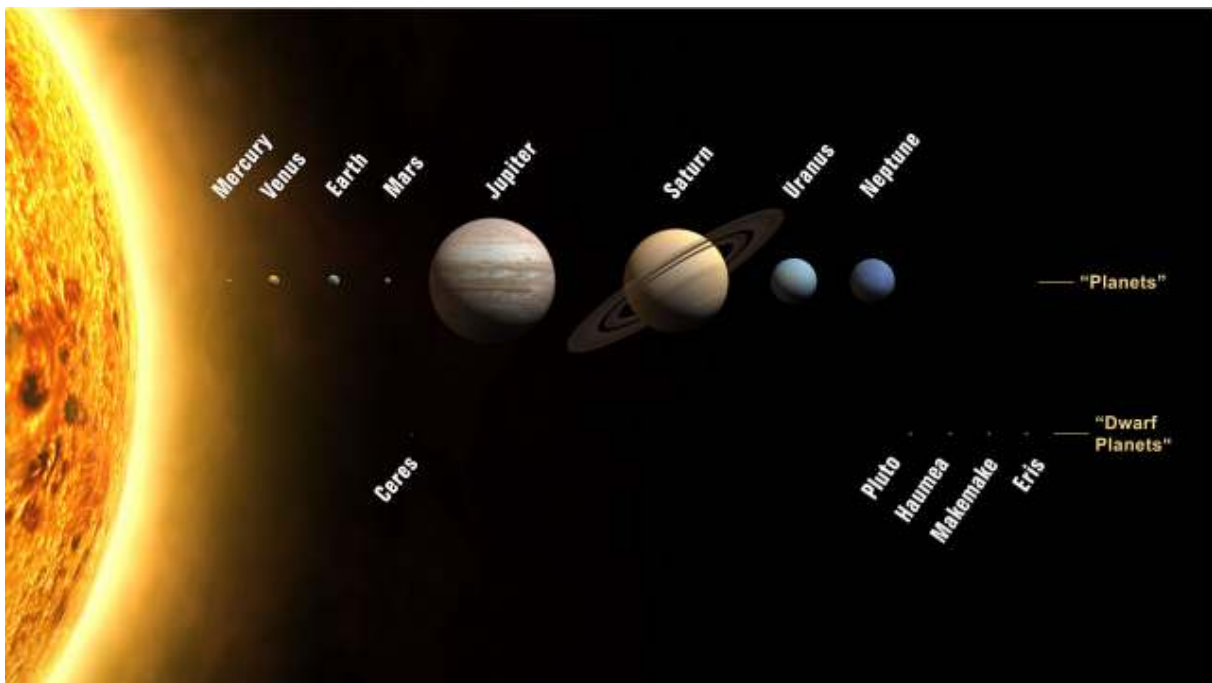


Слънцето като звезда

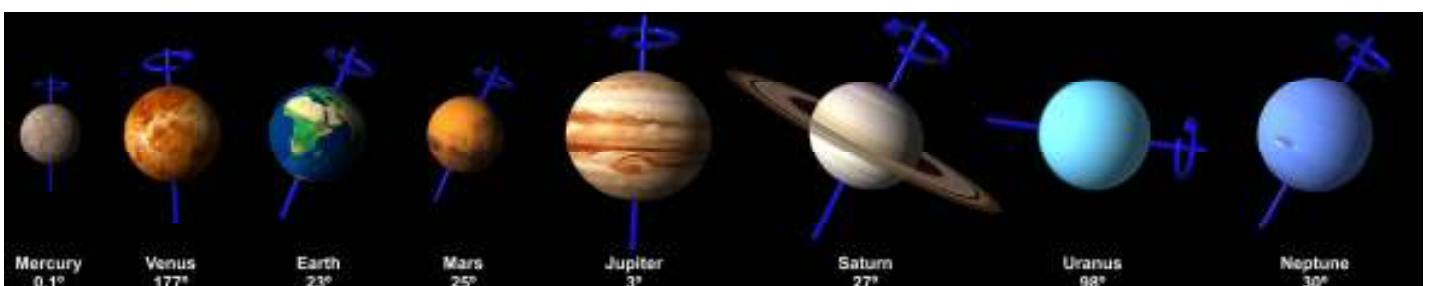
Увод. Слънчева система

Слънчевата система се изгражда от Слънцето и множество други небесни обекти – планети, комети, астероиди, прах и енергия във вид на вълни с различна дължина на вълната. На фиг.1 е показана схема на планетите и планетите джуджета от слънчевата система, като техните размери са в реален мащаб една спрямо друга, но разстоянията са относителни и недействителни.



