



ΕΝΩΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ

33^η Ολυμπιάδα Φυσικής Β' Λυκείου

Κυριακή, 17 Μαρτίου 2019

Ωρα: 10:00 – 13:00

Οδηγίες:

1. Το δοκίμιο αποτελείται από 10 σελίδες και δύο μέρη. Στο Μέρος Α' υπάρχουν 15 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής απάντησης, ενώ στο Μέρος Β' υπάρχουν τέσσερα (4) θέματα.
2. Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις του Μέρους Α' και σε όλα τα θέματα του Μέρους Β' θεωρώντας αμελητέα την αντίσταση του αέρα.
3. Απαντώντας ορθά τις ερωτήσεις του Μέρους Α' συγκεντρώνετε εξήντα (60) μονάδες, ενώ λύνοντας ορθά τα θέματα του Μέρους Β' συγκεντρώνετε άλλες σαράντα (40) μονάδες.
4. Τα σχήματα και οι εικόνες δεν είναι σχεδιασμένα υπό κλίμακα.
5. Να γράφετε όλες τις απαντήσεις στο τετράδιο των απαντήσεών σας.
6. Τα σχήματα και οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνουν και με μολύβι.
7. Οι γραφικές παραστάσεις να γίνουν στο χιλιοστομετρικό χαρτί στην τελευταία σελίδα του τετραδίου απαντήσεων.
8. Τα αποτελέσματα σας να δίνονται με **3 σημαντικά ψηφία** εκτός και αν οι υπολογισμοί γίνονται με τιμές από μετρήσεις, οπότε πρέπει να τηρηθούν οι **κανόνες των σημαντικών ψηφίων**.
9. Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.
10. Να γράφετε με μελάνι χρώματος **ΜΠΛΕ**. Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.

ΣΤΑΘΕΡΕΣ	
Μέτρο της επιτάχυνσης της Βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης	$ \vec{g}_0 = 9,81 \text{ ms}^{-2}$
Σταθερά Παγκόσμιας Έλξης	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$
Μέση ακτίνα της Γης	$R_{Γης} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$
Μάζα της Γης	$M_{Γης} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Σταθερά Coulomb	$k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$
Ταχύτητα του φωτός στο κενό	$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Φορτίο του ηλεκτρονίου	$q_e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Φορτίο του πρωτονίου	$q_p = +1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Μάζα του ηλεκτρονίου	$m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Μάζα του πρωτονίου	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Μάζα του νετρονίου	$m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

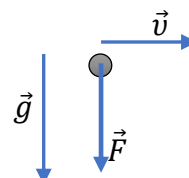
ΜΕΡΟΣ Α' (ΜΟΝΑΔΕΣ 60)

Στο μέρος Α' υπάρχουν δεκαπέντε (15) ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής απάντησης. Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις. Όλες σας οι απαντήσεις να δοθούν στο τετράδιο απαντήσεών σας. Σε κάθε ερώτηση αντιστοιχεί μία ορθή απάντηση. Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με τέσσερις (4) μονάδες ενώ κάθε λανθασμένη απάντηση θα βαθμολογείται αρνητικά με μία μονάδα (-1).

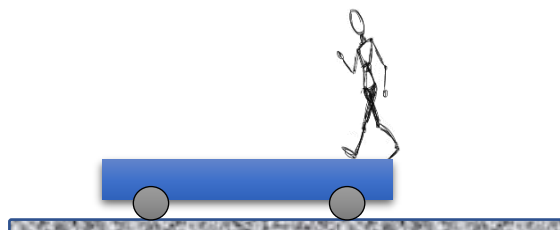
Ερώτηση 1

Εάν σε ένα σώμα που κινείται οριζόντια, εξασκηθεί μια σταθερή κατακόρυφη δύναμη, το σώμα θα εκτελέσει:

- A: Κατακόρυφη προς τα κάτω κίνηση.
- B: Κυκλική κίνηση.
- Γ: Βολή με παραβολική τροχιά.
- Δ: Ευθύγραμμη πλάγια κίνηση.

**Ερώτηση 2**

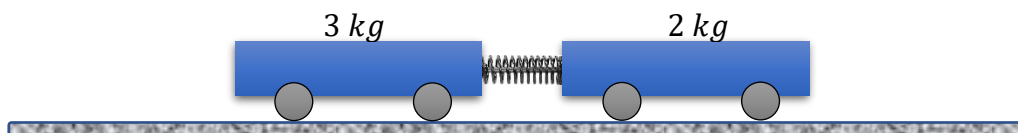
Το σύστημα πλατφόρμα – άνθρωπος που φαίνεται στο διπλανό σχήμα, αρχικά ηρεμεί. Ο άνθρωπος βαδίζει πάνω στην πλατφόρμα φθάνοντας στο άλλο άκρο και σταματά. Αν η πλατφόρμα μπορεί να κινείται χωρίς τριβές σε οριζόντιο έδαφος, τότε:



- A: Η πλατφόρμα συνεχίζει να κινείται προς τα δεξιά
- B: Το κέντρο μάζας του συστήματος παραμένει ακίνητο κατά τη διάρκεια της κίνησης του ανθρώπου
- Γ: Η πλατφόρμα και ο άνθρωπος έχουν την ίδια κινητική ενέργεια κατά τη διάρκεια της κίνησης του ανθρώπου
- Δ: Η πλατφόρμα έχει μεγαλύτερη ορμή από τον άνθρωπο κατά τη διάρκεια της κίνησης

Ερώτηση 3

Τα δύο αμαξάκια του πιο κάτω σχήματος απωθούνται από το συσπειρωμένο ελατήριο και κινούνται χωρίς τριβές. Η απόσταση που θα διανύσει το αμαξάκι με τη μεγαλύτερη μάζα, όταν αυτό με τη μικρότερη μάζα θα έχει διανύσει 6m, είναι:



A: 3 m

B: 2 m

Γ: 4 m

Δ: 6 m

Ερώτηση 4

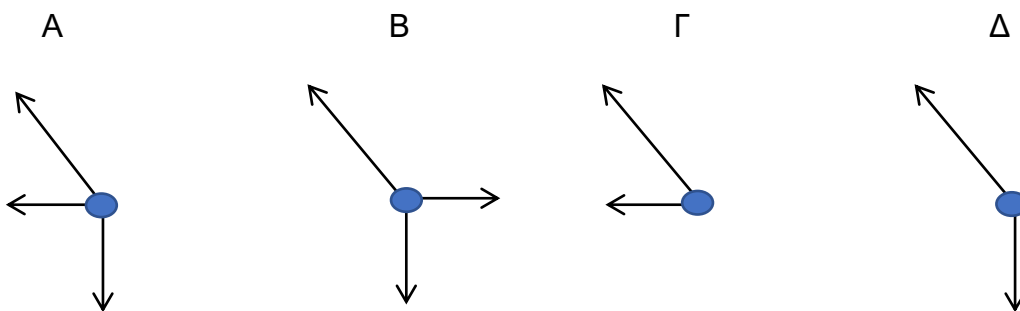
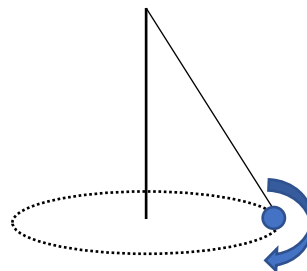
Η Μαρία έχει βάρος 800 N στην επιφάνεια της Γης και κάνει διαστρικό ταξίδι και φτάνει στον Πλανήτη Ω που έχει διπλάσια μάζα και διπλάσια ακτίνα από τη Γη. Το βάρος της Μαρίας στην επιφάνεια του Πλανήτη Ω είναι:

- A: 400 N B: $\frac{800}{\sqrt{2}}\text{ N}$ Γ: $800\sqrt{2}\text{ N}$ Δ: 1600 N

Ερώτηση 5

Μια μεταλλική σφαίρα μάζας m , δεμένη στην άκρη αβαρούς και μη εκτατού νήματος περιστρέφεται όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, με σταθερή κατά μέτρο γραμμική ταχύτητα.

Το διάγραμμα που δείχνει τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω στη σφαίρα είναι:

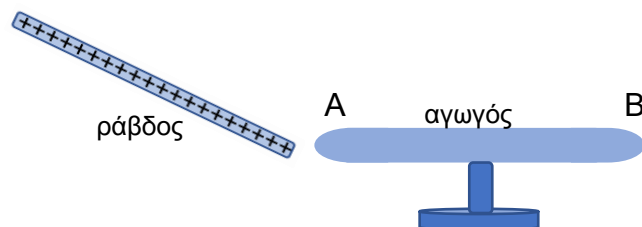
**Ερώτηση 6**

Η ορμή ενός σωματιδίου έχει μέτρο p . Εάν η κινητική ενέργεια του σωματιδίου διπλαστεί, το μέτρο της ορμής του θα γίνει:

- A: $\sqrt{2}p$ B: $2p$ Γ: $4p$ Δ: $8p$

Ερώτηση 7

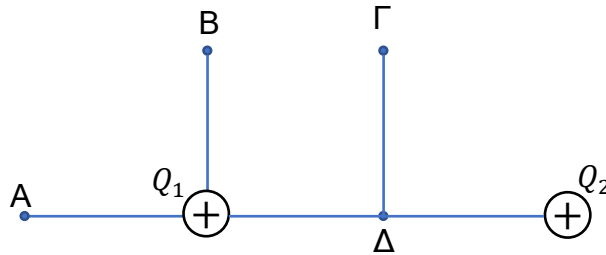
Μια θετικά φορτισμένη ράβδος, πλησιάζει κοντά σε αφόρτιστο και μονωμένο μεταλλικό αγωγό, όπως στο διπλανό σχήμα. Ποια από τις παρακάτω δηλώσεις είναι ορθή;



- A: Και τα δύο άκρα του αγωγού A και B παραμένουν αφόρτιστα
 B: Και τα δύο άκρα του αγωγού A και B φορτίζονται αρνητικά
 Γ: Το άκρο A φορτίζεται αρνητικά και το B θετικά
 Δ: Το άκρο A φορτίζεται θετικά και το B αρνητικά

