

- ο Η ροπή αδράνειας ράβδου μήκους L και μάζας m ως προς άξονα που διέρχεται από το μέσον της (κέντρο βάρους) και είναι κάθετος στη ράβδο:

$$I_{CM} = \frac{1}{12}mL^2 \quad (18)$$

(Είναι φανερό ότι οι σχέσεις (1) και (2) τείνουν στο ίδιο αποτέλεσμα όταν το πλάτος b της πλάκας είναι πολύ μικρότερο του μήκους της a : $b \ll a$)

(*Σημείωση: Επειδή στο *Interactive Physics* δεν υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας σώματος-ράβδου, αλλά ορθογώνιας πλάκας, στην παρούσα προσομοίωση η «ράβδος» είναι μια επίπεδη πλάκα με πλάτος πολύ μικρότερο από το μήκος της: πλάτος 0.2 m και μήκος (ύψος) μεταβλητό από 2 m ως 6 m . Η ροπή αδράνειάς της υπολογίζεται από το *Interactive Physics* από τη σχέση (8))

Βήματα για την πραγματοποίηση της προσομοίωσης:

1. Ξεκινήστε την προσομοίωση κάνοντας διπλό κλικ στο αρχείο "*stroformi.ip*"
2. Με τη βοήθεια των μεταβολών δίνετε αρχικές τιμές στα μεγέθη:
 - ✓ Ελαστικότητα κρούσης*.
 - ✓ Αρχική ταχύτητα βλήματος.
 - ✓ Μήκος ράβδου.

(*Η ελαστικότητα κρούσης στο *Interactive Physics* παίρνει τιμές από 0 ως 1 . Η τιμή 1 αντιστοιχεί σε ελαστική κρούση, ενώ οι μικρότερες τιμές σε ανελαστικές κρούσεις)

3. Παρατηρούμε το φαινόμενο, δίνοντας διάφορες τιμές από τους μεταβολείς, ώστε να εξοικειωθούμε με την προσομοίωση.
4. Εκτελώντας βηματικά (καρέ-καρέ) την προσομοίωση εξετάστε τη διατήρηση της στροφορμής του συστήματος βλήμα-ράβδος, πριν και αμέσως μετά από την κρούση συμπληρώνοντας τον παρακάτω πίνακα, με τις τιμές που δίνουν οι μετρητές της προσομοίωσης, γι' αυτά τα μεγέθη:

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
Στροφορμή βλήματος (Kgm^2/s)		
Στροφορμή ράβδου (Kgm^2/s)		
Στροφορμή συστήματος (Kgm^2/s)		

- a. Πως εξηγείτε τυχόν μικρή διαφορά που παρατηρείται στη στροφορμή του συστήματος πριν και μετά την κρούση;

5. Εκτελώντας βηματικά (καρέ-καρέ) την προσομοίωση, για την περίπτωση της ελαστικής κρούσης, εξετάστε τη διατήρηση της κινητικής ενέργειας του συστήματος βλήμα-ράβδος, πριν και αμέσως μετά από την κρούση συμπληρώνοντας τον παρακάτω πίνακα, με τις τιμές που δίνουν οι μετρητές της προσομοίωσης:

	ΠΡΙΝ	META
Κινητική ενέργεια βλήματος (joule)		
Κινητική ενέργεια ράβδου (joule)		
Κινητική ενέργεια συστήματος (joule)		

Σχολιάστε τα αποτελέσματα που προκύπτουν:

6. Υπολογίστε θεωρητικά τη ροπή αδράνειας της ράβδου (εδώ επίπεδη επιφάνεια με στοιχεία: μάζα $m=0.5 \text{ Kg}$, μήκος $a=4.0 \text{ m}$, πλάτος $b=0.2 \text{ m}$), ως προς άξονα κάθετο στη ράβδο, που διέρχεται από το μέσον της (κέντρο βάρους) I_{CM} και ως προς τον άξονα περιστροφής της I :

$$I_{CM(\Theta\epsilon\omega\pi)} = \text{-----} \text{ Kg m}^2$$

$$I_{(\Theta\epsilon\omega\pi)} = \text{-----} \text{ Kg m}^2$$

- a. Υπολογίστε θεωρητικά τη ροπή του βάρους της ράβδου, ως προς τον άξονα περιστροφής της, όταν αυτή βρίσκεται σε οριζόντια θέση (γωνία ράβδου στην προσομοίωση: 90°). Η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή $g=0.9807 \text{ m/s}^2$.

$$T_{(\Theta\epsilon\omega\pi)} = \text{-----} \text{ N m}$$

- b. Υπολογίστε θεωρητικά το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης $\vec{a}$ της ράβδου όταν αυτή βρίσκεται σε οριζόντια θέση (γωνία ράβδου στην προσομοίωση: 90°).

$$a_{(\Theta\epsilon\omega\pi)} = \text{-----} \text{ rad/s}^2$$

- c. Συγκρίνετε και σχολιάστε το αποτέλεσμα, που βρήκατε στο προηγούμενο βήμα για τη γωνιακή επιτάχυνση της ράβδου, με αυτό που δίνεται από την προσομοίωση.

$$a_{\text{(ΠΡΟΣ)}} = \text{-----} \text{ rad/s}^2$$

7. Υπολογίστε θεωρητικά, την ελάχιστη γωνιακή ταχύτητα $\omega_{\text{(min)}}$ την οποία πρέπει να έχει η ράβδος στην κατώτατη θέση της (γωνία 0°), ώστε να εκτελέσει ανακύκλωση.

$$\omega_{\text{(min)}} = \text{-----} \text{ rad/s}$$

- a. Υπολογίστε θεωρητικά, για την περίπτωση της ελαστικής κρούσης (ελαστικότητα κρούσης ίση με 1), την ελάχιστη ταχύτητα $u_{\text{(min)}}$ με την οποία πρέπει να εκτοξευτεί το βλήμα, ώστε η ράβδος να εκτελέσει ανακύκλωση.

$u_{(min)} = \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{ m/s}$

- b. Δώστε στο “παράθυρο κειμένου” του μεταβολέα της αρχικής ταχύτητας, την ακριβή τιμή της ταχύτητας $u_{(min)}$ που υπολογίσατε στο προηγούμενο βήμα, και εκτελέστε την προσομοίωση ώστε να ελέγξετε αν υπάρχει συμφωνία με τη θεωρητική τιμή. Σχολιάστε το αποτέλεσμα

Κίνηση δορυφόρων

Εισαγωγή

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα προσομοιώνεται η κίνηση δορυφόρου γύρω από τη Γη αλλά και γύρω από άλλους πλανήτες.

