

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ
ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ

ΕΝΙΑΙΑ ΓΡΑΠΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ Α΄ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ 2021-22

Β΄ ΤΑΞΗΣ ΤΕΣΕΚ

ΠΕΜΠΤΗ 20 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2022

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΘΚ (Α΄ ΣΕΙΡΑ)

ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: Β0038

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΓΡΑΠΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ: 90 λεπτά

ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΕΝΤΕΚΑ (11) ΣΕΛΙΔΕΣ
ΚΑΙ ΣΥΝΟΔΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΔΥΟ (2) ΣΕΛΙΔΩΝ

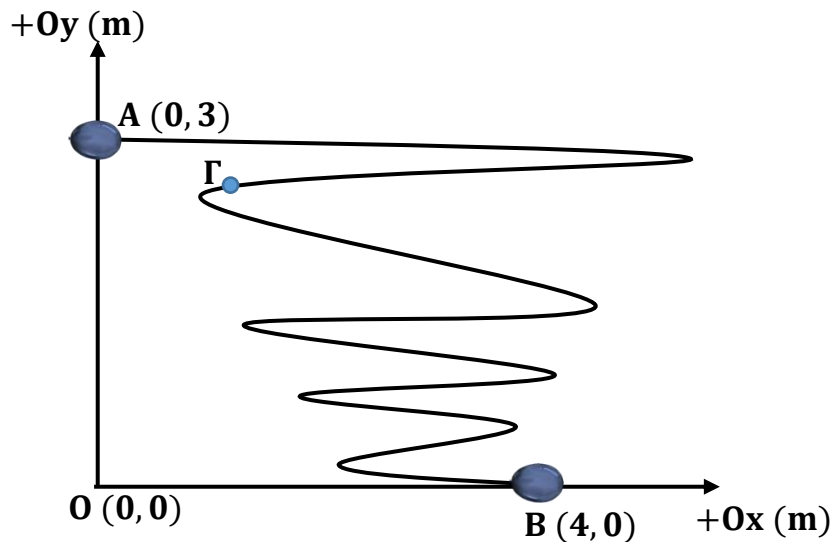
ΟΔΗΓΙΕΣ

1. Στο εξώφυλλο του τετραδίου απαντήσεων να συμπληρώσετε όλα τα κενά με τα στοιχεία που ζητούνται.
2. **Να απαντήσετε ΟΛΑ τα θέματα.**
3. **Να μην αντιγράψετε τις εκφωνήσεις των θεμάτων** στο τετράδιο απαντήσεων.
4. Να μη γράψετε πουθενά στις απαντήσεις σας το όνομά σας.
5. Να απαντήσετε στο τετράδιό σας σε όλα τα θέματα **μόνο με μπλε πένα ανεξίτηλης μελάνης.**
6. Οι γραφικές παραστάσεις να σχεδιάζονται στο χιλιοστομετρικό χαρτί, που βρίσκεται στην τελευταία σελίδα του τετραδίου απαντήσεων. Οι γραφικές παραστάσεις και τα σχήματα μπορούν να γίνονται με μολύβι.
7. Επιτρέπεται η χρήση μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής που φέρει τη σφραγίδα του σχολείου.
8. Απαγορεύεται η χρήση διορθωτικού υγρού ή διορθωτικής ταινίας.

ΣΑΣ ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από έξι (6) θέματα. Το κάθε θέμα βαθμολογείται με πέντε (5) μονάδες. Να απαντήσετε και στα έξι (6) θέματα.

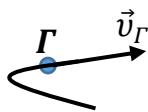
1. α. Στο σχήμα 1 φαίνεται η τροχιά που ακολουθεί ένα μπαλόνι κατά το χρονικό διάστημα στο οποίο ξεφουσκώνει. Το μπαλόνι λύνεται στο σημείο A το οποίο έχει συντεταγμένες (0 m, 3 m), κινείται άτακτα στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο ακολουθώντας την τροχιά του σχήματος και προσγειώνεται στο σημείο B στο έδαφος το οποίο έχει συντεταγμένες (4 m, 0 m).



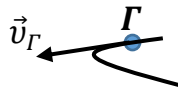
Σχήμα 1

- i. Να επιλέξετε από τα ακόλουθα σχήματα, εκείνο στο οποίο αναπαρίσταται ορθά το διάνυσμα της ταχύτητας του μπαλονιού τη στιγμή που διέρχεται από το σημείο Γ της τροχιάς του.

