



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Διδακτική της Φυσικής: Ερευνητικές Προσεγγίσεις στη Μάθηση και στη Διδασκαλία

Ενότητα 5: Η «εποικοδομητική» αντίληψη
για το αναλυτικό πρόγραμμα φυσικών επιστημών

Δημήτρης Κολιόπουλος

Σχολή Ανθρωπιστικών & Κοινωνικών Επιστημών

Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης
και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία

Σκοποί ενότητας

- ✓ Παρουσίαση θεωρητικών στοιχείων της εποικοδομητικής αντίληψης για τη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών
- ✓ Εξοικείωση των φοιτητών/-τριών με παραδείγματα εποικοδομητικής προσέγγισης της διδασκαλίας

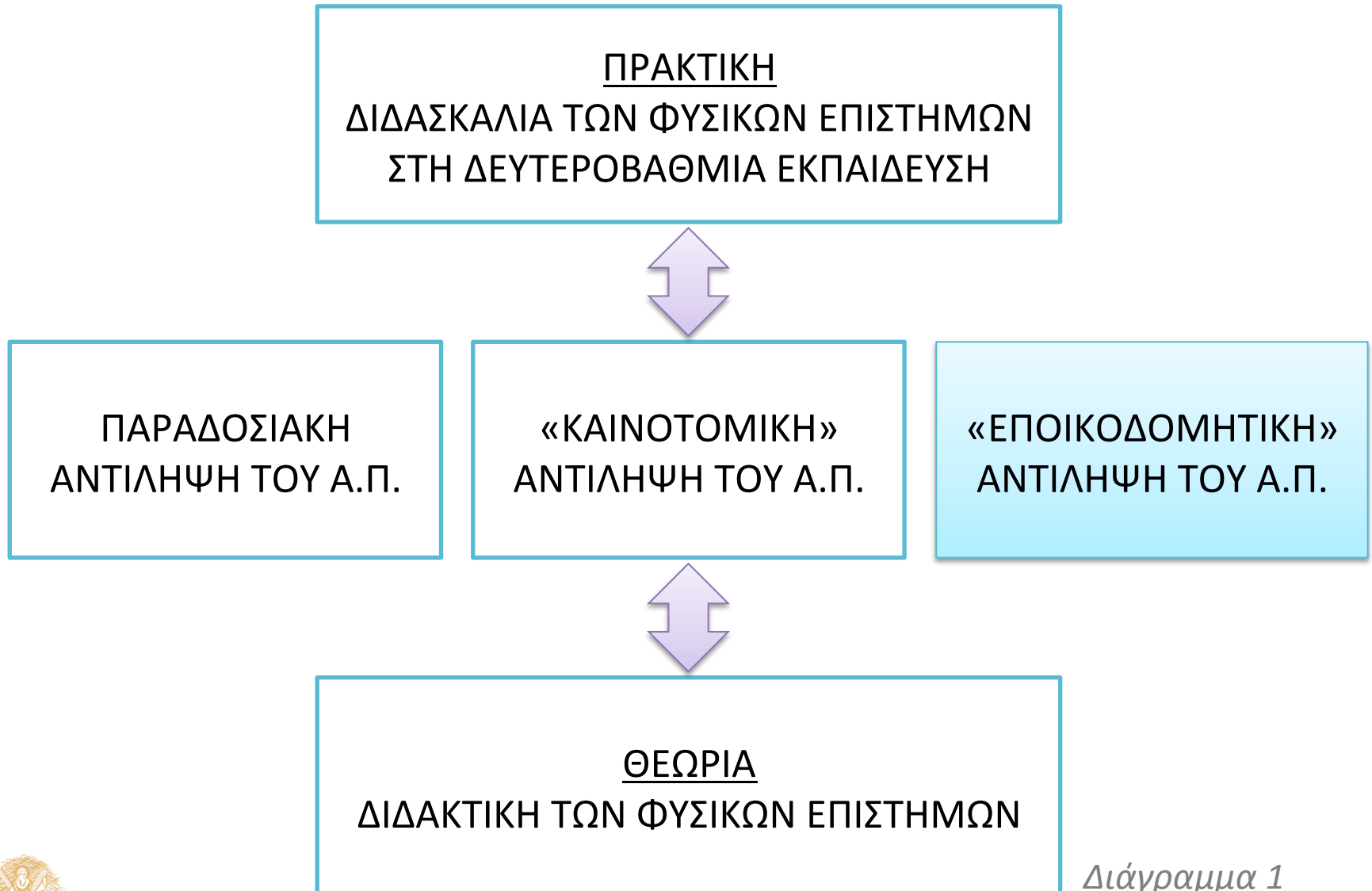


Περιεχόμενα ενότητας

- ✓ Η εποικοδομητική αντίληψη ως εργαλείο σχεδιασμού του αναλυτικού προγράμματος
- ✓ Γενικά χαρακτηριστικά των νοητικών παραστάσεων για τις φυσικές επιστήμες
- ✓ Διδακτικές στρατηγικές χρήσης των νοητικών παραστάσεων