Η προτεινόμενη διδακτική πρόταση επιδιώκει να αναδείξει τον τρόπο που τα μεγέθη: (α) ταχύτητα περιστροφής (β) μάζα πλανήτη και δορυφόρου (γ) ταχύτητα δορυφόρου επηρεάζουν την τροχιά και την περίοδο της καμπυλόγραμμης κίνησης

Στοιχεία ταυτότητας δραστηριότητας

Έννοιες	Καμπυλόγραμμες κινήσεις, ομαλή κυκλική κίνηση, κεντρομόλος δύναμη, περίοδος, γραμμική ταχύτητα, νόμος της παγκόσμιας έλξης, κίνηση δορυφόρων
Αναπαραστάσεις	Προσομοίωση, Αριθμητική, Διανυσματική, Στροβοσκοπική
Τεχνική	Πειραματισμός – ανακάλυψη σχέσεων μεταξύ εμπλεκόμενων παραμέτρων, Επίλυση – επαλήθευση προβλημάτων, Σύγκριση μετρημένων – υπολογισμένων τιμών
Εκπαιδευτικό λογισμικό	ΓΑΙΑ II
Απευθύνεται	Σε μαθητές Λυκείου
Αρχείο	-----

Παιδαγωγική αναζήτηση

Στην παραδοσιακή διδασκαλία οι μαθητές μελετούν “αλγοριθμικά” την κίνηση των δορυφόρων με τη βοήθεια του νόμου της παγκόσμιας έλξης και σχημάτων που γίνονται

στον πίνακα. Ο διδάσκων χρησιμοποιεί ως αφετηρία τη σχέση $F = G \frac{m \cdot M}{R^2}$, επισημαίνει (α) ότι η δύναμη F , είναι η βαρυτική έλξη και έχει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης $F = F_K = \frac{m \cdot v^2}{R}$ και (β) ότι η ακτίνα περιστροφής είναι η απόσταση από το κέντρο της Γης (R) μέχρι το δορυφόρο και όχι από την επιφάνεια της (h), δηλαδή $R = R_T + h$. Τελικά καταλήγει στη σχέση με την οποία υπολογίζεται το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας δορυφόρου που διαγράφει κυκλική τροχιά $v = \sqrt{G \frac{M}{R}}$.

Η παραδοσιακή διδασκαλία περιορίζεται συνήθως σε ομαλή κυκλική κίνηση του δορυφόρου και στην επισήμανση ότι το διάνυσμα της ταχύτητας πρέπει να είναι κάθετο στο διάνυσμα της βαρυτικής έλξης – κεντρομόλου δύναμης.

Στην Δραστηριότητα 1 ο μαθητής καλείται να διερευνήσει και να περιγράψει, με όρους φυσικής, την ελλειπτική τροχιά του δορυφόρου.

Στη Δραστηριότητα 2, γίνεται προσπάθεια να αντιληφθεί ο μαθητής τη συσχέτιση τροχιάς και ταχύτητας και το ρόλο της βαρυτικής έλξης στη σχέση αυτή.

Στη Δραστηριότητα 3, αναγνωρίζει την ομαλή κυκλική κίνηση και διαπιστώνει τις διαφορές με τη μη ομαλή.

Στη Δραστηριότητα 4, επιλύει στο φύλλο εργασίας ένα κλασικό πρόβλημα του βιβλίου και καλείται να ελέγξει την ορθότητα της απάντησης του, τροφοδοτώντας με τις υπολογισμένες τιμές την προσομοίωση.

Τέλος, στην 5^η Δραστηριότητα γίνεται προσπάθεια να καταγραφεί – όπου υπάρχει – και να διορθωθεί, τυχόν εσφαλμένη προϋπάρχουσα αντίληψη για το είδος της κίνησης θα κάνει ένα κινητό, ευρισκόμενο σε καμπύλη τροχιά, όταν πάψει να ασκείται η κεντρομόλος δύναμη.

Διδακτικοί στόχοι

Με τη συγκεκριμένη δραστηριότητα επιδιώκεται ο μαθητής:

- Να ανακαλύψει και να διαπιστώσει τον τρόπο που τα μεγέθη ταχύτητα και κεντρομόλος δύναμη μεταβάλλονται στις καμπυλόγραμμες κινήσεις.
- Να κατανοήσει ότι ρόλο κεντρομόλου δύναμης στις κινήσεις των δορυφόρων, έχει η βαρυτική έλξη.

- Να μπορεί να σχεδιάζει ποιοτικά σε καμπυλόγραμμες τροχιές, τα διανύσματα της κεντρομόλου δύναμης και ταχύτητας.

Φύλλο Εργασίας

Κίνηση Δορυφόρων

Περιγραφή της οθόνης - Εξοικείωση με το περιβάλλον του λογισμικού: Στο μικρόκοσμο "Newton: Κίνηση δορυφόρων γύρω από πλανήτες", στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζονται 4 παράθυρα "ψηφίδες" και το χειριστήριο ελέγχου του δορυφόρου.

Βασικό παράθυρο στο συγκεκριμένο μικρόκοσμο είναι ο Πλανήτης γύρω από τον οποίο περιστρέφονται ένας ή δύο δορυφόροι. Στο συγκεκριμένο παράθυρο, απεικονίζεται ο χρησιμοποιούμενος πλανήτης του οποίου η επιλογή όμως του γίνεται μόνο από το παράθυρο Κίνηση Δορυφόρων.

Στο διπλανό παράθυρο εμφανίζεται επίπεδος χάρτης του πλανήτη πάνω στον οποίο φαίνεται το πέρασμα του δορυφόρου.

Στο παράθυρο "κίνηση δορυφόρων" μπορείτε να επιλέγετε έναν από τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος και είδος δορυφόρου.

Στη γραμμή Πληροφοριών του παράθυρου καταγράφονται: Το όνομα του πλανήτη η μάζα του (Kg), η ακτίνα του (Km), ο πραγματικός χρόνος κίνησης του δορυφόρου με βάση τις αρχικές συνθήκες (ταχύτητα κ.λπ.) και η κλίμακα σχεδίασης (σε pixel/m).

Δίνεται η δυνατότητα στροβοσκοπικής απεικόνισης της τροχιάς, εμφάνισης του διανύσματος της ταχύτητας και των δύο συνιστωσών του. Τέλος, παρέχεται η δυνατότητα μεταβολής του μέτρου και της κατεύθυνσης της ταχύτητας, επεμβαίνοντας με το ποντίκι στην περιοχή εργασίας του παραθύρου.

Στο παράθυρο "Γεωμετρική αναπαράσταση" αναπαριστάται γεωμετρικά η κίνηση και παρέχεται η δυνατότητα εμφάνισης καρτεσιανών αξόνων, διανυσμάτων ταχύτητας και δύναμης και της τροχιάς του δορυφόρου.

Στη γραμμή πληροφοριών αναγράφονται τα παρακάτω στοιχεία για κάθε δορυφόρο:

Το μέτρο της ταχύτητας και των δύο συνιστωσών της (σε m/s).

Η γωνία του διανύσματος της ταχύτητας (σε μοίρες).

Το μέτρο της βαρυτικής δύναμης (σε N).

Η μάζα του (σε Kg).

Η απόσταση (ύψος R) από το κέντρο του πλανήτη (σε Km).

Με το χειριστήριο ελέγχου δίνεται δυνατότητα μεταβολής του μέτρου και της κατεύθυνσης του διανύσματος της αρχικής ταχύτητας και της απόστασης του δορυφόρου από το κέντρο του πλανήτη.

