

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΗ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ INTERACTIVE PHYSICS)

1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

1.1. ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Μελέτη διατήρησης της μηχανικής ενέργειας – συντηρητικές και μη συντηρητικές δυνάμεις

1.2. ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Φυσική: Μηχανική

1.3. ΤΑΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΑΠΕΥΘΥΝΕΤΑΙ

Φυσική Α' τάξης Λυκείου

1.4. ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Στο Α.Π. Φυσικής Α' Λυκείου προβλέπεται η διδασκαλία της ενότητας: «**Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας**». Το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο έχει ως πυρήνα δυο Φύλλα Εργασίας τα οποία ακολουθούν το πρότυπο «Πρόβλεψη, Επιβεβαίωση, Συμπέρασμα». Αυτή η οργάνωση της μαθησιακής διαδικασίας είναι κατάλληλη και σε άλλες γνωστικές περιοχές.

1.5. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ & ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

Εφόσον οι μαθητές εργαστούν σε ομάδες 2-3 ατόμων απαιτείται κατάλληλος αριθμός Η/Υ και το μάθημα μπορεί να γίνει στην αίθουσα πληροφορικής. Εναλλακτικά, το μάθημα μπορεί να γίνει στην αίθουσα διδασκαλίας με έναν υπολογιστή και έναν βιντεο-προβολέα.

Λογισμικό: Interactive Physics

Ο διδάσκων μπορεί να σχεδιάσει τις δικές του εφαρμογές ή να αναζητήσει έτοιμες εφαρμογές στο διαδίκτυο.

1.6. ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

α. Γενικότεροι διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές να

1. εξοικειωθούν με τη διαδικασία «Πρόβλεψη, Επιβεβαίωση, Συμπέρασμα».
2. αξιοποιούν αναπαραστάσεις και να ερμηνεύουν διαγράμματα βγάζοντας συμπεράσματα από αυτά.

β. Ειδικότεροι διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές να

1. αναγνωρίζουν τη μηχανική ενέργεια ως μια διατηρήσιμη ποσότητα και να διακρίνουν τον κινητικό από το δυναμικό όρο.
2. συνδυάζουν τη σπουδαιότητα της μηχανικής ενέργειας με τη διατήρησή της.
3. χρησιμοποιούν τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας ως εναλλακτικό (εύκολο) τρόπο λύσης ορισμένων μηχανικών προβλημάτων.
4. συμπεραίνουν ότι η μηχανική ενέργεια δεν διατηρείται όταν υπάρχουν τριβές ή αντιστάσεις του αέρα.
5. συμπεραίνουν ότι κατά μήκος μιας κλειστής διαδρομής το έργο του βάρους είναι μηδέν σε αντιδιαστολή με το έργο της τριβής που δεν είναι μηδέν.
6. ορίζουν τις συντηρητικές και τις μη συντηρητικές δυνάμεις.
7. συνδυάζουν τη μείωση της μηχανικής ενέργειας με το έργο μη συντηρητικών δυνάμεων.
8. συμπεραίνουν ότι ολική ενέργεια διατηρείται πάντα σε αντιδιαστολή με τη μηχανική ενέργεια που δεν διατηρείται πάντα.
9. συγκρίνουν τις συνθήκες για τη διατήρηση της ορμής και τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας και να συμπεραίνουν ότι η διατήρηση της ορμής ισχύει και όταν οι δυνάμεις που ενεργούν δεν είναι συντηρητικές.

1.7. ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ

Δύο διδακτικές ώρες για την εφαρμογή δυο φύλλων εργασίας στην τάξη.

2. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας αποτελεί μια πολύ σημαντική ενότητα της φυσικής και ένα πολύτιμο εργαλείο για τη λύση πολλών προβλημάτων. Πριν τη διδασκαλία της οι μαθητές της Α' τάξης Λυκείου έχουν ήδη διδαχθεί την έννοια του έργου και τις έννοιες της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας. Επίσης έχουν διδαχθεί τη διατήρηση της ενέργειας και τις μετατροπές της στο Γυμνάσιο. Ο διδάσκων συναντά αρκετά μαθησιακά εμπόδια (εναλλακτικές ιδέες μαθητών) στην προσπάθειά του να επιτύχει τους διδακτικούς στόχους αυτής της ενότητας. Κάποιες από τις εναλλακτικές ιδέες μαθητών που αφορούν την ενέργεια είναι:

Η ενέργεια καταναλώνεται ή φθίνει.

