ΕΝΩΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ

32 Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή, 18 Μαρτίου 2018

Ώρα: 10:00 - 13:00

Οδηγίες

1) Το δοκίμιο αποτελείται από εννέα (9) σελίδες και δύο (2) μέρη. Το μέρος Α' αποτελείται από δέκα (10) θέματα πολλαπλής επιλογής απάντησης, ενώ το μέρος Β' αποτελείται από τέσσερα (4) θέματα ανοικτού τύπου.

2) Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα του δοκιμίου.

3) Στο τετράδιο απαντήσεων να αναγράφεται ξεκάθαρα ο αριθμός του θέματος και του ερωτήματος που απαντάτε.

4) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.

5) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υλικού.

6) Επιτρέπεται η χρήση ΜΟΝΟ μπλε μελανιού. (Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνουν και με μολύβι)

7) Οι γραφικές παραστάσεις να γίνουν στο τετραγωνισμένο χαρτί στο τέλος του τετραδίου.

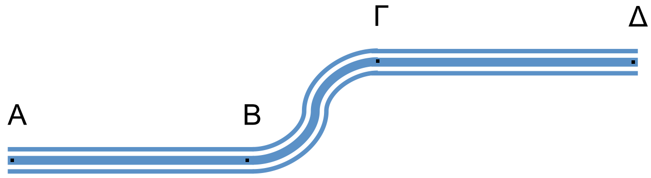
8) Τα σχήματα των θεμάτων δεν είναι υπό κλίμακα.

9) Δίνεται: $g = 9{,}81\ m/s^2$.

Μέρος Α': Αποτελείται από δέκα (10) θέματα πολλαπλής επιλογής απάντησης. Να απαντήσετε όλα τα θέματα στο τετράδιο απαντήσεών σας. Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με τέσσερις (4) μονάδες, ενώ <u>για κάθε λανθασμένη απάντηση αφαιρούνται δύο (2) μονάδες</u>.

<u>Θέμα 1^ο</u>

Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται η διαδρομή ενός αυτοκινήτου που περνά διαδοχικά από τις θέσεις Α → Β → Γ → Δ . Το ταχύμετρο του αυτοκινήτου έχει σταθερή ένδειξη 80,0 km/h.



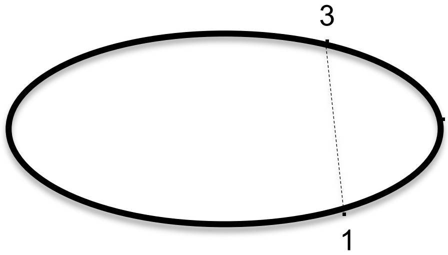
Να επιλέξετε το τμήμα ή τα τμήματα της διαδρομής στα οποία η ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι σταθερή.

Α. Τμήμα ΑΒ μόνο **Β.** Τμήμα ΒΓ μόνο **Γ.** Τμήμα ΓΔ μόνο

Δ. Τμήματα ΑΒ και ΓΔ **Ε.** Τμήματα ΑΒ, ΒΓ και ΓΔ

Θέμα 2ο

Ένας αθλητής Α και ένας κριτής Β βρίσκονται σε αγωνιστικό χώρο. Κατά την προθέρμανσή του ο αθλητής Α κινείται περιμετρικά του αγωνιστικού χώρου, περνώντας διαδοχικά από τις θέσεις 1 → 2 → 3, ενώ ο κριτής Β κινείται από την είσοδο του σταδίου στο σημείο ευθύνης του κατά μήκος του ευθύγραμμου τμήματος 1 → 3.



Να επιλέξετε την ορθή σχέση ανάμεσα στην απόσταση S_A και S_B που διένυσαν ο αθλητής και ο κριτής αντίστοιχα, καθώς και τη σχέση ανάμεσα στο μέτρο $|\Delta\vec{x}_A|$ και $|\Delta\vec{x}_B|$ των μετατοπίσεών τους.

Α. $S_A = S_B$ και $|\Delta\vec{x}_A| = |\Delta\vec{x}_B|$ **Β.** $S_A < S_B$ και $|\Delta\vec{x}_A| < |\Delta\vec{x}_B|$ **Γ.** $S_A < S_B$ και $|\Delta\vec{x}_A| = |\Delta\vec{x}_B|$
Δ. $S_A > S_B$ και $|\Delta\vec{x}_A| = |\Delta\vec{x}_B|$ **Ε.** $S_A = S_B$ και $|\Delta\vec{x}_A| < |\Delta\vec{x}_B|$

Θέμα 3ο

Ένα αυτοκίνητο κινείται από την πόλη Α στην πόλη Β με ταχύτητα σταθερού μέτρου $|\vec{u}_1|$ και επιστρέφει από την πόλη Β στην πόλη Α χρησιμοποιώντας την ίδια διαδρομή με ταχύτητα σταθερού μέτρου $|\vec{u}_2|$.
Η μέση αριθμητική ταχύτητα του αυτοκινήτου για όλη τη διαδρομή ικανοποιεί τη σχέση:

Α. $u_{\mu\alpha} = \frac{|\vec{u}_1|+|\vec{u}_2|}{2}$ **Β.** $u_{\mu\alpha} = \frac{|\vec{u}_1|-|\vec{u}_2|}{2}$ **Γ.** $u_{\mu\alpha} < \frac{|\vec{u}_1|+|\vec{u}_2|}{2}$
Δ. $u_{\mu\alpha} > \frac{|\vec{u}_1|+|\vec{u}_2|}{2}$ **Ε.** $u_{\mu\alpha} = \frac{|\vec{u}_1|.|\vec{u}_2|}{2}$

Θέμα 4ο

Να επιλέξετε τις ορθές από τις προτάσεις που ακολουθούν.
Πρόταση 1η: Ένα σώμα που κινείται με σταθερή ταχύτητα έχει συνισταμένη δύναμη με κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση της κίνησής του.
Πρόταση 2η: Οι δυνάμεις που αποτελούν το ζεύγος δράσης – αντίδρασης έχουν συνισταμένη δύναμη μηδέν.
Πρόταση 3η: Σε ένα ακίνητο σώμα μπορεί να δρα δύναμη τριβής.
Πρόταση 4η: Ένα ακίνητο σώμα μπορεί να έχει επιτάχυνση.
Πρόταση 5η: Η κάθετη δύναμη $\vec{N}$ και το βάρος $\vec{B}$ που δρούν σε ένα σώμα που ισορροπεί, αποτελούν ζεύγος δράσης – αντίδρασης.

