



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Διδακτική της Φυσικής: Ερευνητικές Προσεγγίσεις στη Μάθηση και στη Διδασκαλία

Ενότητα 4Α: Η διδασκαλία του σεληνιακού  
ανακλαστήρα στο Γυμνάσιο - Παράδειγμα καινοτομικής  
αντίληψης για τη διδασκαλία της φυσικής

Δημήτρης Κολιόπουλος

Σχολή Ανθρωπιστικών & Κοινωνικών Επιστημών

Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης  
και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία

# Σκοποί ενότητας

- ✓ Να δοθεί ένα παράδειγμα εφαρμογής της καινοτομικής αντίληψης για τη διδασκαλία της φυσικής στο Γυμνάσιο.



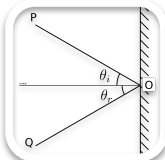
# Περιεχόμενα ενότητας

- ✓ Διδακτική πρόταση για τη διδασκαλία της ανάκλασης του φωτός
- ✓ Χαρακτηριστικά της καινοτομικής αντίληψης
- ✓ Ακολουθία ενοτήτων και διδακτικοί στόχοι
- ✓ Φύλλα εργασίας με δραστηριότητες

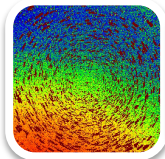


# Η καινοτομική αντίληψη για τη διδασκαλία της φυσικής

## Ο ΣΕΛΗΝΙΑΚΟΣ ΑΝΑΚΛΑΣΤΗΡΑΣ



ανάκλαση του φωτός



φύση και διάδοση του φωτός



# Η παραδοσιακή διδακτική προσέγγιση για τη διδασκαλία της ανάκλασης στη Φυσική της Γ' Γυμνασίου [1]

## Κεφάλαιο 6: «Φύση και διάδοση του φωτός»

- 6.2 Ευθύγραμμη διάδοση και η ταχύτητα διάδοσης του φωτός

## Κεφάλαιο 7: «Ανάκλαση του φωτός»

- 7.1 Κατοπτρική ανάκλαση του φωτός

Τα παραπάνω αναμειγνύονται και με διάφορα άλλα στοιχεία γύρω από την έννοια «φως» και την οπτική γενικότερα, όπως τη φωτεινή ενέργεια, τη σκιά και τα είδωλα.



# Διαμόρφωση ευρέων θεματικών/ εννοιολογικών ενοτήτων - Καθοδηγούν θέμα [2]

## Καθοδηγούν θέμα: πείραμα Lunar Laser Ranging (μέτρηση απόστασης Γης-Σελήνης με λέιζερ)

- δε συνιστά αντικείμενο μελέτης
- αποτελεί ένα πολιτισμικό στοιχείο – δίαυλος επικοινωνίας πολιτισμικής συνιστώσας της επιστημονικής γνώσης με εννοιολογική – μεθοδολογική
- συγκροτείται δίκτυο ευρέων θεματικών/εννοιολογικών ενοτήτων σχετικών με την ανάκλαση και τα εξέχοντα χαρακτηριστικά του φωτός



# Η δομή της ακολουθίας των ενοτήτων και οι γνωστικοί στόχοι

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΠΡΟΒΛΗΜΑ	ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ
1-2	Τι συμβαίνει στο πείραμα Lunar Laser Ranging;	ευθύγραμμη διάδοση φωτός σταθερή ταχύτητα φωτός πλεονεκτήματα laser		τεχνολογικά χαρακτηριστικά του πειράματος LLR
3-4	Πώς είναι φτιαγμένα τα κάτοπτρα;	ανάκλαση	κατασκευή κατάλληλου σεληνιακού ανακλαστήρα	



# “Σε βάθος” πραγμάτευση ενός εννοιολογικού στοιχείου με παράλληλη εισαγωγή στοιχείων “ποιοτικής” φυσικής [2]

## Κύριο εννοιολογικό πλαίσιο

- κατοπτρική ανάκλαση (γεωμετρική οπτική)

## Επικουρικά εννοιολογικά πλαίσια

- φύση και διάδοση του φωτός (μακροσκοπικά)





# Ενέργειες και δραστηριότητες (1)

ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΗ	ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ
Περιγράψτε τα κύρια τεχνολογικά μέσα που χρησιμοποιούνται στο πείραμα LLR.	Αντιστοίχιση των κύριων τεχνολογικών στοιχείων του πειράματος ως πομπών και δεκτών της δέσμης laser.	Παρακολούθηση αποσπάσματος επεισοδίου της τηλεοπτικής σειράς “The Big Bang Theory”.
Ποια είναι η κατεύθυνση του φωτός;	Αναγνώριση της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός.	Κατασκευή πειραματικής διάταξης για την ανάδειξη της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός.
Αλλάζει η ταχύτητα του φωτός στο διάστημα (κενό);	Αναγνώριση της ταχύτητας του φωτός ως σταθερά.	Προβλήματα υπολογισμού αποστάσεων Γης-Σελήνης.
Για ποιο λόγο χρησιμοποιούμε laser και όχι λευκό φως στο πείραμα LLR;	Διαπίστωση της έντασης, της κατευθυντικότητας και της μικρότερης διάχυσης του laser έναντι του λευκού φωτός.	Επίδειξη laser και λευκού φωτός (στόχευση σε μη ανακλαστικό δέκτη).



# πρώτο φύλλο εργασίας

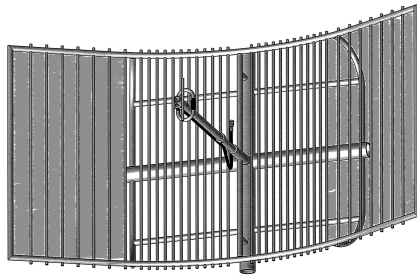
## δραστηριότητα 1

Παρακολούθηση ειδικά διαμορφωμένου αποσπάσματος της δημοφιλούς τηλεοπτικής σειράς "[The Big Bang Theory](#)", όπου με χιουμοριστικό τρόπο παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία του πειράματος LLR.

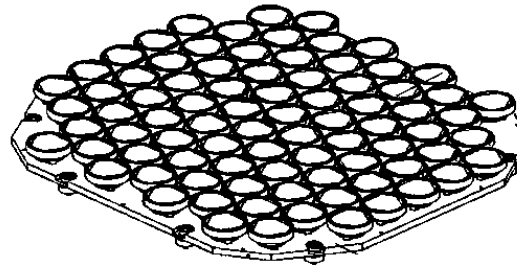
Στο απόσπασμα που παρακολουθήσαμε, οι πρωταγωνιστές χρησιμοποιούν προηγμένο εξοπλισμό για την εκτέλεση του πειράματος Lunar Laser Ranging (μέτρηση απόστασης Γης-Σελήνης με λέιζερ). Παρακάτω δίνονται τα τεχνολογικά στοιχεία που αξιοποιούνται στο πείραμα αυτό.



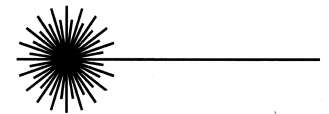
Εικόνα 1: Συσκευή παραγωγής λέιζερ



Εικόνα 2: Φωτοπολλαπλασιαστής



Εικόνα 3: Σεληνιακός ανακλαστήρας



Εικόνα 4: Δέσμες λέιζερ

- 1.1 Ποια από αυτά συνιστούν πομπούς και ποια δέκτες της δέσμης λέιζερ;
- 1.2 Με ποια σειρά πρέπει να τοποθετηθούν ώστε να πραγματοποιηθεί το πείραμα;



# πρώτο φύλλο εργασίας

## δραστηριότητα 2

Το λέιζερ είναι μια ειδική περίπτωση ακτινοβολίας, η οποία έχει τα ίδια θεμελιώδη χαρακτηριστικά με το ορατό λευκό φως. Η συσκευή εκπομπής του λέιζερ στο βίντεο δείχνει τη δέσμη να εκπέμπεται ευθύγραμμα.

**2.1** Συμβαίνει όμως το ίδιο και με το λευκό φως που εκπέμπεται, για παράδειγμα, από ένα μικρό φακό;

**2.2** Μπορείς να σκεφτείς ένα πείραμα που μπορούμε να κάνουμε στην τάξη ώστε να το διαπιστώσουμε;

*Κατασκευή πειραματικής διάταξης με ευθυγραμμισμένα μη ανακλαστικά CD, από το κέντρο των οποίων περνά, αρχικά, δέσμη φωτός και, κατόπιν, δέσμη λέιζερ, που προσπίπτουν σε στόχο.*

**2.3** Τόσο η δέσμη που εκπέμπεται από το λέιζερ όσο και αυτή από το φακό φαίνονται πως διαδίδονται ευθύγραμμα, τουλάχιστον για τη μικρή απόσταση που μπορούμε να τις δούμε με γυμνό μάτι. Πιστεύεις ότι η κατεύθυνση της δέσμης αλλάζει στις μεγάλες αποστάσεις, όπως αυτή της Γης-Σελήνης;



# πρώτο φύλλο εργασίας

## δραστηριότητα 3

*Το 1905 ο Άλμπερτ Αϊνστάιν στη θεωρία του έθεσε αξιωματικά την ταχύτητα του φωτός στο κενό ως μια σταθερά, δηλαδή υποστήριξε ότι έχει μια συγκεκριμένη τιμή εφόσον διαδίδεται στο διάστημα ή σε οποιοδήποτε άλλο χώρο που θεωρείται κενός. Η αντίληψη αυτή υποστηρίχτηκε από προγενέστερα και μεταγενέστερα πειραματικά δεδομένα και μέχρι σήμερα είναι γενικά αποδεκτή από τους επιστήμονες.*

Οι αστροφυσικοί υπολογίζουν εδώ και δεκαετίες την απόσταση Γης-Σελήνης με το πείραμα LLR, μετρώντας το χρόνο που χρειάζεται η δέσμη λέιζερ για να φτάσει στο φεγγάρι. Οι παρατηρήσεις τους αποδεικνύουν ότι η απόσταση αυτή δεν είναι σταθερή. Στον πίνακα δίνονται κάποια στοιχεία για το έτος 2014.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΗΣ-ΣΕΛΗΝΗΣ (km)	ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ (s)
16 Ιανουαρίου	406528	1,356
15 Απριλίου	385094	1,285
10 Αυγούστου	356898	1,190

**3.1** Στο βίντεο που παρακολουθήσαμε, οι πρωταγωνιστές είναι βέβαιοι ότι το λέιζερ τους πέτυχε τη Σελήνη, επειδή η δέσμη χρειάστηκε 2,5s για να επιστρέψει πίσω στη Γη. Ποια στοιχεία θεωρούν δεδομένα προκειμένου να κάνουν αυτόν τον υπολογισμό;

**3.2** Η ταχύτητα του φωτός στο κενό έχει τιμή  $c=299.792.458$  m/s και το φως διαδίδεται στο κενό ευθύγραμμα και ομαλά. Σε ποια απόσταση από τη Γη βρισκόταν η Σελήνη τη νύχτα που πραγματοποιήσαν το πείραμα;

# πρώτο φύλλο εργασίας

## δραστηριότητα 4

*Πραγματοποιούμε εκπομπή δέσμης λευκού φωτός και λέιζερ σε μη ανακλαστικό στόχο, για ανάδειξη της μονοχρωματικότητας, της έντασης, της κατευθυντικότητας και της μικρότερης διάχυσης της δεύτερης σε σχέση με την πρώτη.*

**4.1** Ποια είναι εκείνα τα χαρακτηριστικά που κάνουν το λέιζερ καταλληλότερο από το λευκό φως για το πείραμα Lunar Laser Ranging;



# Ενέργειες και δραστηριότητες (2)

ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΗ	ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ
Πώς ερμηνεύετε την επιστροφή της δέσμης laser από τη Σελήνη στη Γη στο πείραμα LLR;	Εφαρμογή του νόμου της ανάκλασης σε επίπεδα κάτοπτρα.	Χρήση υπολογιστικών προσομοιώσεων.
Ποια είναι η ειδική μορφή του σεληνιακού ανακλαστήρα;	Εφαρμογή του νόμου της ανάκλασης σε κάτοπτρα στο πρότυπο αυτών του σεληνιακού ανακλαστήρα.	Κατασκευή πειραματικής διάταξης για την ανάδειξη της ανάκλασης από το σεληνιακό ανακλαστήρα.
Ανακεφαλαιωτική συζήτηση.	Σύνοψη των φυσικών και τεχνολογικών χαρακτηριστικών που κάνουν το πείραμα LLR εφικτό.	Παρακολούθηση αποσπάσματος επεισοδίου της τηλεοπτικής σειράς “Mythbusters”.



# δεύτερο φύλλο εργασίας

## δραστηριότητα 1

Στο βίντεο που παρακολουθήσαμε, η δέσμη λέιζερ εκπέμπεται προς ένα ανακλαστήρα τοποθετημένο στη Σελήνη από τα πληρώματα αστροναυτών που βρέθηκαν εκεί τον περασμένο αιώνα.

**1.1** Ποιες ανακλαστικές επιφάνειες μπορείς να σκεφτείς εσύ;

**1.2** Με ποιον τρόπο ανακλάται μια δέσμη φωτός σε έναν απλό επίπεδο καθρέφτη;

*Χρήση της [υπολογιστικής προσομοίωσης 1](#) για την ανάδειξη του νόμου της ανάκλασης σε επίπεδο κάτοπτρο (γωνία πρόσπτωσης=γωνία ανάκλασης).*

**1.3** Στην επόμενη υπολογιστική προσομοίωση που θα δούμε, οι δέσμες λέιζερ πρέπει να φτάσουν στο χαρτί-στόχο που κρατάει το αγόρι. Έχουμε στη διάθεσή μας τέσσερις επίπεδους καθρέφτες. Μπορείς να προτείνεις λύσεις;

*Χρήση της [υπολογιστικής προσομοίωσης 2](#) για την εφαρμογή του νόμου της ανάκλασης σε πολλαπλά επίπεδα κάτοπτρα.*



# δεύτερο φύλλο εργασίας

## δραστηριότητα 2

Οι επιστήμονες που κατασκεύασαν τους σεληνιακούς ανακλαστήρες χρειάστηκε να σκεφτούν τη βέλτιστη διάταξη κατόπτρων, προκειμένου να εξασφαλίσουν την ανάκλαση της δέσμης λέιζερ έτσι ώστε αυτή να επιστρέψει στη Γη.

**2.1** Ποια διάταξη μπορείς εσύ να προτείνεις; Σχημάτισε τη δική σου πρόταση, αν διαθέτεις μέχρι 5 μικρά κομμάτια καθρέφτη.

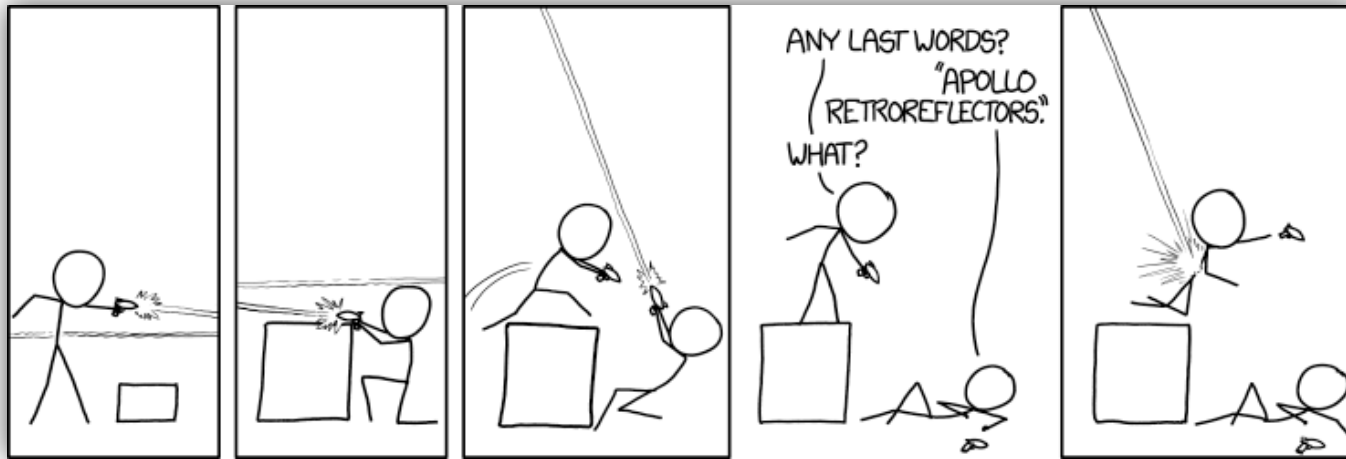
*Έλεγχος των υποθέσεων με πραγματικούς μικρούς καθρέφτες, λέιζερ και στόχο.*





