

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ Ι– ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Α1

Α1. Εισαγωγή στην επεξεργασία μετρήσεων, αβεβαιότητες, σφάλματα, στρογγυλοποιήσεις, γραφήματα

A.M. π.χ. 202600524	Επώνυμο	Όνομα	Ημέρα – Ώρα π.χ. Πέμπτη 14:00-17:00	Διδάσκων

Άσκηση 1. Ξαναγράψτε τις τιμές του Πίνακα 1 που ακολουθεί, έτσι ώστε να συμφωνούν με όσα διδαχθήκατε για τα σημαντικά ψηφία και τη σωστή αναγραφή των πειραματικών αποτελεσμάτων (στρογγυλοποίηση).

Πίνακας 1

	Πριν από την επιλογή των σημαντικών ψηφίων		Μετά την επιλογή των σημαντικών ψηφίων		Τελικό αποτέλεσμα
α/α	$\bar{x}$	$\delta\bar{x}$	$\bar{x}$	$\delta\bar{x}$	$\bar{x} \pm \delta\bar{x}$
1	1689,245	0,415			
2	52,8	0,286			
3	61004510	3562			
4	645931	28151			
5	0,02356	0,00118			

Άσκηση 2. Από την κορυφή μιας πολυκατοικίας αφήνεται ένα σώμα να κάνει ελεύθερη πτώση. Για το ύψος της πολυκατοικίας S πήραμε 5 μετρήσεις, οι οποίες φαίνονται στην πρώτη στήλη του Πίνακα 2. Ο αντίστοιχος χρόνος πτώσης t, που μετρήθηκε, φαίνεται στη δεύτερη στήλη. Τα μεγέθη S και t συνδέονται με τη σχέση: $S = \frac{1}{2}gt^2$ ή αλλιώς: $g = \frac{2S}{t^2}$. Να υπολογιστούν η μέση τιμή του g ($\bar{g}$) και η αντίστοιχη αβεβαιότητά της ($\delta\bar{g}$).

Πίνακας 2

S_i [m]	t_i [s]	$S_i - \bar{S}$	$(S_i - \bar{S})^2$	$t_i - \bar{t}$	$(t_i - \bar{t})^2$
15.01	1.75				
15.03	1.74				
14.98	1.76				
15.00	1.75				
14.97	1.74				
$\sum_{i=1}^N S_i =$	$\sum_{i=1}^N t_i =$	$\sum_{i=1}^N (S_i - \bar{S}) =$	$\sum_{i=1}^N (S_i - \bar{S})^2 =$	$\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t}) =$	$\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2 =$

α) Υπολογισμός μέσης τιμής

$$\bar{S} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i =$$

$$\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i =$$

$$\bar{g} = \frac{2\bar{S}}{\bar{t}^2} =$$

β) Τυπική αβεβαιότητα μέσης τιμής

$$\delta\bar{S} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (S_i - \bar{S})^2} =$$

$$\delta\bar{t} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2} =$$

γ) Διάδοση αβεβαιότητας
Μερικές παράγωγοι:

$\frac{\partial g}{\partial S} =$

$\frac{\partial g}{\partial t} =$

Διάδοση αβεβαιότητας:

$\delta \bar{g} = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial S} d\bar{S}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial t} d\bar{t}\right)^2} =$

δ) Στρογγυλοποίηση και τελικό αποτέλεσμα

$\bar{g} =$

$\delta \bar{g} =$

$\bar{g} \pm \delta \bar{g} =$

Άσκηση 3. Από την ίδια πολυκατοικία της Άσκησης 2 γίνεται μία μέτρηση ύψους και χρόνου πτώσης για καθέναν από τους 5 ορόφους της. Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 3. Να υπολογιστούν η μέση τιμή του g ($\bar{g}$) και η αντίστοιχη αβεβαιότητά της ($\delta \bar{g}$).

Πίνακας 3

S_i [m]	t_i [s]	$g_i = \frac{2S_i}{t_i^2}$	$g_i - \bar{g}$	$(g_i - \bar{g})^2$
3,01	0,78			
6,03	1,12			
9,98	1,42			
12,00	1,57			
14,97	1,74			
		$\sum_{i=1}^N g_i =$	$\sum_{i=1}^N (g_i - \bar{g}) =$	$\sum_{i=1}^N (g_i - \bar{g})^2 =$

α) Υπολογισμός μέσης τιμής

$\bar{g} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i =$

β) Τυπική αβεβαιότητα της μέσης τιμής

$\delta \bar{g} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (g_i - \bar{g})^2} =$

γ) Στρογγυλοποίηση και τελικό αποτέλεσμα

$\bar{g} =$

$\delta \bar{g} =$

$\bar{g} \pm \delta \bar{g} =$

- δ) Σχολιασμός αποτελεσμάτων και σύγκριση των δύο μεθόδων.
- Συγκρίνετε και σχολιάστε τα αποτελέσματα των ασκήσεων 2 και 3.
 - Μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος της άσκησης 2 στην άσκηση 3 (και αντίστροφα) και γιατί;

