

ΚΦΕ 60

**ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΙΣΤΟΡΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

2014-2015

Δημήτριος Κολιόπουλος

6^η ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗ”



Αναστάσιος Νέζης

ΑΜ: 81717

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα	σελ. 2
Α,Β Τα είδη της γνωστικής σύγκρουσης και οι διαφορές τους.	σελ. 3
Απλές γνωστικές συγκρούσεις.	σελ. 3
Διεργασιακές συγκρούσεις.	σελ. 4
Κοινωνιογνωστικές συγκρούσεις.	σελ. 4
Συμπεράσματα.	σελ. 5
Βιβλιογραφία.	σελ. 5
Γ Σενάριο μαθήματος με τη χρήση της Γνωστικής Σύγκρουσης	σελ. 6
Φύλλο Εργασίας: Α΄ Λυκείου «Η σταθερή κίνηση απαιτεί σταθερή δύναμη»	σελ. 10



A. & B. ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΟΥΣ

Η έννοια της Γνωστικής Σύγκρουσης (ΓΣ) εισάγεται από τον Piaget ως η συνειδητοποίηση από το άτομο ότι υπάρχει μια διαφορετική απάντηση από τη δική του. Είναι μια ειδική διδακτική στρατηγική με σκοπό τη διάψευση προβλέψεων, υποθέσεων ή εκτιμήσεων κατά τη διδακτική διαδικασία. Έτσι, επιτυγχάνεται ο σκοπός της, που είναι μια γνωστική διαταραχή ή αποσταθεροποίηση. Οι αρχικές, λοιπόν, προβλέψεις / υποθέσεις / εκτιμήσεις γίνονται αντικείμενο προβληματισμού, περιορίζεται η ισχύς και η χρήση τους, εγκαταλείπονται ή αντικαθίστανται από νέες.

Η ΓΣ ξεκίνησε ως μια απλή ιδέα από τους εκπαιδευτικούς μέσα στην τάξη, αλλά συστηματοποιήθηκε από την ψυχολογία, ως αναζήτηση τεχνικών αντιμετώπισης προβλημάτων στη σκέψη των παιδιών.

Στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) η στρατηγική της ΓΣ βρίσκει πρόσφορο έδαφος, μιας και οι πειραματικές διαδικασίες προσφέρουν δύο σημαντικά εργαλεία:

- α) την αρχική διατύπωση υποθέσεων ή προβλέψεων για το επικείμενο πείραμα (το πείραμα είναι στημένο μπροστά στους μαθητές και αυτοί καλούνται να προβλέψουν την εξέλιξη ή τον μηχανισμό του πριν το δουν να πραγματοποιείται).
- β) την επιβεβαίωση ή την διάψευση μέσω του αποτελέσματος.

Με την προϋπόθεση ότι μια ΓΣ δεν προσφέρει απλά στους μαθητές «μια γνώση που δεν είχαν» αλλά δημιουργεί τις συνθήκες για μια διαφορετική καθοδήγηση της σκέψης προς εναλλακτικούς δρόμους, θα πρέπει ο σχεδιασμός της να πληρεί δύο κριτήρια:

- Εκ των προτέρων προσδιορισμός των βασικών χαρακτηριστικών του μοντέλου της σχολικής γνώσης και
- Γνώση των βιωματικών νοητικών παραστάσεων (ΒΝΠ) των μαθητών (προϋπάρχουσες ιδέες).

Γνωρίζοντας πόσο απέχουν αυτές οι ΒΝΠ από τη σχολική γνώση που θέλουμε να μεταδώσουμε, κανονίζουμε τον τρόπο (πειραματική διάταξη και διαδικασία, ερωτήσεις, εργασίες) και τους στόχους της ΓΣ.

Η συστηματική έρευνα πάνω στο ζήτημα της Γνωστικής Σύγκρουσης έχει δώσει τρία βασικά είδη της:

- 1^ο: Απλές Γνωστικές Συγκρούσεις,
- 2^ο: Διεργασιακές Συγκρούσεις και
- 3^ο: Κοινωνιογνωστικές Συγκρούσεις.

Αλλά ας τα δούμε αναλυτικά, προσπαθώντας να εντοπίσουμε και τις διαφορές μεταξύ τους:

1^ο: Απλές Γνωστικές Συγκρούσεις

Πρόκειται για τις πιο στοιχειώδεις μορφές ΓΣ και έχουν να κάνουν, σχεδόν αποκλειστικά, με τις διευθετήσεις εκπαιδευτικού υλικού και πειραματικών διατάξεων καθώς και με την κατάλληλη οργάνωση της πειραματικής διαδικασίας. Λειτουργούν στο αντιληπτικό (και όχι στο νοητικό, όπως τα άλλα δύο είδη) πεδίο, με τη δημιουργία αντιπαραθέσεων μεταξύ προβλέψεων και διαπιστώσεων. Δηλαδή κατά την πειραματική διαδικασία το παιδί βλέπει το φαινόμενο να εξελίσσεται διαφορετικά απ' ό τι είχε προβλέψει / εκτιμήσει / υποθέσει. Έτσι, δημιουργείται γνωστική διαταραχή.

