Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί Φυσικής "Αριστοτέλης" - Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών / Τμήμα Φυσικής
Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2019 - Γ′ Τάξη

Α΄ Φάση 13/04/2019

ΟΔΗΓΙΕΣ:

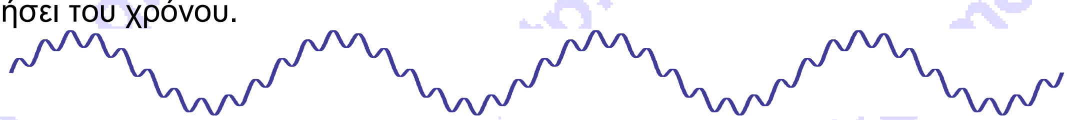
1. Εκτός αν η εκφώνηση ορίζει διαφορετικά, οι απαντήσεις σε *όλα* τα ερωτήματα θα πρέπει να αναγραφούν στο ***Φύλλο Απαντήσεων*** που θα σας δοθεί μαζί με τις εκφωνήσεις.
2. Η επεξεργασία των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε φύλλα Α4 ή σε τετράδιο που θα σας δοθεί. Τα υλικά αυτά θα παραδοθούν στο τέλος της εξέτασης μαζί με το ***Φύλλο Απαντήσεων***.
3. Όπου ζητούνται γραφήματα θα σχεδιαστούν στους ειδικούς χώρους του ***Φύλλου Απαντήσεων***.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^{Ο} ΘΕΜΑ

Α.1. Λέμε ότι από τη διατήρηση της στροφορμής προκύπτει ότι ο χρόνος μιας πλήρους περιστροφής ενός πλανήτη γύρω από τον εαυτό του, όπως και ο χρόνος περιφοράς του γύρω από τον ήλιο είναι σταθερός. Εξηγήστε σε κάθε μία από τις δύο περιπτώσεις ποια είναι τα χαρακτηριστικά της βαρυτικής δύναμης που οδηγούν σε αυτά τα συμπεράσματα.

Α.2. Στο σχήμα βλέπουμε την απομάκρυνση ενός σώματος από τη θέση ισορροπίας του συναρτήσει του χρόνου.



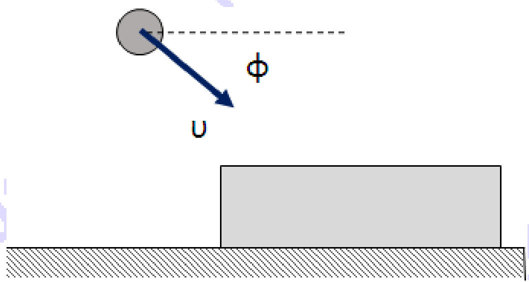
Α.2.1. Θα μπορούσε αυτή η κίνηση να θεωρηθεί σύνθεση ταλαντώσεων;

Α.2.2. Αν ναι, τότε τί μορφή θα έπρεπε να έχουν οι ταλαντώσεις που συντίθενται, ώστε να δώσουν ένα τέτοιο αποτέλεσμα;

Α.3. Σε κάποιους αστέρες στο σύμπαν η ακτίνα μεταβάλλεται σημαντικά με το χρόνο λόγω πυρηνικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στο εσωτερικό τους. Ξέρουμε ότι με τη χρήση της διατήρησης της στροφορμής, μπορούμε να υπολογίσουμε τη νέα περίοδο του αστέρα συναρτήσει της αρχικής του περιόδου, πριν μεταβληθεί η ακτίνα του. Ισχύει όμως: $T' \neq T \Rightarrow a_{\gamma} = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t} \neq 0 \Rightarrow \Sigma\tau = Ia_{\gamma} \neq 0$. Είναι λοιπόν η συνισταμένη εξωτερική ροπή μηδέν; Αν όχι, πώς εμείς θεωρούμε ότι η στροφορμή διατηρείται για να υπολογίσουμε τη νέα περίοδο;

2^{Ο} ΘΕΜΑ

Σώμα μάζας M ηρεμεί σε οριζόντιο δάπεδο, με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής $\mu_s = \mu = 0{,}6$. Βλήμα μάζας $m = 10g$ κινείται διαγωνίως προς τα κάτω με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 40\ m/s$, η διεύθυνση της οποίας σχηματίζει γωνία $\varphi = 60^{o}$ με την οριζόντια διεύθυνση.