Αντιλήψεις για το ΑΠ φυσικών επιστημών



Διάγραμμα 1

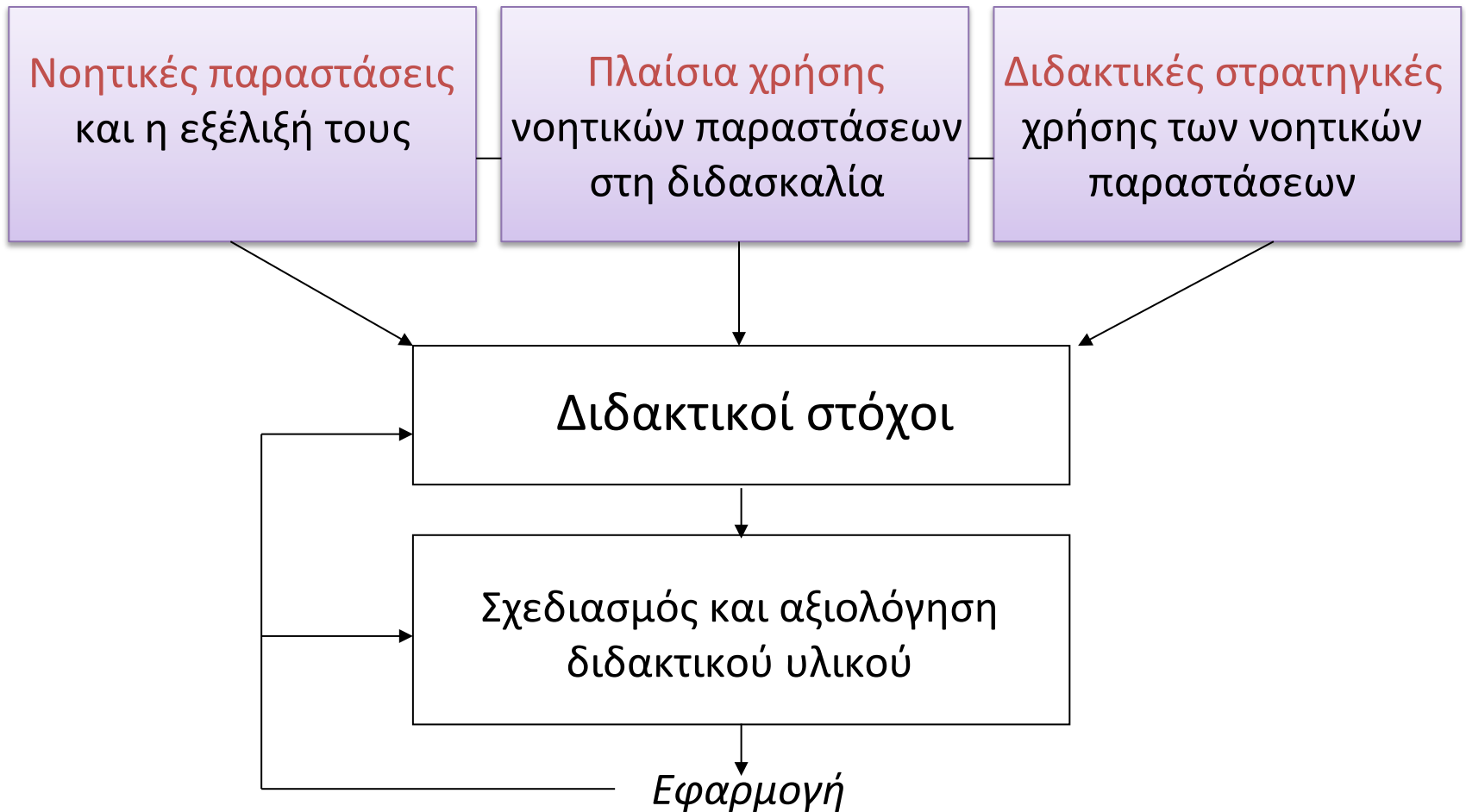


Τα είδη της εποικοδομητικής αντίληψης

- Η εποικοδομητική αντίληψη ως *διδασκτική μεθοδολογία*
- Η εποικοδομητική αντίληψη ως *εργαλείο σχεδιασμού Αναλυτικού Προγράμματος [1]*



Η εποικοδομητική αντίληψη ως εργαλείο σχεδιασμού ΑΠ



Γενικά χαρακτηριστικά νοητικών παραστάσεων

- **Βιωματικές** - βασίζονται στην αισθητηριακή αντίληψη
- Εμφανίζονται ως **συνεκτικές ιδέες**
- Εμφανίζουν **ποιοτικές διαφορές** από τα αντίστοιχα επιστημονικά εννοιολογικά πλαίσια
- Είναι **σταθερές** - δεν αλλάζουν εύκολα με τη παραδοσιακή διδασκαλία



Βιωματικές – βασίζονται στην αισθητηριακή αντίληψη

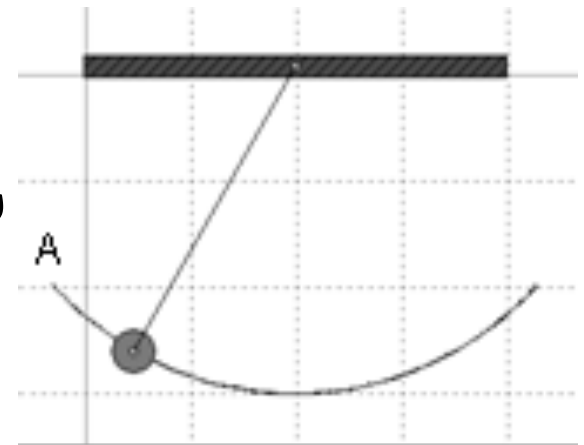
- Κυριαρχία των αισθητηριακών αντιλήψεων - προσωπικών εμπειριών
 - Η ισόχρονη κίνηση του εκκρεμούς
- Ο ρόλος της γλώσσας και του κοινωνικού περιβάλλοντος
 - Η έννοια της άνωσης



Ερωτηματολόγιο σε παιδιά Γ' Γυμνασίου [2]

Αφήνουμε το απλό εκκρεμές του σχήματος να αιωρηθεί ελεύθερο από τη θέση Α. Σιγά-σιγά, η αιώρηση του εκκρεμούς αυτού γίνεται όλο και μικρότερη. Η χρονική διάρκεια που χρειάζεται για να γίνει μια απλή αιώρηση:

- A. Αυξάνεται κατά την εξέλιξη του φαινομένου
- B. Μειώνεται κατά την εξέλιξη του φαινομένου
- Γ. Δεν αλλάζει κατά την εξέλιξη του φαινομένου
- Δ. Δεν γνωρίζω