Σε αντίθεση με το 2^ο είδος, δεν απαιτεί ανώτερη νοητική διεργασία, αφού η σύγκρουση γίνεται φανερή απ' ευθείας μέσω των αισθήσεων (κυρίως της όρασης).

Σε αντίθεση με το 3^ο είδος, ο εκπαιδευτικός δεν μετέχει ενεργά στη σύγκρουση. Είναι υπεύθυνος μόνο για το σωστό στήσιμο της πειραματικής διάταξης, ώστε να προκληθεί η σύγκρουση. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, οι απλές γνωστικές συγκρούσεις έχουν τις εξής αδυναμίες:

- Δεν είναι πάντα ικανές ν' αλλάξουν τη σκέψη (αντίθεση με το 2^ο είδος)
- Πολλές φορές τα παιδιά δεν αναγνωρίζουν ότι πρόκειται για σύγκρουση (αντίθεση με το 3^ο είδος λόγω της απουσίας παρεμβάσεων του εκπαιδευτικού)
- Δεν συνδυάζουν τις δύο αντιτιθέμενες εκτιμήσεις
- Αγνοούν κάποιες παραμέτρους του θέματος
- Αποδέχονται τη σύγκρουση ως "παράδοξο"

Κατά τους Hewson & Hewson προϋποθέσεις ώστε τα παιδιά να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν μια ΓΣ, να μπορούν δηλαδή να "βλέπουν" ότι δύο συλλογισμοί βρίσκονται σε αντίθεση, είναι: i) να κατανοούν τους συλλογισμούς αυτούς και ii) οι αναγκαίες παράμετροι σύγκρισης να είναι συγκροτημένες στη σκέψη τους.

2^ο: Διεργασιακές Συγκρούσεις

Προτού ασχοληθούμε με αυτό το είδος ΓΣ, καλό θα είναι να δώσουμε έναν ορισμό:

⊗ Νοητικό Σχήμα (ΝΣ) κατά Piaget, είναι «η γενική δομή μιας πράξης που εκτελεί η νόηση. Δηλαδή αυτό που διατηρείται αμετάβλητο, όταν η πράξη επαναλαμβάνεται σε διαφορετικές περιστάσεις».

Τα ΝΣ σχετίζονται με το νοητικό επίπεδο κάθε ανθρώπου εννοώντας ότι ανώτερα ΝΣ έχουμε σε ανθρώπους α) μεγαλύτερης ηλικίας και β) υψηλότερης πνευματικής καλλιέργειας.

Οι Διεργασιακές Συγκρούσεις (ΔΣ), λοιπόν, είναι εκείνες οι διαδικασίες κατά τις οποίες αντιπαρατίθενται ΝΣ στη σκέψη ενός ανθρώπου. Τελικά, ο άνθρωπος αυτός καταλήγει στη διατύπωση συλλογισμών διαφορετικού επιπέδου.

Για να καταλάβουμε λίγο καλύτερα την πορεία δημιουργίας μιας ΔΣ, ας ακολουθήσουμε το παρακάτω σχήμα:

- Άτομο σε περίοδο νοητικής ισορροπίας: δηλαδή άτομο που χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο ΝΣ για τη διατύπωση συλλογισμών επίλυσης προβλημάτων.
- Εμφάνιση ανώτερου ΝΣ που επιφέρει συλλογισμό σε αντίθεση με τον δικό του.
- Διαταραχή ισορροπίας νοητικής δραστηριότητας.
- Εκδήλωση σύγκρουσης.
- Οικειοποίηση του πιο εξελιγμένου ΝΣ.
- Νέα ισορροπία σε ανώτερο * επίπεδο.

- Άντρας Διευθυντής Εταιρίας σε ήρεμη οικογενειακή κατάσταση
- Εμφάνιση της sexy γραμματέως
- Σκέψη για απιστία
- Απιστία...
- Μόνιμη σχέση με γραμματέα
- Άντρας Διευθυντής Εταιρίας με οικογένεια και * γκόμμενα σε ήρεμη ζωή!

Σε αντίθεση με το 1^ο είδος, οι ΔΣ αποκαλύπτουν πιο βαθιές πτυχές της νοητικής εξέλιξης. Γι' αυτό, δεν προσφέρονται για διδακτική αξιοποίηση μιας και «προσανατολίζονται σε στοιχειώδεις γνωστικές ικανότητες».

