ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

29 Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή 29 Μαρτίου, 2015 **Ώρα: 10:00 – 13:00**

Οδηγίες:

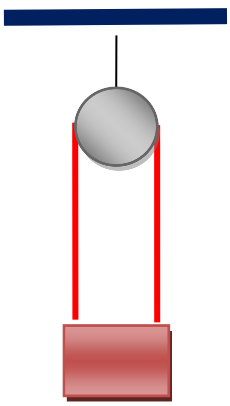
(1) Το δοκίμιο αποτελείται από οκτώ (8) θέματα και δώδεκα (12) σελίδες.
(2) Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα.
(3) Τα σχήματα δεν είναι σχεδιασμένα με κλίμακα.
(4) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.
(5) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
(6) Επιτρέπεται η χρήση μπλε μελανιού μόνο. (Οι γραφικές παραστάσεις και τα σχήματα, μπορούν να γίνουν και με μολύβι).
(7) Οι γραφικές παραστάσεις να γίνουν στο τετραγωνισμένο χαρτί.
(8) Οι απαντήσεις να δίνονται με τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων, σύμφωνα με τα δεδομένα του κάθε προβλήματος.
(9) Να χρησιμοποιείτε, όπου χρειάζεται, τις σταθερές που δίνονται στον πιο κάτω πίνακα.

ΣΤΑΘΕΡΕΣ	
Επιτάχυνση της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης	$g = 9.81\ ms^{-2}$
Ένταση του πεδίου βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης.	$g = 9.81\ Nkg^{-1}$
Παγκόσμια σταθερά βαρύτητας	$G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$
Μέση ακτίνα της Γης	$R_{Γης} = 6.37 \times 10^6\ m$
Μάζα της Γης	$M_{Γης} = 5.98 \times 10^{24}\ kg$
Σταθερά Coulomb	$k = 8.99 \times 10^9\ Nm^2C^{-2}$
Φορτίο του ηλεκτρονίου	$q_e = -1.60 \times 10^{-19}\ C$

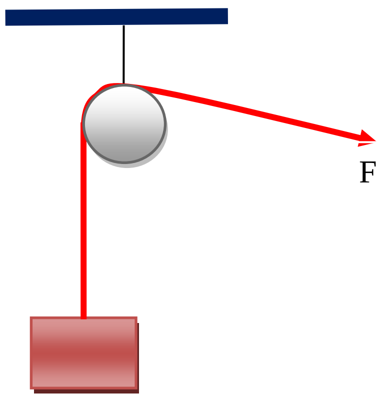
ΘΕΜΑ 1 (10 μονάδες)

(α) Στο σχήμα 1 που φαίνεται πιο κάτω, ένα σώμα ισορροπεί με τη βοήθεια αβαρούς και μη εκτατού νήματος, που περνά μέσα από τροχαλία αμελητέας μάζας. Η τάση του νήματος είναι 80 N. Στο σχήμα 2, φαίνεται το ίδιο σώμα να κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα, υπό την επίδραση της δύναμης F. Οι τριβές μεταξύ νήματος και τροχαλίας να θεωρηθούν αμελητέες. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης F.

(1 μονάδα)

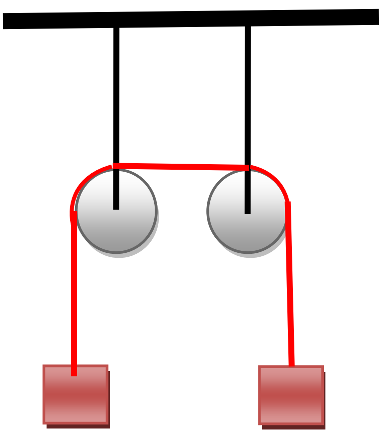


Σχήμα 1

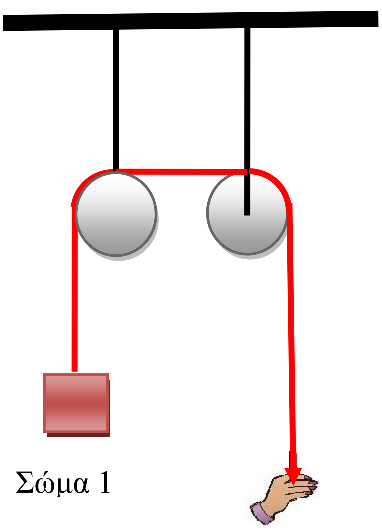


Σχήμα 2

(β) Στο σχήμα 1 πιο κάτω, τα δύο σώματα συνδέονται με αβαρές και μη εκτατό νήμα, που περνά μέσα από δυο τροχαλίες. Το σώμα 1 έχει βάρος 400 N και το σώμα 2 έχει βάρος 600 N. Οι τροχαλίες είναι αμελητέας μάζας και δεν παρουσιάζουν τριβή.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

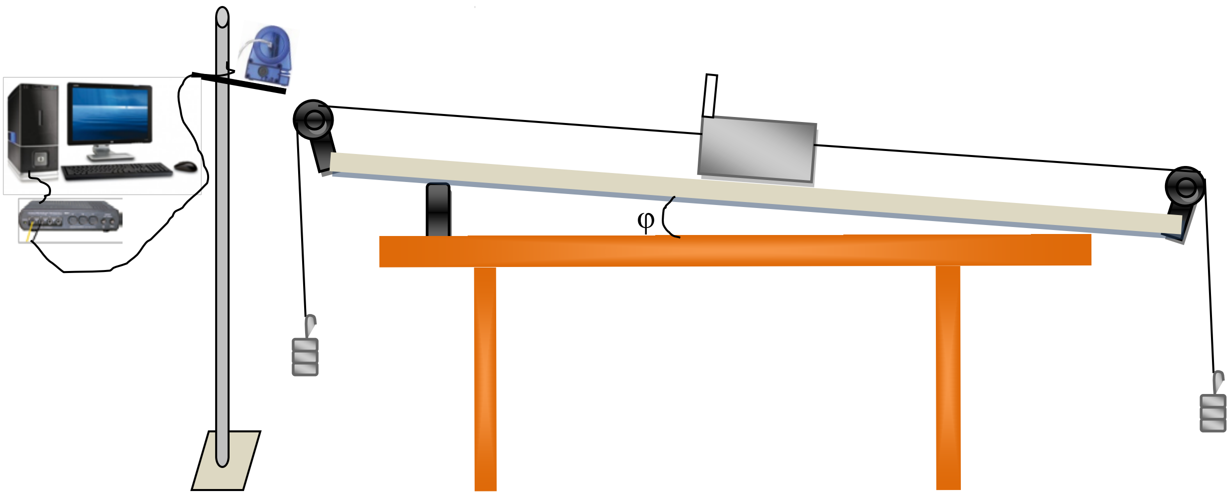
(ι) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σώματος 2.

(2 μονάδες)

(ιι) Αν απομακρύνουμε το σώμα 2 και τραβήξουμε το νήμα προς τα κάτω με δύναμη 600 N, όπως φαίνεται στο σχήμα 2, να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος 1.

(2 μονάδες)

(γ) Η πιο κάτω πειραματική διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ δύο επιφανειών. Ένα σώμα μάζας m βρίσκεται τοποθετημένο πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο και είναι δεμένο στις δύο πλευρές του με νήματα αβαρή και μη εκτατά, τα οποία περνάνε μέσα από τροχαλίες αμελητέας μάζας και καταλήγουν σε σταθμά, τα οποία μπορούμε να μεταβάλλουμε. Η διάταξη περιλαμβάνει επιπλέον, ζυγό, γωνιόμετρο, ορθοστάτη, ηλεκτρονικό υπολογιστή, διασύνδεση και αισθητήρα κίνησης. Ο διάδρομος στον οποίο είναι τοποθετημένο το σώμα, σχηματίζει γωνία φ,
(η οποία επίσης μπορεί να μεταβάλλετε) με το οριζόντιο επίπεδο.
Τριβές μεταξύ νημάτων και τροχαλιών, να θεωρηθούν αμελητέες.



(i) Να εξηγήσετε τη χρήση του αισθητήρα κίνησης, στο πιο πάνω πείραμα.

(1 μονάδα)

(ii) Να περιγράψετε μια πειραματική διαδικασία, με την οποία θα υπολογίσετε τον συντελεστή τριβής ολίσθησης. Η τιμή του συντελεστή τριβής ολίσθησης να δοθεί σε σχέση με τα φυσικά μεγέθη, τα οποία μπορούν να μετρηθούν στο πιο πάνω πείραμα.

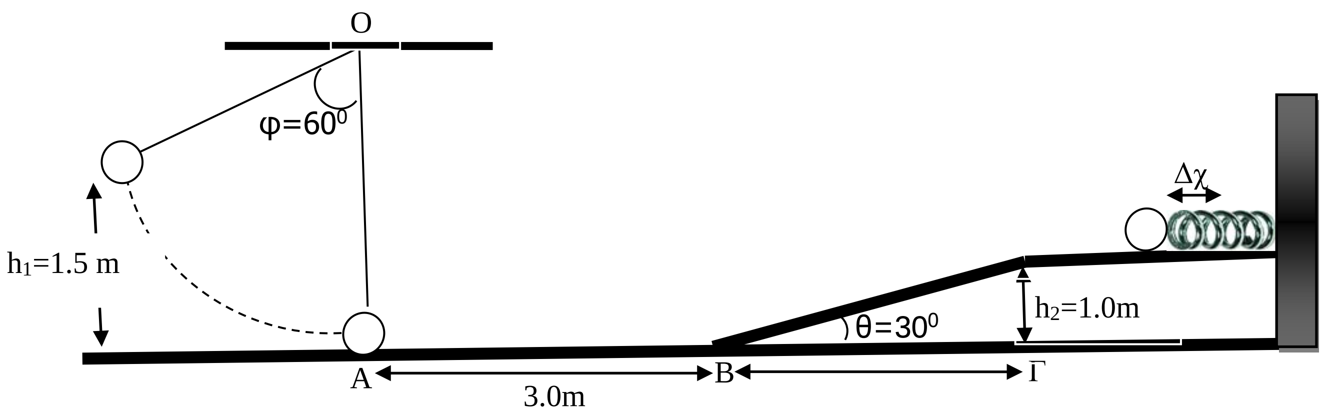
(4 μονάδες)

ΘΕΜΑ 2 (10 μονάδες)

(Α) Να διατυπώσετε το θεώρημα Έργου – Κινητικής Ενέργειας.

(1 μονάδα)

(Β) Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται μια σφαίρα, μάζας 0.300 kg, η οποία είναι δεμένη από ένα νήμα αβαρές και μη εκτατό, το οποίο είναι στερεωμένο στο σημείο Ο και σχηματίζει γωνία φ = 60^0 με την κατακόρυφο. Η σφαίρα αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος 1.5 m.



(α) (ι) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας στο σημείο Α.

(1 μονάδα)

(ιι) Να υπολογίσετε την τάση του νήματος στο σημείο Α.

(2 μονάδες)

(ιιι) Αν το νήμα κοπεί στο σημείο Α και η σφαίρα ολισθαίνει χωρίς να περιστρέφεται κατά την κίνησή της, να υπολογίσετε το διάστημα που θα διανύσει η σφαίρα μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά της για πρώτη φορά. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ της σφαίρας και όλων των επιφανειών είναι μ = 0.20.

(4 μονάδες)

(β) Θεωρείστε τώρα ότι δεν υπάρχουν τριβές κατά την ολίσθηση της σφαίρας.

(ι) Να υπολογίσετε την συσπείρωση ΔΧ του ελατηρίου. Θεωρήστε ότι δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας κατά τη συμπίεση του ελατηρίου. (Δίνεται η σταθερά ελατηρίου, K = 60 Nm^{-1}.)

(1 μονάδα)

(ιι) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας, τη χρονική στιγμή που έρχεται για πρώτη φορά σε επαφή με το ελατήριο.

(1 μονάδα)

ΘΕΜΑ 3 (10 μονάδες)

(α) Να ορίσετε το φυσικό μέγεθος, γωνιακή ταχύτητα.

