

POLARIS

BOLETIN DE LA ASOCIACION COSTARRICENSE DE ASTRONOMIA ACODEA

Año 2 ... Número 4 ... 2 de mayo de 1990

Contenido

<i>Leo.. Leonis.. Leo/ José A. Villalobos .póg...</i>	<i>1</i>
<i>Agujeros Negros / Alberto Villalobos Ch</i>	<i>1</i>
<i>Evolución Química Galáctica/ Manrique Sanchez . 2</i>	
<i>El cometa 1989G₁ / J.A. Villalobos</i>	<i>3</i>
<i>La imagen de televisión que vuela a las estrellas/ Oscar Sierra</i>	<i>4</i>
<i>Cómputo Astronómico: Origami para cometas/ Javier Villalobos</i>	<i>5</i>
<i>Venus/ José Alberto Villalobos</i>	<i>6</i>

LEO ... LEONIS ... LEO

por José Alberto Villalobos

Desde la antigüedad la constelación del león ha sido asociada con el Sol, y Régulus, su estrella más brillante, con la realeza.



El Sol está en Leo desde el 12 de agosto hasta el 16 de setiembre. Leo culmina el 1 de marzo a medianoche, el 15 de marzo a las 11 p.m., el primero de abril a 10 p.m, el 15 de abril a las 9 p.m, etc.

Estrellas brillantes:

alfa	:	Regulus	:	10 ^h 5,7 ^m 12°13' 1,36
beta	:	Denebola	:	11h 46,5m 14 51 2,23
gamma	:	Aigleba	:	10 17,2 20 06 2,30
delta	:	Durh	:	11 11,5 20 48 2,58
epsilon	:	Rasalasad	:	9 43,0 24 00 3,12
zeta	:	Aldhafera	:	10 13,9 23 40 3,65

Algunas Galaxias:

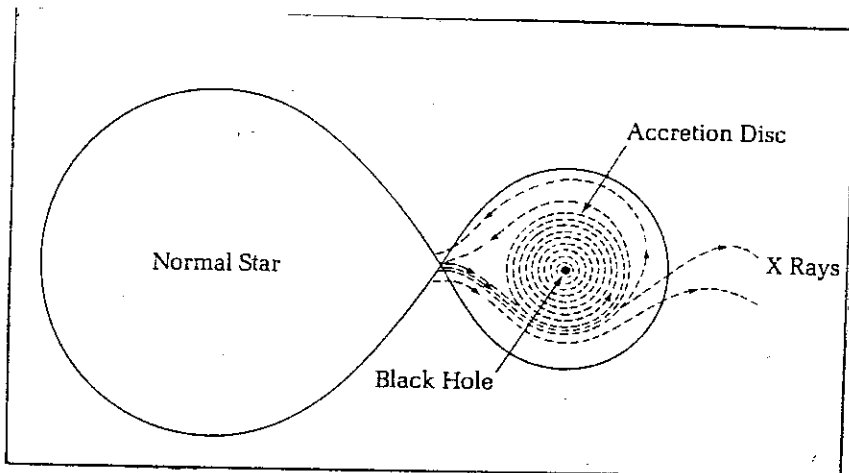
NGC3351: M95; NGC3368: M96; NGC3379: M105;
NGC3623: M65; NGC3626: M66.

Alfa y Gamma Leonis son dobles fáciles de resolver con binoculares y telescopios pequeños. R y V Leonis son dos interesantes variables de período largo. En Leo también está la famosa estrella Wolf 359, al presente, la tercera estrella más cercana al Sol.

AGUJEROS NEGROS

por Alberto Enrique Villalobos Chaves

El destino final de una estrella y la forma en que evoluciona está determinada por la masa inicial que la estrella posea en el momento de su formación. La energía que mantiene brillando a estos cuer-



punto de doblarse sobre sí mismo lo que da como resultado la desaparición de la estrella de nuestro Universo. Lo que queda se denomina un agujero negro.

Debido a su intenso campo gravitacional, los agujeros negros tienen propiedades bizarras, como veremos. Supóngase que se tiene por delante uno de estos cuerpos, y que lanzamos rayos de luz a diferentes distancias del mismo; debido a que el espacio-tiempo está fuertemente curvado por el gran cuerpo gravitatorio,

