



1.- INTRODUCCIÓ AL PROBLEMA DE LA POSICIÓ DE LA TERRA EN L'UNIVERS

2.- SISTEMES GEOCÈNTRIC I HELIOCÈNTRIC

2.1.- Model geocèntric

2.2.- Models heliocèntrics

2.3.-Nou model Cosmològic

2.4.- Perfeccionament del Calendari

3.- DEL MICROCOSMOS AL MACROCOSMOS. TEORIES SOBRE LA FORMACIÓ I EVOLUCIÓ DE L'UNIVERS

3.1.- L'Univers en expansió

3.2.- L'Origen de l'univers. Model del Big Bang

3.3.- Futur de l'univers

4.- OBSERVACIÓ I MESURA EN ASTROFÍSICA

5.- CLASSIFICACIÓ DE LES ESTRELLES I EVOLUCIÓ ESTELAR

5.1.- Classificació de les estrelles

5.2.- Diagrama de Hertzsprung-Russell

5.3.- Evolució estel·lar

5.4.- Estructura i composició de l'univers

5.5.- Univers

6.- EL SISTEMA SOLAR

6.1.- Origen, situació i estructura del sistema solar

6.2.- Moviments de la Terra



1.- INTRODUCCIÓ AL PROBLEMA DE LA POSICIÓ DE LA TERRA EN L'UNIVERS

Tota cultura ha tingut una teoria sobre la formació de l'univers i les lleis que el regeixen. A aquestes idees se'ls ha anomenat cosmologies, i estaven basades en mites, no són científiques.

Els babilonis creien que la Terra era un gran cercle pla rodejat per un riu darrere del qual hi havia una muntanya infranquejable. Foren els creadors de l'astrologia i creien que el moviment i els canvis en les estrelles i planetes determinaven el que passava a la Terra. Varen tindre un sistema numèric avançat amb base 60 en compte de 10. Varen dividir els dies en 24 hores, cada hora en 60 minuts i cada minut en 60 segons.

Per als antics Egipcis la Terra era una caixa rectangular amb el riu Nil com a centre. Aquests estudiaren el cel per a fins pràctics (calendaris per a predir les inundacions del Nil) i per a fins religiosos.

Els Indús consideraven que la Terra era una esfera dividida en 4 continents.

Els xinesos observaren els eclipsis així com les explosions d'estrelles (Supernova, any 1054). La primera cosmologia xina considerava que un cel redó cobria la Terra quadra amb el Sol i les estrelles movent-se al voltant de la Terra. Més tard, esta visió va ser substituïda per altres en el que la Terra era també redona amb els cossos celests girant al seu voltant.

La visió del grecs sobre el món esta basada en mites. Posteriorment les idees religioses foren reemplaçades per punts de vista sobre la naturalesa i el cosmos.

2.- SISTEMES GEOCÈNTRIC I HELIOCÈNTRIC

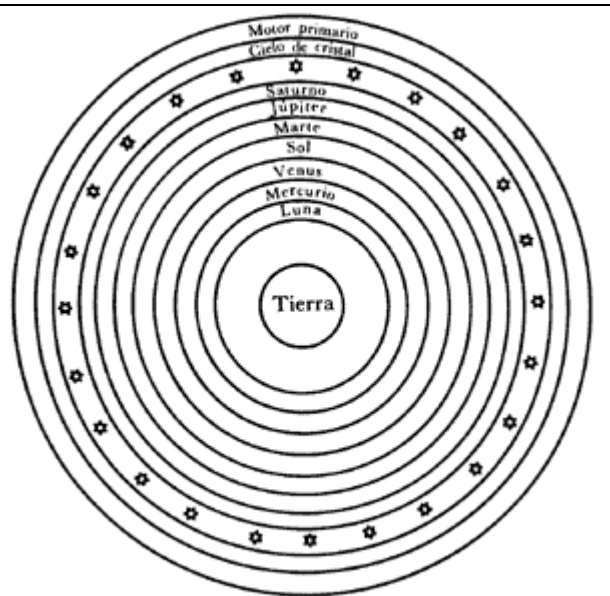
Des de l'antiguitat s'han desenvolupat diferents models per a la descripció de l'univers. Aquests els podem classificar en models geocèntrics (consideren la Terra immòbil, com el centre de l'univers, mentre que els demés cossos giren al seu voltant), i models heliocèntrics (consideren el Sol com el centre de l'univers i són els demés cossos els que es mouen al seu voltant).



2.1.- Model geocèntric

El primer model geocèntric va ser fet per Eudoxio de Enidos 4 segles a.C.: Els planetes i les estrelles fixes es mouen en estrelles concèntriques que giren unes recolzades en altres. El model consta de 26 esferes més la esfera exterior on es troben les estrelles fixes. Posteriorment

Model d'Aristòteles: La seua obra, sobre els cels, ha seguit el tractat més influent sobre cosmologia i acceptat durant 18 segles. Per a Aristòteles el cosmos està constituït per una Terra central esfèrica al voltant de la qual giren en moviment circular el Sol, lluna, estrelles i planetes. Per a la descripció del moviment dels astres va prendre com a base el model d'Eudoxio al que va agregar 29 esferes més. Aquest model no explicava el fet de que el Sol, Lluna, Venus, Mart i Júpiter aparegueren a vegades més brillants que altres degut a la variació de la seua distància amb la Terra.



Model de Ptolomeo S. III a.C.: Per a explicar aquesta discrepància Ptolomeo va proporcionar una teoria matemàtica on els elements més importants del nou model són: el moviment excèntric, els epicicles i els equants.

