ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2023 - Β΄ Τάξη

10/3/2023

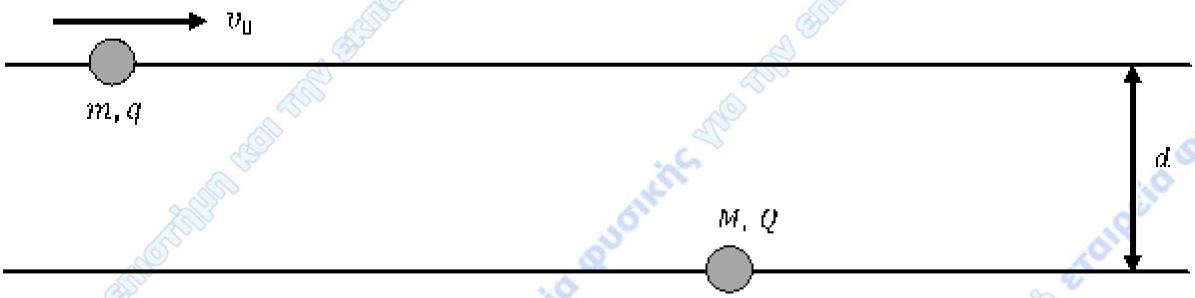
ΟΔΗΓΙΕΣ

1. Η αναλυτική λύση των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε τετράδιο ή σε φύλλα Α4 που θα σας δοθούν. Στον κατάλληλο χώρο του τετραδίου ή στην πρώτη σελίδα Α4 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 Α4) με τις αναλυτικές λύσεις σας ΜΑΖΙ με το φύλλο απαντήσεων.
5. Το Φύλλο Απαντήσεων θα συρραφεί στο τετράδιο (ή στα φύλλα Α4).
6. Τα ονομαστικά στοιχεία **ΔΕΝ** θα καλυφθούν με μαύρο αυτοκόλλητο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1ο ΘΕΜΑ

Δύο χάντρες, με αμελητέες διαστάσεις, είναι περασμένες σε παράλληλα οριζόντια σύρματα-οδηγούς πολύ μεγάλου μήκους, τα οποία απέχουν μεταξύ τους απόσταση d, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Οι χάντρες, με μάζες m και M, μπορούν να κινούνται πάνω στους συρμάτινους οδηγούς χωρίς τριβές, ενώ είναι ομώνυμα φορτισμένες έχοντας φορτία q και Q αντιστοίχως. Η χάντρα μάζας m βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση από την M και εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα υ_0, παράλληλη με τον συρμάτινο οδηγό πάνω στον οποίο κινείται, προς την κατεύθυνση που βρίσκεται η δεύτερη χάντρα, η οποία είναι αρχικά ακίνητη. Δίνεται η σταθερά του νόμου του Coulomb k, ενώ μπορείτε να αγνοήσετε την επίδραση του βαρυτικού πεδίου.



Α.1. Ποια είναι η ελάχιστη απόσταση r_{min} στην οποία μπορούν να πλησιάσουν οι δύο χάντρες;

Α.2. Όταν η ταχύτητα εκτόξευσης είναι μεγαλύτερη από μια τιμή υ_0', η χάντρα μάζας m καταφέρνει να προσπεράσει την χάντρα μάζας M. Να υπολογίσετε την τιμή της υ_0' που πρέπει να ξεπεραστεί από την ταχύτητα εκτόξευσης, ώστε να παρατηρηθεί προσπέραση. Τι θα συμβεί αν η ταχύτητα εκτόξευσης είναι ακριβώς ίση με την υ_0';

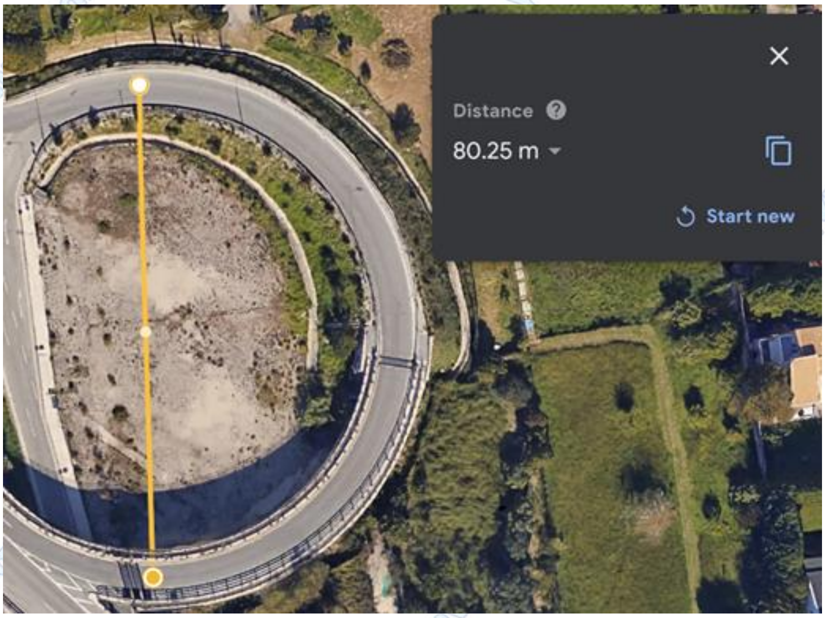
Α.3. Αν τα μήκη των οδηγών θεωρηθούν απεριόριστα, τι ισχύει για τις ταχύτητες υ_m και υ_M που θα αποκτήσουν τελικά (μετά από πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα) οι δύο χάντρες στην περίπτωση που η m προσπερνά την M;

2ο ΘΕΜΑ

Μία από τις εισόδους της Γέφυρας "Χαρίλαος Τρικούπης" (που συνδέει το Ρίο με το Αντίρριο και βρίσκεται κοντά στην Πάτρα) είναι από την τοπική Οδό Σώμερσετ. Στην είσοδο υπάρχει πινακίδα με όριο ταχύτητας όπως φαίνεται στην εικόνα 1 (πηγή εικόνας: Google Earth).

Εικόνα 1

Η είσοδος έχει σχήμα, κατά προσέγγιση, κυκλικού τόξου, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 2 (πηγή εικόνας: Google Earth) όπου έχει σημειωθεί η διάμετρος του αντίστοιχου κύκλου.



Εικόνα 2

Για να μπορέσει ένα αυτοκίνητο να ακολουθήσει την κυκλική διαδρομή στην είσοδο, χρειάζεται κάποια δύναμη ή συνδυασμός δυνάμεων να παίξει τον ρόλο κεντρομόλου. Η τριβή T, που δέχεται το αυτοκίνητο και εμποδίζει την πλευρική ολίσθηση, παίζει τον ρόλο αυτόν στην συγκεκριμένη περίπτωση.

Β.1. Στο σχήμα που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων να σχεδιάσετε την τριβή T στο αυτοκίνητο, (θεωρώντας ότι το αυτοκίνητο συμπεριφέρεται ως υλικό σημείο), καθώς και την ταχύτητα του αυτοκινήτου.

