

"Ερευνώ και Ανακαλύπτω" τη Θερμοκρασία και τη Θερμότητα στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Ματθαίος Πατρινόπουλος, Γεώργιος Θεοφ. Καλκάνης

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών

mpatrin@primedu.uoa.gr, kalkanis@primedu.uoa.gr, <http://micro-kosmos.uoa.gr>

Περίληψη. Για τη βέλτιστη εφαρμογή των νέων βιβλίων "Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω" (του 2006 για την Ε' και Στ' τάξη του Δημοτικού Σχολείου), επιχειρείται –κατ' αρχήν– η ανάδειξη και η υποστήριξη τόσο της –ευκαταίας– εκπαιδευτικής / γνωσιακής όσο και της –επιδιωκόμενης– παιδευτικής / παιδαγωγικής συμβολής τους στην εκ-παίδευση στις-με τις Φυσικές Επιστήμες κατά την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, ενώ –στη συνέχεια– επιχειρείται η δειγματική παρουσίαση μιας πρότυπης εκπαιδευτικής διαδικασίας, η οποία περιλαμβάνει προτάσεις / οδηγίες για τη βέλτιστη ακολουθία των μεθοδολογικών βημάτων και τον χρονικό καταμερισμό της, τη συστημική συσχέτιση των διαθεματικών πληροφοριών, τον αποδεικτικό –επιβεβαιωτικό και απορριπτικό– πειραματισμό και ερμηνευτική αναφορά στον μικρόκοσμο. Πρωταρχική επιδίωξη είναι να προταθεί / επιτευχθεί ο βέλτιστος δυνατός τρόπος αξιοποίησης των επιμέρους βιβλίων ("Τετραδίου Εργασιών" και "Βιβλίου Μαθητή") με την ανακάλυψη της γνώσης και την αποφυγή της απομνημόνευσης. Η παρουσιαζόμενη πρότυπη εκπαιδευτική διαδικασία αφορά στην " Θερμοκρασία και τη Θερμότητα".

Εισαγωγή

Η προτεινόμενη και εφαρμοζόμενη μεθοδολογική προσέγγιση είναι η εφαρμογή της επιστημονικής (και) ως εκπαιδευτικής μεθόδου (βλ. βιβλιογραφική αναφορά [2]), με την εξής, αδρή, σχηματοποίηση των βημάτων της:



Εναυσμα
ενδιαφέροντος



Διατύπωση
υποθέσεων



Πειραματισμός



Διατύπωση
θεωρίας



Συνεχής έλεγχος,
επιβεβαίωση ή απόρριψη



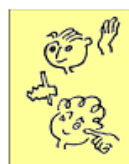
Πληροφορούμαι,
ενδιαφέρομαι



Συζητώ,
προβληματίζομαι,
υποθέτω



Ενεργώ,
πειραματίζομαι,
παρατηρώ



Συμπεραίνω,
καταγράφω



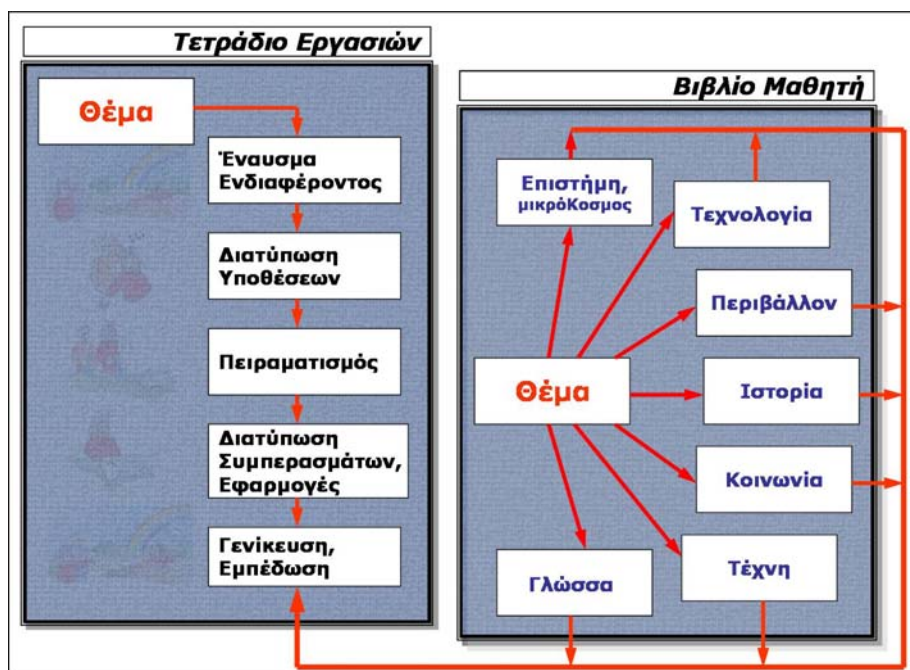
Εμπεδώνω,
γενικεύω

Κατά το μεθοδολογικό εκ-παιδευτικό αυτό πρότυπο, ο/η εκπαιδευτικός:

- αναζητά εναύσματα προκαλώντας το ενδιαφέρον των μαθητών,

- προβληματίζει τους μαθητές προτρέποντάς τους να διατυπώνουν υποθέσεις (ή προαντιλήψεις τους, αν υπάρχουν),
- τους ενεργοποιεί στην εκτέλεση πειραμάτων και στην καταγραφή παρατηρήσεων,
- προκαλεί συζήτηση για τη διεύρυνση των παρατηρήσεων, την εξαγωγή συμπερασμάτων και την εφαρμογή τους και
- εξασφαλίζει την εμπέδωση των συμπερασμάτων, ερμηνεύοντάς τα με τη βοήθεια του προτύπου του μικροκόσμου, και οδηγεί τους μαθητές σταδιακά στη γενίκευση, συσχετίζοντάς τα διαθεματικά με όλες τις παραμέτρους της καθημερινής ζωής.

Προτείνεται κατά την εκπαιδευτική διαδικασία κάθε θεματικής ενότητας / θέματος η συνδυαστική εφαρμογή των μεθοδολογικών βημάτων με την συστηματική συσχέτισή του με τις διαθεματικές παραμέτρους του, όπως παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα. Εξυπακούεται ότι η χρήση του "Τετραδίου Εργασιών" και του "Βιβλίου Μαθητή" είναι σειριακή.



Προγραμματισμός

Ο προγραμματισμός των προς μελέτη θεματικών ενότητων / θεμάτων γίνεται από τον/την εκπαιδευτικό με βάση το εξής σκεπτικό: Οι πρωταρχικοί στόχοι της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες (σε αυτή τη βαθμίδα) είναι η μεθοδολογική συγκρότηση των μαθητών, η δημιουργία ερευνητικής διάθεσης και δυνατότητας δραστηριοποίησης, η απαίτηση και αναζήτηση αποδεικτικών διαδικασιών, η ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας, αλλά και η ολοκλήρωση μιας πολύπλευρης και βαθιάς μόρφωσής τους. Δευτερεύων στόχος (σε αυτή τη βαθμίδα) είναι η ανάπτυξη του γνωστικού υποβάθρου τους στις φυσικές επιστήμες, η οποία θα ολοκληρωθεί στις επόμενες βαθμίδες της εκπαίδευσης. Γι' αυτό, δεν είναι απαραίτητη η μελέτη όλων των θεματικών ενότητων, οι οποίες προβλέπονται από το αναλυτικό πρόγραμμα, αλλά η συστηματική εφαρμογή και αφομοίωση από τους μαθητές της ερευνητικής και ανακαλυπτικής μεθοδολογίας.

Μια από τις προσφορότερες, με βάση αυτό το σκεπτικό, θεματικές ενότητες είναι η θεματική ενότητα "Η Θερμότητα μεταφέρεται με Ρεύματα", η οποία προβλέπεται, με βάση το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, στην Στ' τάξη του Δημοτικού Σχολείου, και επιλέγεται γι' αυτήν τη δειγματική εφαρμογή μας.

