

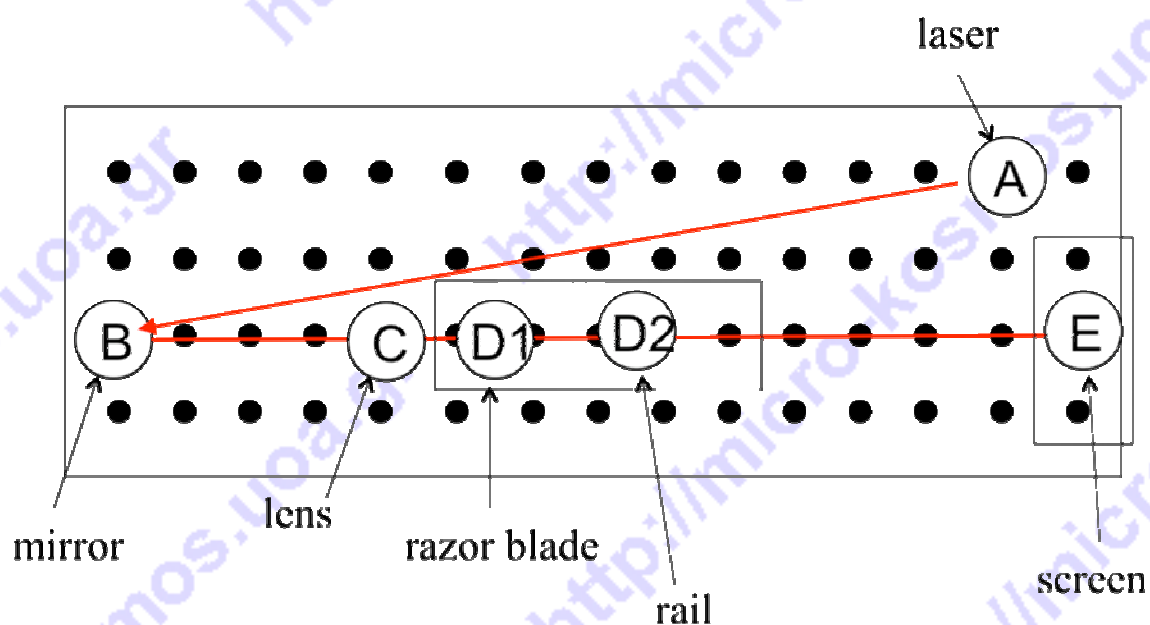
Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

Φύλλο Απαντήσεων

Πειραματικό Πρόβλημα Νο. 1

Προσδιορισμός του μήκους κύματος φωτός από δίοδο laser

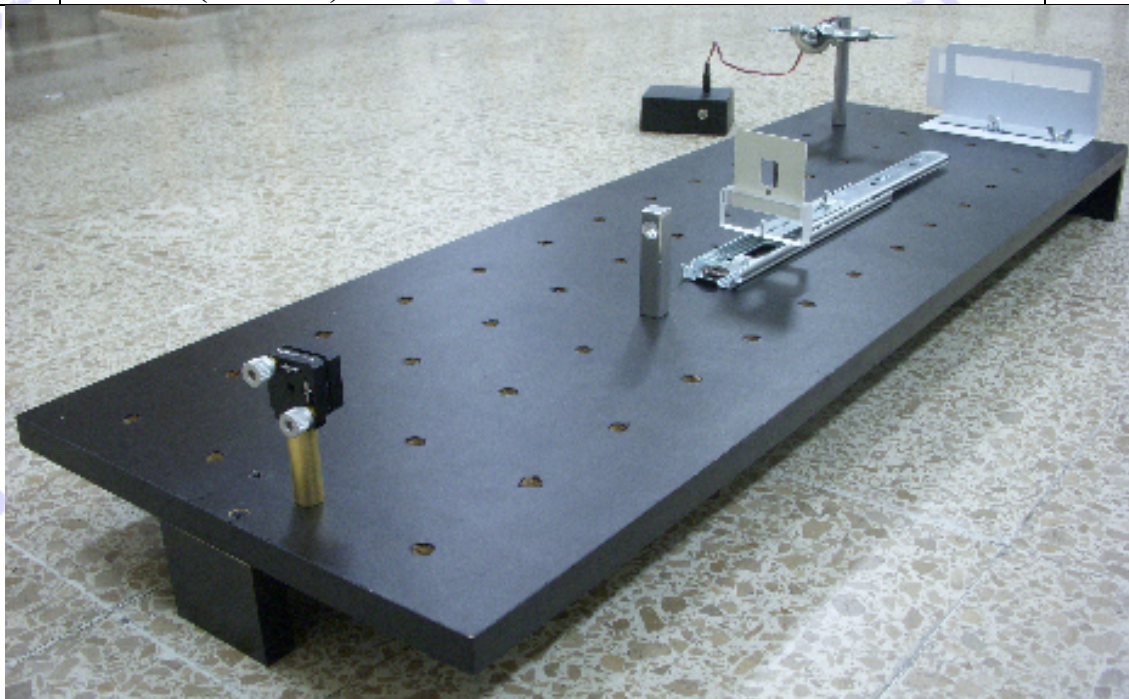
Εργασία 1.1 Στήσιμο της πειραματικής διάταξης