Β.2. Το όριο ταχύτητας έχει να κάνει με τον εκτιμώμενο συντελεστή τριβής ανάμεσα στον δρόμο και στα ελαστικά του αυτοκινήτου, ώστε το αυτοκίνητο να παραμείνει στον δρόμο. Θεωρώντας το αυτοκίνητο και πάλι ως υλικό σημείο, να υπολογίσετε την ελάχιστη τιμή του συντελεστή στατικής τριβής που θα έπρεπε να υπάρχει, ώστε το αυτοκίνητο μόλις να καταφέρνει να ακολουθήσει την κυκλική διαδρομή της εισόδου με το υπάρχον όριο ταχύτητας. Να θεωρήσετε την κλίση του δρόμου αμελητέα. Η επιτάχυνση της βαρύτητας στην περιοχή είναι $9{,}80\ m/s^2$

Β.3. Ο παρακάτω πίνακας (πηγή: Wikipedia) περιέχει τιμές των συντελεστών τριβής ανάμεσα σε διαφορετικές επιφάνειες. Χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο συντελεστή τριβής και την διάμετρο της εισόδου, να υπολογίσετε το μέτρο v της μέγιστης ταχύτητας με την οποία θα μπορούσε ένα αυτοκίνητο να ακολουθήσει την κυκλική διαδρομή της εισόδου ανάλογα με τις συνθήκες. Να εξηγήσετε γιατί το όριο ταχύτητας είναι διαφορετικό από την τιμή που υπολογίσατε στο ερώτημα **Β.2**.

Υλικό επιφανειών σε επαφή		Συντελεστής στατικής τριβής		Συντελεστής τριβής ολίσθησης	
		Στεγνές επιφάνειες	Υγρές επιφάνειες	Στεγνές επιφάνειες	Υγρές επιφάνειες
Αλουμίνιο	Ατσάλι	0.61		0.47	
Αλουμίνιο	Αλουμίνιο	1.05–1.35	0.3	1.4–1.5	
Χυτοσίδηρος	Χαλκός	1.05		0.29	
Χυτοσίδηρος	Ψευδάργυρος	0.85		0.21	
Άσφαλτος	Λάστιχο	1.0	0.30	0.6–0.85	0.45–0.75
Άσφαλτος	Ξύλο	0.62			

Β.4. Ένα ζευγάρι γυαλιά έχει αφεθεί κάτω από το παρμπρίζ του αυτοκινήτου, μπροστά από τη θέση του συνοδηγού. Κατά τη στροφή του αυτοκινήτου φαίνεται από τους επιβάτες πως το ζευγάρι γυαλιά μετακινείται (η τριβή ανάμεσα στα γυαλιά και στην επιφάνεια είναι αμελητέα). Να χρησιμοποιήσετε το σχήμα που υπάρχει στο Φύλλο Απαντήσεων για να περιγράψετε και να εξηγήσετε πώς το ζευγάρι γυαλιά θα φανεί ότι κινείται κατά τη στροφή

1. από τους επιβάτες
2. από κάποιον που βρίσκεται έξω από το αυτοκίνητο και παρατηρεί το φαινόμενο σε κάτοψη όπως στο σχήμα (εξωτερικός παρατηρητής).

3ο ΘΕΜΑ

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 υ, μπορούμε να ελέγξουμε την ορθότητα της υπόθεσής μας εφαρμόζοντας την τεχνική αυτή.

Ξεκινούμε, γράφοντας την σχέση $K = \lambda \cdot m^{\alpha} \cdot \upsilon^{\beta}$. 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

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

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

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

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

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

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:

$$K = \lambda \cdot m^{\alpha} \cdot \upsilon^{\beta} \cdot \alpha^{\gamma}$$

Διαστατικά έχουμε:

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

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:

$$kg\cdot\frac{m^2}{s^2}=kg^{\alpha}\cdot\left(\frac{N}{kg}\right)^{\beta}\Rightarrow kg\cdot\frac{m^2}{s^2}=kg^{\alpha-\beta}\cdot N^{\beta}\Rightarrow kg\cdot\frac{m^2}{s^2}=kg^{\alpha-\beta}\cdot\left(kg\frac{m}{s^2}\right)^{\beta}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow kg\cdot\frac{m^2}{s^2}=kg^{\alpha-\beta+\beta}\cdot\frac{m^{\beta}}{s^{2\beta}}\Rightarrow kg\cdot\frac{m^2}{s^2}=kg^{\alpha}\cdot\frac{m^{\beta}}{s^{2\beta}}$$

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 βάσιμα 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:

$$U=\lambda\cdot m\cdot g\cdot[ΜΗΚΟΣ]^{\sigma=1}$$

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.

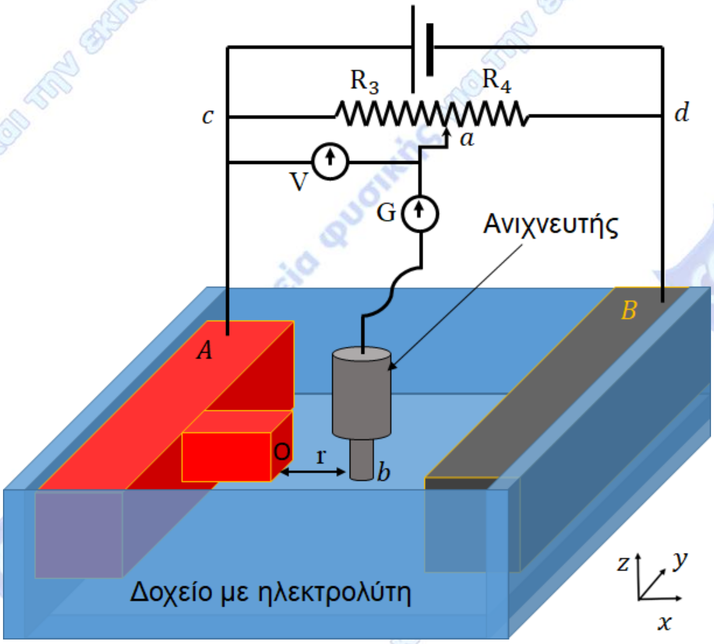
Γ.1. (υποθέτουμε ότι) Η ταχύτητα διολίσθησης υ των ελεύθερων ηλεκτρονίων σε ρευματοφόρο μεταλλικό αγωγό, εξαρτάται από την ένταση I του ρεύματος, την συγκέντρωση n των ηλεκτρονίων, το εμβαδό διατομής s του αγωγού και την απόλυτη τιμή $|q_e|$ του φορτίου του ηλεκτρονίου. Να εφαρμόσετε την τεχνική της διαστατικής ανάλυσης για να προσδιορίσετε την σχέση αυτή.

Γ.2. Θεωρώντας ότι η αριθμητική σταθερά έχει τιμή $\lambda=1$, να χρησιμοποιήσετε το αποτέλεσμα του ερωτήματος Α.1. για να υπολογίσετε την ταχύτητα διολίσθησης υ_{Cu} των ελεύθερων ηλεκτρονίων σε ένα χάλκινο σύρμα διατομής $1mm^2$ που διαρρέεται από ρεύμα έντασης $1A$, αν σας δίνεται υπάρχουν $8{,}4\cdot10^{22}$ ελεύθερα ηλεκτρόνια ανά κυβικό εκατοστό χαλκού και ότι το φορτίο ανά ηλεκτρόνιο είναι $-1{,}6\cdot10^{-19}C$.

