

אסטרופיזיקה וקוסמולוגיה 2012/3 – תרגיל 5

1. חשבו כמה רחוק ניתן היה לראות דרך האטמוספירה של כדור הארץ לו הייתה לה האטימות של הפוטוספירה בשמש. לצורך החישוב השתמשו בכך שהצפיפות באטמוספירה היא:
 $\rho = 1.2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{gram}}{\text{cm}^3}$ והאטימות לאורך גל של 500 ננומטר בשמש היא: $k = 0.3 \frac{\text{cm}^2}{\text{gram}}$.
2. הקורונה היא הילה ספרית של פלסמה חמה מאד המקיפה את השמש. הטמפרטורה בקורונה מגיעה למיליוני מעלות, הרבה מעל הטמפרטורה על שפת השמש שהיא מסד"ג של 6000 מעלות. בזמן ליקוי חמה, ניתן לראות את הקורונה מאירה באור לבן, הודות לפיזור תומסון של קרינת השמש ע"י אלקטרונים חופשיים בקורונה. בהנחה שהצפיפות המספרית בקורונה היא $10^6 \frac{\text{particles}}{\text{cm}^3}$ ושהגודל של הקורונה הוא בקירוב טוב רדיוס השמש, מצאו את τ בקורונה. השתמשו בתוצאות הללו על מנת לחשב את השבר של אור השמש שמפוזר דרך הקורונה.
3. **רמז:** הפרוטונים כבדים בהרבה מהאלקטרונים ולכן אינם תורמים משמעותית לתהליכי הפיזור.
 א. הראו כי הכוח המחזיר הפועל על אלמנט גז באטמוספירה שעובר הסחה Δz כלפי מעלה ניתן על ידי: $F = -\omega_B^2 \Delta z \equiv -\frac{g}{\rho} \left[\frac{\Delta \rho}{\Delta z} - \frac{\delta \rho}{\Delta z} \right] \Delta z$ (כאשר $\Delta \rho$ השינוי בצפיפות האטמוספירה בעקבות השינוי בגובה Δz , $\delta \rho$ השינוי בצפיפות אלמנט הגז בעקבות ההסחה). התדירות ω_B ידועה בתור תדירות ברונט-ואיסאלה.
 ב. הראו כי במקרה בו האלמנט מתפשט אדיאבטית: $\omega_B^2 = -g \left[\frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{1}{P} \frac{\Delta P}{\Delta z} - \frac{1}{T} \frac{\Delta T}{\Delta z} \right]$.
 ג. הסעה תתרחש כאשר אלמנט גז שכזה לא יוחזר חזרה למיקום ההתחלתי שלו. בהינתן פרופיל הטמפרטורה האמיתי בכוכב $\left(\frac{dT}{dr} \right)_{\text{actual}}$, ובהשתמש בתוצאות השאלה הקודמת, נסחו את התנאי להסעה.
 ד. הסעה תתרחש כאשר אלמנט גז שכזה לא יוחזר חזרה למיקום ההתחלתי שלו. בהינתן פרופיל הטמפרטורה האמיתי בכוכב $\left(\frac{dT}{dr} \right)_{\text{actual}}$ ו $\left(\frac{dT}{dr} \right)_{\text{ad}} = -\frac{g}{c_p}$ שחישבתם בשיעור, נסחו את התנאי להסעה במונחי אנטרופיה בלבד.
4. קרבו את אטמוספירת כדור הארץ להיות איזותרמית והעריכו מספרית את תדירות ברונט-ואיסלה באטמוספירה (שימו לב שעליכם להעריך את μ לצורך החישוב. לשם כך הניחו שיש 80% N_2 ו-20% O_2 באטמוספירה).
5. קרן אור עם עוצמה התחלתית ליח' תדר $I_{\nu 0}$ נכנסת לתווך בו גז בעל צפיפות אחידה ρ , אטימות קבועה ליח' תדר k_ν , ופונקציית מקור קבועה $S_\nu = k_\nu B_\nu(T)$. מצאו את עוצמת הקרן ליח' תדר כפונקציה של ההתקדמות בתווך. שרטטו סכמטית את התוצאה שקיבלתם והסבירו אותה. מהו האורך האופייני בתהליך?