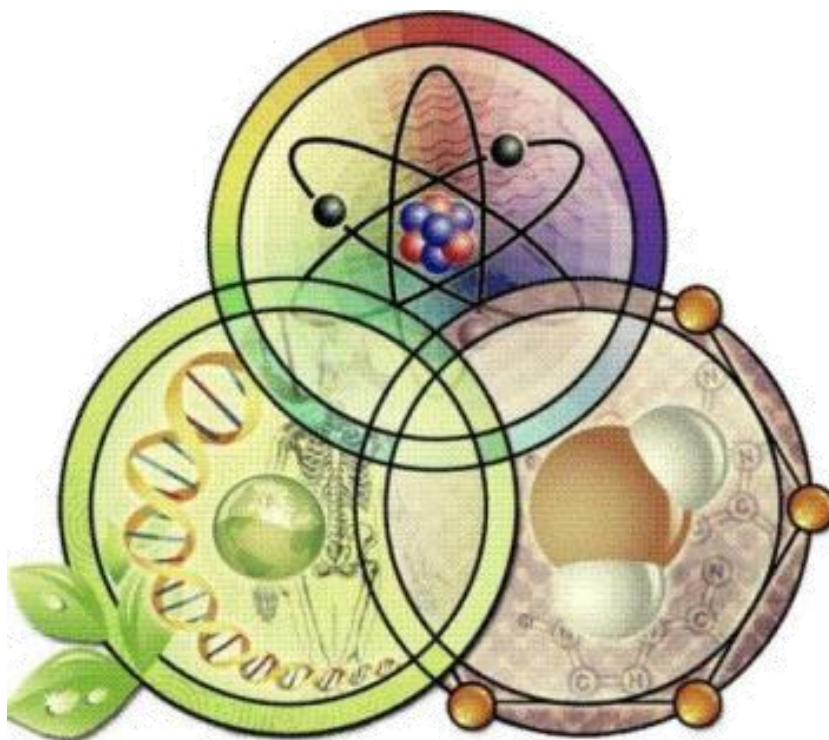


Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός για την επιλογή
στην 16η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών
EUSO 2018

ΦΥΣΙΚΗ



Σχολείο:.....

Όνόματα μαθητών/μαθητριών:

1)

2)

3)

ΑΘΗΝΑ

Σάββατο 27 Ιανουαρίου 2018

Ζυγός Αδράνειας: Λειτουργία και Εφαρμογές



ISS021E014503

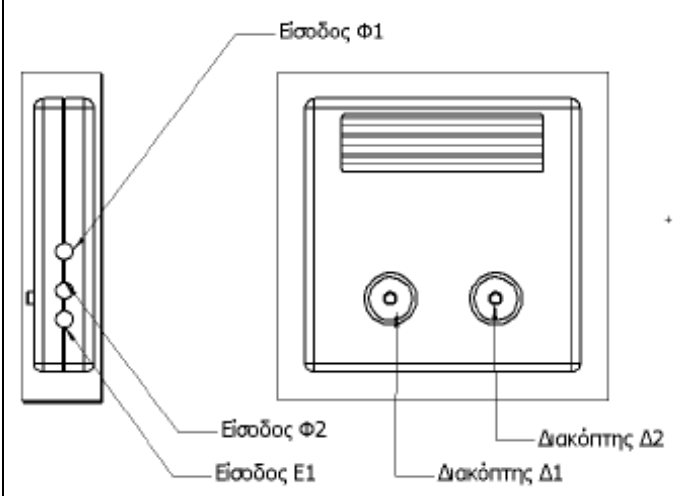
ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

- α) Όποια χαρτιά χρησιμοποιήσετε, συμπεριλαμβανομένων και των σημειώσεων, πρέπει να παραδοθούν στο τέλος της πειραματική δοκιμασίας.
- β) Όλα τα αποτελέσματα και οι απαντήσεις σας θα γραφούν στο απαντητικό φύλλο στο οποίο θα σας παραπέμπουν οι κατάλληλες οδηγίες.
- γ) Η κατανομή των εργασιών μεταξύ των μαθητών της ομάδας θα εξοικονομήσει χρόνο.
- δ) Σαν πρόχειρο μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το φύλλο A4 που έχει επισυναφθεί.
- ε) Για οποιαδήποτε δυσλειτουργία εμφανιστεί να καλέσετε τον επιβλέποντα.