3^ο: Κοινωνιογνωστικές Συγκρούσεις

Και εδώ θα πρέπει να δώσουμε έναν ορισμό, πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση:

⊗ Επικέντρωση: πρόκειται για έναν ψυχολογικό όρο που περιγράφει μια γνωστική διαδικασία κατά την οποία οι εκτιμήσεις διατυπώνονται με βάση μόνο ορισμένα χαρακτηριστικά μιας κατάστασης. Με απλά λόγια, συχνά τα παιδιά προσπαθώντας να επιλύσουν ένα ζήτημα, επικεντρώνουν τους συλλογισμούς τους μόνο σε ορισμένα χαρακτηριστικά του ζητήματος, αγνοώντας το σύνολο του. Έτσι δίνουν μη ικανοποιητικές λύσεις μέσω των (μονομερών) συλλογισμών τους.

Οι Κοινωνιογνωστικές Συγκρούσεις (ΚΓΣ), λοιπόν, είναι η επίδραση του κοινωνικού περιβάλλοντος με τη μορφή της συστηματικής διδακτικής παρέμβασης, κυρίως από την πλευρά των εκπαιδευτικών. Η λέξη κλειδί είναι “αλληλεπίδραση” εκπαιδευτικού – παιδιών με στόχο την «μετατόπιση της επικέντρωσης».

Σε αντίθεση με το 1^ο είδος, όταν έχουμε περιπτώσεις επικέντρωσης, οι ΚΓΣ είναι η ενδεδειγμένη λύση: το ίδιο το περιεχόμενο των πειραμάτων, εγκλωβίζει τη σκέψη των μαθητών, αποτρέποντάς τους από το να καθορίσουν ποιοι είναι οι αντιτιθέμενοι συλλογισμοί. Έτσι, αν ο εκπαιδευτικός δεν επέμβει, η παιδική σκέψη οδηγείται σε τέλμα. Η συστηματική έρευνα και εδώ, έχει δείξει ότι οι ΚΓΣ αποτελούν πηγή γνωστικής προόδου: αντιπαράθεση επικεντρώσεων και στρατηγικών (μεταξύ καθηγητών – μαθητών) με συνεχή και στοχευμένη διαπροσωπική αλληλεπίδραση, οδηγεί σε γόνιμες συγκρούσεις.

Οι ΚΓΣ σε αντίθεση με τις “Απλές” και τις “Διεργασιακές” περιλαμβάνουν δύο διαφορετικές πτυχές:

[Α] είναι γνωστικές (δηλαδή συμβάλλουν στον μετασχηματισμό της σκέψης) και

[Β] είναι κοινωνικές (δηλαδή σε ένα πλαίσιο επικοινωνίας, αντιπαρατίθενται οι προϋπάρχουσες, με τις νέες, ιδέες)

Όταν ένα παιδί «εγκλωβίζεται» σε επικεντρώσεις, μια στοχευμένη διδακτική πρακτική μπορεί να του αλλάξει αυτές τις επικεντρώσεις σε άλλες, προκαλώντας έτσι το επιθυμητό: γνωστική διαταραχή και μετασχηματισμό στη δομή της σκέψης του.

Η στοχευμένη διδακτική πρακτική πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε: α) να λαμβάνει υπ’ όψιν τις ΒΝΠ (εναλλακτικές ή/και προϋπάρχουσες ιδέες) και β) να ανταποκρίνεται στα μοντέλα διδασκαλίας των ΦΕ.

Συμπεράσματα

Η επιτυχία μιας ΓΣ δεν είναι εκ τν προτέρων εξασφαλισμένη. Για να έχουμε αυξημένες πιθανότητες επιτυχίας θα πρέπει:

- Να διασφαλίσουμε τις προϋποθέσεις, βασικότερη εκ των οποίων είναι η γνώση των ΒΝΠ. Έτσι γνωρίζουμε τις πιθανές επικεντρώσεις των μαθητών και οργανώνουμε συγκρούσεις, με στόχο αυτές.
- Να διασφαλίσουμε τις “δικλίδες έλεγχου”:
 - ευρύτητα περιστάσεων εφαρμογής των οικοδομηθέντων – αποκτηθέντων γνώσεων.
 - συστηματική επικοινωνία κατά τη διδακτική διαδικασία (αλληλεπίδραση).

ΦΑΙΝΕΤΑΙ τελικά ότι οι ΚΓΣ αποτελούν το προτιμητέο είδος γνωστικών συγκρούσεων για την εκπαιδευτική διαδικασία «αφού κάθε οργανωμένη διδακτική δραστηριότητα βασίζεται στην αλληλεπίδραση».

