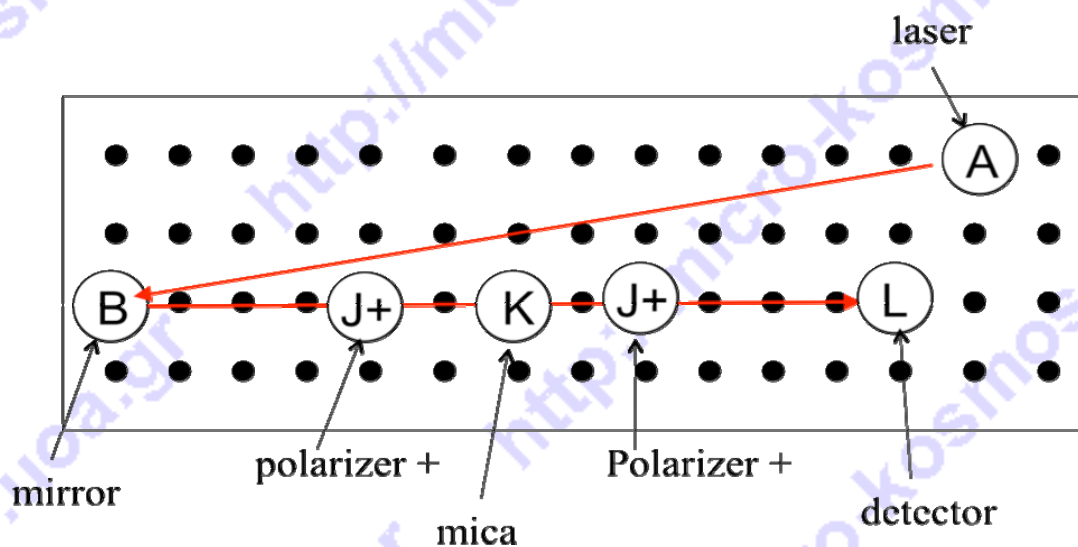


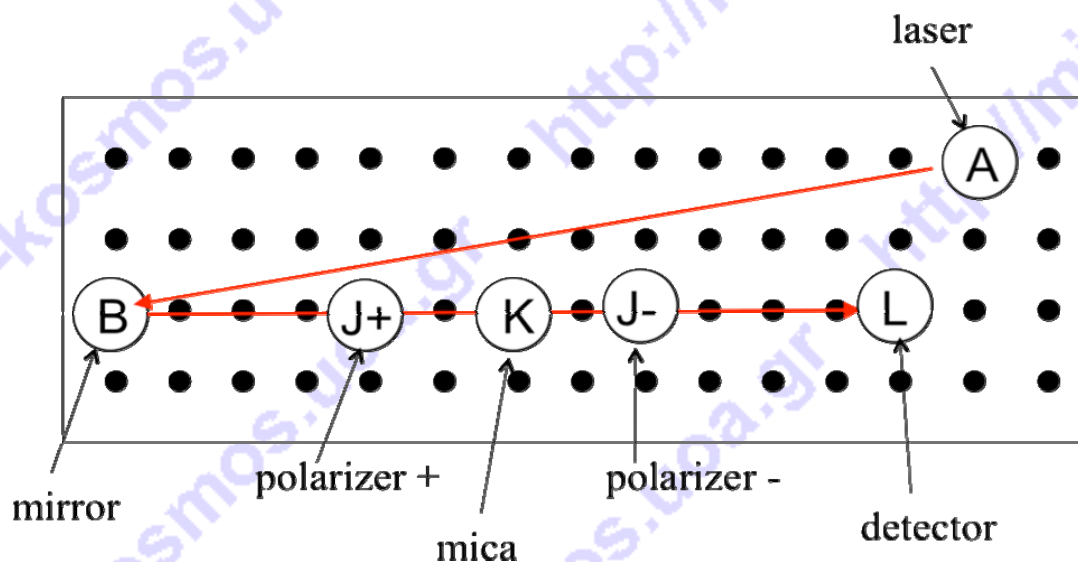
Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ Νο. 2
ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΥ (MICA)

Εργασία 2.1 α) Πειραματική διάταξη για την ένταση I_p . (0.5 points)