(2 μονάδες)

(β) Ποια διάταξη ονομάζεται κωνικό εκκρεμές;

(1 μονάδα)

(γ) Να υπολογίσετε, κατά προσέγγιση, το μέτρο της γωνιακής ταχύτητα της Γης, στις πιο κάτω περιπτώσεις:

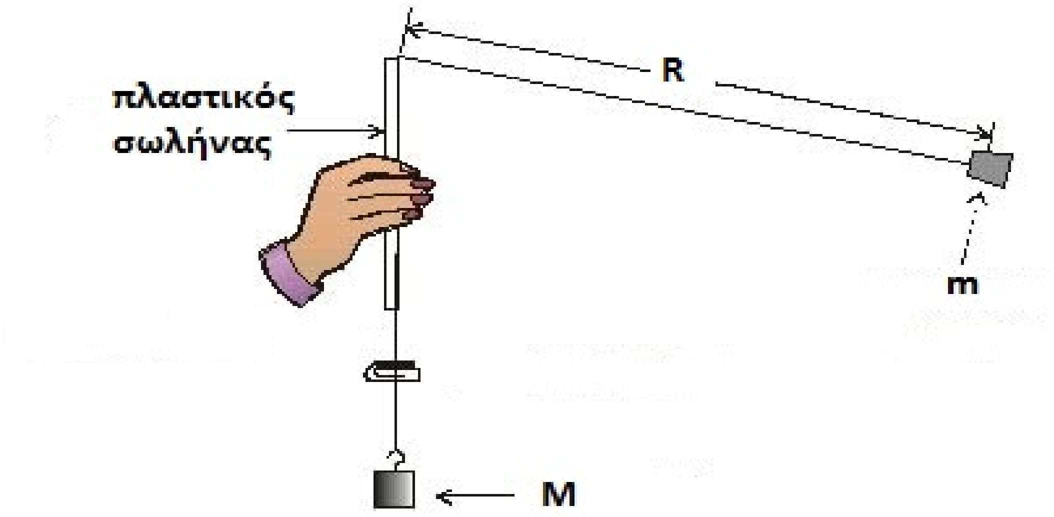
(ι) Γύρω από τον άξονά της, σε ακτίνια ανά δευτερόλεπτο και μοίρες ανά δευτερόλεπτο.

(2 μονάδες)

(ιι) Γύρω από τον ήλιο, σε ακτίνια ανά δευτερόλεπτο.
Να υποθέσετε ότι η Γη κινείται σε κυκλική τροχιά.

(1 μονάδα)

(δ) Σε ένα αβαρές και μη εκτατό νήμα που το περάσαμε μέσα από ένα πλαστικό σωλήνα, δένουμε στη μια άκρη του ένα σώμα μάζας m και στην άλλη σταθμά μάζας M. Κρατώντας τον πλαστικό σωλήνα κατακόρυφα, θέτουμε το σώμα με μάζα m, σε οριζόντια κυκλική τροχιά με ακτίνα R. (Θεωρήστε τις τριβές κατά την περιστροφή, αμελητέες.)



(ι) Να βρείτε τη σχέση που δίνει τη γωνιακή ταχύτητα ω του σώματος μάζας m, έτσι ώστε καθώς περιστρέφεται, τα σταθμά μάζας M να παραμένουν συνεχώς ακίνητα. Η απάντηση να δοθεί σε συνάρτηση με τα μεγέθη M, R, m

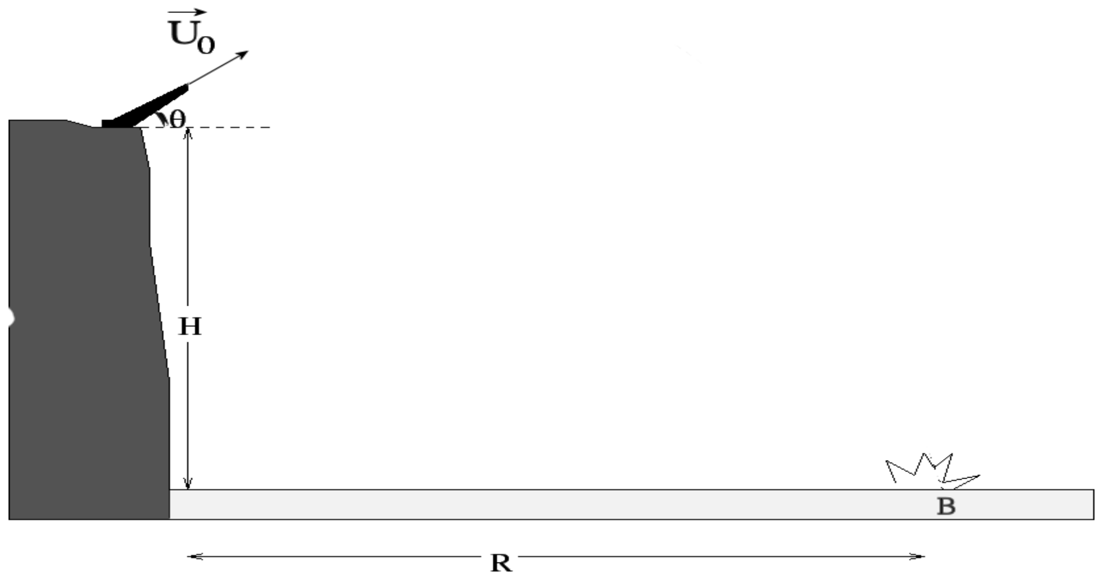
(3 μονάδες)

(ιι) Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας ω, εάν $m = 50$ g, $M = 300$ g και $R = 0.60$ m

(1 μονάδα)

ΘΕΜΑ 4 (15 μονάδες)

Βλήμα βάλλεται από κανόνι το οποίο βρίσκεται στην κορυφή βράχου, σε ύψος H = 100 m από το έδαφος, με ταχύτητα μέτρου U_0 = 120 m/s και κατεύθυνσης αυτής του παρακάτω σχήματος. Μετά από χρόνο $t_{πτ}$ εκρήγνυται στο έδαφος, σε σημείο που απέχει απόσταση R από τη βάση του βράχου. Το μήκος της κάννης του κανονιού, να θεωρηθεί αμελητέο.
(Δίνονται: ημθ. = 0.600 , συνθ. = 0.800 και αμελητέα αντίσταση του αέρα.)



(α) Να μεταφέρετε το σχήμα στο φύλλο απαντήσεών σας. Πάνω στο σχήμα να σχεδιάσετε την τροχιά που θα ακολουθήσει το βλήμα, καθώς και το διάνυσμα της ταχύτητας μαζί με τις οριζόντιες και κάθετες συνιστώσες της:

(i) Τη χρονική στιγμή που το βλήμα βρίσκεται στο μέγιστο ύψος.

(ii) Τη χρονική στιγμή που το βλήμα εκρήγνυται στο έδαφος.

(2 μονάδες)

(β) Να γράψετε τις εξισώσεις κίνησης του βλήματος στους άξονες χ και ψ.

(2 μονάδες)

(γ) Να υπολογίσετε:

(i) Τον χρόνο κίνησης του βλήματος από τη στιγμή της βολής, μέχρι τη στιγμή που φτάνει στο μέγιστο ύψος.

(1 μονάδα)

(ii) Το μέγιστο ύψος από το έδαφος στο οποίο φτάνει το βλήμα.

(1 μονάδα)

(iii) Τον χρόνο κίνησης του βλήματος, από την στιγμή της βολής μέχρι τη στιγμή που περνάει από το σημείο Δ, το οποίο απέχει απόσταση Η από το έδαφος.

(1 μονάδα)

(iv) Την οριζόντια απόσταση του σημείου Δ, από το σημείο βολής.

(1 μονάδα)

(v) Την ταχύτητα (μέτρο, διεύθυνση και φορά) του βλήματος στο σημείο Δ.

(2 μονάδες)

(vi) Τον ολικό χρόνο κίνησης $t_{πτ}$ του βλήματος.

(2 μονάδες)

(vii) Την οριζόντια απόσταση R από τη βάση του βράχου.

(1 μονάδα)

(viii) Την ταχύτητα του βλήματος (μέτρο, διεύθυνση και φορά) τη στιγμή που το βλήμα εκρήγνυται στο έδαφος.

(2 μονάδες)

ΘΕΜΑ 5 (15 μονάδες)

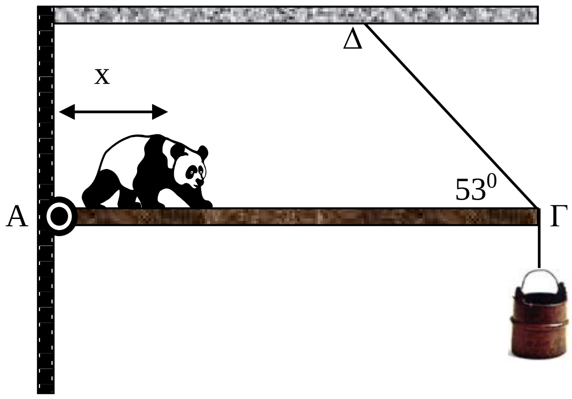
(α) Τι ονομάζουμε ροπή δύναμης F, ως προς άξονα περιστροφής χχ΄;

(2 μονάδες)

(β) Να διατυπώσετε τις συνθήκες ισορροπίας ενός στερεού σώματος, γράφοντας και τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις.

(2 μονάδες)

(γ) Ένα αρκουδάκι μάζας 5.30 Kg προσπαθεί να φτάσει το βαρελάκι με το μέλι, που έχει βάρος 12.0 N, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ομογενής δοκός από άκαμπτο υλικό, έχει μάζα 10.60 kg και μήκος 6.00 m. Το σχοινί ΓΔ είναι αβαρές και μη εκτατό. (Να θεωρήσετε το αρκουδάκι υλικό σημείο.)



(i) Όταν το αρκουδάκι απέχει x = 1.50 m από το άκρο Α της δοκού, να υπολογίσετε την τάση του σχοινιού ΓΔ και τη δύναμη πού ασκεί η δοκός στον τοίχο στο σημείο της άρθρωσης Α. (μέτρο, διεύθυνση και φορά).

(5 μονάδες)

(ii) Αν η μέγιστη τάση που αντέχει το σχοινί ΓΔ είναι Τ = 140 N, να υπολογίσετε τη μέγιστη απόσταση x που μπορεί να φτάσει το αρκουδάκι προς το βαρελάκι, χωρίς να κοπεί το σχοινί.

(2 μονάδες)

(iii) Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση $T = f(x)$ για $1.50 \text{ m} \leq x \leq 6.00 \text{ m}$.

(3 μονάδες)

(iv) Αν το αρκουδάκι στην προσπάθειά του να φτάσει το βαρελάκι, γλιστρήσει και πέσει από τη δοκό, με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης να εξηγήσετε, πόση θα γίνει η τάση του σχοινιού.

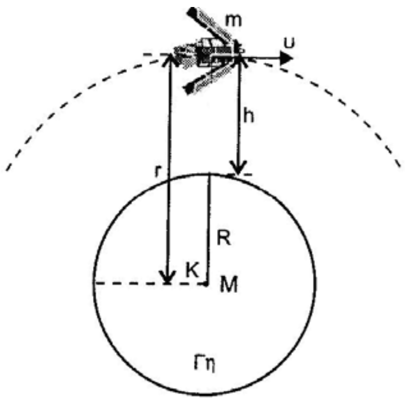
(1 μονάδα)

ΘΕΜΑ 6 (10 μονάδες)

(α) Να υπολογίσετε το ύψος, σε μέτρα, πάνω από την επιφάνεια της γης, στο οποίο ένα σώμα έχει βάρος ίσο με το ¼ του βάρους που έχει στην επιφάνειά της.

(2 μονάδες)

(β) Η περίοδος τεχνητού δορυφόρου που βρίσκεται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη είναι 24 ώρες.



Να υπολογίσετε:

(i) Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του δορυφόρου.

(1 μονάδα)

(ii) Το ύψος h πάνω από την επιφάνεια της Γης, στο οποίο κινείται ο δορυφόρος.