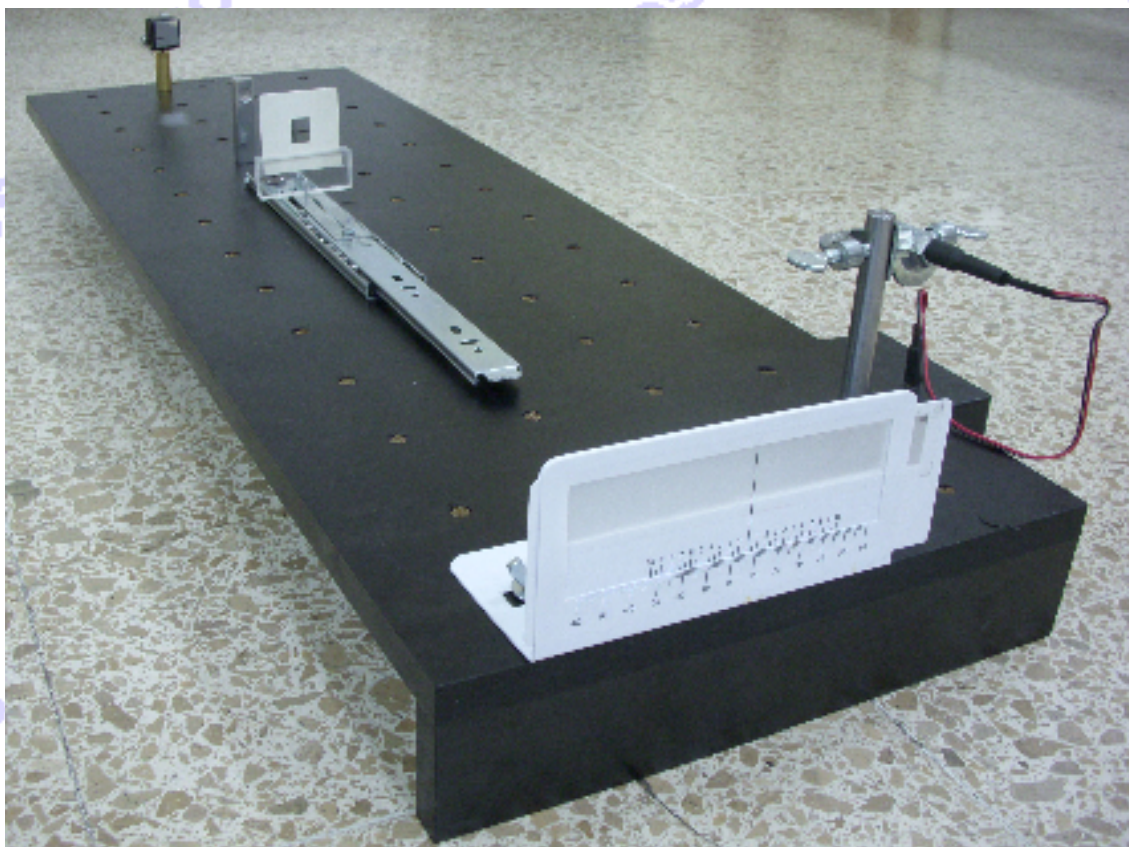
(0.75)

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

1.1	Σχεδιάστε την τροχιά της δέσμης laser στο διάγραμμα της οπτικής τράπεζας και γράψετε το ύψος h της δέσμης, όπως μετρείται από την οπτική τράπεζα. $h \pm \Delta h = (5.0 \pm 0.05) \times 10^{-2} \text{ m} \quad (0.25)$	1.0
-----	--	-----



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



Πειραματική διάταξη για τη μέτρηση του μήκους κύματος φωτός από δίοδο laser

Εργασία 1.2: Σχέσεις για τη διαφορά οπτικών δρόμων.

