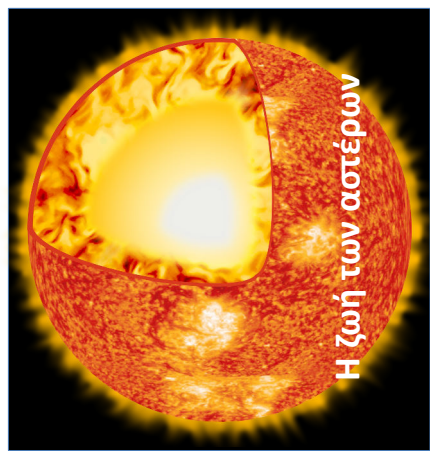




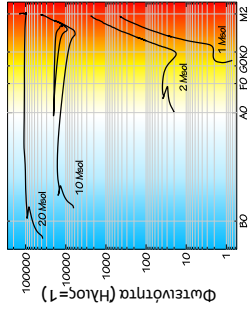
Sylvia Ekström
University of Geneva



Το Σύμπαν στην τσέπη μου

Φασματικό τύπος	Φωτεινότητα	Φασματικός τύπος
G2	1	Μετέλκις
A1	25	Κανωπός
F0	13600	
M2	105000	

- 1) Ποιο είναι το πιο ψυχρό από αυτά τα αστέρια; Το πιο θερμό;
- 2) Ποιες είναι οι μέρες αυτών των αστεριών;
- 3) Ποια δεν έχουν τελειώσει την καύση όλου του υδρογόνου στον πυρήνα τους;
- 4) Ποια αστέρια θα κάνουν υπερκαινοφανή έκρηξη (σуперновά);
- 5) Ποιο αστέρι θα ζήσει περισσότερο;



Κουίζ

Αυτό το διάγραμμα δείχνει την εξέλιξη των άστρων 1, 2, 10 και 20 ηλιακών μαζών. Ποιο θα γίνει το απόλοιπο αστέρι σε αυτά

Όλα συμβαίνουν στον πυρήνα

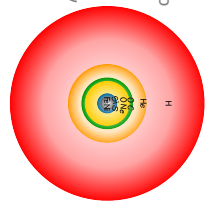
Παράγουμε την **επιφάνεια** των άστρων, αλλά όλα όσα καθορίζουν την εξέλιξή τους λαμβάνουν χώρα στον πυρήνα τους. Αυτός θερμαίνεται σε αρκετά εκατομμύρια βαθμούς από τη βαρυτική συστολή, η οποία είναι αρκετά θερμή για να πυροδοτήσει **πυρηνικές αντιδράσεις**.

Αυτές οι αντιδράσεις συντηρούν το αστέρι επειδή η ενέργεια που παράγουν δημιουργεί μια πίεση που αντισταθμίζει τη βαρύτητα. Οι πυρηνικές αντιδράσεις που μετατρέπουν το υδρογόνο σε ήλιο (βλ. TUIMP 14) συντηρούν το αστέρι για το 90% της ζωής του. Τα αστέρια μικρότερης μάζας συντηρούν πρωτόνια για να σχηματίσουν ήλιο (**αλυσίδες πρωτονίου-πρωτονίου**). Τα αστέρια μεγαλύτερης μάζας χρησιμοποιούν τους πυρήνες άνθρακα, αζώτου και οξυγόνου ως καύσιμα (**κύκλος CNO**), γεγονός που τους επιτρέπει να παράγουν πολύ περισσότερη ενέργεια, αλλά με πολύ μικρότερη διάρκεια ζωής.

