

TEKSTIOSA

6.6.2005

AMMATTIKORKEAKOULUJEN TEKNIKAN JA LIIKENTEEN VALINTAKOE

YLEISOHJEITA

Valintakoe on kaksiosainen:

- 1) Lue oheinen teksti huolellisesti. Lukuaikaa on 20 minuuttia. Voit tehdä merkintöjä artikkeliin.
- 2) Ennen tehtävien suorittamista artikkeli kerätään pois. Tämän jälkeen jaetaan tekstiosaan liittyvät tehtävät ja samalla kertaa myös toinen osa, jossa ovat matematiikan, loogisen päättelyn ja fysiikan/kemian tehtävät. Aikaa molempien osien tehtävien tekoon on yhteensä 2 h 45 min.

ÄLÄ KÄÄNNÄ SIVUA ENNEN KUIN VALVOJA ANTAA LUVAN!

Hannu Karttunen

Tähdet kertovat maailmankaikkeuden muutoksista

Öinen tähtitaivas on kaunis, mutta useimmista nuo himmeät valopisteet saattavat tuntua jokseenkin tarpeettomilta. Silloin unohdetaan, että ilman kauan sitten kuolleita tähtisukupolvیا meitäkään ei olisi täällä ihailemassa yötaivasta.

Maailmankaikkeuden alkuräjähdyksessä syntyi vetyä ja heliumia, mutta ei juuri lainkaan muita alkuaineita. Sellaisessa maailmassa ei voi muodostua Maan kaltaisia planeettoja eikä meille tuttuja elämän muotoja. Niihin tarvittavat raskaammat alkuaineet ovat rakentuneet vasta myöhemmin tähtien ydinreaktioissa.

Tähtienvälinen avaruus ei ole tyhjää täynnä, vaan siellä on hyvin harvaa ainetta, aikoinaan vain vetyä ja heliumia, mutta nykyisin hiukan myös raskaampia alkuaineita ja molekyyilejä, jopa etyylialkoholia ja aminohappoja. Painovoima ja säteily vaikuttavat tämän aineen liikkeisiin niin, että siihen voi muodostua tihentymiä. Jos tihentyminen on tarpeeksi suuri, se alkaa luhistua kokoon oman painovoimansa vaikutuksesta.

Epäsäännöllisen kaasumöykyn puristuessa kokoon se todennäköisesti hajoaa pienemmiksi pilviksi, mikä vastaa havaintoja: tähdet eivät yleensä synny yksin, vaan samalle alueelle muodostuu samaan aikaan kokonainen parvi tähtiä.

Pääsarjan tähti pursuu energiaa

Kun kaasupilvi tiivistyy, sen lämpötila nousee ja lopulta vety-ytimien liike-energia tulee niin suureksi, että ne voivat törmätä huolimatta niiden välisestä sähköisestä poistovoimasta ja fuusioitua heliumytimiksi. Tähti aloittaa nyt pitkän ja rauhallisen kehitysvaiheen, jota sanotaan pääsarjavaiheeksi. Se asettuu tasapainoon, jossa tähteä kokoon puristava painovoima ja sitä hajottamaan pyrkivä säteilyn paine kumoavat toisensa.

Aurinkomme on hyvin tavallinen pääsarjan tähti, joka kuluttaa 600 miljoonaa tonnia vetyä sekunnissa. Suurin osa siitä fuusioituu heliumiksi, mutta samalla 4 miljoonaa tonnia häviää ja muuttuu energiaksi kaavan $E = mc^2$ mukaisesti.

Tähdet ovat tavallaan hyvin yksinkertaisia olioita. Niiden kehitystä voidaan tutkia tähtimallien avulla, jotka kuvaavat massan ja lämpötilan jakaumia sekä energian syntyä ja siirtymistä tähden sisällä. Lähtötiedoiksi tarvitaan vain tähden massa ja kemiallinen koostumus. Jo kohtalaisen alkeellisilla menetelmillä voidaan laskea likimäärin, millaisia havaittavia ominaisuuksia tähdellä on. Tosin tarkkuuden parantaminen vaatii sitten paljon enemmän töitä ja lukuisten yksityiskohtien huomioonottamista.

