


<b>Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικών / Φυσικής "Αριστοτέλης"</b> <b>Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής</b>	
	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση Ένωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

A' Φάση

10/03/2018

**ΟΔΗΓΙΕΣ:**

1. Οι απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα θα πρέπει να αναγραφούν στο **Φύλλο Απαντήσεων** που θα σας δοθεί χωριστά από τις εκφωνήσεις, εκτός αν η εκφώνηση ορίζει διαφορετικά.
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 θα το σχεδιάσετε στους ειδικούς χώρους του **Φύλλου Απαντήσεων**.

**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

**1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

**Εισαγωγικό ένθετο**

«Είναι σημάδι έμπειρου / φωτισμένου νου το να ικανοποιείται με τον βαθμό ακρίβειας που η φύση του θέματος επιτρέπει, και όχι να ψάχνει για την απόλυτη ακρίβεια όταν μόνο μια προσέγγιση της αλήθειας είναι δυνατή.» **Αριστοτέλης**

Γιατί γίνονται εκτιμήσεις στην έρευνα:

Η ικανότητα εκτίμησης της τάξης μεγέθους μίας φυσικής ποσότητας είναι χρήσιμη τόσο στην επιστήμη όσο και σε άλλους τομείς:


- Για να κάνετε έναν γρήγορο έλεγχο πριν προβείτε σε ακριβέστερους υπολογισμούς
- Για την παροχή ενός πρόχειρου ελέγχου των αποτελεσμάτων ή υποθέσεων της έρευνας
- Για να λάβετε εκτιμήσεις των φυσικών ποσοτήτων όταν δεν υπάρχουν άλλοι τρόποι
- Για να λάβετε εκτιμήσεις των ποσοτήτων που είναι δύσκολο να μετρηθούν με ακρίβεια
- Για να ληφθούν εκτιμήσεις των ποσοτήτων για τις οποίες δεν υπάρχει ισχυρή θεωρητική πρόβλεψη (ιδιαίτερα σημαντικό σε τομείς όπως η αστροφυσική)
- Να προβλεφθούν όρια για πιθανές εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού

Διάσημοι φυσικοί όπως ο **Enrico Fermi** και ο **Richard Feynman** συχνά χρησιμοποιούσαν εκτιμήσεις τόσο στην έρευνα τους όσο και στην διδασκαλία της Φυσικής δίνοντας οδηγίες όπως οι παρακάτω :

1. Μην πανικοβληθείτε όταν δείτε το πρόβλημα
2. Καταγράψτε κάθε γεγονός που γνωρίζετε σχετικά με την ερώτηση
3. Σχεδιάστε μία ή περισσότερες πιθανές διαδικασίες για τον προσδιορισμό της απάντησης
4. Παρακολουθήστε τις υποθέσεις σας
5. Καταγράψτε τα πράγματα που θα πρέπει να γνωρίζετε για να απαντήσετε στην ερώτηση

Έλεγχος των εκτιμήσεών σας:

- (1). Βεβαιωθείτε ότι οι εκτιμήσεις και οι υπολογισμοί σας είναι σωστών διαστάσεων! (έχουν τις σωστές μονάδες μέτρησης) Αυτό είναι ένα πολύ ισχυρό εργαλείο!
- (2). Ελέγξτε την αξιοπιστία της εκτίμησής σας, ει δυνατόν  
π.χ. εάν η απάντησή σας υπερβαίνει την ταχύτητα του φωτός στο κενό ή το μέγεθος του σύμπαντος, έχετε ένα πρόβλημα!

<b>Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικών / Φυσικής "Αριστοτέλης"</b> <b>Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής</b>	
	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση Ένωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

Α' Φάση

10/03/2018

(3). Ελέγξτε την αξιοπιστία της εκτίμησής σας χρησιμοποιώντας μια εναλλακτική μέθοδο υπολογισμού.

Εξετάστε αν οι δύο μέθοδοι συμφωνούν ως προς την τάξη μεγέθους.

(4). Πραγματοποιήστε έναν "έλεγχο πραγματικότητας" στην εκτίμησή σας με βάση τον αριθμό και το μέγεθος των προσεγγίσεων που κάνατε.

**A.1.** Όταν περπατάς κρατώντας ένα ποτήρι νερό έχοντας ρυθμό βηματισμού 2 βήματα ανά δευτερόλεπτο, το νερό λόγω της κίνησης πλησιάζει όλο και περισσότερο στο χείλος του ποτηριού μέχρι τελικά να ξεχειλίζει οριακά από αυτό. Εκτιμήστε την ταχύτητα διάδοσης  $v$  των κυμάτων στην επιφάνεια του νερού θεωρώντας, για απλότητα, ότι το ποτήρι είναι κυλινδρικό (δηλ. διαφορετικό αυτού που εικονίζεται) με διάμετρο βάσης ίση με 10 cm.



**A.2.** Να αποδείξετε ότι η πυκνότητα των πυρήνων όλων των στοιχείων είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τον αριθμό των πρωτονίων και νετρονίων (μαζικός αριθμός  $A$ ), που περιέχουν.

**A.3.** Τον Αύγουστο του 1974 ο 25χρονος Φιλίπ Πετίτ πραγματοποιεί ένα παράτολμο εγχείρημα. Διασχίζει περπατώντας πάνω σε τεντωμένο σύρμα τα 61 μέτρα που χώριζαν τους Δίδυμους Πύργους στη Νέα Υόρκη. Οι περαστικοί έβλεπαν με έκπληξη και δέος τον σχοινοβάτη να περπατά 417 μέτρα πάνω από τα κεφάλια τους (Πηγή Μηχανή του Χρόνου, <http://www.mixanitouxronou.gr>).



- i. Εξηγήστε λοιπόν σύντομα και κάνοντας χρήση όρων και επιχειρημάτων Φυσικής γιατί είναι ευκολότερο ο σχοινοβάτης να περπατά πάνω στο σχοινί κρατώντας στα

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

A' Φάση

10/03/2018

χέρια του, ένα μακρύ οριζόντιο κοντάρι, όπως αυτό στην εικόνα, από το να περπατά χωρίς να κρατά τίποτα.

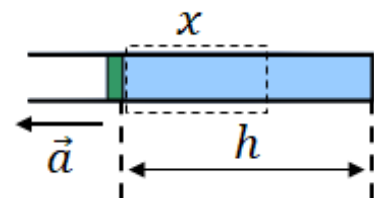
- ii. Εάν όπως βλέπετε τον σχοινοβάτη, παρατηρήσετε να γέρνει το σώμα του με τη φορά των δεικτών του ρολογιού προβλέψετε την κίνησή του κονταριού έτσι ώστε να διατηρήσει την ισορροπία του αναλύοντας το σκεπτικό σας.

<b>Πίνακας Δεδομένων Α θέματος</b>	
Μάζα πρωτονίου / νετρονίου	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Όγκος σφαίρας ακτίνας $R$	$\frac{4}{3} \pi R^3$
Ακτίνα πυρήνα	$1,2 \cdot 10^{-15} \sqrt[3]{A} \text{ (S.I.)}$

**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Οριζόντιος κυλινδρικός σωλήνας, αμελητέας μάζας, περιέχει υδράργυρο, ο οποίος μπορεί να θεωρηθεί ασυμπίεστο και μη συνεκτικό (δηλ. χωρίς τριβή) ρευστό. Το μήκος της ποσότητας του υδράργυρου μέσα στο σωλήνα είναι

$h = \frac{5}{13,6} m$ . Ο σωλήνας κλείνει με έμβολο μάζας  $m = 1 \text{ Kg}$ , το



οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Η διατομή του σωλήνα έχει εμβαδό  $A = 2 \text{ cm}^2$  και η εξωτερική πίεση ισούται με την  $P_{\text{ατμ}} = 10^5 \text{ N/m}^2$ .

**B.1.** Ο σωλήνας βρίσκεται σε επιταχυνόμενη κίνηση προς τα αριστερά με επιτάχυνση μέτρου  $a = 4 \frac{m}{s^2}$ .

Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση  $p = f(x)$  όπου  $p$  η πίεση και  $x$  η απόσταση από το έμβολο, στο εσωτερικό του σωλήνα.

