



### ΟΔΗΓΙΕΣ:

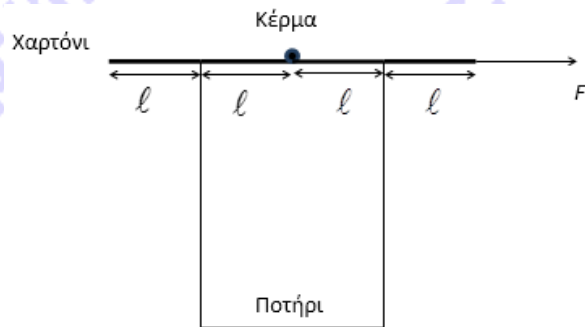
1. Οι απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα θα πρέπει να αναγραφούν στο **Φύλλο Απαντήσεων** που θα σας δοθεί χωριστά από τις εκφωνήσεις.
2. Η επεξεργασία των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε φύλλα Α4 ή σε τετράδιο που θα σας δοθεί. Τα υλικά αυτά θα παραδοθούν στο τέλος της εξέτασης μαζί με το **Φύλλο Απαντήσεων**.
3. Το γράφημα που ζητείται στο **Πειραματικό Μέρος** θα το σχεδιάσετε στο μιλιμετρέ χαρτί του **Φύλλου Απαντήσεων**.

### ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ:

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>

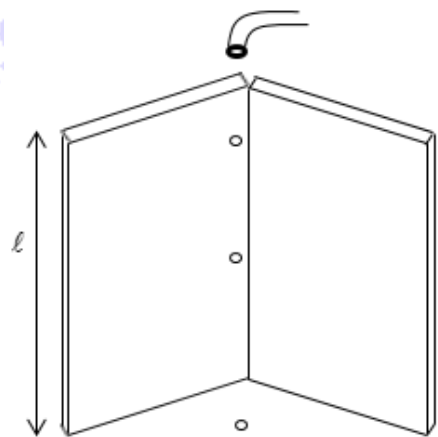
Πάνω σε ένα λείο ποτήρι βρίσκεται ένα χαρτόνι μάζας  $m=1/3$  kg συμμετρικά τοποθετημένο ως προς το στόμιο, και πάνω του, και στο κέντρο του στόμιου, τοποθετούμε ένα κέρμα μάζας  $M=10$  g, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Τραβάμε το άκρο του χαρτονιού ασκώντας οριζόντια δύναμη  $F=5$  N. Υπολογίστε τον ελάχιστο συντελεστή τριβής ολίσθησης  $\mu_{min}$  μεταξύ κέρματος και χαρτονιού ώστε οριακά το κέρμα να μην πέσει μέσα στο ποτήρι αλλά έξω από αυτό. Να θεωρήσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g=10$  m/s<sup>2</sup>. Μελετήστε μόνο την οριζόντια κίνηση του χαρτονιού (και του κέρματος) θεωρώντας ότι στον κατακόρυφο άξονα η ισορροπία του χαρτονιού έχει εξασφαλιστεί.

### ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>

Ο Λ. ντα Βίντσι περιγράφει στα σημειωματάριά του το ακόλουθο πείραμα μελέτης ελεύθερης πτώσης: Κάτω από μια βρύση από την οποία πέφτει νερό σε τακτά χρονικά διαστήματα με τη μορφή σταγόνων, τοποθετείται μια διάταξη αποτελούμενη από δύο σανίδες που κατά μήκος της μιας τους πλευράς αρθρώνονται όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το εσωτερικό μέρος των σανίδων επενδύεται με απορροφητικό χαρτί, με





**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Α' Λυκείου**

11/03/2017

αποτέλεσμα, όταν κάποια στιγμή οι σανίδες κλείσουν απότομα, οι θέσεις των σταγόνων αποτυπώνονται στο χαρτί.

Ας υποθέσουμε ότι σε κάποιο πείραμα το κατακόρυφο μήκος των σανίδων είναι ίσο με  $\ell = 1 \text{ m}$  και ότι η βρύση στάζει με τέτοιο τρόπο και βρίσκεται σε τέτοιο ύψος ώστε όταν μια σταγόνα ξεκινά την πτώση της, μία άλλη εισέρχεται στο πάνω μέρος της διάταξης των δύο σανίδων, τρεις ακόμη βρίσκονται μεταξύ των δύο σανίδων, και μια έκτη σταγόνα εξέρχεται από τη διάταξη των δύο σανίδων. Να υπολογίσετε το πλήθος  $N$  των σταγόνων που φεύγουν από τη βρύση σε κάθε δευτερόλεπτο καθώς και σε ποια απόσταση  $s$  από το πάνω μέρος της διάταξης βρίσκεται το στόμιο της βρύσης. Θεωρήστε την επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  και την αντίσταση του αέρα αμελητέα.

**ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>**

*Αγαπητή μαθήτριά / αγαπητέ μαθητή*

*το ακόλουθο θέμα αναφέρεται σε μια ενότητα της Φυσικής που είναι ενδεχομένως άγνωστη σε σένα. Επισημαίνουμε όμως ότι η εκφώνηση περιλαμβάνει όλη την απαιτούμενη πληροφορία που θα χρειαστείς, ώστε να καταφέρεις να απαντήσεις στα ερωτήματα. Σε καλούμε λοιπόν να εργαστείς σαν Επιστήμονας που μελετά, συγκεντρώνει, συνδυάζει και οργανώνει όλα τα διαθέσιμα δεδομένα, για να μελετήσει ένα φαινόμενο, να χρησιμοποιήσει ένα θεωρητικό μοντέλο, να καταλήξει σε συμπεράσματα.*

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής προκαλεί καθημερινά προβλήματα στους ανθρώπους. Ένα από αυτά είναι η ηχορύπανση. Για τη μέτρηση της στάθμης της έντασης  $L$  ενός ήχου χρησιμοποιείται η κλίμακα ντεσιμπέλ (decibel, dB). Τα μηδέν ντεσιμπέλ (dB) αντιστοιχούν σε ήχο που μόλις ακούγεται, ενώ ήχος 120dB προκαλεί πόνο στα αυτιά. Ογδόντα πέντε ντεσιμπέλ (85 dB) είναι το επίπεδο πάνω από το οποίο συνιστάται προστασία της ακοής, για να αποφευχθεί η απώλεια της από τις σωρευτικές (με την πάροδο του χρόνου) επιπτώσεις της έκθεσης σε ήχους.

Προκειμένου να διερευνήσουμε το πρόβλημα της ηχορύπανσης, απαιτείται να υπολογίσουμε τα dB που δεχόμαστε κατά την έκθεσή μας σε πολλαπλές ηχητικές πηγές.

[Ο ορισμός του dB δίνεται από έναν περίπλοκο μαθηματικό τύπο. Έτσι, οι επιστήμονες και οι τεχνικοί έχουν αναπτύξει προσεγγιστικούς τρόπους για να υπολογίζουν τα dB του ήχου που προκύπτουν ως άθροισμα των dB των επιμέρους ηχητικών κυμάτων.]

**Σενάριο**



Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Α' Λυκείου

11/03/2017

Ο οδηγός ενός αυτοκινήτου ακούει ήχο από άλλο αυτοκίνητο με ένταση  $L_1=80,2$  dB. Ταυτόχρονα το ραδιόφωνο του αυτοκινήτου εκπέμπει ήχο με ένταση  $L_2=75,6$  dB.



Η συνολική ένταση του ήχου ( $L$ ), όταν αυτός έχει κάποια χαρακτηριστικά, τα οποία διαθέτουν οι ήχοι που μελετάμε εδώ, είναι το «άθροισμα» των επιμέρους εντάσεων  $L=L_1 \oplus L_2$ . Πρόκειται για μια *ιδιόμορφη* πρόσθεση, που βασίζεται σε συμβάσεις των επιστημόνων και των τεχνικών, οι οποίες περιγράφονται με τους τρεις παρακάτω τρόπους:

1<sup>ος</sup> προσεγγιστικός τρόπος: Το «άθροισμα» δίνεται από τον τύπο  $L = L_1 \oplus L_2 = L_{\max} + C$

Δηλαδή, για να βρείτε το άθροισμα των dB των δύο κυμάτων επιλέγετε την μέγιστη τιμή ( $L_{\max}$ ) από τις  $L_1$  και  $L_2$  και σε αυτήν προσθέτετε μια σταθερά  $C$  που δίνεται από τον παρακάτω πίνακα.

