

Ειδικότητα στο Τ4Ε (ΠΕ04)

# ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ & ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αναστάσιος Νέζης

Τμήμα 2936

# Ταχύρρυθμη επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση



## Περιεχόμενα

|                                                |   |
|------------------------------------------------|---|
| Ταυτότητα σεναρίου .....                       | 3 |
| Βασική Ροή Σεναρίου .....                      | 5 |
| Πλαίσιο Υλοποίησης.....                        | 6 |
| Χρησιμοποιούμενα εργαλεία/μέσα.....            | 6 |
| Χρονοπρογραμματισμός .....                     | 7 |
| Οδηγίες για την υπολοποίηση του σεναρίου ..... | 8 |

Τάξη: Α' Λυκείου

Μάθημα/Γνωστικό Αντικείμενο: Φυσική / Ενέργειες

Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Οι μαθητές:

1. Να εξηγούν για πιο λόγο ορίζουμε όλα τα είδη των ενεργειών και πως χρησιμοποιούμε την έννοια της διατήρησής των.
2. Να περιγράφουν περιπτώσεις όπου διατηρείται και άλλες που δεν διατηρείται η ολική ενέργεια ενός συστήματος.
3. Να μπορούν στο τέλος να διατυπώσουν τον απλό ισχυρισμό ότι η ενέργεια ενός συστήματος πάντα υποβαθμίζεται αλλά η ολική ενέργεια (συστήματος και περιβάλλοντος) πάντα διατηρείται.

Προαπαιτούμενες γνώσεις των μαθητών για την υλοποίηση του σεναρίου:

το σενάριο αφορά το 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο της Α' Λυκείου, επομένως οι μαθητές θα πρέπει να έχουν διδαχθεί το κεφάλαιο των κινήσεων (είδη και τύποι) και το κεφάλαιο των δυνάμεων (νομοί Newton, ισορροπία, δυναμική σε δύο διαστάσεις, τριβή). Επίσης θα πρέπει να έχουν διδαχθεί τις έννοιες της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας και να έχει γίνει μια πρώτη συζήτηση για την μηχανική ενέργεια. Αυτό προϋποθέτει ότι θα πρέπει να είναι σε θέση να μπορούν να γράψουν τους δύο γνωστούς τύπους των ενεργειών ( $K = \frac{1}{2}mv^2$  και  $U = mgh$ ), να μπορούν να τους εφαρμόσουν σε απλές περιπτώσεις και να έχει γίνει υπενθύμιση ότι στο Γυμνάσιο είχαν μάθει ότι υπάρχει και το άθροισμά τους ( $E_{\mu} = K + U$ ).

Χρόνος υλοποίησης: 1 διδακτική ώρα στην ψηφιακή τάξη και 1 ώρα εργασίες στο σπίτι

Σύντομη περιγραφή σεναρίου: Από το προηγούμενο μάθημα (ασύγχρονα) θα έχουν δοθεί στους μαθητές δύο εικόνες και αντίστοιχες ερωτήσεις στο εργαλείο «συζήτηση» του e-class. Στη συνέχεια (σύγχρονη) θα γίνει παρουσίαση για την διατήρηση της ενέργειας, σε μορφή prezí, βασισμένη σε

## Ταχύρρυθμη επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση



κείμενο του R.P. Feynman. Θα ακολουθήσει συζήτηση και σχολιασμός της παρουσίας συνοδευόμενη από τις εικόνες που είχαν δοθεί στο προηγούμενο μάθημα. Τέλος (ασύγχρονα) θα δοθούν δύο ασκήσεις στην e-class: α) μια «άσκηση» με τη μορφή Σωστού-Λάθους σε θέματα διατήρησης και υποβάθμισης της ενέργειας και β) μια «εργασία» που θα αφορά την πραγματοποίηση ενός απλού πειράματος από τους μαθητές στο σπίτι, την καταγραφή μετρήσεων και την κατασκευή μιας γραφικής παράστασης.

Δραστηριότητες που οδηγούν στην ενεργητική εμπλοκή των μαθητών:

α) συζήτηση πάνω σε εικόνες και gif, β) πείραμα στο σπίτι με πραγματικές μετρήσεις και επεξεργασία.