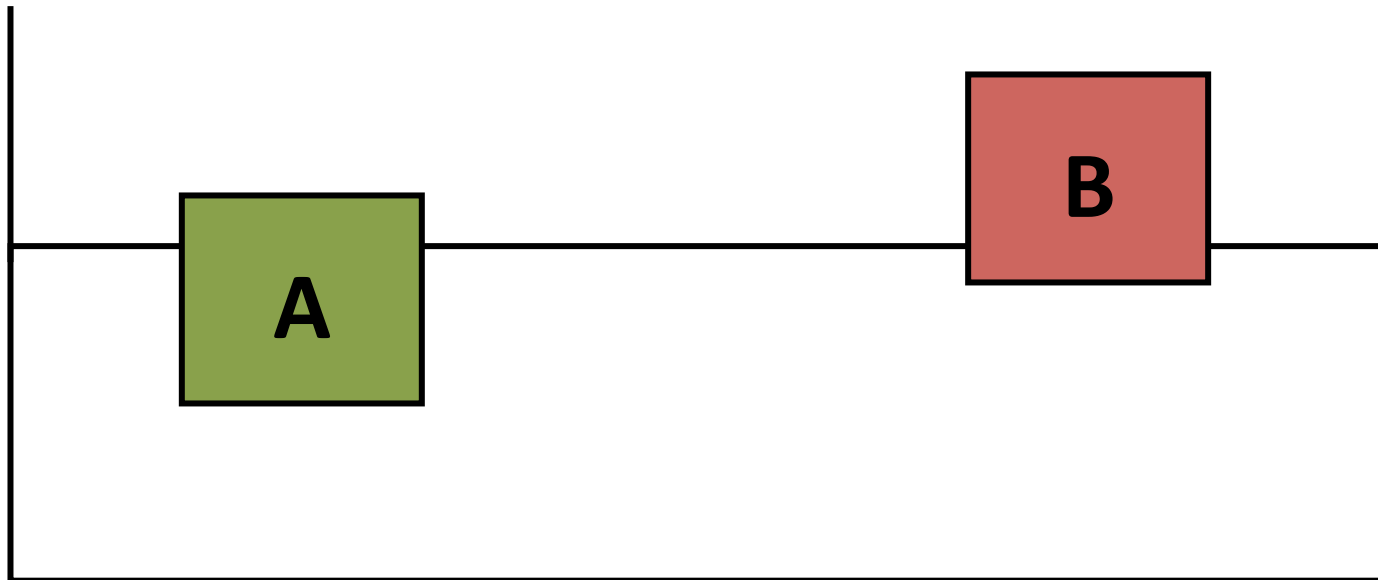


Η μη αναγνώριση της ισόχρονης κίνησης του εκκρεμούς

Περίοδος	Ποσοστά πριν τη διδασκαλία	Ποσοστά μετά τη διδασκαλία
Μεγαλώνει	10.6	6.4
Μικραίνει	68.1	46.8
Δεν αλλάζει	12.8	38.3
Δεν ξέρω	2.1	-
Δεν απαντώ	6.4	8.5



Η αισθητηριακή αντίληψη για την έννοια της άνωσης (1)



- 1) Ποιο από τα δύο σώματα είναι βαρύτερο;
- 2) Σε ποιο ασκείται μεγαλύτερη άνωση;



Η αισθητηριακή αντίληψη για την έννοια της άνωσης (2)

$B_A > B_B$ $A_A < A_B$	<ul style="list-style-type: none"> - Το σώμα που βυθίζεται περισσότερο είναι πιο βαρύ ($B_A > B_B$) - Στο σώμα που βυθίζεται λιγότερο η άνωση είναι μεγαλύτερη (“πηγαίνει το σώμα προς τα πάνω”) ($A_A < A_B$)
$B_A > B_B$ $A_A > A_B$	<ul style="list-style-type: none"> - Το σώμα που βυθίζεται περισσότερο είναι πιο βαρύ ($B_A > B_B$) - Το σώμα αυτό χρειάζεται μεγαλύτερη υποστήριξη από το υγρό για να επιπλεύσει και γι αυτό η άνωση σ’ αυτό είναι μεγαλύτερη ($A_A > A_B$)
$B_A > B_B$ $A_A > A_B$	<ul style="list-style-type: none"> - Το σώμα που βυθίζεται περισσότερο είναι πιο βαρύ ($B_A > B_B$) - Επειδή τα σώματα ισορροπούν ισχύει $A=B$, άρα $A_A > A_B$
$B_A > B_B$ $A_A > A_B$	<ul style="list-style-type: none"> - Ισχύει $A_A > A_B$ επειδή ισχύει η Αρχή του Αρχιμήδη ($A=B$ εκτοπισμένου υγρού) - Το σώμα που βυθίζεται περισσότερο είναι πιο βαρύ ($B_A > B_B$)
$B_A > B_B$ $A_A > A_B$	<ul style="list-style-type: none"> - Ισχύει $A_A > A_B$ επειδή ισχύει η Αρχή του Αρχιμήδη ($A=B$ εκτοπισμένου υγρού) - Επειδή τα σώματα ισορροπούν ισχύει $A=B$, άρα $B_A > B_B$