Προτεινόμενος χρόνος που θα αφιερώσετε σε κάθε εργασία

| Εργασία | Προτεινόμενος χρόνος |
|--|----------------------|
| 1 ^η πειραματική δραστηριότητα | 25 λεπτά |
| 2 ^η πειραματική δραστηριότητα | 10 λεπτά |
| Επεξεργασία μετρήσεων - Ερωτήσεις | 25 λεπτά |

Οδηγίες χρήσης του χρονομετρητή με φωτοπύλες

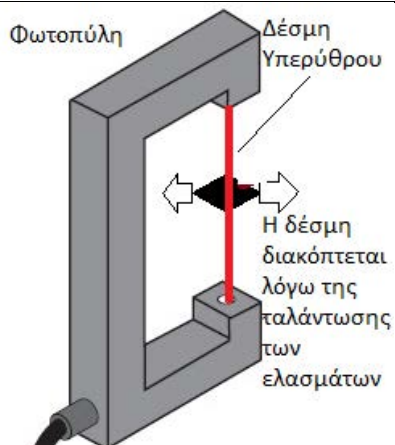


Κουμπί Δ1:

- Για επιλογή κατάστασης λειτουργίας (F1,F2,F3): Στιγματικό πάτημα του Δ1 και επιλογή λειτουργίας με το Δ2.
- Για reset μετρήσεων: κρατάμε πατημένο το Δ1

Κουμπί Δ2:

- Αλλάζουμε κατάσταση λειτουργίας σε συνδυασμό με το Δ1.
- Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, με ένα πάτημα επανεμφανίζει τις τιμές τους.



Η φωτοπύλη έχει τοποθετηθεί κατάλληλα στην πειραματική διάταξη, ώστε η δέσμη υπερύθρου να διακόπτεται από το ένα έλασμα του ζυγού αδράνειας έτσι ώστε να καταγράφονται οι περίοδοι ταλάντωσης του φορείου στον χρονομετρητή αυτόματα όταν έχει επιλεγεί η λειτουργία F3.

Σας ευχόμαστε επιτυχία

Ζυγός αδράνειας: λειτουργία και εφαρμογές

Εισαγωγή - Αφόρμηση

Στο διεθνή διαστημικό σταθμό και στα διαστημικά ταξίδια οι ερευνητές χρειάζεται να μετρούν καθημερινά τη μάζα των αστροναυτών ώστε να παρακολουθούν τον μεταβολισμό τους και να καθορίζουν τη διατροφή τους και τις χορηγούμενες φαρμακευτικές ουσίες (π.χ. εναντίον της απώλειας οστικής μάζας). Όμως λόγω τεχνητών ή φυσικών συνθηκών έλλειψης βαρύτητας στους χώρους αυτούς (στο εξής θα την ονομάζουμε μικροβαρύτητα) δεν μπορεί να λειτουργήσει μια συνηθισμένη ζυγαριά (με ελατήριο ή με ισοσκελείς βραχίονες) για τη μέτρηση της μάζας. Επίσης σε άλλα πειράματα χρειάζεται να μετρούν τη μάζα ενός αναπτυσσόμενου κρυστάλλου σε συνθήκες μικροβαρύτητας. Όλες αυτές οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν με τη χρήση του ζυγού αδράνειας. Τέλος επιστήμονες δημιούργησαν μια μορφή μικροσκοπικού ζυγού αδράνειας όπου μπορούν για πρώτη φορά να μετρούν συνεχώς για ώρες ή και μέρες τη μάζα ενός μεμονωμένου κυττάρου κι έτσι να βγάζουν συμπεράσματα για τις βιοχημικές διαδικασίες που συμβαίνουν στο εσωτερικό του και πώς αυτές επηρεάζουν τη μάζα του.

Σκοπός και Κεντρική Ιδέα

Η μέτρηση της μάζας ενός αντικειμένου χωρίς την επίδραση βαρυτικών δυνάμεων

Επιμέρους στόχοι

Η διάκριση μεταξύ βαρυτικής και αδρανειακής μάζας

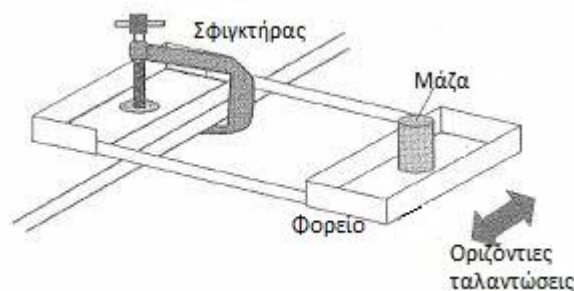
Η βαθμονόμηση του ζυγού αδράνειας

Απαιτούμενες θεωρητικές γνώσεις:

- 1) Η μάζα που μετριέται με τη βοήθεια ζυγού (που διαθέτει ελατήριο ή ισοσκελείς βραχίονες) λέγεται βαρυτική μάζα. Για να λειτουργήσει ένας τέτοιος ζυγός απαιτούνται βαρυτικές δυνάμεις.
- 2) Αν σ' ένα ορισμένο σώμα ασκήσουμε δύναμη F και αυτό αποκτήσει επιτάχυνση a , τότε το πηλίκο F/a είναι σταθερό, εξαρτάται μόνο από το σώμα και λέγεται μάζα αδράνειας ή αδρανειακή μάζα ($m=F/a$ ή $F=ma$ (2^{ος} νόμος του Νεύτωνα)). Έτσι για να μετρήσουμε την αδρανειακή μάζα δεν απαιτούνται βαρυτικές δυνάμεις.
- 3) Λόγω του διαφορετικού τρόπου μέτρησης των δύο μαζών, η βαρυτική μάζα δεν ταυτίζεται με την αδρανειακή μάζα αλλά είναι ανάλογή της (ίσες βαρυτικές μάζες αντιστοιχούν σε ίσες αδρανειακές μάζες). Λόγω αυτής της αναλογίας χρησιμοποιούμε και για τις δύο την ίδια μονάδα μάζας. Αυτή η μονάδα θα μπορούσε να είναι οποιαδήποτε, αλλά αποφασίσαμε να είναι το 1Kg.

Συμπληρωματικές γνώσεις: Ο ζυγός αδράνειας

Ο ζυγός αδράνειας είναι μια συσκευή που περιλαμβάνει ένα εύκαμπτο ελαστικό τμήμα (ελάσματα, ελατήρια κ.λπ.) και μπορεί να θέτει σε ταλάντωση ένα αντικείμενο. Το προς μέτρηση αντικείμενο τοποθετείται σε κατάλληλο φορείο πάνω στη συσκευή και διατηρείται ακίνητο ως προς αυτή κατά τις ταλαντώσεις. Η περίοδος της ταλάντωσης εξαρτάται από τη μάζα του αντικειμένου και τη σκληρότητα του ελαστικού τμήματος. Ο ζυγός αδράνειας που θα σας δοθεί περιλαμβάνει δύο ελάσματα και οι ταλαντώσεις θα είναι οριζόντιες (εικόνα 1).



Εικόνα 1

Έτσι λοιπόν ο λόγος « F/m » δεν είναι ο μοναδικός τρόπος εύρεσης της αδρανειακής μάζας. Μπορεί εξ ίσου καλά να χρησιμοποιηθεί και ο ζυγός αδράνειας.

1η πειραματική δραστηριότητα : Βαθμονόμηση ζυγού αδράνειας

Όργανα, διατάξεις και υλικά

- 1) Ζυγός αδράνειας
- 2) Μεταλλικός κύλινδρος από το μέσον του οποίου διέρχεται ξύλινο καλαμάκι
- 3) 3 σφιγκτήρες τύπου C
- 4) Πέντε όμοια κυλινδρικά σώματα
- 5) Λαβίδα και σύνδεσμος για τη στήριξη της φωτοπύλης
- 6) Φωτοπύλη συνδεδεμένη με ηλεκτρονικό χρονόμετρο

A Μέρος: Προετοιμασία του πειράματος

- 1) Η διάταξη είναι συναρμολογημένη. Αναγνωρίστε το ζυγό αδράνειας, τη φωτοπύλη και το ηλεκτρονικό χρονόμετρο.
- 2) Πατήστε στιγμιαία το κουμπί Δ1 του χρονομέτρου και με το κουμπί Δ2 επιλέξτε τη λειτουργία F3. Με την επιλογή αυτής της λειτουργίας το χρονόμετρο θα μετράει τη περίοδο ταλάντωσης του σώματος που ταλαντώνεται αρκεί να διακόπτεται η ακτίνα υπέρυθρου της φωτοπύλης. Με το κουμπί Δ1 μηδενίστε την ένδειξη του χρονομέτρου.
- 3) Η φωτοπύλη είναι τοποθετημένη σε σταθερή θέση έτσι ώστε το νοητό ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει τον πομπό και το δέκτη ανάμεσα στα σκέλη της φωτοπύλης (είναι η αόρατη ακτίνα υπέρυθρου) απέχει μικρή απόσταση από το ένα έλασμα
- 4) Απομακρύνετε αργά 3 cm περίπου το άδειο φορείο του ζυγού από την αρχική του θέση ώστε το έλασμα ν' απομακρυνθεί απ' την ακτίνα υπέρυθρου και στη συνέχεια αφήστε το ελεύθερο. Το

φορείο ταλαντώνεται με τη βοήθεια των ελασμάτων. Το χρονόμετρο θα μετρήσει αυτόματα την περίοδο 8 διαδοχικών ταλαντώσεων και ακολούθως η τελευταία μέτρηση θα αναβοσβήνει. Τότε πατήστε το κουμπί Δ2 ώστε οι οκτώ μετρήσεις να εμφανίζονται στην οθόνη η μία μετά την άλλη.