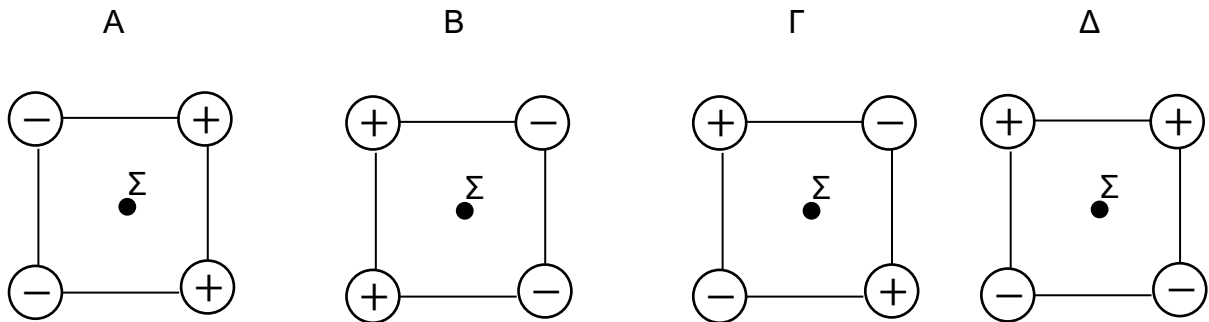
Ερώτηση 8

Σε ποια θέση από τις A, B, Γ και Δ του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από δύο ίσα θετικά ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα η ένταση είναι μέγιστη;



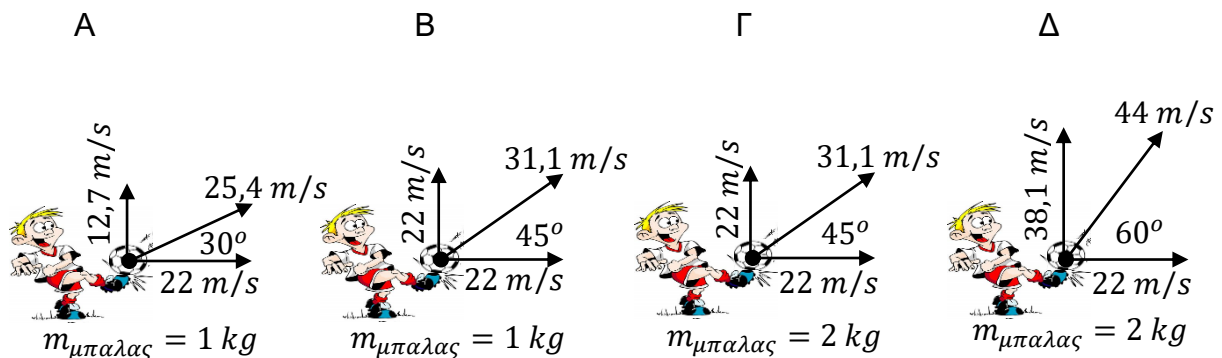
Ερώτηση 9

Ποια από τις διατάξεις ίσων ηλεκτρικών φορτίων δίνει στο κέντρο Σ του τετραγώνου ένταση ηλεκτρικού πεδίου ίση με μηδέν;



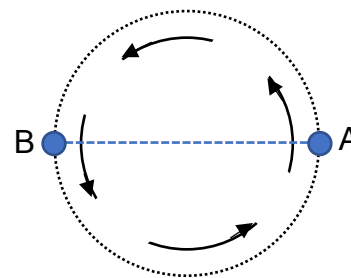
Ερώτηση 10

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει τέσσερις ποδοσφαιριστές να κτυπούν μπάλες με διαφορετικές μάζες, υπό διαφορετικές γωνίες βολής ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας της κάθε μπάλας, είναι η ίδια και στις τέσσερις περιπτώσεις. Σε ποια περίπτωση η μπάλα θα έχει το μεγαλύτερο βεληνεκές αν η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα;



Ερώτηση 11

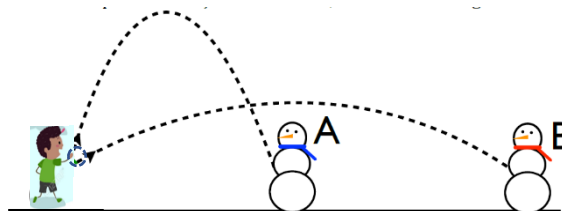
Ένα σωματίδιο κινείται αριστερόστροφα σε κυκλική διαδρομή με σταθερή κατά μέτρο γραμμική ταχύτητα. Θεωρώντας το χρονικό διάστημα κατά το οποίο το σωματίδιο μετακινείται στην κυκλική διαδρομή από το σημείο A έως το σημείο B (το σημείο B βρίσκεται ακριβώς αντιδιαμετρικά με το σημείο A), ποια απάντηση από τις πιο κάτω δίνει την κατεύθυνση της μέσης ταχύτητας και της μέσης επιτάχυνσης αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος;

A: $\downarrow, \rightarrow$ B: $\leftarrow, \downarrow$ Γ: $\vec{0}, \vec{0}$ Δ: $\leftarrow, \rightarrow$ **Ερώτηση 12**

Ένα σωματίδιο είναι εξαναγκασμένο να κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας 10 m . Τη χρονική στιγμή t , το σωματίδιο έχει γραμμική ταχύτητα με μέτρο $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ με ρυθμό αύξησης $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Η γωνία μεταξύ της γραμμικής ταχύτητας και επιτάχυνσης τη χρονική στιγμή t είναι:

A: 0° B: 30° Γ: 45° Δ: 90° **Ερώτηση 13**

Ο μικρός Ιωάννης ρίχνει ταυτόχρονα δύο χιονόμπαλες με την ίδια ταχύτητα στους χιονάνθρωπους A και B . Αν οι χιονόμπαλες ακολουθούν τις παραβολικές τροχιές που φαίνονται, στο διπλανό σχήμα, σε ποιον χιονάνθρωπο προσκρούει πρώτα χιονόμπαλα;

A: Χιονάνθρωπος A .

B: Και στους δύο κτυπούν οι χιονόμπαλες ταυτόχρονα.

Γ: Χιονάνθρωπος B .

Δ: Χρειάζεστε περισσότερες πληροφορίες.

**Ερώτηση 14**

Ένα πακέτο πέφτει από ένα αεροπλάνο που κινείται οριζοντίως, με σταθερή κατά μέτρο ταχύτητα. Ένα δευτερόλεπτο αργότερα πέφτει ένα δεύτερο πακέτο. Ποια από τις παρακάτω δηλώσεις είναι ορθή;

- A: Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των δύο πακέτων θα παραμείνει σταθερή καθώς πέφτουν.
- B: Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των δύο πακέτων θα αυξάνεται σταθερά καθώς πέφτουν.
- Γ: Ο χρόνος πτώσης του δεύτερου πακέτου είναι ένα δευτερόλεπτο περισσότερος από τον χρόνο πτώσης του πρώτου πακέτου.
- Δ: Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των δύο πακέτων θα αυξηθεί καθώς πέφτουν.

Ερώτηση 15

Μια μικρή σφαίρα μάζας m αφήνεται να πέσει από ύψος h , πάνω σε μία σταθερή οριζόντια πλάκα. Μετά την κρούση, η σφαίρα ανεβαίνει στην αρχική της θέση. Ποια από τις παρακάτω δηλώσεις είναι ορθή;

- A: Κατά την κρούση η μεταβολή της ορμής της σφαίρας έχει μέτρο $2m\sqrt{2 \cdot |\vec{g}| \cdot h}$
- B: Η κρούση είναι ελαστική
- Γ: Η απώλεια ενέργειας της σφαίρας είναι μηδέν
- Δ: Κάθε μία από τις δηλώσεις A, B και Γ συνεπάγεται από τις άλλες.

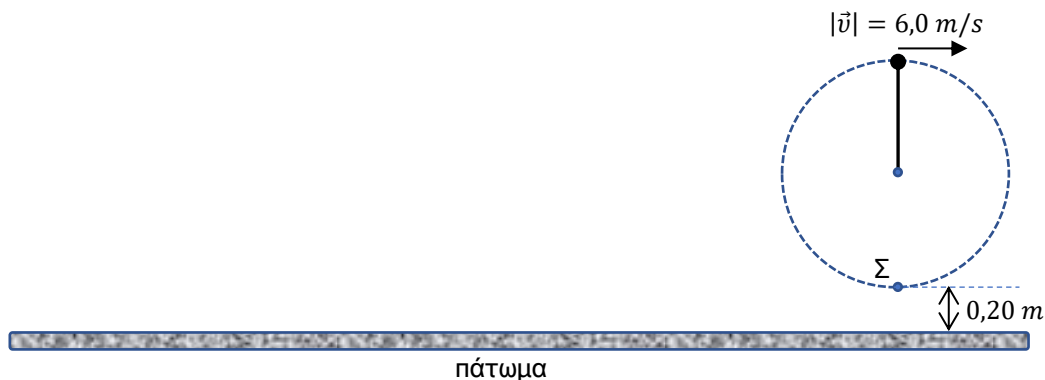
Στην επόμενη σελίδα ακολουθεί το Β' Μέρος

ΜΕΡΟΣ Β' (ΜΟΝΑΔΕΣ 40)

Στο μέρος Β' υπάρχουν τέσσερα (4) θέματα. Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα. Κάθε θέμα που λύνεται ορθά βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες. Όλες σας οι απαντήσεις να δοθούν στο τετράδιο απαντήσεών σας. Σε όλες τις ασκήσεις που γίνεται εφαρμογή μαθηματικής σχέσης για εξαγωγή αριθμητικού αποτελέσματος πρέπει απαραίτητα να φαίνονται: **η εξίσωση, η αντικατάσταση και το αποτέλεσμα.**

Θέμα 1^ο

Μία μικρή μπάλα από καουτσούκ, μάζας $0,10\text{ kg}$ είναι στερεωμένη στην άκρη ενός αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους $0,80\text{ m}$. Η μπάλα περιστρέφεται σε έναν κατακόρυφο κύκλο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το σημείο Σ , το χαμηλότερο σημείο του κύκλου, είναι $0,20\text{ m}$ πάνω από το πάτωμα. Η ταχύτητα της μπάλας στο ανώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς έχει μέτρο $6,0\text{ m/s}$, και η ολική ενέργεια της μπάλας διατηρείται σταθερή.



- (α) Να υπολογίσετε την ολική ενέργεια της μπάλας, χρησιμοποιώντας το δάπεδο ως το επίπεδο μηδενικής βαρυτικής ενέργειας. (μον. 2)
- (β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα της μπάλας στο σημείο Σ , το χαμηλότερο σημείο του κύκλου. (μον. 2)
- (γ) Να υπολογίσετε την τάση του νήματος στο:
- γ.ι ανώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς. (μον. 2)
 - γ.ii κατώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς. (μον. 2)

Η μπάλα κάνει μερικές περιστροφές, πριν το νήμα κοπεί. Το νήμα κόβεται όταν η μπάλα βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο της κυκλικής της τροχιάς.