Δραστηριότητα 1

Πιέστε το πλήκτρο της εκκίνησης και παρατηρήστε την τροχιά του δορυφόρου. Τι είδους τροχιά εκτελεί ο δορυφόρος;

.....

Ποιο είναι το βασικό χαρακτηριστικό της κατεύθυνσης του διανύσματος της δύναμης;

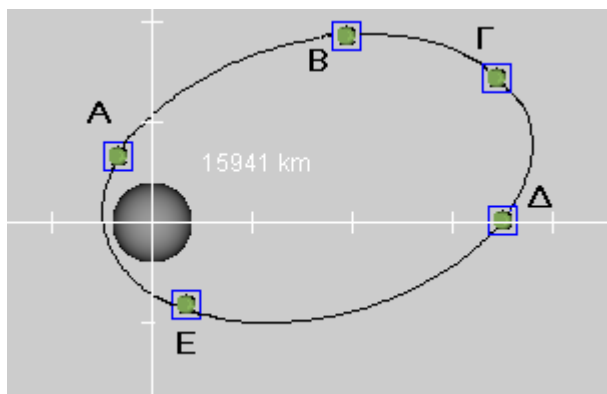
.....

Τι γωνία σχηματίζουν μεταξύ τους τα διανύσματα ταχύτητας και δύναμης σε όλη τη διάρκεια της τροχιάς;

A. $= 90^\circ$

B. $\neq 90^\circ$

Σχεδιάστε τα διανύσματα της ταχύτητας του δορυφόρου και της δύναμης που ασκείται πάνω σ' αυτόν, για όλες τις θέσεις που καταγράφονται στο παρακάτω σχήμα. Σημειώνεται ότι η κίνηση του δορυφόρου είναι αριστερόστροφη.



Σε ποια θέση ασκείται στο δορυφόρο:

1. η μεγαλύτερη δύναμη;

2. η μικρότερη δύναμη;

Σε ποια θέση ο δορυφόρος αποκτά:

3. τη μεγαλύτερη ταχύτητα;

4. τη μικρότερη ταχύτητα;

Μετακινήστε με κατάλληλο τρόπο τα χειριστήρια ελέγχου του μέτρου και της κατεύθυνσης της ταχύτητας, ώστε η τροχιά του δορυφόρου να μοιάζει με αυτή του σχήματος και ελέγξτε τις απαντήσεις σας.

Τελικά διαπιστώνεται ότι όταν ο δορυφόρος βρίσκεται στο κοντινότερο – στη Γη – σημείο της τροχιάς του τα μέτρα της ταχύτητας και της δύναμης έχουν τη τιμή, ενώ όταν βρίσκεται στο μακρινότερο σημείο, έχουν αντίστοιχα τη Τιμή.

Δραστηριότητα 2

Τι θα συμβεί αν μειωθεί αρκετά το μέτρο της ταχύτητας του δορυφόρου; Πειραματιστείτε και εξηγήστε το αποτέλεσμα.

.....

.....

.....

.....

Τι θα συμβεί αν μεταβάλετε την κατεύθυνση κίνησης του δορυφόρου; Πειραματιστείτε και εξηγήστε το αποτέλεσμα.

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 3

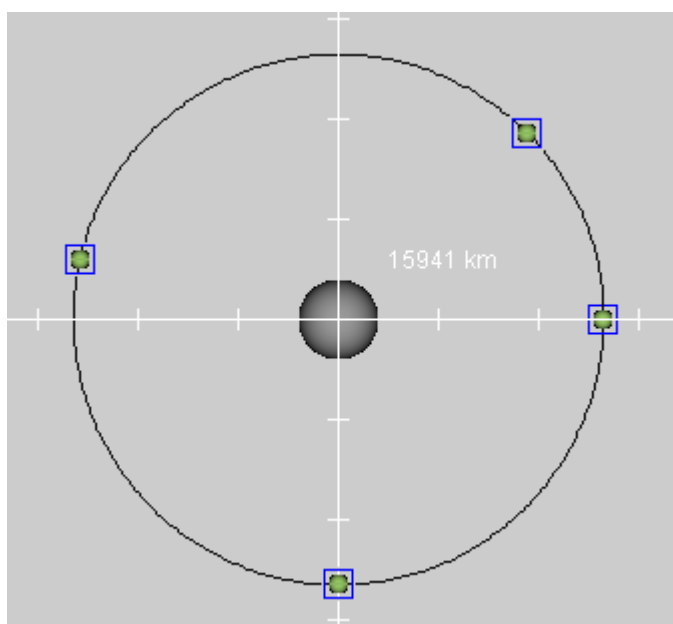
Σχεδιάστε τα διανύσματα της ταχύτητας του δορυφόρου και της δύναμης που ασκείται πάνω σ' αυτόν, για όλες τις θέσεις που καταγράφονται στο παρακάτω σχήμα. Σημειώνεται ότι η κίνηση του δορυφόρου είναι αριστερόστροφη.

Τι είδους κίνηση εκτελεί ο δορυφόρος;

Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....



Μετακινήστε με κατάλληλο τρόπο τα χειριστήρια ελέγχου του μέτρου και της κατεύθυνσης της ταχύτητας, ώστε η τροχιά του δορυφόρου να μοιάζει με αυτή του σχήματος και ελέγξτε τις απαντήσεις σας.

Διαπιστώνεται ότι στις ομαλές κυκλικές κινήσεις τα μέτρα ταχύτητας και δύναμης , ενώ στις μη ομαλές κυκλικές κινήσεις
Επιπλέον, στις ομαλές κυκλικές κινήσεις τα διανύσματα ταχύτητας και δύναμης σχηματίζουν πάντοτε γωνία μοιρών.

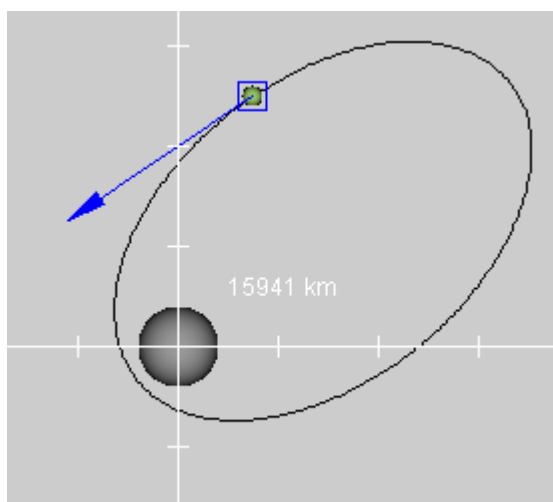
Δραστηριότητα 4

Επαναφέρετε την προσομοίωση στην αρχική της κατάσταση. Υπολογίστε την τιμή του μέτρου της αρχικής ταχύτητας που πρέπει να έχει ο δορυφόρος στη συγκεκριμένη θέση (38.259 Km από το κέντρο της Γης), ώστε να εκτελέσει ομαλή κυκλική κίνηση. Δίνεται ότι η μάζα της Γης είναι $5,98 \cdot 10^{24}$ Kg και η τιμή της σταθεράς παγκόσμιας έλξης $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² Kg⁻².