Όταν είστε έτοιμοι να ξεκινήσετε τις μετρήσεις, καλέστε τον υπεύθυνο καθηγητή για έλεγχο.

Β Μέρος: Λήψη μετρήσεων

5) Καταχωρίστε τις μετρήσεις της περιόδου των 8 ταλαντώσεων του κενού φορείου στον **ΠΙΝΑΚΑ 1** και υπολογίστε τη μέση τιμή. Καταχωρίστε την στην κατάλληλη θέση του πίνακα και μετά στρογγυλοποιείτε στο δεύτερο δεκαδικό γράφοντας τη νέα τιμή στην αντίστοιχη θέση.



6) Μηδενίστε τις ενδείξεις του χρονομέτρου με το κουμπί Δ1 και επιλέξτε πάλι τη λειτουργία F3. Τοποθετήστε στην κεντρική θέση πάνω στο φορείο ένα από τα 5 όμοια κυλινδρικά σώματα και βεβαιωθείτε ότι ακινητοποιήθηκε σε σχέση με το φορείο καθώς προσκολλήθηκε πάνω στη λευκή ουσία συγκόλλησης. Επαναλάβετε τα προηγούμενα βήματα 4 και 5. Συμπληρώστε τα αντίστοιχα κελιά του **ΠΙΝΑΚΑ 1**.



Εικόνα 2

7) Επαναλάβετε το βήμα 6 προσθέτοντας διαδοχικά στο φορείο το 2°, 3°, 4° και 5° κυλινδρικό σώμα (εικόνα 2). Σε κάθε νέα προσθήκη να συμπληρώνετε τα αντίστοιχα κελιά του **ΠΙΝΑΚΑ 1**

Σημείωση: Σαν μονάδα μέτρησης της μάζας θα λάβετε τη μάζα του ενός από τα 5 όμοια κυλινδρικά σώματα και θα τη συμβολίσετε με κ (π.χ. όταν στο φορείο υπάρχουν δύο κυλινδρικά σώματα τότε η μάζα είναι 2κ).

8) Ξεκολλήστε τα κυλινδρικά σώματα από τη λευκή ουσία τραβώντας τα (λίγο απότομα) και αφήστε τα πάνω στο πάγκο. Μηδενίστε το χρονόμετρο.

Γ Μέρος: Επεξεργασία των μετρήσεων - Ερωτήσεις

9) Να κάνετε στο χιλιοστομετρικό χαρτί που υπάρχει στο απαντητικό φύλλο, τη γραφική παράσταση $T - m_N$, της περιόδου ταλάντωσης T συναρτήσει της μάζας m των N κυλίνδρων που φέρει κάθε φορά το φορείο, αφού λάβετε υπόψη σας ότι πρέπει να χαράξετε τη βέλτιστη απλή καμπύλη γραμμή που διέρχεται από τα πειραματικά σημεία. Έτσι θα βαθμονομήσετε το ζυγό αδράνειας που σας δόθηκε.

2η πειραματική δραστηριότητα :Μέτρηση μάζας σώματος με τον ζυγό αδράνειας

Όργανα, διατάξεις και υλικά

Ένας μεταλλικός κύλινδρος που φέρει διαμπερή τρύπα στο μέσον του από την οποία διέρχεται ένα ξύλινο καλαμάκι. Τα υπόλοιπα όργανα και διατάξεις είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στη 1^η πειραματική δραστηριότητα (πλην των όμοιων κυλινδρικών σωμάτων).

A Μέρος: Προετοιμασία του πειράματος

- 1) Στηρίξτε τον κύλινδρο σε όρθια θέση (με το πρόσωπο πάνω), περνώντας τον μέσα από τη κεντρική οπή του φορείου και πιέστε τον ώστε να ακινητοποιηθεί πάνω στο φορείο.