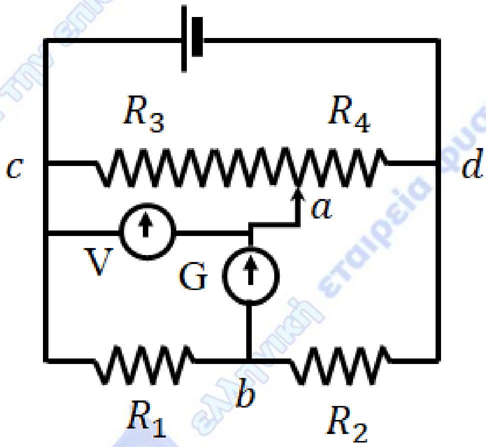
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4ο ΘΕΜΑ

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η πειραματική διάταξη για την χαρτογράφηση του ηλεκτρικού δυναμικού και του ηλεκτρικού πεδίου ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια Α και Β, αμελητέας ωμικής αντίστασης. Τα ηλεκτρόδια αυτά είναι βυθισμένα σε μια λεκάνη με ηλεκτρολύτη και τροφοδοτούνται από μία ηλεκτρική πηγή. Στο κύκλωμα υπάρχει και ένας διαιρέτης τάσης με μεταβλητή αντίσταση (ποτενσιόμετρο), ένα βολτόμετρο και ένας αγώγιμος ανιχνευτής, ο οποίος συνδέεται με τον δρομέα του ποτενσιόμετρου, μέσω ενός ευαίσθητου αμπερόμετρου για την μέτρηση πολύ μικρών ρευμάτων (γαλβανόμετρο).



Ο τρόπος σύνδεσης των τεσσάρων ωμικών αντιστάσεων (όπως φαίνεται στο δεύτερο σχήμα) αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως *Γέφυρα Wheatstone*. Οι αντιστάσεις R_3 και R_4 είναι τα δύο μέρη του ποτενσιόμετρου. Οι αντιστάσεις R_1 και R_2 αντιστοιχούν στις δύο στήλες νερού κατά μήκος του άξονα $x'x$: αυτής ανάμεσα στο σημείο O του ηλεκτροδίου Α και στην ακίδα του ανιχνευτή και εκείνης ανάμεσα στην ακίδα του ανιχνευτή και στο ηλεκτρόδιο Β. Ο κόμβος b του κυκλώματος είναι το σημείο επαφής της ακίδας του ανιχνευτή στη λεκάνη, ενώ ο κόμβος α είναι το σημείο όπου έχουμε τοποθετήσει τον δρομέα του ποτενσιόμετρου. Το βολτόμετρο είναι συνδεμένο στα άκρα της R_3. Λέμε ότι η Γέφυρα Wheatstone βρίσκεται σε ισορροπία, όταν το ρεύμα του γαλβανόμετρου είναι μηδέν.



Η πειραματική διαδικασία για την μέτρηση της τάσης *V*(*r*) σαν συνάρτηση της απόστασης από το σημείο O έχει ως εξής: Αρχικά, ρυθμίζοντας κατάλληλα το ποτενσιόμετρο, επιλέγουμε μια τάση V, κλάσμα της τάσης τροφοδοσίας, την οποία μετράμε με το βολτόμετρο. Ύστερα μετακινούμε την ακίδα του ανιχνευτή μπροστά από το O σε ευθεία προς το Β, μέχρις ότου η γέφυρα να έρθει σε ισορροπία και μετρούμε την απόσταση r.

Δ.1. Να δείξετε πως, όταν η γέφυρα είναι σε ισορροπία, η διαφορά δυναμικού που μετράει το βολτόμετρο V_{ac} και η διαφορά δυναμικού V_{bO} είναι ίσες.

Στα επόμενα ερωτήματα να θεωρήσετε την παραπάνω ισότητα δεδομένη.

Δ.2. Στον Πίνακα 1 δίνονται οι μετρήσεις του $V(r)$. Να σχεδιάσετε στο μιλιμετρέ χαρτί που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων, την γραφική παράσταση $V = f(r)$.

$r\ (cm)$	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,6	4,2	4,8	5,5
$V\ (V)$	5,7	3,3	2,2	1,7	1,3	1	0,88	0,75	0,64	0,55	0,48	0,41	0,36

Πίνακας 1

Δ.3. Να ελέγξετε κατά πόσο η σχέση $V = f(r)$ έχει αναλογία με τη σχέση του δυναμικού συναρτήσει της απόστασης, που θα ίσχυε αν το ηλεκτρικό πεδίο το δημιουργούσε ένα ακίνητο σημειακό φορτίο Q τοποθετημένο στο O.

Δ.4. Να υπολογίσετε την τιμή του φορτίου Q.

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Οριζόντια Βολή - Κυκλική Κίνηση

$x = v_0 t$	$v_x = v_0$	$f = \frac{1}{T}$	$\omega = \frac{\theta}{t}$	$a_k = \frac{v^2}{R}$
$y = \frac{1}{2}gt^2$	$v_y = gt$	$v = \frac{s}{t}$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$F_k = ma_k$
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	$f = \frac{N}{t}$	$v = \frac{2\pi R}{T}$	$v = \omega R$	$F_k = \frac{mv^2}{R}$

Ορμή

$\vec{p} = m\vec{v}$	$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$	$\Sigma\vec{F}_{\varepsilon\xi} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{p}_{\text{ολ(αρχ)}} = \vec{p}_{\text{ολ(τελ)}}$

Κινητική Θεωρία των Αερίων

$pV =$ σταθ. για $n, T =$ σταθ. Νόμος του Boyle	$\frac{p}{T} =$ σταθ. για $n, V =$ σταθ. Νόμος του Charles	$\frac{V}{T} =$ σταθ. για $n, p =$ σταθ. Νόμος του Gay-Lussac

$pV = nRT$	$p = \frac{\rho}{M}RT$	$p = \frac{1}{3}\frac{N m\bar{v^2}}{V}$	$\bar{K} = \frac{3}{2}kT$	$v_{\varepsilon\nu} = \sqrt{\bar{v^2}}$	$v_{\varepsilon\nu} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

Θερμοδυναμική

$\Delta W = p\Delta V$	$W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$	$W = \frac{p_\tau V_\tau - p_\alpha V_\alpha}{1-\gamma}$	$e = 1 - \frac{\lvert Q_c\rvert}{Q_h}$
$U = \frac{3}{2}nRT$	$pV^\gamma =$ σταθ.		
$Q = \Delta U + W$	$W = -\Delta U$	$e = \frac{W}{Q_h}$	$e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$ (Carnot)

Ηλεκτρικό Πεδίο

$F = k_c\frac{\lvert q_1 q_2\rvert}{r^2}$	$E = k_c\frac{\lvert Q\rvert}{r^2}$	$U_\infty = 0, \quad V_\infty = 0$	$E = \frac{V}{d}$	$C = \frac{Q}{V}$
$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	$W_{A\to B} = U_A - U_B$	$U_A = W_{A\to\infty}$	$x = v_0 t \pm \frac{1}{2}at^2$	$C = \epsilon\epsilon_0\frac{S}{\ell}$
	$V = \frac{U}{q}$	$U = k_c\frac{Qq}{r}$	$v = v_0 \pm at$	
$E = \frac{F}{\lvert q\rvert}$	$W_{A\to B} = q(V_A - V_B)$	$V = k_c\frac{Q}{r}$	$a = \frac{qE}{m} = \frac{qV}{md}$	$U = \frac{1}{2}CV^2$

Βαρυτικό Πεδίο

$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$	$V_A = \frac{W_{A\to\infty}}{m}$	$V = -G\frac{M}{r}$	$V = -G\frac{M_\Gamma}{R_\Gamma + h}$
$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$	$U_\infty = 0$	$U = -G\frac{m_1 m_2}{r}$	$g_0 = G\frac{M_\Gamma}{R_\Gamma^2}$
$W_{A\to B} = U_A - U_B$	$V_\infty = 0$		
$W_{A\to B} = m(V_A - V_B)$	$g = G\frac{M}{r^2}$	$g = G\frac{M_\Gamma}{(R_\Gamma + h)^2}$	$v_{\text{διαφυγής}} = \sqrt{\frac{2GM_\Gamma}{R_\Gamma + h}}$