Va considerar la Terra en repòs però situa exactament en el centre de rotació dels cossos celestis. Aquest model suposa que cada planeta realitza una trajectòria circular de xicotet radi anomenada epicicle, i a la volta el centre del epicicle realitza una altra trajectòria circular de radi major anomenada deferent. Amb això s'obtenen moviments excèntrics. Ara bé, les observacions realitzades deien que el Sol tardava 6 dies més en recórrer la mateixa distància angular, o el que és el mateix, la meitat de la trajectòria entre l'equinocci de primavera (21 de març) i el de tardor (21 de setembre) que al revés.

Per a resoldre això Ptolomeo va introduir l'equant: un objecte celest es mou amb moviment circular respecte de O, amb el que des de la Terra es un moviment excèntric, però no es mou uniformement respecte de O, sinó respecte de Q punt que s'anomena equant. Aquest model va ser usat durant 14 segles.



2.2.- Models heliocèntrics

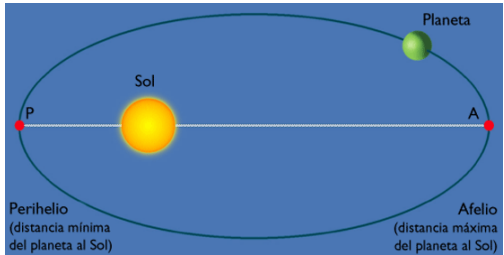
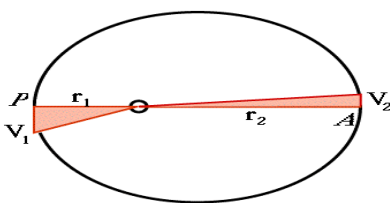
El primer model heliocèntric va ser introduït per Aristarco de Samos (grec 310-230 a.C.). Les seues idees varen ser precursors. Va estimar el tamany del Sol i va concloure que devia ser molt més gran que la Terra. Per aquest motiu va argumentar que era impossible que un objecte tan gran girara al voltant d'un objecte tan menut. Va sorgir un model en el que el Sol era el centre de l'Univers i els planetes giraven al voltant del Sol. Per a explicar el moviment aparent de les estrelles fixes va considerar que la Terra girava sobre si mateixa al voltant del seu eix N-S. Aquest model explicava de manera fàcil la variació de la brillantor al llarg de l'any. Però, aquesta teoria va ser rebutjada per que xocava amb les idees filosòfiques de l'època, no tenia base matemàtica i no podia respondre a altres aspectes científics (paral·latge).

17 segles més tard apareix publicat el tractat de N. Copèrnic, basant-se en les idees de A. de Samos: *El Sol es el centre de l'Univers i els planetes giren al voltant del Sol. Els planetes giren sobre si mateixos i la lluna gira al voltant de la Terra.* Aquest llibre va ser introduït per l'església catòlica en el "Index librorum prohibitorum" per considerar que atemptava contra les sagrades escriptures. Aquest model va tindre molta oposició encara que va acabar sent acceptat per la comunitat científica.

Model de Tycho Brahe: un dels científics que es va oposar al heliocentrisme va ser Ticho Brahe. Aquest va proposar un model mesclat: La Terra es troba en repós en el centre de l'univers i al voltant d'ella giren la lluna i el Sol, i al voltant d'aquest la resta de planetes.

Johannes Kepler: Aquest científic va acceptar el heliocentrisme però amb idees aristotèliques (esferes). Va ser contractat per T. Brahe i va analitzar les seues dades gastant un model heliocèntric. Això el va portar a rebutjar el model de Ptolomeo i va plantejar una nova hipòtesi: que la orbita de Mart al voltant del Sol era una el·lipse amb el Sol en un dels seus focus. Posteriorment va comprovar que aquesta hipòtesis era certa per a tots els planetes. Explica amb molta facilitat la diferent brillantor dels planetes i estrelles.

Les 3 lleis de Kepler poden ser enunciades com segueixen:

1^aLlei: els planetes es mouen al voltant del Sol descrivint orbites el·líptiques estant el Sol en un dels seus focus.  Perihelio (distancia mínima del planeta al Sol) Afelio (distancia máxima del planeta al Sol)	2^aLlei: en el seu moviment al voltant del Sol, els planetes barregen àrees iguals en temps iguals (el vector que uneix el planeta i Sol).  $r_1 \cdot v_1 = r_2 \cdot v_2$	3^aLlei: la distancia (UA) promitja entre un planeta i el Sol es proporcional al quadrat del seu període(anys). $\frac{T^2}{R^3} = cte$ Serveix per a tots els planetes.
--	--	--

Els treballs de Galileo Galileo Galilei, amic i col·lega de Johannes Kepler, estava convençut que la teoria de Copèrnic era correcta i es dedicà a l'observació de l'Univers amb el Telescopi que ell mateix va construir. Descobrí els 4 grans satèl·lits que rodegen al planeta Júpiter (amb açò demostrà que la Terra ja no es el centre de rotació de tots els cossos de l'Univers), els cràters i rugositats de la superfície lunar (que demostra que els cossos celestes no eren perfectes). Els descobriments de Galileo aporten proves indiscutibles de la validesa de la teoria copernicana. Encara que els seus treballs no foren tan importants com els de Kepler, resultaren decisius per desmantellar tota la física escolàstica basada en l'antiga cosmologia i assentar les bases per a la física Moderna basada en el mètode científic d'observació i experimentació (S. XVII).

