β και γ θα είναι ίσες ή διαφορετικές; Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας, αποφασίστε σχετικά και καταγράψτε αναλυτικά την άποψή σας αιτιολογώντας την.



Οι απόψεις των μαθητών ανακοινώνονται στην τάξη. Ακολουθεί συζήτηση, όπου αναμένεται να αναδειχθεί επίσης το μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος.

Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να προβούν σε έλεγχο των ιδεών τους. Μοιράζει στις ομάδες αρκετά καλώδια μήκους 10 εκ., με ποικιλία ακροδεκτών (θηλυκών και αρσενικών), για να μπορέσουν αφενός να κατασκευάσουν μεγαλύτερου μήκους ενιαία καλώδια α, β και γ και αφετέρου να συνδέσουν στα επιμέρους καλώδια τα αμπερόμετρα, ή τα πολύμετρα.

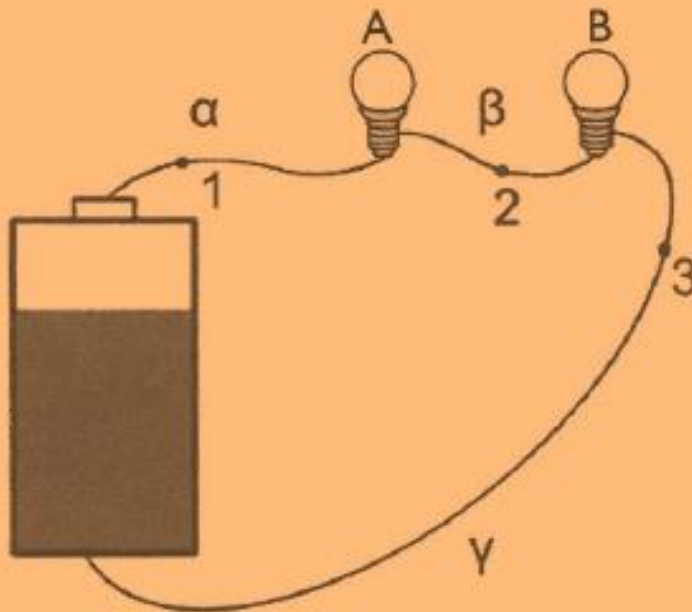
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Αναδόμηση των ιδεών σχετικά με το μοντέλο μονοπολικού ρεύματος και το μοντέλο εξασθένησης ρεύματος

Τώρα πραγματοποιήστε το κύκλωμα του σχήματος και ελέγξτε την άποψή σας! Τα λαμπάκια φωτοβολούν το ίδιο ή κάποιο φωτοβολεί εντονότερα από το άλλο; (Κατασκευάστε τα ενιαία καλώδια α, β και γ, το καθένα από τρία επιμέρους καλώδια μήκους περίπου 10 εκ. το καθένα.)



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Παρατηρήστε τα λαμπάκια και καταγράψτε τι ακριβώς συμβαίνει. Συμφωνούν τα αποτελέσματα του πειράματος με αυτά που περιμένατε; Με ποια από τις παραπάνω πέντε απόψεις του φύλλου εργασίας φαίνεται να συμφωνούν οι παρατηρήσεις σας;

.....

.....

.....

.....

Συζητήστε μεταξύ σας και καταλήξτε σε κάποιο συμπέρασμα σχετικά με το εάν μεταβάλλεται το ρεύμα κατά μήκος του κυκλώματος – εάν δηλαδή διατηρείται σταθερό ή όχι σε όλο το κύκλωμα (και στα τρία καλώδια του κυκλώματος).

.....

.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις παρατηρήσεις τους.

Αναμένεται να προκύψει ότι τα λαμπάκια φωτοβολούν το ίδιο. Ωστόσο, μερικά παιδιά έχουν πολύ ισχυρή την εναλλακτική ιδέα της εξασθένησης του ρεύματος και επιμένουν σε αυτήν. Θεωρούν πιθανό η μία λάμπα να φωτοβολεί ελάχιστα λιγότερο από την άλλη, με αποτέλεσμα να μην είναι αισθητή η μεταξύ τους διαφορά. Εδώ σημαντικό ρόλο παίζει ο διάλογος και η επιχειρηματολογία μεταξύ των μελών της ομάδας. Επίσης, μερικά παιδιά που υποστηρίζουν το μεριστικό μοντέλο (υποπερίπτωση του μοντέλου εξασθένησης) μπορεί να δέχονται ότι οι δύο λάμπες φωτοβολούν το ίδιο επειδή μοιράζονται το ρεύμα, αλλά ότι το ρεύμα δεν διατηρείται. Έτσι, στο σημείο αυτό προτείνεται να χρησιμοποιηθεί το πολύμετρο, ή το αμπερόμετρο, για τη μέτρηση του ρεύματος στα καλώδια (στους αγωγούς).

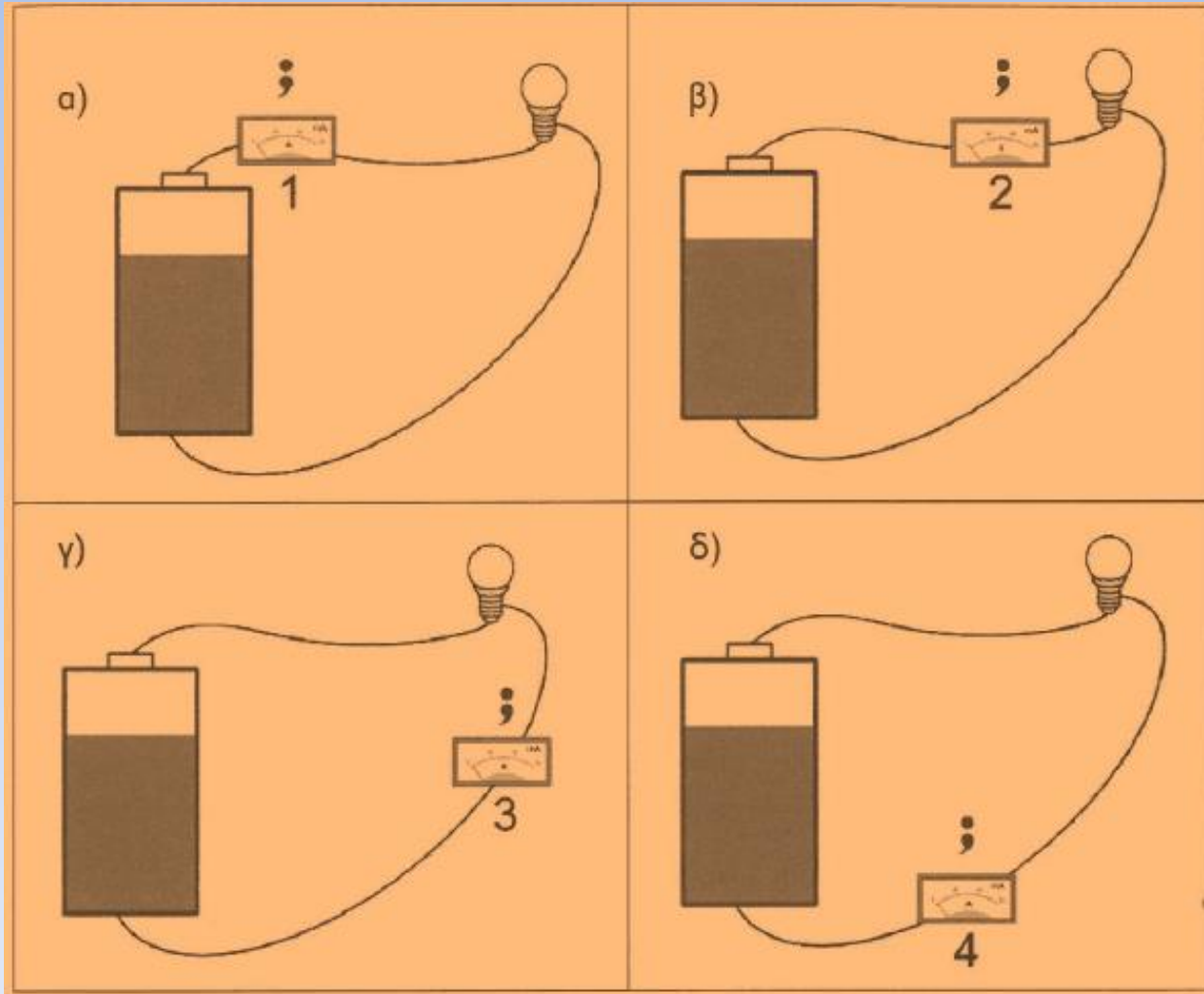
Κατασκευάστε το παρακάτω απλό κύκλωμα με ένα λαμπάκι

Συνδέστε το πολύμετρο (ή το αμπερόμετρο) διαδοχικά σε τέσσερα τυχαία σημεία 1, 2, 3 και 4 των δύο καλωδίων του κυκλώματος, όπως φαίνεται παρακάτω στις εικόνες (α), (β), (γ) και (δ).

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Σημειώστε τις ενδείξεις στον παρακάτω πίνακα:

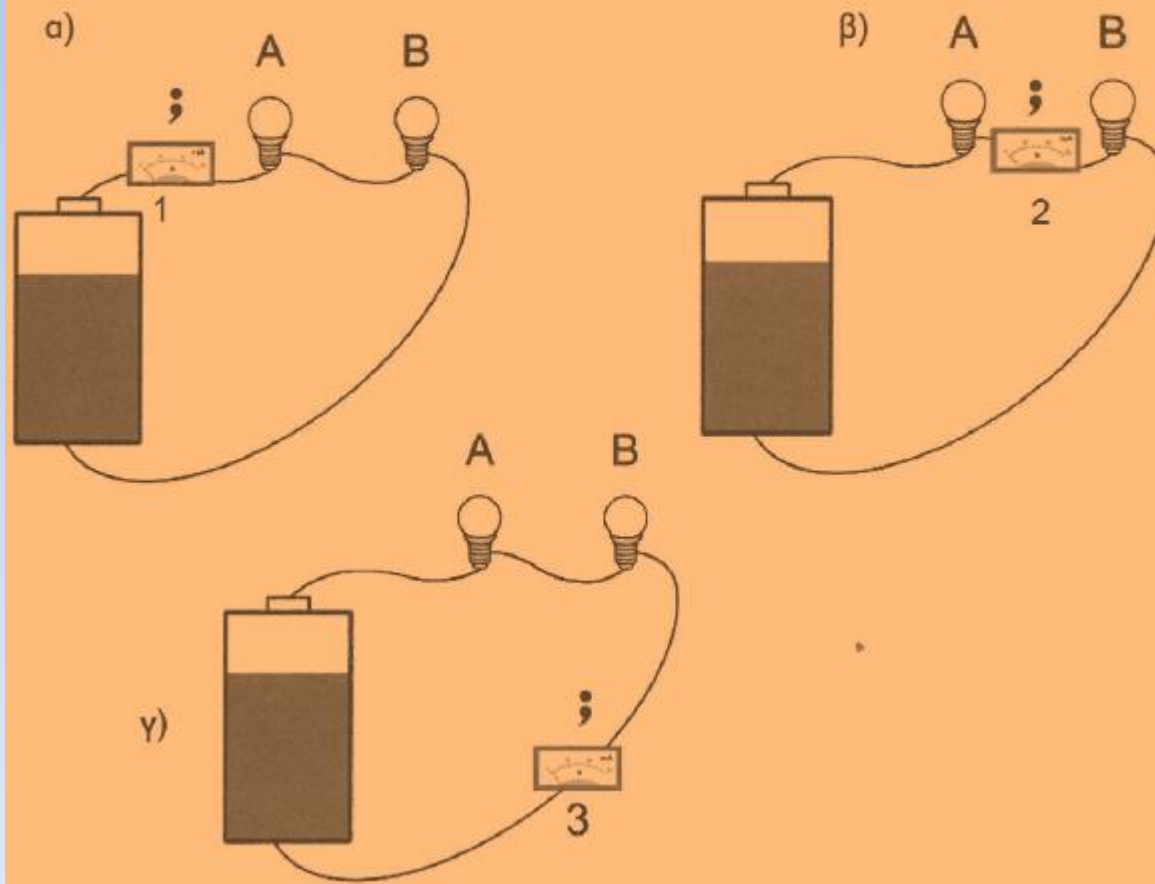
Σχήματα στην εικόνα II.46	Σημεία στο κύκλωμα	Ένδειξη πολυμέτρου, ή αμπερομέτρου (τιμή ρεύματος σε mA)
(α)	1	
(β)	2	
(γ)	3	
(δ)	4	

Μελετήστε τις τιμές του πίνακα. Η τιμή της έντασης του ρεύματος στα τέσσερα σημεία μεταβάλλεται ή μένει σταθερή;

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Κατασκευάστε το παρακάτω κύκλωμα που περιλαμβάνει δύο λαμπάκια σε σειρά. Συνδέστε το πολύμετρο (ή το αμπερόμετρο) διαδοχικά σε τρία τυχαία σημεία 1, 2 και 3 των τριών καλωδίων του κυκλώματος, όπως φαίνεται παρακάτω στις εικόνες (α), (β) και (γ).



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Σημειώστε τις ενδείξεις στον παρακάτω πίνακα:

Σχήματα στην εικόνα 10.47	Σημεία στο κύκλωμα	Ένδειξη πολυμέτρου, ή αμπερομέτρου (τιμή ρεύματος σε mA)
(α)	1	
(β)	2	
(γ)	3	

Μελετήστε τις τιμές του πίνακα. Η τιμή της έντασης του ρεύματος στα σημεία 1, 2 και 3 μεταβάλλεται ή μένει σταθερή;

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα αποτελέσματα των παραπάνω πειραμάτων τους στην τάξη. Ο εκπαιδευτικός σημειώνει τα αποτελέσματα σε αντίστοιχους πίνακες που έχει σχεδιάσει στον πίνακα της τάξης, καθώς και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτούς.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Συμφωνούν τα αποτελέσματα των πειραμάτων που πραγματοποιήσατε με αυτά που αναμένετε;

.....

.....

.....

Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας και προσπαθήστε να απαντήσετε με σιγουριά εάν τα λαμπάκια στο δεύτερο κύκλωμα φωτοβολούν το ίδιο ή διαφορετικά. Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας.

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους στην τάξη. Ακολουθεί συζήτηση όπου θα πρέπει να αναδειχθεί το γεγονός ότι, επειδή το ρεύμα είναι σταθερό πριν και μετά το κάθε λαμπάκι, τα λαμπάκια δεν θα πρέπει να καταναλώνουν ρεύμα, και επομένως τα όμοια λαμπάκια θα πρέπει να φωτοβολούν το ίδιο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας και προσπαθήστε να φτάσετε σε κάποιο συμπέρασμα σχετικά με την τιμή της έντασης του ρεύματος κατά μήκος του κυκλώματος (εάν δηλαδή είναι σταθερή ή διαφοροποιείται).

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα συμπεράσματά τους, και ακολουθεί συζήτηση στην τάξη. Στο τέλος, θα πρέπει όλοι να συμφωνούν ότι η τιμή της έντασης του ρεύματος διατηρείται σταθερή σε όλο το κύκλωμα. Το συμπέρασμα αυτό αναγράφεται στον πίνακα: «Το μέτρο της έντασης του ρεύματος παραμένει σταθερό σε όλο το μήκος του κυκλώματος· σε όλους, δηλαδή, τους αγωγούς του κυκλώματος κυκλοφορεί ρεύμα ίσης έντασης, και επομένως δεν καταναλώνεται ρεύμα στα λαμπάκια (αντιστάσεις)».

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

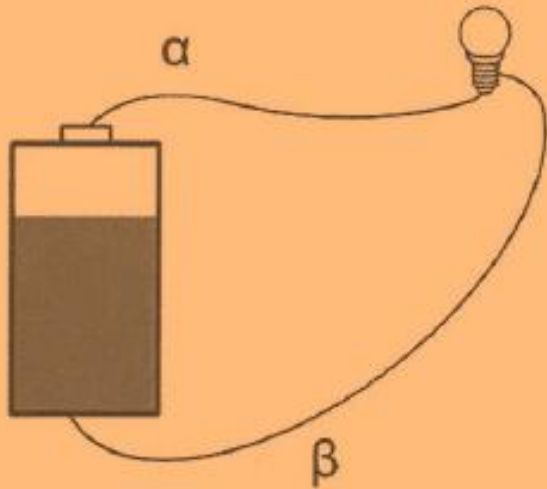
Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

γ) Αντιμετώπιση της ιδέας των αντίθετων (συγκρουόμενων) ρευμάτων

Ανάδειξη των ιδεών

Στο αρχικό μας κύκλωμα με το ένα λαμπάκι, ζωγραφίστε τη φορά του ρεύματος (με βέλος) στα δύο καλώδια α και β.



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Συμφωνείτε με τα άλλα μέλη της ομάδας σας ως προς τη φορά του ρεύματος; Συζητήστε μεταξύ σας και καταγράψτε την άποψη της ομάδας ή/τις απόψεις της ομάδας σας. Μην ξεχάσετε να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

.....

.....

.....

Στο σημείο αυτό, ανακοινώνονται τα αποτελέσματα στην τάξη.
Αναμένεται σε κάποιες ομάδες να αναδειχθεί η ιδέα των συγκρουόμενων ρευμάτων.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Μπορείτε να προτείνετε έναν τρόπο ελέγχου της ιδέας σας;

.....

.....

