

Επιλεγμένα σχόλια στο αντικείμενο της εργασίας

Βασίλης Τσελφές

Σχετικά με το 1^ο μέρος της εργασίας

- Αναφέρεται σε μια τυπική ανάλυση περιεχομένου που περιλαμβάνει:
 - τον εντοπισμό των οντοτήτων ΚΟΣΜΟΣ, ΙΔΕΕΣ, ΤΕΚΜΗΡΙΑ, του μοντέλου του Ian Hacking, και
 - τους τρόπους που αυτές συσχετίζονται μεταξύ τους,
 - σε ένα κείμενο (ανάλυση περιεχομένου) ή
 - σε μια εργαστηριακή δραστηριότητα (ανάλυση πρακτικών)
- Η ανάλυση αυτή είναι μονόδρομη: το κείμενο ή η δραστηριότητα μας οδηγούν στις συνδέσεις, αλλά
- δεν ισχύει το αντίστροφο: μια σύνδεση μπορεί να οδηγεί σε διαφορετικού περιεχομένου κείμενα ή διαφορετικής σημασίας πρακτικές,
- για παράδειγμα, η σύνδεση $K \rightarrow T$ μπορεί να προκύπτει και από πρακτικές επικοινωνίας και από πρακτικές ανακάλυψης (το ζήτημα του «αναγκαίου αλλά μη «ικανού»).

ΚΕΙΜΕΝΑ: ... εντοπίζουμε τις «οντότητες» ... Κ, Ι και Τ

Το θερμόμετρο

- Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας
- Η βασική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο Ήλιος
- Το χειμώνα η ενέργεια που φτάνει σε μας από τον Ήλιο είναι λιγότερη απ' ό,τι το καλοκαίρι, γι' αυτό η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη
- Το χειμώνα χρειαζόμαστε συμπληρωματική ενέργεια, για να θερμάνουμε τους χώρους στους οποίους ζούμε:
- Με ειδικά όργανα, τα θερμόμετρα, μπορούμε να μετρήσουμε με ακρίβεια τη θερμοκρασία του σώματός μας:
- Η φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπου είναι περίπου 37°C .
- Με θαυμαστό τρόπο ο ανθρώπινος οργανισμός διατηρεί τη θερμοκρασία αυτή σταθερή, εκτός και αν είμαστε άρρωστοι:
- Θερμόμετρα δε χρησιμοποιούμε όμως μόνο, για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του σώματός μας. Τα βλέπουμε γύρω μας καθημερινά: στο σπίτι, στα όργανα του αυτοκινήτου, στα ψυγεία...

... εντοπίζουμε τις «οντότητες» ... Κ

Το θερμόμετρο

- Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας
- Η βασική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο Ήλιος
- Το χειμώνα η ενέργεια που φτάνει σε μας από τον Ήλιο είναι λιγότερη απ' ό,τι το καλοκαίρι, γι' αυτό η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη
- Το χειμώνα χρειαζόμαστε συμπληρωματική ενέργεια, για να θερμάνουμε τους χώρους στους οποίους ζούμε:
- Με ειδικά όργανα, τα θερμόμετρα, μπορούμε να μετρήσουμε με ακρίβεια τη θερμοκρασία του σώματός μας:
- Η φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπου είναι περίπου 37° C.
- Με θαυμαστό τρόπο ο ανθρώπινος οργανισμός διατηρεί τη θερμοκρασία αυτή σταθερή, εκτός και αν είμαστε άρρωστοι:
- Θερμόμετρα δε χρησιμοποιούμε όμως μόνο, για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του σώματός μας. Τα βλέπουμε γύρω μας καθημερινά: στο σπίτι, στα όργανα του αυτοκινήτου, στα ψυγεία...

Κόσμοι

- Θερμόμετρο
- Γη
- Ήλιος
- Χώροι στους οποίους ζούμε
- Το σώμα μας
- Γύρω μας
- Το σπίτι
- Όργανα του αυτοκινήτου
- Ψυγεία