2.3.-Nou model Cosmològic

La construcció d'un nou model cosmològic va ser iniciada per Copèrnic qui va afirmar en 1543 que era el Sol i no la Terra, el centre de l'Univers. El sistema geocèntric passava a ser heliocèntric i suposava que els planetes giraven al voltant del Sol en circumferències perfectes. Per una part la Lluna gira al voltant de la Terra, es a dir, es un satèl·lit d'aquesta. Va ser cap a l'any 1600 quan es va construir, gracies als treballs i observacions de Tycho Brahe i el anàlisis d'aquests, efectuat per el seu deixeble Johannes Kepler, el primer model exacte del Sistema Solar basat amb les Lleis de Kepler.

2.4.- Perfeccionament del Calendari

El establiment d'un calendari exacte per a la mesura del temps ha segut una preocupació constant de moltes civilitzacions.

La civilització romana va imposar el calendari Julià.

L'any solar, de 365 dies i $\frac{1}{4}$, pres com a base en el calendari Julià, adopta com a referència el pas de la Terra per l'equinocci de primavera. Per això es va fixar 365 dies per a 3 anys consecutius i 366 (bisiesto) per al quart any. Aquest calendari va servir a Europa durant 16 segles, però inclús amb bisiesto, no era perfecte, ja que el any té exactament la duració de 365 dies, 5 hores, 48 minuts i 46 segons.

Gregori XIII va redefinir els bisiestos per a evitar aquest desfassatge ara corregit. Aquest calendari, anomenat Calendari Gregorià, actualment en vigor en pràcticament tot el mon, tampoc es exacte, ja que té un error de 3 dies cada 10000 anys.

L'establiment del Calendari Gregorià, més precís que el anterior Calendari Julià, implicava la mesura precisa de la duració de l'any i això no es va poder fer fins no haver establert un model cosmològic exacte com el model Keplerià del sistema solar basat en el sistema heliocèntric de Còpernic.

3.- DEL MICROCOSMOS AL MACROCOSMOS. TEORIES SOBRE LA FORMACIÓ I EVOLUCIÓ DE L'UNIVERS

Existeix una connexió entre l'origen de l'univers i les interaccions de les partícules fonamentals, així com també una relació entre la física a la més petita escala explorada experimentalment $10^{-18} m$ i la física a gran escala de l'ordre del grandària de l'univers.

3.1.- L'Univers en expansió

A principis del segle XX es suposava que l'univers era estàtic: es suposava que les estrelles es movien unes respecte a altres però que no hi havia expansió o contracció enlloc en el seu conjunt.

Als anys 20 (segle i mil·lenni passat), Vesto Slipher trobà que l'espectre de la majoria de les galàxies mostraven un desplaçament cap al roig ($\uparrow \lambda \rightarrow focus allunyant-se$). Els astrònoms suposaren que aquest fet era degut a l'efecte Doppler com a conseqüència del moviment de la font de llum (si un cos emissor s'acosta o s'allunya d'un receptor, la freqüència que nota el receptor és diferent, símil ambulància-observador estàtic). Per tant, les galàxies s'allunyaven de la Via Làctia.

Per altra part, Edwin Hubble desenvolupà una tècnica que permetia determinar la distància a les galàxies, resultat que es coneix com a llei de Hubble: la velocitat d'allunyament de les galàxies es proporcional a la seua distància a la Terra:

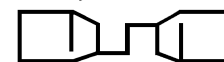
$$v = H_0 r \quad \text{on} \quad H_0 = 23 \text{ Km/s / milions.anyes} - \text{llum}.$$

La inversa de la constant de Hubble és l'edat de l'univers, $t = 1'3 \cdot 10^{10} \text{ anys}$

És a dir, les galàxies s'allunyen de la Terra. Quan més lluny, més velocitat

La conclusió d'aquest dos aspectes és que l'univers no és estàtic, si no que es troba en expansió. A aquesta idea s'anomena principi cosmològic.

Ara bé, si invertim el temps i anem cap a enrere podem pensar que tota la matèria es trobava concentrada en un únic punt de l'espai i que l'univers començà amb una gran explosió, el Big Bang.



3.2.- L'Origen de l'univers. Model del Big Bang

La teoria del Big Bang o model cosmològic, suposa que l'univers s'inicià en una singularitat en l'espai i el temps coneguda com a gran explosió on la temperatura i la densitat serien tremendes ($\rho = \infty, T = 10^{33} K$) i de grandària nul·la i des d'aquest moment l'univers es troba en continua expansió.



3.3.- Futur de l'univers

El model del Big bang considera que l'univers s'originà en una singularitat i es troba en expansió des d'aquell moment però no sabem fins a quan. A l'actualitat la majoria de l'energia es troba en forma de massa i la dinàmica de llarg abast és la gravitacional. Per tant l'atracció gravitatòria deuria frenar l'expansió de l'univers. Si la densitat de massa es fa major que un cert valor anomenat densitat crítica l'atracció gravitatòria serà suficientment forta com per aturar l'expansió fins a detenir-la. A partir d'aquest moment l'univers començaria a contraure's fins que començara tot de nou, fenomen que s'ha anomenat la gran contracció o Big Crunch. Si la densitat de massa fora menor que el valor crític l'univers seria pla i en continua expansió. Les evidències, a partir de mesures de densitat de l'univers i de la seua comparació amb la densitat crítica, apunten cap a un univers en continua expansió.

4.- OBSERVACIÓ I MESURA EN ASTROFÍSICA

L'astrofísica es la part de l'astronomia que estudia la naturalesa, formació i evolució dels objectes celests.

El primer instrument d'observació astronòmic va ser anteull astronòmic, també anomenat telescopi, utilitzat per Galileu en 1608 (va descobrir 4 satèl·lits de Júpiter).

