

18^Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

E U S O 2020

ΤΟΠΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ

- ΕΚΦΕ ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΩΝ
- ΕΚΦΕ ΗΛΙΟΥΠΟΛΗΣ
- ΕΚΦΕ Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ
- ΕΚΦΕ ΟΜΟΝΟΙΑΣ

ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

ΣΧΟΛΕΙΟ: _____

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ ΔΙΑΓΩΝΙΖΟΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ:

1) _____

2) _____

3) _____

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: _____

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Μέξα Θεοδώρα (Φυσικός, 5^ο ΓΕΛ Ζωγράφου)

Ευαγγελοπούλου Αναστασία (Φυσικός, 7^ο Γυμνάσιο Ηλιούπολης)

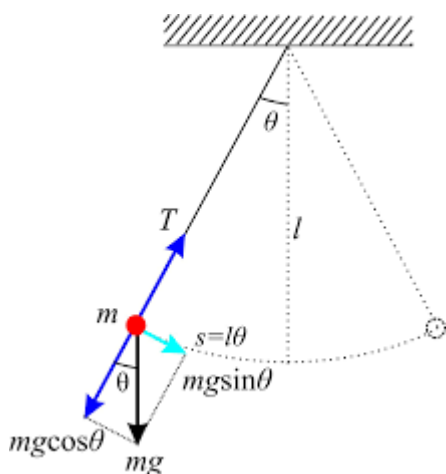
ΣΑΒΒΑΤΟ 14 - 12 - 2019

ΑΠΛΟ ΕΚΚΡΕΜΕΣ

... ή μήπως όχι;

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ:

Στη Φυσική απλό θεωρείται ένα ιδανικό σύστημα, το οποίο συνήθως δεν υπάρχει στην πραγματικότητα. Πρόκειται για απλουστευμένο μοντέλο, του οποίου οι πειραματικές τιμές



επιβεβαιώνουν με πολύ καλή προσέγγιση τα πραγματικά μοντέλα. Στην άσκηση αυτή θα διαπιστώσετε ποιες αποκλίσεις έχει από την πραγματικότητα ένα πολύ γνωστό μοντέλο της Φυσικής, το απλό ή μαθηματικό εκκρεμές. Στη συνέχεια θα εφαρμόσετε μια μέθοδο για παράκαμψη μιας συγκεκριμένης απόκλισης κατά την πειραματική εφαρμογή του στη μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g).

ΒΑΣΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ:

- ✓ Το απλό εκκρεμές είναι ένα ιδανικό σύστημα που αποτελείται από μια **σημειακή μάζα** m κρεμασμένη με ένα **αβαρές και μη εκτατό νήμα μήκους** l από ένα σταθερό σημείο. Στην κατακόρυφη θέση το εκκρεμές ισορροπεί, έχοντας την ελάχιστη δυναμική ενέργεια. Αν απομακρύνουμε το εκκρεμές κατά γωνία θ από τη θέση ισορροπίας και το αφήσουμε ελεύθερο, τότε αρχίζει να αιωρείται σε κατακόρυφο επίπεδο μεταξύ δύο ακραίων θέσεων. Αποδεικνύεται ότι αν η γωνία θ είναι πολύ μικρή (<10 μοίρες), τότε η αιώρηση του εκκρεμούς είναι απλή αρμονική ταλάντωση, της οποίας η περίοδος δίνεται από τη σχέση:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

Παρατηρούμε ότι η περίοδος T του εκκρεμούς είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του σώματος που κρεμάμε, αλλά εξαρτάται από το μήκος l και την επιτάχυνση της βαρύτητας, γεγονός που μας επιτρέπει μετρώντας την περίοδο και το μήκος του εκκρεμούς να υπολογίσουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας g .

- ✓ Το **κέντρο μάζας** για ένα στερεό σώμα είναι μια έννοια που χρησιμοποιείται για να απλουστεύσει τη μελέτη της κίνησής του. Κέντρο μάζας ενός σώματος ονομάζεται ένα υλικό σημείο στο οποίο θεωρούμε ότι είναι συγκεντρωμένη όλη η μάζα του σώματος, και στο οποίο εφαρμόζονται όλες οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα. Το κέντρο μάζας ενός σώματος συμπίπτει με το γεωμετρικό του κέντρο, μόνο αν το σώμα είναι ομογενές και συμμετρικό.

ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ:

Στην πραγματικότητα υπάρχουν τρία (τουλάχιστον) προβλήματα, εξαιτίας των οποίων οι προϋποθέσεις για ένα απλό εκκρεμές δεν ισχύουν απόλυτα:

- 1) το νήμα δεν είναι αβαρές
- 2) το σώμα που αναρτάται έχει διαστάσεις, άρα δεν είναι σημειακή μάζα (δηλ. μάζα συγκεντρωμένη σε ένα σημείο)
- 3) το σώμα φέρει επάνω του σύστημα ανάρτησης (κρίκο ή άγκιστρο), με αποτέλεσμα το κέντρο μάζας του να έχει μετατοπιστεί και να μην συμπίπτει με το γεωμετρικό του κέντρο.

Στο σημείο αυτό πρέπει να γίνει σαφές ποιο ακριβώς είναι το μήκος l που υπάρχει στη σχέση (1):

- Αν η μάζα είναι σημειακή, τότε μήκος l είναι η απόσταση του σημείου στήριξης του νήματος από το σημείο που βρίσκεται η μάζα.
- Αν η μάζα δεν είναι σημειακή, το μήκος l είναι η απόσταση του σημείου στήριξης από το κέντρο μάζας της σφαίρας.

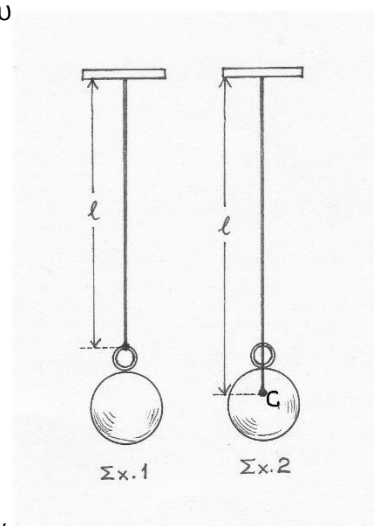
Είναι φανερό, επομένως, ότι το μήκος l δεν ταυτίζεται με το μήκος του νήματος.

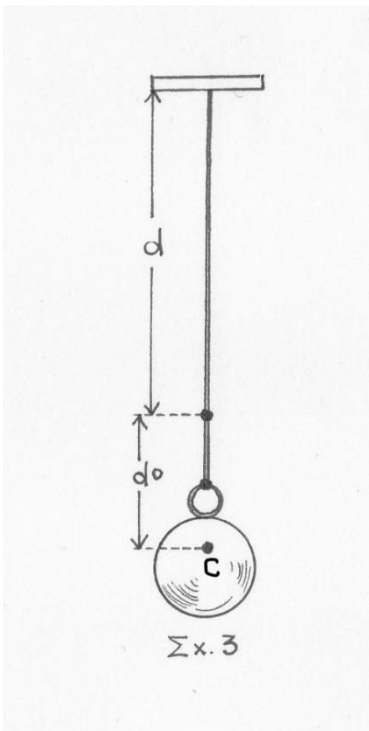
Ερώτηση: Στη διπλανή εικόνα, ποιο από τα δύο σχήματα απεικονίζει σωστά το μήκος l στη σχέση που δίνει την περίοδο του εκκρεμούς; (C είναι το κέντρο μάζας του σώματος)

Απάντηση:

Μπορούμε να προσεγγίσουμε το αβαρές νήμα χρησιμοποιώντας ελαφρύ

και ανθεκτικό νήμα, π.χ. από πετονιά. Η σημειακή μάζα μπορεί να προσεγγιστεί αν χρησιμοποιήσουμε μικρό ομογενές σφαιρίδιο. Ωστόσο, όποιο συμμετρικό σώμα και αν κρεμάσουμε, εξαιτίας του συστήματος ανάρτησης, το κέντρο μάζας μετατοπίζεται σε κάποια θέση που δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί. Άρα το μήκος l , όπως περιγράφηκε πιο πάνω, υπολογίζεται με σημαντική απόκλιση.