Το βλήμα σφηνώνεται στο σώμα, χωρίς αυτό να αναπηδήσει. Η κρούση έχει μετρήσιμη χρονική διάρκεια Δt.

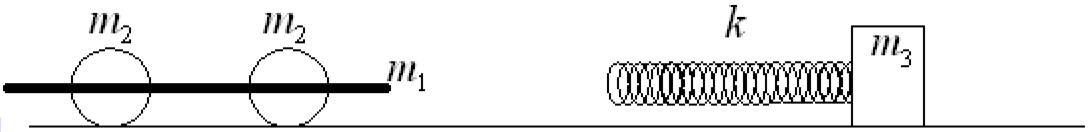
Β.1. Στο διαθέσιμο χώρο του φύλλου απαντήσεων να σχεδιάσετε ποιοτικά το διάγραμμα της κάθετης αντίδρασης από το δάπεδο, από κάποια στιγμή πριν την έναρξη της κρούσης, μέχρι κάποια άλλη στιγμή που αυτή έχει ολοκληρωθεί.

Β.2. Να ερμηνεύσετε διαστατικά (δηλ. με βάση τις μονάδες των φυσικών μεγεθών) τι εκφράζει το εμβαδό που περικλείεται από τη γραφική παράσταση και τον άξονα του χρόνου.

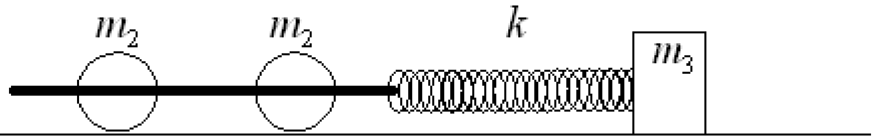
Β.3. Να σχεδιάσετε ποιοτικά το διάγραμμα της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στο σύστημα των δύο σωμάτων κατά τον άξονα y΄y, από κάποια στιγμή πριν την κρούση, μέχρι κάποια άλλη στιγμή που αυτή ολοκληρώνεται.
Β.4. Να υπολογίσετε την αριθμητική τιμή του εμβαδού που περικλείεται από τη γραφική παράσταση του ερωτήματος Β.3. και τον άξονα του χρόνου.
Β.5. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια $|\Delta K|$ που κατά την κρούση μετατρέπεται σε θερμική. Για τους υπολογισμούς στο ερώτημα αυτό, να θεωρήσετε το βάρος αμελητέο σε σχέση με την κάθετη αντίδραση N.