Σταθερά  $C$

$C=3$ , αν οι διαφορές των ήχων είναι από 0 έως 1dB

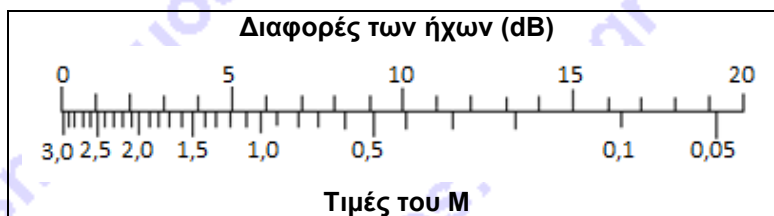
$C=2$ , αν οι διαφορές των ήχων είναι από 2dB έως 3dB

$C=1$ , αν οι διαφορές των ήχων είναι από 4dB έως 9dB

$C=0$ , αν οι διαφορές των ήχων είναι μεγαλύτερες των 10dB

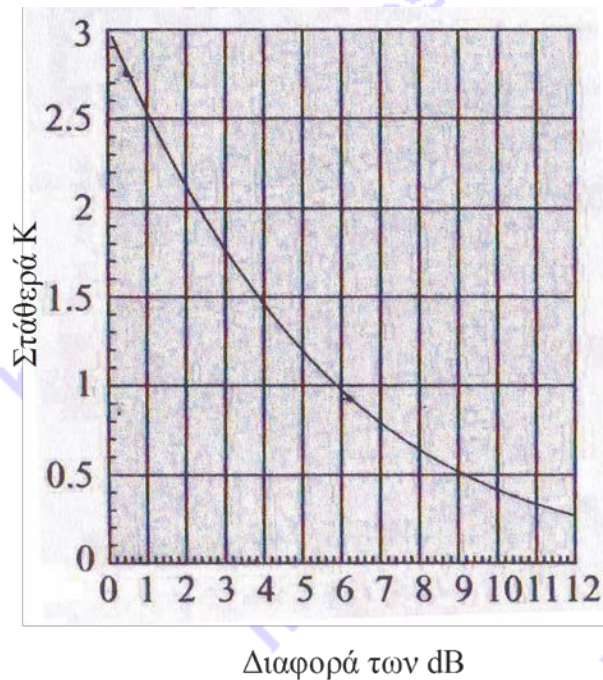
2<sup>ος</sup> προσεγγιστικός τρόπος: Η πρόσθεση δίνεται από τον τύπο  $L = L_1 \oplus L_2 = L_{\max} + M$ .

Το  $L_{\max}$  παριστάνει και πάλι τον μέγιστο ήχο σε dB. Η σταθερά  $M$  υπολογίζεται από το παρακάτω σχήμα:



3<sup>ος</sup> προσεγγιστικός τρόπος: Η πρόσθεση δίνεται από τον τύπο  $L = L_1 \oplus L_2 = L_{\max} + K$ .

Το  $L_{\max}$  παριστάνει και πάλι τον μέγιστο ήχο σε dB. Η σταθερά  $K$  υπολογίζεται από το παρακάτω σχήμα.

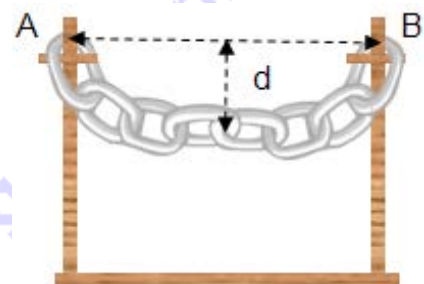


Γ.1. Να υπολογίσετε τη συνολική ένταση του ήχου  $L_{ολ}$  με βάση: (α) τον 1<sup>ο</sup> προσεγγιστικό τρόπο (β) τον 2<sup>ο</sup> προσεγγιστικό τρόπο (γ) 3<sup>ο</sup> προσεγγιστικό τρόπο.

Γ.2. Να υπολογίσετε, με τον πρώτο προσεγγιστικό τρόπο, την ελάχιστη ένταση ήχου  $L_{min}$  του ραδιοφώνου ώστε ο οδηγός να ακούει ήχο στην μέγιστη δυνατή ένταση, χωρίς να απαιτείται προστασία της ακοής του.

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Μία αλυσίδα εξαρτάται από δύο κατακόρυφα υποστηρίγματα όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η αλυσίδα αποτελείται από ακέραιο αριθμό πανομοιότυπων κρίκων. Ο κάθε κρίκος ζυγίζει 45 g και η μέτρηση της μάζας της αλυσίδας γίνεται κάθε φορά με ζυγό ακρίβειας 1g. Η αβεβαιότητα στη μέτρηση της μάζας (σφάλμα μέτρησης της μάζας) της αλυσίδας απεικονίζεται στην στήλη  $\delta M$ , στον πίνακα μετρήσεων που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων. Το μήκος της αλυσίδας μπορεί να αυξηθεί, προσθέτοντας ίδιους κρίκους. Πραγματοποιώντας το πείραμα, μια ομάδα μαθητών της Α' Λυκείου θέλει να διερευνήσει τη μαθηματική σχέση της απόστασης μεταξύ του μέσου της αλυσίδας από το ευθύγραμμο τμήμα AB (που την συμβολίζουν με  $d$ ) και της μάζας της αλυσίδας (που τη συμβολίζουν με  $M$ ). Σε κάθε δοκιμή οι μαθητές προσθέτουν κρίκους, αλλάζοντας έτσι το μήκος της







**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Α' Λυκείου**

11/03/2017

αλυσίδας και στη συνέχεια αφού προσαρμόσουν την αλυσίδα στα σημεία Α και Β μετρούν με μετροταινία το  $d$ . Στο πλαίσιο του πειράματος πραγματοποιούν δεκατέσσερις δοκιμές, τα αποτελέσματα των οποίων απεικονίζονται στον πίνακα μετρήσεων. Η αβεβαιότητα στη μέτρηση του  $d$ , λόγω πειραματικών σφαλμάτων, απεικονίζεται επίσης στον πίνακα μετρήσεων.

**Δ.1.** Αξιοποιώντας τα δεδομένα συμπληρώστε (στο Φύλλο Απαντήσεων) τη στήλη του πίνακα μετρήσεων που αναφέρεται στη μάζα της αλυσίδας.

**Δ.2.** Σε κατάλληλα βαθμολογημένους άξονες να αποτυπώσετε (στο μιλιμετρέ χαρτί που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων) τις μετρήσεις της απόστασης  $d$  και της μάζας της αλυσίδας  $M$ , που έλαβε η ομάδα των μαθητών, καθώς επίσης και τις αβεβαιότητες τους, όπου αυτό είναι εφικτό σύμφωνα με την κλίμακα που επιλέξατε. Στη συνέχεια να χαράξετε τη βέλτιστη πειραματική καμπύλη διαμέσου των πειραματικών σημείων.

**Δ.3.** Σύμφωνα με το γράφημα που κατασκευάσατε, αιτιολογήστε γιατί η σχέση μεταξύ της απόστασης  $d$  και της μάζας της αλυσίδας,  $M$  δεν είναι γραμμική (Σημείωση: Γραμμική σημαίνει της μορφής  $y = a \cdot x + \beta$ ).

**Δ.4.** Με βάση τα πειραματικά δεδομένα να εκτιμήσετε τον αριθμό  $N$  των κρίκων που αποτελούν την αλυσίδα όταν αυτή είναι πρακτικά οριζόντια, μεταξύ των κατακόρυφων υποστηριγμάτων.

**Δ.5.** Ένας μαθητής της ομάδας ισχυρίζεται ότι: «Σύμφωνα με τις μετρήσεις που λάβαμε η απόσταση  $d$  έχει γραμμική σχέση με την τετραγωνική ρίζα της μάζας της αλυσίδας,  $\sqrt{M}$ ». Να ελέγξετε την ορθότητα του ισχυρισμού του.

**Καλή Επιτυχία**



Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Α' Λυκείου

11/03/2017

Όνομα και Επώνυμο:

Όνομα Πατέρα: ..... Όνομα Μητέρας: .....

Σχολείο: ..... Τάξη / Τμήμα: .....

Εξεταστικό Κέντρο: .....

## ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>

$$\mu_{min} = \dots$$

#### ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>

$$N = \dots \quad s = \dots$$

#### ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>

##### Γ.1.

$$(\alpha) 1^{\text{ος}} \text{ τρόπος: } L_{o\lambda} = \dots$$

$$(\beta) 2^{\text{ος}} \text{ τρόπος: } L_{o\lambda} = \dots$$

$$(\gamma) 3^{\text{ος}} \text{ τρόπος: } L_{o\lambda} = \dots$$

##### Γ.2.

$$L_{min} = \dots$$



Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Α' Λυκείου

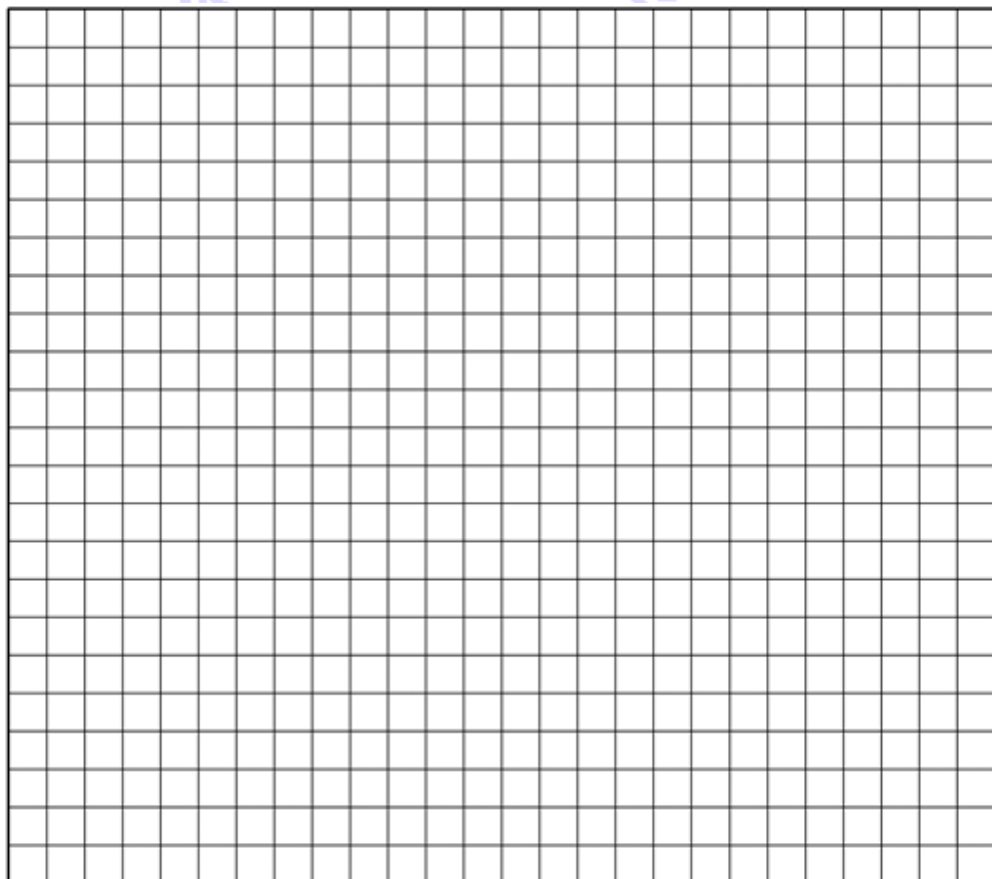
11/03/2017

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Δ.1.

A/A	d (m)	Αριθμός κρίκων	M (kg)	$\delta d$ (m)	$\delta M$ (Kg)	
Δοκιμή 1	0,08	11		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 2	0,18	13		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 3	0,25	15		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 4	0,31	17		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 5	0,37	19		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 6	0,43	21		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 7	0,48	23		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 8	0,54	25		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 9	0,58	27		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 10	0,64	29		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 11	0,69	31		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 12	0,74	33		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 13	0,77	35		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	
Δοκιμή 14	0,8	37		$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	

Δ.2.





**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Α' Λυκείου**

11/03/2017

**Δ.3.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Δ.4.**

$N =$

**Δ.5.**

---

---

---

---

---

---

---

---





Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Β' Λυκείου

11/03/2017

**ΟΔΗΓΙΕΣ:**

1. Οι απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα θα πρέπει να αναγραφούν στο **Φύλλο Απαντήσεων** που θα σας δοθεί χωριστά από τις εκφωνήσεις.
2. Η επεξεργασία των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε φύλλα Α4 ή σε τετράδιο που θα σας δοθεί. Τα υλικά αυτά θα παραδοθούν στο τέλος της εξέτασης μαζί με το **Φύλλο Απαντήσεων**.
3. Τα γραφήματα που ζητούνται στο **Τρίτο Θέμα** και στο **Πειραματικό Μέρος** θα τα σχεδιάσετε στο μιλιμετρέ χαρτί του **Φύλλου Απαντήσεων**.

**ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ:**

**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

**ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>**

**A.1.** Ένα σύρμα έχει αντίσταση  $R=10 \Omega$ . Όταν το διπλώσουμε στη μέση και το συνδέσουμε σε ένα κύκλωμα από τα νέα του άκρα, η αντίστασή του γίνεται:

α.  $20 \Omega$  , β.  $5 \Omega$  , γ.  $5/2 \Omega$  , δ.  $1/5 \Omega$

**A.2.** Κινούμενοι εντός του ηλεκτρικού πεδίου που παράγεται από ένα ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο διαπιστώνουμε ότι αυξάνεται η τιμή του δυναμικού. Αυτό σημαίνει ότι η κίνηση γίνεται:

- α. κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής προσεγγίζοντας το φορτίο
- β. κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής απομακρυνόμενοι από το φορτίο
- γ. σε περιφέρεια κύκλου με κέντρο το φορτίο
- δ. κατά άγνωστη κατεύθυνση

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**A.3.** Δύο ηλεκτρικά αγώγιμες σφαίρες απέχουν μεταξύ τους απόσταση που είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με τις ακτίνες τους. Η πρώτη σφαίρα έχει ακτίνα  $0,1 \text{ m}$  και το ηλεκτρικό φορτίο στην επιφάνεια της είναι ίσο με  $Q_1 = 2\mu\text{C}$ . Η δεύτερη σφαίρα έχει ακτίνα  $0,15 \text{ m}$  και είναι ηλεκτρικά ουδέτερη ( $Q_2 = 0$ ). Συνδέουμε τις σφαίρες με πάρα πολύ λεπτό αγώγιμο σύρμα κατάλληλου μήκους, οπότε το φορτίο ανακατανέμεται. Μετά την ολοκλήρωση της ανακατανομής, το σύρμα παραμένει αφόρτιστο. Να υπολογίσετε τα τελικά ηλεκτρικά φορτία  $Q'_1$  και  $Q'_2$  κάθε σφαίρας.

Δίνεται ότι το δυναμικό σε επιφάνεια σφαίρας υπολογίζεται από τον τύπο:  $V = k \frac{Q}{R}$ , όπου  $k$  η ηλεκτρική σταθερά,  $Q$  το ηλεκτρικό φορτίο στην επιφάνεια της και  $R$  η ακτίνα της.

**ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>**

Σώμα μάζας  $m = 1 \text{ kg}$ , δεμένο σε αβαρές και ανελαστικό νήμα, εκτελεί κυκλική κίνηση ακτίνας  $R = 1,6 \text{ m}$  σε κατακόρυφο επίπεδο με φορά ίδια με αυτήν των δεικτών του ρολογιού. Οι αντιστάσεις του αέρα θεωρούνται αμελητέες. Στο κατώτερο σημείο της



Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Β' Λυκείου

11/03/2017

τροχιάς του που βρίσκεται στο έδαφος έχει ταχύτητα  $v' = 10 \text{ m/s}$ . Όταν το σώμα φτάσει στο ανώτερο σημείο της τροχιάς του διασπάται σε δύο κομμάτια ίσων μαζών  $m/2$ , ενώ ταυτόχρονα παύει να είναι δεμένο στο νήμα. Το ένα κομμάτι κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα μέτρου  $v_1$ , ενώ το άλλο κινείται προς τα αριστερά με ταχύτητα μέτρου  $v_2$ . Τα δύο κομμάτια πέφτουν στο έδαφος σε απόσταση  $8R$  μεταξύ τους.

**B.1.** Αν η επιτάχυνση της βαρύτητας θεωρηθεί ίση με  $g=10 \text{ m/s}^2$ , βρείτε τις ταχύτητες  $v_1$  και  $v_2$ .

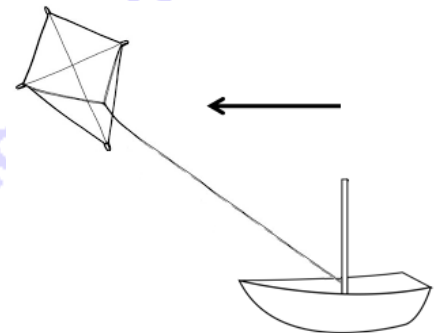
**B.2.** Βρείτε το πηλίκο της τάσης του νήματος  $T$  προς τη μάζα  $m$  στο ανώτερο σημείο της τροχιάς του σώματος ακριβώς πριν τη διάσπαση.

### ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>

Η εποχή των ιστίων επιστρέφει στους ωκεανούς χάρη σε μια ευφάνταστη προσπάθεια για να μειωθούν στις ανοιχτές θάλασσες οι εκπομπές καυσαερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Γερμανοί μηχανικοί επινόησαν έναν τρόπο ρυμούλκησης εμπορικών πλοίων από τεράστιους, καθοδηγούμενους από κομπούτερ αετούς, που είναι γνωστοί με την ονομασία Skysails (ουράνια ιστία) και εκμεταλλεύονται τους ανέμους του ωκεανού.