Σε περίπτωση που οι ομάδες δεν προτείνουν τον έλεγχο με το αμπερόμετρο, ή το αναλογικό πολύμετρο, ο εκπαιδευτικός τους εξηγεί ότι το όργανο αυτό, εκτός από την τιμή, δείχνει και τη φορά του ρεύματος, ανάλογα με την κλίση του δείκτη του. Τους προτείνει λοιπόν να το χρησιμοποιήσουν. Τους τονίζει πώς πρέπει να το συνδέσουν σε σχέση με τους πόλους της μπαταρίας.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

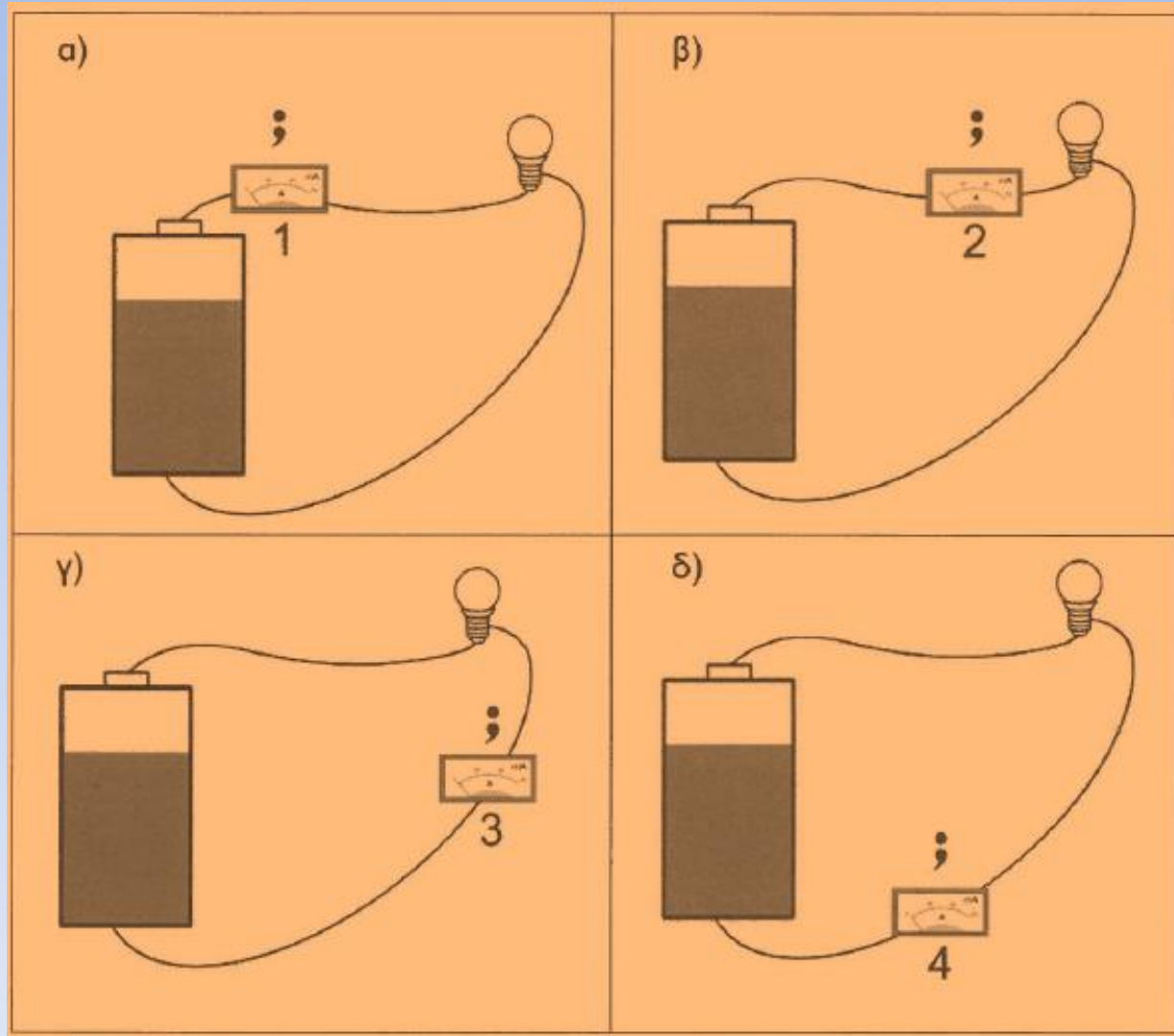
Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Έλεγχος ιδεών – Αναδόμηση ιδεών σχετικά με το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων

Στο κύκλωμα με το ένα λαμπάκι, συνδέστε το αμπερόμετρο πρώτα σε τέσσερα τυχαία σημεία 1, 2, 3 και 4 των δύο καλωδίων του κυκλώματος. Χρησιμοποιήστε τα κατάλληλα καλώδια σε μήκος αντίστοιχο των σημείων που θα θέλατε να συνδέσετε το πολύμετρο στο αρχικό κύκλωμα. Παρατηρήστε προσεκτικά το όργανο και προσέξτε προς τα πού κλίνει ο δείκτης του (δηλαδή τη φορά του ρεύματος), σημειώνοντας στον πίνακα ένα συν (+), εάν κλίνει προς τα δεξιά του μηδενός δείχνοντας την τιμή του ρεύματος, και ένα πλην (-), εάν κλίνει προς τα αριστερά του μηδενός (ή κολλάει στην άκρη της κλίμακας αριστερά του μηδενός όταν το μηδέν της κλίμακας αρχίζει από αριστερά). Σε περίπτωση που έχουμε ψηφιακό όργανο, θα σημειώσετε ένα συν (+) για τις θετικές τιμές και ένα πλην (-) για τις αρνητικές τιμές.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Πραγματοποιήστε το σχετικό πείραμα και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τις μετρήσεις σας.

Σχήματα στην εικόνα 10.49	Σημεία στο κύκλωμα	Ένδειξη πολυμέτρου: θετικές (+) τιμές ή αρνητικές (-) τιμές
(α)	1	
(β)	2	
(γ)	3	
(δ)	4	

Μελετήστε τον παραπάνω πίνακα. Τι διαπιστώνετε σχετικά με τη φορά του ρεύματος; Παραμένει ίδια ή μεταβάλλεται; Από ποιον πόλο φαίνεται να προέρχεται το ρεύμα και σε ποιον πόλο μοιάζει να πηγαίνει;

.....
.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

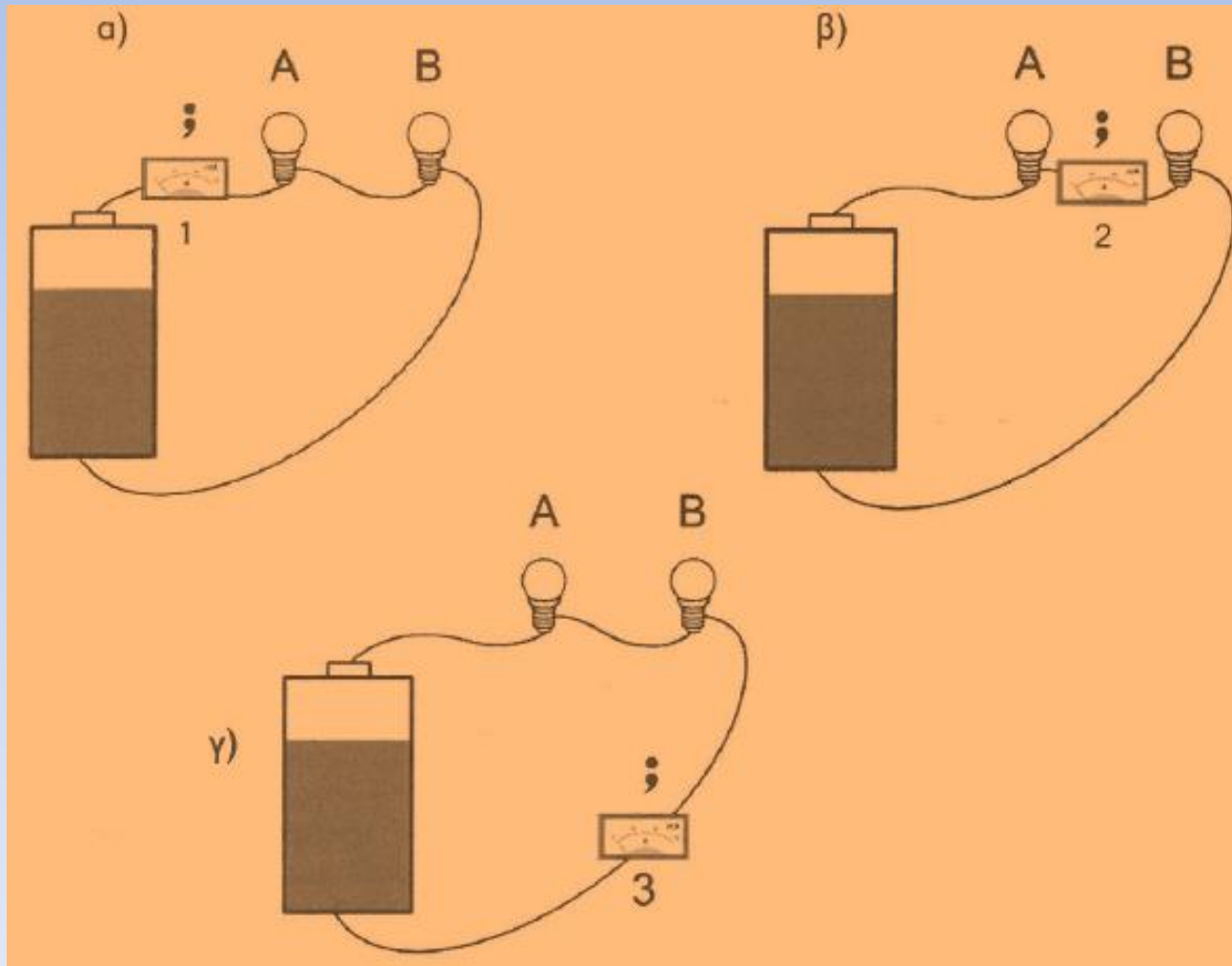
Επαναλάβετε το ίδιο στο κύκλωμα με τα δύο λαμπάκια σε σειρά

Συνδέστε το πολύμετρο, ή το αμπερόμετρο –με τον ίδιο τρόπο–, σε τρία τυχαία σημεία 1, 2 και 3 των τριών καλωδίων του κυκλώματος, όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω. Χρησιμοποιήστε τα κατάλληλα καλώδια σε μήκος αντίστοιχο των σημείων που θα θέλατε να συνδέσετε το πολύμετρο στο αρχικό κύκλωμα. Παρατηρήστε προσεκτικά το όργανο και προσέξτε προς τα πού κλίνει ο δείκτης του (δηλαδή τη φορά του ρεύματος), σημειώνοντας ένα συν (+), εάν κλίνει προς τα δεξιά του μηδενός δείχνοντας την τιμή του ρεύματος, και ένα πλην (–), εάν κλίνει προς τα αριστερά του μηδενός (ή κολλάει στην άκρη της κλίμακας αριστερά του μηδενός, όταν το μηδέν της κλίμακας αρχίζει αριστερά). Σε περίπτωση που έχουμε ψηφιακό όργανο, θα σημειώσετε ένα συν (+) για τις θετικές τιμές και ένα πλην (–) για τις αρνητικές τιμές.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Πραγματοποιήστε το σχετικό πείραμα και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τις μετρήσεις σας.

Σχήματα στην εικόνα 10.50	Σημεία στο κύκλωμα	Ένδειξη πολυμέτρου: θετικές (+) τιμές ή αρνητικές (-) τιμές
(α)	1	
(β)	2	
(γ)	3	

Μελετήστε τον παραπάνω πίνακα. Τι διαπιστώνετε σχετικά με τη φορά του ρεύματος; Παραμένει ίδια ή μεταβάλλεται; Από ποιον πόλο φαίνεται να προέρχεται το ρεύμα, και σε ποιον πόλο μοιάζει να πηγαίνει;

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Μελετώντας συνδυαστικά τα αποτελέσματα από τους δύο παραπάνω πίνακες, σε τι συμπέρασμα μπορούμε να οδηγηθούμε σχετικά με τη φορά του ρεύματος στο κύκλωμα;

Οι ομάδες ανακοινώνουν τα συμπεράσματά τους στην τάξη, ακολουθεί συζήτηση, και το τελικό συμπέρασμα αναγράφεται από τον εκπαιδευτικό στον πίνακα: «Η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος είναι η ίδια κατά μήκος του κυκλώματος. Το ηλεκτρικό ρεύμα σε όλο το κύκλωμα (αγωγούς, λάμπες, κ.λπ.) έχει φορά από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας».

Συνδυάζοντας τα δύο συμπεράσματα στα οποία έχουν καταλήξει οι μαθητές του, ο εκπαιδευτικός αναγράφει στον πίνακα: «Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (σε σειρά) διατηρείται, δηλαδή περνάει από τα διάφορα στοιχεία του κυκλώματος χωρίς να μεταβάλλεται η τιμή, ή η φορά του».

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

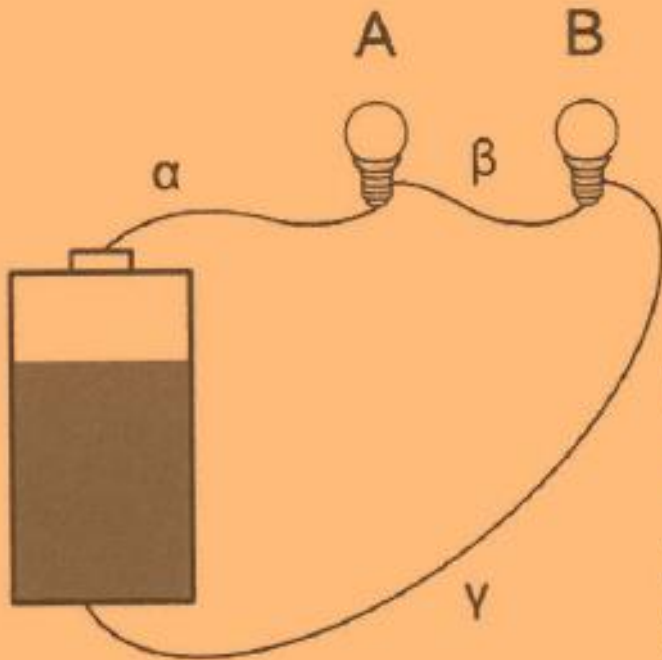
Ανάλογα με την ηλικία των παιδιών (στο Γυμνάσιο), ο εκπαιδευτικός μπορεί να αναφερθεί στη μικροσωματιδιακή μορφή της ύλης και να εξηγήσει με απλά λόγια τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος. Αν, δηλαδή, διδαχθούν τα παιδιά ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι μια προσανατολισμένη κίνηση φορτίων (στην περίπτωσή μας, ηλεκτρονίων), τότε θα πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, που αποτελείται από μπαταρία, καλώδια και λάμπα, η ροή των ηλεκτρονίων μέσα από τη λάμπα είναι αυτό που προκαλεί το άναμμά της, και όχι η κατανάλωσή τους από αυτήν. Επιπλέον, επειδή τα παιδιά μπερδεύουν το ρεύμα με την ενέργεια, ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να αναφερθεί επίσης στο ρόλο της μπαταρίας ως μέσου που μετατρέπει τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια προς το κύκλωμα, λέγοντάς τους ότι στην πραγματικότητα η ενέργεια «καταναλώνεται» και όχι το ρεύμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Εφαρμογή της νέας γνώσης

Στο παρακάτω κύκλωμα σχεδιάστε με το μολύβι σας την πορεία του ρεύματος (με βέλη) και στα τρία καλώδια α, β και γ.



Εξηγήστε για ποιο λόγο επιλέγετε αυτή την πορεία.

.....
.....

Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία και επιβεβαιώστε τη φορά του ρεύματος με το πολύμετρο (ή το αμπερόμετρο). Σημειώστε ποια είναι η φορά του ρεύματος σε σχέση με τους πόλους της μπαταρίας.

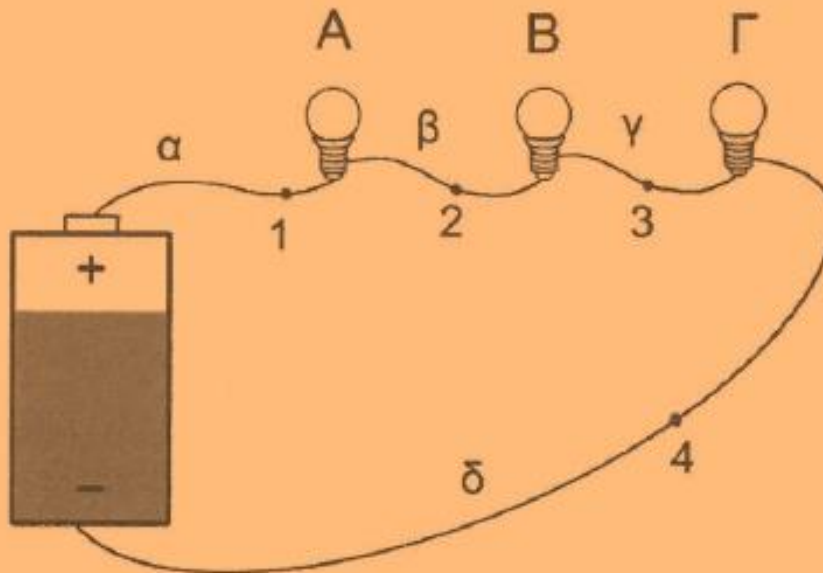
.....
.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Στο παρακάτω κύκλωμα με τα τρία λαμπάκια σχεδιάστε
με το μολύβι σας την πορεία του ρεύματος (με βέλη) και στα τέσσερα
καλώδια α, β, γ και δ. Αν συνδέσουμε ένα πολύμετρο στη θέση 1, και
δείξει τιμή έντασης ρεύματος 3 μονάδες (mA), ποια θα είναι η τιμή του
ρεύματος στα σημεία 2, 3 και 4;



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Πραγματοποιήστε την παραπάνω συνδεσμολογία (Εικόνα 10.52) και συνδέστε το αμπερόμετρο στις θέσεις 1, 2, 3 και 4, σημειώνοντας κάθε φορά στον πίνακα την τιμή που δείχνει.

Σημεία στο κύκλωμα	Τιμή έντασης του ρεύματος σε mA
1 (καλώδιο α)	
2 (καλώδιο β)	
3 (καλώδιο γ)	
4 (καλώδιο δ)	

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Αυτή είναι μια διαφήμιση ηλεκτρικής σόμπας από κάποιο περιοδικό. Διαβάστε το κείμενό της προσεκτικά, συζητήστε με την ομάδα σας και προτείνετε πιθανές διορθώσεις, ώστε το κείμενο της διαφήμισης να συμφωνεί με όσα μάθατε σήμερα. Αιτιολογήστε τις προτάσεις σας.



ΘΕΡΜΑΣΤΡΑ 3Α: Η καλύτερη ηλεκτρική θερμάστρα στην αγορά! Με τη χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που έγινε ποτέ.

Θα τη λατρέψετε!

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Ανασκόπηση

Ας θυμηθούμε το διάλογο μιας ομάδας μαθητών στην αρχή του μαθήματός μας.

ΒΑΣΙΛΗΣ: Το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι, ένα μέρος του καταναλώνεται για να ανάψει το λαμπάκι, και το υπόλοιπο επιστρέφει στην μπαταρία.

ΓΕΩΡΓΙΑ: Δεν συμφωνώ! Νομίζω ότι το ρεύμα είναι ίδιο και στα δύο καλώδια.