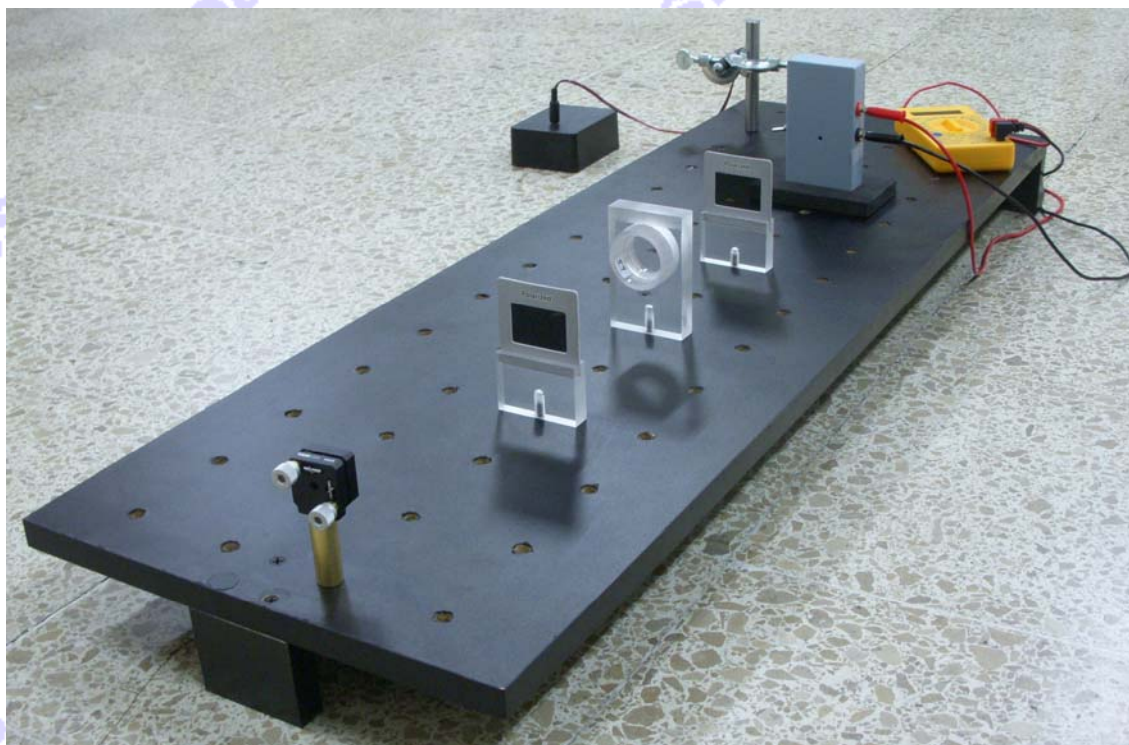


Εργασία 2.1 β) Πειραματική διάταξη για την ένταση I_o . (0.5 points)



2.1		1.0
-----	--	-----

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------



Η πειραματική διάταξη

Εργασία 2.2 Η κλίμακα για τη γωνιακή ρύθμιση.

2.2	Η γωνία μεταξύ δύο διαδοχικών μαύρων γραμμών είναι $\theta_{\text{int}} = 3.6 \text{ degrees}$ επειδή υπάρχουν 100 γραμμές.	0.25
-----	--	------

Εργασία 2.3 Μετρήσεις για I_p και I_0 . Χρησιμοποιήστε επιπρόσθετα φύλλα εάν χρειάζεται.