Προετοιμασία

Ο χρόνος της εκπαιδευτικής διαδικασίας προτείνεται να κατανέμεται (%) στα βήματα του μεθοδολογικού εκπαιδευτικού προτύπου ως εξής: Έναυσμα ενδιαφέροντος (~ 15% του χρόνου), Διατύπωση Υποθέσεων (~ 10% του χρόνου), Πειραματισμός (~ 45% του χρόνου), Καταγραφή Συμπερασμάτων (~ 20% του χρόνου), Γενίκευση, Εμπέδωση (~ 10% του χρόνου).

Πριν τη διδασκαλία της ενότητας προτείνεται να μελετηθούν από το "Βιβλίο Δασκάλου" τα εισαγωγικά στοιχεία που απαιτούνται (Διάρκεια, Φύλλα Εργασίας, Λεξιλόγιο, Γενικός Στόχος Κεφαλαίου, Ειδικότεροι Στόχοι, το Κεφάλαιο Συνοπτικά, Συνήθειες Εναλλακτικές Αντιλήψεις – Συνήθειες Γνωστικές Δυσκολίες, Όργανα και Υλικά, Ανάπτυξη του Κεφαλαίου) καθώς και οι αντίστοιχες σελίδες από το Βιβλίο Μαθητή, προκειμένου να γίνει η επιλογή των κατάλληλων πληροφοριών για τη διαθεματική συσχέτιση και ανάλυση του θέματος. Συγκεκριμένα: από το Βιβλίο Δασκάλου μελέτη θεωρίας (σελ. 107 - 108), επισημάνση διδακτικών στόχων και μελέτη επισημάνσεων φύλλου εργασίας (σελ. 109 - 111), από το Τετράδιο Εργασιών (σελ. 54 - 55) και από το Βιβλίο Μαθητή (σελ. 48 - 51). Οι μαθητές οργανώνονται σε ομάδες και καταγράφονται τα απαραίτητα πειραματικά υλικά. Συνιστάται να γίνει καταγραφή των υλικών που απαιτούνται, για όλη την ενότητα και να ζητήσουμε από τις ομάδες των μαθητών να τα συγκεντρώσουν πριν ξεκινήσουμε.

Η Εκπαιδευτική Διαδικασία

Θέμα: ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – Η Θερμότητα μεταφέρεται με Ρεύματα


1. Έναυσμα Ενδιαφέροντος

Το έναυσμα του ενδιαφέροντος των μαθητών γίνεται με αναφορά / παρατήρηση / σχολιασμό των εικόνων, οι οποίες προτάσσονται του αντίστοιχου θέματος στο "Τετράδιο Εργασιών".

<p>Στ' τάξη Τετρ. Εργ. σελ. 54</p> 	<p style="text-align: center;"><i>Παρατηρώ Ενδιαφέρομαι</i></p>	 <p>Παρατήρησε στο διπλανό σκίτσο το σύστημα κεντρικής θέρμανσης ενός σπιτιού. Με την καύση πετρελαίου μεταφέρεται ενέργεια στο νερό που περνά από τους σωλήνες μέσα στο λέβητα. Το ζεστό νερό φτάνει στα θερμαντικά σώματα που βρίσκονται στους διάφορους χώρους του σπιτιού. Τα θερμαντικά σώματα μεταδίδουν τη θερμότητα στον αέρα γύρω τους. Ο ζεστός αέρας μεταφέρει τη θερμότητα στο δωμάτιο.</p> <p>Ξέρεις όμως ότι το νερό και ο αέρας είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας.</p>
--	---	--

2. Υποθέσεις

Ο/η εκπαιδευτικός, μετά –ή και συγχρόνως με– το έναυσμα του ενδιαφέροντος των μαθητών του, προκαλεί συζήτηση στην τάξη και προβληματίζει τους μαθητές για το μελετώμενο θέμα. Στη συνέχεια, τους προτρέπει να διατυπώσουν υποθέσεις (ή προαντιλήψεις τους, αν υπάρχουν) για τις αιτίες ή/και την εξέλιξη του μελετώμενου θέματος / φαινομένου, τις οποίες καταγράφει στον πίνακα.