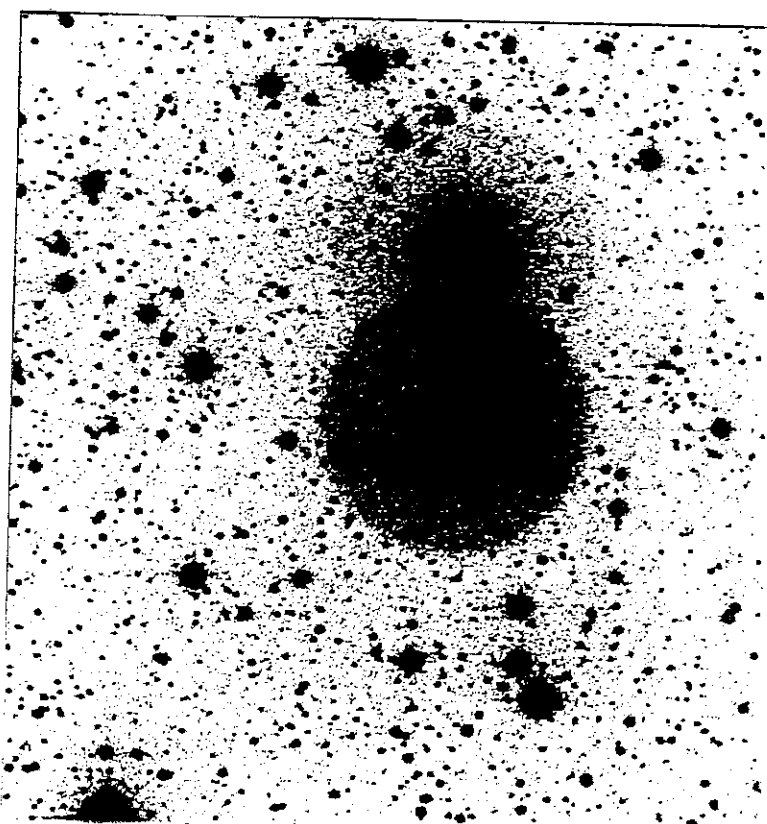
los rayos de luz se desvían de su trayectoria rectilínea clásica. La magnitud de la deflexión dependerá de que tanto se acerca el rayo de luz al agujero negro, de hecho a una cierta distancia los rayos de luz serían obligados a describir una órbita circular conocida como círculo fotónico, y una distancia un poco menor de ésta, serían absorbidos irremediamente por el agujero negro que ostenta tal nombre precisamente porque la luz no puede escapar de sus entrañas.

El hecho de que un agujero negro no deje escapar luz podría hacer pensar que su detección es imposible, sin embargo, cuando uno de tales cuerpos está acompañado de una estrella corriente, el panorama cambia. Ya desde el siglo XIX se había descubierto que en sistemas binarios de estrellas, se podía dar intercambio de masa. Cualquiera gas flotando dentro de un volumen espacial conocido como lóbulo de Roche podría pasar de una estrella a la otra.

pos se origina de las reacciones termonucleares de fusión que convierte elementos livianos en pesados. Una vez que la estrella ha agotado sus reservas de combustible nuclear, ésta comienza a contraerse pues no hay fuentes de energía que se opongan al fuerte campo gravitatorio estelar por lo que los átomos que conforman al astro empiezan a compactarse unos contra otros, hasta un punto tal que los electrones se disocian del núcleo. Si la masa de la estrella en colapso es menor que 1,25 veces la masa del Sol, entonces en algún punto la repulsión entre electrones llega a ser suficiente para detener la contracción. La estrella resultante de tal proceso se denomina enana blanca. Estos astros tienen más o menos el mismo tamaño que la Tierra con una densidad tan alta que una cucharada de su materia pesaría mil toneladas.

Si la masa de la estrella en colapso es ligeramente mayor que 1,25 veces la masa del Sol, entonces la presión de los electrones no es suficiente para detener la contracción y la estrella simplemente continúa compactándose, hasta un punto tal que los electrones se ven forzados a chocar violentamente con los núcleos para producir neutrones. Cuando finalmente cerca del 90% de la estrella consiste de neutrones, las energéticas fuerzas nucleares entre estas partículas pueden ser suficientes para detener la contracción. El cuerpo resultante tiene solamente de 25 a 30 Km de diámetro y es conocido como estrella de neutrones, y es tan densa que una cucharada de su materia pesaría mil toneladas.

Si la masa de la estrella en contracción es mayor que tres veces la del Sol, entonces nada podrá detener la contracción, ni la presión de los electrones, ni las fuerzas nucleares serán suficientes, simplemente no existe fuerza física conocida que pueda evitar a la estrella volverse cada vez más pequeña. A medida que la estrella se colapsa, la intensidad del campo gravitacional aumenta drásticamente, obligando al espacio tiempo a curvarse cada vez más, hasta el



en un sistema binario formado por una estrella normal y un agujero negro, el gas de la primera es capturado por el segundo, para formar un disco en espiral conocido como disco de acreción. Los gases de las partes interiores de este disco giran alrededor del agujero negro más rápidamente de lo que lo hace los más externos. El frotamiento resultante, entre capas adyacentes calienta el disco a temperaturas, que en sus partes más internas, puede sobrepasar el millón de kelvin. A tales temperaturas el plasma resultante emite copiosas cantidades de rayos x que por lo tanto hacen al agujero negro un objeto sumamente brillante en esta región del espectro.