... εντοπίζουμε τις «οντότητες» ... **Κ** και **Ι**

Το **θερμόμετρο**

- Η **θερμότητα** είναι μια **μορφή ενέργειας**
- Η **βασική πηγή ενέργειας** για τη **Γη** είναι ο **Ήλιος**
- Το **χειμώνα** η **ενέργεια** που φτάνει σε μας από τον **Ήλιο** είναι λιγότερη απ' ό,τι το **καλοκαίρι**, γι' αυτό η **θερμοκρασία** είναι χαμηλότερη
- Το **χειμώνα** χρειαζόμαστε **συμπληρωματική ενέργεια**, για να **θερμάνουμε** τους **χώρους** στους οποίους ζούμε:
- Με **ειδικά όργανα**, τα **θερμόμετρα**, μπορούμε να **μετρήσουμε με ακρίβεια** τη **θερμοκρασία** του **σώματός** μας:
- Η **φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπου** είναι **περίπου** 37° C.
- Με **θαυμαστό** τρόπο ο **ανθρώπινος οργανισμός** διατηρεί τη **θερμοκρασία** αυτή σταθερή, εκτός και αν είμαστε **άρρωστοι**:
- **Θερμόμετρα** δε χρησιμοποιούμε όμως μόνο, για να μετρήσουμε τη **θερμοκρασία** του **σώματός** μας. Τα βλέπουμε **γύρω** μας **καθημερινά**: στο **σπίτι**, στα **όργανα του αυτοκινήτου**, στα **ψυγεία**...

Ιδέες

- Θερμότητα
- Θερμοκρασία
- Ενέργεια, Μορφή ενέργειας, Πηγή ενέργειας, Συμπληρωματική ενέργεια
- Θερμαίνω
- Χειμώνας, Καλοκαίρι
- Ειδικά όργανα, Μετρώ με ακρίβεια, Περίπου
- Θαυμαστός τρόπος
- Ανθρώπινος οργανισμός, Φυσιολογική θερμοκρασία ανθρώπου, άρρωστος
- Θαυμαστό, Βασικό, Καθημερινό

... εντοπίζουμε τις «οντότητες» ... Κ, Ι και Τ

Το θερμόμετρο

- Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας
- Η βασική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο Ήλιος
- Το χειμώνα η ενέργεια που φτάνει σε μας από τον Ήλιο είναι λιγότερη απ' ό,τι το καλοκαίρι, γι' αυτό η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη
- Το χειμώνα χρειαζόμαστε συμπληρωματική ενέργεια, για να θερμάνουμε τους χώρους στους οποίους ζούμε:
- Με ειδικά όργανα, τα θερμόμετρα, μπορούμε να μετρήσουμε με ακρίβεια τη θερμοκρασία του σώματός μας:
- Η φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπου είναι περίπου 37° C.
- Με θαυμαστό τρόπο ο ανθρώπινος οργανισμός διατηρεί τη θερμοκρασία αυτή σταθερή, εκτός και αν είμαστε άρρωστοι:
- Θερμόμετρα δε χρησιμοποιούμε όμως μόνο, για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του σώματός μας. Τα βλέπουμε γύρω μας καθημερινά: στο σπίτι, στα όργανα του αυτοκινήτου, στα ψυγεία...

Τεκμήρια

- Λιγότερη (ενέργεια)
- Χαμηλότερη (θερμοκρασία)
- 37° C (θερμοκρασία)
- Σταθερή (θερμοκρασία)

Συνδέσεις

- Η θερμότητα (I_1) είναι μια μορφή ενέργειας (I_2): $I_1 \rightarrow I_2$
- Η βασική πηγή ενέργειας (I) για τη Γη (K_1) είναι ο Ήλιος (K_2): $I \rightarrow K_2 \rightarrow K_1$
- Το χειμώνα (I_1) η ενέργεια (I_2) που φτάνει σε μας από τον Ήλιο (K_1) είναι λιγότερη (T_1) απ' ό,τι το καλοκαίρι (I_3), γι' αυτό η θερμοκρασία (I) είναι χαμηλότερη (T_2): $K_1 \rightarrow I_2 \rightarrow I_1 \rightarrow T_1$ και $I_3 \rightarrow T_1$ οπότε $I \rightarrow T_2$
- Το χειμώνα (I_1) χρειαζόμαστε συμπληρωματική ενέργεια (I_2), για να θερμάνουμε (I_3) τους χώρους στους οποίους ζούμε (K): $I_2 \rightarrow I_1, I_3 \rightarrow K$
- Με ειδικά όργανα (I_1), τα θερμόμετρα (K_1), μπορούμε να μετρήσουμε με ακρίβεια (I_2) τη θερμοκρασία (I_3) του σώματός μας (K_2): $(I_1 \rightarrow K_1) \rightarrow (I_3 \rightarrow K_2) \rightarrow I_2$
- Η φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπου (I_1) είναι περίπου (I_2) 37°C (T). $(I_2 \rightarrow T) \rightarrow I_1$
- Με θαυμαστό τρόπο (I_1) ο ανθρώπινος οργανισμός (I_2) διατηρεί τη θερμοκρασία (I_3) αυτή σταθερή (T), εκτός και αν είμαστε άρρωστοι (I_4): $I_2 \rightarrow I_1 \rightarrow I_3 \rightarrow T$
- Θερμόμετρα (K_1) δε χρησιμοποιούμε όμως μόνο, για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία (I_1) του σώματός μας (K_2). Τα βλέπουμε γύρω (K) μας καθημερινά (I_2): στο σπίτι, (K_3) στα όργανα του αυτοκινήτου, (K_4) στα ψυγεία (K_5): $K_1 \rightarrow I_1 \rightarrow K_2, I_2 \rightarrow K \rightarrow K_3, K_4, K_5$