Фиг. 1. Планети и планети джуджета от Слънчевата система.

Всички планети и малки тела от Слънчевата система обикалят около Слънцето, уловени в неговото силно гравитационно поле. Плоскостта на обикаляне на Земята около Слънцето се нарича Еклиптика или еклиптична плоскост. Всяка планета от своя страна се върти около собствена ос, като наклона тази ос спрямо еклиптичната плоскост е различен за различните планети. На фиг. 2 е са показани схематично различните ъгли на осите на въртене на планетите спрямо Еклиптиката.



Фиг. 2. Ъгълът на оста на въртене на планетите, спрямо Еклиптиката.

Основната маса на слънчевата система е съсредоточена в самото Слънце – около 99.85%. Най-близката звезда, съсед на Слънцето е червено джудже и се нарича Проксима от съзвездието Центавър. Светлината изминава разстоянието от Проксима до Слънцето само за 4.3 години. А слънчевата ни система, заедно със всички видими звезди на нощното небе и много още които могат да се видят само с телескоп, общо около 300 милиарда са нашата галактика Млечният път. Млечният път също има два спътника, по-малки галактики, но те се виждат само от южното полукълбо на Земята. Те се наричат Голям и Малък Магеланов облак. Най-близката голяма галактика до нашата е галактиката Андромеда и е на разстояние “само” 2.2 милиона светлинни години. Светлинната година е единица мярка за разстояние и това е разстоянието което измината светлината за една земна година. Знаем, че светлината се движи със скорост 300 000 км/ч и за една секунда може да обиколи седем пъти земното кълбо. За да изчислим колко километра е една светлинна година трябва да умножим скоростта на светлината по 365 (дни), по 24 (часа), по 60 (минути), по 60 (секунди) и ще получим, че това са 9 460 800 000 000 километра.

На повече от 50 астрономически единици от Слънцето, в нейната периферия, се разполага сферичен облак от комети. Те са се образували по време на образуване на слънчевата система, преди около 5 милиарда години и са били “изхвърлени” в периферията на слънчевата система. На фиг. 4 е показана фотография на кометата Хейл-Боп, заснета от НАО Рожен.

Много от астероидите и кометите имат неправилни орбити около Слънцето, което може да доведе до пресичането на орбитите с някоя планета и това да доведе до сблъсък. Такива сблъсъци с Земята са се случвали преди, но могат да се случат и сега в нашият живот. Един от най-известните белези останали след сблъсък на астероид с Земята се намира в Северна Америка, фиг. 3.



Фиг. 3. Кратерът в щата Аризона, САЩ, с диаметър 1.2 км и дълбок 170м.

Един такъв космически сблъсък може да бъде до такава степен разрушителен, че дори не бихме могли и да си го представим. Но във същото това време може би точно такъв вид сблъсъци с Земята са предизвикали появата на живот. Наблюдения на комети ни показват, че те съдържат в себе си сложни въглеродни молекули, подобни по някакъв начин на молекулите на живите организми. Това може да означава, че животът на Земята се е зародил най-напред на кометите, а те самите са носители. Ако се сблъска с планета, на която има подходящи условия за развитието му, то те просто го засаждат на тази планета.

Като предпазен щит за нас на Земята от падащи големи астероиди и комети ни служат големите планети Юпитер и Сатурн. Тяхното мощно гравитационно поле улавя или отклонява безопасно за нас множество малки тела от Слънчевата система. Всяка

година на Земята падат средно около 18 000 астероида, със средно тегло от около 10 тона. Малки частици обаче ежечасно навлизат в земната атмосфера, уловени от земното гравитационно поле.



Фиг. 4. Кометата Хейл-Боп, заснета от територията на НАО-Рожен, 1997г. Всички комети са изградени основно от лед и прах.

