

ΟΠΤΙΚΕΣ  
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ



# MATERIALS SCIENCE PROJECT

UNIVERSITY-SCHOOL  
PARTNERSHIPS FOR THE DESIGN  
AND IMPLEMENTATION OF  
RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED  
MODULES ON MATERIAL  
PROPERTIES

## SPECIFIC SUPPORT ACTIONS

FP6: SCIENCE AND SOCIETY: SCIENCE  
AND EDUCATION



**PROJECT COORDINATOR**  
CONSTANTINOS P. CONSTANTINOU,  
LEARNING IN SCIENCE GROUP,  
UNIVERSITY OF CYPRUS

## PROJECT PARTNERS



## ACKNOWLEDGMENT



RESEARCH FUNDING FOR THE MATERIALS SCIENCE PROJECT WAS PROVIDED BY THE EUROPEAN COMMUNITY UNDER THE SIXTH FRAMEWORK SCIENCE AND SOCIETY PROGRAMME (CONTRACT SAS6-CT-2006-042942).

THIS PUBLICATION REFLECTS ONLY THE VIEWS OF THE AUTHORS AND THE EUROPEAN COMMUNITY IS NOT LIABLE FOR ANY USE THAT MAY BE MADE OF THE INFORMATION CONTAINED HEREIN.

© DESIGN:  
n.eleana@cytanet.com.cy  
2010, NICOSIA - CYPRUS

## ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

Επανασχεδιασμός και  
προσαρμογή

**Ερευνητική Ομάδα**  
Ψύλλος Δημήτρης  
Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης  
Μολοχίδης Αναστάσιος  
Σούλιος Ιωάννης

**Ομάδα εκπαιδευτικών**  
Αξαρχλής Στέλιος  
Μπισδικιάν Γκαραμπέτ  
Λεύκος Ιωάννης

Αρχικός σχεδιασμός και  
ανάπτυξη

**Ερευνητική Ομάδα**  
Gabriella Monroy  
Sara Lombardi  
Ester Piegari  
Elena Sassi  
Italo Testa

**Ομάδα εκπαιδευτικών**  
Berlangieri Gerardo  
Cascini Emanuela  
D'Ajello Caracciolo Gabriele  
Di Benedetto Maria  
Gallo Susetta  
Montalto Giorgio  
Santaniello Aurelia  
Tuzi Tiziana

*Άλλοι συνεργαζόμενοι φορείς*  
Επισκόπηση και ανατροφοδότηση  
Martine Meheut



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 0:</b> ΠΩΣ ΒΛΕΠΟΥΜΕ;	07
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 1:</b> ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ;	13
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 2:</b> ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΕΛΕΓΞΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ;	19
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 3:</b> ΠΑΡΑΤΗΡΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	23
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 4:</b> ΠΟΤΕ ΚΑΙ ΠΩΣ ΤΟ ΦΩΣ ΑΠΟΚΛΙΝΕΙ; ΑΝΑΚΛΑΣΗ	27
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 5α:</b> ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ Ή ΑΡΧΗ FERMAT	35
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 5β:</b> ΠΟΤΕ ΚΑΙ ΠΩΣ ΤΟ ΦΩΣ ΑΠΟΚΛΙΝΕΙ; ΔΙΑΘΛΑΣΗ	41
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 6:</b> ΠΩΣ ΕΙΝΑΙ ΦΤΙΑΓΜΕΝΗ ΜΙΑ ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ; ΠΡΩΤΕΣ ΝΥΞΕΙΣ	49
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 7:</b> ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΔΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΣΕ ΜΙΑ ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ;	53





**ΕΝΟΤΗΤΑ 0:  
ΠΩΣ ΒΛΕΠΟΥΜΕ;**





## 0.1.

**0.1.1.** Μέσα σε ένα κουτί έχουμε τοποθετήσει ένα κέρμα. Κοίταξε μέσα από την τρύπα η οποία βρίσκεται στο πάνω μέρος του κουτιού.

Μπορείς να δεις το κέρμα; Ναι ή όχι; Γιατί;

---

---

---

**0.1.2.** Άναψε τον φακό και φώτισε το κουτί μέσω της τρύπας η οποία υπάρχει στην μία πλευρά του.

Μπορείς, τώρα, να δεις το κέρμα; Ναι ή όχι; Γιατί;

---

---

---

## 0.2.

**0.2.1.** Σημάδεψε με τον φακό τον τοίχο.

Πού πιστεύεις ότι υπάρχει φως;

---

---

---

**0.2.2.** Μπορείς να κάνεις τον αέρα περισσότερο «βρώμικο» με τη βοήθεια σκόνης, αλευριού, κιμωλίας ή καπνού.

Τι παρατηρείς;

---

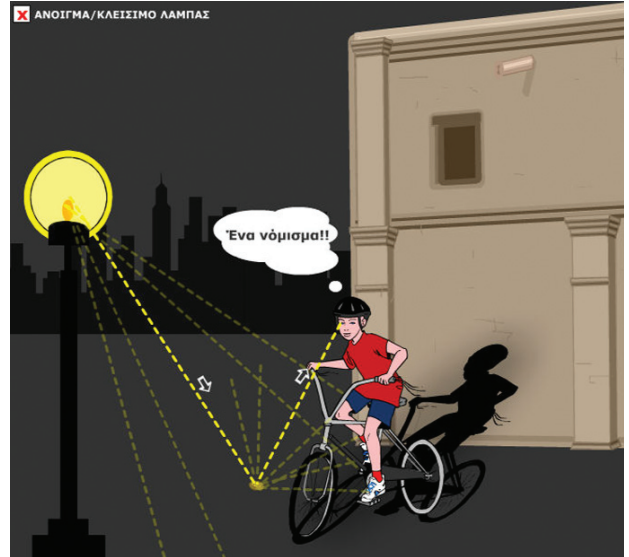
---

---

### 0.3.

#### 0.3.1. Παρατήρησε στην οθόνη προβολής πότε ο ποδηλάτης βλέπει το κέρμα.

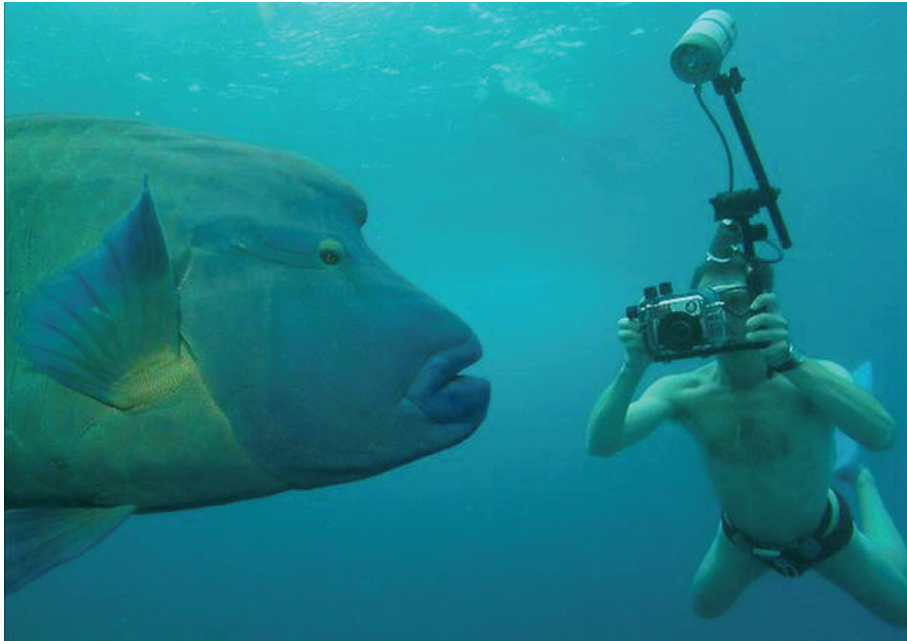
Τι συμβαίνει και βλέπει το κέρμα;



#### 0.3.2. Σε τι συμπέρασμα καταλήγεις;

## 0.4.

**0.4.1.** Ο δύτες της εικόνας 1 έχει καταδυθεί μαζί με μια φωτογραφική μηχανή στον βυθό. Γιατί δεν είναι αναμμένος ο προβολέας όταν ο δύτες φωτογραφίζει;



**0.4.2.** Ο δύτες της εικόνας 2 έχει αναμμένο τον προβολέα για να φωτογραφίσει. Γιατί;



**0.4.3. Ο δύτες της εικόνας 3 έχει αναμμένο τον προβολέα όταν φωτογραφίζει.**

Παρόλ' αυτά η φωτογραφία είναι θολή. Γιατί;



**0.4.4. Σε τι χρησιμεύει το φως στα ψάρια της αβύσσου;**

## ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ;

Ας παρατηρήσουμε μερικά συνήθη αντικείμενα τα οποία είναι φτιαγμένα με οπτικές ίνες. Πιθανόν να έχεις δει αυτές τις όμορφες λάμπες που δείχνουν ότι είναι φτιαγμένες από πλαστικές χορδές ή κάποια διακοσμητικά στα οποία μπορείς να δεις ένα φωτεινό ίχνος στο τέλος της πλαστικής χορδής. Αυτά τα αντικείμενα τα ονομάζουμε λάμπες «ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ».