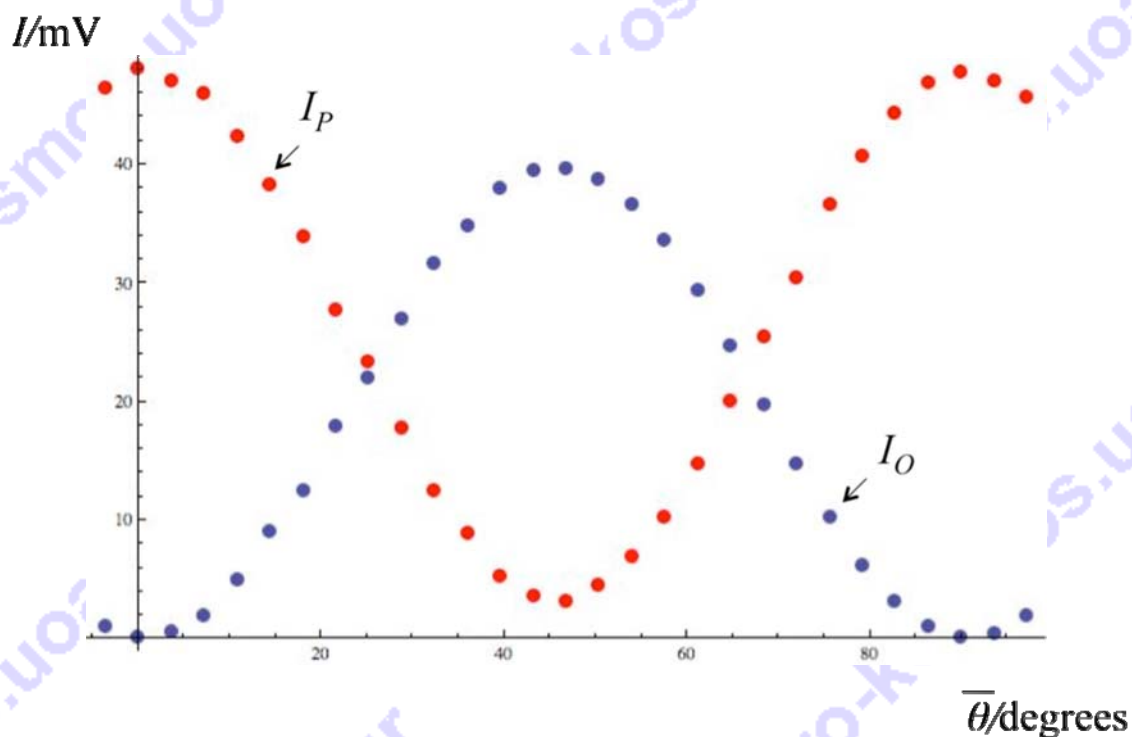
ΠΙΝΑΚΑΣ Ι (3 points)

$\bar{\theta}$ (degrees)	$(I_p \pm 1) \times 10^{-3} \text{ V}$	$(I_0 \pm 1) \times 10^{-3} \text{ V}$
-3.6	46.4	1.1
0	48.1	0.2
3.6	47.0	0.6
7.2	46.0	2.0
10.8	42.3	4.9
14.4	38.2	9.0

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

18.0	33.9	12.5
21.6	27.7	17.9
25.2	23.4	22.0
28.8	17.8	27.0
32.4	12.5	31.7
36.0	8.8	34.8
39.6	5.2	38.0
43.2	3.6	39.4
46.8	3.2	39.6
50.4	4.5	38.7
54.0	6.9	36.6
57.6	10.3	33.6
61.2	14.7	29.4
64.8	20.1	24.7
68.4	25.4	19.7
72.0	30.5	14.7
75.6	36.6	10.2
79.2	40.7	6.1
82.8	44.3	3.2
86.4	46.9	1.0
90.0	47.8	0.2
93.6	47.0	0.4
97.2	45.7	2.0

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------



Παράλληλη I_P και κάθετη I_O , εντάσεις σε σχέση με τη γωνία $\bar{\theta}$.

