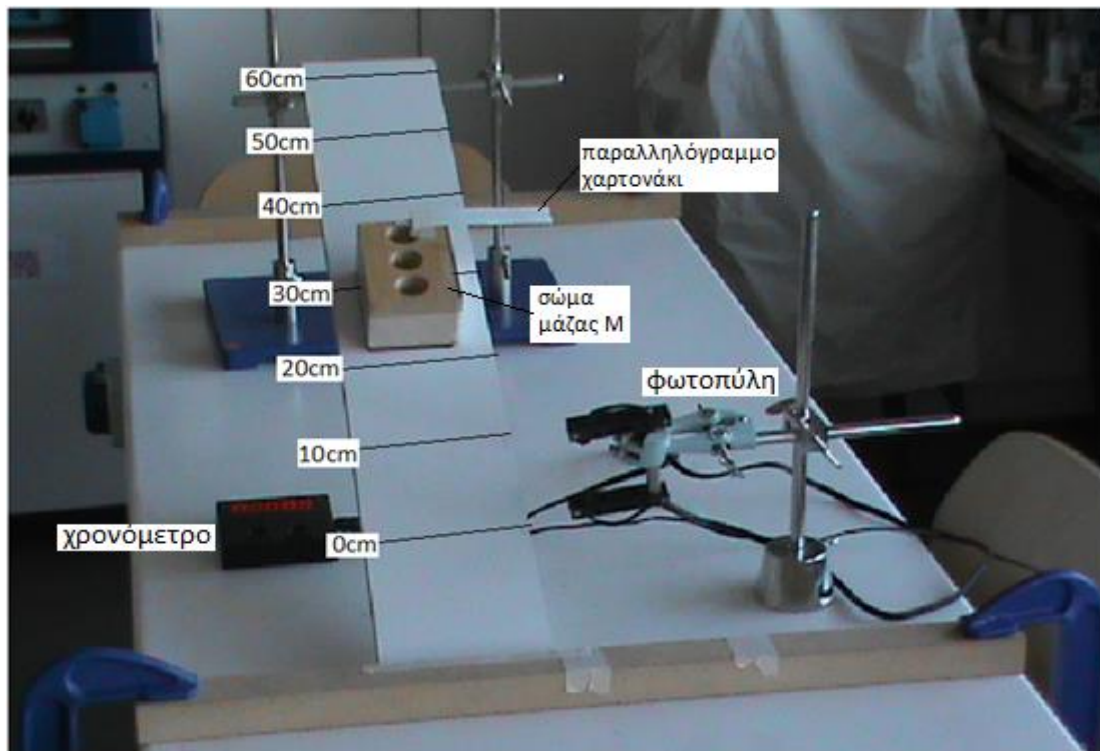


ΦΥΣΙΚΗ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΚΑΙ
ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΤΟΥ ΘΕΩΡΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

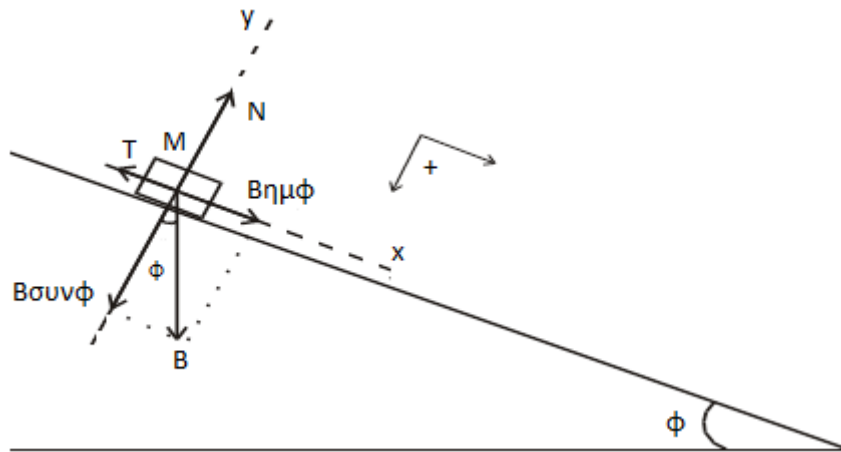
ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ - ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Περιγραφή πειραματικής διάταξης:

Το σώμα που φαίνεται στο σχήμα 1α και χρησιμοποιείται στο πείραμα, έχει μάζα M και μπορεί να ολισθαίνει ευθύγραμμα και κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου εκτελώντας μεταφορική κίνηση. Αν αφήσουμε το σώμα να κινηθεί χωρίς να του δώσουμε αρχική ταχύτητα, τότε σύμφωνα με τη θεωρία, το σώμα θα αποκτήσει σταθερή επιτάχυνση a , από τη δράση της συνισταμένης των δυνάμεων $B\eta\mu\phi$ και T , όπου $B\eta\mu\phi$ είναι η συνιστώσα του βάρους του σώματος στον άξονα $x'x$ (άξονας κίνησης) και T η τριβή ολίσθησης μεταξύ του σώματος και του οριζοντίου επιπέδου (σχήμα 1β). Προκειμένου να μετρηθούν συγκεκριμένες αποστάσεις στο κεκλιμένο επίπεδο, είναι σημειωμένες σε αυτό οι θέσεις $x=0, 10\text{cm}, 20\text{cm}, 30\text{cm}, 40\text{cm}, 50\text{cm}$ και 60cm . Για τον προσδιορισμό της θέσης του σώματος στο κεκλιμένο επίπεδο, κολλάμε σε αυτό ένα παραλληλόγραμμο χαρτονάκι πάχους 2cm με σχεδιασμένο ένα βελάκι στο μέσο του χαρτονιού. Επίσης τοποθετείται μια φωτοπύλη με χρονόμετρο, η οποία μετράει το χρόνο που χρειάζεται για να περάσει από αυτή το χαρτονάκι που είναι κολλημένο στο σώμα.



Σχήμα 1α: Πειραματική διάταξη.



Σχήμα 1β: Πειραματική διάταξη.

Για να πραγματοποιηθεί η πειραματική διάταξη καθώς και οι αντίστοιχες δραστηριότητες απαιτούνται τα εξής όργανα και υλικά:

1. Εργαστηριακός πάγκος
2. 1 σανίδα για κατασκευή κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης ϕ
3. 1 πηγάκι STOP
4. 2 σφικτήρες τύπου C που συγκρατούν το πηγάκι STOP
5. 1 Παραλληλεπίπεδο σώμα μάζας M
6. 1 Παραλληλόγραμμο χαρτονάκι πάχους 2cm κολλημένο στο σώμα μάζας M
7. 1 Ηλεκτρονικός ζυγός
8. 1 Φωτοπύλη με ηλεκτρονικό χρονόμετρο
9. 1 Ορθοστάτης με λαβίδα και σύνδεσμο για στήριξη της φωτοπύλης
10. 2 ορθοστάτες με συνδέσμους και μεταλλική ράβδο για στήριξη της σανίδας
11. 1 Αεροστάθμη
12. Χαρτί मिलιμετρέ
13. Αριθμομηχανή
14. Μολύβι και γόμα

Μέτρηση της επιτάχυνσης α του σώματος:

Θεωρητικές επισημάνσεις:

Το σώμα μάζας M κινείται κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου εκτελώντας Ευθύγραμμη Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση επιτάχυνσης α , χωρίς αρχική ταχύτητα. Τη χρονική στιγμή t η θέση του x και η ταχύτητά του u υπολογίζονται από τις εξισώσεις:

$$x = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2$$

$$u = \alpha \cdot t$$

Απαλείφοντας το χρόνο t , προκύπτει η σχέση:

$$u^2 = 2 \cdot \alpha \cdot x \quad (1)$$

Από τη σχέση (1) προκύπτει ότι το τετράγωνο της ταχύτητας u^2 είναι ανάλογο της θέσης x του σώματος. Η γραφική παράσταση $u^2 - x$ είναι μια ευθεία που διέρχεται από το μηδέν. Η κλίση της ευθείας αυτής ισούται με $2a$. Επομένως αν κατασκευάσουμε πειραματικά την ευθεία $u^2 - x$ και βρούμε την κλίση της, μπορούμε να υπολογίσουμε την επιτάχυνση a του σώματος.