Α. Προτάσεις 1 και 3 **Β.** Προτάσεις 2 και 3 **Γ.** Προτάσεις 4 και 5
Δ. Προτάσεις 3 και 4 **Ε.** Προτάσεις 2 και 4

Θέμα 5°

Τη χρονική στιγμή t = 0 ένα αυτοκίνητο έχει ταχύτητα μέτρου $|\vec{u}_0| = 10\frac{m}{s}$. Το αυτοκίνητο μειώνει την ταχύτητά του με σταθερό ρυθμό 2 m/s^2 μέχρι να σταματήσει. Κατά τη διάρκεια του τελευταίου δευτερολέπτου της κίνησής του το αυτοκίνητο διανύει απόσταση:

Α. 75 m **Β.** 0,5 m **Γ.** 1 m **Δ.** 24 m **Ε.** 25 m

Θέμα 6°

Στο σχήμα που ακολουθεί ο Phineas έριξε οριζόντια μια μικρή μπάλα του bowling. Η μπάλα έφυγε από το χέρι του Phinea με ταχύτητα μέτρου $|\vec{u}_0|$ και κινήθηκε προς τις κορίνες χωρίς να έχει δεχθεί δυνάμεις τριβής από τον διάδρομο ή αντίστασης από τον αέρα.

Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Α. Η μπάλα σταμάτησε πρίν έρθει σε επαφή με τις κορίνες.

Β. Η μπάλα συγκρούστηκε με τις κορίνες με ταχύτητα μέτρου $|\vec{u}| < |\vec{u}_0|$.

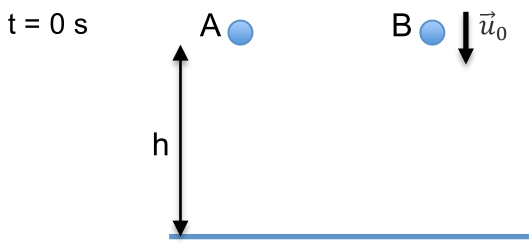
Γ. Η μπάλα συγκρούστηκε με τις κορίνες με ταχύτητα μέτρου $|\vec{u}| > |\vec{u}_0|$.

Δ. Η μπάλα συγκρούστηκε με τις κορίνες με ταχύτητα μέτρου $|\vec{u}| = |\vec{u}_0|$.

Ε. Η μπάλα άλλαξε πορεία και δεν συγκρούστηκε με τις κορίνες.

Θέμα 7°

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται δύο σώματα ίσης μάζας που βρίσκονται στο ίδιο αρχικό ύψος. Τη χρονική στιγμή t = 0, το σώμα Α αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί. Την ίδια χρονική στιγμή δίνεται αρχική ταχύτητα $\vec{u}_0$ στο σώμα Β, ώστε να κινηθεί προς το έδαφος.



Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Α. Το σώμα Β θα φθάσει πρώτο στο έδαφος, επειδή θα κινηθεί με μεγαλύτερη μέση ταχύτητα από το σώμα Α.

Β. Το σώμα Β θα φθάσει πρώτο στο έδαφος, επειδή θα κινηθεί με μεγαλύτερη επιτάχυνση από το σώμα Α.

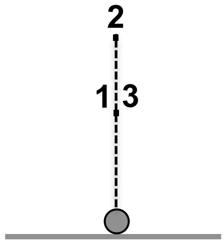
Γ. Τα δύο σώματα θα φθάσουν ταυτόχρονα στο έδαφος, επειδή θα κινηθούν με την ίδια επιτάχυνση.

Δ. Το σώμα Α θα φθάσει πρώτο στο έδαφος, επειδή θα κινηθεί με μεγαλύτερη επιτάχυνση από το σώμα Β.

Ε. Το σώμα Α θα φθάσει πρώτο στο έδαφος, επειδή δεν έχει αρχική ταχύτητα.

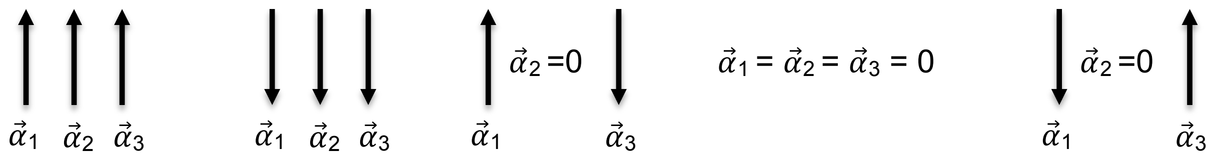
Θέμα 8ο

Ένα σώμα ρίχνεται κατακόρυφα προς τα πάνω και κινείται στην τροχιά του σχήματος που ακολουθεί.



Το σημείο 1 αντιστοιχεί σε θέση από την οποία διέρχεται το σώμα κατά την άνοδό του.
Το σημείο 2 είναι η θέση του σώματος, όταν αυτό βρίσκεται στο μέγιστο ύψος (h_{max}).
Το σημείο 3 αντιστοιχεί σε θέση από την οποία διέρχεται το σώμα κατά την κάθοδό του.