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών», Bliss et al., ΕΑΠ, 2001
ΚΕΦ.9, “Η Γνωστική Σύγκρουση ως Διδακτικό Εργαλείο”, Κ. Ραβάνης
- «Η διδασκαλία της Φυσικής με το Modellus», Α. Πατρίκιος / Α. Ράπτη
([Από τη γνωστική σύγκρουση στην εννοιολογική αλλαγή](#))
- <http://users.sch.gr/kassetas/educ07cognConfl.htm>



Γ. ΣΕΝΑΡΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ

Ξεκινάμε το Φύλλο Εργασίας (Φ.Ε.) με τίτλο «*Η σταθερή κίνηση απαιτεί σταθερή δύναμη*» ώστε να μην προδώσουμε εξ αρχής τις προθέσεις μας. Σκοπός μας είναι να φέρουμε τους μαθητές σε γνωστική σύγκρουση. Έτσι, ο τίτλος του Φ.Ε. είναι τέτοιος που να παραπέμπει στην προϋπάρχουσα – εναλλακτική ιδέα τους, δηλαδή στην Αριστοτελική θεώρηση της κίνησης. Επίσης στο υπόβαθρο του «Φυσική Α΄ Λυκείου» και δίπλα σε αυτό, υπάρχουν δύο *κρυφά μηνύματα* για όποιον μαθητή “μπει στον πειρασμό” να τα ψάξει...

1^ο ΜΕΡΟΣ

Ξεκινάμε με μια σειρά από 4 δραστηριότητες (με την 3^η, να την έχουμε στήσει στον “πάγκο του καθηγητή” για να επιδείξουμε το φαινόμενο) ώστε να οδηγήσουμε τους μαθητές να εκφράσουν με λόγια την προϋπάρχουσα ιδέα τους. Αυτό το κάνουμε στο 5. όπου συμπληρώνοντας δύο κενά (“κίνηση”, “σταθερή”), οι μαθητές έχουν πια γράψει (με τα ίδια τους τα χέρια!) τον τίτλο του Φ.Ε.

Τώρα τους έχουμε εγκλωβίσει. Τους αναγκάσαμε (σαν καλοί δικηγόροι) να ομολογήσουν. Σε λίγο θα τους φέρουμε σε σύγκρουση με την ίδια τους την ομολογία...

2^ο ΜΕΡΟΣ

Στη συνέχεια, θα φέρουμε τα παιδιά σε σύγκρουση με τα λεγόμενά τους για πρώτη φορά. Θα αναφερθούμε στο νοητικό (ή πραγματικό, δεν γνωρίζουμε ιστορικά) πείραμα του Γαλιλαίου με τα κεκλιμένα επίπεδα. Μέσω του σεναρίου του πειράματος, θα ζητήσουμε από τους μαθητές να συμπληρώσουν κάποια κενά¹ και τελικά θα τους “αναγκάσουμε” να υποπέσουν στην πρώτη τους αντίφαση. Στα τελευταία κενά θα “ομολογήσουν” τα ακριβώς αντίθετα από αυτά που “ομολόγησαν” πριν λίγο.

Η επέμβασή μας σε αυτό το σημείο θα είναι απλά να τους συστήσουμε υπομονή, ώστε να συνεχιστεί το μάθημα με την επόμενη δραστηριότητα, αφήνοντας έτσι το *σπέρμα της αμφιβολίας* να λειτουργήσει μέσα τους για μερικά ακόμη λεπτά.

3^ο ΜΕΡΟΣ

Πραγματοποιούμε το πείραμα που φαίνεται στη φωτογραφία του Φ.Ε.:

- 1) Αρχικά έχουμε κολλήσει ένα γυαλόχαρτο στη σανίδα [Σ] και ένα γυαλόχαρτο στο σώμα [Σ1]. Γεμίζουμε σιγά – σιγά με νερό το δοχείο [Σ2] μέχρι να ξεκινήσει η ολίσθηση. Ζητάμε από τα παιδιά να μας πουν την αιτία εκκίνησης του συστήματος, περιμένοντας να μας πουν “το βάρος του [Σ2]”. Δεν αναφερόμαστε στην ανασταλτική συνεισφορά της τριβής ακόμα... Ζυγίζουμε το [Σ2], το μετατρέπουμε σε δύναμη ($B_2 = m_2 \cdot g = m(\text{σε kg}) \cdot 9,81$) και σημειώνουμε την τιμή στον πίνακα του Φ.Ε.
- 2) Αφαιρούμε το γυαλόχαρτο από τη σανίδα [Σ] (ή την γυρνάμε ανάποδα!) και επαναλαμβάνουμε το πείραμα. Τώρα η εκκίνηση επιτυγχάνεται με μικρότερο βάρος για το [Σ2]. Καταγράφουμε τη νέα τιμή του B_2 στον πίνακα του Φ.Ε. και τώρα συζητάμε με τους μαθητές το θέμα της τριβής. Καταλήγουμε ότι η αιτία της εκκίνησης είναι ο συνδυασμός B_2 και τριβής, και τώρα που η τριβή μειώθηκε, απαιτείται και λιγότερο B_2 .
- 3) Επαναλαμβάνουμε, αφού αφαιρέσουμε και το γυαλόχαρτο από το σώμα [Σ1] (ή το γυρίζουμε και αυτό ανάποδα).

¹ Προτεινόμενες απαντήσεις στα κενά:

1	μακρύτερα	5	τριβή	9	διατηρούνταν
2	αργεί	6	μειώνεται	10	ποτέ
3	μεγαλύτερο	7	διατηρηθεί	11	σταθερή
4	τριβής	8	μηδέν	12	σταθερής

4) Στη συνέχεια αντικαθιστούμε τη σανίδα [Σ] με ένα τζάμι (από κάποιο γραφείο, από το Γραφείο των Καθηγητών).