**B.2.** Ο ίδιος σωλήνας επιταχύνεται προς τα δεξιά με επιτάχυνση μέτρου  $a = 4 \frac{m}{s^2}$ .



Να σχεδιάσετε ξανά τη γραφική παράσταση  $p = f(x)$  όπου  $p$  η πίεση και  $x$  η απόσταση από το έμβολο, στο εσωτερικό του σωλήνα.

**B.3.** Υπολογίστε το μέτρο της επιτάχυνσης  $a$  με την οποία πρέπει να κινηθεί οριζόντια ο σωλήνας προς τα δεξιά, ώστε να μηδενιστεί η πίεση στο κλειστό άκρο του.

Για τα ερωτήματα αυτά δίνονται:  $p_{\text{ατμ}} = 10^5 \frac{N}{m^2}$ ,  $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \times 10^3 \frac{Kg}{m^3}$

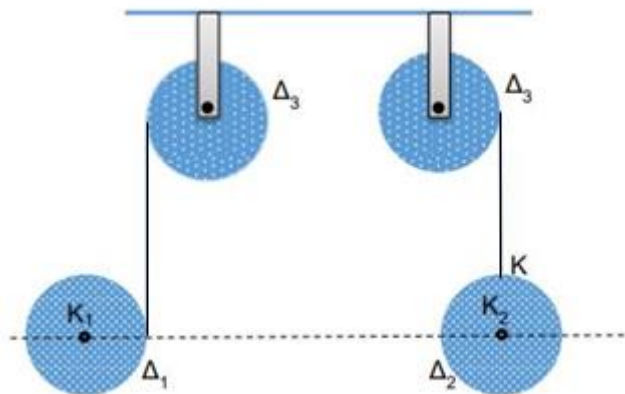
**B.4.** Ο σωλήνας καθίσταται κατακόρυφος, έχοντας το έμβολο προς τα κάτω, ενώ επιταχύνεται προς τα πάνω με σταθερή επιτάχυνση μέτρου  $a = 1 \text{ m/s}^2$ .

Αν το έμβολο έχει αντικατασταθεί από ελαφρύτερο μάζας  $m = 0,25 \text{ Kg}$  να βρεθεί η δύναμη  $F$  που δέχεται ο υδράργυρος από την πάνω βάση του δοχείου.

Να θεωρήσετε ότι καθόλη τη διάρκεια των κινήσεων του κυλίνδρου, ο υδράργυρος δε χάνει την επαφή του με το έμβολο και τα τοιχώματα. Δίνεται:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Ένας μαθητής της Γ Λυκείου προκειμένου να συγκρίνει τα χαρακτηριστικά των τριών κινήσεων, Μεταφορική - Στροφική - Σύνθετη, μελετά στο εργαστήριο Φυσικής τις παρακάτω πειραματικές διατάξεις:



Σχ. 1A

Σχ. 1B

Ο ομογενής δίσκος Δ3 του σχήματος έχει μάζα  $M$  και ακτίνα  $R$  και μπορεί να στρέφεται γύρω από το σταθερό άξονα του χωρίς τριβές. Ο δίσκος Δ3 (σχ 1A) συνδέεται με τον δίσκο Δ1 μέσω αβαρούς μη ελαστικού νήματος που είναι τυλιγμένο πολλές φορές στην περιφέρεια των δύο δίσκων Δ3, Δ1, ενώ με το δίσκο Δ2 (σχ 1B) μέσω ίδιου νήματος που είναι δεμένο στην κορυφή  $K$  του δίσκου Δ2. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  τα συστήματα αφήνονται ελεύθερα να κινηθούν χωρίς το νήμα να ολισθαίνει ως προς τους δίσκους Δ3, Δ1 και μένοντας διαρκώς κατακόρυφο.

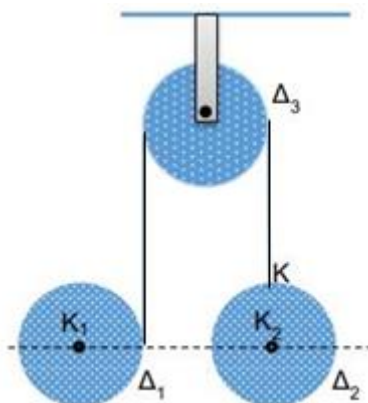
Για τις μάζες των τριών δίσκων δίνεται  $M_1=M_2=M_3=M$  και για τις ακτίνες  $R_1=R_2=R_3=R$  και η ροπή αδράνειας για τον ομογενή δίσκο  $I_{cm}=\frac{1}{2}MR^2$ .

**Γ.1.** Να υπολογίσετε τις επιταχύνσεις των κέντρων μάζας  $\alpha_{cm_1}$ ,  $\alpha_{cm_2}$  των δύο δίσκων Δ1, Δ2 κατά την κίνηση τους.

**Γ.2.** Να υπολογίσετε το μήκος  $L$  του νήματος που έχει ξετυλιχτεί στη διάταξη του σχ. 1A τη χρονική στιγμή  $t = 2s$ . Δίνεται  $g = 10m/s^2$ .

**Γ.3.** Να εκφράσετε την κατακόρυφη απόσταση  $y$  των κέντρων μάζας των δίσκων Δ1 και Δ2 σε συνάρτηση με το χρόνο και να σχεδιάσετε τη γραφική της παράσταση για χρονικό διάστημα από 0 έως  $2s$ .

Στη συνέχεια οι τρεις δίσκοι Δ1, Δ2, Δ3 συνδέονται όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο να κινηθεί.



Σχήμα 2

Γ.4. Να υπολογίσετε τον λόγο των επιταχύνσεων  $\alpha_{cm,1}/\alpha_{cm,2}$  των κέντρων μάζας των δίσκων  $\Delta_1, \Delta_2$ .

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

«Προσδιορισμός της γραμμικής πυκνότητας ομογενούς χορδής μέσω μέτρησης του μήκους κύματος των στάσιμων κυμάτων της»

### ΘΕΩΡΙΑ

Όταν σε ένα γραμμικό μέσο κατάλληλου μήκους διαδίδονται δύο κύματα ίδιας συχνότητας, ίδιου μήκους κύματος και ίδιου πλάτους αλλά σε αντίθετες κατευθύνσεις, το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ενός μόνιμου στάσιμου κύματος. Δύο διαδοχικά σημεία του μέσου που παραμένουν πάντοτε ακίνητα (δεσμοί) απέχουν απόσταση μεταξύ τους ίση με  $\lambda/2$ , όπου  $\lambda$  είναι το μήκος κύματος καθενός από τα δύο κύματα που συμβάλλουν.


Αυτό συμβαίνει και στην περίπτωση μιας τεντωμένης χορδής, της οποίας το ένα άκρο είναι συνδεδεμένο με ένα αρμονικό διεγέρτη (γεννήτρια συχνοτήτων) και το άλλο άκρο είναι πακτωμένο (ακλόνητα προσδεμένο). Το κύμα που δημιουργεί η γεννήτρια στο ένα άκρο της χορδής, διαδίδεται κατά μήκος της χορδής και αφού διανύσει όλο το μήκος της ανακλάται στο ακλόνητο άκρο της. Το ανακλώμενο κύμα έχει διαφορά φάσης ίση με  $\pi$  ως προς το προσπίπτον, οπότε τα δύο κύματα –προσπίπτον και ανακλώμενο- συμβάλλουν σε εκείνο το ακλόνητο άκρο, ακυρωτικά, καθιστώντας το σημείο εκείνο δεσμό. Το ανακλώμενο συνεχίζει να διαδίδεται προς την αντίθετη κατεύθυνση ως προς το προσπίπτον, συμβάλλοντας μαζί του και δίνοντας στάσιμο κύμα.

Γνωρίζουμε ότι:

1. Η θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής προβλέπει ότι:

$$u = \lambda \cdot f \quad (1)$$

όπου  $u$  η ταχύτητα διάδοσης του κύματος,  $\lambda$  το μήκος κύματος και  $f$  η συχνότητα του κύματος.

<b>Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικών / Φυσικής "Αριστοτέλης"</b> <b>Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής</b>	
	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση Ένωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

A' Φάση

10/03/2018

2. Η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος σε ένα γραμμικό και ομογενές ελαστικό μέσον (χορδή) δίδεται από τη σχέση:

$$u = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (2)$$

όπου  $T$  είναι η τάση του γραμμικού μέσου (η δύναμη λόγω της οποίας η χορδή διατηρείται τεντωμένη) και  $\mu$  η γραμμική πυκνότητα του μέσου (η μάζα ανά μονάδα μήκους της χορδής).

