

Ciències del món contemporani

L'Univers i La Terra

Febrer de 2010

El Sistema Solar

Ciències del món
contemporani

L'entorn més proper a la Terra és el Sistema Solar.
Els components del Sistema Solar són:

- El Sol.
- Els planetes i els seus satèl·lits.
- Els asteroides o planetes menors.
- Els cometes.
- Els meteorits.

[Enllaç a més informació del Sistema Solar](#)

Algunes dades del Sistema Solar

Ciències del món
contemporani

Cos	diàmetre(km)	dist.al Sol($10^6 km$)	Satèl·lits
Sol	1.392.000		
<u>Mercuri</u>	4.878	57,91	
<u>Venus</u>	12.102	108,2	
<u>La Terra</u>	12.756	149,6	1
<u>Mart</u>	6.786	227,9	2
<u>Júpiter</u>	142.984	778,3	16
<u>Saturn</u>	120.536	1.427	9
<u>Urà</u>	51.118	2.871	5
<u>Neptú</u>	49.528	4.497	2
<u>Plutó</u>	2.300	5.913	1

Per tenir idea d'aquestes distàncies i tamany cal comparar-les amb altres de conegudes. Per exemple:

- Distància Barcelona-La Corunya: 1.000km.
- Distància Terra-Lluna: 384.000km.

Els planetes

Ciències del món
contemporani

- Tipus d'òrbita: Elíptica amb un focus al Sol. De fet són pràcticament circulars amb el Sol al centre.

Els planetes

Ciències del món
contemporani

- Tipus d'òrbita: Elíptica amb un focus al Sol. De fet són pràcticament circulars amb el Sol al centre.
- L'òrbita de la majoria de planetes està en un mateix pla, conegut amb el nom de pla de l'eclíptica. Excepcions:

Els planetes

Ciències del món
contemporani

- Tipus d'òrbita: Elíptica amb un focus al Sol. De fet són pràcticament circulars amb el Sol al centre.
- L'òrbita de la majoria de planetes està en un mateix pla, conegut amb el nom de pla de l'eclíptica. Excepcions:
 - Venus: inclinada $3,4^{\circ}$.

Els planetes

Ciències del món
contemporani

- Tipus d'òrbita: Elíptica amb un focus al Sol. De fet són pràcticament circulars amb el Sol al centre.
- L'òrbita de la majoria de planetes està en un mateix pla, conegut amb el nom de pla de l'eclíptica. Excepcions:
 - Venus: inclinada $3,4^{\circ}$.
 - Mercuri: inclinada 7° .

Els planetes

Ciències del món
contemporani

- Tipus d'òrbita: Elíptica amb un focus al Sol. De fet són pràcticament circulars amb el Sol al centre.
- L'òrbita de la majoria de planetes està en un mateix pla, conegut amb el nom de pla de l'eclíptica. Excepcions:
 - Venus: inclinada $3,4^{\circ}$.
 - Mercuri: inclinada 7° .
 - Plutó: inclinada 17° .

Els planetes

Ciències del món
contemporani

- Tipus d'òrbita: Elíptica amb un focus al Sol. De fet són pràcticament circulars amb el Sol al centre.
- L'òrbita de la majoria de planetes està en un mateix pla, conegut amb el nom de pla de l'eclíptica. Excepcions:
 - Venus: inclinada $3,4^{\circ}$.
 - Mercuri: inclinada 7° .
 - Plutó: inclinada 17° .
- Tots els planetes giren en el mateix sentit al voltant del Sol.

Asteroids

Ciències del món
contemporani

- També s'anomenen planetes menors i avui en dia se'n coneixen milers, però només una trentena superen els 200km de diàmetre i molts només arriben al km.
- El tamany és el que bàsicament els diferencia dels planetes.
- La majoria d'ells orbiten entre les òrbites de Mart i Júpiter.
- Els troians són dos grups d'asteroides que tenen la mateixa òrbita que Júpiter, marxant uns 60° per darrera i per davant del planeta.
- Un 5% d'asteroids, com l'Apol i l'Icar, creuen l'òrbita de la Terra i això significa que hi ha risc de col·lisió.