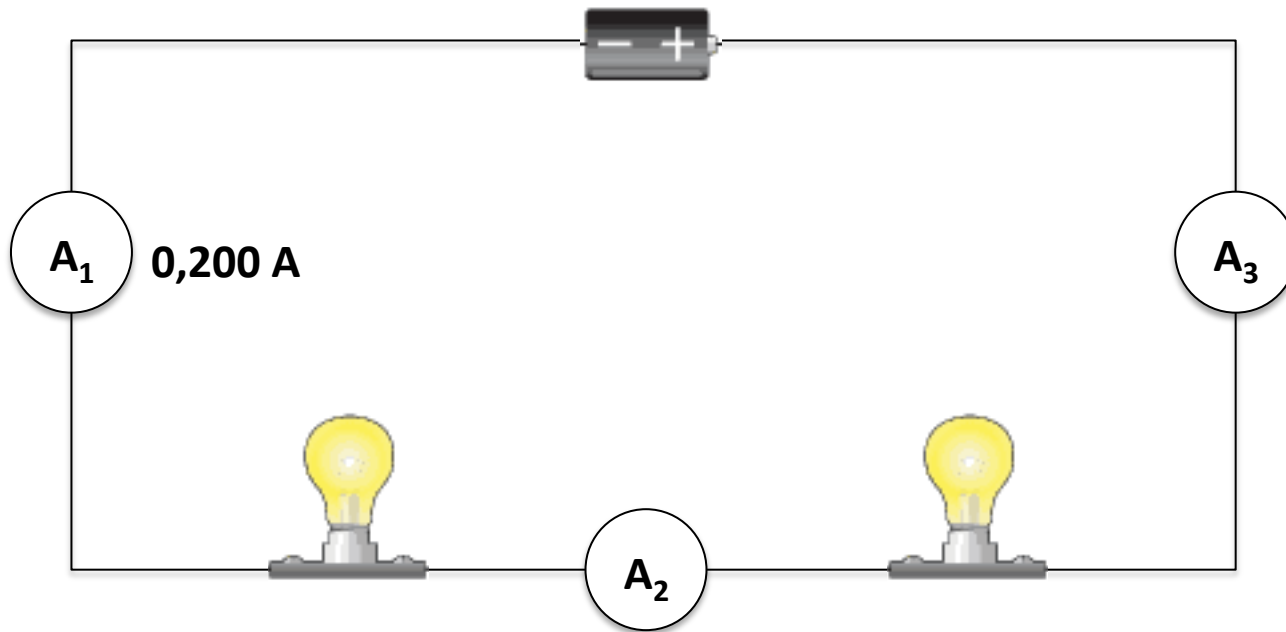


Εμφανίζονται ως **συνεκτικές ιδέες**

- Λογικοφανείς εξηγήσεις
 - Η ενεργειακή αντίληψη για το ηλεκτρικό ρεύμα
 - Η ισόχρονη κίνηση του εκκρεμούς
- Ο γραμμικός αιτιακός συλλογισμός
 - Η έννοια της ενέργειας



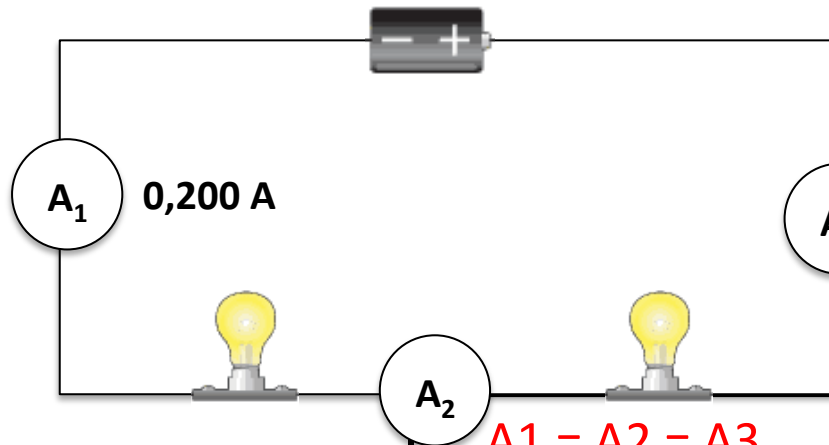
Η “ενεργειακή” αντίληψη για το ηλεκτρικό ρεύμα (1)



Ποια θα είναι η ένδειξη των αμπερομέτρων A_2 και A_3 ;



Η “ενεργειακή” αντίληψη για το ηλεκτρικό ρεύμα (2) [3]

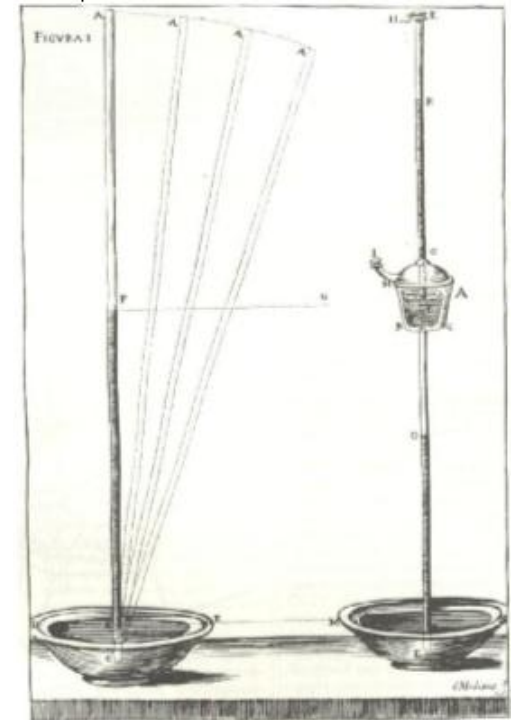


	Πρόβλεψη	Μετά τη δραστηριότητα
$A_1 = A_2 = A_3$	50%	Όλα τα A καταναλώνουν ίδια ενέργεια
$A_1 = A_2 > A_3$	20%	Το “καμμένο ρεύμα” αντικαταστάθηκε από τη μπαταρία
$A_1 > A_2 > A_3$	20%	



Η γραμμική αιτιότητα

- Η απλή αιτιακή εξήγηση (η μεταβολή ενός χαρακτηριστικού του εξωτερικού κόσμου προκαλεί τη μεταβολή ενός αντίστοιχου χαρακτηριστικού του συστήματος).
 - Η εξήγηση της ανύψωσης του υδραργύρου με τη δράση του αέρα (“Μπορούμε να συμπιέσουμε ή να αραιώσουμε αυτόν τον «εγκλωβισμένο» αέρα και να δείξουμε ότι είναι πράγματι ο αέρας που, μέσω της «ελαστικής» πίεσης, καθορίζει το ύψος του υδραργύρου μέσα στο σωλήνα”).
- Η αιτιακή **αλυσίδα** απλών αιτιακών εξηγήσεων
 - Η εξήγηση ενός φαινομένου μέσω μιας σειράς μεταβολών της ενέργειας.