(2 μονάδες)

(γ) Να αποδείξετε ότι στο εσωτερικό του δορυφόρου, ο αστροναύτης νιώθει "αβαρής".

(2 μονάδες)

(δ) Να αναφέρετε τρεις προϋποθέσεις, έτσι ώστε ένας δορυφόρος να είναι γεωστατικός.

(3 μονάδες)

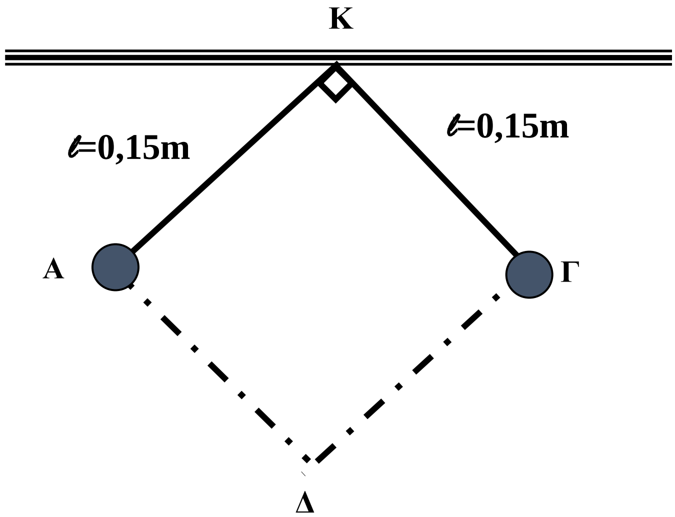
ΘΕΜΑ 7 (15 μονάδες)

(α) Να ορίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε ένα σημείο του.
(1 μονάδα)

(β) Να διατυπώσετε τον νόμο του Coulomb.
(1 μονάδα)

(γ) Να γράψετε τέσσερα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών.
(2 μονάδες)

(δ) Δύο όμοια μεταλλικά σφαιρίδια Α και Γ είναι στερεωμένα στις άκρες δύο αβαρών και μη εκτατών μονωτικών νημάτων, ιδίου μήκους 0.15 m. Τα σφαιρίδια είναι φορτισμένα με του ιδίου είδους φορτία , $q_A = q_\Gamma = +5.2\ \mu C$ το καθένα και ισορροπούν, σχηματίζοντας μεταξύ τους γωνία 90^0, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Να υπολογίσετε:

(i) Το μέτρο της δύναμης Coulomb που ασκεί το ένα σφαιρίδιο στο άλλο.
(2 μονάδες)

(ii) Την τάση των νημάτων.
(1 μονάδα)

(iii) Τη μάζα του κάθε σφαιριδίου.
(1 μονάδα)

(iv) Το δυναμικό του συνολικού ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Κ.
(1 μονάδα)

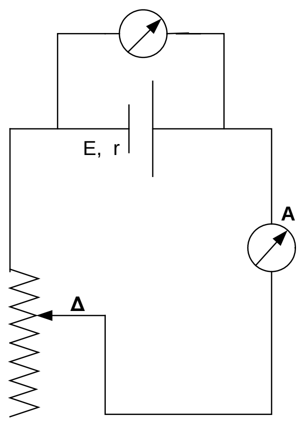
(v) Την ένταση του συνολικού ηλεκτρικού πεδίου (μέτρο, διεύθυνση και φορά) στο σημείο Κ.
(3 μονάδες)

(vi) Τη δύναμη (μέτρο, διεύθυνση και φορά) που ασκείται σε φορτίο +1.4 μC, αν αυτό τοποθετηθεί στο σημείο Κ.
(2 μονάδες)

(vii) Το έργο της δύναμης του συνολικού ηλεκτρικού πεδίου, όταν φορτίο $q_0 = +1.0\ \mu C$ μετακινηθεί από το σημείο Κ στην τέταρτη κορυφή Δ του τετραγώνου που σχηματίζεται. Υποθέτουμε ότι κατά τη μετακίνηση του q_0, τα σφαιρίδια συγκρατούνται σταθερά στις αρχικές τους θέσεις.
(1 μονάδα)

ΘΕΜΑ 8 (15 μονάδες)

(Α) Για τη μέτρηση της ηλεκτρεγερτικής δύναμης Ε και εσωτερικής αντίστασης r μιας ηλεκτρικής πηγής, πραγματοποιούμε το πιο κάτω κύκλωμα.



(α) Να περιγράψετε εν συντομία τη διαδικασία, με την οποία πήραμε τις μετρήσεις που παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα.

(1 μονάδα)

Ένδειξη βολτομέτρου, (Volt)	11.0	10.0	7.5	7.1	5.6	4.0
Ένδειξη αμπερομέτρου, (Amper)	0.5	1.0	2.3	2.5	3.2	4.0

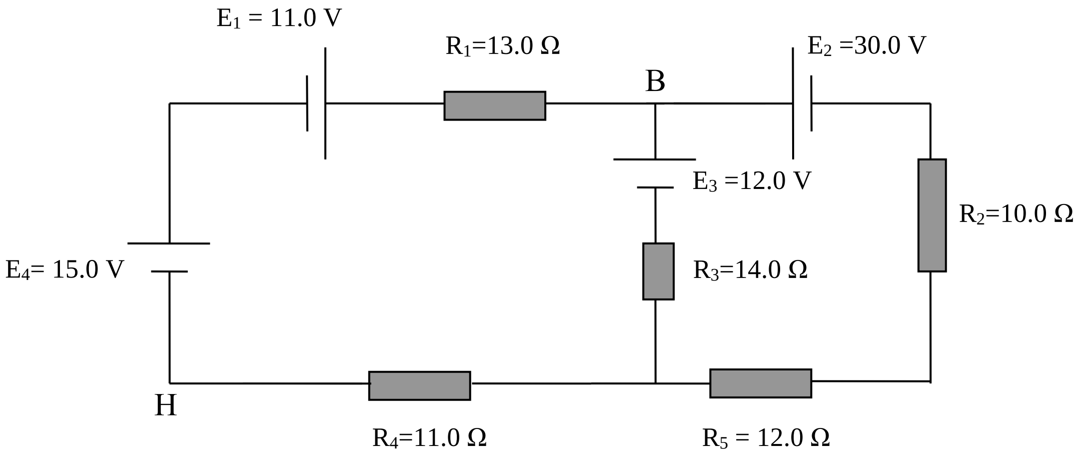
(β) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση V = f(I).

(2 μονάδες)

(γ) Να υπολογίσετε από τη γραφική παράσταση, την ηλεκτρεγερτική δύναμη Ε και την εσωτερική αντίσταση r της πηγής.

(2 μονάδες)

(Β) Δίνεται το παρακάτω ηλεκτρικό κύκλωμα:



(α) Τι εκφράζει η ηλεκτρεγερτική δύναμη (Η.Ε.Δ.) μιας ηλεκτρικής πηγής;
(1 μονάδα)

(β) Να διατυπώσετε τους δύο κανόνες του Kirchhoff (για κόμβο και για βρόγχο), αναφέροντας και την αντίστοιχη αρχή διατήρησης, για κάθε κανόνα.
(2 μονάδες)

(γ) Να χρησιμοποιήσετε τους κανόνες του Kirchhoff, για να υπολογίστε τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν κάθε αντίσταση.
(3 μονάδες)

(δ) Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Β και Η.
(1 μονάδα)

(ε) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που ελευθερώνεται στην αντίσταση R_1, σε χρόνο 2 λεπτών.
(1 μονάδα)

(ζ) Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο και τον αριθμό των ηλεκτρονίων που περνούν από την αντίσταση R_1, σε χρόνο 2 λεπτών.
(2 μονάδες)

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΎ ΔΟΚΙΜΙΟΥ

ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

29 Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή 29 Μαρτίου, 2015 **Ώρα: 10:00 – 13:00**

Οδηγίες:

(1) Το δοκίμιο αποτελείται από οκτώ (8) θέματα και δώδεκα (12) σελίδες.
(2) Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα.
(3) Τα σχήματα δεν είναι σχεδιασμένα με κλίμακα.
(4) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.
(5) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
(6) Επιτρέπεται η χρήση μπλε μελανιού μόνο. (Οι γραφικές παραστάσεις και τα σχήματα, μπορούν να γίνουν και με μολύβι).
(7) Οι γραφικές παραστάσεις να γίνουν στο τετραγωνισμένο χαρτί.
(8) Οι απαντήσεις να δίνονται με τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων, σύμφωνα με τα δεδομένα του κάθε προβλήματος.
(9) Να χρησιμοποιείτε, όπου χρειάζεται, τις σταθερές που δίνονται στον πιο κάτω πίνακα.

ΣΤΑΘΕΡΕΣ	
Επιτάχυνση της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης	$g = 9.81\ ms^{-2}$
Ένταση του πεδίου βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης.	$g = 9.81\ Nkg^{-1}$
Παγκόσμια σταθερά βαρύτητας	$G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$
Μέση ακτίνα της Γης	$R_{Γης} = 6.37 \times 10^6\ m$
Μάζα της Γης	$M_{Γης} = 5.98 \times 10^{24}\ kg$
Σταθερά Coulomb	$k = 8.99 \times 10^9\ Nm^2C^{-2}$
Φορτίο του ηλεκτρονίου	$q_e = -1.60 \times 10^{-19}\ C$

Οδηγός βαθμολόγησης εξεταστικού δοκιμίου 29ης Παγκύπριας Ολυμπιάδας Φυσικής Β΄ Λυκείου 2015

Γενικές οδηγίες.

- Οι βαθμολογητές ακολουθούν τον οδηγό βαθμολόγησης και όχι τις προσωπικές τους απόψεις ή αντιλήψεις.
- Για κάθε σημείο που απαντά ο μαθητής βαθμολογείται με 0.5 της μονάδας όπως φαίνεται στον οδηγό βαθμολόγησης. Δε δίνεται 0.25 της μονάδας.
- Γίνεται βαθμολόγηση με θετικό πνεύμα. Από την άλλη η βαθμολόγηση δεν πρέπει να χαρακτηρίζεται από αδικαιολόγητη επιείκεια.

Οδηγίες για τη βαθμολόγηση.

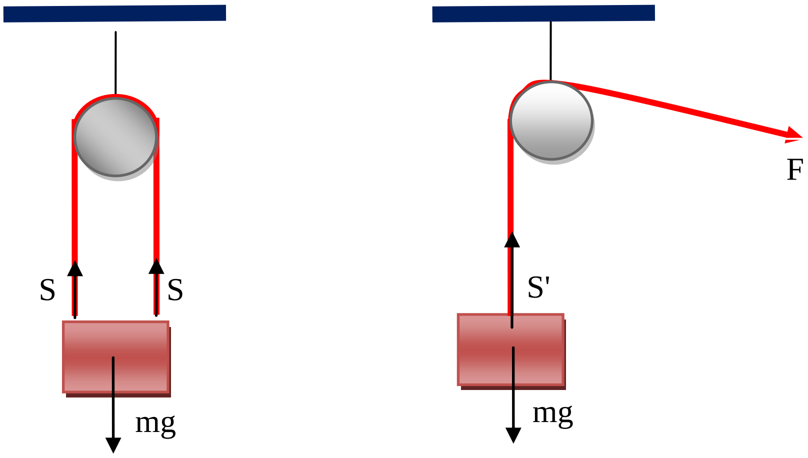
- Το αριθμητικό λάθος που τιμωρείται σε ένα μέρος ενός υποερωτήματος δεν επηρεάζει τη βαθμολογία στο υπόλοιπο υποερώτημα ή σε επόμενο υποερώτημα. Δυνατόν όμως να τιμωρείται η απάντηση σε επόμενο υποερώτημα, αν αυτή επηρεάζεται από το αρχικό λάθος. Αυτό θα καθορίζεται στον οδηγό βαθμολόγησης της συγκεκριμένης ερώτησης.
- Απουσία μονάδας μέτρησης σημαίνει ότι χάνεται 0.5 της μονάδας στην τελική απάντηση, εκτός αν δηλώνεται διαφορετικά. Δεν τιμωρείται πάνω από δύο φορές για παράληψη μονάδας μέτρησης μέσα στο ίδιο Θέμα.
- Λάθος χρήση των σημαντικών ψηφίων θα τιμωρείται μόνο δύο φορές για κάθε Θέμα, δηλαδή μέχρι 1 μονάδα. Στο σύνολο του γραπτού δηλαδή μέχρι 8 μονάδες.
- Η μη σωστή χρήση των σταθερών, θα οδηγήσει σε λάθος αποτέλεσμα. Θα αφαιρείται 0.5 της μονάδας για κάθε λανθασμένη χρήση, μέχρι 2 φορές στο ίδιο Θέμα.
- Η χρήση μαύρου μελανιού θα τιμωρείται με 5 μονάδες στο σύνολο. Οποιουδήποτε άλλου χρώματος (εκτός του μπλε) .θα αποτελεί λόγω μηδενισμού του γραπτού.
- Στις γραφικές παραστάσεις που δεν έχουν γίνει στον καθορισμένο χώρο (τετραγωνισμένο χαρτί) θα αφαιρείται εξαρχής το 50% των μονάδων που αντιστοιχούν στο υποερώτημα αυτό.

