

Εισαγωγή/Θεωρητική θεμελίωση

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια U ενός σώματος μάζας m , σε τόπο με επιτάχυνση βαρύτητας g , που βρίσκεται σε ύψος h πάνω από οριζόντιο επίπεδο του οποίου τη δυναμική ενέργεια θεωρούμε ίση με μηδέν (επίπεδο αναφοράς) υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$U = m \cdot g \cdot h \quad (1)$$

Η κινητική ενέργεια K σώματος μάζας m που κινείται με ταχύτητα v υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$K = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (2)$$

Το άθροισμα (E) της κινητικής ενέργειας (K) και της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας (U) ενός σώματος το ονομάζουμε μηχανική ενέργεια.

$$E = K + U$$

Αν ένα σώμα κινείται μόνο με την επίδραση του βάρους του, η μηχανική του ενέργεια παραμένει συνεχώς σταθερή. Αυτό αποτελεί μια θεμελιώδη αρχή της φυσικής που την ονομάζουμε Αρχή Διατήρηση της Μηχανικής Ενέργειας (σε συντομογραφία Α.Δ.Μ.Ε.).

Η ΑΔΜΕ βρίσκει εφαρμογή στην κίνηση ενός εκκρεμούς.

Εκτρέπουμε το σώμα του εκκρεμούς από την κατακόρυφη θέση και το ανεβάζουμε σε ύψος Δh από την αρχική θέση ισορροπίας του (θέση (A)). Το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Το σώμα περνά από την κατώτατη θέση (B) με ταχύτητα μέτρου $v(B)$.

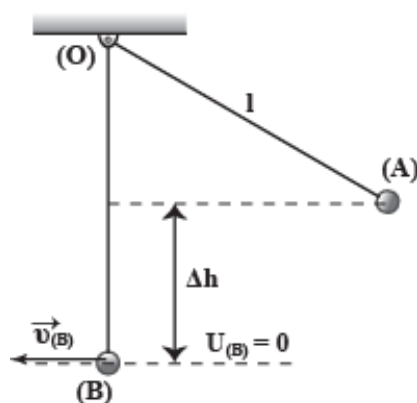
Για την κίνηση του σώματος εφαρμόζουμε την Α.Δ.Μ.Ε. έχουμε:

$$E_{\text{MHX}(A)} = E_{\text{MHX}(B)} \quad \text{ή} \quad K_{(A)} + U_{(A)} = K_{(B)} + U_{(B)} \quad (1)$$

Θεωρούμε ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας το οριζόντιο επίπεδο που περνά από τη θέση ισορροπίας (B) του σώματος. Η σχέση (1) γράφεται:

$$0 + U_{(A)} = K_{(B)} + 0 \quad \text{ή} \quad \frac{U_{(A)}}{K_{(B)}} = 1 \quad \text{ή}$$

$$\frac{m \cdot g \cdot \Delta h}{\frac{1}{2} m \cdot v_{(B)}^2} = 1 \quad \text{ή} \quad \frac{2g \cdot \Delta h}{v_{(B)}^2} = 1 \quad (1)$$

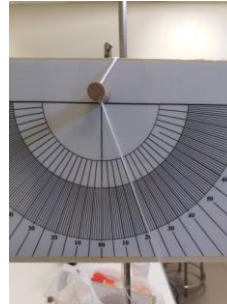


Επομένως, αν πειραματικά μελετήσουμε τον λόγο $\frac{2g \cdot \Delta h}{v_{(B)}^2}$ και τον συγκρίνουμε με την μονάδα μπορούμε να επαληθεύσουμε την Α.Δ.Μ.Ε.

