

# Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση



Το εξώφυλλο του περιοδικού θα φιλοξενεί σε κάθε τεύχος μια φωτογραφία που έχει υποβληθεί ηλεκτρονικά στη συντακτική επιτροπή για αυτό το σκοπό. Η φωτογραφία, η οποία θα είναι πρωτότυπη και δεν θα προέρχεται από το διαδίκτυο ή από κάποιο έντυπο, πρέπει να συνδέεται με ένα φαινόμενο που είναι αντικείμενο διαπραγμάτευσης των Φυσικών Επιστημών. Ο αποστολέας της φωτογραφίας μπορεί να τη συνοδεύει με ένα σύντομο επεξηγηματικό σχόλιο.

Η φωτογραφία του τρέχοντος εξωφύλλου έχει ληφθεί από τον κ. Βασίλη Γαργανουράκη στην Πηγή Σάριζα στην Άνδρο στις 17 Αυγούστου 2016. Ένα έντομο «κάθεται» στην επιφάνεια μίας ρηχής λιμνούλας και στον πυθμένα σχηματίζονται σκιές. Γιατί εμφανίζονται τέτοιου σχήματος και μεγέθους σκιές στον πυθμένα της λιμνούλας λόγω της επαφής των άκρων (πόδια, κεραίες) του εντόμου με την επιφάνεια του νερού;

Στείλτε μας την απάντησή σας και τη διδακτική σας πρόταση στην ηλεκτρονική διεύθυνση [physcool@auth.gr](mailto:physcool@auth.gr). Οι πιο ενδιαφέρουσες θα δημοσιευτούν στο επόμενο τεύχος. Δείτε σχετικά με την ερμηνεία για τη φωτογραφία του 11<sup>ου</sup> τεύχους στη σελίδα 74.

<b>Editorial</b>	4
Για το περιοδικό	5-6
<b>Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες</b>	
Η φύση των Φυσικών Επιστημών και η διδασκαλία τους, Π. Κουμαράς	7-15
<b>Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο</b>	
Η αξιοποίηση του αισθητήρα ήχου ενός Smartphone στη διδασκαλία φαινομένων Ακουστικής. Μια καινοτόμος χρήση του από μαθητές Α' Λυκείου., Α. Πάλλας	17-27
Μελέτη της αρχής διατήρησης της μηχανικής ενέργειας με τη μέθοδο του «φωτοφράκτη» Β. Νούσης	29-39
<b>Μέσα στην τάξη</b>	
Τα Μαθηματικά ως εργαλείο κατανόησης αντιστρεπτών μεταβολών στη θερμοδυναμική, Ι. Σφαέλος και Α. Ευσταθίου	41-52
Η δομή συνανά τη λειτουργία: η “Μολυβοτρανσφεράση”, Σ. Γιατζόγλου	53-60
Η μεσογειακή διατροφή και τα οφέλη της: μία διδακτική δράση για τη Βιολογία της Α' Γυμνασίου, Μ. Χατζηγεωργίου	61-71
<b>Πρόκειται να συμβούν</b>	73
<b>Γράψατε για το εξώφυλλο</b>	74

## Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση – ISSN 2241-7680

### Εκδοτική ομάδα

Κουμαράς Παναγιώτης, Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε. του Α.Π.Θ.  
Μουρούζης, Παναγιώτης Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Κέρκυρας  
Πιερράτος Θεόδωρος, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Εύοσμου  
Πολάτογλου Χαρίτων, Καθηγήτριας Τμ. Φυσικής του Α.Π.Θ.

### Διαχείριση δικτυακού τόπου

Αρτέμη Σταματία, Υπ. Διδάκτορας Τμ. Φυσικής του Α.Π.Θ.

### Συντακτική ομάδα

Κουμαράς Παναγιώτης, Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε. του Α.Π.Θ.  
Πιερράτος Θεόδωρος, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Εύοσμου  
Πολάτογλου Χαρίτων, Καθηγήτριας Τμ. Φυσικής του Α.Π.Θ.

### Επιμέλεια Εξώφυλλου

Μαΐδου Ανθούλα, Εκπ/κος Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

### Επιστημονική Επιτροπή

Αυγολούπης Σταύρος, Καθηγητής του Π.Τ.Δ.Ε. του Α.Π.Θ.  
Βαλαδάκης Ανδρέας, Δρ. Φυσικής, Εκπ/κός Δ/βάθμιας Εκπ/σης  
Δαπόντες Νίκος, π. Σχ. Σύμβουλος ΠΕ04  
Δομουχτσίδου Γαρυφαλλιά, Δρ. Βιολογίας, Εκπ/κός Δ/βάθμιας Εκπ/σης  
Καλογιαννάκης Μιχάλης, Λέκτορας του Π.Τ.Π.Ε. του Παν. Κρήτης  
Κουμαράς Παναγιώτης, Καθηγητής του Π.Τ.Δ.Ε. του Α.Π.Θ.  
Μαυρόπουλος Αβραάμ, Δρ. Επιστ. Αγωγής, Σχ. Σύμβουλος ΠΕ04 Στερεάς  
Ελλάδας  
Μουρούζης Παναγιώτης, Φυσικός Ρ/Η, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Κέρκυρας  
Παπασταματίου Νίκος, Φυσικός, επίτιμος Σχ. Σύμβουλος ΠΕ04  
Πιερράτος Θεόδωρος, Δρ. Διδακτικής της Φυσικής, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε.  
Εύοσμου  
Πλακίτση Κατερίνα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Π.Τ.Ν. του Παν.  
Ιωαννίνων  
Πολάτογλου Χαρίτων, Καθηγήτριας του Τμήματος Φυσικής Α.Π.Θ.

Πράμας Χρήστος, Δρ. Διδακτικής της Φυσικής, Σχ. Σύμβουλος Π/βάθμιας  
Εκπ/σης Σερρών  
Πριμεράκης Γιώργος, Δάσκαλος Π/βάθμιας Εκπ/σης  
Ρούμελης Νικόλαος, Δρ. Χημείας, Σχ. Σύμβουλος ΠΕ04 Κυκλάδων  
Σκουμιός Μιχάλης, Λέκτορας του Π.Τ.Δ.Ε. του Παν. Αιγαίου  
Σολομωνίδου Χριστίνα, π. Καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. του Παν. Θεσσαλίας  
Σπανός Σεραφείμ, Δρ. Φυσικής, Εκπ/κός Δ/βάθμιας Εκπ/σης  
Σταυρίδου Ελένη, π. Καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. του Α.Π.Θ.  
Τσαγλιώτης Νεκτάριος, Δάσκαλος Π/βάθμιας Εκπ/σης  
Τσιτοπούλου-Χριστοδουλίδη Ευγενία, Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Αττάλειας  
Φανουράκη Ελευθερία, Δρ. Βιολογίας, Υπεύθυνη 1ου Ε.Κ.Φ.Ε. Ηρακλείου  
Φασουλόπουλος Γιώργος, Δρ. Διδακτικής της Φυσικής, Εκπ/κός  
Δ/βάθμιας Εκπ/σης  
Χαλκιά Κρυστάλλα, Καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. του Ε.Κ.Π.Α.  
Χαραλάμπους Μάριος, Δρ. Διδακτικής της Φυσικής, Εκπ/κός Π/βάθμιας  
Εκπ/σης Κύπρου

## Editorial – Σεπτέμβριος 2016

Σας καλωσορίζουμε στο 12ο τεύχος του περιοδικού, που κλείνει αισίως 3 χρόνια ζωής, και σας ευχόμαστε καλή σχολική χρονιά.

Το παρόν τεύχος φιλοξενεί έξι εργασίες οι οποίες φιλοδοξούν να εμπλουτίσουν τη διδακτική φαρέτρα κυρίως όσων διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο.

Τι είναι η φύση των Φυσικών Επιστημών; Ποια τα χαρακτηριστικά της; Ποια τα διδακτικά οφέλη από την εισαγωγή της στη σχολική τάξη; Αυτά είναι, μεταξύ άλλων, τα ερωτήματα που επιχειρεί να απαντήσει ο Παναγιώτης Κουμαράς, δίνοντας συνέχεια στη σχετική συζήτηση που ξεκίνησε στο 7<sup>ο</sup> τεύχος του περιοδικού.