Εικόνα 1



Ο γραμμικός αιτιακός συλλογισμός [4]



Το γκαζάκι θερμαίνει μια ποσότητα νερού.

Η μπαταρία δίνει ηλεκτρικό ρεύμα στον λαμπτήρα.



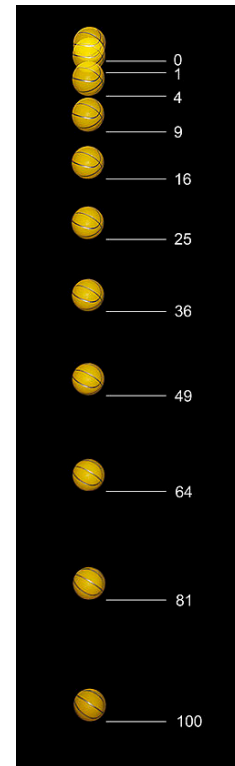
Το πρότυπο των ενεργειακών αλυσίδων είναι **συμβατό** με το **γραμμικό αιτιακό συλλογισμό**

- Ε: «Αν εγώ τώρα συνδέσω με αυτά τα καλώδια...τη μπαταρία με το λαμπάκι τι θα συμβεί;» Ν: «Θα ανάψει το φως» Ε: «Γιατί θα ανάψει το φως»; Ν: «Γιατί πήρε ρεύμα...» (**νήπιο**).
- «Η μπαταρία χρειάζεται στο να δίνει ενέργεια στο αμαξάκι, για να μπορεί να πηγαίνει με το κοντρόλ» (**μαθητής Δ' Δημοτικού**).
- «Όταν το αυτοκινητάκι έπεσε στο ελατήριο έδωσε μια ποσότητα έργου στο ελατήριο που έπαθε ελαστική παραμόρφωση. Το ελατήριο έδωσε αυτό το W που τού'χε δώσει το αυτοκίνητο πίσω. Οπότε η ποσότητα W δεν άλλαξε, απλώς μεταφέρθηκε από το ένα σώμα στο άλλο» (**μαθήτρια Β' Γυμνασίου**).



Εμφανίζουν ποιοτικές διαφορές από τα αντίστοιχα επιστημονικά εννοιολογικά πλαίσια

- Εστίαση σε αλλαγές παρά σε σταθερές καταστάσεις - απόδοση σημασίας στην «**ιστορία**» ενός γεγονότος
 - Ισοβαρής μεταβολή αερίου ($Q \rightarrow T \uparrow \rightarrow p \uparrow \rightarrow V \uparrow$)
- Αδυναμία κατανόησης μεθοδολογικών τεχνικών της επιστήμης

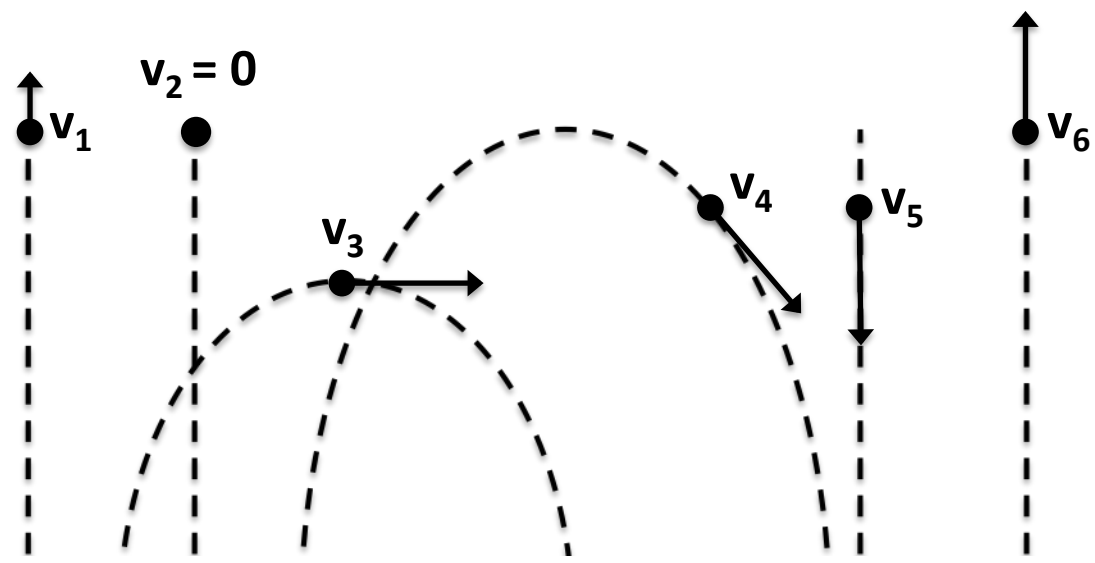


Εικόνα 2



Η “αριστοτελική” αντίληψη για την έννοια της δύναμης [5]

Για να εξηγηθεί η κίνηση χρειάζεται μια δύναμη ίδιας κατεύθυνσης/
Για να εξηγηθεί η “στάση” δε χρειάζεται δύναμη



Οι δυνάμεις που ασκούνται σε αυτές τις σφαίρες τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή είναι

... ίδιες σε όλες τις περιπτώσεις	... διαφορετικές για κάθε μια από αυτές τις περιπτώσεις	... ίδιες για κάποιες από αυτές τις περιπτώσεις (ποιες;)	... διαφορετικές για άλλες (ποιες;)
-----------------------------------	---	--	-------------------------------------



Ο “αριστοτελικός” συλλογισμός στη Μηχανική

- Βασίζεται στην εμπειρία, τελεολογικός (αιτιακός) συλλογισμός
- Αν δεν υπάρχει κίνηση, δεν υπάρχει δύναμη (ή η ύπαρξη κίνησης απαιτεί την ύπαρξη δύναμης)
- Η παρουσία μιας δύναμης, η οποία πολλές φορές αποδίδεται στο ίδιο του κινούμενο σώμα (δύναμη/φόρα), κατά τη διεύθυνση της κίνησης