Παρατήρηση:

Η ταχύτητα του σώματος υπολογίζεται από τη σχέση: $u = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (2)

όπου Δx είναι μια «μικρή» μετατόπιση του αμαξιού, που πραγματοποιείται σε χρόνο Δt , όταν αυτό διέρχεται από τη θέση x . Στην πειραματική μας διάταξη, ο χρόνος Δt είναι ο χρόνος που απαιτείται για να διέλθει το χαρτονάκι πλάτους $\Delta x = 2\text{cm} = 0,02\text{m}$, που είναι κολλημένο στο αμαξάκι, από τη φωτοπύλη. Ο χρόνος Δt μετρείται με το ηλεκτρονικό χρονόμετρο που είναι συνδεδεμένο με αυτή. Για να μετρήσουμε την ταχύτητα που αντιστοιχεί σε διάφορες τιμές του x , τοποθετούμε τη φωτοπύλη στη θέση $x_0 = 0$ και το σώμα διαδοχικά σε διαφορετικές αποστάσεις από τη φωτοπύλη. Αφήνοντας το σώμα να κινηθεί ευθύγραμμα προς τη φωτοπύλη, μπορούμε να καταγράψουμε πειραματικές τιμές (x, u^2).

Δραστηριότητες:

1. (5 Μονάδες)

α) Τοποθέτησε τη φωτοπύλη κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου έτσι ώστε το μέσο της να αντιστοιχεί στη θέση $x_0 = 0$ (είναι ήδη τοποθετημένη). Στη συνέχεια τοποθετήστε το σώμα κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου έτσι ώστε το βέλος που είναι χαραγμένο στο μέσο του χαρτονιού του σώματος, να δείχνει τη θέση $x = 10\text{cm}$.

Παρατήρηση:

Όταν το σώμα κινείται, φροντίστε το χαρτονάκι που είναι κολλημένο σε αυτό, να περνάει μέσα από τη δέσμη της φωτοπύλης, ανεμπόδιστα.

β) Αφού ανοίξετε το χρονόμετρο στο οποίο είναι συνδεδεμένη η φωτοπύλη, πατήστε συνεχόμενα το κουμπί reset και μετά με το κουμπί $F_1/F_2/F_3$ επιλέξτε να φαίνεται στην οθόνη η ένδειξη F_1 . Στη λειτουργία αυτή το χρονόμετρο μετράει το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να περάσει το χαρτονάκι πάχους 2cm από τη φωτοπύλη.

2. (5 Μονάδες)

α) Αφήστε το σώμα να κινηθεί από τη θέση $x = 10\text{cm}$ και καταγράψτε στον παρακάτω πίνακα 1 την ένδειξη του χρονομέτρου με τρία δεκαδικά ψηφία.

β) Πατήστε το reset στο χρονόμετρο και επαναλάβετε το βήμα 2(α). Στη συνέχεια συμπληρώστε στον πίνακα 1 την τιμή Δt_m που αποτελεί το μέσο όρο των δυο μετρούμενων τιμών Δt_m με τρία δεκαδικά ψηφία.

Παρατήρηση:

Η δραστηριότητα 2(β) γίνεται για μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις. Για το λόγο αυτό αν διαπιστώσετε ότι οι δύο μετρούμενες τιμές από το χρονόμετρο διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους, τότε επαναλάβετε τις δραστηριότητες 2(α) και 2(β) από την αρχή!