- (δ) Να υπολογίσετε την οριζόντια απόσταση που ταξιδεύει η μπάλα πριν προσκρούσει στο πάτωμα. (μον. 2)

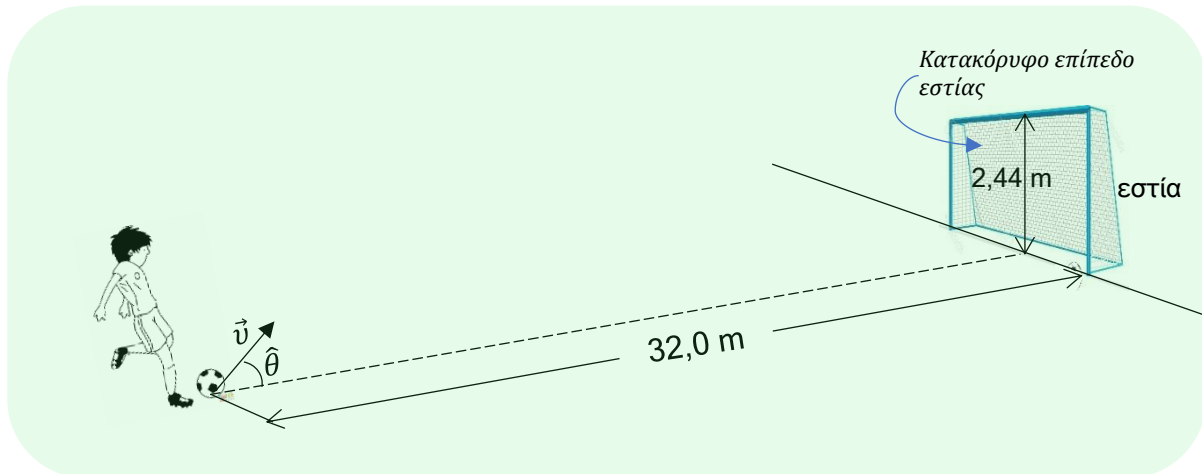
Θέμα 2^ο

A. Η Σελήνη έχει μάζα $7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ και κινείται γύρω από τη Γη σε μια περίπου κυκλική τροχιά με ακτίνα $3,82 \cdot 10^5 \text{ km}$. Ο χρόνος που απαιτείται για μία πλήρη περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι 27,3 ημέρες.

(α) Να υπολογίσετε την κεντρομόλο δύναμη που πρέπει να ασκείται στη Σελήνη για να εκτελεί αυτή την κίνηση. (μον. 2)

(β) Να υπολογίσετε τη βαρυτική δύναμη που ασκεί η Γη στη Σελήνη, στην ίδια απόσταση και να τη συγκρίνετε με την κεντρομόλο δύναμη του ερωτήματος (α). (μον. 2)

B. Ένας ποδοσφαιριστής κλωτσά τη μπάλα ποδοσφαίρου μάζας 450 g , που είναι ακίνητη, προς την εστία του γηπέδου που βρίσκεται $32,0 \text{ m}$ μακριά, όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο τερματοφύλακας είναι εκτός της εστίας. Η ταχύτητα της μπάλας καθώς αφήνει το πόδι του ποδοσφαιριστή είναι $20,0 \text{ m/s}$ υπό γωνία 37° με τον χλοοτάπητα (έδαφος). Το οριζόντιο δοκάρι της εστίας απέχει από τον χλοοτάπητα $2,44 \text{ m}$. Κατά τη διάρκεια της πτήσης της, η μπάλα δεν προσκρούει σε αντίπαλο ποδοσφαιριστή, και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.



(α) Να υπολογίσετε τον χρόνο που χρειάζεται η μπάλα για να φτάσει στο κατακόρυφο επίπεδο της εστίας. (μον. 2)

(β) Όταν η μπάλα φθάσει στο κατακόρυφο επίπεδο της εστίας:

β.i Να διερευνήσετε εάν η μπάλα θα περάσει μέσα στην εστία (θα μπει γκολ).

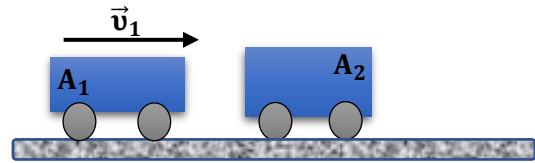
β.ii Αν είναι γκολ, πόση απόσταση πιο κάτω από το οριζόντιο δοκάρι περνά η μπάλα για να καταλήξει στα δίκτυα της εστίας; Αν όχι, πόση απόσταση πάνω από το οριζόντιο δοκάρι θα περάσει;

(μον. 2)

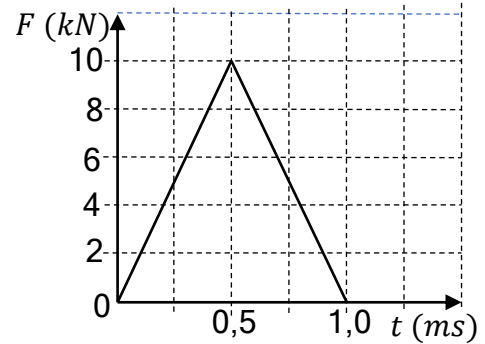
(γ) Να γράψετε και να εξηγήσετε εάν η μπάλα φθάνει στο κατακόρυφο επίπεδο της εστίας κατά την άνοδο ή κατά την κάθοδο της. (μον. 2)

Θέμα 3^ο

Ένα αμαξάκι A_1 μάζας $2,0\text{ kg}$ κινείται χωρίς τριβή με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}_1$ μέτρου $3,0\text{ m/s}$ προς τα δεξιά σε μια οριζόντια επιφάνεια, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα και συγκρούεται με ένα δεύτερο αμαξάκι A_2 μάζας M που βρίσκεται σε ηρεμία.



Η δύναμη F , που ασκεί το αμαξάκι A_1 στο αμαξάκι A_2 κατά τη διάρκεια της κρούσης, ως συνάρτηση του χρόνου t φαίνεται στη διπλανή γραφική παράσταση, όπου $t = 0$ είναι η στιγμή της αρχικής επαφής.

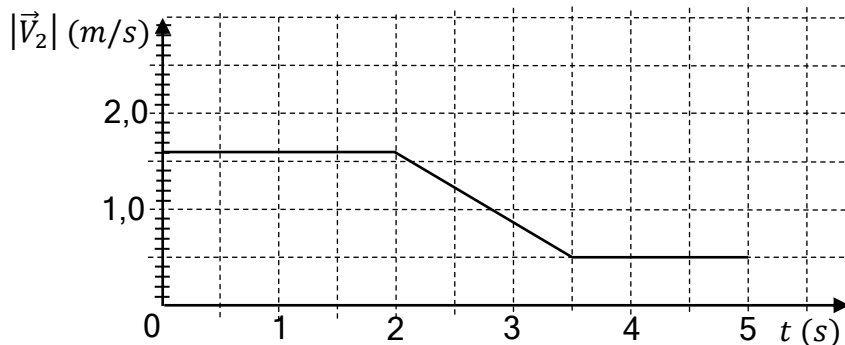


Ως αποτέλεσμα της κρούσης, το δεύτερο αμαξάκι A_2 αποκτά ταχύτητα μέτρου $1,6\text{ m/s}$ προς τα δεξιά. Να θεωρήσετε ότι η τριβή είναι αμελητέα πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη κρούση.

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο, και να προσδιορίσετε τη διεύθυνση και φορά της ταχύτητας του αμαξιού A_1 μετά την κρούση. (μον. 3)

(β) Να υπολογίσετε τη μάζα M του αμαξιού A_2 . (μον. 2)

Μετά την κρούση, το αμαξάκι A_2 τελικά κινείται σε ένα κεκλιμένο επίπεδο, χωρίς απώλεια ενέργειας. Η διπλανή γραφική παράσταση δείχνει το μέτρο της ταχύτητας $|\vec{v}_2|$ του αμαξιού A_2 ως συνάρτηση του χρόνου t για τα επόμενα $5,0\text{ s}$, όπου $t = 0$ σε αυτή τη γραφική παράσταση είναι η χρονική στιγμή στην οποία διαχωρίζονται τα αμαξάκια.



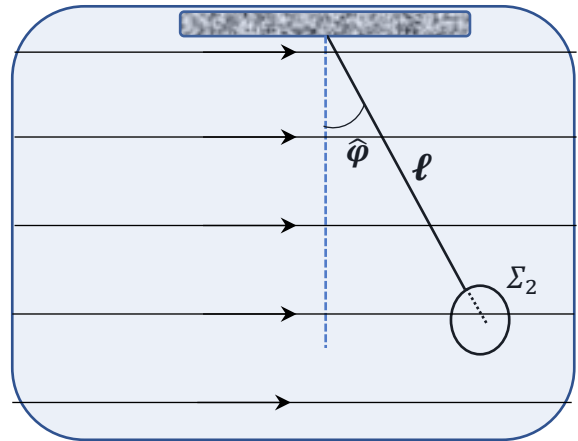
(γ) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του αμαξιού A_2 τη χρονική στιγμή $t=3,0\text{ s}$. (μον. 1)

(δ) Να υπολογίσετε την απόσταση που διάνυσε το αμάξι A_2 κατά το διάστημα των $5,0\text{ s}$ μετά τη σύγκρουση ($0\text{ s} \leq t \leq 5,0\text{ s}$). (μον. 1)

(ε) Να αναφέρετε εάν το αμάξι A_2 ανεβαίνει ή κατεβαίνει στο κεκλιμένο επίπεδο **και** να υπολογίσετε το μέγιστο υψόμετρο (πάνω ή κάτω από το αρχικό ύψος) που φθάνει το αμάξι A_2 στο κεκλιμένο επίπεδο κατά το χρονικό διάστημα των $5,0\text{ s}$ μετά τη σύγκρουση. (μον. 3)

Θέμα 4^ο

Ένα φορτισμένο σφαιρίδιο από φελλό, μάζας m είναι στερεωμένο στην άκρη ενός αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους ℓ και βρίσκεται μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$ όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το σφαιρίδιο βρίσκεται σε ισορροπία, με το νήμα να σχηματίζει γωνία $\hat{\varphi}$ με την κατακόρυφο.



