



Οπτικές Μετρήσεις

Σε αυτό το πείραμα θα μετρήσουμε τις οπτικές ιδιότητες μερικών δειγμάτων με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια χρησιμοποιώντας τα όργανα που έχουμε διαθέσιμα.

Προσοχή! κάτω από το τραπέζι σας θα βρείτε δύο μπουκάλια νερό, τα οποία θα χρειαστείτε στο δεύτερο πείραμα - **Μην τα πιείτε!**

Στο Μέρος Α, θα χρησιμοποιήσουμε δύο διαφορετικές μεθόδους για να μετρήσουμε το δείκτη διάθλασης ενός διαφανούς δίσκου. Η πρώτη μέθοδος είναι παραδοσιακή ενώ η δεύτερη είναι πρωτότυπη και επιτρέπει τη λήψη μετρήσεων υψηλότερης ακρίβειας.

Στο Μέρος Β, θα μετρήσουμε το λόγο μεταξύ του μήκους κύματος λ του λέιζερ προς τη σταθερά πλέγματος d του φράγματος διάθλασης. Ο στόχος μας είναι να πετύχουμε τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια μετρήσεων.

Στο Μέρος C, θα μετρήσουμε το δείκτη διάθλασης ενός τριγωνικού πρίσματος έχοντας πάλι τον ίδιο στόχο, να πετύχουμε τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια.

Για την εκτέλεση των πειραμάτων, ο χώρος διεξαγωγής θα σκοτεινιάσει για 100 λεπτά, αυτό θα συμβεί 20 λεπτά μετά την έναρξη της εξέτασης (αν χρειαστείτε φως, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το επιτραπέζιο φωτιστικό). Είναι πιο βολικό να εκτελέσετε τα πειράματα του Μέρους Α σε σκοτεινό μέρος, αλλά τα περισσότερα από αυτά μπορούν να διεξαχθούν και στο φως.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τους τοίχους του κουβουκλίου σας ως οθόνες προβολής και μπορείτε να κολλήσετε σε αυτούς ό,τι διευκολύνει τον πειραματισμό σας με κολλητική ταινία.

Σε αυτά τα πειράματα θα χρησιμοποιήσετε μία δίοδο λέιζερ ως φωτεινή πηγή.

Οδηγίες Ασφαλείας για το λέιζερ:

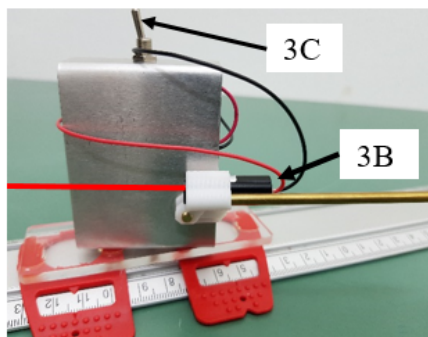
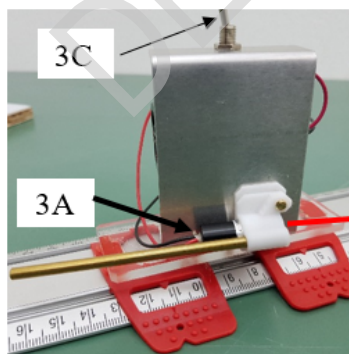
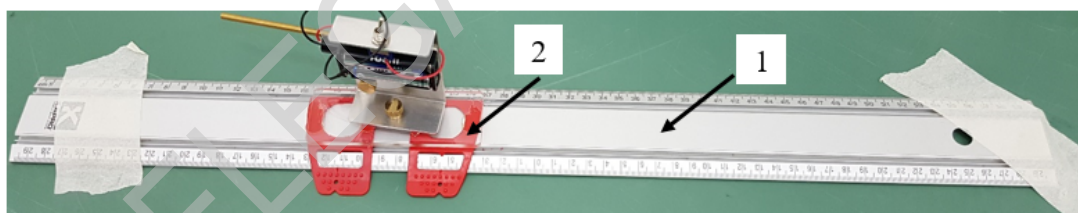
- Ποτέ μην κοιτάτε κατευθείαν τη δέσμη του λέιζερ!
- Σε όλα τα πειράματα η ακτίνα του λέιζερ να είναι οριζόντια. Όταν μετράτε τη θέση της ακτίνας του λέιζερ σε μία επιφάνεια **σιγουρευτείτε ότι το κεφάλι σας βρίσκεται ΠΑΝΤΑ πάνω από το επίπεδο της ακτίνας.**
- Μην στρέψετε ποτέ την ακτίνα του λέιζερ στο άνοιγμα (είσοδο) του κουβουκλίου σας.
- Κλείνετε το λέιζερ από το διακόπτη όταν δεν κάνετε λήψη μετρήσεων.

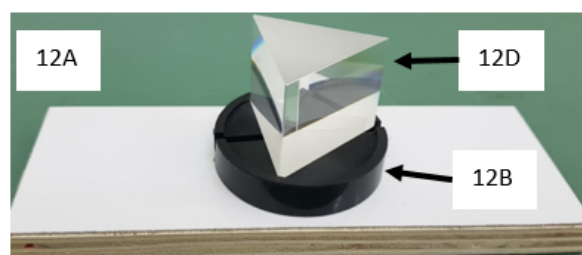
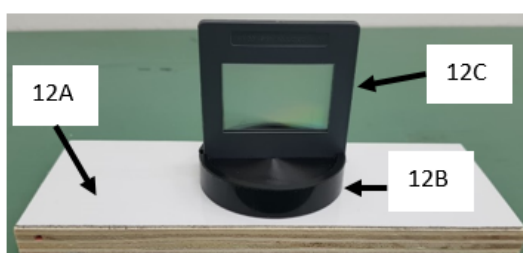
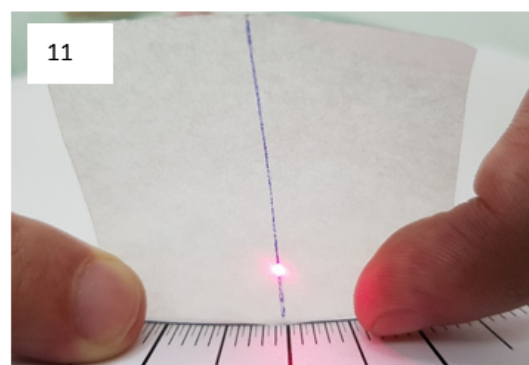
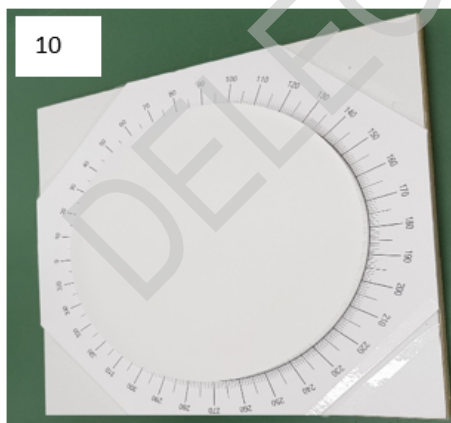
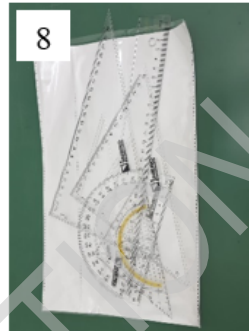
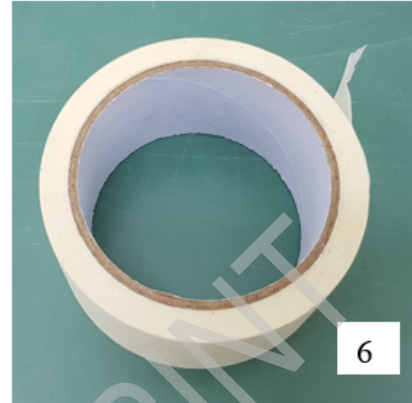
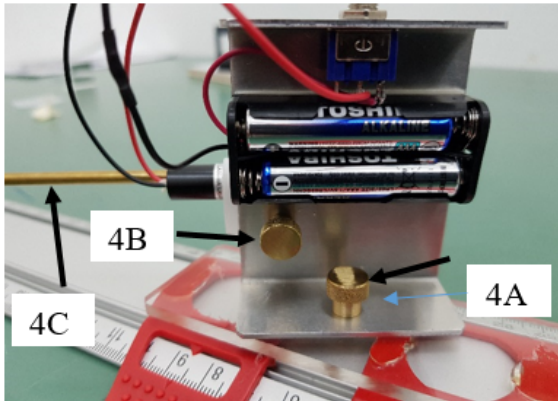
Λίστα Οργάνων/Υλικών

Τα αντικείμενα 1-9 του εξοπλισμού χρησιμοποιούνται σε όλα τα Μέρη του προβλήματος ενώ τα αντικείμενα 10-12 χρησιμοποιούνται το καθένα σε διαφορετικό Μέρος του προβλήματος. Προσέξτε ότι σας δίνονται πολλαπλά αντίγραφα οπτικού εξοπλισμού - μην ακουμπάτε τις κατακόρυφες πλευρές τους με τα χέρια σας για να μην λερώσετε τις επιφάνειές τους.

1. Χάρακας μήκους 60cm.
2. Κινητό τμήμα (ολισθητής) που μπορεί να ολισθαίνει κατά μήκος του χάρακα.
3. Πηγή λέιζερ, στερεωμένη στον ολισθητή. Το λέιζερ μπορεί να τοποθετηθεί σε δύο επίπεδα: το χαμηλό επίπεδο 3Α για το μέρος Α και το ψηλό επίπεδο 3Β για τα μέρη Β και C. Ο διακόπτης on/off του λέιζερ σημειώνεται στην εικόνα ως 3C.