3. (5 Μονάδες)

Τοποθετήστε διαδοχικά το σώμα στις θέσεις $x=20\text{cm}$, 30cm , 40cm , 50cm , 60cm , και επαναλάβετε για κάθε θέση τη δραστηριότητα 2.

4. (5 Μονάδες)

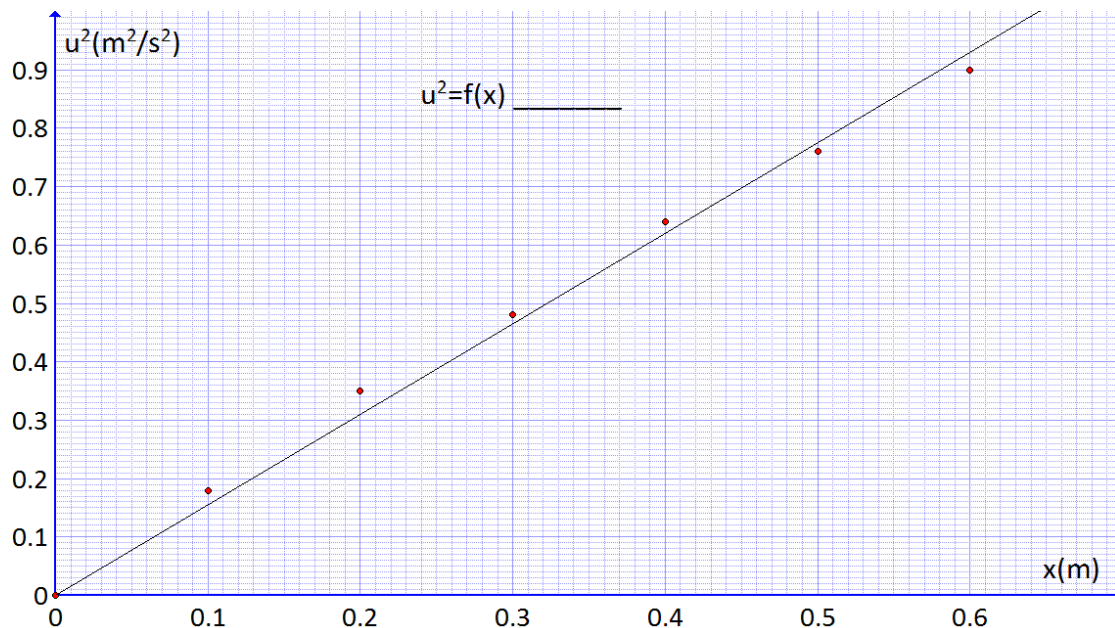
Συμπληρώστε την 4^η και την 5^η στήλη του πίνακα 1 με προσέγγιση δεύτερου δεκαδικού ψηφίου.

Πίνακας 1: Πίνακας πειραματικών μετρήσεων

1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
$x(\text{m})$	$\Delta t(\text{s})$	$\Delta t_{\mu}(\text{s})$	$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ (m/s)}$ όπου $\Delta x=0,02\text{m}$	$u^2 \text{ (m}^2/\text{s}^2)$
0	-	-	0	0
0,1	0,046	0,046	0,43	0,18
	0,046			
0,2	0,034	0,034	0,59	0,35
	0,034			
0,3	0,029	0,029	0,69	0,48
	0,029			
0,4	0,025	0,025	0,80	0,64
	0,025			
0,5	0,022	0,023	0,87	0,76
	0,023			
0,6	0,021	0,021	0,95	0,90
	0,020			

5. (10 Μονάδες)

Σε χαρτί μιλιμετρέ, σχεδιάστε δύο κάθετους άξονες έτσι ώστε ο οριζόντιος άξονας να αφορά στις θέσεις $x(\text{m})$ του σώματος και ο κατακόρυφος στα τετράγωνα της ταχύτητας του αμαξιού $u^2(\text{m}^2/\text{s}^2)$. Επιλέγοντας τις κατάλληλες κλίμακες τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία $(x-u^2)$, σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα 1. Σχεδιάστε την ευθεία που διέρχεται από το μηδέν και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων (η καλύτερη ευθεία).