Cometes

Ciències del món
contemporani

- Les seves òrbites son, com les dels planetes, elíptiques, però a diferència de les dels planetes, que pràcticament són circulars, aquestes s'apropen molt al Sol i després s'allunyen enormement.
- Estan formats per gasos i pols congelats.
- Mostren les conegudes cues quan s'apropen al Sol i el seu material s'evapora o després.
- Un dels cometes més coneguts és el Halley, que té un període d'uns 75 anys, és a dir triga aquest temps en fer una òrbita sencera.

Meteorits

Ciències del món
contemporani

- Són les conegudes estrelles fugaces.
- Solen ser restes de cometes, però també n'hi ha de rocosos.
- Són molt petits comparats fins i tot amb els asteroides, però representen un risc per la Terra, perquè, encara que solen cremar-se en contactar amb l'atmosfera degut a les altes temperatures assolides per fregament, alguns arriben a xocar amb la superfície de la Terra.
- La velocitat a la que penetren a l'atmosfera sol estar compresa entre els 10 i els 80 *km/s*.
- El Meteor Crater d'Arizona va ser produït pel xoc d'un meteorit d'uns 635kg.
- Un altre exemple conegut pot ser l'explosió registrada a Tunguska l'any 1908.
- Cràter del Chicxulub: possible causa de la desaparició dels dinosaures.

El Sistema Solar

Més enllà de Plutó

Ciències del món
contemporani

- Des de l'agost de 2006 Plutó ja no es considera un planeta, entre altres motius perquè la seva òrbita no està en el pla de l'eclíptica com ja hem dit abans.
- Més enllà de Plutó hi ha objectes que donin voltes al voltant del Sol i que per tant es puguin considerar pertanyents al Sistema Solar? La resposta és que sí
- Avui en dia s'accepta que més enllà hi ha núvols de matèria molt fragmentada que donaria lloc a la formació de cometes. Aquests núvols reben els nom de:
 - Cinturó de Kuiper.
 - Cinturó d'Oort.
- El cinturó de Kuiper es troba molt allunyat del Sol. Es tracta d'una extensa franja que va d'uns 4,5 fins a uns 15 bilions de km.

Altres unitats de distància

Ciències del món
contemporani

Les distàncies a les que es troben els planetes del Sol i no diguem el cinturó d'Oort fan necessari utilitzar unitats de mesura diferents al km per expressar-les d'una manera més adequada i poder així comparar-les entre elles.

- 1 *UA*: És la Unitat Astronòmica que aproximadament és igual a la distància (mitjana) entre la Terra i el Sol.
- 1 *segon – llum*, que és la distància que recorre la llum en 1 s.
- Com que la velocitat de la llum aprox. val 300.000 km/s , 1 segon-llum són 300.000 km/s .
- S'utilitzen també el minut-llum, l'hora-llum, l'any-llum, etc.

Una nova taula de distàncies al Sol

Ciències del món
contemporani

Cos	UA	Unitats llum
Mercuri	0,39	3min-llum
Venus	0,72	6min-llum
La Terra	1	8min-llum
Mart	1,5	13min-llum
Júpiter	5,2	45min-llum
Saturn	9,5	1h20min-llum
Urà	19,2	2h40min-llum
Neptú	30,1	4h-llum
Plutó	39,4	5h30min-llum
C.de Kuiper	30 — 55	4-7,3h-llum
C.d'Oort		0,5-1,5any-llum
Pròxima Centauri		4,28any-llum

La Via Làctia: més enllà del Sistema Solar

Ciències del món
contemporani

Les Estrelles s'agrupen en Galàxies. La galàxia a la qual pertany La Terra s'anomena Via Làctia.

Algunes dades:

- És una galàxia espiral amb braços.
- El diàmetre és d'uns 100.000 any-llum.
- El gruix és d'uns 1.000 any-llum.
- El Sol es troba a uns 30.000 any-llum del centre de la Via Làctia.
- El Sol triga uns 250 milions d'anys en donar una volta al voltant del centre de la galàxia.
- L'estrella més propera és Pròxima Centauri, a una distància de 4,28 any-llum.
- Sirio, l'estrella més brillant vista des de La Terra, està a uns 8,6 any-llum.