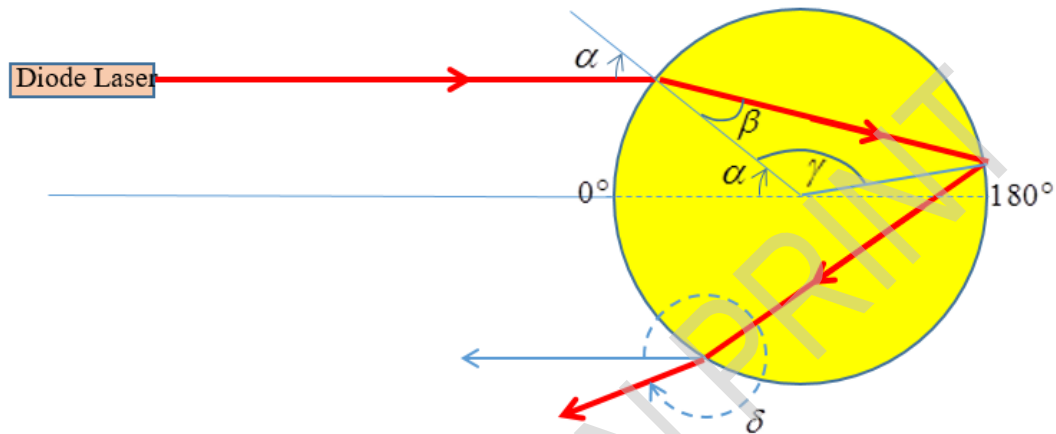
4. Τα περιστρεφόμενα κομβία 4A και 4B ελέγχουν την αντίσταση στην περιστροφή, δηλαδή τη σταθερότητα της διάταξης. Χρησιμοποιήστε τη μικρή μεταλλική ράβδο 4C για να αλλάξετε τη διεύθυνση του λέιζερ. Περιστρέψτε τη ράβδο 4C κατά 180 μοίρες για να αλλάξετε το ύψος του λέιζερ. Μην περιστρέψετε το λέιζερ γύρω από τον άξονα της ακτίνας διότι η πόλωσή του έχει ρυθμιστεί εκ των προτέρων.
5. Οθόνη: μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον τοίχο του κουβουκλίου σας. Να θεωρήσετε ότι οι τοίχοι του κουβουκλίου είναι κάθετοι μεταξύ τους.
6. Κολλητική ταινία που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για τη στερέωση αντικειμένων στο τραπέζι.
7. Εύκαμπτη μετροταινία.
8. Διάφοροι χάρακες.
9. Επιτραπέζιο φωτιστικό.
10. Διαφανής στρογγυλός δίσκος διαμέτρου 20.00cm στερεωμένος πάνω σε μοιρογνωμόνιο, το οποίο είναι κολλημένο πάνω σε ξύλινη βάση (για το Μέρος Α). Θα πρέπει να αφαιρέσετε τους 4 μικρούς ξύλινους κύβους που είναι στερεωμένοι στην ξύλινη βάση.
11. Ημιδιαφανές χαρτί που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαφανής οθόνη που στερεώνεται προσωρινά (με τα χέρια) στο πλάι του δίσκου και επιτρέπει τη μέτρηση του σημείου εξόδου χωρίς να χρειαστεί να λερώσετε την επιφάνεια του δίσκου (για το μέρος Α). Θα πετύχετε μεγαλύτερη ακρίβεια στη μέτρηση του σημείου εξόδου της ακτίνας εάν σχεδιάσετε μία γραμμή στο χαρτί, όπως φαίνεται στην εικόνα.
12. Ένα κομμάτι ξύλο (12A) και μια κυλινδρική βάση στήριξης (12B) που μπορεί να περιστρέφεται περί κατακόρυφο άξονα για την προσαρμογή σε αυτήν του φράγματος διάθλασης (12C) ή του τριγωνικού πρίσματος (12D).





Μέρος Α: Ο δείκτης διάθλασης ενός δίσκου (5.5 μονάδες)

Σε αυτό το μέρος θα μετρήσουμε το δείκτη διάθλασης ενός διαφανούς δίσκου παρακολουθώντας τη διαδρομή μιας ακτίνας φωτός καθώς αυτή διαθλάται και ανακλάται μέσα στον δίσκο.



Σχηματική απεικόνιση του πειράματος

Ορισμοί και Συμβολισμοί

α	Η γωνία πρόσπτωσης μεταξύ της ακτινικής διεύθυνσης που διέρχεται από το σημείο πρόσπτωσης και της προσπίπτουσας ακτίνας.
$2\Delta\alpha$	Η αβεβαιότητα της γωνίας πρόσπτωσης, δηλ. το εύρος τιμών της γωνίας πρόσπτωσης α
β	Η γωνία διάθλασης μέσα στον δίσκο.
γ	$= 180^\circ - 2\beta$
n	Ο δείκτης διάθλασης του υλικού του δίσκου.
N	Το πλήθος σημείων επαφής της ακτίνας με το τοίχωμα του δίσκου πριν εξέλθει από αυτόν στον αέρα (στην εικόνα, $N = 3$)
δ	Η γωνία που σχηματίζουν από την κατεύθυνση που είναι αντίθετη από εκείνη της εισερχόμενης ακτίνας και από την κατεύθυνση της εξερχόμενης ακτίνας, μετρούμενη δεξιόστροφα (η εικόνα παρουσιάζει τη γωνία δ για $N = 3$)
$2\Delta\delta$	Η αβεβαιότητα της γωνίας δ

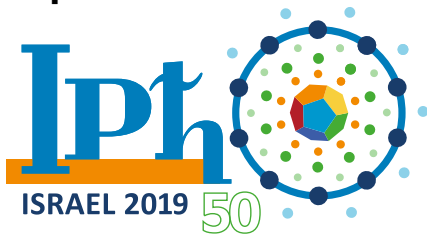
Μπορεί ναδειχθεί ότι οι γωνίες α , β και δ συνδέονται με τη σχέση:

$$\delta = 2\alpha + (N - 1)(180^\circ - 2\beta) . \quad (1)$$

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την πιο πάνω σχέση χωρίς απόδειξη.

Στερεώστε τον χάρακα στο τραπέζι ώστε να μπορείτε να ελέγξετε τη γωνία πρόσπτωσης της ακτίνας λέιζερ. Χρησιμοποιήστε την κολλητική ταινία για να ρυθμίσετε το λέιζερ με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορείτε να μετρήσετε εύκολα τη γωνία πρόσπτωσης. Στη συνέχεια στερεώστε τον δίσκο στο τραπέζι κολλώντας

Experiment



Q1-5

Greek (Greece)

με ταινία τις εκτεθειμένες ξύλινες ακμές στο τραπέζι. Ρυθμίστε την κλίση με τη βοήθεια της μεταλλικής ράβδου 4C.

Το λέιζερ μπορεί να τοποθετηθεί σε δύο επίπεδα ύψους: το χαμηλό επίπεδο για το μέρος Α και το ψηλό επίπεδο για τα μέρη Β και C. Το λέιζερ ρυθμίστηκε έτσι ώστε η προσπίπτουσα ακτίνα να είναι σε S πόλωση (τύπος πόλωσης που επιτρέπει τη μέγιστη ανάκλαση). **Μην αλλάξετε την πόλωση** της εισερχόμενης ακτίνας (δηλ. μην περιστρέψετε το λέιζερ γύρω από τον άξονα της ακτίνας)!

- A.1** Να σχεδιάσετε ένα απλοποιημένο διάγραμμα (κάτοψη) της πειραματικής διάταξης στο οποίο θα φαίνονται ο χάρακας με τον ολισθητή, ο δίσκος και η πορεία που ακολουθεί η ακτίνα λέιζερ. Να προσδιορίσετε στο σχήμα την προσπίπτουσα γωνία α . 1.0pt
Να πάρετε μία σειρά μετρήσεων μεταβάλλοντας τη γωνία α για το διάστημα $15^\circ \leq \alpha \leq 75^\circ$. Καταγράψτε στον πίνακα 1 τις τιμές α , $\Delta\alpha$, δ και $\Delta\delta$.
Σημείωση: Για τη μέτρηση της γωνίας δ είναι ευκολότερο να μετρήσετε το $\delta/2$ κατευθείαν πάνω στον δίσκο.

- A.2** Από τις προηγούμενες μετρήσεις να σχεδιάσετε την κατάλληλη γραφική παράσταση από την οποία μπορείτε να προσδιορίσετε τον δείκτη διάθλασης n και το σφάλμα Δn . Θα χρειαστεί να υπολογίσετε και κάποιες επιπλέον ποσότητες τις οποίες θα συμπληρώσετε στις κενές στήλες του πίνακα 1. Υπολογίστε τα n και Δn . 1.0pt

- A.3** Από τις μετρήσεις που πήρατε στο μέρος A1, να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση του δ συναρτήσει του α . Να απεικονίσετε σε κάθε πειραματικό σημείο της γραφικής παράστασης τις αβεβαιότητες $\Delta\delta$ και $\Delta\alpha$ σχεδιάζοντας ένα σταυρό σε κάθε σημείο. Πάρτε μια επιπλέον μέτρηση για να βρείτε ακριβώς το ελάχιστο δ και το α που αντιστοιχεί σε αυτό. Να συμβολίσετε τις τιμές αυτές με $\delta_{\min}$ και $\alpha_{\min}$. 0.5pt
Για να εντοπίσετε το ελάχιστο σημείο με μεγαλύτερη ακρίβεια, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τους τοίχους του κουβουκλίου ως οθόνη για την ακτίνα λέιζερ.