Διάγραμμα 1: Γραφική παράσταση $u^2=f(x)$.

6. (10 Μονάδες)

Υπολογίστε την κλίση κ της ευθείας από τη γραφική παράσταση u^2-x και από αυτήν, την επιτάχυνση α του αμαξιού.

Απ.

$$\text{κλίση} = \kappa = \frac{\Delta(u^2)}{\Delta x} = 1,56 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Άρα: } \kappa = 2 \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\kappa}{2} \Rightarrow \alpha = 0,78 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Υπολογισμός της τριβής ολίσθησης και του συντελεστή τριβής ολίσθησης:

Θεωρητικές επισημάνσεις:

Σύμφωνα με τη θεωρία, η κίνηση του σώματος στο κεκλιμένο επίπεδο περιγράφεται από το 2ο νόμο του Νεύτωνα σύμφωνα με τον οποίο (βλέπε σχήμα 1β):

$$B \cdot \eta\mu\phi - T = M \cdot \alpha \Rightarrow T = B \cdot \eta\mu\phi - M \cdot \alpha \Rightarrow T = M \cdot g \cdot \eta\mu\phi - M \cdot \alpha \quad (3)$$

Σύμφωνα με τη σχέση (3), αν γνωρίζουμε τη γωνία κλίσης ϕ του κεκλιμένου επιπέδου, αν μετρήσουμε με ένα ζυγό τη μάζα M του σώματος και αν έχουμε υπολογίσει πειραματικά την επιτάχυνση α (με τον τρόπο που αναπτύξαμε παραπάνω), τότε μπορούμε να βρούμε πειραματικά την τιμή της τριβής ολίσθησης T .

Επίσης η τριβή ολίσθησης T δίνεται από τη σχέση:

$$T = \mu \cdot N$$

όπου N είναι η κάθετη δύναμη που ασκεί η επιφάνεια επαφής στο σώμα και μ ο συντελεστής τριβής ολίσθησης. Στην πειραματική διάταξη που χρησιμοποιείται ισχύει ότι:

$$T = \mu \cdot N \Rightarrow T = \mu \cdot B \cdot \sin\phi \Rightarrow T = \mu \cdot M \cdot g \cdot \sin\phi \Rightarrow \mu = \frac{T}{M \cdot g \cdot \sin\phi} \quad (4)$$

Από τη σχέση (4) μπορούμε πλέον να υπολογίσουμε την πειραματική τιμή του συντελεστή τριβής ολίσθησης μ .

Δραστηριότητες:

7. (5 Μονάδες)

Ζυγίστε τη μάζα M και σημειώστε την τιμή της.

$$M = 235g = 0,235Kg$$

8. (8+7=15 Μονάδες)

Υπολογίστε την τριβή ολίσθησης T και το συντελεστή τριβής ολίσθησης μ . Για τους υπολογισμούς να λάβετε υπόψη σας ότι $\phi = 22^\circ$ ($\eta\mu 22^\circ = 0,38$ και $\sin 22^\circ = 0,93$) και $g = 9,8m/s^2$.

Απ.

$$T = 0,7N$$

$$\mu = 0,33$$

Πειραματική επαλήθευση του Θεωρήματος Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας και υπολογισμοί ενεργειών

Θεωρητικές επισημάνσεις:

Σύμφωνα με το Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας, αν σε σώμα μάζας M που τη στιγμή t_1 έχει ταχύτητα u_1 ενεργήσει συνισταμένη δύναμη ΣF κατά τη διεύθυνση της κίνησής του, τότε η ταχύτητά του μεταβάλλεται και γίνεται u_2 τη στιγμή t_2 , έτσι ώστε η μεταβολή της κινητικής του ενέργειας να ισούται με το έργο της συνισταμένης δύναμης ΣF , δηλαδή:

$$K_2 - K_1 = W_{\Sigma F}$$

όπου K_1 , K_2 , η αρχική και τελική κινητική ενέργεια αντίστοιχα και $W_{\Sigma F}$ το έργο της συνισταμένης δύναμης.