La Via Làctia: comparant distàncies

Ciències del món
contemporani

Si dividim el diàmetre de la Via Làctia per la distància entre el Sol i l'estrella més propera, Pròxima Centauri, obtenim:

$$\frac{100.000 \text{ any-llum}}{4,28 \text{ any-llum}} = 23.364$$

Això significa que si representèssim la Via Làctia a una escala en què la distància entre el Sol i Pròxima Centauri fos 1 *m*, el tamany de la Via Làctia seria de 23.364 *m* = 23,3 *km*, és a dir com de Barcelona a Martorell.

Cúmuls de Galàxies

Ciències del món
contemporani

Les galàxies es troben agrupades en Cúmuls de Galàxies. Els més petits contenen dues o tres galàxies, els més grans poden contenir algun miler de galàxies.

El cúmul al qual pertany la Via Làctia rep el nom de Grup Local i conté una trentena de galàxies.

Algunes dades del grup local són:

- EL diàmetre del grup local és d'uns 10 milions d'any-llum.
- Les galàxies més grans del Grup Local són la Via Làctia i l'espiral d'Andromeda a uns 2,9 milions d'any-llum.
- La resta de galàxies del Grup Local s'agrupen al voltant d'aquestes dues.
- El cúmul més proper està a una distància mitjana d'uns 59 milions d'any-llum. És el cúmul de Virgo, que conté uns quants milers de galàxies.

La Llum

Ciències del món
contemporani

La Llum juga un paper molt important en l'Univers. És el que ens permet veure el que succeeix ja sigui a una distància d'uns pocs metres, ja sigui a l'altre extrem de l'Univers.

Cal tenir en compte però que la llum es mou a una velocitat molt gran, però finita. Com ja hem dit, aproximadament val 300.000 km/s , i això té com a conseqüència que quan veiem un succés, de fet ja fa un temps que ha succeït, el temps que la Llum triga en viatjar del punt on s'ha produït el succés fins a nosaltres.

Per exemple la Llum triga uns 8 min — *llum* en recórrer la distància que hi ha entre el Sol i La Terra. Això significa que quan nosaltres veiem el Sol que surt per l'horitzó, estem veient una cosa que fa 8 minuts que ha passat, o en altres paraules el Sol ja no es troba a on l'estem veient en aquell moment.

Un altre exemple. Quan els astrofísics enfoquen els seus telescopis molt lluny, estan observant l'Univers fa molt de temps, perquè la Llum ha trigat molt de temps en fer el camí fins a nosaltres.

És possible viatjar a altres planetes i estrelles?

Ciències del món
contemporani

Hem de seguir parlant de la Llum i la seva velocitat. La física moderna ens diu que cap cos pot moure's a una velocitat més gran que la de la Llum. Això significa que la possibilitat de viatjar a planetes que orbiten al voltant d'altres estrelles és impossible segons els coneixements que avui en dia es tenen.

Recordem que l'estrella més propera, Pròxima Centauri, es troba a uns 4,28 *any* – *llum* de nosaltres. Per tant la llum triga aquest temps en recórrer aquesta distància.

Una nau espacial es mou a una velocitat d'uns 15 *km/s*, per tant el temps que trigarien uns 90.000 *anys* en salvar aquesta distància.

El neixament de les estrelles

Ciències del món
contemporani

- Les galàxies no contenen només estrelles, sinó que també contenen nebuloses:
 - Les nebuloses estan formades per gas i pols.
 - Les estrelles es formen a partir de les nebuloses.
- El procés de formació explicat molt esquemàticament és el següent.
 - La força de la gravetat actua, atraient el gas i el pols, fins a produir aglomeracions de matèria més denses.
 - El procés anterior fa augmentar la temperatura de la matèria.
 - Quan aquesta arriba als 10 milions de graus kelvin, els nuclis d'hidrogen es fusionen per donar lloc a nuclis d'heli.
 - El procés anterior es coneix amb el nom de fusió nuclear.
 - La fusió nuclear és un procés molt eficient energèticament, i es d'on surt l'energia de les estrelles.

La vida de les estrelles (I)

Ciències del món
contemporani

Un cop han nascut, les estrelles evolucionen, és a dir, canvien la seva aparença. Els canvis que patirà una estrella depenen de la seva massa inicial.