En 1971 los astrónomos empezaron a concentrar toda su atención sobre una poderosa fuente de rayos x en la constelación de Cisne. Tal fuente denominada Cisne X-1, tenía toda la apariencia de un objeto en forma de estrella no observable en la región visible del espectro, y en 1972 se estableció que Cisne X-1 era la compañera no observada de una estrella visible de noventa magnitud del tipo binaria espectroscópica, y que su masa era seis veces la masa del Sol. Esto era exactamente lo que estaban esperando los astrofísicos: El Cisne X-1 era el primer candidato confiable para ostentar el ominoso nombre de agujero negro.

[Traducción: Kaufmann, Relatividad y Cosmología]

EVOLUCION QUIMICA GALACTICA

por Manrique Sánchez Soto

Las galaxias distantes, es decir, aquellas que muestran un alto corrimiento hacia el rojo, se consideran en gran medida como los objetos de la época más temprana de la historia del Universo. A partir de sus formas y distribuciones se espera conocer qué efectos, en épocas tempranas, condujeron a su formación. A partir de sus espectros se espera también conocer sus composiciones químicas que, a su vez, nos dirán algo acerca de la marcha de la nucleosíntesis estelar en el temprano universo. Recientemente, dos grupos de investigación han informado acerca de las medidas de las líneas espectrales del zinc en galaxias iluminadas por brillantes cuásares de fondo. Debido a que el zinc es uno de los pocos elementos que no ha llegado a estar enlazado en los granos interestelares, estos espectros nos proporcionan la mejor medida hasta ahora de la temprana nucleosíntesis.

La síntesis de elementos de la "boia de fuego" primordial, durante los primeros miles de segundo del universo, produjo casi exclusivamente isótopos de hidrógeno y helio. Todos los otros elementos, incluidos como "elementos pesados", se construyeron

luego en las estrellas, después que éstas y las galaxias se unieron a partir de la distribución de material inicial. El enriquecimiento de elementos pesados por parte del medio estelar de nuestra Galaxia y en otras galaxias, ocurrió cuando los materiales procesados en las estrellas fueron eyectados, ya sea en forma relativamente lenta a través de los "vientos estelares" o en forma explosiva si las estrellas llegaron a ser "supernovas". Desde luego este medio participa de la subsecuente formación de estrellas, encendido nuclear y posterior enriquecimiento del medio estelar.

La información sobre los detalles de la historia química de nuestra Galaxia se ha obtenido a partir de los estudios de las abundancias de los elementos pesados en las atmósferas de las estrellas de las cuales hay disponibilidad de sus edades estimadas. En su conjunto el cuadro es el que algún enriquecimiento inicial de elementos tales como carbono, nitrógeno y oxígeno ocurre relativamente rápido, en procesos de corta vida y en estrellas de gran masa. Después de 10^9 años, más o menos, aparece en el medio interestelar el grupo de elementos del hierro, ya cuando las estrellas de larga vida y poca masa producen cantidades significativas de material. La proporción de enriquecimiento depende del número relativo de estrellas de varias masas y de su tasa de formación, la fracción de eyecciones estelares que escapan completamente de la Galaxia y cualquier acreción de material primordial en la Galaxia.

Un estudio independiente de la historia química de las galaxias puede hacerse mediante el análisis de las abundancias de los elementos en los altos corrimientos hacia el rojo, cuando las galaxias (y el Universo) eran mucho más jóvenes. Actualmente la única forma de hacerlo con cierta confiabilidad es mediante el examen de los espectros de los brillantes cuásares con alto corrimiento hacia el rojo, por medio de las líneas de absorción del hidrógeno y de los elementos pesados, las cuales surgen en el gas de las galaxias que están entre nosotros y el cuásar. Las intensidades de estas líneas pueden emplearse para inferir las abundancias relativas de los iones responsables de la fase de gas y, mediante ciertas correcciones de las poblaciones relativas de los diferentes niveles de ionización, las abundancias relativas de los elementos en el gas interestelar.

Existe una complicación mayor que debe considerarse si uno desea inferir las verdaderas abundancias en la fase de gas. En el medio interestelar de la Galaxia, gran parte del material de los elementos comunes (tales como carbono, oxígeno, silicio e hierro) entra en la formación de los granos de polvo interestelar, de tal manera que la abundancias verdaderas de

estos elementos son, en cierto modo, más elevadas que las que podría indicar la abundancia del gas. Sólo unos pocos elementos relativamente raros, en especial el zinc, se encuentran en porciones insignificantes en el polvo sólo a través de la medida de la abundancia de esos elementos, estamos aptos para obtener un cuadro seguro de las abundancias de los elementos pesados en los sistemas con alto corrimiento hacia el rojo.