1.2	Οι διαφορές δρόμων είναι: Περίπτωση Ι: (0.25) $\Delta_l(n) = (BF + FP) - BP = (L_b - L_0) + \sqrt{L_0^2 + L_R^2(n)} - \sqrt{L_b^2 + L_R^2(n)}$ $= (L_b - L_0) + L_0 \sqrt{1 + \frac{L_R^2(n)}{L_0^2}} - L_b \sqrt{1 + \frac{L_R^2(n)}{L_b^2}}$ χρησιμοποιώντας την $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{1}{2}x$ $\approx (L_b - L_0) + L_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{L_R^2(n)}{L_0^2} \right) - L_b \left(1 + \frac{1}{2} \frac{L_R^2(n)}{L_b^2} \right)$ $\Rightarrow \Delta_l(n) \approx \frac{1}{2} L_R^2(n) \left(\frac{1}{L_0} - \frac{1}{L_b} \right)$	0.5
-----	--	-----

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

Περίπτωση II: (0.25) $\Delta_{II}(n) = (FB + BP) - FP = (L_0 - L_a) + \sqrt{L_a^2 + L_L^2(n)} - \sqrt{L_0^2 + L_L^2(n)}$ $\approx (L_0 - L_a) + L_a \sqrt{1 + \frac{L_L^2(n)}{L_a^2}} - L_0 \sqrt{1 + \frac{L_L^2(n)}{L_0^2}}$ χρησιμοποιώντας την $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{1}{2}x$ $\approx (L_0 - L_a) + L_a \left(1 + \frac{1}{2} \frac{L_L^2(n)}{L_a^2}\right) - L_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{L_L^2(n)}{L_0^2}\right)$ $\Rightarrow \Delta_{II}(n) \approx \frac{1}{2} L_L^2(n) \left(\frac{1}{L_a} - \frac{1}{L_0}\right)$	
--	--

Εργασία 1.3: Προσδιορισμός των θέσεων των σκοτεινών κροσσών.

Χρησιμοποιήστε συμπληρωματικά φύλλα, αν είναι αναγκαίο.

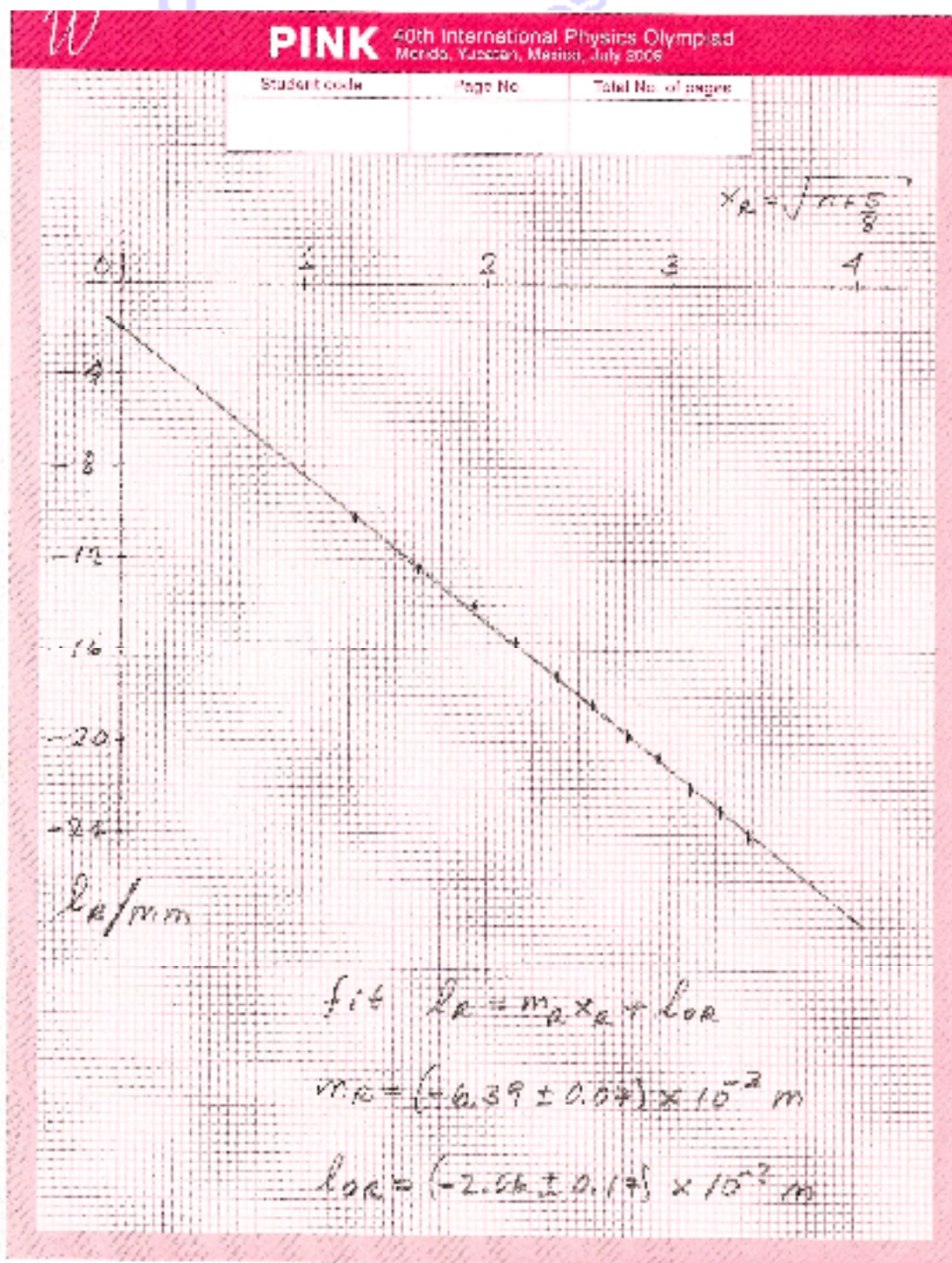
ΠΙΝΑΚΑΣ I
(2.5)