Δεύτερη μέθοδος για τη μέτρηση του δείκτη διάθλασης

Σε αυτό το τμήμα θα αναπτύξετε μια εναλλακτική μέθοδο που θα σας επιτρέψει να πάρετε πολύ ακριβή αποτελέσματα. Ωστόσο, απαιτείται οι μετρήσεις σας να έχουν τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια, **δεν χρειάζεται να υπολογίσετε σφάλματα**. Παρόλα αυτά, είναι απαραίτητο να αναφέρετε τις εξισώσεις που θα χρησιμοποιήσετε για να φθάσετε στο αποτέλεσμα. Γράψτε τις εξισώσεις στο φύλλο απαντήσεων.

- A.4** Από τη συμπεριφορά της καμπύλης της γραφικής παράστασης στο μέρος A3, να επιλέξετε ποια είναι η καταλληλότερη γωνία για λήψη μετρήσεων ώστε να βρείτε τον δείκτη διάθλασης. 0.7pt
Να γράψετε την εξίσωση που θα χρησιμοποιήσει κάποιος για να υπολογίσει τον δείκτη διάθλασης, εφαρμόζοντας τη μέθοδο που αναπτύξατε.

A.5 Για $N = 3$ να κάνετε τις απαραίτητες μετρήσεις για να μετρήσετε το δείκτη διάθλασης με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο που αναπτύχθηκε στο ερώτημα A4 0.8pt

- Να σχεδιάσετε ένα απλοποιημένο διάγραμμα (κάτοψη) του δίσκου και της πορείας της ακτίνας και να σημειώσετε σε αυτό τις ποσότητες που πρέπει να μετρήσετε.
- Να γράψετε τις μετρήσεις που εκτελέσατε.
- Να αναλύσετε τις μετρήσεις που πήρατε και να υπολογίσετε τον δείκτη διάθλασης n του δίσκου, με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και επιπλέον φύλλα μιλιμετρέ χαρτιού, αν τα χρειαστείτε.

A.6 Να επαναλάβετε τη διαδικασία του προηγούμενου ερωτήματος για $N = 4$ και $N = 5$ (δεν χρειάζεται να σχεδιάσετε ξανά την κάτοψη του δίσκου και την πορεία της ακτίνας). 1.5pt

- Να καταγράψετε τις μετρήσεις που πήρατε για $N = 4$
- Να αναλύσετε τις μετρήσεις σας για $N = 4$ και να υπολογίσετε τον δείκτη διάθλασης n , χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια.
- Να καταγράψετε τις μετρήσεις που πήρατε για $N = 5$
- Να αναλύσετε τις μετρήσεις σας για $N = 5$ και να υπολογίσετε τον δείκτη διάθλασης n , χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια.
- Από τα αποτελέσματα που πήρατε για την τιμή του δείκτη διάθλασης χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις για $N = 3$, $N = 4$ και $N = 5$ να υπολογίσετε τη μέση τιμή $\langle n \rangle$ του δείκτη διάθλασης.

Μέρος B: Οι παράμετροι του φράγματος διάθλασης

Σε αυτό το μέρος δεν χρειάζεται να κάνετε υπολογισμούς ασφαμάτων.

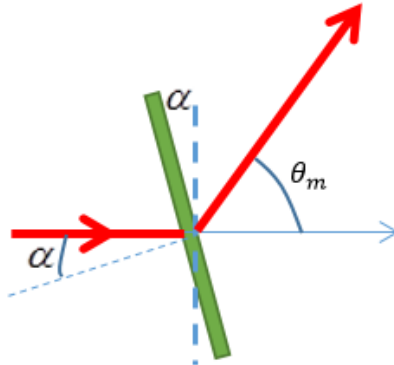
Σε αυτό το ερώτημα θα βρούμε το λόγο λ/d , όπου λ είναι το μήκος κύματος του λέιζερ και d η σταθερά του πλέγματος (η απόσταση μεταξύ γειτονικών σχισμών).

Όταν μια ακτίνα λέιζερ περάσει μέσα από ένα φράγμα περίθλασης, η γωνία θ_m μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της διεύθυνσης στην οποία παρατηρούμε μέγιστη ένταση (τάξης m) δίνεται από τη σχέση:

$$d \cdot (\sin \alpha + \sin(\theta_m - \alpha)) = m\lambda \quad (2)$$

όπου

m	είναι η τάξη του κροσσού περίθλασης
α	η γωνία πρόσπτωσης μεταξύ της ακτίνας λέιζερ και του φράγματος
θ_m	η γωνία μεταξύ της αρχικής πορείας διάδοσης της ακτίνας λέιζερ και της κατεύθυνσης στην οποία παρατηρείται μέγιστη ένταση τάξης m
d	η σταθερά του φράγματος - απόσταση μεταξύ των κέντρων των σχισμών πάνω στο πλακίδιο (φράγμα)



Διαθλάσεις ανώτερης τάξης επιτρέπουν καλύτερο διαχωρισμό των μηκών κύματος. Συνεπώς, μια ακριβής μέτρησης, που γίνεται χρησιμοποιώντας διάθλαση ανώτερης τάξης, μειώνει το σχετικό σφάλμα για την τιμή λ/d .

Ξεβιδώστε το κομβίο 4B ώστε να αλλάξετε το ύψος του λέιζερ, γυρίστε το λέιζερ κατά 180° γύρω από τον οριζόντιο άξονα που είναι κάθετος στη διεύθυνση της ακτίνας (προσοχή στα καλώδια) στη θέση που φαίνεται στο 3B. Αυτή η ρύθμιση θα σας επιτρέψει να προχωρήσετε στα Μέρη B και C. Χρησιμοποιήστε τη μεταλλική ράβδο 4C, για να κάνετε λεπτές ρυθμίσεις στο λέιζερ ώστε να ευθυγραμμιστεί με το ύψος της συσκευής για τη λήψη μετρήσεων με το φράγμα περίθλασης. Ευθυγραμμίστε την ακτίνα του λέιζερ ώστε να είναι εντελώς κάθετη στην οθόνη. Τοποθετήστε το πλακίδιο του φράγματος περίθλασης στην υποδοχή της βάσης στήριξης 12B. Ο προσανατολισμός του φράγματος περίθλασης καθορίζεται με τη βοήθεια ενός αυτοκόλλητου που βρίσκεται στο πλαίσιο. Βεβαιωθείτε ότι η πλευρά του πλακιδίου με το αυτοκόλλητο βλέπει προς την πλευρά του λέιζερ και ότι το αυτοκόλλητο βρίσκεται στην πάνω πλευρά του φράγματος περίθλασης. Κάθε πλακίδιο έχει έναν μοναδικό αριθμό (ID) γραμμένο στο αυτοκόλλητο.

Γράψτε τον αριθμό του πλακιδίου στο αντίστοιχο πλαίσιο του φύλλου απαντήσεων.

Σε αυτό το ερώτημα μπορεί να σας φανεί χρήσιμη μια ιδέα που χρησιμοποιήσατε στο δεύτερο μέρος του ερωτήματος A.

B.1

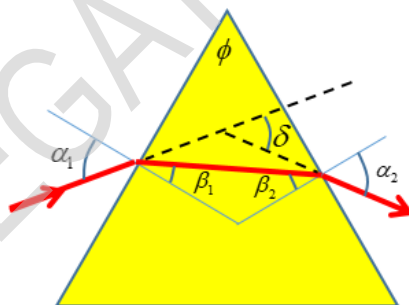
- Να σχεδιάσετε ένα απλοποιημένο διάγραμμα (κάτοψη) της πειραματικής διάταξης. Στο διάγραμμα να σημειώσετε το λέιζερ στο τραπέζι, το φράγμα περίθλασης, τα σημεία όπου το λέιζερ χτυπά στην οθόνη και τις ποσότητες που μετρήσατε. 0.7pt
- Να πάρετε μετρήσεις για $m = 1$. Να καταγράψετε τις τιμές των μετρήσεων σας και να υπολογίσετε το λόγο λ/d
- Να πάρετε μετρήσεις για $m = 2$. Να καταγράψετε τις τιμές των μετρήσεων σας και να υπολογίσετε το λόγο λ/d .

- B.2** Να βρείτε τον λόγο λ/d χρησιμοποιώντας περίθλαση ανώτερης τάξης ($m > 2$). 1.8pt
- Να σχεδιάσετε στο φυλλάδιο απαντήσεων δύο απλοποιημένα διαγράμματα (κατόψεις) της πειραματικής διάταξης για $m = 3$ και $m = 4$. Να καθορίσετε πάνω στο διάγραμμα το λέιζερ, το φράγμα περίθλασης, την πορεία της ακτίνας λέιζερ, τα σημεία όπου χτυπά το λέιζερ στην οθόνη και τις ποσότητες που μετρήσατε.
 - Να πάρετε μετρήσεις για τις περίθλαση ανώτερης τάξης $m = 3, 4$. Καταγράψτε τις τιμές που μετρήσατε. Για κάθε m να υπολογίσετε το λόγο λ/d

Μέρος C: Ο δείκτης διάθλασης τριγωνικού πρίσματος

Σας δίνεται ένα προσεγγιστικά ισόπλευρο, τριγωνικό πρίσμα. Οι τρεις πλευρές του πρίσματος είναι επίπεδες και εξαιρετικά λείες. Οι γωνίες των κορυφών του πρίσματος μπορεί να διαφέρουν από τις 60° αλλά όχι περισσότερο από 0.7° . Δεν χρειάζεται να μετρήσετε τις γωνίες του πρίσματος. Ο στόχος αυτού του τμήματος είναι να μετρήσετε τον δείκτη διάθλασης του υλικού του πρίσματος. Για να μειώσετε το σφάλμα στον υπολογισμό του δείκτη διάθλασης, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την προσέγγιση μικρής γωνίας ($\sin x \approx x$, $\cos x \approx 1$, όταν το x μετράται σε ακτίνια) για να διορθώσετε τις μικρές διακυμάνσεις των γωνιών του πρίσματος. Σε αυτό το μέρος **απαιτείται να υπολογίσετε σφάλματα**.

