



ΟΔΗΓΙΕΣ

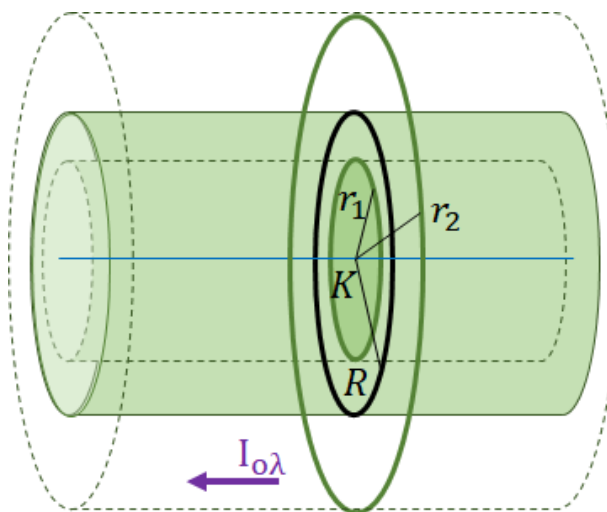
1. Η αναλυτική λύση των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε τετράδιο ή σε φύλλα A4 που θα σας δοθούν. Στον κατάλληλο χώρο του τετραδίου ή στην πρώτη σελίδα A4 θα αναγράψετε τα ονομαστικά στοιχεία σας
2. Όλα τα ζητούμενα αριθμητικά αποτελέσματα πρέπει ΟΠΩΣΔΗΠΟΤΕ να μεταφερθούν στο **Φύλλο Απαντήσεων** που θα βρείτε αμέσως μετά τις εκφωνήσεις και το τυπολόγιο..
3. Όπου ζητούνται γραφήματα θα σχεδιαστούν στους ειδικούς χώρους του **Φύλλου Απαντήσεων**.
4. Στο τέλος της εξέτασης θα παραδώσετε το τετράδιο (ή τα φύλλα A4) με τις αναλυτικές λύσεις σας ΜΑΖΙ με το φύλλο απαντήσεων.
5. Το Φύλλο Απαντήσεων θα συρραφεί στο τετράδιο (ή στα φύλλα A4).
6. Τα ονομαστικά στοιχεία θα καλυφθούν με μαύρο αυτοκόλλητο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^ο ΘΕΜΑ

A.1. Στο μέρος αυτό καλείστε να χρησιμοποιήσετε το Νόμο του Ampère, για να μελετήσετε το μαγνητικό πεδίο ρευματοφόρων αγωγών πολύ μεγάλου μήκους (δηλαδή το μήκος τους είναι πολύ μεγαλύτερο από την ακτίνα της κυκλικής διατομής τους), που τα μαγνητικά πεδία που παράγουν είναι ομογενή ή παρουσιάζουν συμμετρία.

A.1.1. Να εκφράσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό κυλινδρικού σχήματος ακτίνας βάσης R , ως συνάρτηση της απόστασης r από τον άξονα συμμετρίας του αγωγού. Να θεωρήσετε το μήκος του αγωγού άπειρο, ή, εναλλακτικά να περιορίσετε την μελέτη σας σε σημεία κατά μήκος του αγωγού που βρίσκονται μακριά από τα άκρα του. Στην μελέτη σας να συμπεριλάβετε τιμές του r που είναι μικρότερες της R (π.χ. η r_1 του σχήματος) ή μεγαλύτερες (π.χ. η r_2).



A.1.2. Στο μιλιμετρέ χαρτί που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων, να σχεδιάσετε ποιοτικά την γραφική παράσταση της παραπάνω σχέσης για $r \in [0, 4R]$.

A.2. Η *διαστατική ανάλυση* είναι μια τεχνική που μάς επιτρέπει να προσδιορίσουμε τον τύπο της συνάρτησης που περιγράφει την εξάρτηση ενός φυσικού μεγέθους από άλλα, με εξαίρεση την τιμή μιας αριθμητικής σταθεράς, έστω λ . Για παράδειγμα, αν υποθέτουμε ότι η κινητική ενέργεια K ενός σώματος εξαρτάται από την μάζα m και την ταχύτητά του v , μπορούμε να ελέγξουμε την ορθότητα της υπόθεσής μας εφαρμόζοντας την τεχνική αυτή.

Ξεκινούμε, γράφοντας την σχέση $K = \lambda \cdot m^\alpha \cdot v^\beta$. Αυτό που πρέπει να γίνει είναι ο προσδιορισμός των εκθετών α και β . Η παραπάνω σχέση πρέπει να ισχύει και *διαστατικά*, δηλ. σε επίπεδο μονάδων μέτρησης των φυσικών μεγεθών), άρα θα πρέπει να ισχύει



$$J = kg^a \cdot \left(\frac{m}{s}\right)^\beta$$

Γνωρίζουμε ότι $J = kg \cdot m^2/s^2$. Συνδυάζοντας αυτές τις σχέσεις έχουμε:

$$kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = kg^a \cdot \left(\frac{m}{s}\right)^\beta$$

Απ' όπου προκύπτει ότι $\alpha = 1$ και $\beta = 2$. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ο ζητούμενος τύπος είναι

$$K = \lambda \cdot m \cdot v^2$$

Η τιμή του αριθμητικού συντελεστή λ , η οποία, στην περίπτωση της κινητικής ενέργειας, είναι, όπως γνωρίζουμε, ίση προς $1/2$, μπορεί να προκύψει από πειραματικές μετρήσεις.