Κάτι το οποίο δεν κινείται δεν μπορεί να έχει καθόλου ενέργεια.

Η ενέργεια καταστρέφεται καθώς μετασχηματίζεται από μια μορφή σε άλλη

Όταν ένα σώμα αφήνεται να πέσει, η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται αμέσως όλη σε κινητική.

Όταν ένα σώμα που αφήνεται να πέσει από κάποιο ύψος φτάνει στο έδαφος, δεν έχει κινητική ενέργεια.

Η μηχανική ενέργεια δεν έχει σχέση με τους νόμους του Νεύτωνα.

Ο συνδυασμός των παραπάνω εμποδίων και της φορμαλιστικής προσέγγισης του θέματος έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να μην κατανοούν την σπουδαιότητα της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας, να μην κάνουν χρήση της χρήσης της στην επίλυση προβλημάτων ή, στην περίπτωση που κάνουν χρήση, να μην αντιλαμβάνονται τα όρια της ισχύος της.

Ενεργητικές μαθησιακές διαδικασίες, οι οποίες βασίζονται στην πειραματική εργασία, στη γνωστική σύγκρουση, στην εφαρμογή συνεργατικής εργασίας με κατάλληλα λογισμικά κ.α. ενεργοποιούν περισσότερες γνωστικές δεξιότητες των μαθητών, κάτι που αυξάνει τις πιθανότητες επιτυχίας της διδασκαλίας, δηλαδή η τελική άποψη των μαθητών να είναι σύμφωνη με την επιστημονικά αποδεκτή.

Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν οι ΤΠΕ και ιδιαίτερα οι προσομοιώσεις στην ανάπτυξη διδασκαλιών, παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον.

2.1. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΥΝ ΤΑ ΣΧΟΛΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ

Τα σχολικά βιβλία που χρησιμοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια για τη διδασκαλία της Φυσικής Α' τάξης Λυκείου προσπαθεί να προσεγγίσει τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας μέσω στατικών εικόνων (που αναφέρονται σε υποθετικά πειράματα) ή μέσω επιδείξεων (τροχός του Maxwell). Μ' αυτό τον τρόπο γίνεται προσπάθεια να «πεισθούν» οι μαθητές ότι η μηχανική ενέργεια διατηρείται, χωρίς αυτό να εξάγεται ποσοτικά από πουθενά παρά μόνο μέσω μαθηματικού φορμαλισμού (Θ.Μ.Κ.Ε).

Στην περίπτωση που η μηχανική ενέργεια δεν διατηρείται, εξάγεται με θεωρητικούς συλλογισμούς ότι η μείωσή της ισούται με το έργο το μη συντηρητικών δυνάμεων.

2.2. ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Η προτεινόμενη οργάνωση της διδασκαλίας:

- Ακολουθεί σε γενικές γραμμές τη διάταξη της ύλης όπως είναι στο σχολικό βιβλίο. Οι δραστηριότητες που προτείνονται στους μαθητές είναι περίπου ίδιες μ' αυτές του σχολικού βιβλίου.
- Έχει ως πυρήνα δύο φύλλα εργασίας στα οποία ο μαθητής καθοδηγούμενος, εκφράζει της αντιλήψεις του, υποθέτει, παρατηρεί, μελετά και συμπεραίνει. Το πλεονέκτημα είναι ότι η πληροφόρηση παρέχεται με εποπτικό τρόπο μέσω προσομοιώσεων και πολλαπλών αναπαραστάσεων.
Το κάθε φύλλο εργασίας αποτελείται από 4 δραστηριότητες. Σε κάθε δραστηριότητα ακολουθείται το πρότυπο «Πρόβλεψη, Επιβεβαίωση, Συμπέρασμα».
Η 1^η δραστηριότητα στοχεύει στην ανάδειξη των αρχικών απόψεων-εναλλακτικών ιδεών των μαθητών.
Η 2^η δραστηριότητα στοχεύει στην αναδόμηση ή τη συμπλήρωση των αρχικών απόψεων των μαθητών και στη διατύπωση με ακρίβεια της γνώσης που ανακαλύφθηκε.
Η 3^η δραστηριότητα είναι εφαρμογή των νέων γνώσεων, ώστε οι μαθητές να εξετάσουν αν οι νέες απόψεις παρέχουν επαρκέστερες των δικών τους ερμηνείες των φυσικών φαινομένων.
Η 4^η δραστηριότητα στοχεύει στη σύνδεση με άλλες γνωστικές περιοχές και στην προετοιμασία για την εισαγωγή νέων γνώσεων.