Χρησιμοποιούμενα εργαλεία (ονομαστικά)

Σύγχρονης διδασκαλίας: webex, παρουσίαση prezzi, Microsoft whiteboard

Ασύγχρονης διδασκαλίας: συζήτηση, έγγραφα, συνδέσεις διαδικτύου, πολυμέσα, ασκήσεις, εργασίες

## Βασική Ροή Σεναρίου

### Φάση 1<sup>η</sup> Ασύγχρονη

- από το προηγούμενο μάθημα οι μαθητές έχουν ενημερωθεί να μπουν στο πεδίο "Συζητήσεις" του μαθήματος και να δουν δύο εικόνες. Στη συνέχεια να απαντήσουν (εν συντομία) στις ερωτήσεις της κάθε εικόνας.
- Εστίαση της προσοχής και αφόρμηση

### Φάση 2<sup>η</sup> Σύγχρονη

- Γίνεται παρουσίαση με τη μορφή prezí ενός κειμένου του Feynman πάνω στην διατήρηση της ενέργειας. Στη συνέχεια γίνεται συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης για τα θέματα που τίγονται στην παρουσίαση καθώς και για τις ερωτήσεις των εικόνων που δόθηκαν στο προηγούμενο μάθημα στην "Συζήτηση". Κλείνοντας θα δοθεί μια ερώτηση, μέσω polling, για την διατήρηση της ενέργειας.

### Φάση 3<sup>η</sup> Ασύγχρονη

- Ανάθεση άσκησης Σ-Λ για αυτοαξιολόγηση
- Ανάθεση Εργασίας με πραγματικό πείραμα, μετρήσεις και γραφική παράσταση
- Αποστολή link παρουσίασης και αρχικού (μεταφρασμένου) κειμένου και video στους μαθητές

Το σενάριο αυτό θα πραγματοποιηθεί σε τρεις φάσεις: ασύγχρονη, σύγχρονη και ασύγχρονη. Η πρώτη φάση θα διαρκέσει περίπου 20 min, η δεύτερη μια διδακτική ώρα (45 min) και η τρίτη περίπου 40-70 min, ανάλογα με το αν οι μαθητές επιλέξουν να κάνουν και μια προαιρετική εργασία. Για το σύγχρονο μέρος θα χρησιμοποιηθεί η πλατφόρμα WebEx (με διάφορα εργαλεία της), ενώ για τις ερωτήσεις, ασκήσεις και εργασίες του ασύγχρονου μέρους θα χρησιμοποιηθεί η πλατφόρμα του e-class. Τέλος, θεωρείται δεδομένο ότι οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με τις προαναφερθείσες πλατφόρμες και τα αντίστοιχα εργαλεία τους.

## Χρησιμοποιούμενα εργαλεία/μέσα

- **Εργαλεία e-class**
  - **Ενότητες:** το μάθημα είναι οργανωμένο σε ενότητες, ώστε ο μαθητής να ακολουθεί μια προκαθορισμένη πορεία
  - **Συζητήσεις:** για αφόρμηση πριν το κανονικό μάθημα
  - **Πολυμέσα:** εικόνες και gif προς σχολιασμό
  - **Ασκήσεις:** ένα σύνολο 10 ερωτήσεων Σ-Λ για αυτοαξιολόγηση
  - **Εργασίες:** ένα πείραμα για το σπίτι με πραγματικές μετρήσεις
  - **Έγγραφα:** για επιπλέον υλικό μελέτης
- **Εργαλεία WebEx**
  - Διαμοιρασμός Οθόνης
  - Σχολιασμός (chat)
  - Polling
- **Εξωτερικά Εργαλεία**
  - Ιστοσελίδα παρουσίασης: prezzi.com

