**ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Β ΛΥΚΕΙΟΥ**

**ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΒΟΛΗ - ΟΜΑΛΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ**

**ΘΕΜΑ 4**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Η σφυροβολία είναι από τα παλαιότερα αθλήματα των σύγχρονων Ολυμπιακών Αγώνων. Η σφύρα αποτελείται από μία σφαίρα μάζας η οποία είναι δεμένη σε σύρμα, το οποίο έχει πολύ μικρότερη (αμελητέα) μάζα σε σχέση με τη σφαίρα. Αθλήτρια της σφυροβολίας, καθώς προπονείται, περιστρέφει τη σφύρα σε οριζόντιο επίπεδο ώστε η σφαίρα να κάνει κυκλική κίνηση ακτίνας , με ταχύτητα σταθερού μέτρου .  **1.1.** Υπολογίστε τον χρόνο που χρειάζεται η σφαίρα για να εκτελέσει μία πλήρη περιστροφή καθώς και την γωνιακή της ταχύτητα.  **1.2.** Υπολογίστε την κεντρομόλο επιτάχυνση της σφαίρας και την κεντρομόλο δύναμη η οποία την αναγκάζει να εκτελεί την περιστροφή και εξηγήστε ποια (ή ποιες) από τις δυνάμεις που ασκούνται στην σφύρα παίζει το ρόλο κεντρομόλου δύναμης.  Κατά λάθος, η αθλήτρια αφήνει ελεύθερη τη σφύρα, ενώ αυτή περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο, το οποίο βρίσκεται σε ύψος από το έδαφος. Μπορούμε να θεωρήσουμε πως η σφαίρα εκτελεί οριζόντια βολή, θεωρώντας αμελητέα την επίδραση του σύρματος στην κίνησή της και θεωρώντας επίσης αμελητέα την αντίσταση του αέρα.  **1.3.** Υπολογίστε πόσο χρόνο θα χρειαστεί η σφαίρα για να φτάσει στο έδαφος, και ποια είναι η οριζόντια απόσταση από το σημείο που αφέθηκε ελεύθερη του σημείου που θα φτάσει.  **1.4** Υπολογίστε την εφαπτομένη τηςγωνίας που θα σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας της σφαίρας με το οριζόντιο επίπεδο όταν η σφαίρα θα φτάσει στο έδαφος.  Υπενθυμίζεται η προσεγγιστική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας . |
|  | Σώμα βρίσκεται στην άκρη της οριζόντιας επιφάνειας ενός τραπεζιού σε ύψος . Την χρονική στιγμή δίνουμε στο σώμα οριζόντια ταχύτητα και αυτό εκτελεί οριζόντια βολή. Το σώμα φτάνει στο έδαφος την χρονική στιγμή έχοντας μετατοπιστεί οριζόντια κατά . Δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι και η αντίσταση από τον αέρα θεωρείται αμελητέα.  **2.1.** Να υπολογίσετε το ύψος του τραπεζιού.  **2.2.** Να υπολογίσετε την αρχική ταχύτητα με την οποία εκτοξεύτηκε το σώμα.  **2.3.** Εξετάστε αν σε κάποιο σημείο της τροχιάς της κίνησης του σώματος, εκτός από το σημείο εκτόξευσης, η οριζόντια και η κατακόρυφη θέση του σώματος έχουν το ίδιο μέτρο.  **2.4.** Να υπολογίσετε το ύψος στο οποίο βρίσκεται το σώμα, τη χρονική στιγμή που η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητάς του έχει πενταπλάσιο μέτρο από την κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας. |
|  | Ένα σώμα εκτοξεύεται οριζόντια από ύψος , σε σχέση με το έδαφος, με αρχική ταχύτητα . Αν γνωρίζετε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι ίση με , να προσδιορίσετε:  **3.1.** το χρόνο που χρειάστηκε για να φθάσει στο έδαφος.  **3.2.** Αν η οριζόντια απόσταση, που διήνυσε μέχρι να φτάσει στο έδαφος, είναι , να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία εκτοξεύτηκε.  **3.3.** Να προσδιορίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία φτάνει στο έδαφος.  **3.4.** Ποια χρονική στιγμή το σώμα περνάει από ένα σημείο Α που βρίσκεται σε ύψος από το έδαφος;  Να θεωρήσετε ότι στο σώμα ασκείται μόνο το βάρος του. |