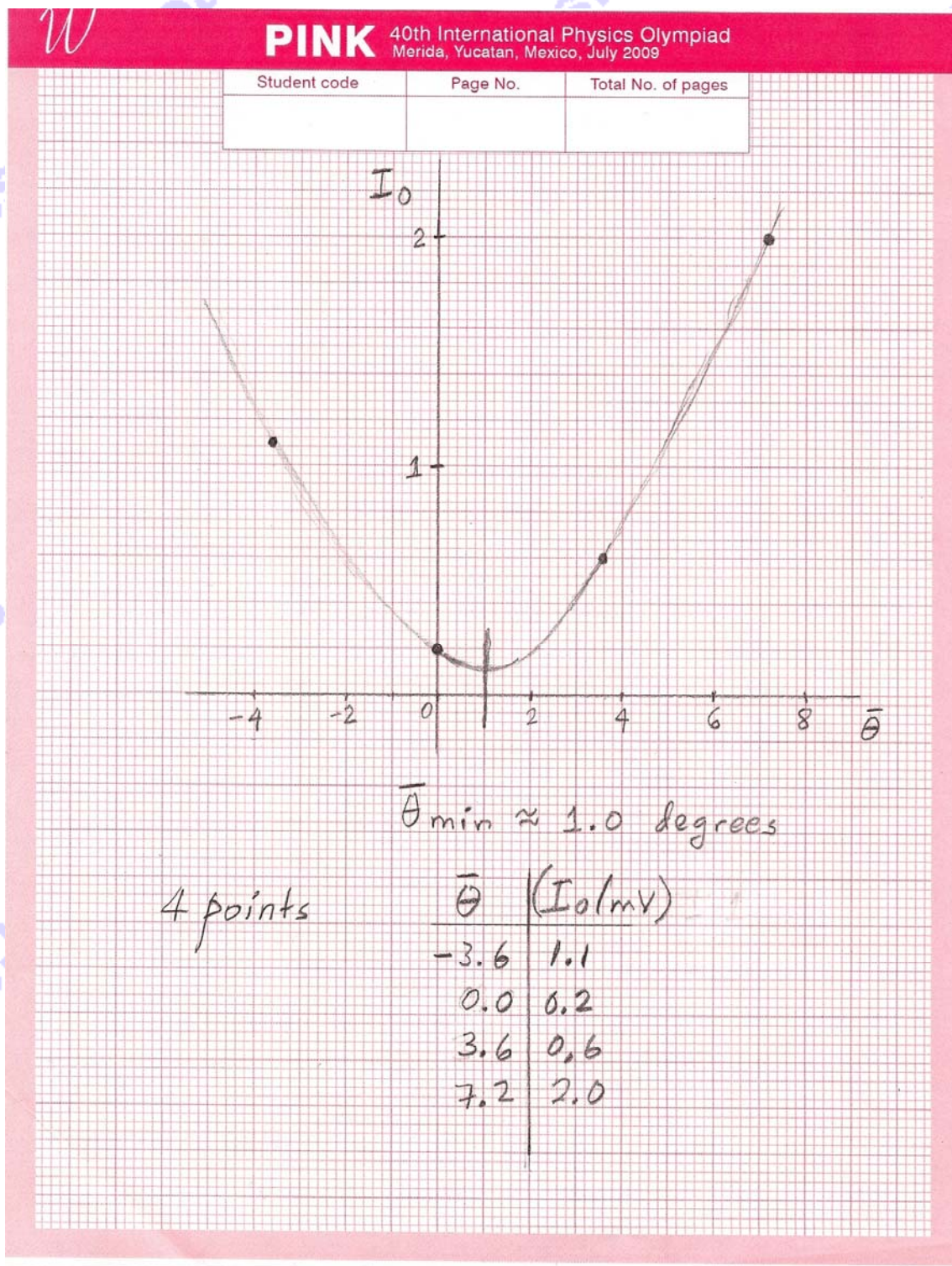
Εργασία 2.4: Προσδιορισμός του σημείου μηδέν για τις γωνίες θ .

2.4	a) Γραφική ανάλυση Η τιμή της μετατόπισης είναι $\delta\bar{\theta} = -1.0$ degrees. b) Αριθμητική ανάλυση Από τον πίνακα I επιλέγουμε τα πρώτα τρία σημεία των $\bar{\theta}$ και $I_O(\bar{\theta})$: (οι εντάσεις με τη βοήθεια των τάσεων σε millivolts) $(x_1, y_1) = (-3.6, 1.1)$ $(x_2, y_2) = (0, 0.2)$ $(x_3, y_3) = (3.6, 0.6)$ Θέλουμε να φτιάξουμε $y = ax^2 + bx + c$. Αυτή δίνει τρεις εξισώσεις:	1.0
-----	--	-----

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

$1.1 = a(3.6)^2 - b(3.6) + c$ $0.2 = c$ $0.6 = a(3.6)^2 + b(3.6) + c$ απο την δεύτερη στην πρώτη $\Rightarrow b = \frac{-0.9 + a(3.6)^2}{3.6}$ στην τρίτη $\Rightarrow 0.6 = a((3.6)^2 + (3.6)^2) - 0.9 + 0.2$ $\Rightarrow a = 0.050 \quad b = -0.069$ Η ελάχιστη παραβολή είναι στην $\bar{\theta}_{\min} = -\frac{b}{2a} \approx 0.7 \text{ degrees}$ Επομένως, $\delta\bar{\theta} = -0.7 \text{ degrees}$.	
--	--

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------



Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

Εργασία 2.5 Επιλογή των κατάλληλων μεταβλητών.

2.5	Η εξίσωση (2.4) για την κάθετη ένταση είναι $\bar{I}_o(\theta) = \frac{1}{2}(1 - \cos\Delta\phi)\sin^2(2\theta)$ Αυτή μπορεί να θεωρηθεί ευθεία $y = mx + b$, με $y = \bar{I}_o(\theta) \quad , \quad x = \sin^2(2\theta) \quad \text{και} \quad m = \frac{1}{2}(1 - \cos\Delta\phi)$ Από την οποία προκύπτει η φάση. ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αυτός δεν είναι ο μόνος τρόπος για να βρεθεί η διαφορά φάσης. Για παράδειγμα θα μπορούσαμε να αναλύσουμε τα 4 μέγιστα είτε του $\bar{I}_p(\theta)$ είτε του $\bar{I}_o(\theta)$.	1.0
-----	--	-----

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

Εργασία 2.6: Στατιστική ανάλυση και διαφορά φάσης.