n	$(l_R(n) \pm 0.1) \times 10^{-3} \text{ m}$	$(l_L(n) \pm 0.1) \times 10^{-3} \text{ m}$	x_R	x_L
0	-7.5	1.1	0.791	0.935
1	-10.1	3.7	1.275	1.369
2	-12.4	6.4	1.620	1.696

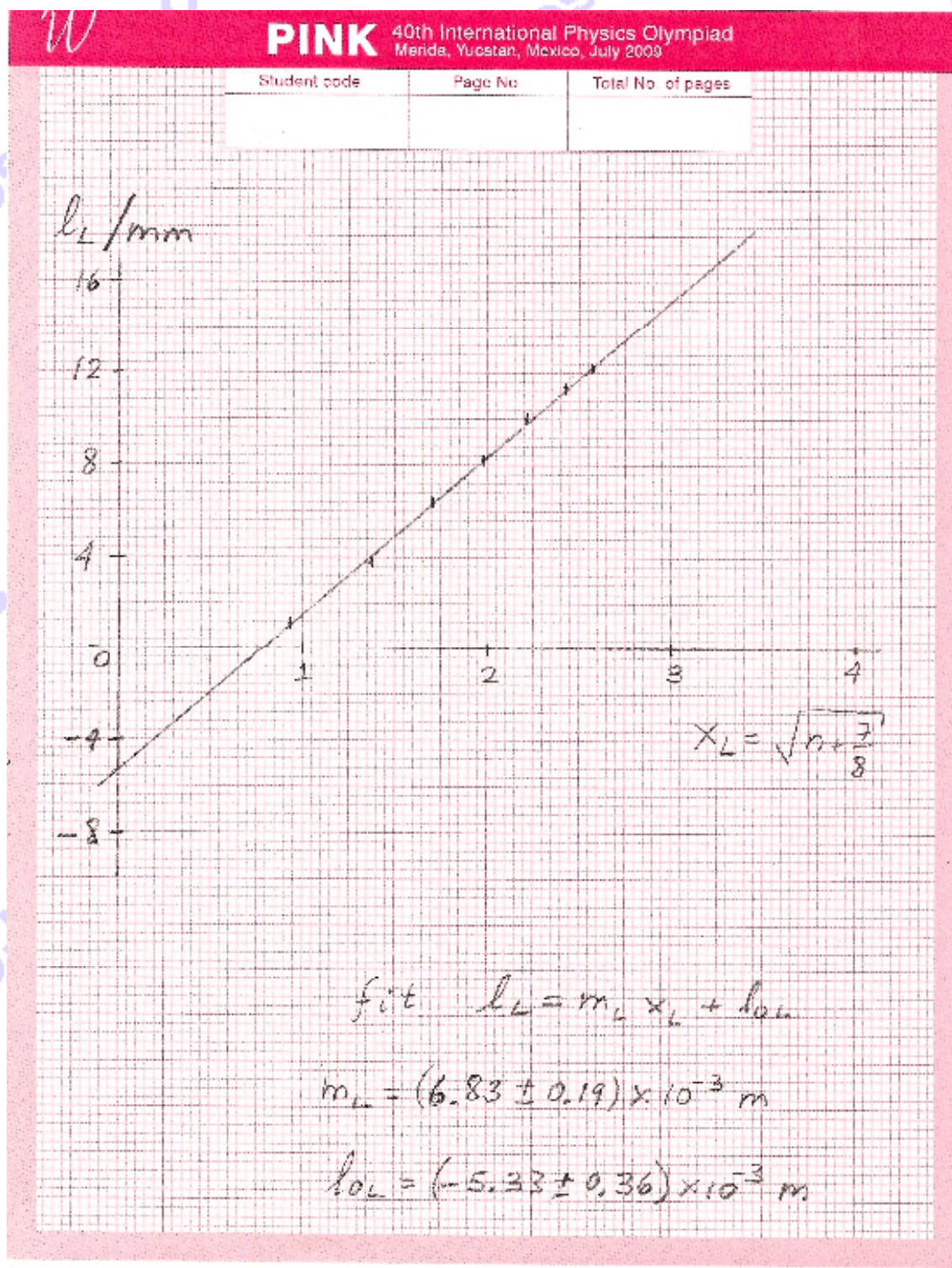
Country Code:	Student Number:	Experimental Problem No:	Page No:	Total Number of Pages:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------