«Σηματοδοτεί την αρχή μιας επανάστασης στον τρόπο με τον οποίο κινούνται τα πλοία», λέει ο Στέφαν Βράγκε, ο άνθρωπος που επινόησε τα Skysails. «Υπολογίζουμε ότι τα ιστία μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμου κατά 30% ως 50%, ανάλογα με τους ανέμους που πνέουν. Το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί σε περίπου 60.000 από τα 100.000 σκάφη που είναι καταγεγραμμένα στον κατάλογο των Λόιντς. Φορτηγά, δεξαμενόπλοια- όλα μπορούν να επωφεληθούν από τα ιπτάμενα ιστία». Αν πραγματοποιήσει το όνειρό του να εξοπλίσει τον παγκόσμιο στόλο, ο κ. Βράγκε υπολογίζει ότι τα ιστία του θα μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 142 εκατομμύρια τόνους ετησίως, ποσότητα αντίστοιχη του 15% των συνολικών εκπομπών της Γερμανίας (Πηγή: Εφημερίδα ΤΑ ΝΕΑ)



Ένα φορτηγό πλοίο χρησιμοποιεί ένα τέτοιο ουράνιο ιστίο που, μαζί με τις μηχανές του, υποβοηθά την πλεύση. Η τάση του συρματόσχοινου (στο παρόν πρόβλημα να το θεωρήσετε αβαρές νήμα), που συνδέει το ιστίο με το πλοίο, είναι  $300 \text{ kN}$  και σχηματίζει γωνία  $37^\circ$  με την επιφάνεια της θάλασσας. Το πλοίο κινείται με σταθερή ταχύτητα  $15,5 \text{ nm/h}$  (nautical miles per hour = ναυτικά μίλια ανά ώρα) όταν οι μηχανές του λειτουργούν αποδίδοντας ισχύ  $3,6 \text{ MW}$ .

**Γ.1.** Να υπολογίσετε το ποσοστό  $\Pi$  της συνολικής ισχύος που προσφέρει το ιστίο σε σχέση με αυτήν που απαιτεί το φορτηγό πλοίο για να κινηθεί με σταθερή ταχύτητα  $15,5 \text{ nm/h}$ .



**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Β' Λυκείου**

11/03/2017

Κάποια στιγμή το ιστίο κατεβαίνει και δεν ασκεί πλέον δύναμη στο πλοίο. Θεωρείστε ότι η συνολική δύναμη που αντιτίθεται στην κίνηση του πλοίου έχει την ίδια διεύθυνση με την ταχύτητα  $v$  του πλοίου και μέτρο:

$$F = k \cdot v^2, \text{ όπου } k \text{ κατάλληλη σταθερά.}$$

**Γ.2.** Αν οι μηχανές συνεχίζουν να αποδίδουν ωφέλιμη ισχύ  $3,6\text{MW}$ , να υπολογίσετε τη νέα τιμή  $v_2$  της ταχύτητας του πλοίου. Υποθέστε ότι η σταθερά  $k$  είναι ίδια είτε στο πλοίο ασκείται δύναμη από το ιστίο, είτε όχι.

**Γ.3.** Στη συνέχεια το πλοίο σβήνει τις μηχανές, με αποτέλεσμα η ταχύτητά του πρακτικά να μηδενιστεί μετά από  $10 \text{ min}$ .

- Να υπολογίσετε την απόσταση  $\Delta x$  που διένυσε το πλοίο έως ότου ακινητοποιηθεί, στην περίπτωση που η επιτάχυνσή του θεωρηθεί σταθερή.
- Στην πραγματικότητα είναι αδύνατο η επιτάχυνση να είναι σταθερή καθώς δίνεται ότι η δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση του πλοίου εξαρτάται από την ταχύτητα του. Να σχεδιάσετε ποιοτικά τη γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου μετά τη χρονική στιγμή όπου το πλοίο σβήνει τις μηχανές του, στο ίδιο διάγραμμα, τόσο σε πραγματικές συνθήκες όσο και στην περίπτωση του ερωτήματος i) όπου η επιτάχυνση θεωρήθηκε σταθερή. Αντλώντας πληροφορίες από το διάγραμμα, να εκτιμήσετε αν η απόσταση που διανύει το πλοίο μέχρι να σταματήσει, είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση από την απόσταση που υπολογίσατε στην περίπτωση που η επιτάχυνση θεωρήθηκε σταθερή.

**Γ.4.** Στο κατάστρωμα του πλοίου υπάρχουν επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση νερού. Να υπολογίσετε την ισχύ ανά μονάδα επιφάνειας  $P_{\text{απορ}}$  που απορροφάται από τους ηλιακούς συλλέκτες σε μία ηλιόλουστη ημέρα, όταν η Ήλιος βρίσκεται ακριβώς πάνω από το πλοίο.

Δίνονται:

$$1 \text{ nm (ναυτικό μίλι)} = 1852 \text{ m}, \text{ συν} 37^\circ \cong 0,8, \text{ M (Mega)} = 10^6, \text{ k (kilo)} = 10^3$$

$$\text{η ακτινοβολούσα ισχύς του Ήλιου } P_s = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W},$$

$$\text{η μέση απόσταση Γης-Ήλιου ίση με } 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m},$$

το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που ανακλάται από τους ηλιακούς συλλέκτες πίσω στην ατμόσφαιρα ίσο με  $30\%$ ,

$$\text{και το εμβαδό επιφάνειας σφαίρας ακτίνας } R \text{ υπολογίζεται από τον τύπο, } A = 4 \cdot \pi \cdot R^2.$$

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Δύο μαθήτριες της Β Λυκείου, η Αθηνά και η Αφροδίτη σχεδιάζουν ένα πείραμα προκειμένου να διερευνήσουν την επίδραση του χρώματος στην απορρόφηση θερμότητας. Αναμιγνύουν μαύρη και λευκή μπογιά σε διαφορετικές αναλογίες για να δημιουργήσουν



Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Β' Λυκείου

11/03/2017

αποχρώσεις του γκρι. Πέντε όμοια μεταλλικά δοχεία βάφονται σε διαφορετικές αποχρώσεις του γκρι όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



10% μαύρη μπογιά



30% μαύρη μπογιά



50% μαύρη μπογιά



70% μαύρη μπογιά



90% μαύρη μπογιά

Αρχικά, η Αθηνά και η Αφροδίτη τοποθετούν σε κάθε δοχείο την ίδια ποσότητα νερού ίδιας θερμοκρασίας. Στη συνέχεια, τοποθετούν τα δοχεία κάτω από έναν λαμπτήρα πυρακτώσεως ώστε κάθε δοχείο να βρίσκεται στην ίδια απόσταση από αυτόν. Μετά από μία ώρα μετρούν την θερμοκρασία του νερού σε κάθε ένα δοχείο.

Στον πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Με  $\mu$  συμβολίζουμε το επί τοις εκατό ποσοστό (%) μαύρου χρώματος στην μπογιά και με  $T$  τη θερμοκρασία του νερού στο δοχείο που μέτρησαν οι μαθήτριες. Η αβεβαιότητα στη μέτρηση της θερμοκρασίας (σφάλμα μέτρησης) σε κάθε μέτρηση που πραγματοποίησαν οι μαθήτριες είναι  $\delta T = \pm 1^\circ\text{C}$ .

$\mu$ (%)	10	30	50	70	90
$T$ ( $^\circ\text{C}$ )	14	21	26	30	33

Οι μαθήτριες επεξεργάζονται τα αποτελέσματα ξεχωριστά η κάθε μία, προκειμένου να προτείνουν τη μορφή ενός εμπειρικού νόμου που περιγράφει τη σχέση της θερμοκρασίας του νερού  $T$  συναρτήσεως του επί τοις εκατό ποσοστού μαύρου χρώματος  $\mu$ . Η Αθηνά κρίνει ότι ο νόμος έχει τη μορφή  $T = \alpha \cdot \mu + \beta$ , ενώ η Αφροδίτη προτείνει τη μορφή  $T = \kappa \cdot \sqrt{\mu} + \lambda$ . Τα  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$  και  $\lambda$  είναι κατάλληλοι συντελεστές.

**Δ.1.** Να προσδιορίσετε τις μονάδες μέτρησης καθενός από τους παραπάνω συντελεστές και να υπολογίσετε το σχετικό σφάλμα στη μέτρηση της θερμοκρασίας για τις περιπτώσεις όπου τα επί τοις εκατό ποσοστά μαύρου χρώματος είναι  $\mu = 10\%$  και  $\mu = 90\%$ , αντίστοιχα. Να σχολιάσετε τα αποτελέσματα.

**Δ.2.** Στο Φύλλο Απαντήσεων σας δίνονται δύο φύλλα μιλιμετρέ. Στο ένα φύλλο να κάνετε το διάγραμμα της θερμοκρασίας  $T$  συναρτήσεως του  $\mu$  και να χαράξετε την βέλτιστη πειραματική καμπύλη σύμφωνα με την πρόταση της Αθηνάς. Αφού συμπληρώσετε κατάλληλα τον πίνακα μετρήσεων που σας δίνεται, στο δεύτερο φύλλο μιλιμετρέ να κάνετε διάγραμμα της θερμοκρασίας  $T$  συναρτήσεως του  $\sqrt{\mu}$  και να χαράξετε την βέλτιστη πειραματική καμπύλη σύμφωνα με την πρόταση της Αφροδίτης. Και στα δύο διαγράμματα να σημειώσετε την αβεβαιότητα στη μέτρηση της θερμοκρασίας (σφάλμα μέτρησης) όπου αυτό είναι εφικτό σύμφωνα με την κλίμακα που επιλέξατε.