За радост, атмосферата на Земята е още един щит за нас и тези малки частици изгарят в нея. Времето в което частиците изгарят те светят на небето и ние ги виждаме чрез техните огнени следи на небосвода. Хората са ги нарекли в миналото падащи звезди, но сега ние знаем, че дори най-ярките от тях са не по-големи от грахово зърно. Има и по-големи, които не успяват да изгорят в земната атмосфера и падат на повърхността на Земята. Частиците които изгарят в земната атмосфера се наричат метеори (фиг. 5), а тези които достигат земната повърхност се наричат метеорити. Те навлизат в земната атмосфера със скорост от 20 до 120 км/с. Всяка година на земната повърхност падат средно по около 18 000 метеорита, със средно тегло от около 10 000 тона.



Фиг. 5. Следа от изгорял метеор на нощното небе.

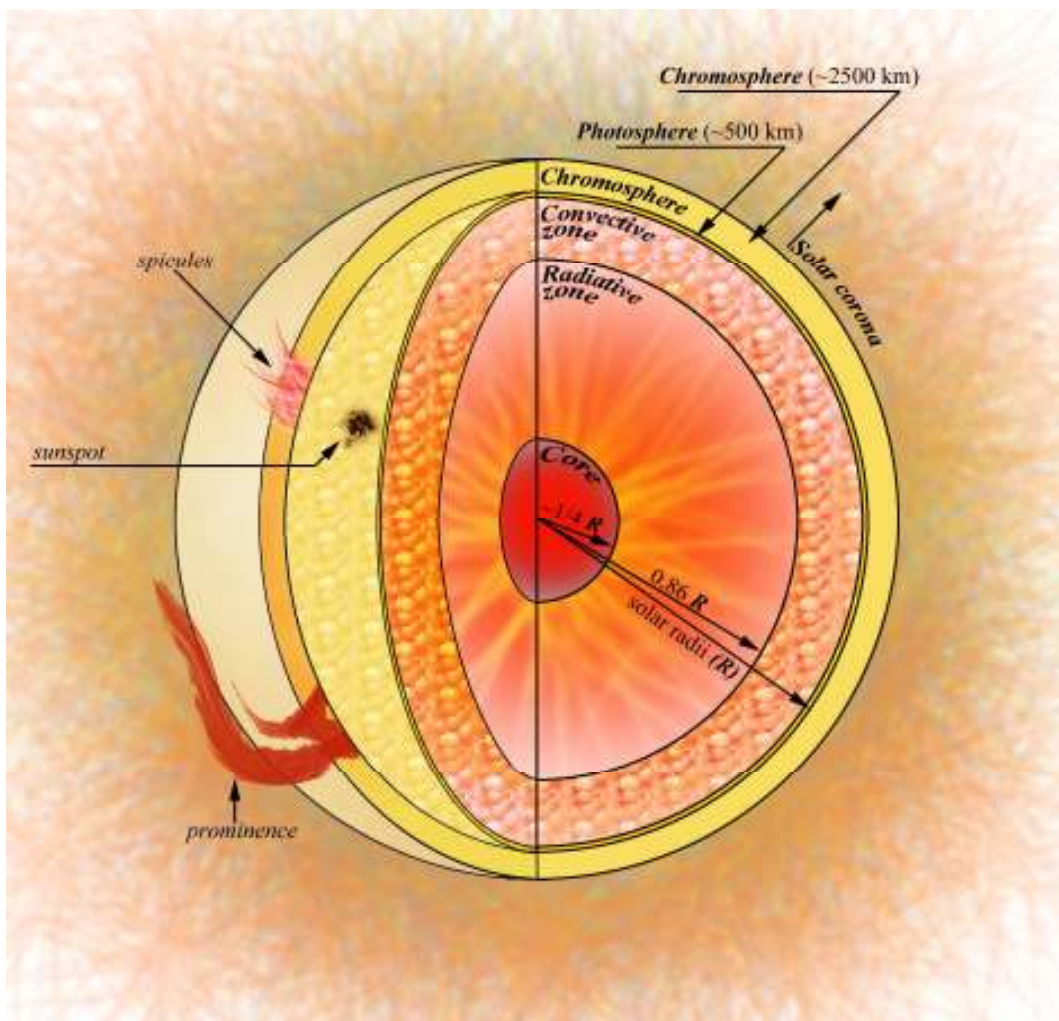
Поради елиптичните си орбити на движение, в това число и Земята, както и наклон на осите на въртене на планетите спрямо Еклиптиката, много планети имат сезони. Най-ярък пример за това е разбира се нашата планета Земя. В таблица 1 са посочени за няколко години, датите на смяна на годишните времена на Земята.