ΔΗΜΗΤΡΗΣ: Εγώ πιστεύω ότι το ρεύμα φτάνει στο λαμπάκι όπου καταναλώνεται όλο ώστε να ανάψει.

ΜΑΡΙΑ: Εγώ συμφωνώ εν μέρει με τον Δημήτρη. Το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι όπου καταναλώνεται όλο. Το δεύτερο καλώδιο στην πραγματικότητα δεν χρειάζεται. Ίσως είναι χρήσιμο στην περίπτωση που πάθει κάτι το πρώτο καλώδιο.

ΔΗΜΗΤΡΗΣ: Εγώ όμως εννοούσα ότι το ρεύμα φτάνει και από τα δύο καλώδια στο λαμπάκι, όπου και καταναλώνεται όλο. Άρα, χρειάζεται και το δεύτερο καλώδιο.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Με ποιο από τα παιδιά συμφωνούσατε αρχικά;

.....

.....

.....

.....

Με ποιο συμφωνείτε τώρα;

.....

.....

.....

.....

Τι ήταν εκείνο που σας έκανε να αλλάξετε γνώμη;

.....

.....

.....

.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά)

Τελικά, το ρεύμα μεταβάλλεται καθώς φωτοβολούν τα λαμπάκια;

.....

.....

.....

.....

Τι είναι εκείνο που μεταβάλλεται τελικά;

.....

.....

.....

.....

ΟΠΤΙΚΗ

Φύση του Φωτός, Διάδοση του Φωτός, Όραση

Η οπτική είναι εκείνο το πεδίο της φυσικής που μελετά τα φυσικά φαινόμενα που συνδέονται με το φως. Το δε φως είναι μια από τις πιο εντυπωσιακές οντότητες του φυσικού κόσμου.

Το φως είναι ένας από τους κυρίαρχους πρωταγωνιστές της δημιουργίας του κόσμου. Αποτελεί τον αγγελιαφόρο του Σύμπαντος, μεταφέροντας πλήθος πληροφοριών από τη μία άκρη του κόσμου στην άλλη. Επιπλέον, η ανάλυσή του στα χρώματα του ορατού φωτός και η διάχυσή του στην ατμόσφαιρα προσφέρει ένα από τα πιο γοητευτικά θεάματα στη Γη. Και ποιος δεν έχει γοητευτεί από ένα ηλιοβασίλεμα, από τα χρώματα του ουράνιου τόξου, από το παιχνίδι του φωτός και της σκιάς.

Αντίστοιχα, η όραση είναι η πιο πολύτιμη αίσθησή μας, μέσω της οποίας αποκτούμε αντίληψη των φυσικών φαινομένων, των έργων τέχνης, του γύρω κόσμου.

Η επιστημονική γνώση για τη φύση και τη διάδοση του φωτός βρίσκεται σε σημαντική απόκλιση από τη «γνώση» (εναλλακτικές ιδέες) που οικοδομούν οι μαθητές μέσα από την καθημερινή, αισθητηριακή εμπειρία τους και τη χρήση της καθημερινής γλώσσας.

ΟΠΤΙΚΗ

Φύση του Φωτός, Διάδοση του Φωτός, Όραση

Το φως, σύμφωνα με τις επικρατούσες επιστημονικές απόψεις, είναι ένα εγκάρσιο ηλεκτρομαγνητικό κύμα το οποίο εκπέμπεται από μια πηγή και διαδίδεται στο χώρο με ταχύτητα $c = 3 \times 10^8$ m/s. Κατά τη διάδοσή του αλληλεπιδρά με τα υλικά σώματα που συναντά στην πορεία του, και έτσι προκύπτουν τα διάφορα οπτικά φαινόμενα (ανάκλαση, διάθλαση, πόλωση, απορρόφηση, κ.λπ.).

Αρκετά φαινόμενα που σχετίζονται με την εκπομπή και την απορρόφηση του φωτός είναι πιο εύκολο να ερμηνευθούν μέσω της σωματιδιακής και όχι μέσω της κυματικής φύσης του. Σύμφωνα με αυτήν, η ενέργεια που μεταφέρεται κατά την εκπομπή του φωτός είναι «αποθηκευμένη» σε διακριτά πακέτα ενέργειας (κυματοσυρμούς) που ονομάζονται φωτόνια, ή κβάντα φωτός!

Το φως εκπέμπεται από φωτεινές πηγές (αυτόφωτα σώματα), διαδίδεται στο χώρο και εν μέρει επανεκπέμπεται (διαχέεται, ανακλάται) από «δευτερεύουσες πηγές» (ετερόφωτα σώματα), οι οποίες είναι αντικείμενα που εκτίθενται στην ακτινοβολία. Για παράδειγμα, αυτόφωτα σώματα είναι ο Ήλιος, ένας ηλεκτρικός λαμπτήρας, ένα αναμμένο κερί, κ.λπ., ενώ ετερόφωτα σώματα είναι σχεδόν όλα τα άλλα σώματα τα οποία βλέπουμε όταν φωτίζονται, όπως είναι η Σελήνη, τα δέντρα, τα λουλούδια, το πρόσωπο της μητέρας μας ή του πατέρα μας, κ.λπ.

ΟΠΤΙΚΗ

Φύση του Φωτός, Διάδοση του Φωτός, Όραση

Ένα μέρος αυτού του φωτός πέφτει τυχαία στο μάτι μας, το οποίο λειτουργεί ως ο σκοτεινός θάλαμος μιας φωτογραφικής μηχανής που σχηματίζει αντεστραμμένο το είδωλο του αντικειμένου (από το οποίο προήλθε έστω και δευτερευόντως το φως) στην επιφάνεια του αμφιβληστροειδούς χιτώνα. Αυτό ερεθίζει το οπτικό νεύρο, και σχετικά σήματα μεταφέρονται μέσω αυτού στο οπτικό κέντρο του εγκεφάλου μας, ο οποίος τα αποκωδικοποιεί, έτσι ώστε να σχηματιστεί η κατάλληλη νοητική αναπαράσταση του αντικειμένου στον εγκέφαλό μας.

Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι, σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, ο παρατηρητής δεν διαδραματίζει κάποιον ενεργό ρόλο στα γεγονότα (που παρατηρεί) πριν από την άφιξη του φωτός στα μάτια του (δηλαδή, ούτε εκπέμπει κάποια ακτίνα, ούτε έλκει το φως, ούτε το καθοδηγεί μέσα στον αέρα, και ούτε έχει κάποια άλλη εξωτερική αλληλεπίδραση με αυτό).

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

α) Μέχρι τον 5ο αιώνα π.Χ.: Το φως και το σκοτάδι αποτελούν βασικά υλικά στοιχεία για τη συγκρότηση του κόσμου. Πράγματι, τόσο στις μυθικές κοσμογονίες όσο και στις κοσμογονίες των Ιώνων φυσικών φιλοσόφων (6ος αιώνας π.Χ.) και του Ελεάτη Παρμενίδη (6ος αιώνας π.Χ.), το φως και το σκοτάδι είναι υλικές ουσίες που συγκροτούν το Σύμπαν και συνθέτουν τα σώματα (με τη μορφή οποιουδήποτε συνδυασμού τους). Αντίστοιχα, στην κοσμογονία του πυθαγόρειου φιλοσόφου Φιλόλαου (5ος αιώνας π.Χ.), το σκοτάδι (το άπειρο) είναι η μήτρα για τη γέννηση του κόσμου, ενώ το φως (η πρώτη μονάδα) τοποθετείται ως σπέρμα μέσα στη μήτρα και αποτελεί την «εστία του παντός».

β) 4ος αιώνας π.Χ.: Ο Αριστοτέλης δεν θεωρεί το φως και το σκοτάδι βασικές υλικές συγκροτητικές ουσίες του κόσμου, αλλά ποιότητες/ιδιότητες των σωμάτων.

Τους αιώνες που ακολουθούν, κυριαρχεί η σκέψη του Αριστοτέλη στον τρόπο που η ανθρωπότητα αντιλαμβάνεται τη φύση του φωτός.

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

γ) Τον 13ο αιώνα μ.Χ., ο Grosseteste θεώρησε το φως μια δύναμη που πηγάζει από ένα φωτεινό σώμα και η οποία, καθώς διαδίδεται ευθύγραμμα από σημείο σε σημείο ενός μέσου, αυτοπολλαπλασιάζεται.

δ) Τον 17ο αιώνα, αναπτύσσονται δύο σχολές σκέψης. Ο Boyle υποστηρίζει τη σωματιδιακή σύσταση της ύλης και επηρεάζει τον Νεύτωνα ως προς την αρχική, έστω και καλυμμένη, ερμηνεία που δίνει για τη φύση του φωτός.

Από την άλλη, ο Hooke, με τα πειράματα που κάνει, υποστηρίζει την κυματική φύση του φωτός. Ο Νεύτωνα, προσπαθώντας να ερμηνεύσει αυτή την περίεργη οντότητα που λέγεται φως, αποδέχεται εν μέρει την άποψη του Καρτέσιου για τη σωματιδιακή φύση του φωτός και εισάγει ένα υλικό μέσο με παράξενες ιδιότητες, τον «αιθέρα», ως απαραίτητο για τη διάδοση του φωτός.

Αντίθετα, ο Huygens έκλινε υπέρ της κυματικής φύσης του φωτός, το οποίο θεωρούσε ένα διάμηκες κύμα, όπως το ηχητικό κύμα.

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

ε) Τον 19ο αιώνα, οι Young και Fresnel δείχνουν με βεβαιότητα σε δύο ξεχωριστές εργασίες τους ότι το φως είναι κύμα και μάλιστα εγκάρσιο κύμα. Ακολούθως, οι Faraday, Maxwell και Hertz, με έρευνες που διεξάγουν στο πεδίο του ηλεκτρομαγνητισμού, φανερώνουν ότι το φως δεν είναι απλώς ένα εγκάρσιο κύμα, αλλά ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Ακόμα ωστόσο, δεν είχε εντοπιστεί το παράξενο μέσο διάδοσής του, ο «αιθέρας».

στ) Τον 20ό αιώνα, οι Michelson και Morley, με ένα ευφυές πείραμα, καταδεικνύουν ότι ο «αιθέρας» δεν υπάρχει, ενώ ο Αϊνστάιν διατυπώνει την υπόθεση ότι δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποιο μέσο διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, με αποτέλεσμα να εδραιωθεί η άποψη ότι το φως είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται στο κενό.

Τέλος, και πάλι ο Αϊνστάιν, μέσα από την εξήγηση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, εισήγαγε το *δυϊσμό του φωτός*, υποθέτοντας πως, αν και το φως είναι κύμα, μπορεί να θεωρηθεί ότι, κατά την αλληλεπίδρασή του με την ύλη, συμπεριφέρεται σαν να αποτελείται από σωματίδια (φωτόνια, ή κβάντα φωτός).

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Ήδη από την αρχαιότητα, σημαντικοί φιλόσοφοι όπως ο Ευκλείδης (4ος-3ος αιώνας π.Χ.) και ο Πτολεμαίος (2ος αιώνας μ.Χ.) είχαν λεπτομερή γνώση κάποιων φαινομένων της οπτικής και είχαν αναπτύξει μια χρήσιμη θεωρία για την παραγωγή ειδώλων μέσω της ευθύγραμμης διάδοσης των οπτικών δεσμών.

Έτσι, μελέτησαν και ερμήνευσαν πολλά φαινόμενα, όπως την ανάκλαση και τη διάθλαση.

Η γεωμετρική μέθοδος μελέτης του φωτός εγκαταλείπεται, όταν διάφορα πειράματα, όπως τα πειράματα περίθλασης του φωτός, φανερώνουν την κυματική φύση του φωτός και δείχνουν ότι το φως δεν μεταδίδεται απαραίτητα ευθύγραμμα.

Όσον αφορά την ταχύτητα διάδοσης του φωτός, ήδη από την εποχή που το φως συνδεόταν με την κίνηση, του αποδόθηκε μια πολύ μεγάλη ταχύτητα.

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Η ταχύτητα αυτή μετρήθηκε για πρώτη φορά –κατά προσέγγιση– τον 17ο αιώνα, από τον Δανό αστρονόμο Ο. Rømer, ο οποίος μελετούσε τις εκλείψεις της Ιούς (ενός από τους δορυφόρους του Δία).

Τελικά, τον 19ο αιώνα, η ταχύτητα του φωτός μετρήθηκε με ακρίβεια και προσδιορίστηκε σε περίπου 300.000.000 m/sec.

Η ταχύτητα αυτή, σύμφωνα με τη θεωρία του Αϊνστάιν, αποτελεί την ανώτατη ταχύτητα στο Σύμπαν. Κανένα σώμα, δηλαδή, και με κανέναν τρόπο, δεν μπορεί να την ξεπεράσει.

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Στους πυθαγόρειους φιλοσόφους (5ος αιώνας π.Χ.) αποδίδεται ιστορικά η ιδέα ότι από το μάτι εκπέμπεται μια αόρατη «οπτική» ακτίνα (ή αόρατη «οπτική φωτιά») η οποία έρχεται σε επαφή με το αντικείμενο και το κάνει αντιληπτό, ακόμα και στο σκοτάδι. Πίστευαν, δηλαδή, ότι τα μάτια είναι οι βασικοί, ενεργητικοί παράγοντες στη διαδικασία της όρασης. Οι φιλόσοφοι αυτοί πιθανόν να θεωρούσαν ότι το μόνο που χρειάζεται είναι να πλησιάσει στο αντικείμενο η «οπτική» ακτίνα από τα μάτια προκειμένου να το αντιληφθεί ο εγκέφαλος, ή ότι, αφού προσκρούσει στο αντικείμενο η ακτίνα αυτή, επιστρέφει πίσω στα μάτια μεταφέροντας και το είδωλο του αντικειμένου μαζί.

Η προφανής αντίρρηση που διατυπώθηκε στη θεωρία αυτή ήταν ότι, σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, θα έπρεπε να μπορούμε να βλέπουμε οποιαδήποτε ώρα, ακόμη και στο σκοτάδι. Έτσι, αναζητήθηκε μια πιο συνεπής ερμηνεία του φαινομένου της όρασης.

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Σύμφωνα με τον Πλάτωνα (428-347 π.Χ.), βασικό στοιχείο στη διαδικασία της όρασης αποτελεί η διαμόρφωση ενός μέσου. Το μέσο αυτό δημιουργείται όταν η «οπτική» ακτίνα (η εσωτερική «φωτιά») αλληλεπιδρά με το φως που προέρχεται από τη φωτεινή πηγή, είτε καθώς συγκρούεται μετωπικά με αυτό (όπως όταν κοιτάζουμε τον Ήλιο) είτε καθώς συναντιέται με αυτό στο αντικείμενο. Η παρουσία αυτού του μέσου αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για τη μεταφορά της οπτικής πληροφορίας (της μορφής, του χρώματος, κ.λπ., του αντικειμένου).

Στον αντίποδα της πυθαγόρειας θεώρησης για την όραση βρίσκονταν οι σύγχρονοί τους ατομικοί φιλόσοφοι (π.χ. Λεύκιππος, Επίκουρος, κ.λπ., 5ος και 4ος αιώνας π.Χ.). Αυτοί θεωρούσαν ότι στην επιφάνεια κάθε σώματος σχηματίζεται το «είδωλό» του. Το «είδωλο» του σώματος μεταφέρεται προς τα έξω, επειδή κάθε σώμα εκπέμπει σταθερά ένα υπερβολικά λεπτό στρώμα ύλης, το οποίο μεταφέρει το «είδωλό» του. Έτσι, τα μάτια και ο εγκέφαλος προσλαμβάνουν το είδωλο των αντικειμένων ανεξάρτητα –και πάλι– από την παρουσία ή απουσία φωτός.

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Αντίστοιχα, οι στωικοί (Ζήνων-Αντίπατρος, 3ος-2ος αιώνας π.Χ.), –σε συμφωνία με την όλη κοσμοθεωρία τους– θεωρούν ότι η όραση οφείλεται σε ακτίνες φωτός που εκπέμπονται από τα ορατά αντικείμενα και εισέρχονται στο μάτι.

Ο Αριστοτέλης (4ος αιώνας π.Χ.) ήταν εκείνος που απέρριψε με σαφήνεια τόσο την εκπομπή οπτικών ακτίνων από το μάτι (μοντέλο των πυθαγορείων) όσο και την εκπομπή υλικών ειδώλων από τα σώματα (μοντέλο των ατομικών φιλοσόφων), και δήλωσε κατηγορηματικά ότι η παρουσία του φωτός (με την έννοια που έδινε σε αυτό ο Αριστοτέλης) είναι απαραίτητη για την όραση.

Η φιλοσοφία του Αριστοτέλη δεν φαίνεται να έπεισε τους μετέπειτα Έλληνες μαθηματικούς φιλοσόφους, οι οποίοι είχαν καλή γνώση της γεωμετρικής οπτικής, συμφωνούσαν δηλαδή με την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Οι περισσότεροι από αυτούς (από τον Ευκλείδη [3ος αιώνας π.Χ.] και τον Ηρωνα [1ος αιώνας π.Χ.] μέχρι τον Θέωνα [5ος αιώνας μ.Χ.]) υιοθετούν το μοντέλο των πυθαγορείων· θεωρούν, δηλαδή, ότι οπτικές ακτίνες ξεκινούν από τα μάτια, κινούνται ευθύγραμμα και καταλήγουν σε αδιαφανή αντικείμενα, δημιουργώντας την οπτική αίσθηση της παρουσίας των αντικειμένων αυτών.

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

τα κυρίαρχα μοντέλα για την ερμηνεία της διαδικασίας της όρασης ήταν: α) το μοντέλο των πυθαγορείων και των Ελλήνων μαθηματικών, που υποστήριζαν ότι, προκειμένου να γίνει ορατό ένα αντικείμενο, πρέπει το μάτι να εκπέμπει οπτικές ακτίνες προς το αντικείμενο (άρα το μάτι είναι ένας ενεργητικός παράγοντας),

β) το μοντέλο των ατομικών φιλοσόφων, που υποστήριζαν ότι από τα αντικείμενα εκπέμπεται, και φτάνει στο μάτι, οπτική πληροφορία με τη μορφή «ειδώλου», και

γ) το μοντέλο των στωικών, που υποστήριζαν ότι από τα αντικείμενα εκπέμπονται οπτικές ακτίνες και εισέρχονται στο μάτι (στα δύο τελευταία μοντέλα το μάτι είναι παθητικός παράγοντας). Τέλος, φαίνεται ότι, σχεδόν σε όλα τα μοντέλα, το φως δεν θεωρείται απαραίτητος και κρίσιμος παράγοντας για την ερμηνεία του φαινομένου της όρασης.