## Χρονοπρογραμματισμός

| Χρονοπρογραμματισμός        | Δραστηριότητα                                                                                                                                                                                           | Περιγραφή                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Εκπαιδευτικά μέσα                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Φάση 1.<br><b>Ασύγχρονη</b> | Μια εικόνα και ένα gif με δύο ερωτήσεις στο καθένα (20 min)                                                                                                                                             | Μια εικόνα με πλάγια βολή και ερώτηση για το τι σημαίνουν τα σύμβολα K & U που υπάρχουν σε αυτήν. Μια δεύτερη ερώτηση για την αύξηση ή μείωσή τους. Ένα gif με ένα μη εφικτό σενάριο κίνησης μια μπάλας και ερωτήσεις σχετικά με τους παράγοντες πιθανής πραγματοποίησής του                                                                                                                                                                                 | <u>e-class</u> :<br>εργαλείο «Συζήτηση»                                                                                                                            |
| Φάση 2.<br><b>Σύγχρονη</b>  | Αφόρμηση με προβολή εικόνας και ερώτηση στο chat. (5 min)<br><br>Παρουσίαση prezī σχετικά με τη διατήρηση της ενέργειας. (20 min)<br><br>Συζήτηση στην ολομέλεια. (15 min)<br><br>Ερώτηση Poll. (5 min) | Αρχικά θα προβληθεί η εικόνα ενός γραμματοσήμου και θα ακολουθήσει μια ερώτηση στο chat σχετικά με αυτό. Στη συνέχεια η παρουσίαση αφορά μια οπτικοποίηση ενός κειμένου του R. Feynman που δίνει με αρκετά χιουμοριστικό τρόπο τον λόγο ορισμού των διαφόρων τύπων ενέργειας. Θα ακολουθήσει συζήτηση και σχολιασμός τόσο της παρουσίασης όσο και των εικόνων της Φάσης 1. Στο τέλος θα δοθεί μια ερώτηση (polling) που θα αφορά τη διατήρηση της ενέργειας. | <u>Webex</u> :<br>Εργαλείο «chat»<br>Εργαλείο «Διαμοιρασμός οθόνης»<br>Εργαλείο «Polling»<br><br><u>Εξωτερικός σύνδεσμος</u> :<br><a href="#">παρουσίαση prezī</a> |
| Φάση 3.<br><b>Ασύγχρονη</b> | -Άσκηση αυτοαξιολόγησης (Σ-Λ) (10 min)<br><br>-Εργασία με πείραμα για το σπίτι (30-60 min)<br><br>-Links αρχικού κειμένου, αρχικού video και παρουσίασης                                                | -Δέκα προτάσεις Σ-Λ ώστε οι μαθητές να αυτοαξιολογηθούν<br>-Μια εργασία με ένα πραγματικό πείραμα για την υποβάθμιση της ενέργειας, στο οποίο οι μαθητές θα πάρουν μετρήσεις θα τις επεξεργαστούν και (προαιρετικά) θα κατασκευάσουν μια γραφική παράσταση.                                                                                                                                                                                                  | <u>Webex</u> :<br>Εργαλείο «Ασκήσεις»<br>Εργαλείο «Εργασίες»<br>Εργαλείο «Εγγραφα»                                                                                 |

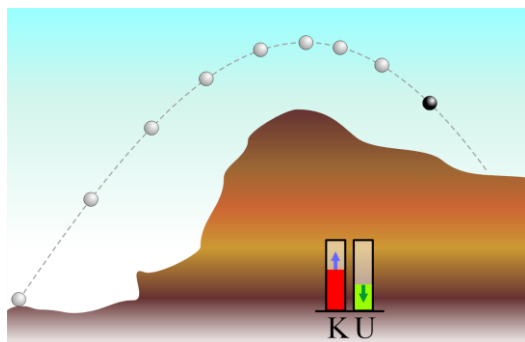
## Οδηγίες για την υλοποίηση του σεναρίου

### Φάση 1. Ασύγχρονη

Από το προηγούμενο μάθημα έχουμε δώσει στους μαθητές μας το [link](#) για το πεδίο «Συζήτηση» του μαθήματός μας, ώστε να έχουν μπει και να απαντήσουν στις ερωτήσεις της συζήτησης.

Στο πεδίο αυτό έχουν ανέβει δύο εικόνες:

Η [πρώτη εικόνα](#) είναι στατική και δείχνει μια πλάγια βολή. Πάνω στην εικόνα είναι σημειωμένα τα σύμβολα K & U καθώς και κάποια «ποτηράκια» με βελάκια. Επίσης είναι σημειωμένο με πιο έντονο χρώμα το μπαλάκι στο οποίο αναφέρεται η εικόνα.