Εισάγετε την τιμή που υπολογίσατε στο κατάλληλο πεδίο του μέτρου της ταχύτητας και επιβεβαιώστε τον υπολογισμό σας.

Δραστηριότητα 5

Με την εισαγωγή των κατάλληλων τιμών του μέτρου και της κατεύθυνσης της αρχικής ταχύτητας δημιουργήστε την τροχιά που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Υποθέστε ότι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή παύει να ασκείται ελκτική δύναμη στο δορυφόρο. Πώς εκτιμάτε ότι θα συνεχίσει να κινείται; Σχεδιάστε την τροχιά του.

Με την εισαγωγή των κατάλληλων τιμών στα αντίστοιχα πεδία μέτρου και κατεύθυνσης της ταχύτητας, δημιουργήστε μια τροχιά που να μοιάζει στην παραπάνω. Όταν ο δορυφόρος βρεθεί στη συγκεκριμένη θέση, πιέστε το πλήκτρο “αδρανειακή κίνηση”, στο παράθυρο “κίνηση δορυφόρων” και επαληθεύστε την εκτίμησή σας.

Άρα, όταν σε ένα σώμα που διαγράφει καμπύλη τροχιά, πάψει να ασκείται η κεντρομόλος δύναμη τότε αυτό εξακολουθεί να κινείται

Αξιολόγηση του σεναρίου

Εικονικό περιβάλλον

- Η απεικόνιση και η προσομοίωση της κίνησης του δορυφόρου, γύρω από μια ακίνητη Γη μπορεί να δημιουργεί παρανοήσεις;

- Τα χειριστήρια ελέγχου και οι μετρητές είναι τα κατάλληλα για τη συγκεκριμένη δραστηριότητα;
- Η αλληλεπίδραση που προσφέρει κρίνεται ικανοποιητική;
- Η προσομοίωση εξέλιξης του φυσικού φαινομένου κρίνεται ικανοποιητική;
- Οι τρόποι αναπαράστασης της μεταβολής των μεγεθών είναι ικανοποιητική;

Διδακτική - Παιδαγωγική

- Η διδακτική προσέγγιση κρίνεται ικανοποιητική; Επιτυγχάνονται οι επιδιωκόμενοι διδακτικοί στόχοι;
- Ενθαρρύνεται η ενεργός συμμετοχή και το ενδιαφέρον του μαθητή μέσα από διερευνητικές δραστηριότητες;
- Δίνεται έμφαση στις κεντρικές έννοιες της διδακτικής ενότητας;
- Εμπλέκονται οι μαθητές στη χρήση διαφορετικών μορφών παρουσίασης και περιγραφής των εννοιών που η συγκεκριμένη δραστηριότητα διαπραγματεύεται;
- Ποια επέκταση / μεταβολή της δραστηριότητας (στην ίδια θεματική περιοχή) κρίνετε ότι θα ήταν απαραίτητη για την βελτίωση της συγκεκριμένης διδακτικής πρότασης;

Κύκλος Carnot

Εισαγωγή

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα μελετάται ο κύκλος Carnot, δηλαδή τέσσερις διαδοχικές μεταβολές, δύο ισόθερμες και δύο αδιαβατικές εναλλάξ. Ο μαθητής δημιουργεί τη γραφική παράσταση P-V της κυκλικής μεταβολής, καταγράφει τις μεταβολές έργου, εσωτερικής ενέργειας και θερμότητας σε κάθε φάση, υπολογίζει το συνολικό έργο του κύκλου και τέλος, υπολογίζει το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

Στοιχεία ταυτότητας δραστηριότητας

Έννοιες	Θερμοκρασία, θερμότητα, αντιστρεπτή μεταβολή, αδιαβατική, ισόθερμη μεταβολή, απόδοση θερμικής μηχανής, έργο, μεταβολή εσωτερικής ενέργειας.
Αναπαραστάσεις	Εικονικό εργαστήριο, γραφικές παραστάσεις
Τεχνική	Πειραματισμός – ανακάλυψη σχέσεων μεταξύ εμπλεκόμενων παραμέτρων, μελέτη γραφικών παραστάσεων
Εκπαιδευτικό λογισμικό	ΣΕΠ – Εργαστήριο θερμοδυναμικής
Απευθύνεται	Σε μαθητές Λυκείου
Αρχείο	Gas11.lab ⁹

Παιδαγωγική αναζήτηση

Στην παραδοσιακή διδασκαλία η μελέτη του κύκλου Carnot γίνεται κυρίως με τη βοήθεια του διαγράμματος P-V που ο διδάσκων σχεδιάζει στον πίνακα. Οι τέσσερις μεταβολές που συγκροτούν τον κύκλο, περιγράφονται λεκτικά, με τη βοήθεια των σκαριφημάτων του

⁹ Το συγκεκριμένο αρχείο βρίσκεται στη διαδρομή \ΣΕΠ\Lab Files\Πειράματα Θερμοδυναμικής, και εγκαθίσταται μετά την πλήρη εγκατάσταση του Λογισμικού

σχολικού βιβλίου και ο μαθητής καλείται να υλοποιήσει με τη φαντασία του αντικείμενα και καταστάσεις, όπως “κύλινδρος που φράσσεται με έμβολο” που άλλοτε είναι “θερμικά μονωμένος” και άλλοτε “βρίσκεται σε επαφή με θερμή ή ψυχρή δεξαμενή” και ένα έμβολο που κινείται και μεταβάλλει τον όγκο του κυλίνδρου. Τα παραπάνω – αυτονόητα για το διδάσκοντα – πολλές φορές δημιουργούν παρανοήσεις οι οποίες τελικά δημιουργούν επιπλέον εμπόδια στην κατανόηση του φυσικού φαινομένου.

Τέλος η παραδοσιακή διδασκαλία ολοκληρώνεται με τη γραφή – με ή χωρίς απόδειξη – των μαθηματικών σχέσεων $\frac{|Q_c|}{Q_h} = \frac{T_c}{T_h}$ και $e_{Carnot} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$ και με την επίλυση μιας απλής άσκησης – εφαρμογής των παραπάνω σχέσεων.

Η εκτέλεση του εικονικού πειράματος, παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να συμπληρώσουν πίνακα τιμών και να δημιουργήσουν γραφική παράσταση αξιοποιώντας “πειραματικά” δεδομένα που οι ίδιοι παράγουν. (Δραστηριότητα 1).

Οι Δραστηριότητες 2 και 3 έχουν ως στόχο τη σύνδεση της κατεύθυνσης κίνησης του εμβόλου με τις συμπίεσεις- εκτονώσεις και αυτές με τη σειρά τους να συνδεθούν με τις αντίστοιχες μεταβολές πίεσης και έργου. Επίσης πρέπει να διαπιστώσουν ότι όταν μεταβάλλεται ο όγκος και κινείται το έμβολο υπάρχει μεταβολή έργου. Τέλος να συνδέσουν την παραγωγή έργου με την απόδοση ενέργειας από το αέριο.

