**ΘΕΜΑ 4 ( βαρυτικό πεδίο )**

**1)** Παρακολουθώντας συχνά στις ειδήσεις της τηλεόρασης την κίνηση ενός μεταγωγικού διαστημικού οχήματος βλέπουμε να ξεκινά όχι με ιδιαίτερα γρήγορο τρόπο! Θα περίμενε κανείς να εκτοξευθεί με αρχική ταχύτητα πολύ μεγάλη της τάξης της ταχύτητας διαφυγής από την επιφάνεια της Γης. Αντιθέτως όμως παρατηρούμε να ανεβαίνει εκτελώντας ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημά μας θα περιγράψουμε με «επιστημονικό τρόπο» τα βήματα της κίνησης ενός υποθετικού διαστημικού οχήματος.

Τη χρονική στιγμή το διαστημικό όχημα βρίσκεται στην επιφάνεια της Γης, πυροδοτείται και αρχίζει να κινείται κατακόρυφα με σταθερή επιτάχυνση με μηδενική αρχική ταχύτητα. Κάποια χρονική στιγμή τα καύσιμα του τελειώνουν και βρίσκεται σε ύψος από την επιφάνεια της Γης. Εκεί έχει αποκτήσει την ελάχιστη απαιτούμενη ταχύτητα (ταχύτητα διαφυγής) για να εγκαταλείψει στη συνέχεια το γήινο βαρυτικό πεδίο.

Να υπολογίσετε:

**1.1.** Την ταχύτητα του διαστημικού οχήματος στο ύψος .

**1.2.** Το χρόνο της κίνησής του έως τη θέση σε ύψος .

Αν στο ύψος αυτό εκτελεί κυκλική τροχιά ένας δορυφόρος Δ ο οποίος τη στιγμή της εκτόξευσης βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφη θέση να υπολογίσετε:

**1.3.** Την ταχύτητα περιστροφής του δορυφόρου.

**1.4.** Την περίοδο του δορυφόρου και την πιθανότητα να συγκρουστεί με το διαστημόπλοιο.

Δίνονται: H επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης , η ακτίνα της Γης . Επίσης δίνεται ότι το γινόμενο όπου η σταθερά της παγκόσμιας έλξης και είναι η μάζα της Γης.

Η γη θεωρείται ακίνητη και η αντίσταση του αέρα αμελητέα.

**2)** Δύο σώματα Α και Β με μάζες και , που θεωρούνται σημειακά, κρατιούνται ακίνητα σε απόσταση .

Να υπολογίσετε:

**2.1.** το συνολικό δυναμικό του βαρυτικού πεδίου των δύο σωμάτων Α και Β στο μέσο Μ της απόστασής τους.

**2.2.** την απόσταση από το σώμα Α, του σημείου στο οποίο η ένταση του βαρυτικού πεδίου των δύο σωμάτων Α και Β είναι μηδέν.

Κάποια στιγμή τα δύο σώματα Α και Β αφήνονται ελεύθερα, οπότε εξαιτίας της βαρυτικής δύναμης που ασκεί το ένα στο άλλο αρχίζουν να κινούνται πλησιάζοντας μεταξύ τους σε απόσταση . Αν κατά τη διάρκεια της κίνησης των δύο σωμάτων Α και Β δεν ασκείται σε αυτά καμία άλλη δύναμη, να υπολογίσετε:

**2.3.** τον λόγο των κινητικών ενεργειών , των δύο σωμάτων Α και Β, όπου είναι η κινητική ενέργεια του σώματος Α και είναι η κινητική ενέργεια του σώματος Β.

**2.4.** τον λόγο των δυναμικών ενεργειών , όπου  είναι οι δυναμικές ενέργειες του βαρυτικού πεδίου των δύο σωμάτων Α και Β στην αρχική τους απόσταση και στην απόστασή τους , αντίστοιχα.

Δίνεται η σταθερά της παγκόσμιας έλξης .

**3)** Ένας δορυφόρος Α, μάζας , κινείται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος από την επιφάνειά της, όπου , η ακτίνα της Γης.

Να υπολογίσετε:

**3.1.** τη δυναμική ενέργεια του συστήματος Γη-δορυφόρος Α.

**3.2.** το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας , με την οποία περιστρέφεται ο δορυφόρος Α γύρω από τη Γη.

**3.3.** Την ελάχιστη ενέργεια η οποία πρέπει να δοθεί σε ένα σώμα Γ, μάζας, που βρίσκεται μέσα στο δορυφόρο Α, προκειμένου να εγκαταλείψει το δορυφόρο Α και να φτάσει σε άπειρη απόσταση από τη Γη.

Ένας άλλος δορυφόρος Β, μάζας , κινείται στην ίδια κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη με αυτήν που κινείται ο δορυφόρος Α, αλλά με αντίθετη φορά. Κάποια στιγμή οι δύο δορυφόροι Α και Β συγκρούονται πλαστικά.

**3.4.** Να υπολογίσετε το ποσοστό % της αρχικής ενέργειας του συστήματος των δύο δορυφόρων Α και Β που χάνεται κατά την κρούση.

Δίνονται: η ακτίνα της Γης και η επιτάχυνση βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης Για τους αριθμητικούς υπολογισμούς δίνεται .