

2^ο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
β γυμνασίου

ο κόσμος των «σπασμένων» ακτίνων

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΟΜΑΔΑ:
ΗΜΕΡΑ :
ΩΡΑ :

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:
1.
2.
3.
4.
5.

1. Τοποθετήστε μέσα σε διαφανές ποτήρι που περιέχει νερό, ένα ευθύγραμμο αντικείμενο (π.χ. το μολύβι σας). Ζωγραφίστε το, όπως το βλέπετε στο ποτήρι του διπλανού σχήματος. Αν το εργαστήριό σας δε διαθέτει πολλά γυάλινα διαφανή ποτήρια, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε διαφανή πλαστικά ποτήρια για αναψυκτικά.



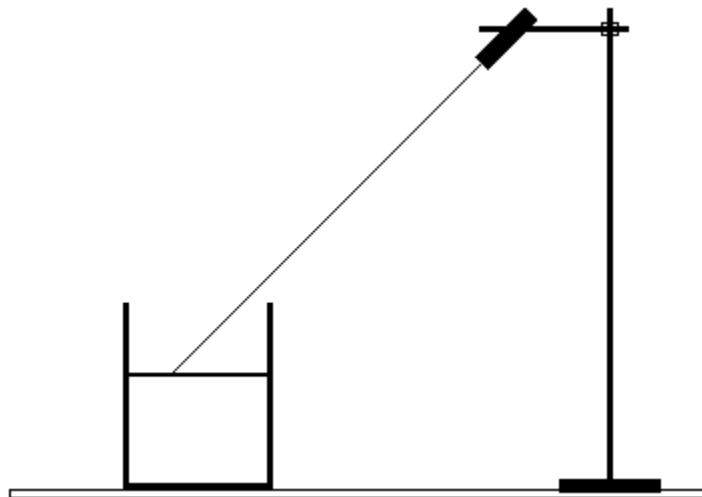
Βγάλτε το μολύβι σας και ρίξτε στο νερό μια δέσμη ακτινών λέιζερ. Μπορείτε να τη σταθεροποιήσετε με το χέρι σας; Για να το διαπιστώσετε, προσπαθήστε να κρατήσετε ακίνητο το ίχνος της δέσμης σε ένα σημείο του ταβανιού του εργαστηρίου. Ποιος από την ομάδα σας είναι ο σταθερότερος;

.....
Είναι όμως απόλυτα σταθερός;

2. Αν δεν είστε απόλυτα σίγουροι, στηρίξτε τη συσκευή λέιζερ με ορθοστάτη σε ύψος από 15 - 30 περίπου εκατοστά (cm) ψηλότερα από την επιφάνεια του θρανίου.

Τι θα πάθει η ακτίνα, αν τη ρίξετε μέσα στο νερό; Δοκιμάστε ρίχνοντάς την στην οριζόντια επιφάνεια του νερού. Για να φαίνεται η ακτίνα μέσα στο νερό, διαλύστε στο νερό μικρή ποσότητα οδοντόκρεμας ή μια σταγόνα γάλακτος ή σκόνη κιμωλίας.

Σχεδιάστε στο διπλανό σχήμα την πορεία της ακτίνας στο νερό με το μολύβι και το χάρακά σας. Σημειώστε το σημείο που χτυπάει η ακτίνα στο θρανίο. Μετά απομακρύνετε το ποτήρι και σημειώστε το ίχνος της δέσμης λέιζερ πάνω στο θρανίο.



Τι κάνει τότε το ίχνος της δέσμης: πλησιάζει □, απομακρύνεται □, ή μένει στην ίδια θέση □, σχετικά με το σημείο που στηρίζεται το λέιζερ στο θρανίο; Αν η δέσμη αλλάζει κατεύθυνση μπαίνοντας στο νερό, δηλαδή «σπάει», λέμε ότι «διασπάται» ή συνώνυμα **διαθλάται** και αυτό το φαινόμενο ονομάζεται **διάθλαση**.