Μόλις συναρμολογήσετε τη διάταξη καλέστε τον υπεύθυνο καθηγητή για έλεγχο

B Μέρος: Λήψη μετρήσεων

- 2) Θέσετε σε ταλάντωση το ζυγό με το γνωστό τρόπο, καταχωρίστε τις τιμές κάθε περιόδου των 8 ταλαντώσεων στα αντίστοιχα κελιά του **ΠΙΝΑΚΑ 2** και υπολογίστε (με ακρίβεια δυο δεκαδικών) την μέση περίοδο ταλάντωσης T_{α} .
- 3) Αφαιρέστε τον κύλινδρο από το φορείο, ακουμπήστε τον στο τραπέζι και μηδενίστε το χρονόμετρο.

Να απαντήσετε σε όλες τις υπόλοιπες ερωτήσεις που υπάρχουν στο απαντητικό φύλλο.

Βιβλιογραφία

- 1) Ανδρέας Ιωάννου Κασσέτας: Το μακρόν Φυσική προ του βραχέος διδάσκω, σελ. 100-106, εκδ. Σαββάλας, Αθήνα 1996
- 3) Haber-Schaim, Dodge, Walter: PSSC Φυσική , 6^η έκδοση, σελ. 42-44, εκδ. Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα 1994
- 4) Haber-Schaim, Dodge, Walter: Εργαστηριακός Οδηγός PSSC Φυσική , 6^η έκδοση, σελ. 11-13, εκδ. Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα 1994
- 5) Haber-Schaim, Dodge, Walter: Βιβλίο του καθηγητή, PSSC Φυσική , 6^η έκδοση, σελ. 23-25, εκδ. Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα 1994
- 6) Zwart SR, Launius RD, Coen GK, Morgan JLL, et al. Body mass changes during long-duration spaceflight. Aviat Space Environ Med. 2014;85:897-904.

Αναφορές

- 1) <https://mypages.iit.edu/~smile/phma1300.htm> (ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης 25/11/2017)
- 2) https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/benefits/bone_loss.html (ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης 25/11/2017)
<http://www.amna.gr/home/article/201422/Nanozugaria-metra-to-baros-zontanon-memonomenon-kuttaron> (ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης 21/01/2018)
- 3) <https://www.nanosurf.com/en/products/cytomass>
- 4) <https://youtu.be/SbpHwGzkQrk> (ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης 3/11/2017)
- 5) <https://www.youtube.com/watch?v=DD6vLIT7pyA> (ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης 3/11/2017)
- 6) https://www.nasa.gov/pdf/315957main_Microgravity_Inertial_Balance.pdf : *Inertial Balance Part 1* Microgravity: a Teacher's Guide with Activities (Secondary Level) (ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης 1/1/2018)
- 7) <https://ekfechanion.eu/> (Οδηγίες χρήσης του χρονομετρητή με φωτοκύβες - (ΕΚΦΕ Χανίων)
- 8) https://www.nasa.gov/audience/foreducators/postsecondary/features/F_Bones_in_Space.html (ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης 20/1/2018)



ΠΑΝΕΚΦΕ



European Union Science Olympiad

16^η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ – EUSO 2018

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Σάββατο 27 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2018



ISS021E014503

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

_____ Βάρδια

ΟΜΑΔΑ _____

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

| Μάζα N κυλίνδρων στο φορείο (σε μονάδες κ) | Περίοδοι οκτώ διαδοχικών ταλαντώσεων T_i (s) | | | | | | | | | Μέση τιμή περιόδου T (s) (στρογγυλοποίηση στο 2 ^ο δεκαδικό) |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|---|
| | T_1 | T_2 | T_3 | T_4 | T_5 | T_6 | T_7 | T_8 | Μέση τιμή | |
| 0 | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ T - m_N



ΠΙΝΑΚΑΣ 2

| | | | | | | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|------------|
| Το μεγάλο κυλινδρικό σώμα στηρίζεται στο φορείο | Περίοδοι οκτώ διαδοχικών ταλαντώσεων T_i (s) | | | | | | | | Μέση τιμή περιόδου (s) (στρογγυλοποίηση στο 2 ^ο δεκαδικό) | |
| | T_1 | T_2 | T_3 | T_4 | T_5 | T_6 | T_7 | T_8 | Μέση τιμή | T_α |
| | | | | | | | | | | |

Ερώτηση 1

Να εξηγήσετε γιατί η ταλάντωση του ζυγού αδράνειας της πειραματικής διαδικασίας, δεν επηρεάζεται σχεδόν καθόλου από τις βαρυτικές δυνάμεις στην περιοχή των μετρήσεων.