5) Τέλος, προσθέτουμε και λάδι ανάμεσα στο ξύλο [Σ1] και στο τζάμι.

Κάθε φορά το βάρος B_2 είναι όλο και μικρότερο, και πια έχει γίνει φανερό ότι η τριβή είναι αυτή που μας “χαλάει τη δουλειά” κάθε φορά. Και όσο την μειώνουμε, τόσο καλύτερα κάνουμε “τη δουλειά μας”.

Στο σημείο αυτό ζητάμε από τους μαθητές να οργανώσουν τα συμπεράσματά τους στα επόμενα κενά².

Σε αυτό το σημείο πρέπει να επέμβουμε και να τονίσουμε στους μαθητές ότι για τη σωστή συμπλήρωση του κενού (15) θα πρέπει να δώσουν προσοχή στην αρχή της φράσης (στη λέξη “εκκίνηση”), έτσι ώστε να μην κάνουν το λάθος και γράψουν στο κενό “μεγαλύτερο” αντί για το σωστό “ίσο”.

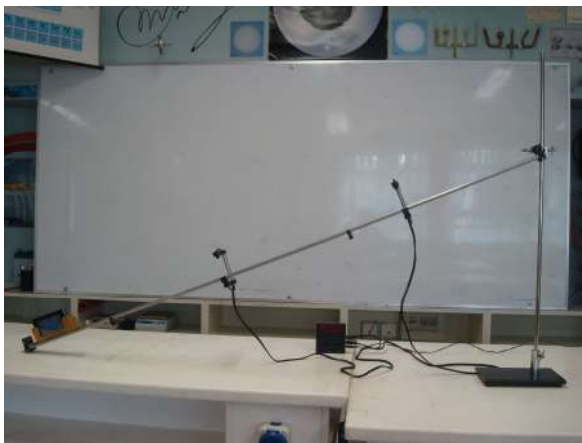
Στο τέλος και αυτού του μέρους, οι μαθητές καταλήγουν και πάλι σε συμπέρασμα που έρχεται σε πλήρη αντίθεση με τα όσα έχουν δηλώσει αρχικά...

Σε αυτό το σημείο το σενάριό μας θα μπορούσε να τελειώσει. Έχουμε καταφέρει να δημιουργήσουμε μια γνωστική σύγκρουση, και με δύο απλές διαδικασίες (ένα νοητικό και ένα πραγματικό πείραμα, με νοητικές προεκτάσεις) να αποσταθεροποιήσουμε, με σκοπό να αλλάξουμε τελείως την προϋπάρχουσα λανθασμένη (Αριστοτελική) αντίληψη που έχουν οι μαθητές για την κίνηση.

Όμως, επειδή “τρώγοντας έρχεται η όρεξη”, έτσι σε μια επόμενη διδακτική ώρα θα μπορούσαμε να κάνουμε και τα εξής:

4^ο ΜΕΡΟΣ

Πραγματοποιούμε τη διάταξη της φωτογραφίας. Χρησιμοποιούμε δύο Φωτοπύλες (Φ/Π) για τη μέτρηση του χρόνου διέλευσης μιας μπίλιας (διαμέτρου $\delta = 19 \text{ mm}$), η οποία κινείται πάνω



σε δύο ράγες. Χρησιμοποιούμε την εφαρμογή [Smart Ruler](#) (📏) σε *Android*, έχοντας μετατρέψει το κινητό μας σε κλινόμετρο. Αν Δt_1 και Δt_2 οι χρόνοι διέλευσης της μπίλιας από κάθε Φ/Π, τότε η στιγμιαία ταχύτητά της είναι $u_1 = \delta / \Delta t_1$ και $u_2 = \delta / \Delta t_2$ αντίστοιχα. Έχουμε

² Προτεινόμενες απαντήσεις στα κενά:

13	Μειώνεται	17	συνισταμένη
14	Μικρότερο	18	απαιτούνταν
15	Ίσο	19	σταθερή
16	Ίση	20	σταθερής

τοποθετήσει τις Φ/Π σε απόσταση $S = 50 \text{ cm}$ και αφήνουμε ($v_0 = 0$) κάθε φορά τη μπίλια από την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου που απέχει x_1 από την Φ/Π-1 και x_2 από την Φ/Π-2.