Η διαστατική ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την διόρθωση της αρχικής υπόθεσης. Αν, για παράδειγμα, θεωρούμε ότι η κινητική ενέργεια εξαρτάται από την μάζα, την ταχύτητα και την επιτάχυνση α του σώματος, θα πρέπει να ισχύει:

$$K = \lambda \cdot m^\alpha \cdot v^\beta \cdot \alpha^\gamma$$

Διαστατικά έχουμε:

$$kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = kg^a \cdot \left(\frac{m}{s}\right)^\beta \cdot \left(\frac{m}{s^2}\right)^\gamma \Rightarrow kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = kg^a \cdot \frac{m^{\beta+\gamma}}{s^{\beta+2\gamma}}$$

Από τη σχέση αυτή προκύπτει:

$$\begin{cases} \alpha = 1 \\ \beta + \gamma = 2 \\ \beta + 2\gamma = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = 1 \\ \beta = 2 \\ \gamma = 0 \end{cases}$$

Από το αποτέλεσμα αυτό συμπεραίνουμε ότι η επιτάχυνση ενός σώματος δεν επηρεάζει την κινητική του ενέργεια.

Κατά τρόπο ανάλογο μπορούμε να αντιληφθούμε και την επίδραση φυσικού μεγέθους που δεν συμπεριλάβαμε στην αρχική μας υπόθεση. Για παράδειγμα, θεωρούμε ότι η δυναμική ενέργεια U λόγω θέσης ενός σώματος εξαρτάται από την μάζα του m και την ένταση g του βαρυτικού πεδίου, δηλ.

$$U = \lambda \cdot m^\alpha \cdot g^\beta$$

Διαστατικά έχουμε:

$$\begin{aligned} kg \cdot \frac{m^2}{s^2} &= kg^a \cdot \left(\frac{N}{kg}\right)^\beta \Rightarrow kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = kg^{a-\beta} \cdot N^\beta \Rightarrow kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = kg^{a-\beta} \cdot \left(kg \frac{m}{s^2}\right)^\beta \Rightarrow \\ &\Rightarrow kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = kg^{a-\beta+\beta} \cdot \frac{m^\beta}{s^{2\beta}} \Rightarrow kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = kg^a \cdot \frac{m^\beta}{s^{2\beta}} \end{aligned}$$

Από τη σχέση αυτή προκύπτει:

$$\begin{cases} \alpha = 1 \\ \beta = 2 \\ 2\beta = 2 \end{cases}$$

Παρατηρούμε ότι οι δύο τελευταίες σχέσεις συνιστούν ένα αδύνατο σύστημα εξισώσεων. Είναι λοιπόν πιθανό ότι έχουμε παραλείψει κάποιο αναγκαίο φυσικό μέγεθος. Ο εκθέτης β



σχετίζεται με τις μονάδες m και s . Θεωρώντας βásiμα ότι ο χρόνος δεν σχετίζεται με την κινητική ενέργεια, εισάγουμε έναν επιπλέον άγνωστο στην δεύτερη εξίσωση, που εμπλέκεται το μήκος, οπότε το σύστημα γίνεται:

$$\begin{cases} \alpha = 1 \\ \beta + \sigma = 2 \\ 2\beta = 2 \end{cases}$$

το οποίο οδηγεί στην λύση:

$$\begin{cases} \alpha = 1 \\ \sigma = 1 \\ \beta = 1 \end{cases}$$

και στο συμπέρασμα ότι ο σωστός τύπος είναι:

$$U = \lambda \cdot m \cdot g \cdot [M\dot{H}K\dot{O}\Sigma]^{\sigma=1}$$

Με την κατάλληλη ακολουθία πειραμάτων μπορούμε να ελέγξουμε την τελευταία μας υπόθεση (υπολογίζοντας ταυτόχρονα τον αριθμητικό συντελεστή) και, στο μέτρο της ακρίβειας των μετρήσεών μας, να διαπιστώσουμε ότι ισχύει, άρα να καταλήξουμε στον σωστό τύπο:

$$U = m \cdot g \cdot h$$

Βλέπουμε λοιπόν ότι η επιστημονική μεθοδολογία (παρατήρηση – υπόθεση – πείραμα) διέπει την φιλοσοφία της διαστατικής ανάλυσης.