# δεύτερο φύλλο εργασίας

## δραστηριότητα 3



Εικόνα 5: Turnabout

**3.1** Τι υποτίθεται ότι συμβαίνει στο παραπάνω σκίτσο;

**3.2** Κάτω από ποιες προϋποθέσεις θα ήταν εφικτή μια τέτοια τροπή;



# δεύτερο φύλλο εργασίας

## δραστηριότητα 4

*Παρακολούθηση ειδικά διαμορφωμένου αποσπάσματος της δημοφιλούς τηλεοπτικής σειράς “[Mythbusters](#)”, όπου παρουσιάζεται το πείραμα LLR, όπως πραγματικά γίνεται από τα ερευνητικά κέντρα.*

Η NASA προβλέπει ότι θα είναι έτοιμη να στείλει επανδρωμένες αποστολές στον Άρη γύρω στο 2035, οι οποίες θα μπορούν να εγκαταστήσουν ανακλαστήρες στην επιφάνεια του πλανήτη.

**4.1** Μπορείς να σχεδιάσεις το δικό σου πείραμα “Mars” Laser Ranging;

**4.2** Τι θα μπορούσες να υπολογίσεις ή να ανακαλύψεις με αυτό;



# Η επίδραση της υποθετικο-παραγωγικής μεθοδολογικής προσέγγισης [2]

## 2 δραστηριότητες-προβλήματα

- Τι συμβαίνει στο πείραμα LLR;
- Πώς είναι φτιαγμένα τα κάτοπτρα;

## 5 τύποι προβλημάτων-επιλύσεων

- καθοδηγούμενη δραστηριότητα – μη εργαστηριακή (διαφ. 11,13,18)
- καθοδηγούμενη δραστηριότητα – ανακαλυπτική επίδειξη (διαφ. 14)
- δραστηριότητα βασισμένη σε έργο – πείραμα ελέγχου (διαφ. 16,17)
- ανοικτή δραστηριότητα – μη εργαστηριακή (διαφ. 19)
- ανοικτή δραστηριότητα – ανακαλυπτική επίδειξη (διαφ. 12)



# Η οργανική ένταξη της πολιτισμικής διάστασης των φυσικών επιστημών στις διάφορες θεματικές ενότητες [2]

## Εισαγωγή πολιτισμικής συνιστώσας με το πείραμα LLR

- διατρέχει ολόκληρο το πλάνο μαθήματος
- δε μπαίνει ανεκδοτολογικά – ευκαιριακά
- συνδυάζεται με την εννοιολογική και τη μεθοδολογική συνιστώσα
- στοιχείο προσέγγισης της τεχνολογική πραγματικότητας
- προσέλκυση ενδιαφέροντος με το θέμα των διαστημικών αποστολών



# Τέλος Ενότητας



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Πανεπιστημίου Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Σημειώματα



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.00**.





# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Δημήτρης Κολιόπουλος, «Διδακτική της Φυσικής: Ερευνητικές Προσεγγίσεις στη Μάθηση και τη Διδασκαλία» Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/PN1445/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες

Εικόνα 1: Συσκευή εκπομπής laser

<http://phys.org/news/2013-12-npl-arden-photonics-camera-technology.html>

Εικόνα 2: Φωτοπολλαπλασιαστής

[http://www.comprodcom.com/Products/Parabolic%20Directional%20Antennas/antennas-parabolic-directional-antenna-parabolic-reflector-series-806-960-mhz\\_48\\_42/](http://www.comprodcom.com/Products/Parabolic%20Directional%20Antennas/antennas-parabolic-directional-antenna-parabolic-reflector-series-806-960-mhz_48_42/)

Εικόνα 3: Σεληνιακός ανακλαστήρας

[http://ilrs.gsfc.nasa.gov/missions/satellite\\_missions/current\\_missions/ga03\\_reflector.html](http://ilrs.gsfc.nasa.gov/missions/satellite_missions/current_missions/ga03_reflector.html)



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες

Εικόνα 4: Δέσμη laser

[https://pixabay.com/static/uploads/photo/2013/04/01/10/57/laser-98735\\_640.png](https://pixabay.com/static/uploads/photo/2013/04/01/10/57/laser-98735_640.png)

Εικόνα 5: Turnabout <http://www.xkcd.com/1441/>



# Βιβλιογραφικές αναφορές

- [1] Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασίμπα, Λ. (2014). *Φυσική Γ' Γυμνασίου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων "Διόφαντος"
- [2] Κολιόπουλος, Δ. (2004). *Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