Τότε:

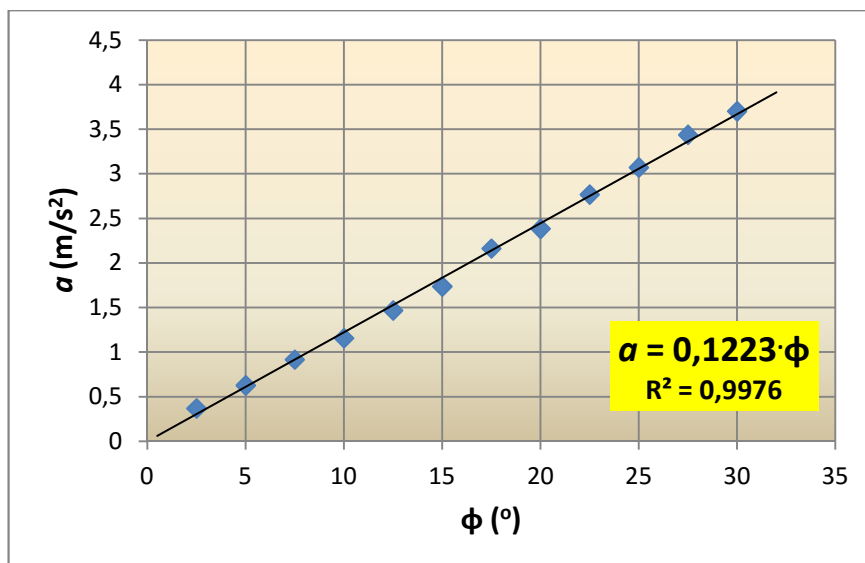
$$\left. \begin{aligned} x_1 &= \frac{1}{2}at_1^2 \\ x_2 &= \frac{1}{2}at_2^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow S = x_2 - x_1 = \frac{1}{2}a(t_2^2 - t_1^2)$$

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= at_1 \Rightarrow t_1 = v_1/a \\ v_2 &= at_2 \Rightarrow t_2 = v_2/a \end{aligned} \right\} \Rightarrow \dots \Rightarrow a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2S}$$

Εκτελούμε το πείραμα με αρχική κλίση $\phi = 30^\circ$ και μειώνουμε σταδιακά ανά $2,5^\circ$ μέχρι να φτάσουμε σε κλίση $\phi_{\text{τελ.}} = 2,5^\circ$. Συμπληρώνουμε τον πίνακα:

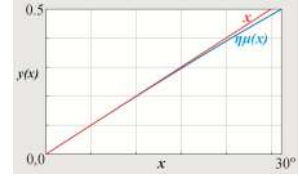
ϕ ($^\circ$)	Δt_1 (s)	Δt_2 (s)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	a (m/s ²)
30,0	0,0119	0,0076	1,5966	2,5000	3,7009
27,5	0,0124	0,0079	1,5322	2,4051	3,4369
25,0	0,0129	0,0083	1,4729	2,2891	3,0705
22,5	0,0138	0,0088	1,3768	2,1591	2,7661
20,0	0,0142	0,0093	1,3380	2,0430	2,3836
17,5	0,0154	0,0099	1,2338	1,9192	2,1611
15,0	0,0163	0,0108	1,1656	1,7592	1,7361
12,5	0,0179	0,0118	1,0614	1,6102	1,4662
10,0	0,0202	0,0133	0,9406	1,4286	1,1561
07,5	0,0229	0,0150	0,8297	1,2667	0,9161
05,0	0,0272	0,0180	0,6985	1,0555	0,6262
02,5	0,0349	0,0233	0,5444	0,8154	0,3685

Κάνουμε τη γραφική παράσταση επιτάχυνσης – γωνίας ($a - \phi$) και βλέπουμε ότι καθώς η κλίση μειώνεται, και η επιτάχυνση της μπίλιας μειώνεται:



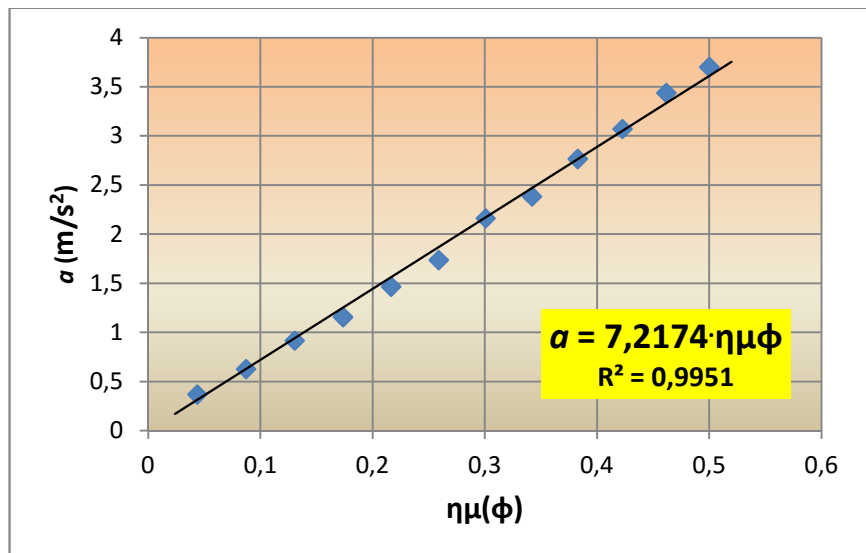
Και έχοντας πρωτίτερα, συνδέσει την επιτάχυνση με τη συνισταμένη δύναμη βλέπουμε ότι καθώς η κλίση μειώνεται, απαιτείται όλο και μικρότερη συνισταμένη δύναμη. Έτσι μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να “μαντέψουν” τι επιτάχυνση θα έχουμε σε μηδενική κλίση (οριζόντιο επίπεδο). Η απάντηση μπορεί να μην φαίνεται καθαρά από τον πίνακα τιμών,