3Ο ΘΕΜΑ

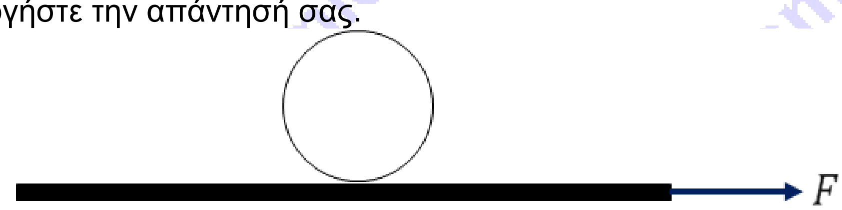
Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε ένα αυτοσχέδιο πατίνι. Αποτελείται από μια αμελητέου πάχους ομογενή σανίδα μάζας $m_1 = 2Kg$ και δύο «βαράκια» που παίζουν το ρόλο των τροχών, καθένα με μάζα $m_2 = 2Kg$ και ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα συμμετρίας τους $I = \frac{1}{2}m_2R^2$. Η σανίδα είναι οριζόντια και διέρχεται από τα κέντρα μάζας των τροχών. Η σανίδα και οι τροχοί συνιστούν ενιαίο σύστημα, το κέντρο μάζας του οποίου βρίσκεται στο μέσο της σανίδας. Το σύστημα κινείται με σταθερή ταχύτητα σε ευθεία που συμπίπτει με τον άξονα οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου, σταθεράς $k = 800N/m$. Το πλάτος της σανίδας είναι επαρκές ώστε μετά την πρόσκρουσή της στο ελατήριο να το αναγκάσει να συσπειρωθεί. Τη στιγμή που το σύστημα προσκρούει στο άκρο του ελατηρίου η ταχύτητά του είναι $1m/s$. Στο οριζόντιο δάπεδο υπάρχει επαρκής τριβή, ώστε οι τροχοί να κάνουν κύλιση (χωρίς ολίσθηση) όταν το σύστημα προσπέσει στο ελατήριο. Το ελατήριο είναι στερεωμένο σε σώμα μάζας $m_3 = 6Kg$ το οποίο είναι κολλημένο στο δάπεδο. Δίνεται $g = 10m/s^2$.



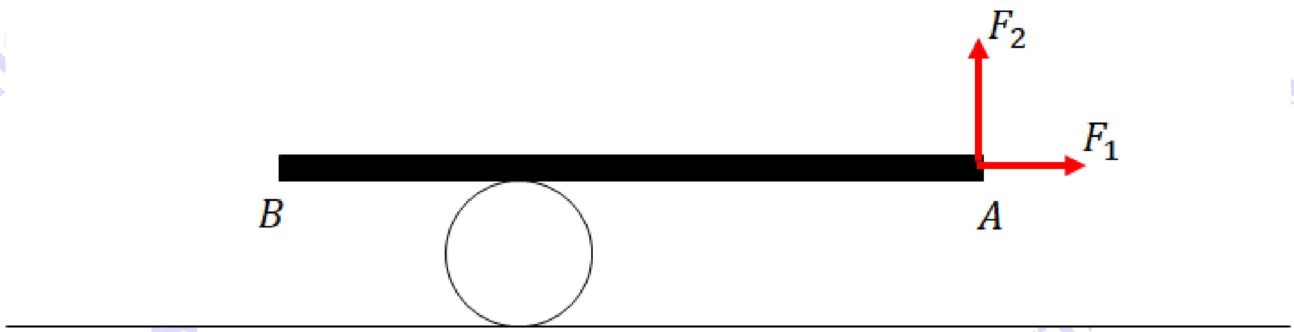
Γ.1. Να βρεθεί η μέγιστη συσπείρωση A του ελατηρίου.
Γ.2. Αν το σύστημα κολλά στο ελατήριο, να αποδειχθεί ότι η σανίδα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και να βρεθεί η περίοδός της T.
Γ.3. Έχοντας καθαρίσει τα υπολείμματα κόλλας από τη βάση του σώματος m_3, μεταφέρουμε το σύστημα πατινιού – ελατηρίου – σώματος m_3 σε άλλο δάπεδο, χωρίς τριβή. Επιμηκύνουμε το ελατήριο κατά Δl_0 και αφήνουμε ταυτόχρονα το πατίνι και το σώμα m_3 ελεύθερα να κινηθούν. Να αποδείξετε ότι το πατίνι θα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε την περίοδό της T_2.