3. Γνωρίζουμε ότι μαζί με τη διάθλαση συμβαίνει και ανάκλαση. Αναζητήστε τα ίχνη της μέσα στο εργαστήριο. Αναζητήστε τα στους τοίχους, στο ταβάνι, στο πάτωμα, στο θρανίο. Πού βρίσκεται; *Αν δυσκολεύεστε να προσδιορίσετε τη θέση της δέσμης, κινήστε ένα κομμάτι λευκό χαρτί γύρω από το ποτήρι.*

Ζωγραφίστε την ακτίνα που ανακλάται πάνω στο προηγούμενο σχήμα.

Συμβαίνει **πάντα διάθλαση και ανάκλαση μαζί;**

Ας αφήσουμε αυτό το ερώτημα για αργότερα.

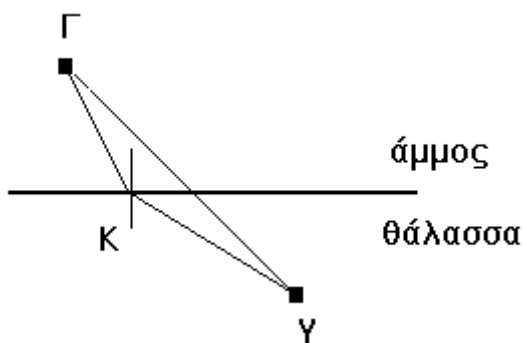
4. Περιστρέψτε τη δέσμη λέιζερ, ώστε να πέφτει με διαφορετικές γωνίες πάνω στο νερό. Υπάρχει θέση που η δέσμη δεν «σπάει» (δεν διαθλάται); Αν ναι, ποια είναι αυτή η θέση; Ζωγραφίστε την δίπλα. Σ' αυτήν τη θέση συμβαίνει ανάκλαση;



Και τώρα επιστρέψτε στην προηγούμενη διάταξη που η δέσμη λέιζερ στηριγμένη στον ορθοστάτη έπεφτε πλάγια, για να παίξετε ένα παιγνίδι. Κτυπήστε ελαφρά το θρανίο και προσέξτε το ίχνος της δέσμης που ανακλάται. Τι παρατηρείτε; Γιατί συμβαίνει αυτό;

Ξαναδοκιμάστε. Με ρολόι που μετρά τα δευτερόλεπτα χρονομετρήστε τη διάρκεια του φαινομένου:

5. Και τώρα θα σας αφηγηθούμε μια ιστορία με γοργόνες.



Μια γοργόνα λιάζεται στην αμμουδιά στη θέση Γ. Ξαφνικά αντιλαμβάνεται ότι το μικρό της γοργονάκι που βρίσκεται μέσα στη θάλασσα στη θέση γ, κινδυνεύει. Ποια διαδρομή πρέπει να ακολουθήσει η γοργόνα, για να φθάσει γρηγορότερα στο γ; Να κινηθεί στην ευθεία Γγ;

Μάλλον όχι, γιατί κινείται με διαφορετικές ταχύτητες σε άμμο και θάλασσα. Πιο γρήγορα στη θάλασσα, παρά στην άμμο. Γι' αυτό το ένστικτό της την οδηγεί να κινηθεί μικρότερο διάστημα στην άμμο (ΓΚ) και μεγαλύτερο στη θάλασσα (Κγ). Επομένως ο συντομότερος δρόμος είναι ο «διαθλασμένος» (ΓΚγ) και όχι ο απ' ευθείας (Γγ). Η διαδρομή ΓΚ σχηματίζει μικρότερη γωνία με την κάθετη στην παραλία από τη γωνία που σχηματίζει η διαδρομή Κγ με την ίδια κάθετη. Δηλαδή μεγαλύτερη γωνία σχηματίζεται, όταν η ταχύτητα είναι μεγάλη.

Ας ξαναγυρίσουμε από την ιστορία με τις γοργόνες στη δραστηριότητα με τις «σπασμένες» ακτίνες του λέιζερ.