3. Η συνθήκη για τη δημιουργία στάσιμου κύματος σε μία χορδή πακτωμένη στα δύο άκρα της είναι:

$$L = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (3)$$

όπου  $L$  το μήκος της χορδής,  $\lambda$  το μήκος κύματος και  $n$  ακέραιος αριθμός.

4. Η πυκνότητα ενός σώματος είναι  $\rho = m / V$  όπου  $m$  και  $V$  η μάζα και ο όγκος του αντίστοιχα (για κύλινδρο ύψους  $h$  και εμβαδού βάσης  $A$  ο όγκος είναι  $V = h \cdot A$ )

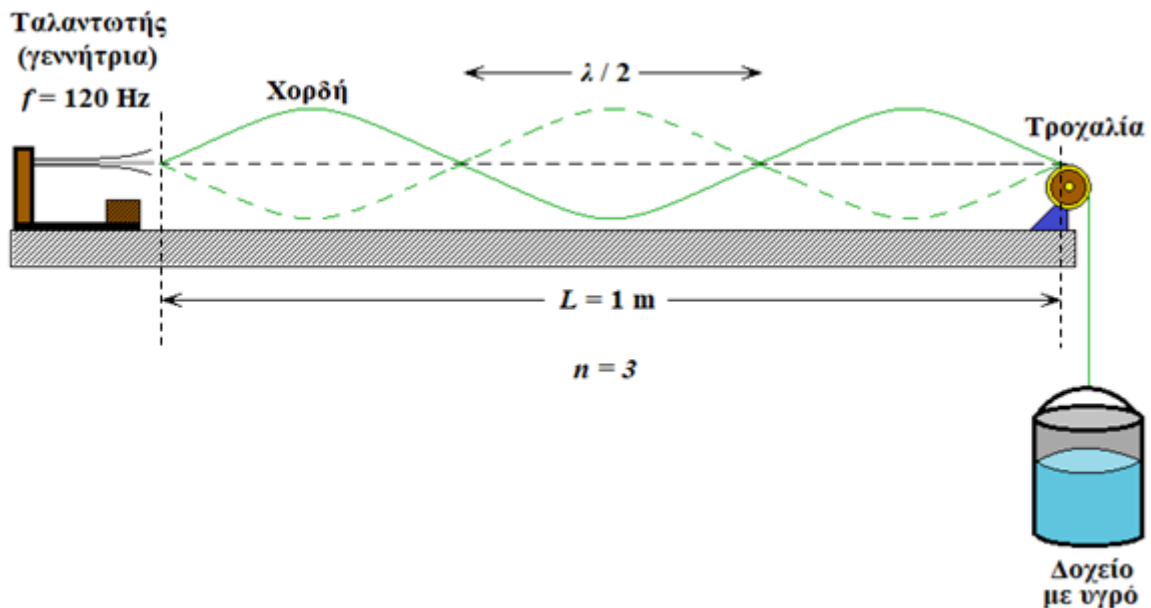
Γνωρίζοντας, για διάφορες τιμές της τάσης  $T$  μιας χορδής την αντίστοιχη ταχύτητα διάδοσης  $u$  είναι δυνατόν, μέσω της Εξ.(2), να υπολογιστεί η γραμμική πυκνότητά  $\mu$  της χορδής αυτής.

Για το σκοπό αυτό σχεδιάζουμε το παρακάτω πείραμα.

**ΠΕΙΡΑΜΑ**

Η Πειραματική Διάταξη:

1. Διαθέτουμε μία γεννήτρια μηχανικών αρμονικών κυμάτων με δυνατότητα μεταβολής της συχνότητας ταλάντωσης  $f$ , την οποία ρυθμίζουμε στα 120 Hz.
2. Οριζόντια χορδή αναρτάται από το ένα άκρο της στη γεννήτρια μηχανικών κυμάτων και μέσω μιας μικρής τροχαλίας που βρίσκεται σε οριζόντια απόσταση  $L = 1 \text{ m}$  από το πρώτο άκρο, μετατρέπεται σε κατακόρυφο και καταλήγει προσδεμένη σε ένα ογκομετρικό δοχείο (γνωστής μάζας). Στο δοχείο μπορούμε να ρίχνουμε υγρό γνωστής πυκνότητας.
3. Διαθέτουμε όλα τα απαραίτητα όργανα για τη μέτρηση του χρόνου, του μήκους και της μάζας για το πείραμα μας (χρονόμετρο, μετροταινία, ζυγό).
4. Η διάταξη φαίνεται παρακάτω καθώς περιγράφεται η πειραματική διαδικασία.



Η Πειραματική Διαδικασία:

- Η γεννήτρια τίθεται σε λειτουργία στην προκαθορισμένη συχνότητα  $f = 120 \text{ Hz}$ .
- Ξεκινώντας αρχικά από την κατάσταση του άδειου δοχείου (κατάσταση που συμβολίζουμε με  $i = 1$ ), γεμίζετε σιγά-σιγά με νερό το δοχείο καθώς ταυτόχρονα παρατηρείτε το σχήμα που λαμβάνει η ταλαντούμενη χορδή. Τη στιγμή που παρατηρηθεί για πρώτη φορά η χαρακτηριστική μορφή του στάσιμου κύματος (άτρακτοι που χωρίζονται από δεσμούς) σταματάτε να προσθέτετε νερό στο δοχείο.
- Σημειώνετε τον όγκο του νερού που υπάρχει στο δοχείο εκείνη τη στιγμή (η μετατροπή του σε μάζα γίνεται μέσω της γνωστής πυκνότητας του  $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ , και σε αυτή προστίθεται η γνωστή από πριν μάζα του δοχείου).
- Από τη σχέση  $T_i = m_i \cdot g$  υπολογίστε την τάση του νήματος της χορδής και συμπληρώστε την αντίστοιχη στήλη του πίνακα μετρήσεων. Δίδεται  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
- Μετρήστε τον αριθμό των ατράκτων  $n$  που φαίνεται να σχηματίζονται στη χορδή εκείνη τη στιγμή.
- Επίσης μετρήστε με τη μετροταινία το μήκος  $\lambda_i$  μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών (αυτό θα υποδείξει το  $\lambda_i/2$  του εκάστοτε κύματος). Επιβεβαιώστε ότι ισχύει η σχέση (3).

Οι πέντε μετρήσεις της συνολικής μάζας (δοχείου και υγρού)  $m_i$  και οι πέντε τιμές του μήκους κύματος  $\lambda_i$  έχουν ληφθεί και αναγράφονται στις αντίστοιχες στήλες του πίνακα μετρήσεων του Φύλλου Απαντήσεων.

**Δ.1.** Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής

$$u_i = \lambda_i \cdot f$$

υπολογίστε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος  $u_i$  και συμπληρώστε την αντίστοιχη στήλη του πίνακα μετρήσεων.

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

A' Φάση

10/03/2018

**Δ.2.** Υπολογίστε το αντίστοιχο  $u_i^2$  και συμπληρώστε την αντίστοιχη στήλη του πίνακα μετρήσεων.

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται καθώς προστίθεται υγρό στο δοχείο (βήματα (2) – (8)) σημειώνοντας και υπολογίζοντας τα αντίστοιχα μεγέθη κάθε φορά που εμφανίζεται η κυματική εικόνα του στάσιμου κύματος στη χορδή με  $n = 5, 4, 3, 2$  ατράκτους (αντιστ.  $i = 2, 3, 4, 5$ ).

**Δ.3.** Αποτυπώστε τα πέντε (5) ζεύγη των σημείων  $(T_i, u_i^2)$  σε χαρτί "μιλλιμετρέ" και σχεδιάστε την ευθεία που προσαρμόζεται κατά τρόπο βέλτιστο στις πειραματικές τιμές.

**Δ.4.** Υπολογίστε την εκτιμήτρια  $b$  (κλίσης της ευθείας)  $y = a + bx$ :

$$b = \frac{5 \sum_{i=1}^5 x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^5 x_i \right) \left( \sum_{i=1}^5 y_i \right)}{5 \sum_{i=1}^5 x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^5 x_i \right)^2}$$

όπου  $x = T_i$  και  $y_i = u_i^2$ .