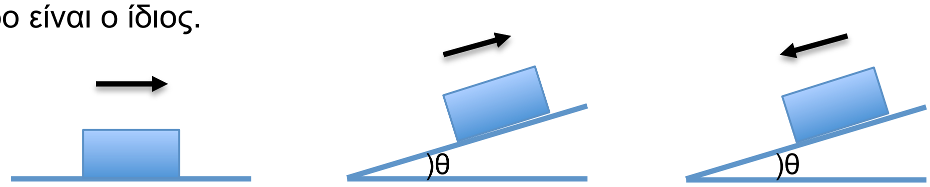
Να επιλέξετε τον ορθό συνδυασμό της επιτάχυνσης που έχει το σώμα, όταν διέρχεται από τις θέσεις 1, 2 και 3.



Α. **Β.** **Γ.** **Δ.** **Ε.**

Θέμα 9ο

Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται ένα κιβώτιο σε τρείς διαφορετικές διαδρομές του. Στην πρώτη διαδρομή (σχήμα Α) το κιβώτιο κινείται σε οριζόντιο επίπεδο, στη δεύτερη διαδρομή (σχήμα Β) ανέρχεται σε κεκλιμένο επίπεδο ενώ στην τρίτη διαδρομή (σχήμα Γ) κατέρχεται στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο.
Στις τρείς διαδρομές ο συντελεστής κινητικής τριβής (μ_k) ανάμεσα στο κιβώτιο και στο δάπεδο είναι ο ίδιος.



Σχήμα Α Σχήμα Β Σχήμα Γ

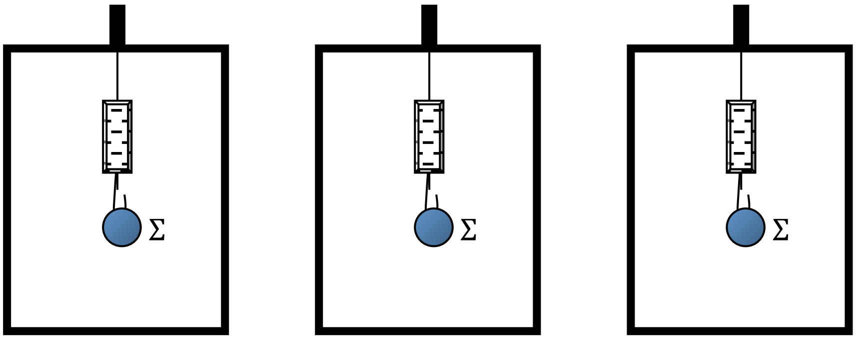
Να επιλέξετε τη σωστή σχέση που συνδέει τη δύναμη της τριβής των τριών περιπτώσεων.

Α. $|\vec{f}_B| = |\vec{f}_\Gamma| = |\vec{f}_A|$ **Β.** $|\vec{f}_B| > |\vec{f}_A| > |\vec{f}_\Gamma|$ **Γ.** $|\vec{f}_A| > |\vec{f}_B| = |\vec{f}_\Gamma|$

Δ. $|\vec{f}_B| = |\vec{f}_\Gamma| > |\vec{f}_A|$ **Ε.** $|\vec{f}_B| > |\vec{f}_\Gamma| > |\vec{f}_A|$

<u>Θέμα 10ο</u>

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται ένα σώμα που βρίσκεται αναρτημένο σε δυναμόμετρο μέσα σε ένα ανελκυστήρα. Το κάθε σχήμα αντιστοιχεί σε μια διαφορετική κίνηση 1,2 και 3 του ανελκυστήρα.



Κίνηση 1 Κίνηση 2 Κίνηση 3

Να επιλέξετε τον ορθό συνδυασμό για τις τρεις κινήσεις του ανελκυστήρα, ώστε να ισχύει η σχέση $\mathbf{E_1 = E_3 < E_2 = |\vec{B}|}$ μεταξύ των ενδείξεων E_1, E_2, E_3 των δυναμόμετρων και του μέτρου βάρους $|\vec{B}|$ του σώματος.

Α. Κίνηση 1: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα κάτω και το μέτρο της ταχύτητάς του μειώνεται.
Κίνηση 2: Ο ανελκυστήρας είναι ακίνητος.
Κίνηση 3: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα.

Β. Κίνηση 1: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα κάτω με σταθερή ταχύτητα.
Κίνηση 2: Ο ανελκυστήρας είναι ακίνητος.
Κίνηση 3: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα.

Γ. Κίνηση 1: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα κάτω και το μέτρο της ταχύτητάς του αυξάνεται.
Κίνηση 2: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα.
Κίνηση 3: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα πάνω και το μέτρο της ταχύτητάς του μειώνεται.

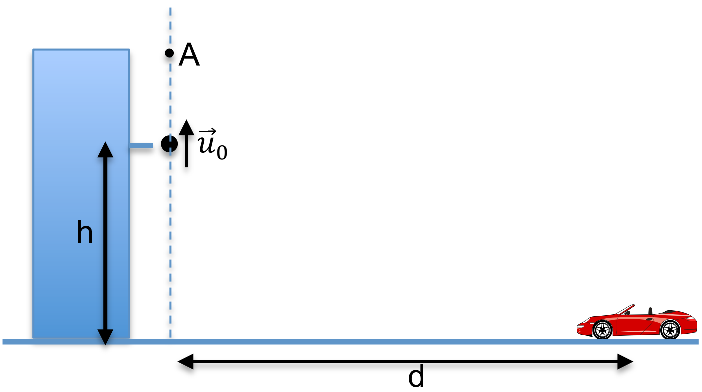
Δ. Κίνηση 1: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα κάτω και το μέτρο της ταχύτητάς του αυξάνεται.
Κίνηση 2: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα κάτω με σταθερή ταχύτητα.
Κίνηση 3: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα κάτω και το μέτρο της ταχύτητάς του μειώνεται.