Θέρμανση μετεώρου κατά την πτώση του στην γήινη ατμόσφαιρα

Όταν ένα πετρώδες μετέωρο εισέρχεται στην ατμόσφαιρα με υπερηχητική ταχύτητα εμφανίζεται στον ουρανό ως φωτεινή βολίδα, επειδή ο αέρας που το περιβάλλει φωτοβολεί. Υποθέστε ότι το μετέωρο είναι μια ομογενής σφαίρα με Πυκνότητα $\rho = 3,3 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, Ειδική Θερμότητα $c = 1,2 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, και Θερμική Αγωγιμότητα $k = 2,0 \cdot \text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Επιπρόσθετα, κατά την είσοδό του στην ατμόσφαιρα, είχε θερμοκρασία $T_0 = 200 \text{ K}$, και ακτίνα $R = 0,13 \text{ m}$, ενώ κατά την πτώση του μέσα από την ατμόσφαιρα, η επιφανειακή θερμοκρασία του είναι σταθερή και ίση προς $T_1 = 1000 \text{ K}$, λόγω της αντίστασης του αέρα, με αποτέλεσμα τη σταδιακή θέρμανση του εσωτερικού. Μετά από χρόνο πτώσης t στην ατμόσφαιρα, ένα εξωτερικό κέλυφος του μετεώρου, πάχους x , έχει θερμανθεί σε θερμοκρασία σημαντικά υψηλότερη της T_0 . Μια εκτίμηση του πάχους αυτού x μπορεί να γίνει με διαστατική ανάλυση του γινομένου των δυνάμεων των θερμοδυναμικών παραμέτρων:

$$x \approx t^a \cdot \rho^\beta \cdot c^\gamma \cdot k^\delta$$

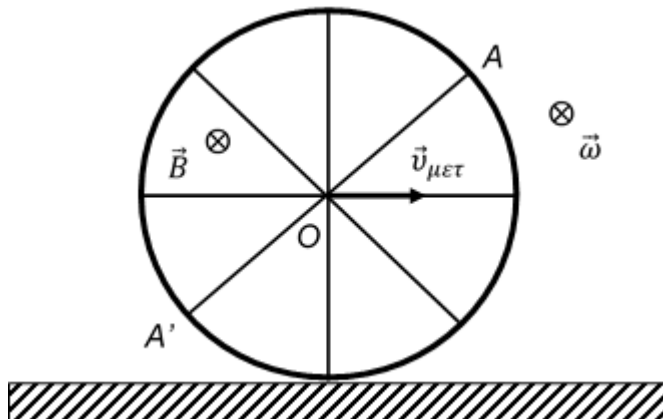
A.2.1. Μέσω διαστατικής ανάλυσης υπολογίστε τις τιμές των τεσσάρων εκθετών α, β, γ και δ .

A.2.2. Υπολογίστε το πάχος x για χρόνο πτώσης ίσο προς $t = 4 \text{ s}$ καθώς και το λόγο x/R .



2^ο ΘΕΜΑ

Ο τροχός του διπλανού σχήματος ακτίνας $R = 0,5 \text{ m}$ κυλίεται ομαλά, χωρίς να ολισθαίνει, σε οριζόντιο επίπεδο. Ένα σημείο A , βρίσκεται στο άκρο μιας μεταλλικής διαμέτρου του. Τη στιγμή όπου η ταχύτητα του σημείου A γίνεται η μέγιστη δυνατή, ένα σημείο του Γ , έχει ταχύτητα μέτρου $v_1 = 0,8 \text{ m/s}$, ίδιας διεύθυνσης με την ταχύτητα του σημείου A . Τη στιγμή όπου η ταχύτητα του σημείου A γίνεται η



ελάχιστη δυνατή, η ταχύτητα του Γ έχει μέτρο $v_2 = 3,2 \text{ m/s}$. Το επίπεδο κίνησης του τροχού είναι κάθετο στην οριζόντια συνιστώσα της έντασης του μαγνητικού πεδίου της Γης, η οποία έχει μέτρο $B = 3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. Επισημαίνεται ότι η γωνιακή ταχύτητα δεν έχει σχεδιαστεί στο κέντρο του τροχού αποκλειστικά και μόνο για λόγους ευκρίνειας.

B.1. Στο Φύλλο Απαντήσεων να σχεδιάσετε το σημείο Γ και να υπολογίσετε την απόστασή του r από το κέντρο του τροχού.

B.2. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ από επαγωγή μεταξύ των σημείων O και A την στιγμή $t = 0$ που το σημείο A έχει την μέγιστη ταχύτητα:

B.2.1. λόγω της περιστροφικής κίνησης του τροχού,

B.2.2. λόγω της μεταφορικής κίνησης του τροχού και

B.2.3. λόγω σύνθετης κίνησης,

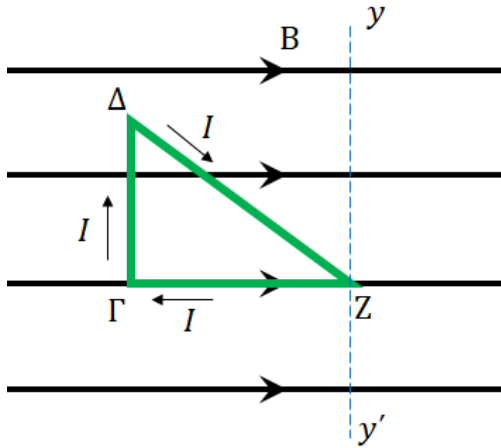
B.3. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ από επαγωγή, λόγω σύνθετης κίνησης, μεταξύ των σημείων A και A' επίσης την στιγμή $t = 0$.