La detección de las líneas del zinc es difícil por la debilidad de las mismas, aún para las abundancias de aquellos elementos típicos de nuestra Galaxia y porque se incrementa la posibilidad de abundancias más bajas en los altos corrimientos hacia el rojo. A pesar de esto, los dos grupos de investigación han reportado medidas de las líneas del zinc, ionizado simplemente, con lo cual les permitirá determinar su abundancia relativa con respecto al hidrógeno en los altos corrimientos hacia el rojo. Así pues, dependiendo de la proporción de retardamiento en la expansión del Universo, los investigadores examinan el contenido químico del material existente cuando el Universo tenía 15 o 30% de su edad actual. En ambos casos, las abundancias de los elementos pesados relativas al hidrógeno, medidas con el Zn^+ son de un orden de magnitud más bajo que el valor cerca del Sol. La interpretación directa de estos resultados es que la nucleosíntesis en estos sistemas con elevados corrimientos hacia el rojo ha llevado a la producción de sólo una décima parte de los elementos pesados que observamos hoy día y, que por lo tanto, los objetos se encuentran en una temprana etapa de su evolución química.

En ambos estudios es posible comparar la abundancia del zinc con la del cromo, otra especie bastante insignificante en los granos. En ambos casos la abundancia del cromo es cercana al verdadero valor en la Galaxia. Consecuentemente parece lógico suponer que estas regiones de altos corrimientos hacia el rojo se hallan relativamente libres de polvo. Si en términos generales esto es verdadero, los análisis de las abundancias basados en las líneas más fuertes de aquellos elementos más comunes que se han detectado en una galaxia, proporcionaría, razonablemente, estimaciones confiables con respecto a las verdaderas abundancias. Esto es alentador para aquellos que desean comprobar o verificar los más altos corrimientos hacia el rojo y, posiblemente, las abundancias más bajas, o sea, los sistemas para la obtención de un cuadro máximo de la historia química de la materia del Universo.

Abundancia Galáctica química evolución. R.F. Carswell. Nature, Vol 341, 26 de octubre

RESUMEN SOBRE EL COMETA 1989C₁

por José Alberto Villalobos

El cometa Austin 1989C₁, fue descubierto por el aficionado de Nueva Zelanda Rodney R.D. Austin el 16 de diciembre del año pasado. Sus elementos orbitales, calculados recientemente, usando las primeras observaciones son los siguientes:

Pasaje por el perihelio	: T = 1990, abril, 9,914 ET
distancia al perihelio	: q = 0,34943 u.a.
excentricidad	: e = 1
argumento del perihelio	: w = 61,571
longitud del nodo ascendente:	= 75,304
inclinación de la órbita	: i = 58,937

La trayectoria asignada es parabólica ($e=1$), lo que implica que al momento no se sabe si quedaría atrapado orbitando en torno al Sol, por el contrario, su trayectoria actual lo devolverá a las regiones exteriores del sistema solar, desde donde provino. Hace el recorrido en sentido "directo", como se trasladan los demás planetas alrededor del Sol, y el plano de su órbita está inclinado 60 con respecto al de la órbita terrestre, que cruzó de Sur a Norte (nodo ascendente) cerca del 1 de abril, y cruzará de Norte a Sur (nodo descendente) alrededor del 10 de junio. Su perihelio está a una distancia al Sol menor que la órbita de Mercurio (0,39 u.a) y su velocidad para esa fecha fue de unos 30 Km/s, respecto al Sol, la que irá disminuyendo a medida que se aleje.