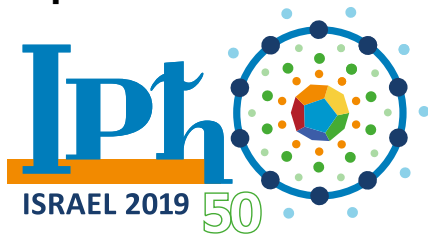
Τα σχήματα παρουσιάζουν ένα παράδειγμα ακτίνας που εισέρχεται στο πρίσμα από τη μία πλευρά και εξέρχεται από την άλλη.



Τοποθετήστε τον χάρακα σε κατάλληλη θέση πάνω στο τραπέζι ώστε το λέιζερ να σας επιτρέπει να κάνετε μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας.

Τοποθετήστε το πρίσμα στη βάση στήριξης 12B.

- C.1** Στην περίπτωση συμμετρίας, $\alpha_1 = \alpha_2$, η ακόλουθη σχέση ισχύει για ένα ισό- 0.4pt
πλευρο πρίσμα: $n = 2\sin(\delta_{\text{sym}}/2 + 30^\circ)$.
- Να αναπτύξετε μία μέθοδο που να σας επιτρέπει να βρείτε τον δείκτη διάθλασης του πρίσματος με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια.
 - Να γράψετε αναλυτικά στο φύλλο απαντήσεων τις εξισώσεις που θα χρησιμοποιήσετε για να βρείτε τον δείκτη διάθλασης.



C.2

- Να γράψετε στο φύλλο απαντήσεων τις ποσότητες που έχετε μετρήσει και τις τιμές τους (συμπεριλαμβανομένων των σφαλμάτων) 1.6pt
- Να υπολογίσετε τον δείκτη διάθλασης του πρίσματος για το μήκος κύματος του λέιζερ και το σφάλμα της τιμής αυτής.

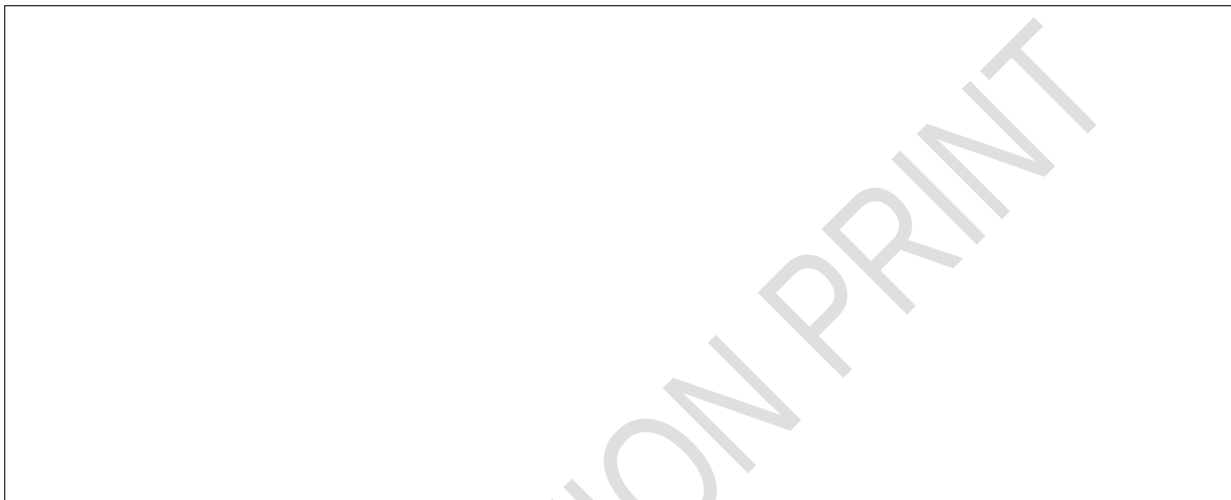
DELEGATION PRINT

Πείραμα 1: Οπτικές Μετρήσεις - Φύλλο απαντήσεων

Μέρος Α: Δείκτης διάθλασης ενός δίσκου (5.5 points)

A.1 (1.0 pt)

Το σχεδιάγραμμα της πειραματικής διάταξης για $N = 3$:



Συμπληρώστε τον Πίνακα 1 στην επόμενη σελίδα

A.2 (1.0 pt)

Συμπληρώστε τον Πίνακα 1 στην επόμενη σελίδα αν χρειάζεται.

Σχεδιάστε την κατάλληλη γραφική παράσταση στο μιλλιμετρέ χαρτί που σας έχει δοθεί.

Ανάλυση της γραφικής παράστασης:

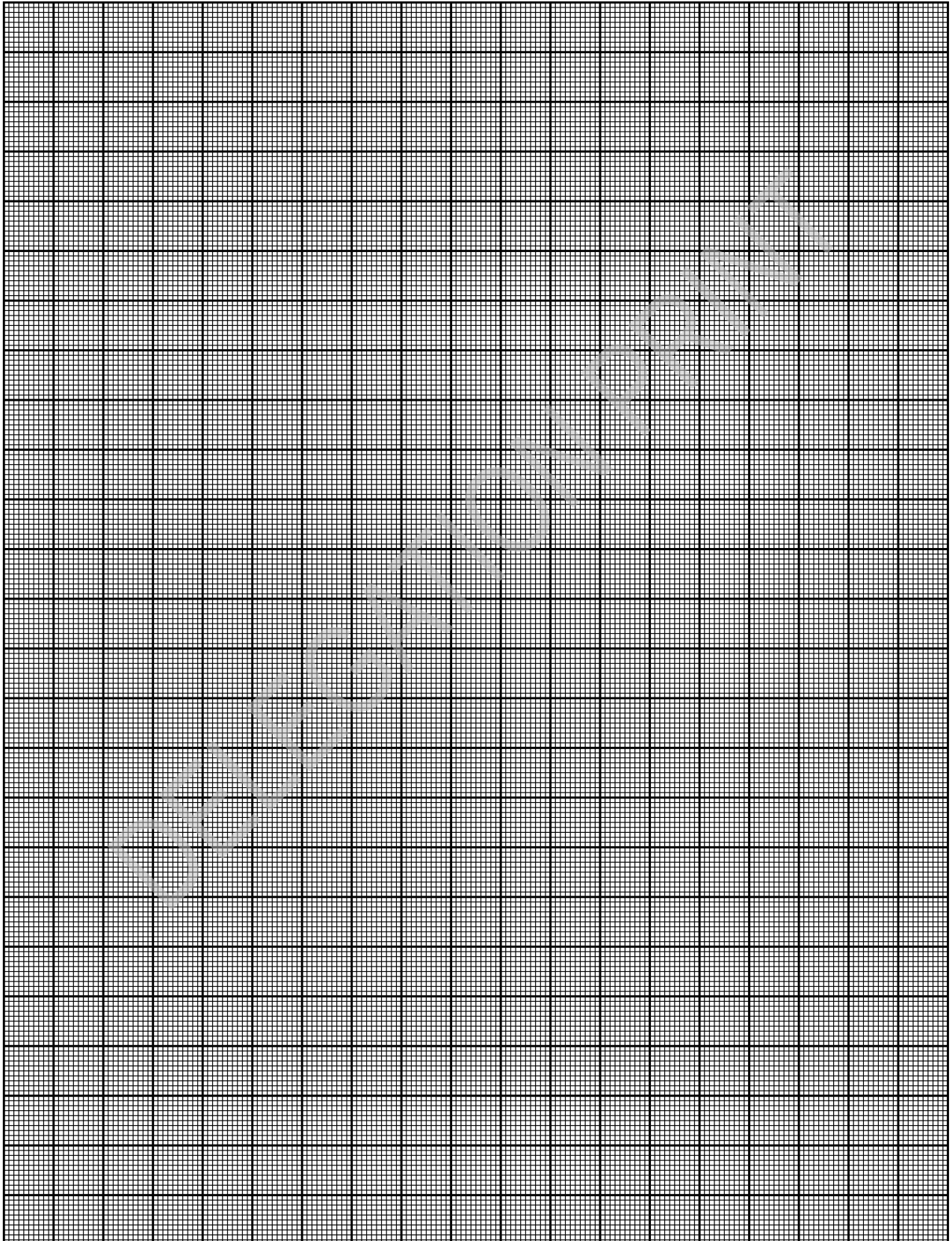
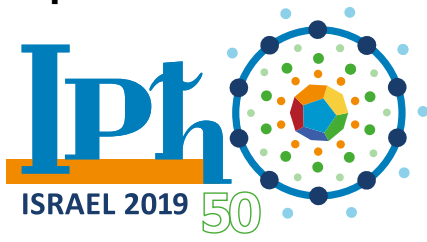
Αποτελέσματα:

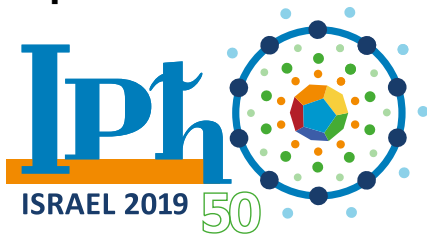
$n =$

$\Delta n =$

Πίνακας 1 για χρήση στα ερωτήματα Α1 και Α2:

[illegible]



**A.3** (0.5 pt)

Σχεδιάστε το δ ως συνάρτηση του α στο μιλλιμετρέ χαρτί που σας έχει δοθεί.