B.4. Να εκφράσετε ως συνάρτηση του χρόνου την ένταση του Ηλεκτρικού Πεδίου στο συμμετρικό σημείο του Γ ως προς το κέντρο O . Ισχύει και πάλι ότι $t = 0$ είναι η στιγμή όπου η ταχύτητα του σημείου A γίνεται η μέγιστη δυνατή.

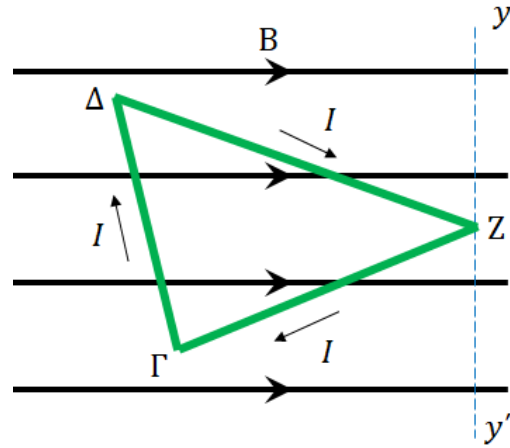
3^ο ΘΕΜΑ

Γ.1. Το αγώγιμο ορθογώνιο τρίγωνο του σχήματος 1 διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και έχει τοποθετηθεί μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , κατά τρόπο ώστε μία κάθετη πλευρά του να είναι παράλληλη προς τις δυναμικές γραμμές. Να δείξετε ότι, στην θέση αυτή, οι δυνάμεις που δέχεται το τρίγωνο ανάγονται σε ένα ζεύγος δυνάμεων και να υπολογίσετε την ροπή τους τ_1 ως προς τον άξονα $y'y$ που ανήκει στο επίπεδο του τριγώνου, περιλαμβάνει το σημείο Z και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

Γ.2. Αντικαθιστούμε το ορθογώνιο τρίγωνο με σκαληνό (σχήμα 2). Να δείξετε ότι, στην θέση αυτή, οι δυνάμεις που δέχεται το τρίγωνο αυτό ικανοποιούν τον πρώτο νόμο του Newton.



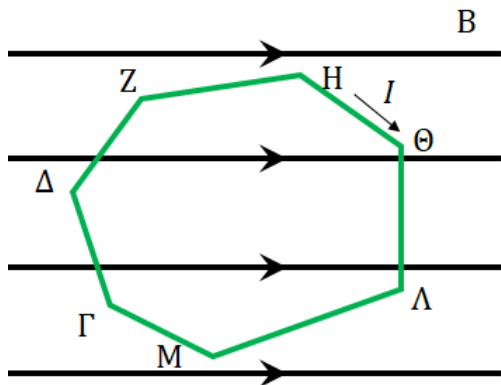
Σχήμα 1



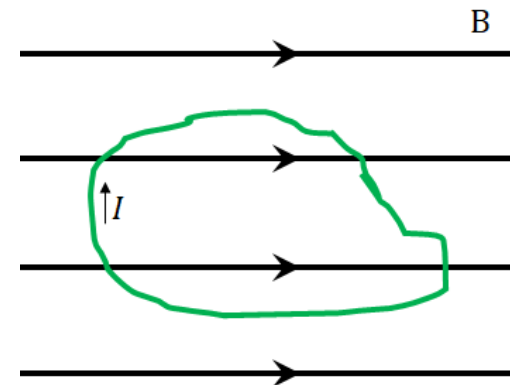
Σχήμα 2

Γ.3. Αν το εμβαδό του σκαληνού τριγώνου είναι ίσο προς A , να δείξετε ότι, στην θέση αυτή, οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις που δέχεται, ανάγονται σε ζεύγος δυνάμεων που, ως προς τον άξονα $y'y'$, έχει ροπή $\tau_2 = B \cdot I \cdot A$.

Γ.4. Να γενικεύσετε τα προηγούμενα αποτελέσματα, αποδεικνύοντας ότι ισχύουν αρχικά για κάθε κλειστό πολυγωνικό επίπεδο αγωγό (σχήμα 3) και, εν τέλει, για κάθε κλειστό επίπεδο αγωγό (σχήμα 4).