Είναι **σταθερές** –
δεν αλλάζουν εύκολα
με την παραδοσιακή διδασκαλία



Πλαίσια χρήσης των νοητικών παραστάσεων στη διδασκαλία ΦΕ [6]

- Πλαίσιο «ενίσχυσης» (οι ν.π ως εναλλακτικό και ίσης αξίας σύστημα ιδεών)
- Πλαίσιο «αντικατάστασης» (οι ν.π. ως λανθασμένες ιδέες)
- Πλαίσιο «βελτίωσης» (συνέχεια ανάμεσα στις ν.π. και στην επιστημονική γνώση)
- Πλαίσιο «μετασχηματισμού-συμπλήρωσης» (ρήξη και συνέχεια ανάμεσα στις ν.π. και στην επιστημονική γνώση)



Διδακτικές στρατηγικές χρήσης των νοητικών παραστάσεων στη διδασκαλία

- Η ανάπτυξη “μοντέλων αντικειμένων και γεγονότων”
- Η εισαγωγή και ανάπτυξη “αναλογικών μοντέλων”
- Η διαμόρφωση συνθηκών αποσταθεροποίησης και γνωστικής σύγκρουσης
- Η εισαγωγή και ανάπτυξη “μοντέλων – σπερμάτων”



Η ανάπτυξη “μοντέλων αντικειμένων/γεγονότων” [7]

- Η αναπαράσταση φυσικών ή τεχνολογικών αντικειμένων, πειραματικών διατάξεων, γεγονότων ή σχέσεων μεταξύ γεγονότων σε ένα συμβολικό επίπεδο χρησιμοποιώντας σχηματικές αναπαραστάσεις ή λεκτικά σχήματα που να οδηγούν σε κάποιες γενικεύσεις.
- Η στρατηγική αυτή επιτρέπει τη δημιουργία ενός εμπειρικού πεδίου αναφοράς και εμπειρικών ή υποθετικών γενικεύσεων.
- Ο ρόλος της εμπειρίας και του πειράματος είναι σημαντικός.



Διδασκαλία προ-ενεργειακών εννοιών στην Α' Δημοτικού [8]

Αναπαράσταση μιας διάταξης από την άποψη της **λειτουργίας** των αντικειμένων ή της **δράσης** ενός αντικειμένου σε ένα άλλο.



Εικόνα 3

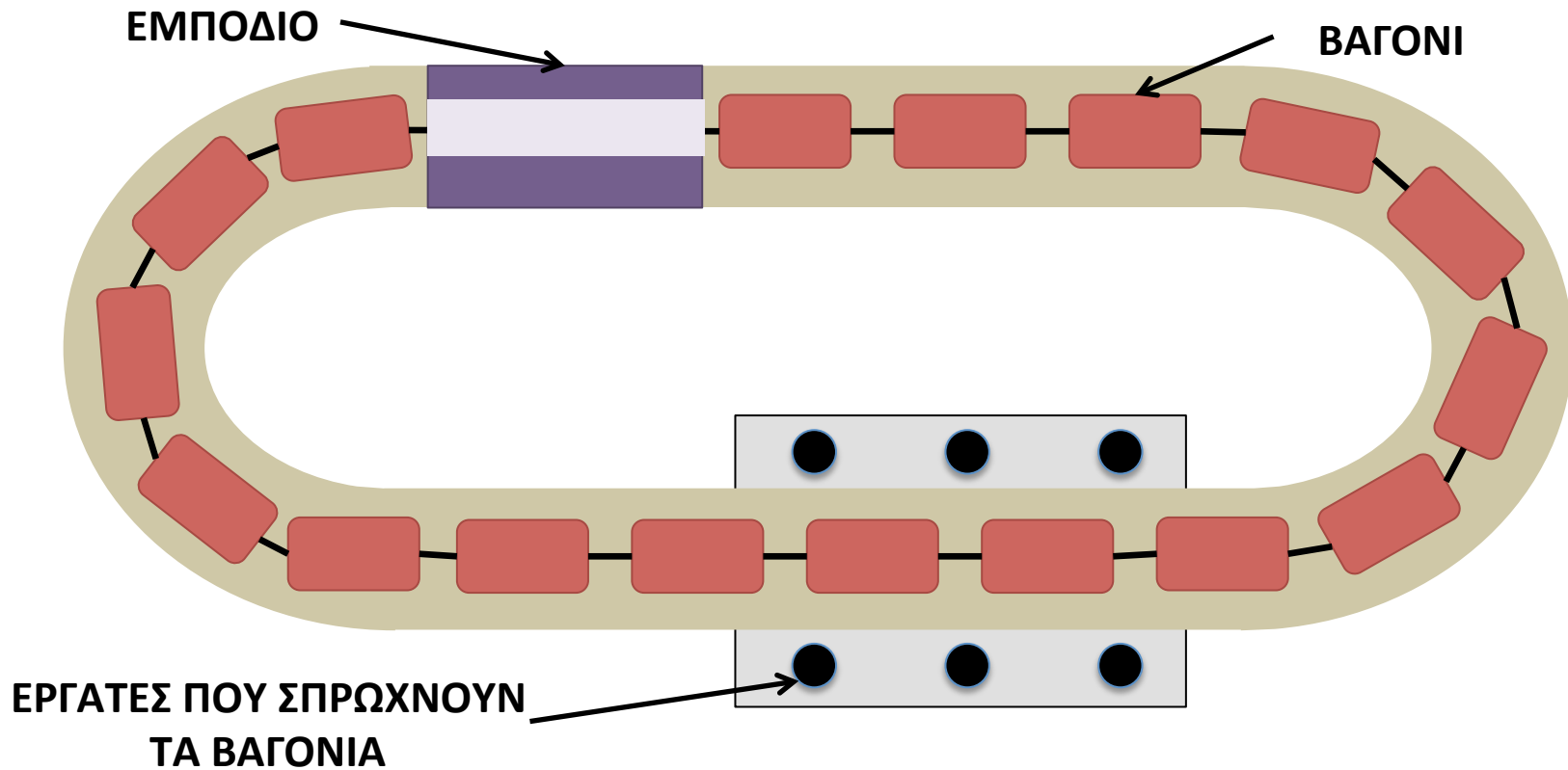


Η εισαγωγή και ανάπτυξη “αναλογικών μοντέλων” [9]