Γ.4. Αποσυνδέουμε το πατίνι από το ελατήριο, αποσυνδέουμε και τους τροχούς από τη σανίδα, τοποθετούμε τη σανίδα σε λείο οριζόντιο δάπεδο και στο μέσο της τοποθετούμε τον έναν τροχό, με το επίπεδό του παράλληλα στο μήκος της σανίδας (βλ. σχ.). Μεταξύ σανίδας και τροχού υπάρχει τριβή με συντελεστή τριβής $\mu = 0{,}29$. Ασκούμε στη σανίδα οριζόντια δύναμη, κάθετη στον άξονα συμμετρίας του τροχού, με μέτρο $F = 20N$. Ποια θα είναι η επιτάχυνση α_1της σανίδας και ποια η επιτάχυνση $\alpha_{c.m.}$του κέντρου μάζας του τροχού; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.



Γ.5. Στη συνέχεια τοποθετούμε το δίσκο σε μη λείο οριζόντιο επίπεδο και τη σανίδα πάνω σε αυτόν (βλ. σχ.). Ενώ το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας ασκούμε στο άκρο Α της σανίδας σταθερή οριζόντια δύναμη F_1 και κατακόρυφη δύναμη F_2, το μέτρο της οποίας μεταβάλλεται κατά τρόπο ώστε η σανίδα να διατηρεί τον οριζόντιο προσανατολισμό της. Σε σχέση τόσο με το έδαφος όσο και με τη σανίδα, ο δίσκος κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει. Θεωρώντας ότι η αρχή του συστήματος αναφοράς ταυτίζεται με τη θέση του κέντρου μάζας της σανίδας όσο το σύστημα ηρεμεί, να εκφράσετε το μέτρο της δύναμης F_2 σε συνάρτηση με τη μετατόπιση x του κέντρου μάζας της σανίδας.



ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Ένα σώμα που αφήνεται να κινηθεί μέσα σε ρευστό υπό την επίδραση της βαρύτητας, με την προϋπόθεση ότι η κίνησή του διαρκεί επαρκή χρόνο, θα αποκτήσει μια τελική σταθερή ταχύτητα που καλείται οριακή, καθώς, εκτός από την άνωση A, δέχεται και μια δύναμη F, που οφείλεται στην εσωτερική τριβή (ιξώδες) του ρευστού.

Για σώμα σφαιρικού σχήματος, ακτίνας r, κινούμενο με ταχύτητα υ, η δύναμη από το ρευστό δίνεται από τη σχέση:

$$F = 6\pi \cdot \eta \cdot r \cdot \upsilon \ (1)$$

όπου η ο συντελεστής ιξώδους του ρευστού.

Για κυλινδρικό σώμα ακτίνας βάσης r η προηγούμενη σχέση γενικεύεται στη μορφή:

$$F = 6\pi \cdot k \cdot \eta \cdot r^m \cdot \upsilon \ (2)$$

όπου k και m αριθμοί, η τιμή των οποίων εξαρτάται από τις αναλογίες των διαστάσεων του κυλίνδρου τον προσανατολισμό του κατά την κίνησή του μέσα στο ρευστό.

Δ.1. Αν συμβολίσουμε με ρ την πυκνότητα του σώματος και με ρ' την πυκνότητα του ρευστού, αποδείξτε ότι η οριακή ταχύτητα $\upsilon_{o\rho,\sigma\varphi}$ για σώμα σφαιρικού σχήματος δίνεται από τη σχέση:

$$\upsilon_{o\rho,\sigma\varphi} = C_{\sigma\varphi}(\rho - \rho')r^2 \quad (3)$$

όπου $C_{\sigma\varphi}$ μία σταθερά, ενώ για σώμα κυλινδρικού σχήματος,του οποίου το ύψοςh ισούται με τη διάμετρο της βάσης, η οριακή ταχύτητα $\upsilon_{o\rho,\kappa\upsilon\lambda}$ δίνεται από τη σχέση:

$$\upsilon_{o\rho,\kappa\upsilon\lambda} = C_{\kappa\upsilon\lambda}(\rho - \rho')r^{3-m} \quad (4)$$

όπου $C_{\kappa\upsilon\lambda}$ μία άλλη σταθερά.