ΟΠΤΙΚΗ

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Η άποψη των στωικών επανήλθε σε πιο επεξεργασμένη μορφή τον 11ο αιώνα μ.Χ., οπότε στην ισλαμική σχολή φυσικών επιστημών της Αλεξάνδρειας διατυπώθηκε η σύγχρονη θεωρία της όρασης. Στη σχολή αυτή δίδασκε ο μαθηματικός και φυσικός Ιμπν αλ Χαϊθάμ (ή Αλχαζέν), ο οποίος δημοσίευσε πλήθος εργασιών πάνω στην οπτική. Εκεί, για πρώτη φορά, πρότεινε ότι, όταν το φως φτάνει σε ένα αντικείμενο, ένα μέρος του επανεκπέμπεται προς όλες τις κατευθύνσεις (με τη μορφή μιας διαστελλόμενης σφαίρας).

Αυτό εξηγεί

γιατί το είδωλο που προσλαμβάνει το μάτι έχει τη μορφή και το χρώμα του αντικειμένου (της δευτερεύουσας πηγής), και όχι το είδωλο της πρωτογενούς πηγής φωτός.

Στην Ευρώπη, η θεωρία αυτή έγινε αποδεκτή από την ακαδημαϊκή κοινότητα τον 16ο αιώνα, όταν δημοσιεύτηκε από τους Bacon και Κέπλερ.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

Παρά το γεγονός ότι –όπως αναφέρθηκε και παραπάνω– οι προσπάθειες κατανόησης της φύσης του φωτός, του τρόπου διάδοσής του και της διαδικασίας της όρασης έχουν μια ιστορία 2.500 ετών, το πεδίο της οπτικής φαίνεται να παρουσιάζει πολλές δυσκολίες κατά τη διδασκαλία του. Μια από τις πιο σημαντικές δυσκολίες αναφέρεται στις ιδέες που σχηματίζουν οι μαθητές για έννοιες και φαινόμενα της οπτικής, ιδέες που βρίσκονται σε ουσιαστική απόκλιση από τις αντίστοιχες επιστημονικές.

Πριν παραθέσουμε τις επιμέρους ιδέες για το φως και την όραση που –όπως φανερώνει η έρευνα– έχουν οι μαθητές, θα αναφερθούμε στις ιδιαιτερότητες της οπτικής που καθιστούν φανερά, και εν μέρει αιτιολογούν, τα εμπόδια τα οποία παρουσιάζονται κατά την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης, όπως αυτές καταγράφονται από τους Galili & Hazan (2000).

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

- Η καθημερινή αισθητηριακή εμπειρία: Φυσικές παράμετροι που συνδέονται με το φως (π.χ. η ταχύτητά του, το μήκος κύματός του, κ.λπ.) δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτές από τα αισθητήρια όργανα (τα μάτια) του ανθρώπου και δεν εμπίπτουν στην περιοχή των ανθρώπινων εμπειριών.

Για παράδειγμα, οι διαδικασίες του σχηματισμού ειδώλου, η διάδοση της ακτινοβολίας και πολλά άλλα οπτικά φαινόμενα φαίνεται σαν να συμβαίνουν ακαριαία. Επίσης, η ανθρώπινη εμπειρία δεν επιβεβαιώνει ούτε τη σωματιδιακή ούτε την κυματική φύση του φωτός. Αντίθετα, το φως μοιάζει στατικό και συνεχές.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

- Τα μέσα διάδοσης: Τα οπτικά φαινόμενα συνήθως παρατηρούνται μέσω διαφόρων μέσων (όπως είναι η ατμόσφαιρα, το νερό, το γυαλί), τα οποία τροποποιούν αρκετά τη «συμπεριφορά» του φωτός σε σχέση με τη «συμπεριφορά» που εμφανίζει στο κενό.

Τα οπτικά φαινόμενα που δημιουργούνται με αυτό τον τρόπο, όπως είναι η διάχυση του φωτός, η δημιουργία της άλω, η ακτινοβολία (λάμψη) μιας πηγής φωτός (πχ. ενός αναμμένου κεριού), εμποδίζουν την ερμηνεία τους με όρους στοιχειώδους οπτικής.

Δεν είναι τυχαίο ότι τα έργα των καλλιτεχνών και των συγγραφέων αντανακλούν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τον ουρανό ως διάχυτα φωτισμένο («ο λαμπερός ουρανός πλήρης φωτός»), ή σαν μια φωτεινή σφαίρα γύρω από μια πηγή φωτός. Για παράδειγμα, ο van Gogh σχεδίασε μια τέτοια λάμψη γύρω από ένα κεριό στην Πολυθρόνα του Γκογκέν, και έναν φωτεινό δακτύλιο (άλω) στην Έναστρη νύχτα.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα



ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

- Ο παρατηρητής ως μέρος του οπτικού συστήματος: Στην οπτική, ο παρατηρητής είναι αναπόσπαστο τμήμα του οπτικού συστήματος. Στην κλασική φυσική, καταβάλλεται συνήθως προσπάθεια να απαλειφθεί η διαταραχή που προκαλείται από τον παρατηρητή. Αυτό δεν συμβαίνει στην οπτική, όπου η παρατήρηση του φαινομένου προϋποθέτει συμπερίληψη και του ματιού του παρατηρητή ως μέρους του οπτικού συστήματος.

- Η γλώσσα: Η γλώσσα αντανακλά και την ψυχολογική διάσταση στη διαδικασία της όρασης. Ιστορικά, η γλώσσα αναπτύχθηκε υπό την επίδραση της ανθρώπινης διαισθητικής, εμπειρικής, σκέψης και πολύ πριν φτάσουμε στη σημερινή κατανόηση της όρασης ως διεργασίας.

Φράσεις όπως: «τα μάτια της λάμπουν», «το πρόσωπό του εκπέμπει φως», «μου έριξε μια ματιά», «το φως γεμίζει το δωμάτιο», «το δέντρο ρίχνει τη σκιά του», κ.λπ., βρίσκονται σε αντίθεση με την επιστημονική γνώση της οπτικής και παραπέμπουν στον ενεργητικό ρόλο των ματιών.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

- **Αιτία και αποτέλεσμα:** Οι άνθρωποι αναζητούν αυθόρμητα εξηγήσεις για τα φυσικά φαινόμενα με όρους αιτίας και αποτελέσματος. Σε αυτή τους την αναζήτηση, οδηγό τους έχουν την «κοινή λογική», η οποία συχνά αρκεί για να εξυπηρετήσει στόχους στην καθημερινή ζωή.

Για παράδειγμα, οι θεωρίες περί οπτικών ακτίνων, στατικού φωτός και ακαριαίας διάδοσης του φωτός έχουν όλες ανιχνευθεί και ως ιδέες των μαθητών.

- **Η οπτική ως διαθεματικό πεδίο:** Η οπτική βασικά είναι διαθεματικό πεδίο. Απαιτείται η αξιοποίηση τόσο της φυσικής (όσον αφορά τη φύση και τη διάδοση του φωτός) όσο και της φυσιολογίας (όσον αφορά τη λειτουργία του ματιού και τη διάδοση των οπτικών σημάτων στον εγκέφαλο), αλλά και της ψυχολογίας (όσον αφορά την ερμηνεία της πρόσληψης του φωτός, των εικόνων και των χρωμάτων), για τη σε βάθος κατανόηση των οπτικών φαινομένων.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

- Οι γραφικοί συμβολισμοί και οι απεικονίσεις: Η διδασκαλία της οπτικής βασίζεται στον γραφικό συμβολισμό, ο οποίος προϋποθέτει αφαιρετική σκέψη. Οι μαθητές χρειάζεται να αναγνωρίζουν και να χειρίζονται έναν αριθμό συμβάσεων γραφικής κωδικοποίησης.

Το γεγονός αυτό επιδεινώνουν τα σχολικά βιβλία τα οποία είναι γεμάτα από αφαιρετικά διαγράμματα ακτίνων (χωρίς τις απαραίτητες λεπτομέρειες που θα βοηθούσαν τους μαθητές να τα κατανοήσουν), από βέλη με πολλές πιθανές σημασίες, κ.ο.κ.

- Τα έργα επιστημονικής φαντασίας στον κινηματογράφο και στα κόμικς: Είναι πολύ δημοφιλή στα παιδιά και φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό ή/και στην ενίσχυση των εναλλακτικών αντιλήψεών τους για το πώς καθίστανται ορατά τα αντικείμενα. Για παράδειγμα, ο Σούπερμαν εκπέμπει ακτίνες φωτός από τα μάτια του, αντανακλώντας έτσι τις εναλλακτικές αντιλήψεις του ίδιου του κομίστα και ενισχύοντας τις αντίστοιχες των νεαρών αναγνωστών/θεατών.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

Σύμφωνα με την Guesne (1985), τα παιδιά ηλικίας μεταξύ 11 και 14 ετών εκφράζουν τις ακόλουθες ιδέες:

Το φως ταυτίζεται με την πηγή του (με τη φωτεινή πηγή)

Π.χ., στην ερώτηση: «Πού είναι το φως σε αυτό το δωμάτιο;», τα παιδιά απαντούν: «Μέσα στις λάμπες», ή «Στο ταβάνι».

Το φως ταυτίζεται με τα αποτελέσματά του

Π.χ., στην ερώτηση: «Πού είναι το φως σε αυτό το δωμάτιο;», τα παιδιά απαντούν: «Πάνω στα διάφορα αντικείμενα του δωματίου».

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα παιδιά συνήθως εντοπίζουν το φως, εκτός των πηγών, μόνο σε ισχυρά φωτισμένες επιφάνειες, όπου σχηματίζει έντονες και διακριτές περιοχές. Έτσι, δεν αναγνωρίζεται ότι φως υπάρχει και στις ασθενώς φωτισμένες περιοχές, και γενικά σε συνεχή κατανομή στο χώρο μεταξύ των φωτεινών πηγών και των επιφανειών στις οποίες προβάλλεται.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

Το φως είναι μια κατάσταση

Π.χ., στην ερώτηση: «Τι είναι το φως;»,
τα παιδιά απαντούν: «Φως είναι μια φωτεινότητα που εξαρτάται
από τον καιρό».

*Το φως είναι μια διακριτή οντότητα στο χώρο μεταξύ της πηγής και των φαινομένων
που προκαλεί (επιστημονική άποψη)*

Π.χ., στην ερώτηση: «Πού είναι το φως σε αυτό το δωμάτιο;»,
τα παιδιά απαντούν: «Παντού».

Για τα παιδιά που ανήκουν στην 1η κατηγορία, η έννοια της διάδοσης του φωτός δεν έχει νόημα. Για αυτά, το φως απλώς παραμένει μέσα ή γύρω από την πηγή του (Stead & Osborne 1980, Anderson & Kärrqvist 1983, Fetherstonhaugh et al. 1987, Galili 1996).

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

Αλλά και τα παιδιά που ανήκουν στις άλλες τρεις κατηγορίες σπάνια θεωρούν ότι το φως κινείται, ακόμα και όταν χρησιμοποιούν στις ζωγραφιές και τις εξηγήσεις τους ακτίνες φωτός. Στις περισσότερες περιπτώσεις, το φως αντιμετωπίζεται ως μια κατάσταση, ή οντότητα, η οποία απλώς υπάρχει στο χώρο και ενισχύει είτε την όραση είτε άλλα οπτικά φαινόμενα



ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το φως και πως βλέπουμε τα αντικείμενα

Αντίστοιχα, οι ιδέες των μαθητών για τη διάδοση του φωτός επηρεάζονται από το γεγονός ότι δεν μπορούν να αντιληφθούν ούτε την πορεία του φωτός ούτε την τεράστια ταχύτητα διάδοσής του. Ακόμη όμως κι αν θεωρήσουν ότι το φως κινείται, ερμηνεύουν αυτή την κίνηση με όρους από την καθημερινή ζωή. Οι κυριότερες από τις ιδέες για τη διάδοση του φωτός είναι (Guesne 1985, Osborne & Black 1993):

Το φως παραμένει ακίνητο.

Το φως κινείται, αλλά χρειάζεται μια «ορμή» (impetus) για να διατηρήσει την κίνησή του.

Το φως διαδίδεται ακαριαία στο χώρο.

Το φως έχει πεπερασμένη διαδρομή (δεν διαδίδεται επ' άπειρον στο χώρο).

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

Πολλά προγράμματα διδασκαλίας της οπτικής, τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, θεωρούν δεδομένο ότι οι μαθητές κατέχουν την ιδέα του φωτός που ταξιδεύει από τη φωτεινή πηγή (και) προς το αντικείμενο και από εκεί επανεκπέμπεται (και) προς το μάτι. Ισχύει ωστόσο αυτό;

α. *Ιδέες μαθητών στις οποίες δεν αποτυπώνεται καμία συστηματική σχέση/μηχανισμός μεταξύ φωτός, αντικειμένου και ματιού*

Η όραση αποδίδεται γενικά στο φωτισμό του αντικειμένου, ενώ το μάτι έχει απλώς τη δυνατότητα να παρατηρεί.

Χαρακτηριστικές απαντήσεις μαθητών:

«Η λάμπα φωτίζει το δωμάτιο, και έτσι βλέπω το βιβλίο», ή

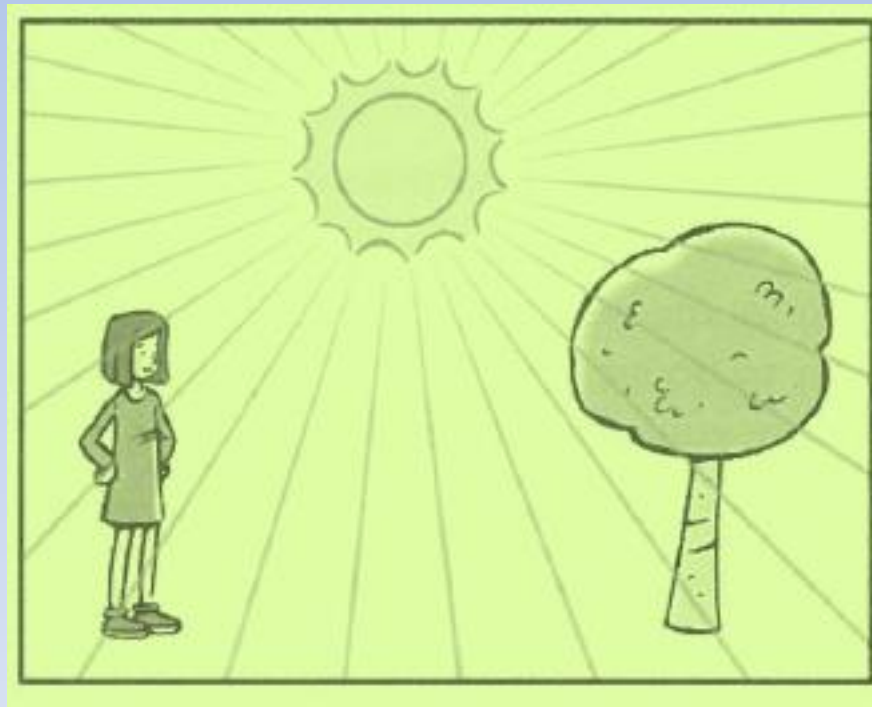
«Φως από τον ήλιο πέφτει πάνω στο δέντρο. Γι' αυτό τα μάτια μας μπορούν να το δουν».

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

α. Λουτρό φωτός

Η φωτεινή πηγή φωτίζει το χώρο και δημιουργεί την απαραίτητη συνθήκη για να μπορέσει το μάτι να «δει» το αντικείμενο



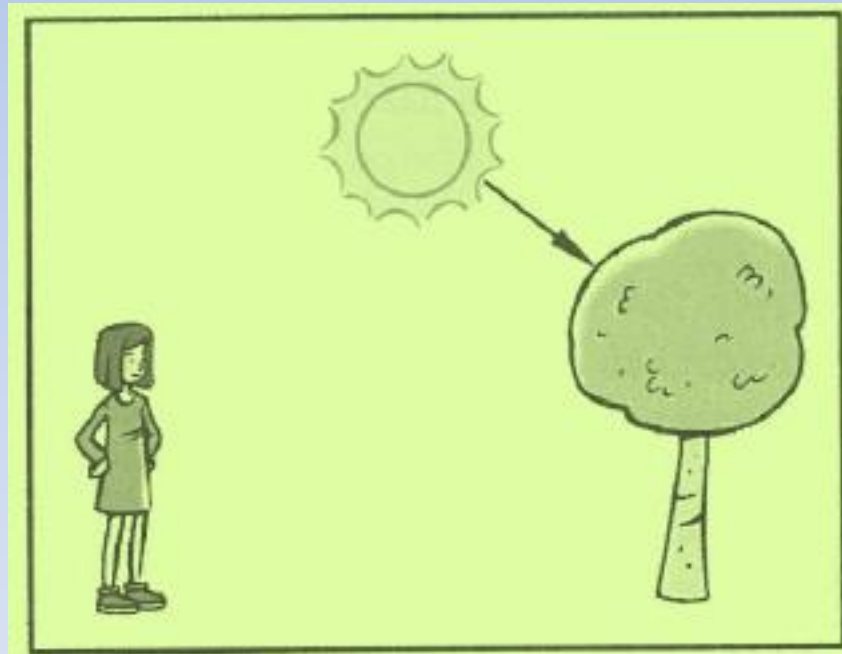
ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών παρουσιάζει κάποιες ομοιότητες με τις θεωρίες του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη, όπου το φως αποτελεί την αναγκαία συνθήκη για τη διαμόρφωση ενός στατικού φωτεινού μέσου, ικανού να επιτρέψει τη μεταφορά της οπτικής πληροφορίας.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

α₂. Μονή εκπομπή: Εκπομπή φωτεινών ακτίνων από τη φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο

Η φωτεινή πηγή είναι απαραίτητο να φωτίζει μόνο το αντικείμενο ώστε εμείς να μπορούμε να το δούμε

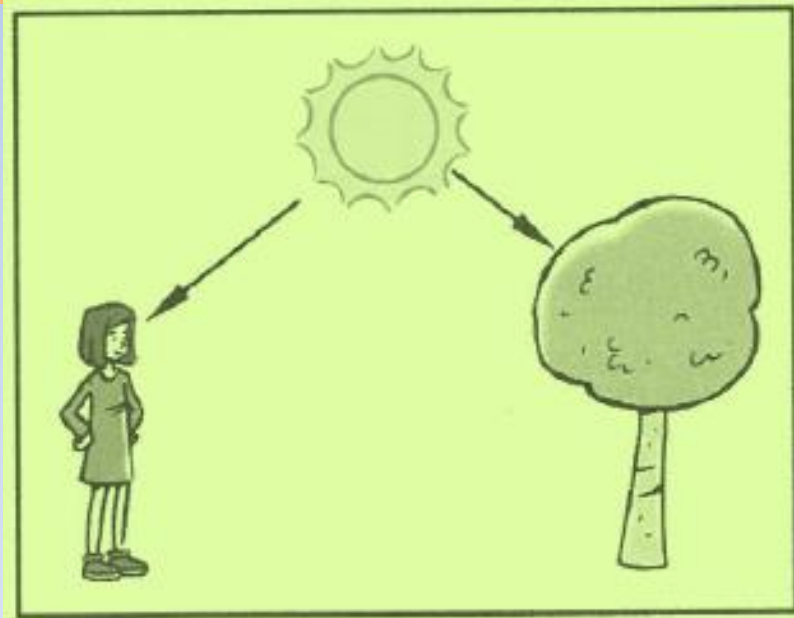


ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

α₃. Διπλή εκπομπή: Εκπομπή φωτεινών ακτίνων από τη φωτεινή πηγή, τόσο προς το μάτι όσο και προς το αντικείμενο

Η πηγή φωτίζει το μάτι και ενεργοποιεί την όραση. Παράλληλα φωτίζει και το αντικείμενο για να το δούμε. Το μάτι «βλέπει» το αντικείμενο, χωρίς να καταγράφεται καμία απευθείας μεταξύ τους σχέση.



ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών φαίνεται να παραπέμπει κάπως στη θεωρία του Πτολεμαίου, ο οποίος θεωρούσε ότι ο ρόλος του φωτός συνίσταται στην ενεργοποίηση τόσο της φωτεινής ευαισθησίας του ματιού όσο και της ορατότητας των αντικειμένων (Δέδες 2003).

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

β. *Ιδέες στις οποίες η όραση (ο τρόπος που γίνονται ορατά τα αντικείμενα) αποδίδεται στον ενεργητικό ρόλο του ματιού*

Όταν παρατηρούμε ένα αντικείμενο, υπάρχει περισσότερο η αίσθηση ότι είμαστε ένα ενεργό υποκείμενο παρά ένας παθητικός δέκτης. Σε αυτό συνηγορεί, εκτός των άλλων, και η χρήση της γλώσσας. Λέμε χαρακτηριστικά: «τον κοιτάζει προσεκτικά», ή «του έριξε μια ματιά», ή «τον μάτιασε». Επιπλέον, η όραση έχει πάντα και μια υποκειμενική, ψυχολογική, διάσταση. Για το λόγο αυτό, δεν «βλέπουμε» ό,τι θα μπορούσαμε να δούμε. Δηλαδή, ενώ στο μάτι μας φτάνει συνεχώς ένα πλήθος οπτικών πληροφοριών, ο εγκέφαλος παρατηρεί επιλεκτικά κάποιες από αυτές. Αυτή η ψυχολογική διάσταση φαίνεται επιπλέον να ενισχύει την εναλλακτική ιδέα που έχουν οι μαθητές για τον ενεργητικό ρόλο του ματιού.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

Τα παιδιά λοιπόν θεωρούν ότι κάτι φεύγει από το μάτι (ακτίνες, είδωλα, χρώματα, κ.λπ.) και πηγαίνει προς το αντικείμενο. Έτσι επιτυγχάνεται η όρασή του.

Στη βιβλιογραφία εμφανίζονται τέσσερις εναλλακτικές ιδέες, σχετικά με τον ενεργητικό ρόλο του ματιού στη διαδικασία κατά την οποία καθίσταται ορατό ένα αντικείμενο:

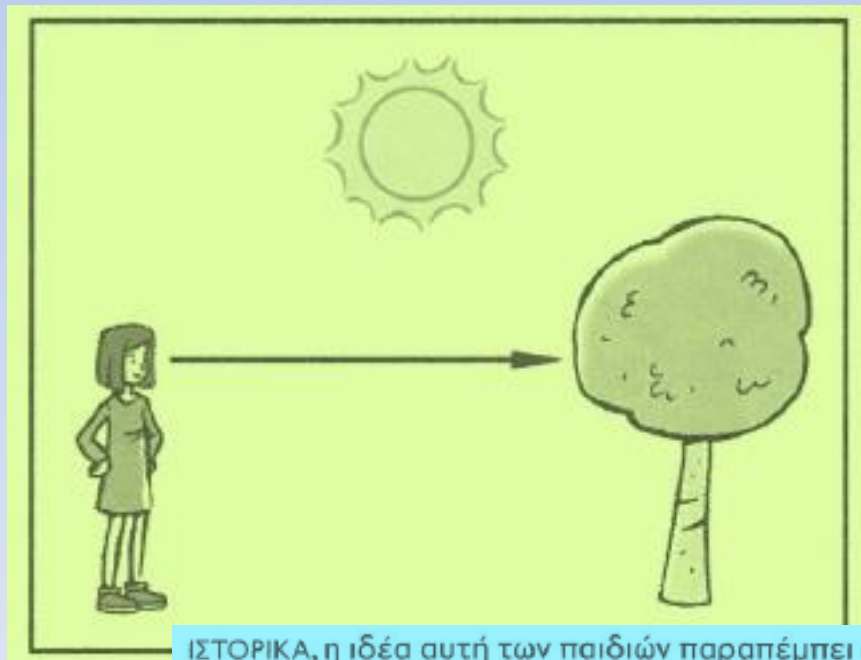
β₁. Μονή εκπομπή: Εκπομπή φωτεινών ακτίνων από το μάτι προς το αντικείμενο

Το μάτι, ακόμα και στο απόλυτο σκοτάδι, μπορεί να δει το αντικείμενο, καθώς εκπέμπει τη δική του «φωτεινότητα». Το μάτι βρίσκεται σε ρόλο αποκλειστικού πομπού. Η πηγή καθίσταται περιττή, καθώς μπορούμε να δούμε και στο σκοτάδι, εφόσον, ύστερα από λίγο, συνηθίσουν τα μάτια μας σε αυτό.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

β₁. Μονή εκπομπή: Εκπομπή φωτεινών ακτίνων από το μάτι προς το αντικείμενο
Το μάτι, ακόμα και στο απόλυτο σκοτάδι, μπορεί να δει το αντικείμενο, καθώς εκπέμπει τη δική του «φωτεινότητα». Το μάτι βρίσκεται σε ρόλο αποκλειστικού πομπού. Η πηγή καθίσταται περιττή, καθώς μπορούμε να δούμε και στο σκοτάδι, εφόσον, ύστερα από λίγο, συνηθίσουν τα μάτια μας σε αυτό.



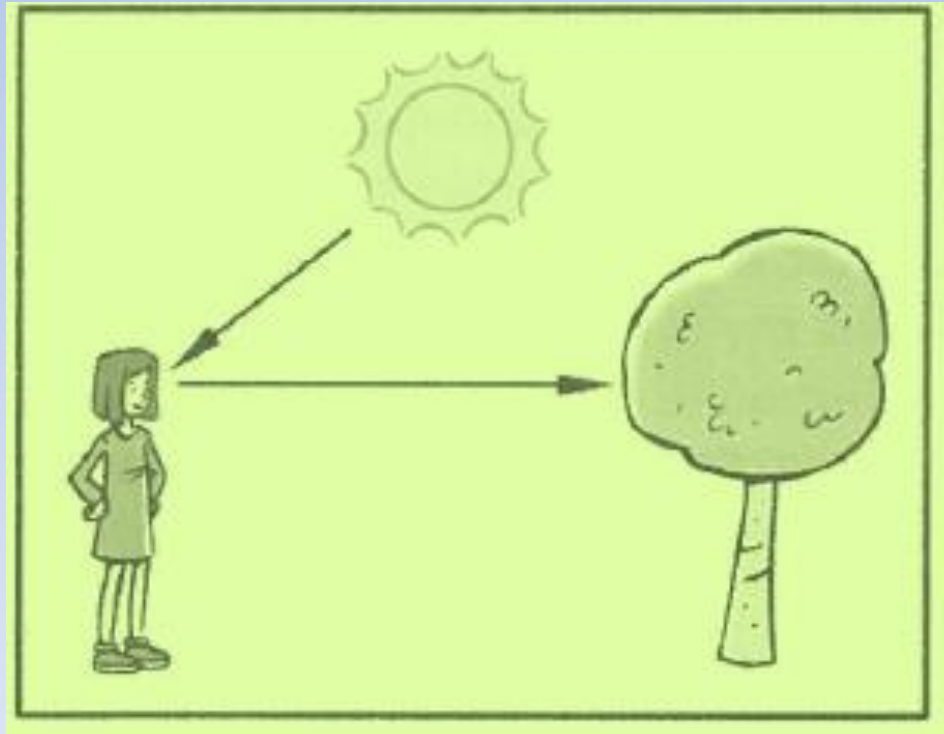
ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών παραπέμπει στους πυθαγόρειους και στους μαθηματικούς φιλοσόφους της αρχαιότητας, οι οποίοι δεν θεωρούσαν το εξωτερικό φως απαραίτητο για την όραση και απέδιδαν ενεργητικό ρόλο στο μάτι που, εκπέμποντας οπτικές ακτίνες, καθιστά ορατό το αντικείμενο

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

β₂. Υποκινούμενη εκπομπή (φωτεινή πηγή – μάτι – αντικείμενο)

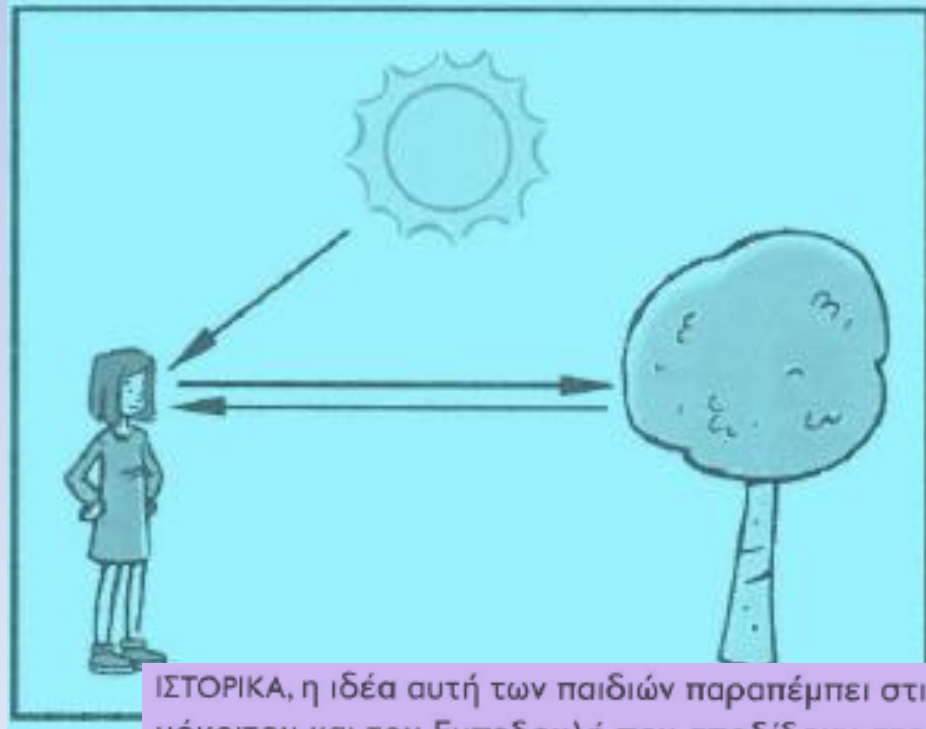
Η πηγή αρχικά φωτίζει το μάτι, όπου το φως είτε ανακλάται είτε υποκινεί μία δεύτερη εκπομπή από το μάτι προς το αντικείμενο
Έτσι επιτυγχάνεται η όραση του αντικειμένου.



ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

β_3 . Υποκινούμενη εκπομπή με ανάκλαση (φωτεινή πηγή – μάτι – αντικείμενο – μάτι)
Ισχύει ό,τι και στην αντίληψη β_2 , με τη διαφορά ότι η «ακτινοβολία» τελικά ανακλάται πάλι στο αντικείμενο και επιστρέφει στο μάτι, μεταφέροντας την οπτική αίσθηση του αντικειμένου



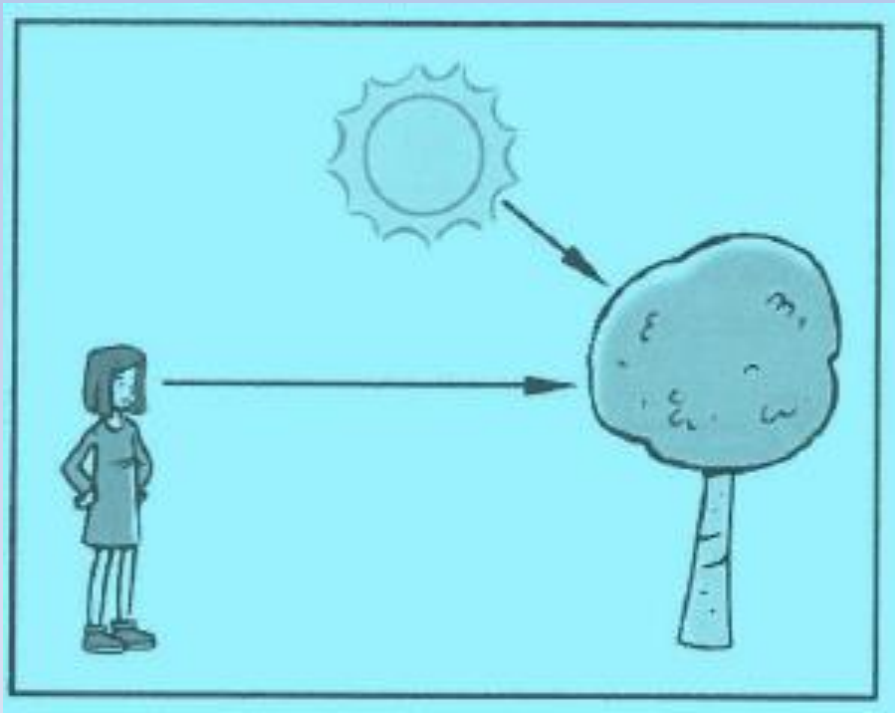
ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών παραπέμπει στις θεωρίες του Αλκμέωνα, του Δημόκριτου και του Εμπεδοκλή που αποδίδουν στο αντικείμενο και στο μάτι ρόλους πομπού και δέκτη

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

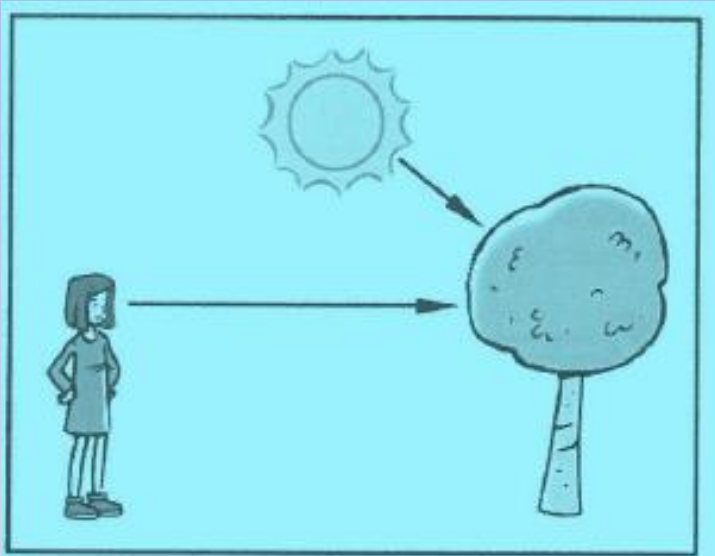
β₄. Συνεργατική εκπομπή (φωτεινή πηγή – αντικείμενο, μάτι – αντικείμενο)

Το αντικείμενο αποτελεί το επίκεντρο της όλης διαδικασίας. Το μάτι εκπέμπει «κάτι» προς το αντικείμενο, και ταυτόχρονα η πηγή το φωτίζει



ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα



ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των μαθητών παρουσιάζει κάποιες ομοιότητες με τη θεωρία του Πλάτωνα (τουλάχιστον στο πρώτο σκέλος της), ο οποίος υποστήριζε ότι η οπτική ακτίνα από το μάτι συναντά πάνω στο αντικείμενο το φως από τη φωτεινή πηγή και αλληλεπιδρά με αυτό, διαμορφώνοντας κάποιο μέσο για τη μεταφορά της οπτικής πληροφορίας.

Η ιδέα αυτή είναι η πιο δημοφιλής από τις ιδέες της κατηγορίας (β), κυρίως σε μαθητές 10-11 ετών

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

γ. Ιδέες στις οποίες το μάτι έχει ενεργητικό και παθητικό ρόλο στη διαδικασία της όρασης (στον τρόπο που γίνονται ορατά τα αντικείμενα)

Στη διαδικασία της μάθησης, υπάρχει μια περίοδος όπου οι μαθητές μεταβαίνουν από την παλαιότερη, διαισθητική, εναλλακτική ιδέα τους προς μια άλλη, πιο συμβατή προς το επιστημονικό πρότυπο. Κατά την περίοδο αυτή, οι μαθητές δημιουργούν υβριδικά ερμηνευτικά σχήματα που ενσωματώνουν στοιχεία και από τα δύο μοντέλα σκέψης (το παλαιότερο και το νεότερο).