**Δ.5.** Με τη βοήθεια της κλίσης που υπολογίσατε, προσδιορίστε τη γραμμική πυκνότητα  $\mu$  της χορδής συγκρίνοντας τη σχέση (2) ( $u^2 = T/\mu$ ) με την  $y = a + bx$ .

**Δ.6.** Θεωρώντας το σχήμα της χορδής ως κυλινδρικό και δεδομένου ότι το μήκος και το εμβαδόν διατομής της χορδής είναι  $L = 1 \text{ m}$  και  $A = 1 \text{ mm}^2$ , με τη βοήθεια των τιμών του πίνακα πυκνοτήτων υλικών που παρατίθεται μπορείτε να εκτιμήσετε το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη η χορδή;

**Δ.7.** Σχολιάστε γιατί οι τιμές του λόγου  $u_i^2/T_i$  που μετρήθηκαν μπορεί να διαφέρουν ενδεχομένως μεταξύ τους και για ποιους λόγους θα μπορούσε η σχέση  $u_i^2 = f(T_i)$  να αποκλίνει από την αναμενόμενη γραμμική συμπεριφορά (σφάλματα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ή άλλα φαινόμενα).

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

Υλικό	Πυκνότητα ( $\text{kg/m}^3$ )
Χρυσός	$13,3 \cdot 10^3$
Αλουμίνιο (αργίλιο)	$2,7 \cdot 10^3$
Ατσάλι	$8 \cdot 10^3$
Χαλκός	$9 \cdot 10^3$
Άργυρος	$10,5 \cdot 10^3$

**Καλή Επιτυχία**



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



Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής  
Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Ένωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

Α' Φάση

10/03/2018

## ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

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

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>

A.1.  $v = \dots\dots\dots$

A.2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

A.3.

i. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ii. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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



Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής  
Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Ένωση Ελλήνων Φυσικών

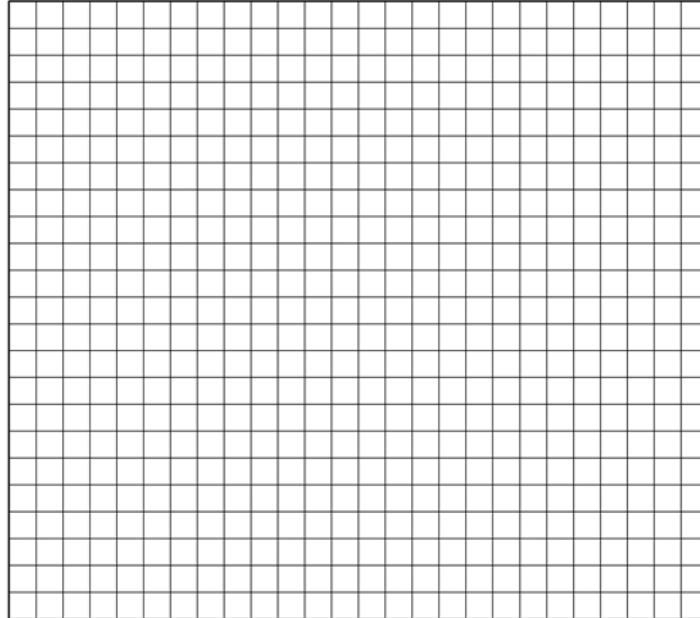
**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

Α' Φάση

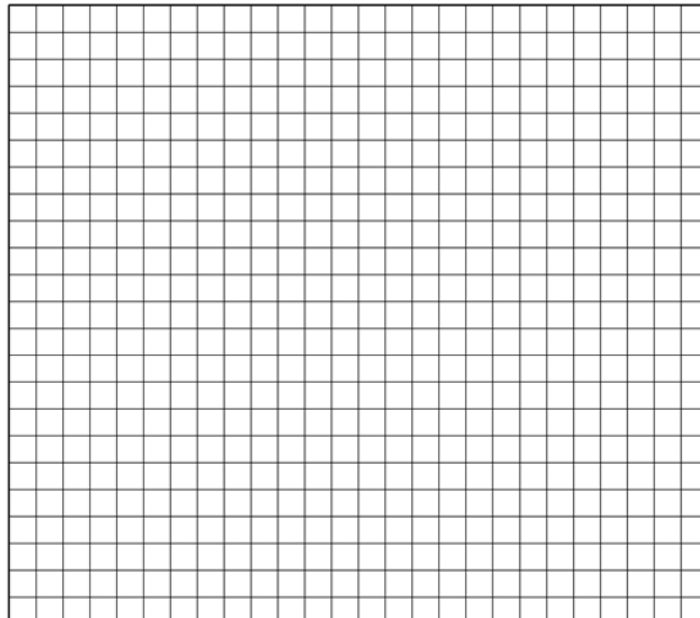
10/03/2018

**ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>**

**B.1.**



**B.2.**



**B.3.**  $\alpha = \dots\dots\dots$

**B.4.**  $F = \dots\dots\dots$

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



Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής  
Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Ένωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

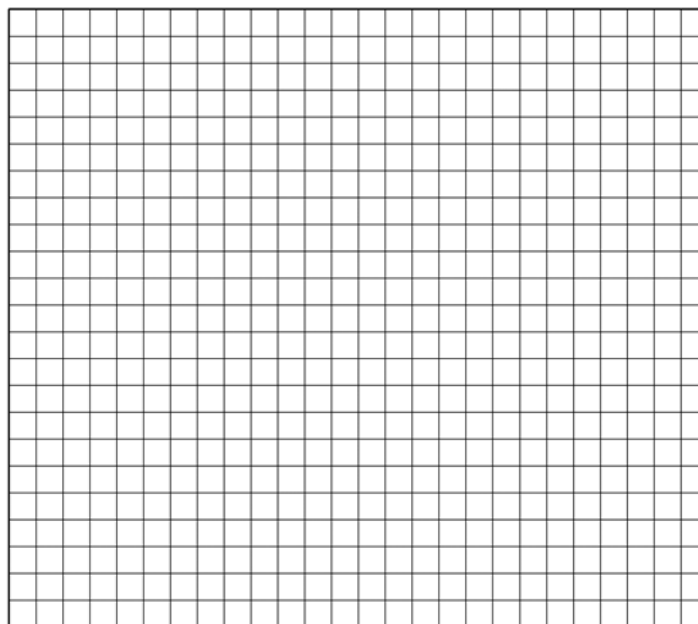
A' Φάση

10/03/2018

**ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>**

Γ.1.  $\alpha_{cm,1} = \dots\dots\dots \alpha_{cm,2} = \dots\dots\dots$       Γ.2.  $L = \dots\dots\dots$

Γ.3.  $y = \dots\dots\dots$



Γ.4.  $\frac{\alpha_{cm,1}}{\alpha_{cm,2}} = \dots\dots\dots$

**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

**Δ.1. + Δ.2.**

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

Ι	Αναρτημένη Μάζα $m_i$ (kg)	Τάση $T_i$ (N)	Τετράγωνο Τάσης $T_i^2$ (N <sup>2</sup> )	Αριθμός Ατράκτων $n$	Μήκος Κύματος $\lambda_i$ (m)	Ταχύτητα Κύματος $u_i$ (m/s)	Τετράγωνο Ταχύτητας $u_i^2$ (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )
1	1.3				0.36		
2	1.8				0.40		
3	2.9				0.51		
4	5.0				0.69		
5	11.5				0.98		