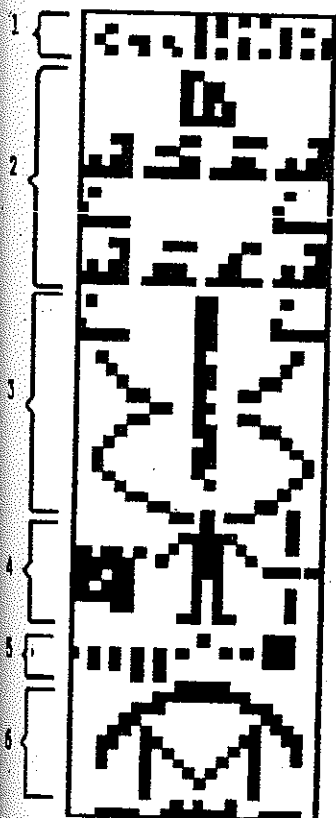
Se considera que el Austin es muy brillante, puesto que se descubrió con magnitud 11 cuando estaba a 370 millones de Km del Sol. Para el 9 de abril se le calculó una magnitud visible de 0.1, como si tomáramos una estrella tan brillante como Sirio y esparciéramos su luz para formar al cometa, solo que para esa posición, como sucede con todos los cometas, las observaciones no son nada simples, pues se necesita un cielo y un horizonte excepcionalmente despejados, y posiblemente la ayuda de instrumentos, un buen mapa del cielo y un exacto cuadro de efemérides. En el mes de mayo el Austin puede observarse durante las madrugadas sin luna, hasta el día 6, justo antes de inicio del crepúsculo. El siguiente período sin luna va del 20 de mayo al 4 de junio, durante el cual el cometa ya estará suficientemente metido en la noche, para una observación más simple, sin embargo también habrá disminuido su magnitud visible.

[Referencias: Revista Sky & Telescope, Feb-Marzo-Abril de 1990]

LA IMAGEN DE TELEVISION QUE VUELA A LAS ESTRELLAS

por Oscar Sierra Quintero

El 16 de noviembre de 1974 un gemido ininteligible emergió de un enorme tazón de trescientos cinco metros de diámetro adherido al suelo, en un valle ubicado en la zona norte de la isla de Puerto Rico, y lanzándose a la velocidad de la luz, se sumergió en el infinito. Durante los 2 minutos y 49 segundos que duró la inusitada vibración, nuestro planeta se convirtió en uno de los cuerpos celestes más brillantes de la Vía Láctea. En una longitud de onda comparable, el haz de energía emitido desde la pequeña isla caribeña era un millón de veces más potente que la luz del Sol. A medida que el gorgojo se fue apagando lentamente, los ojos de la mayor parte de las 200 personas reunidas en el lugar, testigos del histórico acontecimiento, se llenaron de lágrimas. Otras supiraban profundamente, sin acertar a articular palabra alguna. No era para menos: el primer "aullido" de nuestra civilización se habría caminado entre las desoladas vastedades del espacio interestelar, reclamando la compañía y el contacto de otros posibles congéneres cósmicos.



[1]. Clave para leer en binario. [2]. Cuadro de elementos químicos (carbono, nitrógeno, fósforo, oxígeno, hidrógeno). [3]. "Espinazo" de la doble hélice de ADN. [4]. Silueta humana con cifras de población total (derecha) y estatura (izquierda). [5]. Esquema del sistema solar. [6]. Radiotelescopio de Arecibo.

En la provincia de Arecibo, al norte de Puerto Rico, está el radiotelescopio más grande del

planeta. Libre de molestias interferencias, este radiotelescopio se ha convertido en una valiosa herramienta para el estudio a fondo de los cuásares y los pulsares, inexplicables y lejanos cuerpos celestes descubiertos en la década de los sesenta precisamente con esta nueva generación de artefactos astronómicos. Así, por años, los radiotelescopios cumplieron con su única e importante función de "orejas" gigantes que, atentas capataban día y noche la multitud de sonidos provenientes de la infinita algarabía cósmica.

En 1974 el Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera de la Universidad de Cornell, instaló una nueva superficie reflectora y un nuevo transmisor con la potencia aproximada de medio millón de vatios, en el descomunal radiotelescopio de Arecibo. Una señal lanzada por el transmisor sería lo suficientemente fuerte como para ser fácilmente captada por algún radiotelescopio no más sensible que alguno de los nuestros, ubicado a muchos miles de años luz de distancia, en nuestra galaxia o fuera de ella.

Los científicos que laboraban en el complejo astronómico de la gran antena parabólica decidieron celebrar una "ceremonia de dedicación" al reenchuchado telescopio, y una manera impresionante de hacerlo sería lanzando al infinito el primer mensaje interestelar televisivo de nuestra civilización. Carl Sagan se encargó de elaborar el mensaje, recurriendo para ello a la ayuda y asesoría de sus colegas en especialidades afines.

Utilizando el sistema binario, se dispuso que el mensaje sería transmitido en un formato de imagen de televisión en blanco y negro. Para formar el gráfico se utilizaron 1679 bits de información enviados en forma de dos tonos con una rapidez de 10 por segundo y a la frecuencia de radio de 2380 MHz. La transmisión fue dirigida hacia el cúmulo globular de estrellas ubicadas en la constelación de Hércules, llamado Messier 13, el cual dista 25.000 años luz de la Tierra, lejos del plano de nuestra galaxia. Viajando a 300.000 kilómetros por segundo, el primer mensaje televisivo transmitido por nuestra civilización a otras posibles sociedades hermanas que puedan existir entre algunos de los 300.000 soles del M13, tardará 25.000 años en llegar a su destino, tocando durante su trayecto a unas 30 estrellas más. Alguna posible respuesta a este primer "enlace de televisión Tierra-Infinito" será recibido por nuestros lejanos descendientes, quizás en el siglo 520 de nuestra era.