Θα υπάρξουν δύο ερωτήσεις στις οποίες οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν:

A) Τι νομίζετε ότι αντιπροσωπεύουν τα σύμβολα K & U;

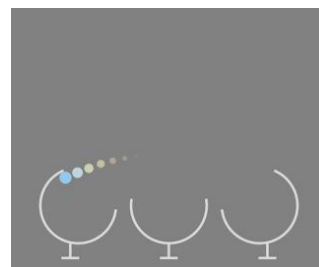
B) Τι σημαίνουν τα ποτηράκια με τα βελάκια, πάνω από τα K & U;

Η πρώτη ερώτηση θα ελέγξει τις προηγούμενες προαπαιτούμενες γνώσεις των μαθητών και θα ενεργοποιήσει το ενδιαφέρον τους. Η δεύτερη θα τους βάλει σε πιο σύνθετες σκέψεις και ίσως γίνει ανάκληση της ήδη υπάρχουσας γνώσης (από τη Β' Γυμνασίου) της αυξομείωσης των ενεργειών.

Η [δεύτερη εικόνα](#) είναι κινούμενη (gif) και δείχνει μια απίθανη περίπτωση κίνησης μια μπάλας μέσα σε τρία μπωλ. Προφανώς πρόκειται για μια ιδανική κατασκευή και αυτό καλούνται οι μαθητές να εξηγήσουν απαντώντας στις παρακάτω δύο ερωτήσεις:

A) Μπορεί να συμβεί στην πραγματικότητα αυτό που δείχνει η εικόνα;

B) Τι θα έπρεπε να ισχύει για να ήταν εφικτή η πραγματοποίηση μιας τέτοιας κατάστασης;





# Ταχύρρυθμη επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση

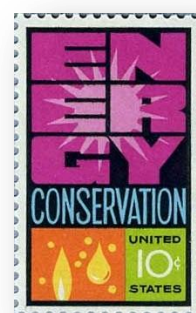


Σκοπός της δεύτερης αυτής εικόνας είναι να δημιουργηθεί μια χαλαρή διάθεση από την πλευρά των μαθητών, κάτι που θα επιδιωχθεί και στην επόμενη φάση μέσω της παρουσίασης. Με αυτή τη χαλαρή διάθεση επιδιώκουμε να περάσουμε στους μαθητές μια πολύ δύσκολη έννοια: την έννοια της ενέργειας και της αναγκαιότητας ορισμού της.



## Φάση 2. Σύγγραμμα

Το μάθημα ξεκινά με προβολή της εικόνας ενός γραμματοσήμου που είναι αφιερωμένο στην διατήρηση της ενέργειας και ακολουθεί μια ερώτηση στο chat προκειμένου να ενεργοποιηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Η ερώτηση θα είναι: “Γιατί νομίζετε ότι η διατήρηση της ενέργειας αποτελεί θέμα για ένα γραμματόσημο;”. Με την ερώτηση προσδοκούμε να πάρουμε απαντήσεις περί της σπουδαιότητας της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας.



Συνεχίζουμε με το βασικό μέρος του σεναρίου που είναι η παρουσίαση, [με τη μορφή prezī](#), ενός κειμένου του R. P. Feynman σχετικά με την διατήρηση της Ενέργειας και της αναγκαιότητας ορισμού της. Η παρουσίαση αποτελεί πρωτότυπη εργασία και το κείμενο πάνω στο οποίο στηρίζεται βρίσκεται στο βιβλίο «Ο Χαρακτήρας του Φυσικού Νόμου». Μέσω της πλατφόρμας Webex και με διαμοιρασμό οθόνης θα ξεκινήσουμε την παρουσίαση εξιστορώντας, ουσιαστικά, το κείμενο.

Μέσα από το κείμενο αυτό φαίνεται, με έναν παιγνιώδη τρόπο μιας και ήρωας της ιστορίας μας είναι ο Dennis ο τρομερός, η αναγκαιότητα ορισμού των διαφόρων τύπων ενέργειας καθώς και της ολικής ενέργειας ενός συστήματος. Τέλος γίνεται σαφές ότι, ακόμα και σήμερα, δεν γνωρίζουμε τι ακριβώς είναι η ενέργεια, αλλά μπορούμε με ένα σύνολο τύπων που «διατηρούνται» να την επικαλούμαστε, να την χρησιμοποιούμε και να καταλήγουμε σε χρήσιμα συμπεράσματα.



Αφού τελειώσει η παρουσίαση, θα αφιερώσουμε την υπόλοιπη διδακτική ώρα σε συζήτηση με την ολομέλεια της τάξης πάνω σε διάφορα σημεία της παρουσίασης.