Ηλεκτρικό Ρεύμα

$I = \frac{q}{t}$	$I = \frac{V}{R}$	$V = V_1 + V_2$	$\frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	$P = I^2 R$	$\mathcal{E} = \frac{P}{I}$
$\Sigma I = 0$	$R = \rho\frac{\ell}{S}$	$R_{\text{ολ}} = R_1 + R_2$	$W = VIt$	$P = \frac{V^2}{R}$	$V_\pi = \mathcal{E} - Ir$
$\Sigma(\Delta V) = 0$	$\rho = \rho_0(1 + a\theta)$	$I = I_1 + I_2$	$P = \frac{W}{t}$	$Q = I^2 Rt$	
$R = \frac{V}{I}$	$I = I_1 = I_2$	$V = V_1 = V_2$	$P = VI$	$\mathcal{E} = \frac{W}{q}$	$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2023 - Β΄ Τάξη

10/3/2023

Φως

$c = \lambda f$	$n = \dfrac{\lambda_0}{\lambda}$	$K = k_c \dfrac{e^2}{2r}$	$E = -k_c \dfrac{e^2}{2r}$	$E = \dfrac{E_1}{n^2}$
$E = hf$	$L = mvr$			
$n = \dfrac{c_0}{c}$	$E_\alpha - E_\tau = hf$	$U = -k_c \dfrac{e^2}{r}$	$r_n = n^2 r_1$	$\lambda_{\min} = \dfrac{hc}{eV}$

Σταθερές

$R = 8,314 \, \dfrac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}}$	$G = 6,67 \times 10^{-11} \, \dfrac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}}$	$e = 1,6 \times 10^{-19} \, \mathrm{C}$	$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \, \mathrm{F/m}$
		$h = 6,63 \times 10^{-34} \, \mathrm{J \cdot s}$	
$k = 1,38 \times 10^{-23} \, \mathrm{J/K}$	$M_\Gamma = 5,97 \times 10^{24} \, \mathrm{kg}$	$E_1 = -13,6 \, \mathrm{eV}$	$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \, \mathrm{kg}$
	$R_\Gamma = 6400 \, \mathrm{km}$	$1 \, \mathrm{eV} = 1,6 \times 10^{-19} \, \mathrm{J}$	$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \, \mathrm{kg}$
$k_c = 9 \times 10^9 \, \dfrac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{C^2}}$	$g_0 = 9,8 \, \mathrm{m/s^2}$	$1 \, \mathrm{atm} = 1,013 \times 10^5 \, \mathrm{Pa}$	$c = 3 \times 10^8 \, \mathrm{m/s}$

Σύμβολα

x, y : Θέση	ω : Γωνιακή ταχύτητα	e : Συντελεστής απόδοσης	c : Ταχύτητα του φωτός
v : Ταχύτητα	W : Έργο	q, Q : Φορτίο	λ : Μήκος κύματος
a : Επιτάχυνση	K : Κινητική ενέργεια	V : Δυναμικό, Διαφορά δυναμικού	L : Στροφορμή
m, M : Μάζα	U : Δυναμική ενέργεια	C : Χωρητικότητα	E : Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου
F : Δύναμη	p : Ορμή	R : Αντίσταση	g : Επιτάχυνση λόγω βαρύτητας
s : Διάστημα	ρ : Πυκνότητα	ρ : Ειδική αντίσταση	I : Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος
f : Συχνότητα	p : Πίεση	P : Ισχύς	
T : Περίοδος	Q : Θερμότητα	$\mathcal{E}$: ΗΕΔ πηγής	
θ : Γωνία	U : Εσωτερική ενέργεια		

Μονάδες Μέτρησης Μεγεθών

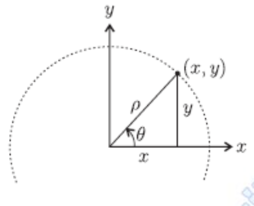
μέτρο, m	νιούτον, N	τζούλ, J	κουλόμπ, C	Ωμ, Ω
χιλιόγραμμο, kg	ακτίνιο, rad	βάτ, W	βόλτ, V	αμπέρ, A
δευτερόλεπτο, s	χέρτζ, Hz	πασκάλ, Pa	φαράντ, F	

Πολλαπλάσια - Υποπολλαπλάσια

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

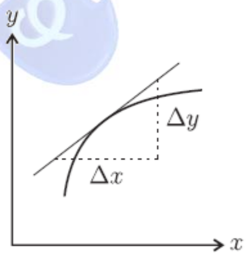
Μαθηματικό Βοήθημα

θ (°)	ημ θ	συν θ	εφ θ
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	–
180°	0	−1	0
270°	−1	0	–



$$\rho^2 = x^2 + y^2$$

$$\text{ημ}\,\theta = \frac{y}{\rho}, \quad \text{συν}\,\theta = \frac{x}{\rho}, \quad \text{εφ}\,\theta = \frac{y}{x}$$



$$\text{κλίση} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Επώνυμο: ………………………………… Όνομα: …………………… Τάξη: …

Πατρώνυμο: ………………. Μητρώνυμο: …………………

Σχολείο: …………………..………..………. Τηλέφωνο Σχολείου: ………………

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1ο ΘΕΜΑ

Α.1. $r_{min} =$…………., **Α.2.** $\upsilon_0' =$………….. , Αν $\upsilon_0 = \upsilon_0'$ τότε ……………………………………

……

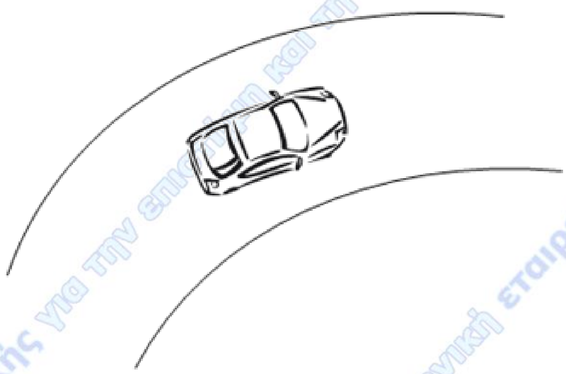
……

……

Α.3. $\upsilon_m =$………….. , $\upsilon_M =$…………..

2ο ΘΕΜΑ

Β.1



Β.2

$\mu =$…………

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

…………………………………………………....

…………………………………………………....

…………………………………………………....

…………………………………………………....

…………………………………………………

…………………………………………………

Β.3. $\upsilon =$………… και $\upsilon =$…………

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ: ……………………………………………………………………………………

……

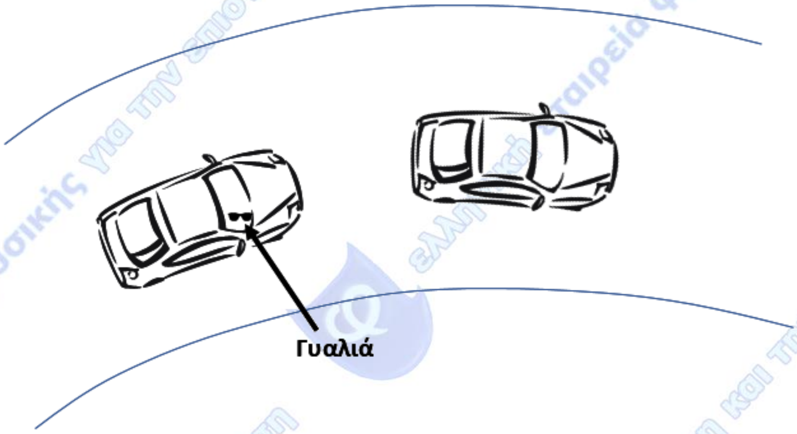
……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

Β.4.



