

אסטרופיזיקה וקוסמולוגיה 2012/3 – תרגיל 4

1. א. נתון ננס לבן העשוי כולו פחמן ובעל מסה M . מהי הטמפרטורה במרכז הכוכב הדרושה על מנת להסיר את הניון?
ב. במרכז השמש: $T_c = 1.5 \cdot 10^7 \text{ K}$, $\rho_c = 1.5 \cdot 10^2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. האם השמש מנוונת במרכזה?
2. מצאו את המהירות הזוויתית המירבית בה יכולים הגופים הבאים להסתובב:
א. כוכב ניוטרונים ברדיוס 10 ק"מ ובמסה $1.5M_\odot$.
ב. ננס לבן ברדיוס 5500 ק"מ ובמסה $1M_\odot$.
ג. האם ניתן להגיע לאותה מסקנה ללא חישוב מפורש?
3. נצפים שני ננסים לבנים (לא יחסותיים) באותה טמפרטורה ובהפרש מגניטודות אבסולוטיות: $M_A - M_B = 3$. מהו יחס המסות של הכוכבים?
4. בצפיפות נמוכות, ניוטרונים אינם יציבים והם דועכים לאלקטרונים ופרוטונים. סכום מסות המנוחה של האלקטרון והפרוטון קטן ממסת המנוחה של הניוטון ב:
 $dE = (m_N - m_p - m_e)c^2 = 780 \text{ KeV}$. מה צריכה להיות הצפיפות המספרית של האלקטרונים על מנת שאנרגיית פרמי שלהם תהיה שווה ל- dE ותמנע את הדעיכה? שימו לב שמסת האלקטרון קטנה בהרבה ממסת הפרוטון ולכן האלקטרונים נהיים מנוונים לפני הפרוטונים. לצורך החישוב, הניחו לכן, שרק האלקטרונים מנוונים.
הראו כי ההתוצאה שקיבלתם מתאימה לצפיפות חומרית של $\rho = 1.2 \cdot 10^7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
רמז: מה הקשר בין הצפיפות המספרית של האלקטרונים לזו של הפרוטונים?
5. נתון כוכב ניוטרונים בצפיפות גבוהה מאד, כך שהאלקטרונים, הפרוטונים והניוטונים כולם אולטרא-רלטיוויסטים. הראו כי במקרה זה: $\frac{n_p}{n_n} = \frac{1}{8}$. הסבירו מדוע תוצאה זו תקפה רק עבור כוכבי הניוטונים המאסיביים ביותר.
רמז: התוצאה לא תלויה ב- dE .
6. חשבו את זמן המחזור ואת גודל השדה המגנטי של השמש לו הייתה קורסת לכוכב ניוטרונים ברדיוס עשרה ק"מ. לצורך החישוב השתמשו ברדיוס השמש: $R_\odot = 7 \cdot 10^{10} \text{ cm}$, השדה המגנטי שלה: $B_\odot = 1.6 \text{ Gauss}$, תדירות הסיבוב שלה: $\omega_\odot = 2.8 \cdot 10^{-6} \text{ sec}^{-1}$ ובכך שבמהלך הקריסה נשמרים התנע הזוויתי והשטף המגנטי הניצב למישור הסיבוב.