Πού κινείται πιο γρήγορα το φως: στον αέρα ή στο νερό;

Δεχθείτε ότι το «ένστικτο του φωτός», δηλαδή ο νόμος που περιγράφει την κίνησή του, είναι όμοιος με την κίνηση της γοργόνας. Δηλαδή και το φως κινείται έτσι που να χρειάζεται το λιγότερο χρόνο, όταν αλλάζει περιοχή κίνησης: από τον αέρα στο νερό. Σχεδιάστε στα δυο σχήματα με τις ακτίνες, μια κάθετη στην επιφάνεια του νερού ή στο πλευρό του ποτηριού, στο σημείο που χτυπάει η ακτίνα λέιζερ.

Ερμηνεύστε την πορεία του φωτός μέσα στο νερό, όπως η γοργόνα ερμήνευσε την πορεία της σε άμμο και θάλασσα:

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

6. Επανερχόμαστε στο ερώτημα:

«*συμβαίνει πάντα διάθλαση και ανάκλαση μαζί*»;

Δοκιμάστε να ρίξετε τη δέσμη λέιζερ απ' όλα τα μέρη του διαφανούς ποτηριού, κάθετα και πλάγια με διαφορετικές κλίσεις.

Να επιμείνετε σε κατευθύνσεις, όπως αυτή που εικονίζεται στο σχήμα.

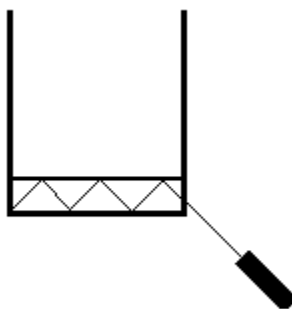
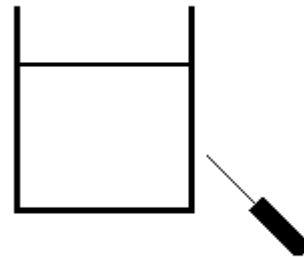
Αναζητήστε γωνίες στις οποίες απουσιάζει η διάθλαση.

Ζωγραφίστε στο προηγούμενο σχήμα αυτό που βλέπετε.

Όταν απουσιάζει η διάθλαση,

το φαινόμενο ονομάζεται **ολική ανάκλαση**.

Δοκιμάστε να ρίξετε τη δέσμη από την επιφάνεια του νερού πετυχαίνοντας ολική ανάκλαση.



Προσπαθήστε να βρείτε και να καταγράψετε το ύψος του νερού που είναι κατάλληλο για πολλές ολικές ανακλάσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα.

.....
Κάποιοι σχολιάζουν τη διάταξη που κατασκευάσατε ως «παγίδα φωτός».

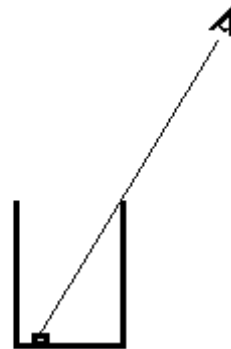
7. Τυλίξτε με χαρτί την πλευρική επιφάνεια του διαφανούς ποτηριού, ώστε να μην μπορείτε να δείτε μέσα του.

Τοποθετήστε στον πάτο του ένα νόμισμα. Ζητήστε από ένα μέλος της ομάδας να σταθεί σε τέτοιο σημείο, που μόλις να μην βλέπει το νόμισμα.

Μετά, χωρίς εκείνο να μετακινηθεί από τη θέση του, ρίχτε μέσα στο ποτήρι νερό.

Σταματήστε, όταν δηλώσει ότι βλέπει το νόμισμα καθαρά.

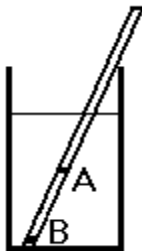
Γιατί ο παρατηρητής μπόρεσε να δει το νόμισμα;



.....
.....

Ζωγραφίστε στο σχήμα τη θέση που φαίνεται το νόμισμα, όταν ρίξετε νερό.

Επανερχόμαστε στην πρώτη - πρώτη δραστηριότητα με τις σπασμένες ακτίνες.



Ζωγραφίστε στο σχήμα τη θέση που θα φαίνονται τα σημεία A και B.