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



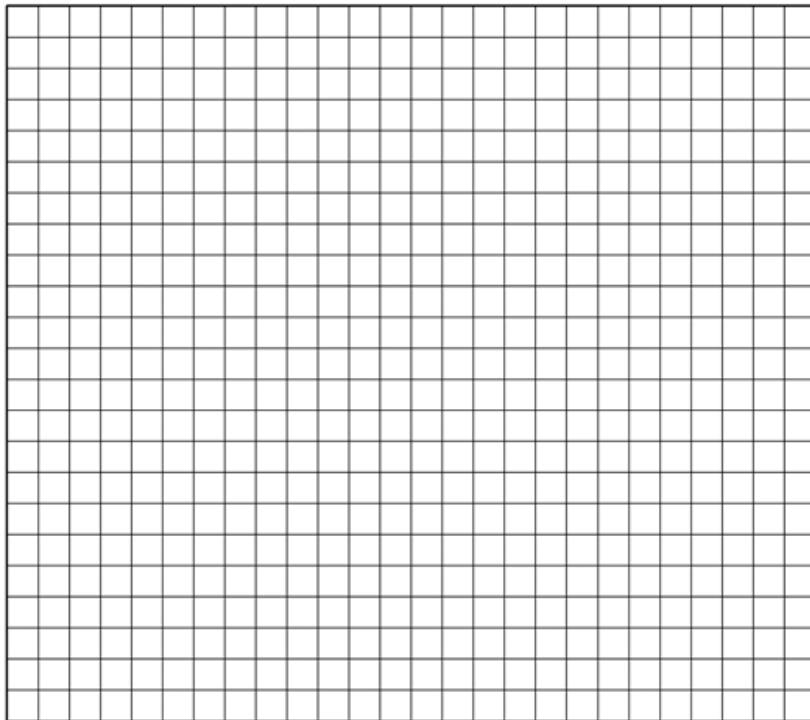
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής  
Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση  
Ένωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

Α' Φάση

10/03/2018

**Δ.3.**



**Δ.4.**  $b = \dots\dots\dots$

**Δ.5.**  $\mu = \dots\dots\dots$

**Δ.6.**  $\dots\dots\dots$

**Δ.7.** (σχόλιο)

---

---

---


---

---

---

---

---

<b>Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικών / Φυσικής "Αριστοτέλης"</b> <b>Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής</b>	
	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση Ένωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

A' Φάση

10/03/2018

**Συνοπτικές Απαντήσεις**

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

**A.1.** Η συχνότητα με την οποία ταλαντώνεται το νερό είναι περίπου 2 Hz. Στην επιφάνεια του υγρού αποκαθίσταται στάσιμο κύμα με κοιλίες στα αντιδιαμετρικά σημεία του τοιχώματος του ποτηριού που βρίσκονται στη διεύθυνση της κίνησης. Άρα  $\frac{\lambda}{2} = 10\text{cm}$ ,  $\lambda = 20\text{cm}$ , Άρα  $c = \lambda \cdot f = 40\text{cm/s}$ .

**A.2.**  $m_{\text{πυρήνα}} = A \cdot u = A \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

$$V_{\text{πυρήνα}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left( R_0 \cdot A^{\frac{1}{3}} \right)^3 = 4,19 \cdot 10^{-45} \cdot A$$

*Άρα η πυκνότητα όλων των πυρήνων είναι περίπου ίδια και ίση με,*

$$\rho_{\text{πυρήνα}} \cong 4 \cdot 10^{17} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}!$$

*γεγονός που δείχνει ότι τα νουκλεόνια δε συμπιέζονται μέσα στους πυρήνες.*

#### **A.3.**

i. Το μακρύ κοντάρι αυξάνει την ροπή αδράνειας του σχοινοβάτη. Αν ο σχοινοβάτης μετατοπιστεί τόσο ώστε το κέντρο μάζας του συστήματος σχοινοβάτης-κοντάρι να μη βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφο με το σχοινί, το βάρος του θα ασκήσει ροπή στρέψης στον σχοινοβάτη, με αποτέλεσμα να τείνει να περιστραφεί με σημείο περιστροφής το σημείο επαφής του ποδιού του με το σχοινί. Όσο μεγαλύτερη είναι η ροπή αδράνειας του συστήματος σχοινοβάτης-κοντάρι, η γωνιακή επιτάχυνση που προκαλείται στον σχοινοβάτη από τη ροπή στρέψης του βάρους του, θα είναι μικρότερη και επομένως θα έχει περισσότερο χρόνο για να ισορροπήσει ξανά.

Το μεγάλο μέγεθος του κονταριού επιτρέπει στο σχοινοβάτη να κάνει σχετικά μικρές μετατοπίσεις στο κέντρο μάζας του συστήματος σχοινοβάτης-κοντάρι έτσι ώστε να το ευθυγραμμίζει με το τεντωμένο σχοινί και η ισορροπία να διατηρείται.

ii. Να ασκήσει δύναμη ώστε να στρέψει το μακρύ κοντάρι ως προς οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του κονταριού, με φορά ίδια με αυτήν των δεικτών του ρολογιού έτσι ώστε να δεχτεί την αντίδραση της, η ροπή της οποίας θα έχει φορά αντίθετη από αυτή των δεικτών του ρολογιού.



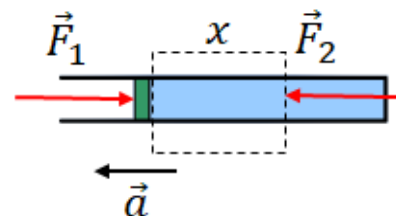
ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη

A' Φάση

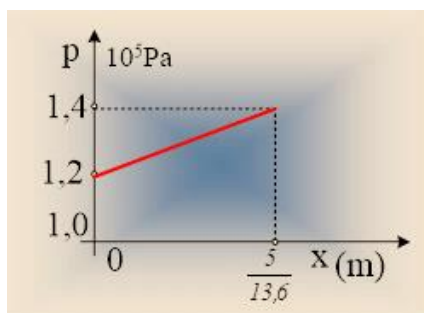
10/03/2018

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

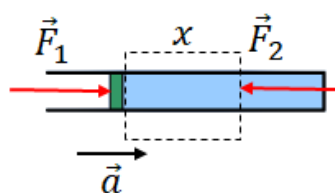
B.1. Εφαρμόζουμε το 2<sup>ο</sup> Νόμο του Νεύτωνα για το σύστημα έμβολο-υδράργυρος μήκους  $x$ :



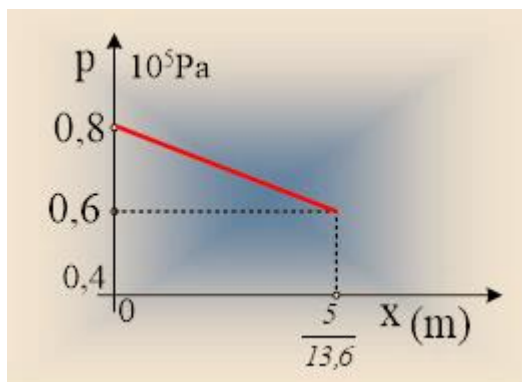
$$\begin{aligned} \Sigma F &= F_2 - F_1 = (m + m_{\text{υγρ}})a \Rightarrow p_x A - p_{\text{atm}} A = ma + \rho_{\text{Hg}} A x a \Rightarrow \\ \Rightarrow p_x &= p_{\text{atm}} + \frac{ma}{A} + \rho_{\text{Hg}} a x \Rightarrow p_x = 10^5 + \frac{4}{2 \cdot 10^{-4}} + 13,6 \cdot 10^3 \cdot 4x (\text{S.I}) \Rightarrow \\ \Rightarrow p_x &= 1,2 \cdot 10^5 + 13,6 \cdot 10^3 \cdot 4x (\text{S.I}) \quad \text{---} \quad 0 \leq x \leq \frac{5}{13,6} \text{m} \end{aligned}$$



B.2. Αν τώρα ο σωλήνας επιταχύνεται προς τη φορά του κλειστού μέρους του σωλήνα με επιτάχυνση μέτρου  $a = 4 \frac{m}{s^2}$ , ισχύει:



$$\begin{aligned} \Sigma F &= F_1 - F_2 = (m + m_{\text{υγρ}})a \Rightarrow p_{\text{atm}} A - p_x A = ma + \rho_{\text{Hg}} A x a \Rightarrow \\ \Rightarrow p_x &= p_{\text{atm}} - \frac{ma}{A} - \rho_{\text{Hg}} a x \Rightarrow p_x = 10^5 - \frac{4}{2 \cdot 10^{-4}} - 13,6 \cdot 10^3 \cdot 4x (\text{S.I}) \Rightarrow \\ \Rightarrow p_x &= 0,8 \cdot 10^5 - 13,6 \cdot 10^3 \cdot 4x (\text{S.I}) \quad \text{---} \quad 0 \leq x \leq \frac{5}{13,6} \text{m} \end{aligned}$$