1. Στους επιβάτες θα φανεί ……………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

2. Στον εξωτερικό παρατηρητή θα φανεί ………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ: ……………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

3ο ΘΕΜΑ

Γ.1. $\upsilon = f(I, n, s, |q_e|) =$…………………..

Γ.2. Για το χάλκινο σύρμα που περιγράφει η εκφώνηση είναι $\upsilon_{Cu} =$…………………..

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4ο ΘΕΜΑ

Δ.1. ……………………………………………………………………………………

……

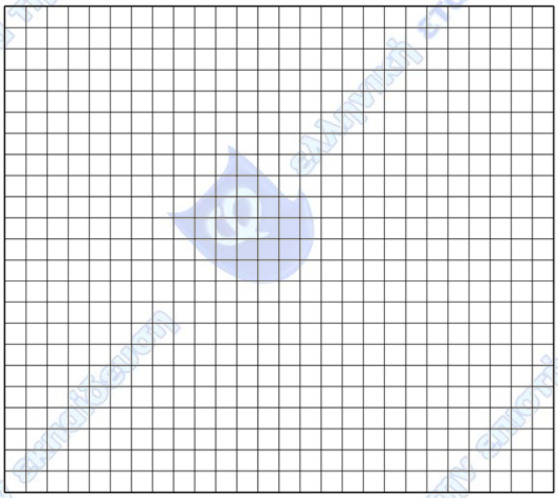
……

……

……

……

Δ.2.



Δ.3. ………………………………………………………………………………………………

……

……

……

……

……

Δ.4. $Q =$……………………………………

Καλή επιτυχία!

Συνοπτικές Απαντήσεις

1ο ΘΕΜΑ

Α.1. Από τη γεωμετρία του προβλήματος έχουμε ότι $r_{min} = d$, η απόσταση των δύο παράλληλων συρμάτινων οδηγών.

(5 μόρια)

Α.2. Όσο η χάντρα m βρίσκεται πίσω από την M, η ταχύτητά της μειώνεται

(2 μόρια)

ενώ η ταχύτητα της M αυξάνεται

(2 μόρια)

εξαιτίας της οριζόντιας συνιστώσας της απωστικής ηλεκτρικής δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ τους.

(1 μόριο)

Αν η χάντρα m καταφέρει να προσπεράσει την M, η ταχύτητά της συνεχώς θα αυξάνεται, ενώ η ταχύτητα της M συνεχώς θα μειώνεται εξαιτίας και πάλι της μεταξύ τους απωστικής δύναμης.

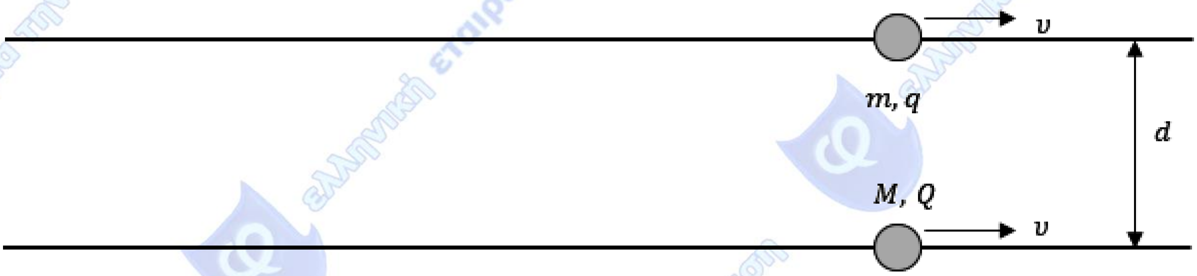
(2 μόρια)

Αυτό σημαίνει ότι για να ξεπεράσει η χάντρα μάζας m την M, θα πρέπει καταρχήν να βρεθούν η μια δίπλα στην άλλη.

(1 μόριο)

Αν στην θέση αυτή οι δύο χάντρες έχουν ίσες ταχύτητες θα παραμείνουν η μια δίπλα στην άλλη και θα κινούνται ως ένα σώμα μέχρι να εξαντλήσουν το μήκος των οδηγών.
Αν όμως η m έχει, έστω και ελάχιστα, μεγαλύτερη ταχύτητα από την M, θα καταφέρει να προσπεράσει.

(1 μόριο)



Θα υπολογίσουμε την ταχύτητα εκτόξευσης υ_0', που είναι αναγκαία ώστε οι δύο χάντρες να κινηθούν ως ένα σώμα.

(1 μόριο)

Από τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (που ισχύει εξαιτίας του γεγονότος ότι στο σύστημα δρουν μόνο συντηρητικές δυνάμεις), μεταξύ της αρχικής κατάστασης και της κατάστασης με τις δύο χάντρες να είναι η μια δίπλα στην άλλη με ίσες ταχύτητες, έχουμε ότι:

$$\frac{1}{2}m\upsilon_0'^2 + 0 = \frac{1}{2}m\upsilon^2 + \frac{1}{2}M\upsilon^2 + k\frac{qQ}{d} \qquad (1)$$

(2 μόρια)

ενώ από τη διατήρηση της ορμής (που ισχύει κατά μήκος του οριζόντιου άξονα, αφού στην διεύθυνση αυτή δεν υπάρχουν εξωτερικές δυνάμεις), μεταξύ των ίδιων δύο θέσεων με προηγουμένως (θετική φορά προς τα δεξιά), προκύπτει ότι

$$m\upsilon_0' = m\upsilon + M\upsilon \Rightarrow \upsilon = \frac{m\upsilon_0'}{m+M} \qquad (2)$$

(1 μόριο)

Αντικαθιστώντας αυτή την τιμή της ταχύτητας στην εξίσωση (1), τελικά προκύπτει ότι

$$\upsilon_0' = \sqrt{k\frac{2(m+M)Qq}{mMd}}$$

(1 μόριο)

Αν λοιπόν η ταχύτητα εκτόξευσης είναι $\upsilon_0 > \upsilon_0'$ τότε η χάντρα m θα προσπεράσει την M.

Αν ισχύει ότι $\upsilon_0 = \upsilon_0'$ τότε οι δύο χάντρες θα κινηθούν ως ένα σώμα

(1 μόριο)

με σταθερή ταχύτητα που προκύπτει από την σχέση (2).