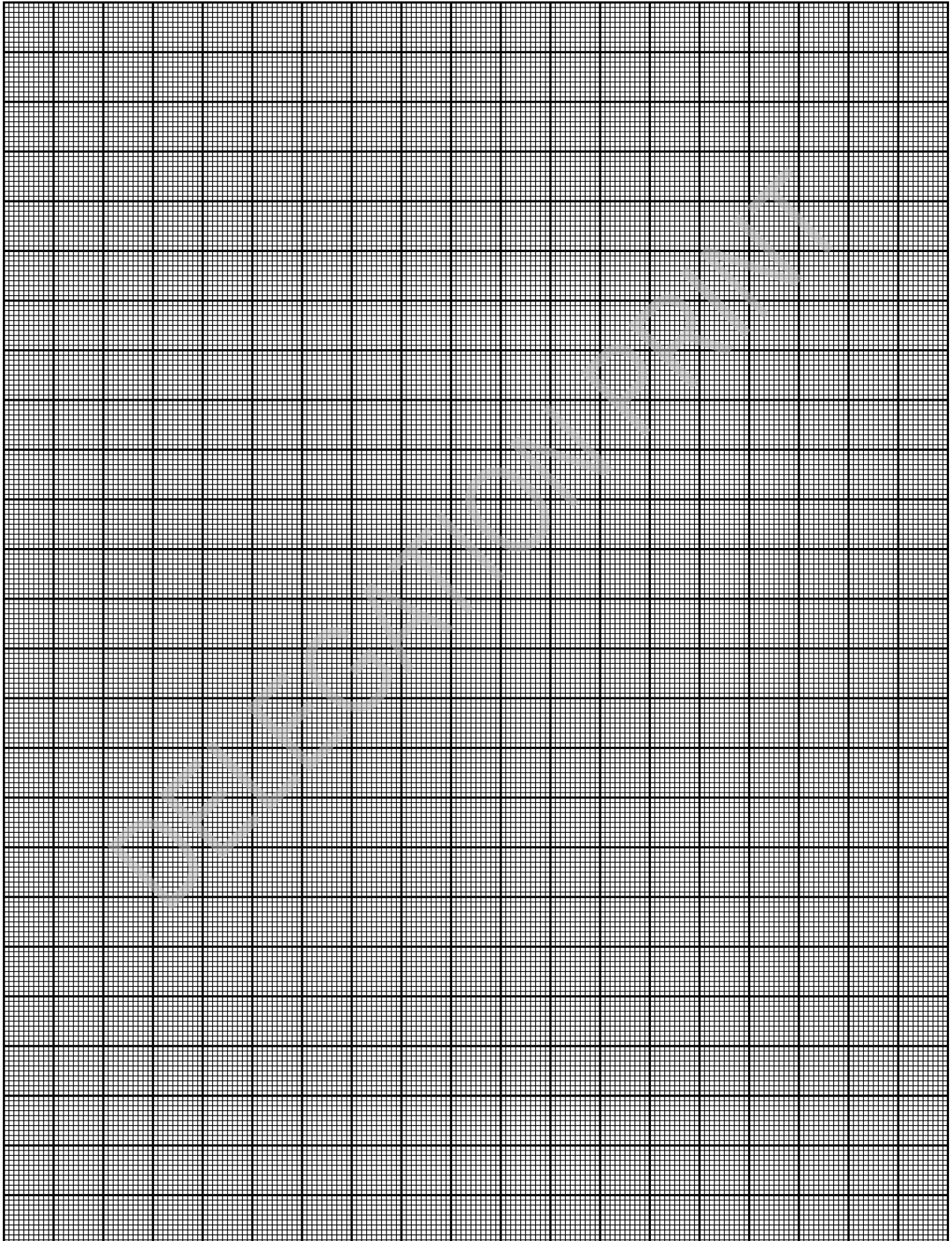
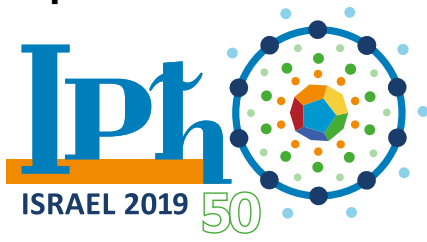
$$\delta_{\min} =$$

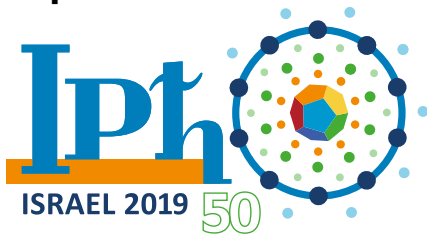
$$\alpha_{\min} =$$

A.4 (0.7 pt)

Εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για την εύρεση του δείκτη διάθλασης για μια προτιμώμενη γωνία πρόσπτωσης:

DELEGATION PRINT



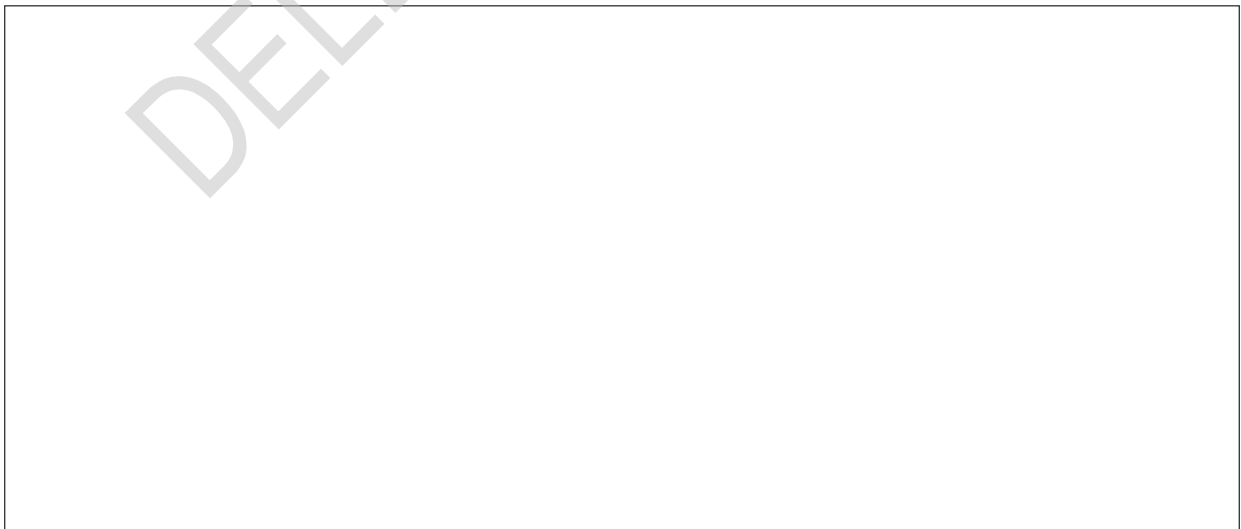


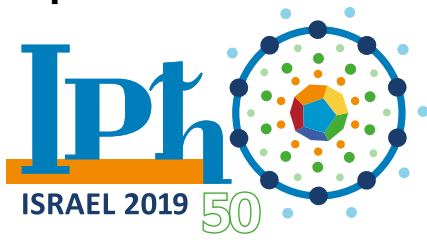
A.5 (0.8 pt)

Το σχεδιάγραμμα του δίσκου και της πορείας της δέσμης για να δείξετε πάνω σε αυτό τις τιμές των μεγεθών που έχετε μετρήσει:



Μετρήσεις που έγιναν για $N = 3$:



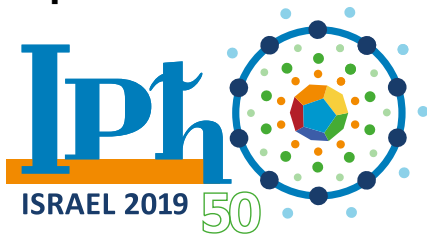


A.5 (cont.)

Ανάλυση και αποτελέσματα:

$n =$

DELEGATION PRINT



A.6 (1.5 pt)

Μετρήσεις που έγιναν για $N = 4$:

Ανάλυση και αποτελέσματα:

$n =$

A.6 (cont.)