Ε. Κίνηση 1: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα πάνω και το μέτρο της ταχύτητάς του μειώνεται.
Κίνηση 2: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα κάτω και το μέτρο της ταχύτητας του αυξάνεται.
Κίνηση 3: Ο ανελκυστήρας κινείται προς τα πάνω και το μέτρο της ταχύτητάς του αυξάνεται.

Μέρος Β’: Αποτελείται από τέσσερα (4) θέματα ανοικτού τύπου. Να λύσετε όλα τα θέματα στο τετράδιο απαντήσεών σας. Κάθε θέμα που λύνεται ορθά βαθμολογείται με δεκαπέντε (15) μονάδες.

Θέμα 1^ο^

Ένα παιδάκι εκτοξεύει, τη χρονική στιγμή t = 0, μια μπάλα προς τα πάνω από ύψος h = 20,0 m και με αρχική ταχύτητα μέτρου $|\vec{u}_0|$ = 20,0 m/s. Η μπάλα κινείται υπό την επίδραση του βάρους της. Κατά τη διάρκεια της κίνησής της περνά το σημείο Α δύο φορές που διαφέρουν χρονικά κατά Δt = 2,0 s.



α. Να υπολογίσετε το μέγιστο ύψος στο οποίο φθάνει η μπάλα.

(μονάδες 3)

$u = u_0 + a.t$ Στη θέση y = h_{max} η ταχύτητα u = 0

$0 = 20\frac{m}{s} - 9{,}81\frac{m}{s^2}.t$ ➔ t = 2,04 s

$y = y_0 + u_0.t + \frac{1}{2}at^2$ ➔ h_{max} = 20,0 m + 20,0 m/s . 2,04 s + $\frac{1}{2}$(-9,81 m/s^2).(2,04 s)^2

h_{max} = 40,4 m

β. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που η μπάλα φθάνει στο έδαφος.

(μονάδες 2)

Στο έδαφος y = 0

$y = y_0 + u_0.t + \frac{1}{2}at^2$ ➔ 0 = 20,0 m + 20,0 m/s .t + $\frac{1}{2}$(-9,81 m/s^2).t^2

$0 = t^2 - 4{,}08t - 4{,}08$

$t_{1,2} = \frac{4{,}08 \pm\sqrt{4{,}08^2 + 4.4{,}08}}{2}$ ➔ t_1 = 4,91 s

t_2 = - 0,8 s (απορρίπτεται)

γ. Να υπολογίσετε το ύψος από το έδαφος στο οποίο βρίσκεται το σημείο Α.

(μονάδες 3)

y(t) = y(t+2)

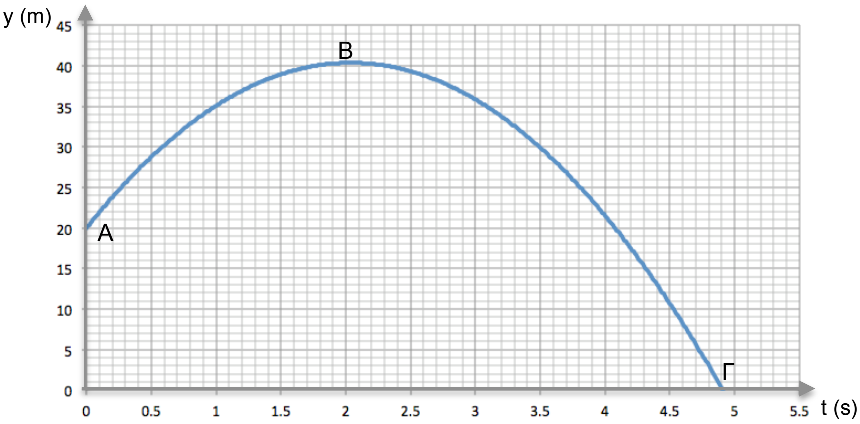
20,0 m + 20,0 m/s .t + $\frac{1}{2}$(-9,81 m/s^2).t^2 = 20,0 m + 20,0 m/s .(t + 2 s) + $\frac{1}{2}$(-9,81 m/s^2).(t + 2 s)^2

0 = 40 – 19,62 m/s . t - 19,62 m ➔ 19,62 m/s . t = 20,38 m ➔ t = 1,04 s

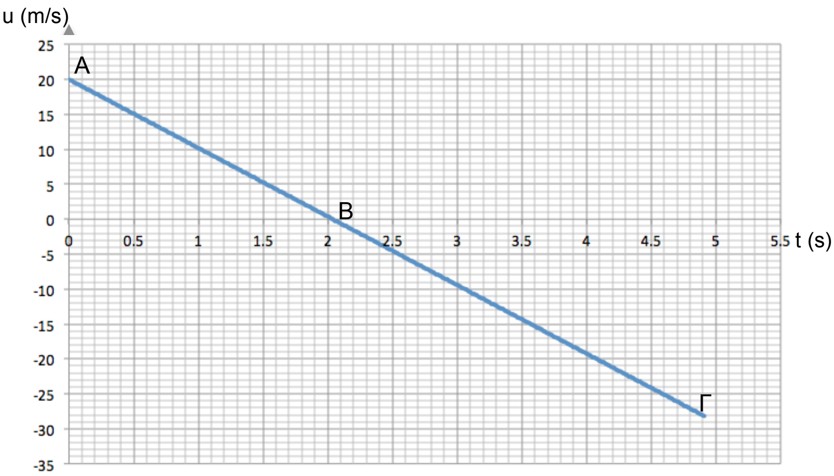
$y = 20{,}0\ m + 20{,}0\ m/s\ .t + \frac{1}{2}(-9{,}81\ m/s^2).t^2 = 20{,}0\ m + 20{,}0\ m/s\ .(1{,}04\ s) + \frac{1}{2}(-9{,}81\ m/s^2).(1{,}04\ s)^2$
$y = 35{,}5\ m$

δ. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τις γραφικές παραστάσεις θέσης – χρόνου, y = f(t) και ταχύτητας – χρόνου, u = f(t), για το χρονικό διάστημα που διαρκεί η κίνηση της μπάλας.