(1 μόριο)

Α.3. Από τη στιγμή τώρα που η χάντρα m θα προσπεράσει την M, η ταχύτητά της θα αρχίσει να αυξάνεται

(1 μόριο)

και η ταχύτητα της M θα αρχίσει να μειώνεται,

(1 μόριο)

οπότε θα καταλήξουμε στην ίδια με την κατάσταση της εκτόξευσης, δηλαδή η χάντρα M θα ακινητοποιηθεί,

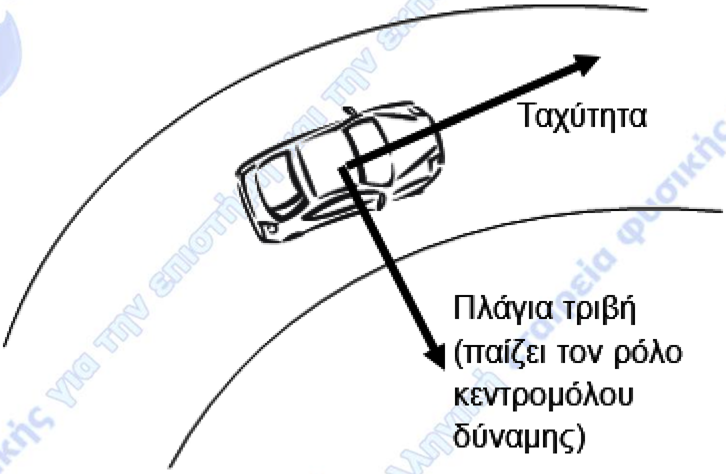
(1 μόριο)

ενώ η m θα φθάσει σε άπειρη απόσταση με ταχύτητα υ_0.

(1 μόριο)

2ο ΘΕΜΑ

Β.1.



(5 μόρια)

Β.2. $\mu_{min} = 0{,}18$

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

Η απαιτούμενη κεντρομόλος ισούται με $F_{\kappa,\alpha\pi\alpha\iota\tau.} = \frac{mv^2}{R}$.

(1 μόριο)

Η διαθέσιμη κεντρομόλος (τριβή) ισούται με $F_{\kappa,\delta\iota\alpha\theta.} = \mu m g$.

(1 μόριο)

Για να καταφέρει το όχημα να παραμείνει στην κυκλική τροχιά πρέπει να ισχύει:

$$F_{\kappa,\alpha\pi\alpha\iota\tau.} \leq F_{\kappa,\delta\iota\alpha\theta.} \Rightarrow$$

(1 μόριο)

$$\Rightarrow \frac{mv^2}{R} \leq \mu m g \Leftrightarrow \mu \geq \frac{v^2}{Rg} = \frac{(30/3{,}6)^2}{(80{,}25/2)\cdot 9{,}80} = 0{,}18$$

(2 μόρια)

Β.3. $v = 71\ km/h$ (στεγνός δρόμος) και $v = 39\ km/h$ (βρεγμένος δρόμος)

(1+1 μόρια)

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

$$\frac{mv^2}{R} \leq \mu m g \Leftrightarrow v^2 \leq \mu R g \Rightarrow v \leq \sqrt{\mu R g}$$

(1 μόριο)

Για στεγνές επιφάνειες:

$$v \leq \sqrt{\mu R g} = \sqrt{1{,}0 \cdot (80{,}25/2) \cdot 9{,}80}\, m/s = 19{,}8\, m/s = 71\, km/h$$

(1 μόριο)

Για υγρές επιφάνειες (π.χ. μετά από βροχή):

$$v \leq \sqrt{\mu R g} = \sqrt{0{,}3 \cdot (80{,}25/2) \cdot 9{,}80} m/s = 10{,}9\, m/s = 39\, km/h$$

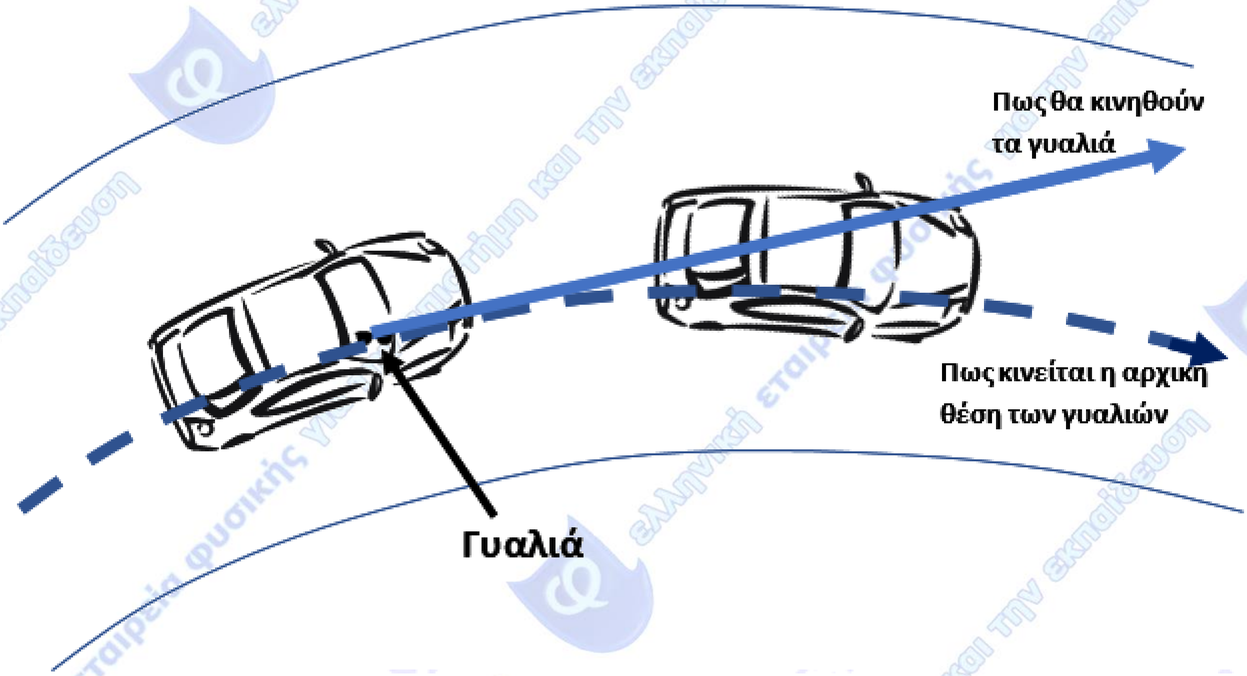
(1 μόριο)

Πιθανές αιτίες της διαφοράς με την πινακίδα:

- Τα φθαρμένα ελαστικά πολλών αυτοκινήτων ενδέχεται να έχουν μικρότερο συντελεστή τριβής και αυτό να έχει ληφθεί υπόψη για τον ορισμό του ορίου ταχύτητας.
- Δεν συνυπολογίσαμε την κλίση του δρόμου. Ενδεχομένως, αυτή να έχει ληφθεί υπόψη για τον ορισμό του ορίου ταχύτητας.
- Σε κάποιες περιπτώσεις (π.χ. πάγος στον δρόμο) ο συντελεστής τριβής μπορεί να είναι ακόμη μικρότερος, απαιτώντας ακόμα μικρότερη ταχύτητα για να μπορέσει το αυτοκίνητο να κινηθεί κανονικά.
- Οι οδηγοί δεν σέβονται πάντα το όριο ταχύτητας, οπότε αυτό τίθεται ακόμα χαμηλότερα από το εκτιμώμενο!
- …

(2 μόρια ανά αίτιο, μέγιστο 4 μόρια)

Β.4.



1. Στους επιβάτες θα φανεί πως τα γυαλιά κινούνται προς τα αριστερά (προς τη θέση του οδηγού)

(2 μόρια)

2. Στον εξωτερικό παρατηρητή θα φανεί πως τα γυαλιά συνεχίζουν να κινούνται ευθύγραμμα

(2 μόρια)

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ: Στο αυτοκίνητο ασκείται η τριβή που αναφέρθηκε στα προηγούμενα ερωτήματα και η οποία παίζει τον ρόλο κεντρομόλου δύναμης. Στα γυαλιά δεν ασκείται κάποια αντίστοιχη δύναμη. Το αποτέλεσμα είναι πως τα γυαλιά θα συνεχίσουν την ευθύγραμμη πορεία τους (1ος νόμος του Newton – αδράνεια), ενώ το αυτοκίνητο στρίβει από κάτω τους.