- Οικοδόμηση **ιδιοτήτων** και **σχέσεων** ανάμεσα σε ένα γνωστό από αυτούς φυσικό και εννοιολογικό σύστημα σε ένα καινούργιο φυσικό και εννοιολογικό σύστημα.
- Δίδεται ιδιαίτερη σημασία στο βαθμό **συνθετότητας** και **ισομορφίας** του αναλογικού μοντέλου σε σχέση με το πρωτότυπο φυσικό και εννοιολογικό σύστημα.
- Ο ρόλος του πειράματος είναι περιθωριακός, ενώ αναβαθμίζεται ο ρόλος κατάλληλων λογισμικών.



Μια μηχανική αναλογία για το ηλεκτρικό κύκλωμα (1)



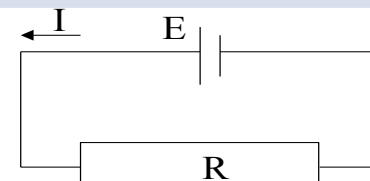
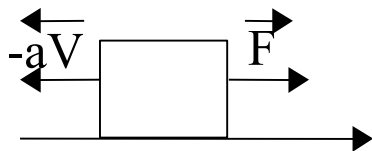
Εικόνα 4



Μια μηχανική αναλογία για το ηλεκτρικό κύκλωμα (2) [10]

μεταφορική αναλογία

ΤΡΕΝΟ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ
βαγόνια	ηλεκτρισμός
κίνηση βαγονιών	ηλεκτρικό ρεύμα
ροή βαγονιών	ένταση ηλεκτρικού ρεύματος
εμπόδια	αντίσταση
κλειστή σιδηροδρομική γραμμή	ηλεκτρικό κύκλωμα
εργάτες που σπρώχνουν	προσφορά ενέργειας
μυϊκή κόπωση	τελείωμα μπαταρίας



Πίνακας 1



Η διδασκαλία της έννοιας του βάρους στην Ε' Δημοτικού [11]

μέσω αναλογίας βαρυτικής και μαγνητικής δύναμης

	Βαρυτική δύναμη	Μαγνητική δύναμη
Αντικείμενα	Μάζες	Μαγνήτες – Μαγνήτες/σιδερένια αντικείμενα
Ιδιότητες	Δύναμη από απόσταση	Δύναμη από απόσταση
Σχέσεις	Το μέτρο της δύναμης είναι ανάλογο των μαζών	Το μέτρο της δύναμης είναι ανάλογο της ισχύος των μαγνητών



Η διαμόρφωση συνθηκών αποσταθεροποίησης και γνωστικής σύγκρουσης [12,13]

- Δημιουργία αντιπαραθέσεων (στο **αντιληπτικό πεδίο**) μεταξύ προβλέψεων ή εκτιμήσεων των παιδιών και διαπιστώσεων τους οι οποίες πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια της εξέλιξης της πειραματικής διαδικασίας (μια πειραματική δραστηριότητα).
- Δημιουργία αντιπαραθέσεων (στο **κοινωνικο-γνωστικό πεδίο**) μεταξύ νοητικών παραστάσεων στα πλαίσια μιας παρεμβατικής διαδικασίας (συστηματική διδακτική παρέμβαση).



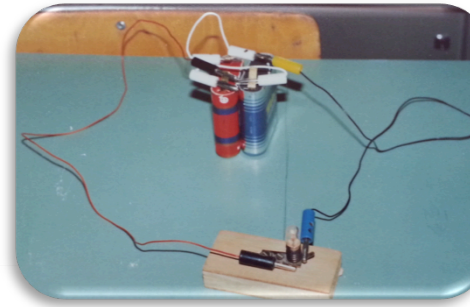
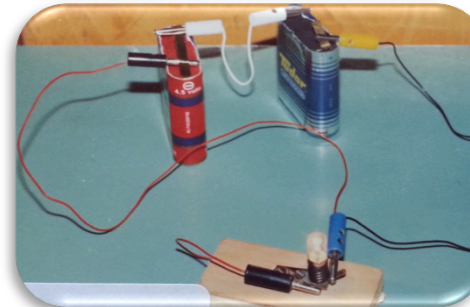
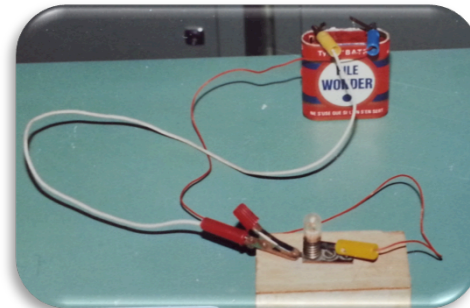
Η διαφοροποίηση των εννοιών “ενέργεια” και “ισχύς”

Ποσοτικό Επίπεδο



Εικόνα 5

Ημι-ποιοτικό Επίπεδο



Εικόνα 6



Η εισαγωγή και ανάπτυξη “μοντέλων σπερμάτων” [14]

- Εισαγωγή εννοιολογικών μοντέλων, απλών στο περιεχόμενο και στη δομή, λογικοφανών ή **συμβατών** με κάποιες νοητικές παραστάσεις των μαθητών, τα οποία έχουν **προσωρινό** χαρακτήρα με την προοπτική να εξελιχθούν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας σε εξηγητικά μοντέλα περισσότερο συμβατά με την επιστημονική γνώση.
- Αφορά αντικείμενα με **πτωχή** ή **ανύπαρκτη εμπειρική βάση**.