Θα προσπαθήσουμε να κάνουμε κατανοητό στους μαθητές ότι μεγέθη, όπως η κινητική ενέργεια, δεν έχουν κάποια φυσική υπόσταση αλλά ορίζονται επειδή διατηρούνται (σε συνδυασμό με άλλες μορφές ενέργειας). Αυτό που θέλουμε να πούμε εδώ είναι το εξής: το πόσο γρήγορα κινείται ένα σώμα είναι κάτι που είναι άμεσα αντιληπτό με τις αισθήσεις μας. Έτσι ο ορισμός της ταχύτητας, ως το πηλίκο του διανυόμενου μήκους προς τον αντίστοιχο χρόνο έρχεται σε άμεση συμφωνία με την αντίληψή μας. Όμως, το τι ζημιά θα κάνει το σώμα αυτό αν πέσει πάνω σε έναν τοίχο (που είναι συνάρτηση της κινητικής του ενέργειας) δεν μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό ότι εξαρτάται από το τετράγωνο της ταχύτητάς του και όχι απλά από την ταχύτητά του. Επομένως ο τύπος  $K = \frac{1}{2}mv^2$  δεν θα μπορούσε ποτέ να προκύψει από απλές αισθητηριακές παρατηρήσεις. Είναι ένας «κατασκευασμένος» από εμάς τύπος, με τέτοιο τρόπο ώστε να συμφωνεί με τις αρχές διατήρησης.

Στη συνέχεια θα συζητήσουμε τις απαντήσεις των μαθητών και θα δώσουμε και τις δικές μας απαντήσεις σχετικά με τις ερωτήσεις της συζήτησης της 1<sup>ης</sup> φάσης.

Θα εξηγήσουμε ότι τα βελάκια της 1<sup>η</sup> εικόνα υποδηλώνουν αύξηση της κινητικής ενέργειας (μιας και το βάρος επιταχύνει το σώμα κατά την κάθοδο) και μείωση της δυναμικής ενέργειας (μιας και το ύψος, από το έδαφος, μειώνεται). Ο συνδυασμός αυτής της αυξομείωσης θα μας οδηγήσει (πιθανώς στο επόμενο μάθημα) στη διατύπωση της Αρχής Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας.

Αξιοποιώντας, στη συνέχεια, την δεύτερη εικόνα (gif) θα εισάγουμε την έννοια της τριβής στο πλαίσιο των ενεργειών και με αυτόν τον τρόπο θα εξηγήσουμε υπό ποιες προϋποθέσεις δεν διατηρείται η μηχανική ενέργεια και τι γίνονται τα ποσά ενέργειας που «χάνονται». Θα προσπαθήσουμε να ξεκαθαρίσουμε στους μαθητές ότι η ολική ενέργεια δεν χάνεται και ότι η θερμότητα είναι, και αυτή, μια μορφή ενέργειας.

Το πιθανότερο είναι να γίνουν απλές αναφορές στα παραπάνω και να συνεχιστεί η συζήτηση στο επόμενο μάθημα που θα σχετίζεται με τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας και την υποβάθμισή της όταν υπάρχουν τριβές.

Με το πείραμα που θα προταθεί στην 3<sup>η</sup> φάση θα γίνει φανερό, επίσης, ότι η μηχανική ενέργεια υποβαθμίζεται και με άλλους τρόπους (εκτός της τριβής), όπως η κρούσεις.

Κλείνοντας το μάθημα (τα τελευταία 5') θα δοθεί στην ολομέλεια, μέσω του εργαλείου Polling του WebEx, μια ερώτηση που θα αφορά τη διατήρηση της ενέργειας. Η ερώτηση θα προσπαθήσει να ελέγξει κατά πόσο οι μαθητές κατανόησαν ότι η ενέργεια, αν και υποβαθμίζεται, διατηρείται, αρκεί να δούμε το σύνολο «σύστημα + περιβάλλον» και όχι μόνο το «σύστημα». Η ερώτηση θα είναι η εξής:

“Κατά τη διάρκεια της παρουσίασης είδατε την ακόλουθη εικόνα. Είναι φανερό ότι η τσαγέρα χάνει ενέργεια γιατί ο ατμός διαφεύγει. Γιατί δεν διατηρείται η ενεργεία του συστήματος της τσαγέρας; Τελικά η ενέργεια δεν διατηρείται;”