Περιγραφή εργασίας

Η πειραματική διάταξη αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

1. Γωνιακός δίσκος κατασκευασμένος από κόντρα πλακέ θαλάσσης πάνω στο οποίο έχουμε στερεώσει πλαστικοποιημένο μοιρογνωμόνιο. Στο πάνω μέρος υπάρχει καμβίλια στην οποία έχουμε ανοίξει τρεις τρύπες από τις οποίες περνάμε το νήμα του εκκρεμούς (**Εικόνα 21.jpg**). Στο κάτω άκρο του νήματος στερεώνουμε βαρίδη με γάτσο των **50g κυλινδρικής μορφής** και διαμέτρου **D = 2,1 cm** (**Εικόνα 22.jpg**)



Εικόνα 21.jpg:

Γωνιακός δίσκος



Εικόνα 22.jpg:

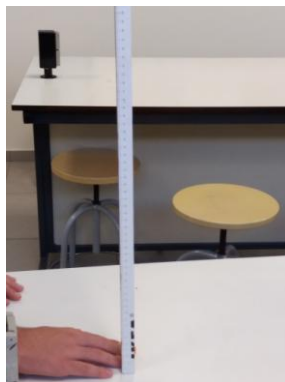
Βαρίδι με γάτσο

2. Μία φωτοπύλη η οποία είναι στερεωμένη με σανίδια έτσι ώστε να μπορεί να κρατηθεί κατακόρυφη (**Εικόνα 23.jpg**). Το βαρίδι περνά από την φωτοπύλη και μετράμε τον χρόνο Δt διέλευσης του βαριδίου από την κατακόρυφη θέση.



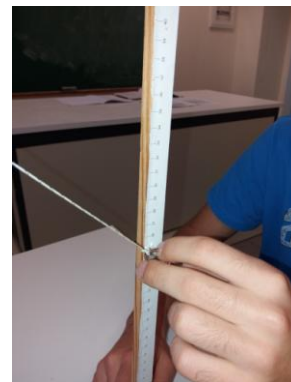
Εικόνα 23.jpg:

Φωτοπύλη



Εικόνα 24.jpg:

Ξύλο με μετροταινία



Εικόνα 25.jpg:

Μέτρηση απόστασης
από το τραπέζι

Γνωρίζοντας την διάμετρο D του βαριδίου υπολογίζουμε την ταχύτητα του βαριδίου όταν το νήμα έρχεται στην κατακόρυφη θέση μέσω της σχέσης:

$$v = \frac{D}{\Delta t}$$

Η ακτίνα της φωτοπύλης απέχει από τον εργαστηριακό πάγκο κατακόρυφη απόσταση:

$$h_0 = 6,125\text{cm.}$$

3. Ξύλινος πήγης στον οποίο έχουμε κολλήσει χάρτινη μετροταινία (**Εικόνα 24.jpg**). Με τον πύχη μετράμε την κατακόρυφη απόσταση h του βαριδίου από τον εργαστηριακό πάγκο (**Εικόνα 25.jpg**).

Ολόκληρη η πειραματική διάταξη φαίνεται στην **Εικόνα 26.jpg**.



Εικόνα 26.jpg:
Η όλη πειραματική κατασκευή...

Πειραματική διαδικασία:

Εκτρέπουμε το νήμα από την κατακόρυφη θέση και το κρατάμε ακίνητο με το νήμα τεντωμένο. Με την βοήθεια του πύχη με την ενσωματωμένη μετροταινία μετράμε την κατακόρυφη απόσταση h του βαριδίου από τον εργαστηριακό πάγκο. Γνωρίζοντας την κατακόρυφη απόσταση h_0 της οριζόντιας ακτίνας της φωτοπύλης από τον εργαστηριακό πάγκο υπολογίζουμε την υψομετρική διαφορά $\Delta h = h - h_0$ της κίνησης του βαριδίου από την αρχική θέση μέχρι την κατώτατη.

Αφήνουμε ελεύθερο το βαρίδι χωρίς ταχύτητα να κινηθεί. Μόλις περάσει από την κατακόρυφη θέση ανακόπτουμε την κίνηση του βαριδίου. Καταγράφουμε την ένδειξη του χρόνου Δt που αναγράφεται στην διάταξη της φωτοπύλης. Στη συνέχεια διαιρούμε την διάμετρο D του βαριδίου με τον χρόνο Δt που δείχνει το όργανο της φωτοπύλης υπολογίζουμε την ταχύτητα του:

$$v = \frac{D}{\Delta t}$$

Τις παραπάνω τιμές τις αντικαθιστούμε στην σχέση:

$$\frac{U_{(A)}}{K_{(B)}} = \frac{2g \cdot \Delta h}{v_{(B)}^2}$$

όπου η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας έχει τιμή $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Αν η τιμή του λόγου πλησιάζει την μονάδα, τότε επαληθεύεται η ΑΔΜΕ.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟστη Φυσική της Γ΄ Γυμνασίουή στη Φυσική της Α΄ Λυκείου**ΘΕΜΑ :** Πειραματικός έλεγχος της Αρχής Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας**Όνοματεπώνυμο:****Ημερομηνία :****Σκοποί της άσκησης:**