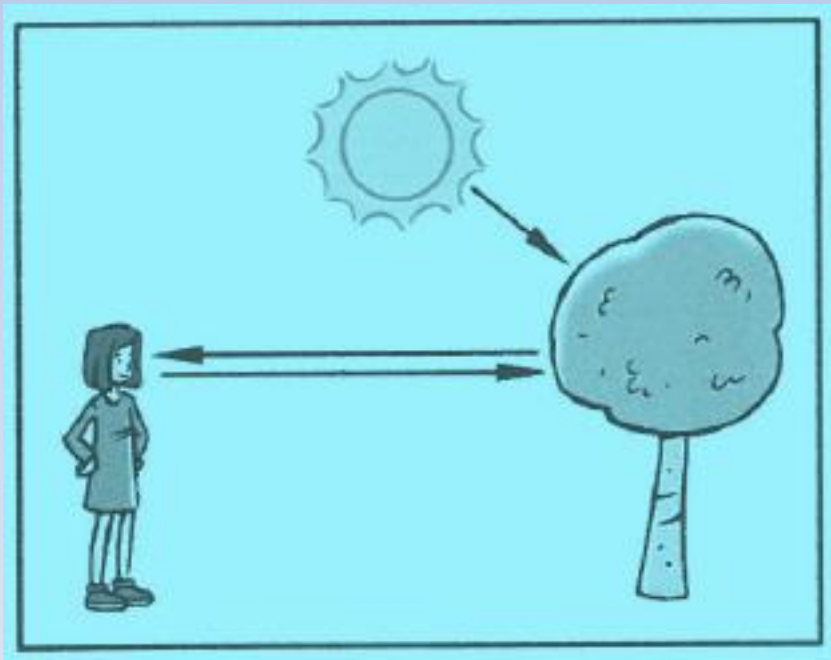
Επιπλέον, στην περίπτωση της όρασης, οι μαθητές εμφανίζονται μπερδεμένοι, αδυνατώντας να λειτουργήσουν ως παρατηρητές του οπτικού συστήματος (του οποίου και οι ίδιοι αποτελούν μέρος) ώστε να μπορέσουν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο της όρασης από την πλευρά της φυσικής. Στην περίπτωση αυτή, οι μαθητές θεωρούν ότι το μάτι έχει τόσο παθητικό ρόλο (φυσική διάσταση) όσο και ενεργητικό ρόλο (ψυχολογική διάσταση). Η βασική ιδέα με την οποία εκφράζονται τα παραπάνω είναι η εξής:

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

γ₁. Δευτερογενής πρόσληψη-εκπομπή (φωτεινή πηγή – αντικείμενο – μάτι – αντικείμενο)

Η πηγή φωτίζει το αντικείμενο, το οποίο στη συνέχεια ακτινοβολεί προς το μάτι. Το σχήμα δεν ικανοποιεί τον ερμηνευτικό συλλογισμό, και συμπληρώνεται από μια νέα εκπομπή από το μάτι προς το αντικείμενο



ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών παραπέμπει στις θεωρίες του Αλκμέωνα, του Δημόκριτου και του Εμπεδοκλή που αποδίδουν στο αντικείμενο και στο μάτι ρόλους πομπού και δέκτη

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

δ. Ιδέες στις οποίες το μάτι έχει παθητικό ρόλο στη διαδικασία της όρασης
Υπάρχουν όμως και ιδέες των παιδιών στις οποίες αναγνωρίζεται ο παθητικός ρόλος του ματιού. Κάποιες από αυτές είναι λιγότερο και κάποιες περισσότερο επεξεργασμένες.

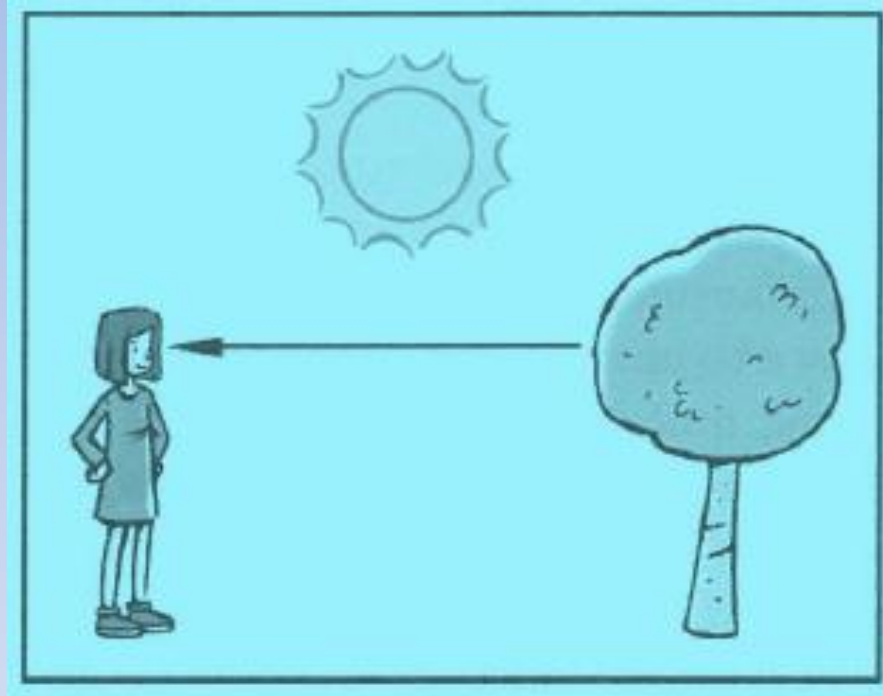
Στη βιβλιογραφία εμφανίζονται δύο εναλλακτικές ιδέες σχετικά με τον παθητικό ρόλο του ματιού στην όραση:

δ₁. Απλή εκπομπή από το αντικείμενο προς το μάτι

Το αντικείμενο, ανεξάρτητα από την παρουσία φωτισμού, εκπέμπει προς το μάτι την «εικόνα», ή το «είδωλό» του

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα



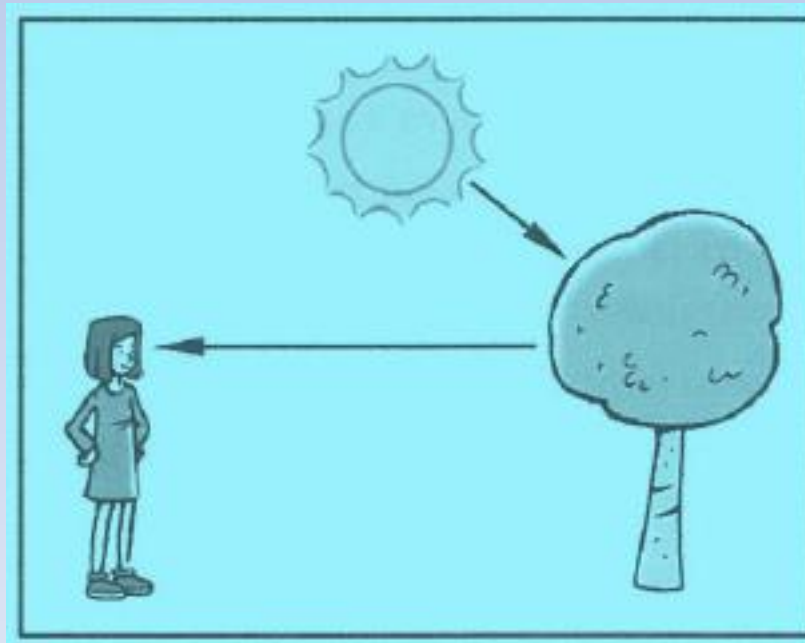
ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των παιδιών παραπέμπει στις θεωρίες των ατομικών φιλοσόφων και των στωικών, όπου και οι δύο υποστηρίζουν τον παθητικό ρόλο του ματιού. Και στις δύο θεωρίες, η οπτική πληροφορία φεύγει από τα αντικείμενα, είτε με τη μορφή ειδώλων (ατομικοί φιλόσοφοι) είτε με τη μορφή οπτικών ακτίνων (στωικοί), διαδίδεται στο χώρο και φτάνει στο μάτι του παρατηρητή.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

δ₂. Επιστημονική άποψη (η δυνατότητα θέασης των αντικειμένων είναι αποτέλεσμα επανεκπομπής του φωτός από αυτά)

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης ιδέας, δεν ανιχνεύονται πάντα επεξεργασμένες νοητικές παραστάσεις. Έτσι, τα παιδιά δεν λένε πάντα ότι στο μάτι καταλήγουν φωτεινές ακτίνες από το αντικείμενο, αλλά η «εικόνα» του, «ακτινοβολία» ή «χρώματα»



ΙΣΤΟΡΙΚΑ, η ιδέα αυτή των μαθητών θυμίζει, σε μια πιο σχηματική εκδοχή, τη θεωρία του Ιμπν αλ Χαϊθάμ.

ΟΠΤΙΚΗ

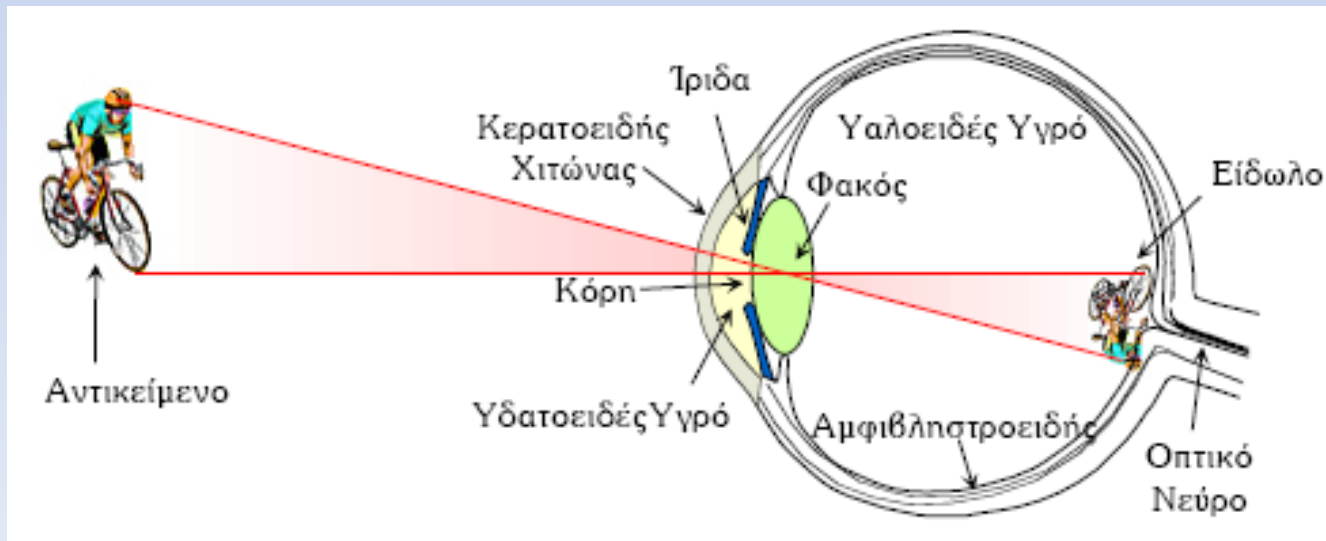
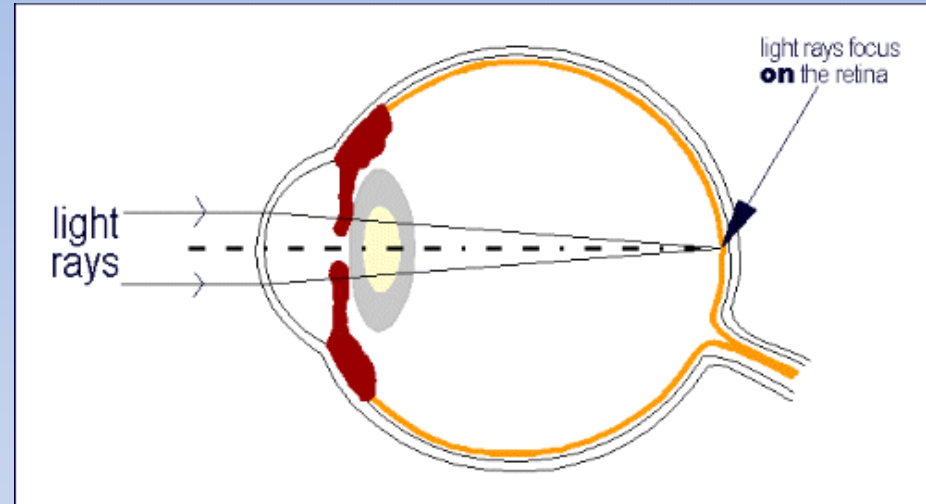
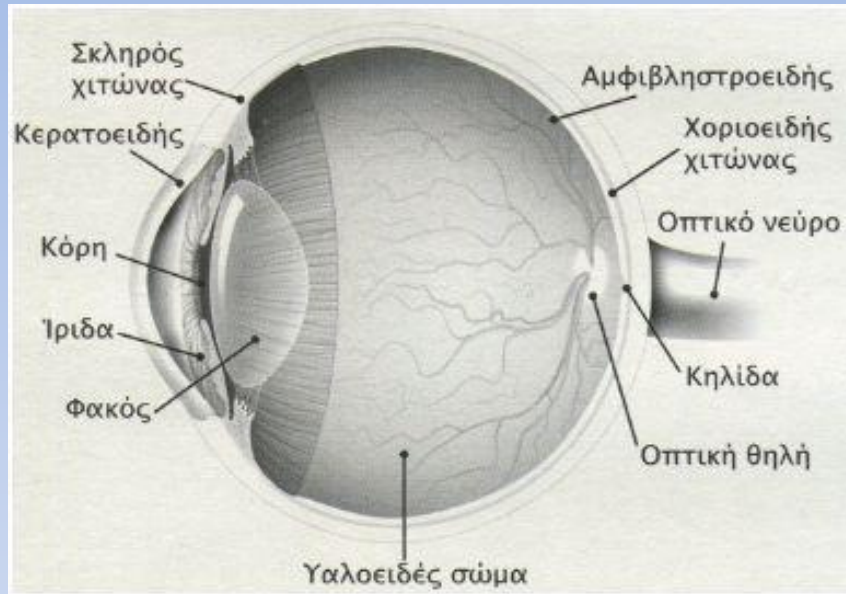
Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα

Οι προαναφερθείσες έρευνες αποκαλύπτουν ότι μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό μαθητών (από 0%-30%) είναι φορείς της επιστημονικής αντίληψης για την όραση, όπως αυτή διατυπώνεται στο σχήμα δ₂.

Η απάντηση λοιπόν στο αρχικό ερώτημα του κεφαλαίου είναι ότι, κατά τη διδασκαλία της οπτικής, η πλειονότητα των μαθητών καλείται να επεξεργαστεί φαινόμενα όπως ο σχηματισμός ειδώλων σε κάτοπτρα και φακούς, ή τα χρώματα, δίχως πρώτα να έχει κατακτήσει τη βασική τους προϋπόθεση, το μηχανισμό της όρασης. Το γεγονός αυτό καθιστά αναγκαίο τον επαναπροσδιορισμό των εν λόγω αναλυτικών προγραμμάτων.

ΟΠΤΙΚΗ

Οι ιδέες των μαθητών για το τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα



ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Προαπαιτούμενες γνώσεις:

Έχει προηγηθεί διδασκαλία σχετικά με:

- την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός,
- την ανάκλαση του φωτός.

Βασικές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που αποτελούν εμπόδιο για τη διδασκαλία του μαθήματος:

- Αντιλήψεις στις οποίες δεν αποτυπώνεται καμία συστηματική σχέση/μηχανισμός μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού, και ιδιαίτερα μεταξύ αντικειμένου και ματιού (α_2 και α_3).
 - Λουτρό φωτός: Η πηγή φωτίζει το χώρο και δημιουργεί την απαραίτητη συνθήκη για να μπορέσει το μάτι να «δει» το αντικείμενο.
 - Φωτεινή πηγή – αντικείμενο: Η πηγή φωτίζει το αντικείμενο, και έτσι εμείς μπορούμε να το δούμε.
 - Φωτεινή πηγή – μάτι και φωτεινή πηγή – αντικείμενο: Η πηγή φωτίζει το μάτι και ενεργοποιεί την όραση. Φωτίζει παράλληλα και το αντικείμενο για να μπορούμε να το δούμε. Το μάτι «βλέπει» το αντικείμενο, χωρίς να καταγράφεται καμία απευθείας μεταξύ τους σχέση.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

β. Αντιλήψεις στις οποίες η όραση (ο τρόπος που γίνονται ορατά τα αντικείμενα) αποδίδεται στον ενεργητικό ρόλο του ματιού.

β₁. Μάτι – αντικείμενο: Το μάτι, ακόμα και στο απόλυτο σκοτάδι, μπορεί να δει το αντικείμενο, καθώς εκπέμπει τη δική του «φωτεινότητα». Το μάτι παίζει ρόλο αποκλειστικού πομπού.

β₂. Φωτεινή πηγή – μάτι – αντικείμενο: Η πηγή αρχικά φωτίζει το μάτι, όπου είτε ανακλάται είτε υποκινεί μια δεύτερη εκπομπή από το μάτι προς το αντικείμενο. Έτσι επιτυγχάνεται η όραση του αντικειμένου.

β₃. Φωτεινή πηγή – μάτι – αντικείμενο – μάτι: Ισχύει ό,τι και στην αντίληψη β₂, με τη διαφορά ότι η «ακτινοβολία» ανακλάται στο αντικείμενο και επιστρέφει στο μάτι, μεταφέροντας την οπτική αίσθηση του αντικειμένου. Έτσι, το αντικείμενο γίνεται ορατό.

β₄. Φωτεινή πηγή – αντικείμενο, μάτι – αντικείμενο: Το αντικείμενο αποτελεί το επίκεντρο της όλης διαδικασίας. Το μάτι εκπέμπει «κάτι» προς το αντικείμενο, και ταυτόχρονα η πηγή το φωτίζει. Έτσι, γίνεται ορατό το αντικείμενο.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

- γ. Αντιλήψεις στις οποίες το μάτι έχει και παθητικό ρόλο στη διαδικασία της όρασης (στον τρόπο που γίνονται ορατά τα αντικείμενα)
- γ₁. Φωτεινή πηγή – αντικείμενο – μάτι – αντικείμενο: Η πηγή φωτίζει το αντικείμενο, το οποίο στη συνέχεια ακτινοβολεί προς το μάτι. Το σχήμα δεν ικανοποιεί τον ερμηνευτικό συλλογισμό και συμπληρώνεται από μια νέα εκπομπή από το μάτι προς το αντικείμενο.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Διδακτικοί στόχοι:

Οι μαθητές να μπορούν:

- να εξηγούν ότι δεν εκπέμπονται φωτεινές ακτίνες από το μάτι,
- να εξηγούν επιπλέον ότι ένα αντικείμενο γίνεται ορατό, όχι επειδή φωτεινές ακτίνες εκπέμπονται από το μάτι μας προς το αντικείμενο, αλλά διότι φωτεινές ακτίνες που εκπέμπονται από φωτεινές πηγές φτάνουν στο αντικείμενο, από όπου επανεκπέμπονται τελικά προς το μάτι μας,
- να περιγράφουν την πορεία των ακτίνων, προκειμένου να καταστεί ένα αντικείμενο ορατό από το μάτι,
- να σχεδιάζουν την πορεία των ακτίνων από τη φωτεινή πηγή στο αντικείμενο, και από εκεί στο μάτι.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Μέθοδος διδασκαλίας: Ακολουθείται το μοντέλο του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού, με στόχο την αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.