Στην 4^η Δραστηριότητα οι μαθητές καλούνται να συνοψίσουν τις προηγούμενες διαπιστώσεις, να διαπιστώσουν σε ποιες μεταβολές το αέριο απέδωσε ή απορρόφησε ενέργεια μέσω έργου, σε ποιες απορρόφησε ή απέβαλλε θερμότητα και με ποιο σύστημα την αντάλλαξε. Επίσης καλούνται να αιτιολογήσουν γιατί στις αδιαβατικές μεταβολές δεν ανταλλάσσεται θερμότητα με το περιβάλλον – λουτρό.

Τέλος στην 5^η Δραστηριότητα αφήνονται να προβληματιστούν για το είδος των δεδομένων και για τη μαθηματική σχέση που χρησιμοποιήσουν για τον υπολογισμό του συντελεστή της απόδοσης της θερμικής μηχανής.

Διδακτικοί στόχοι

Με τη συγκεκριμένη δραστηριότητα επιδιώκεται ο μαθητής:

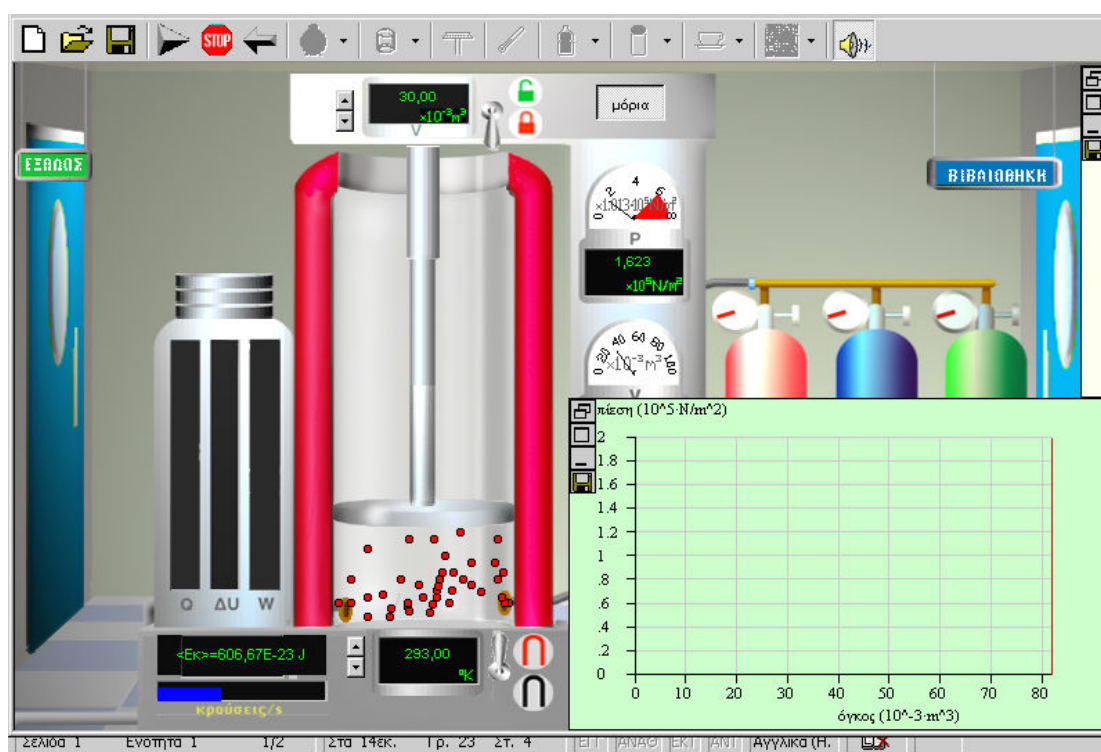
- Να μελετήσει την παραγωγή έργου και θερμότητας και την απόδοση σε κύκλο Carnot και να συνδυάσει τις δυο πρώτες με τη γραφική παράσταση P-V.
- Να εμπεδώσει τις έννοιες αδιαβατική και ισόθερμη μεταβολή.
- Να διασαφηνίσει ότι:
 - ✓ Η θερμότητα (Q) θεωρείται θετική όταν εισέρχεται από το περιβάλλον στο αέριο.

- ✓ Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας θεωρείται θετική όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του αερίου.
- ✓ Το έργο (W) θεωρείται θετικό όταν αποδίδεται στο περιβάλλον.
- Να κατανοήσει ότι ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος ($Q = \Delta U + W$) συνδέει τις τρεις προαναφερθείσες μορφές ενέργειας.

Φύλλο Εργασίας¹⁰

Κύκλος Carnot

Περιγραφή της οθόνης: Στο εικονικό εργαστήριο θερμοδυναμικής μικρόκοσμο ανοίξετε το αρχείο *Gas11.lab*. Στην οθόνη του υπολογιστή σας εμφανίζεται η παρακάτω εικόνα.



Στο κέντρο του εικονικού εργαστηρίου βλέπετε ένα δοχείο με έμβολο και με τοιχώματα κόκκινα (δηλαδή θερμοαγώγιμα). Μετακινείτε – με αριστερό κλικ – τη λαβή δίπλα στο μετρητή της θερμοκρασίας και δείτε τα τοιχώματα να μεταβάλλονται σε αδιαβατικά. Οι κόκκινες κινούμενες σφαίρες προσομοιώνουν τα μόρια και μπορείτε να τις αποκρύψετε με κλικ στην επιλογή “Μόρια”.

¹⁰ Έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετές ιδέες από το φύλλο εργασίας που οι συγγραφείς του λογισμικού προτείνουν

Αποκρύψτε το γράφημα P-V, πιέζοντας το κατάλληλο πλήκτρο.

Παρατηρήστε τις τρεις φιάλες με τα αντίστοιχα αέρια, τους μετρητές πίεσης, θερμοκρασίας και όγκου και τέλος αριστερά τους μετρητές ενέργειας.

Οι αρχικές συνθήκες που επικρατούν μέσα στο δοχείο καταγράφονται στους αντίστοιχους μετρητές και επιπλέον τα τοιχώματα του δοχείου είναι θερμικά αγωγίμα και βρίσκονται μέσα σε θερμό ή ψυχρό υδατόλουτρο σταθερής θερμοκρασίας. Επιπλέον μέσα στο δοχείο υπάρχουν 2 mol He.

Εξοικείωση με το περιβάλλον του λογισμικού: Στόχος είναι να εκτελέσετε τις μεταβολές που καταγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί. Εκτελέστε το "πείραμα", χωρίς καταγραφή στοιχείων, ώστε να εξοικειωθείτε με τα χειριστήρια ελέγχου. Οι διαδοχικές τιμές όγκου που πρέπει να εισάγονται δίνονται στον πίνακα της 1^{ης} Δραστηριότητας.

Πιέστε το κουμπί «εκτέλεση πειράματος» και εμφανίστε το διάγραμμα P-V.