El gráfico adjunto trata de explicar a los ignotos receptores del mismo, por medio de dibujos esquemáticos y cifras codificadas en sistema binario, la naturaleza química y biológica del ser humano, su estatura, morfología y población total; el sistema

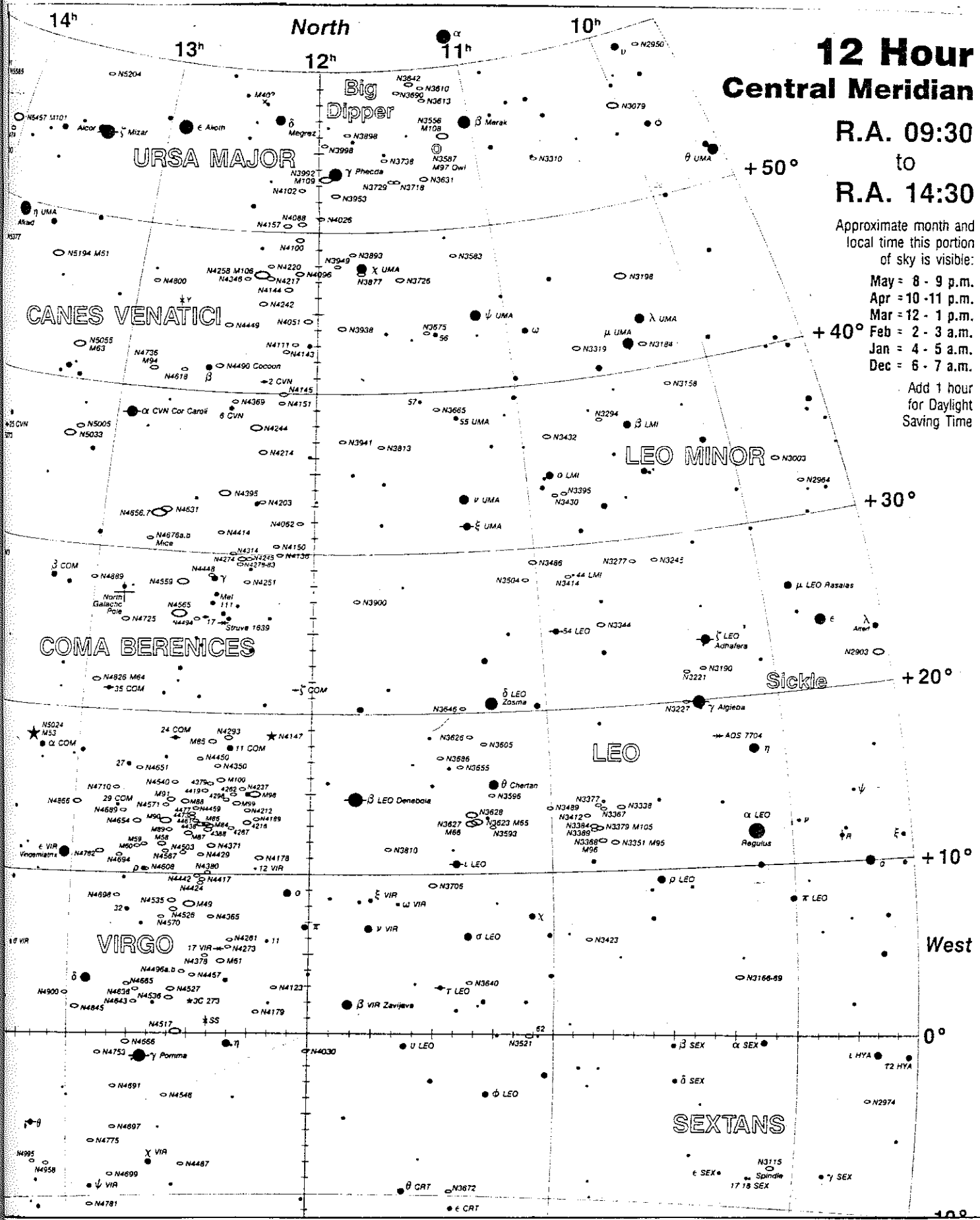
12 Hour Central Meridian

R.A. 09:30 to R.A. 14:30

Approximate month and local time this portion of sky is visible:

- May = 8 - 9 p.m.
- Apr = 10 - 11 p.m.
- Mar = 12 - 1 p.m.
- Feb = 2 - 3 a.m.
- Jan = 4 - 5 a.m.
- Dec = 6 - 7 a.m.