Συμπέρασμα

- Η επικοινωνία που πραγματοποιείται στις ΦΕ, μέσω προφορικού λόγου, γραπτών κειμένων, κ.λπ. περιέχει πλήθος από ΙΔΕΕΣ, καθημερινές και επιστημονικές, που έχουν αναφορά σε μεγάλο επίσης αριθμό ΚΟΣΜΩΝ και μικρό αριθμό αισθητών ΤΕΚΜΗΡΙΩΝ...
- Κείμενα αυτής της ποιότητας είναι συνήθως πολύσημα και πολλές φορές παραπλανητικά, επειδή οι ίδιοι όροι που σημαίνουν τις καθημερινές ΙΔΕΕΣ μπορούν να σημαίνουν διαφορετικά πράγματα (και τις επιστημονικές δεν τις ξέρουμε...) και ως εκ τούτου κατανοούνται με διάφορους τρόπους...
- Μπορούν δηλαδή να δημιουργήσουν απορίες που δεν πρέπει να αποσιωπώνται:

... αν οι μαθητές μας είχαν το θάρρος της γνώμης τους ...

- Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας...
 - Και η ενέργεια τι είναι;;;
 - Προσδιορίζουμε μια «άγνωστη» ιδέα μέσω μιας άλλης «άγνωστης» ιδέας;;;
- Το χειμώνα η ενέργεια που φτάνει σε μας από τον Ήλιο είναι λιγότερη απ' ό,τι το καλοκαίρι, γι' αυτό η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη...
 - Σε μας;;; Στον τόπο μας;;; στη Γη;;;
 - ... η θερμότητα, δηλαδή, είναι κάτι που έρχεται... και η θερμοκρασία δείχνει πόση έρχεται;;;

ΤΥΠΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΙΔΕΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ & ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

- Το χειμώνα χρειαζόμαστε συμπληρωματική ενέργεια, για να θερμάνουμε τους χώρους στους οποίους ζούμε...
 - Εγώ ξέρω ότι και το καλοκαίρι χρειαζόμαστε συμπληρωματική ενέργεια, για να ψύξουμε τους χώρους στους οποίους ζούμε...

ΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΡΙΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΙΔΕΑ ΠΟΥ ΠΡΟΗΓΗΘΗΚΕ

... αν οι μαθητές μας είχαν το θάρρος της γνώμης τους ...

- **Με ειδικά όργανα, τα θερμόμετρα, μπορούμε να μετρήσουμε με ακρίβεια τη θερμοκρασία του σώματός μας...**
 - με ακρίβεια;;; είναι η θερμοκρασία του σώματος παντού ίδια;;; γιατί βάζουμε το θερμόμετρο στη μασχάλη μας, στο στόμα μας... και δεν το κρατάμε στη χούφτα μας;;;
- **Η φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπου είναι περίπου 37° C...**
 - Πόσο περίπου;;; Συν-πλην ένα βαθμό;;; Ή μισό βαθμό;;;
- **Με θαυμαστό τρόπο ο ανθρώπινος οργανισμός διατηρεί τη θερμοκρασία αυτή σταθερή, εκτός και αν είμαστε άρρωστοι...**
 - Θαυμαστό;;; δηλαδή δεν ξέρουμε πώς το κάνει;;;
 - Όταν είμαστε άρρωστοι, η θερμοκρασία του σώματος είναι ασταθής;;; ανεβοκατεβαίνει;;;
- **Θερμόμετρα δε χρησιμοποιούμε όμως μόνο, για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του σώματός μας. Τα βλέπουμε γύρω μας καθημερινά: στο σπίτι, στα όργανα του αυτοκινήτου, στα ψυγεία...**
 - ... και πώς τα χρησιμοποιούμε;;; Και γιατί;;;

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ: αναπαραστάσεις & παρεμβάσεις

Αναπαραστάσεις

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η εκτίμηση της θερμοκρασίας με τις αισθήσεις μας (T) είναι υποκειμενική (I): $T \rightarrow I$
 - Περιγράφει το τι είναι ΤΕΚΜΗΡΙΟ θερμοκρασίας και
 - Χρησιμοποιεί έναν ορισμό του «υποκειμενικού»
- Να περιγράψουν την κατασκευή των θερμομέτρων υδραργύρου και οινόπνεύματος... $I \rightarrow K \rightarrow I$
 - Χρειάζονται τεχνολογικές γνώσεις που μπορεί να είναι μέχρι και πατενταρισμένες...
- Να βαθμονομήσουν αβαθμονόμητο θερμόμετρο: $I \rightarrow K$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ: αναπαραστάσεις & παρεμβάσεις

