

Γ΄ Λυκείου

29 Μαρτίου 2014

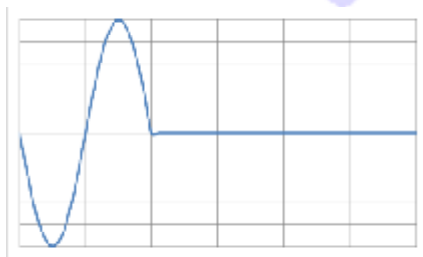
ΟΔΗΓΙΕΣ:

1. Η επεξεργασία των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε χαρτί Α4 ή σε τετράδιο που θα σας δοθεί (το οποίο θα παραδώσετε στο τέλος της εξέτασης). Εκεί θα σχεδιάσετε και όσα γραφήματα ζητούνται στο **Θεωρητικό Μέρος**.
2. Τα γραφήματα του **Πειραματικού Μέρους** θα τα σχεδιάσετε *κατά προτεραιότητα* στο μιλιμετρέ χαρτί που συνοδεύει τις εκφωνήσεις.
3. Οι απαντήσεις στα υπόλοιπα ερωτήματα τόσο του **Θεωρητικού Μέρους** όσο και του **Πειραματικού** θα πρέπει *οπωσδήποτε* να συμπληρωθούν στο *“Φύλλο Απαντήσεων”* που θα σας δοθεί μαζί με τις εκφωνήσεις των θεμάτων.

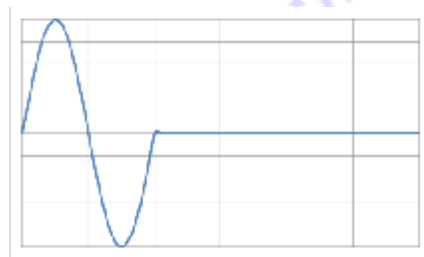
Θεωρητικό Μέρος

Θέμα 1^ο

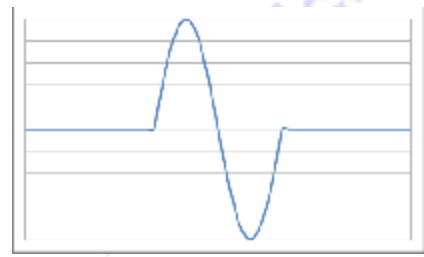
Α. Έστω ότι στη θέση 0 γραμμικού ελαστικού μέσου δημιουργούνται ταλαντώσεις που περιγράφονται από την εξίσωση $y=A\eta\mu(\omega t)$, οπότε (ανάλογα με τη διάρκεια της διαταραχής) δημιουργείται σειρά παλμών ή κύμα. Σας δίνονται τα επόμενα οκτώ γραφήματα που παριστάνουν την απομάκρυνση y σε συνάρτηση είτε με το t είτε με το x . Γνωρίζετε ότι το αριστερότερο σημείο του οριζόντιου άξονα αντιστοιχεί σε τιμή 0. Για όσα από τα γραφήματα αυτά είναι αποδεκτά: **i)** να καθορίσετε το φυσικό μέγεθος του οριζόντιου άξονα (t ή x), **ii)** να προσδιορίσετε την τιμή του άλλου μεγέθους (x ή t αντίστοιχα), **iii)** να περιγράψετε τι παριστάνει το γράφημα με όσες περισσότερες λεπτομέρειες προκύπτουν από αυτό.



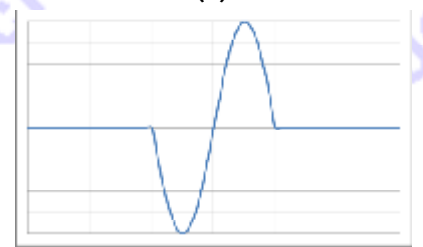
(α)



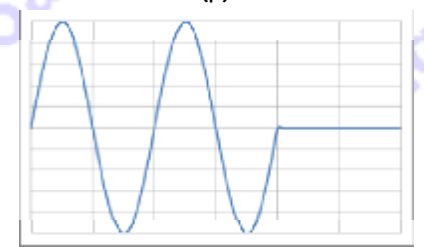
(β)