Aquests telescopis poden ser o es divideixen en:

- Telescopis refractors, construïts amb lents o sistemes de lents.
- Telescopis reflectors, construïts mitjançant espills còncavos.

El més modern del telescopi d'observació i mesura en astronomia és el Telescopi espacial posat en òrbita per la NASA, el qual detecta objectes extremadament dèbils arreplega dades espectrogràfics i fa mesures molt precises de la posició de les fonts radiant.

Actualment, el principal mètode d'investigació actual consisteix en l'estudi de la radiació e.m. procedint dels cossos celests. Amb aquesta radiació obtenim informació sobre la naturalesa dels àtoms, T^a i P.

Fruit de la investigació en el camp radioastronòmic va ser el descobriment dels quàsars (púlsars) (estrelles de neutrons en rotació a grans v) i amb anterioritat el descobriment de la radiació de fons de l'univers per Arno Penzias i Robert Wilson.

5.- CLASSIFICACIÓ DE LES ESTRELLES I EVOLUCIÓ ESTELAR

Les estrelles son objectes celests massius que brillen per sí sols i emetien radiacions e.m. com a resultat de les reaccions nuclears que tenen lloc en el seu interior.

5.1.- Classificació de les estrelles

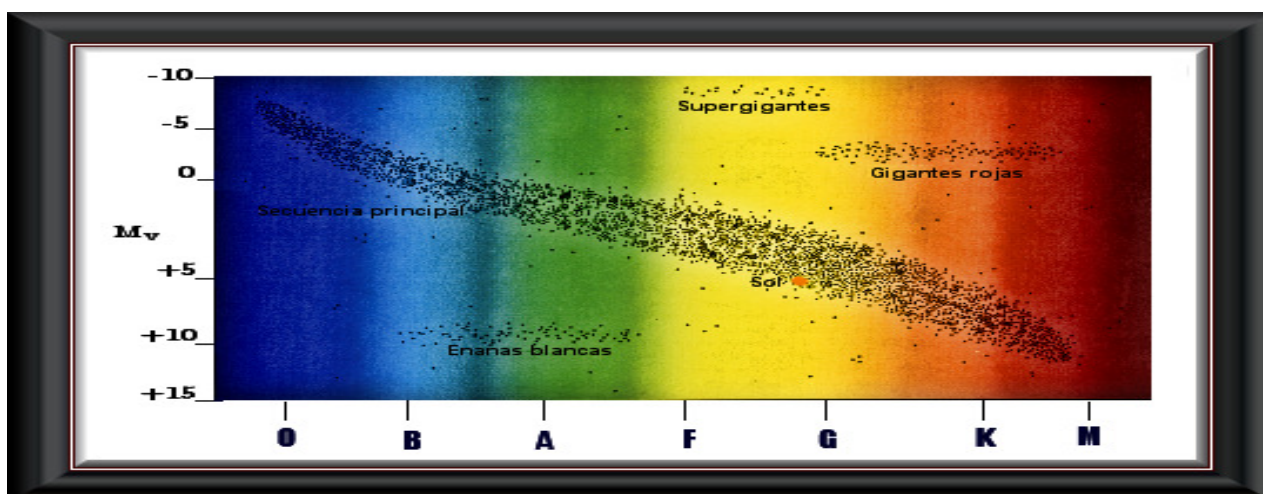
D'acord amb els seus espectres les estrelles es classifiquen el funció de la seua T (tenen bàsicament la mateixa composició).

CLASSE ESPECTRAL	TEMPERATURA	LÍNIES DE L'ESPECTRE	COLOR DE L' ESTRELLA
O	30000-60000	He, O ²⁻ , C, N	Blau
B	10000-30000	He, O, N, C	Blau-blanc
A	7500-10000	H	Blanc
F	6000-7500	H, Ca, K	Blanc-groc
G	5000-6000	Fe, Ca, Na, Mg	Groc
K	3500-5000	CN, -OH	Groc-taronja
M	<3500	Metalls(Fe, Ca, Mg, TiO)	Roig

A més es designa amb un número del 0 al 9 per a indicar la seua lluminositat i un sufix per a indicar el tipus d'estrella (I: estrella supergegant; II: estrella gegant brillant; III: estrella gegant; IV: subgegant; V: estrella de la seqüència principal).

5.2.- Diagrama de Hertzsprung-Russell

Si representem la lluminositat d'una estrella en escala logarítmica front a la seua T^a, vegem que les estrelles tendeixen a distribuir-se al voltant de certes regions molt concretes. Aquesta representació es denomina de Hertzsprung-Russell, en honor als seus descobridors.



La majoria de les estrelles (90%) es situen en posicions properes a la línia diagonal anomenada seqüència principal.



5.3.- Evolució estelar

L'origen d'una estrella es troba en el gas i pols interestel·lar. Quan, per algun motiu es produeix una lleugera condensació de matèria ($\uparrow$ densitat) pot contraure's degut a efectes gravitatoris. Aquesta matèria es contrau i es fa més densa i $\uparrow T$. Quan la T^a aplega als milions de K (en 100.000 anys) comencen a produir-se les reaccions nuclears. Es genera tanta energia que la pressió augmenta i frena el col·lapse gravitatori. Es produeix un equilibri que durarà fins que s'acaba el combustible nuclear (H). En aquest moment el nucli de l'estrella disminueix la seua P i T, i l'estrella col·lapsa novament. La seua evolució posterior dependrà de la massa inicial de l'estrella. La degeneració electrònica fa $\uparrow$ Pressió i $F_p = F_g$, deté el col·lapse.