Αναπαραστάσεις

- Να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές θερμόμετρο οινόπνεύματος για τη μέτρηση της θερμοκρασίας...: $K \rightarrow T$
-

Σχόλιο

- Τα κείμενα που αναφέρονται σε πειραματικές δραστηριότητες σημαίνουν απλές και κατανοητές συνδέσεις $K - I - T$, ακόμη και όταν περιέχουν άστοχες εκφράσεις... Επιπλέον δίνουν χρόνο να τις επεξεργαστούμε...
- Και μόνον αυτό φτάνει για να μας κάνει να περιμένουμε περισσότερα πράγματα από ένα πείραμα από ότι μια διάλεξη...

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ: αναπαραστάσεις & παρεμβάσεις

Παρεμβάσεις (Α)

- Δίνεται ένας ΚΟΣΜΟΣ (τρεις λεκάνες, νερό, μπρίκι, καμινέτο...)
- Περιγράφονται παρεμβάσεις (κρύο, χλιαρό, ζεστό νερό στις λεκάνες + θερμομέτρηση (T1, T2, T3), χέρια στις λεκάνες (T4, T5)...)
- Από τις μετρήσεις και τις εκτιμήσεις βεβαιώνεται μια ΙΔΕΑ (η υπόθεση ότι «η εκτίμηση της θερμοκρασίας με τις αισθήσεις μας δεν είναι ακριβής»)...: $T_{1,2,3,4,5} \rightarrow I$
- Εγώ πάλι λέω ότι το μόνο συμπέρασμα που μπορώ να βγάλω είναι ότι: αν τα χέρια μας παραμείνουν αρκετό χρόνο σε περιβάλλον πιο κρύο ή πιο ζεστό από το σώμα μας, γεμίζουν αντίστοιχα με κρύο ή με ζέστη, δίνοντας, καθώς γεμίζουν, την αντίστοιχη αίσθηση.
 - Αυτή η αίσθηση επαναλαμβάνεται όταν βάλουμε τα χέρια μας στο χλιαρό νερό... το κρύο χέρι ζεσταίνεται και το ζεστό κρυώνει...

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ: αναπαραστάσεις & παρεμβάσεις

Παρεμβάσεις (B)

- Δίνεται ένας ΚΟΣΜΟΣ (νερό, παγάκια, ποτήρι, θερμόμετρο...)
- Περιγράφονται παρεμβάσεις (παγάκια στο νερό, ανακάτεμα θερμομέτρηση) που οδηγούν στους 0°C (T).
- Επιβεβαιώνεται η ΙΔΕΑ-υπόθεση: θερμοκρασία τήξης του πάγου = θερμοκρασία συνύπαρξης νερού και πάγου = 0°C): $T \rightarrow I$
- Εγώ πάλι διερωτώμαι πόσες φορές και με πόσα διαφορετικά νερά και παγάκια πρέπει να κάνω το ίδιο πείραμα για να βεβαιωθώ;;;
 - Τι θα σήμαινε αν το 26ο πείραμά μου έβγαζε θερμοκρασία συνύπαρξης νερού και πάγου = $-1,5^{\circ}\text{C}$;;;

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ: αναπαραστάσεις & παρεμβάσεις

- Για να κάνουμε ένα πείραμα πρέπει:
- Να έχουμε μια εύλογη ΙΔΕΑ που δεν είναι «σίγουρο» ότι ισχύει... να έχουμε δηλαδή κατασκευάσει από πριν μια «Υπόθεση»...
- Να κατασκευάσουμε ένα κομμάτι ΚΟΣΜΟΥ που επιβεβαιώνει ή διαψεύδει αυτή την ΙΔΕΑ μέσω των ΤΕΚΜΗΡΙΩΝ που παράγει...
- Από τα πειράματα μαθαίνουμε ικανοποιητικά «αναπαραστάσεις», γιατί διαπραγματευόμαστε μια μοναδική σχέση I και T και δεν μπλεκόμαστε με τον πολύσημο λόγο της καθημερινότητας...
- Αυτό το πετυχαίνουμε αν ακολουθούμε καθαρά τη διαδρομή I(υπόθεση) $\rightarrow$ K(κατασκευή & παρέμβαση) $\rightarrow$ T $\rightarrow$ I
- ... **βέβαια τις «υποθέσεις» τις γεννούν τα «ερωτήματα»/ οι «απορίες»** (δες διερεύνηση για το κατά πόσο τα «ερωτήματα» είναι των μαθητών) **και**
- ...**δεν υπάρχει καμιά εγγύηση ότι ο ΚΟΣΜΟΣ που φτιάχνουμε είναι ο κατάλληλος...** (π.χ. τα φυτά είναι «παιδιά» του νερού;;; Βαν Χέλμοντ)