(μονάδες 6)



Α(0s , 20m)
Β (2,04s, 40,4m)
Γ (4,91 s, 0m)



Α(0s , 20m/s)
Β (2,04s, 0m/s)
Γ (4.91 s, -28.17m/s)

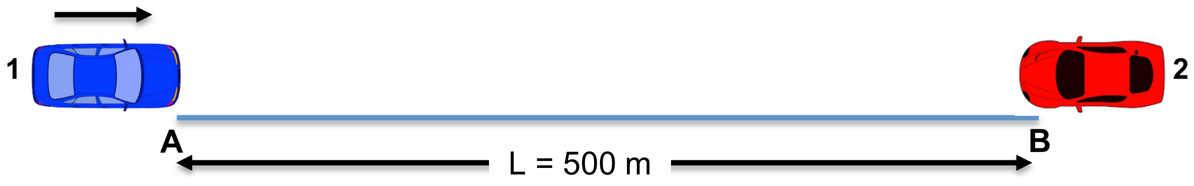
ε. Ένα αυτοκινητάκι που βρισκόταν σε ηρεμία, ξεκίνησε ταυτόχρονα με την μπάλα, τη χρονική στιγμή t = 0, έχοντας απόσταση d = 4,0 m από το σημείο πρόσκρουσης της με το έδαφος. Το αυτοκινητάκι κινήθηκε ευθύγραμμα. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης με την οποία έπρεπε να κινηθεί το αυτοκινητάκι ώστε να κτυπηθεί από την μπάλα. Να θεωρήσετε αμελητέες τις διαστάσεις του αυτοκινήτου.

(μονάδες 1)

Για να κτυπηθεί t = 4,91 s , Δx = 4,0 m.
$\Delta x = u_0 t + \frac{1}{2} a.t^2$ ➔ $4{,}0\ m = 0 + \frac{1}{2} a.(4{,}91\ s)^2$ ➔ $\alpha = 0{,}33\ m/s^2$

Θέμα 2^ο^

Δύο αυτοκίνητα 1 και 2 κινούνται με σταθερή ταχύτητα προς αντίθετη κατεύθυνση, το ένα προς το άλλο, σε μια ευθεία μήκους L = 500,0 m. Το αυτοκίνητο 1 έχει ταχύτητα μέτρου $|\vec{u}_1|$ = 22,0 m/s και περνά από το άκρο A της ευθείας, τη χρονική στιγμή t = 0. Το αυτοκίνητο 2 έχει ταχύτητα μέτρου $|\vec{u}_2|$ = 28,0 m/s και περνά από το άκρο B της ευθείας τη χρονική στιγμή t = 2,0 s. Να θεωρήσετε ως σημείο αναφοράς το άκρο A της ευθείας.



α. Να γράψετε τις εξισώσεις θέσης – χρόνου, x = f(t) και ταχύτητας – χρόνου, u = f(t), για το κάθε αυτοκίνητο.

(μονάδες 4)

$\mathrm{u_1} = 22{,}0\ \mathrm{m/s} \quad \mathrm{x_1} = 22{,}0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.\mathrm{t}$

$u_2 = -28{,}0\ m/s \quad x_2 = 500{,}0\ \mathrm{m} - 28{,}0\frac{m}{s}.(t - 2{,}0\ \mathrm{s})$

β. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή και τη θέση σύγκρουσης των αυτοκινήτων 1 και 2.

(μονάδες 4)

$\mathrm{x_1} = \mathrm{x_2}$

$22{,}0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.\mathrm{t} = 500{,}0\ \mathrm{m} - 28{,}0\frac{m}{s}.(t - 2{,}0\ \mathrm{s})$

$22{,}0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.\mathrm{t} = 500{,}0\ \mathrm{m} - 28{,}0\frac{m}{s}.t + 56{,}0\ \mathrm{m}$

$50{,}0\frac{m}{s}.t = 556{,}0\ m$ ➔ t = 11,12 s

$\mathrm{x} = 22{,}0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.11{,}12\ \mathrm{s} = 244{,}64\ \mathrm{m}$

γ. Να θεωρήσετε ότι το αυτοκίνητο 2 περνά από το άκρο B της ευθείας, τη χρονική στιγμή t_K. Να εξάγετε τη σχέση μεταξύ της θέσης x_Σ στην οποία συγκρούονται τα δύο αυτοκίνητα και του χρόνου t_K.

