



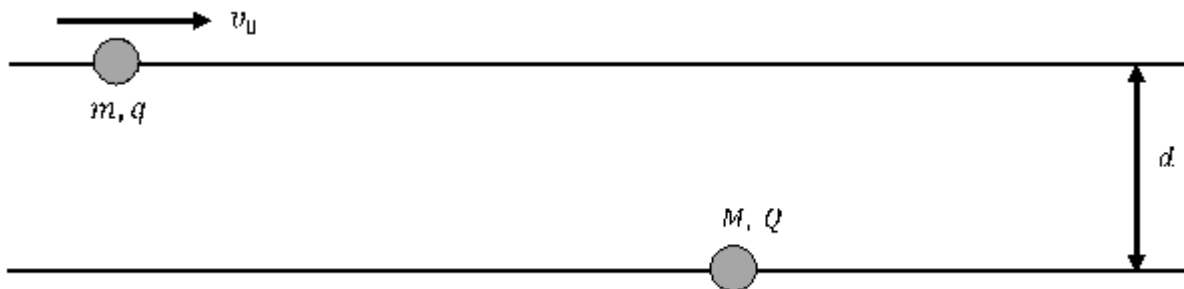
ΟΔΗΓΙΕΣ

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

1^ο 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 v_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.



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

A.2. Όταν η ταχύτητα εκτόξευσης είναι μεγαλύτερη από μια τιμή v'_0 , η χάντρα μάζας m καταφέρνει να προσπεράσει την χάντρα μάζας M . Να υπολογίσετε την τιμή της v'_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 v'_0 ;

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



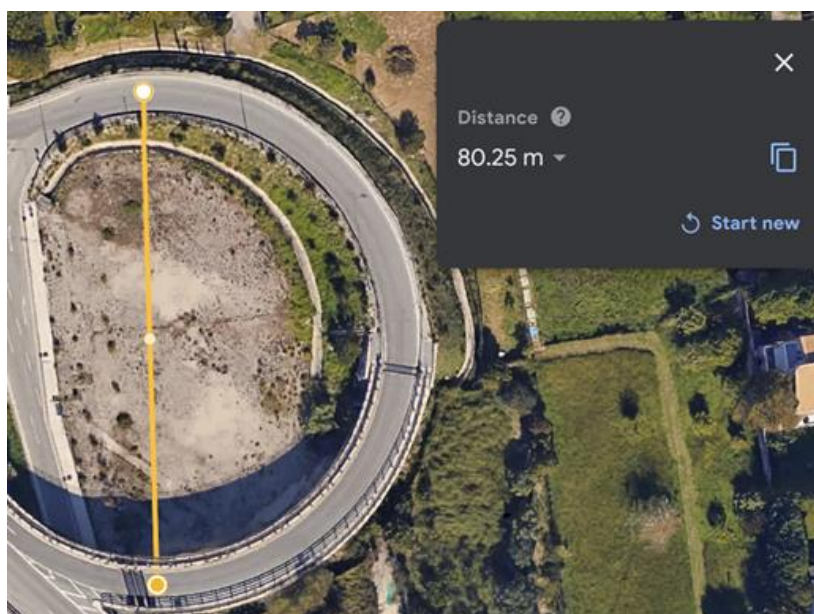
2^ο ΘΕΜΑ

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.

B.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.

B.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 $9,80 \text{ m/s}^2$

B.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 A.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			

B.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).



3^ο 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 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 a του σώματος, θα πρέπει να ισχύει:

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

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:

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

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

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:

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

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.