Ερώτηση 2

Υποθέστε ότι ο κύλινδρος με το πρόσωπο είναι ένας αστροναύτης που βρίσκεται σε συνθήκες μικροβαρύτητας και ότι η μάζα του μετριέται με το ζυγό αδράνειας που βαθμονομήσατε. Επειδή έχει παρατηρηθεί απώλεια μάζας των αστροναυτών, σε συνθήκες μικροβαρύτητας, σε μια έρευνα ελέγχου της φυσικής κατάστασης του αστροναύτη, μετά από πολύμηνη παραμονή στο διάστημα, αποφασίστηκε να αλλάξει η διατροφή του αν παρουσιαστεί απώλεια της μάζας του πάνω από **5%** σε ένα μήνα. Την πρώτη μέρα αυτού του μήνα η περίοδος ταλάντωσης του αστροναύτη στο ζυγό ήταν T_α (αυτό που βρήκατε στη 2^η πειραματική δραστηριότητα).

α) Μέσω της γραφικής παράστασης $T - m_N$ υπολογίστε την αρχική μάζα του αστροναύτη m_α (σε μονάδες μάζας k) εξηγώντας τον τρόπο εργασίας.

Απάντηση:

$$m_\alpha = \text{_____ } k$$

β)Τη τελευταία μέρα του μήνα η περίοδος ταλάντωσης του αστροναύτη είχε μεταβληθεί κατά **3%**.
Να βρείτε αν θα πρέπει να αλλάξει η διατροφή του (εξηγώντας τον τρόπο εργασίας σας).

$$T' = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s (ακρίβεια δυο δεκαδικών)}$$

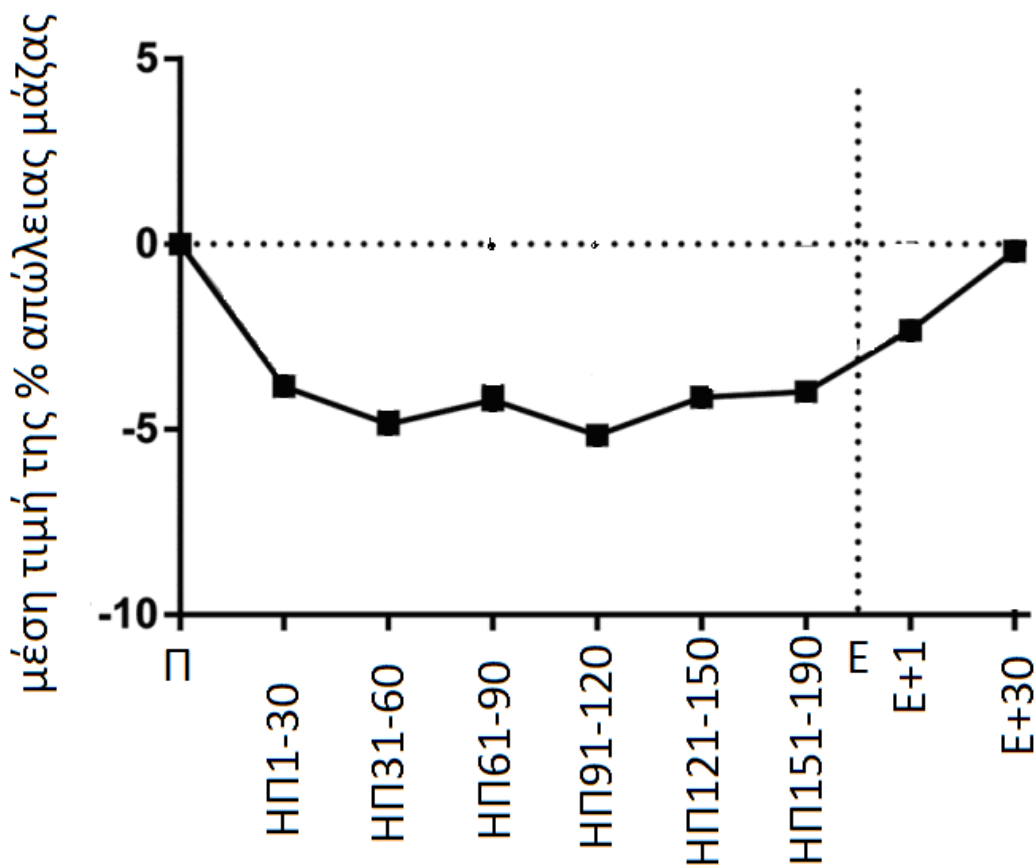
$$m'_{\text{αστρ}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ κ}$$

Απόφαση:

Ερώτηση 3

Στο αμέσως επόμενο διάγραμμα που προέκυψε από μετρήσεις με ζυγό αδράνειας, απεικονίζεται η μέση τιμή της % απώλειας μάζας ενός αστροναύτη ως προς τις διάφορες χρονικές περιόδους πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη πτήση σε ένα διαστημικό πρόγραμμα του Skylab.