|  | Σφαίρα μάζας βάλλεται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου από την ταράτσα ενός κτιρίου ύψους από το έδαφος. Όταν πέφτει στο έδαφος η σφαίρα η ταχύτητά της σχηματίζει με αυτό γωνία (όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα).  **4.1.** Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια της σφαίρας όταν φτάνει στο έδαφος.  **4.2.** Να βρεθεί το ύψος του κτιρίου.  **4.3.** Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια της σφαίρας τη χρονική στιγμή . Ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας να θεωρήσετε το έδαφος.  **4.4.** Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια της σφαίρας τη χρονική στιγμή t2,όπου η οριζόντια μετατόπιση της σφαίρας είναι οκταπλάσια της κατακόρυφης μετατόπισής της.  Δίνεται η επιτάχυνση βαρύτητας |
|  | Σώμα βρίσκεται στην οριζόντια ταράτσα ουρανοξύστη και εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε κύκλο ακτίνας με περίοδο . Το επίπεδο της κυκλικής τροχιάς είναι οριζόντιο. Να βρείτε:  **5.1.** Το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του σώματος.  Κάποια χρονική στιγμή το σχοινί, το οποίο συγκρατεί το σώμα στην κυκλική τροχιά, κόβεται με αποτέλεσμα το σώμα να διαφύγει από την ταράτσα εκτελώντας οριζόντια βολή. Να βρείτε:  **5.2.** Την ταχύτητα του σώματος κατά μέτρο και κατεύθυνση αφότου διέφυγε από την ταράτσα της πολυκατοικίας.  **5.3.** Την απόσταση μεταξύ του σημείου από το οποίο διέφυγε από την ταράτσα και του σημείου στο οποίο βρίσκεται τη χρονική στιγμή που περιγράφεται στο ερώτημα 4.2    **5.4.** Γνωρίζουμε ότι όταν το σώμα φτάνει στο οριζόντιο έδαφος, η διεύθυνση της ταχύτητας σχηματίζει γωνία ως προς αυτό, όπου: . Να συγκρίνετε: α) την κατακόρυφη απόσταση του σημείου πτώσης του σώματος στο έδαφος, από το σημείο βολής με β) την οριζόντια απόσταση (βεληνεκές) που διένυσε το σώμα κατά τη διάρκεια της βολής.  Δίδεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στη επιφάνειας της γης , και ότι κάθε είδους τριβή όπως και η αντίσταση από τον αέρα θεωρούνται αμελητέες. |
|  | Αεροπλάνο μάζας πετάει σε οριζόντιο κύκλο περιμένοντας άδεια να προσγειωθεί. Το μέτρο της ταχύτητάς του παραμένει σταθερό και ίσο με . Τα αεροπλάνα στρίβουν πάντα με κατάλληλο τρόπο ώστε να μειώσουν την αίσθηση της επιτάχυνσης στους επιβάτες, η οποία μπορεί να προκαλέσει δυσφορία στους τελευταίους.  Β      **A**  **6.1.** Υπολογίστε την ακτίνα του κύκλου ώστε οι επιβάτες να μην αισθανθούν οριζόντια (κεντρομόλο) επιτάχυνση πάνω από .  **6.2.** Υπολογίστε το μέτρο της μεταβολής της ταχύτητας του αεροπλάνου ανάμεσα στα σημεία Α και Β (όπου Β το σημείο αντιδιαμετρικά του Α).  Ενώ το αεροπλάνο βρίσκεται σε ύψος και στο σημείο B του παραπάνω σχήματος, **αφήνει** ένα πακέτο μάζας να πέσει προς το έδαφος, χωρίς αλεξίπτωτο. Οι διαστάσεις του πακέτου είναι πολύ μικρές, ώστε να μπορούμε να αγνοήσουμε την επίδραση της αντίστασης του αέρα.  **6.3.** Υπολογίστε την οριζόντια απόσταση ανάμεσα στο σημείο B και στο σημείο όπου το πακέτο θα χτυπήσει στο έδαφος (βεληνεκές).  **6.4.** Υπολογίστε την εφαπτομένη της γωνίας που θα σχηματίζει η ταχύτητα του πακέτου με το οριζόντιο επίπεδο όταν το πακέτο θα χτυπήσει στο έδαφος.  Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας |
|  | Σημειακό αντικείμενο μάζας εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση ολισθαίνοντας στην οριζόντια και λεία επιφάνεια τραπεζιού. Το σημειακό αντικείμενο συγκρατείται στην κυκλική του τροχιά, δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου, τεντωμένου, αβαρούς και μη ελαστικού νήματος, μήκους , το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε ακλόνητο σημείο. Η συχνότητα της κυκλικής κίνησης του σημειακού αντικειμένου είναι .  **7.1.** Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος.  Κάποια χρονική στιγμή το νήμα κόβεται και το σημειακό αντικείμενο εκτελεί οριζόντια βολή με αρχική, οριζόντια ταχύτητα μέτρου , ίσου με το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας της ομαλής κυκλικής κίνησης του αντικειμένου. Η επιφάνεια του τραπεζιού απέχει ύψος από το οριζόντιο δάπεδο, στο οποίο στηρίζεται το τραπέζι.  **7.2.** Ποια χρονική στιγμή το σημειακό αντικείμενο προσκρούει στο δάπεδο που στηρίζεται το τραπέζι;  **7.3.** Σε πόση οριζόντια απόσταση από το σημείο που εγκατέλειψε την επιφάνεια του τραπεζιού το σημειακό αντικείμενο προσέκρουσε στο δάπεδο;  **7.4.** Προσδιορίστε την ταχύτητα του σημειακού αντικειμένου τη χρονική στιγμή κατά την οποία προσκρούει στο δάπεδο  Να θεωρήσετε τη βαρυτική επιτάχυνση σταθερή, με μέτρο και να αγνοήσετε τις δυνάμεις που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας στο αντικείμενο. |
|  | Μικρή σφαίρα μάζας κρέμεται δεμένη στο κάτω άκρο αβαρούς μη ελαστικού νήματος, μήκους . Το πάνω άκρο του νήματος είναι δεμένο σε ακλόνητο σημείο Ο, το οποίο απέχει από οριζόντιο δάπεδο (δ), ύψος . Θέτουμε το σύστημα σε αιώρηση με τέτοιο τρόπο ώστε τελικά το σώμα να κινείται σε κατακόρυφο επίπεδο με το νήμα τεντωμένο.  Τη στιγμή που η σφαίρα περνάει από την κατώτερη θέση Γ της κυκλικής τροχιάς της, με το νήμα τεντωμένο και κατακόρυφο, η κεντρομόλος επιτάχυνσή της έχει μέτρο . Ακριβώς τη στιγμή που διέρχεται από τη θέση Γ, το νήμα κόβεται και η σφαίρα με την ταχύτητα που είχε, πραγματοποιεί οριζόντια βολή μέχρι να χτυπήσει στο οριζόντιο δάπεδο. Η σφαίρα φτάνει στο δάπεδο μετά από χρόνο από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας και ότι η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.  Να υπολογίσετε:  **8.1.**Το μήκος του νήματος.  **8.2.**Την οριζόντια απόσταση από το σημείο Γ, του σημείου στο οποίο θα χτυπήσει η σφαίρα στο δάπεδο.  **8.3.** Τη βαρυτική δυναμική ενέργεια της σφαίρας ως προς το οριζόντιο δάπεδο (δ) μετά από χρόνο από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα.  **8.4.** Το μέτρο της ταχύτητας καθώς και την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας με το οριζόντιο δάπεδο, ελάχιστα πριν η σφαίρα προσκρούσει στο δάπεδο. |