- Estrella amb $M < 0.5 M_s$ (Massa solar): l'estrella es refreda poc a poc fins aplegar una ρ de tonellades/cm³. Aquesta contracció fa que hi haga una pressió que sorgeix de la degeneració electrònica i deté el col·lapse. Passa a ser una nana blanca ($R \sim 10.000$ Km, $M = 0.5 M_s$).

- Estrella amb $0.5 M_s < M < 1.44 M_s$: el nucli es contrau la $T^a \uparrow$. Per altre lloc, $\uparrow$ les reaccions de fusió en les capes externes produint-se una expansió. Això fa disminuir la F_g i perd massa en la escorça. El nucli aplega a una T^a per a produir la fusió del He que es transforma en nuclis més massius i l'estrella s'expandeix. S'obté una estrella gegant roja ($R = 200 R_{inicial}$). Quan s'acaba el gel, es contrau cap a una nana blanca.

Aquest límit superior de $1.44 M_o$ es la massa màxima per a una nana blanca, es coneix com a *límit de Chandrasekhar*.

- Estrella amb $1.44 M_s < M < 3 M_s$: la matèria es comprimeix i la F_p de la degeneració no iguala a F_g , els electrons adquireixen molta v i penetren en els nuclis combinant-se amb els p per a donar neutrons. Disminueixen els electrons i la $F_p \downarrow \rightarrow$ l'estrella es contrau encara més. Es forma així una estrella de neutrons. ($R \sim 10$ km; $\rho = 10^8$ Tm/cm³). Si la $M \sim 2-3 M_s$ el col·lapse no es deté i el procés continua fins el estat de forat negre.

Per a masses majors ($8 M_s$) es produeix la fusió del C donant lloc a un nucli de Fe (supergigant roja). La fusió del Fe es endotèrmica (no allibera E) amb el que la T^a i P interna $\downarrow$ en el nucli, amb el que la $F_g > F_p$ i es produeix el col·lapse fins aplegar el tamany típic d'una estrella de neutrons el col·lapse es deté ($F_p = F_g$).

Els púlsars són estrelles de neutrons en rotació.



Ara bé, les capes exteriors també s'afonen i xoquen contra el nucli en una col·lisió. En la col·lisió el material de les capes exteriors es expulsat a $v \sim 5\% c$ (en una gran explosió). Aquest esdeveniment es denomina supernova.

Si la massa del residu (nucli) es $< 2-3 M_{\odot} \rightarrow$ Estrella neutrons.

Si la massa del residu es $>$ la massa es comprimeix fins assolir el estat d'un punt de densitat infinita denominat singularitat. El camp gravitatori es tan intens que ni tan sols la llum pot escapar d'ell. Per això rep el nom de forat negre. (Púlsar: estrella de neutrons en rotació ($+10$ voltes/s) que emet ones e.m. en forma de polsos).

5.4.- Estructura i composició de l'univers

L'univers es troba format per unitats anomenades galàxies formades a la vegada per estrelles, planetes, satèl·lits i matèria interestel·lar.

En 1771, Charles Messier publicà un catàleg d'objectes celestes en el que apareixien alguns objectes no estel·lars. Eren en realitat Galàxies. Tanmateix, la seua consideració com a galàxies no es produí fins 1920, quan Hubble demostrà la seua naturalesa extragalàctica al determinar la distància a Andròmeda i mostrar que es trobava fora de la Via Làctia i que a més a més presentava unes dimensions similars a la d'aquesta.

A l'actualitat es coneixen milers de Galàxies que s'identifiquen per la lletra M (de Messier) seguit d'un numero. Així la galàxia Andròmeda és la M31.

Atenent a la seua forma, les galàxies es poden classificar en: el·líptiques, espirals (les més abundants) i irregulars. A aquesta classificació s'anomena seqüència de Hubble.



GALÀXIA ESPIRAL



GALÀXIA EL·LÍPTICA



GALÀXIA IRREGULAR

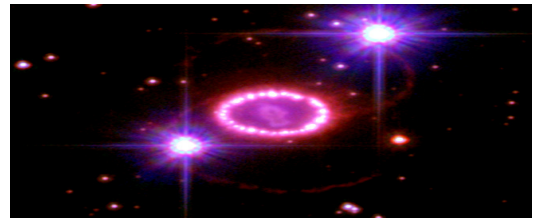


5. 5. Univers

Una supernova és una estrella que, al final de la seva vida, es destrueix en una gran explosió que fa que s'incrementi la lluminositat de l'estrella de forma espectacular. Es veuen més comunament en galàxies distants, en la Via Làctia es té constància de molt poques supernoves. Són extremadament brillants, rivalitzant, per uns pocs dies, amb l'emissió de llum combinada de tota la resta de les estrelles a la galàxia. Atès que la majoria de les supernoves ocorren en galàxies distants, la seva lluentor aparent és molt feble, fins i tot pels grans telescopis. Ocasionalment ocorren en galàxies properes, i llavors és possible un estudi detallat de les seves característiques.

L'última supernova va ser vista en la nostra galàxia, la Via Làctia, el 1604 per Kepler. La més brillant des de llavors ha estat la supernova 1987A, a la Gran Núvol de Magallanes, una petita galàxia satèl·lit de la Via Làctia. Les supernoves es classifiquen en dos tipus. Les supernoves de tipus I resulten de la transferència de massa dins d'un sistema binari que consisteix d'una estrella nana blanca i una estrella gegant. Les supernoves de tipus II són, en general, estrelles massives individuals que arriben a la fi de les seves vides amb una formidable explosió

SUPERNOVES



SUPERNOVA1987 A

Quan una estrella molt massiva esgota tot el seu combustible nuclear, explota com supernova expulsant la major part de la seva massa a l'espai interestel·lar. No obstant això, l'objecte romanent que queda després de l'explosió col·lapsa gravitatòriament sota el seu propi pes en no quedar material de fusió que contraresti la gravetat.