Στον οριζόντιο άξονα το Π συμβολίζει τη προηγούμενη μέρα της εκτόξευσης, το ΗΠ συμβολίζει το πλήθος ημερών πτήσης (π.χ. ΗΠ31-60 σημαίνει το χρονικό διάστημα πτήσης από την 31^η έως την 60ή μέρα πτήσης) και το Ε συμβολίζει το πλήθος των ημερών μετά την επιστροφή στη Γη (π.χ. Ε+30 σημαίνει το χρονικό διάστημα 30 ημερών μετά την προσγείωση). Απαντήστε με ένα Σ για τη σωστή και με ένα Λ για τη λάθος πρόταση (χρησιμοποιώντας το διάγραμμα όπου χρειάζεται).



| Προτάσεις | Χαρακτηρισμοί |
|---|---------------|
| α) Τις πρώτες 30 ημέρες πτήσης η απώλεια μάζας ήταν πάνω από 5% | |
| β) Τη μέρα της προσγείωσης η απώλεια μάζας ήταν λιγότερη από 5% και η μάζα επανήλθε στην αρχική τιμή (πριν την εκτόξευση) μετά από 30 μέρες από την προσγείωση. | |
| γ) Κατά τη πτήση από την 30ή έως την 190ή μέρα η μάζα του αστροναύτη δεν άλλαξε | |
| δ) Η απώλεια μάζας του αστροναύτη κατά τη πτήση είναι πραγματικό γεγονός ανεξάρτητο από τον τρόπο μέτρησης διότι κατά τη προσγείωση η μάζα ήταν μικρότερη απ' ό τι κατά την απογείωση | |
| ε) Ο ζυγός αδράνειας βαθμολογήθηκε κατά τη διάρκεια της πτήσης και όχι στη Γη για να αποφύγουμε βαρυτικές επιδράσεις | |

Ερώτηση 4

Στη φωτογραφία (εικόνα 3) βλέπετε έναν αστροναύτη καθώς κάνει push-up, ενώ πάνω του φέρει άλλους δύο αστροναύτες.

α) Γιατί ο κάτω αστροναύτης πρέπει να βασιέται από κατάλληλες λαβές του τοιχώματος του σκάφους;



Εικόνα 3

β) Αν ο κάτω αστροναύτης παίζει το ρόλο του φορείου ενός ζυγού αδράνειας, ποιο είναι το ελαστικό τμήμα αυτού του ζυγού;

γ) Υπό ποιες προϋποθέσεις ο ζυγός αυτός θα είναι φορτωμένος με τη μάζα των δύο αστροναυτών; (του μεσαίου και του πάνω).

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΦΥΣΙΚΗ - ΦΥΛΛΟ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ – EUSO 2018