Το 1^ο φύλλο εργασίας: Διατήρηση της Μηχανικής ενέργειας

Υποστηρίζει τους ειδικούς διδακτικούς στόχους 1-4.

Δραστηριότητα 1^η

Επιδιώκουμε να διατυπωθούν οι απόψεις των μαθητών για το φαινόμενο της πτώσης της μπάλας και να αναδειχθούν πιθανές εναλλακτικές ιδέες τους που αφορούν την ενέργεια. Δεν γίνεται συζήτηση για το ποιες απόψεις είναι σωστές ή λάθος. Αυτή η κρίση θα προκύψει από τη συζήτηση στη 2^η δραστηριότητα.

Δραστηριότητα 2^η

Με τη δραστηριότητα αυτή υποστηρίζουμε τον 1^ο και 2^ο ειδικό διδακτικό στόχο.

Από τη συζήτηση των μαθητών τόσο μέσα σε κάθε ομάδα όσο και στο σύνολο της τάξης, επιδιώκουμε να εξαχθούν συμπεράσματα που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η κινητική και η δυναμική ενέργεια καθώς και η διατήρηση του αθροίσματός τους.

Δίνεται έμφαση στο γεγονός ότι κατά την κίνηση της μπάλας δρα μόνο το βάρος της και ότι το δάπεδο είναι τελείως ελαστικό. Δίνεται ο ορισμός της μηχανικής ενέργειας. Επισημαίνεται ότι η σπουδαιότητα της μηχανικής ενέργειας συνδέεται με τη διατήρησή της, σε αντιδιαστολή με τον κινητικό και το δυναμικό όρο οι οποίοι συνεχώς μεταβάλλονται.

Δραστηριότητα 3^η

Με τη δραστηριότητα αυτή υποστηρίζουμε τον 3^ο ειδικό διδακτικό στόχο.

Υπενθυμίζουμε στους μαθητές ότι το ίδιο πρόβλημα επιλύθηκε με χρήση των εξισώσεων της κίνησης. Αφού οι μαθητές εξάγουν την ταχύτητα του βλήματος με χρήση της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας, τους ζητείται να συγκρίνουν τους δυο τρόπους προσέγγισης του προβλήματος. Από τη συζήτηση των μαθητών τόσο μέσα σε κάθε ομάδα όσο και στο σύνολο της τάξης επιδιώκουμε να αναδείξουμε την ευκολία προσέγγισης του προβλήματος με χρήση της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.

Δραστηριότητα 4^η

Με τη δραστηριότητα αυτή υποστηρίζουμε τον 4^ο ειδικό διδακτικό στόχο.

Επιδιώκουμε να διατυπωθούν οι απόψεις των μαθητών για το φαινόμενο της πτώσης της μπάλας που αφορούν την ενέργεια. Δεν γίνεται συζήτηση για το ποιες απόψεις είναι σωστές ή λάθος. Αυτή η κρίση θα προκύψει από τη συζήτηση στο τέλος της δραστηριότητας.

Αφού οι μαθητές πειραματιστούν με την αντίσταση του αέρα και την ελαστικότητα του δαπέδου, συζητούν τόσο μέσα σε κάθε ομάδα όσο και στο σύνολο της τάξης. Επιδιώκουμε να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας έχει περιορισμούς στην ισχύ της και επισημαίνονται οι παράγοντες που μειώνουν τη μηχανική ενέργεια. Οι μαθητές προετοιμάζονται για την εισαγωγή στο αντικείμενο του 2^{ου} φύλλου εργασίας.

Το 2^ο φύλλο εργασίας: Συντηρητικές και μη συντηρητικές δυνάμεις – Διατήρηση της ενέργειας

Υποστηρίζει τους ειδικούς διδακτικούς στόχους 5-9.