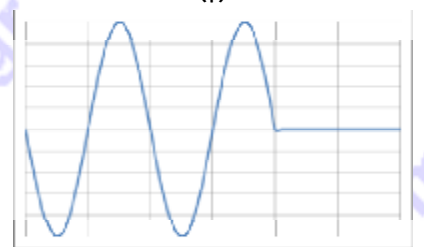
(γ)



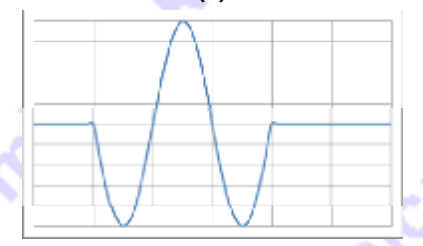
(δ)



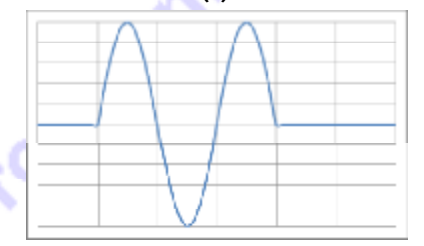
(ε)



(στ)



(ζ)



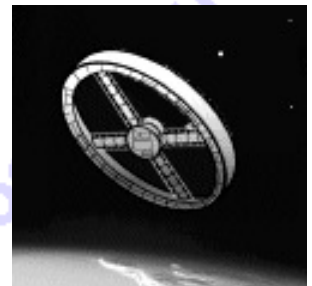
(η)

B. Στα σημεία A και B επίπεδου ελαστικού μέσου βρίσκονται δύο πηγές Π_1 και Π_2 που δημιουργούν Γραμμικά Αρμονικά Κύματα. Μετά τη χρονική στιγμή που έχει ξεκινήσει η ταλάντωση όλων των σημείων του ελαστικού μέσου, παρατηρούμε ότι το σημείο M που βρίσκεται στο μέσο της AB, παραμένει διαρκώς ακίνητο. Να χαρακτηρίσετε τις επόμενες προτάσεις ως Σωστές ή Λανθασμένες.

- B1.** Τα πλάτη των πηγών είναι ίσα.
- B2.** Οι δύο πηγές παράγουν κύματα με $\lambda > AB$.
- B3.** Η μία πηγή παράγει εγκάρσιο κύμα και η άλλη διάμηκες.
- B4.** Οι πηγές παρουσιάζουν διαφορά φάσης π .
- B5.** Οι πηγές έχουν διαφορετικές συχνότητες.

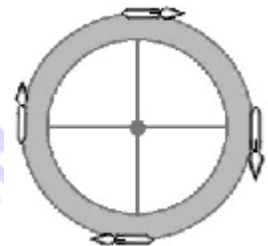
Θέμα 2^ο

A. Ένας περιστρεφόμενος διαστημικός σταθμός είναι μια υποθετική πρόταση για τη δημιουργία «τεχνητής βαρύτητας» σε χώρο του Διαστήματος που απέχει πολύ από κάποιο βαρυτικό σώμα. Ένας τέτοιος σταθμός θα είναι ένας τεράστιος τροχός, περιστρεφόμενος γύρω από τον άξονά του, στο εσωτερικό της περιφέρειας του οποίου θα εργάζονται οι αστροναύτες.



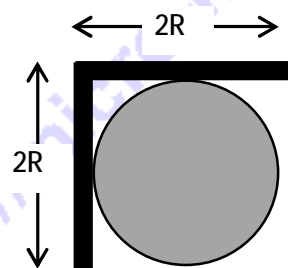
A1. Ποια πρέπει να είναι η ακτίνα και η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του σταθμού ώστε αυτός να μην δημιουργεί διαφορές βαρύτητας στα σώματα των αστροναυτών μεγαλύτερες του 2 % από το κεφάλι έως τα πόδια τους και να εξασφαλίζει βαρύτητα ίση με το 90 % της γήινης;