Η εισαγωγή και ανάπτυξη του μοντέλου ενεργειακής αλυσίδας στη διδασκαλία της θερμοδυναμικής [15]

ΙΣΟΘΕΡΜΗ ΙΣΟΧΩΡΗ **ΙΣΟΒΑΡΗΣ** ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ

ΕΚΤΟΝΩΣΗ
ΣΥΜΠΙΕΣΗ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ
ΨΥΞΗ

θερμικό περιβάλλον θερμικό περιβάλλον θερμικό περιβάλλον θερμικό περιβάλλον

μηχανικό περιβάλλον μηχανικό περιβάλλον μηχανικό περιβάλλον μηχανικό περιβάλλον

αέριο αέριο

Εικόνα 7



Τέλος Ενότητας



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Πανεπιστημίου Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.00**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Δημήτρης Κολιόπουλος, «Διδακτική της Φυσικής: Ερευνητικές Προσεγγίσεις στη Μάθηση και τη Διδασκαλία» Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/PN1445/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/3)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

Εικόνα 1: Το πείραμα του Toricelli

http://www.dapontes.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=186&Itemid=46

Εικόνα 2: Ελεύθερη πτώση μπάλας

http://www.cdn.sciencebuddies.org/Files/5129/6/Falling_ball_img.jpg

Εικόνα 3: Διδακτική παρέμβαση για τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας

Φωτογραφία Ευαγγελίας Παναγιώτου

Εικόνα 4: Το αναλογικό μοντέλο της κίνησης του τρένου

Τροποποίηση από Κολιόπουλος Δ., (2004). Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών, σ. 140. Αθήνα: Μεταίχμιο



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/3)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

Εικόνα 5: Μετρητής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Drehstromzaehler_01_KMJ.jpg

Εικόνα 6: Άναμμα λαμπτήρα με τη βοήθεια μπαταριών

Φωτογραφία Δημήτρη Κολιόπουλου

Εικόνα 7: Φαινόμενο και ενεργειακή αλυσίδα για ισοβαρή συμπίεση

Στιγμιότυπο από την προσομοίωση «Θερμοδυναμικές Μεταβολές Ιδανικών Αερίων» της Καλλιόπης Μέλη (2015).



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/3)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες/Διαγράμματα

Πίνακας 1: Μεταφορική αναλογία για το αναλογικό μοντέλο κίνησης του τραίνου

Τροποποίηση από Κολιόπουλος Δ., (2004). Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών, σ. 141. Αθήνα: Μεταίχμιο

Διάγραμμα 1: Τα διαφορετικά επίπεδα του διδακτικού μετασχηματισμού

Τροποποίηση από Κολιόπουλος Δ., (2004). Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών, σ. 45. Αθήνα: Μεταίχμιο



Βιβλιογραφικές αναφορές (1/5)

- **[1]** Κολιόπουλος, Δ. (2004). Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- **[2]** Δόσης, Σ. (2014). Σχεδίαση και αξιολόγηση ακολουθίας διδακτικών ενοτήτων στα πλαίσια της καινοτομικής και εποικοδομητικής αντίληψης για το αναλυτικό πρόγραμμα φυσικών επιστημών: η περίπτωση της διδασκαλίας του εκκρεμούς στο γυμνάσιο. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή. Πάτρα.
- **[3]** Psillos, D., Koumaras, P., & Valassiades, O. (1987). Pupils' Representations of Electric Current before, during and after instruction on DC Circuits. *Research in Science and Technological Education*, 5, 2, 185-199.



Βιβλιογραφικές αναφορές (2/5)

- **[4]** Anderson, B. (1986). The experiential gestalt of causation: A common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8, 2, 15-171.
- **[5]** Viennot, L. (1979). *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Παρίσι: Hermann.
- **[6]** Κουζέλης, Γ., (2005). *Ενάντια στα φαινόμενα. Για μια επιστημολογική προσέγγιση της Διδακτικής των Κοινωνικών Επιστημών*. Αθήνα: Νήσος.
- **[7]** Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1997). *Η οικοδόμηση των εννοιών στη φυσική. Η διδασκαλία της Μηχανικής*. Αθήνα: Τυπωθήτω.



Βιβλιογραφικές αναφορές (3/5)

- **[8]** Κολιόπουλος & Αργυροπούλου, (2010). Η διδασκαλία της ενέργειας στην α' δημοτικού. Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Έρευνα και Πράξη, 34-35, 19-39.
- **[9]** Σταυρίδου, Ε. (1995). Μοντέλα φυσικών επιστημών και διαδικασίες μάθησης. Αθήνα: Εκδόσεις Σαββάλα.
- **[10]** Dupin, J.J., & Joshua, S. (1989). Analogies and “modeling analogies” in teaching: Some examples in basic electricity. Science Education, 20, 29-64.
- **[11]** Σκαμάγκα, Ραβάνης & Κολιόπουλος, (2008). Οι στοιχειώδεις μαγνητικές ιδιότητες ως αναλογικοί συλλογισμοί για τη συγκρότηση ενός πρόδρομου μοντέλου της έννοιας του βάρους στη σκέψη παιδιών 11 ετών. Θέματα επιστημών και τεχνολογίας στην εκπαίδευση, (1)3, 223-253.



Βιβλιογραφικές αναφορές (4/5)

- **[12]** Ραβάνης, Κ., (1999). Οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση. Διδακτική και γνωστική προσέγγιση. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- **[13]** Ραβάνης, Κ., (2003). Εισαγωγή στη Διδακτική των φυσικών επιστημών. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- **[14]** Tiberghien, A., & Megalakaki, O. (1995). Characterization of a modeling activity for a first qualitative approach to the concept of energy. *European Journal of Psychology of Education*, X, 4, 369-383.



Βιβλιογραφικές αναφορές (5/5)

- *[15]* Μέλη, Κ. (2015). Κατασκευάζοντας μια υπολογιστική προσομοίωση για τη διδασκαλία του πρώτου θερμοδυναμικού νόμου στις μεταβολές ιδανικών αερίων: επιστημολογικές και μαθησιακές διαστάσεις. Διπλωματική εργασία, ΤΕΕΑΠΗ Παν/μίου Πατρών.