Η χρήση των έξυπνων κινητών και των τάμπλετς, μέσω των αισθητήρων με τους οποίους είναι εξοπλισμένα, ξετυλίγει όλα τα πλεονεκτήματα που μπορεί αυτή να φέρει στα πειράματα Φυσικών Επιστημών στο σχολικό εργαστήριο, στην εργασία του Αναστάσιου Πάλλα. Η εργασία αυτή παρουσιάζεται λίγες μόνο ημέρες μετά από την υπενθύμιση από το ΥΠ.Π.Ε.Θ. της απαγόρευσης χρήσης των συγκεκριμένων συσκευών στα σχολεία και θα μπορούσε να γίνει η αφορμή για να ξεκινήσει μία συζήτηση για την υπό όρους αξιοποίησή τους στην πειραματική διδασκαλία. Κάτι που συμβαίνει ήδη σε πολλές χώρες του εξωτερικού.

Η πειραματική μελέτη της αρχής διατήρησης της ενέργειας στο Λύκειο καταλήγει συνήθως στην ανάλυση μίας χρονοφωτογραφίας. Ο Βασίλης Νούσης παρουσιάζει εξαντλητικά μία πρόταση που μπορεί να εφαρμοστεί στο εργαστήριο Φυσικής και οδηγεί σε εξαιρετικά αποτελέσματα. Η πρόταση αυτή παρουσιάστηκε, στην πρώτη της μορφή, στον Πανελλήνιο διαγωνισμό EUSO 2016 που διοργάνωσε, όπως κάθε χρόνο, η ΠΑΝ.Ε.Κ.Φ.Ε.

Οι Ιωάννης Σφαέλος και Αγγελική Ευσταθίου θίγουν τα μαθηματικά προβλήματα που συναντούμε στην πραγμάτευση της θερμοδυναμικής στο Λύκειο και καταθέτουν τη δική τους πρόταση, με τη χρήση λογισμικών, που επιχειρεί να παντρέψει τα μαθηματικά και τη Φυσική.

Ο Στέφανος Γιαγτζόγλου, εξακολουθώντας μία σειρά πετυχημένων άρθρων, θίγει το θέμα της σχέσης αλληλεξάρτησης δομής-λειτουργίας στη Βιολογία του Λυκείου, χρησιμοποιώντας απλά σύρματα και καθημερινά υλικά.

Η Μαρία Χατζηγεωργίου περιγράφει τη δράση που επιχείρησε στο πλαίσιο της Βιολογίας της Α' Γυμνασίου, παρέχοντας πολλές ιδέες που μπορούν να υιοθετηθούν και να εφαρμοστούν στη σχολική τάξη.

Ευελπιστούμε ότι θα βρείτε χρήσιμες αυτές τις εργασίες και ότι θα αποτελέσουν την αφορμή για δημιουργικότητα και καινοτομία στην καθημερινή σχολική πραγματικότητα.

Εκ μέρους της εκδοτικής ομάδας  
Θοδωρής Πιερράτος

## Πρόσκληση για εργασίες

Καλωσορίζουμε εργασίες τριών κατηγοριών:

A) Θεωρητικές εργασίες, που θα ενημερώνουν τους δάσκαλους της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και τους καθηγητές Φυσικών Επιστημών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τις απαντήσεις που διεθνώς δίνονται σήμερα στα ερωτήματα (σε ένα η περισσότερα):

- Γιατί η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αποτελεί αναγκαιότητα της εκπαίδευσης σήμερα;
- Τι να συμπεριληφθεί ως περιεχόμενο διδασκαλίας στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών;
- Πώς να διδαχθεί το συγκεκριμένο περιεχόμενο;
- Γιατί, πώς και σε τι να αξιολογηθούν οι μαθητές;  
και επιπλέον,
- Θέματα Φυσικών Επιστημών που συνήθως παρουσιάζονται λανθασμένα σε σχολικά βιβλία.

Είναι επιθυμητό κάθε ένα από τα άρθρα που εμπίπτει σε αυτές τις θεματικές περιοχές να μην ξεπερνά σε έκταση τις 3.000 περίπου λέξεις, χωρίς τις εικόνες ή πίνακες που τυχόν θα περιλαμβάνει.

B) Εργασίες “της πρώτης γραμμής” που θα παρουσιάζουν καλές ιδέες και πρακτικές άμεσα εφαρμόσιμες και χρήσιμες στην τάξη και θα αναφέρονται:

- Σε σχέδια εργασίας (projects) Φυσικών Επιστημών που έχουν εφαρμοστεί «επιτυχώς» στη σχολική τάξη
- Στην αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών
- Σε συγκεκριμένες πρακτικές αξιοποίησης της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών στην τάξη,
- Σε πρωτότυπες/καινοτόμες διαδικασίες που έχουν γίνει και αφορούν την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες
- Σε πειράματα Φυσικών Επιστημών, τα οποία κατά προτίμηση δεν απαιτούν εξειδικευμένο εργαστηριακό εξοπλισμό, που συνδέονται με συγκεκριμένη διδακτέα ύλη π.χ. πρόσθεση ή αντικατάσταση κάποιου πειράματος σε συγκεκριμένη ενότητα του σχολικού βιβλίου ή του αντίστοιχου εργαστηριακού οδηγού
- Σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής που μπορούν να αξιοποιηθούν διδακτικά κατά τη διδασκαλία συγκεκριμένης διδακτέας ύλης.

Ουσιαστικά μέσα από τα άρθρα αυτής της κατηγορίας επιδιώκεται η διάχυση των διδακτικών εμπειριών μας. Είναι επιθυμητό κάθε ένα από τα άρθρα που εμπίπτει σε αυτές τις θεματικές περιοχές να μην ξεπερνά σε έκταση τις 3.000 περίπου λέξεις, χωρίς τις εικόνες ή πίνακες που τυχόν θα περιλαμβάνει.

Γ) Μεταφρασμένα σημαντικά άρθρα που έχουν δημοσιευτεί στη διεθνή βιβλιογραφία και αφορούν τη διδασκαλία ενός τουλάχιστον τομέα των Φυσικών Επιστημών. Η έκταση αυτών των

άρθρων θα είναι όση και η έκταση των πρωτότυπων. Παρακαλούνται οι συνάδελφοι που έχουν υπόψη τους άρθρο κατάλληλο για αυτή τη στήλη, πριν ξεκινήσουν τη μετάφρασή του, να επικοινωνήσουν με τη συντακτική επιτροπή του περιοδικού ώστε να εξασφαλιστεί η σχετική άδεια του αρχικού εκδότη.

Οι εργασίες των δύο πρώτων κατηγοριών που θα υποβάλλονται στο περιοδικό θα γίνονται δεκτές ή όχι για δημοσίευση μετά από διπλή τυφλή κρίση. Από τους συγγραφείς των εργασιών που θα γίνουν δεκτές για δημοσίευση θα ζητηθεί να στείλουν μια μικρή φωτογραφία τους, τύπου ταυτότητας, και σύντομο βιογραφικό σημείωμα (50-70 λέξεις). Οδηγίες για τη συγγραφή των εργασιών θα βρείτε στο δικτυακό τόπο του περιοδικού.

Ερωτήσεις, κριτική και σχόλια σε άρθρα που έχουν δημοσιευτεί στο περιοδικό γίνονται ευχαρίστως δεκτά. Σε περίπτωση σχολίων, αν η συντακτική επιτροπή του περιοδικού κρίνει, οι συγγραφείς που τα υποβάλλουν θα κληθούν να επικοινωνήσουν άμεσα με τον συγγραφέα του αρχικού άρθρου, και, αν συμφωνήσουν σε ένα κείμενο, αυτό να δημοσιευτεί και με τα δύο ονόματα. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, θα υπάρχει χωριστά το σχόλιο και η απάντηση αν βέβαια αυτή θεωρείται αναγκαία. Σε κάθε περίπτωση και τα σχόλια θα περνούν από διαδικασία της διπλής τυφλής κρίσης.