(α) Να προσδιορίσετε το είδος του φορτίου του σφαιριδίου και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (μον. 2)

(β) Να εξαγάγετε τη σχέση που δίνει:

β.i Την τάση του νήματος

(μον. 2)

β.ii Το φορτίο του σφαιριδίου

(μον. 2)

(γ) Εάν $|\vec{E}| = 3,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, $\hat{\varphi} = 37^\circ$ και $m = 1,00 \text{ g}$ να υπολογίσετε το φορτίο του σφαιριδίου. (μον. 1)

(δ) Να εξηγήσετε γιατί δύο ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές δεν είναι δυνατόν να τέμνονται σε σημεία όπου δεν υπάρχουν φορτία. (μον. 1)

(ε) Να εξηγήσετε γιατί οι ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου τέμνουν κάθετα την ισοδυναμική επιφάνεια. (μον. 2)

ΤΕΛΟΣ



ΕΝΩΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ

33^η Ολυμπιάδα Φυσικής Β' Λυκείου

Κυριακή, 17 Μαρτίου 2019

Ώρα: 10:00 – 13:00

Οδηγίες:

1. Το δοκίμιο αποτελείται από 10 σελίδες και δύο μέρη. Στο Μέρος Α' υπάρχουν 10 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής απάντησης, ενώ στο Μέρος Β' υπάρχουν τέσσερα (4) θέματα.
2. Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις του μέρους Α' και σε όλα τα θέματα του μέρους Β' θεωρώντας αμελητέα την αντίσταση του αέρα.
3. Απαντώντας ορθά τις ερωτήσεις του μέρους Α' συγκεντρώνετε εξήντα (60) μονάδες, ενώ λύνοντας ορθά τα θέματα του μέρους Β' συγκεντρώνετε άλλες σαράντα (40) μονάδες.
4. Τα σχήματα και οι εικόνες δεν είναι σχεδιασμένα υπό κλίμακα.
5. Να γράφετε όλες τις απαντήσεις στο τετράδιο των απαντήσεών σας.
6. Τα σχήματα και οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνουν και με μολύβι.
7. Οι γραφικές παραστάσεις να γίνουν στο χιλιοστομετρικό χαρτί στην τελευταία σελίδα του τετραδίου απαντήσεων.
8. Τα αποτελέσματα σας να δίνονται με 3 σημαντικά ψηφία εκτός και αν οι υπολογισμοί γίνονται με τιμές από μετρήσεις, οπότε πρέπει να τηρηθούν οι κανόνες των σημαντικών ψηφίων.
9. Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.
10. Να γράφετε με μελάνι χρώματος ΜΠΛΕ. Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.

ΣΤΑΘΕΡΕΣ	
Μέτρο της επιτάχυνσης της Βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης	$ \vec{g}_0 = 9,81 \text{ ms}^{-2}$
Σταθερά Παγκόσμιας Έλξης	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$
Μέση ακτίνα της Γης	$R_{Γης} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$
Μάζα της Γης	$M_{Γης} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Σταθερά Coulomb	$K = 9,0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$
Ταχύτητα του φωτός στο κενό	$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Φορτίο του ηλεκτρονίου	$q_e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Φορτίο του πρωτονίου	$q_p = +1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Μάζα του ηλεκτρονίου	$m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Μάζα του πρωτονίου	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Μάζα του νετρονίου	$m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

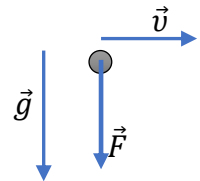
ΜΕΡΟΣ Α' (ΜΟΝΑΔΕΣ 60):

Στο μέρος Α' υπάρχουν δέκα (15) ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής απάντησης. Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις. Όλες σας οι απαντήσεις να δοθούν στο τετράδιο απαντήσεών σας. Σε κάθε ερώτηση αντιστοιχεί μία ορθή απάντηση. Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με τέσσερις (4) μονάδες ενώ κάθε λανθασμένη απάντηση βαθμολογείται αρνητικά με μία μονάδα (-1).

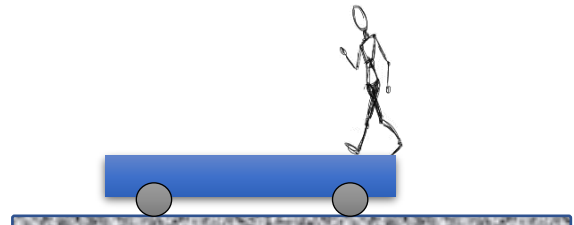
Ερώτηση 1

Εάν σε ένα σώμα που κινείται οριζόντια, εξασκηθεί μια σταθερή κατακόρυφη δύναμη, το σώμα θα εκτελέσει:

- A: Κατακόρυφη προς τα κάτω κίνηση.
 B: Κυκλική κίνηση.
 Γ: Βολή με παραβολική τροχιά.
 Δ: Ευθύγραμμη πλάγια κίνηση.

**Ερώτηση 2**

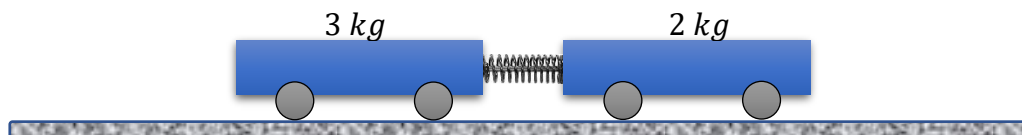
Το σύστημα πλατφόρμα – άνθρωπος που φαίνεται στο διπλανό σχήμα, αρχικά ηρεμεί. Ο άνθρωπος βαδίζει πάνω στην πλατφόρμα φθάνοντας στο άλλο άκρο και σταματά. Αν η πλατφόρμα μπορεί να κινείται χωρίς τριβές σε οριζόντιο έδαφος, τότε:



- A: Η πλατφόρμα συνεχίζει να κινείται προς τα δεξιά
 B: Το κέντρο μάζας του συστήματος παραμένει ακίνητο κατά τη διάρκεια της κίνησης του ανθρώπου
 Γ: Η πλατφόρμα και ο άνθρωπος έχουν την ίδια κινητική ενέργεια κατά τη διάρκεια της κίνησης του ανθρώπου
 Δ: Η πλατφόρμα έχει μεγαλύτερη ορμή από τον άνθρωπο κατά τη διάρκεια της κίνησης

Ερώτηση 3

Τα δύο αμαξάκια του πιο κάτω σχήματος απωθούνται από το συσπειρωμένο ελατήριο και κινούνται χωρίς τριβές. Η απόσταση που θα διανύσει το αμαξάκι με τη μεγαλύτερη μάζα, όταν αυτό με τη μικρότερη μάζα θα έχει διανύσει 6m, είναι:



- A: 3 m B: 2 m Γ: 4 m Δ: 6 m

$$\text{Α.Δ.Ο: } 0 = m_1|\vec{v}_1| - m_2|\vec{v}_2| \Rightarrow 3kg \cdot |\vec{v}_1| = 2kg|\vec{v}_2| \Rightarrow |\vec{v}_1| = \frac{2}{3}|\vec{v}_2| \Rightarrow x_1 = \frac{2}{3}x_2 = \frac{2}{3}6m = 4m$$

Ερώτηση 4

Η Μαρία έχει βάρος 800 N στην επιφάνεια της Γης και κάνει διαστρικό ταξίδι και φτάνει στον Πλανήτη Ω που έχει διπλάσια μάζα και διπλάσια ακτίνα από τη Γη. Το βάρος της Μαρίας στην επιφάνεια του Πλανήτη Ω είναι:

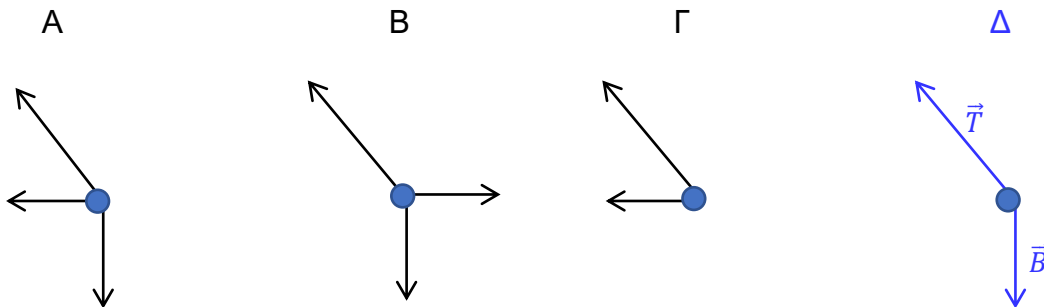
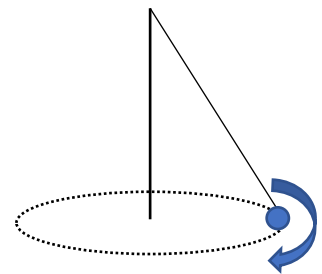
A: 400 N B: $\frac{800}{\sqrt{2}}\text{ N}$ Γ: $800\sqrt{2}\text{ N}$ Δ: 1600 N

$$\left. \begin{aligned} B_{M_\Gamma} &= G \frac{m_M \cdot M_\Gamma}{R_\Gamma^2} \\ B_{M_\Omega} &= G \frac{m_M \cdot M_\Omega}{R_\Omega^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{B_{M_\Gamma}}{B_{M_\Omega}} = \frac{G \frac{m_M \cdot M_\Gamma}{R_\Gamma^2}}{G \frac{m_M \cdot M_\Omega}{R_\Omega^2}} \Rightarrow \frac{B_{M_\Gamma}}{B_{M_\Omega}} = \frac{R_\Omega^2}{R_\Gamma^2} \frac{M_\Gamma}{M_\Omega} \Rightarrow B_{M_\Omega} = B_{M_\Gamma} \frac{R_\Gamma^2}{R_\Omega^2} \frac{M_\Omega}{M_\Gamma}$$

$$\Rightarrow B_{M_\Omega} = 800\text{ N} \frac{R_\Gamma^2}{4R_\Gamma^2} \frac{2M_\Gamma}{M_\Gamma} = \frac{800\text{ N}}{2} = 400\text{ N}$$

Ερώτηση 5

Μια μεταλλική σφαίρα μάζας m , δεμένη στην άκρη αβαρούς και μη εκτατού νήματος περιστρέφεται όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, με σταθερή κατά μέτρο γραμμική ταχύτητα. Το διάγραμμα που δείχνει τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω στη σφαίρα είναι:



Στη σφαίρα ασκούνται η δύναμη τους βάρους $\vec{B}$ και της τάσης του νήματος $\vec{T}$

Ερώτηση 6

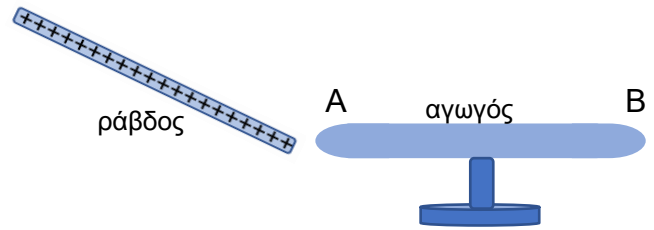
Η ορμή ενός σωματιδίου έχει μέτρο p . Εάν η κινητική ενέργεια του σωματιδίου διπλαστεί, το μέτρο της ορμής του θα γίνει:

A: $\sqrt{2}p$ B: $2p$ Γ: $4p$ Δ: $8p$

$$\left. \begin{aligned} E_K &= \frac{1}{2}mv^2 \\ p &= mv \end{aligned} \right\} \Rightarrow E_K = \frac{1}{2}m \cdot v \cdot v \cdot \frac{m}{m} \Rightarrow E_K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mE_K} \Rightarrow p \propto \sqrt{E_K}$$

