

אסטרופיזיקה וקוסמולוגיה 2012/3 – תרגיל 2

1. א. פתחו את חוק ההסחה של ויין ($\lambda_{\max} T = \text{const}$) מתוך חוק פלאנק.
 רמז: השתמשו בכך שאורך הגל שבו מתקבל המקסימום של פונקצית גוף שחור (λ_{\max}) מקיים:

$$e^{\frac{hc}{kT\lambda_{\max}}} \gg 1 \iff \frac{hc}{\lambda_{\max}} \gg kT$$
 ב. חשבו את אורך הגל λ_{\max} עבור הכוכבים: Spica ($T = 24,500K$) והשמש ($T = 5770K$). באילו תחומים (אינפרא אדום, אופטי, אולטרא סגול...) יוצאים אורכי הגל הנ"ל?
 2. השתמשו בפונקצית פלאנק ע"מ לקבל את חוק סטפן בולצמן (הערה: הכוונה כאן היא לתלות $F \sim T^4$, אין צורך לחשב את הקבוע המספרי המדויק).
 3. נתון כוכב ספרי (וגוף שחור מושלם) עם טמפ' (על פני השטח) של $T = 28,000K$ ורדיוס של $R = 5.16 * 10^{11} \text{cm}$.
 נניח שמרחקו של הכוכב מכדוה"א הוא 180pc . מצאו את ההארה של הכוכב ואת השטף המתקבל על כדוה"א.
 4. נתון כוכב ניוטרונים ברדיוס של $R = 12 \text{km}$ ובמרחק של 100pc . על פני כדוה"א מדדו כי השטף המתקבל מהכוכב הוא:
 $F = 10^{-5} \frac{\text{ergs}}{\text{cm}^2 \text{sec}}$ בטמפ' של 10KeV . מדוע התוצאה הזו מוזרה? הציעו פתרון פיזיקלי לסתירה.
 5. א. השתמשו בחוק פלאנק והוכיחו כי I_ν בתדירות מסוימת היא פונקציה עולה של הטמפרטורה. כלומר, גוף חם יותר פולט יותר אנרגיה בכל יחידת תדר, מגוף קר.
 ב. השתמשו בפונקצית פלאנק וקבלו את גבול ריילי ג'ינס לאורכי גל גדולים ($\frac{hc}{\lambda} \ll kT$).
 6. שני כוכבים m_1, m_2 מהווים זוג בינארי. הכוכבים נעים במסלולים מעגליים ברדיוסים: r_1 ו r_2 סביב מרכז המסה המשותף שלהם. עבור זוג בינארי כנ"ל. ידוע שהמערכת היא *eclipsing binary* (כלומר שמדי פעם אחד הכוכבים מסתיר את השני מכדוה"א) עם מחזור של 11 יום. בנוסף, ממדידות דופלר, ידוע כי $v_{1r} = 75 \text{km sec}^{-1}$ ו $v_{2r} = 100 \text{km sec}^{-1}$. מהן המסות של כל אחד מהכוכבים ומה ההפרדה ביניהם?
 7. א. הראו כי $\frac{m_2^3}{(m_1+m_2)^2} \sin^3 i = \frac{P}{2\pi G} v_{1r}^3$ (כאשר v_{1r} המהירות של כוכב 1 בכיוון קו הראייה, P זמן המחזור של הקפת כל אחד מהגופים את מרכז המסה המשותף, m_1 מסות הגופים i הזווית בין קו הראייה לציר הסיבוב).
 ב. שימו לב שאגף ימין במשוואה מהסעיף הקודם בנוי מגדלים תצפיתיים בלבד. אגף שמאל ידוע בתור פונקציה המסה. הראו כי אגף שמאל של הביטוי תמיד קטן מ m_2 . מדוע תכונה זו שימושית לאסטרונומיה?
 8. פלנטה ברדיוס ובמסה של כדוה"א (6400ק"מ ו $6 * 10^{24} \text{kg}$) בהתאמה) מסתובבת סביב כוכב של $2M_\odot$. באיזה דיוק צריך למדוד את מהירות הכוכב (כפונקציה של רדיוס ההקפה של הפלנטה וביחידות של AU) על-מנת לגלות את הפלנטה?
 הערה: שימו לב שרק עבור הכוכב ניתן לבצע מדידות דופלר למציאת המהירות.
 9. פלנטה ברדיוס כדוה"א מסתובבת סביב כוכב ברדיוס $R = 10^{11} \text{cm}$. בהנחה שהיא עושה ליקוי לכוכב, באיזה דיוק צריך למדוד את העוצמה על מנת לגלות את הפלנטה?
 הערה: שימו לב שמדידות העוצמה במקרים אלו הן מדידות של עוצמה יחסית ולא אבסולוטית, כלומר העוצמה בזמן הליקוי ביחס לעוצמה הרגילה.