13

Τα αστέρια: εργασία στα αστέρια

Αφού κάψουν υδρογόνο και στη συνέχεια ήλιο στους πυρήνες τους, τα πιο ζεστά άστρα αρχίζουν να καίγονται σε **νέον, οξυγόνο και πυρίτιο** ως καύσιμα, σχηματίζοντας βαρύτερα στοιχεία καθώς το αστέρι παράγει όλο και περισσότερα **νετρίνα**, τα οποία απομακρύνονται από τον πυρήνα χωρίς να θερμαίνουν το αστέρι. Ο άνθρωπος καίγεται σε λίγες χιλιάδες χρόνια, ενώ το πυρίτιο μπορεί να υποστηρίξει το αστέρι μόνο για λίγες μέρες! Μερικά από τα στοιχεία που παράγονται στους αστρικούς πυρήνες εκτοξεύονται στο διαστρικό μέσο από πλανητικά νεφελώματα ή σουπερνόβα. Άλλα παραμένουν για πάντα φυλακισμένα σε λευκούς νάνους, αστέρια νετρονίων ή μαύρες τρύπες και δεν συμμετέχουν στη χημική εξέλιξη του Σύμπαντος.

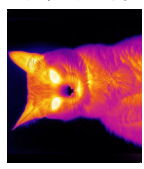


Όλα τα βαριά στοιχεία παράγονται στα αστέρια. Αυτός ο πίνακας δείχνει σε ποιο τύπο αστέριού παράγονται (C. Kobayashi 2020)

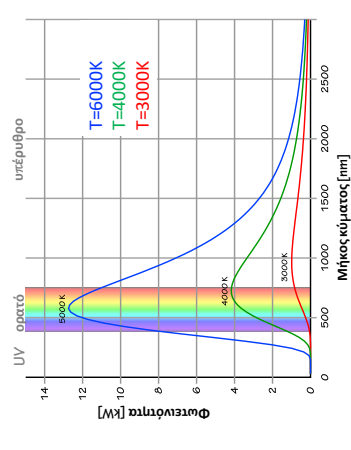
Εξελικτική διαδρομή	Παραγωγή στοιχείων	Παραγωγή στοιχείων
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15
16	17	18
19	20	21
22	23	24
25	26	27
28	29	30
31	32	33
34	35	36
37	38	39
40	41	42
43	44	45
46	47	48
49	50	51
52	53	54
55	56	57
58	59	60
61	62	63
64	65	66
67	68	69
70	71	72
73	74	75
76	77	78
79	80	81
82	83	84
85	86	87
88	89	90
91	92	93
94	95	96
97	98	99
100	101	102

12

4



Φωτογραφία μιας γάτας που τραβήχτηκε με θερμική κάμερα, ευαίσθητη στο υπέρυθρο. Καθώς η μύτη είναι πιο κρύα, φαίνεται λιγότερο φωτεινή.



Αυτό το διάγραμμα δείχνει τη φωτεινότητα ενός σώματος ως συνάρτηση του μήκους κύματος. Όσο πιο ψυχρό είναι το σώμα, τόσο περισσότερη η κορυφή φωτεινότητας μετακινείται προς μεγαλύτερα μήκη κύματος.

Γιατί λείπουν τα αστέρια

Αναρωτιόμαστε εδώ και καιρό τι κάνει τον ήλιο να λείπει. Μήπως καίει άνθρακα; Μήπως υφίσταται χημικές αντιδράσεις; Τελικά συνειδητοποιήσαμε ότι ο ήλιος λείπει απλώς επειδή είναι φτιαγμένος από πολύ θερμό αέριο, το οποίο είναι φωτεινό στο ορατό φως. Ανάλογα με τη θερμοκρασία τους, τα σώματα κορυφώνονται σε φωτεινότητα σε διαφορετικά μήκη κύματος. Το δικتانό διάγραμμα δείχνει τη φωτεινότητα ως συνάρτηση του μήκους κύματος. Τα αστέρια λείπουν περισσότερο στο ορατό φως. Τα έμβια όντα είναι επίσης φωτεινά, αλλά στο υπέρυθρο. Εάν συγκρίνουμε την ενέργεια που εκπέμπει μια γάτα ανά μονάδα μάζας, είναι 5.000 φορές μεγαλύτερη από αυτή που εκπέμπει ο ήλιος ανά μονάδα μάζας, επειδή οι χημικές αντιδράσεις (ο μεταβολισμός μας) είναι πιο αποτελεσματικές στην παραγωγή θερμότητας.

5