Εναλλακτικές Ιδέες

- Στη ΔΦΕ ψάχνουμε για τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών και τρόπους για να τις αντιμετωπίσουμε διδακτικά...
- Αυτό μοιάζει με την αντιμετώπιση του «φαινομένου» της χρήσης των κινητών τηλεφώνων στην τάξη...
- Ποτέ δεν ψάξαμε τις αιτίες... τρέχουμε να θεραπεύσουμε τα συμπτώματα...
- Διερωτηθήκαμε, γιατί τα παιδιά προτιμούν να παίζουν με τα κινητά τους αντί να «παρακολουθούν» το μάθημα;;;
- Ή γιατί τα παιδιά προτιμούν να χρησιμοποιούν τις εναλλακτικές τους ιδέες από το να προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν τις επιστημονικές;;;

Το περιεχόμενο των εννοιών

- Το ποιο είναι το περιεχόμενο των **εννοιών των φυσικών επιστημών**, έχει διαμορφωθεί με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο έχει διαμορφωθεί και το **περιεχόμενο των εννοιών** που σημαίνονται μέσω **μιας φυσικής γλώσσας**. Το περιεχόμενο δηλαδή των εναλλακτικών εννοιών:
- Έχει διαμορφωθεί **ιστορικά**, με βάση την ιστορικά, επίσης, μεταβαλλόμενη **χρήση** τους και το πολιτισμικό πλαίσιο όπου αυτή η χρήση πραγματοποιείται.
- Η μόνη διαφορά είναι ότι οι φυσικές γλώσσες έχουν **πολύ μεγαλύτερη ιστορία και πολύ περισσότερες χρήσεις** από τις επιστημονικές διαλέκτους...
- ... οπότε, ας μην περιμένουμε ότι οι επιστημονικές έννοιες θα επικρατήσουν... ας προσπαθήσουμε απλά **να τις κάνουμε να επικοινωνούν με τις καθημερινές**... δες διδακτικός μετασχηματισμός περιεχομένου...

...επικοινωνία... μια μορφή χρήσης εννοιών... επιστημονικών και μη...

- ... λέμε «είμαι **κρυωμένος**, φτιάξε μου ένα **ζεστό!**», όπου με τη μετοχή (I) «κρυωμένος» περιγράφουμε την κατάσταση του οργανισμού μας μετά από την «προσβολή» του από την ενεργητική οντότητα «κρύο» και με το ουσιαστικό «ζεστό», ένα τονωτικό ρόφημα, με το οποίο σκοπεύουμε να τροποποιήσουμε τον «κρύο» κόσμο του σώματός μας προσθέτοντας «ζεστό».
- ... διαμαρτυρόμαστε, «όχι! το τσάι είναι **κρύο**» και με το επίθετο «κρύο» (T) περιγράφουμε μια ιδιότητα του ροφήματος (K).

...ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ... μια μορφή χρήσης...

- ... ή λέμε «το τσάι μου **κρύωσε**... το ξέχασα...» και με τον τετελεσμένο ρηματικό τύπο «κρύωσε» (T) περιγράφουμε μια «δράση/ μεταβολή» του τσαγιού, τόσο αυθόρμητη και νομοτελειακή στον χρόνο, όσο με το να πούμε «το παιδί ψήλωσε»
- ... λέμε, «**ζέστανέ** το μου» και με την προστακτική «ζέστανε» περιγράφουμε μια δράση-παρέμβαση κάποιου τρίτου πάνω στο τσάι (K)...
- Επίσης λέμε «έχεις **πυρετό**» (T) ή «έχεις **δέκατα**» (T), ή «έχεις **υποθερμία**» (T)... με τα ουσιαστικά πυρετός, δέκατα, υποθερμία, να αναφέρονται σε εκτιμήσεις θερμοκρασίας του ανθρώπινου σώματος... που εμφανίζονται «ενσωματωμένες» σ' αυτό

... και οι δυσκολίες στη διαχείρισή της...

- Καμία από τις έννοιες που χρησιμοποιήθηκαν στις εκφράσεις των δύο προηγούμενων διαφανειών δεν είναι επιστημονική. Καμία δεν ταυτίζεται με τις μοναδικές επιστημονικές έννοιες «θερμότητα» και «θερμοκρασία», με τις οποίες περιγράφονται σε επιστημονική διάλεκτο όλες οι παραπάνω διατυπώσεις.
- Αλλά αν δοκιμάσετε να τις «μεταφράσετε» στην επιστημονική διάλεκτο **θα οδηγηθείτε σε αδόκιμες εκφράσεις...**
- Δοκιμάστε το! Χρησιμοποιήστε μόνον τους όρους θερμότητα και θερμοκρασία...