ΜΙΑ ΛΥΣΗ ΣΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ:

Μπορούμε να παρακάμψουμε το πρόβλημα αυτό, με τον ακόλουθο τρόπο:

Θεωρούμε ένα σταθερό σημείο πάνω στο νήμα κοντά στο σημείο που κρέμεται το σώμα, στο οποίο δημιουργούμε ένα σημάδι (π.χ. με μαρκαδόρο ή με ένα μικρό κόμπο). Αν d είναι η απόσταση του σημείου στήριξης από το σημάδι (η οποία μπορεί να μετρηθεί με ακρίβεια) και d_0 είναι η απόσταση του σημαδιού από το (άγνωστο) κέντρο μάζας (C) του σώματος (Σχ. 3), τότε σύμφωνα με τα προηγούμενα, το μήκος του εκκρεμούς είναι:

$$l = d + d_0 \quad (2)$$

Αντικαθιστούμε το l στην εξίσωση (1) και λύνουμε ως προς την μετρήσιμη απόσταση d :

$$d = \left(\frac{g}{4\pi^2}\right) T^2 - d_0 \quad (3)$$

Μετρώντας την περίοδο (T) για διάφορες τιμές της απόστασης d , μπορούμε να προσδιορίσουμε το g από την κλίση τη ευθείας $d = f(T^2)$:

$$k = \frac{g}{4\pi^2} \quad (4)$$

ΟΡΓΑΝΑ / ΥΛΙΚΑ:

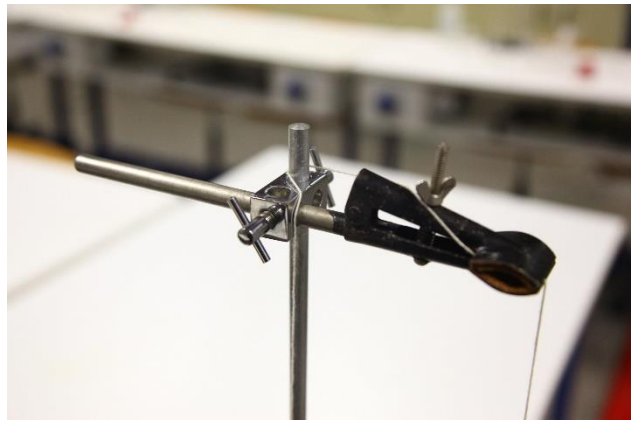
Η πειραματική διάταξη αποτελείται από :

- Χυτοσιδερένια βάση
- Σφιγκτήρα
- Ορθοστάτη
- Μεταλλικό σώμα που κρέμεται από σταθερό σημείο με ελαφρύ νήμα. Στο νήμα υπάρχει ήδη το σημάδι που αναφέρθηκε πιο πάνω. Η ανάρτηση δίνει τη δυνατότητα μεταβολής του μήκους του νήματος.
- Μετροταινία
- Μοιρογνωμόνιο
- Λαβίδα μεταλλική και σύνδεσμος (για τη στερέωση του νήματος)
- Χρονόμετρο ακριβείας