**1.1.1.** Ας δούμε πώς είναι φτιαγμένη μια τέτοια λάμπα. Πάρε τη «λάμπα» των οπτικών ινών και άναψε τον φακό δίπλα στην άκρη της, όπου οι οπτικές ίνες είναι δεμένες μαζί.

Τι παρατηρείς στις ελεύθερες άκρες των οπτικών ινών;

---

---

---

**1.1.2.** Σχεδίασε πώς νομίζεις ότι ταξιδεύει το φως στις δυο περιπτώσεις:



**1.1.3.** Ποιες είναι οι πιο σημαντικές ομοιότητες και διαφορές ανάμεσα στη λάμπα οπτικών ινών και σε μια «κανονική» λάμπα;

---

---

---

**1.1.4.** Τοποθέτησε μια οπτική ίνα ίσια πάνω σε ένα τραπέζι, ένα κομμάτι ενός μαύρου χαρτονιού στη μια άκρη της ίνας και ένα μικρό φακό στην άλλη άκρη και άναψε το φακό.

Τι παρατηρείς;

---

---

---

---

---

---

---

---





**1.1.5.** Άφησε την οθόνη προβολής και τον φακό ως έχει και στράβωσε την ίνα.

Καθώς η οπτική ίνα κάμπτεται, τι παρατηρείς στην ένταση του φωτεινού στίγματος στην οθόνη προβολής;

**1.1.6.** Επανάλαβε το πείραμα με τους υπόλοιπους πλαστικούς σωλήνες τους οποίους έχεις.

Τι παρατηρείς;

*Το πείραμα αυτό πρέπει να εκτελεστεί από ένα ζευγάρι μαθητών: ο ένας κρατά τη μια άκρη της ίνας και το λέιζερ και ο άλλος βρίσκεται πίσω από ένα εμπόδιο και παρατηρεί την άλλη άκρη της ίνας.*

**1.1.7.** Πες στο φίλο σου τι σήματα (βραχείας διάρκειας, μακράς διάρκειας, πόσα) ο συνεργάτης σου στέλνει από την άλλη άκρη της ίνας.

**1.2.1. Πώς θα μπορούσες να περιγράψεις μια οπτική ίνα; Ποια είναι τα κύρια χαρακτηριστικά της;**

	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ
• Η οπτική ίνα μπορεί και «καθοδηγεί» το φως		
• Η ένταση του φωτός στο άκρο της οπτικής ίνας παραμένει σχεδόν ίδια όσο και αν αυτή καμπυλωθεί		
• Η οπτική δέσμη είναι ορατή στο εσωτερικό της		
• Η οπτική ίνα είναι διάφανη		
• Όταν καμπυλώνεται η οπτική ίνα χάνεται το φωτεινό ίχνος από το άκρο της		

**1.2.2. Μια οπτική ίνα μπορεί να χρησιμεύσει:**

	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ
• Στην απορρόφηση και αποθήκευση του φωτός		
• Στην μετάδοση πληροφοριών		
• Στην αύξηση της ταχύτητας του φωτός		
• Στην αύξηση της έντασης του οπτικού σήματος		
• Στην «καθοδήγηση» του φωτός		



## ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΕΛΕΓΞΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ;

Το φως ταξιδεύει μέσα σε μια οπτική ίνα αλλά δεν μπορούμε να δούμε τη διαδρομή που διανύει. Ας δούμε λοιπόν έναν άλλο τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαμε να παρατηρήσουμε πως μπορεί να «καθοδηγηθεί» το φως.

Υλικά για το πείραμα:

- Ένα διαφανές δοχείο
- Ένας δείκτης λέιζερ
- Μια τάπα για την οπή του δοχείου
- Λεκάνη για να μαζεύουμε το νερό που χύνεται
- Υλικό για δημιουργία καπνού

**2.1.1.** Η ακτίνα του λέιζερ οδηγείται μέσα σε ένα πλαστικό διαφανές δοχείο γεμάτο με νερό παράλληλα με τη βάση του δοχείου. Το πλαστικό δοχείο έχει μια τρύπα από την οποία το νερό μπορεί να εξέλθει.

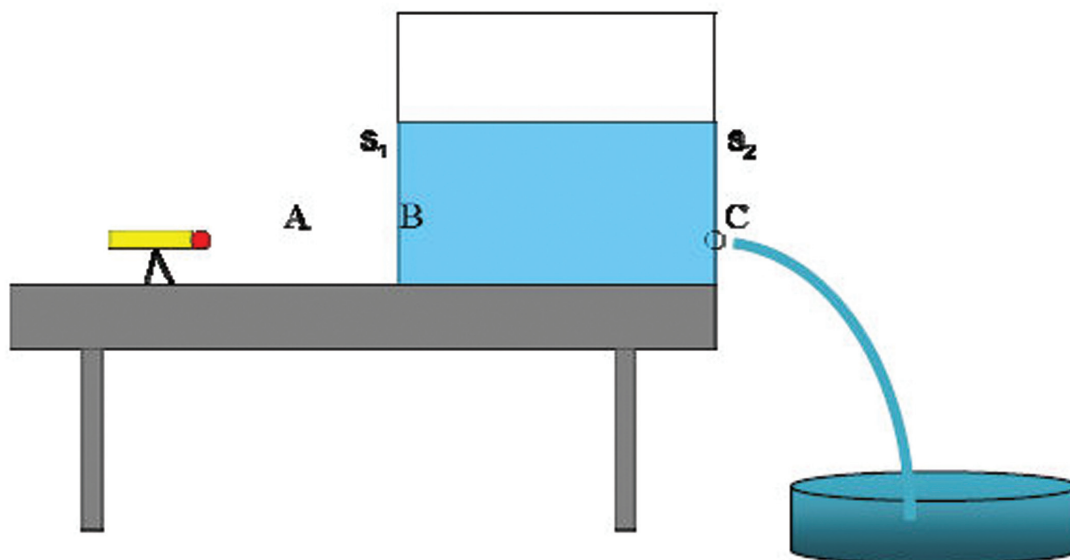
Τι θα συμβεί αν σημαδέψουμε την τρύπα αυτή με την ακτίνα του λέιζερ;

---

---

---

**2.1.2.** Η εικόνα περιγράφει τη διαδικασία του πειράματος. Σχεδιάσε τη διαδρομή της ακτίνας του λέιζερ, που πιστεύεις ότι θα ακολουθηθεί από την πηγή (λέιζερ) στη λεκάνη όπου μαζεύεται το νερό.



**2.2.1. Εκτελέστε το πείραμα. Εστίασε την προσοχή σου στη διαδρομή της ακτίνας λέιζερ στον αέρα (AB) και στο νερό (BC).**

(Για να μπορέσετε να δείτε την ακτίνα του λέιζερ στον αέρα γεμίστε τον αέρα με αρκετά σωματίδια πχ. σκόνης ή καπνού. Με αυτό τον τρόπο θα μπορέσετε να δείτε την ακτίνα του λέιζερ).

- **Πώς είναι η διαδρομή της ακτίνας του λέιζερ όταν ταξιδεύει στον αέρα; (AB στο παραπάνω σχέδιο)**

ευθύγραμμη

καμπυλόγραμμη

τεθλασμένη

τυχαία

- **Πώς είναι η διαδρομή της ακτίνας λέιζερ όταν ταξιδεύει στο νερό; (BC στο παραπάνω σχέδιο)**

ευθύγραμμη

καμπυλόγραμμη

τεθλασμένη

τυχαία

**2.2.2. Εστίασε την ακτίνα του λέιζερ στην οπή, απ' όπου εκτοξεύεται το νερό.**

**Δώσε μια λεπτομερή περιγραφή τού τι παρατηρείς στην εκτόξευση του νερού.**

---

---

---



## ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΠΑΡΑΤΗΡΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Υλικά για το πείραμα:

- Ένα διαφανές δοχείο
- Ένα λέιζερ
- Μια τάπα για την οπή του δοχείου
- Υλικά για τη δημιουργία αιωρούμενων σωματιδίων (σκόνη, καπνός πχ. καρβουνάκι - για την παραγωγή καπνού)
- Λεκάνη για να μαζεύουμε το νερό που χύνεται

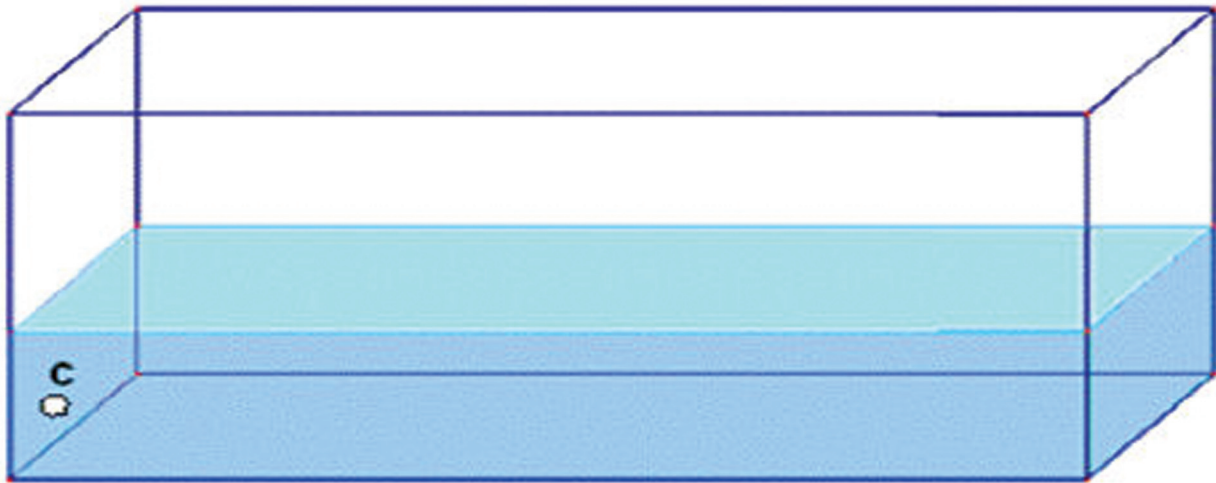




- Γεμίστε το δοχείο με νερό (περίπου μέχρι τη μέση) και δημιουργήστε καπνό στον αέρα πάνω από το νερό. Τοποθετήστε το διαφανές κάλυμμα στο επάνω μέρος του δοχείου.
- Παρατήρησε με πόσους τρόπους μπορούμε να πετύχουμε το σημείο C (το οποίο βρίσκεται στη θέση της σπής του δοχείου στο προηγούμενο πείραμα) με το λέιζερ.
- Στείλε την ακτίνα του λέιζερ σε διεύθυνση που δεν είναι **παράλληλη με τη βάση** του δοχείου.

**3.1.1. Σχεδιάσε στο παρακάτω σχήμα, τουλάχιστον δύο διαφορετικές διαδρομές της ακτίνας του λέιζερ, με διαφορετικά χρώματα, στον αέρα και μέσα στο νερό.**

Σχεδιάσε επίσης τη θέση του λέιζερ για κάθε διαδρομή.



**3.1.2. Παρατήρησε διαφορές στην ένταση της ακτίνας του λέιζερ κατά τη διαδρομή της στον αέρα και στο νερό;**

**Να περιγράψεις τις διαφορετικές καταστάσεις.**

---

---

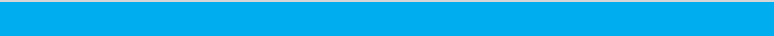
---

**3.2.1.** Όταν μια ακτίνα φωτός εισέρχεται πλαγίως από ένα αραιότερο υλικό (αέρας) σε ένα πυκνότερο (νερό) τότε:

	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ
• εξακολουθεί να κινείται ευθύγραμμα και δεν αλλάζει διεύθυνση.		
• εξακολουθεί να κινείται ευθύγραμμα αλλά αλλάζει διεύθυνση.		
• η ακτίνα φωτός ανακλάται στην επιφάνεια του νερού και δεν εισέρχεται στο νερό καθόλου φως.		
• ένα μέρος της ακτίνας φωτός ανακλάται και ένα άλλο εισέρχεται στο νερό.		

**3.2.2.** Όταν μια ακτίνα φωτός εισέρχεται πλαγίως από ένα πυκνότερο υλικό (νερό) σε ένα αραιότερο (αέρας) τότε:

	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ
• εξακολουθεί να κινείται ευθύγραμμα και δεν αλλάζει διεύθυνση.		
• εξακολουθεί να κινείται ευθύγραμμα αλλά αλλάζει διεύθυνση.		
• η ακτίνα φωτός ανακλάται στην επιφάνεια του νερού και δεν εισέρχεται στο νερό καθόλου φως.		
• ένα μέρος της ακτίνας φωτός ανακλάται και ένα άλλο εισέρχεται στο νερό.		
• όταν η γωνία με την οποία η ακτίνα φωτός εισέρχεται πλαγίως πάρει μια συγκεκριμένη τιμή, η ακτίνα ανακλάται στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού και «καθοδηγείται» μέσα στο νερό.		
• πάντα η ακτίνα του φωτός «καθοδηγείται» μέσα στο νερό.		



**ΕΝΟΤΗΤΑ 4:  
ΠΟΤΕ ΚΑΙ ΠΩΣ ΤΟ  
ΦΩΣ ΑΠΟΚΛΙΝΕΙ;  
ΑΝΑΚΛΑΣΗ**



Οι μετρήσεις έχουν πάντα αβεβαιότητες.

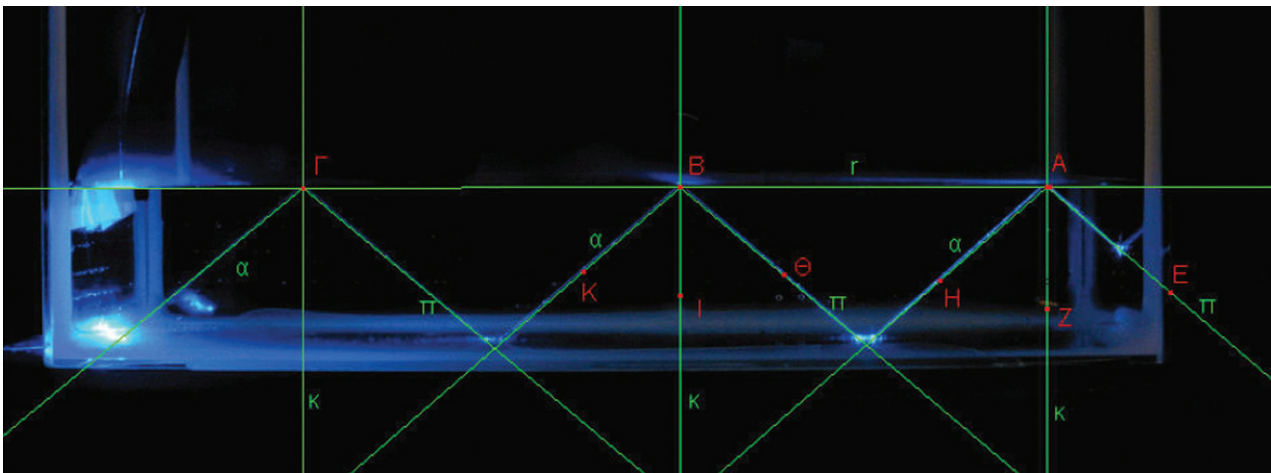
Συχνά δηλώνουμε την ακρίβεια ενός αριθμού γράφοντας τον αριθμό, το σύμβολο  $\pm$  και ένα δεύτερο αριθμό που δηλώνει την πιθανή αβεβαιότητα. Αν πχ. η διάμετρος μιας σιδερένιας ράβδου δίνεται σαν  $56,47 \pm 0,02$  mm η πραγματική τιμή είναι απίθανο να είναι μικρότερη από 56,45 mm ή μεγαλύτερη 56,49 mm .

Η αβεβαιότητα εκφράζεται επίσης και σε επί τοις εκατό αβεβαιότητα. Το πάχος ενός τοιχώματος με ονομαστική τιμή  $20 \pm 10\%$  mm είναι απίθανο να διαφέρει από τα 20 mm περισσότερο από το 10% των 20 mm, δηλ. περισσότερο από 2 mm . Έτσι η πραγματική τιμή κατά πάσα πιθανότητα είναι μεταξύ 18 και 22 mm .

Άνοιξε το αρχείο “multiple\_reflection.fig” με το Cabri.

#### 4.2.1. Χρησιμοποίησε το λογισμικό Cabri και:

- Τοποθέτησε πάνω στην επιφάνεια του νερού, μια ακτίνα  $r$ .
- Δεξιά στην εικόνα, εισέρχεται μια ακτίνα  $\pi$ , η οποία στη συνέχεια προσπίπτει στην επιφάνεια διεπαφής νερού – αέρα και υφίσταται διαδοχικές ανακλάσεις μέσα στο νερό.
- Όρισε τα σημεία των διαδοχικών ανακλάσεων πάνω στην ευθεία  $r$  (επιφάνεια διεπαφής αέρα - νερού) και ονόμασέ τα  $A$ ,  $B$  και  $\Gamma$ .
- Στη συνέχεια φέρε τις ημιευθείες που ορίζονται από τις προσπίπτουσες ακτίνες και ονόμασέ τις  $A\pi$ ,  $B\pi$  και  $\Gamma\pi$  αντίστοιχα.
- Κατόπιν φέρε τις ημιευθείες που ορίζονται από τις ανακλώμενες ακτίνες και ονόμασέ τις  $A\alpha$ ,  $B\alpha$  και  $\Gamma\alpha$  αντίστοιχα.
- Τέλος φέρε τις καθέτους  $\kappa$  στην ευθεία  $r$  στα σημεία  $A$ ,  $B$  και  $\Gamma$ . Το σχήμα σου τώρα θα ‘ναι κάπως έτσι:



- Όρισε σημεία πάνω στις ημιευθείες  $A\pi$ ,  $A\alpha$ ,  $B\pi$ ,  $B\alpha$  και  $\Gamma\pi$ , έστω  $E$ ,  $Z$ ,  $H$ ,  $\Theta$ ,  $I$  και  $K$  αντίστοιχα.
- Μέτρησε τις γωνίες:  $EAZ$ ,  $ZAH$ ,  $\Theta BI$  και  $IBK$  και συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα.

Σύγκρινε τις γωνίες στα δύο πρώτα ζευγάρια γειτονικών γωνιών.

	ΠΧ.	1 <sup>ο</sup> ΖΕΥΓΑΡΙ ΓΩΝΙΩΝ (ΣΤΟ Α)		2 <sup>ο</sup> ΖΕΥΓΑΡΙ ΓΩΝΙΩΝ (ΣΤΟ Β)	
Τιμή γωνίας που μετρήθηκε	45°				
Είναι ίσες οι γωνίες;	-				
Σφάλμα 10% στην ανωτέρω μέτρηση	$\pm 4,5^\circ$				
Διάστημα πιθανής πραγματικής τιμής	41,5° - 49,5°				
Υπάρχει σύμπτωση στις δύο τιμές του ζευγαριού;	-				

**4.2.2. Μπορούμε να πούμε ότι οι γωνίες σε κάθε ζευγάρι είναι ίσες;**

---

---

---

**4.2.3. Παρατήρησε ξανά τη φωτογραφία.**

Η ακτίνα φωτός έχει σταλεί από το νερό στον αέρα ή αντίθετα;

---

---

---



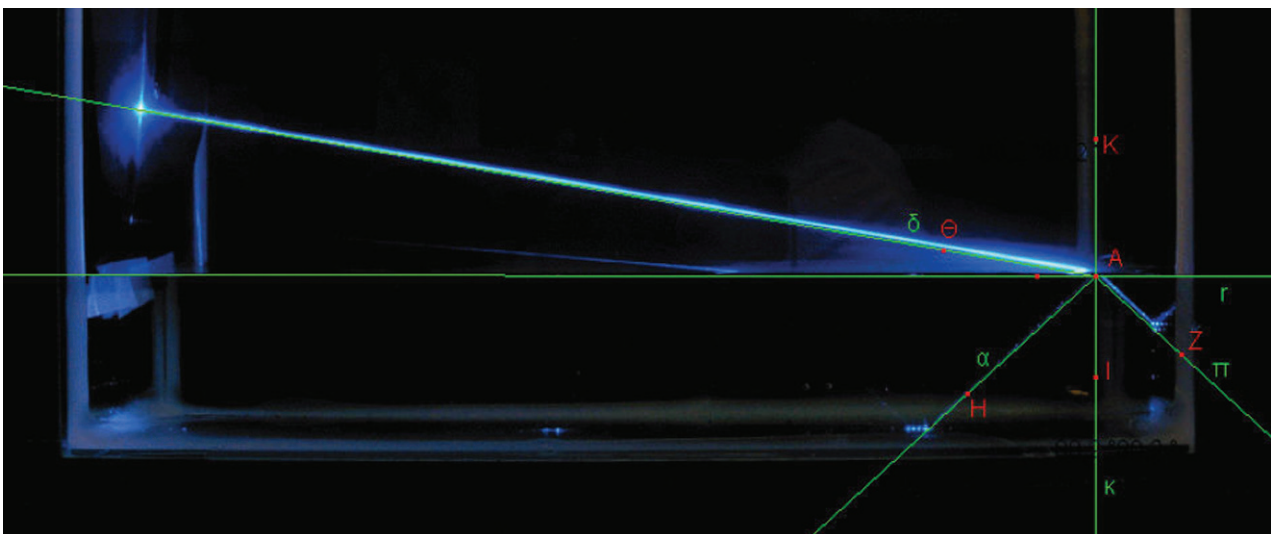
## 4.3

Άνοιξε το αρχείο “reflection\_refraction.fig” με το λογισμικό Cabri.

### 4.3.1. Χρησιμοποίησε το λογισμικό Cabri και:

- Τοποθέτησε πάνω στην επιφάνεια του νερού, μια ακτίνα  $r$ .
- Φέρε την ημιευθεία  $Απ$ , που ορίζει την εισερχόμενη προσπίπτουσα ακτίνα  $π$ , δεξιά στην εικόνα, την ημιευθεία  $Αα$ , που ορίζει την ανακλώμενη ακτίνα  $α$  και την ημιευθεία  $Αδ$ , που ορίζει τη συνέχεια της ακτίνας μέσα στον αέρα (διαθλώμενη ακτίνα)  $δ$ .
- Τέλος φέρε την κάθετο  $κ$  στην ευθεία  $r$  στο σημείο  $A$ .

Το σχήμα σου τώρα θα ‘ναι κάπως έτσι:



- Όρισε σημεία πάνω στις ημιευθείες  $Απ$ ,  $Αα$ ,  $Ακ$  στο νερό και  $Αδ$ ,  $Ακ$  στον αέρα, έστω  $Z$ ,  $H$ ,  $I$ ,  $Θ$  και  $K$  αντίστοιχα.
- Μέτρησε τις γωνίες:  $ZAI$ ,  $IAH$  και  $ΘAK$  και συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα.

	ΓΩΝΙΕΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ		ΓΩΝΙΑ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ
Τιμή γωνίας που μετρήθηκε			
Είναι ίσες οι γωνίες;			
Σφάλμα 10% στην ανωτέρω μέτρηση			
Διάστημα πιθανής πραγματικής τιμής			



4.3.2. Υπάρχει σύμπτωση στις δύο τιμές των γωνιών στο νερό; .....

Υπάρχει σύμπτωση στις τιμές των γωνιών στο νερό με τη γωνία στον αέρα; .....