Επιπλέον στο περιοδικό σχεδιάζεται να υπάρχουν:

- Στήλη αλληλογραφίας, μέχρι 250 λέξεις ανά επιστολή
- Παρουσίαση και κριτική βιβλίων ή δικτυακών τόπων σχετικών με το αντικείμενο του περιοδικού
- Ανακοινώσεις επικείμενων συνεδρίων, ημερίδων κτλ σχετικών με το αντικείμενο του περιοδικού
- Στο τεύχος του Ιουνίου κάθε χρονιάς θα δημοσιεύεται ευρετήριο συγγραφέων και εργασιών που έχουν δημοσιευτεί στο περιοδικό την τρέχουσα ακαδημαϊκή χρονιά.

Αν θα θέλατε να συζητήσουμε οποιαδήποτε άλλη δική σας ιδέα, που να προωθεί τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, παρακαλούμε επικοινωνήστε με τη συντακτική επιτροπή του περιοδικού στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [physcool@auth.gr](mailto:physcool@auth.gr).

Στη στήλη “Μέσα στην τάξη” παρουσιάζονται ιδέες, πρακτικές και σχέδια μαθήματος που έχουν εφαρμοστεί στην τάξη και προτείνουν μια πρωτότυπη, διαφορετική, καινοτόμα διδακτική προσέγγιση που προκαλεί το ενδιαφέρον στα παιδιά.

### **Τα μαθηματικά ως εργαλείο κατανόησης αντιστρεπτών μεταβολών στη θερμοδυναμική**

**Ιωάννης Σφαέλος και Αγγελική Ευσταθίου**

«Το θαύμα της καταλληλότητας της γλώσσας των μαθηματικών στη διατύπωση των νόμων της Φυσικής είναι ένα θαυμάσιο δώρο το οποίο ούτε κατανοούμε αλλά ούτε και αξίζουμε. Θα πρέπει να είμαστε ευγνώμονες γι' αυτό και να ελπίζουμε ότι θα συνεχίσει να ισχύει στη μελλοντική έρευνα, και ότι θα επεκταθεί και σε άλλους κλάδους της γνώσης ανεξάρτητα αν αυτό μας προκαλεί ευχαρίστηση ή αμηχανία» (Wigner, 1960). Ιστορικά υπήρξε μια πολύ ιδιαίτερη σχέση ανάμεσα στη Φυσική και στα Μαθηματικά η οποία αποτέλεσε το παράδειγμα ανάπτυξης παρόμοιων προσεγγίσεων στις περιοχές τουλάχιστον της Βιολογίας, της Πληροφορικής, αλλά και της Γλωσσολογίας.

Αν και η Φυσική αποτελεί το ιδανικό περιβάλλον για την εφαρμογή των μαθηματικών σε ένα επιστημονικό πλαίσιο, στη σχολική πραγματικότητα οι δύο αυτοί κλάδοι αντιμετωπίζονται ως δύο διαφορετικοί και αποκλίνοντες επιστημονικοί τρόποι σκέψης. Η Φυσική έχει να κάνει με τα φυσικά φαινόμενα όπου η παρατήρηση και το πείραμα κυριαρχούν ενώ τα μαθηματικά ασχολούνται με συμβολικές διαδικασίες όπου κυριαρχεί ο λογισμός και η απόδειξη (Καστάνης, 2009). Οι φυσικοί επίσης, συχνά εκπλήσσονται για το πόσο λίγα μαθηματικά γνωρίζουν οι μαθητές σε αντίθεση με τις επιδόσεις τους στα μαθήματα των μαθηματικών (Redish, 2005), αλλά όμως και οι ίδιοι πολύ λίγα έχουν κάνει στην κατεύθυνση της χρήσης των σχολικών μαθηματικών και των μεθόδων τους με τρόπους συμβατούς με τη διδασκαλία και τη μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών (Θεοχάρης, 2012). Μία από τις αιτίες του προβλήματος αυτού πιστεύουμε πως είναι η αναντιστοιχία της σειράς που διδάσκονται κάποιες μαθηματικές έννοιες στο Λύκειο με την εφαρμογή τους σε άλλους γνωστικούς τομείς και ιδιαίτερα στη Φυσική.

Η μελέτη των αντιστρεπτών μεταβολών και ειδικότερα η μελέτη της ισόθερμης μεταβολής αερίων αποτελεί ένα παράδειγμα όπου οι μαθητές ανακαλούν στη μνήμη τους και εφαρμόζουν βασικές μαθηματικές έννοιες (όπως της συνάρτησης που εκφράζει τα αντιστρόφως ανάλογα ποσά και της

γραφικής τους παράστασης) αλλά συγχρόνως αποτελεί αφορμή για επέκταση των μαθηματικών εργαλείων και εννοιών που διαθέτουν οι μαθητές (όπως η έννοια του φυσικού λογάριθμου, ο υπολογισμός του εμβαδού καμπυλόγραμμου επίπεδου χωρίου). Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας της μελέτης των αντιστρεπτών μεταβολών εμφανίζονται, σχεδόν πάντα, κάποια χαρακτηριστικά ερωτήματα από τους μαθητές, όπως:

- Πώς υπολογίζεται το εμβαδό του επιπέδου χωρίου που περικλείεται από τη γραφική παράσταση της συνάρτησης  $p=p(V)$ , τον άξονα  $x'x$  και τις ευθείες  $V=V_{\alpha\rho\chi}$  και  $V=V_{\tau\epsilon\lambda}$ . ώστε να υπολογίσουμε το έργο που παράγεται κατά την ισόθερμη μεταβολή;
- Τι είναι το " $\ln \frac{V_{\tau\epsilon\lambda}}{V_{\alpha\rho\chi}}$ " που εμφανίζεται στην ενέργεια που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του;
- Γιατί  $\ln \frac{V_{\tau\epsilon\lambda}}{V_{\alpha\rho\chi}} = \ln V_{\tau\epsilon\lambda} - \ln V_{\alpha\rho\chi}$ ;

Για την ομαλότερη διεξαγωγή της εν λόγω ενότητας προτείνουμε στο μάθημα της Άλγεβρας της Β' Λυκείου κατόπιν της διδασκαλίας του 1ου και 2ου κεφαλαίου (Γραμμικά και μη Γραμμικά Συστήματα, Συναρτήσεις) να ακολουθήσει η διδασκαλία της έννοιας της εκθετικής συνάρτησης, του λογάριθμου και βασικών ιδιοτήτων τους. Ακολουθώντας, θα μπορούσε ενδεχομένως να παρουσιασθεί ακόμη και η περίφημη μέθοδος της εξάντλησης του Αρχιμήδη προς υπολογισμό του εμβαδού οποιουδήποτε επίπεδου χωρίου, ως εισαγωγή στην έννοια του ολοκληρώματος που θα ακολουθήσει στην Γ' Λυκείου.

Η υλοποίηση των προτάσεών μας διευκολύνεται σημαντικά με τη χρήση των εκπαιδευτικών λογισμικών *Interactive Physics* και *Geogebra* (η χρήση των προσομοιώσεων στη Θερμοδυναμική προκύπτει από το ότι παρουσιάζονται συνήθως δυσκολίες στην πραγματοποίηση πειραμάτων στο πραγματικό εργαστήριο). Συγκεκριμένα, το *Interactive Physics* δίνει τη δυνατότητα εικονικής αναπαράστασης της ισόχωρης, της ισοβαρούς, της ισόθερμης και της αδιαβατικής μεταβολής ενός ιδανικού αερίου και ταυτόχρονα των γραφικών απεικονίσεων σε διαγράμματα πίεσης-όγκου ( $p-V$ ), πίεσης-θερμοκρασίας ( $p-T$ ), όγκου-θερμοκρασίας ( $V-T$ ) και εσωτερικής ενέργειας-χρόνου ( $U-t$ ).