Οι πιο κάτω απαντήσεις δίνουν μόνο οδηγίες με βάση τις οποίες θα βαθμολογηθεί το γραπτό του μαθητή και η καθεμία δεν αποτελεί μοντέλο απάντησης. Πιθανόν, ορθές απαντήσεις των μαθητών να μην ταυτίζονται με αυτές του οδηγού.

ΘΕΜΑ 1 (10 μονάδες)

(α) Στο σχήμα 1 που φαίνεται πιο κάτω, ένα σώμα ισορροπεί με τη βοήθεια αβαρούς και μη εκτατού νήματος, που περνά μέσα από τροχαλία αμελητέας μάζας. Η τάση του νήματος είναι 80 N. Στο σχήμα 2, φαίνεται το ίδιο σώμα να κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα, υπό την επίδραση της δύναμης F. Οι τριβές μεταξύ νήματος και τροχαλίας να θεωρηθούν αμελητέες. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης F.

(1 μονάδα)



Σχήμα 1 Σχήμα 2

Λύση:

Από το σχήμα 1

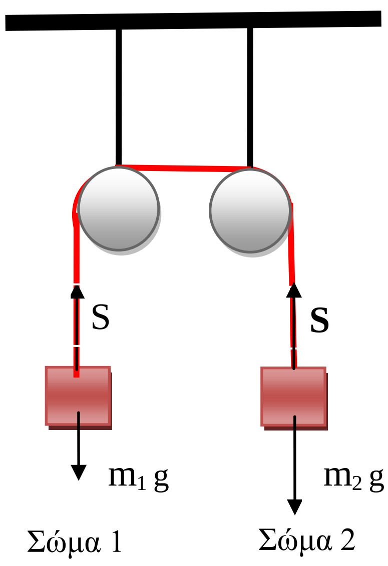
$\Sigma\vec{F}=0 \Rightarrow \Sigma F = 2S - mg = 0 \Rightarrow 2S = mg$ **(0.5 μον.)**

Από το σχήμα 2

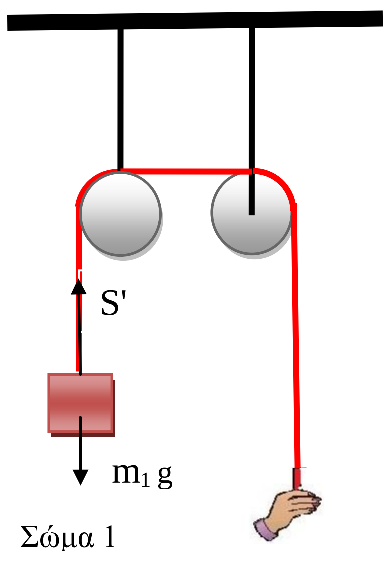
$\Sigma\vec{F}=0 \Rightarrow \Sigma F = S' - mg = 0 \Rightarrow S' = mg = 2S$

$\Rightarrow S' = 160N$ **(0.5 μον.)**

(β) Στο σχήμα 1 πιο κάτω, τα δύο σώματα συνδέονται με αβαρές και μη εκτατό νήμα, που περνά μέσα από δυο τροχαλίες. Το σώμα 1 έχει βάρος 400 N και το σώμα 2 έχει βάρος 600 N. Οι τροχαλίες είναι αμελητέας μάζας και δεν παρουσιάζουν τριβή.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

(ι) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σώματος 2.

(2 μονάδες)

Λύση:

$$\Sigma\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow (m_2 - m_1)g = (m_1 + m_2)a$$ **(1 μον.)**

$$\Rightarrow a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2} = 1.96\frac{m}{s^2}$$ **(1 μον.)**

(ιι) Αν απομακρύνουμε το σώμα 2 και τραβήξουμε το νήμα προς τα κάτω με δύναμη 600 N, όπως φαίνεται στο σχήμα 2, να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος 1.

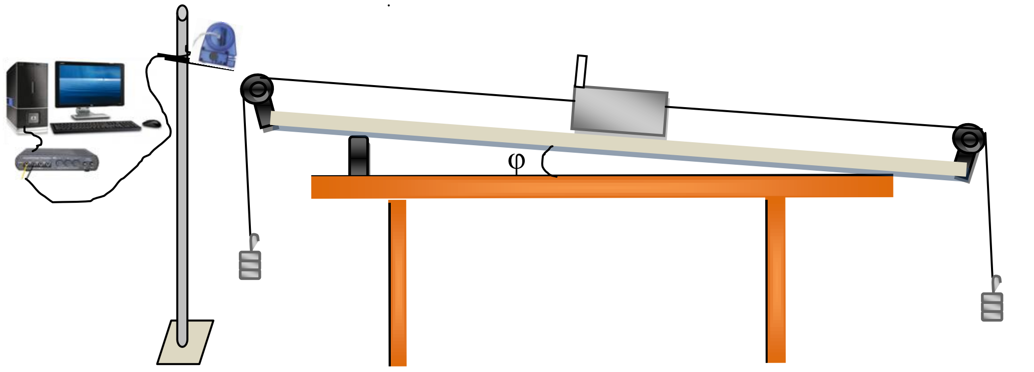
(2 μονάδες)

Λύση:

$$\Sigma\vec{F} = m_1\vec{a} \Rightarrow F - m_1 g = m_1 a$$ **(1 μον.)**

$$a = \frac{F - m_1 g}{m_1} \Rightarrow a = 4.91\frac{m}{s^2}$$ **(1 μον.)**

(γ) Η πιο κάτω πειραματική διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ δύο επιφανειών. Ένα σώμα μάζας m βρίσκεται τοποθετημένο πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο και είναι δεμένο στις δύο πλευρές του με νήματα αβαρή και μη εκτατά, τα οποία περνάνε μέσα από τροχαλίες αμελητέας μάζας και καταλήγουν σε σταθμά, τα οποία μπορούμε να μεταβάλλουμε. Η διάταξη περιλαμβάνει επιπλέον, ζυγό, γωνιόμετρο, ορθοστάτη, ηλεκτρονικό υπολογιστή, διασύνδεση και αισθητήρα κίνησης. Ο διάδρομος στον οποίο είναι τοποθετημένο το σώμα, σχηματίζει γωνία φ, (η οποία επίσης μπορεί να μεταβάλλετε) με το οριζόντιο επίπεδο.
Τριβές μεταξύ νημάτων και τροχαλιών, να θεωρηθούν αμελητέες.



(i) Να εξηγήσετε τη χρήση του αισθητήρα κίνησης, στο πιο πάνω πείραμα.

(1 μονάδα)

Απάντηση:
Ο αισθητήρας κίνησης μπορεί να καταγράφει την ταχύτητα με την οποία το σώμα κινείται. **(0.5 μον.)**
Η ταχύτητα του σώματος στο πείραμα πρέπει να είναι σταθερή. **(0.5 μον.)**

(ii) Να περιγράψετε μια πειραματική διαδικασία, με την οποία θα υπολογίσετε τον συντελεστή τριβής ολίσθησης. Η τιμή του συντελεστή τριβής ολίσθησης να δοθεί σε σχέση με τα φυσικά μεγέθη, τα οποία μπορούν να μετρηθούν στο πιο πάνω πείραμα.

(4 μονάδες)

Απάντηση:

1ος τροπος
Να τοποθετηθεί ίσος αριθμός σταθμών στις δυο πλευρές (ώστε $S_1=S_2$) και να μεταβάλλεται η γωνία φ. Το σώμα πρέπει να κινειται με σταθερή ταχύτητα, ώστε η συνισταμένη δύμαμη στο σώμα να είναι μηδέν. Μεταβάλλεται η γωνία φ μέχρι να βρεθεί η τιμή με την οποία το σώμα θα κινηθεί με σταθερή ταχύτητα.

$$S_1 + W\eta\mu\varphi - \mu W\sigma\upsilon\varphi - S_2 = 0$$ **(2 μον.)**

$$=> \mu = \varepsilon\varphi\varphi$$ **(2 μον.)**

2ος τρόπος

Για μια συγκεκριμένη γωνία φ, μεταβάλλονται τα σταθμά (αφαιρώντας από τη μια πλευρά και προσθέτωντας στην άλλη) μέχρι το σώμα να κινηθεί με σταθερή ταχύτητα.

$S_1 = m_1 g,\ S_2 = m_2 g$ **(2 μον.)**

$S_1 + W\eta\mu\varphi - \mu W\sigma\upsilon\nu\varphi - S_2 = 0$

$\Rightarrow \mu = \dfrac{S_1 - S_2 + W\eta\mu\varphi}{W\sigma\upsilon\nu\varphi}$ **(2 μον.)**

ΘΕΜΑ 2 (10 μονάδες)

(Α) Να διατυπώσετε το θεώρημα Έργου – Κινητικής Ενέργειας.

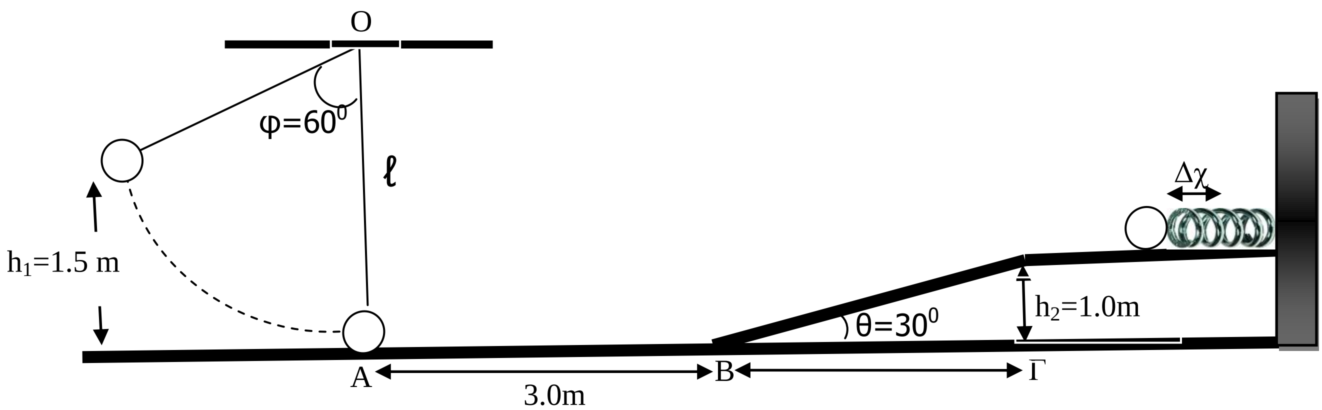
(1 μονάδα)

Απάντηση:

Το έργο της συνισταμένης δύναμης ($W_{\Sigma F}$) ενός σώματος είναι ισο με τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος (ΔE_κ).

$$W_{\Sigma F} = \Delta E_\kappa$$

(Β) Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται μια σφαίρα, μάζας 0.300 kg, η οποία είναι δεμένη από ένα νήμα αβαρές και μη εκτατό, το οποίο είναι στερεωμένο στο σημείο Ο και σχηματίζει γωνία φ = 60^0 με την κατακόρυφο. Η σφαίρα αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος 1.5 m.