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

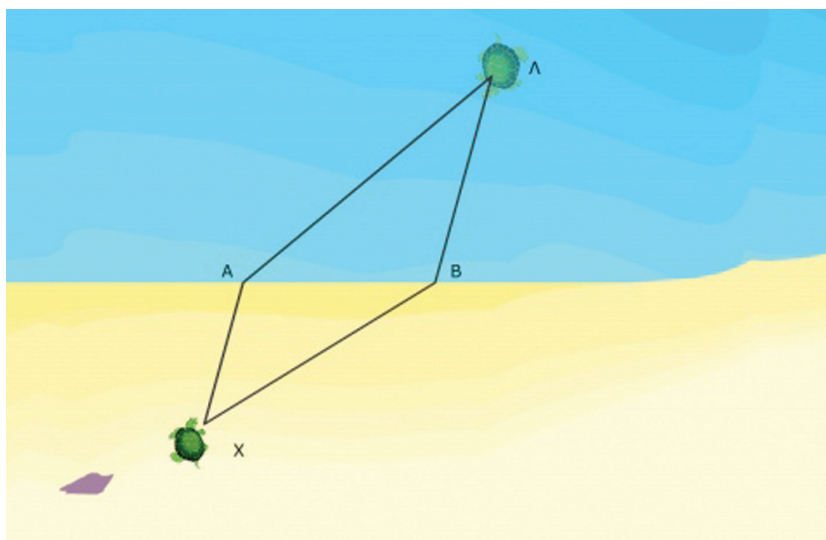
Όταν μια ακτίνα φωτός εισέρχεται πλαγίως από ένα πυκνότερο υλικό (νερό) σε ένα αραιότερο (αέρας) τότε:

	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ
<ul style="list-style-type: none"><li>η ακτίνα φωτός συνεχίζει αποκλειστικά στο ίδιο μέσο (μόνον στο νερό)</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>η ακτίνα φωτός συνεχίζει αποκλειστικά στο άλλο μέσο (μόνον στον αέρα)</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>ένα μέρος της ακτίνας συνεχίζει στο ίδιο μέσο (στο νερό) και ένα άλλο εισέρχεται στο άλλο μέσο (στον αέρα)</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>ανάκλαση συμβαίνει αποκλειστικά στο ίδιο μέσο</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>διάθλαση συμβαίνει αποκλειστικά στο ίδιο μέσο</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>η γωνία που σχηματίζει η προσπίπτουσα ακτίνα φωτός με την κάθετο είναι ίση με τη γωνία που σχηματίζει η ανακλώμενη ακτίνα φωτός με την κάθετο.</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>η γωνία που σχηματίζει η προσπίπτουσα ακτίνα φωτός με την κάθετο είναι ίση με τη γωνία που σχηματίζει η διαθλώμενη ακτίνα φωτός με την κάθετο.</li></ul>		



**ΕΝΟΤΗΤΑ 5α:  
ΑΡΧΗ ΤΟΥ  
ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ  
Ή ΑΡΧΗ FERMAT**





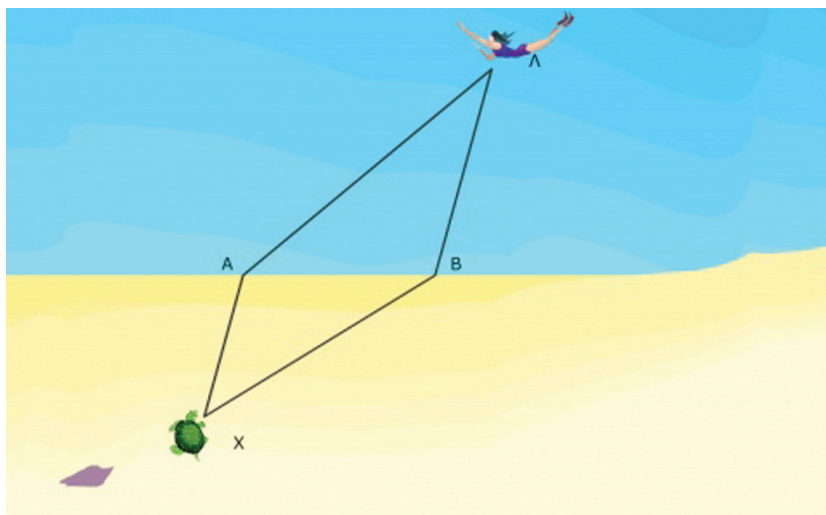
5.0.1. Η χελώνα θα ακολουθήσει τη διαδρομή:

ΛΑΧ

ΛΧ

ΛΒΧ

Να σημειώσεις ένα  $\checkmark$  στη σωστή διαδρομή και να αιτιολογήσεις.



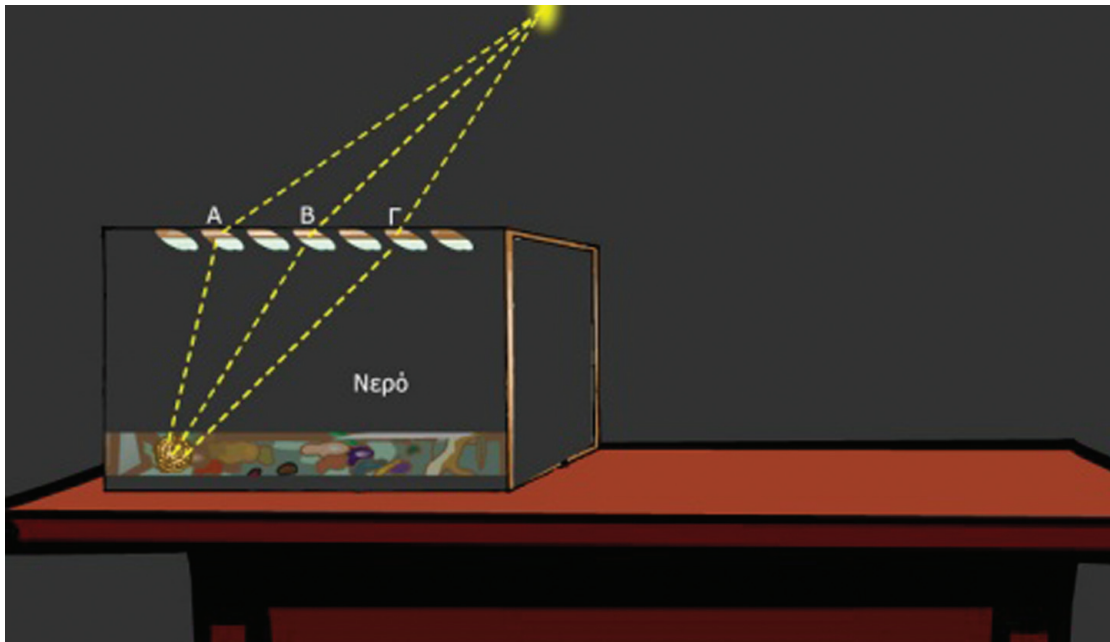
5.0.2. Εγώ θα ακολουθούσα τη διαδρομή:

ΛΑΧ

ΛΧ

ΛΒΧ

Να σημειώσεις ένα  $\checkmark$  στη σωστή διαδρομή που θα ακολουθούσες και να αιτιολογήσεις, γιατί διαφοροποιήθηκες, αν διαφοροποιήθηκες, από τη χελώνα.



**5.0.3.** Το φως θα ακολουθήσει τη διαδρομή μέσω της τρύπας:

A

B

Γ

Να σημειώσεις ένα ✓ στη σωστή διαδρομή που θα ακολουθήσει το φως για να φωτίσει το νόμισμα και να αιτιολογήσεις.

---



---

**5.0.4.** Στη συνέχεια να φέρεις τις καθέτους στα σημεία A, B και Γ.

Αν δεν επέλεξες τη διαδρομή μέσω της τρύπας B, να απαντήσεις στο παρακάτω ερώτημα:

Στη διαδρομή της επιλογής σου (μέσω A ή Γ) η ακτίνα φωτός πλησίασε ή απομακρύνθηκε από την κάθετο σε σχέση με την ευθύγραμμη διάδοσή της (μέσω της τρύπας B)

---



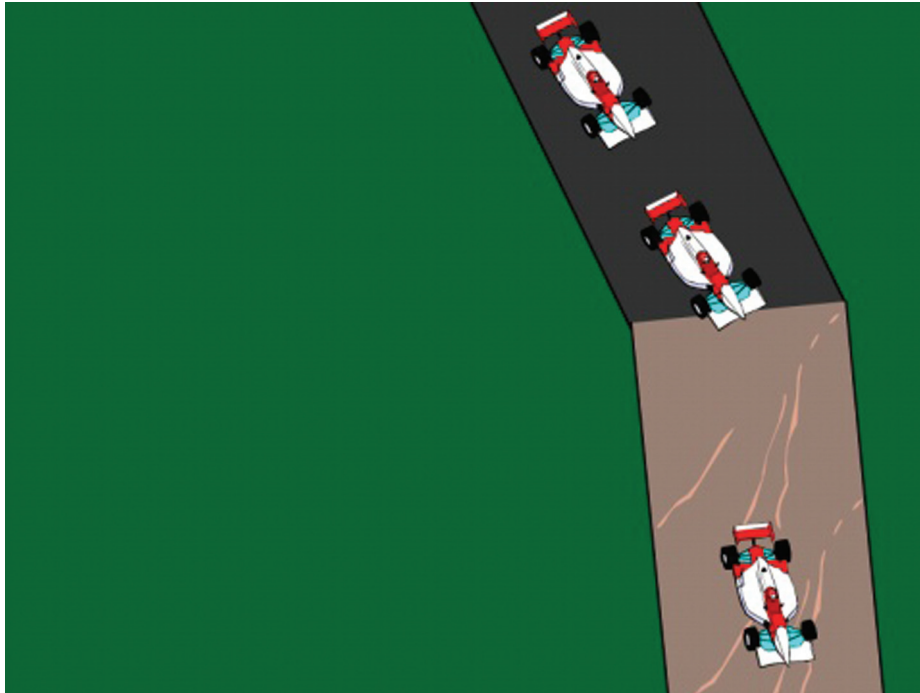
---



---

**Συμπέρασμα:** Όταν μια ακτίνα φωτός διέρχεται από ένα οπτικό μέσο με μεγαλύτερη ταχύτητα φωτός (οπτικά αραιότερο μέσο) σε ένα οπτικό μέσο με μικρότερη ταχύτητα φωτός (οπτικά πυκνότερο μέσο) τότε η ακτίνα αλλάζει πορεία και ..... την κάθετο.

Να συμπληρώσεις με τη σωστή έκφραση: πλησιάζει – απομακρύνεται από



**5.0.5.** Στη φωτογραφία βλέπεις ένα αυτοκίνητο που εισέρχεται από την άσφαλτο σε μια λασπώδη περιοχή πλάγια.

Η ρόδα που θα εισέλθει πρώτη στην λασπώδη περιοχή θα καλύψει ..... απόσταση από την άλλη ρόδα που βρίσκεται ακόμα στην άσφαλτο.

Να συμπληρώσεις με τη σωστή λέξη: μικρότερη – ίση - μεγαλύτερη

**5.0.6.** Επειδή οι ρόδες είναι ενωμένες μεταξύ τους, το αυτοκίνητο καθώς εισέρχεται στην λασπώδη περιοχή θα κινηθεί ως εξής:

---

---

---

**5.0.7.** Αναλογιζόμενος ότι το φως κινείται πιο γρήγορα στον αέρα παρά στο νερό, νομίζω ότι η αναλογία που υπάρχει ανάμεσα στο αυτοκίνητο και το φως είναι:

---

---

---

**5.0.8.** Άρα και το φως καθώς εισέρχεται από αραιότερο οπτικά μέσο (μεγαλύτερη ταχύτητα) σε πυκνότερο οπτικά μέσο (μικρότερη ταχύτητα) θα:

---

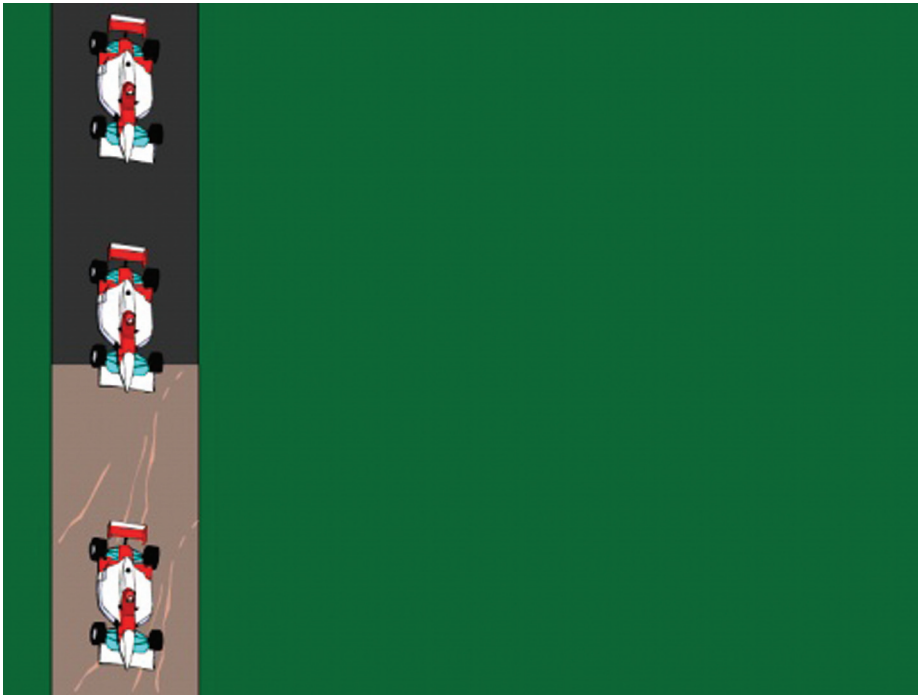
---

---





**5.0.9.** Το αυτοκίνητο αν εισέλθει κάθετα θα:



---

---

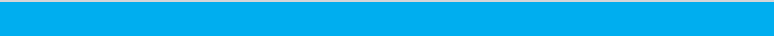
---

**5.0.10.** Το φως αν εισέλθει κάθετα από το ένα οπτικό μέσο σε άλλο θα:

---

---

---



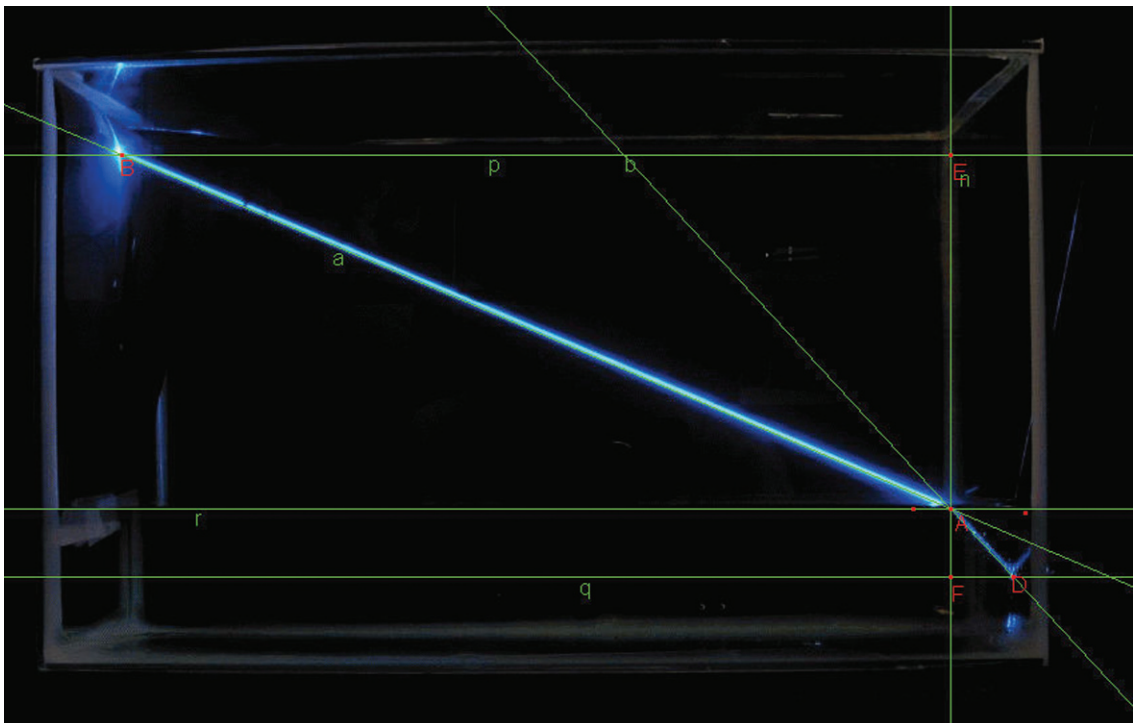
**ΕΝΟΤΗΤΑ 5β:  
ΠΟΤΕ ΚΑΙ ΠΩΣ ΤΟ  
ΦΩΣ ΑΠΟΚΛΙΝΕΙ;  
ΔΙΑΘΛΑΣΗ**



Άνοιξε το αρχείο “refraction\_image.fig” με το λογισμικό Cabri

Χρησιμοποίησε το λογισμικό Cabri και:

- Τοποθέτησε πάνω στην επιφάνεια του νερού, μια ακτίνα  $r$ .
- Τοποθέτησε μια ακτίνα  $a$  πάνω στην ακτίνα του φωτός, που βρίσκεται στον αέρα. Ονόμασε  $A$  το σημείο τομής ανάμεσα στις ευθείες  $a$  και  $r$ .
- Όρισε ένα δεύτερο σημείο, το  $B$ , πάνω στην ευθεία  $a$  ώστε να δημιουργηθεί το ευθύγραμμο τμήμα  $AB$ , που θα καθορίζει την ακτίνα του φωτός  $a$ , που ταξιδεύει στον αέρα.
- Τοποθέτησε μια ακτίνα  $b$  πάνω στη ακτίνα του φωτός που βρίσκεται στο νερό. Η ακτίνα  $b$  διέρχεται από το σημείο  $A$ . Όρισε ένα δεύτερο σημείο, το  $D$ , πάνω στην ευθεία  $b$  ώστε να δημιουργηθεί το ευθύγραμμο τμήμα  $AD$ , που θα καθορίζει την ακτίνα του φωτός  $b$ , που ταξιδεύει στο νερό.
- Σχεδίασε την κάθετο στην επιφάνεια του νερού στο σημείο  $A$  και ονόμασέ την  $n$ .
- Σχεδίασε δύο παράλληλες ευθείες στην επιφάνεια του νερού που να διέρχονται από τα σημεία  $B$  και  $D$  και ονόμασέ τις  $p$  και  $q$  αντίστοιχα.
- Όρισε τα σημεία τομής ανάμεσα στις παράλληλες ευθείες  $p$  και  $q$  και στην κάθετο στην επιφάνεια του νερού  $n$ . Ονόμασε τα σημεία τομής των παραλλήλων  $p$  και  $q$  με την κάθετο  $n$ ,  $E$  και  $F$  αντίστοιχα.
- Χάραξε τα ευθύγραμμο τμήματα  $BE$  και  $DF$ . Το σχήμα σου θα είναι κάπως έτσι:



- Αναγνώρισε τα τρίγωνα  $ABE$  και  $ADF$  και μέτρησε τις πλευρές τους  $AB$ ,  $BE$ ,  $AD$  και  $DF$ .

$AB =$  \_\_\_\_\_,  $BE =$  \_\_\_\_\_,  $AD =$  \_\_\_\_\_,  $DF =$  \_\_\_\_\_

- Βρες τις αναλογίες  $\frac{BE}{AB}$  και  $\frac{DF}{AD}$

$$\frac{BE}{AB} = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \frac{DF}{AD} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- Βρες την αναλογία  $\frac{\frac{BE}{AB}}{\frac{DF}{AD}} = \underline{\hspace{2cm}}$

- Η αναλογία μπορεί να γραφεί και ως αναλογία ημιτόνων γωνιών: Ποιών; Γράψε μέσα στις παρενθέσεις τις σωστές

$$\frac{\frac{BE}{AB}}{\frac{DF}{AD}} = \frac{\eta\mu(\underline{\hspace{1cm}})}{\eta\mu(\underline{\hspace{1cm}})}$$

Θα ονομάσουμε την αναλογία αυτή “δείκτη διάθλασης του νερού σε σχέση με τον αέρα”

Αποθηκεύστε το αρχείο σας με το όνομα refractionindex\_group...

Χρησιμοποιώντας το Cabri άνοιξε το αρχείο “refraction\_index\_gr.fig”

5.2.1. Παρατηρείς ότι ο “δείκτης διάθλασης υλικού 1” έχει τιμή 1 ( $n_1=1$ ) και ο “δείκτης διάθλασης υλικού 2” έχει τιμή 1,33 ( $n_2=1,33$ ).

Μετακινώντας με το ποντίκι το σημείο P, να επιλέξεις γωνία πρόσπτωσης  $\alpha = 44^\circ$ .

Να συμπληρώσεις τον πίνακα με τα δεδομένα που ζητούνται:

γωνία  $\alpha = 44^\circ$

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΕΤΡΗΣΗ
$\eta_{\mu \alpha}$	
$\eta_{\mu \beta}$	
$\frac{\eta_{\mu (\alpha)}}{\eta_{\mu (\beta)}} \equiv \frac{n_2}{n_1}$	

5.2.2. Τροποποίησε την τιμή της γωνίας πρόσπτωσης της ακτίνας ( $\alpha$ ) και να καταγράψεις τις τιμές στον πίνακα που ακολουθεί:

ΓΩΝΙΑ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ A	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ $\frac{\eta_{\mu (\alpha)}}{\eta_{\mu (\beta)}} \equiv \frac{n_2}{n_1}$
$\alpha_1=$	
$\alpha_2=$	
$\alpha_3=$	
$\alpha_4=$	

5.2.3. Βάλε μια τιμή στη γωνία πρόσπτωσης  $\alpha$ , και στη συνέχεια τροποποίησε το ύψος του νερού, μετακινώντας με το ποντίκι το σημείο H και να καταγράψεις τις τιμές στον παρακάτω πίνακα:  
για  $\alpha =$

ΥΨΟΣ ΝΕΡΟΥ h	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ $\frac{\eta_{\mu (\alpha)}}{\eta_{\mu (\beta)}} \equiv \frac{n_2}{n_1}$

**5.2.4.** Να αλλάξεις το υλικό στο δοχείο, τροποποιώντας τον συντελεστή διάθλασης του υλικού 2 σύμφωνα με τις τιμές της πρώτης στήλης του πίνακα που ακολουθεί και να καταγράψεις τις τιμές της γωνίας διάθλασης β.

για α =

ΥΛΙΚΟ 2	ΓΩΝΙΑ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ Β	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ $\frac{\eta_{\mu}(\alpha)}{\eta_{\mu}(\beta)} \equiv \frac{n_2}{n_1}$
Ελαιόλαδο (n = 1,46)		
Βενζίνη (n = 1,49)		
Ηλιέλαιο (n = 1,65)		

**5.2.5.** Σε τι συμπεράσματα καταλήγεις;

Για δεδομένα υλικά 1 και 2, εξαρτάται ο λόγος  $\frac{\eta_{\mu}(\alpha)}{\eta_{\mu}(\beta)} \equiv \frac{n_2}{n_1}$  από την γωνία πρόσπτωσης;

---



---



---

Για δεδομένα υλικά 1 και 2, εξαρτάται ο λόγος  $\frac{\eta_{\mu}(\alpha)}{\eta_{\mu}(\beta)} \equiv \frac{n_2}{n_1}$  από το ύψος του νερού;

---



---



---

Από τι τελικά εξαρτάται ο λόγος  $\frac{\eta_{\mu}(\alpha)}{\eta_{\mu}(\beta)} \equiv \frac{n_2}{n_1}$  ;

---



---



---

**5.2.6.** Τι συμβαίνει στη γωνία β καθώς αυξάνεις τον συντελεστή διάθλασης του υλικού 2.

---



---



---

Άνοιξε το αρχείο “critical\_angle.fig” με το Cabri.

- Αφήστε το συντελεστή διάθλασης του υλικού μέσου 1 να είναι  $n_1=1$  και  $n_2=1,33$  για το υλικό 2 (σε σχέση πάντα με τον αέρα).
- Τοποθέτησε πάνω στην ευθεία η την ημιευθεία α η οποία αναπαριστά την προσπίπτουσα δέσμη φωτός. Στρέψε την α μέχρι να μπορείς να δεις τις διαθλώμενες ακτίνες στον αέρα.
- Χρησιμοποίησε τις ιδιότητες του λογισμικού για να μετρήσεις τις προσπίπτουσες γωνίες  $\theta_i$  και τις ανακλώμενες  $\theta_r$  της δέσμης του φωτός στην επιφάνεια επαφής νερού και αέρα.

$$\theta_i = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\theta_r = \underline{\hspace{2cm}}$$

- Ονόμασε  $\theta_i = \theta_L$  την μικρότερη γωνία για την οποία δεν μπορείς να δεις τις διαθλώμενες ακτίνες

$$\theta_L = \underline{\hspace{2cm}}$$

Η  $\theta_L$  καλείται «οριακή γωνία» ή «κρίσιμη γωνία».