Таблица 1

Дата и универсално време (час) на слънцестоене равноденствие								
година	равноденствие март		слънцестоене юни		равноденствие септември		слънцестоене декември	
	ден	час	ден	час	ден	час	ден	час
2004	20	06:49	21	00:57	22	16:30	21	12:42
2005	20	12:33	21	06:46	22	22:23	21	18:35
2006	20	18:26	21	12:26	23	04:03	22	00:22
2007	21	00:07	21	18:06	23	09:51	22	06:08
2008	20	05:48	20	23:59	22	15:44	21	12:04
2009	20	11:44	21	05:45	22	21:18	21	17:47
2010	20	17:32	21	11:28	23	03:09	21	23:38
2011	20	23:21	21	17:16	23	09:04	22	05:30
2012	20	05:14	20	23:09	22	14:49	21	11:11
2013	20	11:02	21	05:04	22	20:44	21	17:11
2014	20	16:57	21	10:51	23	02:29	21	23:03
2015	20	22:45	21	16:38	23	08:20	22	04:48
2016	20	04:30	20	22:34	22	14:21	21	10:44
2017	20	10:28	21	04:24	22	20:02	21	16:28

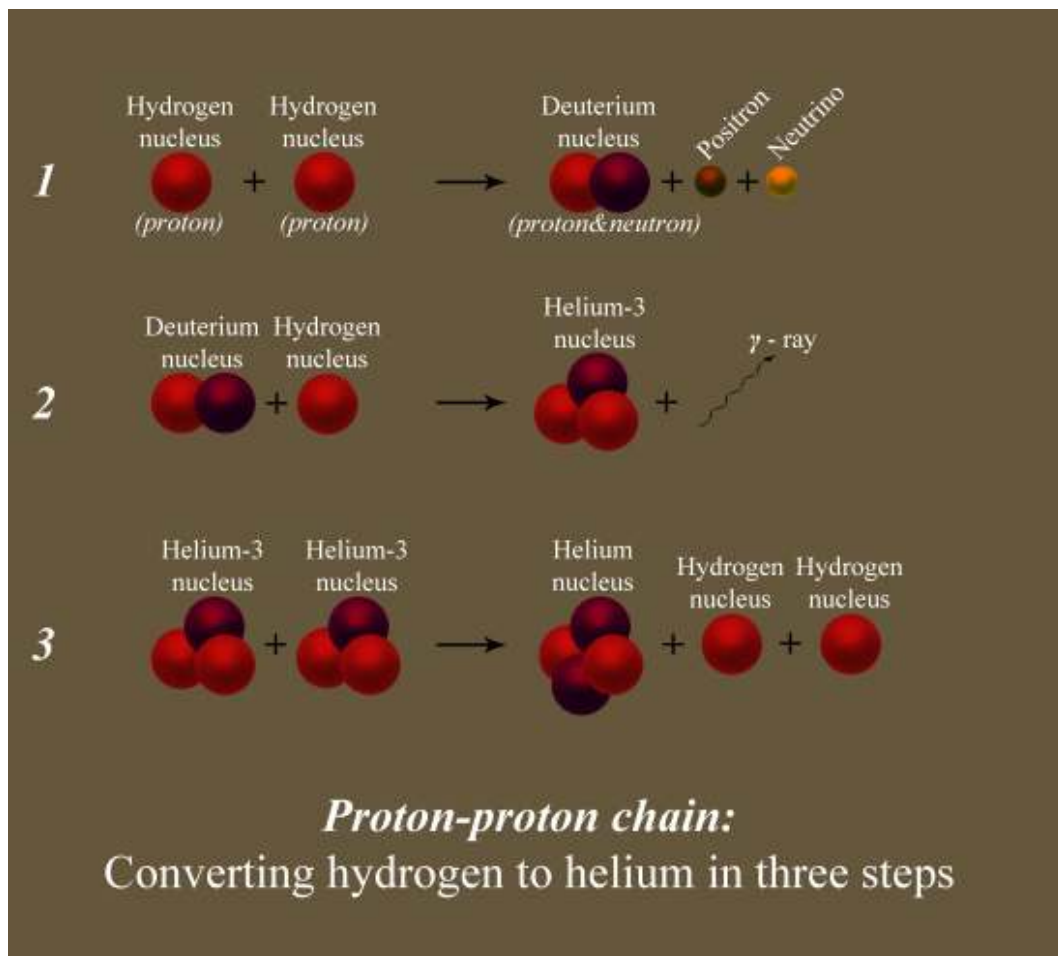
Слънце. Вътрешен строеж. Основни параметри на Слънцето.

