ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

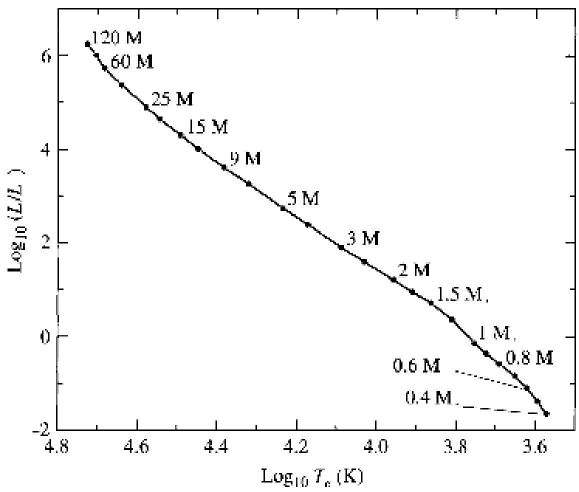
2Η ΠΡΟΟΔΟΣ

- ✓ ΔΙΚΑΙΩΜΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΕΧΟΥΝ ΟΣΟΙ ΕΧΟΥΝ ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ 4.5 ΣΤΗΝ 1Η ΠΡΟΟΔΟ ΚΑΙ ΕΧΟΥΝ ΚΑΝΕΙ ΣΧΕΤΙΚΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΤΟ ECLASS ΚΑΙ ΣΤΟ MY-STUDIES
- ✓ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ 60 ΛΕΠΤΑ
- ✓ ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΕΚΤΥΠΩΜΕΝΟΥ Ή ΧΕΙΡΟΓΡΑΦΟΥ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟΥ (ΜΕΧΡΙ 2 ΣΕΛΙΔΕΣ)
- ✓ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΘΑ ΣΚΑΝΑΡΕΤΕ ΚΑΙ ΘΑ ΑΝΕΒΑΣΕΤΕ ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΑΣ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΣΕ ΕΝΑ ΑΡΧΕΙΟ ΜΕ ΟΝΟΜΑ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΜΗΤΡΩΟΥ ΣΑΣ (20XXXXXXX) ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗ (π.χ. .pdf, .jpeg, .png) ΣΤΟ ECLASS ΣΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ. ΠΑΡΑΚΑΛΕΙΣΤΕ ΝΑ ΑΡΙΘΜΗΣΕΤΕ ΤΙΣ ΣΕΛΙΔΕΣ, ΚΑΙ ΝΑ ΓΡΑΨΕΤΕ ΤΟ ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΑΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΜΗΤΡΩΟΥ ΣΑΣ ΣΤΗ ΠΡΩΤΗ ΣΕΛΙΔΑ.
- ✓ ΘΑ ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΕΙ ΠΡΟΦΟΡΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΑΝΑΚΟΙΝΩΘΕΙ ΣΤΟ ECLASS

ΘΕΜΑΤΑ

ΑΠΑΝΤΑΤΕ ΚΑΙ ΣΤΑ ΕΞΙ ΘΕΜΑΤΑ.

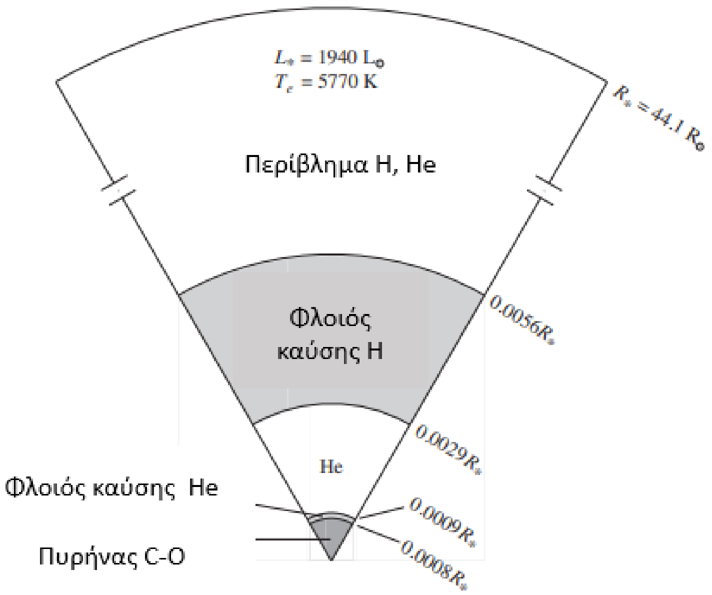
1. Στο παρακάτω διάγραμμα δίνεται η φωτεινότητα συναρτήσει της ενεργού θερμοκρασίας για άστρα της κύριας ακολουθίας (ΚΑ) διαφορετικής μάζας, με χημική σύσταση X=0.7, Y=0.27, Z=0.03. Υπολογίστε και σημειώστε κατά προσέγγιση πάνω στο διάγραμμα το όριο Eddington για ένα άστρο 120 ηλιακών μαζών. Υποθέστε ότι η αδιαφάνεια οφείλεται σε σκέδαση ηλεκτρονίων. Συγκρίνετε με την φωτεινότητα του άστρου πάνω στη ΚΑ. Σχολιάστε.