Η μελέτη των μεταβολών της δυναμικής και κινητικής ενέργειας σώματος κατά την κίνηση ενός απλού εκκρεμούς με τη βοήθεια φωτοπύλης.

Ο έλεγχος της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας του σώματος κατά την κίνηση ενός απλού εκκρεμούς

Θεωρητική

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια U ενός σώματος μάζας m , σε τόπο με επιτάχυνση βαρύτητας g , που βρίσκεται σε ύψος h πάνω από οριζόντιο επίπεδο του οποίου τη δυναμική ενέργεια θεωρούμε ίση με μηδέν (επίπεδο αναφοράς) υπολογίζεται από την εξίσωση

$$U = m \cdot g \cdot h$$

Η κινητική ενέργεια K σώματος μάζας m που κινείται με ταχύτητα v υπολογίζεται από την εξίσωση

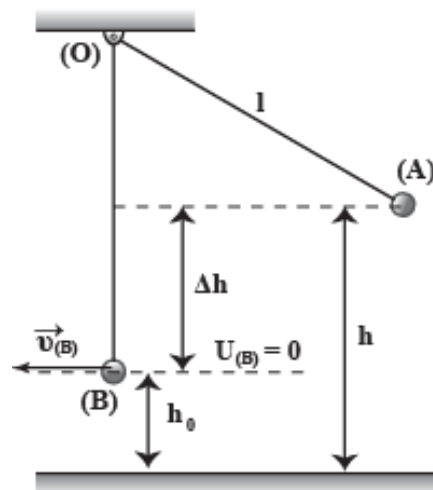
$$K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Το άθροισμα (E) της κινητικής ενέργειας (K) και της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας (U) ενός σώματος το ονομάζουμε μηχανική ενέργεια.

$$E = K + U$$

Αν ένα σώμα κινείται μόνο με την επίδραση του βάρους του, η μηχανική του ενέργεια παραμένει συνεχώς σταθερή. Αυτό αποτελεί μια θεμελιώδη αρχή της φυσικής που την ονομάζουμε Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας (σε συντομογραφία Α.Δ.Μ.Ε.).

Η ΑΔΜΕ βρίσκει εφαρμογή στην κίνηση ενός εκκρεμούς. Εκτρέπουμε το σώμα του εκκρεμούς από την κατακόρυφη θέση και το ανεβάζουμε σε ύψος Δh με το νήμα τεντωμένο, από την αρχική θέση ισορροπίας του(θέση (A)). Στη συνέχεια το



αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί χωρίς αρχική ταχύτητα. Το σώμα περνά από την κατώτατη θέση (B) με ταχύτητα μέτρου $v_{(B)}$.

Στη θέση (A) έχει μόνο βαρυτική δυναμική ενέργεια ίση με:

$$U_{(A)} = m \cdot g \cdot \Delta h$$

ως προς το οριζόντιο επίπεδο που περνά από τη θέση ισορροπίας.

Αν θεωρήσουμε ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας το οριζόντιο επίπεδο που περνά από τη θέση ισορροπίας (B) του σώματος, το σώμα στη θέση (B) θα έχει μόνο κινητική ενέργεια και ίση με:

$$K_{(B)} = \frac{1}{2} m \cdot v_{(B)}^2$$

Ο λόγος της δυναμικής ενέργειας του σώματος στη θέση (A) προς τον λόγο της κινητικής ενέργειας που έχει στη θέση (B) είναι:

$$\frac{U_{(A)}}{K_{(B)}} = \frac{m \cdot g \cdot \Delta h}{\frac{1}{2} m \cdot v_{(B)}^2} \quad \text{ή} \quad \frac{U_{(A)}}{K_{(B)}} = \frac{2g \cdot \Delta h}{v_{(B)}^2} \quad (1)$$

Πειραματική διαδικασία

1. Συναρμολογούμε τη διάταξη που φαίνεται στην **Εικόνα 26.jpg**.

