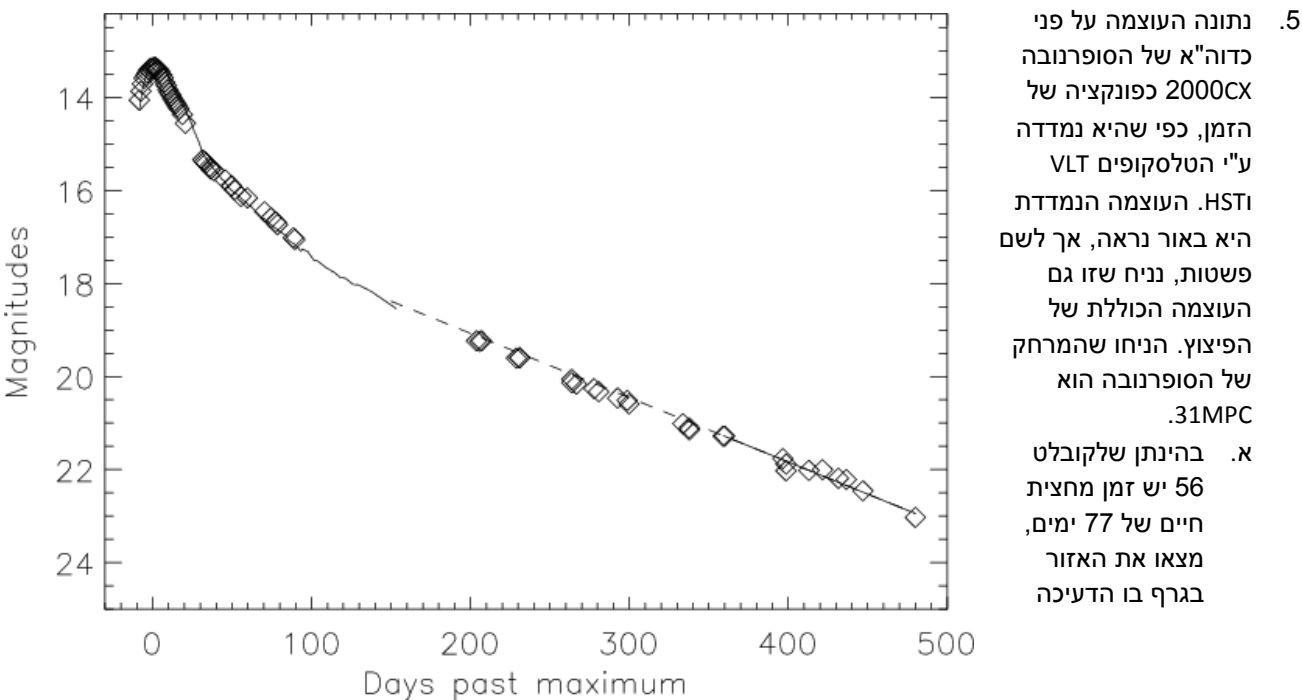


## אסטרופיזיקה וקוסמולוגיה 2012/3 – תרגיל 8

1. א. בסופרנובה טיפוסית רוב המסה ההתחלתית של הכוכב מועפת החוצה כתוצאה מהפיצוץ במהירויות גבוהות. הניחו שהמסה הנפלטת היא  $15M_{\odot}$  ושהמהירות הסופית היא  $v_{\infty} = 3 * 10^8 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$  ומצאו את האנרגיה הקינטית של החומר המועף.
  - ב. התפוצצויות סופרנובה הן בהירות במיוחד. בשיא הפיצוץ המגניטודה האבסולוטית מגיעה ל  $M \approx -19$ . השתמשו בכך שהמגניטודה האבסולוטית של השמש היא:  $M_{\odot} = 4.83$ , וחשבו פי כמה בהירה יותר סופרנובה טיפוסית מהשמש. באיזה מרחק צריכה להיות הסופרנובה ע"מ שהשטף המגיע ממנה לכדור"א יהיה זהה לזה של השמש.
  - ג. הבהירות של סופרנובה טיפוסית מגיעה לשיאה כעבור עשרה ימים. השמש בהירה פחות אך תאיר במשך כעשרה מיליארד שנה. העריכו את סך האנרגיה שנפלטת ע"י סופרנובה טיפוסית והשוו לזו שתפלט מהשמש בימי חייה.
  - ד. הסופרנובה הקרובה ביותר לכדור"א בעת המודרנית ידועה בתור 1987A. הניטרינים שנפלטו מ1987A היו בעלי אנרגיות אופייניות של 20MeV. הודות למסה הזניחה של הניטרינים, ניתן בקירוב טוב לחשוב עליהם כעל פוטונים. מצאו את אורך הגל המתאים לאנרגית הניטרינים. הניחו כי באורך גל זה מתרחש המקסימום של התפלגות פלאנק המתארת ספקטרום של גוף שחור של ניטרינים. מהי הטמפרטורה המתאימה? הניטרינים נפלים מכוכב נייטרונים ברדיוס עשרה ק"מ. התחשבו בכך שיש שישה סוגים של ניטרינים שנצרים בפיצוץ וחשבו את ההארה של הסופרנובה בניטרונים. לבסוף, בהינתן שהניטרינים נפלים מהפיצוץ במשך כעשרים שניות, חשבו את סך האנרגיה שנפלטת בניטרינים והשוו לתוצאות סעיף ג.