Δραστηριότητα 1^η

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές καλούνται να υπολογίσουν το έργο του βάρους σε μια κλειστή διαδρομή. Από τον υπολογισμό εξάγεται το συμπέρασμα ότι το έργο του βάρους είναι μηδέν. Από τη συζήτηση των μαθητών τόσο μέσα σε κάθε ομάδα όσο και στο σύνολο της τάξης, επιδιώκουμε να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι κατά τη διάρκεια της κίνησης η μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή.

Δραστηριότητα 2^η

Με τη δραστηριότητα αυτή υποστηρίζουμε τον 5^ο, 6^ο και 7^ο ειδικό διδακτικό στόχο.

Από τη συζήτηση των μαθητών τόσο μέσα σε κάθε ομάδα όσο και στο σύνολο της τάξης, επιδιώκουμε να εξαχθούν συμπεράσματα όπως:

Το έργο της τριβής σε κλειστή διαδρομή είναι διάφορο από μηδέν σε αντιδιαστολή με το έργο του βάρους.

Η μηχανική ενέργεια μειώνεται.

Το έργο της τριβής είναι ίσο με τη μεταβολή της μηχανικής ενέργειας.

Στη συνέχεια δίνουμε τον ορισμό των συντηρητικών και μη συντηρητικών δυνάμεων.

Δραστηριότητα 3^η

Με τη δραστηριότητα αυτή υποστηρίζουμε τον 8^ο ειδικό διδακτικό στόχο.

Οι μαθητές διατυπώνουν τις απόψεις τους για την κίνηση του εκκρεμούς όταν υπάρχει αντίσταση του αέρα και τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν. Μετά την εκτέλεση της εφαρμογής και αφού οι μαθητές διαπιστώσουν ότι η μηχανική ενέργεια μειώνεται, ακολουθεί συζήτηση από την οποία επιδιώκουμε να συσχετίσουμε το έργο της αντίστασης του αέρα με τη θερμότητα που εκλύεται στο περιβάλλον.

Δραστηριότητα 4^η

Με τη δραστηριότητα αυτή υποστηρίζουμε τον 9^ο ειδικό διδακτικό στόχο.

Οι μαθητές πρέπει να διακρίνουν τις συνθήκες κάτω απ' τις οποίες διατηρείται η ορμή ενός συστήματος σωμάτων απ' αυτές κάτω από τις οποίες διατηρείται η μηχανική ενέργεια. Από τη συζήτηση των μαθητών τόσο μέσα σε κάθε ομάδα όσο και στο σύνολο της τάξης, επιδιώκουμε να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η διατήρηση της ορμής ισχύει και όταν οι δυνάμεις που ενεργούν δεν είναι συντηρητικές.

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βλάχος Ι, Γραμματικάκης Ι., Καραπαναγιώτης Α., Κόκκοτας Π., Περιστερόπουλος Π., Τιμοθέου Γ.: Φυσική Α΄ τάξης Ενιαίου Λυκείου, έκδοση ΟΕΔΒ.

Βλάχος Ι, Γραμματικάκης Ι., Καραπαναγιώτης Α., Κόκκοτας Π., Περιστερόπουλος Π., Τιμοθέου Γ. Φυσική Α΄ τάξης Ενιαίου Λυκείου-Βιβλίο Καθηγητή, έκδοση ΟΕΔΒ.

Κουλαϊδής Β.: (1995) Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου, Εκδόσεις Gutenberg

Κόκκοτας Π.:(2000) (Επιμ.) Διδακτικές προσεγγίσεις στις φυσικές επιστήμες – Σύγχρονοι προβληματισμοί, εκδόσεις τυπωθήτω.

Πατάπης Σ.: (1995) Μεθοδολογία της διδασκαλίας της Φυσικής Β΄ Έκδοση

Arons A.B.: (1992) Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής – Μετάφραση Βαλαδάκη Α., Εκδόσεις Τροχαλία.

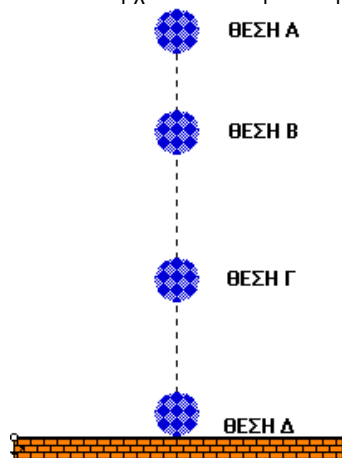
Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V.: (1999) Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών – Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών Επιμ. Π. Κόκκοτας, Μετ. Μ. Χατζή, Εκδόσεις τυπωθήτω.