2. Μετράμε την κατακόρυφη απόσταση της οριζόντιας ακτίνας της φωτοπύλης από τον εργαστηριακό πάγκο και τον βρίσκουμε ίσο με:

$$h_0 = 6,125 \text{ cm}$$

3. Εκτρέπουμε το νήμα με το νήμα τεντωμένο και το βαρίδιο να απέχει από τον εργαστηριακό πάγκο κατακόρυφη απόσταση h . Την απόσταση αυτή h την μετράμε με την βοήθεια του πήχη με την ενσωματωμένη μετροταινία και την καταγράφουμε στη 7^η στήλη του πίνακα μετρήσεων.

4. Αφήνουμε ελεύθερο το βαρίδι ελεύθερο να κινηθεί χωρίς ταχύτητα.. Μόλις το βαρίδι περάσει από την φωτοπύλη το σταματάμε έτσι ώστε να μην ξαναπεράσει από την φωτοπύλη. Την ένδειξη του χρόνου που μετρά ο μετρητής της φωτοπύλης την καταγράφουμε στην 2^η στήλη.



Εικόνα 26.jpg 1

5. Επαναλαμβάνουμε τις διαδικασίες 2 και 3 για διαφορετικά ύψη h μετρώντας την τιμή του χρόνου Δt που δείχνει ο καταγραφέας της φωτοπύλης. Τις τιμές τις καταγράφουμε στην 7^η και 2^η στήλη αντίστοιχα.

6. Να επεξεργαστείτε τις υπόλοιπες στήλες του πίνακα των μετρήσεων.

7. **ΕΡΩΤΗΣΗ 1η** : Σύμφωνα με τα πειραματικά δεδομένα του Πίνακα, επικυρώνεται η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας του βαριδίου;

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ΕΡΩΤΗΣΗ 2η : Ποια πιθανά σφάλματα έγιναν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων;

.....
.....
.....
.....
.....

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Μέτρηση	Δt χρονόμετρο σε sec	D σε cm	$v = D / \Delta t$ σε m/s	v^2 σε (m/s) ²	h_0 σε cm	h σε cm	$\Delta h = h - h_0$ σε m	$2 \cdot g \cdot \Delta h$ ($g=9,81 \text{ m/s}^2$) σε (m/s) ²	$\frac{U_{\text{exp}}}{K_{\text{val}}} = \frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{v^2}$
1 ^η		2,2			6,125				
2 ^η		2,2			6,125				
3 ^η		2,2			6,125				
4 ^η		2,2			6,125				
5 ^η		2,2			6,125				

Ενδεικτικές τιμές:

Μέτρηση	Δt φωτοπόλης σε sec	D σε cm	$v = D/\Delta t$ σε m/s	v^2 σε (m/s) ²	h_0 σε cm	h σε cm	$\Delta h = h - h_0$ σε m	$2 \cdot g \cdot \Delta h$ ($g=9,81 \text{ m/s}^2$) σε (m/s) ²	$\frac{U_{\text{exp}}}{K_{\text{th}}} = \frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{v^2}$
1 ^η	0,0166	2,2	1,33	1,7689	6,125	15	8,875	1,7413	0,984
2 ^η	0,0132	2,2	1,67	2,7889	6,125	20	13,875	2,7223	0,976
3 ^η	0,0119	2,2	1,85	3,4225	6,125	25	18,875	3,7032	1,082
4 ^η	0,0102	2,2	2,16	4,6656	6,125	30	23,875	4,6843	1,004
5 ^η	0,0092	2,2	2,39	5,7121	6,125	35	28,875	5,6653	0,992
6 ^η	0,0085	2,2	2,59	6,7081	6,125	40	33,875	6,6463	0,991
7 ^η	0,0079	2,2	2,78	7,7284	6,125	45	38,875	7,6273	0,987
8 ^η	0,0075	2,2	2,93	8,5849	6,125	50	43,875	8,6083	1,003