Ερώτηση 7

Μια θετικά φορτισμένη ράβδος, πλησιάζει κοντά σε αφόρτιστο και μονωμένο μεταλλικό αγωγό, όπως στο διπλανό σχήμα. Ποια από τις παρακάτω δηλώσεις είναι ορθή;



A: Και τα δύο άκρα του αγωγού A και B παραμένουν αφόρτιστα

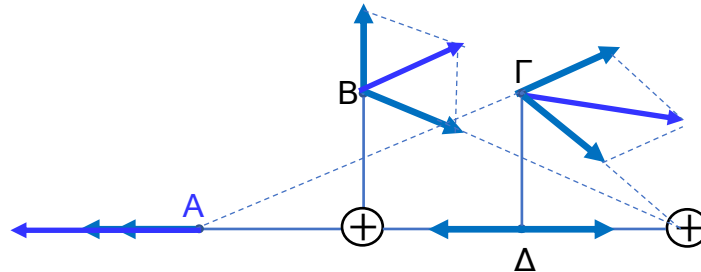
B: Και τα δύο άκρα του αγωγού A και B φορτίζονται αρνητικά

Γ: Το άκρο A φορτίζεται αρνητικά και το B θετικά

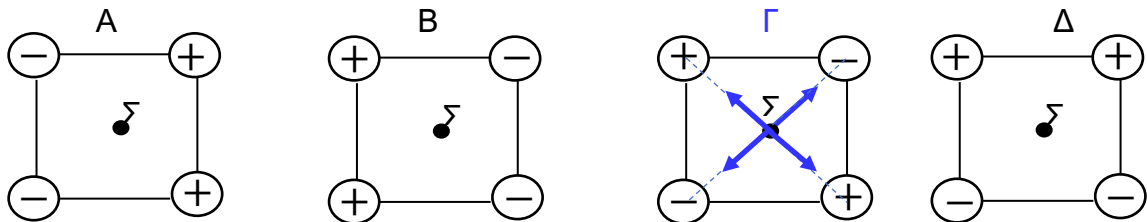
Δ: Το άκρο A φορτίζεται θετικά και το B αρνητικά

Ερώτηση 8

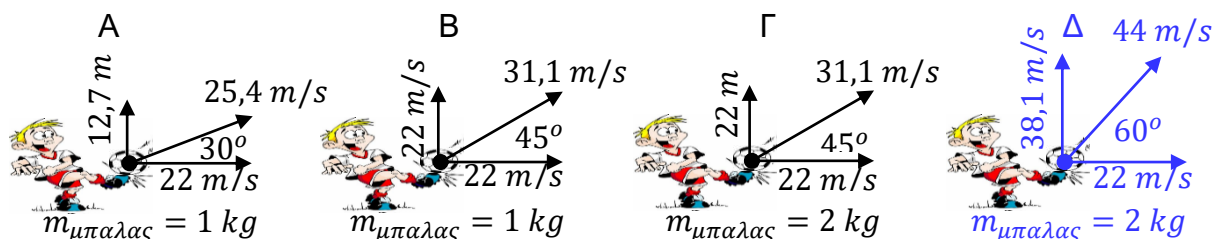
Σε ποια θέση από τις A, B, Γ και Δ του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από δύο ίσα θετικά ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα η ένταση είναι μέγιστη;

**Ερώτηση 9**

Ποια από τις διατάξεις ίσων ηλεκτρικών φορτίων δίνει στο κέντρο Σ του τετραγώνου ένταση ηλεκτρικού πεδίου ίση με μηδέν;

**Ερώτηση 10**

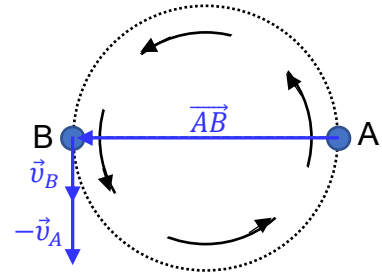
Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει τέσσερις ποδοσφαιριστές να κτυπούν μπάλες με διαφορετικές μάζες, υπό διαφορετικές γωνίες βολής ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας της κάθε μπάλας, είναι η ίδια και στις τέσσερις περιπτώσεις. Σε ποια περίπτωση η μπάλα θα έχει το μεγαλύτερο βεληνεκές αν η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα;



Δεδομένου ότι όλες οι μπάλες έχουν την ίδια οριζόντια συνιστώσα ταχύτητας, η μπάλα που βρίσκεται μεγαλύτερο χρόνο στον αέρα θα ταξιδέψει πιο μακριά. Αυτή είναι η μπάλα είναι αυτή που εκτοξεύτηκε υπό μεγαλύτερη γωνία (η μάζα δεν επηρεάζει).

Ερώτηση 11

Ένα σωματίδιο κινείται αριστερόστροφα σε κυκλική διαδρομή με σταθερή κατά μέτρο γραμμική ταχύτητα. Θεωρώντας το χρονικό διάστημα κατά το οποίο το σωματίδιο μετακινείται στην κυκλική διαδρομή από το σημείο A έως το σημείο B (το σημείο B βρίσκεται ακριβώς αντιδιαμετρικά με το σημείο A), ποια απάντηση από τις πιο κάτω δίνει την κατεύθυνση της μέσης ταχύτητας και της μέσης επιτάχυνσης αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος;



- Α: $\downarrow, \rightarrow$ Β: $\leftarrow, \downarrow$ Γ: $\vec{0}, \vec{0}$ Δ: $\leftarrow, \rightarrow$
 Η: $\vdots$ Ζ: $\vdots$ Ή: $\vdots$ Θ: $\vdots$

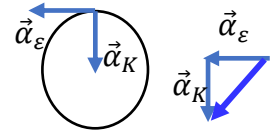
Η μετατόπιση είναι το διάνυσμα $\overrightarrow{AB}$ με φορά προς το B . Η μέση ταχύτητα είναι ανάλογη με τη μετατόπιση. Η ταχύτητα αρχικά έχει φορά προς τα πάνω, η τελική ταχύτητα έχει φορά προς τα κάτω. Η επιτάχυνση είναι στην ίδια κατεύθυνση με το $\Delta \vec{v}$ ($\Delta \vec{v} = \vec{v}_B + (-\vec{v}_A)$)

Ερώτηση 12

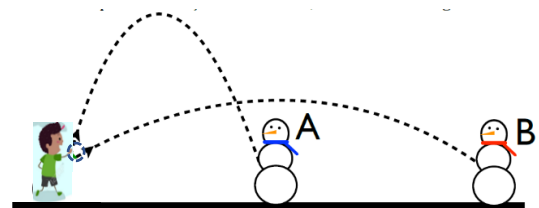
Ένα σωματίδιο είναι εξαναγκασμένο να κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας 10 m . Τη χρονική στιγμή t , το σωματίδιο έχει γραμμική ταχύτητα με μέτρο $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ με ρυθμό αύξησης $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Η γωνία μεταξύ της γραμμικής ταχύτητας και επιτάχυνσης τη χρονική στιγμή t είναι:

- Α: 0° Β: 30° Γ: 45° Δ: 90°
 Ζ: $\vdots$ Η: $\vdots$ Θ: $\vdots$ Ή: $\vdots$

Έχουμε τρία διανύσματα. Την κεντρομόλο επιτάχυνση λόγω της κυκλικής κίνησης του σωματιδίου, το διάνυσμα της γραμμικής ταχύτητας και της επιτροχιακής επιτάχυνσης λόγω της μεταβολής του μέτρου της γραμμικής ταχύτητας. Βρίσκουμε τη συνισταμένη επιτάχυνση. Αφού $a_{\text{επ}}$ και a_K έχουν και οι δύο μέτρο $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ η μεταξύ τους γωνία είναι 45°

**Ερώτηση 13**

Ο μικρός Ιωάννης ρίχνει ταυτόχρονα δύο χιονόμπαλες με την ίδια ταχύτητα στους χιονάνθρωπους A και B . Αν οι χιονόμπαλες ακολουθούν τις παραβολικές τροχιές που φαίνονται, στο διπλανό σχήμα, σε ποιον χιονάνθρωπο προσκρούει πρώτα χιονόμπαλα;



- Α: Χιονάνθρωπος A .
 Β: Και στους δύο κτυπούν οι χιονόμπαλες ταυτόχρονα.
 Γ: Χιονάνθρωπος B .
 Δ: Χρειάζεστε περισσότερες πληροφορίες.

Η κίνηση σε οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση είναι ανεξάρτητη η μία από την άλλη. Εξετάζουμε μόνο την κάθετη κίνηση. Η χιονόμπαλα κινείται μέχρι να φτάσει στο υψηλότερο σημείο, όπου η κάθετη συνιστώσα της ταχύτητας της μηδενίζεται και έπειτα εκτελεί ελεύθερη πτώση από ηρεμία. Ο ολικός χρόνος είναι διπλάσιος από τον χρόνο που χρειάζεται για να πέσει από το υψηλότερο σημείο της τροχιάς σε ελεύθερη πτώση από την ηρεμία. Ο χρόνος που



χρειάζεται για να φτάσει στο έδαφος εξαρτάται από το ύψος από το οποίο πέφτει. Επομένως, η τροχιά Β διαρκεί μικρότερο χρόνο, και χιονάνθρωπος Β χτυπήθηκε πρώτα.

Ερώτηση 14

Ένα πακέτο πέφτει από ένα αεροπλάνο που κινείται οριζοντίως, με σταθερή κατά μέτρο ταχύτητα. Ένα δευτερόλεπτο αργότερα πέφτει ένα δεύτερο πακέτο. Ποια από τις παρακάτω δηλώσεις είναι ορθή;

- A: Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των δύο πακέτων θα παραμείνει σταθερή καθώς πέφτουν.
- B: Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των δύο πακέτων θα αυξάνεται σταθερά καθώς πέφτουν.
- Γ: Ο χρόνος πτώσης του δεύτερου πακέτου είναι ένα δευτερόλεπτο περισσότερος από τον χρόνο πτώσης του πρώτου πακέτου.
- Δ: Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των δύο πακέτων θα αυξηθεί καθώς πέφτουν.

Τα πακέτα εγκαταλείπουν το αεροπλάνο και έπειτα πέφτουν κατακόρυφα υπό σταθερή επιτάχυνση. Η οριζόντια κίνηση τους παραμένει η ίδια ανά πάσα στιγμή, ακολουθώντας την αρχική κίνηση του αεροπλάνου. Έτσι, αν και το δεύτερο πακέτο απελευθερώνεται ένα δευτερόλεπτο αργότερα, η οριζόντια απόσταση των πακέτων δεν αλλάζει επειδή και τα τρία αντικείμενα (τα δύο πακέτα και το αεροπλάνο) κινούνται με την ίδια σταθερή οριζόντια ταχύτητα. Έτσι η απάντηση Δ είναι λάθος. Ο χρόνος πτώσης είναι ο ίδιος και για τα δύο πακέτα, έτσι ώστε να φτάνουν στο έδαφος 1 δευτερόλεπτο το ένα μετά το άλλο (το Γ είναι λανθασμένο). Από την στιγμή της απελευθέρωσής του, το πρώτο πακέτο έχει πέσει κατά $\frac{1}{2}gt^2$ προς τα κάτω. Το δεύτερο πακέτο απελευθερώνεται μετά από χρόνο $t = 1s$ και πέφτει προς τα κάτω στη θέση $\frac{1}{2}g(t-1)^2$. Η διαφορά στις κάθετες θέσεις είναι $\frac{1}{2}g(2t-1)^2$, οπότε το A είναι λανθασμένο και το B είναι σωστό.