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ (ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ INTERACTIVE PHYSICS)

1ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Δραστηριότητα 1^η

Ένας μαθητής κρατά μια μπάλα μάζας **1kg** σε ύψος **5m** πάνω από το δάπεδο (θέση Α). Κάποια στιγμή η μπάλα αφήνεται να πέσει. Θεωρούμε ότι δεν υπάρχει αντίσταση του αέρα.



Πρόβλεψη

Έχει η μπάλα ενέργεια στη θέση Α; Αν ναι, να την υπολογίσετε (να θεωρήσετε ότι $g=10m/s^2$).

Ποια δύναμη ασκείται στη μπάλα στη διάρκεια της πτώσης της;

Τι είδους ενέργεια έχει η μπάλα:

➤ στη θέση Β: _____

➤ στη θέση Γ: _____

➤ στη θέση Δ: _____

Να αιτιολογήσετε τις απόψεις σας.

Πειραματισμός και επιβεβαίωση (στο περιβάλλον του προγράμματος)

Ανοίξτε το αρχείο **1.1.IP** για να τρέξει η εφαρμογή. Κάντε διαδοχικά κλικ στο κουμπί **Εκτέλεση**. Σε κάθε κλικ η θέση της μπάλας αλλάζει. Παρατηρείστε τους μετρητές που εμφανίζονται και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

	Δυναμική ενέργεια	Κινητική ενέργεια	Άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας
ΘΕΣΗ Α			
ΘΕΣΗ Β			
ΘΕΣΗ Γ			
ΘΕΣΗ Δ			

Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας.

Δραστηριότητα 2^η

Η μπάλα αναπηδά στο δάπεδο. Θεωρούμε ότι τόσο το δάπεδο όσο και η μπάλα είναι τελείως ελαστικά.

Πρόβλεψη

α) Ποια δύναμη ασκείται στη μπάλα κατά την άνοδό της;

β) Κατά την άνοδο της μπάλας:

Η δυναμική της ενέργεια

Αυξάνεται

Μειώνεται

Παραμένει σταθερή

Η κινητική της ενέργεια

Αυξάνεται

Μειώνεται

Παραμένει σταθερή

Η μηχανική της ενέργεια

Αυξάνεται

Μειώνεται

Παραμένει σταθερή

γ) Η μπάλα θα φτάσει στο ίδιο ύψος από το οποίο αφέθηκε;
ΝΑΙ ΟΧΙ

Να αιτιολογήσετε τις απόψεις σας.

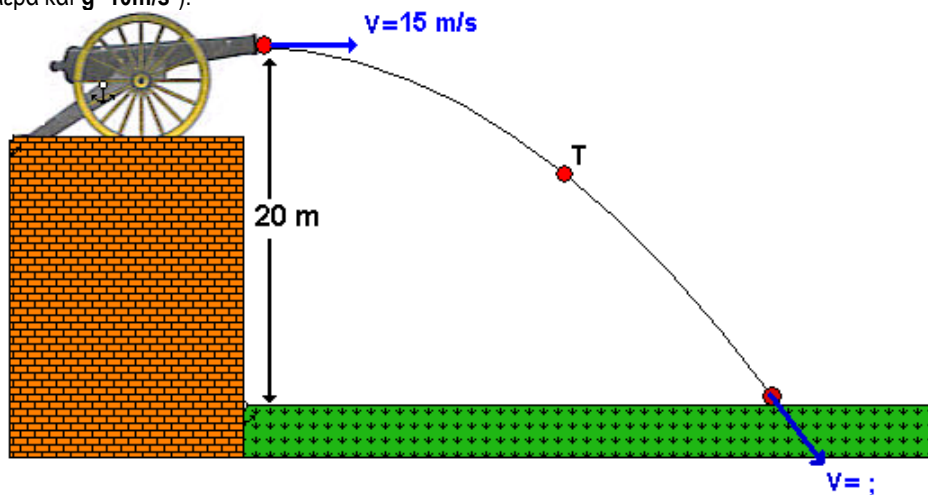
Πειραματισμός και επιβεβαίωση (στο περιβάλλον του προγράμματος)