(α) (ι) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας στο σημείο Α.

(1 μονάδα)

Λύση:

$mgh_1 = \frac{1}{2} m u_A^2 \Rightarrow u_A = \sqrt{2gh_1} = 5.425 \frac{m}{s}$ **(0.5 μον.)**

$\Rightarrow u_A = 5.4 \frac{m}{s}$ **(0.5 μον.)**

(ιι) Να υπολογίσετε την τάση του νήματος στο σημείο Α.

(2 μονάδες)

Λύση:

$$\Sigma F_k = \frac{mu_A^2}{l} \Rightarrow S - W = \frac{mu_A^2}{l} \Rightarrow S = mg + \frac{mu_A^2}{l} = 5.886\ N$$ **(1.5 μον.)**

$$\Rightarrow S = 5.9\ N$$ **(0.5 μον.)**

(ιιι) Αν το νήμα κοπεί στο σημείο Α και η σφαίρα ολισθαίνει χωρίς να περιστρέφεται κατά την κίνησή της, να υπολογίσετε το διάστημα που θα διανύσει η σφαίρα μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά της για πρώτη φορά. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ της σφαίρας και όλων των επιφανειών είναι μ = 0.20.

(4 μονάδες)

Λύση:

$$W_{\Sigma F} = \Delta E_k \Rightarrow -\mu mgX = 0 - \frac{1}{2}mu_A^2 \Rightarrow X = \frac{u_A^2}{2g\mu} = 7.5m$$

Επειδή X>AB η σφαίρα θα ολισθήσει και στο κεκλιμένο επίπεδο.

$$-\mu mgX_{AB} = \frac{1}{2}mu_B^2 - \frac{1}{2}mu_A^2 \Rightarrow u_B^2 = u_A^2 - 2\mu g x_{AB} = 17.66\frac{m^2}{s^2}$$

$$(-\mu mg\sigma\upsilon\nu 30 - mg\eta\mu 30)X = 0 - \frac{1}{2}mu_B^2$$

$$\Rightarrow X = \frac{u_B^2}{2g(\mu\sigma\upsilon\nu 30 - \eta\mu 30)} = 1.337m$$

$$\Rightarrow X = 1.3m$$ **(2 μον.)**

Άρα θα διανύσει διάστημα S=3+1.3=4.3m **(2 μον.)**

(β) Θεωρείστε τώρα ότι δεν υπάρχουν τριβές κατά την ολίσθηση της σφαίρας.

(ι) Να υπολογίσετε την συσπείρωση ΔΧ του ελατηρίου. Θεωρήστε ότι δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας κατά τη συμπίεση του ελατηρίου. (Δίνεται η σταθερά ελατηρίου, Κ = 60 Nm^{-1}.)

(1 μονάδα)

Λύση:

$$mgh_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}k\Delta x^2 \Rightarrow \Delta x = \sqrt{\frac{2mg(h_1 - h_2)}{k}} = 0.2215m$$ **(0.5 μον.)**

$$\Rightarrow \Delta x = 0.22m$$ **(0.5 μον.)**

(ιι) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας, τη χρονική στιγμή που έρχεται για πρώτη φορά σε επαφή με το ελατήριο.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$mgh_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mu^2 \Rightarrow u^2 = 2g(h_1 - h_2) \Rightarrow u = 3.132\frac{m}{s}$$ **(0.5 μον.)**

$$u = 3.1\frac{m}{s}$$ **(0.5 μον.)**

ΘΕΜΑ 3 (10 μονάδες)

(α) Να ορίσετε το φυσικό μέγεθος, γωνιακή ταχύτητα.

(2 μονάδες)

Απάντηση:

Γωνιακή ταχύτητα στην κυκλική κίνηση ενός κινητού, ονομάζουμε το φυσικό διανυσματικό μέγεθος του οποίου:

•το μέτρο είναι ίσο με το πηλίκο της $d\Theta$ γωνίας που διαγράφηκε από την επιβατική ακτίνα σε χρονικό διάστημα dt διά του αντίστοιχου χρονικού διαστήματος.

$$\omega = \frac{d\Theta}{dt}$$ **(1 μον.)**

•Η διεύθυνση είναι κάθετη στο επίπεδο της τροχιάς.

•Η φορά καθορίζεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού. Το διάνυσμα **ω** έχει τη φορά, του αντίχειρα του δεξιού χεριού όταν η φορά περιστροφής του κινητού συμπίπτει με τη φορά των υπόλοιπων δακτύλων.

Μονάδα μέτρησης στο S.I. είναι $\frac{rad}{s}$ **(1 μον.)**

(β) Ποια διάταξη ονομάζεται κωνικό εκκρεμές;

(1 μονάδα)

Απάντηση:

Είναι η διάταξη που αποτελείται από αβαρές και μη εκτατό νήμα, του οποίου η μια άκρη στερεώνεται σε ακλόνητο σημείο και ή άλλη εχει στερεομένο σώμα μάζας m,το οποίο μπορεί να εκτελεί οριζόντια κυκλική τροχιά έτσι ώστε το νήμα να σχηματίζει με την κατακόρυφο γωνία φ, όπου $0^0<\varphi<90^0$.

(γ) Να υπολογίσετε, κατά προσέγγιση, το μέτρο της γωνιακής ταχύτητα της Γης, στις πιο κάτω περιπτώσεις:

(ι) Γύρω από τον άξονά της, σε ακτίνια ανά δευτερόλεπτο και μοίρες ανά δευτερόλεπτο.

(2 μονάδες)

Λύση:

$$\omega = \frac{2\pi}{\mathrm{T}} = \frac{2\pi}{86,400} = 7.27 \cdot 10^{-5}\ \frac{rad}{s}$$ **(1 μον.)**

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{360^0}{86,400} = 4.21 \cdot 10^{-3} \frac{\deg}{s}$$ **(1 μον.)**

(ιι) Γύρω από τον ήλιο, σε ακτίνια ανά δευτερόλεπτο.

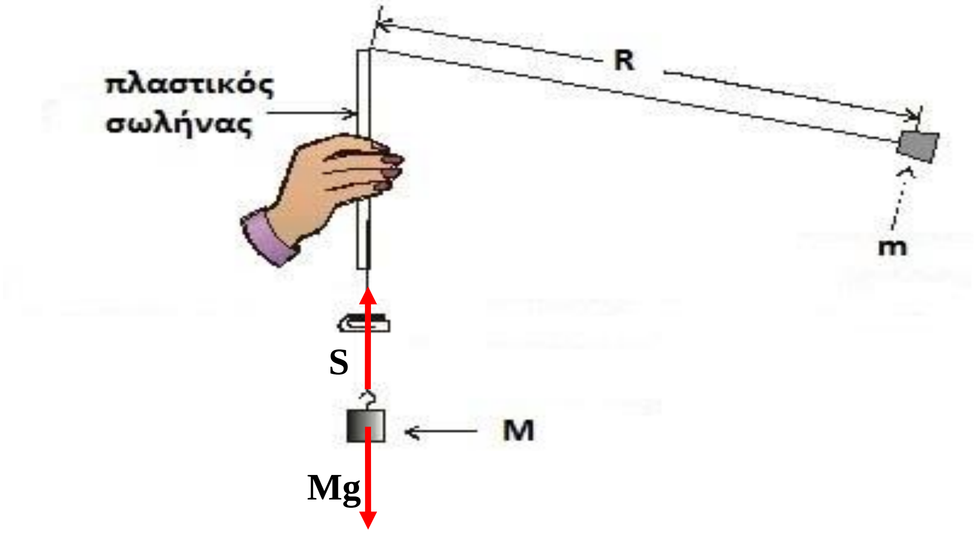
Να υποθέσετε ότι η Γη κινείται σε κυκλική τροχιά.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$\omega = \frac{2\pi}{\mathrm{T}} = \frac{2\pi}{31,557,600} = 1.99 \cdot 10^{-7}\ \frac{rad}{s}$$ **(1 μον.)**

(δ) Σε ένα αβαρές και μη εκτατό νήμα που το περάσαμε μέσα από ένα πλαστικό σωλήνα, δένουμε στη μια άκρη του ένα σώμα μάζας m και στην άλλη σταθμά μάζας M. Κρατώντας τον πλαστικό σωλήνα κατακόρυφα, θέτουμε το σώμα με μάζα m, σε οριζόντια κυκλική τροχιά με ακτίνα R. (Θεωρήστε τις τριβές κατά την περιστροφή, αμελητέες.)



(ι) Να βρείτε τη σχέση που δίνει τη γωνιακή ταχύτητα ω του σώματος μάζας m, έτσι ώστε καθώς περιστρέφεται, τα σταθμά μάζας M να παραμένουν συνεχώς ακίνητα. Η απάντηση να δοθεί σε συνάρτηση με τα μεγέθη M, R, m

(3 μονάδες)

Λύση:

$$\Sigma\vec{\mathbf{F}} = 0 \Rightarrow S - Mg = 0 \Rightarrow S = Mg$$ **(1 μον.)**

$$F_k = S = Mg = \frac{mu^2}{R} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{Mg}{mR}}$$ **(2 μον.)**

(ιι) Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας ω, εάν m = 50 g, M = 300 g και R = 0.60 m

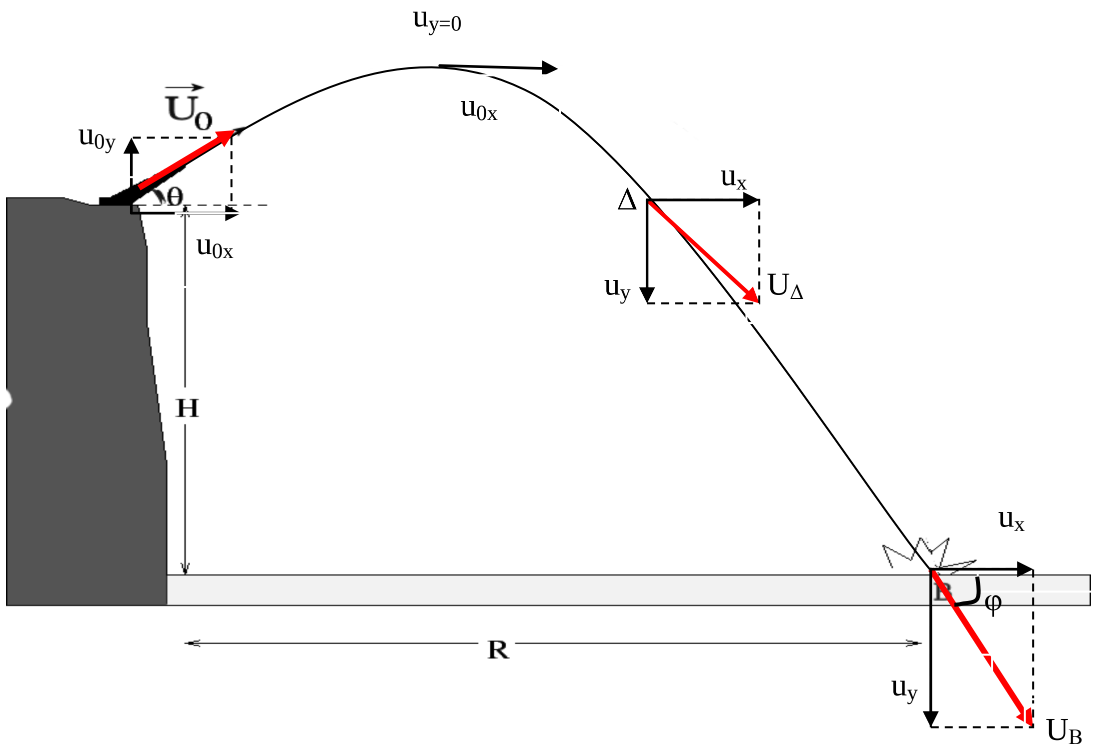
(1 μονάδα)

Λύση:

$$\omega = \sqrt{\frac{Mg}{mR}} = \sqrt{\frac{0.300 \cdot 9.81}{0.05 \cdot 0.60}} = 9.9\frac{rad}{s}$$

ΘΕΜΑ 4 (15 μονάδες)

Βλήμα βάλλεται από κανόνι το οποίο βρίσκεται στην κορυφή βράχου, σε ύψος H = 100 m από το έδαφος, με ταχύτητα μέτρου U_0 = 120 m/s και κατεύθυνσης αυτής του παρακάτω σχήματος. Μετά από χρόνο $t_{πτ}$ εκρήγνυται στο έδαφος, σε σημείο που απέχει απόσταση R από τη βάση του βράχου. Το μήκος της κάννης του κανονιού, να θεωρηθεί αμελητέο.
(Δίνονται: ημθ. = 0.600 , συνθ. = 0.800 και αμελητέα αντίσταση του αέρα.)