**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Β' Λυκείου**

11/03/2017

**Δ.3.** Με βάση τα διαγράμματα που κατασκευάσατε, να επιλέξετε το καλύτερο από τα δύο μοντέλα και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

**Δ.4.** Από το διάγραμμα που επιλέξατε, να υπολογίσετε την τιμή της θερμοκρασίας  $\theta_{N\lambda}$  του νερού σε ένα κουτί που θα ήταν βαμμένο μόνο με λευκή μπογιά και την τιμή της θερμοκρασίας  $\theta_{N60}$  σε ένα κουτί βαμμένο με ποσοστό μαύρου χρώματος 60%.

Δίνεται ο τύπος του σχετικού σφάλματος, που αποτελεί κριτήριο για το εάν ένα πειραματικό σφάλμα είναι μικρό ή μεγάλο, το οποίο είναι καθαρός αριθμός και συνήθως εκφράζεται ως ποσοστό:

$$\eta = \frac{\delta\chi}{\chi} \cdot 100\%,$$

όπου  $\chi$  η τιμή που μεγέθους που μετράται και  $\delta\chi$  η αβεβαιότητα της (σφάλμα μέτρησης).

**Καλή Επιτυχία**





Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Β' Λυκείου

11/03/2017

Όνομα και Επώνυμο: .....  
Όνομα Πατέρα: ..... Όνομα Μητέρας: .....  
Σχολείο: ..... Τάξη / Τμήμα: .....  
Εξεταστικό Κέντρο: .....

## ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>

A.1. Ορθή είναι η επιλογή .....

A.2. Ορθή είναι η επιλογή .....

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

---

---

---

A.3.  $Q'_1 =$  .....  $Q'_2 =$  .....

#### ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>

B.1.  $v_1 =$  .....  $v_2 =$  .....

B.2.  $\frac{T}{m} =$  .....

#### ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>

Γ.1.

Γ.2.

Γ.3.

$\Pi =$  .....

$v_2 =$  .....

$\Delta\chi =$  .....

(χώρος για το γράφημα στην επόμενη σελίδα)



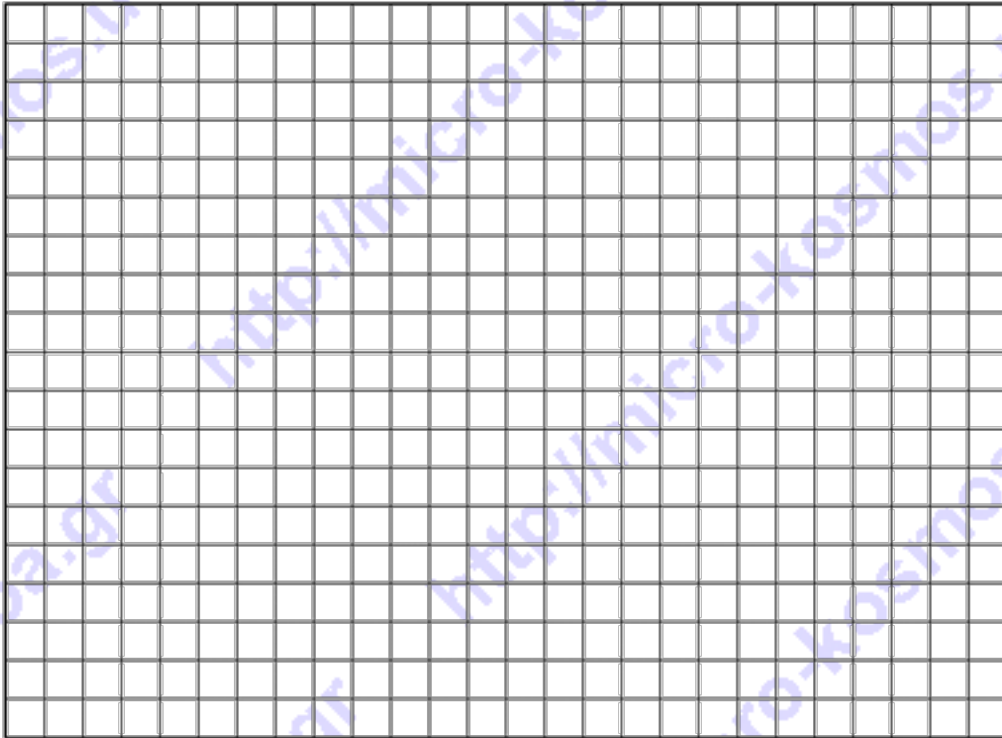
Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Β' Λυκείου

11/03/2017



ΕΚΤΙΜΗΣΗ

---

---

---

Γ.4.

$R_{\text{απορ}} =$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Δ.1.

Μονάδες μέτρησης: α:..... , β: ..... , κ: ..... , λ: .....

μ (%)	Σχετικό σφάλμα
10	
90	



**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**

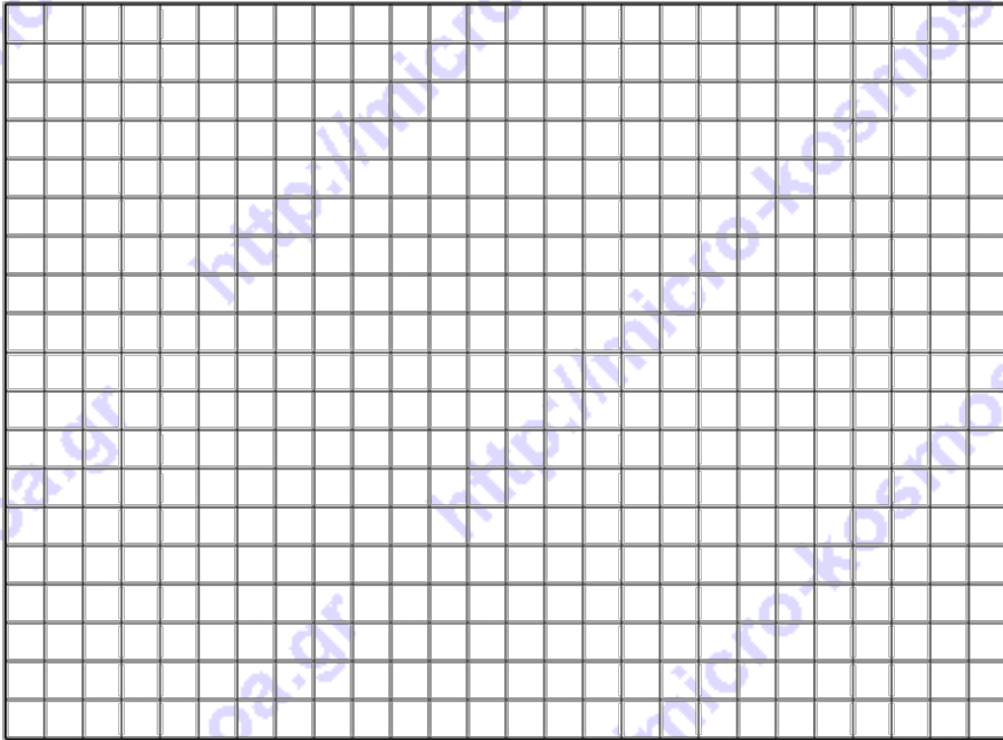


Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

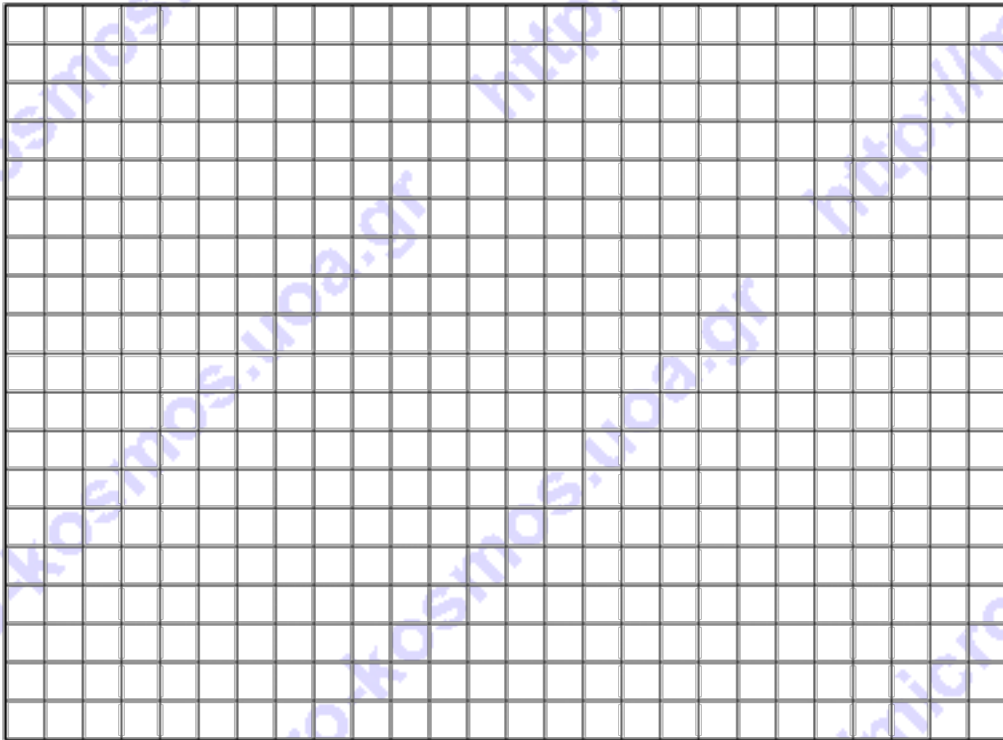
**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Β' Λυκείου**

11/03/2017

Δ.2.