Aquest col·lapse no s'atura en cap moment de manera que al final tota la massa queda confinada en un punt singular de l'espai. Al seu voltant hi ha una regió de l'espai delimitada per l'anomenat horitzó de successos dins de la qual qualsevol objecte que el sobrepassi, ja no pot tornar a escapar. Ni tan sols la llum pot escapar a la immensa atracció gravitatòria del forat negre.

En no emetre res, la detecció d'un forat negre només es pot fer de manera indirecta a partir de la seva forta influència gravitacional sobre el seu entorn

FORATS NEGRES

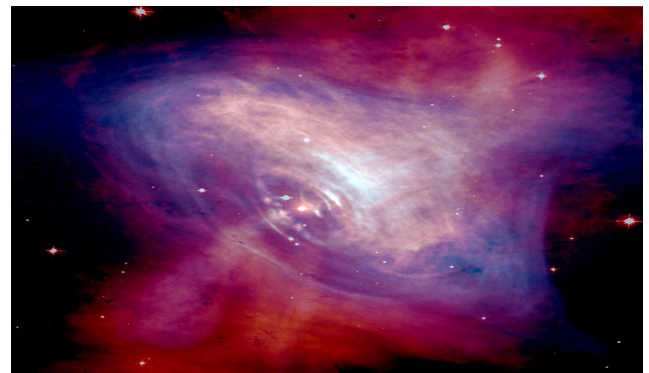
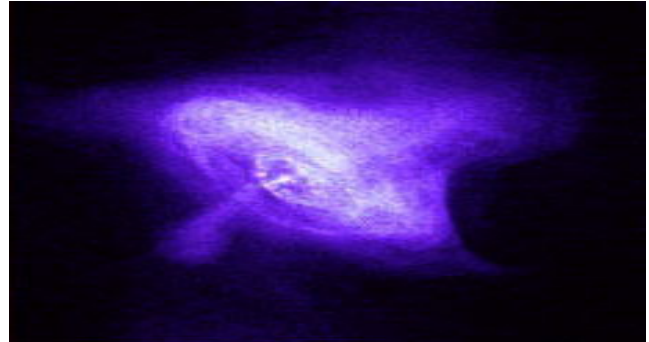


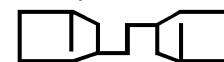


Després d'una explosió supernova l'objecte romanent col·lapsa sota el seu propi pes per efecte de la gravetat en haver esgotat ja tot el seu combustible nuclear que mantenia a l'estrella en equilibri. En un moment donat, quan la massa de l'estrella originària no excedeixi de 8 vegades la massa del Sol, el col·lapse es deté i tota la massa queda limitada en una esfera de tot just diversos quilòmetres de diàmetre.

La pressió és enorme a l'interior i gira sobre si mateix a una gran velocitat. És el que es coneix com a estrella de neutrons. Quan a més l'atmosfera exterior d'aquest objecte compacte que conté gran quantitat d'electrons interacciona amb el camp magnètic es genera un feix de radiació, generalment en el rang de les ones de ràdio, que surt del púlsar en dos sentits diferents al llarg d'un eix. Quan aquest feix és interceptat pels radiotelescopis a la Terra es perceben polsos de ràdio cada pocs segons, que és el temps que triga un púlsar en rotar sobre si mateix

ESTRELLES DE NEUTRONS. PÚLSARS





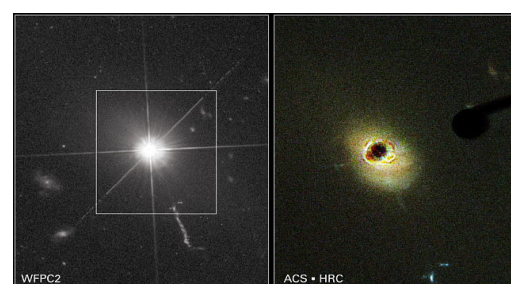
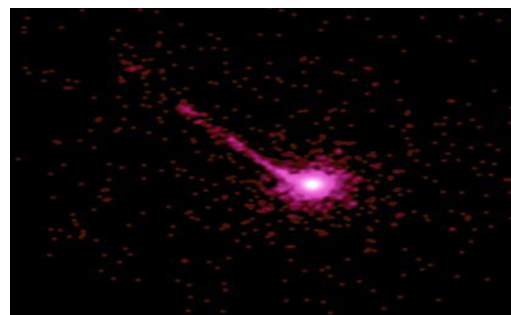
A principis dels anys 60 del passat segle, els astrònoms tenien catalogats un bon nombre de fonts puntuals radioemissores descoberts durant els anys precedents amb els primers radiotelescopis, la naturalesa era desconeguda. No obstant això el seu aspecte puntual semblant al d'una estrella, va portar a cridar-quàsars, a partir de l'anglès "quasiestellar ràdio sources" (fonts de ràdio cuasiestelares).

Va ser el 1963 quan Maarten Schmidt en estudiar l'espectre del més brillant d'aquests misteriosos objectes, catalogat com 3C273, va observar que les seves línies d'emissió podrien explicar-se si s'acceptava que l'espectre d'aquests objectes presentava un gran desplaçament cap al vermell. Es va descartar així que es tractés d'objectes estelars ubicats en la nostra pròpia galàxia.

La característica més destacable dels quàsars és precisament el gran desplaçament cap al vermell del seu espectre, el que implica que es troba situat a distàncies enormes. D'altra banda, s'ha observat que, malgrat tot el seu grandària relativa és més aviat petit. Un petit unit a una gran llunyania implica que es tracta d'objectes amb una enorme lluminositat, arribant alguns a tenir més de 100 vegades la lluminositat d'una galàxia normal.