Με το λογισμικό *Geogebra* αρχικά, οι μαθητές μπορούν να διερευνήσουν την αναπαράσταση των σημείων ( $p, V$ ) που θα προκύψουν από την εκτέλεση της προσομοίωσης της ισόθερμης μεταβολής και εξασκούνται να εφαρμόζουν τη "μέθοδο της εξάντλησης" προκειμένου να υπολογίσουν το έργο που παράγεται στη μεταβολή αυτή. Επιπλέον η χρήση του παραπάνω υπολογιστικού εργαλείου προβλέπει δυναμικό χειρισμό μαθηματικών αντικειμένων ώστε σχέσεις και ιδιότητες να γίνονται αντικείμενο προβληματισμού, διερεύνησης και διαπραγμάτευσης στοχεύοντας στην επεξήγηση της έννοιας ή στην απαραίτητη εμβάθυνση για την κατανόησή της από τους μαθητές.

Η εκτιμώμενη διάρκεια εκτέλεσης των δραστηριοτήτων είναι τέσσερις διδακτικές ώρες και σαν χώρος υλοποίησης προτείνεται ο χώρος του εργαστηρίου Πληροφορικής του σχολείου. Οι μαθητές θα εργαστούν σε ομάδες των δύο ατόμων και καθοδηγούμενοι από φύλλο εργασίας καλούνται να εξερευνήσουν συγκεκριμένα σχήματα και να απαντήσουν συγκεκριμένες ερωτήσεις. Η διερεύνηση



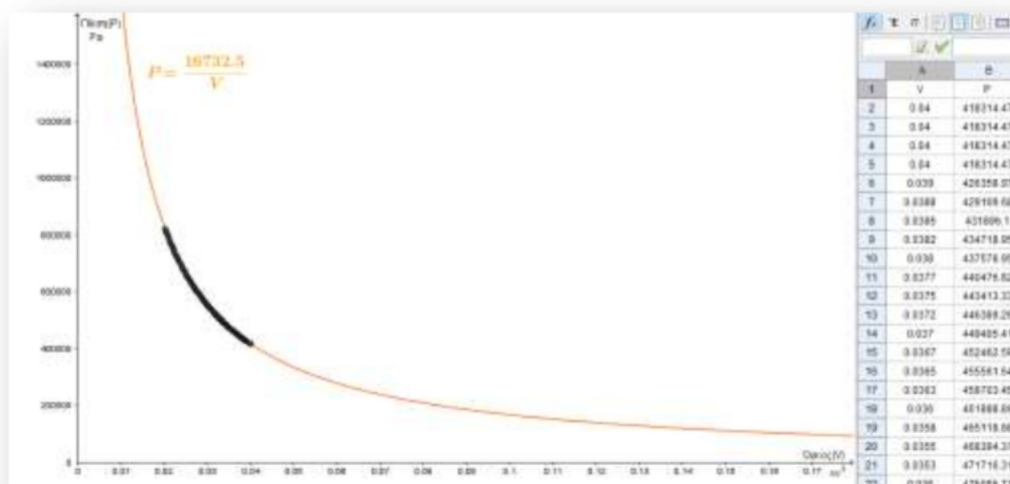
δηλαδή γίνεται συνεργατικά. Με κατάλληλες βέβαια παρεμβάσεις του διδάσκοντα οι δραστηριότητες μπορούν να διεξαχθούν και στην τάξη με χρήση βιντεοπροβολέα χωρίς σημαντική αλλοίωση της αξίας της διδακτικής πρότασης.

### Διδάσκοντας τις απαραίτητες μαθηματικές έννοιες

Στην ενότητα αυτή προτείνουμε μια σειρά από δραστηριότητες και περιγράφουμε συνοπτικά μια ενδεικτική πορεία εκτέλεσής τους που θα βοηθήσει τους μαθητές να ανακαλέσουν και να εφαρμόσουν γνωστές τους μαθηματικές έννοιες αλλά και να τις επεκτείνουν. Έτσι με τις δύο πρώτες δραστηριότητες, μέσω του προβλήματος της ισόθερμης μεταβολής, βοηθάμε τους μαθητές να ανακαλέσουν και να εφαρμόσουν τις έννοιες των ανάλογων και αντιστρόφως ανάλογων ποσών και των γραφικών τους παραστάσεων. Στη συνέχεια δίνεται έμφαση στη μέθοδο εξάντλησης του επιπέδου χωρίου και γίνεται εισαγωγή στην έννοια της εκθετικής συνάρτησης και του νεπέριου λογάριθμου καθώς και στις βασικές ιδιότητες των πράξεων μεταξύ των νεπέριων λογάριθμων.

#### 1<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Εύρεση της σχέσης μεταξύ πίεσης και όγκου στην ισόθερμη μεταβολή

Οι μαθητές ανοίγουν το αρχείο "ΙΣΟΘΕΡΜΗ -1" του *Interactive Physics* (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας) και πατώντας "Εκτέλεση" καταγράφουν την πίεση ( $p$ ) και τον όγκο ( $V$ ) μιας ποσότητας αερίου ( $n=5$  moles) σε σταθερή θερμοκρασία ( $T=400$  K) θέλοντας να διερευνήσουν τη σχέση τους κατά την εξέλιξη του φαινομένου. Προς το σκοπό αυτό ανοίγουν ένα αρχείο *Geogebra*, καταγράφουν τις παραπάνω μετρήσεις ( $p, V$ ) στο υπολογιστικό φύλλο από όπου έχουν τη δυνατότητα να αποστείλουν τα σημεία στο Παράθυρο "Γραφικά" και να πάρουν την γραφική παράσταση του Σχήματος 1.

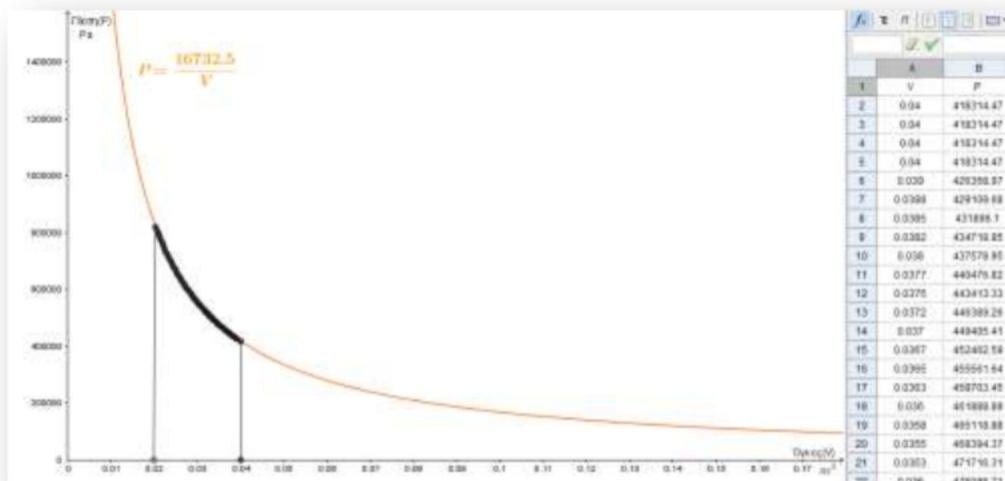


Σχήμα 1. Διάταξη των σημείων ( $p, V$ ) της ισόθερμης μεταβολής.

Η θέση των σημείων  $(p,V)$  υποδεικνύει τη σταθερότητα του γινομένου  $p \cdot V$  η οποία επιβεβαιώνεται με τη βοήθεια του υπολογιστικού φύλλου ότι ισούται με 16732,5 Nm. Έτσι βρίσκουν ότι η συνάρτηση που περιγράφει τη συμμεταβολή αυτή είναι η εξής:

$$p = \frac{16732,5}{V}$$

την οποία αυτόματα σχεδιάζουν στο παράθυρο "Γραφικά", όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.