Μετά συνδέστε τα σημεία A και B. Προβλέψτε πού θα φαίνεται όλο το κομμάτι που είναι βυθισμένο μέσα στο νερό.

Σχεδιάστε το.

Μοιάζει η εικόνα που κατασκευάσατε με αυτήν που κάνατε στην πρώτη δραστηριότητα αυτού του εργαστηρίου;

.....

2^ο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
β' γυμνασίου

ο κόσμος των «σπασμένων» ακτίνων

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

εξοικείωση των μαθητών με φαινόμενα που σχετίζονται με τη διάθλαση

οι μαθητές

1. καλούνται να εξοικειωθούν με:
τη διάθλαση μέσα από ένα φαινόμενο της καθημερινής ζωής (το «σπάσιμο» του μολυβιού μέσα στο νερό) & τη χρήση της συσκευής laser.
2. καλούνται να μελετήσουν τη διάθλαση μέσα από μια αφαίρεση (ακτίνα laser). Αυτή η προσέγγιση ελπίζουμε να τους διευκολύνει να κατασκευάσουν αναπαραστάσεις σύμφωνες με την προσέγγιση που προβλέπει η γεωμετρική οπτική για τη διάθλαση.
3. διευκολύνονται να αναγνωρίσουν ότι η διάθλαση συνοδεύεται και από ανάκλαση.
4. αναζητούν θέση που το φως μπαίνει από μέσο που έχει μεγάλη σε μέσο που έχει μικρή ταχύτητα και η ακτίνα δε «σπάει».
5. καλούνται μέσα από μηχανική αναλογία να συνδέσουν τα φαινομενολογικά τεκμήρια που συνέλεξαν για τη διάθλαση, με την ταχύτητα του φωτός σε διαφορετικά διαφανή μέσα και την αρχή ελάχιστου χρόνου.
6. καλούνται να κατασκευάσουν απλές διατάξεις που «παγιδεύουν» το φως και έτσι να εξοικειωθούν με το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης.
7. καλούνται να κατασκευάσουν διατάξεις που διευκολύνουν αναπαραστάσεις που προβλέπουν την οπτική εντύπωση του «σπασίματος» του μολυβιού μέσα και έξω από το νερό. Επιχειρούμε να κλείσουμε με αναπαραστάση του φαινομένου από το οποίο ξεκίνησαν οι μαθητές.

ΥΛΙΚΑ:

(Υποθέτουμε την άσκηση 5 ομάδων εργασίας)

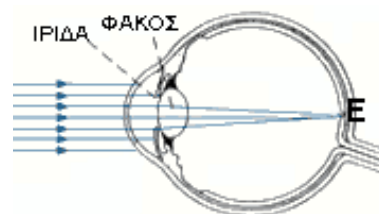
1. 5 ορθοστάτες σε σχήμα Γ
2. 5 πηγές φωτεινής ακτινοβολίας λέιζερ (Laser)
3. 5 διαφανή ποτήρια ζέσης. Εναλλακτικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διαφανή πλαστικά ποτήρια για αναψυκτικά

Η μελέτη της διάθλασης θα διευκολυνθεί, αν χρησιμοποιήσουμε πηγές φωτεινής ακτινοβολίας λέιζερ (Laser). Πριν απ' όλα χρήσιμο είναι να διαβάσουμε αυτά που ακολουθούν και αφορούν την ασφαλή χρήση των πηγών λέιζερ, όπως περιγράφονται από τους Μπισδικιάν και Μολοχίδη στο βιβλίο: «Κατάλογος οργάνων και συσκευών εργαστηρίου φυσικών επιστημών»¹:

¹Μπισδικιάν, Γκαρώ & Μολοχίδης, Τάσος, Κατάλογος οργάνων και συσκευών εργαστηρίου φυσικών επιστημών, ΟΕΔΒ, 2000

Στα σχολικά εργαστήρια συναντώνται πηγές φωτεινής ακτινοβολίας **Laser** χαμηλής ισχύος τύπου He-Ne ή ημιαγωγού, με συνηθέστερη εκπομπή στο κόκκινο (630-680nm). Η επικινδυνότητα των χαμηλής ισχύος συσκευών Laser που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο έγκειται στις βλάβες που μπορούν να προκληθούν, αν η δέσμη κατευθυνθεί προς το εσωτερικό ενός οφθαλμού.

Κάτω από συνθήκες έλλειψης μέτρων ασφαλείας, οι βλάβες στον οφθαλμό είναι συνάρτηση του χρόνου που οι ιστοί δέχονται την ακτινοβολία και της ισχύος που περνά από την ίριδα. Ακόμη και από μια συνηθισμένη πηγή Laser χαμηλής ισχύος, η πυκνότητα της ακτινοβολίας, εάν εστιαστεί στον αμφιβληστροειδή και την Ωχρά Κηλίδα, μπορεί να λάβει τιμές της τάξης των $100\text{W}/\text{cm}^2$, με αποτέλεσμα την καταστροφή των ιστών.



Οι πηγές Laser κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με το βαθμό επικινδυνότητας:

- Κατηγορία I (Class I)**. Συσκευές Laser που δεν προκαλούν καμιά βλάβη. Η ισχύς τους είναι πολύ μικρή ($<0,5\text{ mW}$).
- Κατηγορία II (Class II)**. Συσκευές Laser χαμηλής ισχύος που δεν προκαλούν βλάβη για απευθείας στιγμιαίο κοίταγμα ή από κατοπτρική ανάκλαση της δέσμης. Βλάβη μπορεί να προκληθεί για απ' ευθείας ή από κατοπτρική ανάκλαση παρατήρηση της δέσμης, για παρατεταμένο χρονικό διάστημα.
- Κατηγορία III (Class III)**. Απευθείας κοίταγμα μέσα στη δέσμη (ή σε κατοπτρική της ανάκλαση), έστω και στιγμιαία, μπορεί να προκαλέσει βλάβη του οφθαλμού. Περιλαμβάνονται και οι κατηγορίες III_A και III_B. Τα χαρακτηριζόμενα κατηγορίας III_A ενδεχομένως να μην προκαλούν βλάβη του οφθαλμού για στιγμιαίο κοίταγμα μέσα στη δέσμη (ή από κατοπτρική της ανάκλαση) με γυμνό οφθαλμό, είναι όμως ικανά να την προκαλέσουν μέσα από οπτικό σύστημα συγκέντρωσης της ακτινοβολίας.
- Κατηγορία IV (Class IV)**. Αφορά υψηλής ισχύος συσκευές Laser που προκαλούν βλάβη από στιγμιαίο απευθείας κοίταγμα, από κατοπτρική ανάκλαση, ή ανάκλαση από διάχυση. Μπορούν επίσης να προκαλέσουν εγκαύματα στο δέρμα και αναφλέξεις εύφλεκτων υλικών.

Οι συσκευές Laser που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών είναι συνήθως **Ηλίου-Νέου** (632,8 nm), ισχύος 1,0 mW και κατηγορίας (II). Βλάβη μπορεί να προκληθεί από επίμονη και παρατεταμένη απ' ευθείας παρατήρηση της δέσμης.

Τα στοιχειώδη **μέτρα ασφαλείας** έναντι των πιθανών κινδύνων από χρήση συσκευών Laser:

- Ποτέ δεν πρέπει να κατευθύνεται δέσμη Laser μέσα στον οφθαλμό ή μέσω ανάκλασης, όποια και να είναι η ισχύς της.
- Κάθε συσκευή Laser πρέπει να αναγράφει την κατηγορία κινδύνου της (εκτός της κατηγορίας I) και να φέρει την αντίστοιχη σήμανση επικινδυνότητας. Τα Laser εκτός της κατηγορίας (I), χρησιμοποιούνται μόνο από τον υπεύθυνο εργαστηρίου.
- Για την ασφαλή χρήση συσκευών Laser, πρέπει να χρησιμοποιούνται προστατευτικά γυαλιά με ειδικά απορροφητικά φίλτρα.