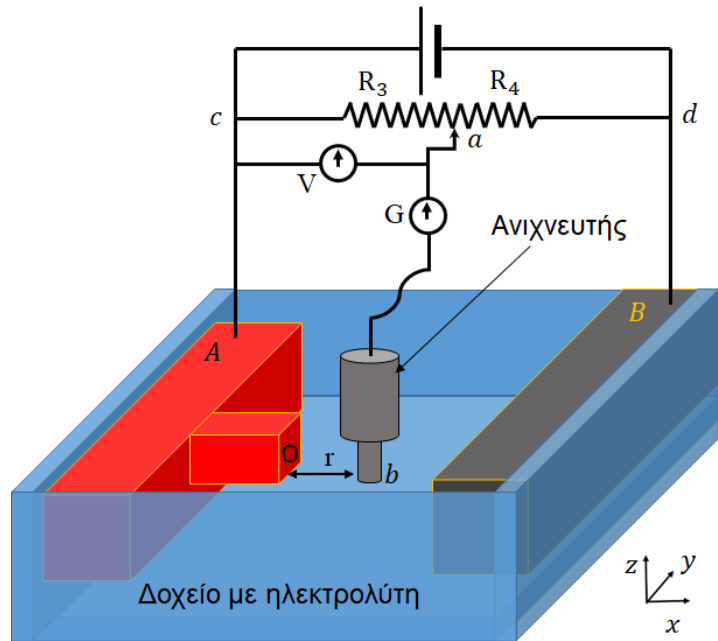
Γ.1. (υποθέτουμε ότι) Η ταχύτητα διολίσθησης v των ελεύθερων ηλεκτρονίων σε ρευματοφόρο μεταλλικό αγωγό, εξαρτάται από την ένταση I του ρεύματος, την συγκέντρωση n των ηλεκτρονίων, το εμβαδό διατομής s του αγωγού και την απόλυτη τιμή $|q_e|$ του φορτίου του ηλεκτρονίου. Να εφαρμόσετε την τεχνική της 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 v_{Cu} των ελεύθερων ηλεκτρονίων σε ένα χάλκινο σύρμα διατομής $1mm^2$ που διαρρέεται από ρεύμα έντασης $1A$, αν σας δίνεται υπάρχουν $8,4 \cdot 10^{22}$ ελεύθερα ηλεκτρόνια ανά κυβικό εκατοστό χαλκού και ότι το φορτίο ανά ηλεκτρόνιο είναι $-1,6 \cdot 10^{-19}C$.

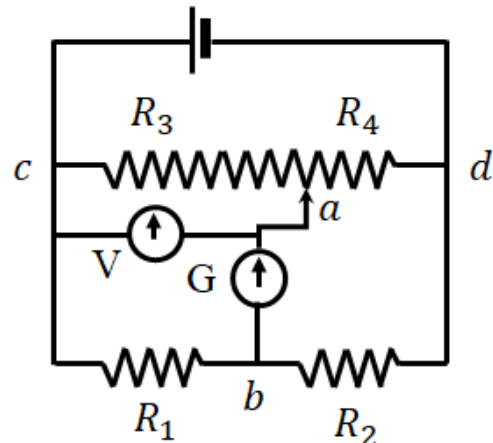
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4^ο 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 αγωγίμος 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 a είναι το σημείο όπου έχουμε τοποθετήσει τον δρομέα του ποτενσιόμετρου. Το βολτόμετρο είναι συνδεδεμένο 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 B , 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

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

Ορμή

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

Κινητική Θεωρία των Αερίων

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

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

Θερμοδυναμική

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

Ηλεκτρικό Πεδίο

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

Βαρυτικό Πεδίο

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

Ηλεκτρικό Ρεύμα

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



Φως

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

Σταθερές

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

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

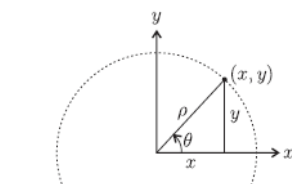
μέτρο, m	νιούτον, N	τζούλ, J	κουλόμπ, C	Ωμ, Ω
χιλιόγραμμα, kg	ακτίνιο, rad	βάτ, W	βόλτ, V	αμπέρ, A
δευτερόλεπτο, s	χέρτζ, Hz	πασκάλ, Pa	φαράντ, F	

Πολλαπλάσια - Υποπολλαπλάσια

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

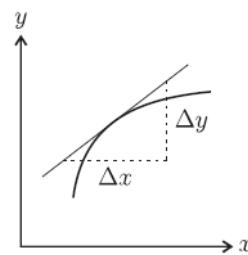
Μαθηματικό Βοήθημα

θ (°)	$\eta\mu\theta$	$\sigma\upsilon\upsilon\theta$	$\epsilon\phi\theta$
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	—



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

$$\eta\mu\theta = \frac{y}{\rho}, \sigma\upsilon\upsilon\theta = \frac{x}{\rho}, \epsilon\phi\theta = \frac{y}{x}$$



$$\kappa\lambda\iota\sigma\eta = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$



ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Επώνυμο: Όνομα: Τάξη: ...