(1 μονάδα)



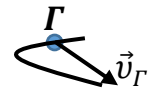
Σχήμα Α



Σχήμα Β



Σχήμα Γ

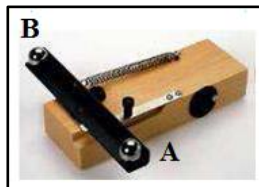


Σχήμα Δ

- ii. Να υπολογίσετε το μέτρο και να καθορίσετε τη διεύθυνση του διανύσματος της μετατόπισης του μπαλονιού για την κίνηση που κάνει από το σημείο A στο σημείο B.

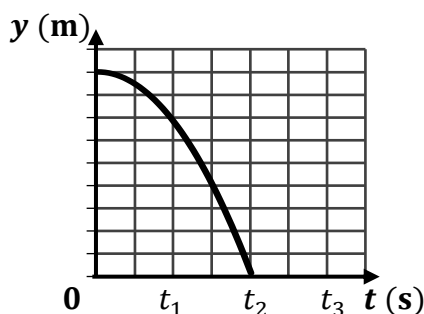
(3 μονάδες)

β. Μια ομάδα μαθητών και μαθητριών χρησιμοποίησε τη συσκευή του σχήματος 2 για να μελετήσει την Αρχή Ανεξαρτησίας των Κινήσεων. Πιέζοντας τη σκανδάλη η σφαίρα Α εκτοξεύθηκε με αρχική οριζόντια ταχύτητα ενώ η σφαίρα Β έχασε τη στήριξή της και κινήθηκε, από το ίδιο ύψος, κατακόρυφα προς το έδαφος. Η αντίσταση του αέρα κατά την κίνηση των δύο σφαιρών θεωρείται αμελητέα.

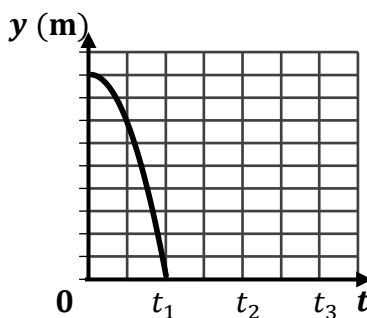


Σχήμα 2

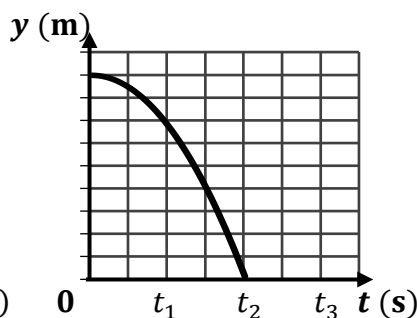
Το διάγραμμα που ακολουθεί αντιστοιχεί στην κατακόρυφη θέση της σφαίρας Α σε σχέση με τον χρόνο.



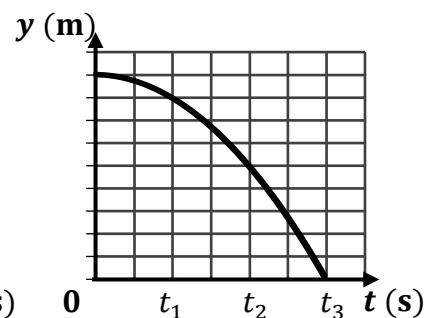
Να επιλέξετε από τα ακόλουθα διαγράμματα, εκείνο που αντιστοιχεί στην κατακόρυφη θέση της σφαίρας Β σε σχέση με τον χρόνο.