(μονάδες 3)

$\mathrm{x_1} = \mathrm{x_2}$

$22{,}0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.\mathrm{t} = 500\ \mathrm{m} - 28{,}0\frac{m}{s}.(t - t_K)$

$22{,}0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.\mathrm{t} = 500\ \mathrm{m} - 28{,}0\frac{m}{s}.t + 28{,}0\frac{m}{s}.t_K$

$50{,}0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.\mathrm{t} = 500{,}0\ \mathrm{m} + 28{,}0\frac{m}{s}.t_K$

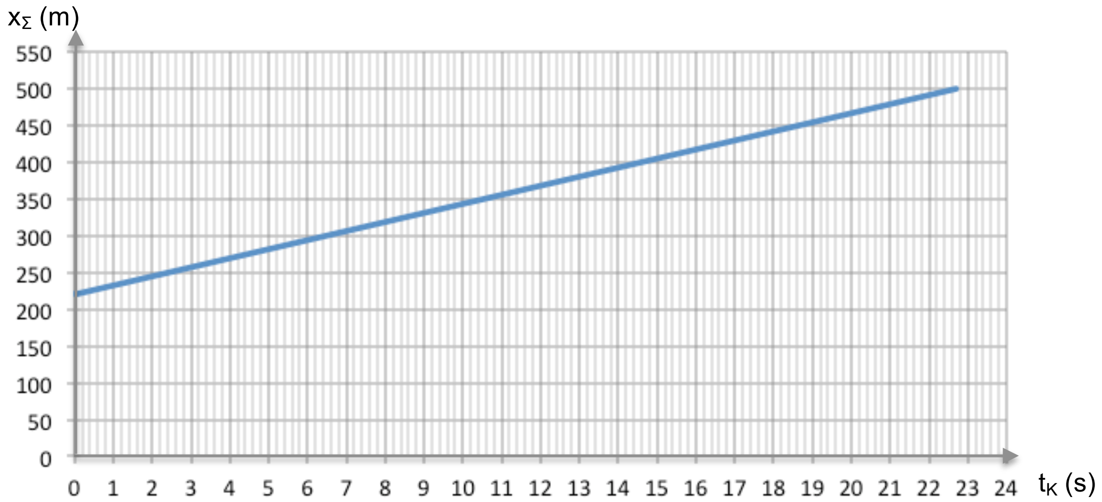
$t = 10{,}0\ s + 0{,}56\ t_K$

$x_\Sigma = 22{,}0\frac{m}{s}.t$

$x_\Sigma = 22{,}0\frac{m}{s}.(10{,}0\ s + 0{,}56\ t_K)$ ➔ $x_\Sigma = 220{,}0\ m + 12{,}32.t_K$

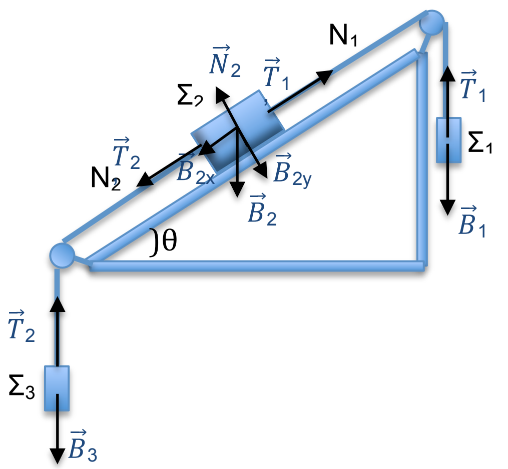
δ. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της θέσης $x_Σ$ στην οποία συγκρούονται τα δύο αυτοκίνητα σε σχέση με τον χρόνο $t_κ$, $x_Σ = f(t_κ)$, για θέσεις σύγκρουσης $0 \leq x_Σ \leq 500$ m.

(μονάδες 4)



Θέμα 3°

Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζεται ένα σύστημα τριών σωμάτων $Σ_1$, $Σ_2$ και $Σ_3$ με μάζες $m_1 = 12{,}0$ Kg, $m_2 = 6{,}0$ Kg και $m_3 = 2{,}0$ Kg αντίστοιχα. Τα σώματα συνδέονται με τα νήματα N_1 και N_2 αμελητέας μάζας τα οποία διέρχονται από δύο τροχαλίες χωρίς τριβή. Τα σώματα $Σ_1$ και $Σ_3$ κρέμονται κατακόρυφα, ενώ το σώμα $Σ_2$ βρίσκεται σε ακλόνητο κεκλιμένο δάπεδο που σχηματίζει γωνιά $θ = 15^o$ με το οριζόντιο έδαφος. Ο συντελεστής στατικής τριβής και ο συντελεστής κινητικής τριβής μεταξύ του σώματος $Σ_2$ και του δαπέδου είναι $μ_s = 0{,}3$ και $μ_k = 0{,}2$ αντίστοιχα.



α. Να διερευνήσετε αν το σύστημα σωμάτων θα κινηθεί δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα.

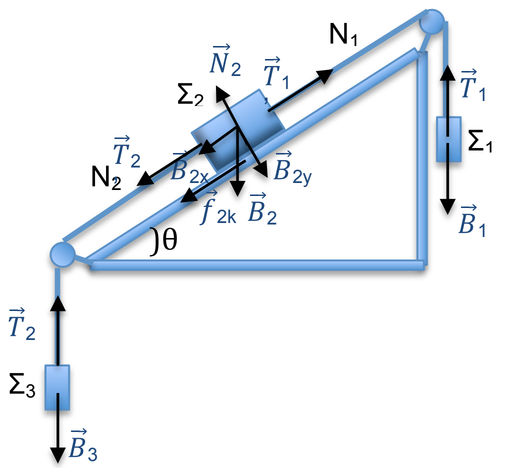
(μονάδες 2)

$\left|\vec{B}_1\right| = 12{,}0\ Kg\ .9{,}81\frac{m}{s^2} = 117{,}72\ N$
$\left|\vec{B}_3\right| = 2{,}0\ Kg\ .9{,}81\frac{m}{s^2} = 19{,}62\ N$
$\left|\vec{B}_{2x}\right| = 6{,}0\ Kg\ .9{,}81\frac{m}{s^2}.\eta\mu 15^o = 15{,}23\ N$
$\left|\vec{B}_{2y}\right| = 6{,}0\ Kg\ .9{,}81\frac{m}{s^2}.\sigma\upsilon\nu 15^o = 56{,}85\ N$

Το σύστημα θα κινηθεί δεξιόστροφα,
διότι $\left|\vec{B}_1\right| > \left|\vec{B}_{2x}\right| + \left|\vec{B}_3\right|$

β. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του συστήματος.