Всяка звезда е огромна по размери за представите ни. Материалът за тяхното образуване основно е съставен от водород и космически прах. Водородът пък е най-простият химичен елемент и неговият атом е изграден само от едн протон и един електрон. Когато един огромен облак от газ и прах започне да се свива, се обособява ядрото на бъдещата звезда, така както е възникнало и нашето Слънце. Частиците все повече се уплътняват и все по-често започват да се удрят една в друга. Увеличава се плътността, температурата и идва момент в който започват да си взаимодействат самите водородни атоми. При сблъсъка на два атома се образува нов химичен елемент и се отделя енергия. Това са процеси на ядрени реакции при които в крайна сметка се отделя огромно количество енергия – звездата започва да свети. Така се е зародило и нашето Слънце, а ядрените реакции в неговото ядро са причината то да продължава да свети. Всяка една секунда Слънцето изгаря около 600 000 тона вещество, но то е достатъчно за да захранва слънчевото светене още около 400 милиона години. Почти напълно енергията на Слънцето се произвежда в неговото ядро. Ядрото на Слънцето е само 1/4 от неговият обем, но има огромна плътност и температура около 15 милиона градуса. Принципно схема на строежа на Слънцето е показана на фиг. 6.



Фиг. 6. Вътрешен строеж на Слънцето

Около 98% от енергията на Слънцето се произвежда в неговото ядро при синтез на водородни ядра. Процесът на преобразуване на водород в хелий протича в три етапа и е показан схематично на фиг. 7.



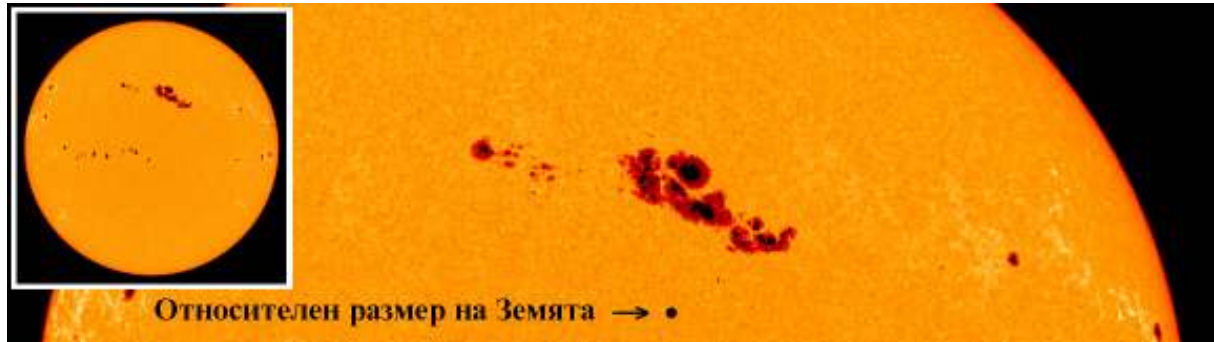
Фиг. 7. Процес на преобразуване на водород в хелий в три етапа.

От ядрото на Слънцето към повърхността му тази плътност и температура постепенно започват да спадат. След ядрото, следва зона на пренасяне на енергия без да има крупномащабни движения на вещество – нарича се зона на лъчисто пренасяне на енергия. Над тази зона следва зона в която енергията се пренася в огромни мехури. Това са конвективните клетки, а зоната се нарича конвективна. Следва фотосферата на Слънцето. Това е тънък слой в който плътността на Слънцето вече е толкова малка, че слънчевата енергията пренасяна от конвективните клетки безпрепятствено го напуска и разсейва в междупланетното пространство. Слънцето също има и хромосфера, която се разполага над фотосферата, а накрая е най-разреденият атмосферен слънчев слой и това е неговата корона.