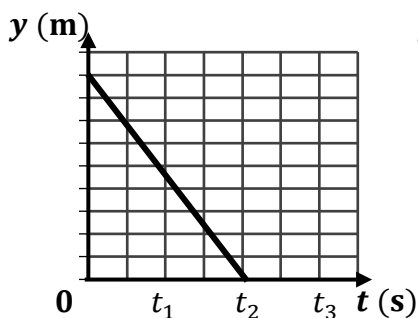
Διάγραμμα Α



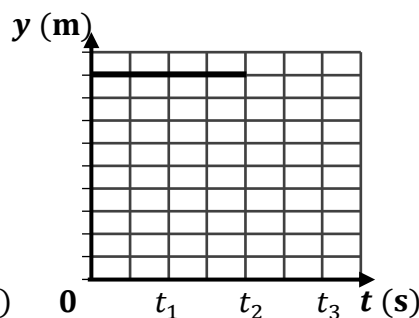
Διάγραμμα Β



Διάγραμμα Γ



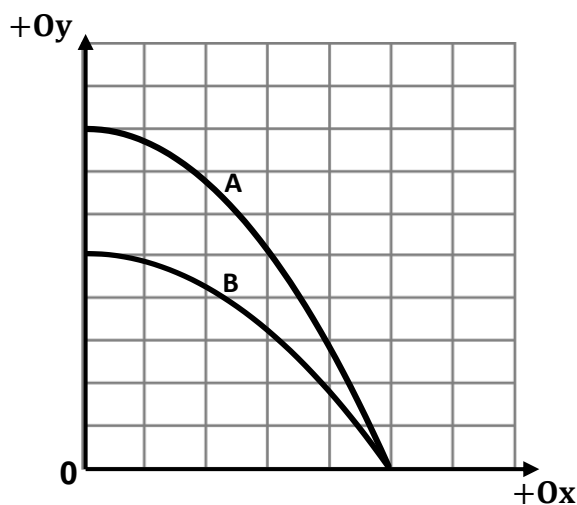
Διάγραμμα Δ



Διάγραμμα Ε

(1 μονάδα)

2. Στο σχήμα 3 φαίνονται οι τροχιές δύο σφαιρών A και B, οι οποίες εκτοξεύθηκαν σε οριζόντια διεύθυνση με ταχύτητες \vec{v}_A και \vec{v}_B αντίστοιχα, και κινήθηκαν μόνο υπό την επίδραση του βάρους τους μέχρι να φτάσουν στο οριζόντιο έδαφος.



Σχήμα 3

- α. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες, την ορθή σχέση μεταξύ του χρόνου πτήσης των δύο σφαιρών.

$t_A > t_B$
Σχέση Α

$t_A = t_B$
Σχέση Β

$t_A < t_B$
Σχέση Γ

(1 μονάδα)

- β. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες, την ορθή σχέση μεταξύ των μέτρων $|\vec{v}_A|$ και $|\vec{v}_B|$ των αρχικών ταχυτήτων των δύο σφαιρών.

$|\vec{v}_A| > |\vec{v}_B|$
Σχέση Α

$|\vec{v}_A| = |\vec{v}_B|$
Σχέση Β

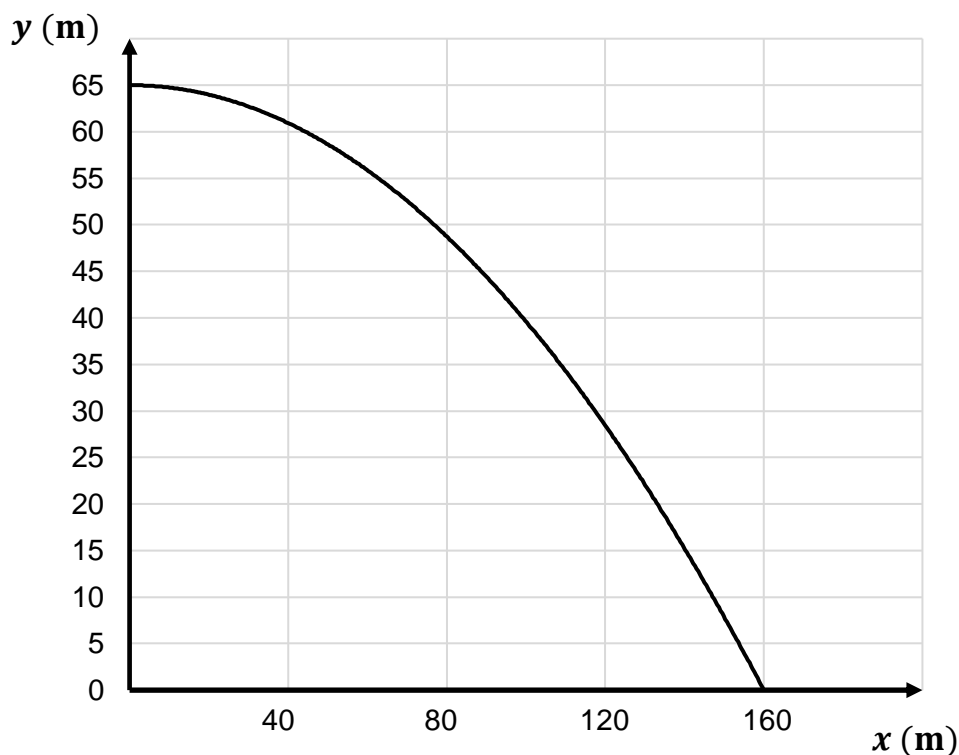
$|\vec{v}_A| < |\vec{v}_B|$
Σχέση Γ

(1 μονάδα)