(μονάδες 4)



Σώμα 1
$\Sigma\vec{F}_1 = m_1.\vec{a}$
$\left|\vec{B}_1\right| - \left|\vec{T}_1\right| = m_1.\alpha$ Εξίσωση 1

Σώμα 2
$\Sigma\vec{F}_2 = m_2.\vec{a}$
Άξονας x: $\left|\vec{T}_1{'}\right| - \left|\vec{T}_2{'}\right| - \left|\vec{B}_{2x}\right| - \left|\vec{f}_{2k}\right| = m_2.\alpha$ Εξίσωση 2
Άξονας y: $\left|\vec{N}_2\right| - \left|\vec{B}_{2y}\right| = 0 \Rightarrow \left|\vec{N}_2\right| = \left|\vec{B}_{2y}\right| = 56{,}85\ N$

$\left|\vec{f}_{2k}\right| = \mu_k.\left|\vec{N}_2\right| = 0{,}2\ .56{,}85\ N = 11{,}37\ N$

Σώμα 3
$\Sigma\vec{F}_3 = m_2.\vec{a}$
$\left|\vec{T}_2\right| - \left|\vec{B}_3\right| = m_3.\alpha$ Εξίσωση 3

Δίνεται 1 μονάδα για ορθές εξισώσεις 1, 2 και 3.

$$\left.\begin{array}{l} \left|\vec{B}_1\right| - \left|\vec{T}_1\right| = m_1.\alpha \\ \left|\vec{T}_1{'}\right| - \left|\vec{T}_2{'}\right| - \left|\vec{B}_{2x}\right| - \left|\vec{f}_{2k}\right| = m_2.\alpha \\ \left|\vec{T}_2\right| - \left|\vec{B}_3\right| = m_3.\alpha \end{array}\right\} \left|\vec{B}_1\right| - \left|\vec{B}_{2x}\right| - \left|\vec{f}_{2k}\right| - \left|\vec{B}_3\right| = (m_1 + m_2 + m_3).\alpha$$

117,72 N – 15,23 N – 11,37 N – 19,62 N = 20.α ➔ α = 3,58 m/s^2

γ. Να υπολογίσετε τις τάσεις των δύο νημάτων.

(μονάδες 2)

Αντικαθιστούμε την επιτάχυνση στις εξισώσεις 1 και 3.

$|\vec{B}_1| - |\vec{T}_1| = m_1.\alpha$ ➔ $|\vec{T}_1| = 117{,}72\ N - 12{,}0\ Kg\ .3{,}58\frac{m}{s^2}$ = 74,76 N

$|\vec{T}_2| - |\vec{B}_3| = m_3.\alpha$ ➔ $|\vec{T}_2| = 19{,}62\ N + 2\ Kg\ .3{,}58\ \frac{m}{s^2}$ = 26,78 N

δ. Να υπολογίσετε τη μάζα που θα έπρεπε να έχει το σώμα Σ_3 ώστε το σώμα Σ_2 να κατέρχεται στο κεκλιμένο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα.

(μονάδες 3)

Σώμα 1

$\Sigma\vec{F}_1 = m_1.\vec{a}$

$|\vec{T}_1| - |\vec{B}_1| = m_1.\alpha$ Εξίσωση 4

Σώμα 2

$\Sigma\vec{F}_2 = m_2.\vec{a}$

Άξονας x: $|\vec{T}_2{}'| + |\vec{B}_{2x}| - |\vec{T}_1{}'| - |\vec{f}_{2k}| = m_2.\alpha$ Εξίσωση 5

Σώμα 3

$\Sigma\vec{F}_3 = m_2.\vec{a}$

$|\vec{B}_3| - |\vec{T}_2| = m_3.\alpha$ Εξίσωση 6

Δίνεται 1 μονάδα για ορθές εξισώσεις 4, 5 και 6.

$$\left.\begin{aligned} &|\vec{T}_1| - |\vec{B}_1| = m_1.\alpha \\ &|\vec{T}_2{}'| + |\vec{B}_{2x}| - |\vec{T}_1{}'| - |\vec{f}_{2k}| = m_2.\alpha \\ &|\vec{B}_3| - |\vec{T}_2| = m_3.\alpha \end{aligned}\right\} \quad |\vec{B}_3| + |\vec{B}_{2x}| - |\vec{f}_{2k}| - |\vec{B}_1| = (m_1 + m_2 + m_3).\alpha$$

α = 0 ➔ $|\vec{B}_3| + |\vec{B}_{2x}| - |\vec{f}_{2k}| - |\vec{B}_1| = 0$

$|\vec{B}_3| = |\vec{B}_1| + |\vec{f}_{2k}| - |\vec{B}_{2x}|$

$|\vec{B}_3|$ = 117,72 N + 11,37 N – 15,23 N = 113,86 N

$$m_3 = \frac{|\vec{B}_3|}{|\vec{g}|} = \frac{113{,}86\ N}{9{,}81\ m/s^2} = 11{,}61\ Kg$$

ε. Να θεωρήσετε ότι το σύστημα των τριών σωμάτων είναι αρχικά ακίνητο και αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί τη χρονική στιγμή t = 0. Οι μάζες των σωμάτων είναι αυτές που δόθηκαν στην εκφώνηση. Τη χρονική στιγμή t τα δύο νήματα κόβονται. Να περιγράψετε την κίνηση του σώματος Σ_2 από τη στιγμή που κόβονται τα νήματα και έπειτα, δικαιολογώντας τις απαντήσεις σας. (Να θεωρήσετε ότι το Σ_2 δεν φθάνει στο πάνω άκρο του κεκλιμένου επιπέδου.)

