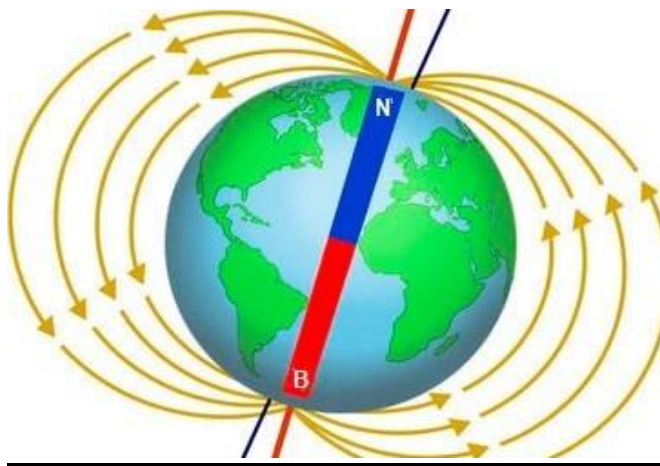


ΚΙΝΗΣΗ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΚΟΣΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΓΗΣ



A) Ηλεκτρόνιο κοσμικής ακτινοβολίας εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της γης με ταχύτητα $7,5 \times 10^6$ m/s σε μία μικρή περιοχή πάνω από τον ισημερινό όπου μπορούμε να θεωρήσουμε το μαγνητικό πεδίο ομογενές με $B = 10^{-5}$ T και την ταχύτητα του ηλεκτρονίου κάθετη στη B. Να βρεθεί η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του ηλεκτρονίου.

B) Με τις ίδιες προϋποθέσεις όπως στο A ερώτημα, ένα ηλεκτρόνιο και ένα πρωτόνιο κοσμικής ακτινοβολίας εισέρχονται στην ατμόσφαιρα της γης. Οι τιμές ταχύτητας και έντασης μαγνητικού πεδίου του A ερωτήματος δεν υφίστανται στο B.

B1) Πόσο μεγαλύτερη θα είναι η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του πρωτονίου από την αντίστοιχη του ηλεκτρονίου αν τα σωματίδια εισέρχονται με την ίδια ταχύτητα.

B2) Πόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι η ταχύτητα του ηλεκτρονίου από αυτή του πρωτονίου ώστε να διαγράψει κυκλική τροχιά ακτίνας όση το πρωτόνιο.

B3) Ποια η σχέση των ακτίνων των κυκλικών τροχιών των δύο σωματιδίων αν εισέλθουν στην ατμόσφαιρα με την ίδια κινητική ενέργεια.

B4) Ποια η σχέση των ακτίνων των κυκλικών τροχιών των δύο σωματιδίων αν εισέλθουν στην ατμόσφαιρα με την ίδια ορμή.

Δίνονται και για τα δύο ερωτήματα: $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg , $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg , $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C.

ΛΥΣΗ

$$\text{A)} r = mu/Be \Rightarrow r = 4,27 \text{ m}$$

$$\text{B)} \frac{r_p}{r_e} = \frac{m_p v_p}{m_e v_e} \quad (1)$$

$$\text{B1)} v_p = v_e \Rightarrow (1) \frac{r_p}{r_e} = \frac{m_p}{m_e} = 1833 \Rightarrow r_p = 1833 r_e$$

$$\text{B2)} r_p = r_e \Rightarrow (1) v_e = \frac{m_p}{m_e} v_p \Rightarrow v_e = 1833 v_p$$

$$\text{B3)} K_p = K_e \Rightarrow \frac{1}{2} m_p v_p^2 = \frac{1}{2} m_e v_e^2 \Rightarrow \frac{v_p}{v_e} = \sqrt{\frac{m_e}{m_p}} \quad (2)$$

$$(1)(2) \Rightarrow \frac{r_p}{r_e} = \sqrt{\frac{m_p}{m_e}} \Rightarrow r_p = 42,8 r_e$$

$$\text{B4)} P_p = P_e \Rightarrow m_p v_p = m_e v_e \Rightarrow (1) \quad r_p = r_e$$

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Ο πλανήτης μας δέχεται κατά ριπάς μία **ισοτροπική** ακτινοβολία προερχόμενη κυρίως από γαλαξιακές πηγές αλλά και από εξωγαλαξιακές πηγές και από τον ήλιο. Η ακτινοβολία αυτή είναι γνωστή σαν **κοσμική ακτινοβολία**.

Η σύνθεση αυτής της ακτινοβολίας στην ανώτερη ατμόσφαιρα της γης είναι 98% πρωτόνια κυρίως και άλλοι βαριοί πυρήνες και 2% ηλεκτρόνια. Οι ταχύτητες των σωματιδίων της κοσμικής ακτινοβολίας ποικίλουν από πολύ μεγάλες έως σχετικιστικές. Προφανώς όσο μεγαλύτερη ταχύτητα έχουν τα σωματίδια τόσο πιο επικίνδυνα είναι. Χαρακτηριστικά τα σχετικιστικά ηλεκτρόνια της δεύτερης ζώνης Van Allen χαρακτηρίζονται σαν «**φωνικά ηλεκτρόνια**» καθώς είναι πολύ δεισδυτικά προκαλώντας ζημιές στα ηλεκτρονικά συστήματα δορυφόρων και διαστημοπλοίων και καμία στολή αστροναύτη δε μπορεί να τα συγκρατήσει κατά 100%. Παρενθετικά η κοσμική

ακτινοβολία αποτελεί ακόμα πονοκέφαλο στη NASA για τις μελλοντικές αποστολές μεγάλης διάρκειας στον Άρη και στη Σελήνη. Να σημειώσουμε ότι στον διεθνή διαστημικό σταθμό μόλις στα 500 km η παραμονή αστροναυτών είναι λιγότερο από 1 χρόνο.