Mallin perusteella voidaan laskea, miten kemiallinen koostumus muuttuu ydinreaktioissa ja sen perusteella muutetaan mallin parametreja. Näin pystytään seuraamaan tähden kehittymistä ajan mittaan. Mallilaskujen mukaan tähden massan on oltava ainakin noin 8 % Auringon massasta, jotta fuusioreaktiot käynnistyisivät. Jos massa on pienempi, kohde vain jäähtyy hiljalleen hiipuvana ruskeana kääpiönä. Toisaalta jos massa on luokkaa 100 Auringon massaa, syntyvän tähden säteily on niin voimakasta, että se puhaltaa pois syntyvään tähteen vielä putoavan aineen. Suoranaista tietoa tähtien massoista on saatu tutkimalla kaksoistähtien liikkeitä, ja havainnot osoittavat massojen olevan todellakin teorian ennustamissa rajoissa.

Jos tähdet merkitään kuvaan, jossa vaaka-akselilla on lämpötila (tai väri tai spektri-luokka) ja pystyakselilla todellinen kirkkaus, saadaan kaavio, joka tunnetaan nimellä Hertzsprungin-Russellin diagramma tai yksinkertaisesti vain HR-diagramma. Siinä erottuu selvä vinottain kulkeva tihentymä. Sen tähdet ovat juuri rauhallisessa pääsarjavaiheessa olevia tähtiä.

Pienet tähdet elävät pitempään

Pääsarjavaiheen aikana tähti ei juuri muutu. Hyvin hitaasti se kyllä kirkastuu ainekoostumuksen ja rakenteen muuttuessa. Esimerkiksi Aurinko on nyt noin kymmenen miljardia vuotta kestävän pääsarjavaiheensa puolivälissä, mutta laskujen mukaan jo miljardin vuoden kuluttua se tulee niin kuumaksi, että elämä Maassa käy mahdottomaksi. Tämä muutos on kuitenkin niin hidasta, että sitä on turha tarjota selitykseksi lyhyen aikavälin ilmastomuutoksille.

Pääsarjavaiheen kesto riippuu hyvin voimakkaasti tähden massasta. Voisi kuvitella, että massiivisilla tähdillä riittää polttoainetta pitemmäksi ajaksi kuin pienemmillä, mutta tilanne on juuri päinvastainen. Kaikkein massiivisimpien tähtien sisällä on niin kuumaa ja ydinreaktiot niin voimakkaita, että pääsarjavaihe kestää vain muutamia miljoonia vuosia. Kaikkein pienimmillä tähdillä sen sijaan reaktiot ovat niin hitaita, että polttoainetta riittää jopa 30 miljardin vuoden ajaksi, mikä on yli kaksi kertaa maailmankaikkeuden nykyinen ikä. Yksikään niistä ei ole vielä ehtinyt pääsarjavaiheensa loppuun.

Tähti pystyy käyttämään vain pienen osan vedystään. Vedyn fuusion lähetessä loppuaan tähden rakenne muuttuu ja kehitys käy mutkikkaammaksi.

Kaikkein pienimmät tähdet vain jäähtyvät ja himmenevät hiljalleen ilman dramaattisia loppuvaiheita. Raskaammilla tähdillä vedyn fuusio siirtyy lähemmäs pintaa, ja säteilyn paine pullistaa tähden yhä isommaksi. Samalla sisäosissa voi käynnistyä uudenlaisia ydinreaktioita, joissa helium fuusioituu vielä raskaammiksi alkuaineiksi. Kaikkein raskaimmat tähdet koostuvat useista kerroksista, joissa syntyy alkuaineita aina rautaan saakka.

Tähden paisuessa sen kirkkaus kasvaa ja väri muuttuu punaisemmaksi. Tähdestä tulee punainen jättiläinen. HR-diagrammassa se siirtyy pääsarjasta ylös ja oikealle. Auringolla tämä tapahtuu noin viiden miljardin vuoden kuluttua, jolloin sen pinta ulottuu Maan radan paikkeille.

Räjähävät supernovat

Jättiläisvaiheessa tähti saattaa joutua epävakaaseen tilaan ja ruveta sykkimään, jolloin sen kirkkaus muuttuu jaksollisesti. Joissakin tähdissä voi tapahtua myös purkauksia, jotka aiheuttavat epäsäännöllisempää kirkkauden vaihtelua.

Lopulta Auringon kaltaisten tähtien ulko-osat paisuvat säteilyn vaikutuksesta ja leviävät avaruuteen melko tasaisesti laajenevana kaasukuorena. Tällaisia kohteita alettiin 1700-luvulla kutsua planetaarisiksi sumuiksi, koska ne kaukoputkella näyttävät vähän samantapaisilta kiekoilta kuin planeetat.