(α) Να μεταφέρετε το σχήμα στο φύλλο απαντήσεών σας. Πάνω στο σχήμα να σχεδιάσετε την τροχιά που θα ακολουθήσει το βλήμα, καθώς και το διάνυσμα της ταχύτητας μαζί με τις οριζόντιες και κάθετες συνιστώσες της:

(i) Τη χρονική στιγμή που το βλήμα βρίσκεται στο μέγιστο ύψος.

(ii) Τη χρονική στιγμή που το βλήμα εκρήγνυται στο έδαφος.

(2 μονάδες)

(β) Να γράψετε τις εξισώσεις κίνησης του βλήματος στους άξονες χ και ψ.

(2 μονάδες)

Λύση:

$Ux = U_0 συνθ, \quad X = (U_0 συνθ)\cdot t, \quad α = 0$ **(1 μον.)**

$Uy = U_0 ημθ - gt, y = (U_0 ημθ)\cdot t - \frac{1}{2}gt^2, α = -g$ **(1 μον.)**

(γ) Να υπολογίσετε:

(i) Τον χρόνο κίνησης του βλήματος από τη στιγμή της βολής, μέχρι τη στιγμή που φτάνει στο μέγιστο ύψος.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$\gamma\iota\alpha\, t = t_{\alpha\nu} \Rightarrow U_y = 0, h = h_{\max} \Rightarrow 0 = U_0\eta\mu\theta - g\cdot t_{\alpha\nu}$$

$$\Rightarrow t_{\alpha\nu} = \frac{U_0\eta\mu\theta}{g} = 7.3394s$$

(0.5 μον.)

$$t_{\alpha\nu} = 7.34s$$

(0.5 μον.)

(ii) Το μέγιστο ύψος από το έδαφος στο οποίο φτάνει το βλήμα.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$h_{\max} = U_0\eta\mu\theta\cdot t_{\alpha\nu} - \frac{1}{2}g\cdot t_{\alpha\nu}^2 = 264.2\, m$$

(0.5 μον.)

$$\Rightarrow h_{\max} = 264\ m$$

$$H_{\max} = h_{\max} + 100 = 364\ m$$

(0.5 μον.)

(iii) Τον χρόνο κίνησης του βλήματος, από την στιγμή της βολής μέχρι τη στιγμή που περνάει από το σημείο Δ, το οποίο απέχει απόσταση Η από το έδαφος.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$\gamma\iota\alpha\ t = t_\Delta \Rightarrow y = 0 \Rightarrow 0 = U_0\eta\mu\theta\cdot t_\Delta - \frac{1}{2}g\cdot t_\Delta^2$$

$$\Rightarrow t_\Delta = \frac{2U_0\eta\mu\theta}{g} = 14.68s$$

(0.5 μον.)

$$\Rightarrow t_\Delta = 14.7s$$

(0.5 μον.)

(iv) Την οριζόντια απόσταση του σημείου Δ, από το σημείο βολής.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$\gamma\iota\alpha\ t = t_\Delta \Rightarrow X = X_\Delta$$

(0.5 μον.)

$$\Rightarrow X_\Delta = (U_0\sigma\upsilon\nu\theta)\cdot t_\Delta = 1{,}409\, m$$

$$\Rightarrow X_\Delta = 1.41\cdot 10^3 m$$

(0.5 μον.)

(v) Την ταχύτητα (μέτρο, διεύθυνση και φορά) του βλήματος στο σημείο Δ.

(2 μονάδες)

Λύση:

$U_x = U_0 \sigma\upsilon\nu\theta = 120 \cdot 0.8 = 96\frac{m}{s}$

$U_y = U_0 \eta\mu\theta - g t_\Delta = 72 - 9.81 \cdot 14.68 = -72\frac{m}{s}$ **(0.5 μον.)**

$U_\Delta = \sqrt{U_x + U_y} = \sqrt{96^2 + (-72)^2} = 120\frac{m}{s}$ **(0.5 μον.)**

$\varepsilon\varphi\,\varphi = \frac{Uy}{U_X} = \frac{-72}{96} \Rightarrow \hat{\varphi} = -36.87^\circ$ **(0.5 μον.)**

$\hat{\varphi} = -36.9^\circ$ **(0.5 μον.)**

(vi) Τον ολικό χρόνο κίνησης $t_{\pi\tau}$ του βλήματος.

(2 μονάδες)

Λύση:

$\gamma\iota\alpha\ t = t_{\pi\tau} \Rightarrow y = -H \Rightarrow -100 = 72 \cdot t_{\pi\tau} - \frac{1}{2}9.81 \cdot t_{\pi\tau}^2$ **(1 μον.)**

$\Rightarrow t_{\pi\tau}^2 - 14.68 \cdot t_{\pi\tau} - 20.39 = 0$

$\Rightarrow t_{\pi\tau} = \frac{14.68 \pm \sqrt{14.68^2 + 4 \cdot 20.39}}{2} = \frac{14.68 \pm 17.24}{2}$

$\Rightarrow t_{\pi\tau} = -1.28s\ \ \eta\ \ t_{\pi\tau} = 15.96\,s$

$\Rightarrow t_{\pi\tau} = 16.0\,s$ **(1 μον.)**

(vii) Την οριζόντια απόσταση R από τη βάση του βράχου.

(1 μονάδα)

Λύση:

$R = (U_0 \sigma\upsilon\nu\theta) \cdot t_{\pi\tau} = 1{,}532.16\,m$ **(0.5 μον.)**

$t_{\pi\tau} = 1.53 \cdot 10^3 m$ **(0.5 μον.)**

(viii) Την ταχύτητα του βλήματος (μέτρο, διεύθυνση και φορά) τη στιγμή που το βλήμα εκρήγνυται στο έδαφος.

(2 μονάδες)

Λύση:

$U_X = 96\frac{m}{s}$

$U_y = U_\circ \eta\mu\theta - g \cdot t_{\pi\tau} = 72 - 9.81 \cdot 15.96 = -84.57\frac{m}{s}$ **(1.0 μον.)**

$U_B = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = 127.9\frac{m}{s} \Rightarrow U_B = 128\frac{m}{s}$ **(0.5 μον.)**

$\varepsilon\varphi\hat{\omega} = \frac{U_y}{U_x} = \frac{-84{,}57}{96} \Rightarrow \hat{\omega} = -41.38^\circ \Rightarrow \hat{\omega} = -41.4^\circ$ **(0.5 μον.)**

ΘΕΜΑ 5 (15 μονάδες)

(α) Τι ονομάζουμε ροπή δύναμης F, ως προς άξονα περιστροφής χχ΄;

(2 μονάδες)

Απάντηση:
Ροπή δύναμης F ως προς άξονα περιστροφής χχ΄ ονομάζουμε το φυσικό διανυσματικό μέγεθος Μ, που έχει μέτρο ίσο με το γινόμενο του μέτρου της δύναμης F επί την κάθετη απόσταση d της δύναμης F απο τον άξονα χχ΄.
Η διεύθυνση της ροπής είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τον φορέα της δύναμης και η φορά της προσδιορίζεται με τον κανόνα της δεξιάς παλάμης (ή δεξιόστροφου κοχλία). Μονάδα μέτρησης στο S.I είναι Nm.

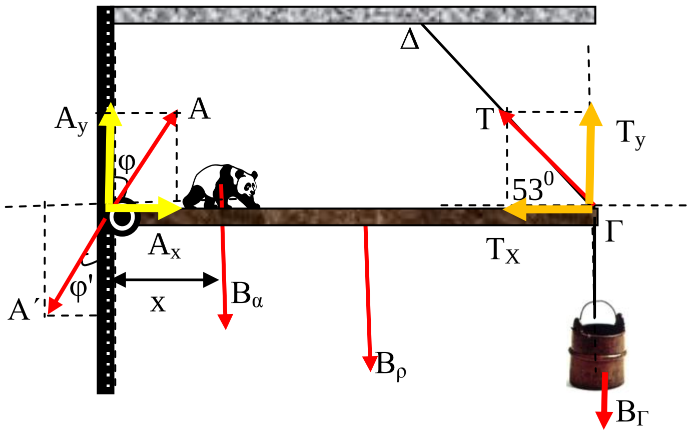
(β) Να διατυπώσετε τις συνθήκες ισορροπίας ενός στερεού σώματος, γράφοντας και τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις.

(2 μονάδες)

Η συνισταμένη των ομοεπίπεδων δυνάμεων που ασκούνται στο στερεό σώμα είναι μηδέν. $\Sigma\vec{F} = 0 (\Sigma\vec{F}_x = 0, \Sigma\vec{F}_y = 0)$ **(1.0 μον.)**

Η συνισταμένη ροπή των ομοεπίπεδων δυνάμεων που ασκούνται στο στερεό σώμα να είναι μηδέν. $\Sigma\vec{M} = 0$ **(1.0 μον.)**

(γ) Ένα αρκουδάκι μάζας 5.30 Kg προσπαθεί να φτάσει το βαρελάκι με το μέλι, που έχει βάρος 12.0 N, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ομογενής δοκός από άκαμπτο υλικό, έχει μάζα 10.60 kg και μήκος 6.00 m. Το σχοινί ΓΔ είναι αβαρές και μη εκτατό.
(Να θεωρήσετε το αρκουδάκι υλικό σημείο.)



(i) Όταν το αρκουδάκι απέχει x = 1.50 m από το άκρο Α της δοκού, να υπολογίσετε την τάση του σχοινιού ΓΔ και τη δύναμη πού ασκεί η δοκός στον τοίχο στο σημείο της άρθρωσης Α. (μέτρο, διεύθυνση και φορά).

(5 μονάδες)

Λύση:

$\Sigma\vec{M}_A = 0$

$B_a \cdot X + B_\rho \cdot 3 + 12 \cdot 6 = T \cdot \eta\mu 53^\circ \cdot 6$

$52 \cdot 1.5 + 104 \cdot 3 + 72 = 4.794 \cdot T \Rightarrow T = 96.37N$ **(1 μον.)**

$\Rightarrow T = 96.4N$ **(1 μον.)**

$\Sigma\vec{F}_y = 0$

$\Rightarrow A_y + T_y = B_a + B_\rho + B_\Gamma$

$\Rightarrow A_y = 52 + 104 + 12 - 96.37 \cdot 0.799$

$\Rightarrow A_y = 91.0N$ **(1 μον.)**

$\Sigma\vec{F}_x = 0$

$A_x = Tx \Rightarrow A_x = T \cdot \sigma\upsilon\nu 53^\circ$

$\Rightarrow A_x = 96.37 \cdot 0.602 = 58.01N$

$\Rightarrow A_x = 58.0N$ **(0.5 μον.)**

$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = 107.9\ N$

$\Rightarrow A = 108\ N$ **(0.5 μον.)**

$\Rightarrow A' = 108\ N, (\vec{A} = -\vec{A'})$ Δράση και αντίδραση **(0.5 μον.)**

$\varepsilon\varphi\,\hat{\varphi} = \frac{A_x}{A_y} = 0.637 \Rightarrow \hat{\varphi} = 32.5^\circ$

$\Rightarrow \hat{\varphi}' = 32.5^\circ$ **(0.5 μον.)**

(ii) Αν η μέγιστη τάση που αντέχει το σχοινί ΓΔ είναι Τ = 140 Ν, να υπολογίσετε τη μέγιστη απόσταση x που μπορεί να φτάσει το αρκουδάκι προς το βαρελάκι, χωρίς να κοπεί το σχοινί.