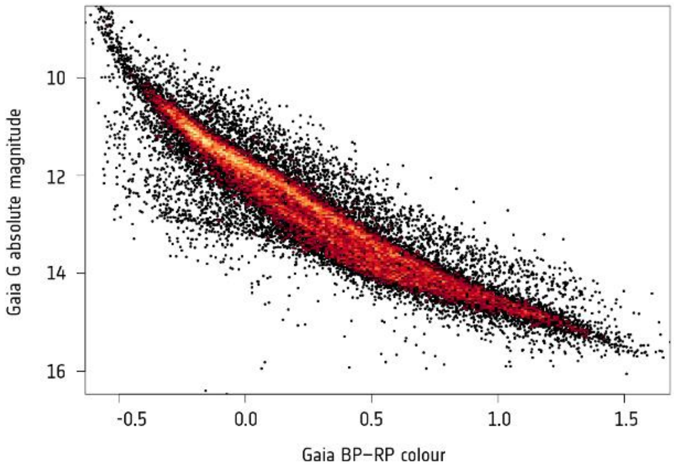
2. Δείξτε ότι η μέγιστη φωτεινότητα που μπορεί να μεταφερθεί με ακτινοβολία σε ένα άστρο είναι ανάλογη του $T^3\mu/\rho\bar{\kappa}$, όπου T η ενεργός θερμοκρασία, μ το μέσο μοριακό βάρος, ρ η πυκνότητα και $\bar{\kappa}$ η μέση αδιαφάνεια. Με βάση αυτή τη σχέση σκεφτείτε δύο περιπτώσεις στην αστρική εξέλιξη που η παραγόμενη ισχύς είναι μεγαλύτερη από αυτό το όριο. Τι συμβαίνει τότε;

3. Φτιάξτε ένα διάγραμμα $logT$ – $log\rho$ με το οποίο να μπορούμε να διαχωρίσουμε τις περιοχές πυκνότητας και θερμοκρασίας στις οποίες επικρατεί είτε η πίεση ακτινοβολίας είτε η πίεση αερίου (υποθέστε μία τυπική τιμή για το μέσο μοριακό βάρος 0.5). Να εξηγήσετε πως ακριβώς προκύπτει το διάγραμμα αυτό.

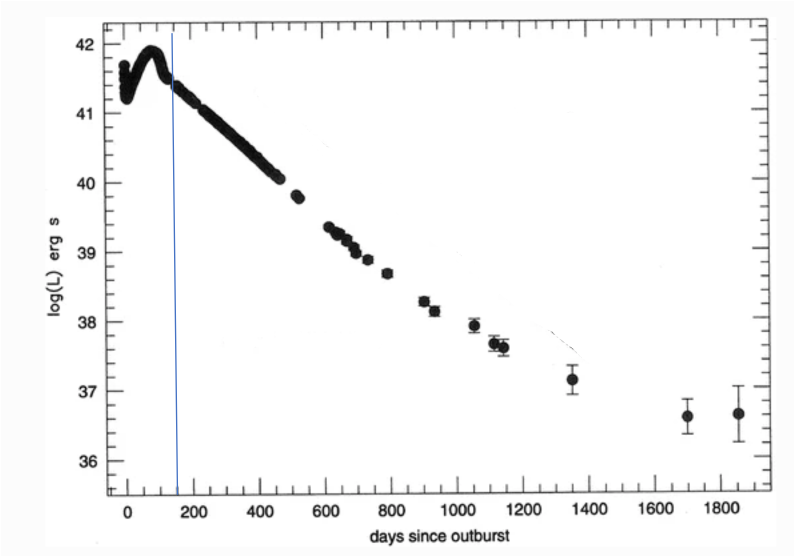
4. Εξηγείστε σε ποια φάση αστρικής εξέλιξης και σε ποια περιοχή αρχικών μαζών (περίπου) αναφέρεται το παρακάτω διάγραμμα. Στη συνέχεια εξηγείστε τι συμβαίνει στη φάση αυτή. Σχεδιάστε ένα σχηματικό HR διάγραμμα που να δείχνει την εξελικτική πορεία ενός τέτοιου άστρου, και υποδείξτε την περιοχή στην οποία αναφέρεται το διάγραμμα που σας δίδεται.



5. Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται το διάγραμμα χρώματος - απόλυτου μεγέθους για λευκούς νάνους στον γαλαξία μας. Εξηγείστε τι είναι αυτό που παρατηρείτε. Να υποδείξετε πάνω στο διάγραμμα (μπορείτε να το αποτυπώσετε πρόχειρα στο γραπτό σας): (α) Που περίπου βρίσκονται οι γηραιότεροι σε ηλικία και που οι νεότεροι ΛΝ, (β) που βρίσκονται οι ΛΝ μικρής μάζας και που οι ΛΝ μεγαλύτερης μάζας, (γ) που βρίσκονται οι ΛΝ στη φάση κρυστάλλωσης.



6. Στο διάγραμμα που ακολουθεί δίνεται η βολομετρική καμπύλη φωτός της SN1987a στο Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου ($logL$ σε $erg\ s^{-1}$ συναρτήσει του χρόνου σε μέρες από την έκρηξη). Εξηγείστε τη μορφή της καμπύλης αυτής μετά περίπου από τη μέρα 150 από την έκρηξη. Σχεδιάστε πάνω στο διάγραμμα (το οποία θα αποτυπώσετε πρόχειρα στο γραπτό σας) το «μοντέλο» που προτείνετε. Να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.



ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

$L_{\odot} = 3.85 \times 10^{33}\mathrm{ergs}^{-1}$
$f_{\odot} \equiv S = 1.367 \times 10^{6}\mathrm{ergs}^{-1}\mathrm{cm}^{-2}$ (ηλιακή σταθερά)
$M_{\odot} = 1.9891\mathrm{x}10^{30}$ kg
$R_{\odot} = 6.957 \times 10^{8} m$
$R_{\oplus} = 6.371 \times 10^{6} m$
$r_{\oplus} = 1AU = 1.496 \times 10^{11} m$
$1\mathrm{Jy} = 10^{-26}\mathrm{Wm}^{-2}\mathrm{Hz}^{-1}$
1 Parsec = 3.0857×10^{16} m
$\mathrm{h} = 6.62607015 \times 10^{-34}\mathrm{m}^{2}\mathrm{kg/s}$
$k_B = 8.6\ 10 - 5eV\ K^{-1}$
$m_e = 9.1093837 \times 10^{-31}$ kg
$m_{\mathrm{p}} = 1{,}67262158\ \times 10^{-27}$ kg
$e = 1.60217663 \times 10^{-19}$Cb
$\mathrm{G} = 6.6743\ \times\ 10^{-11}\ \mathrm{m}^{3}\ \mathrm{kg}^{-1}\ \mathrm{s}^{-2}$
$\frac{dI_\nu}{ds} = -I_\nu(\alpha_\nu + \sigma_\nu) + \alpha_\nu B_\nu + \sigma_\nu J_\nu$ (για μέσο που εκπέμπει θερμικά, και για ελαστική σκέδαση)
$\tau_\nu(s) = \int_{s_o}^{s} a_\nu\,(s')ds'$
$B_\nu(T) = \frac{2h\nu^3/c^2}{\exp(h\nu/k_BT)-1}$
$x = 3(1-e^{-x}) \Rightarrow x = 2.82$, $y = 5(1-e^{-y}) \Rightarrow y = 4.97$, $\int_0^\infty \frac{x^3dx}{e^x-1} = \pi^4/15$
$g_1B_{12} = g_2B_{21} \qquad A_{21} = \frac{2h\nu^3}{c^2}B_{21}$