(μονάδες 4)

Το σώμα 2 θα συνεχίσει να ανέρχεται στο κεκλιμένο επίπεδο μέχρι η ταχύτητα του να μηδενιστεί (μον. 1) λόγω της επιτάχυνσης που του προκαλούν η τριβή και η συνιστώσα του βάρους που είναι παράλληλη με το κεκλιμένο επίπεδο (B_x).

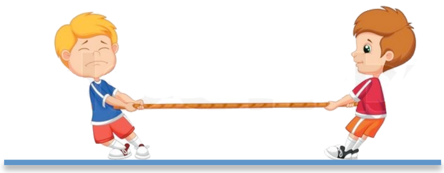
$\left|\vec{f}_{s-max}\right| = \mu_s . \left|\vec{N}\right| = \mu_s . \left|\vec{B}_{2y}\right| = 0{,}3\,.\,56{,}85\ N = 17{,}06\ N$

$\left|\vec{B}_{2x}\right| = 15{,}23\ N$

Στη συνέχεια, αφού $\left|\vec{f}_{s-max}\right| > \left|\vec{B}_{2x}\right|$ ➔ το σώμα 2 θα παραμείνει ακίνητο.

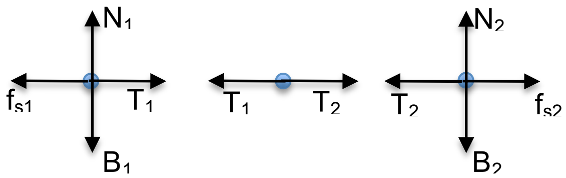
Θέμα 4°

α. Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζονται δύο μαθητές που παίζουν διελκυστίνδα τραβώντας τα άκρα ενός σχοινιού αμελητέας μάζας. Οι δύο μαθητές είναι ακίνητοι.



i. Να σχεδιάσετε σε διάγραμμα ελεύθερου σώματος τις δυνάμεις στο κάθε παιδί και στο σχοινί.

(μονάδες 5)

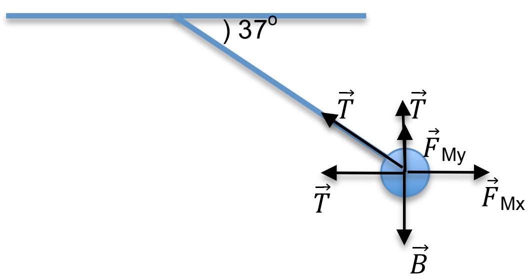


ii. Να επιλέξετε και να σημειώσετε τα ζεύγη δράσης – αντίδρασης από τις δυνάμεις που σχεδιάσατε στο ερώτημα i.

(μονάδες 2)

$T_1 - T_1'$ και $T_2 - T_2'$

β. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα σώμα Σ το οποίο ισορροπεί στη θέση (0,0) υπό την επίδραση του βάρους του, της τάσης του νήματος και της ελκτικής δύναμης από ένα μαγνήτη. Το βάρος του σώματος και η τάση του νήματος έχουν μέτρο $\left|\vec{B}\right| = \left|\vec{T}\right|$ = 80 N. Το νήμα σχηματίζει γωνιά θ = 37° με την οριζόντια οροφή.



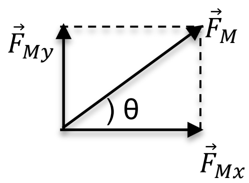
i. Να προσδιορίσετε το μέτρο και τη διεύθυνση της δύναμης που ασκεί ο μαγνήτης στο σώμα Σ.

(μονάδες 5)

$|\vec{T}_x| = |\vec{T}|συν37^o = 80\ N\ .0{,}8 = 64\ N$
$|\vec{T}_y| = |\vec{T}|ημ37^o = 80\ N\ .0{,}6 = 48\ N$

Ισορροπία ➔ $Σ\vec{F} = 0$
$Σ\vec{F}_x = 0$ ➔ $|\vec{F}_{Mx}| = |\vec{T}_x|$ ➔ $|\vec{F}_{Mx}| = 64\ N$

$Σ\vec{F}_y = 0$ ➔ $|\vec{F}_{My}| = |\vec{B}| - |\vec{T}_x|$ ➔ $|\vec{F}_{My}| = 80\ N - 48\ N = 32\ N$



$|\vec{F}_M| = \sqrt{|\vec{F}_{Mx}|^2 + |\vec{F}_{My}|^2} = \sqrt{(64\ N)^2 + (32\ N)^2} = 71{,}55\ N$

$εφθ\ = \frac{|\vec{F}_{My}|}{|\vec{F}_{Mx}|} = 0{,}5$ ➔ θ = 26,56°

ii. Να θεωρήσετε ότι η δύναμη που ασκεί ο μαγνήτης στο σώμα Σ έχει μέτρο $|\vec{\mathrm{F}}| = \frac{200}{\mathrm{r}^2}$ N όπου r η απόσταση του σώματος από τον μαγνήτη. Να προσδιορίσετε την οριζόντια θέση x και την κατακόρυφη θέση y που είναι τοποθετημένος ο μαγνήτης με σημείο αναφοράς (0,0) το κέντρο του σώματος.

(μονάδες 3)

$|\vec{\mathrm{F}}| = \frac{200}{\mathrm{r}^2}$ ➔ $|\vec{\mathrm{r}}| = \frac{200}{|\vec{\mathrm{F}}|} = \frac{200}{71{,}55} = 1{,}67\ m$

$x = |\vec{\mathrm{r}}|.συνφ = 1{,}67\ m\ .συν26{,}56^o\ = 1{,}49\ m$
$y = |\vec{\mathrm{r}}|.ημφ = 1{,}67\ m\ .ημ26{,}56^o = 0{,}75\ m$