| _____ ΠΕΡΙΟΔΟΣ | | _____ ΟΜΑΔΑ | | |
|---|------------------------------------|---|---|---|
| | | ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ-ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ | ΑΡΙΣΤΑ ΒΑΘΜΟΣ | |
| 1^η πειραματική δραστηριότητα: Βαθμονόμηση ζυγού αδράνειας | | | | |
| A ΜΕΡΟΣ | | (δια ζώσης αξιολόγηση εργαστηρίου) | | |
| B ΜΕΡΟΣ | ΠΙΝΑΚΑΣ 1 | Συμπλήρωση κελιών με ακρίβεια οργάνου, στρογγυλοποίηση της μέσης τιμής - ελάχιστη διασπορά τιμών (βήματα 5,6,7) | 18 | |
| | | 60 κελιά x 0,1 | 6 | |
| Γ ΜΕΡΟΣ | Διάγραμμα T – m_N | Κατάλληλη επιλογή κλίμακας σε κάθε άξονα (2+2) | 4 | |
| | | Μονάδες στους άξονες (2+2) | 4 | |
| | | Τοποθέτηση 6 σημείων (6x1) | 6 | |
| | | Βέλτιστη απλή καμπύλη γραμμής | 4 | |
| 2^η πειραματική δραστηριότητα: Υπολογισμός άγνωστης μάζας | | | | |
| A ΜΕΡΟΣ | | (δια ζώσης αξιολόγηση εργαστηρίου) | | |
| B ΜΕΡΟΣ | ΠΙΝΑΚΑΣ 2 | Συμπλήρωση κελιών με ακρίβεια οργάνου, στρογγυλοποίηση της μέσης τιμής - ελάχιστη διασπορά τιμών (βήμα 2) | 3 | |
| | | 10 κελιά x 0,1 | 1 | |
| ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ | ΕΡΩΤΗΣΗ 1 | Οι βαρυτικές δυνάμεις είναι κατακόρυφες και αντισταθμίζονται | 10 | |
| | ΕΡΩΤΗΣΗ 2 | (α) | $\pm 6\%$ (3,3-3,7) $\pm 12\%$ (3,1-3,9) -1 $\pm 20\%$ (2,8-4,2) -2 | 6 |
| | | Εξήγηση τρόπου εργασίας | | 4 |
| | | (β) | T' = | 5 |
| | | | m'αστρ = κ | 5 |
| | | | Απόφαση | 2 |
| | ΕΡΩΤΗΣΗ 3 | (α) Σ | 2 | |
| | | (β) Σ | 2 | |
| | | (γ) Λ | 2 | |
| | | (δ) Σ | 2 | |
| | | (ε) Σ | 2 | |
| | ΕΡΩΤΗΣΗ 4 | (α) Για να μη χαθεί η επαφή | 4 | |
| | | (β) Οι βραχιόνιοι μύες ... | 4 | |
| (γ) Να συγκρατεί ο ένας το άλλον . . | | 4 | | |
| Βαθμός γραπτού | | | | |
| Μονογραφία βαθμολογητών | | | | |
| Βαθμός εργαστηρίου | | | | |
| ΤΕΛΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ | | | | |

Αρνητική βαθμολόγηση στο εργαστήριο ΦΥΣΙΚΗΣ, EUSO 2018

| _____ περίοδος | | Ομάδα | | | | | |
|--|--------|------------------|--|--|--|--|--|
| Αιτία | | αρνητικός βαθμός | | | | | |
| Αναγνώριση στοιχείων πειραματικής διάταξης (ζυγός, φωτοπύλη, χρονόμετρο) | άριστη | 0 | | | | | |
| | καλή | -2 | | | | | |
| | μέτρια | -3 | | | | | |
| Χρήση χρονομέτρου (επιλογή λειτουργίας F3, ανάγνωση ενδείξεων, μηδενισμός) | άριστη | 0 | | | | | |
| | καλή | -2 | | | | | |
| | μέτρια | -3 | | | | | |
| Απομάκρυνση κατά 3 cm | σωστή | 0 | | | | | |
| | λάθος | -2 | | | | | |
| Κλήση επιβλέποντα για έλεγχο | ναι | 0 | | | | | |
| | όχι | -5 | | | | | |
| Τοποθέτηση 1 ^{ου} κυλίνδρου στην κεντρική θέση του φορείου | ναι | 0 | | | | | |
| | όχι | -2 | | | | | |
| Διαδικασία συμμετρικής φόρτωσης κυλίνδρων και λήψης μετρήσεων | άριστη | 0 | | | | | |
| | καλή | -2 | | | | | |
| | μέτρια | -3 | | | | | |
| Ορθή αποκόλληση κυλίνδρων από το φορείο – Μηδενισμός χρονομέτρου | ναι | 0 | | | | | |
| | όχι | -2 | | | | | |
| Ορθή στήριξη μεγάλου κυλίνδρου στην κεντρική οπή του φορείου | ναι | 0 | | | | | |
| | όχι | -2 | | | | | |
| Διαδικασία λήψης μετρήσεων | άριστη | 0 | | | | | |
| | καλή | -2 | | | | | |
| | μέτρια | -3 | | | | | |
| Ορθή αποκόλληση κυλίνδρου από το φορείο – Μηδενισμός χρονομέτρου | ναι | 0 | | | | | |
| | όχι | -2 | | | | | |
| Επανάληψη πειράματος | όχι | 0 | | | | | |
| | ναι | -4 | | | | | |
| Καταστροφή οργάνου-συσσκευής | όχι | 0 | | | | | |
| | ναι | -10 | | | | | |
| Ταχύτητα μετρήσεων | μεγάλη | 0 | | | | | |
| | μέτρια | -1 | | | | | |
| | Μικρή | -2 | | | | | |
| Συνεργασία | άριστη | 0 | | | | | |
| | καλή | -2 | | | | | |
| | μέτρια | -5 | | | | | |
| Σύνολο | | | | | | | |
| Μονογραφία επιτηρητών-βαθμολογητών | | | | | | | |