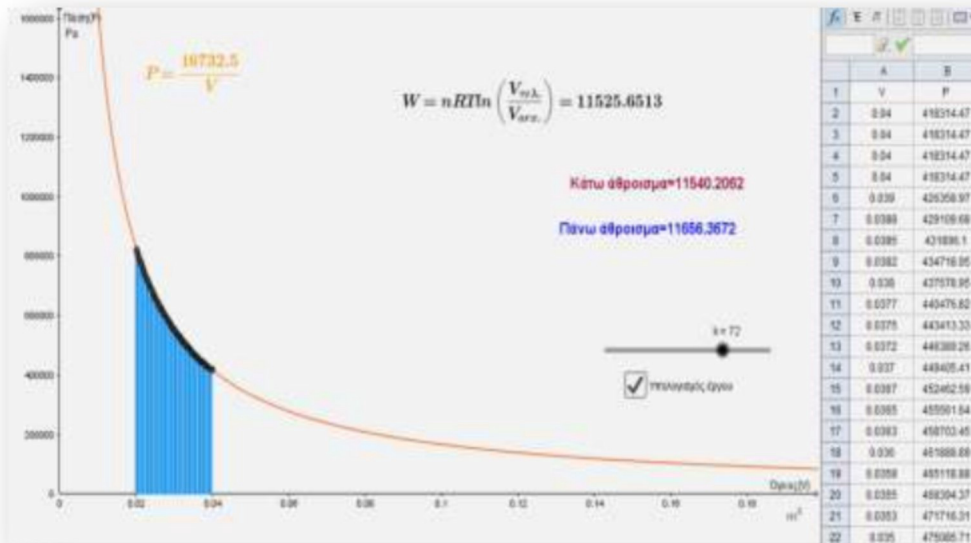


Σχήμα 2. Η συνάρτηση  $p=p(V)$  της ισόθερμης μεταβολής.

### 2<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Υπολογισμός εμβαδού επίπεδου χωρίου

Οι μαθητές θέλοντας να υπολογίσουν το εμβαδό του μεικτόγραμμου χωρίου προτρέπονται να χωρίσουν το διάστημα  $[0.02, 0.04]$  σε ισομήκη διαστήματα (αρχικά  $k=3$ , όπου  $k$  ο αριθμός των διαμερίσεων) και να σχεδιάσουν τα ορθογώνια που έχουν μήκος το πλάτος του κάθε υποδιαστήματος και ύψος τη μικρότερη και τη μεγαλύτερη τιμή της συνάρτησης  $p=p(V)$  σε καθένα από τα υποδιαστήματα. Εφόσον ονομάσουμε "Κατώτερο άθροισμα  $L$ " το άθροισμα των εμβαδών των πρώτων ορθογωνίων και "Ανώτερο άθροισμα  $U$ " το άθροισμα των εμβαδών των δεύτερων ορθογωνίων, ζητάμε από τους μαθητές να εικάσουν πότε αυτά τα δύο αθροίσματα θα προσεγγίσουν ικανοποιητικά το ζητούμενο εμβαδό. Προκειμένου να ισχυροποιήσουν την εικασία τους προτρέπονται να ανοίξουν το αρχείο "ΥπολογισμόςW.ggb" (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας) όπου σύροντας το δρομέα  $k$  μεταβάλλουν τον αριθμό των διαμερίσεων ενώ σχεδιάζονται και υπολογίζονται αυτόματα το πάνω και κάτω άθροισμα των εμβαδών των ορθογωνίων (Σχήμα 3). Εύκολα αντιλαμβάνονται ότι για μεγάλο αριθμό διαμερίσεων  $k$  τα δύο αθροίσματα σταθεροποιούνται γύρω από τον ίδιο αριθμό και δίνουν μια πολύ καλή προσέγγιση για το ζητούμενο εμβαδό. Κάνοντας κλικ στο κουμπί "Υπολογισμός έργου" οι μαθητές θα διαπιστώσουν ότι η κοινή τιμή των παραπάνω αθροισμάτων συμπίπτει με την τιμή του έργου που

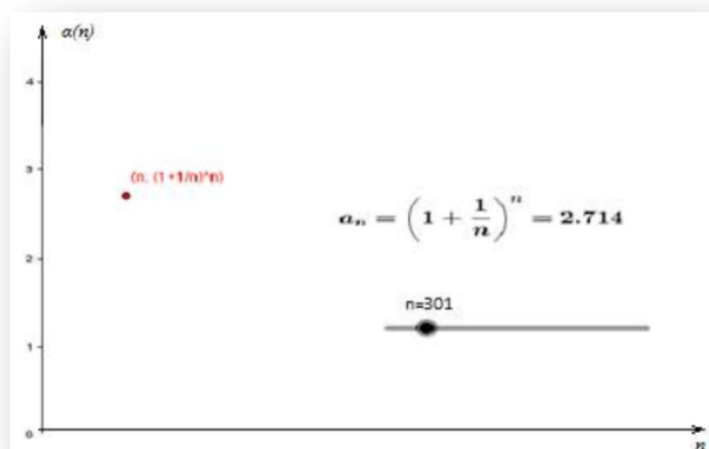
παράγεται κατά την ισόθερμη μεταβολή όπως υπολογίζεται από τον τύπο  $W = nRT \ln \frac{V_{\text{τελ}}}{V_{\text{αρχ}}}$  (που θα μάθουν στη Φυσική).



Σχήμα 3. Υπολογισμός του έργου W στην ισόθερμη μεταβολή.

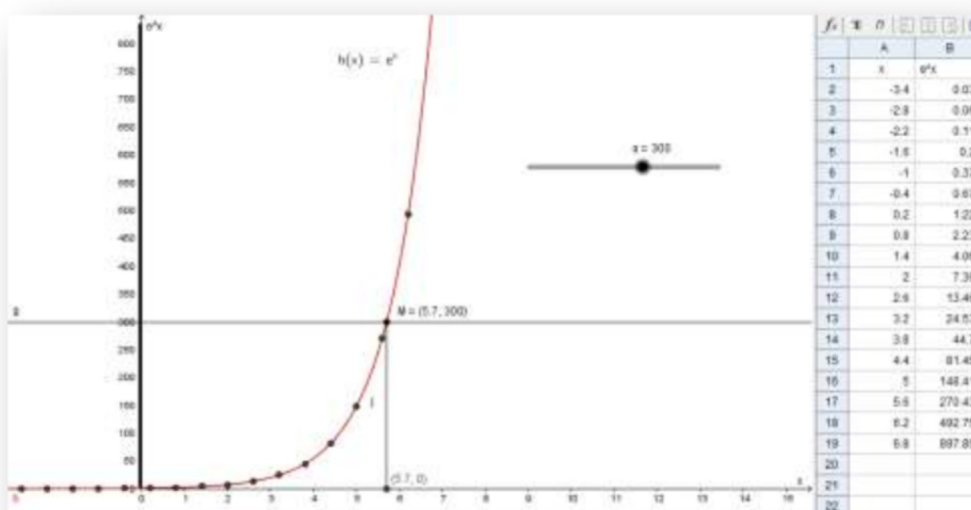
3<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Εισαγωγή στην έννοια της εκθετικής συνάρτησης και του φυσικού λογάριθμου.

Οι μαθητές προτρέπονται να ανοίξουν το αρχείο "Ο αριθμός e.ggb" (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας) και να παρατηρήσουν τα ίχνη του σημείου με συντεταγμένες  $(n, (1 + \frac{1}{n})^n)$  τα οποία σημειώνονται καθώς κινούν το δρομέα n με τιμές στους θετικούς ακεραίους (Σχήμα 4). Η σταθερή τιμή (2.714 με στρογγυλοποίηση σε τρία δεκαδικά ψηφία) της τεταγμένης του για αρκετά μεγάλες τιμές του θετικού ακεραίου n, συμβολίζεται με e και ορίζεται από το διδάσκοντα ότι είναι ο αριθμός Euler.