Πρόταση Αθηνάς





Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Β' Λυκείου

11/03/2017

Πρόταση Αφροδίτης

(ο πίνακας μετρήσεων, που πρέπει να συμπληρώσετε, βρίσκεται στην επόμενη σελίδα)

$\mu$ (%)	10	30	50	70	90
$T$ (°C)	14	21	26	30	33
$\sqrt{\mu}$					

Δ.3.

ΚΑΛΥΤΕΡΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

---

---

---

---

---

---

---

Δ.4.

$$\theta_{N\lambda} = \quad \dots \quad \theta_{N60} = \quad \dots$$



Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου

11/03/2017

**ΟΔΗΓΙΕΣ:**

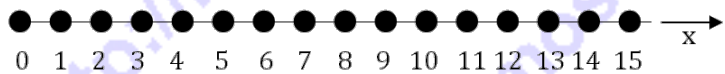
1. Οι απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα θα πρέπει να αναγραφούν στο **Φύλλο Απαντήσεων** που θα σας δοθεί χωριστά από τις εκφωνήσεις.
2. Η επεξεργασία των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε φύλλα Α4 ή σε τετράδιο που θα σας δοθεί. Τα υλικά αυτά θα παραδοθούν στο τέλος της εξέτασης μαζί με το **Φύλλο Απαντήσεων**.
3. Τα γραφήματα που ζητούνται στο **Τρίτο Θέμα** και στο **Πειραματικό Μέρος** θα τα σχεδιάσετε στο μιλιμετρέ χαρτί του **Φύλλου Απαντήσεων**.

**ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ:**

**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

**ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>**

**A.1.** Το αριστερό άκρο γραμμικού ελαστικού μέσου, μεγάλου μήκους, συμπίπτει με την αρχή συστήματος αναφοράς. Στο σχήμα απεικονίζονται 16 από τα (αμελητέων, στην πραγματικότητα, διαστάσεων) μόρια του μέσου αυτού, καθένα από τα οποία απέχει από τα γειτονικά του κατά 10cm. Ένα εξωτερικό αίτιο αναγκάζει το μόριο στη θέση 0 να ταλαντώνεται αρμονικά, κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα, με περίοδο  $T = 60,0\text{ms}$ . Το εγκάρσιο αρμονικό κύμα, που δημιουργείται στο ελαστικό μέσο, διαδίδεται χωρίς απώλεια ενέργειας, με ταχύτητα  $u = 20 \text{ m/s}$ .

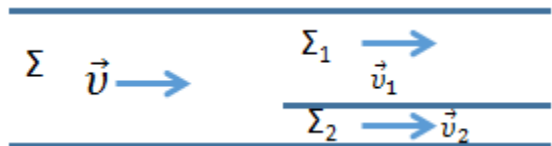


**A.1.1.** Τα μόρια στα σημεία 8 και 10 έχουν διαφορά φάσης

(α)  $\Delta\phi = \frac{\pi}{6}\text{rad}$       (β)  $\Delta\phi = \frac{\pi}{3}\text{rad}$       (γ)  $\Delta\phi = \frac{2\pi}{3}\text{rad}$

**A.1.2.** Κάποια χρονική στιγμή το μόριο στο σημείο 15 στερεώνεται κατά τρόπο ώστε να εμποδίζεται η οποιαδήποτε κίνησή του, με αποτέλεσμα στο γραμμικό ελαστικό μέσο να αποκαθίσταται στάσιμο κύμα. Ποια θα είναι η διαφορά φάσης  $\Delta\phi$  των μορίων στα σημεία 8 και 10;

**A.2.** Ένας σωλήνας  $\Sigma$ , εμβαδού διατομής  $A$ , που χρησιμοποιείται για άρδευση διακλαδίζεται σε δύο σωλήνες  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με εμβαδά διατομών  $A_1$  και  $A_2$  αντίστοιχα. Ο σωλήνας  $\Sigma$  τροφοδοτεί τους σωλήνες  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$ . Η διάταξη βρίσκεται σε οριζόντιο έδαφος. Στο σωλήνα  $\Sigma$  ρέει νερό (που θεωρείται ως ιδανικό ρευστό) με ταχύτητα μέτρου  $u$  και η ροή θεωρείται στρωτή. Για τα εμβαδά διατομών  $A$ ,  $A_1$  και  $A_2$  ισχύει ότι  $A = A_1 + A_2$  και  $A_1 = \frac{3}{2}A_2$ . Συμβολίζουμε με  $u_1$  και  $u_2$  τα μέτρα των ταχυτήτων στους σωλήνες  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$ , αντίστοιχα. Αιτιολογώντας την απάντησή σας να επιλέξετε την έκφραση που περιγράφει τη σχέση των ταχυτήτων.



(α)  $\frac{u_1}{u_2} = \frac{2}{3}$       (β)  $\frac{u_1}{u_2} = \frac{3}{2}$       (γ)  $\frac{u_1}{u_2} = \frac{2}{5}$





Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου

11/03/2017

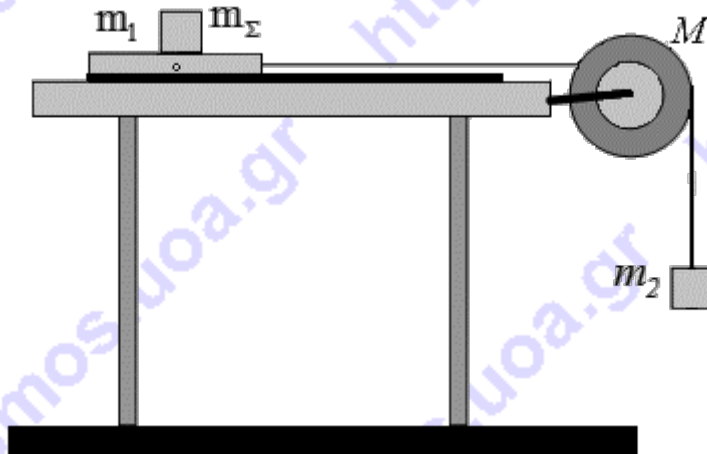
**A.3.** Να αποδείξετε το θεώρημα του Carnot, σύμφωνα με το οποίο, σε μία πλαστική κρούση δύο σωμάτων  $m_1$  και  $m_2$  η απώλεια της κινητικής ενέργειας είναι ίση, κατά απόλυτη τιμή, με την κινητική ενέργεια που θα είχε το σύστημα των δύο σωμάτων, αν αυτά είχαν ως ταχύτητες τις προκαλούμενες, από την πλαστική κρούση, μεταβολές των αρχικών τους ταχυτήτων, δηλαδή:

$$\Delta K = -\frac{1}{2}m_1(\vec{v} - \vec{v}_1)^2 - \frac{1}{2}m_2(\vec{v} - \vec{v}_2)^2$$

όπου  $\vec{v}_1, \vec{v}_2$  οι ταχύτητες των σωμάτων πριν την κρούση και  $\vec{v}$  η κοινή ταχύτητα των σωμάτων μετά την κρούση.

**ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>**

Στην επιφάνεια ενός τραπέζιου έχει στρωθεί λεπτό στρώμα μηχανέλαιου, το οποίο συμπεριφέρεται ως νευτώνειο υγρό. Το μηχανέλαιο έχει πάχος  $l = 4\text{mm}$ . Μια πλάκα μάζας  $m_1$  σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου έχει εμβαδό βάσης  $A = 0,02\text{m}^2$ . Η πλάκα ηρεμεί πάνω στο μηχανέλαιο, ενώ πάνω σε αυτή βρίσκεται σώμα  $\Sigma$  μάζας  $m_\Sigma$ . Δένουμε την πλάκα με νήμα, το οποίο περνάμε από μικρή τροχαλία ακτίνας  $r$ . Από άλλη τροχαλία, που έχει κοινό άξονα περιστροφής, αποτελεί ενιαίο σώμα με την πρώτη και έχει ακτίνα  $R = 2r$ , περνάμε δεύτερο νήμα, στο ελεύθερο άκρο του οποίου δένουμε σώμα μάζας  $m_2 = 0,05\text{kg}$  (βλ. σχ.). Κάποια στιγμή αφήνουμε το  $m_2$  να κινηθεί. Οι δύο τροχαλίες έχουν κοινό άξονα περιστροφής και στέφονται χωρίς τριβές. Τα αβαρή και ανελαστικά νήματα κινούνται χωρίς να ολισθαίνουν. Το  $m_\Sigma$  επίσης δεν ολισθαίνει ως προς την πλάκα, καθ' όλη τη διάρκεια της κίνησης.