**B.3.** Έστω ότι ο κύλινδρος επιταχύνεται με επιτάχυνση μέτρου  $a$ . Δείξαμε ότι η πίεση μεταβάλλεται με την απόσταση  $x$  από το έμβολο σύμφωνα με τη σχέση:

$$p_x = p_{atm} - \frac{ma}{A} - \rho_{Hg} ax \Rightarrow p_x = 10^5 - \frac{a}{2 \cdot 10^{-4}} - 13,6 \cdot 10^3 \cdot a \cdot x (S.I) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_x = 10^5 - \frac{10^4 a}{2} - 13,6 \cdot 10^3 \cdot a \cdot x (S.I) \quad 0 \leq x \leq \frac{5}{13,6} m$$

Στο άκρο, το οποίο απέχει απόσταση  $x = h = \frac{5}{13,6} m$  από το έμβολο, η πίεση έχει τιμή:

$$p_h = 10^5 - \frac{10^4 \cdot a}{2} - 13,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{5}{13,6} \cdot a (S.I) \Rightarrow p_h = 10^5 - 10^4 a (S.I)$$

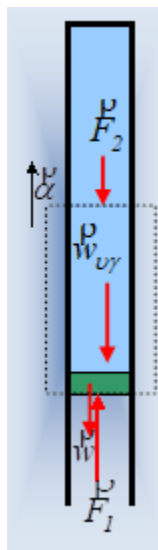
Η πίεση θα μηδενιστεί για επιτάχυνση:  $p_h = 10^5 - 10^4 a = 0 \Rightarrow a = 10 \frac{m}{s^2}$

**B.4.** Ισχύει ότι:

$$\Sigma F = F_1 - F_2 - W - W_{\nu\rho\rho} = (m + m_{\nu\rho\rho})a \Rightarrow p_{atm} A - p_x A - mg - \rho_{Hg} A x g = ma + \rho_{Hg} A x a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_x = p_{atm} - \frac{m(g+a)}{A} - \rho_{Hg} (g+a)x \Rightarrow p_x = 10^5 - \frac{11}{8 \cdot 10^{-4}} - 13,6 \cdot 10^3 \cdot 11x (S.I) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_x = 0,8625 \cdot 10^5 - 13,6 \cdot 10^3 \cdot 11x (S.I) \quad 0 \leq x \leq \frac{5}{13,6} m$$



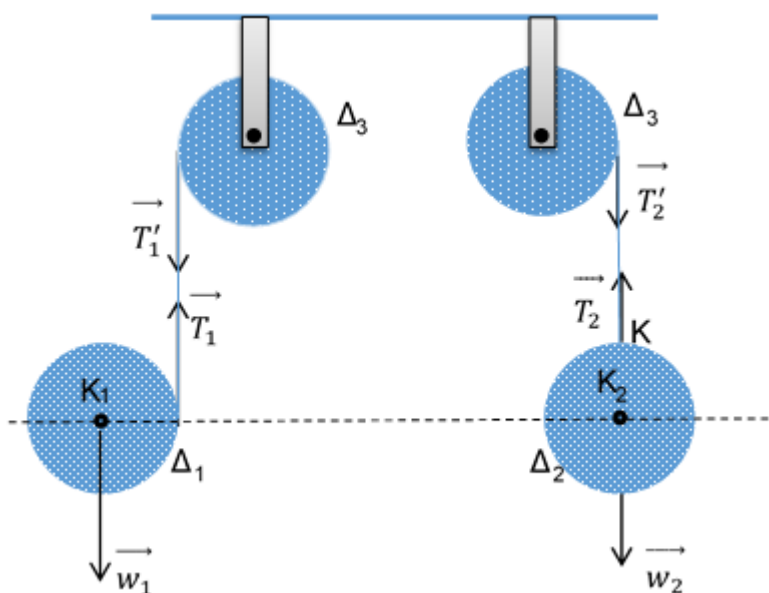
Στο πάνω άκρο το οποίο απέχει απόσταση  $x = h = \frac{5}{13,6} m$  από το έμβολο, η πίεση έχει τιμή:

$$p_x = 0,8625 \cdot 10^5 - 13,6 \cdot 10^3 \cdot 11 \cdot \frac{5}{13,6} \Rightarrow p_x = 0,3125 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$$

Η δύναμη που δέχεται ο υδράργυρος από την πάνω βάση του δοχείου:


$$F = p_h \cdot A \Rightarrow F = 0,3125 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 6,25 N$$

### 3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ



Γ.1. Στο σύστημα Δ3, Δ1 για να μην ολισθαίνει το νήμα πρέπει:



<b>Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικών / Φυσικής "Αριστοτέλης"</b> <b>Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής</b>	
	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση Ένωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**  
 Α' Φάση 10/03/2018

$$\alpha_{E1} = \alpha'_{E1} \Rightarrow \alpha_{cm1} - \alpha_{\gamma\omega\nu1}R = \alpha_{\gamma\omega\nu3}R \quad (1)$$

Στο Δ1 για τη μεταφορική κίνηση ισχύει:  $Mg - T_1 = M\alpha_{cm1}$  (2)

Στο Δ1 για τη στροφική κίνηση ισχύει:  $T_1R = I\alpha_{\gamma\omega\nu1} \Rightarrow T_1 = \frac{1}{2}M\alpha_{\gamma\omega\nu1}R$  (3)

Στο Δ3 στροφική:  $T_1R = I\alpha_{\gamma\omega\nu3} \Rightarrow T_1 = \frac{1}{2}M\alpha_{\gamma\omega\nu3}R$  (4)

$$(3), (4) \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu1} = \alpha_{\gamma\omega\nu3} \quad (5)$$

$$(1), (5) \Rightarrow \alpha_{cm1} = 2\alpha_{\gamma\omega\nu1}R = 2\alpha_{\gamma\omega\nu3}R \quad (6)$$

$$(2), (3) \Rightarrow Mg = M\alpha_{cm1} + \frac{1}{4}M\alpha_{cm1} \Rightarrow \alpha_{cm1} = 0,8g \quad (7)$$

Για το σύστημα Δ2, Δ3:  $\alpha_{\kappa} = \alpha'_{\kappa} \Rightarrow \alpha_{cm2} = \alpha'_{\gamma\omega\nu3}R$  (8)

Μεταφορική:  $Mg - T_2 = M\alpha_{cm2}$  (9)

Στροφική:  $T_2R = \frac{1}{2}MR^2\alpha'_{\gamma\omega\nu3} \Rightarrow T_2 = \frac{1}{2}MR\alpha'_{\gamma\omega\nu3}$  (10)

$$(8), (9), (10) \Rightarrow Mg = M\alpha_{cm2} + \frac{1}{2}M\alpha_{cm2} \Rightarrow \alpha_{cm2} = \frac{2}{3}g \quad (11)$$

**Γ.2.** Για το μήκος του νήματος που ξετυλίχθηκε ισχύει:

$\Delta l_{ολ} = \Delta l_1 + \Delta l_2 \Rightarrow \Delta l_{ολ} = R\Delta\theta_1 + R\Delta\theta_2$  ή αλλιώς

$$\Delta l_{ολ} = \frac{1}{2}(\alpha_{\gamma\omega\nu,1} \cdot R + \alpha_{\gamma\omega\nu,3} \cdot R) \cdot t^2 = 2 \cdot \frac{1}{2}(\alpha_{\gamma\omega\nu,1} \cdot R) \cdot t^2 = \frac{\alpha_{cm,1}}{2} \cdot t^2 = \frac{0,8 \cdot g}{2} \cdot t^2 \Rightarrow \Delta l_{ολ} = 16$$