<p>Στ' τάξη Τετρ. Εργ. σελ. 54</p>	<p>Συζητώ Προβληματίζομαι Υποθέτω</p>	
<p>Με ποιον τρόπο μεταφέρεται, λοιπόν, η θερμότητα;</p>		

3. Πειραματισμός




Ο/η εκπαιδευτικός, μετά τη διατύπωση των υποθέσεων (/ προαντιλήψεων) των μαθητών του για το –υπό μελέτη– θέμα / φαινόμενο, ενεργοποιεί τους μαθητές να εκτελέσουν αποδεικτικά πειράματα, ώστε στη συνέχεια να διατυπώσουν και να αξιολογήσουν τις παρατηρήσεις τους. Τα πειράματα εκτελούνται από τους μαθητές, σε ομάδες. Τα πειράματα απαιτούν απλά και εύκολα ευρέσιμα (στο σπίτι ή ακόμη και σε μικρά καταστήματα, όπου υπάρχουν δημοτικά σχολεία) υλικά ή μέσα. Οι όποιες παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια του πειραματισμού αναγράφονται από τους μαθητές σε πρόχειρο τετράδιο.

<p>Στ' τάξη Τετρ. Εργ. σελ. 54</p>	<p>Πειραματίζομαι</p>	
--	-----------------------	---

Πείραμα 1

 <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 Πείραμα</p> <p>Βάλε λίγο νερό σε δύο μπαλόνια. Δέσε τα μπαλόνια προσπαθώντας να μη μείνει αέρας μέσα τους. Βάλε το ένα μπαλόνι σε παγωμένο και το άλλο σε ζεστό νερό. Μετά από πέντε λεπτά ρίξε τα μπαλόνια στον κουβά, τον οποίο έχεις γεμίσει με νερό από τη βρύση. Τι παρατηρείς;</p>		<p>Αυτό το πείραμα προτείνεται να γίνει πείραμα επίδειξης από τον δάσκαλο και να χρησιμοποιηθούν δοχεία μεγάλης διαμέτρου.</p>
<p>Παρατήρηση</p> <p>◆ Το μπαλόνι με το ζεστό νερό _____</p> <p>_____</p> <p>◆ Το μπαλόνι με το κρύο νερό _____</p> <p>_____</p>		

Πείραμα 2

<p>Γέμισε ένα μπουκάλι με κρύο νερό κι ένα ποτήρι με ζεστό νερό που το έχεις χρωματίσει με νερομπογιά. Σε ένα χοντρό χαρτόνι τοποθέτησε το μπουκάλι πάνω στο ποτήρι, όπως βλέπεις στην εικόνα. Πρόσεξε ώστε η τρύπα του χαρτονιού να βρίσκεται κάτω από το στόμιο του μπουκαλιού. Τι παρατηρείς;</p> <p> Πείραμα 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13</p> <p></p> <p> Παρατήρηση</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Το πείραμα αυτό, είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί από κάθε ομάδα ξεχωριστά. Για τον λόγο αυτό προτείνεται αντίστοιχο, μικρότερου βαθμού δυσκολίας.</p>
--	---

Πείραμα

Υλικά: ζεστό νερό, κρύο νερό, γυάλινο ποτήρι, διαφανές, γυάλινο μπουκαλάκι με μικρό στόμιο, κόκκινο μελάνι, πινέλο

		
<p>Υλικά</p>	<p>Γεμίζουμε με ζεστό νερό το μικρό μπουκάλι</p>	<p>Χρωματίζουμε το ζεστό νερό.</p>
		
<p>Ρίχνουμε στο ποτήρι κρύο νερό, ώστε η στάθμη του νερού να φτάσει λίγο πάνω από τη μέση.</p>	<p>Βυθίζουμε το μπουκαλάκι μέσα στο ποτήρι.</p>	<p>Παρατηρούμε το χρωματισμένο ζεστό νερό.</p>

Πείραμα 3



Πείραμα 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Κράτησε ένα φύλλο χαρτί πάνω από ένα θερμαντικό σώμα. Τι παρατηρείς; Σύγκρινε την παρατήρησή σου με αυτήν στο προηγούμενο πείραμα.



