

Φυσική των Αστέρων 2022-2023

2η ομάδα ασκήσεων
Παράδοση Κυριακή 18/12/2022

Απορίες: stboula@phys.uoa.gr

Ασκήσεις

1. Χρησιμοποιώντας την προσέγγιση Eddington για μια παραλληλεπίπεδη ατμόσφαιρα, προσδιορίστε τις τιμές των I_{in} και I_{out} ως συναρτήσεις του κατακόρυφου οπτικού βάθους. Σε τι βάθος είναι η ακτινοβολία ισοτροπική με σφάλμα το πολύ 1%;

2. Θεωρήστε μια οριζόντια παραλληλεπίπεδη πλάκα αερίου με πάχος L η οποία διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία T . Υποθέστε ότι το αέριο έχει οπτικό βάθος τ_λ με $\tau_{\lambda,0} = 0$ στην κορυφή της πλάκας. Υποθέστε, επίσης, ότι προσπίπτουσα ακτινοβολία με ένταση I_λ εισέρχεται στο κάτω μέρος της πλάκας από το εξωτερικό. Χρησιμοποιήστε τη γενική λύση της εξίσωσης της διάδοσης για να δείξετε ότι όταν κοιτάτε την πλάκα από πάνω, βλέπεται ακτινοβολία μέλανος σώματος εάν $\tau_\lambda \gg 1$. Εάν $\tau_\lambda \ll 1$, δείξτε ότι βλέπετε γραμμές απορρόφησης σε υπέρθεση με το φάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας εάν $I_\lambda > S_\lambda$ και γραμμές εκπομπής σε υπέρθεση με το φάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας εάν $I_\lambda < S_\lambda$. (Αυτές οι δύο τελευταίες περιπτώσεις αντιστοιχούν στις φασματικές γραμμές που σχηματίζονται στη φωτόσφαιρα και στη χρωμόσφαιρα του Ήλιου.) Μπορείτε να υποθέσετε ότι η συνάρτηση πηγής S_λ , δε μεταβάλλεται με τη θέση μέσα στο αέριο. Μπορείτε επίσης να θεωρήσετε θερμοδυναμική ισορροπία όταν $\tau_\lambda \gg 1$.

3. Η πλάτυνση πίεσης (λόγω της παρουσίας των ηλεκτρικών πεδίων των γειτονικών ιόντων) είναι ασυνήθιστα αποδοτική στις φασματικές γραμμές του υδρογόνου. Χρησιμοποιώντας τη γενική καμπύλη ανάπτυξης για τον Ήλιο (Σχ. 1) με αυτές τις πλατιές γραμμές απορρόφησης του υδρογόνου θα έχει ως αποτέλεσμα μια υπερεκτίμηση του ποσού του διαθέσιμου υδρογόνου. Ο επόμενος υπολογισμός, παρ' όλα αυτά, δείχνει πόσο πολύ άφθονο είναι το υδρογόνο στον Ήλιο. Οι δύο ηλιακές γραμμές απορρόφησης που δίνονται στον Πίνακα 1 ανήκουν στη σειρά Paschen, και παράγονται όταν ένα ηλεκτρόνιο κάνει μια μετάβαση προς τα πάνω από το τροχιακό $n = 3$ στο άτομο του υδρογόνου.

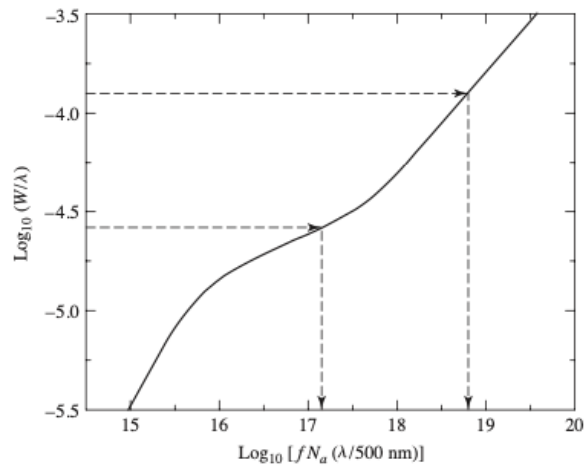
(α) Χρησιμοποιώντας τη γενική καμπύλη ανάπτυξης για τον Ήλιο, βρείτε τον N_a , τον αριθμό των ατόμων υδρογόνου που απορροφούνται ανά μονάδα επιφάνειας της φωτόσφαιρας (αυτά με τα ηλεκτρόνια

$\lambda(\text{nm})$	$w(\text{nm})$	f
1093.8 (<i>Paγ</i>)	0.22	0.0554
1004.9 (<i>Paδ</i>)	0.16	0.0264

Πίνακας 1: Δεδομένα για τις Ηλιακές Γραμμές Υδρογόνου.

να βρίσκονται αρχικά στο τροχιακό $n = 3$).

(β) Χρησιμοποιήστε τις εξισώσεις Boltzmann και Saha για να υπολογίσετε τον συνολικό αριθμό των ατόμων υδρογόνου πάνω από κάθε τετραγωνικό μέτρο της φωτόσφαιρας του Ήλιου.



Σχήμα 1: Μια γενική καμπύλη ανάπτυξης για τον Ήλιο. Σχήμα από Carroll-Ostle.