Μετρήσεις που έγιναν για $N = 5$:

Ανάλυση και αποτελέσματα:

$n =$

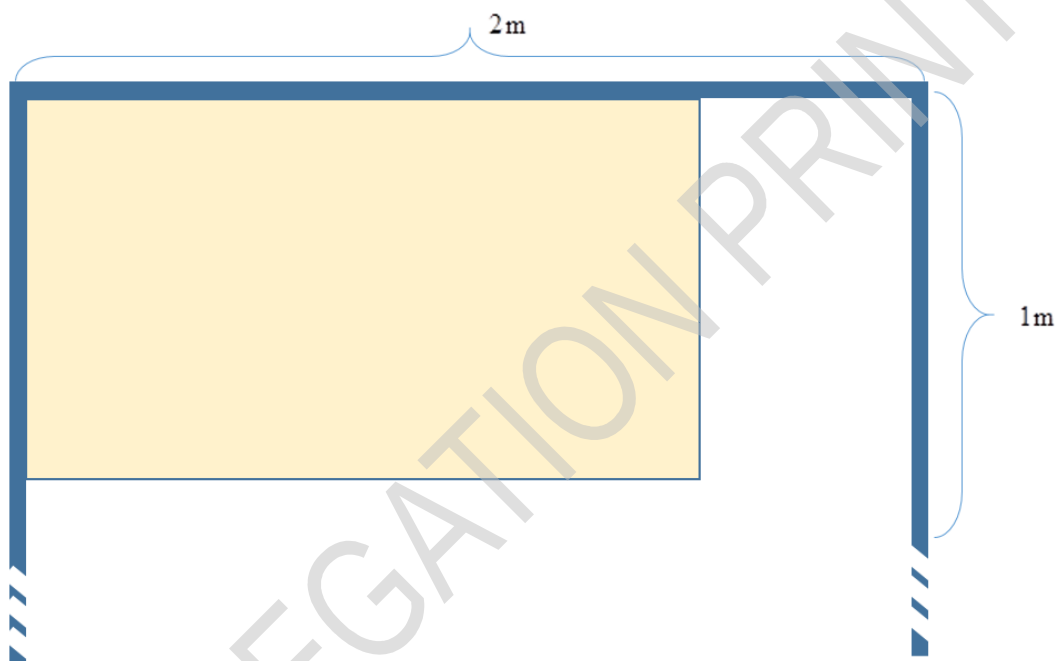
Μέση τιμή του δείκτη διάθλασης που προκύπτει από τις μετρήσεις για $N = 3$, $N = 4$ και $N = 5$:

$\langle n \rangle =$

Μέρος Β: Οι παράμετροι του φράγματος διάθλασης (2.5 points)**B.1** (0.7 pt)

Τα χαρακτηριστικά του φράγματος διάθλασης

Τα χωρίσματα και το τραπέζι, το σχεδιάγραμμα του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του λ/d :

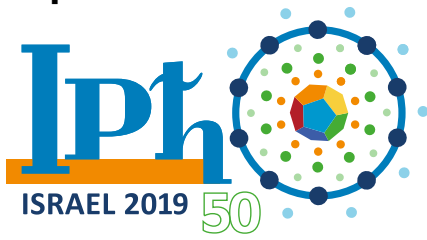


Μετρήσεις για $m = 1$:

Ανάλυση και αποτελέσματα:

$$\theta_1 =$$

$$\lambda/d =$$



B.1 (cont.)

Μετρήσεις για $m = 2$:

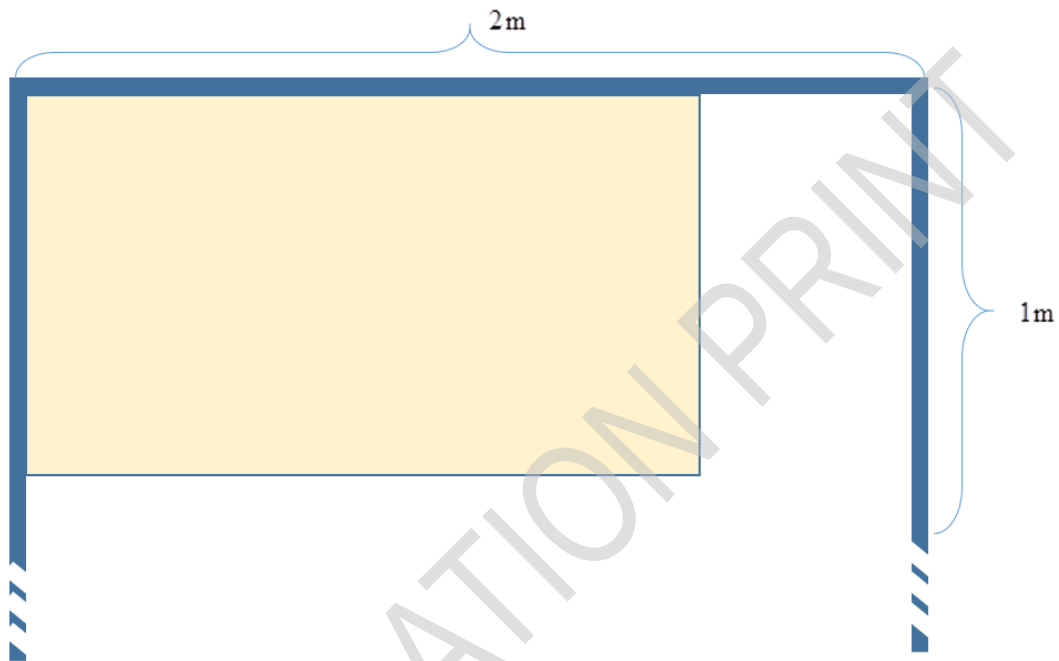
Ανάλυση και αποτελέσματα:

$\theta_2 =$

$\lambda/d =$

B.2 (1.8 pt)

Τα χωρίσματα και το τραπέζι, το σχεδιάγραμμα του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του λ/d για $m = 3$:



Μετρήσεις για $m = 3$:

Empty box for measurements.

Ανάλυση και αποτελέσματα:

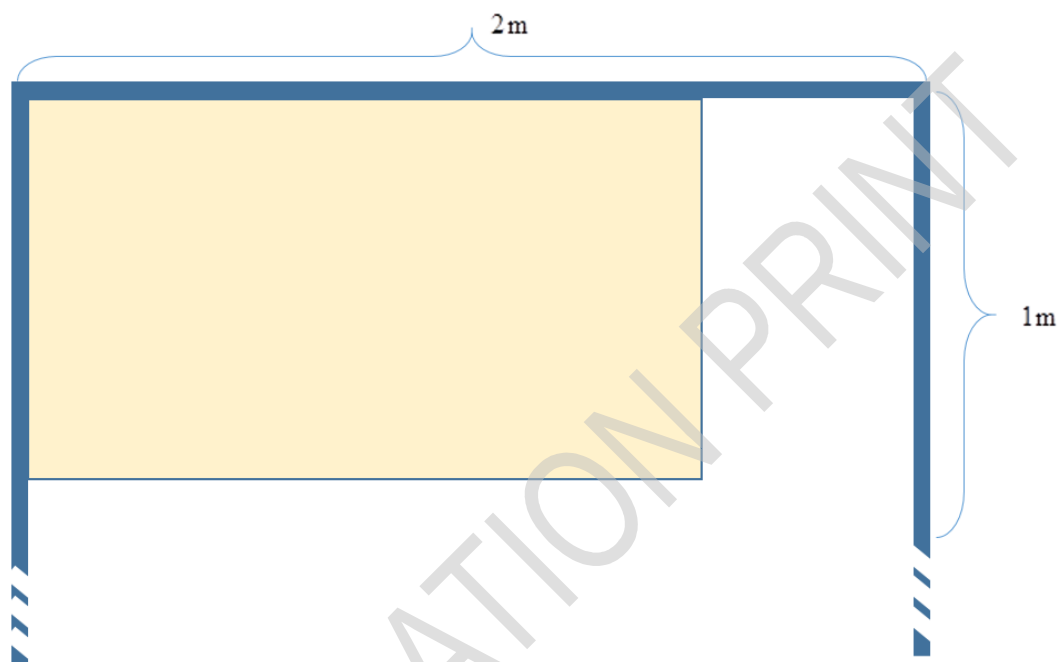
Empty box for analysis and results.

$\theta_3 =$

$\lambda/d =$

B.2 (cont.)

Τα χωρίσματα και το τραπέζι, το σχεδιάγραμμα του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του λ/d για $m = 4$:



Μετρήσεις για $m = 4$:

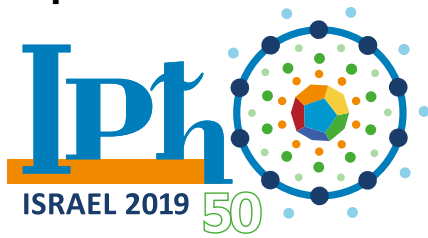
Empty box for measurements.

Ανάλυση και αποτελέσματα:

Empty box for analysis and results.

$\theta_4 =$

$\lambda/d =$

**Μέρος C: Ο δείκτης διαθλασης τριγωνικού πρίσματος (2.0 points)****C.1** (0.4 pt)

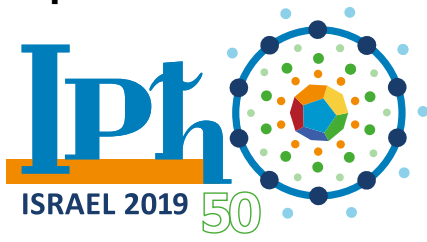
Εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για την εύρεση του δείκτη διάθλασης στο πρίσμα:

C.2 (1.6 pt)

Πίνακας για τις μετρήσεις σας:

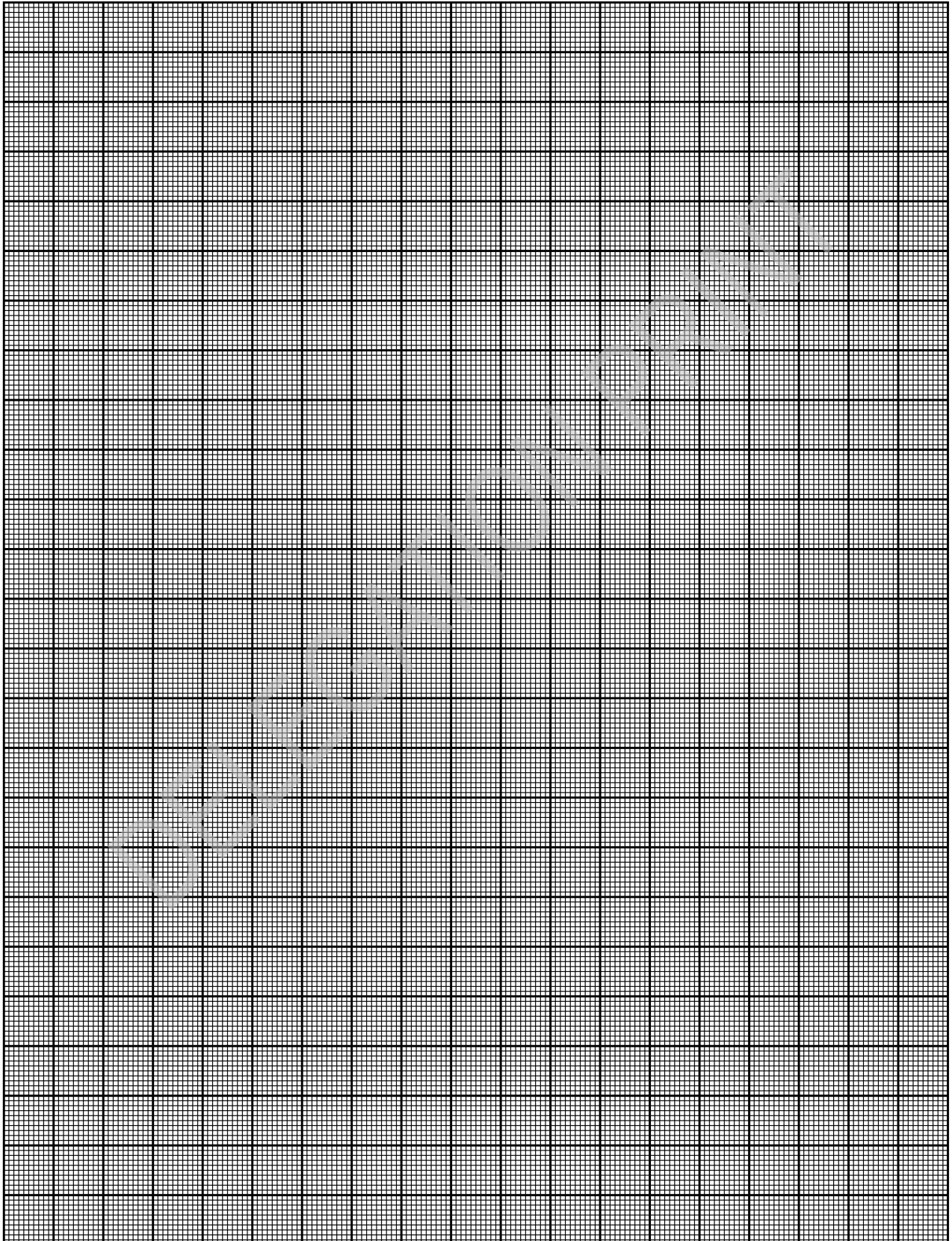
Ανάλυση και αποτελέσματα:

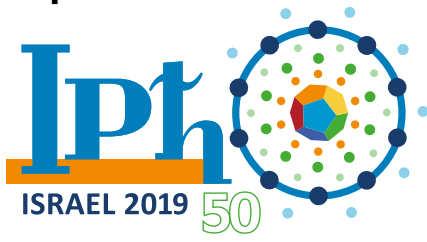
 $n =$ $\Delta n =$



A1-15

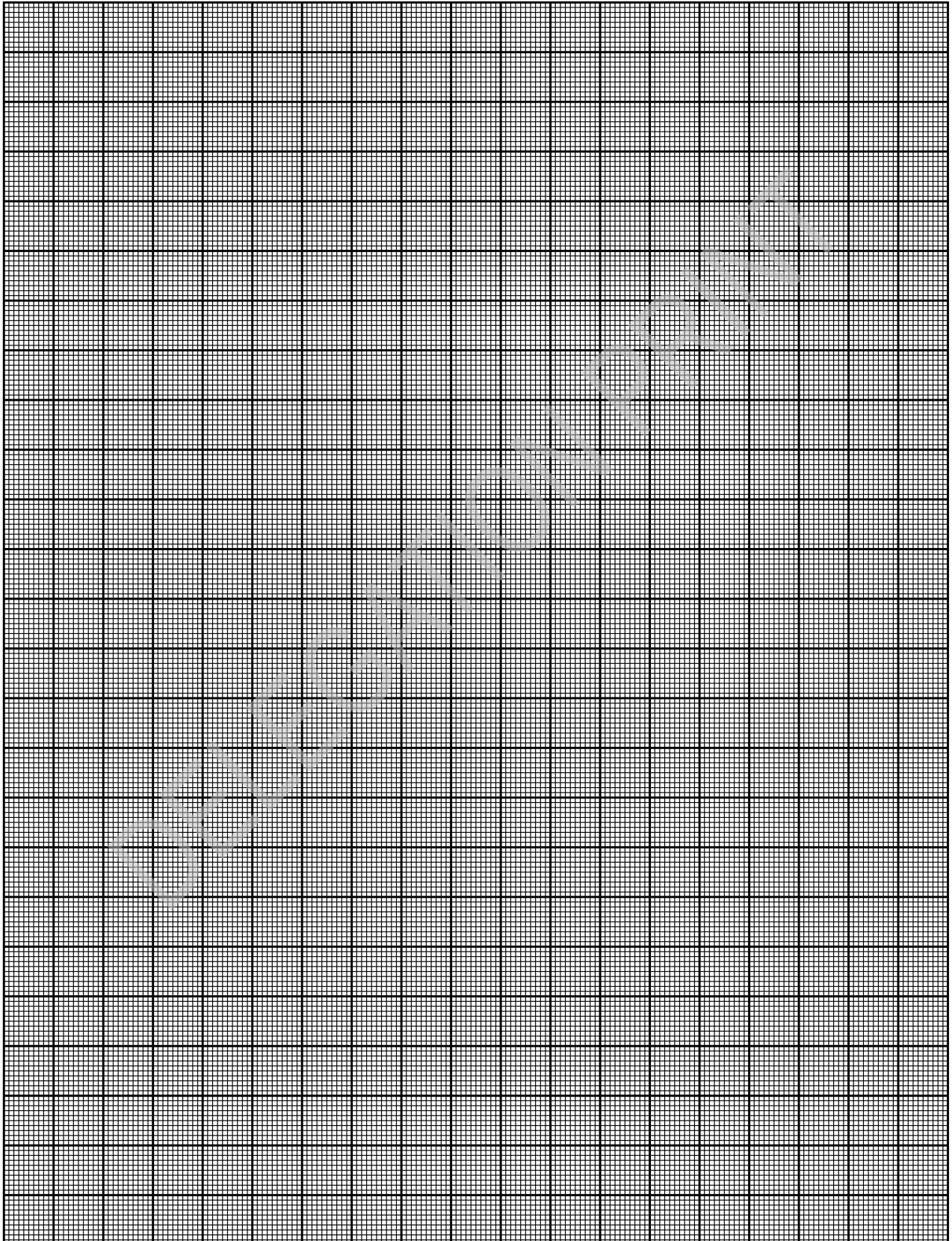
Greek (Greece)





A1-16

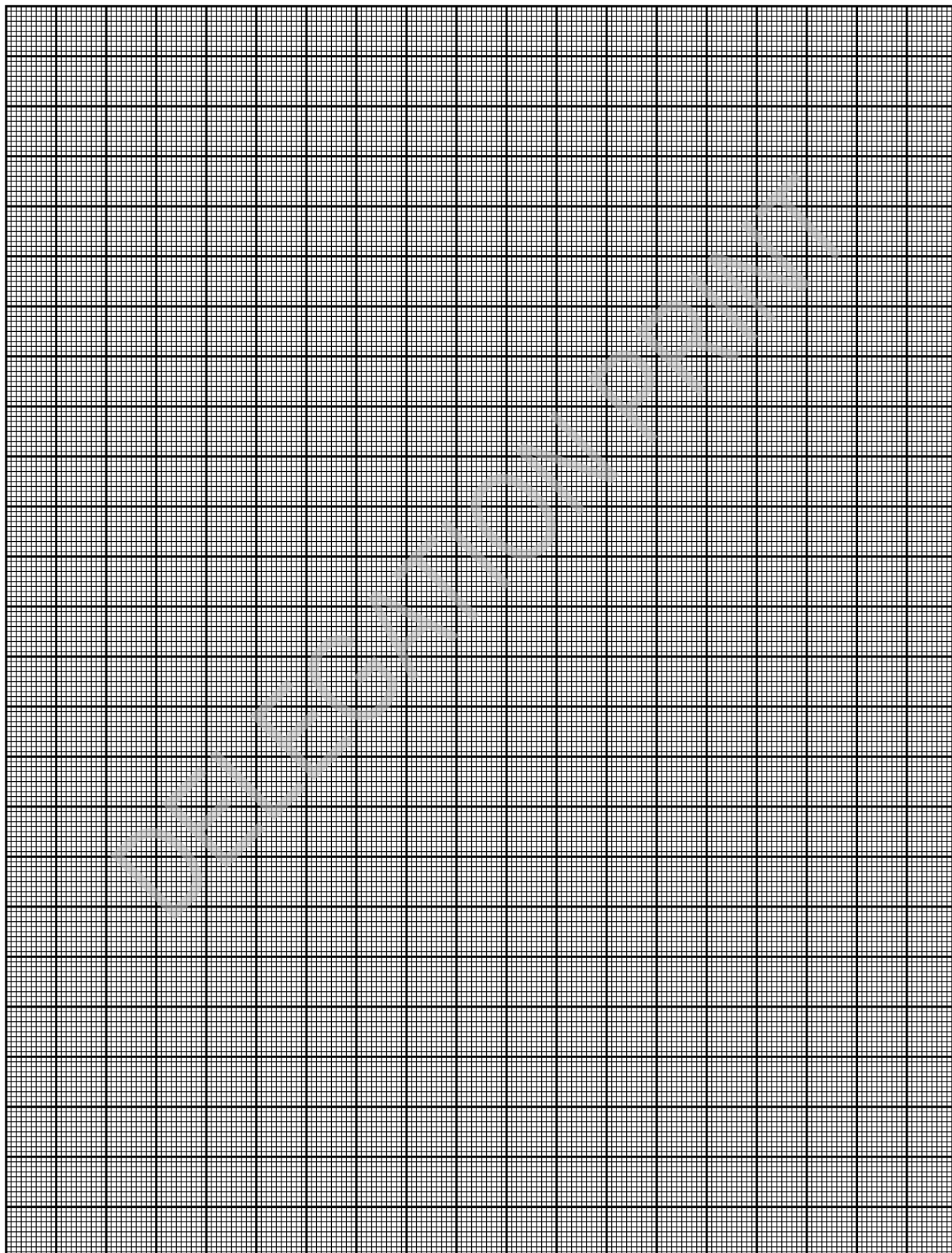
Greek (Greece)