Ερώτηση 15

Μια μικρή σφαίρα μάζας m αφήνεται να πέσει από ύψος h , πάνω σε μία σταθερή οριζόντια πλάκα. Μετά την κρούση, η σφαίρα ανεβαίνει στην αρχική της θέση. Ποια από τις παρακάτω δηλώσεις είναι ορθή;

- A: Κατά την κρούση η μεταβολή της ορμής της σφαίρας έχει μέτρο $2m\sqrt{2 \cdot |g| \cdot h}$
- B: Η κρούση είναι ελαστική
- Γ: Η απώλεια ενέργειας της σφαίρας είναι μηδέν
- Δ: Κάθε μία από τις δηλώσεις A, B και Γ συνεπάγεται από τις άλλες.

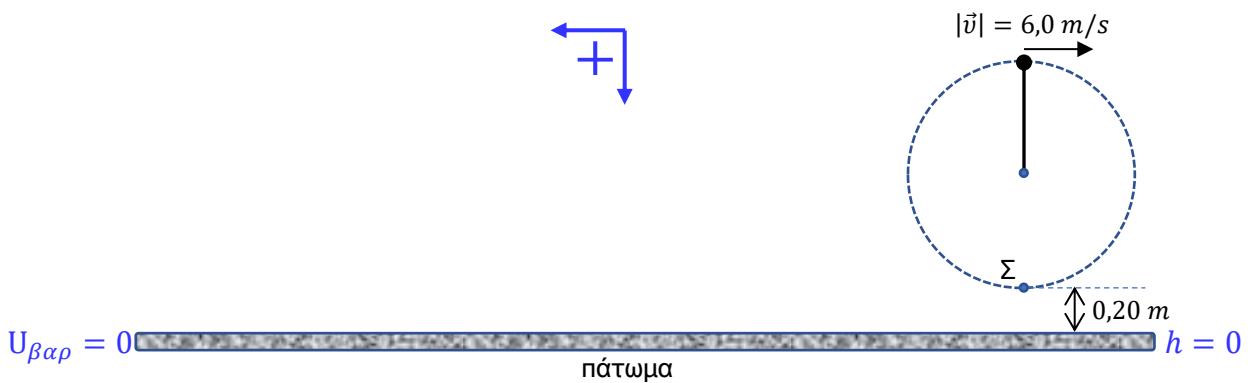
Στην επόμενη σελίδα συνεχίζει το Β' Μέρος

**ΜΕΡΟΣ Β' (ΜΟΝΑΔΕΣ 60):**

Στο μέρος Β' υπάρχουν τέσσερα (4) θέματα. Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα. Κάθε θέμα που λύνεται ορθά βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες. Όλες σας οι απαντήσεις να δοθούν στο τετράδιο απαντήσεών σας. Σε όλες τις ασκήσεις που γίνεται εφαρμογή μαθηματικής σχέσης για εξαγωγή αριθμητικού αποτελέσματος πρέπει απαραίτητα να φαίνονται: η εξίσωση, η αντικατάσταση και το αποτέλεσμα.

Θέμα 1^ο

Μία μικρή μπάλα από καουτσούκ, μάζας $0,10 \text{ kg}$ είναι στερεωμένη στην άκρη ενός αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους $0,80 \text{ m}$. Η μπάλα περιστρέφεται σε έναν κατακόρυφο κύκλο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το σημείο Σ, το χαμηλότερο σημείο του κύκλου, είναι $0,20 \text{ m}$ πάνω από το πάτωμα. Η ταχύτητα της μπάλας στο ανώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς έχει μέτρο $6,0 \text{ m/s}$, και η ολική ενέργεια της μπάλας διατηρείται σταθερή.



- (α) Να υπολογίσετε την ολική ενέργεια της μπάλας, χρησιμοποιώντας το δάπεδο ως το επίπεδο μηδενικής βαρυτικής ενέργειας. (μον. 2)
- (β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα της μπάλας στο σημείο Σ, το χαμηλότερο σημείο του κύκλου. (μον. 2)
- (γ) Να υπολογίσετε την τάση του νήματος στο:
- γ.ι ανώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς. (μον. 2)
 - γ.ii κατώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς. (μον. 2)

Η μπάλα κάνει μερικές περιστροφές, πριν το νήμα κοπεί. Το νήμα κόβεται όταν η μπάλα βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο της κυκλικής της τροχιάς.

- (δ) Να υπολογίσετε την οριζόντια απόσταση που ταξιδεύει η μπάλα πριν προσκρούσει στο πάτωμα. (μον. 2)

α) $E_{\text{ολ}\alpha\nu} = E_{K_1} + U_{\beta\alpha\rho_1} = \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 + m \cdot |g| \cdot h_1$ (1 μον.)

$\Rightarrow E_{\text{ολ}\alpha\nu} = \frac{1}{2} \cdot 0,10 \text{ Kg} \cdot (6,0)^2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 + 0,10 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,80 \text{ m} = 3,6 \text{ J} \Rightarrow \boxed{E_{\text{ολ}} = 3,6 \text{ J}}$ (1 μον.)

β) Στο πάτωμα $h = 0$

Επειδή η ενέργεια διατηρείται $E_{o\lambda_{av}} = E_{o\lambda_{κατ}} \Rightarrow E_{o\lambda_{av}} = \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 + m \cdot |\vec{g}| \cdot h_2$ **(1 μον.)**

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2E_{o\lambda_{av}} - 2m \cdot |\vec{g}| \cdot h_2}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,6 J - 2 \cdot 0,10 kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,20 m}{0,10 kg}} \Rightarrow \boxed{v_2 = 8,2 \frac{m}{s}} \quad \textbf{(1 μον.)}$$

γ) Θετική φορά προς τα κάτω.

i. Στο ανώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς

$$\vec{\Sigma F}_r = \vec{B} + \vec{T} \Rightarrow \frac{m|\vec{v}|^2}{r} = m \cdot |\vec{g}| + |\vec{T}| \Rightarrow |\vec{T}| = \frac{m|\vec{v}|^2}{r} - m \cdot |\vec{g}| \quad \textbf{(1 μον.)}$$

$$\Rightarrow |\vec{T}| = \frac{0,10 kg \cdot (6,0)^2 \left(\frac{m}{s}\right)^2}{0,80 m} - 0,10 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 3,5 N \Rightarrow \boxed{|\vec{T}| = 3,5 N} \quad \textbf{(1 μον.)}$$

ii. Στο ανώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς

$$\vec{\Sigma F}_r = \vec{T} + \vec{B} \Rightarrow \frac{m|\vec{v}|^2}{r} = |\vec{T}| - m \cdot |\vec{g}| \Rightarrow |\vec{T}| = \frac{m|\vec{v}|^2}{r} + m \cdot |\vec{g}| \quad \textbf{(1 μον.)}$$

$$\Rightarrow |\vec{T}| = \frac{0,10 kg \cdot (8,2)^2 \left(\frac{m}{s}\right)^2}{0,80 m} + 0,10 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 9,5 N \Rightarrow \boxed{|\vec{T}| = 9,5 N} \quad \textbf{(1 μον.)}$$

δ) Η μπάλα θα εκτελέσει οριζόντια βολή.

Στον οριζόντιο άξονα εκτελεί Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση $x = v_{ox} \cdot t$ (1)

$$v_{ox} = v_o \quad (2)$$

Στον οριζόντιο άξονα εκτελεί Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση $y = v_{oy} \cdot t + \frac{1}{2} |\vec{g}| \cdot t^2$ (3)

$$v_y = |\vec{g}| \cdot t \quad (4)$$

$$\text{Από (3)} \Rightarrow y = 0 + \frac{1}{2} |\vec{g}| \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2y}{|\vec{g}|}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,20 m}{9,81 \frac{m}{s^2}}} = 2,0 s \Rightarrow \boxed{t = 0,20 s} \quad \textbf{(1 μον.)}$$

$$\text{Από (1)} \Rightarrow x = 8,2 \frac{m}{s} \cdot 0,20 m = 1,6 m \Rightarrow \boxed{x = 1,6 m} \quad \textbf{(1 μον.)}$$

Θέμα 2^ο

A. Η Σελήνη έχει μάζα $7,35 \cdot 10^{22} kg$ και κινείται γύρω από τη Γη σε μια περίπου κυκλική τροχιά με ακτίνα $3,82 \cdot 10^5 km$. Ο χρόνος που απαιτείται για μία πλήρη περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι 27,3 ημέρες.

(α) Να υπολογίσετε την κεντρομόλο δύναμη που πρέπει να ασκείται στη Σελήνη για να εκτελεί αυτή την κίνηση. (μον. 2)

(β) Να υπολογίσετε τη βαρυτική δύναμη που ασκεί η Γη στη Σελήνη, στην ίδια απόσταση και να τη συγκρίνετε με την κεντρομόλο δύναμη του ερωτήματος (α). (μον. 2)