Ισόθερμη μεταβολή 0 → 1: Κάντε αριστερό κλικ στο μετρητή όγκου και στο αναδυόμενο παράθυρο εισάγετε την τιμή 60. Παρατηρήστε το έμβολο να κινείται και στους κατάλληλους μετρητές τη θερμοκρασία να παραμένει αμετάβλητη και την πίεση να ελαττώνεται. Ταυτόχρονα, αρχίζει η δημιουργία του γραφήματος P-V.

Αδιαβατική μεταβολή 1 → 2: Αντικαταστήστε τα θερμοαγωγίμα τοιχώματα με αδιαβατικά. Όταν μεταβαίνετε από ισόθερμη σε αδιαβατική μεταβολή, θα μετατρέπετε πρώτα τα τοιχώματα σε αδιαβατικά. Όταν μεταβαίνετε από αδιαβατική σε ισόθερμη, θα τα μετατρέπετε σε θερμοαγωγά. Αυξήστε τον όγκο σε $80 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και παρατηρείστε μετρητές και γράφημα.

Ολοκληρώστε τον κύκλο με την **Ισόθερμη μεταβολή** (2 → 3) και την **Αδιαβατική μεταβολή** (3 → 0).

Δραστηριότητα 1

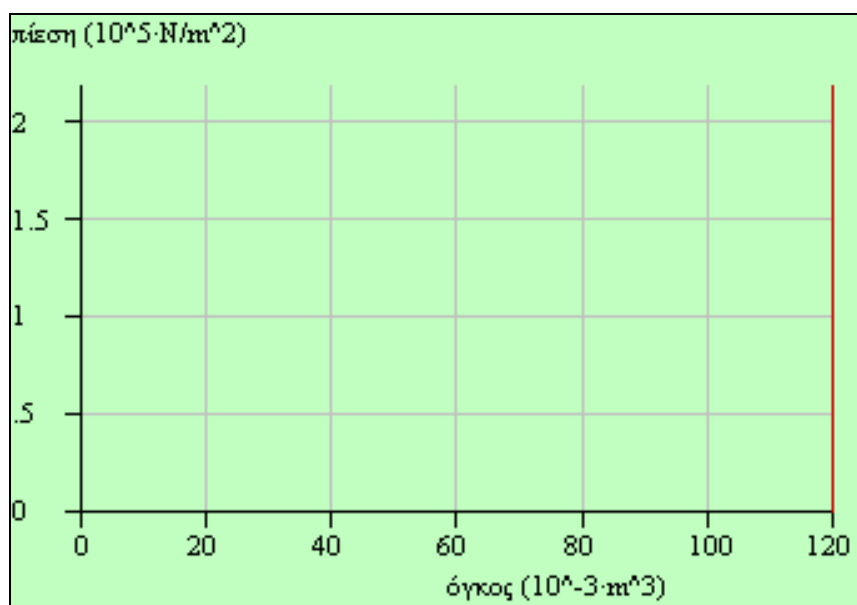
Οι συνθήκες του πειράματος πρέπει να είναι οι αρχικές. Ελέγξτε και αν δεν είναι πιέστε το πλήκτρο "επαναφορά". Αποκρύψτε το γράφημα P-V.

Εκτελέστε πάλι τις κυκλικές μεταβολές συμπληρώνοντας ταυτόχρονα τον πίνακα που ακολουθεί.

n=2 mol						
Σημείο	V (m ³)	T (°K)	P (N/m ²)	Q (KJ)	ΔU (KJ)	W (KJ)

0 (αρχικές)	$30 \cdot 10^{-3}$	293				
1 (ισόθερμη)	$60 \cdot 10^{-3}$					
2 (αδιαβατική)	$80 \cdot 10^{-3}$					
3 (ισόθερμη)	$40 \cdot 10^{-3}$					
0 (αδιαβατική)	$30 \cdot 10^{-3}$					

Μετά τη συμπλήρωση του πίνακα δημιουργήστε τη γραφική παράσταση P-V



Πάνω στο σχήμα σημειώστε με μολύβι το είδος της μεταβολής (ισόθερμη ή αδιαβατική και συμπίεση ή εκτόνωση) που αντιπροσωπεύει το κάθε τμήμα.

Το σχήμα της μεταβολής είναι ανοιχτό ή κλειστό; Στο σχήμα που φτιάξατε σημειώστε με βελάκια τη φορά της μεταβολής.

Δραστηριότητα 2

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα για κάθε μεταβολή.

Μεταβολή	Είδος	Συμπίεση ή εκτόνωση	ΔU (αύξηση, ελάττωση ή	Θέρμανση ή ψύξη
----------	-------	---------------------------	--------------------------------------	--------------------

			αμετάβλητη)	
0 → 1				
1 → 2				
2 → 3				
3 → 0				

Πόση είναι η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στο τέλος του κύκλου (Σημείο 0);

$\Delta U = \dots\dots\dots \text{KJ}$

Δικαιολογήστε – με ποιοτικούς όρους - τη συγκεκριμένη τιμή και βγάλτε συμπέρασμα για τη σχέση έργου και θερμότητας, βασιζόμενοι στον Α' θερμοδυναμικό νόμο.

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 3

Με τη βοήθεια του πίνακα της 1^{ης} Δραστηριότητας, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα για κάθε μεταβολή.

Μεταβολή	Είδος	Συμπίεση ή εκτόνωση	ΔQ (KJ)	ΔW (KJ)
0 → 1				
1 → 2				
2 → 3				
3 → 0				

Ποιο είναι το ολικό έργο της κυκλικής μεταβολής;

$W_{ολ} = \dots\dots\dots \text{KJ}$

Αν το **ολικό έργο** είναι **θετικό**, ο κύκλος συνολικά **έργο**, αλλιώς **έργο**. Στην περίπτωση μας έργο

Η θερμότητα που δαπανήθηκε (δηλαδή απορρόφησε το αέριο) είναι **$Q_{δαν} = \dots\dots\dots \text{KJ}$**

Οι τιμές που υπολογίσατε δικαιολογούν τη θεωρητική εκτίμηση που κάνατε στην προηγούμενη δραστηριότητα;

Δραστηριότητα 4

Ανοίξτε και τη δεύτερη γραφική παράσταση, οπότε στην οθόνη του υπολογιστή σας πρέπει να εμφανίζονται τα γραφήματα $P - T$ και $V - T$ (με χρώμα μαύρο και κόκκινο αντίστοιχα). Σε περίπτωση που δυσκολεύεστε να απαντήσετε στα παρακάτω ή δεν μπορείτε να αντιστοιχίσετε τις μεταβολές στα διαγράμματα $P - T$ και $V - T$, μπορείτε να ξαναεκτελέσετε το εικονικό πείραμα.

