

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το αντικείμενο θα περιστρέφεται μαζί με τα σημεία της επιφάνειας του αστέρα νετρονίων, εκτελώντας ομαλή κυκλική κίνηση. Η γραμμική ταχύτητά του θα είναι

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rf = 2\pi(10 \text{ km})(700 \text{ Hz}) = 2\pi(10 \times 10^3 \text{ m})(700 \text{ Hz}) = 14\pi \times 10^6 \text{ m/s}$$

Μονάδες 6

4.2. Η κεντρομόλος επιτάχυνση δίνεται πάντα από τον τύπο

$$a_k = \frac{v^2}{R}$$

Στη συγκεκριμένη περίπτωση:

$$a_k = \frac{(14\pi \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{10^4 \text{ m}} = 196\pi^2 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cong 1,96 \times 10^{11} \text{ m/s}^2$$

Η κατεύθυνση της κεντρομόλου επιτάχυνσης θα ήταν προς το κέντρο του αστέρα νετρονίων.

Μονάδες 6

4.3. Η επιτάχυνση βαρύτητας σε απόσταση R από σημειακή μάζα M (ή από το κέντρο σφαιρικής μάζας M) ισούται με την ένταση του πεδίου βαρύτητας και δίνεται από τον τύπο:

$$g = \frac{GM}{R^2} \text{ (1 μονάδα)}$$

Στην επιφάνεια του αστέρα νετρονίων θα είναι :

$$g_{AN} = \frac{2 \times 10^{20} \text{ Nm}^2/\text{kg}}{(10^4 \text{ m})^2} = 2 \times 10^{12} \text{ N/kg} = 2 \times 10^{12} \text{ m/s}^2 \text{ (3 μονάδες)}$$

Σε σχέση με την επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης, η τιμή αυτή είναι:

$$\frac{g_{AN}}{g_{Γης}} = \frac{2 \times 10^{12} \text{ m/s}^2}{10 \text{ m/s}^2} = 2 \times 10^{11}$$

δηλαδή 200.000.000.000 φορές μεγαλύτερη (3 μονάδες).

Μονάδες 7

4.4. Το αντικείμενο, έστω μάζας m , θα κινηθεί μόνο με την επίδραση της βαρύτητας, συνεπώς μπορούμε να εφαρμόσουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.

$$(U + K)_{\text{σε πολυ μεγαλη αποσταση}} = (U + K)_{\text{στην επιφανεια}}$$

$$0 + 0 = \left(-\frac{GMm}{R}\right) + \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2(2 \times 10^{20} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}})}{10^4 \text{ m}}} = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(Στην πραγματικότητα η παραπάνω τιμή είναι μόνο μία εκτίμηση, με δεδομένο πως υπάρχουν και σχετικιστικά φαινόμενα)

Μονάδες 6