**B.1.** Να υπολογίσετε την τελική ταχύτητα  $v_2$  που αποκτά το σώμα μάζας  $m_2$  καθώς και την οριζόντια ταχύτητα ροής  $v_x$  που θα έχουν εκείνα τα σημεία του στρώματος μηχανέλαιου, που βρίσκονται σε κατακόρυφη απόσταση  $y = 1,5\text{mm}$  από την επιφάνεια του τραπεζιού.



Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής

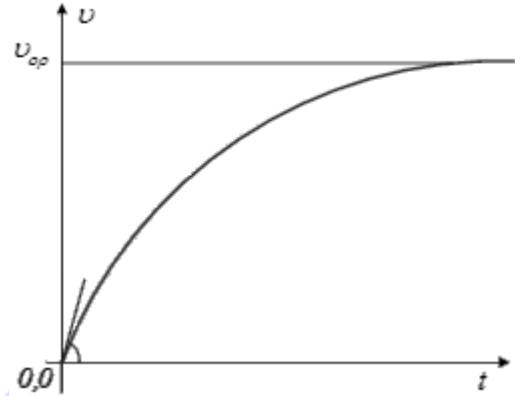


Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου

11/03/2017

**Β.2.** Η πλάκα έχει μάζα  $m_1 = 0,04 \text{ kg}$  και το σώμα  $\Sigma$  έχει μάζα  $m_2 = 0,01 \text{ kg}$ . Η ταχύτητα της πλάκας μεταβάλλεται με το χρόνο όπως δείχνει το διπλανό διάγραμμα.



Να υπολογίσετε την κλίση  $\beta$  του διαγράμματος τη χρονική στιγμή  $t=0$ . Ποιος ο ελάχιστος συντελεστής οριακής τριβής  $\mu_s$  μεταξύ του  $\Sigma$  και της πλάκας, ώστε το  $m_2$  να μην ολισθαίνει ως προς την πλάκα;

Η ροπή αδράνειας της διπλής τροχαλίας ως προς τον άξονα περιστροφής της δίνεται από τη σχέση

$$I = \frac{1}{2} m_3 r^2 + \frac{1}{2} m_4 (2r)^2 = r^2 \left( \frac{1}{2} m_3 + 2m_4 \right) \Rightarrow I = Mr^2$$

όπου  $M = \frac{1}{2} m_3 + 2m_4 = 0,75 \text{ Kg}$

Δίνεται  $g = 10 \text{ m/s}^2$  και ότι ο συντελεστής ιξώδους του μηχανέλαιου έχει τιμή  $n = 0,25 \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$

**ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>**

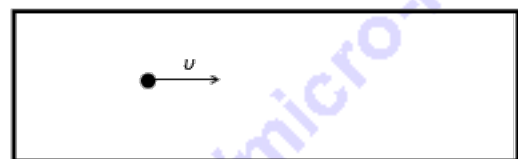
**Γ.1.** Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια ελαστική χορδή μήκους  $L$  στην οποία τα κύματα διαδίδονται με ταχύτητα  $v$ . Τα δύο άκρα της χορδής είναι ακλόνητα στερεωμένα.

**Γ.1.1.** Στο ίδιο σχήμα να σχεδιάσετε 4 στάσιμα κύματα που μπορούν να συντηρηθούν στη χορδή ξεκινώντας από ένα στάσιμο κύμα με δύο συνολικά δεσμούς και μια κοιλία και αυξάνοντας στη συνέχεια το πλήθος των κοιλιών κάθε φορά κατά μία.

**Γ.1.2.** Δείξτε ότι αν  $n$  είναι το πλήθος των κοιλιών του στάσιμου κύματος, τότε μόνο στάσιμα κύματα με συχνότητες  $f_n = n \cdot \frac{v}{2 \cdot L}$  μπορούν να εμφανιστούν στη χορδή (δηλαδή οι συχνότητες των στάσιμων κυμάτων που μπορούν να συντηρηθούν στη χορδή είναι κβαντισμένες).

**Γ.1.3.** Αν η χορδή ήταν απείρου μήκους, θα υπήρχε περιορισμός (κβάντωση) στις συχνότητες των στάσιμων κυμάτων που θα μπορούσαν να εμφανιστούν;

**Γ.2.** Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ιδέα της κβάντωσης, που εμφανίζεται κάθε φορά που επιβάλλουμε περιορισμό στο μήκος της χορδής, στην περίπτωση ενός σωματιδίου (π.χ. ηλεκτρονίου) μάζας  $m$ , που είναι παγιδευμένο και κινείται με ταχύτητα  $v$  σε ένα κουτί πλάτους  $L$ , όπως φαίνεται στο σχήμα.





**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**



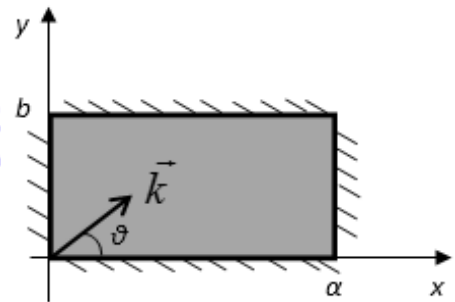
Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου**

11/03/2017

Χρησιμοποιώντας το γεγονός ότι κάθε σωματίδιο εμφανίζει και κυματικά χαρακτηριστικά με μήκος κύματος  $\lambda$ , το οποίο, σύμφωνα με τη θεωρία του deBroglie, συνδέεται με την ορμή  $p$  του σωματιδίου και με τη σταθερά  $h$  του Planck με τη σχέση  $\lambda = \frac{h}{p}$ , βρείτε μια μαθηματική έκφραση για τις επιτρεπόμενες τιμές ενέργειας  $E$  για το σωματίδιο.

**Γ.3.** Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ίδια ιδέα, με αυτή που χρησιμοποιήσαμε στη χορδή με σταθερά άκρα, για να προσδιορίσουμε τα στάσιμα κύματα που εμφανίζονται σε μια δισδιάστατη μεμβράνη που έχει τη μορφή ορθογωνίου παραλληλογράμμου, με διαστάσεις  $a$  και  $b$ , η περιφέρεια της οποίας είναι στερεωμένη ώστε να παραμένει διαρκώς ακίνητη (βλ. σχ.).



Χρησιμοποιώντας το λεγόμενο κυματόνυσμα, του οποίου το μέτρο δίνεται από τη σχέση  $k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda}$ , όπου  $\lambda$

το μήκος κύματος, ενώ η κατεύθυνσή του  $\vec{k}$  ορίζει την κατεύθυνση διάδοσης του κύματος, δείξτε ότι οι επιτρεπτές συχνότητες των στάσιμων κυμάτων δίνονται από την εξίσωση

$$f = \frac{v}{2} \cdot \sqrt{\frac{n^2}{a^2} + \frac{m^2}{b^2}}$$

όπου  $n$  και  $m$  φυσικοί, ανεξάρτητοι μεταξύ τους αριθμοί, και  $v$  η ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

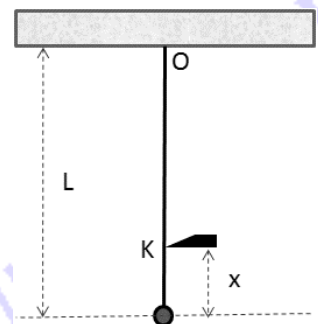
**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Υλικό σημείο μάζας  $m$  προσδένεται στο άκρο αβαρούς ανελαστικού νήματος μήκους  $L$ , το άλλο άκρο του οποίου αναρτάται από την οροφή του εργαστηρίου σε σημείο έστω  $O$ . Το σύστημα αφήνεται να ηρεμήσει. Στη συνέχεια το εκτρέπουμε από την θέση ισορροπίας, διατηρώντας το νήμα τεντωμένο, έτσι ώστε αυτό να σχηματίζει μικρή γωνία  $\theta$  ( $\theta \leq 4^\circ$ ) με τον αρχικό του προσανατολισμό και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί.