- γ. Οι πιο πάνω βολές επαναλαμβάνονται (χωρίς να αλλάξουν η αρχική ταχύτητα της κάθε σφαίρας και το ύψος από το οποίο γίνεται η κάθε βολή) σε περιοχή όπου το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι μικρότερο. Να εξηγήσετε, με βάση την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας, πώς θα αλλάξει το μέτρο της ταχύτητας με την οποία η κάθε μία από τις σφαίρες φθάνει στο έδαφος.

(3 μονάδες)

3. Στο σχήμα 4 φαίνεται η γραφική παράσταση της κατακόρυφης θέσης σε σχέση με την οριζόντια θέση, $y = f(x)$, ενός βλήματος το οποίο εκτοξεύθηκε με οριζόντια ταχύτητα \vec{v}_0 από ύψος h . Το βλήμα κινήθηκε μόνο υπό την επίδραση του βάρους του μέχρι να φθάσει στο οριζόντιο έδαφος.



Σχήμα 4

α. Να χρησιμοποιήσετε τις εξισώσεις κίνησης του βλήματος για να αποδείξετε ότι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή της εκτόξευσης του βλήματος μέχρι τη στιγμή που φθάνει στο έδαφος δίνεται από τη σχέση $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

(2 μονάδες)

β. Να χρησιμοποιήσετε δεδομένα από τη γραφική παράσταση και να υπολογίσετε:

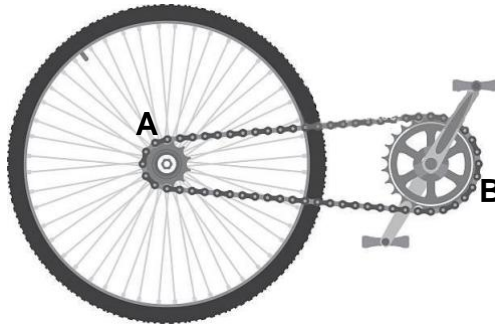
i. τον χρόνο πτήσης του βλήματος,

(1 μονάδα)

ii. το μέτρο, $|\vec{v}_0|$, της οριζόντιας ταχύτητας με την οποία εκτοξεύθηκε το βλήμα.

(2 μονάδες)

4. Στο σχήμα 5 φαίνεται ο πίσω τροχός ενός ποδηλάτου. Ο τροχός περιστρέφεται με τη βοήθεια ενός συστήματος δύο γραναζιών A και B που συνδέονται με αλυσίδα. Το γρανάκι A έχει ακτίνα $R_A = 0,045 \text{ m}$ και το γρανάκι B έχει ακτίνα $R_B = 0,150 \text{ m}$.



Σχήμα 5

Ο ποδηλάτης, κάνοντας πετάλι, περιστρέφει το γρανάκι B με σταθερό ρυθμό ώστε να διαγράφει 90 στροφές το λεπτό.

α. Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας με την οποία περιστρέφεται το γρανάκι B.

(1 μονάδα)

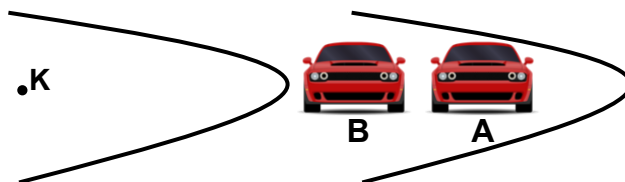
β. Να υπολογίσετε το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας ενός σημείου της περιφέρειας του γραναζιού B.

(1 μονάδα)

γ. Να υπολογίσετε την περίοδο της κίνησης που εκτελεί ένα σημείο της περιφέρειας του γραναζιού A.

(3 μονάδες)

5. Στο σχήμα 6 φαίνεται η πρόσοψη δύο αυτοκινήτων A και B σε μία χρονική στιγμή t , καθώς διαγράφουν μία οριζόντια στροφή της πίστας στην οποία διαγωνίζονται. Τα δύο αυτοκίνητα κινούνται με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα, ώστε να παραμένουν στην κυκλική τους τροχιά ακτίνας R_A και R_B αντίστοιχα (όπου $R_A > R_B$). Ο συντελεστής τριβής, μ_s , των ελαστικών των δύο αυτοκινήτων με το οδόστρωμα είναι ο ίδιος.