(2 μονάδες)

Λύση:

$T = 140N$

$B_a \cdot X + B_\rho \cdot 3 + B_\Gamma \cdot 6 = (T \cdot \eta\mu 53^\circ) \cdot 6$ **(1 μον.)**

$\Rightarrow 52X + 312 + 72 = 671.16$

$\Rightarrow X = 5.522m \Rightarrow X = 5.52m$ **(1 μον.)**

(iii) Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση Τ = f(x) για 1.50 m ≤ x ≤ 6.00 m.

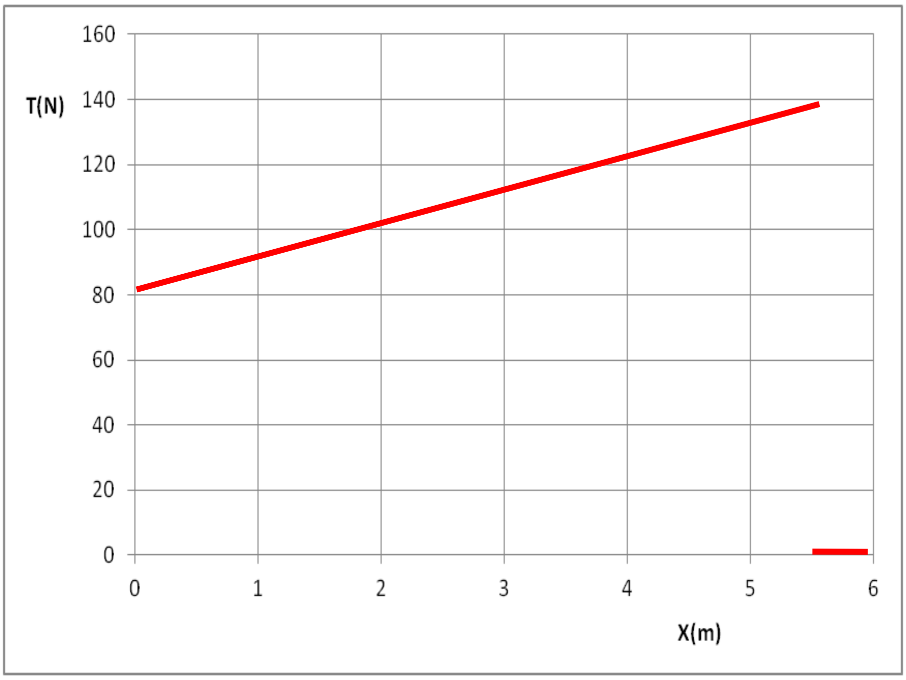
(3 μονάδες)

Λύση:

$B_a \cdot X + B_\rho \cdot 3 + B_\Gamma \cdot 6 = (T \cdot \eta\mu 53^\circ) \cdot 6$

$\Rightarrow 52X + 312 + 72 = 4.79 \cdot T$

$\Rightarrow T = 10.85X + 80.1$ Εξίσωση ευθείας με θετική κλίση **(1 μον.)**



(iv) Αν το αρκουδάκι στην προσπάθειά του να φτάσει το βαρελάκι, γλιστρήσει και πέσει από τη δοκό, με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης να εξηγήσετε, πόση θα γίνει η τάση του σχοινιού.

(1 μονάδα)

Λύση:

Από τη σχέση T=10.85X+80.1 για X=0 => T=80.1N σημείο τομής της ευθείας με άξονα T

(1 μον.)

ΘΕΜΑ 6 (10 μονάδες)

(α) Να υπολογίσετε το ύψος, σε μέτρα, πάνω από την επιφάνεια της γης, στο οποίο ένα σώμα έχει βάρος ίσο με το ¼ του βάρους που έχει στην επιφάνειά της.

(2 μονάδες)

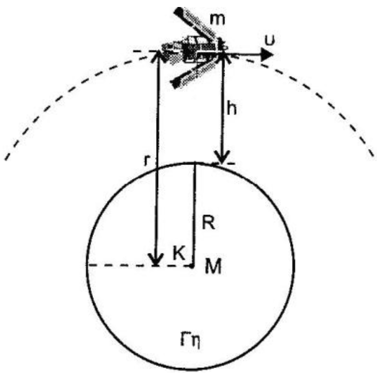
Λύση:

$$F_h = \frac{GMm}{(R_\Gamma + h)^2},\ F = \frac{GMm}{R_\Gamma^2}, F_h = \frac{F}{4}$$ **(1 μον.)**

$$\Rightarrow \frac{GMm}{(R_\Gamma + h)^2}, = \frac{GMm}{4R_\Gamma^2} \Rightarrow 2R_\Gamma = R_\Gamma + h$$

$$\Rightarrow h = R_\Gamma = 6.37 \cdot 10^6 m$$ **(1 μον.)**

(β) Η περίοδος τεχνητού δορυφόρου που βρίσκεται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη είναι 24 ώρες.



Να υπολογίσετε:

(i) Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του δορυφόρου.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 7.27 \cdot 10^{-5} \frac{rad}{s} \Rightarrow \omega = 7.3 \cdot 10^{-5} \frac{rad}{s}$$

(ii) Το ύψος h πάνω από την επιφάνεια της Γης, στο οποίο κινείται ο δορυφόρος.

(2 μονάδες)

Λύση:

$$F_h = \frac{GMm}{(R_\Gamma + h)^2}$$

$$F_k = \frac{m \cdot u^2}{(R_\Gamma + h)^2} \Rightarrow F_k = \frac{m \cdot \omega^2 (R_\Gamma + h)^2}{(R_\Gamma + h)}$$

$$\Rightarrow F_k = m \cdot \omega^2 (R_\Gamma + h)$$ **(0.5 μον.)**

$$\Rightarrow F_h = F_k \Rightarrow \frac{GMm}{(R_\Gamma + h)^2} = m \cdot \omega^2 (R_\Gamma + h)$$

$$\Rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R_\Gamma$$ **(0.5 μον.)**

$$\Rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 5.98 \cdot 10^{24} \cdot (86400)^2}{4\pi^2}} - 6.37 \cdot 10^6$$

$$\Rightarrow h = 42.25 \cdot 10^6 - 6.37 \cdot 10^6 = 35{,}880\, Km$$ **(0.5 μον.)**

$$\Rightarrow h = 3.6 \cdot 10^4\, Km$$ **(0.5 μον.)**

(γ) Να αποδείξετε ότι στο εσωτερικό του δορυφόρου, ο αστροναύτης νιώθει “αβαρής”.

(2 μονάδες)

Λύση:

$$F_K = \frac{m_a u^2}{r} \Rightarrow B - N = \frac{m_a u^2}{r} \Rightarrow N = m_a g - \frac{m_a u^2}{r}$$ **(1 μον.)**

$$m_\delta \cdot g = \frac{m_\delta u^2}{r} \Rightarrow u^2 = gr$$ **(0.5μον.)**

$$\Rightarrow N = m_a g - \frac{m_a u^2}{r} = m_a g - \frac{m_a g r}{r} = 0$$ **(0.5μον.)**

(δ) Να αναφέρετε τρεις προϋποθέσεις, έτσι ώστε ένας δορυφόρος να είναι γεωστατικός.

(3 μονάδες)

Απάντηση:

- Να κινείται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη, στο επίπεδο του ισημερινού.
- Να εχει την ίδια περίοδο περιστροφής με τη Γη.
- Να περιστρέφεται με τη φορά περιστροφής της Γης.

ΘΕΜΑ 7 (15 μονάδες)

(α) Να ορίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε ένα σημείο του.

(1 μονάδα)

Απάντηση:

Ένταση ηλεκτρικού πεδίου σ’ ένα σημείο, ορίζουμε το φυσικό διανυσματικό μέγεθος $\vec{\mathbf{E}}$ που έχει μέτρο το πηλίκο του μέτρου της δύναμης F που ασκείται σ’ ένα θετικό φορτίο +q όταν τοποθετείται στο σημείο αυτό, δια του φορτίου αυτού.

$$\vec{\mathbf{E}} = \frac{\vec{\mathbf{F}}}{q}$$

Η διεύθυνση και η φορά της έντασης είναι η ίδια με αυτής της δύναμης που ασκείται σε θετικό ηλεκτρικό φορτίο. Η μονάδα μέτρησης στο S.I είναι N/C.

(β) Να διατυπώσετε τον νόμο του Coulomb.

(1 μονάδα)

Απάντηση:

Η δύναμη που ασκείται μεταξύ δύο ηλεκτρικών φορτίων, έχει μέτρο ανάλογο προς το γινόμενο των δύο ηλεκτρικών φορτίων και αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της μεταξύς τους απόστασης. Η διεύθυνση της δύναμης είναι η ευθεία που περνά απο τα δύο ηλεκτρικά φορτία.

$$F = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

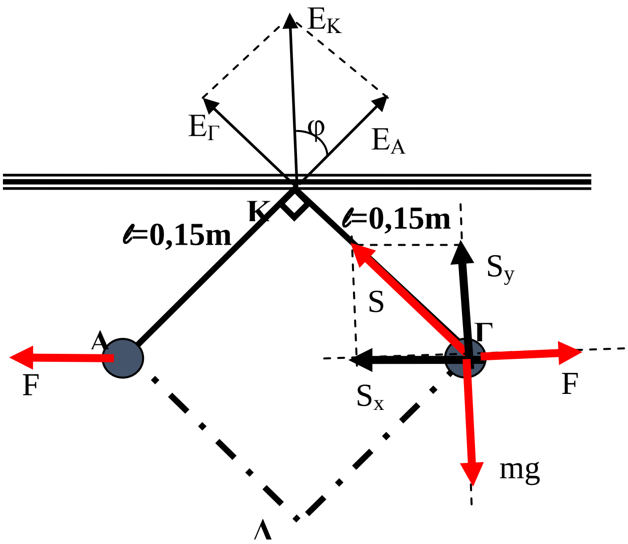
(γ) Να γράψετε τέσσερα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών.

(2 μονάδες)

Απάντηση:

- Δεν τέμνονται μεταξύ τους.
- Όπου οι δυναμικές γραμμές είναι πυκνές το μέτρο της έντασης είναι μεγάλο, ενώ εκεί που είναι αραιές, το μέτρο της έντασης είναι μικρό.
- Η εφαπτόμενη σε κάθε σημείο των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών δίνει τη διεύθυνση της δύναμης στο σημείο αυτό.
- Είναι ανοικτές γραμμές, ξεκινούν από τα θετικά και καταλήγουν στα αρνητικά φορτία.

(δ) Δύο όμοια μεταλλικά σφαιρίδια Α και Γ είναι στερεωμένα στις άκρες δύο αβαρών και μη εκτατών μονωτικών νημάτων, ιδίου μήκους 0.15 m. Τα σφαιρίδια είναι φορτισμένα με του ιδίου είδους φορτία , $q_A = q_\Gamma = +5.2\ \mu C$ το καθένα και ισορροπούν, σχηματίζοντας μεταξύ τους γωνία 90^0, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Να υπολογίσετε:

(i) Το μέτρο της δύναμης Coulomb που ασκεί το ένα σφαιρίδιο στο άλλο.

(2 μονάδες)

Λύση:

$$F = \frac{kq_A \cdot q_B}{r^2} = \frac{8.99 \cdot 10^9 \cdot (5.2 \cdot 10^{-6})^2}{2 \cdot 0.15^2} = 5.402\ N$$ **(1 μον.)**

$$\Rightarrow F = 5.4\ N$$ **(1 μον.)**

(ii) Την τάση των νημάτων.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S_x = F = 5.4\ N$$

$$\eta\mu 45^0 = \frac{S_x}{S} \Rightarrow S = 7.64\ N$$

$$S = 7.6\ N$$

(iii) Τη μάζα του κάθε σφαιριδίου.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$\sigma\upsilon\nu 45^0 = \frac{S_y}{S} \Rightarrow S_y = 5.4\ N$$

(0.5 μον.)

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow S_y = mg = 5.4\ N \Rightarrow m = 0.5507\, kg$$

(0.5 μον.)

$$\Rightarrow m = 0.55\, kg$$

(iv) Το δυναμικό του συνολικού ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Κ.