Veiem molt per sobre el cas del nostre Sol:

- El nostre Sol és una estrella groga, amb una temperatura superficial d'uns 6.000 K .
- En uns milers de milions d'anys augmentarà el seu tamany unes 50 vegades, tornant-se de color vermell i refredant-se. la seva brillantor augmentarà i s'haurà convertit en una estrella gegant vermella.
- Quan el seu combustible nuclear, l'hidrogen i l'heli, s'esgoti, s'anirà contraient i apagant fins a convertir-se en una estrella nana blanca.

La vida de les estrelles (II)

Ciències del món
contemporani

Les estrelles 40 vegades més pesades que el Sol tenen una vida molt més curta que el nostre Sol i la seva mort ve acompanyada d'una gran explosió, que rep el nom de Supernova.

La Supernova apareix sobtadament i durant uns mesos brilla enormement fins que s'apaguen.

A l'any 1054 els astrònoms xinesos van observar una Supernova a la constel·lació de Taure, que es podia veure a simple vista.

Un cop apagades les Supernoves poden donar lloc a estrelles de neutrons o si són més massives a forats negres.

Una característica dels forats negres és que la força de la gravetat és tan forta que ni la llum pot escapar de la seva atracció.

Mesura de les distàncies a galàxies llunyanes mitjançant les estrelles Cefeides.

Ciències del món
contemporani

- Si un objecte és brillant podem saber que s'allunya si la brillantor disminueix i que s'apropa si augmenta.
- També podem calcular la distància que ens hi separa si coneixem la seva brillantor a prop d'ell (brillantor real).
- La qüestió és com saber la brillantor real d'una estrella llunyana, si no ens hi podem acostar?
- La solució l'obtenim gràcies a les anomenades estrelles Cefeides, la brillantor real de les quals sí que es pot determinar.
- Per determinar la distància a una galàxia llunyana només cal que tingui una estrella Cefeida.
 - Es determina la seva brillantor real.
 - Es mesura la seva brillantor aparent, que és la que s'observa des de la Terra i comparant-la amb la brillantor real podem determinar la distància a ella i per extensió a la galàxia que pertany.

La velocitat de les galàxies es determina per l'efecte Doppler

Ciències del món
contemporani

L'efecte Doppler és presenta en qualsevol tipus d'ona, ja sigui so o llum. Si el focus emissor de llum es mou, la freqüència de la llum (color) emesa canvia en funció de la velocitat del focus emissor. El canvi en la freqüència observada permet determinar la velocitat de l'emissor, en aquest cas una estrella o galàxia.

Enllaços interessants:
[Video efecte Doppler](#)

L'Univers ha plantejat a la humanitat un munt de preguntes.

- L'Univers és etern?
- Ha tingut un principi?
- Tindrà un final?
- Canvia?
- És immutable?
- Hi ha altres Universos?

Avui en dia la física té algunes respostes a aquestes i altres qüestions.

L'Univers en expansió

Ciències del món
contemporani

Durant els anys 20 del segle passat Edwin Hubble va mesurar les distàncies a algunes galàxies i la seva velocitat, observant que:

- Les galàxies s'estan allunyant.
- Quan més lluny estan més ràpidament s'allunyen.
- Més concretament la velocitat amb què s'allunyen augmenta proporcionalment amb la distància a què es troba de nosaltres:

$$v = H \cdot D$$

on H és la constant de Hubble.

La conclusió és bastant evident, l'Univers està en expansió.

El Big Bang

Ciències del món
contemporani

El fet que l'Univers s'estigui expandint porta immediatament a pensar que en el passat les galàxies van estar més juntes i que la velocitat que les allunya entre sí no és més que el resultat d'una explosió inicial, que es coneix pel seu nom en anglès, Big Bang.

Tenint en compte l'estat actual de l'Univers, és a dir, la distància que separa les galàxies i la seva velocitat, es pot fer una estimació del temps que fa que va tenir lloc el Big Bang, i per tant de l'Edat de l'Univers. Aquesta edat és d'uns 15.000 milions d'anys. Cal tenir present que el Sistema Solar es fa crear fa uns 4.500 milions d'anys.

Evidències del Big Bang

Ciències del món
contemporani

El 1965 Arno Penzias i Robert Wilson van descobrir una radiació de microones que arribava de l'Univers en totes direccions, que es considera provocada pel Big Bang, i que és una evidència experimental que aquest es va produir.