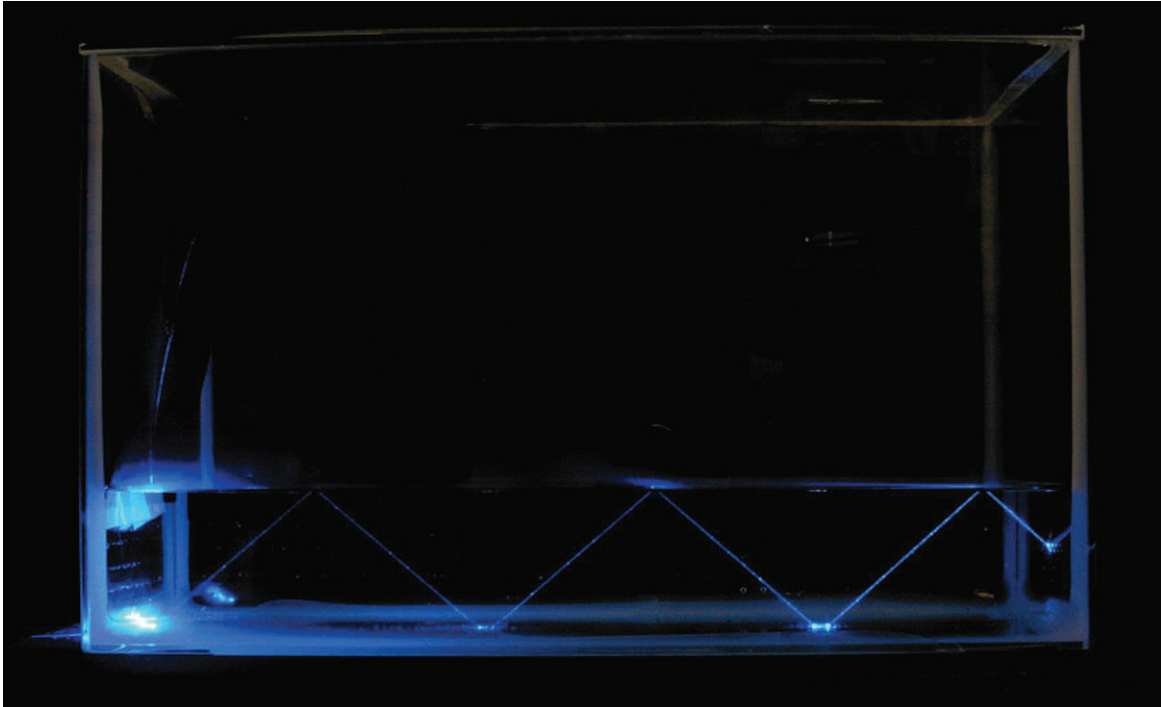
**ΕΝΟΤΗΤΑ 6: ΠΩΣ  
ΕΙΝΑΙ ΦΤΙΑΓΜΕΝΗ  
ΜΙΑ ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ;  
ΠΡΩΤΕΣ ΝΥΞΕΙΣ**



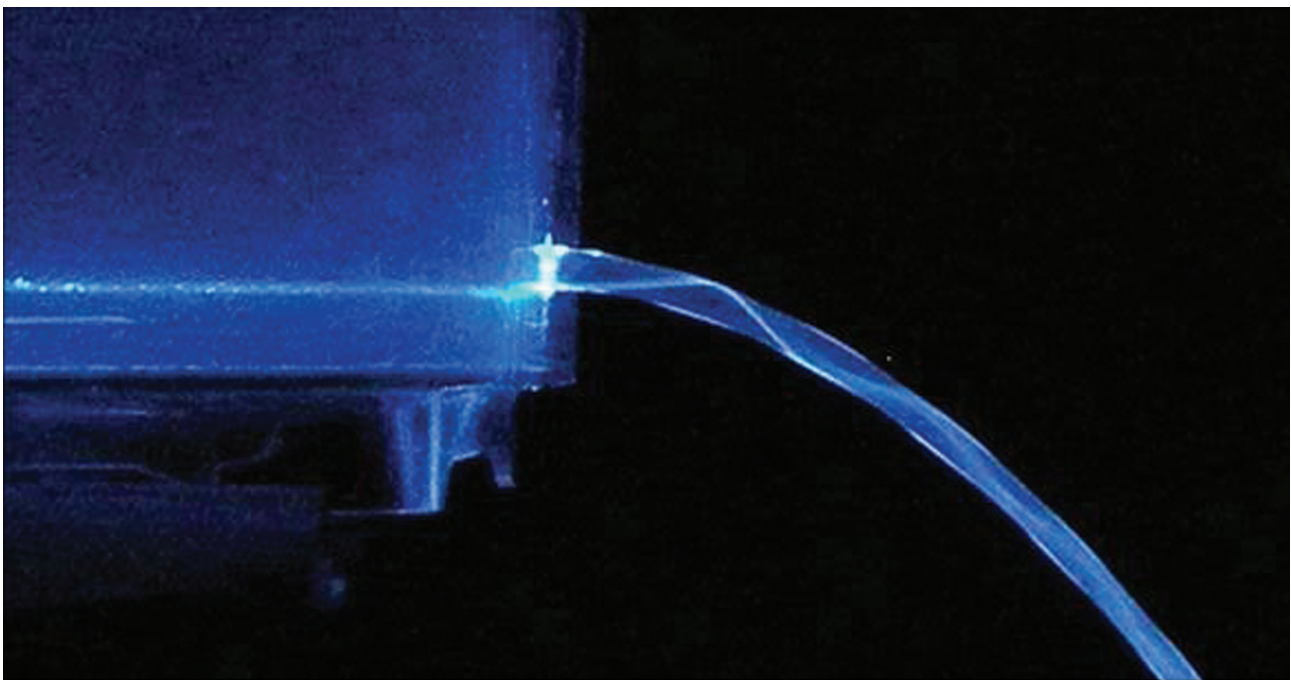
# 6.1

Κοίτα προσεκτικά στην εικόνα των δυο πειραμάτων που έχεις εκτελέσει.

## ΠΕΙΡΑΜΑ 1



## ΠΕΙΡΑΜΑ 2





**6.1.1.** Ποια είναι τα υλικά από τα οποία αποτελούνται οι επιφάνειες στο κάτω και πάνω μέρος του δοχείου;

---

---

---

**6.1.2.** Μπορείς να δεις κάποιες διαφορές στη συμπεριφορά του φωτός πάνω στις δυο επιφάνειες;

---

---

---

**6.1.3.** Στο παραπάνω πείραμα ποιες είναι οι επιφάνειες στις οποίες το φως υπόκειται σε ολική εσωτερική ανάκλαση;

---

---

---

*Κοίτα ξανά στις φωτογραφίες των αρχικών δραστηριοτήτων την πορεία του νερού κατά την εκτόξευσή του.*

**6.1.4.** Ποια είναι εκείνα τα χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την καθοδήγηση του φωτός;

---

---

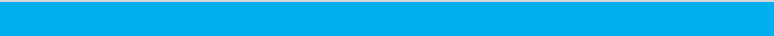
---

**6.1.5.** Ποιος είναι ο πυρήνας της καθοδήγησης του φωτός κατά την εκτόξευση του νερού; Και ποιο το εξωτερικό περιβάλλον υλικό;

---

---

---



**ΕΝΟΤΗΤΑ 7:  
ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ  
ΔΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ  
ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΣΕ ΜΙΑ  
ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ;**



**7.1.1.** Για ποιες εφαρμογές θα μπορούσε το πείραμα με την εκτόξευση του νερού να είναι χρήσιμο;

---

---

---

Ποιο θα ήταν το κύριο πρόβλημα στην μετάδοση μηνυμάτων;

---

---

---

**7.1.2.** Είναι πραγματικά σημαντικό να βλέπουμε την πορεία του φωτός στην καθοδήγηση του φωτός;

---

---

---

---

---

---

---



## 7.2

Τρίψε με το γυαλόχαρτο μια μικρή περιοχή του εξωτερικού τοιχώματος της οπτικής ίνας και, στη συνέχεια, στείλε μια δέσμη φωτός λέιζερ μέσα στην οπτική ίνα.

### 7.2.1. Συνεχίζει η άλλη άκρη της οπτικής ίνας να είναι φωτεινή;

---

---

---

Τι παρατηρείς στο σημείο που έτριψες την οπτική ίνα; Γιατί πιστεύεις ότι συμβαίνει αυτό;

---

---

---

### 7.2.2. Πώς νομίζεις ότι είναι εσωτερικά η οπτική ίνα;

Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της και ποιες ιδιότητες έχει;

---

---

---





**MATERIALS  
SCIENCE PROJECT**

UNIVERSITY-SCHOOL PARTNERSHIPS  
FOR THE DESIGN AND IMPLEMENTATION  
OF RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED  
MODULES ON MATERIAL PROPERTIES

ISBN 978-9963-689-45-3  
2009