

**Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. – Τομέας Φυσικής**

**Τελικό Διαγώνισμα στο μάθημα “Οπτική και Εργαστήριο”**  
Διδάσκων: Ηλίας Σ. Ζουμπούλης Διάρκεια: 2 h  
Απαντήστε σε όλα τα (ισοδύναμα) θέματα

Ζωγράφου, 21/1/2019

**1.** Δύο λεπτοί συγκλίνοντες φακοί, δείκτη διάθλασης (δ.δ.)  $n = 1,50$  και εστιακής απόστασης  $f_1 = 40 \text{ cm}$  και  $f_2 = 60 \text{ cm}$  αντίστοιχα, έχουν τοποθετηθεί σε απόσταση  $d = 20 \text{ cm}$  μεταξύ τους στον αέρα (δ.δ.  $n_a = 1,00$ ).

**1.a.** Υπολογίστε την εστιακή απόσταση  $f$  του ‘ισοδύναμου φακού’.

$$\underline{\text{Υπόδειξη:}} \quad \frac{1}{f} = \left( \frac{1}{f_1} \right) + \left( \frac{1}{f_2} \right) - \left[ \frac{d}{f_1 \cdot f_2} \right].$$

**1.b.** Υπολογίστε τις αποστάσεις  $h_1$  και  $h_2$  των κυρίων επιπέδων  $H_1$  και  $H_2$  από τον πρώτο και από τον δεύτερο φακό αντίστοιχα.

$$\underline{\text{Υπόδειξη:}} \quad h_1 = \left( d \cdot f \right) / f_2, \quad h_2 = - \left( d \cdot f \right) / f_1.$$

**1.c.** Πού θα πρέπει να τοποθετηθεί ένα αντικείμενο, ώστε το είδωλό του να σχηματίζεται σε μια οθόνη σε απόσταση 45 cm δεξιά από τον δεύτερο φακό; Για την εύρεση της θέσης του αντικειμένου να χρησιμοποιηθεί η έννοια του ‘ισοδύναμου φακού’. {Σχήμα!}.

$$\underline{\text{Υπόδειξη:}} \quad \text{Εξίσωση των λεπτών φακών: } \frac{1}{f} = \left( \frac{1}{s} \right) + \left( \frac{1}{s'} \right).$$

**1.d.** Να βρεθεί και πάλι η θέση του αντικειμένου που τελικά θα απεικονιστεί στην οθόνη, θεωρώντας ότι ο πρώτος φακός δημιουργεί ένα είδωλο που παίζει τον ρόλο του αντικειμένου για τον δεύτερο φακό, ο οποίος σχηματίζει το τελικό είδωλο στην προαναφερόμενη οθόνη. [Σχήμα!]

**2.** Τα ‘κβάζαρς’ [ακρωνύμιο στην Αγγλική γλώσσα της ονομασίας Quasars, QUAsi StellAr Radio Sources = Αστεροειδείς Πηγές Ραδιοκυμάτων] θεωρείται ότι είναι μακρινοί γαλαξίες με μία ‘μαύρη οπή’ στο κέντρο τους. [Τα Quasars εκπέμπουν πολύ περισσότερη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από ένα ‘κοινό’ γαλαξία.] Τα ραδιοκύματα υποθέτουμε ότι εκπέμπονται από την διαστρική ύλη του γαλαξία, καθώς αυτή καταρρέει προς την ‘μαύρη οπή’. Η πηγή

αυτή ραδιοκυμάτων θεωρείται ότι είναι διαμέτρου μόλις (!) μερικών ετών φωτός.

Η Ρωσική Εταιρεία Διαστήματος σχεδιάζει να τοποθετήσει σε τροχιά από την Γη ένα διαστημικό ραδιοτηλεσκόπιο, σε απόσταση 77 000 km από την Γη. Το ραδιοτηλεσκόπιο αυτό, συνεργαζόμενο με την παράταξη ραδιοτηλεσκοπίων VLBA [Very Large Baseline Array] – εγκαταστημένη στο Socorro της Πολιτείας New Mexico, Η.Π.Α. – θα δημιουργήσει ένα ραδιοτηλεσκόπιο ενεργού ανοίγματος διαμέτρου 77 000 km.

**2.a.** Ποιό είναι το μέγεθος (σε έτη φωτός και σε km) της μικρότερης λεπτομέρειας που είναι εφικτό να διακρίνει το τηλεσκόπιο αυτό στο Quasar 3C 405 που απέχει  $7,2 \times 10^8$  έτη φωτός από την Γη, αν χρησιμοποιηθούν ραδιοκύματα συχνότητας 1665 MHz;

$$\underline{\text{Υπόδειξη:}} \quad \text{Κριτήριο Rayleigh: } \varepsilon_{\min} = 1,22 \lambda / D.$$

**2.b.** Τδια ερώτηση για το επίγειο ραδιοτηλεσκόπιο ‘FAST’ [Five-Hundred-Meter Aperture Spherical Telescope] που εγκαθιστά η Κίνα για τον εντοπισμό παρόμοιων εξωτικών αντικειμένων στο Σύμπαν (Προβλεπόμενος χρόνος λειτουργίας: Σεπτέμβριος 2019).  $D=500 \text{ m}$

**2.c.** Ποιά θα πρέπει να είναι η διάμετρος του αντικειμενικού κατόπτρου ενός οπτικού τηλεσκοπίου που λειτουργεί σε μήκος κύματος  $\lambda = 550 \text{ nm}$  και έχει την ίδια διακριτική ικανότητα με το ραδιοτηλεσκόπιο ‘FAST’;