Η γη απέναντι στην κοσμική ακτινοβολία έχει διπλή θωράκιση. Το μαγνητικό πεδίο και την ατμόσφαιρά της.

Το μαγνητικό πεδίο της γης

Το μαγνητικό πεδίο της γης οφείλεται στην κίνηση αγώγιμου ρευστού κυρίως από Fe στον εξωτερικό πυρήνα(**φαινόμενο δυναμό**). Έχει τη μορφή μαγνητικού πεδίου ραβδόμορφου μαγνήτη με βόρειο μαγνητικό πόλο κοντά στον νότιο γεωγραφικό(περίπου 11 μοίρες) και νότιο μαγνητικό κοντά στον βόρειο γεωγραφικό. Αυτά μέχρι τις 5 ακτίνες γης γιατί σε μεγαλύτερες αποστάσεις το μαγνητικό πεδίο της γης συνδιαμορφώνεται με το μεταφερόμενο μέσω του ηλιακού ανέμου μαγνητικό πεδίο του ήλιου. Προς τη μεριά του ήλιου ο ηλιακός άνεμος συμπιέζει το μαγνητικό πεδίο της γης, ενώ στην αντίθετη πλευρά τεντώνει το μαγνητικό πεδίο της γης δημιουργώντας μία ουρά σαν κομήτης (**μαγνητοουρά**). Το όλο σύστημα που προκύπτει ονομάζεται **γήινη μαγνητόσφαιρα** και είναι ένα πολυδαίδαλο σύστημα στο οποίο έχουν στήσει «χορό» τα κάθε είδους υποατομικά σωματίδια και αντισωματίδια. Η κίνηση στη μαγνητόσφαιρα επηρεάζεται εν πολλοίς από την ηλιακή δραστηριότητα που έχει έναν 11ετή κύκλο. Στο μέγιστο της ηλιακής δραστηριότητας ενισχύεται ο ηλιακός άνεμος από **στεματικές εκτοξεύσεις μάζας(πλάσμα)** κυρίως όμως από τις τεραστίων διαστάσεων **ηλιακές εκλάμψεις**(έκλυση κυρίως σχετικιστικών πρωτονίων).

Ενώ το μαγνητικό μας πεδίο αποκρούει τα σωματίδια που προέρχονται από τη μεριά του ήλιου έχει την μαγνητοουρά που είναι η Αχίλλειος πτέρνα της καθώς από εκεί εισέρχονται όχι μόνο σχετικιστικά σωματίδια αλλά και μικρότερης σχετικά ενέργειας. Στο μέγιστο της ηλιακής δραστηριότητας μπορεί να έχουμε από απείρου κάλους φαινόμενα όπως το **πολικό σέλας**, μέχρι ένα γενικό Μπλακ άουτ που θα φέρει τον πολιτισμό μας 300 χρόνια πίσω. Τα σχετικά ήπια φαινόμενα λέγονται **υποκαταιγίδες** και μπορεί να προκαλέσουν τοπικά Μπλακ άουτ, ενώ τα βίαια **γεωμαγνητικές καταιγίδες**. Η όλη δραστηριότητα μέσα στη μαγνητόσφαιρα διαμορφώνει τον λεγόμενο **διαστημικό καιρό**. Τα τελευταία

χρόνια έχουν γίνει σημαντικά βήματα για την πρόγνωση του διαστημικού καιρού και συνεχίζονται.

Η ατμόσφαιρα της γης

Τα σωματίδια που τελικά φτάνουν στην ανώτερη ατμόσφαιρα(**πρωτογενής κοσμική ακτινοβολία**) αλληλεπιδρούν με τα μόρια του αέρα και θρυμματίζονται σε άλλα μικρότερα με μία σειρά από αλυσιδωτές αντιδράσεις που προκαλούν έναν καταγισμό υποατομικών σωματιδίων που φτάνουν στη γη(μεσόνια μ και π , νετρόνια, νεutrίνο, πρωτόνια , ηλεκτρόνια , φωτόνια). Τα σωματίδια αυτά αποτελούν την **δευτερογενή κοσμική ακτινοβολία**. Τα μ μεσόνια (μιόνια) και τα νεutrίνο είναι πολύ διεισδυτικά και ανιχνεύονται από υπόγειους ανιχνευτές. Τα νετρόνια καταγράφονται και από επίγειους σταθμούς(έχουμε και εμείς στο ΕΚΠΑ). Η καταγραφή των νετρονίων μας δίνει την ένταση της πρωτογενούς κοσμικής ακτινοβολίας έμμεσα μέσω της δευτερογενούς. Παρενθετικά τα μιόνια ήταν από τις πρώτες εφαρμογές της διαστολής του χρόνου και συστολής του μήκους καθώς ο χρόνος ημιζωής τους δεν τους επιτρέπει να φτάσουν στη γη, ως προς το δικό τους σύστημα αναφοράς όμως ο χρόνος φτάνει και περισσεύει.