... στην επιστημονική «μορφή ζωής»...

- ... στην επιστημονική δραστηριότητα κάνεις πολύ λιγότερα πράγματα από ότι στην καθημερινή σου ζωή, οπότε η πολυσημία περιορίζεται.
- Για παράδειγμα:
- Στο εργαστήριο, όπου κατασκευάζουμε τους πειραματικούς μας ΚΟΣΜΟΥΣ και συλλέγουμε ΤΕΚΜΗΡΙΑ από τα φαινόμενα που υλοποιούνται, το να κατανοούμε τη «**Θερμοκρασία**» ως «**ένδειξη του θερμομέτρου**» είναι και χρήσιμο και δόκιμο.

... στην επιστημονική «μορφή ζωής»...

- Αν όμως περάσουμε στο θεωρητικό πεδίο των αναπαραστάσεων και εξακολουθήσουμε να κατανοούμε τη «Θερμοκρασία» ως «ένδειξη του θερμομέτρου», την «πατήσαμε»...
- Μπορεί να βρεθούμε στη δυσχερή θέση να σκεφτόμαστε και ακόμη χειρότερα να λέμε αφέλειες, όπως:
- **ένα σώμα με θερμοκρασία 20°C έχει διπλάσια θερμοκρασία από ένα σώμα 10°C!**
- Γιατί, όσο και αν μας παραξενεύει, η παραπάνω διατύπωση είναι **και λάθος και αφελής**... και αυτό οφείλεται στο ότι η ένδειξη **0°C** δεν αντιστοιχεί σε πραγματική θερμοκρασία 0 (μηδέν)...

... στην επιστημονική «μορφή ζωής»...

... θεωρητικά, η θερμοκρασία προσεγγίζεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους, που κανείς δεν κάνει αναφορά σε ένδειξη θερμομέτρου:

- Ως μέτρο της πίεσης μιας συγκεκριμένης ποσότητας αερίου που καταλαμβάνει συγκεκριμένο επίσης χώρο: $P = (nR/V)T$
- Ως μέτρο της κινητικής ενέργειας $\frac{1}{2}mv^2$ των μορίων των σωμάτων
- Ως αντίστροφο μέτρο της μεταβολής της «αταξίας» που προκαλείται σε ένα σύστημα αν απ' αυτό αφαιρεθεί (ή προστεθεί σ' αυτό) μια ποσότητα ενέργειας $T = dU/dS$

...και σε καμία περίπτωση η μεταβολή της θερμοκρασίας από 10°C σε 20°C δεν διπλασιάζει την πίεση, την κινητική ενέργεια, την αταξία...

Και η κοινή ιστορική διαδρομή...

- Όλες οι παραπάνω έννοιες και οι έννοιες των «φυσικών γλωσσών» και οι επιστημονικές έχουν «ιστορία», που ξεκινά **και για τις δύο περιπτώσεις** από τις απαρχές της δημιουργίας των φυσικών γλωσσών...
- Οι διαφοροποιήσεις γεννιούνται με την καθιέρωση του γραπτού λόγου από τους πρώτους φιλοσόφους, εντείνεται με την καθιέρωση των μαθηματικών ως διάλεκτο των επιστημών και φτάνει εξελισσόμενη μέχρι τις μέρες μας...
- ... κάνοντας τη ζωή δύσκολη σε όσους επιθυμούν να κατανοήσουν τι λένε και τι κάνουν οι επιστήμονες, όταν ζουν την κοινωνικά αποκλεισμένη ζωή των εργαστηρίων τους...

Ιστορία

John P. McCaskey (2020) History of 'temperature': maturation of a measurement concept, Annals of Science, 77:4, 399-444, DOI: 10.1080/00033790.2020.1817980

- Αν ψάξουμε στην Ιστορία και την εξέλιξη των φυσικών γλωσσών, που στον πολιτισμό μας ξεκινούν από την αρχαία Ελληνική και τη Λατινική και καταλήγουν σε όλες σχεδόν τις σε εκτεταμένη χρήση σημερινές γλώσσες, θα βρούμε ότι:
- Το **ζεστό/ θερμό** και το **κρύο/ ψύχος** προσδιορίζουν είτε αντίθετες «**αριστοτελικές ποιότητες**» των υλικών οντοτήτων, είτε αντίθετα «**ρευστά**» που διαχέονται σε ισορροπία μέσα στα σώματα.
- Συνυπάρχουν, δηλαδή, πάντα μέσα σε όλες τις υλικές οντότητες και η εκάστοτε ισορροπία τους δίνει την αίσθηση του πόσο θερμές ή ψυχρές είναι οι υλικές οντότητες. Αυτή η αίσθηση αποτελεί την οργανική μας αντίληψη για αυτό που σήμερα αποκαλούμε **θερμοκρασία...**