(1 μονάδα)

Λύση:

$$V_k = V_A + V_\Gamma = \frac{kq_A}{\ell} + \frac{kq_\Gamma}{\ell}$$

(0.5 μον.)

$$\Rightarrow V_k = \frac{2 \cdot 8.99 \cdot 10^9 \cdot 5.2 \cdot 10^6}{0.15}$$

(0.5 μον.)

$$\Rightarrow V_k = 6.23 \cdot 10^5 V \Rightarrow V_k = 6.2 \cdot 10^5 V$$

(v) Την ένταση του συνολικού ηλεκτρικού πεδίου (μέτρο, διεύθυνση και φορά) στο σημείο Κ.

(3 μονάδες)

Λύση:

$$\vec{\mathbf{E}}_k = \vec{\mathbf{E}}_A + \vec{\mathbf{E}}_\Gamma$$

$$E_k = \sqrt{E_A^2 + E_\Gamma^2} = E_A\sqrt{2} = \frac{kq_A}{\ell^2}\sqrt{2}$$

(1 μον.)

$$\Rightarrow E_k = 2.08 \cdot 10^6\sqrt{2} = 2.94 \cdot 10^6 \frac{N}{C}$$

(1 μον.)

$$\Rightarrow E_k = 2.9 \cdot 10^6 \frac{N}{C}$$

$$\varepsilon\varphi\,\varphi = \frac{E_\Gamma}{E_A} = 1 \Rightarrow \varphi = 45^\circ$$ **(1 μον.)**

(vi) Τη δύναμη (μέτρο, διεύθυνση και φορά) που ασκείται σε φορτίο +1.4 μC, αν αυτό τοποθετηθεί στο σημείο Κ.

(2 μονάδες)

Λύση:

$$\vec{\mathbf{E}} = \frac{\vec{\mathbf{F}}}{q} \Rightarrow F = qE = 1.4 \cdot 10^{-6} \cdot 2.94 \cdot 10^6$$

(1 μον.)

$$\Rightarrow F = 4.116N \Rightarrow F = 4.1N$$

στη διεύθυνση και φορά της δύναμης **(1 μον.)**

(vii) Το έργο της δύναμης του συνολικού ηλεκτρικού πεδίου, όταν φορτίο q_0 = +1.0 μC μετακινηθεί από το σημείο Κ στην τέταρτη κορυφή Δ του τετραγώνου που σχηματίζεται. Υποθέτουμε ότι κατά τη μετακίνηση του q_0, τα σφαιρίδια συγκρατούνται σταθερά στις αρχικές τους θέσεις.

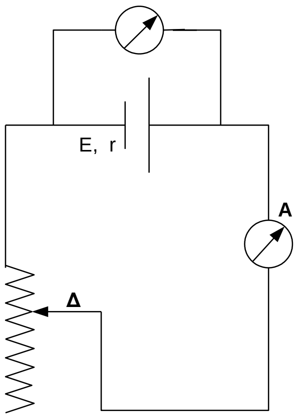
(1 μονάδα)

Λύση:

$$W_{K\to\Delta} = q_0 \Delta V = q_0(V_K - V_\Delta) = 0$$

ΘΕΜΑ 8 (15 μονάδες)

(A) Για τη μέτρηση της ηλεκτρεγερτικής δύναμης Ε και εσωτερικής αντίστασης r μιας ηλεκτρικής πηγής, πραγματοποιούμε το πιο κάτω κύκλωμα.



(α) Να περιγράψετε εν συντομία τη διαδικασία, με την οποία πήραμε τις μετρήσεις που παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα.

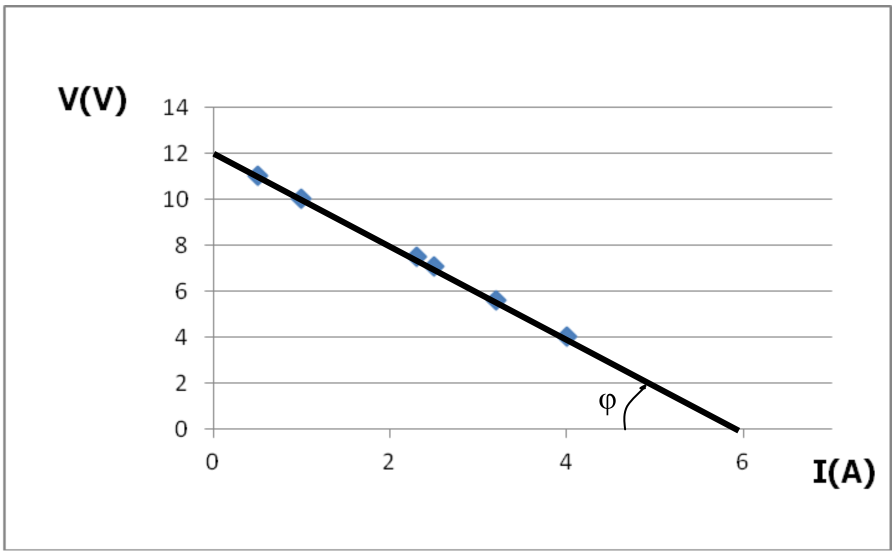
(1 μονάδα)

Απάντηση:
Με τη βοήθεια του δρομέα Δ, μεταβάλλουμε την αντίσταση. Για κάθε μεταβολή της αντίστασης στον ροοστάτη μεταβάλλεται η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και η πολική τάση της πηγής. Καταγράφουμε τις αντίστοιχες ενδείξεις του Αμπερομέτρου και του Βολτομέτρου.

Ένδειξη βολτομέτρου, (Volt)	11.0	10.0	7.5	7.1	5.6	4.0
Ένδειξη αμπερομέτρου, (Amper)	0.5	1.0	2.3	2.5	3.2	4.0

(β) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση V = f(I).

(2 μονάδες)



(γ) Να υπολογίσετε από τη γραφική παράσταση, την ηλεκτρεγερτική δύναμη Ε και την εσωτερική αντίσταση r της πηγής.

(2 μονάδες)

Λύση:

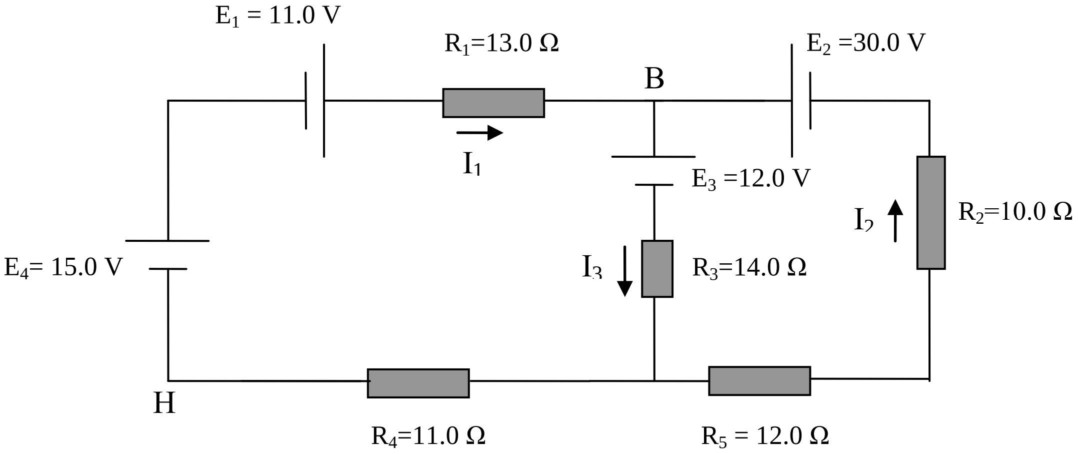
$V_{\pi} = E - Ir$

$I = 0 \Rightarrow E = V_{\pi} = 12V$

Σημείο τομής της γραφικής με τον άξονα V_{Π}. **(1 μον.)**

$r = \varepsilon\varphi\varphi = \frac{12-0}{6-0} = 2.0\Omega$ **(1 μον.)**

(Β) Δίνεται το παρακάτω ηλεκτρικό κύκλωμα:



(α) Τι εκφράζει η ηλεκτρεγερτική δύναμη (Η.Ε.Δ.) μιας ηλεκτρικής πηγής;

(1 μονάδα)

Απάντηση:

Εκφράζει την ενέργεια ανά μονάδα φορτίου που προσφέρει μια ηλεκτρική πηγή στο κύκλωμα.

(β) Να διατυπώσετε τους δύο κανόνες του Kirchhoff (για κόμβο και για βρόγχο), αναφέροντας και την αντίστοιχη αρχή διατήρησης, για κάθε κανόνα.

(2 μονάδες)

Απάντηση:

Το άθροισμα των εντάσεων του ηλεκτρικού ρεύματος που εισέρχονται στον κόμβο $\Sigma I_{\text{εισερχόμενο}}$ ισούται με το άθροισμα των εντάσεων που εξέρχονται από τον κόμβο $\Sigma I_{\text{εξερχόμενο}}$.

$$\Sigma I_{\text{εισερχόμενο}} = \Sigma I_{\text{εξερχόμενο}}$$

Αρχή διατήρησης του φορτίου.

Σε ένα βρόγχο, το αλγεβρικό άθροισμα, ΣΕ, των ηλεκτρεγερτικών δυνάμεων είναι ίσο με το αλγεβρικό άθροισμα, ΣIR, των γινομένων κάθε αντίστασης επί την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τη διαρρέει.

$$\Sigma E = \Sigma IR$$

Αρχή διατήρησης της Ενέργειας.

(γ) Να χρησιμοποιήσετε τους κανόνες του Kirchhoff, για να υπολογίστε τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν κάθε αντίσταση.

(3 μονάδες)

Λύση:

$I_1 + I_2 = I_3 (1)$

$\Sigma E = \Sigma IR$

$-30 + 12 = -22I_2 - 14I_3 \Rightarrow -18 = -22I_2 - 14I_3 \Rightarrow 9 = 11I_2 + 7I_3 (2)$

$-12 + 15 + 11 = 14I_3 + 24I_1 \Rightarrow 14 = 14I_3 + 24I_1 \Rightarrow 7 = 7I_3 + 12I_1 (3)$

(2 μον.)

$(3) \Rightarrow I_1 = \frac{7 - 7I_3}{12}$

$(1) \Rightarrow 7 - 7I_3 = 12I_3 - 12I_2 \Rightarrow 7 = 19I_3 - 12I_2 (4)$

$(4)\, 7 = 19I_3 - 12I_2 \Rightarrow 77 = 209I_3 - 132I_2$

$(2)\, 9 = 7I_3 + 11I_2 \Rightarrow 108 = 784I_3 + 132I_2$

$------------$

$185 = 293I_3 \Rightarrow I_3 = 0.631A$

$(3) \Rightarrow 7 = 7I_3 + 12I_1 \Rightarrow 7 = 7 \cdot 0.631 + 12I_1 \Rightarrow I_1 = 0.215\,A$

$(1) \Rightarrow I_2 = I_3 - I_2 = 0.631 - 0.22 = 0.416\,A$ **(1 μον.)**

(δ) Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Β και Η.

(1 μονάδα)

Λύση:

$V_{BH} = \Sigma IR - \Sigma F$

$V_{BH} = I_1 \cdot 13 - (-11 - 15)$

$\Rightarrow V_{BH} = 23.2V$

(ε) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που ελευθερώνεται στην αντίσταση R_1, σε χρόνο 2 λεπτών.

(1 μονάδα)

Λύση:

$Q = I_1^2 \cdot R_1 \cdot t = 72.1\,J$

(ζ) Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο και τον αριθμό των ηλεκτρονίων που περνούν από την αντίσταση R_1, σε χρόνο 2 λεπτών.

(2 μονάδες)

Λύση:

$I_1 = \frac{q_1}{t_1} \Rightarrow q_1 = 25.8\,C$ **(1 μον.)**

$1e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$

$N = \frac{25.8}{1.6 \cdot 10^{-19}} = 16.1 \cdot 10^{19} e$ **(1 μον.)**

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