$j_\nu = \frac{h\nu_0}{4\pi}n_2A_{21}\phi(\nu) \qquad \alpha_\nu = \frac{h\nu}{4\pi}\phi(\nu)(n_1B_{12} - n_2B_{21}) \qquad S_\nu = \frac{2h\nu^3}{c^2}\left(\frac{g_2n_1}{g_1n_2} - 1\right)^{-1}$
$\frac{n_1}{n_2} = \frac{g_1\exp\,(-E/k_BT)}{g_2\exp\,[-(E+h\nu_0)/k_BT]} = \frac{g_1}{g_2}\exp\,(h\nu_0/k_BT)$
$n_v dv = n\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{3/2} e^{-mv^2/2k_BT}4\pi v^2dv$
$\frac{N_{i+1}n_e}{N_i} = \frac{Z_eZ_{i+1}}{Z_i}\left(\frac{2\pi m_ek_BT}{h^2}\right)^{3/2} e^{-\chi_i/k_BT}$
$\frac{1}{\alpha_R} \equiv \frac{\int_0^\infty (\alpha_\nu+\sigma_\nu)^{-1}\frac{\partial B_\nu}{\partial T}d\nu}{\int_0^\infty \frac{\partial B_\nu}{\partial T}d\nu}$
$\alpha_{bf} = \frac{64\pi^4me^{10}}{3\sqrt{3}c^4h^6}z'^4\frac{g_{bf}}{n^5}\lambda^3 \propto \lambda^3\ n^{-5}\ (\lambda < \lambda_n)$ όπου $\lambda_n = \frac{ch^3n^2}{2\pi^2me^4z'^2}$
$a_{\mathrm{ff}}(\lambda, z', v) = \frac{4\pi}{3\sqrt{3}}\frac{e^6}{c^4hm^2}z'^2\frac{g_{\mathrm{ff}}}{v}\lambda^3$
$\alpha_e = \frac{8}{3}\pi\left(\frac{e^2}{mc^2}\right)^2 = 6.654\ \times 10^{-29}m^2$
κ_R (ή σ_R) $= \kappa_e\left(\frac{\lambda_{\mathrm{L}}}{\lambda}\right)^4$, λ_{L}=1026A
$\bar{\kappa}_{\mathrm{ff}} = 3.68 \times 10^{18}\overline{g_{\mathrm{ff}}}\,(1-Z)(1+X)\frac{\rho}{T^{3.5}}\mathrm{m}^2\mathrm{kg}^{-1}$
$\bar{\kappa}_{\mathrm{H}^-} \approx 7.9 \times 10^{-34}(Z/0.02)\rho^{1/2}T^9\mathrm{m}^2\mathrm{kg}^{-1}$
$\bar{\kappa}_{\mathrm{es}} = 0.02(1+X)\mathrm{m}^2\mathrm{kg}^{-1}$
Balmer series: $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right)$ *for* $m = 3,4,5,\ldots$, $R_H = 1.09677583 \times 10^7\ \mathrm{m}^{-1}$
$2\Delta\lambda_{1/2} = \frac{2}{c}\sqrt{\frac{2kT}{m}ln2}\,\lambda_o$
$\alpha_\nu = \frac{\pi e^2}{mc}f\frac{\Gamma_{\mathrm{rad}}+\Gamma_{\mathrm{coll}}}{4\pi^2}\frac{1}{\{\nu-[\nu_0+\nu_0(v_l/c)]\}^2+[(\Gamma_{\mathrm{rad}}+\Gamma_{\mathrm{coll}})/4\pi]^2}$

$$t_{\mathrm{ff}} = \left(\frac{3\pi}{32}\frac{1}{G\rho_0}\right)^{1/2}$$

$$M_J \simeq \left(\frac{5kT}{G\mu m_H}\right)^{3/2}\left(\frac{3}{4\pi\rho_0}\right)^{1/2}$$

$$\frac{\mathrm{dP_{rad}}}{\mathrm{dr}} = -\frac{\bar{\kappa}\rho}{\mathrm{c}}\mathrm{F_{rad}}$$

$$\frac{dP}{dr} = -G\frac{M_r\rho}{r^2} \qquad \frac{dM_r}{dr} = 4\pi r^2\rho \qquad \frac{dL_r}{dr} = 4\pi r^2\rho\varepsilon$$