A2. Αφού κατασκευαστεί ένας τέτοιος διαστημικός σταθμός θα έχει μάζα $M = 10^6$ kg και για να δημιουργήσει την «τεχνητή βαρύτητα» θα πρέπει να τεθεί σε περιστροφή. Για να επιτευχθεί αυτό, η καλύτερη μέθοδος είναι να τοποθετηθούν τέσσερις πύραυλοι εφαπτομενικά του σταθμού, όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο κάθε πύραυλος έχει μάζα $m = 1500$ kg και είναι ικανός να παρέχει σταθερή δύναμη $F = 180$ N. Σε ποσό χρόνο ο διαστημικός σταθμός θα παρέχει την επιθυμητή βαρύτητα στους αστροναύτες από τη στιγμή που θα πυροδοτηθούν και οι τέσσερις πύραυλοι ταυτόχρονα;



Το μέσο ύψος των αστροναυτών είναι $h = 1,78$ m, η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας στη Γη είναι $g = 9,8$ m/s² και η ροπή αδράνειας του τροχού ως προς τον άξονά του είναι $I = MR^2$ (για τους υπολογισμούς μας θεωρούμε τις ακτίνες του σταθμού αμελητέας μάζας και πως όλη η μάζα είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη στην περιφέρειά του).

B. Ομογενής μεταλλική πλάκα αμελητέου πάχους μάζας $2m$ έχει μήκος $4R$, κάμπτεται στη μέση σχηματίζοντας ορθή γωνία και τοποθετείται σε κύλινδρο (στερεωμένο κατά τρόπο ώστε η κίνησή του να είναι αδύνατη και με τον άξονά του οριζόντιο), όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο κύλινδρος έχει ακτίνα R και το πάνω μέρος της μεταλλικής πλάκας είναι οριζόντιο.

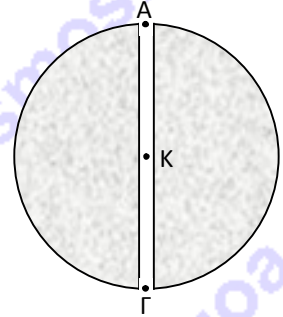


Να υπολογίσετε τον ελάχιστο συντελεστή στατικής τριβής $\mu_{στ}$ μεταξύ της πλάκας και του κυλίνδρου, έτσι ώστε η πλάκα να παραμένει σε ισορροπία.

Θέμα 3^ο

Γη μεταβλητής πυκνότητας

Από το ένα άκρο της Γης Α ως το άλλο Γ θεωρούμε ότι έχει ανοιχτεί μία δίοδος που διέρχεται από το κέντρο της Κ και έχει αμελητέα διατομή. Από το άκρο Α αφήνουμε χωρίς αρχική ταχύτητα σώμα Σ αμελητέων διαστάσεων και μάζας m . Θεωρούμε ότι:



i) Είναι γνωστός ο νόμος της παγκόσμιας έλξης, δηλαδή δύο υλικά σημεία με μάζες m_1 και m_2 που απέχουν απόσταση r έλκονται αμοιβαία με δυνάμεις αντίθετης φοράς, διεύθυνσης την ευθεία που ενώνει τις δύο μάζες και ίσου μέτρου που δίνεται από τη σχέση: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ (G : σταθερά παγκόσμιας έλξης).

ii) Το εσωτερικό της Γης έχει μεταβλητή πυκνότητα μάζας που εξαρτάται, όμως, μόνο από την απόσταση r από το κέντρο της, $\rho(r)$.

iii) Ένα σώμα που βρίσκεται στο εσωτερικό ενός ομογενούς σφαιρικού φλοιού (δηλαδή αμελητέου πάχους) ο οποίος έχει μία ποσότητα μάζας ισοκατανομημένη σε όλη του την επιφάνεια, δέχεται συνολικά μηδενική βαρυτική δύναμη από τον φλοιό.

iv) Ένα σώμα που βρίσκεται έξω από έναν ομογενή σφαιρικό φλοιό (δηλαδή με αμελητέο πάχος) ο οποίος έχει μία ποσότητα μάζας M ισοκατανομημένη σε όλη του την επιφάνεια δέχεται από τον φλοιό συνολικά βαρυτική δύναμη ίση με τη βαρυτική δύναμη από υλικό σημείο μάζας M που είναι τοποθετημένο στο κέντρο του σφαιρικού φλοιού.