**2.d.** Γιατί τα ραδιοτηλεσκόπια προτιμώνται για την παρατήρηση τού απώτατου (χωρικά, επομένως και χρονικά) Σύμπαντος; Σε ποιά σημεία υπερέχει ένα διαστημικό ραδιοτηλεσκόπιο;



### Fata Morgana

[Από την ποιητική συλλογή 'Τραβέρσο' του Νίκου Καββαδία-1975]

Στή Θεανώ Σουνά

Θά μεταλάβω μὲ νερὸ θαλασσινὸ  
στάλα τὴ στάλα συναγμένο ἀπ' τὸ κορμὶ σου  
σὲ τάσι ἄρχαδο, μπακιρένιο ἀλγερινό,  
ποὺ κοινωνοῦσαν πειρατές πρὶν πολεμήσουν.

Στρειδὶ ὠκεάνιο ἄρραβωνίζεται τὸ φῶς.  
Γεύσῃ ἀπὸ φλοιού τοῦ ροδιοῦ, στυφὸ κυδώνι  
κι ὁ ἄρρητος τόνος, πιὸ πικρὸς καὶ πιὸ στυφός,  
ποὺ ἐναποθέτανε στὰ βάζα οἱ Καρχιδόνιοι.

Πλανὶ δερμάτινο ὀλειψμένο μὲ κερί,  
όσμῃ ἀπὸ κέδρο, ἀπὸ λιβάνι, ἀπὸ βερνίκι,  
ὅπως μωρίζει ἀμπάρι σὲ παλιὸ σκαρὶ<sup>1</sup>  
χτισμένο τότε στὸν Εὐφράτη στὴ Φοινίκη.

Χόρτο ξανθὸ τρίποδο σκέπει μαντικό.  
Κι ἔνα ποτάμι μὲ ζεστή, λιωμένη πίσσα,  
ἄγριο, ἀκαταμάχητο, ἀπειλητικό,  
ποτίζει τοὺς ἀμαρτωλοὺς ποὺ σ' ἀγαπήσαν.

Rosso romano, πορφυρὸ τῆς Δαμασκός,  
δόξα τοῦ κρύσταλλου, κρασὶ ἀπ' τὴ Σαντορίνη.  
Ο ἀσκός νὰ ρέει, κι ὁ Ἀπόλλωνας βοσκός  
νὰ κολυμπάει τὰ βέλη του μὲ διοσκορίνη.

Σκουριά πυροχρωτὴ στὶς μνῆμες τοῦ Σινᾶ.  
Οἱ κάβες τῆς Γερακινῆς καὶ τὸ Στρατόνι.  
Τὸ ἐπίχρισμά του ἄγια σκουριά ποὺ μᾶς γερνᾶ,  
μᾶς τρέφει, τρέφεται ἀπὸ μᾶς, καὶ μᾶς σκοτώνει.

Καντήλι, δισκοπότηρο χρυσό, ἀρτοφόρι.  
Ἄγια λαβίδα καὶ ιερὴ ἀπὸ λαμινάρια.  
Μπροστὰ στὴν Πύλη δύο δαιμόνοι σπαθοφόροι  
καὶ τρεῖς Αγγέλοι μὲ σπασμένα τὰ κοντάρια.

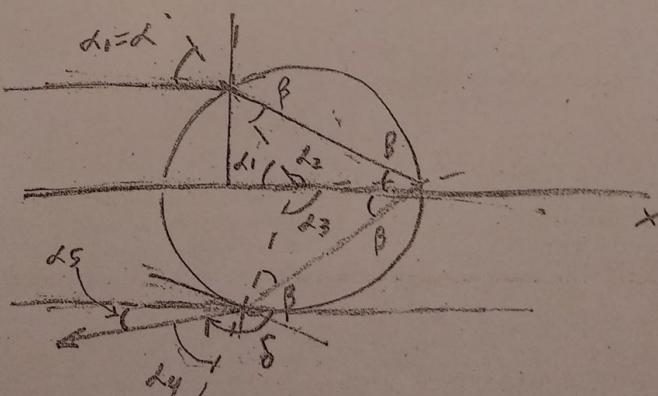
\*

Ποῦθ' ἔρχεσαι; Άπ' τὴ Βαθυλώνα.  
Ποὺ πᾶς; Στὸ μάτι τοῦ κυκλῶνα.  
Ποιὰν ἀγαπᾶς; Κάποια τιγγάνα.  
Πᾶς τὴ λένε; Φάτα Μοργκάνα.

Νά 'χαμε τὸ λύχνο τοῦ Αλαδίνου  
ἡ τὸ γέρο νάνο ἀπ' τὴν Καντόνα  
Στείλαμε τὸ σῆμα τοῦ κινδύνου  
πάνω σὲ ἄσπρη πέτρα μὲ σφεντόνα

Δαίμονας γεννᾶ τὴ νηνεμία.  
Ξόρκισε, Allodetta, τ' ὄνομά του.  
Λούφαξεν ὁ δέκτης τοῦ ἀσυρμάτου,  
καὶ φυλλομετρᾶ τὸν καζαμία.

Ο ἀνεμος κλαίει. Σκυλὶ στὰ λυσσιακά  
Γειὰ χαρά, στεριά, κι ἀντίο, μαστέλο.  
Γλιστρησε ἡ ψυχή μας ἀπὸ κάτου,  
ἔχει καὶ στὴν κόλαση μπορντέλο.



**Καλή Επιτυχία!**