Πατρώνυμο: Μητρώνυμο:

Σχολείο: Τηλέφωνο Σχολείου:

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^ο ΘΕΜΑ

A.1. $r_{min} = \dots\dots\dots$, A.2. $v'_0 = \dots\dots\dots$, Αν $v_0 = v'_0$ ΤΟΤΕ $\dots\dots\dots$

.....

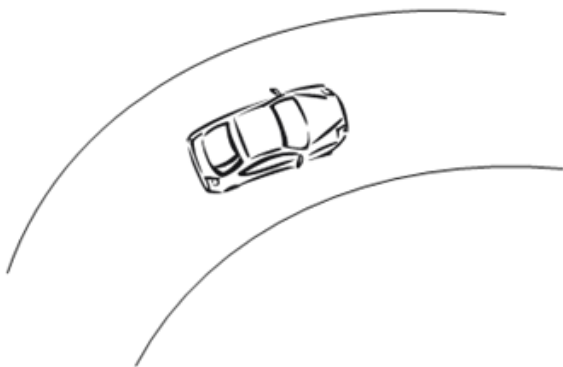
.....

.....

A.3. $v_m = \dots\dots\dots$, $v_M = \dots\dots\dots$

2^ο ΘΕΜΑ

B.1



B.2

$\mu = \dots\dots\dots$
ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B.3. $v = \dots\dots\dots$ και $v = \dots\dots\dots$

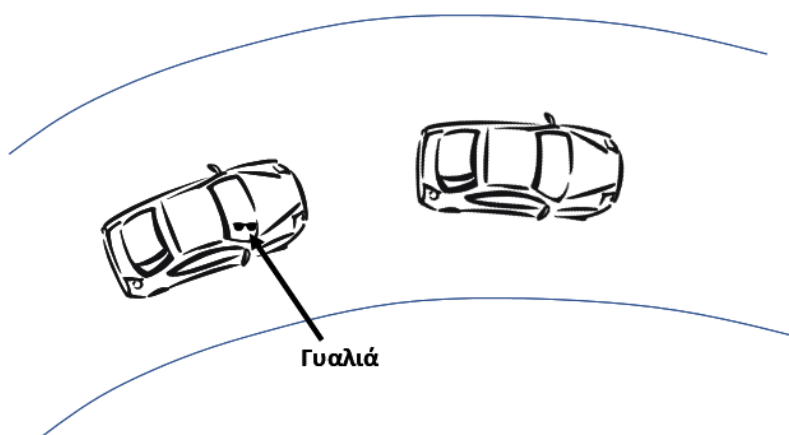
ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ: $\dots\dots\dots$

.....



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

B.4.



1. Στους επιβάτες θα φανεί

2. Στον εξωτερικό παρατηρητή θα φανεί

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

3° ΘΕΜΑ

Γ.1. $v = f(I, n, s, |q_e|) = \dots\dots\dots$

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

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4° ΘΕΜΑ

Δ.1.



.....

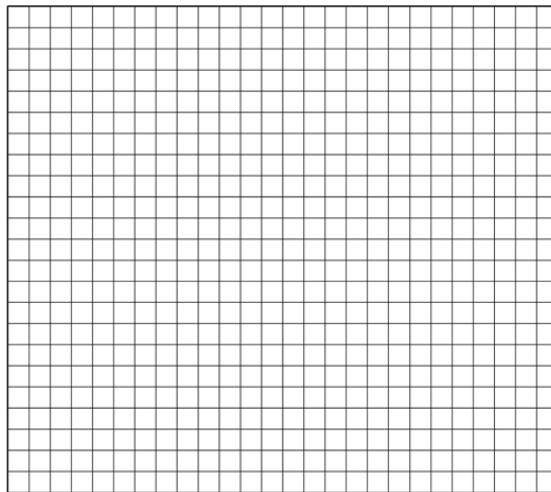
.....

.....

.....

.....

Δ.2.



Δ.3.

.....

.....

.....

.....

.....

Δ.4. $Q =$

Καλή επιτυχία!