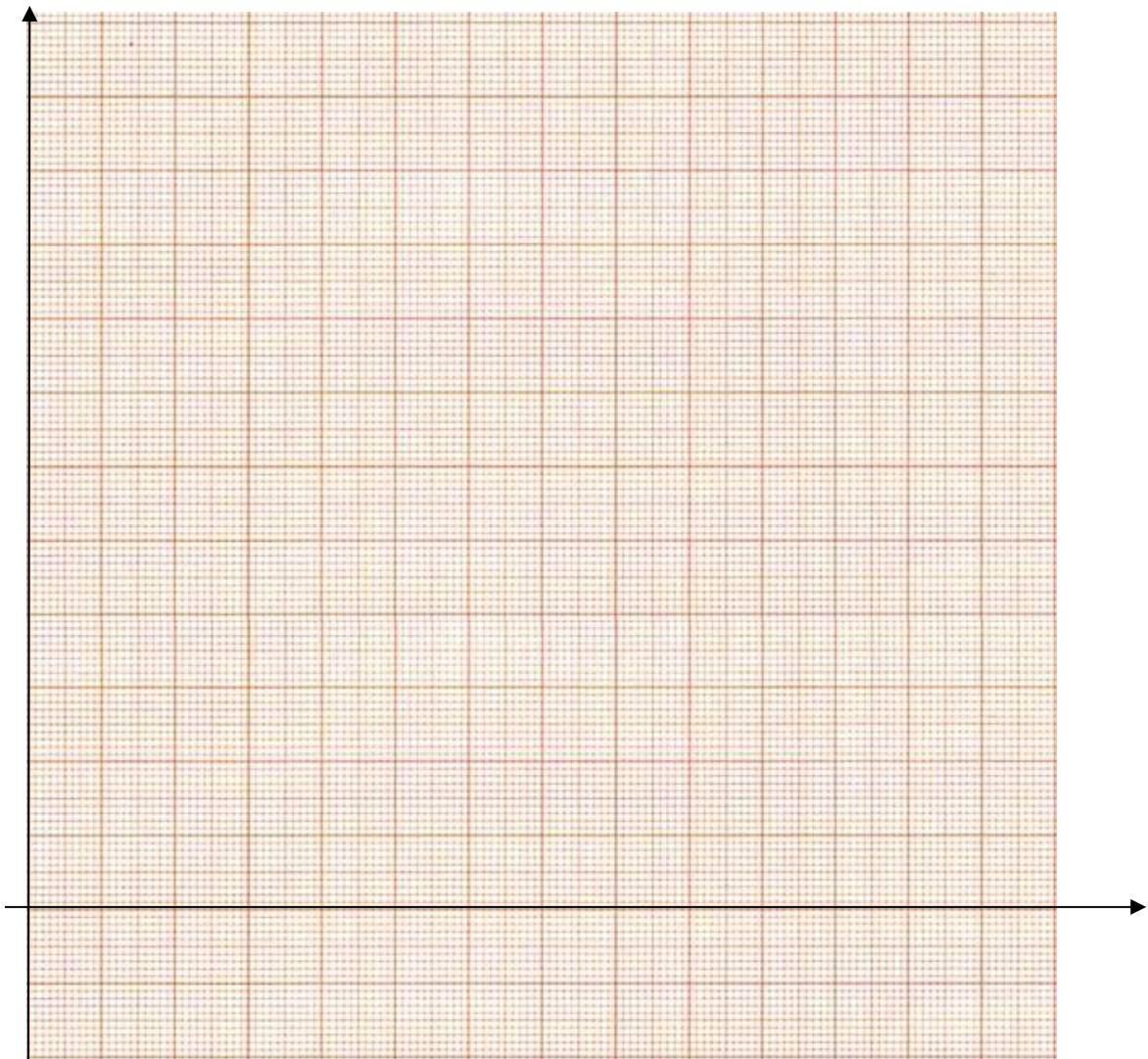


ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

1. Τυλίξτε το νήμα έτσι ώστε η απόσταση του σημαδιού από το σημείο στήριξης του νήματος (d) να είναι 10 cm και στερεώστε το με τη μεταλλική λαβίδα. Με τη βοήθεια του μοιρογνωμόνιου, απομακρύνετε το σώμα κατά μικρή γωνία θ ($<10^\circ$) από τη θέση ισορροπίας του. Μετρήστε το χρόνο 10 αιωρήσεων.
2. Επαναλάβετε τη διαδικασία για συνολικά 7 μετρήσεις, αυξάνοντας κάθε φορά το μήκος d σε 20, 35, 50, 65, 80 και 90 cm . Καταγράψτε τις μετρήσεις στον παρακάτω πίνακα και υπολογίστε το τετράγωνο της περιόδου (T^2) με δύο σημαντικά ψηφία.
3. Χαράξτε την ευθεία $d = f(T^2)$ στο μιλιμετρέ χαρτί και προεκτείνετε την μέχρι το σημείο τομής με τον άξονα yy' .
4. Υπολογίστε την κλίση κ της ευθείας. Στη συνέχεια υπολογίστε την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) από τη σχέση (4), με δύο σημαντικά ψηφία. Τέλος υπολογίστε την % απόκλιση της τιμής του g που βρήκατε από τη θεωρητική τιμή $g_0 = 9,81\text{ m/s}^2$ χρησιμοποιώντας τη σχέση: $\Delta g = \frac{|g - g_0|}{g_0} 100$
5. Όταν ολοκληρώσετε τις μετρήσεις σας, τοποθετήστε τα όργανα και τα υλικά στον πάγκο όπως τα βρήκατε.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ				
α/α	$d (m)$	$10T (s)$	$T (s)$	$T^2 (s^2)$
1	0,10			
2	0,20			
3	0,35			
4	0,50			
5	0,65			
6	0,80			
7	0,90			
κλίση $\kappa =$			$g =$	
			$\Delta g \% =$	



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1) Για τη μέτρηση της περιόδου, για ποιο λόγο μετράμε την περίοδο 10 πλήρων αιωρήσεων και όχι την περίοδο μιας πλήρους αιώρησης;