Σχήμα 3



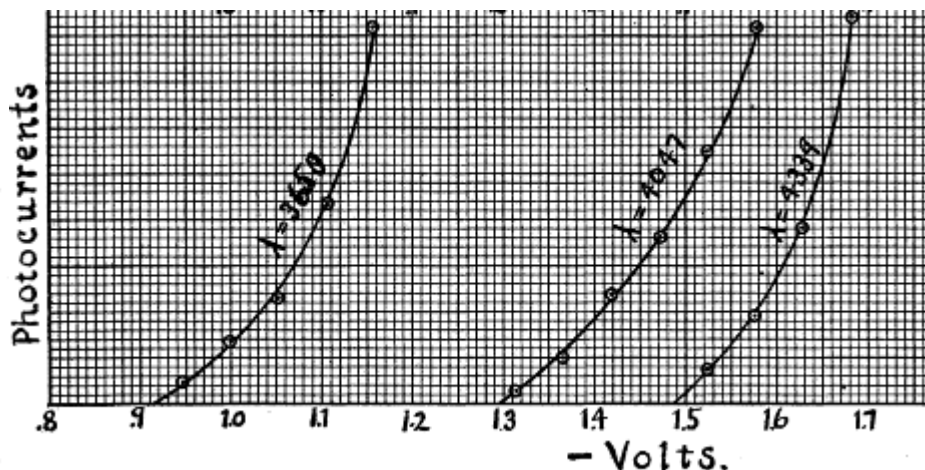
Σχήμα 4



ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4^ο ΘΕΜΑ

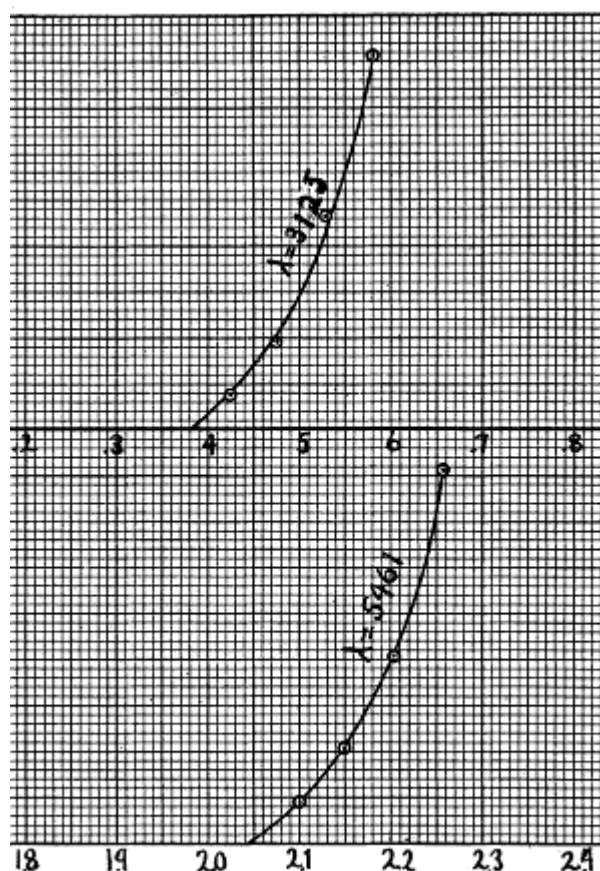
Οι Εικόνες 1 και 2 προέρχονται από πείραμα του Millikan (1916) σχετικά με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, μέσω του οποίου υπολόγισε την τιμή της σταθεράς του Planck. Οι δύο εικόνες είναι κομμάτια μια ενιαίας γραφικής παράστασης η οποία στον οριζόντιο άξονα έχει την ένδειξη "-Volts" και στον κατακόρυφο «Photocurrents».



Συγκεκριμένα για 5 διαφορετικού μήκους κύματος ακτινοβολίες φαίνεται το ρεύμα των φωτοηλεκτρονίων (Photocurrent) συναρτήσεως ενός δυναμικού που το ονομάζει "-Volts". Για λόγους που δεν θα αναφερθούν εδώ και έχουν σχέση με την πειραματική διάταξη, η διαφορά δυναμικού ανόδου - καθόδου θα υπολογίζεται αν αφαιρούμε 2,5V από την τιμή του "-Volts". Για παράδειγμα, στην τιμή 1,2 στον οριζόντιο άξονα (-Volts) αντιστοιχεί διαφορά δυναμικού ανόδου - καθόδου

$$1,2V - 2,5V = -1,3V$$

Στην Εικόνα 1 βλέπουμε το ρεύμα των φωτοηλεκτρονίων για 3 διαφορετικές ακτινοβολίες (με μήκη κύματος σε Angstroms 3650, 4047, 4339) συναρτήσεως του "-Volts", το οποίο στο τμήμα της εικόνας παίρνει τιμές σε volt από 0,8 ως 1,7. Στο πάνω μέρος της Εικόνας 2 φαίνεται το διάγραμμα του ρεύματος των φωτοηλεκτρονίων για ακτινοβολία μήκους κύματος 3125 Angstroms συναρτήσεως του "-Volts", το οποίο στο τμήμα της εικόνας παίρνει





τιμές σε Volts από $0,2V$ ως $0,8V$. Τέλος, στο κάτω μέρος της Εικόνας 2 φαίνεται το διάγραμμα του ρεύματος των φωτοηλεκτρονίων για ακτινοβολία μήκους κύματος 5461 Angstrom συναρτήσει του "-Volts", το οποίο στο τμήμα της εικόνας παίρνει τιμές σε Volts από $1,8V$ ως $2,4V$.