Avui dia l'opinió més acceptada pels astrònoms és que els quàsars són nuclis extremadament actius de galàxies molt llunyanes, alguns situats a més de 9000 milions d'anys llum, el que implica al seu torn una gran antiguitat, es tractaria per tant d'objectes molt vells que serien bastant comuns en un Univers relativament jove

QUASARS



Quàsar 3c273



6.- EL SISTEMA SOLAR

Les èpoques antigues reconeixien 5 planetes, que eren els que podien observar a simple vista sense utilitzar cap tipus d'instrument, i l'objectiu de la seua observació estava relacionada amb la navegació, elaboració de calendaris, estacions, activitats agrícoles.

En aquelles èpoques les explicacions es basaven en la idea de que la Terra era el centre de tot l'univers, (teoria geocèntrica) elaborada per Plató, defensa per Aristòteles (model de les 55 esferes), i posteriorment modificat per Ptolomeo introduint elements geomètrics com epicles, deferents i equants).

Aquesta idea va ser mantinguda fins al S.XVI quan N. Copèrnic concibeix un model heliocèntric de l'Univers amb el Sol en el centre i tots els planetes i estrelles girant al voltant d'ell i la lluna girant al voltant de la Terra. No va ser acceptada immediatament, però les observacions de Tycho Brahe i les lleis de J. Kepler confirmaren el model Heliocèntric.

Galileu construeix un telescopi amb el que observa el Sol, la Lluna, 4 satèl·lits en Júpiter i moltes estrelles. Galileu defensa la teoria heliocèntrica el que li va valer un procés amb la Inquisició.

Isaac Newton estableix la llei de Gravitació universal.

En l'actualitat sabem que el sistema solar està compost per 8 planetes, Plutó no es considera planeta, i un conjunt d'objectes més menuts com satèl·lits, asteroides, cometes i pols.

6.1.- Origen, situació i estructura del sistema solar

El sistema solar va nèixer fa 4600 milions d'anys, i està format pel Sol i 8 planetes girant al voltant. Aquests planetes contenen amb desenes de satèl·lits girant al voltant d'ells. També amb cometes, asteroides, pols i gas.

El Sol es va formar per un col·lapse de matèria, probablement per tindre una densitat major, que va durar milions d'anys. Aquest col·lapse de matèria va provocar que l'objecte es calfara cada vegada més, fins aplegar a una temperatura suficient com per a que es produïren les primeres reaccions nuclears de fusió d'àtoms d'H produint He i alliberant E en forma de radiació. Això va produir el naixement del Sol.

Segons un model prou estès, els planetes es formaren degut a que la pressió creixent en el nucli del Sol va reduir la caiguda de matèria cap al centre provocant que la matèria exterior s'unirà mitjançant col·lisions i que anaren creixent de tamany fins assolir Kms. Aquest a la vegada s'uniren per a formar els nuclis dels planetes.

En les zones properes al Sol, la temperatura era tan alta que el gel es va fondre i les partícules lleugeres (H, He) foren expulsades. Per això, aquesta zona va ser dominada per roca i metall que donaren lloc a la formació dels planetes interiors: Mercuri, Venus, la Terra i Mart. Pel contrari, en les zones llunyanes, la temperatura era



tan baixa com per a que hi haguera gran quantitat de gel que dona lloc als planetes exteriors Júpiter, Saturn, Urà i Neptú. Aquests augmentaren encara més el seu tamany degut a que incorporaren H i He.

- Estructura: el Sistema Solar està format pel Sol, col·locant en el seu centre, 8 planetes, 63 satèl·lits o llunes, asteroides, cometes, vent solar, pols i gas.

Situació: La via Làctia és una galàxia de tipus espiral d'aproximadament 100.000 anys-llum de diàmetre que conté al voltant de 100.000 milions d'estrelles i la massa del qual s'estima en $4 \cdot 10^{11}$ vegades la Massa del Sol.

- Sol: està classificat com una estrella nana. La part principal del seu espectre es troba en el visible. El seu radi és de 696.000 Km ($109 R_T$) i la seua massa $1'99 \cdot 10^{30}$ kg ($330.000 M_T$). Està compost per H (75%) i He (23%) i elements més pesats. Degut a la Fg, la massa del Sol pressiona cap a dins i per evitar el col·lapse de l'estrella la pressió central deu ser suficient com per a suportar el seu pes. Això fa que la ρ , P i T siguin diferents a distintes distàncies del centre de l'estrella.

El Sol està format per les següents parts:

1.- Té un nucli amb $\rho = 150 \text{ g/cm}^3$ i $T = 10^6 \text{ K}$ on es produeixen les reaccions de fusió termonuclear (4protons donen lloc a He més $26'7 \text{ MeV}$)

2.- Zona radioactiva: no es produeixen les reaccions de fusió si no que el transport de l'E per radiació (s'absorbeixen i reemetten els fotons emesos pel nucli) per part d'àtoms d'He. Atmosfera Solar formada per tres regions.

3.- Zona convectiva: es transporta l'energia per convecció tèrmica degut a que les fotons produeixen gradients de temperatura.

- Fotosfera: es produeix la radiació visible d'espectre continu i es la superfície visible del Sol. La seua temperatura = 5800 K .

- Cromosfera: es una capa de gas en forma d'anell i pot vore's durant els eclipsis de Sol. La seua temperatura és 8000 K .