Σχήμα 6

- α. i. Να σχεδιάσετε, σε διάγραμμα ελεύθερου σώματος, τις δυνάμεις που δρουν στο αυτοκίνητο A κατά την κίνησή του στη στροφή. Στο σχήμα σας να φαίνεται το κέντρο (K) της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το αυτοκίνητο.

(1 μονάδα)

- ii. Να προσδιορίσετε τη δύναμη που δρα ως κεντρομόλος κατά την κίνηση του αυτοκινήτου A στη στροφή.

(1 μονάδα)

- β. Να δείξετε ότι τη χρονική στιγμή t , στην οποία τα αυτοκίνητα κινούνται με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα ώστε να παραμένουν στην κυκλική τους τροχιά, το μέτρο της ταχύτητας του αυτοκινήτου A είναι μεγαλύτερο από το μέτρο της ταχύτητας του αυτοκινήτου B.

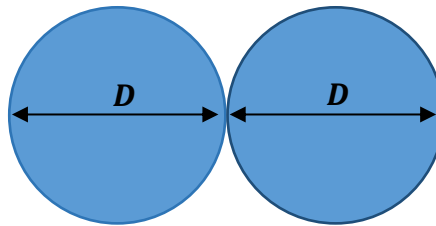
(3 μονάδες)

6. α. Να διατυπώσετε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης.

(1 μονάδα)

β. Η σφαίρα που χρησιμοποιείται στο αγώνισμα της σφαιροβολίας έχει διάμετρο $D = 120 \text{ mm}$ και μάζα $m = 7,26 \text{ kg}$. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης της παγκόσμιας έλξης που ασκείται μεταξύ δύο σφαιρών του αγωνίσματος της σφαιροβολίας, όταν βρίσκονται σε επαφή, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.

(2 μονάδες)



Σχήμα 7

γ. Να χρησιμοποιήσετε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης για να δείξετε ότι το μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά ένα σώμα όταν αφεθεί ελεύθερο σε κάποιο ύψος από την επιφάνεια της Γης, δεν εξαρτάται από τη μάζα του σώματος.

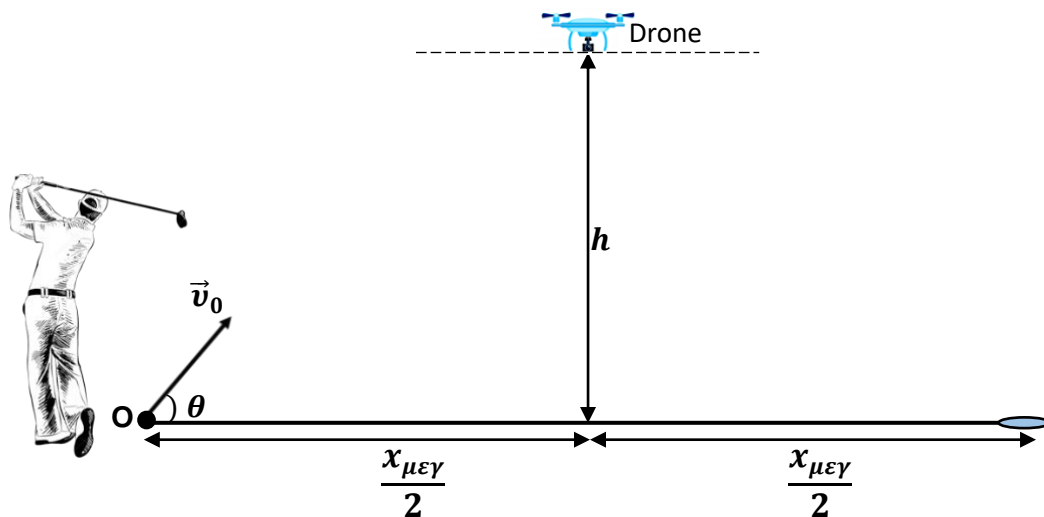
(2 μονάδες)

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από τρία (3) θέματα. Το κάθε θέμα βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες. Να απαντήσετε και στα τρία (3) θέματα.