Σχήμα 4. Ο αριθμός Euler

Στη συνέχεια οι μαθητές ανοίγουν ένα αρχείο του *Geogebra* και καθοδηγούνται από το διδάσκοντα να συμπληρώσουν τις δύο στήλες του λογιστικού φύλλου με τις τιμές του πραγματικού αριθμού  $x$  (1η στήλη) και τις τιμές των αντίστοιχων δυνάμεων  $e^x$  (2η στήλη). Στη συνέχεια αποστέλλουν το σύνολο των σημείων  $(x, e^x)$  στο παράθυρο "Γραφικά" και γράφοντας στο πεδίο εντολών τον τύπο της συνάρτησης  $h(x) = e^x$  θα προκύψει μία γραμμή η οποία διέρχεται από όλα τα παραπάνω σημεία του πίνακα τιμών. Προτρέπουμε επίσης τους μαθητές να παρατηρήσουν σχεδιάζοντας σημεία με τετμημένες άρρητους αριθμούς και τεταγμένες τις τιμές τους μέσω της  $h(x) = e^x$ , ότι είναι σημεία της παραπάνω γραμμής. Ο διδάσκων ορίζει τη συνάρτηση αυτή ως *εκθετική* και από τη γραφική της παράσταση οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν ότι ορίζεται στο σύνολο των πραγματικών αριθμών και έχει σύνολο τιμών το  $(0, +\infty)$  (Σχήμα 5). Στο ίδιο αρχείο οι μαθητές μπορούν να δουν της λύσεις των εξισώσεων  $e^x = a$  για κάθε θετικό πραγματικό αριθμό  $a$ , οι οποίες προσδιορίζονται από τις τετμημένες του σημείου τομής της γραφικής παράστασης της  $h$  και της οριζόντιας ευθείας  $y=a$  για τις διάφορες τιμές του  $a > 0$ . Ο διδάσκων ορίζει την τετμημένη του παραπάνω σημείου ως *νεπέριο λογάριθμο* του  $a > 0$  και συμβολίζει αυτή με  $\ln a$  (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Η Εκθετική συνάρτηση - Νεπέριος λογάριθμος.

*4<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Οι βασικές ιδιότητες των πράξεων*

Επανερχόμενοι στον ορισμό ότι ο αριθμός  $\ln a$  με  $a > 0$ , αποτελεί τη μοναδική λύση της εξίσωσης  $e^x = a$ , οι μαθητές, με κατάλληλα διατυπωμένα ερωτήματα στο φύλλο εργασίας (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας), θα οδηγηθούν στην απόδειξη των βασικών ιδιοτήτων των πράξεων, όπως:

- $\ln(a_1 \cdot a_2) = \ln a_1 + \ln a_2$  για κάθε  $a_1, a_2 > 0$
- $\ln\left(\frac{a_1}{a_2}\right) = \ln a_1 - \ln a_2$  για κάθε  $a_1, a_2 > 0$  και
- $\ln a^k = k \cdot \ln a$ , για κάθε  $a > 0$ .

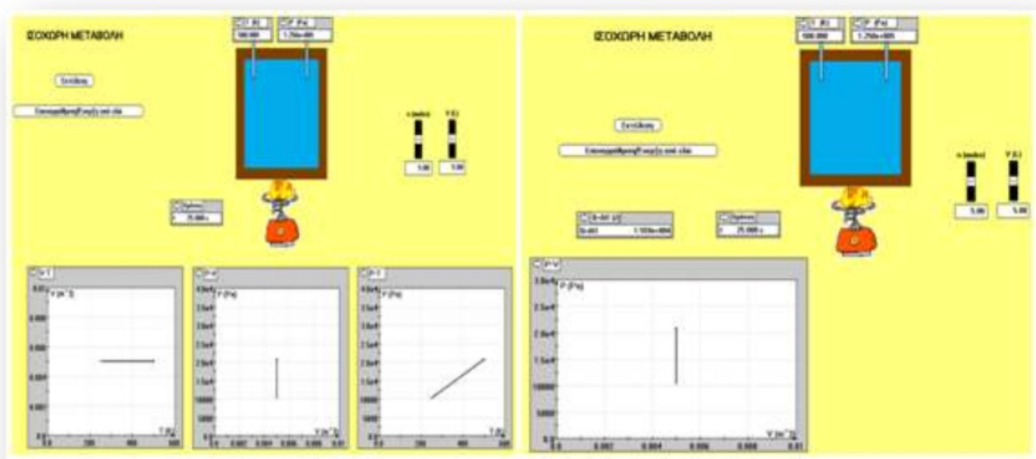
### Μελέτη αντιστρεπτών μεταβολών ιδανικού αερίου

Έχοντας εξοικειωθεί με τις απαραίτητες μαθηματικές έννοιες οι μαθητές μπορούν πλέον να εκτελέσουν δραστηριότητες σχετικές με τις αντιστρεπτές μεταβολές ιδανικού αερίου. Οι διδακτικοί στόχοι των δραστηριοτήτων που ακολουθούν είναι οι εξής:

1. Οι μαθητές να εξοικειωθούν στη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και να γνωρίσουν τον τρόπο άντλησης δεδομένων από την εικονική προσομοίωση.
2. Εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> Θερμοδυναμικού Νόμου στις αντιστρεπτές μεταβολές ιδανικών αερίων, όπως την ισόχωρη, ισοβαρή, ισόθερμη και αδιαβατική μεταβολή.
3. Εφαρμογή θεωρητικών γνώσεων στις μεταβολές αερίου και εκμετάλλευση των πληροφοριών που απορρέουν από τις γραφικές παραστάσεις.

Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες 2 ατόμων ανά υπολογιστή στην αίθουσα Πληροφορικής. Γίνεται χρήση του λογισμικού *Interactive Physics*, το οποίο πρέπει να είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή. Εναλλακτικά, το μάθημα μπορεί να γίνει στην αίθουσα διδασκαλίας με έναν Η/Υ και βιντεοπροβολέα. Στους μαθητές δίνεται εξ αρχής ένα φύλλο εργασίας (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας) και αμέσως αρχίζει η εργασία στον υπολογιστή. Το μάθημα προτείνεται να γίνει σε 2 διδακτικές ώρες, 1 για τις μεταβολές ισοβαρή και ισόχωρη και 1 για την ισόθερμη και την αδιαβατική με το αντίστοιχο θεωρητικό πλαίσιο για κάθε μία μεταβολή.

#### 1<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Ισόχωρη μεταβολή



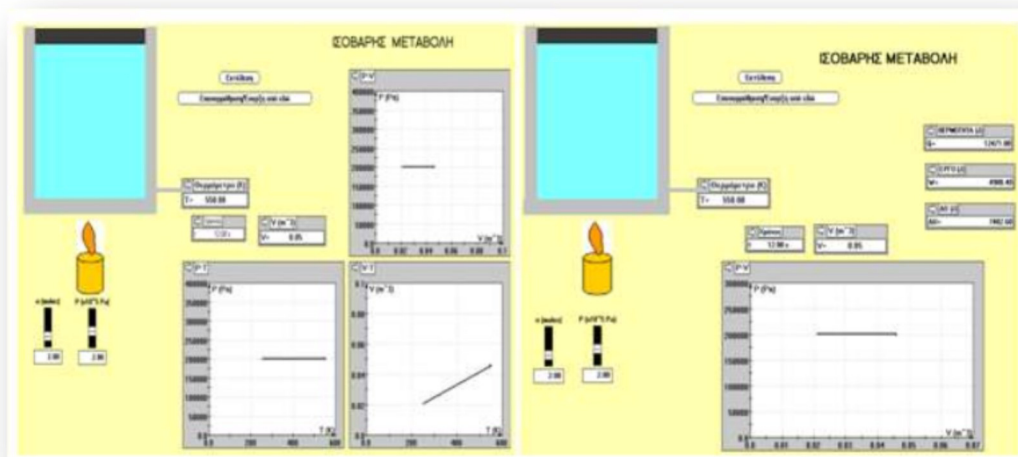
Σχήμα 6. Εικονική προσομοίωση της ισόχωρης μεταβολής

Ανοίγουμε το αρχείο "ΙΣΟΧΩΡΗ -1" (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας). Με τους μετρητές καθορίζουμε τα moles και τον όγκο του

αερίου (εδώ επιλέγουμε  $n=5$  moles,  $V=5$  L). Πατάμε “Εκτέλεση” και παρακολουθούμε την εξέλιξη της μεταβολής. Ταυτόχρονα παίρνουμε τα διαγράμματα  $V$ - $T$ ,  $p$ - $V$  και  $p$ - $T$  (Σχήμα 6, αριστερά). Στο δοχείο έχουμε προσαρτήσει ένα θερμόμετρο και ένα μανόμετρο για να βλέπουμε τη θερμοκρασία και την πίεση του αερίου κάθε χρονική στιγμή. Αν πατήσουμε διπλό κλικ στο βελάκι που υπάρχει στο διάγραμμα  $V$ - $T$ , μπορούμε να παρακολουθούμε και την εξέλιξη του όγκου με τη θερμοκρασία του αερίου κάθε χρονική στιγμή.

Ακολούθως, ανοίγουμε το αρχείο “ΙΣΟΧΩΡΗ -2” (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας). Καθορίζουμε με τους μετρητές τις ίδιες τιμές για τα moles και τον όγκο του αερίου και πατάμε “Εκτέλεση”. Τώρα παρακολουθούμε την εξέλιξη της μεταβολής και το διάγραμμα  $p$ - $V$  (Σχήμα 6, δεξιά). Επίσης, βλέπουμε κάθε χρονική στιγμή την τιμή της θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του  $Q$ , όπως και τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας  $\Delta U$ , που στην προκειμένη περίπτωση είναι ίση με τη θερμότητα, εφόσον  $W=0$ .

### 2<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Ισοβαρής μεταβολή



Σχήμα 7. Εικονική προσομοίωση της ισοβαρούς μεταβολής.

Ανοίγουμε το αρχείο “ΙΣΟΒΑΡΗΣ -1” (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας). Με τους μετρητές καθορίζουμε τα moles και την πίεση του αερίου (εδώ επιλέγουμε  $n=2$  moles,  $p=2 \cdot 10^5$  Pa). Πατάμε “Εκτέλεση” και παρακολουθούμε την εξέλιξη της μεταβολής. Ταυτόχρονα παίρνουμε τα διαγράμματα  $V$ - $T$ ,  $p$ - $V$  και  $p$ - $T$  (Σχήμα 7, αριστερά). Στο δοχείο έχουμε προσαρτήσει ένα θερμόμετρο για να βλέπουμε τη θερμοκρασία του αερίου κάθε χρονική στιγμή. Επίσης, μπορούμε να παρακολουθούμε τον όγκο του αερίου κάθε χρονική στιγμή.

Ακολούθως, ανοίγουμε το αρχείο “ΙΣΟΒΑΡΗΣ -2” (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας). Καθορίζουμε με τους μετρητές τις ίδιες

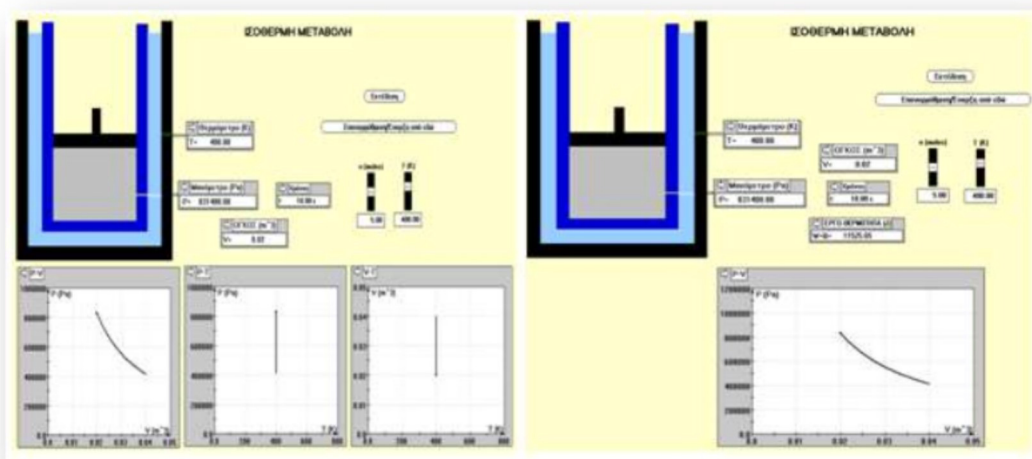


τιμές για τα moles και την πίεση του αερίου και πατάμε “Εκτέλεση”. Τώρα παρακολουθούμε την εξέλιξη της μεταβολής και το διάγραμμα p-V (Σχήμα 7, δεξιά). Επίσης, βλέπουμε κάθε χρονική στιγμή την τιμή της θερμότητας Q, που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του, την ενέργεια που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον με τη μορφή έργου W, όπως και τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας ΔU. Έτσι μπορούν οι μαθητές να επιβεβαιώνουν τον 1<sup>ο</sup> Θερμοδυναμικό Νόμο.

### 3<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Ισόθερμη μεταβολή

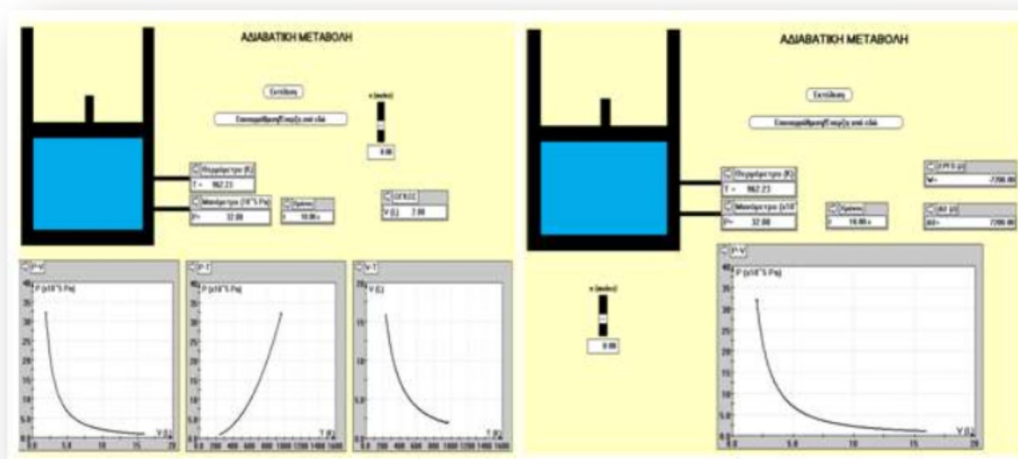
Ανοίγουμε το αρχείο “ΙΣΟΘΕΡΜΗ -1” (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας). Με τους μετρητές καθορίζουμε τα moles και τη θερμοκρασία του αερίου (εδώ επιλέγουμε n=5 moles, T=400 K). Πατάμε “Εκτέλεση” και παρακολουθούμε την εξέλιξη της μεταβολής. Ταυτόχρονα παίρνουμε τα διαγράμματα p-V, p-T και V-T (Σχήμα 8, αριστερά). Στο δοχείο έχουμε προσαρτήσει ένα θερμόμετρο και ένα μανόμετρο για να βλέπουμε τη θερμοκρασία και την πίεση του αερίου κάθε χρονική στιγμή. Επίσης, μπορούμε να παρακολουθούμε τον όγκο του αερίου κάθε χρονική στιγμή.

Ακολούθως, ανοίγουμε το αρχείο “ΙΣΟΘΕΡΜΗ -2” (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας). Καθορίζουμε με τους μετρητές τις ίδιες τιμές για τα moles και τη θερμοκρασία του αερίου και πατάμε “Εκτέλεση”. Τώρα παρακολουθούμε την εξέλιξη της μεταβολής και το διάγραμμα p-V (Σχήμα 8, δεξιά). Επίσης, βλέπουμε κάθε χρονική στιγμή την τιμή της θερμότητας Q, που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του, την ενέργεια που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον με τη μορφή έργου W, που στην προκειμένη περίπτωση είναι ίση με τη θερμότητα, εφόσον η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι ΔU=0.



Σχήμα 8. Εικονική προσομοίωση της ισόθερμης μεταβολής.

### 4<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Αδιαβατική μεταβολή



Σχήμα 9. Εικονική προσομοίωση της αδιαβατικής μεταβολής.

Ανοίγουμε το αρχείο “ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ -1” (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας). Με το μετρητή καθορίζουμε τα moles του αερίου (εδώ επιλέγουμε  $n=0,8$  moles). Πατάμε “Εκτέλεση” και παρακολουθούμε την εξέλιξη της μεταβολής. Ταυτόχρονα παίρνουμε τα διαγράμματα  $p$ - $V$ ,  $p$ - $T$  και  $V$ - $T$ , που αντιστοιχούν στις σχέσεις:  $P \cdot V^{5/3}=C_1$ ,  $P^{-2/3} \cdot T^{5/3}=C_2$  και  $T \cdot V^{2/3}=C_3$ , αντίστοιχα, όπου  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  σταθερές (Σχήμα 9, αριστερά). Στο δοχείο έχουμε προσαρτήσει ένα θερμόμετρο και ένα μανόμετρο για να βλέπουμε τη θερμοκρασία και την πίεση του αερίου κάθε χρονική στιγμή. Αν πατήσουμε διπλό κλικ στο βελάκι που υπάρχει στο διάγραμμα  $V$ - $T$ , μπορούμε να παρακολουθούμε και τον όγκο του αερίου κάθε χρονική στιγμή.

Ακολούθως, ανοίγουμε το αρχείο “ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ -2” (είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο του περιοδικού ως υποστηρικτικό υλικό αυτής της εργασίας). Καθορίζουμε με το μετρητή την ίδια τιμή για τα moles του αερίου και πατάμε “Εκτέλεση”. Τώρα παρακολουθούμε την εξέλιξη της μεταβολής και το διάγραμμα  $p$ - $V$  (Σχήμα 9, δεξιά). Επίσης, βλέπουμε κάθε χρονική στιγμή την τιμή της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας του αερίου  $\Delta U$ , όπως επίσης και την ενέργεια που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον με τη μορφή έργου  $W$ .

### Συμπερασματικά

Ο εκπαιδευτικός της σημερινής εποχής θα πρέπει να διαθέτει γνώσεις για τους τρόπους με τους οποίους θα μπορεί να χρησιμοποιεί τις νέες τεχνολογίες για τη βελτίωση της μάθησης αλλά και να κατανοεί τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία μπορεί να ενσωματωθεί στο πρόγραμμα σπουδών. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον μάθησης δεν αρκεί μόνο η επιστημονική ή τεχνική κατάρτιση του εκπαιδευτικού, αλλά και η ικανότητά του να αξιοποιεί τις θεωρίες μάθησης στη διδακτική αλλά και στην ευρύτερη εκπαιδευτική διαδικασία (Disessa, 1983; Hoyles & Noss, 1987).



Με την υλοποίηση της παραπάνω διδακτικής πράξης εφαρμόσαμε σύγχρονες διδακτικές και παιδαγωγικές μεθόδους που συνέβαλαν στην αλλαγή της στάσης μαθητών και εκπαιδευτικών στην καθημερινή σχολική πραγματικότητα.

Ως προς τη μαθηματική επεξεργασία ο υπολογιστής μας βοήθησε στις εικονοποιήσεις των σχημάτων, προσφέροντας οικονομία χρόνου και ακρίβεια. Μας έδωσε τη δυνατότητα να παραστήσουμε, να εξηγήσουμε το πάνω και το κάτω μερικό άθροισμα των εμβαδών των ορθογωνίων και να καταδείξουμε ότι το εμβαδό είναι η κοινή τιμή τους. Η κατασκευή γραφικών παραστάσεων είναι μια δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία, καθώς απαιτεί ακρίβεια τόσο στον υπολογισμό όσο και στο σχεδιασμό των αντίστοιχων τιμών της συνάρτησης. Η χρήση του λογισμικού διευκόλυνε τη διαδικασία αυτή δίνοντας χρόνο στους μαθητές για πειραματισμό, διερεύνηση και εξαγωγή συμπερασμάτων.

Ως προς τη μελέτη των μεταβολών των αερίων οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα εικονικής αναπαράστασης των τριών μεταβολών η οποία είναι αδύνατη να πραγματοποιηθεί στο πραγματικό εργαστήριο, να χρησιμοποιήσουν τα μαθηματικά εργαλεία για τη μοντελοποίηση των φαινομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων (Wright, 1974). Επιπλέον η διδασκαλία αυτή βοήθησε τους μαθητές να αρχίσουν να συνειδητοποιούν ότι τα μαθηματικά δεν αποτελούν ένα σύνολο διακριτών και ασύνδετων εννοιών, αφού για παράδειγμα η έννοια της συνάρτησης αποτέλεσε το εργαλείο για τη δημιουργία σχέσεων και ότι η μελέτη του φυσικού κόσμου αποτελεί το ιδανικό περιβάλλον για την εφαρμογή των μαθηματικών (Ραβάνης, 2003).

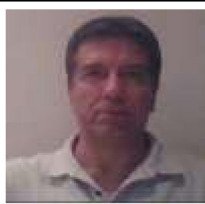
Τέλος, με την πρόταση μας αυτή θέλουμε να επισημάνουμε την αναγκαιότητα διεπιστημονικών συμπράξεων για να κατανοηθεί και να ερμηνευθεί ο κόσμος στην ολότητά του καθώς και την αναγκαιότητα αναδιάρθρωσης του αναλυτικού προγράμματος σπουδών, ιδιαίτερα στην Α' και Β' τάξη του Λυκείου προκειμένου να επιτύχουμε την ενεργητική σύνδεση των μαθηματικών με τις Φυσικές Επιστήμες (Χρυσ αφίδης, 2009 ).

Καλούμε εκπαιδευτικούς και των δύο ειδικοτήτων να προτείνουν για το πώς και ποιες μαθηματικές έννοιες θα διδάξουμε, ωθώντας τα πράγματα προς νέες διδακτικές κατευθύνσεις προκειμένου να οικοδομήσουμε τις προϋποθέσεις για την αξιοποίηση των γνώσεων και εμπειριών των μαθητών στην αντιμετώπιση προβλημάτων και φαινομένων του φυσικού κόσμου.

### Αναφορές

- Disessa, A. (1983). Phenomenology and the Evolution of Intuition. In: Gentner, D. & Stevens, A. (Eds). *Mental Models*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, pp.15-33.
- Hoyle s, C & Noss, R. (1987). Children Working in a Structured Logo Environment: From Doing to Understanding. *Recherché en Didactique de Mathématiques*, 8(12), pp.131-175.
- Redish, E. (2005). *Problem Solving and the Use of Math in Physics Courses*. Presented at the conference World View on Physics Education in 2005. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/IndiaMath.pdf>

- Wigner, E. P. (1960). The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in Natural Sciences. *Pure and Applied Math.*13, 1-14.
- Wright P.G. (1974). Against the Teaching of Thermodynamics in School. *Education in Chemistry* 11, 9-10.
- Θεοχάρης, Δ. (2012). Η σχέση αλληλεπίδρασης μεταξύ των Μαθηματικών και της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Αθήνα. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://docplayer.gr/1699597-Diplomatiki-ergasia-i-shesi-allilepidrasis-metaxy-tis-fysikis-kai-ton-mathimatikon-stin-deyterovathmia-ekpaideysi-dionysios-theoharis-a-m.html>.
- Καστάνης, Ν. (2009). *Πραγματικότητα - Φυσικός Νόμος- Συνάρτηση*. Θεσσαλονίκη. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: [http://users.auth.gr/~nioka/Files/Pragmatikothta\\_Fusikos\\_Nomos\\_Sunarthsh.pdf](http://users.auth.gr/~nioka/Files/Pragmatikothta_Fusikos_Nomos_Sunarthsh.pdf)
- Ραβάνης, Κ. (2003). *Εισαγωγή στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών. Αθήνα
- Χρυσσαφίδης, Κ. (2009). *Η διαθεματική προσέγγιση της γνώσης*. Εκδόσεις Δίπτυχο. Αθήνα



Ο Ιωάννης Σφαέλός είναι φυσικός, Έχει μεταπτυχιακό δίπλωμα στη Θεωρητική Φυσική και διδακτορικό στην Αστροφυσική από το Πανεπιστήμιο της Πάτρας. Εργάζεται ως διευθυντής στο Πειραματικό Λύκειο του Πανεπιστημίου της Πάτρας.



Η Αγγελική Ευσταθίου είναι μαθηματικός, Έχει μεταπτυχιακό δίπλωμα στα Υπολογιστικά Μαθηματικά και είναι υποψήφια διδάκτωρ του Τμήματος Μαθηματικών του Πανεπιστημίου της Πάτρας. Από το 2010 εργάζεται στο Πειραματικό Λύκειο του Πανεπιστημίου της Πάτρας.