Δ.1. Να υπολογίσετε για κάθε μία από τις ακτινοβολίες την τάση αποκοπής V_0 και να συμπληρώσετε τον πίνακα που υπάρχει στο Φύλλο Απαντήσεων.

Δ.2. Να αιτιολογήσετε το γεγονός ότι η γραφική παράσταση της τάσης αποκοπής V_0 συναρτήσει της συχνότητας f είναι ευθεία και στη συνέχεια να κατασκευάσετε αυτή τη γραφική παράσταση σε φύλλο μιλιμετρέ που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων.

Δ.3. Να υπολογίσετε την κλίση α της ευθείας της παραπάνω γραφικής παράστασης και στη συνέχεια την τιμή της σταθεράς του Planck h με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων. Να δώσετε τις απαραίτητες εξηγήσεις. Δίνεται το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,60 \times 10^{-19} C$.

Δ.4. Να συγκρίνετε το αποτέλεσμα που προκύπτει από τον πειραματικό υπολογισμό με την θεωρητική τιμή της σταθεράς του Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} J \cdot s$.

Δ.5. Να υπολογίσετε με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης την τιμή της συχνότητας κατωφλίου f_0 , δίνοντας τις απαραίτητες εξηγήσεις. Στη συνέχεια να υπολογίσετε το έργο εξαγωγής ϕ του μετάλλου της καθόδου σε eV . Για τον υπολογισμό να χρησιμοποιήσετε την τιμή, $h = 6,63 \times 10^{-34} J \cdot s$.

Δίνεται $1 \text{ Angstrom} = 1 \text{ \AA} = 10^{-10} m$



ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΚΡΟΥΣΕΙΣ-ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

$v_1 + v'_1 = v_2 + v'_2$	$v'_1 = \frac{2m_2}{m_1 + m_2}v_2 + \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_1$	$v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}v_2$
$v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_1$	$v = v_0 + at$	$K = \frac{1}{2}mv^2$
$v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_1$	$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$	$a_\kappa = \frac{v^2}{r}$
$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$	$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$	$\omega = \frac{d\theta}{dt}$
	$T_{ολ} = \mu N$	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
		$T = \frac{1}{f}$
		$v_{cm} = \omega R$
		$a_{cm} = a_{γων}R$
		$\tau = F\ell = Fd$
		$L = mvr$
		$\Sigma \tau_{εξ} = \frac{dL}{dt}$

a : Επιτάχυνση E : Ενέργεια f : Συχνότητα F : Δύναμη $T_{ολ}$: Τριβή ολίσθησης N : Κάθετη δύναμη	K : Κινητική ενέργεια L : Στροφορμή ℓ, d : Μήκος ή Απόσταση m : Μάζα p : Ορμή R, r : Ακτίνα	s : Τόξο ή Διάστημα T : Περίοδος V : Όγκος v : Ταχύτητα W : Έργο x, y : Θέση Δx : Μετατόπιση	$\alpha_{γων}$: Γωνιακή επιτάχυνση μ : Συντελεστής τριβής θ : Γωνία ρ : Πυκνότητα τ : Ροπή ω : Γωνιακή ταχύτητα
--	---	--	---

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

$x = A \eta\mu(\omega t + \phi)$ $v = \omega A \sigma\upsilon\nu(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 A \eta\mu(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 x$ $F = -Dx$ $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$	$D = m\omega^2$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ $U = \frac{1}{2}Dx^2$ $F = -bv$ $A = A_0 e^{-\lambda t}$	$\frac{A_0}{A_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{A_2}{A_3} = \dots = \sigma\tau\alpha\theta.$ $f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ $v = \lambda f$ $y = A \eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$	$r_1 - r_2 = N\lambda, N \in \mathbb{Z}$ $r_1 - r_2 = (2N + 1) \frac{\lambda}{2}, N \in \mathbb{Z}$ $y = 2A \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi x}{\lambda} \eta\mu \frac{2\pi t}{T}$ $x_K = 0, \frac{\lambda}{2}, \dots, N \frac{\lambda}{2}$ $x_\Delta = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \dots, (2N + 1) \frac{\lambda}{4}$
--	---	---	---

A : Πλάτος x : Θέση v : Ταχύτητα a : Επιτάχυνση	ω : Γωνιακή συχνότητα ϕ : Αρχική φάση f : Συχνότητα f_0 : Ιδιοσυχνότητα	K ή k : Σταθερά ελατηρίου D : Σταθερά επαναφοράς T : Περίοδος b : Σταθερά απόσβεσης	λ : Μήκος κύματος U : Δυναμική ενέργεια y : Απομάκρυνση
--	--	--	---

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ - ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ

$E = \frac{F}{q}$ $I = \frac{dq}{dt}$ $I = \frac{V}{R}$ $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{ολ}}$ $V = \frac{W}{q}$ $R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$ $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $R = \rho \frac{\ell}{A}$ $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \ell}{r^2} \eta\mu \theta$	$B = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$ $B = \frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$ $\Sigma B \Delta \ell \sigma\upsilon\nu \theta = \mu_0 I_{εγκ}$ $B = \mu_0 I n$ $n = \frac{N}{\ell}$ $\Phi_B = BA \sigma\upsilon\nu \theta$ $F = B q v \eta\mu \phi$ $R = \frac{mv}{ q B}$ $T = \frac{2\pi m}{ q B}$ $v = \frac{E}{B}$	$F = BI\ell \eta\mu \phi$ $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi a}$ $\mathcal{E}_{επ} = Bv\ell$ $\mathcal{E}_{επ} = \frac{1}{2} B\omega\ell^2$ $\mathcal{E}_{επ} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$ $\mathcal{E}_{αωτ} = -L \frac{di}{dt}$ $L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{\ell} A$ $U = \frac{1}{2} LI^2$ $\frac{E}{B} = c$	$E = E_{max} \eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ $B = B_{max} \eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ $v = V \eta\mu \omega t$ $V = NB\omega A$ $i = I \eta\mu \omega t$ $i = \frac{v}{R}$ $I_{εν} = \frac{I}{\sqrt{2}}$ $V_{εν} = \frac{V}{\sqrt{2}}$ $p = vi$ $P = \frac{W}{T}$
---	---	---	--



A : Εμβαδόν B : Μαγνητικό πεδίο E : Ηλεκτρικό πεδίο, ΗΕΔ \mathcal{E} : ΗΕΔ $\mathcal{E}_{\text{επ.}}$: ΗΕΔ από επαγωγή $\mathcal{E}_{\text{αυτ.}}$: ΗΕΔ από αυτεπαγωγή L : Συντελεστής αυτεπαγωγής I : Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	V : Διαφορά δυναμικού ℓ, d, a : Μήκος ή Απόσταση U : Ενέργεια Μαγνητικού πεδίου q : Ηλεκτρικό φορτίο R : Αντίσταση W : Έργο $R_{\text{ολ}}$: Ολική αντίσταση ρ : Ειδική αντίσταση F : Δύναμη T : Περίοδος	q : Ηλεκτρικό φορτίο r : Ακτίνα ή Απόσταση n : Αριθμός σπειρών ανά μονάδα μήκους N : Αριθμός σπειρών v : Ταχύτητα Φ_B : Μαγνητική ροή ϕ, θ : γωνία μ : Μαγνητική διαπερατότητα c : Ταχύτητα του φωτός	v : Στιγμαία τάση V : Πλάτος τάσης i : Στιγμαία ένταση I : Πλάτος έντασης $I_{\text{εν}}$: Ενεργός ένταση $V_{\text{εν}}$: Ενεργός τάση P : Μέση ισχύς p : Στιγμαία ισχύς R : Αντίσταση W : Ενέργεια ηλ. ρεύματος Q : Θερμότητα
--	---	--	---

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

$\lambda_{\text{max}} T = \text{σταθερό}$ $c = \lambda f$ $E = hf = pc$	$p = \frac{h}{\lambda}$ $K = hf - \phi$	$\lambda - \lambda' = \frac{h}{mc} (1 - \text{συν } \varphi)$ $\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}$	$\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$ $\int \Psi ^2 dV = 1$
T : Θερμοκρασία E : Ενέργεια p : Ορμή	c : Ταχύτητα φωτός f : Συχνότητα x : Θέση	λ : Μήκος κύματος φ : Γωνία t : Χρόνος	ϕ : Έργο εξαγωγής V : Όγκος Ψ : Κυματοσυνάρτηση

Πολλαπλάσια - Υποπολλαπλάσια

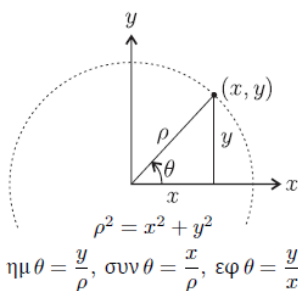
10^{12} → Tera (T)	10^3 → kilo (k)	10^{-6} → micro (μ)
10^9 → Giga (G)	10^{-2} → centi (c)	10^{-9} → nano (n)
10^6 → Mega (M)	10^{-3} → milli (m)	10^{-12} → pico (p)

Σταθερές

Μάζα Πρωτονίου $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg Μάζα Νετρονίου $m_n = 1,67 \times 10^{-27}$ kg Μάζα Ηλεκτρονίου $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg Απόλυτη τιμή φορτίου ηλεκτρονίου $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C	Ηλεκτρονιοβόλτ $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J Ταχύτητα του φωτός $c = 3 \times 10^8$ m/s Επιτάχυνση λόγω βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης $g_0 = 9,8$ m/s ² Ηλεκτρική Σταθερά $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9$ N · m ² /C ²	Σταθερά της Παγκόσμιας Έλξης $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N · m ² /kg ² Μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T · m/A Σταθερά του Planck $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J · s $h = 4,14 \times 10^{-15}$ eV · s $hc = 12,42 \times 10^{-7}$ eV · m $hc = 1242$ eV · nm ≈ 1200 eV · nm
--	---	---

Μαθηματικό Βοήθημα

θ (°)	$\eta\mu\theta$	$\text{συν}\theta$	$\epsilon\varphi\theta$
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
37°	$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
53°	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{3}$
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	—



Εμβαδόν Παραλληλογράμμου : $A = \beta v$
 Περίμετρος Κύκλου : $C = 2\pi r$
 Εμβαδόν Κύκλου : $A = \pi r^2$
 Εμβαδόν Σφαίρας : $A = 4\pi r^2$
 Όγκος Σφαίρας : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$
 Μήκος τόξου κύκλου : $s = \theta r$
 $\eta\mu A + \eta\mu B = 2 \text{ συν} \frac{A-B}{2} \eta\mu \frac{A+B}{2}$

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Επώνυμο: Όνομα: Τάξη: ...