 Παρατήρηση

4. Συμπεράσματα, Εφαρμογές

Ο/η εκπαιδευτικός, μετά την εκτέλεση των πειραμάτων από τους μαθητές και την καταγραφή (σε πρόχειρο τετράδιο) των παρατηρήσεών τους, βοηθά τους μαθητές να αξιολογήσουν τις παρατηρήσεις τους και να διατυπώσουν τα συμπεράσματά τους (στις κατάλληλες θέσεις στο "Τετράδιο Εργασιών").


<p>Στ' τάξη Τετρ. Εργ. σελ. 56 Βιβλ. Εκπ. σελ.111</p>	<p>Συμπεραίνω Καταγράφω Εφαρμόζω</p>	
---	---	--


Συμπέρασμα

_____ Στα υγρά και στα αέρια η θερμότητα μεταφέρεται και με _____
 _____ ρεύματα. Το υγρό ή ο αέρας που έχει μεγαλύτερη _____
 _____ θερμοκρασία μετακινείται προς τα πάνω μεταφέροντας _____
 _____ θερμότητα.

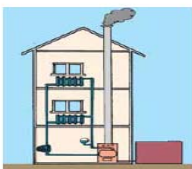
Συμπλήρωσε το συμπέρασμα χρησιμοποιώντας τις λέξεις: •υγρά •αέρια •θερμότητα
 •μεταφέρεται •ρεύματα

Οι εφαρμογές –προτείνεται να– γίνονται με βάση τις "εργασίες για το σπίτι", από το "Τετράδιο Εργασιών". Ο/η εκπαιδευτικός υποδεικνύει την εφαρμογή των συμπερασμάτων στις "εργασίες για το σπίτι", οι οποίες εκτελούνται και συμπληρώνονται στο σχολείο.

<p>Στ' τάξη Τετρ. Εργ. σελ. 56 Βιβλ. Εκπ. σελ.111</p>	<p>Συμπεραίνω Καταγράφω Εφαρμόζω</p>	
---	---	---



ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΗΤΙ



1. Μπορείς να περιγράψεις με συντομία τη λειτουργία του συστήματος κεντρικής θέρμανσης;
2. Με ποιο τρόπο μεταδίδεται η ενέργεια από το μάτι της κουζίνας στην κατσαρόλα και με ποιο τρόπο μεταφέρεται στις πατάτες;
3. Στον αέρα υπάρχουν διάφορα σκουπιδάκια τόσο μικρά, που δεν μπορούμε να τα δούμε. Μπορείς να εξηγήσεις γιατί μαυρίζει ο τοίχος πάνω από τα θερμαντικά σώματα;






5. Γενίκευση, Εμπέδωση

Η γενίκευση και η ερμηνεία του υπό μελέτη θέματος –προτείνεται να– γίνεται με βάση τις αναφορές στο πρότυπο του μικροκόσμου καθώς και τις –πολλές και ποικίλες– διαθεματικές αναφορές και προτάσεις διαθεματικών δραστηριοτήτων (ιδίως των τεχνολογικών), οι οποίες περιέχονται στο "Βιβλίο του Μαθητή". Ο/η εκπαιδευτικός υποδεικνύει (και οι μαθητές διαβάζουν εκ περιτροπής στην τάξη) τις αναφορές στο πρότυπο του μικροκόσμου από το "Βιβλίο του Μαθητή", τους βοηθά δε να ερμηνεύσουν και να γενικεύσουν τα συμπεράσματά τους. Ο/η εκπαιδευτικός επιλέγει (και οι μαθητές διαβάζουν εκ περιτροπής στην τάξη) μερικές διαθεματικές πληροφορίες (ή εκτελούν διαθεματικές δραστηριότητες) από το "Βιβλίο Μαθητή" επίσης.