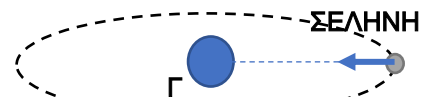
$$\alpha) r = 3,82 \cdot 10^5 km = 3,82 \cdot 10^8 m$$

$$m = 7,35 \cdot 10^{22} kg$$

$$T = 27,3 d = 27,3 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 s = 2,36 \cdot 10^6 s \quad \textbf{(1 μον.)}$$

$$F_K = \vec{\Sigma F}_r = m \cdot \vec{a}_K = m \cdot \omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = 7,35 \cdot 10^{22} kg \frac{4\pi^2}{(2,36 \cdot 10^6 s)^2} 3,82 \cdot 10^8 m$$

$$\Rightarrow \boxed{F_K = 1,99 \cdot 10^{20} N} \quad \textbf{(1 μον.)}$$

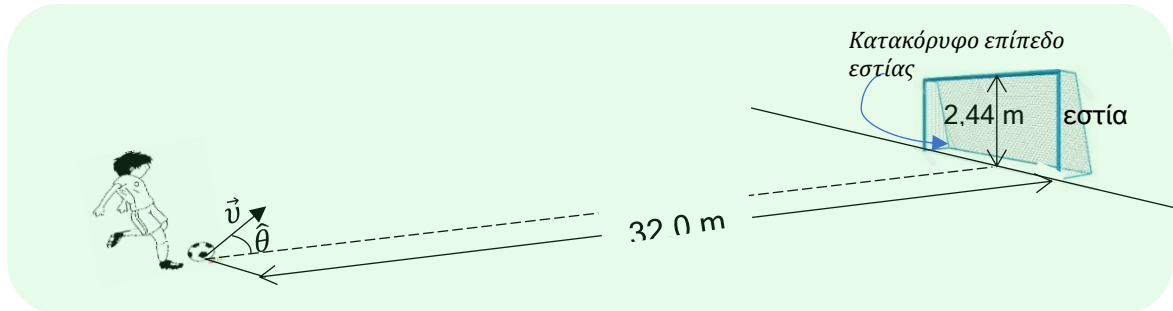


$$\beta) F = G \frac{M_{\Gamma} \cdot m_{\Sigma}}{r_{\Gamma-\Sigma}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2} \cdot \frac{5,98 \cdot 10^{24} kg \cdot 7,35 \cdot 10^{22} kg}{(3,82 \cdot 10^8)^2 m^2} \Rightarrow F = 2,01 \cdot 10^{20} N \quad (1)$$

μον.)

$$F_K = F_{βαρντ} \quad (1 \text{ μον.})$$

- B.** Ένας ποδοσφαιριστής κλωτσά τη μπάλα ποδοσφαίρου μάζας 450 g , που είναι ακίνητη, προς την εστία του γηπέδου που βρίσκεται $32,0 \text{ m}$ μακριά, όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο τερματοφύλακας είναι εκτός της εστίας. Η ταχύτητα της μπάλας καθώς αφήνει το πόδι του ποδοσφαιριστή είναι $20,0 \text{ m/s}$ υπό γωνία 37° με τον χλοοτάπητα (έδαφος). Το οριζόντιο δοκάρι της εστίας απέχει από τον χλοοτάπητα $2,44 \text{ m}$. Κατά τη διάρκεια της πτήσης της, η μπάλα δεν προσκρούει σε αντίπαλο ποδοσφαιριστή, και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.



- (α) Να υπολογίσετε τον χρόνο που χρειάζεται η μπάλα για να φτάσει στο κατακόρυφο επίπεδο της εστίας. (μον. 2)
- (β) Όταν η μπάλα φθάσει στο κατακόρυφο επίπεδο της εστίας:
- β.i Να διερευνήσετε εάν η μπάλα θα περάσει μέσα στην εστία (θα μπει γκολ).
- β.ii Αν είναι γκολ, πόση απόσταση πιο κάτω από το οριζόντιο δοκάρι περνά η μπάλα για να καταλήξει στα δίκτυα της εστίας; Αν όχι, πόση απόσταση πάνω από το οριζόντιο δοκάρι θα περάσει; (μον. 2)
- (γ) Να γράψετε και να εξηγήσετε εάν η μπάλα φθάνει στο κατακόρυφο επίπεδο της εστίας κατά την άνοδο ή κατά την κάθοδο της. (μον. 2)

- α) Η μπάλα του ποδοσφαίρου εκτελεί πλάγια βολή. (1 μον.)

αξονας ox

αξονας oy

$$v_x = v_{ox} \quad (1) \quad v_y = v_{oy} - |\vec{g}| \cdot t \quad (3)$$

$$x = v_{ox} \cdot t \quad (2) \quad y = v_{oy} \cdot t - \frac{1}{2} |\vec{g}| \cdot t^2 \quad (4)$$

$$\text{Από τη σχέση (2)} \Rightarrow x = v_o \sin \hat{\theta} \cdot t \Rightarrow x_{εστία} = v_o \sin \hat{\theta} \cdot t_{εστία} \Rightarrow t_{εστία} = \frac{x_{εστία}}{v_o \sin \hat{\theta}}$$

$$\Rightarrow t_{εστία} = \frac{32,0 \text{ m}}{20,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \sin 37^\circ} = 2,00 \text{ s} \Rightarrow \boxed{t_{εστία} = 2,00 \text{ s}} \quad (1 \text{ μον.})$$

- β) i. Από τη σχέση

$$(4) \Rightarrow y = v_o \eta \mu \hat{\theta} \cdot t - \frac{1}{2} |\vec{g}| \cdot t^2 \Rightarrow y_{εστία} = v_o \eta \mu \hat{\theta} \cdot t_{εστία} - \frac{1}{2} |\vec{g}| \cdot t_{εστία}^2$$

$$\Rightarrow y_{εστία} = 20,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \eta \mu 37^\circ \cdot 2,00 \text{ s} - \frac{1}{2} 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,00^2 \text{ s}^2 = 24,0 \text{ m} - 19,6 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{y_{εστία} = 4,4 \text{ m}} \quad (1 \text{ μον.})$$

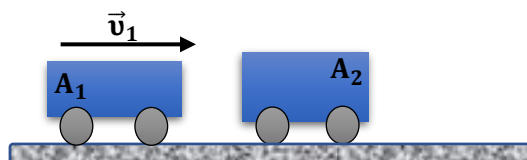
- ii. Το οριζόντιο δοκάρι απέχει από τον χλοοτάπητα $2,44 \text{ m}$, άρα η μπάλα περνά πάνω από το οριζόντιο δοκάρι κατά $d = 4,4 \text{ m} - 2,44 \text{ m} = 2,0 \text{ m}$ (1 μον.)

γ) Από τη σχέση (3) $\Rightarrow v_{y_{\text{εστία}}} = v_o \eta \mu \hat{\theta} - |\vec{g}| \cdot t_{\text{εστία}} = 20,0 \frac{m}{s} \eta \mu 37^\circ - 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 2,00 s = 12,0 \frac{m}{s} - 19,6 \frac{m}{s} \Rightarrow v_{y_{\text{εστία}}} = -7,6 \frac{m}{s}$ (1 μον.)

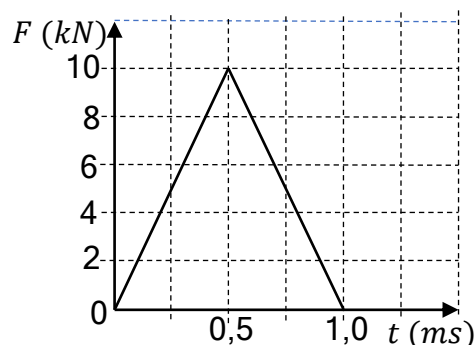
Άρα αφού η κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας είναι αρνητική σημαίνει ότι η μπάλα είναι κατά την κάθοδο. (1 μον.)

Θέμα 3^ο

Ένα αμαξάκι A_1 μάζας $2,0 \text{ kg}$ κινείται χωρίς τριβή με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}_1$ μέτρου $3,0 \text{ m/s}$ προς τα δεξιά σε μια οριζόντια επιφάνεια, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα και συγκρούεται με ένα δεύτερο αμαξάκι A_2 μάζας M που βρίσκεται σε ηρεμία.



Η δύναμη F , που ασκεί το αμαξάκι A_1 στο αμαξάκι A_2 κατά τη διάρκεια της κρούσης, ως συνάρτηση του χρόνου t φαίνεται στη διπλανή γραφική παράσταση, όπου $t=0$ είναι η στιγμή της αρχικής επαφής.

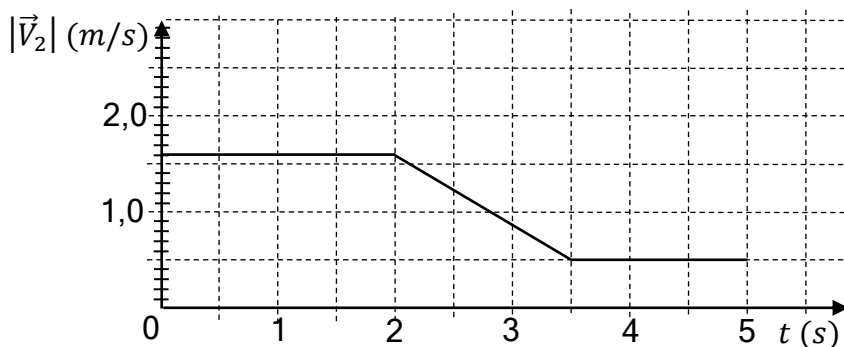


Ως αποτέλεσμα της κρούσης, το δεύτερο αμαξάκι A_2 αποκτά ταχύτητα μέτρου $1,6 \text{ m/s}$ προς τα δεξιά. Να θεωρήσετε ότι η τριβή είναι αμελητέα πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη κρούση.

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο, και να προσδιορίσετε τη διεύθυνση και φορά της ταχύτητας του αμαξιού A_1 μετά την κρούση. (μον. 3)

(β) Να υπολογίσετε τη μάζα M του αμαξιού A_2 . (μον. 2)

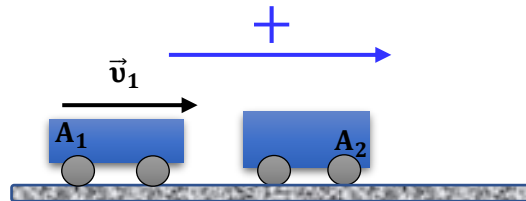
Μετά την κρούση, το αμαξάκι A_2 τελικά κινείται σε ένα κεκλιμένο επίπεδο, χωρίς απώλεια ενέργειας. Η διπλανή γραφική παράσταση δείχνει το μέτρο της ταχύτητας $|\vec{v}_2|$ του αμαξιού A_2 ως συνάρτηση του χρόνου t για τα επόμενα $5,0 \text{ s}$, όπου $t=0$ σε αυτή τη γραφική παράσταση είναι η χρονική στιγμή στην οποία διαχωρίζονται τα αμαξάκια.