είναι όμως ολοφάνερη, όταν δούμε το διάγραμμα $a - \phi$: και είναι «μηδέν». Άρα οι μαθητές καταλήγουν και πάλι στο συμπέρασμα ότι «η σταθερή κίνηση δεν απαιτεί σταθερή δύναμη». Για την ακρίβεια ότι «η σταθερή κίνηση δεν απαιτεί καθόλου δύναμη». Να συμπληρώσουμε εδώ ότι η θεωρητική σχέση $a - \phi$ σε κεκλιμένο επίπεδο (χωρίς τριβές) είναι $a = g \cdot \eta\mu\phi$, όμως οι γωνίες είναι από 30° και κάτω, όπου (για ϕ σε rad) $\phi \approx \eta\mu\phi$, άρα η γραφική είναι πολύ κοντά στο να είναι ευθεία.

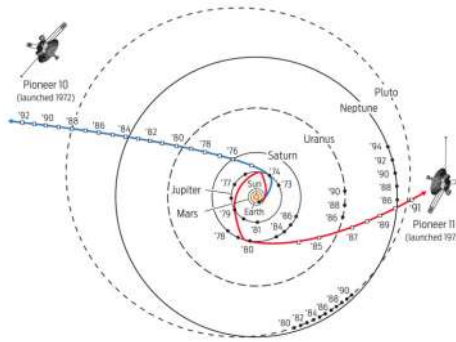
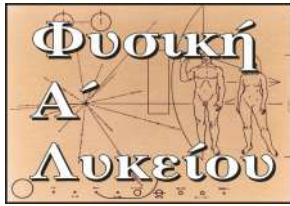


•**Προστιθέμενη άξια του πειράματος:** αν γίνει η γραφική παράσταση $a - \eta\mu\phi$ και υπολογιστεί η κλίση, δίνει: 7,2174. Στη Γ' Λυκείου, που μελετάμε την κύλιση χωρίς ολίσθηση της σφαίρας ως στερεό σώμα (με ροπή αδράνειας $I = \frac{2}{5}mR^2$), υπολογίζεται θεωρητικά ότι $a = \frac{5}{7}g$. Έτσι, υπολογίζουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = \frac{7}{5}7,2174 = 10,10436 \text{ m/s}^2$ που είναι μόλις 3% διαφορετική από την αποδεκτή για την Ελλάδα τιμή $9,81 \text{ m/s}^2$. Βλέπουμε, λοιπόν, πως ένα πείραμα που σκοπό είχε στην Α' Λυκείου να δείξει ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό της κίνησης, μεταφέρεται στην κατεύθυνση της Γ' Λυκείου με εντυπωσιακά (για τα δεδομένα ενός σχολικού εργαστηρίου) αποτελέσματα.

ϕ (°)	$\eta\mu(\phi)$	a (m/s ²)
30,0	0,5000	3,7009
27,5	0,4617	3,4369
25,0	0,4226	3,0705
22,5	0,3827	2,7661
20,0	0,3420	2,3836
17,5	0,3007	2,1611
15,0	0,2588	1,7361
12,5	0,2164	1,4662
10,0	0,1736	1,1561
07,5	0,1305	0,9161
05,0	0,0871	0,6262
02,5	0,0436	0,3685



➤ Ακολουθεί το Φύλλο Εργασίας (που αφορά το 1^ο, 2^ο και 3^ο μέρος του προηγούμενου Σεναρίου:



Η ΣΤΑΘΕΡΗ ΚΙΝΗΣΗ
ΑΠΑΙΤΕΙ
ΣΤΑΘΕΡΗ ΔΥΝΑΜΗ

Όνοματεπώνυμο:
Τμήμα: / **Ημερομηνία:**

1^ο Μέρος: Δραστηριότητες

1. Σπρώξτε τον διπλανό σας (Προσοχή ☹️). Κινείται; _____

2. Τραβήξτε το βιβλίο προς το μέρος σας. Κινείται; _____

3. Τι θα πρέπει να κάνουμε για να κινηθεί το σύστημα της φωτογραφίας; _____

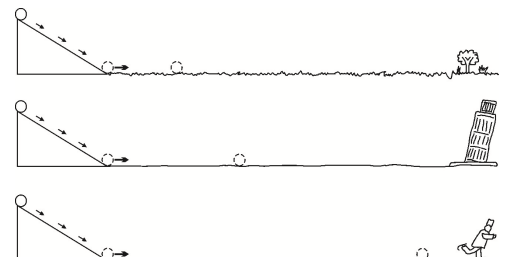


4. Υπάρχει περίπτωση να κινηθεί ένα ποδήλατο σε οριζόντιο δρόμο αν δεν κάνουμε πετάλι; Εξαρτάται η απάντησή σας από το αν η κίνηση είναι ομαλή ή επιταχυνόμενη; Αν είναι επιβραδυνόμενη; _____

5. Από τις παραπάνω δραστηριότητες καταλήγουμε στο συμπέρασμα:
«Η σταθερή _____ απαιτεί _____ δύναμη!»