A. Θεωρώντας ότι το σώμα Σ δέχεται σε όλη τη διαδρομή του στο εσωτερικό της Γης βαρυτική δύναμη σταθερού μέτρου και ότι οι μόνες γνωστές ποσότητες είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης g_0 και η ακτίνα της Γης R_T :

A1. Εξετάστε αν το σώμα θα φτάσει στο σημείο Γ.

A2. Είναι η κίνηση περιοδική;

A3. Αν ναι, υπολογίστε την περίοδο T της κίνησης.

A4. Γράψτε τις εξισώσεις ως συνάρτηση του χρόνου t , των αλγεβρικών τιμών των μεγεθών: επιτάχυνση a του σώματος Σ, ταχύτητα u του σώματος Σ, θέση x του σώματος Σ (θέτοντας αρχή των αξόνων το κέντρο της Γης). Στις εξισώσεις θεωρήστε αρχική χρονική στιγμή τη στιγμή που το Σ ξεκινά από το Α και γράψτε αυτές έως χρόνο μίας περιόδου T (αν η κίνηση είναι περιοδική).

B. Σχεδιάστε τις γραφικές παραστάσεις ως συνάρτηση του χρόνου t των μεγεθών a , u και x του προηγούμενου ερωτήματος για χρονικό διάστημα μίας περιόδου (αν η κίνηση

είναι περιοδική). Σχολιάστε τυχόν ασυνέχειες ή έλλειψη παραγωγισιμότητας σε διάφορα σημεία των διαγραμμάτων που σχεδιάσατε.

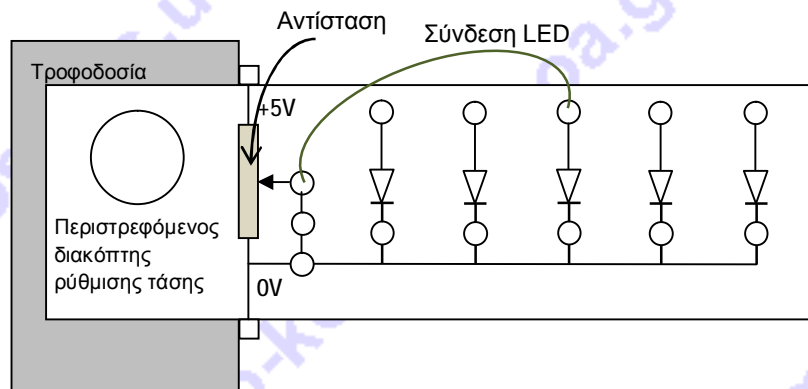
Γ1. Βρείτε την εξάρτηση της πυκνότητας $\rho(r)$ του εσωτερικού της Γης από την απόσταση r από το κέντρο της, θεωρώντας γνωστές τις ποσότητες επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης g_0 , ακτίνα της Γης R_T και σταθερά παγκόσμιας έλξης G (Υπόδειξη: Θεωρήστε ως γνωστό ότι: $\int_0^r z^n dz = \frac{r^{n+1}}{n+1}$ ή χρησιμοποιήστε ιδιότητες των παραγώγων).

Γ2. Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της πυκνότητας ρ ως συνάρτηση της απόστασης r από το κέντρο της Γης.

Πειραματικό Μέρος

Μία θεμελιώδης σταθερά της Κβαντικής Φυσικής είναι η σταθερά του Planck. Ο Robert Millikan πραγματοποίησε την πρώτη πειραματική της μέτρηση το 1916. Ακριβέστεροι πειραματικοί υπολογισμοί δίνουν σήμερα την τιμή της ίση με: $h=6,62607554 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$. Ένας από τους τρόπους με τους οποίους μπορείτε να υπολογίσετε πειραματικά τη σταθερά είναι χρησιμοποιώντας διόδους εκπομπής φωτός (LED). Μία δίοδος κατασκευάζεται από δύο διαφορετικού τύπου ημιαγωγούς που φέρονται σε αγώγιμη επαφή, δημιουργώντας μια διαφορά δυναμικού (Φραγμός Δυναμικού) V_0 . Προκειμένου η δίοδος να διαρρέεται από ρεύμα, πρέπει οι φορείς ηλεκτρικού ρεύματος (αρνητικά ηλεκτρόνια που βρίσκονται στη μία πλευρά της επαφής και θετικές οπές που βρίσκονται στην άλλη) να διασχίσουν αυτή τη διαφορά δυναμικού. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί εφαρμόζοντας μια εξωτερική τάση κατ'ελάχιστο ίση προς V_0 . Να θεωρήσετε πως όταν τα δύο είδη φορέων επανασυνδέονται, αποδίδουν ενέργεια $e V_0$, δημιουργώντας ένα φωτόνιο.