(γ) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του αμαξιού A_2 τη χρονική στιγμή $t=3,0 \text{ s}$. (μον. 1)

(δ) Να υπολογίσετε την απόσταση που διάνυσε το αμάξι A_2 κατά το διάστημα των $5,0 \text{ s}$ μετά τη σύγκρουση ($0 \text{ s} \leq t \leq 5,0 \text{ s}$). (μον. 1)

- (ε) Να αναφέρετε εάν το αμάξι A_2 ανεβαίνει ή κατεβαίνει στο κεκλιμένο επίπεδο **και** να υπολογίσετε το μέγιστο υψόμετρο (πάνω ή κάτω από το αρχικό ύψος) που φθάνει το αμάξι A_2 στο κεκλιμένο επίπεδο κατά το χρονικό διάστημα των 5,0 s μετά τη σύγκρουση. (μον. 3)



α) Το εμβαδό στη γραφική παράσταση δύναμης – χρόνου αναπαριστά την Ώθηση και η Ώθηση ισούται με τη μεταβολή της ορμής.

$$\text{Εμβαδό} = \frac{1,0 \text{ ms} \cdot 10 \text{ kN}}{2} = \frac{1,0 \cdot 10^{-3} \text{ s} \cdot 10 \cdot 10^3 \text{ N}}{2} = 5,0 \text{ Ns} \Rightarrow \boxed{\Omega = -5,0 \text{ Ns} = \Delta \vec{P}} \quad (1 \text{ μον.})$$

Η δύναμη και η Ώθηση είναι αρνητικά επειδή η γραφική παράσταση είναι για το αμαξάκι των 2 kg και έτσι η δύναμη που ασκείται πάνω του είναι αντίθετη προς τη φορά κίνησης του αμαξιού (1 μον.)

$$\Delta \vec{P} = m_1 \cdot \vec{V}_1 - m_1 \cdot \vec{v}_1 \Rightarrow \vec{V}_1 = \frac{\Delta \vec{P}}{-m_1 \cdot \vec{v}_1} = \frac{-5,0 \text{ Ns}}{-2,0 \text{ Kg} \cdot 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = +0,50 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (1 \text{ μον.})$$

β) Επειδή οι εξωτερικές δυνάμεις είναι το Βάρος κάθε αμαξιού και η κάθετη δύναμη που ασκεί το πάτωμα στα δύο αμάξια και δεν υπάρχει κίνηση στον κατακόρυφο άξονα, η Συνισταμένη δύναμη των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν και έτσι ισχύει η Αρχή Διατήρησης της Ορμής. (1 μον.)

$$m_1 \cdot v_1 = m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{m_1 \cdot \vec{v}_1 - m_1 \cdot \vec{V}_1}{\vec{V}_2} = \frac{2,0 \text{ kg} \cdot (3,0 - 0,50) \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3,1 \text{ kg} \Rightarrow \boxed{m_2 = 3,1 \text{ kg}} \quad (1 \text{ μον.})$$

γ) Η κλίση στη γραφική παράσταση ισούται με την επιτάχυνση

$$\lambda = \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{(0,50 - 1,6) \frac{\text{m}}{\text{s}}}{(3,5 - 3,0) \text{ s}} = -\frac{1,1 \text{ m}}{1,5 \text{ s}^2} = -0,73 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow \boxed{\alpha = -0,73 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad (1 \text{ μον.})$$

δ) Η διανυόμενη απόσταση ισούται με το εμβαδό κάτω από τη γραφική παράσταση

$$\text{Εμβαδό} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2,0 \text{ s} + \frac{1,5 \text{ s} \cdot 1,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} + 0,50 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 3,0 \text{ s} = (3,2 + 0,83 + 1,5) \text{ m} \Rightarrow \boxed{s = 5,5 \text{ m}} \quad (1 \text{ μον.})$$

ε) Αφού η επιτάχυνση είναι αρνητική το μέτρο της ταχύτητας του αμαξιού θα μειώνεται καθώς κινείται στο κεκλιμένο επίπεδο. (1 μον.)

Επειδή κατά την κίνηση το έργο της δύναμης N είναι ίσο με μηδέν, ισχύει η Αρχή Διατήρησής της Μηχανικής Ενέργειας (1 μον.)

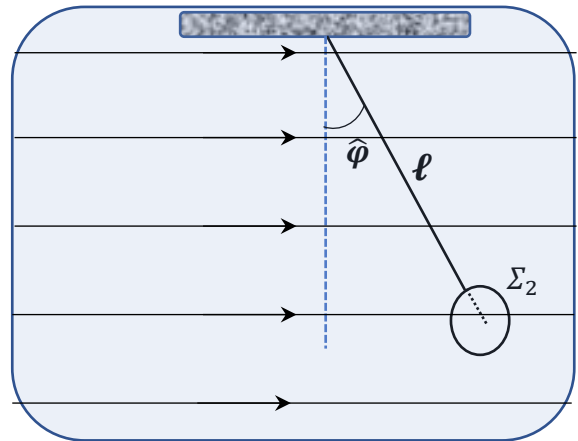
$$\Delta E_K = \Delta U_{\beta\alpha\rho} \Rightarrow E_{K_2} - E_{K_1} = U_{\beta\alpha\rho_2} - U_{\beta\alpha\rho_1} \Rightarrow E_{K_1} + U_{\beta\alpha\rho_1} = E_{K_2} + U_{\beta\alpha\rho_2}$$

$$\frac{1}{2} m \cdot V_{2o}^2 + 0 = \frac{1}{2} m \cdot V_{2\tau}^2 + m \cdot |\vec{g}| \cdot h_2 \Rightarrow h = \frac{V_{2o}^2 - V_{2\tau}^2}{2|\vec{g}|} = \frac{(1,6^2 - 0,50^2) \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,12 \text{ m} \Rightarrow$$

$$\boxed{h = 0,12 \text{ m}} \quad (1 \text{ μον.})$$

Θέμα 4^ο

Ένα φορτισμένο σφαιρίδιο από φελλό, μάζας m είναι στερεωμένο στην άκρη ενός αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους ℓ και βρίσκεται μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$ όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το σφαιρίδιο βρίσκεται σε ισορροπία, με το νήμα να σχηματίζει γωνία $\hat{\varphi}$ με την κατακόρυφο.



(α) Να προσδιορίσετε το είδος του φορτίου του σφαιριδίου και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (μον. 2)

(β) Να εξαγάγετε τη σχέση που δίνει:

β.i Την τάση του νήματος

(μον. 2)

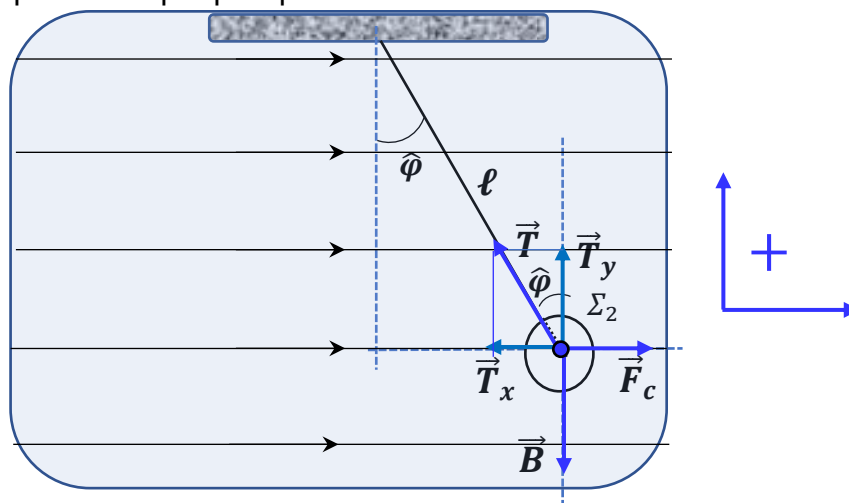
β.ii Το φορτίο του σφαιριδίου

(μον. 2)

(γ) Εάν $|\vec{E}| = 3,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, $\hat{\varphi} = 37^\circ$ και $m = 1,00 \text{ g}$ να υπολογίσετε το φορτίο του σφαιριδίου. (μον. 1)

(δ) Να εξηγήσετε γιατί δύο ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές δεν είναι δυνατόν να τέμνονται σε σημεία όπου δεν υπάρχουν φορτία. (μον. 1)

(ε) Να εξηγήσετε γιατί οι ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου τέμνουν κάθετα την ισοδυναμική επιφάνεια. (μον. 2)



α) Το σφαιρίδιο είναι θετικά φορτισμένο (1 μον.), διότι η φορά της έντασης του πεδίου είναι η φορά της δύναμης που ασκείται σε θετικό φορτίο / η δύναμη από το ηλεκτρικό πεδίο το μετακίνησε από περιοχή υψηλού δυναμικού σε περιοχή χαμηλού δυναμικού / η δύναμη που ασκείται στο φορτίο είναι ομόρροπή με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου. (1 μον.)



β) (1 μον.) ο σχεδιασμός των δυνάμεων και η ανάλυση τους

i. $\vec{\Sigma F}_y = 0 \Rightarrow \vec{T}_y + \vec{B} = 0 \Rightarrow |\vec{T}| \sin \hat{\phi} - m \cdot |\vec{g}| = 0 \Rightarrow |\vec{T}| \sin \hat{\phi} = m \cdot |\vec{g}|$

$\Rightarrow |\vec{T}| = \frac{m \cdot |\vec{g}|}{\sin \hat{\phi}} \quad (1) \quad (1 \text{ μον.})$

ii. $\vec{\Sigma F}_x = 0 \Rightarrow \vec{F}_C + \vec{T}_x = 0 \Rightarrow |\vec{E}| \cdot q - |\vec{T}| \eta \mu \hat{\phi} = 0 \Rightarrow |\vec{E}| \cdot q = |\vec{T}| \eta \mu \hat{\phi} \quad (2) \quad (1 \text{ μον.})$

Από την (1) κ (2) $\Rightarrow |\vec{E}| \cdot q = \frac{m \cdot |\vec{g}|}{\sin \hat{\phi}} \eta \mu \hat{\phi} \Rightarrow q = \frac{m \cdot |\vec{g}| \varepsilon \varphi \hat{\phi}}{|\vec{E}|} \quad (1 \text{ μον.})$

γ) $q = \frac{m \cdot |\vec{g}| \varepsilon \varphi \hat{\phi}}{|\vec{E}|} = \frac{1,00 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \varepsilon \varphi 37^\circ}{3,0 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}} = 2,46 \cdot 10^{-8} \text{ C} \quad (1 \text{ μον.})$

δ) Εάν δύο δυναμικές γραμμές τέμνονταν, το διάνυσμα της έντασης στο σημείο τομής τους θα είχε δύο διευθύνσεις, που θα ήταν παράλληλες με τις εφαπτόμενες των δύο δυναμικών γραμμών σε εκείνο το σημείο. **(1 μον.)**

ε) Εάν μετακινήσουμε ένα φορτίο q κατά μήκος μίας αυθαίρετης διαδρομής, που βρίσκεται πάνω στην ίδια ισοδυναμική επιφάνεια, το έργο της ηλεκτρικής δύναμης θα είναι συνεχώς ίσο με μηδέν. **(1 μον.)** Επομένως, η ηλεκτρική δύναμη πρέπει να είναι συνεχώς κάθετη στη διαδρομή. Επειδή η ένταση του πεδίου είναι παράλληλη με την ηλεκτρική δύναμη, συμπεραίνουμε ότι και η ένταση είναι κάθετη στη διαδρομή. Επειδή η διαδρομή είναι αυθαίρετη και ανήκει στην ισοδυναμική επιφάνεια, η ένταση είναι αναγκαστικά κάθετη στην ισοδυναμική επιφάνεια. **(1 μον.)**