2^ο Μέρος: Νοητικό Πείραμα

Φανταστείτε ότι διαθέτουμε ένα κεκλιμένο επίπεδο και ένα μπαλάκι. Αφήνουμε το μπαλάκι από την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου και αυτό φτάνει στη βάση του με ταχύτητα u_1 , συνεχίζοντας σε οριζόντιο έδαφος. Κάθε φορά γίνεται το ίδιο πείραμα (ίδια u_1) αλλά το μπαλάκι συνεχίζει σε διαφορετικό έδαφος: αρχικά σε χωματόδρομο, στη συνέχεια σε μαρμάρινο πάτωμα, μετά σε πάγο, ...

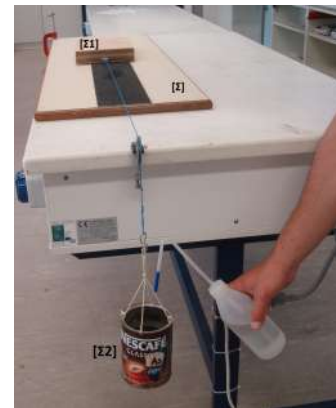


Κάθε φορά το μπαλάκι πάει και _____ (1). Δηλαδή κάθε φορά η αρχική ταχύτητα v_1 που έχει στο οριζόντιο επίπεδο _____ (2) όλο και περισσότερο να μηδενιστεί. Ή με άλλα λόγια, η v_1 τείνει να διατηρηθεί για _____ (3) χρονικό διάστημα. Το φαινόμενο οφείλεται στην όλο και μειούμενη δύναμη της _____ (4). Και με δεδομένο ότι το βάρος και η αντίδραση του δαπέδου αλληλοεξουδετερώνονται (γιατί το έδαφος είναι οριζόντιο), η _____ (5) ταυτίζεται με τη συνισταμένη δύναμη. Άρα όσο συνισταμένη δύναμη _____ (6), η v_1 τείνει να _____ (7) για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Ας κάνουμε τώρα ένα νοητικό άλμα! Τι θα συνέβαινε αν είχαμε ένα τελείως λείο δάπεδο; Αν μπορούσαμε να φτιάξουμε ή να ανακαλύψουμε ένα έδαφος χωρίς τριβές; Η v_1 θα μηδενιζόταν; Το μπαλάκι θα σταμάταγε; _____

Συνοψίζοντας αν υπήρχε ένα ιδανικό έδαφος, χωρίς τριβές, δηλαδή αν η συνισταμένη των δυνάμεων ήταν _____ (8), τότε η v_1 θα _____ (9) για πάντα, άρα το μπαλάκι δεν θα σταμάταγε _____ (10). Δηλαδή θα είχαμε _____ (11) κίνηση χωρίς την ανάγκη _____ (12) δύναμης. Ουπς!!! Την πατήσαμε...

3^ο Μέρος: Πείραμα Επίδειξης



Καθώς θα πραγματοποιούμε το πείραμα της παραπάνω εικόνας θα συμπληρώνετε τον διπλανό πίνακα:

Πείραμα με...	B_2 (N) [τιμή εκκίνησης του συστήματος]
Γυαλόχαρτο - Γυαλόχαρτο	
Γυαλόχαρτο - Ξύλο	
Ξύλο - Ξύλο	
Γυαλί - Ξύλο	
Γυαλί - Ξύλο + Λάδι	

Παρατηρούμε ότι καθώς η τριβή _____ (13) το σύστημα ξεκινάει με όλο και _____ (14) βάρος B_2 . Η εκκίνηση κάθε φορά επιτυγχάνεται τη στιγμή που το βάρος B_2 γίνει οριακά _____ (15) με την τριβή που δέχεται το [Σ1]. Άρα κάθε φορά απαιτείται δύναμη εκκίνησης _____ (16) με τη δύναμη αντίστασης ώστε κάθε φορά η _____ (17) δύναμη να είναι μηδενική. Και τι θα γινότανε στην υποθετική περίπτωση των τελείως λείων επιφανειών; Τότε δεν θα υπήρχε δύναμη αντίστασης άρα δεν θα _____ (18) και δύναμη εκκίνησης. Το σώμα θα διατηρούσε _____ (19) κίνηση χωρίς την ανάγκη _____ (20) δύναμης!!!