- Corona Solar: també s'aprecia quan es produeixen eclipsis de Sol i la seua forma depèn del B del Sol. $T^a = 2 \cdot 10^6 \text{ K}$

Les partícules de la corona flueixen. Aquest flux es denomina vent solar (400 km/s). Quan el vent solar assoleix la Terra el B terrestre atrapa (en ocasions) aquests e- i p i els arrastra fins l'atmosfera on interactuen amb els àtoms que absorbeixen E i després l'emetien en forma de llum colorada.

Aquest fenomen, quan es produeix en l'hemisferi Nord es denomina Aurora Boreal. Aquest fenomen, junt amb l'aurora astral, es produeixen en els anomenats cinturons de Van-Allen.

- Els planetes i els seus satèl·lits: Son cossos celestes que no emetien llum pròpia y que es mouen en òrbites al voltant del Sol. Es coneixen 8 planetes i son visibles degut a que reflectien la llum solar (5 d'ells poden vore's

a simple vista). Totes les òrbites dels planetes es troben aproximadament en un mateix pla conegut com pla de la eclíptica. A més, tots els planetes giren en sentit contrari a les agulles del rellotge.

L'estructura interna d'un planeta està format per 3 parts: nucli, mantell i escorça, es divideixen en 2 grups:

Planetes tel·lúrics (tipus Terra) i Planetes jovians (tipus Júpiter).

1.- Planetes tel·lúrics: tenen un nucli metàl·lic (Fe) i amb un mantell de silicats. L'escorça exterior d'aquests planetes es sòlida (densitat alta en comparació als planetes jovians) i tenen atmosfera, són menuts i es troben a prop del Sol. Aquests planetes són: Mercuri, Venus, Terra, Mart.

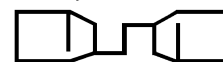
2.- Planetes Jovians: també anomenats Gegants. Tenen menor densitat i atmosferes espesses de H i He. Degut a la seua composició i T^a i P internes aquests planetes careixen de superfície sòlida encara que poden tenir nuclis sòlids de Fe o silicats. Tenen nombrosos satèl·lits naturals i estructura d'anells al seu voltant.

El cinturó d'asteroides separa els dos grups de planetes.

A part dels planetes i satèl·lits, el sistema solar (galàxia Via Làctia) té asteroides que són objectes rocosos que orbiten al voltant del Sol i la majoria es troben en òrbites situades entre Mart i Júpiter formant el anomenat cinturó d'Asteroides. Alguns científics pensen que algun d'aquests asteroides va poder causar l'extinció dels dinosaures quan va xocar amb la Terra, ja que molts d'aquests asteroides creuen l'òrbita de la Terra.

L'asteroide més gran es Ceres de 913 km. de diàmetre, el seu origen es incert encara que es pensa que la Fg de Júpiter va evitar que s'uniren per a formar un planeta. Amb el temps varen anant col·lisionant formant objectes més menuts.

També hi ha cometes, compostos per He i roca. Cometa significa en grec cabellera. Aquests poden descriure òrbites el·líptiques, hiperbòliques o parabòliques. Els cometes d'òrbites hiperbòliques o parabòliques no són periòdiques, els d'òrbita el·líptica sí (Cometa Halley) ja que es troben atrapats per la gravetat del Sol. El nucli es una bola de gel amb partícules de pols. La rad. Solar evapora part del material gelat alliberant partícules de pols formant un núvol de gas i pols (cabellera) que reflexa la llum solar.

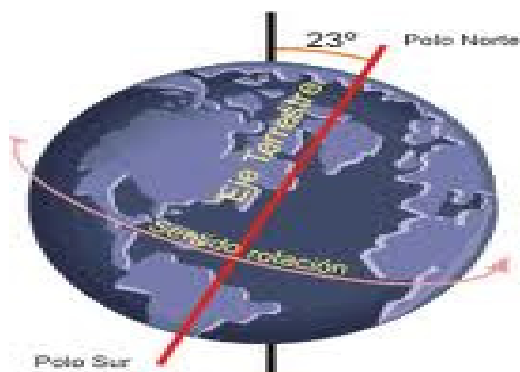


6.2.- Moviments de la Terra

Al principi es creia que la Terra era immòbil, però això no es així, sinó que es troba sotmesa a varis moviments:

- Rotació: cada 23 h i 56 min. fa una volta completa al voltant del seu eix polar (direcció antihorària). Això es pot comprovar amb el pèndol de Foucault.
- Translació: es mou al voltant del Sol en una òrbita el·líptica en un temps de 365'25 dies. Tenen 4 punts importants (solsticis el 22 de desembre i juny i equinoccis el 21 de març i 22-23 de setembre).
- Precessió: canvi de direcció de l'eix de gir de la Terra ja que el seu eix de rotació no es vertical. Cada 26000 anys aproximadament
- Nutació: oscil·lació periòdica del pol de la Terra (semblant a una baldufa) Cada 18 anys

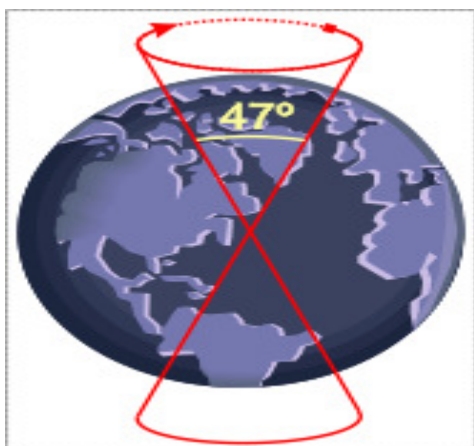
ROTACIÓ



TRANSLACIÓ



PRECESSIÓ



NUTACIÓ