- Στις εκτονώσεις είχατε αύξηση ή ελάττωση πίεσης; Στις συμπίεσεις;
 - Προς τα μέσα ή προς τα έξω κινούνταν το έμβολο στις συμπίεσεις;
 - Προς τα μέσα ή προς τα έξω κινούνταν το έμβολο στις εκτονώσεις;
 - Σε ποιες μεταβολές είχατε μεταβολή έργου 0 ;
 - Συμπληρώστε το κενό και υπογραμμίστε το σωστό:
 Σε ποιες μεταβολές είχατε μείωση έργου; Στηνεκτόνωση/ συμπίεση
 και στην εκτόνωση/ συμπίεση
 Σε ποιες μεταβολές είχατε αύξηση έργου; Στηνεκτόνωση/ συμπίεση
 και στην εκτόνωση/ συμπίεση.
 - Σε ποιες μεταβολές το αέριο απέδωσε /προσέλαβε ενέργεια μέσω έργου; Στις εκτονώσεις, ενώ στις συμπίεσεις
 - Στην ισόθερμη εκτόνωση το αέριο απορρόφησε ή απέβαλε θερμότητα;
 - Στην ισόθερμη συμπίεση;
 - Από πού πήρε και πού απέβαλε θερμότητα το αέριο;
 - Στις αδιαβατικές μεταβολές το αέριο απορρόφησε ή απέβαλε θερμότητα;
- Αιτιολογήστε την τελευταία σας απάντηση:

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 5

Χρησιμοποιήστε– με κατάλληλο τρόπο – δεδομένα έργου, θερμότητας, ή/και θερμοκρασίας που έχετε καταγράψει και υπολογίστε το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με αυτά των συμμαθητών σας. Βρήκατε όλοι το ίδιο αποτέλεσμα; Χρησιμοποιήσατε όλοι τα ίδια δεδομένα και τις ίδιες σχέσεις για τον υπολογισμό της απόδοσης;

Αξιολόγηση του σεναρίου

Εικονικό περιβάλλον

- Το περιβάλλον του εικονικού εργαστηρίου κρίνεται ικανοποιητικό;
- Τα χειριστήρια ελέγχου και οι μετρητές είναι τα κατάλληλα για τη συγκεκριμένη δραστηριότητα;
- Η αλληλεπίδραση που προσφέρει κρίνεται ικανοποιητική;
- Η προσομοίωση εξέλιξης του πειράματος κρίνεται ικανοποιητική;
- Οι τρόποι αναπαράστασης της μεταβολής των μεγεθών είναι ικανοποιητική;

Διδακτική - Παιδαγωγική

- Η διδακτική προσέγγιση κρίνεται ικανοποιητική; Επιτυγχάνονται οι επιδιωκόμενοι διδακτικοί στόχοι;
- Ενθαρρύνεται η ενεργός συμμετοχή και το ενδιαφέρον του μαθητή μέσα από διερευνητικές δραστηριότητες;
- Δίνεται έμφαση στις κεντρικές έννοιες που το σενάριο θέτει ;
- Εμπλέκονται οι μαθητές στη χρήση διαφορετικών μορφών παρουσίασης και περιγραφής των εννοιών που η συγκεκριμένη δραστηριότητα διαπραγματεύεται;
- Ποια επέκταση / μεταβολή της δραστηριότητας (στην ίδια θεματική περιοχή) κρίνετε ότι θα ήταν απαραίτητη για την βελτίωση της συγκεκριμένης διδακτικής πρότασης;

Σενάριο διδασκαλίας για τη Φυσική

Έργο Δύναμης, Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>Εισαγωγή</i>	273
<i>Στοιχεία ταυτότητας δραστηριότητας</i>	273
<i>Παιδαγωγική αναζήτηση</i>	273
<i>Διδακτικοί στόχοι</i>	274
<i>Φύλλο Εργασίας</i>	275
<i>Αξιολόγηση του σεναρίου</i>	278
<i>Εικονικό περιβάλλον</i>	278
<i>Διδακτική - Παιδαγωγική.....</i>	278

Εισαγωγή

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα προσομοιώνεται η ταυτόχρονη κίνηση – χωρίς τριβές – τριών σωμάτων, διαφορετικών μαζών, λόγω της επίδρασης ίδιας δύναμης πάνω σ' αυτά.

Η προτεινόμενη διδακτική πρόταση επιδιώκει να αναδείξει ότι το έργο που παράγει μια σταθερή δύναμη F δεν εξαρτάται από τη μάζα του σώματος που μετακινείται, αλλά μόνο από το διάστημα που διανύθηκε, κάτω από την επίδραση της παραπάνω δύναμης. Επίσης θέλει να βοηθήσει τους μαθητές να ανακαλύψουν το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας.

Στοιχεία ταυτότητας δραστηριότητας

Έννοιες	Επιταχυνόμενη κίνηση, Έργο δύναμης, Κινητική ενέργεια, Θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας
Αναπαραστάσεις	Προσομοίωση, Αριθμητική, Διανυσματική, Γραφικές παραστάσεις
Τεχνική	Πειραματισμός – ανακάλυψη σχέσεων μεταξύ εμπλεκόμενων παραμέτρων, Επίλυση – επαλήθευση προβλημάτων, Σύγκριση μετρημένων – υπολογισμένων τιμών
Εκπαιδευτικό λογισμικό	IP 2000
Αρχείο	Έργο.ip

Παιδαγωγική αναζήτηση

Η προσομοίωση της κίνησης – με την επίδραση ίδιας δύναμης – τριών σωμάτων διαφορετικής μάζας, έχει ως αρχικό στόχο να κατανοήσει ο μαθητής τα δύο διαφορετικά είδη κίνησης και να τα συνδέσει με την εφαρμογή της σταθερής δύναμης (Δραστηριότητα 1). Επίσης στην ίδια δραστηριότητα, καταγράφεται η διαισθητική άποψη των μαθητών, ότι δηλαδή το σώμα μεγαλύτερης μάζας, μετά από δεδομένη απόσταση κοινή για όλα τα σώματα, θα έχει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.

Στη 2^η Δραστηριότητα υπολογίζεται η επιτάχυνση κάθε σώματος και η ταχύτητα που θα έχει κάθε ένα από αυτά μετά από διαδρομή 6 m, ενώ στην επόμενη (Δραστηριότητα 3) οι μαθητές υπολογίζουν την κινητική ενέργεια των τριών σωμάτων αμέσως μόλις σταματήσει η άσκηση της δύναμης, στο 6^ο μέτρο, αλλά και στο 10^ο και καλούνται να διαπιστώσουν ότι η κινητική ενέργεια παραμένει σταθερή και είναι ίδια και για τα τρία σώματα. Επίσης καλούνται να συγκρίνουν τους υπολογισμούς τους με την εκτίμηση της πρώτης δραστηριότητας.

Στην Δραστηριότητα 4 γίνεται εφαρμογή του ΘΜΚΕ και διαπιστώνεται ότι οι κινητικές ενέργειες και των τριών σωμάτων είναι ίδιες γιατί είναι ίσες με το έργο της ίδιας δύναμης που ασκήθηκε για το ίδιο διάστημα ($d = 6 \text{ m}$).

Τέλος, στην 4^η δραστηριότητα οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν σε κοινούς άξονες τα τρία γραφήματα $K(t)$ και να τα συγκρίνουν με το γράφημα του υπολογιστή.