### Φάση 3. Ασύγχρονη

Μετά το τέλος του μαθήματος θα δοθούν στους μαθητές links με έξτρα υλικό για το μάθημα (όλα υπάρχουν στα έγγραφα, στα πολυμέσα και στους συνδέσμους του [μαθήματος στο e-class](#)):

- 1) το [link](#) της παρουσίασης
- 2) το [κείμενο](#), πάνω στο οποίο στηρίχτηκε η παρουσίαση
- 3) το [video](#) από τη διάλεξη του ίδιου του Feynman (από το σημείο στο οποίο ξεκινάει η ιστορία με τον Dennis)

Επίσης θα δοθούν στους μαθητές δύο εργασίες για το σπίτι:

1) στο εργαλείο των «Ασκήσεων», μια σειρά από 10 προτάσεις Σωστού – Λάθους με αυτόματη εμφάνιση του αποτελέσματος, ώστε οι μαθητές να αυτοαξιολογήσουν τις γνώσεις τους μετά το τέλος του μαθήματος. Οι προτάσεις θα είναι απλές, χωρίς σύνθετες διατυπώσεις ή παγίδες, αφού σκοπό έχουν να αξιολογήσουν ένα μάθημα που μόλις διδάχτηκε. Φυσικά θα έχει γίνει γνωστό στους μαθητές από πριν, ότι η βαθμολογία τους δεν θα ληφθεί υπ όψιν για τον βαθμό του τετραμήνου.

2) στο εργαλείο «Εργασίες» ένα πείραμα για το σπίτι. Με χρονικό όριο κατάθεσης 2 εβδομάδων (ώστε να μην υπάρχει πίεση), το πείραμα θα αποτελείται από μια απλή διαδικασία μετρήσεων, την επεξεργασία τους (σύμφωνα με τις οδηγίες) και, προαιρετικά, την κατασκευή μιας γραφικής παράστασης. Μετά τη λήξη της προθεσμίας υποβολής της εργασίας θα συζητηθούν τα αποτελέσματα στην ολομέλεια της τάξης. Το πείραμα θα είναι το εξής:

Παραθέτουμε τις οδηγίες, όπως αυτές θα δοθούν στους μαθητές στο e-class:

- Τοποθετήστε κατακόρυφα σε ένα τοίχο μια μεζούρα των 150 cm.
- Φροντίστε ώστε το «0» της μεζούρας να είναι στο έδαφος.
- Από ύψος 50 cm αφήστε, κοντά στη μεζούρα, ένα ελαστικό μπαλάκι να πέσει.
- Μετά την πρώτη ανάκλασή του από το έδαφος, το μπαλάκι θα φτάσει σε ένα νέο μέγιστο ύψος το οποίο και πρέπει να καταγράψετε.

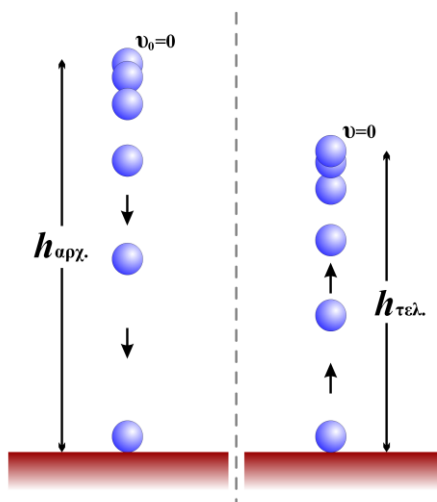
- Επαναλάβετε το πείραμα, αφήνοντας τώρα το μπαλάκι από ύψος 60 cm. Καταγράψτε το νέο μέγιστο ύψος.
- Συνεχίστε την ίδια διαδικασία και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

|                               |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Αρχικό ύψος $h$ (cm)          | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| Τελικό Μέγιστο ύψος $h'$ (cm) |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |

- Το τελικό ύψος είναι πάντα μικρότερο από το αρχικό, λόγω της απώλειας ενέργειας που πραγματοποιείται από την κρούση της μπαλίστας στο έδαφος. Η απώλεια αυτής της ενέργειας είναι, ουσιαστικά απώλεια κινητικής ενέργειας, που μπορεί να υπολογιστεί μέσω της αρχικής και της τελικής δυναμικής ενέργειας της μπαλίστας:

$$|\Delta E| = U_{\text{αρχ.}} - U_{\text{τελ.}} = mgh_{\text{αρχ.}} - mgh_{\text{τελ.}} = mg(h_{\text{αρχ.}} - h_{\text{τελ.}})$$