Jos tähden massa on enemmän kuin noin kolme Auringon massaa, se luhistuu energian tuoton loppuessa. Sisään syöksyvässä aineessa käynnistyy uusia ydinreaktioita, ja seurauksena on tähden ulko-osien räjähtäminen hajalle. Aikaisempiin kehitysvaiheisiin on kulunut jopa miljardeja vuosia, mutta supernovaräjähdyks tapahtuu sekuntien aikaskaalassa. Räjähdyksen äärimmäisissä olosuhteissa voi syntyä myös rautaa raskaampia alkuaineita.

Niin planetaariset sumut kuin supernovatkin palauttavat osan tähden aineesta tähtienväliseen avaruuteen, mutta samalla mukaan on tullut hieman lisää raskaampia alkuaineita. Tämän seurauksena tähtienvälisen aineen koostumus muuttuu vähitellen.

Kun Aurinko syntyi vajaat viisi miljardia vuotta sitten, jo usea raskaiden tähtien sukupolvi oli ehtinyt syntyä ja kuolla. Noista muinaisista tähdistä ovat peräisin ympärillämme ja meissä itsessämme olevat hapen, typen, raudan ja monien muiden alkuaineiden atomit.

(Tietoyhteys 4/2003)

VALINTATEHTÄVÄ

Vastaa seuraaviin tehtäviin valitsemalla vaihtoehto (rasti ruutuun)

OIKEIN, jos väite on tekstin mukainen

VÄÄRIN, jos väite ei ole tekstin mukainen

Arvostelu: 5 oikein 1 p, 6 oikein 2 p, 7 oikein 3 p, 8 oikein 4 p, 9 oikein 5 p, 10 oikein 6 p, 11 oikein 7 p, 12 oikein 8 p.

		OIKEIN	VÄÄRIN
1.	Maailmankaikkeuden alkuräjähdyksessä syntyi vettä ja heliumia, mutta ei juuri lainkaan muita aineita.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Tähtienvälisestä avaruudesta voi nykyisin löytyä jopa etyylialkoholia ja aminohappoja.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Havaintojen mukaan tähdet eivät yleensä synny yksin, vaan samalle alueelle muodostuu samaan aikaan parvi tähtiä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Kaasupilven tiivistyessä ja sen lämpötilan noustessa tulee lopulta vastaan tilanne, jossa vety-ytimien välinen sähköinen voima saa ne fuusioitumaan heliumytimiksi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Aurinkomme kuluttaa sekunnissa 600 miljoonaa tonnia vetyä, josta määrästä neljä miljoonaa tonnia samalla häviää muuttuen energiaksi kaavan $E = mc^2$ mukaisesti.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Koska sellaisella tähden alkiolla, jonka massa on alle 8 % auringon massasta, fuusioreaktiot eivät lainkaan käynnisty, säteily puhaltaa pois siihen vielä putoavan aineen ja estää sen kehittymisen tähdeksi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Se, että aurinko vähitellen kuumenee ja tekee elämän maan päällä mahdolltomaksi jo miljardin vuoden kuluttua, voi selittää merkittävän osan ilmaston lämpenemisestä viime vuosikymmenien aikana.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Kaikkein massiivisimmilla tähdillä polttoainetta riittää jopa 30 miljardin vuoden ajaksi, joka on yli kaksi kertaa maailmankaikkeuden nykyinen ikä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Kaikkein raskaimmat tähdet koostuvat useista kerroksista siten, että vedyn fuusio tapahtuu sisimpänä ja ulommissa kerroksissa muodostuu raskaampia alkuaineita aina rautaan asti.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	Auringosta tulee punainen jättiläinen noin viiden miljardin vuoden kuluttua, jolloin sen pinta ulottuu maapallon kiertoradan paikkeille.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.	Kun aurinkoa monta kertaa raskaamman tähden energian tuotto loppuu ja tähti luhistuu, sen ulko-osat leviävät avaruuteen melko tasaisesti laajenevana kaasukuorena, joka kaukoputkella nähtynä muistuttaa planeettaa ja sen vuoksi tunnetaan nimellä planetaarinen sumu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.	Ympäriämme ja meissä itsessämme olevat hapen, typen, raudan ja monien muiden alkuaineiden atomit ovat peräisin raskaiden tähtien suukupolvista, jota ehtivät syntyä ja kuolla jo ennen auringon syntymää.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>