2.6	Για να εκτελέσουμε τη στατιστική ανάλυση, θα χρησιμοποιήσουμε $y = \bar{I}_o(\theta)$ και $x = \sin^2(2\theta)$. Αφού από $\theta: 0 \rightarrow \frac{\pi}{4}$, $x: 0 \rightarrow 1$, χρησιμοποιούμε μόνο 12 πειραματικά σημεία για να καλύψουμε αυτό το εύρος, όπως δίνεται στον πίνακα II. x μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς αβεβαιότητα αφού αποτελεί ρύθμιση. Η αβεβαιότητα στο y υπολογίζεται από $\Delta \bar{I}_o = \sqrt{\left(\frac{\partial \bar{I}_o}{\partial \theta}\right)^2 \Delta \theta^2 + \left(\frac{\partial \bar{I}_o}{\partial x}\right)^2 \Delta x^2} \text{ οπότε}$ $\Delta \bar{I}_o = \frac{\sqrt{I_o^2 + I_p^2}}{(I_o + I_p)^2} \Delta I_o \approx 0.018, \text{ κατά προσέγγιση η ίδια για όλες τις τιμές.}$	1.0
-----	---	-----

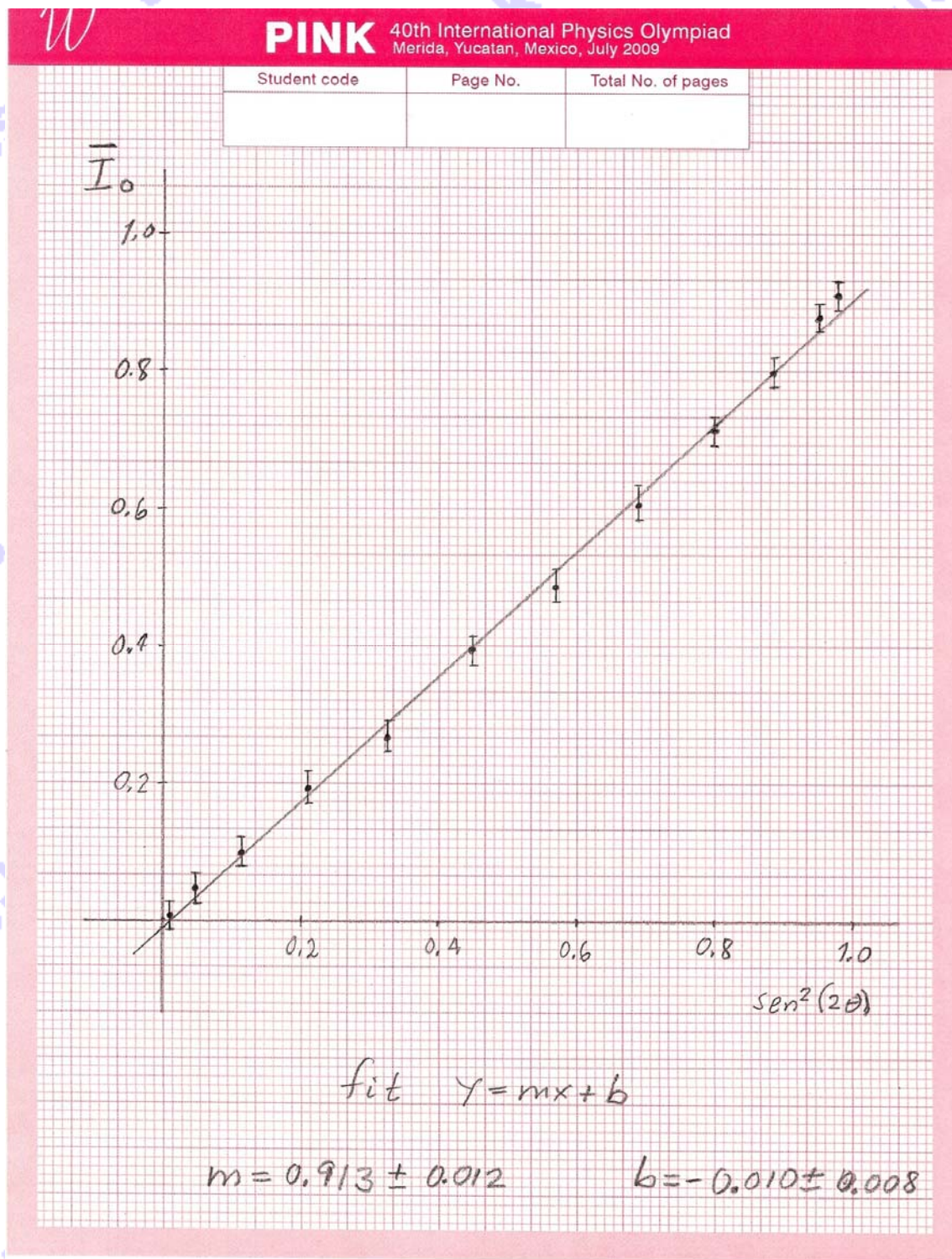
ΠΙΝΑΚΑΣ II

$\bar{\theta}$ (degrees)	$x = \sin^2(2\theta)$	$y = \bar{I}_o \pm 0.018$
2.9	0.010	0.013
6.5	0.051	0.042
10.1	0.119	0.104
13.7	0.212	0.191
17.3	0.322	0.269
20.9	0.444	0.392
24.5	0.569	0.484
28.1	0.690	0.603
31.7	0.799	0.717
35.3	0.890	0.798
38.9	0.955	0.880
42.5	0.992	0.916

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

2.6	Κάνουμε τώρα την ανάλυση των ελάχιστων τετραγώνων για τις μεταβλητές y σε σχέση με x στον Πίνακα II. Η κλίση και η y-intercept είναι: $m \pm \Delta m = 0.913 \pm 0.012$ $b \pm \Delta b = -0.010 \pm 0.008 \quad (1.25)$ Οι τύποι για την ανάλυση είναι: $m = \frac{N \sum_{n=1}^N x_n y_n - \sum_{n=1}^N x_n \sum_{n'=1}^N y_{n'}}{\Delta}$ $b = \frac{\sum_{n=1}^N x_n^2 \sum_{n'=1}^N y_{n'} - \sum_{n=1}^N x_n \sum_{n'=1}^N x_{n'} y_{n'}}{\Delta}$ όπου $\Delta = N \sum_{n=1}^N x_n^2 - \left(\sum_{n=1}^N x_n \right)^2$ με N ο αριθμός των πειραματικών σημείων. Η αβεβαιότητα υπολογίζεται ως $(\Delta m)^2 = N \frac{\sigma^2}{\Delta} \quad , \quad (\Delta b)^2 = \frac{\sigma^2}{\Delta} \sum_{n=1}^N x_n^2 \quad \text{με,}$ $\sigma^2 = \frac{1}{N-2} \sum_{n=1}^N (y_n - b - m x_n)^2$ με $N = 12$ στο παράδειγμα αυτό. Include the accompanying plot or plots. (1.0)	1.75
-----	--	------

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------



2.6	Υπολογίζουμε την τιμή της φάσης $\Delta\phi$ σε radians στο διάστημα $[0, \pi]$. Από την κλίση $m = \frac{1}{2}(1 - \cos\Delta\phi)$, βρίσκουμε	0.5
-----	--	-----

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

$\Delta\phi \pm \Delta(\Delta\phi) = 2.54 \pm 0.04 \quad (0.5)$ Καταγράφουμε τους τύπους για τον υπολογισμό της αβεβαιότητας. Βλέπουμε ότι, $\Delta m = \left \frac{\partial m}{\partial \Delta\phi} \right \Delta(\Delta\phi) = \frac{1}{2} \sin(\Delta\phi) \Delta(\Delta\phi), \text{ οπότε, } \Delta(\Delta\phi) = \frac{2\Delta m}{\sin(\Delta\phi)}.$	
--	--

Εργασία 2.7 Υπολογισμός της απόλυτης διαφοράς $|n_1 - n_2|$.