Ιστορία

- Δεν πρέπει να υποθέσουμε επίσης ότι χρειάστηκε κάποια επιστημονική επανάσταση ή η εφεύρεση των θερμομέτρων για να διακρίνουν οι άνθρωποι πόσο καυτό είναι πραγματικά κάτι από το πόσο ζεστό το αισθάνονται. Η διαφορά είχε γίνει από καιρό κατανοητή. Πολλοί Έλληνες φιλόσοφοι ασχολήθηκαν με το ζήτημα της αξιοπιστίας της αντίληψης, αλλά δεν χρειάστηκε κάποιος ειδικός για να εκτιμήσει το ζήτημα. Οι χειριστές κλιβάνων, ακόμη και της προϊστορικής αρχαιότητας, χρησιμοποιούσαν τα χρώματα του θερμαινόμενου πηλού για να ελέγξουν αντικειμενικά πόσο ζεστοί ήταν οι κλίβανοί τους. Οι σιδηρουργοί και οι μεταλλουργοί χρησιμοποιούσαν τα σημεία τήξης γνωστών υλικών και τα χρώματα των θερμαινόμενων πλίνθων των καμινιών. Προσωπική εμπειρία είναι ο ήχος από τα κάρβουνα στο καμίνι ως ενδεικτικός της θερμοκρασίας. Οι αλχημιστές γνώριζαν ότι τα σημεία τήξης και βρασμού ήταν πιο αξιόπιστα από την εμπειρία. Ακόμη και οι καθημερινοί μάγειρες ήξεραν να προσέχουν και να εκτιμούν πότε το νερό βράζει, το βούτυρο λιώνει ή το λάδι τσιτσίριζει.

Ιστορία

- Δεν ήταν η ανάγκη για ακρίβεια ή αντικειμενικότητα που οδήγησε στην έννοια της θερμοκρασίας, ούτε ήταν η πεποίθηση ότι το κρύο είναι η απουσία θερμότητας ή η ζέστη η απουσία κρύου. Επίσης δεν ήταν η εφεύρεση του θερμόμετρου.
- Η έννοια «θερμοκρασία» προέκυψε επειδή οι άνθρωποι ήθελαν να σκεφτούν και να αναφερθούν σε συνδυασμούς ποιοτήτων· στους συνδυασμούς των αντίθετων ποιοτήτων ζεστό-κρύο. Στα αρχαία ελληνικά είχαν το ουσιαστικό «κράσις» που σήμαινε ανάμειξη ή σύνθεση, όπως η αραίωση του κρασιού με νερό. Η Κράση έγινε κεντρική έννοια στο έργο του γιατρού Γαληνού (μεταξύ 129 και 210 μ.Χ.). Στο κείμενο του «Τέχνη της Ιατρικής» και στο «Περί Κράσεων», ο Γαληνός εξηγεί ότι η υγεία προέρχεται από μια καλή ανάμειξη, μια καλή κράση, την ευκράσια, των ιδιοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των ιδιοτήτων του ζεστού και του κρύου.

Ιστορία

- Και τα δύο κείμενα μεταφέρθηκαν στη λατινική ιατρική βιβλιογραφία τον δωδέκατο αιώνα σε δύο μεταφράσεις, μία απευθείας από την ελληνική, μία μέσω των αραβικών. Ο ανώνυμος μεταφραστής της άμεσης μετάφρασης του ελληνικού πρωτότυπου χρησιμοποίησε το *crasis* ως λατινική λέξη. Ο άλλος μεταφραστής, που γνωρίζουμε ότι ήταν ο Ζεράρ της Κρεμόνας, μετέφρασε αυτό που βρήκε στα αραβικά με τον λατινικό όρο *complexio*. Δεν ήταν ιδανική μετάφραση, αλλά έπεισε τους σχολιαστές και χρωμάτισε την κατανόησή τους ανάλογα. Το «Περί Κράσεων» έγινε γνωστό ως «*De Complexionibus*».
- Περιστασιακά ο ανώνυμος μεταφραστής, δουλεύοντας απευθείας από τα ελληνικά, προσπάθησε να χρησιμοποιήσει μια μητρική λατινική λέξη αντί για τη μεταγραφή. Στα λατινικά υπήρχε το ρήμα, *temperare*, που σήμαινε αναμειγνύω και ειδικά αναμειγνύω αντίθετα, αναμειγνύω αντίθετα σε καλή αναλογία. Αυτός ο μεταφραστής χρησιμοποίησε τον ενεστώτα του ρήματος, μετασχηματισμένο σε ουσιαστικό και κατέληξε στο λατινικό *temperantia* για την ελληνική *krasis* – μια καλύτερη μετάφραση, στην πραγματικότητα, από το *complexio*.