$$\frac{dT}{dr} = -\frac{3}{4ac}\frac{\bar{\kappa}\rho}{T^3}\frac{L_r}{4\pi r^2} \ \text{για}\ \frac{dlnP}{dlnT} < \frac{\gamma}{\gamma-1}$$
$$= -\left(1-\frac{1}{\gamma}\right)\frac{\mu m_H}{k}\frac{GM_r}{r^2} \ \text{για}\ \frac{dlnP}{dlnT} > \frac{\gamma}{\gamma-1}$$

$$\mathrm{t_{KA}} \sim \mathrm{M}^{-(\beta+7)/(\beta+1)}$$

$$P_{\mathrm{rad}} = \frac{1}{3}aT^4$$

$$P_{ic} = \frac{3}{4\pi R_{ic}^3}\left(\frac{M_{ic}kT_{ic}}{\mu_{ic}m_H} - \frac{1}{5}\frac{GM_{ic}^2}{R_{ic}}\right)$$

$$\left(\frac{M_{ic}}{M}\right)_{\mathrm{SC}} \simeq 0.37\left(\frac{\mu_{\mathrm{env}}}{\mu_{ic}}\right)^2$$

$$\mu = \frac{\sum_j N_jA_j}{\sum_j N_j}, \quad \mu = \frac{\sum_j N_jA_j}{\sum_j N_j(\mathrm{Z}_j+1)}$$

$$r_{ix} = \left(\frac{2}{kT}\right)^{3/2}\frac{n_in_x}{(\mu_m\pi)^{1/2}}\int_0^\infty S(E)e^{-bE^{-1/2}}e^{-E/kT}dE\ ,\ b \equiv \frac{\pi\mu_m^{1/2}Z_1Z_2e^2}{2^{1/2}\epsilon_0 h}$$

$$\varepsilon_{pp} \simeq \varepsilon'_{0,pp}\rho X^2 f_{pp}\psi_{pp}C_{pp}T_6^4$$
$$\varepsilon_{\mathrm{CNO}} \simeq \varepsilon'_{0,\mathrm{CNO}}\rho XX_{\mathrm{CNO}}T_6^{19.9}$$
$$\varepsilon_{3\alpha} \simeq \varepsilon'_{0,3\alpha}\rho^2Y^3f_{3\alpha}T_8^{41.0}$$

$$E_b = \Delta mc^2 = \left[Zm_p + (A-Z)m_n - m_{\mathrm{nucleus}}\right]c^2$$

^{44}Ti $\tau_{1/2} = 59.1$y , ^{56}Ni $\tau_{1/2} = 6.1$d, ^{65}Ni $\tau_{1/2} = 2.5$h, ^{56}Co $\tau_{1/2} = 77.2$d, ^{57}Co $\tau_{1/2} = 271.8$d
^{55}Fe $\tau_{1/2} = 2.7$y, ^{59}Fe $\tau_{1/2} = 44.5$d

$$\varepsilon_F = \frac{h^2N^2}{8mL^2} = \frac{\hbar^2}{2m}(3\pi^2 n)^{2/3}$$

$$P_{\varepsilon\kappa\varphi,\mu\eta\ \sigma\chi\varepsilon\tau\iota\kappa\ e^-} = \frac{(3\pi^2)^{2/3}}{5}\frac{\hbar^2}{m_e}\left[\left(\frac{Z}{A}\right)\frac{\rho}{m_H}\right]^{5/3}$$

$$P_{\varepsilon\kappa\varphi,\sigma\chi\varepsilon\tau\iota\kappa\ e^-} = \frac{(3\pi^2)^{1/3}}{4}\hbar c\left[\left(\frac{Z}{A}\right)\frac{\rho}{m_H}\right]^{4/3}$$

$$P_{\varepsilon\kappa\varphi,\nu\varepsilon\tau\rho o\nu\iota\alpha} = K\rho^\gamma, \gamma = \frac{5}{3}, K = \frac{3^{2/3}\pi^{4/3}}{5}\frac{\hbar^2}{m_n^{8/3}}$$

$$B_p\ \sin\alpha = \left(\frac{12\mathrm{M}c^3\dot{\Omega}}{5R^4\Omega^3}\right)^{1/2}$$

$$r_g = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\Delta\tau = \left(\frac{2}{9GM}\right)^{\frac{1}{2}}(r_1)^{\frac{3}{2}}$$

$$\mathrm{d}s^2 = c^2\left(1-\frac{2GM}{rc^2}\right)dt^2 - \left(1-\frac{2GM}{rc^2}\right)^{-1}dr^2$$