Διδακτικοί στόχοι

Με τη συγκεκριμένη εκπαιδευτική δραστηριότητα επιδιώκεται ο μαθητής:

4. Να ανακαλύψει τη σχέση ανάμεσα σε κίνηση και δύναμη και να διαπιστώσει, τις δύο φάσεις των κινήσεων.
5. Να διαπιστώσει ότι η κινητική ενέργεια που αποκτά ένα σώμα είναι ίση με το έργο που του παρέχει σταθερή δύναμη.
6. Να δημιουργεί ποιοτικά γραφήματα $K(t)$.

Φύλλο Εργασίας**Έργο Δύναμης**

Περιγραφή του φαινομένου – Παραδοχές: Στην οθόνη του υπολογιστή προσομοιώνεται η – χωρίς τριβή – ταυτόχρονη κίνηση τριών σωμάτων, υπό την επίδραση τριών όμοιων δυνάμεων, οι οποίες ασκούνται στα τρία σώματα για μήκος διαδρομής 6 m. Υπάρχει χειριστήριο μεταβολής του μέτρου των ασκούμενων δυνάμεων και μετρητές του χρόνου και των ταχυτήτων των τριών σωμάτων. Τέλος, παρέχεται η δυνατότητα να εμφανιστεί το κοινό – για τα τρία σώματα – διάγραμμα $K(t)$.

Δραστηριότητα 1

Τρέξτε την εφαρμογή και παρατηρήστε τα τρία σώματα. Πόσα είδη κινήσεων διακρίνεται για κάθε ένα από αυτά; Περιγράψτε με όρους φυσικής.

.....

.....

.....

Ποιο από τα τρία σώματα εκτιμάτε ότι έχει τη μεγαλύτερη κινητική ενέργεια μόλις καλύπτει τη διαδρομή των 6 μέτρων; Τεκμηριώστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 2

Τα τρία σώματα έχουν μάζες αντίστοιχα $m_1 = 1$, $m_2 = 2$ και $m_3 = 3$ Kg και βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο δάπεδο χωρίς τριβές. Και στα τρία σώματα ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου 6 N για μήκος διαδρομής 6 m. Ποιο είναι το μέτρο της επιτάχυνσης για κάθε ένα σώμα;

a_1 :

α_2 :

α_3 :

Ποια είναι η ταχύτητα κάθε σώματος στο τέλος της διαδρομής των 6 μέτρων;

V_1 :

V_2 :

V_3 :

Τρέξτε την εφαρμογή και επιβεβαιώστε τους υπολογισμούς σας.

Δραστηριότητα 3

Με βάση τα δεδομένα της προηγούμενης δραστηριότητας υπολογίστε την κινητική ενέργεια κάθε σώματος όταν κάθε ένα από αυτά έχει διανύσει απόσταση 6m...

K_1 :

K_2 :

K_3 :

...και όταν έχουν διανύσει 10 m.

K_1 :

K_2 :

K_3 :

Τι παρατηρείτε;

.....

.....

Συμφωνούν οι υπολογισμοί σας με τη διαισθητική εκτίμηση της πρώτης δραστηριότητας; Αν όχι, τι νομίζετε ότι σας οδήγησε στη λανθασμένη εκτίμηση;

.....

.....

Δραστηριότητα 4

Πόσο είναι το έργο που παράγει η δύναμη που σπρώχνει κάθε σώμα; Ποια είναι η σχέση που συνδέει τη δύναμη και το παραγόμενο έργο;

W_1 :

W_2 :

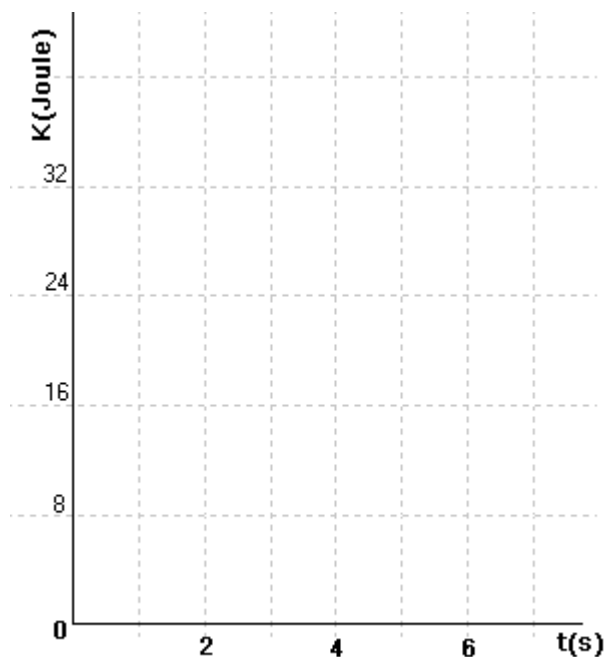
W_3 :

Τι παρατηρείτε όταν συγκρίνετε το έργο των δυνάμεων F και τις αντίστοιχες κινητικές ενέργειες;

.....

Δραστηριότητα 5

Τρέξτε την εφαρμογή, καταγράψτε τις κατάλληλες χρονικές στιγμές και σε κοινούς άξονες $K(t)$ σχεδιάστε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας για τα πρώτα 8 μέτρα της διαδρομής τους.



Στην οθόνη του υπολογιστή σας κάντε “κλικ” στην επιλογή “Απόκρυψη εμφάνιση” και τρέξτε την εφαρμογή. Θα δείτε να δημιουργείται το ζητούμενο γράφημα. Συμφωνεί με το δικό σας; Αν όχι που κάνατε λάθος; Συζητείστε το με τον καθηγητή σας.

Αξιολόγηση του σεναρίου**Εικονικό περιβάλλον**

6. Τα χειριστήρια ελέγχου και οι μετρητές είναι τα κατάλληλα για τη συγκεκριμένη δραστηριότητα;
7. Η αλληλεπίδραση που προσφέρει κρίνεται ικανοποιητική;
8. Η προσομοίωση εξέλιξης του φυσικού φαινομένου κρίνεται ικανοποιητική;
9. Οι τρόποι αναπαράστασης της μεταβολής των μεγεθών είναι ικανοποιητική;

Διδακτική - Παιδαγωγική

6. Η διδακτική προσέγγιση κρίνεται ικανοποιητική; Επιτυγχάνονται οι επιδιωκόμενοι διδακτικοί στόχοι;
7. Ενθαρρύνεται η ενεργός συμμετοχή και το ενδιαφέρον του μαθητή μέσα από διερευνητικές δραστηριότητες;
8. Δίνεται έμφαση στις κεντρικές έννοιες έργο δύναμης, κινητική ενέργεια, Θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας;
9. Εμπλέκονται οι μαθητές στη χρήση διαφορετικών μορφών παρουσίασης και περιγραφής των εννοιών που η συγκεκριμένη δραστηριότητα διαπραγματεύεται;
10. Ποια επέκταση / μεταβολή της δραστηριότητας (στην ίδια θεματική περιοχή) κρίνετε ότι θα ήταν απαραίτητη για την βελτίωση της συγκεκριμένης διδακτικής πρότασης;



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης