

# Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

**14<sup>ο</sup>** ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ  
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες  
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

12-14 Απριλίου 2025

**ΤΟΜΟΣ  
ΣΥΝΟΨΕΩΝ**

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ  
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΠΘ  
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΑΠΘ

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,  
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

[synedrio2025.enepht.gr](http://synedrio2025.enepht.gr)

## Η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας (ΑΔΕ) ως Πλαίσιο για την Κατανόηση της Ενέργειας

*Γεώργιος Πολυζώης, Αλέξανδρος Κατέρης, Παύλος Τζαμαλής, Αργύρης Πάσχος, Ευστράτιος Καπότης, Βασίλειος Νούσης, Αθανάσιος Βελέντζας*

doi: [10.12681/codiste.7722](https://doi.org/10.12681/codiste.7722)

## Η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας (ΑΔΕ) ως Πλαίσιο για την Κατανόηση της Ενέργειας

Γεώργιος Πολυζώης<sup>1</sup>, Αλέξανδρος Κατέρης<sup>2</sup>, Αθανάσιος Βελέντζας<sup>3</sup>,  
Πάυλος Τζαμαλής<sup>4</sup>, Αργύρης Πάσχος<sup>5</sup>, Βασίλειος Νούσης<sup>6</sup> και  
Ευστράτιος Καπότης<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Διευθυντής 2ου ΓΕΛ Χαϊδαρίου, Φυσικός,

<sup>2</sup>Σύμβουλος Εκπαίδευσης Φυσικών Επιστημών, ΔΔΕ Ανατολικής Αττικής,

<sup>5</sup>Διευθυντής 6ου ΓΕΛ Νέας Ιωνίας, Φυσικός, <sup>6</sup>Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Θεσπρωτίας,

<sup>7</sup>Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

<sup>3,4</sup>Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό

<sup>3</sup>Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών,

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, <sup>4</sup>Τμήμα Βιοτεχνολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

<sup>1</sup>geo@gdpol.com

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο της αναζήτησης μεθόδων, εργαλείων και πρακτικών για τη συγγραφή περιεχομένου σύμφωνα με τα νέα Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) στη Φυσική του Λυκείου. Ειδικότερα παρουσιάζονται οι επιστημονικές, διδακτικές και παιδαγωγικές επιλογές περιεχομένου για τη θεματική ενότητα τρία (3) με τίτλο: «Από τη δύναμη στην ενέργεια» της Α' Λυκείου. Η στόχευση των συγγραφέων έχει σημείο αφετηρίας την παραδοχή ότι η ενέργεια συγκαταλέγεται μεταξύ των ιδεών του «σκληρού πυρήνα» (core ideas) των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και κατεύθυνση την αξιοποίηση της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας (ΑΔΕ) ως ένα πλαίσιο (συγκείμενο) για την κατανόηση της ενέργειας. Έτσι, η κατανόηση της ΑΔΕ προβάλλει παγκοσμίως ως ένας διδακτικός στόχος ο οποίος πρέπει να κατακτηθεί.

**Λέξεις κλειδιά:** Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας, Ενέργεια, Προγράμματα Σπουδών

## The Conservation of Energy Principle as a Framework for Understanding Energy

George Polyzois<sup>1</sup>, Alexandros Kateris<sup>2</sup>, Athanasios Velentzas<sup>3</sup>,  
Pavlos Tzamalīs<sup>4</sup>, Argiris Paschos<sup>5</sup>, Vasilios Noussis<sup>6</sup> and Efstratios Kapotis<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Principal of the 2nd High School of Chaidari, Physicist,

<sup>2</sup>Education Advisor of Natural Sciences, Directorate of Secondary Education, East Attica

<sup>5</sup>Principal of the 2nd High School of Nea Ionia, Physicist, <sup>6</sup>Director of Thesprotia EKFE,

<sup>7</sup>Postdoctoral Researcher Department of Physics, University of Thessaly

<sup>3,4</sup>Laboratory Teaching Staff,

<sup>3</sup>School of Applied Mathematical and Physical Sciences, National Technical University of

Athens, <sup>4</sup>Department of Biotechnology, Agricultural University of Athens,

<sup>1</sup>geo@gdpol.com

## Abstract

This paper falls within the broader framework of exploring methods, tools, and practices for writing content aligned with the new High School Physics Curriculum. Specifically, it presents the scientific, didactic, and pedagogical content choices for the third thematic unit, entitled "From Force to Energy", of the first grade of high school. The authors' focus starts from the premise that energy is one of the "core ideas" of Natural Sciences and aims at utilizing the Principle of Conservation of Energy (PCE) as a framework (context) for understanding energy. Thus, understanding the PCE emerges globally as a teaching objective that must be achieved.

**Keywords:** Curriculum, Energy, Energy Conservation Principle

## Εισαγωγή

Το ΠΣ της Φυσικής του Λυκείου (ΦΕΚ Πρόγραμμα σπουδών Φυσικής) αναπτύσσεται σε έξι "θεματικά πεδία" της Φυσικής Επιστήμης: 1. Δυνάμεις – Κινήσεις 2. Ενέργεια και Ύλη 3. Θερμότητα – Θερμοκρασία - Θερμοδυναμική 4. Πεδία και Κύματα 5. Ηλεκτρομαγνητισμός 6. Σύγχρονη Φυσική - Τεχνολογία. Για την Α' Λυκείου η θεματική ενότητα τρία (3) με τίτλο: «Από τη δύναμη στην ενέργεια» εντάσσεται στα θεματικά πεδία 2 και 3. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η πραγμάτευση των επιστημονικών, διδακτικών και παιδαγωγικών επιλογών περιεχομένου για αυτή τη θεματική ενότητα (Chen et al., 2014).

## Θεωρητικό Υπόβαθρο

### Η ενέργεια και η διατήρησή της στην επιστήμη και την εκπαίδευση.

Η ενέργεια συγκαταλέγεται μεταξύ των ιδεών του «σκληρού πυρήνα» (core ideas) των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και είναι ίσως κατά τον Hewitt (2009) η πιο κεντρική έννοια σε όλες τις ΦΕ. Τέτοιες μεγάλες ιδέες (big ideas) των ΦΕ (όπως η ενέργεια, η εξέλιξη, η μάζα) θεωρούνται ενοποιητικές, θεμελιώδεις και περιεκτικές όσον αφορά στην οργάνωση των εν λόγω επιστημών (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993' National Research Council [NRC], 1996).

Η αρχή διατήρησης της ενέργειας (ΑΔΕ) είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί ως το πλαίσιο (συγκείμενο) για την κατανόηση της ενέργειας ως όρου που αξιοποιείται όχι μόνον από επιστήμονες και εκπαιδευτικούς, αλλά και από μηχανικούς, οικονομολόγους, γιατρούς, καθώς και στο δημόσιο λόγο γενικότερα (Kubsch et al., 2021).

Ιστορικά τέσσερις αρχές διατήρησης έχουν ολοκληρωθεί, συμπεριλαμβανομένης και της ΑΔΕ. Η αρχή διατήρησης της ορμής, τον 17ο αιώνα, η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου, στα μέσα του 18ου αιώνα, η αρχή διατήρησης της μάζας, στα τέλη του 18ου αιώνα, και η ΑΔΕ, στα μέσα του 19ου αιώνα (Cohen, 1974). Όμως αντίθετα με τις άλλες αρχές διατήρησης, η ΑΔΕ δεν συνδέεται με συγκεκριμένες επιστημονικές παρατηρήσεις ή με μια συγκεκριμένη και χρονικά εντοπισμένη ανακάλυψη (Lindsay, 1975). Ως προς την εννοιολόγηση του όρου «ενέργεια» χαρακτηριστικές παραμένουν οι απόψεις του Feynman (1998): «Υπολογίζουμε την τιμή διαφορών ειδών ενέργειας... αν αθροίσουμε αυτούς τους αριθμούς των διαφορετικών μορφών ενέργειας, δίνουν πάντα το ίδιο άθροισμα... έτσι υπάρχει ένας αριθμός που δεν αλλάζει με όποιον τρόπο και αν υπολογιστεί».

### Η συνήθης προσέγγιση

Στα σχολικά εγχειρίδια, η ενέργεια ορίζεται ως η ικανότητα παραγωγής έργου και το έργο ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης επί την μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της. Αυτός ο ορισμός εμφανίζεται στα σχολικά βιβλία του Λυκείου που πραγματεύονται την ενέργεια στο κεφάλαιο της Μηχανικής. Παρότι ο Warren (1983) ισχυρίζεται ότι η ενέργεια δεν μπορεί να διδαχθεί αν δεν έχουν προηγουμένως κατακτηθεί οι έννοιες της δύναμης και του έργου, η ενέργεια εισάγεται ήδη στα αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ του Δημοτικού.

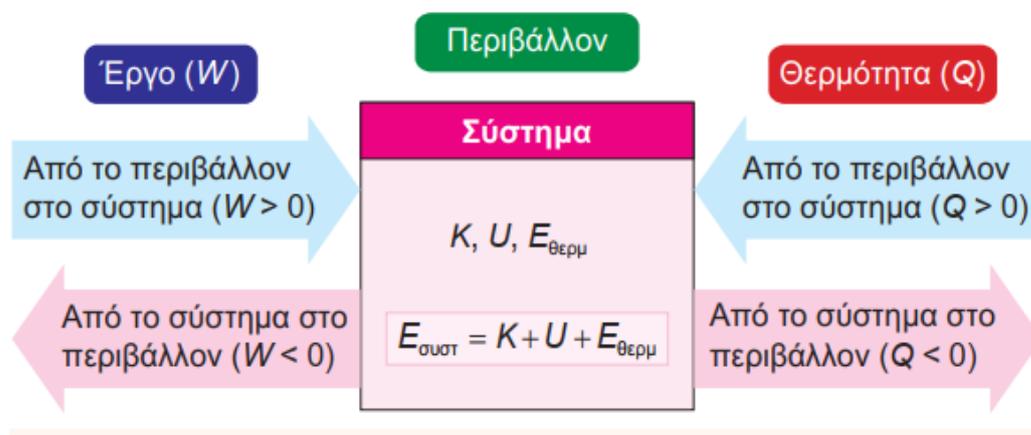
## Αντιλήψεις των μαθητών/τριων για την ενέργεια

Η διδασκαλία και η μάθηση της ενέργειας στο Λύκειο είναι δύσκολο εγχείρημα και πολλαπλές έρευνες αναδεικνύουν ότι δεν υπάρχει κάποια προτιμητέα προσέγγιση. Ο αφαιρετικός και χωρίς δυνατότητα απευθείας μέτρησης ή μέτρησης με έμμεσο, αλλά εύκολα προσπελάσιμο από τους μαθητές, τρόπο, χαρακτήρας της έννοιας της ενέργειας, περιπλέκει τη διδασκαλία της, καθώς, τελικά, απαιτούνται για τον υπολογισμό της άλλες μετρήσιμες ποσότητες, όπως η θέση, η ταχύτητα ή η θερμοκρασία (Tobin et al., 2011). Οι Lee & Liu (2009) αναφέρουν ότι η κατανόηση της έννοιας της ενέργειας εμπλέκει την κατανόηση των πηγών της (αποθήκες ενέργειας), τη δυνατότητα μεταφοράς και μετασχηματισμού της, τη διατήρησή της και τέλος την υποβάθμισή της.

## Παρουσίαση περιεχομένου

Η ολική ενέργεια ενός συστήματος αποτελείται από το άθροισμα όλων των ενεργειών του συστήματος (κινητική  $K$ , δυναμική  $U$ , χημική, θερμική, ...). Οι διαδικασίες που μπορούν να συμβαίνουν με την ενέργεια σε ένα σύστημα είναι δύο, οι εξής: α) Μεταφορά ενέργειας μεταξύ του συστήματος και του περιβάλλοντος. Θα μελετήσουμε μόνο τη μεταφορά ενέργειας μέσω των μηχανισμών του έργου  $W$  και της θερμότητας  $Q$  (Pantidos, & Givry, 2021). β) Μεταφορά ενέργειας εντός του συστήματος από μια μορφή σε μια άλλη. Θα μελετήσουμε μόνο τη μεταφορά μεταξύ των μορφών κινητικής, δυναμικής και θερμικής ενέργειας. Προκειμένου να λάβουμε υπόψη και αυτές τις μεταφορές της ενέργειας, θα χρησιμοποιούμε τον πίνακα 1 που απεικονίζει το τελικό ενεργειακό μοντέλο το οποίο θα λειτουργεί ως πρότυπο για το τι συμβαίνει σε ένα σύστημα.

**Πίνακας 1.** Το τελικό βασικό ενεργειακό μοντέλο για ένα σύστημα. Απεικονίζει τις μεταφορές ενέργειας.



Το παραπάνω ενεργειακό μοντέλο δίνει τη δυνατότητα να αναδειχθεί ο ρόλος των συντηρητικών δυνάμεων που οδηγεί στην Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας (ΑΔΜΕ) αλλά και ο ρόλος των δυνάμεων διασκορπισμού (όπως η τριβή). Η παρουσία δισκορπιστικών δυνάμεων καταλύει την ΑΔΜΕ, αλλά ταυτόχρονα, οδηγεί: (α) στην γενικότερη έκφραση της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας (ΑΔΕ) και (β) στην υποβάθμιση της ενέργειας, δηλαδή τη μετατροπή της ενέργειας σε μη αξιοποιήσιμες μορφές.

Το περιεχόμενο της θεματικής ενότητας υποστηρίζεται από πειράματα και επεξεργασία μετρήσεων που λαμβάνονται με το λογισμικό Tracker.

Τέλος, εισάγονται τα ενεργειακά διαγράμματα για την ενίσχυση της γραφικής αναπαράστασης της μεταφοράς ενέργειας από τη μία μορφή στην άλλη.

## Συζήτηση

Το περιεχόμενο της θεματικής ενότητας, όπως αναπτύχθηκε στην παραπάνω ενότητα, παρουσιάζει τις παρακάτω διαφορές σε σχέση με τη συνήθη προσέγγιση των σχολικών εγχειριδίων: (α) Εισάγει το έργο ανεξάρτητα από την ενέργεια, και μάλιστα προτάσσει την ενέργεια και στη συνέχεια πραγματεύεται το έργο. (β) Ελαχιστοποιεί τη χρήση του όρου 'μετατροπή ενέργειας' εστιάζοντας κυρίως στη μεταφορά ενέργειας μεταξύ των πηγών της. (γ) Υποβιβάζει το θεώρημα έργου-κινητικής ενέργειας ή θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας, θεωρώντας το μια απλή δυναμική σχέση, ή οποία μάλιστα εφαρμόζεται πολύ δύσκολα στις περιπτώσεις που υπάρχουν τριβές ή αντιστάσεις (δ) Αναδεικνύει την ΑΔΕ ως το πλαίσιο για την κατανόηση της ενέργειας, και μάλιστα ολοκληρώνει το πεδίο εφαρμογής της φθάνοντας στη γενικότερη μορφή της, τον 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> θερμοδυναμικό νόμο και τις τεχνολογικές εφαρμογές τους, μέσα από τη μελέτη της κίνησης μακροσκοπικών σωμάτων, χωρίς να απαιτηθεί η αναφορά σε αέρια, κάτι που είναι η συνήθης πρακτική των σχολικών εγχειριδίων όσον αφορά την παρουσίαση του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> θερμοδυναμικού νόμου. Με τον τρόπο αυτό αναμένουμε οι μαθητές/τριες να έχουν μία πλήρη εικόνα της ενέργειας και των τεχνολογικών εφαρμογών της ήδη από το μάθημα της Φυσικής της Α' Λυκείου.

## Βιβλιογραφία

ΦΕΚ Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής, Ανακτήθηκε στις 23-12-2022 από:

<https://dide.lef.sch.gr/2021/12/02/fek-nea-programmata-spoudon-gymnasia-lykeia/>

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Chen, R. F., Eisenkraft, A., Fortus, D., Krajcik, J., Neumann, K., Nordine, J., & Scheff, A. (Επιμ.). (2014). *Teaching and learning of energy in K-12 education*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05017-1>

Cohen, I. B. (1974). Foreword. Στο Y. Elkana (Επιμ.), *The discovery of the conservation of energy*, σ. xi.-xiv. Cambridge, MA: Harvard University Press. ISBN: 978-0091152406

Feynman, P. R. (1998). *Six easy pieces*. California: Institute of Technology.

Hewitt P.G. (2009). *Conceptual physics*. 10<sup>η</sup> εκδ. Pearson, San Francisco.

Kubsch, M., Opitz, S., Nordine, J., Neumann, K., Fortus, D., & Krajcik, J. (2021). Exploring a pathway towards energy conservation through emphasizing the connections between energy, systems, and fields. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3, 1-18.

Lee, H. S., Liu, O. L. (2009). Assessing Learning Progression of Energy Concepts Across Middle School Grades: The Knowledge Integration Perspective. *Science Education*, 94(4), 665-686.

<https://doi.org/10.1002/sce.20382>

Lindsay, R. B. (Επιμ.). (1975). *Energy: historical development of the concept*. New York: Dowden, Hutchinson, & Ross. ISBN: 978-0470538814

National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Pantidos, P., & Givry, D. (2021). A semiotic approach for the teaching of energy: linking mechanical work and heat with the world of objects and events. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 15(2), 5-30. <https://pasithee.library.upatras.gr/review/article/view/3563>

Tobin, R. G., Crissman, S., Doubler, S., Gallagher, H., Goldstein, G., Lacy, S., Rogers, C. B., Schwartz, J., Wagoner, P. (2011). Teaching Teachers About Energy: Lessons from an Inquiry-Based Workshop for K-8 Teachers. *Journal of Science Education and Technology* 21(5), 631-639.

<https://doi.org/10.1007/s10956-011-9352-x>

Warren, J. W. (1983). Energy and its carriers: A critical analysis. *Physics Education*, 18, 209-212.

<https://doi.org/10.1088/0031-9120/18/5/306>