- Εξαρτάται αυτή η απώλεια από το αρχικό ύψος; Προφανώς ναι, αφού το αρχικό ύψος υπάρχει στον παραπάνω τύπο. Τι συμβαίνει, όμως, με το ποσοστό της απώλειας αυτής σε σχέση με την αρχική ενέργεια;



- Για να το δούμε αυτό πρέπει πρώτα να «κατασκευάσουμε» αυτό το ποσοστό:

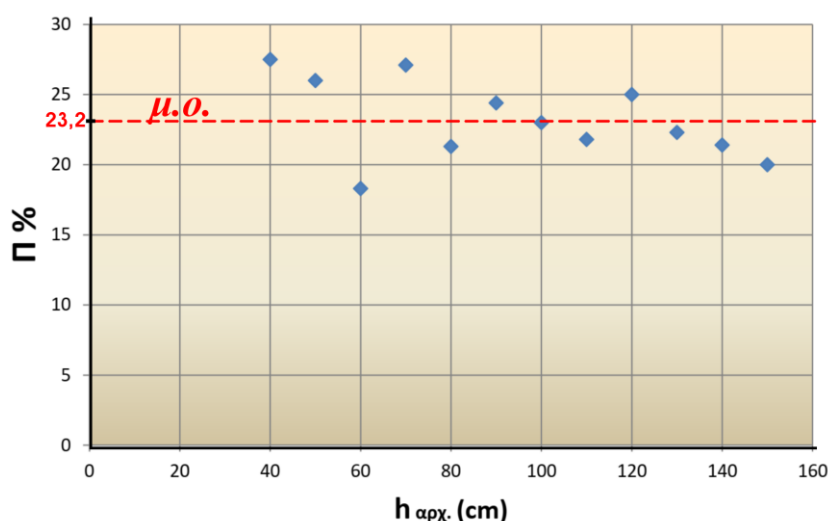
$$\Pi\% = \frac{|\Delta E|}{E_{\text{αρχ.}}} 100\% = \frac{mg(h_{\text{αρχ.}} - h_{\text{τελ.}})}{mgh_{\text{αρχ.}}} 100\% \Rightarrow \Pi\% = \frac{h_{\text{αρχ.}} - h_{\text{τελ.}}}{h_{\text{αρχ.}}} 100\%$$

- Αφού υπολογίσετε τα ποσοστά για κάθε πείραμα που πραγματοποιήσατε, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

|                      |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|----------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Αρχικό ύψος $h$ (cm) | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| Ποσοστό %            |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |

- Τι συμπεράσματα βγάξετε από τον παραπάνω πίνακα; Εξαρτάται το ποσοστό απώλειας από το αρχικό ύψος; Από ποιους άλλους παράγοντες νομίζεται ότι εξαρτάται το ποσοστό απώλειας; Περιγράψτε, με λίγα λόγια, ένα νέο πείραμα που θα προτείνατε για να ελέγξετε έναν από τους παράγοντες που προτείνετε.
- **Προαιρετικά:** κατασκευάστε σε χαρτί millimetre (ή στο excel) μια γραφική παράσταση που ο κατακόρυφος άξονας θα έχει το ποσοστό και ο οριζόντιος το αρχικό ύψος. Με αυτόν τον τρόπο θα φανεί καλύτερα η εξάρτηση (ή μη) του ποσοστού από το αρχικό ύψος.

Το διάγραμμα που περιμένουμε να πάρουμε φαίνεται παρακάτω. Τα συμπεράσματα που μπορούν να βγουν από το διάγραμμα είναι πως το ποσοστό είναι περίπου σταθερό (στα όρια του πειραματικού λάθους) και κυμαινόμενο γύρω από μια μέση τιμή.



Μπορεί, σε μεταγενέστερο χρόνο, να συζητηθεί στην ολομέλεια το πώς θα μπορούσε να γίνει το πείραμα με μεγαλύτερη ακρίβεια (πχ χρησιμοποιώντας την κάμερα του κινητού και ίσως το λογισμικό tracker). Επίσης το πώς διαφοροποιείται ή όχι το αποτέλεσμα ανάλογα με το υλικό της μπαλίστας και το είδος του πατώματος.