7. Στο σχήμα 8 φαίνεται ο πρωταθλητής του γκολφ, Dustin Johnson, να κτυπά μία μπάλα του γκολφ. Η μπάλα ξεκινά την κίνησή της, τη χρονική στιγμή $t = 0$ από το οριζόντιο έδαφος, με αρχική ταχύτητα μέτρου $|\vec{v}_0| = 50,0 \text{ m/s}$ η οποία σχηματίζει γωνιά θ με τον οριζόντιο άξονα. Η βολή καταγράφεται από ένα drone το οποίο βρίσκεται σε ύψος h , **στο μέσο της μέγιστης οριζόντιας απόστασης που διανύει η μπάλα** μέχρι να φτάσει στο οριζόντιο έδαφος. Η αντίσταση από τον αέρα, κατά την κίνηση της μπάλας του γκολφ, θεωρείται αμελητέα.

Να θεωρήσετε ότι $\eta\mu(\theta) = 0,8$ και $\sigma\upsilon\upsilon(\theta) = 0,6$.

Το σχήμα δεν είναι σχεδιασμένο υπό κλίμακα.



Σχήμα 8

α. Να γράψετε τις εξισώσεις της ταχύτητας σε σχέση με τον χρόνο και της θέσης σε σχέση με τον χρόνο, για την κίνηση της μπάλας του γκολφ στον κάθε άξονα, αντικαθιστώντας σε αυτές τις τιμές των σταθερών όρων που δίδονται στην εκφώνηση.

(4 μονάδες)

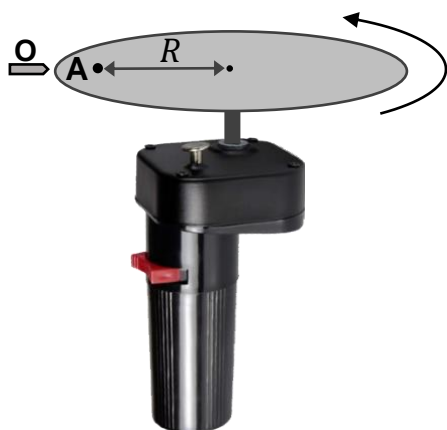
β. Το drone πετά στο μέγιστο ύψος που επιτρέπεται από τη νομοθεσία, $h = 120 \text{ m}$. Να διερευνήσετε, αν το drone κινδυνεύει να κτυπηθεί από την μπάλα του γκολφ.

(3 μονάδες)

γ. Να υπολογίσετε τη μέγιστη οριζόντια απόσταση που διανύει η μπάλα από τη στιγμή που εκτοξεύεται μέχρι τη στιγμή που επιστρέφει στο οριζόντιο έδαφος.

(3 μονάδες)

8. Μια ομάδα μαθητών και μαθητριών μελέτησε στο εργαστήριο Φυσικής την ομαλή κυκλική κίνηση, χρησιμοποιώντας έναν μηχανισμό περιστροφής της σούβλας ο οποίος περιστρέφεται αριστερόστροφα. Τα μέλη της ομάδας στερέωσαν στον μηχανισμό περιστροφής έναν δίσκο από χαρτόνι στον οποίο σημείωσαν ένα σημείο A σε απόσταση R από το κέντρο του δίσκου, όπως φαίνεται στο σχήμα 9. Στον πίνακα 1 φαίνονται οι μετρήσεις της γωνίας θέσης του σημείου A (για κάθε φορά που περνούσε από το σημείο O) σε σχέση με τον χρόνο όπως τις έχουν καταγράψει τα μέλη της ομάδας.



Σχήμα 9

Πίνακας 1	
θ (rad)	t (s)
0	0
2π	2,25
4π	4,80
6π	7,20
8π	9,12

α. Να χαράξετε, σε βαθμονομημένους άξονες στο τετραγωνισμένο χαρτί του τετραδίου απαντήσεών σας, τη γραφική παράσταση γωνίας θέσης – χρόνου, $\theta = f(t)$, για την κίνηση του σημείου A.

(4 μονάδες)

β. Να χρησιμοποιήσετε τη γραφική παράσταση γωνίας θέσης – χρόνου, $\theta = f(t)$, που χαράξατε, για να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα του σημείου A.

(2 μονάδες)

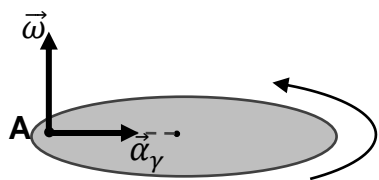
γ. Αφού οι μαθητές/μαθήτριες ολοκλήρωσαν τη λήψη των μετρήσεων, μία μαθήτρια πάτησε τον διακόπτη του μηχανισμού με αποτέλεσμα το μέτρο της γωνιακής του ταχύτητας να αρχίσει να μειώνεται με σταθερό ρυθμό, μέχρι να σταματήσει να περιστρέφεται μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,50$ s.