Τρόπος οργάνωσης της τάξης: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες.

Βαθμίδα εκπαίδευσης: Δημοτικό και Γυμνάσιο.

Διάρκεια: 2 ώρες.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Η πλήρης διδασκαλία της ενότητας «Πώς γίνονται ορατά τα αντικείμενα» είναι σύνθετη, καθώς απαιτεί γνώσεις από διαφορετικές επιστήμες. Συγκεκριμένα, θα μπορούσε να χωριστεί σε τρεις φάσεις, με διαφορετικές νοητικές απαιτήσεις και θεωρητικό υπόβαθρο η καθεμιά.

1η φάση (φυσική): Η πορεία των ακτίνων από τη/τις φωτεινή/ές πηγή/ές στα αντικείμενα, και από εκεί στο μάτι μας (ο παθητικός ρόλος του ματιού).

2η φάση (φυσική και φυσιολογία): Ο μηχανισμός λειτουργίας του ματιού ως οργάνου όρασης – σχηματισμός των ειδώλων των αντικειμένων μέσω των οφθαλμικών φακών και μετάδοσή τους με οπτικά σήματα μέσω του νευρικού συστήματος (οπτικά νεύρα) στον εγκέφαλο (ο ενεργητικός ρόλος του ματιού).

3η φάση (ψυχολογία): Η νοητική διαδικασία μέσω της οποίας ο εγκέφαλος αντιλαμβάνεται τα οπτικά σήματα που φτάνουν σε αυτόν ως αναπαράσταση των αντικειμένων.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι διαφορετικοί μηχανισμοί παίρνουν μέρος στη διαδικασία με την οποία τα αντικείμενα γίνονται εντέλει ορατά. Οι μαθητές όμως δεν μπορούν να διακρίνουν αυτούς τους διακριτούς μηχανισμούς και, λειτουργώντας ανθρωποκεντρικά, θεωρούν ότι το μάτι έχει αποκλειστικά ενεργητικό ρόλο στην όλη διαδικασία. Έτσι, παραγνωρίζουν τον παθητικό ρόλο του ματιού στην 1η φάση. Αυτό αποτελεί και την αιτία δημιουργίας εναλλακτικών αντιλήψεων στους μαθητές. Έτσι, η πλήρης διδασκαλία του θέματος χρειάζεται να πραγματοποιηθεί σε μια διδακτική ακολουθία κατά φάσεις, ή στο πλαίσιο ενός σχεδίου εργασίας (project).

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Προσανατολισμός

Ο εκπαιδευτικός μοιράζει στους μαθητές του το φύλλο εργασίας, λέγοντάς τους ότι σήμερα θα ασχοληθούν με το «πώς γίνονται ορατά τα αντικείμενα». Τους εξηγεί ότι στην αρχή θα διαβάσουν ένα περιστατικό που του συνέβη χθες και το οποίο τον προβλημάτισε. «Χθες παίζαμε τυφλόμυγα με τη μικρή μου κόρη, Λίζα, η οποία κάποια στιγμή με ρώτησε: “Γιατί όταν έχω τα μάτια μου κλειστά, αναγνωρίζω τα διάφορα αντικείμενα μόνο όταν τα πιάνω (με επαφή), ενώ, όταν έχω τα μάτια μου ανοιχτά, τα βλέπω χωρίς να είναι κολλημένα στα μάτια μου (από απόσταση);”» .

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Ανάδειξη ιδεών

Η απορία της κόρης μου με παρακίνησε να ξεκινήσω μαζί της την παρακάτω συζήτηση:

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ: Λίζα, μπορείς να εξηγήσεις πώς γίνεται και βλέπεις το βιβλίο που βρίσκεται μπροστά στο γραφείο σου;

ΛΙΖΑ: Μα βέβαια· αυτό συμβαίνει επειδή τα μάτια μου δεν είναι κλειστά, και, όπως έχουμε μάθει στο σχολείο, τα μάτια είναι τα αισθητήρια όργανα της όρασης. Έτσι μπορώ και βλέπω το βιβλίο.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ: Και αρκούν μόνο τα μάτια σου για να δεις την εικόνα του βιβλίου σου;

ΛΙΖΑ: Α, ξέρω! Σήματα διαδίδονται μεταξύ των ματιών μου και του εγκεφάλου μου.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ: Ναι, αυτό συμβαίνει μεταξύ των ματιών και του εγκεφάλου σου. Αλλά υπάρχει κάποια απόσταση από τα μάτια σου μέχρι το βιβλίο, όπως άλλωστε είχες προσέξει και εσύ με τα διάφορα αντικείμενα στο παιχνίδι με την τυφλόμυγα. Πώς αλήθεια νομίζεις ότι μπορείς και βλέπεις το βιβλίο⁵;

Η κόρη μου προβληματίστηκε. Αλήθεια, τι συμβαίνει; Πώς μπορούμε και βλέπουμε το βιβλίο και τα άλλα αντικείμενα, εφόσον αυτά δεν βρίσκονται σε άμεση επαφή με τα μάτια μας, αλλά σε κάποια απόσταση από αυτά; Εσείς τι θα απαντούσατε στη θέση της Λίζας; Συζητήστε με τα άλλα μέλη της ομάδας σας και γράψτε τις απόψεις της ομάδας σας στο θέμα που της έθεσα χθες⁶.

.....
.....

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Οι απόψεις των ομάδων ανακοινώνονται στην τάξη. Ο εκπαιδευτικός τις ομαδοποιεί και τις αναγράφει στον πίνακα. Προσπαθεί να αναδείξει απαντήσεις που εστιάζουν στο ρόλο των φωτεινών ακτίνων και να αποφύγει τις ταυτολογίες (π.χ. επειδή βλέπουμε). Κατόπιν, για να βοηθήσει τους μαθητές του να εστιάσουν στην πορεία των ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιών αφενός, καθώς και για να προχωρήσει σε ανάδειξη των ιδεών τους ως προς τον ενεργητικό ή παθητικό ρόλο του ματιού στην όλη διαδικασία αφετέρου, τους καλεί να πραγματοποιήσουν και την παρακάτω δραστηριότητα. Το πρώτο μέρος της δραστηριότητας δεν περιλαμβάνει καμία φωτεινή πηγή, καθώς στόχος είναι να διαπιστωθεί αν οι μαθητές θα αισθανθούν την ανάγκη να την αναφέρουν. Το δεύτερο μέρος σκοπεύει στο να γίνουν πιο συγκεκριμένοι οι μαθητές (να λάβουν υπόψη τους και τη φωτεινή πηγή).

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Μπορείτε να σχεδιάσετε τον τρόπο με τον οποίο βλέπει η Λίζα το βιβλίο στην εικόνα II.12 παρακάτω; Προσθέστε οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο νομίζετε ότι μπορεί να χρειάζεται για το σκοπό αυτό και σχεδιάστε με ευθείες γραμμές και με βέλη την πορεία των φωτεινών ακτίνων, ώστε να φαίνεται από ποιο αντικείμενο ξεκινούν και σε ποιο αντικείμενο κατευθύνονται αυτές οι ακτίνες.



ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Οι μαθητές ανακοινώνουν τις απόψεις τους, ακολουθεί συζήτηση, και ο εκπαιδευτικός σχηματίζει την πορεία των ακτίνων, σύμφωνα με τις προτάσεις των μαθητών. Κατόπιν, τους ζητά να επαναλάβουν την παραπάνω δραστηριότητα, λαμβάνοντας υπόψη και τη φωτεινή πηγή, ώστε να τους δώσει την ευκαιρία να επικεντρωθούν στους τρεις βασικούς συντελεστές (φωτεινή πηγή, αντικείμενο, μάτια) του φαινομένου.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Επαναλάβετε το ίδιο στην εικόνα 11.13 παρακάτω.



Συγκρίνετε τις δύο παραπάνω εικόνες και καταγράψτε αν υπάρχει κάποια διαφορά στην πορεία των ακτίνων. Δικαιολογήστε την οποιαδήποτε διαφορά.

.....

.....

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Τα σκίτσα των ομάδων αναπαράγονται στον πίνακα. Ο εκπαιδευτικός φροντίζει να αναπτυχθεί συζήτηση σχετικά με την πορεία των ακτίνων. Αντιστοιχεί τα σκίτσα προς τις απόψεις που είχαν προηγουμένως διατυπώσει οι ομάδες.

Έλεγχος και αναδόμηση ιδεών – Εισαγωγή νέας γνώσης

Κατά τη διαδικασία αναδόμησης των ιδεών των μαθητών, ο εκπαιδευτικός θα επιδιώξει να αναδομήσει αρχικά τις πιο απλοϊκές εναλλακτικές ιδέες, ώστε να βοηθήσει τα παιδιά να τις εξελίξουν τουλάχιστον προς ιδέες που πλησιάζουν το επιστημονικό πρότυπο. Έτσι, απευθύνει στους μαθητές του με τη σειρά τις παρακάτω ερωτήσεις:

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

1) Προσπάθεια αναδόμησης των ιδεών a_1 (λουτρό φωτός) και a_2 (φωτεινή πηγή-αντικείμενο):

Προσπαθήστε να ελέγξετε πρώτα τις ιδέες σύμφωνα με τις οποίες, για να μπορέσουμε να δούμε ένα αντικείμενο, αρκεί ο χώρος να φωτίζεται γενικά (διάχυτα), ή να φωτίζεται απλώς το αντικείμενο από κάποια φωτεινή πηγή. Πώς θα μπορούσατε να ελέγξετε αυτές τις ιδέες; Συζητήστε μεταξύ σας και προτείνετε τρόπους για τον έλεγχο αυτών των ιδεών.

.....
.....

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

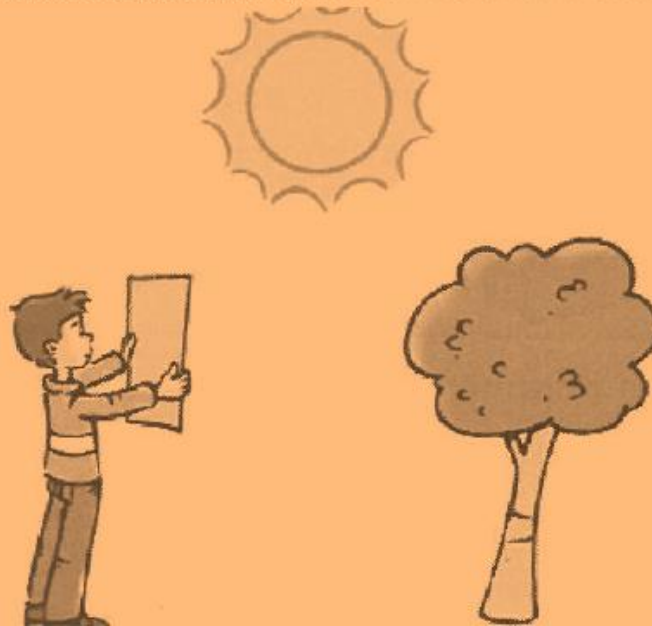
Οι ομάδες των μαθητών ανακοινώνουν τις απόψεις τους, και, ύστερα από συζήτηση, ο εκπαιδευτικός προκρίνει να μπει ένα εμπόδιο ανάμεσα στα μάτια του παρατηρητή και σε ένα αντικείμενο (π.χ. ένα βιβλίο, ένα δέντρο). Προτείνει στα παιδιά να βγουν στην αυλή του σχολείου, όπου υπάρχει ένα δέντρο. Δίνει σε κάθε ομάδα από ένα μεγάλο χαρτόνι. Παρακινεί τα παιδιά να κοιτάξουν προς το δέντρο και να συνεχίσουν με τις οδηγίες από το φύλλο εργασίας. (Εάν δεν έχουν τη δυνατότητα να βγουν στην αυλή του σχολείου, θα επιλέξουν ένα βιβλίο ως αντικείμενο-στόχο.)

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Σταθείτε απέναντι από ένα δέντρο κάποια ηλιόλουστη μέρα στην αυλή του σχολείου, έτσι ώστε η φωτεινή πηγή να φωτίζει τόσο τα μάτια σας όσο και το δέντρο. Τοποθετήστε ένα εμπόδιο (π.χ. χαρτόνι) ανάμεσα στα μάτια σας και το δέντρο. Μπορείτε τώρα να δείτε το δέντρο; Συζητήστε με τα άλλα παιδιά της ομάδας σας και σημειώστε για ποιο λόγο γίνεται αυτό.

.....
.....



ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού».

Πώς αιτιολογείτε το γεγονός ότι, ενώ φωτίζεται το δέντρο, όπως και τα μάτια σας, εσείς δεν μπορείτε να το δείτε; Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας και καταγράψτε τις απόψεις σας.

Μήπως κάποιο από τα σκίτσα στον πίνακα εξηγεί καλύτερα το πώς βλέπουμε το δέντρο (ή το βιβλίο); Επιλέξτε κάποιο από αυτά, ή σχεδιάστε εκ νέου ένα άλλο, σύμφωνα με τις απόψεις σας, αιτιολογώντας την επιλογή σας.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Οι ομάδες των μαθητών ανακοινώνουν τις απόψεις τους. Ύστερα από συζήτηση με όλη την τάξη, ο εκπαιδευτικός σημειώνει στον πίνακα: «Για να είναι ορατό το αντικείμενο από τον άνθρωπο, δεν αρκεί να φωτίζεται το ίδιο, ή ο χώρος, από κάποια πηγή, αλλά να μην παρεμβαίνουν εμπόδια στην ευθεία που συνδέει το αντικείμενο και τα μάτια». Κατόπιν, διαγράφει με μια κιμωλία τα σκίτσα που αντιστοιχούν στις αρχικές ιδέες, και με βέλη σημειώνει τη νέα πορεία (ιδέα) που επέλεξαν οι μαθητές.

2) Προσπάθεια αναδόμησης της ιδέας a_3 (φωτεινή πηγή – μάτι και φωτεινή πηγή – αντικείμενο):

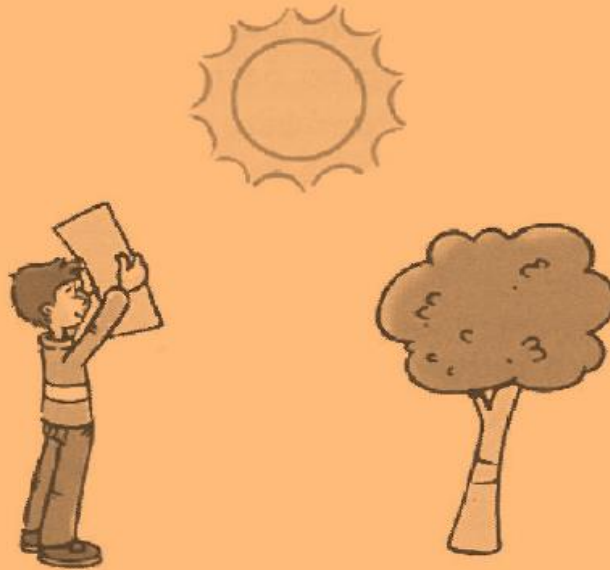
Πώς θα μπορούσατε τώρα να ελέγξετε την ιδέα σύμφωνα με την οποία, για να μπορέσουμε να δούμε ένα αντικείμενο, αρκεί να φωτίζονται τα μάτια μας και το αντικείμενο από τη φωτεινή πηγή; Συζητήστε μεταξύ σας και προτείνετε τρόπους για τον έλεγχο αυτής της ιδέας.

Οι ομάδες των μαθητών ανακοινώνουν τις απόψεις τους, και, ύστερα από συζήτηση, ο εκπαιδευτικός προκρίνει τη χρήση εμποδίου ανάμεσα στα μάτια του παιδιού και τη φωτεινή πηγή, όπως φαίνεται στην παρακάτω ερώτηση.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Σταθείτε απέναντι από ένα δέντρο μία ηλιόλουστη μέρα στην αυλή του σχολείου, έτσι ώστε η φωτεινή πηγή να φωτίζει τόσο τα μάτια σας όσο και το δέντρο. Τοποθετήστε ένα εμπόδιο ανάμεσα στα μάτια σας και τη φωτεινή πηγή, χωρίς αυτό να κρύβει το δέντρο . Μπορείτε να δείτε τώρα το δέντρο (ή το βιβλίο); Συζητήστε με τα άλλα παιδιά της ομάδας σας και σημειώστε για ποιο λόγο γίνεται αυτό.



.....

.....

.....

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Πώς αιτιολογείτε το γεγονός ότι, ενώ δεν έρχονται φωτεινές ακτίνες στα μάτια σας, εσείς μπορείτε να δείτε το δέντρο (ή το βιβλίο); Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας την πιθανή αιτιολογία.

Μήπως κάποιο από τα σκίτσα στον πίνακα εξηγεί καλύτερα πώς βλέπουμε το βιβλίο; Επιλέξτε κάποιο από αυτά, ή σχεδιάστε εκ νέου κάποιο άλλο που να αποδίδει τις απόψεις σας, και αιτιολογήστε την επιλογή σας.

Οι ομάδες των μαθητών ανακοινώνουν τις απόψεις τους. Ύστερα από συζήτηση με όλη την τάξη, ο εκπαιδευτικός σημειώνει στον πίνακα: «Για να είναι ορατό το αντικείμενο από τον άνθρωπο, η πηγή πρέπει να φωτίζει το αντικείμενο, και όχι απαραίτητα τα μάτια του ανθρώπου. Επιπλέον, δεν πρέπει να υπάρχει εμπόδιο μεταξύ των ματιών και του αντικειμένου». Κατόπιν, διαγράφει με κιμωλία τα σκίτσα που αντιστοιχούν σε αυτή την ιδέα, και με βέλη σημειώνει τη νέα πορεία (ιδέα) που επέλεξαν οι μαθητές.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

3) Προσπάθεια αναδόμησης της ιδέας β, (μάτι – αντικείμενο):

Συνεχίζοντας, πώς θα μπορούσατε να ελέγξετε την ιδέα σύμφωνα με την οποία, για να μπορούμε να δούμε ένα αντικείμενο, αρκεί το μάτι μας να εκπέμπει φωτεινές ακτίνες προς αυτό; Συζητήστε μεταξύ σας και προτείνετε τρόπους για τον έλεγχο αυτής της ιδέας.

.....

.....

.....