Στην περίπτωση της ευθύγραμμης κίνησης με ΣF σταθερό και κατά τη διεύθυνση της ταχύτητας:

$$\frac{1}{2} \cdot M \cdot u_2^2 - \frac{1}{2} \cdot M \cdot u_1^2 = \Sigma F \cdot \Delta x$$

όπου $\Delta x = x_2 - x_1$ η μετατόπιση του σώματος που αντιστοιχεί στο χρονικό διάστημα $\Delta t = t_2 - t_1$.

Εφαρμόζοντας τον 2^ο Νόμο του Νεύτωνα η προηγούμενη σχέση γίνεται:

$$\frac{1}{2} \cdot M \cdot u_2^2 - \frac{1}{2} \cdot M \cdot u_1^2 = M \cdot \alpha \cdot \Delta x \quad (5)$$

Δραστηριότητες:

9. (14 Μονάδες)

Για μετακίνηση του σώματος μάζας M από τη θέση $x_1=0,25\text{m}$ στη θέση $x_2=0,45\text{m}$ να διαπιστώσετε αν επαληθεύεται η σχέση (5).

Απ.

Από τη γραφική παράσταση $u^2=f(x)$ έχουμε ότι:

Για $x_1=0,25\text{m}$ είναι $u_1^2=0,39\text{m}^2/\text{s}^2$

Για $x_2=0,45\text{m}$ είναι $u_2^2=0,70\text{m}^2/\text{s}^2$

Άρα:

$$\frac{1}{2} \cdot M \cdot u_2^2 - \frac{1}{2} \cdot M \cdot u_1^2 = 0,036\text{J}$$

Και

$$M \cdot \alpha \cdot \Delta x = 0,037\text{J}$$

Άρα στα πλαίσια των πειραματικών σφαλμάτων η σχέση (5) επαληθεύεται.

10. (7+7=14 Μονάδες)

Για μετακίνηση του σώματος μάζας M από τη θέση $x_1=0,25\text{m}$ στη θέση $x_2=0,45\text{m}$, να υπολογίσετε:

α) Την αύξηση της θερμικής ενέργειας του σώματος.

Απ.

$$\Delta E_{\text{ΘΕΡΜ.}} = |W_T| = T \cdot (x_2 - x_1) = 0,7 \cdot 0,2 = 0,14\text{J.}$$

β) Τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας του σώματος.

Απ.

$$\Delta U = -W_B = -B \cdot \eta \cdot \mu \cdot \phi \cdot (x_2 - x_1) = -0,175\text{J}$$

Ερωτήσεις:

1. (6 Μονάδες)

Τα πειραματικά σημεία της γραφικής παράστασης $u^2 - x$ βρίσκονται σε ικανοποιητικό βαθμό πάνω σε μια ευθεία που διέρχεται από το μηδέν (κατά την κρίση σας); Για ποιο λόγο τα πειραματικά σημεία δεν βρίσκονται ακριβώς πάνω σε μια ευθεία που διέρχεται από το μηδέν;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. (6 Μονάδες)

Σε τι βαθμό κατά την άποψή σας επαληθεύεται η σχέση (5); Που μπορεί να οφείλεται η όποια απόκλιση;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1	5 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2	5 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3	5 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4	5 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5	10 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 6	10 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 7	5 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 8	8+7=15 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 9	14 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 10	7+7=14 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΕΡΩΤΗΣΗ 1	6 ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΕΡΩΤΗΣΗ 2	6 ΜΟΝΑΔΕΣ	

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.....