(ε) Έχουμε N μετρήσεις της ίδιας ποσότητας, καθεμία με την αντίστοιχη αβεβαιότητά της. Είναι ισοδύναμο να υπολογίσουμε τη μέση τιμή των N μετρήσεων και την αβεβαιότητα της μέσης τιμής με το να υπολογίσουμε τον μέσο όρο των επιμέρους αβεβαιοτήτων; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Άσκηση 4. Τα μεγέθη x, y του Πίνακα 4 που ακολουθεί αναφέρονται στις μέσες μέγιστες θερμοκρασίες αέρα δέκα διαδοχικών ημερών μιας περιοχής της Αθήνας. Να σχεδιαστεί σε χιλιοστομετρικό χαρτί (μιλιμετρέ) η καμπύλη y=f(x) και να υπολογιστεί η κλίση K της καμπύλης στα σημεία x₁=2 και x₂=8. Για όλα τα σημεία η αβεβαιότητα είναι: δx=±0.3, δy=±0.5.

Πίνακας 4										
x (ημέρες)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (°C)	26,1	21,3	19,0	18,0	18,2	19,1	21,0	22,2	22,8	23,1

(α) Χάραξη σε μιλιμετρέ χαρτί. Ακολουθήστε τους κανόνες σχεδίασης γραφημάτων και επιλέξτε το μέγεθος σε κάθε άξονα, σημειώστε τα σύμβολα των μεγεθών και τις αντίστοιχες μονάδες. Επιλέξτε προσεκτικά το εύρος τιμών και την απεικόνιση αυτών στους άξονες. Να γίνει απεικόνιση των σημείων με τις αβεβαιότητές τους (error bars). Στη συνέχεια να γίνει ελεύθερη χάραξη της καμπύλης με βάση τα σημεία. Τέλος, εντοπίστε τα σημεία στα οποία ζητείται να υπολογισθεί η κλίση και να γίνει χάραξη εφαπτομένης σε αυτά. Από τα «τρίγωνα» που δημιουργούνται να υπολογιστούν τα Δx και Δy και στη συνέχεια να γίνει ο υπολογισμός της κλίσης και της αντίστοιχης αβεβαιότητας.

(β) Υπολογισμός κλίσης

Κλίση K₁ στο 1ο σημείο: $K_1 = \left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_1 =$

Κλίση K₂ στο 2ο σημείο: $K_2 = \left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_2 =$

Για την εύρεση της αβεβαιότητας της κλίσης ακολουθούμε τη μεθοδολογία της διάδοσης της αβεβαιότητας. Εκτιμούμε τις αβεβαιότητες στα Δy και Δx (που μετρήσαμε από τα «τρίγωνα») και στη συνέχεια κάνουμε διάδοση αβεβαιότητας στη συνάρτηση του K₁ και K₂. Τα τελικά αποτελέσματα να δοθούν ως K₁ ± δK₁ και K₂ ± δK₂ με σωστά πρόσημα και μονάδες.

Άσκηση 5. Χρησιμοποιώντας τις τιμές του Πίνακα 5 που ακολουθεί, να σχεδιαστεί η καμπύλη $y=f(x)$ με δύο τρόπους:

Πίνακας 5

x	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
y	0,1	1,3	1,8	1,0	4,0	32	126	251	501	891

Σημείωση: Για όλα τα σημεία η αβεβαιότητα είναι: $\delta x=\pm 0,3$, $\delta y=\pm 0,5$.

α) Χάραξη σε χιλιοστομετρικό χαρτί (μιλimetré)

Χάραξη σε χαρτί μιλimetré ακολουθώντας τους κανόνες σχεδίασης γραφημάτων.

β) Χάραξη σε ημιλογαριθμικό χαρτί

Η χάραξη γίνεται όπως και στο μιλimetré, αλλά με επιλογή του μεγέθους που θα απεικονιστεί στον λογαριθμικό άξονα. Πόσες τάξεις μεγέθους απαιτούνται για να φανούν όλα τα σημεία; Να γίνει βαθμονόμηση των αξόνων και απεικόνιση των σημείων (προσοχή στην απεικόνιση της αβεβαιότητας στον λογαριθμικό άξονα· τι συμβαίνει όταν το κάτω όριο $y-\delta y$ είναι μη θετικό;). Στη συνέχεια να γίνει ελεύθερη χάραξη της καμπύλης με βάση τα σημεία.

γ) Σχόλια στα δύο γραφήματα

- Τι διαφορές παρατηρείτε στα γραφήματα;
- Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του χιλιοστομετρικού και ημιλογαριθμικού χαρτιού;
- Σε ποιες περιπτώσεις θα χρησιμοποιούσατε γραμμικό, ημιλογαριθμικό ή ακόμη και λογαριθμικό διάγραμμα για την απεικόνιση των μετρήσεων σε ένα πείραμα;

Γενική οδηγία: Η εργαστηριακή αναφορά συντάσσεται σύμφωνα με τον Εργαστηριακό Οδηγό και περιλαμβάνει τις απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις της αντίστοιχης άσκησης.