Πραγματοποιήσαμε την πειραματική διάταξη που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και οι πειραματικές μετρήσεις που λάβαμε παρουσιάζονται στον αντίστοιχο πίνακα.



Στον πίνακα μετρήσεων φαίνεται η ελάχιστη τάση V_0 που απαιτείται να εφαρμοστεί στα άκρα των LED για να αρχίσουν οριακά να φωτοβολούν. Οι LED που χρησιμοποιούνται στο

πείραμα είναι κατασκευασμένες από διαφορετικά υλικά, με αποτέλεσμα να εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διαφορετικών χρωμάτων (συχνοτήτων).

Χρώμα εκπομπής LED	f ($\times 10^{14}$ Hz)	Διαφορά δυναμικού (V_0)	Ενέργεια φωτονίου (10^{-18} J)
Μπλε	6,38	2,43	
Πράσινο	5,33	2,05	
Κίτρινο	5,12	1,92	
Πορτοκαλί	4,83	1,81	
Κόκκινο	4,62	1,75	

1. Να συμπληρώσετε την κενή στήλη του πίνακα μετρήσεων κάνοντας κατάλληλους υπολογισμούς.

2. Να επιλέξετε τα κατάλληλα μεγέθη από τον πίνακα αυτό και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση. Από αυτή να υπολογίσετε τη σταθερά του Planck.

3. Με τη βοήθεια της διαστατικής ανάλυσης προσδιορίστε τις διαστάσεις της σταθεράς του Planck.

4. Ο Louis de Broglie (Νόμπελ Φυσικής 1929), πρότεινε ότι η διπλή φύση (σωματιδιακή και κυματική) ισχύει όχι μόνο για το φως αλλά και για την ύλη και προσδιόρισε το μήκος κύματος ενός σώματος με ορμή p ίση με: $\lambda = \frac{h}{p}$, όπου h η σταθερά του Planck. Εξηγήστε