Ανοίξτε το αρχείο **1.2.IP** για να τρέξει η εφαρμογή. Κάντε κλικ στο κουμπί **Εκτέλεση** για να δείτε την κίνηση της μπάλας σε πραγματικό χρόνο. Κάντε κλικ στο κουμπί **Αρχή**. Στη συνέχεια κάντε διαδοχικά κλικ στο κουμπί **Βήμα-Βήμα** για να δείτε την κίνηση της μπάλας σιγά-σιγά. Παρατηρήστε τις μπάρες που παριστάνουν τη μεταβολές της κινητικής, της δυναμικής και της μηχανικής ενέργειας. Επίσης παρατηρήστε τις γραφικές παραστάσεις των μεταβολών της κινητικής, της δυναμικής και της μηχανικής ενέργειας σε συνάρτηση με το χρόνο.

Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας.

Δραστηριότητα 3^η (Εφαρμογή)

Από ένα σημείο που βρίσκεται σε ύψος **20m** πάνω από το έδαφος, εκτοξεύεται ένα βλήμα μάζας **2kg** με ταχύτητα **15m/s**. (Θεωρούμε ότι δεν υπάρχει αντίσταση του αέρα και $g=10\text{m/s}^2$).



Πρόβλεψη

Ποια δύναμη ασκείται στο βλήμα κατά τη διάρκεια της κίνησής του; Σχεδιάστε το διάνυσμα αυτής της δύναμης στην τυχαία θέση T. Κάνοντας χρήση των συμπερασμάτων στα οποία έχετε καταλήξει μέχρι τώρα, να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία το βλήμα φτάνει στο έδαφος.

Πειραματισμός και επιβεβαίωση (στο περιβάλλον του προγράμματος)

Ανοίξτε το αρχείο **1.3.IP** για να τρέξει η εφαρμογή. Κάντε κλικ στο κουμπί **Εκτέλεση** για να δείτε την κίνηση του βλήματος.

Να συγκρίνετε τα αποτελέσματα με τους δικούς σας υπολογισμούς.

Δραστηριότητα 4^η

Αφήνουμε μια μπάλα ποδοσφαίρου να πέσει από την κορυφή ενός κτιρίου. Από την εμπειρία μας γνωρίζουμε πως η μπάλα μετά την αναπήδησή της στο έδαφος δεν θα επιστρέψει στο ίδιο σημείο από το οποίο αφέθηκε. Επίσης μετά από μερικές αναπηδήσεις στο έδαφος η μπάλα τελικά σταματά.

Πρόβλεψη

Δώστε τις δικές σας εξηγήσεις γι' αυτό το φαινόμενο.

Πειραματισμός και επιβεβαίωση (στο περιβάλλον του προγράμματος)

Ανοίξτε το αρχείο **1.4.IP** για να τρέξει η εφαρμογή. Κάντε κλικ στο κουμπί **Εκτέλεση** για να δείτε την κίνηση της μπάλας όταν δεν υπάρχει αντίσταση του αέρα και το δάπεδο είναι τελείως ελαστικό (ελαστικότητα του δαπέδου=1,00).

Κάντε κλικ στο κουμπί **Αρχή** για να βρεθείτε στην αρχική κατάσταση. Στη συνέχεια κάντε κλικ στο κουμπί **Αντίσταση αέρα**. Επιλέξτε **συνήθης** και πατήστε **OK**. Κάντε κλικ στο κουμπί **Εκτέλεση** για να δείτε την κίνηση της μπάλας όταν υπάρχει αντίσταση του αέρα και το δάπεδο είναι τελείως ελαστικό (ελαστικότητα του δαπέδου=1,00).

Κάντε κλικ στο κουμπί **Αρχή** για να βρεθείτε στην αρχική κατάσταση. Στη συνέχεια κάντε κλικ στο κουμπί **Αντίσταση αέρα**. Επιλέξτε **καμία** και πατήστε **OK**. Με το κουμπί ρύθμισης **ελαστικότητας δαπέδου** επιλέξτε την τιμή **0,80**. Κάντε κλικ στο κουμπί **Εκτέλεση** για να δείτε την κίνηση της μπάλας όταν δεν υπάρχει αντίσταση του αέρα και το δάπεδο δεν είναι τελείως ελαστικό.

Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας.