1.3	Γράψετε τις θέσεις της λεπίδας L_b και L_a και σε παρένθεση ΤΟ ΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΕΤΙΚΕΤΑΣ που αντιστοιχεί στο όργανο που χρησιμοποιήσατε για την αντίστοιχη μέτρηση. $L_b \pm \Delta L_b = (653 \pm 1) \times 10^{-3} \text{ m}$ (0.25) LABEL (H) (measuring tape) $L_a \pm \Delta L_a = (628 \pm 1) \times 10^{-3} \text{ m}$ (0.25) LABEL (H) (measuring tape) $d = L_b - L_a = (24.6 \pm 0.1) \times 10^{-3} \text{ m}$ LABEL (G) (caliper)	3.0
-----	--	-----

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:
---------------	-----------------	--------------------------	----------	------------------------



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

Εργασία 1.4: Στατιστική και γραφική ανάλυση δεδομένων.

1.4	Μια διαδικασία: Από τη συνθήκη των σκοτεινών κροσσών και την εργασία 1.2, έχουμε $\frac{1}{2}L_R^2(n)\left(\frac{1}{L_0} - \frac{1}{L_b}\right) = \left(n + \frac{5}{8}\right)\lambda$ και $\frac{1}{2}L_L^2(n)\left(\frac{1}{L_a} - \frac{1}{L_0}\right) = \left(n + \frac{7}{8}\right)\lambda$ Χρησιμοποιώντας την (1.5), $L_R(n) = l_R(n) - l_{0R}$ και $L_L(n) = l_L(n) - l_{0L}$ μπορούμε να ξαναγράψουμε $\frac{1}{2}(l_R(n) - l_{0R})^2\left(\frac{1}{L_0} - \frac{1}{L_b}\right) = \left(n + \frac{5}{8}\right)\lambda$ $\Rightarrow l_R(n) = \sqrt{\frac{2L_bL_0}{L_b - L_0}}\lambda\sqrt{n + \frac{5}{8}} + l_{0R}$ και $\frac{1}{2}(l_L(n) - l_{0L})^2\left(\frac{1}{L_a} - \frac{1}{L_0}\right) = \left(n + \frac{7}{8}\right)\lambda$ $\Rightarrow l_L(n) = \sqrt{\frac{2L_aL_0}{L_0 - L_a}}\lambda\sqrt{n + \frac{7}{8}} + l_{0L}$ These can be cast as equations of a straight line, $y = mx + b$. Περίπτωση I: $y_R = l_R \quad x_R = \sqrt{n + \frac{5}{8}} \quad m_R = \sqrt{\frac{2L_bL_0}{L_b - L_0}}\lambda \quad b_R = l_{0R}$ Περίπτωση II: $y_L = l_L \quad x_L = \sqrt{n + \frac{7}{8}} \quad m_L = \sqrt{\frac{2L_aL_0}{L_0 - L_a}}\lambda \quad b_L = l_{0L}$ (1.0)	3.0
-----	--	-----