ι. Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του σημείου A, κατά το χρονικό διάστημα στο οποίο η γωνιακή του ταχύτητα μειώνεται μέχρι να σταματήσει.

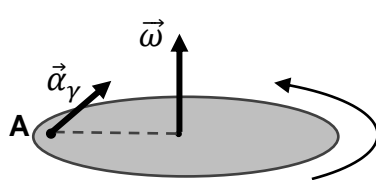
(1 μονάδα)

ii. Να επιλέξετε από τα ακόλουθα σχήματα, εκείνο στο οποίο αναπαρίστανται ορθά τα διανύσματα της γωνιακής ταχύτητας και της γωνιακής επιτάχυνσης του σημείου A, σε κάποια χρονική στιγμή κατά την οποία το μέτρο της γωνιακής του ταχύτητας μειώνεται. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

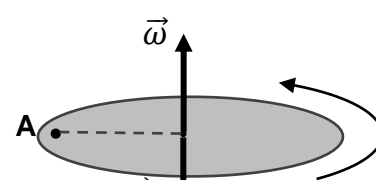
(3 μονάδες)



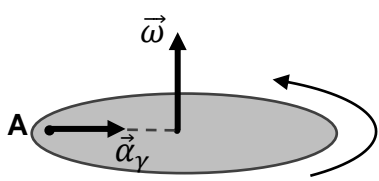
Σχήμα Α



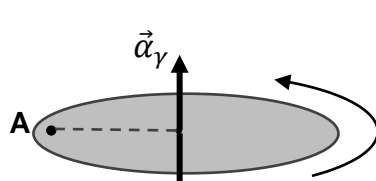
Σχήμα Β



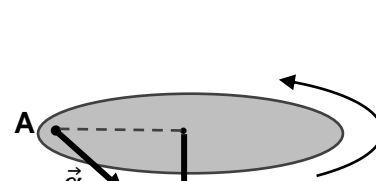
Σχήμα Γ



Σχήμα Δ

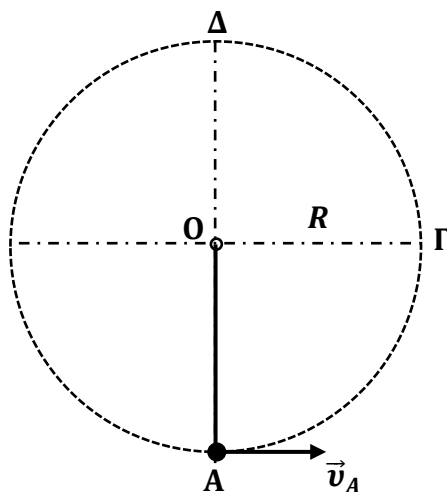


Σχήμα Ε



Σχήμα Στ

9. Στο σχήμα 10 φαίνεται μία μικρή σφαίρα μάζας m η οποία είναι αναρτημένη σε αβαρές και μη εκτατό νήμα το οποίο είναι τεντωμένο. Η σφαίρα διαγράφει κατακόρυφη κυκλική τροχιά ακτίνας R ξεκινώντας την κίνησή της από το χαμηλότερο σημείο της τροχιάς, Α, με οριζόντια αρχική ταχύτητα \vec{v}_A .



Σχήμα 10

α. Να εξηγήσετε αν η μηχανική ενέργεια του συστήματος σφαίρας - Γης διατηρείται κατά την κίνηση της σφαίρας στην κυκλική τροχιά.

(2 μονάδες)

β. Να σχεδιάσετε, σε διάγραμμα ελεύθερου σώματος, τις δυνάμεις που δρουν στη σφαίρα όταν διέρχεται από το σημείο Γ, στο οποίο το νήμα γίνεται οριζόντιο. Στο σχήμα σας να φαίνεται το κέντρο (Ο) της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει η σφαίρα.

(1 μονάδα)

γ. Να εξηγήσετε ποια από τις δυνάμεις που δρουν στη σφαίρα, όταν διέρχεται από το σημείο Γ, προκαλεί μεταβολή:

- i. στο μέτρο της ταχύτητάς της,
- ii. στην κατεύθυνση της ταχύτητάς της.

(2 μονάδες)

δ. Να αποδείξετε ότι το μέτρο της ελάχιστης ταχύτητας που πρέπει να έχει η σφαίρα στο σημείο Δ, ώστε να διαγράψει οριακά κατακόρυφο κύκλο με κέντρο το σημείο Ο, δίνεται από τη σχέση $|\vec{v}_{\Delta,ελαχ}| = \sqrt{gR}$.