Οι ομάδες των μαθητών ανακοινώνουν τις απόψεις τους, και, ύστερα από συζήτηση, ο εκπαιδευτικός προκρίνει τη συσκότιση της τάξης, όπως φαίνεται στην παρακάτω ερώτηση. Αν αυτό δεν είναι δυνατό, ζητάει από τους μαθητές του να θυμηθούν αν βλέπουν τα διάφορα αντικείμενα όταν μπαίνουν τη νύχτα σε ένα απολύτως σκοτεινό δωμάτιο. Επειδή τα παιδιά συχνά συγχέουν το ημίφως σε ένα δωμάτιο (ακόμα και στις περιπτώσεις όπου μπαίνει ελάχιστο φως, π.χ. από χαραμάδες) με την παντελή έλλειψη φωτός, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να επιμείνει στο σημείο αυτό και να εξηγήσει στα παιδιά τις συνθήκες πλήρους συσκότισης, όπως φαίνεται παρακάτω.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Θα συσκοτίσουμε πλήρως την τάξη, και εσείς θα προσπαθήσετε να δείτε το βιβλίο που είναι μπροστά σας. Μόλις ανοίξουν τα φώτα (ή τραβηχτούν οι κουρτίνες), σημειώστε αν μπορούσατε να δείτε το βιβλίο στο σκοτάδι.

Σε περίπτωση που δεν μπορεί να επιτευχθεί πλήρης συσκότιση, ο εκπαιδευτικός θα σκεπάσει επιπλέον –σε κάθε ομάδα– ένα ή δυο παιδιά (μαζί με το θρανίο τους) με μια σκούρα κουβέρτα – αλλιώς θα προχωρήσει στην παρακάτω ερώτηση.

Φανταστείτε ότι μπαίνετε σε ένα δωμάτιο με κλειστά παράθυρα, νύχτα και με διακοπή ρεύματος. Αν υπήρχε ένα βιβλίο σε αυτό το δωμάτιο, θα μπορούσατε να το δείτε;

.....

.....

.....

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας γιατί δεν θα μπορούσατε να δείτε το βιβλίο.

.....

.....

.....

Μήπως κάποιο από τα σκίτσα στον πίνακα εξηγεί καλύτερα πώς βλέπουμε το βιβλίο; Επιλέξτε κάποιο από αυτά, ή σχεδιάστε κάποιο άλλο που να εκφράζει καλύτερα τις απόψεις σας, και αιτιολογήστε την επιλογή σας.

.....

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απόψεις τους. Ύστερα από συζήτηση, ο εκπαιδευτικός σημειώνει στον πίνακα: «Το μάτι δεν εκπέμπει φωτεινές ακτίνες, και γι' αυτό δεν μπορεί να δει στο σκοτάδι». Κατόπιν, ο εκπαιδευτικός διαγράφει με κιμωλία το σκίτσο που αντιστοιχεί σε αυτή την ιδέα, και με βέλη σημειώνει τη νέα πορεία (ιδέα) που επέλεξαν οι μαθητές.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

4) Προσπάθεια αναδόμησης των ιδεών β_2 (φωτεινή πηγή – μάτι – αντικείμενο) και β_3 (φωτεινή πηγή – μάτι – αντικείμενο – μάτι):

Πώς θα μπορούσατε επιπλέον να ελέγξετε τις ιδέες σύμφωνα με τις οποίες, για να μπορούμε να δούμε ένα αντικείμενο, αρκεί η φωτεινή πηγή να φωτίζει (να εκπέμπει φωτεινές ακτίνες προς) τα μάτια μας, και εκείνα να εκπέμπουν φωτεινές ακτίνες προς το αντικείμενο; Συζητήστε μεταξύ σας και προτείνετε τρόπους για τον έλεγχο αυτών των ιδεών.

.....

.....

.....

Οι ομάδες των μαθητών ανακοινώνουν τις απόψεις τους, και, ύστερα από συζήτηση, ο εκπαιδευτικός προκρίνει τη συσκότιση της τάξης και τη χρήση φακού, όπως φαίνεται στην παρακάτω ερώτηση.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Θα πραγματοποιήσετε ένα πείραμα με τη φαντασία σας: Έστω ότι βρίσκεστε σε ένα απόλυτα συσκοτισμένο δωμάτιο με ένα φακό στο χέρι, και θέλετε να δείτε την ώρα στο ρολόι που βρίσκεται κρεμασμένο στον τοίχο. Προς τα πού θα στρέψετε το φακό για να το επιτύχετε, προς το ρολόι ή προς τα μάτια σας; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

Σχεδιάστε ένα σκίτσο στο οποίο να φαίνεται ένας μαθητής που κρατάει ένα φακό και ένα βιβλίο. Σύμφωνα με όσα είπατε, σχεδιάστε στο σκίτσο την πορεία των ακτίνων, έτσι ώστε το βιβλίο να γίνει ορατό από τον μαθητή.

.....

.....

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Οι ομάδες καθοδηγούν τον εκπαιδευτικό, προφορικά και μέσα από τα σκίτσα τους, ώστε να σχεδιάσει την προτεινόμενη πορεία των ακτίνων στον πίνακα. Αν κάποιοι μαθητές υποστηρίξουν ότι θα στρέψουν το φακό προς τα μάτια τους, θα πραγματοποιήσουμε την εν λόγω δραστηριότητα στην τάξη, εν είδει πειράματος.

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απόψεις τους. Ύστερα από συζήτηση, ο εκπαιδευτικός σημειώνει στον πίνακα: «Η φωτεινή πηγή δεν είναι απαραίτητο να φωτίζει τα μάτια μας για να γίνει ορατό ένα αντικείμενο· το μόνο που χρειάζεται είναι να φωτιστεί το αντικείμενο με τις ακτίνες από τη φωτεινή πηγή». Κατόπιν, ο εκπαιδευτικός διαγράφει με κιμωλία το σκίτσο που αντιστοιχεί σε αυτές τις ιδέες (β_2 και β_3), και με βέλη σημειώνει τη νέα πορεία (ιδέα) που επέλεξαν οι μαθητές.

Η μελέτη της σύγχρονης βιβλιογραφίας καταδεικνύει ότι η απόρριψη από τη μεριά των μαθητών των αντιλήψεων β_2 και β_3 δεν τους οδηγεί αυτόματα στην επιστημονική αντίληψη, μιας και αυτή προϋποθέτει την κατάκτηση της έννοιας της ανάκλασης/επανεκπομπής του φωτός. Τους οδηγεί, ωστόσο, συνήθως στην υιοθέτηση της αντίληψης β_4 ή γ_1 .

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

5) Προσπάθεια αναδόμησης των ιδεών β_4 (φωτεινή πηγή – αντικείμενο, μάτι – αντικείμενο) και γ_1 (φωτεινή πηγή – αντικείμενο – μάτι – αντικείμενο):

Τέλος, πώς θα μπορούσατε να ελέγξετε τις ιδέες σύμφωνα με τις οποίες, για να μπορούμε να δούμε ένα αντικείμενο, αρκεί είτε το αντικείμενο να δέχεται φωτεινές ακτίνες και από τη φωτεινή πηγή και από τα μάτια μας, είτε να δέχεται φωτεινές ακτίνες από τη φωτεινή πηγή μόνο, τις οποίες θα στέλνει στο μάτι, και εκείνο πάλι πίσω στο αντικείμενο; Συζητήστε μεταξύ σας και προτείνετε τρόπους για τον έλεγχό τους.

.....

.....

.....

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Ο έλεγχος αυτών των ιδεών από τα παιδιά είναι δύσκολο να επιτευχθεί· αξίζει όμως τον κόπο να προσπαθήσουν.

Οι ομάδες των μαθητών ανακοινώνουν τις απόψεις τους, και, ύστερα από συζήτηση, ο εκπαιδευτικός προτείνει τη χρήση μεγεθυντικού φακού για το σχηματισμό ειδώλου πάνω σε πέτασμα, όπως φαίνεται στην παρακάτω ερώτηση. Ο συγκεκριμένος έλεγχος των ιδεών μπορεί να επιχειρηθεί σε συνδυασμό με το επόμενο μάθημα (λειτουργία του ματιού – 2η φάση).

Για να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω δραστηριότητες, θα απαιτηθούν ένας μεγεθυντικός φακός και μία ψηφιακή φωτογραφική μηχανή ανά ομάδα.

Ο εκπαιδευτικός εξηγεί στα παιδιά ότι, όπως θα μελετήσουν αναλυτικά στο επόμενο μάθημα, το μάτι μας αποτελείται από ένα φακό που σχηματίζει το είδωλο των αντικειμένων στο πίσω μέρος του. Κατόπιν, με έναν μεγεθυντικό φακό, σχηματίζει το (αντεστραμμένο) είδωλο ενός αντικειμένου στο πέτασμα και καλεί τις ομάδες των μαθητών να περάσουν και να το δουν. Ακολούθως, τους ζητά να προβληματιστούν πάνω στην επόμενη ερώτηση.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Συζητήστε μεταξύ σας γιατί, ενώ ο μεγεθυντικός φακός (που έχει ομοιότητες με τη λειτουργία του ματιού μας) δεν εκπέμπει κανένα φως προς το αντικείμενο, μπορεί και σχηματίζει την εικόνα του αντικειμένου.

.....

.....

.....

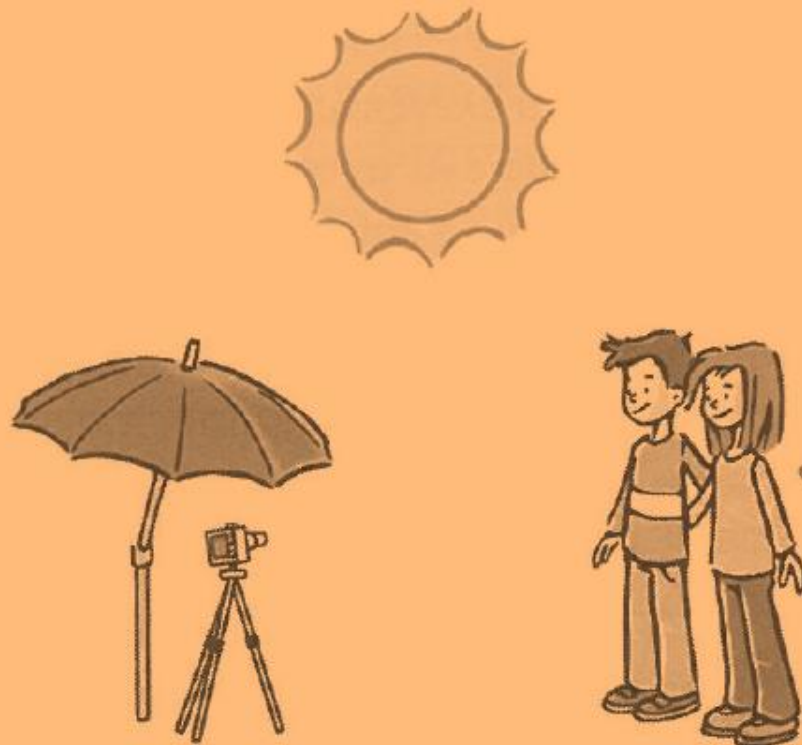
Η παραπάνω ερώτηση αναμένεται να προβληματίσει αρκετά τους μαθητές. Επιπλέον, αν η μέρα είναι ηλιόλουστη ώστε να μη χρειαστεί φλας, ο εκπαιδευτικός βγάζει τους μαθητές του στην αυλή του σχολείου. Τοποθετεί τα παιδιά κάθε ομάδας με τέτοιο τρόπο ώστε να φωτίζονται τα πρόσωπά τους από το φως του ήλιου, ενώ τοποθετεί τη φωτογραφική μηχανή σε σκιερό μέρος, ώστε ο φακός της να μην είναι στραμμένος προς τον ήλιο, αλλά προς τα παιδιά. Ανά ομάδες, τους καλεί να βγάλουν από μία αναμνηστική φωτογραφία, ενεργοποιώντας το χρονοδιακόπτη που χρησιμοποιείται για την αυτοφωτογράφιση. Κατόπιν τους ζητά να προβληματιστούν πάνω στην επόμενη ερώτηση.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Τραβήξτε μια φωτογραφία όλων των μελών της ομάδας σας, πατώντας το σχετικό κουμπί του χρονοδιακόπτη για αυτοφωτογράφιση

Κατόπιν, παρατηρήστε τη φωτογραφία σας στην οθόνη σε έναν υπολογιστή.



ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Συζητήστε με τα άλλα μέλη της ομάδας σας γιατί, ενώ η φωτογραφική μηχανή βρίσκεται στη σκιά και δεν εκπέμπει κανένα φως προς εσάς (που φωτίζεστε από τον ήλιο), μπορεί και αποτυπώνει την εικόνα σας.

.....
.....
.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απόψεις τους. Οι συγκεκριμένες δραστηριότητες αναμένεται να προκαλέσουν έντονη συζήτηση. Ύστερα από τη συζήτηση, ο εκπαιδευτικός σημειώνει στον πίνακα: «Για να γίνει ορατό το αντικείμενο, δεν χρειάζεται να εκπέμπεται κάτι από το μάτι, παρά μόνο από την πηγή». Κατόπιν, διαγράφει με κιμωλία τα σκίτσα που αντιστοιχούν σε αυτές τις ιδέες (β_4 και γ_1) και καλεί τους μαθητές να περιγράψουν τη νέα πορεία των ακτίνων.

Θεωρούμε ότι, με τις παραπάνω δραστηριότητες, αρκετά παιδιά –ανάλογα και με την ηλικία τους– θα μεταβούν στην επιστημονική αντίληψη. Ακόμη όμως κι αν κάποια παιδιά δεν καταφέρουν να φτάσουν στην επιστημονική άποψη και περιοριστούν στην αντίληψη β_4 ή γ_1 , θα έχουν διανύσει, και πάλι, μια σημαντική μαθησιακή πορεία. Στην επιστημονική αντίληψη θα είναι έτοιμα να φτάσουν αργότερα, όταν θα διδαχθούν και άλλα θέματα σχετικά με τη φύση του φωτός.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Ως σύνοψη των παραπάνω, ο εκπαιδευτικός πραγματοποιεί ο ίδιος την εξής άσκηση: Επιλέγει δυο ή τρεις μαθητές του που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία της τάξης, και περιγράφει, για καθέναν από αυτούς, την πορεία των ακτίνων από τη φωτεινή πηγή μέχρι τα μάτια του. Κατόπιν, ζητά από τους μαθητές του να επιλέξουν έναν ή δύο συμμαθητές τους, τους οποίους ο ίδιος δεν μπορεί να δει (επειδή π.χ. είναι κάτω από το θρανίο, τους κρύβουν άλλοι μαθητές, κ.λπ.), και να του περιγράψουν την πορεία των φωτεινών ακτίνων από τη φωτεινή πηγή στους συγκεκριμένους μαθητές και κατόπιν προς εκείνον (εξηγώντας παράλληλα γιατί δεν μπορεί να τους δει).

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Εφαρμογή της νέας γνώσης

Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα και ζωγραφίστε –με διαφορετικού χρώματος μολύβια– την πορεία των ακτίνων για κάθε αντικείμενο που βλέπει το παιδί (Εικόνα 11.17).



ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Να εξηγήσετε για ποιο λόγο δεν μπορεί το παιδί να δει το ένα αντικείμενο (την καρέκλα). Σχεδιάστε μια πορεία ακτίνων που να δείχνει γιατί ένα τέτοιο ενδεχόμενο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι αδύνατο.

Προκειμένου να κάνει τα παιδιά να σκεφτούν για ποιο λόγο, μερικές φορές τη νύχτα, μπορούν και βλέπουν ακόμη και στο «σκοτάδι», ο εκπαιδευτικός τούς ζητά να κάνουν και την ακόλουθη δραστηριότητα.

Είναι βράδυ. Βρίσκεστε στο σπίτι σας, στο δωμάτιό σας. Κάποια στιγμή σβήνετε το φως. Πού νομίζετε ότι οφείλεται το γεγονός ότι μπορείτε να διακρίνετε αμυδρά κάποια από τα αντικείμενα του δωματίου, παρά το γεγονός ότι το φως είναι σβηστό;

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απόψεις τους. Ακολουθεί συζήτηση, και ο εκπαιδευτικός εστιάζει τη συζήτηση στον εντοπισμό και άλλων πηγών φωτός (από την πόρτα, από τα παράθυρα, από χαραμάδες, κ.λπ.).

Προκειμένου να βοηθήσει τους μαθητές του να αντιδιαστείλουν την καθημερινή με την επιστημονική γνώση, ο εκπαιδευτικός ζητά από αυτούς να συζητήσουν και να τοποθετηθούν στην παρακάτω ερώτηση.

Μπορείτε να εξηγήσετε, σύμφωνα με όσα μάθατε σήμερα, τη φράση «Της έριξε μια ματιά» που συχνά λέμε στην καθημερινή ζωή, για κάποιον νεαρό που κοιτάζει μια κοπέλα;

.....

.....

.....

Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απόψεις τους στην τάξη. Ακολουθεί συζήτηση με όλη την τάξη, όπου δοκιμάζεται η νέα γνώση των μαθητών. Ο εκπαιδευτικός τους βοηθά να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι η φράση αυτή σημαίνει πως, ενώ οι εικόνες πολλών αντικειμένων φτάνουν στα μάτια του νεαρού, αυτός εστιάζει την προσοχή του μόνο στην εικόνα της κοπέλας.

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Ανασκόπηση

Ο εκπαιδευτικός αναφέρεται για άλλη μια φορά στο υποτιθέμενο περιστατικό με την κόρη του και ρωτάει τους μαθητές:

Τι θα συμβουλευάτε τελικά τη Λίζα να μου πει στην απάντησή της;
Σχεδιάστε την πορεία των ακτίνων στο παρακάτω σχήμα
Σημειώστε με βέλη την κατεύθυνση των ακτίνων (από ποιο αντικείμενο σε ποιο αντικείμενο πηγαίνουν κάθε φορά).



ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Ανατρέξτε στο αντίστοιχο σχήμα που σχεδιάσατε στην αρχή του μαθήματος. Βάλτε δίπλα δίπλα τα δύο σχήματα. Έχει διαφορές η πορεία των ακτίνων ανάμεσα στα δύο σχήματα; Αν ναι, ποιες είναι αυτές;

.....

.....

Εάν είναι διαφορετική η πορεία, τι ήταν εκείνο που σας έκανε να αλλάξετε γνώμη;

.....

.....

.....

ΟΠΤΙΚΗ

Μια πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πως γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού.

Εργασία για το σπίτι

Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα και ζωγραφίστε –με διαφορετικού χρώματος μολύβια– την πορεία των ακτίνων για κάθε πηγή φωτός, ώστε να εξηγείται γιατί είναι ορατό το αντικείμενο (π.χ. το κύπελλο, το θρανίο, κ.λπ.) από το παιδί