(2 μόρια)

Οι επιβάτες, που συγκρατούνται στις θέσεις τους με τις ζώνες ασφαλείας, στρίβουν μαζί με το αυτοκίνητο και σχηματίζουν την εντύπωση ότι τα γυαλιά κινούνται προς τη θέση του οδηγού (αριστερά σε σχέση με την πορεία του αυτοκινήτου), ενώ στην πραγματικότητα είναι οι ίδιοι που στρίβουν στην αντίθετη κατεύθυνση (δεξιά σε σχέση με την πορεία του αυτοκινήτου).

(2 μόρια)

3ο ΘΕΜΑ

Γ.1. Έστω η σχέση:

$$\upsilon = \lambda \cdot I^{\alpha} \cdot n^{\beta} \cdot s^{\gamma} \cdot |q_e|^{\delta}$$

(1 μόριο)

Διαστατικά έχουμε:

$$\frac{m}{s} = A^{\alpha} \cdot \left(\frac{1}{m^3}\right)^{\beta} \cdot (m^2)^{\gamma} \cdot C^{\delta}$$

(2 μόρια)

Γνωρίζουμε ότι $1C = 1A \cdot s$

(1 μόριο)

οπότε η προηγούμενη σχέση γράφεται:

$$m \cdot s^{-1} = A^{\alpha} \cdot m^{2\gamma - 3\beta} \cdot (A \cdot s)^{\delta} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow m \cdot s^{-1} = A^{\alpha+\delta} \cdot m^{2\gamma - 3\beta} \cdot s^{\delta}$$

(2 μόρια)

Καταλήγουμε λοιπόν στο σύστημα:

$$\begin{cases} \alpha + \delta = 0 \\ 2\gamma - 3\beta = 1 \\ \delta = -1 \end{cases}$$

το οποίο είναι ήδη λυμένο ως προς $\delta = 1$.

(3 μόρια)

Έτσι, από την πρώτη εξίσωση, προκύπτει ότι $\alpha = 1$.

(3 μόρια)

Η δεύτερη εξίσωση οδηγεί σε περισσότερες από μία λύσεις. Για παράδειγμα, ικανοποιείται από τις τιμές:

$$\begin{cases} \beta = -3\,, \gamma = -4 \\ \beta = -1\,, \gamma = -1 \\ \beta = 1\,, \gamma = 2 \end{cases}$$

Δεν είναι όμως δυνατό να υπάρχουν εναλλακτικές μαθηματικές σχέσεις που περιγράφουν το ίδιο φαινόμενο.

(1 μόριο)

Το αδιέξοδο αίρεται αν σκεφτούμε προσεκτικότερα την έννοια των μεγεθών n και $|q_e|$.

Το πρώτο, η συγκέντρωση ηλεκτρονίων (πρέπει να) μετριέται σε $\frac{\eta\lambda\varepsilon\kappa\tau\rho\acute{o}\nu\iota\alpha}{m^3}$.

(1 μόριο)

Αντίστοιχα, οι μονάδες του $|q_e|$ είναι στην πραγματικότητα $\frac{C}{ηλεκτρόνιο}$.

(1 μόριο)

Ξαναγράφουμε λοιπόν την διαστατική σχέση στην μορφή:

$$\frac{m}{s} = A^{\alpha} \cdot \left(\frac{ηλεκτρόνια}{m^3}\right)^{\beta} \cdot (m^2)^{\gamma} \cdot \left(\frac{C}{ηλεκτρόνιο}\right)^{\delta} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m \cdot s^{-1} = A^{\alpha} \cdot \left(\frac{ηλεκτρόνια}{m^3}\right)^{\beta} \cdot (m^2)^{\gamma} \cdot \left(\frac{A \cdot s}{ηλεκτρόνιο}\right)^{\delta}$$

$$\Rightarrow m \cdot s^{-1} = A^{\alpha+\delta} \cdot (ηλεκτρόνιο)^{\beta-\delta} \cdot m^{2\gamma-3\beta} \cdot s^{\delta}$$

(2 μόρια)

Το σύστημα στο οποίο καταλήγουμε τώρα είναι:

$$\begin{cases} \alpha + \delta = 0 \\ \beta - \delta = 0 \\ 2\gamma - 3\beta = 1 \\ \delta = -1 \end{cases}$$

(1 μόριο)

με μοναδική λύση

$$\begin{cases} \alpha = 1 \\ \beta = -1 \\ \gamma = -1 \\ \delta = -1 \end{cases}$$

(1 μόριο)

Άρα, η ζητούμενη σχέση είναι:

$$\upsilon = \lambda \cdot \frac{I}{n \cdot s \cdot |q_e|}$$

(3 μόρια)

Γ.2. Μετατρέπουμε τα αριθμητικά δεδομένα της εκφώνησης στο S.I.:

$$s = 1mm^2 = 10^{-6}m^2$$

$$n = 8{,}4 \cdot 10^{22}\,\frac{ηλεκτρόνια}{cm^2} = 8{,}4 \cdot 10^{28}\,\frac{ηλεκτρόνια}{m^2}$$

(2 μόριο)

Έτσι, για $\lambda = 1$ προκύπτει:

$$\upsilon = 7{,}4 \cdot 10^{-5}\,\frac{m}{s}$$

(1 μόριο)

Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει πόσο εντυπωσιακά μικρή είναι η ταχύτητα διολίσθησης. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια στο εν λόγω σύρμα θα χρειαστούν περίπου $3{,}75hr$ για να διανύσουν απόσταση $1m$!

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4ο ΘΕΜΑ

Δ.1. Μας ζητείται να δείξουμε ότι $V_{ac} = V_{bO}$.

Εφόσον η γέφυρα είναι σε ισορροπία το γαλβανόμετρο δεν διαρρέεται από ρεύμα:

(1 μόριο)

Άρα:

$$V_{ab} = 0 \Rightarrow V_a - V_b = 0 \Rightarrow V_a = V_b.$$

(2 μόρια)

Ομοίως:

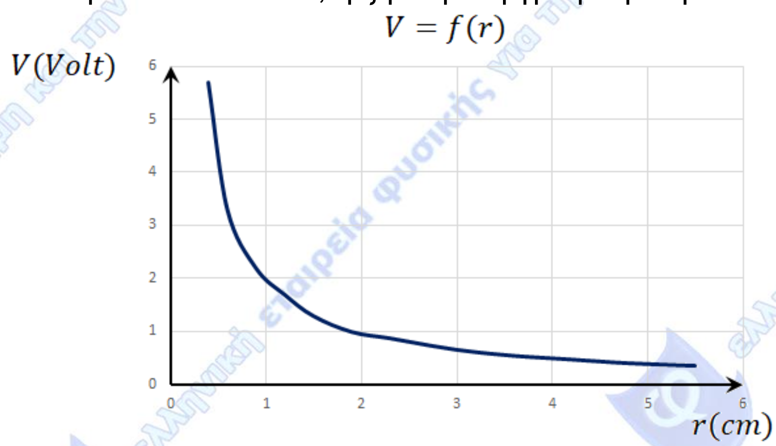
$$V_{ac} = V_a - V_c = V_b - V_c = V_{bc}$$

(2 μόρια)

Συνεπώς, η διαφορά δυναμικού που μετράει το βολτόμετρο $V = V_{ac} = V_{bc}$ ισούται με την τάση ανάμεσα στο O και τον ανιχνευτή στη θέση r.