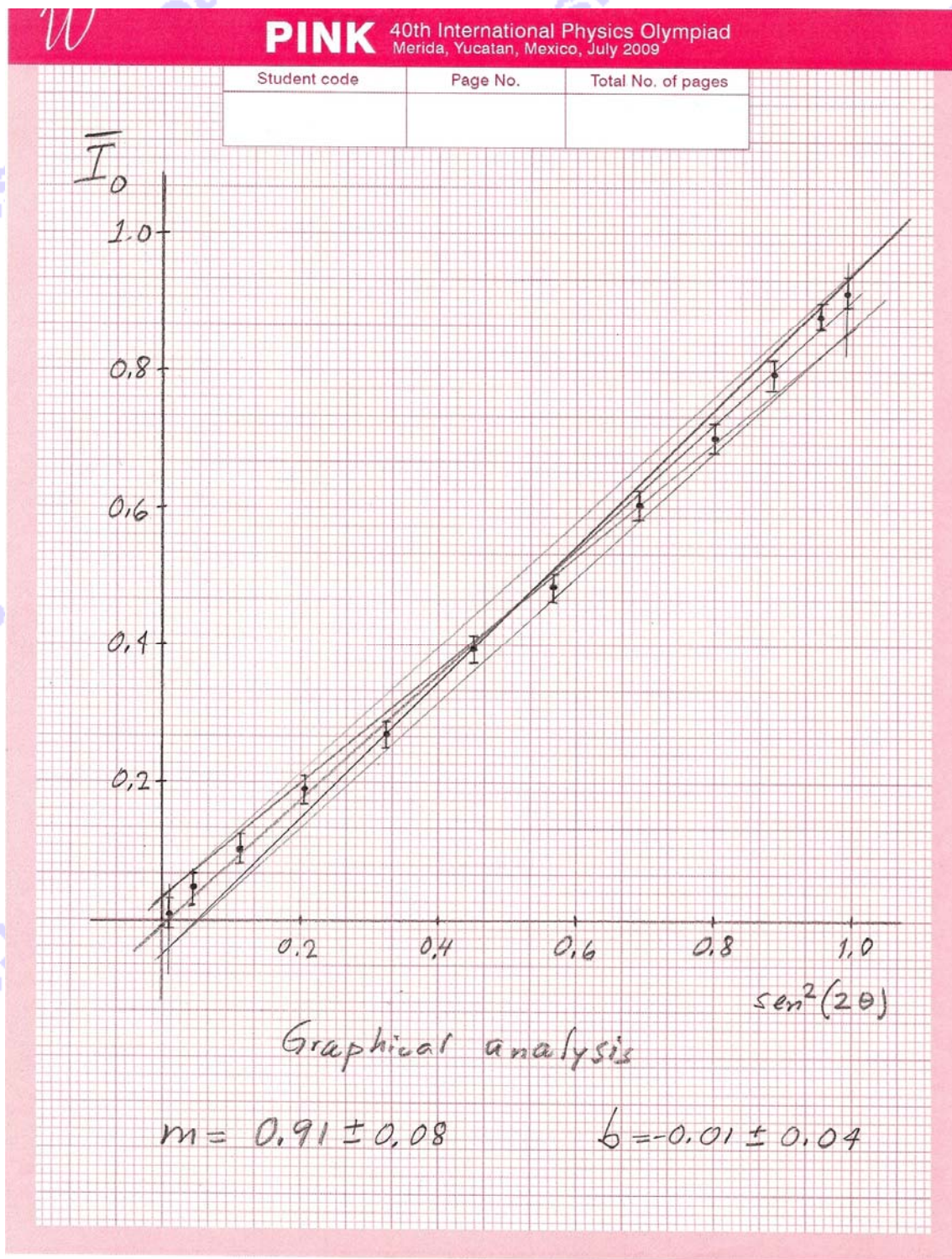
2.7	Το πλάτος της πλάκας από μίκα που χρησιμοποιήσαμε $L \pm \Delta L = (100 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ m}$ Το μήκος κύματος, $\lambda \pm \Delta\lambda = (663 \pm 25) \times 10^{-9} \text{ m (από το πρόβλημα 1)}$ $ n_1 - n_2 \pm \Delta n_1 - n_2 = (3.94 \pm 0.16) \times 10^{-3}$ Είναι μεταξύ 0.003 και 0.005. Ονομαστική τιμή 0.004 Αφού το πλάτος $L > 82 \text{ micrometers}$, χρησιμοποιούμε $2\pi - \Delta\phi = \frac{2\pi L}{\lambda} n_1 - n_2 $ Το σφάλμα είναι $\Delta n_1 - n_2 = \sqrt{\left(\frac{\partial n_1 - n_2 }{\partial\lambda} \right)^2 \Delta\lambda^2 + \left(\frac{\partial n_1 - n_2 }{\partial L} \right)^2 \Delta L^2 + \left(\frac{\partial n_1 - n_2 }{\partial\Delta\phi} \right)^2 \Delta(\Delta\phi)^2}$ $\Delta n_1 - n_2 = \sqrt{\left(\frac{ n_1 - n_2 }{\lambda} \right)^2 \Delta\lambda^2 + \left(\frac{ n_1 - n_2 }{L} \right)^2 \Delta L^2 + \left(\frac{\lambda}{2\pi L} \right)^2 \Delta(\Delta\phi)^2}$	1.0
-----	---	-----