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

Πραγματοποιώντας την ανάλυση των ελάχιστων τετραγώνων για τις παραπάνω εξισώσεις. Στον πίνακα I, γράφουμε τις τιμές x_R και x_L. βρίσκουμε: $m_R \pm \Delta m_R = (-6.39 \pm 0.07) \times 10^{-3} \text{ m}$ $m_L \pm \Delta m_L = (6.83 \pm 0.19) \times 10^{-3} \text{ m}$ και (τιμές των l_{0R} και l_{0L}) $l_{0R} \pm \Delta l_{0R} = b_R \pm \Delta b_R = (-2.06 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{ m}$ $l_{0L} \pm \Delta l_{0L} = b_L \pm \Delta b_L = (-5.33 \pm 0.36) \times 10^{-3} \text{ m}$ Οι εξισώσεις για την ανάλυση των ελάχιστων τετραγώνων $m = \frac{N \sum_{n=1}^N x_n y_n - \sum_{n=1}^N x_n \sum_{n'=1}^N y_{n'}}{\Delta}$ $b = \frac{\sum_{n=1}^N x_n^2 \sum_{n'=1}^N y_{n'} - \sum_{n=1}^N x_n \sum_{n'=1}^N x_{n'} y_{n'}}{\Delta}$ όπου $\Delta = N \sum_{n=1}^N x_n^2 - \left(\sum_{n=1}^N x_n \right)^2$ με N ο αριθμός των σημείων. Η αβεβαιότητα υπολογίζεται ως $(\Delta m)^2 = N \frac{\sigma^2}{\Delta}, \quad (\Delta b)^2 = \frac{\sigma^2}{\Delta} \sum_{n=1}^N x_n^2 \quad \text{με,}$ $\sigma^2 = \frac{1}{N-2} \sum_{n=1}^N (y_n - b - m x_n)^2$ (2.0)	
---	--

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

Task 1.5 Υπολογίζοντας το λ .

1.6	Για κάθε κλίση και τιμή του L_0 βρίσκουμε, $\lambda = \frac{L_b - L_a}{2L_a L_b} \frac{m_R^2 m_L^2}{m_R^2 + m_L^2}$ Με τη χρήση της υπόθεσης αντικαθιστούμε $d = L_b - L_a$, και γράφουμε $\lambda = \frac{d}{2L_a L_b} \frac{m_R^2 m_L^2}{m_R^2 + m_L^2}$ $\lambda \pm \Delta\lambda = (663 \pm 25) \times 10^{-9} \text{ m}$ Η αβεβαιότητα κυμαίνεται από 15 έως 30 nanometers. Μια ακριβής μέτρηση του μήκους κύματος είναι $\lambda \pm \Delta\lambda = (655 \pm 1) \times 10^{-9} \text{ m}$. Η τύπος για την αβεβαιότητα, $\Delta\lambda = \sqrt{\left(\frac{\partial\lambda}{\partial d}\right)^2 \Delta d^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial L_a}\right)^2 \Delta L_a^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial L_b}\right)^2 \Delta L_b^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial m_R}\right)^2 \Delta m_R^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial m_L}\right)^2 \Delta m_L^2}$ οπότε, $\frac{\partial\lambda}{\partial d} = \frac{\lambda}{d}, \quad \frac{\partial\lambda}{\partial L_b} = \frac{\lambda}{L_b}, \quad \frac{\partial\lambda}{\partial L_a} = \frac{\lambda}{L_a} \quad \text{και} \quad \frac{\partial\lambda}{\partial m_R} = \frac{2m_L^2}{m_R} \frac{\lambda}{m_L^2 + m_R^2}$ Και ανάλογα για την άλλη κλίση. Αυτές οι ποσότητες υπολογίζονται ευθέως. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι τα σφάλματα λόγω των L_a, L_b και d είναι αμελητέα. Επίσης, $m_R^2 \approx m_L^2$ και $L_a \approx L_b$. Αυτό υποδηλώνει $\frac{\partial\lambda}{\partial m_R} \approx \frac{\lambda}{m_R} \approx \frac{\partial\lambda}{\partial m_L}.$ Έτσι, $\Delta\lambda \approx \sqrt{2} \frac{\lambda}{m_L} \Delta m_L \approx (25 \times 10^{-9}) \text{ m}$	1.5
-----	---	-----