(2 μονάδες)

ε. Το μήκος του νήματος είναι 1,20 m. Να χρησιμοποιήσετε το αποτέλεσμα του ερωτήματος δ, για να υπολογίσετε το μέτρο της ελάχιστης αρχικής ταχύτητας, $|\vec{v}_{A,ελαχ}|$, που πρέπει να έχει η σφαίρα στο σημείο Α, ώστε να διαγράψει οριακά κατακόρυφο κύκλο.

(3 μονάδες)

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ

ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ	
Σταθερές	
Επιτάχυνση της Βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης	$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Σταθερά Παγκόσμιας Έλξης	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$
Μέση ακτίνα της Γης	$R_{\Gamma\eta\varsigma} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$
Μάζα της Γης	$M_{\Gamma\eta\varsigma} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$
Ταχύτητα του φωτός στο κενό	$c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Κίνηση στο Επίπεδο: Εισαγωγικές Έννοιες - Βολές	
Εξισώσεις ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης για $t_0 = 0$	$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}\alpha_x t^2$ $v_x = v_{0x} + \alpha_x t$ $v_x^2 - v_{0x}^2 = 2\alpha_x \Delta x$
Έργο σταθερής συνισταμένης δύναμης, για κίνηση στο επίπεδο	$W_{\Sigma\vec{F}} = (\Sigma F_x)\Delta x + (\Sigma F_y)\Delta y$
Κινητική ενέργεια σώματος μάζας m, για κίνηση στο επίπεδο	$E_{\text{κιν}} = \frac{1}{2}m(v_x^2 + v_y^2) = \frac{1}{2}m \vec{v} ^2$
Βαρυτική δυναμική ενέργεια	$U_{\beta\alpha\rho}(y) = mgy$
Στατική Τριβή και Κινητική Τριβή	$ \vec{f}_s \leq f_{s,\mu\epsilon\gamma} = \mu_s \vec{N} $ $ \vec{f}_κ = \mu_κ \vec{N} $
Κυκλική Κίνηση	
Διανυόμενη απόσταση για κυκλική κίνηση	$S_{\widehat{AB}} = R \Delta\theta $
Συχνότητα στην κυκλική κίνηση	$f = \frac{1}{T}$
Γωνιακή ταχύτητα	$ \vec{\omega} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
Σχέση γραμμικής - γωνιακής ταχύτητας στην ομαλή κυκλική κίνηση	$ \vec{v} = \vec{\omega} R$
Κεντρομόλος επιτάχυνση	$ \vec{a}_κ = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$
Γωνιακή επιτάχυνση	$\vec{\alpha}_\gamma(t) = \frac{\Delta\vec{\omega}}{\Delta t}$

Ο Νόμος της Παγκόσμιας Έλξης	
Νόμος Παγκόσμιας Έλξης	$ \vec{F}_{A \rightarrow B} = \vec{F}_{B \rightarrow A} = G \frac{m_A m_B}{r_{AB}^2}$
Επιτάχυνση της βαρύτητας λόγω ουρανίου σώματος A	$g(r) = G \frac{M_A}{r^2}, \quad r \geq R$
Ορμή	
Ορμή σώματος	$\vec{p} = m\vec{v}$
Η γενικευμένη μορφή του 2ου νόμου του Νεύτωνα.	$\Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$
Ώθηση σταθερής συνισταμένης δύναμης	$\vec{\Omega} = (\Sigma \vec{F}) \Delta t$
Θέση του κέντρου μάζας συστήματος N υλικών σημείων	$\vec{r}_{KM} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots + m_N \vec{r}_N}{m_1 + m_2 + \dots + m_N}$
Ταχύτητα του κέντρου μάζας συστήματος N υλικών σημείων	$\vec{v}_{KM} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_N \vec{v}_N}{m_1 + m_2 + \dots + m_N}$
Επιτάχυνση του κέντρου μάζας συστήματος N υλικών σημείων	$\vec{a}_{KM} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2 + \dots + m_N \vec{a}_N}{m_1 + m_2 + \dots + m_N}$
Εξίσωση δεύτερου νόμου του Νεύτωνα για το ΚΜ συστήματος σωμάτων	$\Sigma \vec{F}_{εξωτ} = (\Sigma m_i) \vec{a}_{KM}$