(2 μόρια)

Δ.2. Με βάση τα δεδομένα του πίνακα, η ζητούμενη γραφική παράσταση είναι:



(8 μόρια=

Κλίμακες στους άξονες: 2 μόρια

+ Αναγραφή φυσικών μεγεθών στους άξονες: 1 μόριο

+ Αναγραφή μονάδων φυσικών μεγεθών στους άξονες: 1 μόριο

+Ορθή τοποθέτηση σημείων: 2 μόρια

+Σχεδίαση ομαλής καμπύλης: 2 μόρια)

Δ.3. Η εξάρτηση του ηλεκτρικού δυναμικού V εξ αιτίας σημειακού φορτίου Q ως προς την απόσταση r από το φορτίο, δίνεται από τον τύπο $V = k\,\frac{Q}{r}$.

(1 μόριο)

Για να ελέγξουμε εάν υπάρχει η ίδια εξάρτηση του δυναμικού που μετρήθηκε από το r, υπολογίζουμε τις τιμές της έκφρασης $1/r$ για τις πειραματικές μετρήσεις

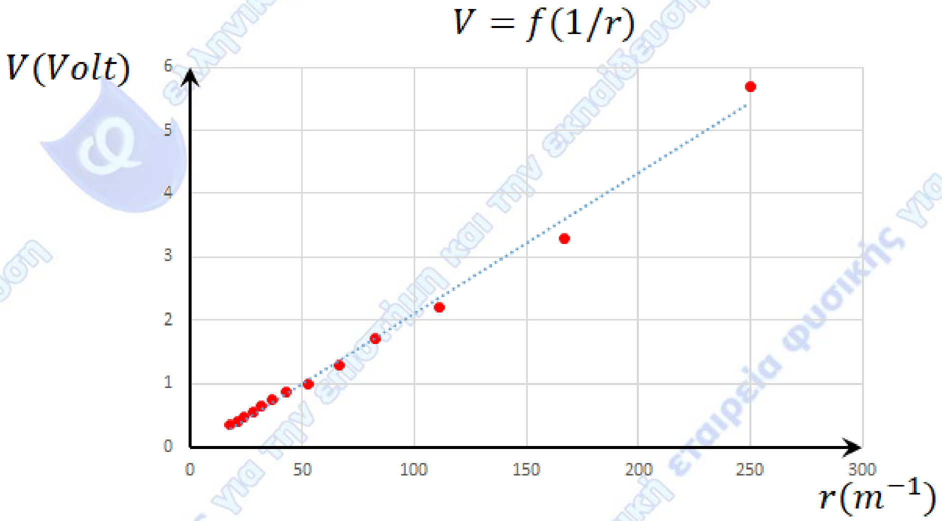
(1 μόριο)

και σχεδιάζουμε τη γραφική παράσταση $V = f(1/r)$:

(1 μόριο)

(Μετατρέπουμε τα cm σε m για να διευκολυνθούμε στο επόμενο ερώτημα).

$r\ (m)$	$1/r\ \ (m^{-1})$	$V\ (Volt)$
0,004	250	5,7
0,006	167	3,3
0,009	111	2,2
0,012	83	1,7
0,015	67	1,3
0,019	53	1
0,023	43	0,88
0,027	37	0,75
0,031	32	0,64
0,036	28	0,55
0,042	24	0,48
0,048	21	0,41
0,055	18	0,36



Παρατηρούμε ότι υπάρχει γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στο V και στο $1/r$, άρα υπάρχει ισχυρή αναλογία της μορφής του μετρούμενου δυναμικού με αυτό που προέρχεται από ακίνητο σημειακό φορτίο Q τοποθετημένο στο O.

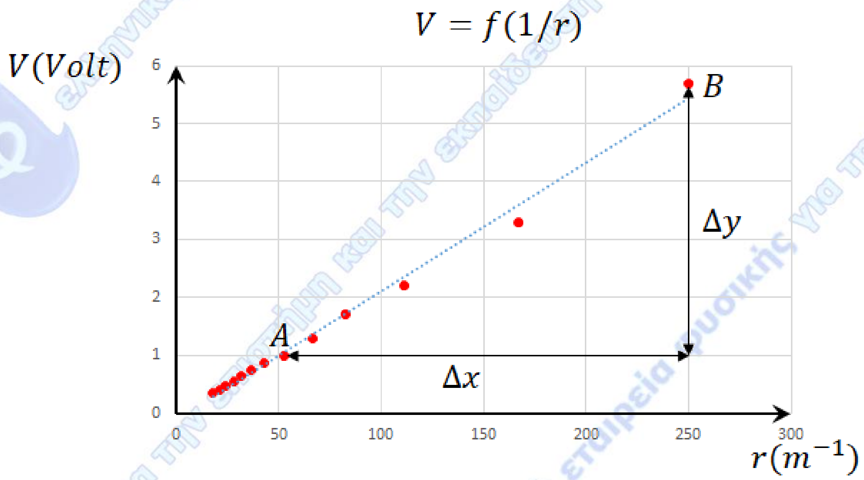
(2 μόρια)

Δ.4. Όπως προαναφέραμε, το ηλεκτρικό δυναμικό πεδίου από σημειακό φορτίο Q σε απόσταση r από την πηγή, δίνεται από την σχέση $\mathrm{V} = k\,\frac{Q}{r}$, όπου $k \cong 9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$ η ηλεκτρική σταθερά.

Παρατηρούμε ότι μπορούμε να γραμμικοποιήσουμε την σχέση αυτή, δηλαδή να την ξαναγράψουμε ως ευθεία της μορφής $V = \alpha\, x$, με $x = 1/r$ και κλίση $\alpha = k \cdot Q$.

(1 μόριο)

Άρα, από τη γραφική παράσταση $V = f(1/r)$ βρίσκουμε γραφικά την κλίση της ευθείας α, και το υποθετικό φορτίο που αντιστοιχεί στα πειραματικά δεδομένα μπορεί να βρεθεί, από τη σχέση $Q = \alpha/k$. Για να βρούμε γραφικά την κλίση χρησιμοποιούμε δύο σημεία Α και Β πάνω στην ευθεία που έχουμε χαράξει όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



(1 μόριο)

Η πειραματική τιμή της κλίσης ισούται με

$$\alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{5V - 1V}{230m^{-1} - 50m^{-1}} \cong 0{,}022\ Vm$$

(2 μόριο)

Άρα το φορτίο ισούται προς

$$Q = \frac{\alpha}{k} = \frac{0{,}022\ Vm}{9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2} = \frac{0{,}022\ Nm^2/C}{9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2} \cong 0{,}0024\ 10^{-9}C = 2{,}4\ 10^{-12}C = 2{,}4pC$$

(1 μόριο)

Κατανομή μονάδων

1ο ΘΕΜΑ
Α.1.: 5 μόρια
Α.2.: 16 μόρια
Α.3.: 4 μόρια

2ο ΘΕΜΑ
Β.1.: 5 μόρια
Β.2.: 5 μόρια
Β.3.: 7 μόρια
Β.4.: 8 μόρια

3ο ΘΕΜΑ
Γ.1.: 22 μόρια
Γ.2.: 3 μόρια

4ο ΘΕΜΑ
Δ.1.: 7 μόρια
Δ.2.: 8 μόρια
Δ.3.: 5 μόρια
Δ.4.: 5 μόρια