Add 1 hour for Daylight Saving Time

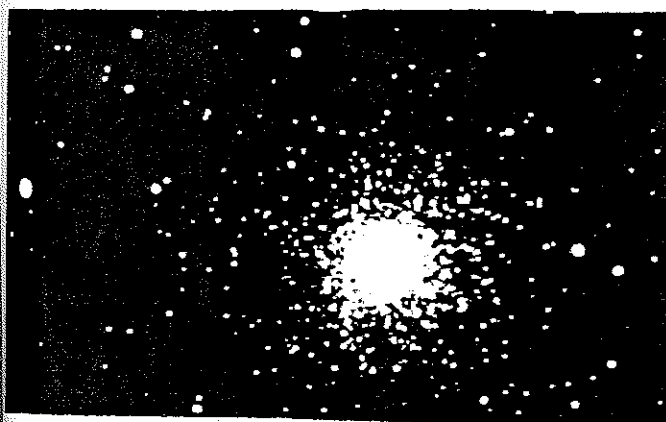


West

0°

10°

planetario que habita y la forma del aparato que utilizó para transmitir el mensaje.



M13

Cómputo astronómico ORIGAMI PARA COMETAS

por Javier Alberto Villalobos

En el número de abril (1990) de la revista Sky & Telescope aparece un interesante programa de cómputo, escrito por R.B.Minton, con el cual hice el trazado para la trayectoria del cometa Austin 1989C1, y la órbita de la Tierra que se adjuntan, las cuales debidamente recortadas en una cartulina permiten visualizar en tres dimensiones, el encuentro del cometa con el Sol y la Tierra.

El Austin tuvo su perihelio (P), el punto más cercano al Sol (S), el 9 de abril (52 millones de Km). Las otras posiciones están espaciadas 10 días hacia adelante y hacia atrás del perihelio. La línea de trazos que atraviesa la trayectoria del cometa y pasa por el Sol, es la línea de nodos y marca el nodo ascendente (NA), cuando el cometa cruza de Sur a Norte el plano de la órbita terrestre (la eclíptica), y el nodo descendente (ND) cuando lo cruza de Norte a Sur. Para enlazar las trayectorias se corta desde ND a S.

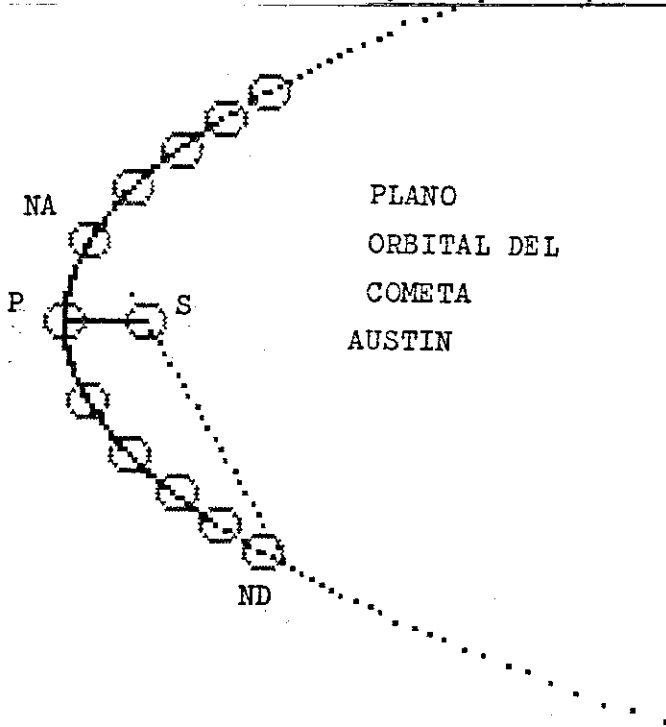
Se necesita además la órbita de la Tierra, con sus posiciones en fechas conocidas. El programa marca convenientemente el primer punto de Aries (21 de septiembre visto desde el Sol) y los inicios de cada mes. También se destaca la recta S-NA, del Sol al nodo ascendente, la cual debe cortarse para enlazar las trayectorias.

La otra información que necesita para el Austin es la inclinación de la órbita con respecto a la eclíptica, que en este caso es de 59,361. Al enlazar las órbitas se puede verificar una serie de aspectos, entre otros, cuando se observa al atardecer y cuando al amanecer, la fecha y distancia de mayor acercamiento a la Tierra (25 de mayo, 37 millones de Km), la

posición de la cola y las fechas de posibles "lluvias de meteoros" asociadas con este cometa.