Στ' τάξη
Βιβλ. Μαθ. σελ. 48


**Γενικεύω,
μικροΕρμηνεύω,
Συσχετίζω,
Εμπεδώνω**






Η θερμότητα στα υγρά και στο αέρα μεταφέρεται και με ρεύματα. Το θερμό νερό και ο θερμός αέρας μετακινούνται προς τα πάνω μεταφέροντας θερμότητα. Τη μετακίνηση του θερμού αέρα προς τα πάνω μπορούμε να τη διαπιστώσουμε εύκολα τοποθετώντας το χέρι μας πάνω από ένα θερμαντικό σώμα. Καθώς ο θερμός αέρας μετακινείται, μεταφέρει θερμότητα.

Κατά τη μεταφορά της θερμότητας με ρεύματα μετακινείται υλίκ, αντίθετα από τη μετάδοση με αγωγή, κατά την οποία δε μετακινείται υλίκ.



για τον εκπαιδευτικό



Ιστορικά διακρίνονται τρεις τρόποι ροής της θερμότητας (με αγωγή, με ρεύματα, με ακτινοβολία), όμως εξετάζοντας τις μικροσκοπικές διαδικασίες που συμβαίνουν κατά τη ροή της θερμότητας, διαπιστώνουμε ότι πρόκειται μόνο για δύο (με αγωγή / ακτινοβολία, με ρεύματα).

Μετάδοση θερμότητας με αγωγή (:) / διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία. Τα μόρια υψηλότερης θερμοκρασίας έχουν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια και κινούνται ταχύτερα αυτών με μικρότερη θερμοκρασία. Λόγω της ταχύτερης κίνησής τους πλησιάζουν περισσότερο τα γειτονικά τους και αλληλεπιδρούν μαζί τους με μεγαλύτερες δυνάμεις. Αυτό σημαίνει ότι τους «δίνουν» δυναμική ενέργεια που μετατρέπεται στη συνέχεια σε κινητική ενέργεια. Έτσι τα αναγκάζουν να κινούνται και αυτά με μεγαλύτερη ταχύτητα. Αυτό με τη σειρά του σημαίνει αύξηση της θερμοκρασίας και εξομάλυνση της διαφοράς με τελική κατάληξη την εξίσωση των θερμοκρασιών (λέμε τότε ότι έχει επέλθει θερμική ισορροπία). Η ίδια διαδικασία συμβαίνει και μεταξύ διαφορετικών σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας που βρίσκονται σε «επαφή». Τονίζουμε ότι με αυτό τον τρόπο ροής της θερμότητας, η ενέργεια είναι αυτή που μεταδίδεται μόνο ενώ γενικά δεν μετακινούνται σωματίδια. Ανακύπτει όμως το ερώτημα: Αφού τα σωματίδια στο μικρόκοσμο δεν έρχονται σε επαφή, πώς μεταδίδει το ένα ενέργεια στο άλλο; Στην περίπτωση των σωμάτων (στερεών, υγρών ή αερίων) ή των σωματιδίων που βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους η ροή θερμότητας είναι δυνατό να γίνει και με άλλο τρόπο: τη ροή ενέργειας με ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Αυτή τη διαδικασία ονομάζουμε «διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία». Έτσι είναι δυνατή η μετακίνηση ενέργειας / θερμότητας και στο κενό, όπως στην περίπτωση της θέρμανσης της Γης από τον Ήλιο, για παράδειγμα. Σημειώνουμε όμως ότι και η διάδοση ενέργειας από μόριο σε μόριο (που ονομάζουμε μετάδοση θερμότητας με αγωγή) γίνεται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Στην ουσία δηλαδή πρόκειται για τον ίδιο τρόπο ροής θερμότητας. Αυτός ο τρόπος ροής ενέργειας συμβαίνει σε όλα τα σώματα, κυρίως όμως επικρατεί στα στερεά. Ακόμη όμως και μεταξύ των στερεών σωμάτων διακρίνονται ορισμένα στα οποία η μετάδοση θερμότητας με αγωγή / ακτινοβολία γίνεται ταχύτερα από άλλα. Αυτό οφείλεται είτε σε διαφορές της δομής και αλληλεπίδρασης των μορίων τους, είτε και σε έναν πρόσθετο μηχανισμό: τη μεταφορά ελευθέρων ηλεκτρονίων. Έτσι, τα μέταλλα εμφανίζονται ως καλύτεροι αγωγοί από τα μη μέταλλα σώματα, τα οποία ονομάζονται μονωτές (λιγότερο καλοί αγωγοί από τα μέταλλα). Η διαφοροποίηση αυτή, οφείλεται στην ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει η δομή των μετάλλων, και συγκεκριμένα στην ύπαρξη πολλών και ευκίνητων ελευθέρων ηλεκτρονίων, τα οποία μετακινούμενα τα ίδια από περιοχές υψηλότερης θερμοκρασίας σε περιοχές χαμηλότερης θερμοκρασίας μεταφέρουν τη θερμότητα (και) με ρεύματα.