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

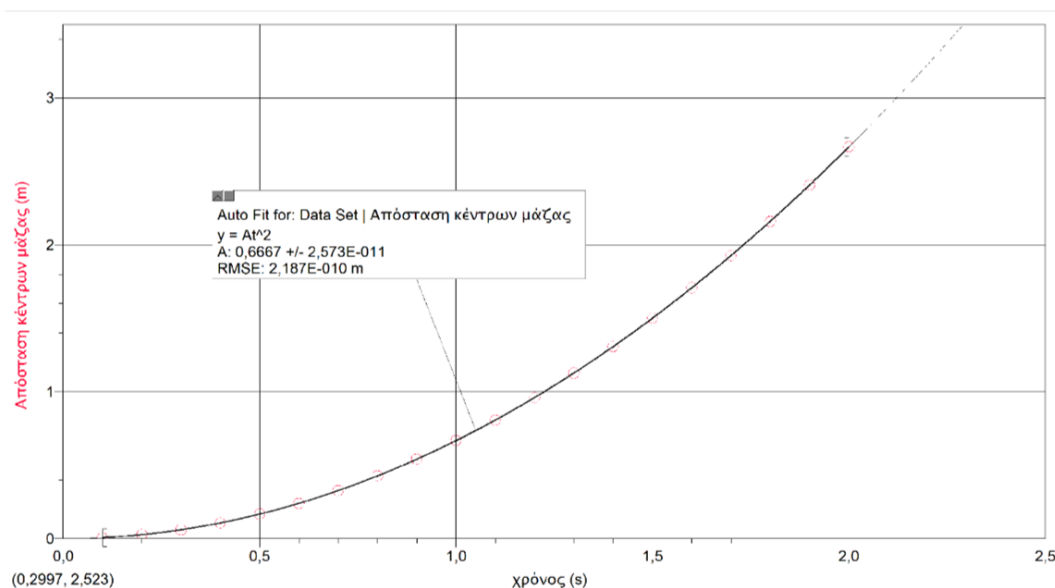
Α' Φάση

10/03/2018

**Γ.3.** Η συνάρτηση  $Y$  της κατακόρυφης απόστασης των δύο κέντρων είναι:

$$Y = Y_1 - Y_2 \Rightarrow Y = \frac{1}{2}(\alpha_{cm1} - \alpha_{cm2})t^2 \Rightarrow Y = \frac{10}{15}t^2 \Rightarrow Y = \frac{2}{3}t^2$$

και η γραφική της παράσταση φαίνεται στο σχήμα.



**Γ.4.**

Για τις επιταχύνσεις ισχύει:

$$\alpha_{E1} = \alpha'_{E1} \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega v1}R - \alpha_{cm1} = \alpha_{\gamma\omega v3}R \quad (1)$$

$$\alpha_K = \alpha'_K \Rightarrow \alpha_{cm2} = \alpha_{\gamma\omega v3}R \quad (2)$$

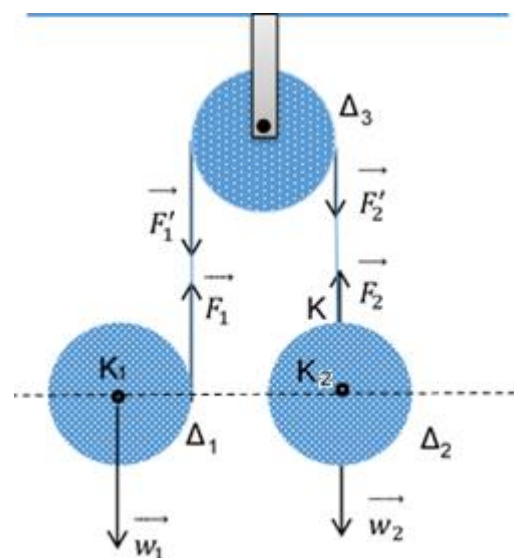
$$(1), (2) \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega v1}R - \alpha_{cm1} = \alpha_{\gamma\omega v3}R = \alpha_{cm2} \quad (3)$$

Για το δίσκο  $\Delta_1$ :

$$\text{ΜΕΤ: } Mg - F_1 = M\alpha_{cm1} \quad (4)$$

$$\text{ΣΤΡ: } F_1R = \frac{1}{2}MR^2\alpha_{\gamma\omega v1} \Rightarrow F_1 = \frac{1}{2}MR\alpha_{\gamma\omega v1} \quad (5)$$

$$(4), (5) \Rightarrow Mg = M\alpha_{cm1} + \frac{1}{2}MR\alpha_{\gamma\omega v1} \Rightarrow g = \alpha_{cm1} + \frac{1}{2}R\alpha_{\gamma\omega v1} \quad (6)$$



**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

Α' Φάση

10/03/2018

Για τη τροχαλία:  $F_2 R - F_1 R = \frac{1}{2} M R^2 \alpha_{\gamma\omega\nu 3} \Rightarrow F_2 - F_1 = \frac{1}{2} M R \alpha_{\gamma\omega\nu 3} \stackrel{(3)}{\Rightarrow} F_2 - F_1 = \frac{1}{2} M \alpha_{cm2}$  (7)

Για το δίσκο Δ2:  $Mg - F_2 = M \alpha_{cm2}$

(7), (8)  $\Rightarrow Mg - F_1 = \frac{3}{2} M \alpha_{cm2} \stackrel{(5)}{\Rightarrow} Mg - \frac{1}{2} M R \alpha_{\gamma\omega\nu 1} = \frac{3}{2} M \alpha_{cm2} \Rightarrow g = \frac{3}{2} \alpha_{cm2} + \frac{1}{2} \alpha_{\gamma\omega\nu 1} R$  (9)

(6), (9)  $\Rightarrow \alpha_{cm1} = \frac{3}{2} \alpha_{cm2} \Rightarrow \frac{\alpha_{cm1}}{\alpha_{cm2}} = \frac{3}{2}$  (10)

(6)  $\Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu 1} R = 2g - \alpha_{cm1} \stackrel{(3)}{\Rightarrow} 2g - 2\alpha_{cm1} - \alpha_{cm1} = \frac{2}{3} \alpha_{cm1} \Rightarrow \alpha_{cm1} = \frac{6}{11} g$  (11)

(10), (11)  $\Rightarrow \alpha_{cm2} = \frac{4}{11} g$

λ

Το σύστημα περιστρέφεται δεξιόστροφα λόγω της σχέσης των δυνάμεων του νήματος στην τροχαλία.

**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Συμπληρώνουμε τον πίνακα των μετρήσεων με τη βοήθεια των σχέσεων

$$n = 2 \cdot L / \lambda_i$$

$$T_i = m_i \cdot g$$

$$u_i = \lambda_i \cdot f$$

και από αυτήν τις τιμές του  $u_i^2$

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

i	Αναρτημένη Μάζα $m_i$ (kg)	Τάση $T_i$ (N)	Τετράγωνο Τάσης $T_i^2$ (N <sup>2</sup> )	Αριθμός Ατράκτων n	Μήκος Κύματος $\lambda_i$ (m)	Ταχύτητα Κύματος $u_i$ (m/s)	Τετράγωνο Ταχύτητας $u_i^2$ (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )
1	1.3	13	163.8	6	0.36	42.8	1835.27
2	1.8	18	324	5	0.40	48.0	2304.00
3	2.9	29	841	4	0.51	61.2	3745.44
4	5.0	50	2500	3	0.69	82.8	6855.84
5	11.5	115	13225	2	0.98	117.6	13829.76

Στη συνέχεια ονοματίζουμε τους άξονες του διαγράμματος με τα κατάλληλα σύμβολα των φυσικών μεγεθών τα οποία απεικονίζονται σε αυτούς, αναγράφοντας και τις μονάδες μέτρησής τους, εντός παρένθεσης, δίπλα από το σύμβολο του αντίστοιχου μεγέθους.