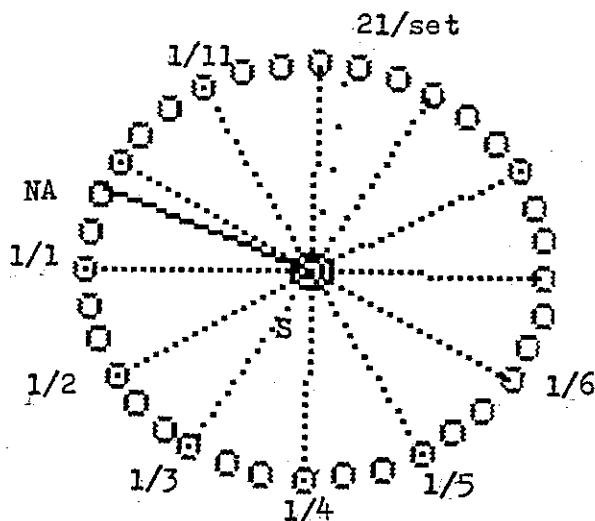
Espero que pueda hacer su origami del Austin, pero si prefiere una copia del programa en TurboBasic, que puede aplicar a otros cometas, solamente traiga su disco y con gusto se la suministraremos.

[Referencia: Comet Orbits by Origami R.W.Sinaot Sky & Telescope, abril 1990]



Tierra

del 21/set/1989
al 21/set/1990



VENUS

por J. A. Villalobos

Venus, nuestro vecino celeste ha fascinado por mucho tiempo tanto a científicos, aficionados y al observador casual. Cuando lo vemos radiante en el cielo del atardecer ("Hesperos") o del amanecer ("Phosphorus"), comprendemos por qué los antiguos nombraron al planeta en honor a la diosa de la belleza y el amor.

Venus es un poco semejante a la Tierra en cuanto a masa y tamaño y por eso algunas veces se han llamado planetas gemelos, pero el parecido termina allí, las condiciones en la superficie de Venus son realmente diferentes a las de nuestro planeta y para ilustrarlo leamos un reporte imaginario del tiempo de un día típico en Venus:

"Hoy será un día nublado (como lo ha sido desde tiempos remotos), con temperaturas cercanas a 430 C y la presión atmosférica será tan alta como unas noventa veces la de nuestro vecino planeta Tierra. No se esperan cambios significativos en presión y temperatura para mañana ni para el siglo próximo. Habrá vientos con una velocidad de 8 Km/hora, pero incapaces de derribarlo debido a la extremadamente alta presión. El Sol se pondrá por el Este dos meses después del amanecer"

Venus a sido un planeta frustrante para los astrónomos, porque está cubierto por un velo constituido por capas de nubes que no permiten observar la superficie. Recientemente se ha usado radar para explorar su superficie desde la Tierra y más de 30 naves robot lo han visitado desde 1962.

Mientras que la Tierra y Marte rotan alrededor de sus ejes

en aproximadamente 24 horas, Venus tarda 243 días en dar un giro completo, y curiosamente en sentido opuesto a como lo hace la mayoría de los demás planetas, es decir, gira de Este a Oeste. Más interesante aún, su período de rotación es mayor que el empleado en trasladarse alrededor del Sol, así, en Venus un año tarda solamente 225 días terrestres.

Venus no tiene satélites naturales, no tiene campo magnético

y es sumamente seco. Su atmósfera está compuesta principalmente de dióxido de carbono. Los estudios de radar han revelado una superficie con efectos tectónicos y vulcanológicos similares a los terrestres, con un 70 % de planicies cuya altura media coincide con el radio promedio del planeta, un 20% de terrenos altos y un 10% de tierras altas, destacando allí los

Montes Maxwell que se elevan unos once kilómetros sobre las planicies circundantes.

Como Venus se acerca a la Tierra más que cualquier otro planeta y sus nubes reflejan muy bien la luz del Sol. Es muy brillante, tanto al amanecer como al atardecer, por lo que es fácil de identificar y puede verse aún de día.

Algunos datos sobre Venus

Distancia promedio al Sol	: 0,7233 UA
Excentricidad de la órbita	: 0,007
Período de revolución	: 224,7 días
Período de rotación (retrógrado)	: 243,01 días
Inclinación de eje	: 178°
Diámetro	: 12102 Km
Masa (0,815 MT)	: 4,87x10 ²⁴ kg
Densidad	: 5,24 g/cm ³
Campo gravitatorio (sup)	: 8,85 m/s ²
Velocidad de escape	: 10,4 Km/s
Temperatura	730 K
Superficie	: basalto y granito ?
Atmósfera	: 96,57% CO ₂ , 3,4% N ₂
Presión atmosférica	: 90 atmósferas
Campo magnético	: ninguno
Albedo	: 0,76