Ιστορία

- Τον δέκατο έκτο αιώνα, υπήρξαν πολλές νέες λατινικές μεταφράσεις των έργων του Γαληνού και οι ονομαστικές μορφές temperare – temperies, temperantia, temperamentum και temperatura – έγιναν η κανονική απόδοση της «Κράσης». Το «Περί κρίσεων» του Γαληνού έγινε γνωστό πλέον ως De Temperamentis.
- Από τουλάχιστον τα γραπτά του Ιπποκράτη τον πέμπτο αιώνα π.Χ., υπήρχε η ιδέα ότι η υγεία συνίστατο σε μια ισορροπία στοιχείων ή ποιοτήτων. Πιο εξέχουσα θέση στη Γαληνική ιατρική ήταν οι ισορροπίες ζεστού και κρύου και υγρού και ξηρού. Οι γιατροί που ακολουθούσαν τη διδασκαλία του, βαθμολόγησαν ένα μείγμα, δηλαδή μια κρίση μια temperatura, σε μια κλίμακα εννέα βαθμών. Υπήρχε ένα ισορροπημένο μείγμα, το οποίο θεωρούνταν πιο υγιεινό και σωστό (ευκρασία στα ελληνικά, bona temperatura στα λατινικά), και στη συνέχεια τέσσερις βαθμοί (gradus) πιο ζεστό και τέσσερις βαθμοί πιο κρύο. Το ίδιο έκαναν και για τις ποιότητες υγρό και ξηρό.
- Τα πρώτα «θερμόμετρα» που εκτιμούσαν τις «Κράσεις» ήταν τα «Θερμοσκόπια». Αυτά όμως ήταν ελάχιστα αξιόπιστα.

Ιστορία

- Το 1702, ο αστρονόμος Ole Rømer (1644–1710) έσπασε το πόδι του και περιορίστηκε στο σπίτι του στην Κοπεγχάγη. Κατά την ανάρρωσή του, επεξεργάστηκε μαθηματικές και πρακτικές απαιτήσεις για ένα αξιόπιστο θερμόμετρο. Το πιο σημαντικό, ανέπτυξε έναν τρόπο, χρησιμοποιώντας μια σταγόνα υδραργύρου, για να δοκιμάσει την ομοιομορφία της οπής σε ένα γυάλινο σωλήνα και να εξηγήσει τυχόν διακυμάνσεις. Για σημεία αναφοράς, χρησιμοποίησε τα σημεία πήξης και βρασμού του νερού.
- Λίγα χρόνια αργότερα, το 1708, ο Rømer έδειξε τις τεχνικές του στον Daniel Gabriel Fahrenheit (1686–1736), έναν νεαρό άνδρα από το Danzig που εκπαιδεύτηκε στις επιχειρήσεις και ενδιαφερόταν για τις φυσικές επιστήμες. Ο Φαρενάιτ εγκαταστάθηκε στη Χάγη και το 1717 πουλούσε θερμόμετρα υδραργύρου με βάση τις τεχνικές που είχε μάθει από τον Rømer και σε άλλες που ανέπτυξε ο ίδιος. Τα θερμόμετρα του Φαρενάιτ ήταν επαναστατικά. Συμπεριφέρθηκαν με συνέπεια και συμφωνούσαν μεταξύ τους. Παρείχαν στοιχεία ότι η θερμότητα και το κρύο ήταν καθοριστικές μεταβλητές, φυσικές ιδιότητες που υπήρχαν κατά μήκος ενός μόνον φάσματος και μπορούν να υποβληθούν σε ακριβείς μετρήσεις.

Ιστορία

- Το 1714, ο Fahrenheit έδειξε ένα ζευγάρι από τα θερμόμετρά του στον Christian Wolff, τότε καθηγητή μαθηματικών στο Πανεπιστήμιο του Halle. Ο Wolff θεώρησε ότι ήταν τόσο ασυνήθιστο που τα θερμόμετρα Fahrenheit συμφωνούσαν μεταξύ τους, ώστε δημοσίευσε μια ανακοίνωση για το γεγονός στο διάσημο Acta Eruditorum. Για πρώτη φορά τα θερμόμετρα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως πραγματικά επιστημονικά όργανα. Και οι άνθρωποι που μεγάλωσαν γύρω από τα θερμόμετρα Fahrenheit (ή τους ανταγωνιστές που γέννησαν) αντιλήφθηκαν τη θερμοκρασία διαφορετικά από τους προκατόχους τους. Οι θερμοκρασίες είχαν γίνει ενδείξεις των θερμομέτρων!