Μεταφορά θερμότητας με ρεύματα. Στα ρευστά (υγρά και αέρια) σώματα η μετακίνηση ενέργειας γίνεται και με έναν άλλο τρόπο. Ταχύτερα μόρια μετακινούνται, τα ίδια, από περιοχές των ρευστών με υψηλότερη θερμοκρασία σε περιοχές χαμηλότερης θερμοκρασίας. Μάλιστα αυτή η μετακίνηση μορίων στα ρευστά παρατηρείται και μακροσκοπικά ως «ρεύματα». (Σημειώνουμε ότι στα ρευστά η θερμότητα ρέει και με τους δύο τρόπους: μετάδοση με αγωγή / ακτινοβολία και μεταφορά με ρεύματα, με συνήθως μεγαλύτερη συμβολή του δεύτερου τρόπου.) Ένα ερώτημα: Γιατί τα θερμικά ρεύματα κινούνται πάντοτε ανοδικά; Η κίνηση των μορίων είτε στα υγρά είτε στα αέρια είναι ευκολότερη προς τα επάνω. Πράγματι, κινούμενα προς τα κάτω τα μόρια συναντούν στο δρόμο τους στατιστικά περισσότερα άλλα μόρια από ό,τι προς τα επάνω. Αυτό οφείλεται βέβαια στη βαρύτητα. Η πυκνότητα των μορίων και στα υγρά και στα αέρια αυξάνεται με το βάθος. Αντίθετα μειώνεται με το ύψος. Έτσι, αυτά που επιτυγχάνουν ανοδική πορεία είναι πολύ περισσότερα. Για τον ίδιο λόγο και οι φλόγες, που δεν είναι τίποτα άλλο από ταχύτατα κινούμενα μόρια, κατευθύνονται πάντοτε προς τα άνω...

(βλ. Γ.Θ.Καλκάνη, "Εκπαιδευτική ΦΥΣΙΚΗ, ΙΙ., τα Φαινόμενα", Αθήνα, 2005)

Στ' τάξη

Βιβλ. Μαθ. σελ. 48 - 49

Γενικεύω,
μικροΕρμηνεύω,
Συσχετίζω,
Εμπεδώνω



Επιλέγονται από τον/την εκπαιδευτικό μερικές διαθεματικές αναφορές (και διαβάζονται στην τάξη από το "Βιβλίο του Μαθητή"), ίσως δε και προτείνονται διαθεματικές δραστηριότητες σχετικές με το θέμα.