- 2) Ποια τιμή έχει η τεταγμένη στο σημείο τομής της ευθείας με τον άξονα yy' ; Ποιο είναι το φυσικό νόημα της τιμής αυτής;
- 3) Με τη βοήθεια της ευθείας που χαράξατε, βρείτε πόσο είναι το μήκος του εκκρεμούς που αντιστοιχεί σε περίοδο 2 s.
- 4) Το εκκρεμές της προηγούμενης ερώτησης ονομάζεται εκκρεμές δευτερολέπτων. Το 1672 ο Γάλλος αστρονόμος Ζαν Ρισέ, κατά τη διάρκεια μιας επιστημονικής αποστολής, πήγε από το Παρίσι στην πόλη Καγιέν της Γαλλικής Γουιιάνας κοντά στον Ισημερινό. Ο Ρισέ είχε μαζί του ένα ρολόι-εκκρεμές που είχε ρυθμιστεί στο Παρίσι να αιωρείται με περίοδο 2 δευτερολέπτων. Παρατηρώντας το εκκρεμές στην Καγιέν, ο Ρισέ έκανε μια απροσδόκητη ανακάλυψη: Το εκκρεμές του έχανε 2,5 min κάθε μέρα. Να εξηγήσετε γιατί συνέβη αυτό.

- 5) Το εκκρεμές από την εποχή του Γαλιλαίου χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του χρόνου. Δύο μαθητές μετρούν τη χρονική διάρκεια ενός φαινομένου, χρησιμοποιώντας ο πρώτος ένα εκκρεμές μήκους $l_1 = 25\text{cm}$ και ο δεύτερος ένα άλλο εκκρεμές μήκους $l_2 = 100\text{cm}$. Εάν το αποτέλεσμα της μέτρησης για τον πρώτο μαθητή είναι N ταλαντώσεις, το αποτέλεσμα για τον δεύτερο μαθητή θα είναι μεγαλύτερο, ίσο, ή μικρότερο από N ταλαντώσεις; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Καλή επιτυχία!

	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	ΜΟΝΑΔΕΣ
1	Συναρμολόγηση διάταξης	5
2	Εκτέλεση πειράματος (μικρή γωνία, μέτρηση χρόνου, αλλαγή μήκους, οπτική γωνία)	30
3	Συμπλήρωση πίνακα μετρήσεων	5
4	Χάραξη ευθείας	5
5	Κλίση	10
6	Υπολογισμός g	5
7	Απόκλιση %	5
8	Ερώτηση 1	5
9	Ερώτηση 2	5
10	Ερώτηση 3	5
11	Ερώτηση 4	5
12	Ερώτηση 5	5
13	Συνεργασία-Τακτοποίηση	10
	ΣΥΝΟΛΟ	100