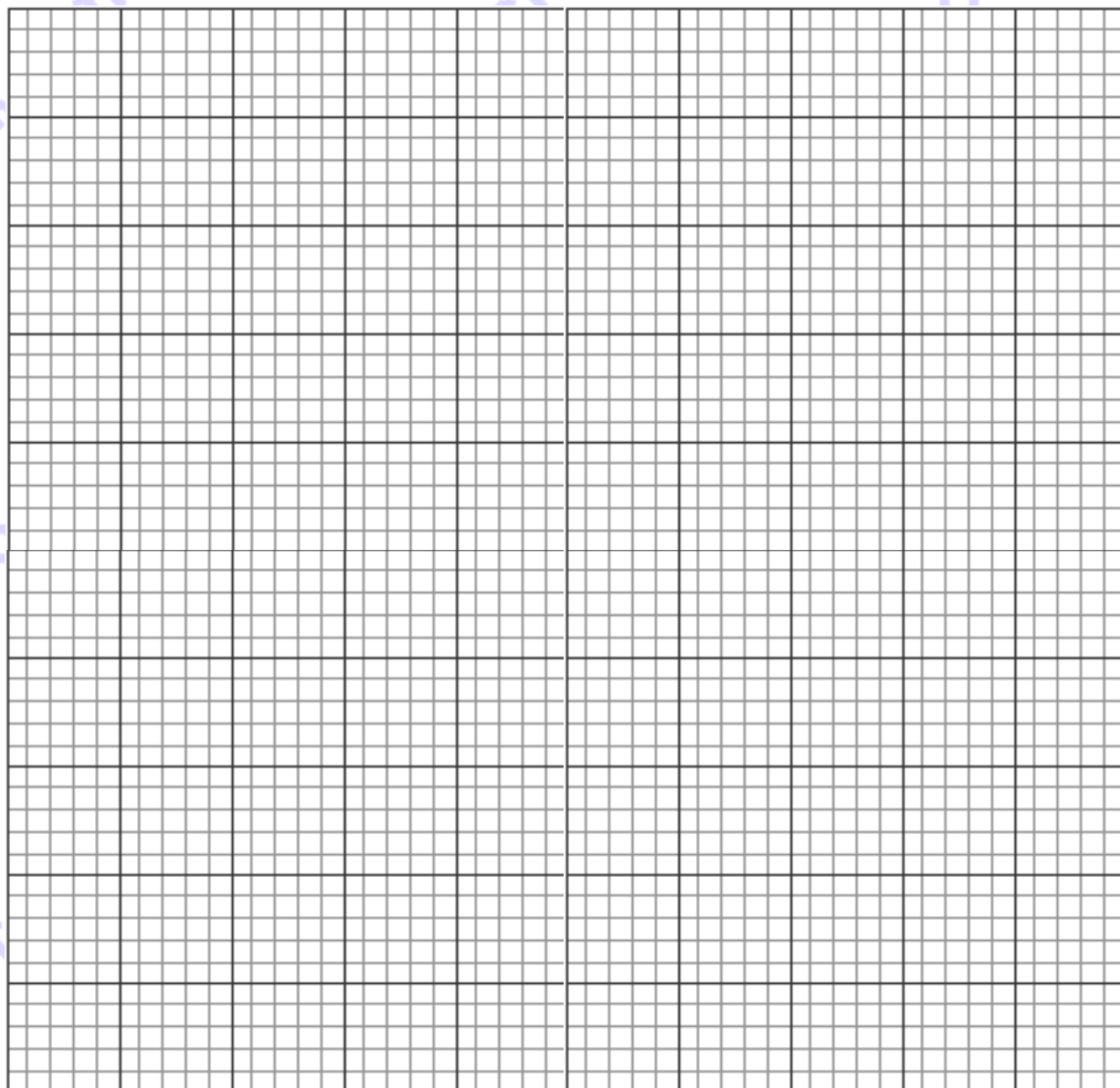
με ένα απλό παράδειγμα γιατί μήκη κύματος που αντιστοιχούν σε σώματα στο μακρόκοσμο δεν μπορούν να μετρηθούν πειραματικά.

Δίνονται το στοιχειώδες φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ και η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 m/s$ (θεωρήστε ότι έχει την ίδια τιμή και στον αέρα).

Καλή Επιτυχία

Αν θέλετε, μπορείτε να κάνετε κάποιο γράφημα σ' αυτή τη σελίδα και να την επισυνάψετε μέσα στο τετράδιό σας.

Επιλέξτε τους άξονες, τιτλοδοτήστε και συμπεριλάβετε τις κατάλληλες μονάδες σε κάθε άξονα.



Γ' Λυκείου
ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Θεωρητικό Μέρος
Θέμα 1^ο

A.

(α)

i)	ii)
iii)	

(β)

i)	ii)
iii)	

(γ)

i)	ii)
iii)	

(δ)

i)	ii)
iii)	

(ε)

i)	ii)
iii)	

(ε)

i)	ii)
iii)	

(στ)

i)	ii)
iii)	

(ζ)

i)	ii)
iii)	

(η)

i)	ii)
iii)	

B.

B1.	B2.	B3.	B4.	B5.
-----	-----	-----	-----	-----

Θέμα 2^ο

A1. $\omega = \dots\dots\dots$

A2. $\Delta t = \dots\dots\dots$

B. $\mu_{\sigma\tau} = \dots\dots\dots$

Θέμα 3^ο

A1.

A2.

A3. $T =$

A4.

.....

.....

.....

.....

.....

B. (Στο τετράδιό σας)

Γ1. $\rho(r) =$

Γ2. (Στο τετράδιό σας)

Πειραματικό Μέρος

1.

Χρώμα εκπομπής LED	f ($\times 10^{14}$ Hz)	Διαφορά δυναμικού (V_0)	Ενέργεια φωτονίου (10^{-18} J)
Μπλε	6,38	2,43	
Πράσινο	5,33	2,05	
Κίτρινο	5,12	1,92	
Πορτοκαλί	4,83	1,81	
Κόκκινο	4,62	1,75	

2. (Στο μιλιμετρέ χαρτί)

3. $[h] =$

4. $\lambda =$

.....

.....

.....

.....