Δ.2. Εκφράστε τις σταθερές $C_{\sigma\varphi}$ και $C_{\kappa\upsilon\lambda}$ σε συνάρτηση άλλων σταθερών ποσοτήτων του πειράματος.

Δ.3. Μια ομάδα μαθητών θέλησε να μετρήσει πειραματικά τον συντελεστή ιξώδους $\eta_{\gamma\lambda}$της γλυκερίνης.

Για το σκοπό αυτό προμηθεύτηκαν ομογενή σώματα σφαιρικού σχήματος από αλουμίνιο ($\rho = 2{,}7\ g/cm^3$), με ποικίλες τιμές ακτίνας.

Οι σφαίρες αφέθηκαν διαδοχικά να κινηθούν υπό την επίδραση της βαρύτητας μέσα σε γυάλινο σωλήνα κατάλληλης διαμέτρου και επαρκούς ύψους (ώστε να εξασφαλίζεται η επίτευξη της $\upsilon_{o\rho}$), γεμισμένο με γλυκερίνη. Χρησιμοποιώντας φωτοπύλες, για να μετρήσουν τη μέση ταχύτητα διέλευσης των σφαιρών από αυτές, αρχικά προσδιόρισαν για κάθε σφαίρα την τιμή του βάθους$h_{o\rho}$πέραν του οποίου αυτή αποκτούσε σταθερή ταχύτητα. Κατόπιν, για κάθε σφαίρα τοποθέτησαν μία φωτοπύλη σε κάποια θέση χαμηλότερα από το αντίστοιχο $h_{o\rho}$ και μέτρησαν την οριακή ταχύτητά της. Οι μετρήσεις τους δίνονται στον επόμενο πίνακα:

$r\ (mm)$	4	6	8	10	12
$\upsilon_{o\rho}\ (m/s)$	0,058	0,130	0,237	0,373	0,532

Στον πίνακα που θα βρείτε στο φύλλο απαντήσεων, συμπληρώστε τις τιμές του συντελεστή $C_{\sigma\varphi}$ και προσδιορίστε τη μέση τιμή του. Από αυτή υπολογίστε το $\eta_{\gamma\lambda}$.

Δ.4. Στη συνέχεια, οι μαθητές προσδιόρισαν πειραματικά τις τιμές των συντελεστών k και m για κύλινδρο που βυθίζεται σε γλυκερίνη.

Για το σκοπό αυτό προμηθεύτηκαν ομογενή σώματα κυλινδρικού σχήματος από αλουμίνιο, με ποικίλες τιμές ακτίνας βάσης rκαι ύψος h ίσο με τη διάμετρο της βάσης.

Με ανάλογη πειραματική διαδικασία, κατέληξαν στις ακόλουθες μετρήσεις:

$r\ (mm)$	4	6	8	10	12
$\upsilon_{o\rho}\ (m/s)$	0,541	1,062	1,715	2,496	3,381

Οι μαθητές φρόντισαν σε κάθε επανάληψη του πειράματος ο άξονας των κυλίνδρων να παραμένει οριζόντιος. Επίσης, το δοχείο που χρησιμοποίησαν είχε αρκετά μεγάλο ύψος ώστε να εξασφαλίζεται η επίτευξη της $\upsilon_{o\rho}$.

Προκειμένου να προσδιορίσουν τις τιμές των k και m θυμήθηκαν τη Μέθοδο Ελαχίστων Τετραγώνων (Μ.Ε.Τ.) η οποία οδηγεί σε προσδιορισμό δύο σταθερών. Σκέφτηκαν όμως ότι αυτή εφαρμόζεται στην περίπτωση όπου υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των πειραματικά προσδιοριζόμενων φυσικών μεγεθών, κάτι που δεν ισχύει στην περίπτωση της σχέσης (4). Η καθηγήτριά τους τούς συμβούλεψε να λογαριθμήσουν τη σχέση (4), ώστε να καταλήξουν σε γραμμική εξάρτηση. Στο φύλλο απαντήσεων γράψτε τη μορφή της (4) μετά τη λογαρίθμηση.