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

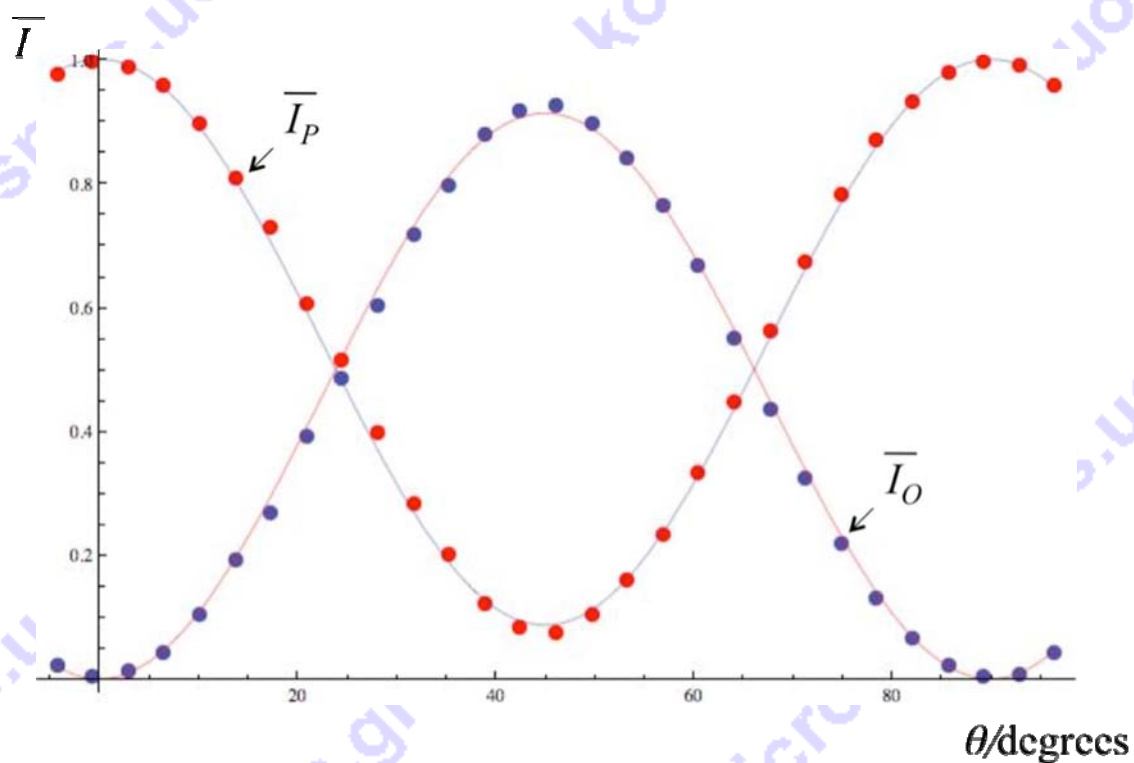
Εργασία 2.6 και 2.7 (Εναλλακτικά) Στατιστική ανάλυση και διαφορά φάσης.
Υπολογίζοντας την $|n_1 - n_2|$.

2.6 2.7	Αφού τα δεδομένα εμφανίζονται διασκορπισμένα και/είτε τα σφάλματα στις εντάσεις μπορεί να είναι μεγάλα, μπορεί να εκτελεστεί μια γραφική ανάλυση Στο παρακάτω γράφημα, φαίνεται μια υποδειγματική γραφική ανάλυση: πρώτα βρίσκεται η κύρια κλίση, έπειτα, χρησιμοποιώντας τις μεγαλύτερες παραγώγους μπορεί κανείς να βρεί δύο ακραίες κλίσεις. Το τελικό αποτέλεσμα είναι, $m = 0.91 \pm 0.08 \quad \text{και} \quad b = -0.01 \pm 0.04$ Τα υπόλοιπα όπως και πριν οπότε $ n_1 - n_2 \pm \Delta n_1 - n_2 = (3.94 \pm 0.45) \times 10^{-3}.$ Μεγαλύτερο (πιο ρεαλιστικό) σφάλμα.	1.0
------------	---	-----

Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------



Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------



Σύγκριση των πειραματικών δεδομένων (κανονικοποιημένες εντάσεις $\bar{I}_P$ και $\bar{I}_O$) με τις εξισώσεις προσαρμογής (2.3) και (2.4) χρησιμοποιώντας την τιμή της υπολογισμένης διαφοράς φάσεως $\Delta\phi$.