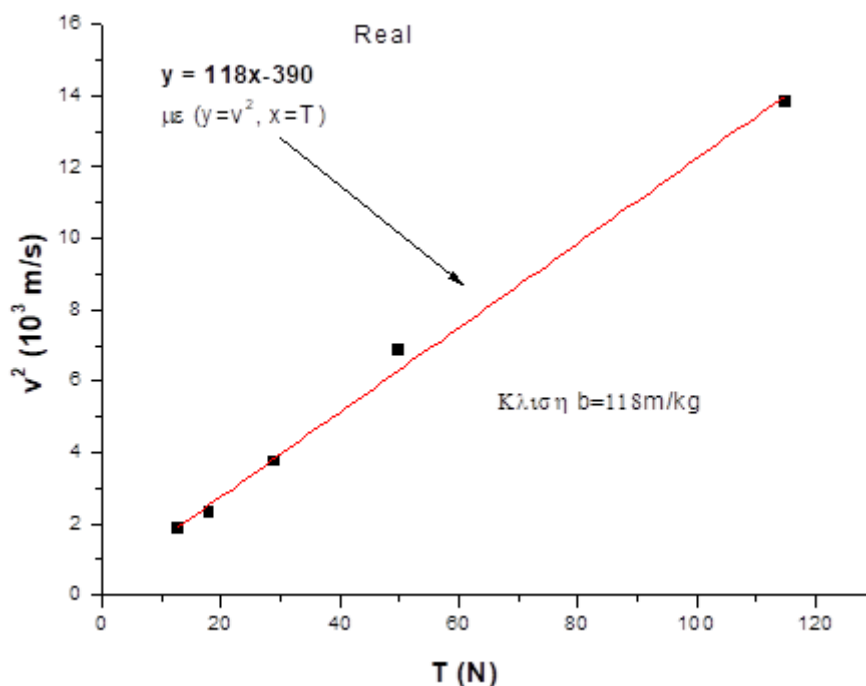
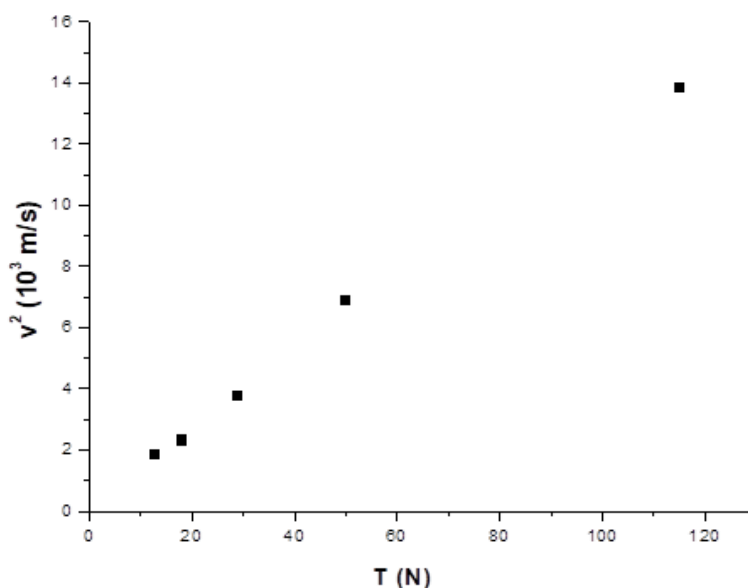
**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**


A' Φάση

10/03/2018

Επιλέγουμε κατάλληλο εύρος και υποδιαιρέσεις επί των αξόνων ώστε να χωρέσουν όλα τα πειραματικά σημεία ευκρινώς εντός της περιοχής του διαγράμματος και στη συνέχεια αποτυπώνουμε τα σημεία που αντιστοιχούν στις συντεταγμένες ( $T_i, u_i^2$ ).

Σχεδιάζουμε κατ' εκτίμηση την ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων που περιγράφει καλύτερα τα πειραματικά σημεία (καλύτερη προσαρμογή) κάτι που είναι πολύ εύκολο διότι οι μετρήσεις φαίνεται ότι ακολουθούν πολύ πιστά τη γραμμική συμπεριφορά.



<b>Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικών / Φυσικής "Αριστοτέλης"</b> <b>Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής</b>	
	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση 'Ενωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

Α' Φάση

10/03/2018

Με τη βοήθεια της εκτιμήτριας  $b$

$$b = \frac{5 \sum_{i=1}^5 x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^5 x_i \right) \left( \sum_{i=1}^5 y_i \right)}{5 \sum_{i=1}^5 x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^5 x_i \right)^2}$$

έχοντας προηγουμένως υπολογίσει τα  $x_i^2$ , τα αθροίσματα  $\sum x_i$ ,  $\sum y_i$ ,  $\sum x_i^2$ ,  $\sum (x_i y_i)$ ,  $(\sum x_i) \cdot (\sum y_i)$ , όπου  $x = T_i$  και  $y_i = u_i^2$ , βρίσκουμε ότι:

$$b = 118$$

(Εναλλακτικά μπορεί κανείς να υπολογίσει την κλίση της ευθείας του διαγράμματος κατευθείαν επάνω στο διάγραμμα, με τον συνηθισμένο τρόπο χρησιμοποιώντας τον ορισμό της κλίσης της ευθείας ως εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει η ευθεία, με τον οριζόντιο άξονα των  $x$  σχεδιάζοντας ένα βοηθητικό ορθογώνιο τρίγωνο που έχει ως υποτείνουσα ένα τμήμα της ευθείας, και κάθετες πλευρές που είναι παράλληλες αντιστοίχως στους δύο άξονες του διαγράμματος).

Συγκρίνοντας τις σχέσεις

$$y = a + bx$$

$$u^2 = T/\mu = (1/\mu) \cdot T$$

καταλαβαίνουμε ότι  $y \equiv u^2$ ,  $x \equiv T$  και  $b \equiv 1/\mu$ .

Επομένως  $\mu \equiv 1/b$ , άρα υπολογίζουμε ότι  $\mu = 0.0084483$

$$\text{Άρα } \mu = 8.45 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}$$


Επειδή  $\mu$  η γραμμική πυκνότητα του μέσου (η μάζα ανά μονάδα μήκους της χορδής ισχύει ότι  $\mu = m/L \Rightarrow m = \mu \cdot L$  άρα  $m = 8.45 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ ).

Θεωρώντας το σχήμα της χορδής ως κυλινδρικό και δεδομένου ότι το μήκος και το εμβαδό διατομής της χορδής είναι  $L = 1 \text{ m}$  και  $A = 1 \text{ mm}^2$ , ο όγκος της είναι  $V = h \cdot A \equiv L \cdot A = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ .

Επειδή  $\rho = m/V$ , θα είναι

$$\rho = 8.45 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Με τη βοήθεια των τιμών του πίνακα πυκνοτήτων υλικών που παρατίθεται μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το υλικό της χορδής έχει πυκνότητα (όπως αυτή προέκυψε πειραματικά) πιο κοντά σε αυτήν του ατσάλιου  $8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

<b>Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικών / Φυσικής "Αριστοτέλης"</b> <b>Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής</b>	
	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση Ένωση Ελλήνων Φυσικών

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2018 - Γ' Τάξη**

Α' Φάση

10/03/2018

Είναι λογικό να συμπεράνουμε ότι **η χορδή είναι κατασκευασμένη από ατσάλι**.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

Υλικό	Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )
Χρυσός	$13,3 \cdot 10^3$
Αλουμίνιο (αργίλιο)	$2,7 \cdot 10^3$
Ατσάλι	$8 \cdot 10^3$
Χαλκός	$9 \cdot 10^3$
Άργυρος	$10,5 \cdot 10^3$

Οι τιμές του λόγου  $v_i^2/T_i = \mu_i$  ενδέχεται να διαφέρουν μεταξύ τους (μη απόλυτη γραμμική διασπορά των σημείων του διαγράμματος) διότι το πείραμα που σχεδιάστηκε πιθανόν να διαφέρει από το ιδανικό σε διάφορα σημεία.

Μερικά από αυτά παρατίθενται:

- 1) Το υλικό της χορδής μπορεί να μην είναι ομογενές σε όλο το μήκος της ούτε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της απολύτως κυλινδρικά (ελαφρώς διαφορετικό εμβαδόν διατομής από σημείο σε σημείο, κατασκευαστικές ατέλειες του υλικού).
- 2) Κατά τον προσδιορισμό του μήκους κύματος με μετροταινία καθώς και του όγκου (ή μάζας) του υγρού εντός του ογκομετρικού δοχείου και της μάζας του αναρτημένου δοχείου με ζυγό, υπεισέρχονται σφάλματα ανάγνωσης οργάνων, αναπόφευκτα τυχαία σφάλματα από τον πειραματικό κατά τη μέτρηση των μεγεθών αυτών κλπ.
- 3) Το γεγονός ότι το σημείο ανάρτησης της χορδής με τη γεννήτρια κυμάτων δεν είναι «δεσμός» (ακίνητο σημείο) με την έννοια του όρου που χρησιμοποιείται στα στάσιμα κύματα, αλλά ταλαντώνεται αρμονικά θέτοντας τη χορδή σε κίνηση.