Πατρώνυμο: Μητρώνυμο:

Σχολείο: Τηλέφωνο Σχολείου:

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

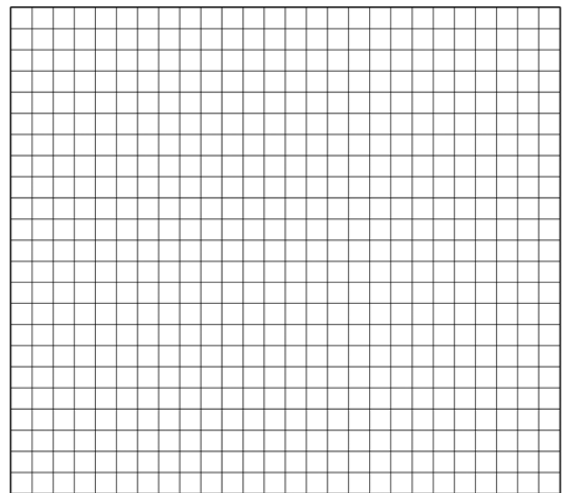
1^ο ΘΕΜΑ

A.1.1.

$$B = f(r) = \dots\dots\dots, r \leq R$$

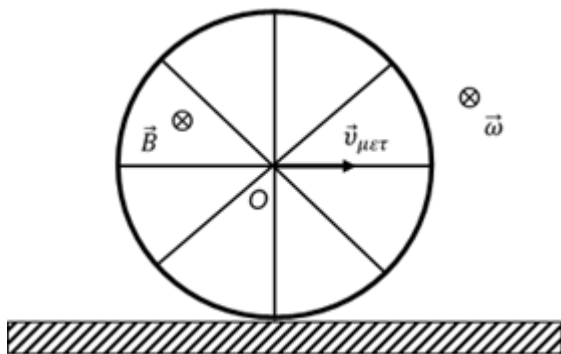
$$B = f(r) = \dots\dots\dots, r > R$$

A.1.2.



A.2.1. $\alpha = \dots\dots$, $\beta = \dots\dots$, $\gamma = \dots\dots$, $\delta = \dots\dots$ **A.2.2.** $x = \dots\dots\dots$ $x/R = \dots\dots\dots$

2^ο ΘΕΜΑ



B.2.1. $E_{\text{επ,OA,περ.}} = \dots\dots\dots$

B.2.2. $E_{\text{επ,OA,μετ.}} = \dots\dots\dots$

B.2.3. $E_{\text{επ,OA,συνθ.}} = \dots\dots\dots$

B.3. $E_{\text{επ,AA'}} = \dots\dots\dots$

B.4. $\mathcal{E}_{\Gamma'}(t) = \dots\dots\dots$

B.1. $r = \dots\dots\dots$



3^ο ΘΕΜΑ

Γ.1.

.....

.....

.....

.....

.....

$$\tau_1 = \dots\dots\dots$$

Γ.2.

.....

.....

.....

.....

.....

Γ.3.

.....

.....

.....

.....

Γ.4.

.....

.....



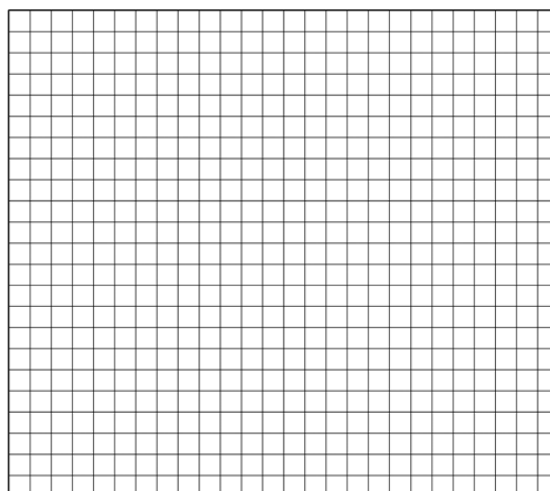
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4^ο ΘΕΜΑ

Δ.1.

λ (Angstroms)	f ($\times 10^{13}$ Hz)	V_0 (V)
5461		
4339		
4047		
3650		
3125		

Δ.2.





Δ.3. $\alpha = \dots\dots\dots$ $h = \dots\dots\dots$

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

Δ.4.

.....
.....

Δ.5. $f_o = \dots\dots\dots$, $\varphi = \dots\dots\dots$

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

Καλή επιτυχία!