

ΕΝΑ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΝΝΙΕΤΑΙ

Ένας πυκνός σφαιρικός πυρήνας μέσα σε ένα γιγαντιαίο μοριακό νέφος διαμέτρου $\Delta = 2,5$ ε.φ πιστοποιήθηκε μέσω της φασματικής γραμμής των 6 cm της φορμαλδεΐδης ότι περιέχει 200 μόρια H_2/cm^3 . Η % κ.β περιεκτικότητα του νέφους είναι: 90% H_2 , 9% He και 1% σκόνη. Ο κάθε σφαιρικός κόκκος έχει διάμετρο $2\ \mu = 2 \times 10^{-6}\text{ m}$ και πυκνότητα $\rho_k = 1,5\text{ g/cm}^3$. Δίνονται:

Γραμμομοριακή μάζα $\text{H}_2 = 2\text{ g/mole}$, γραμμομοριακή μάζα $\text{He} = 4\text{ g/mole}$, αριθμός Avogadro $N_A = 6 \times 10^{23}$ μόρια/mole, μάζα ήλιου $M_H = 2 \times 10^{30}\text{ kg}$, $1\text{ ε.φ} = 9,5 \times 10^{12}\text{ km}$, όγκος σφαίρας $V_{\text{σφ}} = \frac{4}{3}\pi R^3$ όπου R η ακτίνα της σφαίρας. Ζητούνται:

A) Η συνολική μάζα του νέφους και η πυκνότητά του.

B) Η μάζα του He και της σκόνης που περιέχονται στο νέφος καθώς και ο αριθμός των κόκκων σκόνης.

Γ) Από την βαρυτική κατάρρευση του νέφους προέκυψε ένα αστέρι που βρέθηκε να έχει μάζα όσο $2,55$ ηλιακές. Οι αστρικοί άνεμοι του νεογέννητου αστεριού απομακρύνουν τα υπολείμματα αερίου και σκόνης. Πόση είναι η μάζα των αερίων που έμειναν; Αν ένα πρωταστέρι για να εξελιχθεί σε αστέρι πρέπει να έχει μάζα το 8% της ηλιακής, θα μπορούσαν τα υπολείμματα αερίου να δώσουν άλλο ένα αστέρι; Η μάζα της γης είναι $M_T = 6 \times 10^{24}\text{ kg}$ και του αερίου γίγαντα Δία $M_\Delta = 2 \times 10^{27}\text{ kg}$. Θα μπορούσαν τα υπολείμματα αερίου και σκόνης να δώσουν πλανητικό σύστημα με αέριους γίγαντες και βραχώδεις πλανήτες;

ΛΥΣΗ

A) Η ακτίνα του σφαιρικού πυρήνα είναι $R_\Pi = \Delta/2 = 1,25\text{ ε.φ} = 1,25 \times 9,5 \times 10^{15}\text{ m} = 11,875 \times 10^{15}\text{ m}$, έτσι ο όγκος του πυρήνα θα είναι $V_\Pi = \frac{4}{3}\pi R_\Pi^3 = 7 \times 10^{48}\text{ m}^3 \Rightarrow V_\Pi = 7 \times 10^{54}\text{ cm}^3$

Επομένως ο αριθμός των μορίων υδρογόνου στο νέφος θα είναι $N_{\text{υδρ}} = 200$ μόρια/ $\text{cm}^3 \times 7 \times 10^{54}\text{ cm}^3 \Rightarrow N_{\text{υδρ}} = 14 \times 10^{56}$ μόρια

$\text{mole H}_2 = N_{\text{υδρ}}/N_A = (14 \times 10^{56}) : (6 \times 10^{23}) = 2,33 \times 10^{33}\text{ mole}$

Μάζα $\text{H}_2 = (2\text{ g/mole}) \times 2,33 \times 10^{33}\text{ mole} \Rightarrow \text{Μάζα H}_2 = 4,66 \times 10^{33}\text{ g}$

Όμως το υδρογόνο αποτελεί το 90% της μάζας του νέφους M_v άρα $0,9M_v = 4,66 \times 10^{33} \text{ g} \Rightarrow$ **ΜΑΖΑ ΝΕΦΟΥΣ $M_v = 5,18 \times 10^{33} \text{ g} = 5,18 \times 10^{30} \text{ kg}$**

Και πυκνότητα νέφους $\rho_v = M_v/V_n = (5,18 \times 10^{33} \text{ g}) : (7 \times 10^{54} \text{ cm}^3) \Rightarrow$

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΝΕΦΟΥΣ = $\rho_v = 7,4 \times 10^{-20} \text{ g/cm}^3$

ΣΗΜ.1 Η μέση πυκνότητα της μεσοαστρικής ύλης στον γαλαξία μας είναι $\rho = 2 \times 10^{-24} \text{ g/cm}^3$ και για να καταρρεύσει ένα νέφος πρέπει να έχει 5 – 10 φορές μεγαλύτερη πυκνότητα από τη μέση.

ΣΗΜ.2 Η πυκνότητα του αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας είναι $1,28 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$, δηλαδή η μεσοαστρική ύλη είναι περίπου 10^{20} φορές αραιότερη από τον αέρα, ένα σχεδόν κενό που όμως μέσα του συμβαίνουν ...μαγικά πράγματα.

Β) Μάζα He = $M_{\text{He}} = 0,09 \times M_v \Rightarrow M_{\text{He}} = 4,7 \times 10^{32} \text{ g}$

Μάζα σκόνης = $M_\sigma = 0,01 \times M_v \Rightarrow M_\sigma = 5,18 \times 10^{31} \text{ g}$

Όγκος κόκκου σκόνης $V_k = \frac{4}{3} \pi R_k^3 = \frac{4}{3} \pi (10^{-6})^3 = 4,187 \times 10^{-18} \text{ m}^3 \Rightarrow$

$V_k = 4,187 \times 10^{-12} \text{ cm}^3$ και η μάζα κάθε κόκκου $m = \rho_k V_k = 6,28 \times 10^{-12} \text{ g}$ αν

N_k ο αριθμός των κόκκων σκόνης στο νέφος τότε $N_k 6,28 \times 10^{-12} = 5,18 \times 10^{31} \Rightarrow$

ΚΟΚΚΟΙ ΣΚΟΝΗΣ ΣΤΟ ΝΕΦΟΣ $N_k = 8 \times 10^{42}$

Γ) Μάζα αερίων στο νέφος = Μάζα H_2 + Μάζα He = $4,66 \times 10^{33} + 0,47 \times 10^{33} \Rightarrow$

Μάζα αερίων στο νέφος = $5,13 \times 10^{33} \text{ g}$

Μάζα αστέρα = $5,1 \times 10^{33} \text{ g}$

Μάζα αερίων που έμειναν = $0,03 \times 10^{33} \text{ g} = 0,03 \times 10^{30} \text{ kg}$

$8\% M_{\text{ήλιου}} = 0,16 \times 10^{30} \text{ kg}$

Συμπεραίνουμε επομένως ότι τα αέρια που περίσσεψαν δε θα μπορούσαν να σχηματίσουν κι άλλο αστέρι. Μία μάζα αερίων όμως ίση με $3 \times 10^{28} \text{ kg}$ που είναι αρκετά μεγαλύτερη από τη μάζα του Δία θα μπορούσε να σχηματίσει αέριους γίγαντες.

Επίσης η μάζα της σκόνης είναι πολύ μεγαλύτερη από τη μάζα της γης, θα μπορούσαν επομένως να σχηματιστούν και βραχώδεις πλανήτες.