**Δ.1.** Λαμβάνοντας υπόψη ότι για μικρές τιμές της  $\theta$  ισχύει  $\eta\mu\theta \cong \theta$  ή/και ότι το τόξο  $\theta$  μπορεί να προσεγγιστεί από την αντίστοιχη χορδή, να αποδείξετε ότι το σύστημα εκτελεί

Γ.Α.Τ. και να αποδείξετε τη σχέση  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  όπου  $T$  η περίοδος του εκκρεμούς,  $L$  το μήκος του νήματος και  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας στον τόπο διεξαγωγής του πειράματος, η οποία θεωρούμε ότι έχει τιμή  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

**Δ.2.** Τροποποιούμε την πειραματική διάταξη έτσι ώστε τη στιγμή που το νήμα διέρχεται από την κατακόρυφο να συναντά ακίδα σε σημείο  $K$  που απέχει κατά  $x$  από το κάτω άκρο του νήματος (βλ. σχ.). Συνεπώς το σύστημα εκτελεί αιώρηση με κέντρο  $i$ ) το  $K$  όσο





**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου**

11/03/2017

το  $m$  κινείται στο δεξί ημιεπίπεδο που ορίζει η ευθεία ΟΚ και ii) το Ο όταν κινείται στα αριστερά της ΟΚ. Να βρείτε μια έκφραση της περιόδου  $T$  συναρτήσει των μεγεθών  $L$ ,  $x$  και  $g$ .

**Δ.3.** Για διάφορες τιμές της απόστασης  $x$  εκτελούμε μετρήσεις της περιόδου  $T$  του εκκρεμούς, τις οποίες συγκεντρώνουμε στον πίνακα που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων. Αφού τις τιτλοδοτήσετε, να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες τιμές, όσες από τις κενές στήλες του πίνακα κρίνετε απαραίτητες, ώστε να εφαρμόσετε τη Μέθοδο Ελαχίστων Τετραγώνων (Μ.Ε.Τ.) και να υπολογίσετε τις τιμές των  $a$  και  $\beta$  (βλ. σημείωση που ακολουθεί).

**Δ.4.** Να χρησιμοποιήσετε τα αποτελέσματά σας, για να υπολογίσετε το μήκος  $L$  του νήματος, που χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα. Για τους υπολογισμούς σας να χρησιμοποιήσετε την προσέγγιση  $\pi \cong 3,14159$ .

**Δ.5.** Να σχεδιάσετε σε κατάλληλα βαθμολογημένους άξονες τα πειραματικά δεδομένα και να χαράξετε την ευθεία που προκύπτει από την εφαρμογή της Μ.Ε.Τ.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ για τη Μ.Ε.Τ.:** Έστω ότι έχουμε μετρήσει  $N$  ζεύγη τιμών των φυσικών μεγεθών  $x$  και  $y$  και βρήκαμε τις τιμές  $x_i$  και  $y_i$ , όπου  $i=1,2,3, \dots, N$ . Αν γνωρίζουμε ότι τα μεγέθη  $x$  και  $y$  συνδέονται με τη σχέση  $y = a + \beta \cdot x$ , μπορούμε να υπολογίσουμε τις τιμές των συντελεστών  $a$  και  $\beta$ , χρησιμοποιώντας τους τύπους:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^N x_i^2 \sum_{i=1}^N y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N x_i y_i}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^2} \qquad \beta = \frac{N \sum_{i=1}^N x_i y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^2}$$

**Καλή Επιτυχία**



**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου**

11/03/2017

Όνομα και Επώνυμο: .....  
Όνομα Πατέρα: ..... Όνομα Μητέρας: .....  
Σχολείο: ..... Τάξη / Τμήμα: .....  
Εξεταστικό Κέντρο: .....

## ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>

**A.1.1.** Ορθή είναι η επιλογή .....

**A.1.2.**  $\Delta\phi =$  .....

**A.2.** Ορθή είναι η επιλογή .....

#### ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

---

---

---

**A.3.** (καθαρογράψτε την απόδειξή σας στο χώρο που ακολουθεί)





Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου

11/03/2017

ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>

B.1.  $v_2 =$  .  $v_x =$  .

B.2.  $\beta =$  .  $\mu_s =$  .

ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>

Γ.1.1. (σχεδιάστε το σχήμα στο χώρο που ακολουθεί)

Γ.1.2. (γράψτε την απόδειξη στις επόμενες γραμμές)

---

---

---

Γ.1.3. Αν η χορδή ήταν απείρου μήκους (αναπτύξτε την απάντησή σας στις επόμενες γραμμές)

---

---

---

Γ.2.  $E =$  .

Γ.3. (καθαρογράψτε την απόδειξή σας στο χώρο που ακολουθεί)



**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου**

11/03/2017

**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

**Δ.1.** (καθαρογράψτε την απόδειξή σας στο χώρο που ακολουθεί)



Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου

11/03/2017

Δ.2.  $T =$  . . .

Δ.3.

x (m)	T (s)					
0,25	1,68					
0,30	1,75					
0,35	1,79					
0,40	1,81					
0,45	1,88					
0,50	1,91					
0,55	1,93					
0,60	1,95					
0,65	1,98					
0,70	2,05					

Αποτελέσματα Μ.Ε.Τ.  $\alpha =$  . . . ,  $\beta =$  . . .

Δ.4.

$L =$  . . .



**Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής / Φυσικών "Αριστοτέλης"  
και Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής**

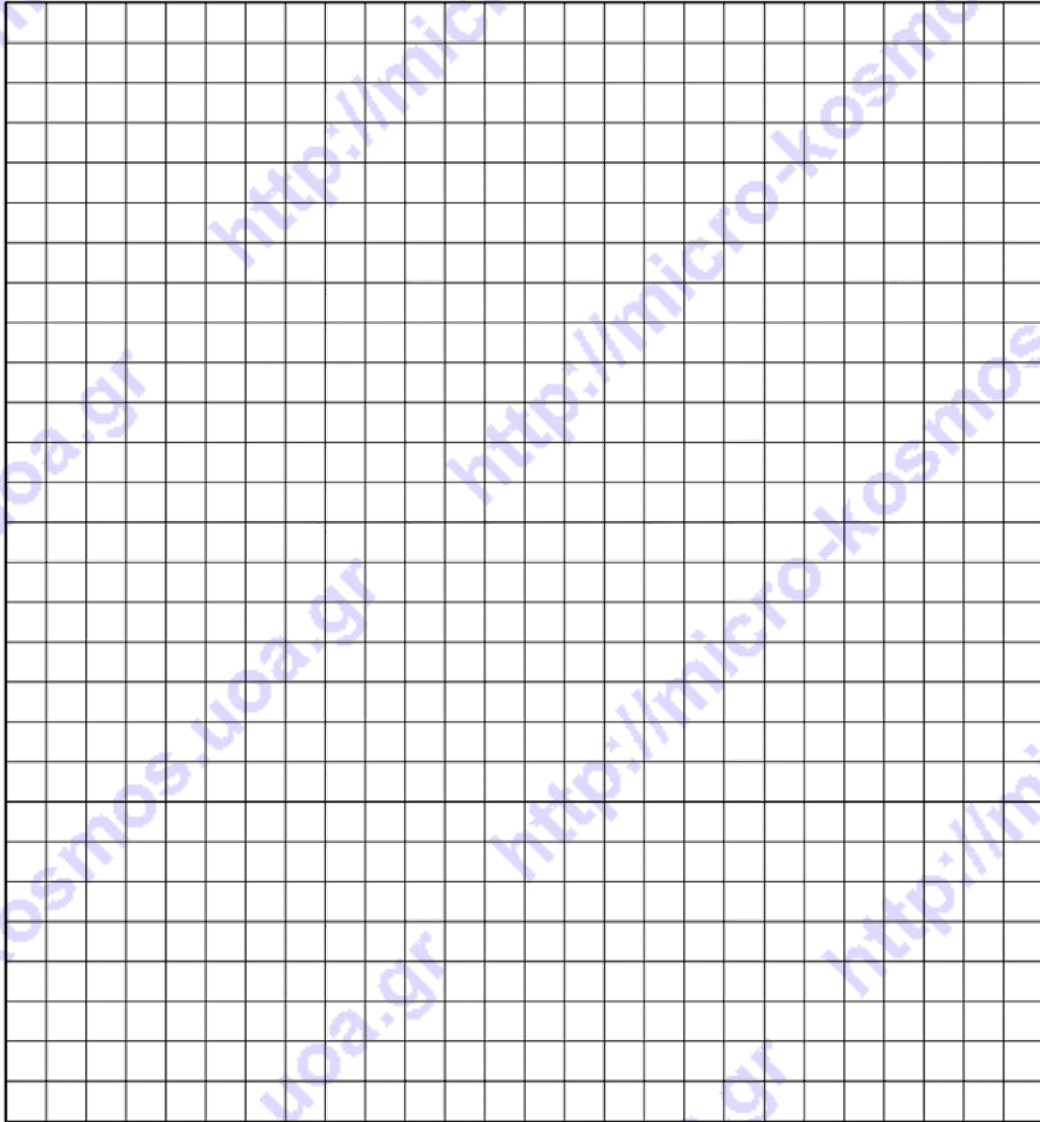


Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2017 - Γ' Λυκείου**

11/03/2017

Δ.5.



**Πειραματικά δεδομένα και ευθεία από Μ.Ε.Τ.**