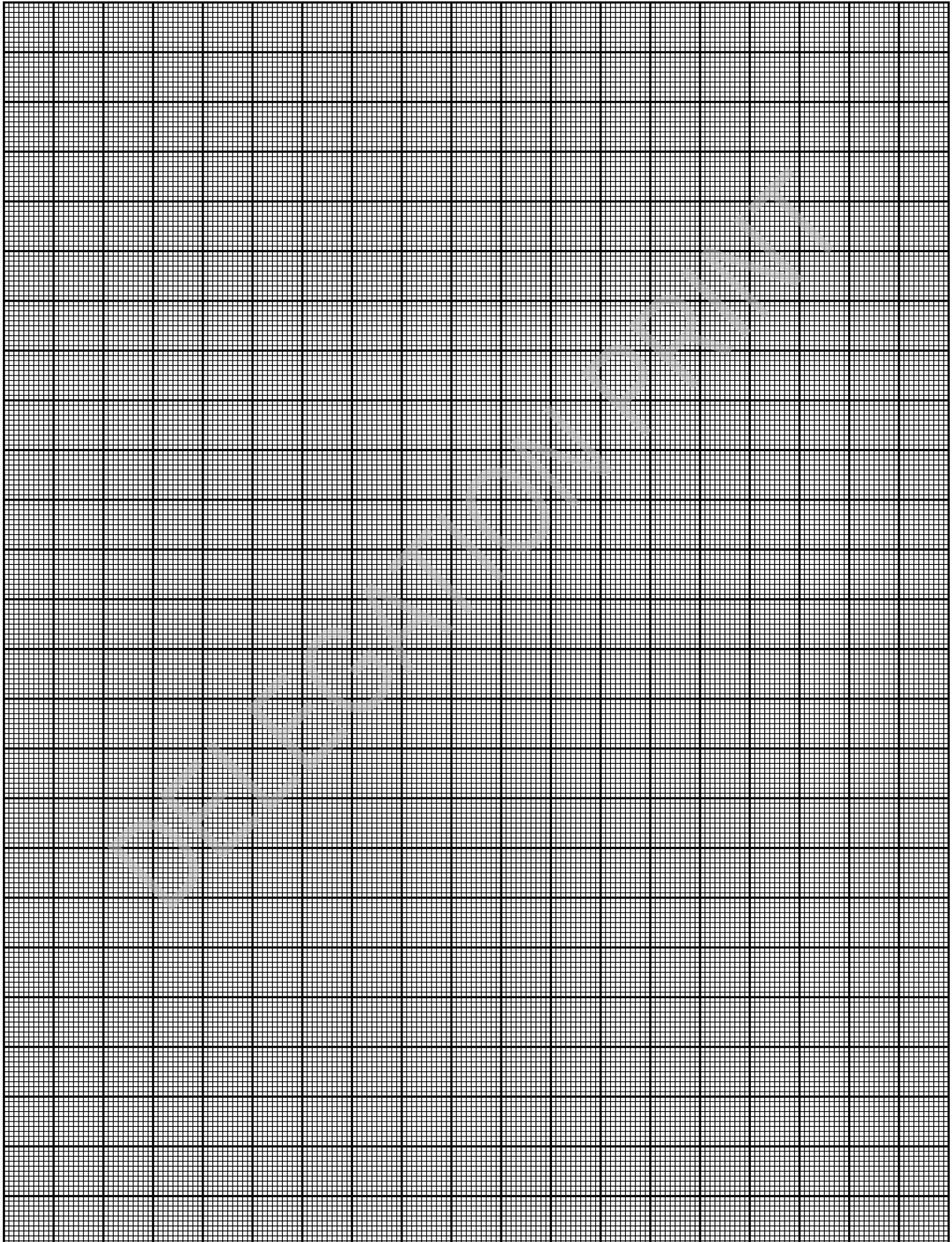
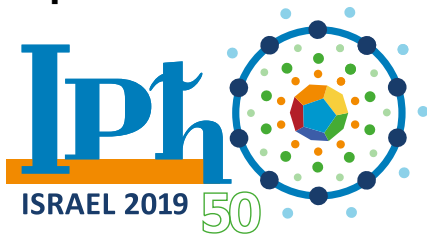




A1-17

Greek (Greece)

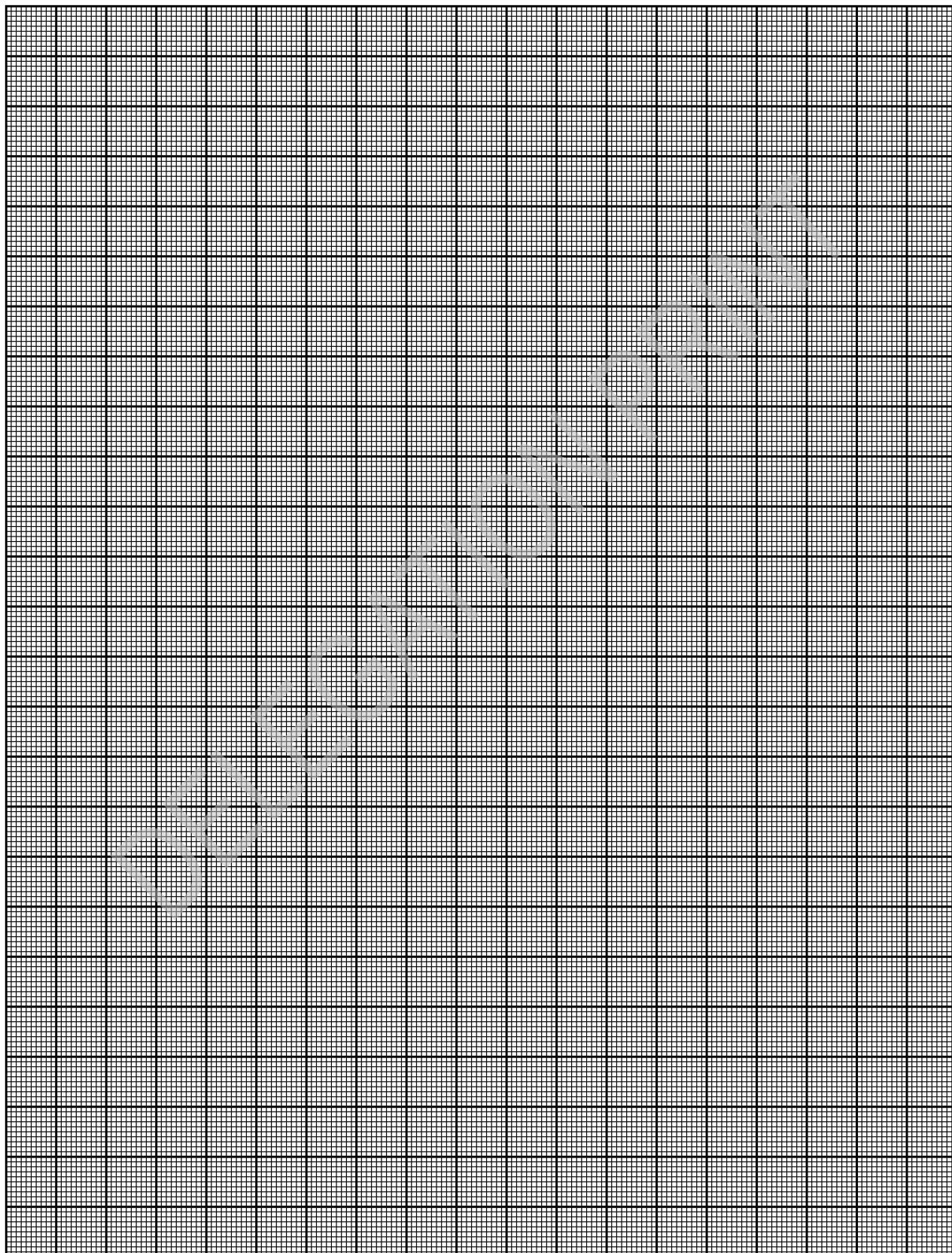






A1-19

Greek (Greece)





A1-20

Greek (Greece)