Слънцето има радиус 695 000 километра, а това е около 109 пъти повече от радиуса на Земята. На повърхността си неговата температура е около 5900 градуса по Целзий, но в ядрото си достига до 15 милиона градуса по Целзий. Слънцето обаче не твърдо както повърхността на Земята и различните слоеве от неговата повърхност се въртят около оста му с различна скорост. Поради тази причина, ако се намираме мислено на екватора на Слънцето ще се завъртим около оста му за около 25 дни, но ако сме на някой от слънчевите полюси, ще се завъртим за около 35 дни. Смята се, че

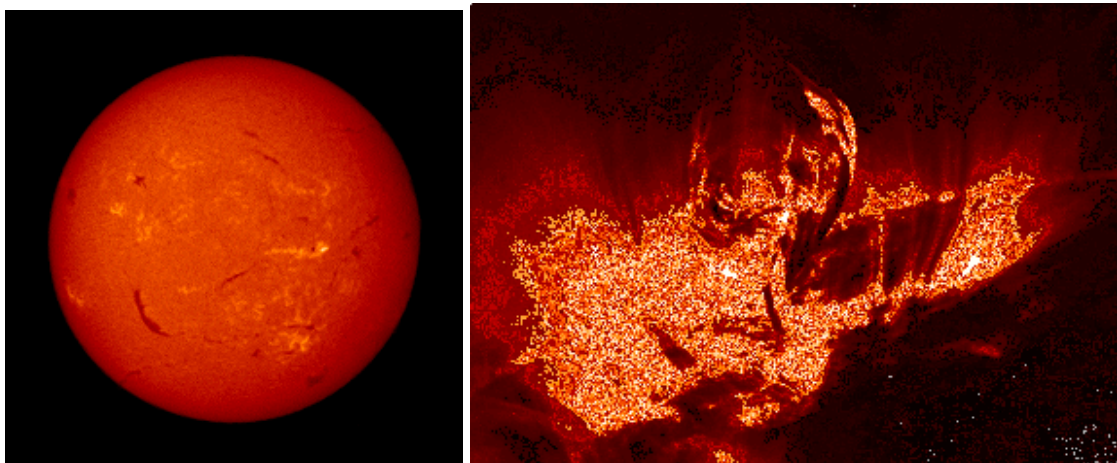
възрастта на Слънцето е около 4.5 милиарда години и то сега е почти по средата на живота си. Основно то е изградено от водород (около 92.1%) и хелий (7.8%), около 0.1% се падат на кислород, карбон, азот, неон, желязо, силиций, магнезий и др.

Нашето Слънце, на фона на много други звезди се смята, че е спокойно и не протичат на него изключително силни звездни процеси, но това не е съвсем така, ако неговата активност я съпоставим с процесите на Земята. Едни от най-известните явления на слънчевата активност са слънчевите петна, фиг. 8.



Фиг. 8. Слънчеви петна, сравнени с размера на Земята.

Слънчевите петна се забелязват като по-тъмни образувания върху слънчевият диск, защото тяхната температура е по-ниска от заобикалящата ги среда с около 1 400 градуса. Някой от тях достигат размери не повече от 5 000 километра по диаметър и живеят от 5 до 30 минути, но има такива които достигат размери до повече от 100 000 километра и техният живот трае до 2-3 месеца. Всъщност, броят на петната е основен признак за активността на Слънцето. На всеки 11.2 години техният брой се увеличава или съответно намалява до нула. Този период от време е така нареченият цикъл на слънчева активност и той е открит през 1843г. от астрономът Самюел Швабе. Последният максимум на слънчева активност беше през лятото на 1999г.



Фиг. 9. Протуберанси (влакна) върху дискът на Слънцето (ляво) и протуберанси по неговия край (лимб).

Друг интересен за астрономите феномен на Слънцето са слънчевите протуберанси. Те могат да се видят само по време на пълни слънчеви затъмнения или със специални телескопи, предназначени за тяхното наблюдение. Тези образувания са различни по форма, размер и време на живот. Това е слънчево вещество, което е

затворено в силни магнитни полета, но над повърхността на Слънцето. Могат да достигнат на височина до над 150 000 километра, а на ширина повече от 600 000 километра. Тяхното време образуване може да трае само няколко минути, но продължителността на някои трае до 2 месеца. Когато се наблюдават върху дискът на Слънцето те са като тъмни влакна, а по края на Слънцето могат да имат най-невероятни форми (фиг. 9).