2. הפיצוץ של 1987A התרחש במרחק של 51KPC מכדור הארץ. הייתה זו הפעם הראשונה בה נמדד באופן ישיר שטף הניטרינים שליווה סופרנובה. מבין הניטרינים הללו, לאחד נמדדה אנרגיה של 20MeV, ולאחר אנרגיה של 10MeV. הניטרינו הפחות אנרגטי הגע באיחור של עשר שניות ביחס לקודם. בהנחה ששני הניטרינים נפלטו באותו המקום ובאותו הזמן, מצאו חסם למסת הניטרינו (ביחידות של  $\frac{eV}{c^2}$ ).
3. ליבת ברזל של כוכב עם מסה של  $2.5M_{\odot}$  מתחילה בקונפוגורציה ספרית ברדיוס 5000 ק"מ. מצאו לאיזה רדיוס סופי יש לכווץ את המסה ע"מ שהאנרגיה הגרביטציונית המשתחררת בתהליך תוכל להזין סופרנובה באנרגיה של  $10^{53} \text{ergs}$ .
4. ליבה של  $1.4M_{\odot}$  (כוכב עם מסה כוללת  $10.4M_{\odot}$  ורדיוס של  $R_{\odot}$ ) קורסת ויוצרת סופרנובה (type II). הניחו כי כל האנרגיה המשתחררת בקריסת הליבה משתחררת בניטרינים, ו3% מהניטרינים מעבירים את האנרגיה שלהם אל הקליפה של הכוכב. העריכו את הרדיוס הסופי של הליבה הדרוש ע"מ לגרום לקליפה להיפלט עם מהירות סופית של  $v_{\infty} = 6 * 10^8 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ . לצורך החישוב הניחו כי הכוכב בצפיפות אחידה והשתמשו במשפט הויריאל.



- נשלטת ע"י קובלט וחשבו מן הגרף כמה מסות שמש של קובלט היו דרושות על מנת לספק את ההארה הנראית.
- ב. לניקל 56 יש זמן מחצית חיים של 6 ימים. מצאו את האזור בגרף בו הדעיכה נשלטת ע"י ניקל, וחשבו מן הגרף כמה מסות שמש של ניקל היו דרושות ע"מ לספק את ההארה הנראית. האם התוצאה קונסיסטנטית עם ההנחה שמקורו של כל הקובלט הוא מניקל?
- ג. הסבירו מדוע זמן העלייה של ההארה נותן חסם על זמן הדיפוזיה. מצאו מתוך הגרף את החסם הזה. בנוסף, הניחו שהקליפה החיצונית של הכוכב מתפשטת במהירות של 2400 ק"מ בשנייה והשתמשו בתוצאה ע"מ לתת חסם על כמות המסה במעטפת.