Δ.5. Συμπληρώστε τον πίνακα που θα βρείτε στο φύλλο απαντήσεων και εφαρμόστε τη Μ.Ε.Τ. για να βρείτε τις τιμές των k και m για κύλινδρο.Για το συντελεστή ιξώδους της γλυκερίνης χρησιμοποιήστε την τιμή που προσδιορίσατε στο ερώτημα Δ.3. Αν δεν καταφέρατε να φτάσετε σε αριθμητικό αποτέλεσμα, χρησιμοποιήστε την τιμή $\eta_{\gamma\lambda} = 0{,}85\frac{N\cdot s}{m^2}$.

Δίνονται: $V_{\sigma\varphi} = \frac{4}{3}\pi r^3$, $V_{\kappa\upsilon\lambda} = \pi r^2 h$, $g = 9{,}81 m/s^2$, $\rho' = \rho_{\gamma\lambda} = 1.260\ kg/m^3$.
Σημείωση: Για τους υπολογισμούς σας να χρησιμοποιήσετε ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων.

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

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Όνομα και Επώνυμο: ……………………………………………………………

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

Τηλ. Οικίας: ………………….. Κινητό τηλέφωνο: ………………….….

e-mail: ……………………..……………………………………

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1$^{\text{Ο}}$ ΘΕΜΑ

Α.1.

……………………………………………………………………………………….…

……………………………………………………………………………………….…

……………………………………………………………………………………….…

……………………………………………………………………………………….…

Α.2.1. ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

Α.2.2.……………………………………………………………………………….…

……………………………………………………………………………………….…

……………………………………………………………………………………….…

Α.3.………………………………………………………………………………..........

……………………………………………………………………………………….…

……………………………………………………………………………………….…

2^{Ο} ΘΕΜΑ

Σχεδιάστε εδώ το διάγραμμα του ερωτήματος **Β.1.**

Σχεδιάστε εδώ το διάγραμμα του ερωτήματος **Β.3.**

Β.2. Ερμηνεία: …………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………….

Β.4. Αριθμητική τιμή εμβαδού: ……………..**Β.5.** $|\Delta K| =$…………..

3^{Ο} ΘΕΜΑ

Γ.1. $A =$ ……………………………..

Γ.2. ………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

$T =$………………

Γ.3. ……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

$T_2 =$…………………..

Γ.4. $\alpha_1 =$……………….. $\alpha_{cm} =$………………. **Γ.5.** $F_2 = f(x) =$…………………………

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Δ.1. Απόδειξη:

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….

Δ.2. $C_{\sigma\varphi} =$……………………………… $C_{\kappa\upsilon\lambda} =$ ………………………………

Δ.3. Συμπληρώστε τον πίνακα::

$r\ (m)$	$v_{op}\ (m/s)$	$C_{\sigma\varphi}\left(\frac{m^2}{kg\cdot s}\right)$
0,004	0,058	
0,006	0,130	
0,008	0,237	
0,010	0,373	
0,012	0,532	

$\overline{C_{\sigma\varphi}}$ =…………………… $\eta_{\gamma\lambda}$ =…………………

Δ.4. Με λογαρίθμηση η σχέση (4) γράφεται:

……………………………………………………………………………………………………..

Δ.5. Συμπληρώνουμε τον πίνακα των μετρήσεων με τους πρόσθετους υπολογισμούς:

r	v_{op}	$\log r \equiv x$	$\log v_{op,\kappa\upsilon\lambda} \equiv y$	x^2	y^2	$x\cdot y$
0,004	0,541					
0,006	1,062					
0,008	1,715					
0,010	2,496					
0,012	3,381					
Αθροίσματα						

Εφαρμόστε τη Μ.Ε.Τ. και βρείτε τις τιμές των συντελεστών:

m =…………….. k =……………..