Основни параметри на Слънцето са дадени по-долу:

Като звезда

Години:	4.5×10^9 years
Спектрален клас:	G2V
Видима звездна величина:	-26.74
Абсолютна звездна величина:	+4.83
Ефективна повърхностна темп:	5770 K

Физични параметри

Радиус (R):	696×10^6 км (109 radii of Earth)
Площ:	609×10^{16} m ²
Маса (M):	1.989×10^{30} kg (333 000 masses of Earth)
Средна плътност:	1.409 g/cm ³ (0.256 от земната)
Плътност на ядрото:	≈ 98 g/cm ³
Светимост:	3.86×10^{33} erg/s (3.86×10^{26} W)
Ъглова скорост на въртене (за ширина 16°):	2.865×10^{-6} rad/s
Линейна скорост за точка от екватора:	2.025 km/s
Слънчево ускорение (за фотосферата):	274 m/s ² (28 g _⊕)
Първа космическа скорост:	617.7 км/с ²

Параметри на Слънцето, видими от Земята

Разстояние до Земята

Средно (1 astronomical unit-AU):	149.6×10^6 км (215 R)
В перихелий:	147.1×10^6 км
В афелий:	152.1×10^6 км

Видим радиус

Видим радиус на 1 AU:	959.63"
Сплестнатост (difference between equatorial and polar radius):	0.05"?

Видим диаметър

на 1 AU:	31' 59",26
перихелий:	32' 35",73
афелий:	31' 31",34

Период на ротации (за ширина 16°)

Звезден (сидеричен) период:	25.38 days or 14,184 degree/day
-----------------------------	---------------------------------

Синодичен период: 27.28 days or 13,199 degree/day (Carrington rotation)

Наклон на оста на въртене на Слънцето, спрямо Еклиптиката: 7° 15'

1' дъгова минута на 1 AU: 43 520 km

1" дъгова секунда на 1 AU: 725.3 km

Sun's Basic Facts

Age	At least 4.5×10^9 years in present state
Chemical composition of photosphere (by mass, in %)	
Hydrogen	73.46
Helium	24.85
Oxygen	0.77
Carbon	0.29
Iron	0.16
Neon	0.12
Nitrogen	0.09
Silicon	0.07
Magnesium	0.05
Sulfur	0.04
Other	0.10
Density (water=1000):	
Mean density of entire Sun	1410 kg/m ³
Interior (center of Sun)	160000 kg/m ³
Surface (photosphere)	10^{-6} kg/m ³
Chromosphere	10^{-9} kg/m ³
Low corona	10^{-13} kg/m ³
Sea level atmosphere of Earth (for comparison)	1.2 kg/m ³
Diameter (at the Photosphere)	1.39×10^6 km (109 times the diameter of Earth and 9.75 times the diameter of Jupiter)
Distance	
mean distance from Earth	150×10^6 km (1 Astronomical Unit)
Variation in distance through the year	±1.5 percent
Magnetic field strengths for typical features:	
Sunspots	0.3 tesla
Polar field	10^{-4} tesla
Bright, chromospheric network	0.0025 tesla
Ephemeris (unipolar) active regions	0.0020 tesla
Chromospheric plages	0.02 tesla
Prominences	10^{-3} to 10^{-2} tesla
Earth (for comparison)	7×10^{-5} tesla at pole
Mass	1.99×10^{30} kg (or 333 000 times the mass of Earth)
Differential rotation (as seen from Earth):	
Of solar equator	26.8 days

At solar latitude 30°	28.2 days
At solar latitude 60°	30.8 days
At solar latitude 75°	31.8 days
Solar radiation:	
Entire Sun	3.83×10^{23} kW
Unit area of surface of Sun	6.29×10^4 kW/m ²
Received at top of Earth's atmosphere	1366 W/m ² (from 1,412 kW/m ² in early January to 1,321 kW/m ² in early July)
Received at the Earth's surface (for Bulgaria)	≈175 W/m ²
Surface brightness of the Sun (photosphere):	
Compared to full Moon	398 000 times
Compared to inner corona	300 000 times
Compared to outer corona	1010 times
Compared to daytime sky on Pikes Peak	100 000 times
Compared to daytime sky at Orange, N.J.	1000 times
Temperature:	
Interior (center)	15 000 000 K
Surface (photosphere)	6050 K
Sunspot umbra (typical)	4240 K
Penumbra (typical)	5680 K
Chromosphere	4300 to 50 000 K
Corona	800 000 to 3 000 000 K
Volume	1.41×10^{27} m ³ (or 1.3 million times the volume of Earth)