Apunte de Astronomía

Lic. Sebastián Coca

v.202445

Capítulo 1

Astronomía de posición

1.1. Sistemas de referencia

1.1.1. Sistemas de coordenadas matemáticas

En los siguientes links van a poder acceder a los vídeos de las clases preparadas para los temas desarrollados en la sección (1.1.1):

- Parte 1: Sistemas de coordenadas matemáticos en 2D
  https://youtu.be/jZOEsT9U6XA
- Parte 2: Sistemas de coordenadas matemáticos en 3D
  https://youtu.be/wEYLrErtwt8

Más información sobre los sistemas de coordenadas pueden acceder en las siguientes páginas de wikipedia:

- Sistema de coordenadas cilíndricas
- Sistema de coordenadas esféricas

Actividades (sistemas de coordenadas matemáticos)

1. Transformar las siguientes coordenadas bidimensionales y graficar:

   a) De rectangulares a polares $\big((x;y) \rightarrow (r;\theta)\big)$:
   $(3;4)$; $(3;1)$; $(5;5)$; $(-3;-4)$; $(-5;5)$;
   $(5;-5)$; $(3;-1)$; $(-5;-5)$; $(0;-3{,}5)$; $(-\sqrt{2};0)$.

b) De polares a rectangulares $\big((r;\theta)\to(x;y)\big)$:

$(2;\pi/2)$; $(\sqrt{2};\pi)$; $(3{,}5;7\pi/6)$; $(7;-\pi/3)$; $(\sqrt{1};0)$;
$(\sqrt{3};\pi)$; $(4;2\pi/3)$; $(4;-\pi/2)$; $(0;0)$; $(\sqrt{1};-\pi)$.

2. Transformar las siguientes coordenadas tridimensionales a los otros sistemas y graficar:

   a) $(x;y;z)$:

   $(1;1;1)$; $(-3;0;4)$; $(-1;-1;-1)$; $(2;2;0)$; $(2;2;0)$; $(0;2;2)$; $(3;2;-1)$.

   b) $(r;\phi;z)$:

   $(\sqrt{2};\pi/4;0)$; $(\sqrt{2};5\pi/4;0)$; $(5;\pi/6;-1)$; $(0;\pi;0)$; $(3;0;0)$; $(3;2\pi;0)$; $(2;3\pi/2;1)$.

   c) $(\rho;\theta;\phi)$:

   $(\sqrt{3};\pi/4;\pi/4)$; $(2;\pi;0)$; $(5;0;\pi)$; $(\sqrt{3};3\pi/4;5\pi/4)$; $(2;3\pi/4;3\pi/2)$; $(\sqrt{4};\pi/2;\pi)$; $(\sqrt{9};\pi/3;7\pi/8)$.

1.1.2. Sistemas de coordenadas astronómicos

En los siguientes links van a poder acceder a los vídeos de las clases preparadas para los temas desarrollados en la sección (1.1.2):

- Parte 1: Sistemas de coordenadas astronómicas. Definiciones generales y construcción del Sistema de Coordenadas Horizontales.
  https://youtu.be/20HwdOHqj-U

- Parte 2: Sistemas de coordenadas astronómicas. Definiciones específicas y construcción del Sistema de Coordenadas Ecuatoriales Horarias y Coordenadas Ecuatoriales Absolutas.
  https://youtu.be/TtVTJF01tew

- Parte 3: Sistemas de coordenadas astronómicas. Aplicaciones prácticas.
  https://youtu.be/srMmv1g9UmI

Más información sobre los sistemas de coordenadas astronómicos pueden acceder en las siguientes páginas de wikipedia y en los libros recomendados:

- Coordenadas horizontales en español

- Coordenadas horizontales en inglés
- Coordenadas ecuatoriales en español
- Coordenadas ecuatoriales horarias en español
- Coordenadas ecuatoriales en inglés
- Coordenadas astronómicas en español
- Coordenadas astronómicas en inglés

¡¡¡INCLUIR LOS LIBROS!!!

Actividades (coordenadas astronómicas)

1. Realizar esquemas de la Esfera Celeste indicando horizonte, ecuador celeste, polos celestes, cenit, nadir, meridiano del lugar, primer vertical y puntos cardinales, tal como aparecerían para observadores situados en los siguientes puntos sobre la esfera terrestre:

   a) sobre el Ecuador Terrestre;

   b) en el polo Sur, discuta como sería en el polo Norte;

   c) un lugar con latitud $\phi = +30°$;

   d) un lugar con latitud $\phi = -60°$.

2. En los esquemas del Problema anterior, señalar la trayectoria aparente que sigue una estrella desde su culminación superior hasta 6 horas después de la misma.

3. ¿En qué parte de la esfera celeste la altura de los astros aumenta continuamente y en qué parte disminuye continuamente? ¿Qué sucede con el Ángulo Horario H?

4. Para todos los problemas anteriores, abrir y configurar el programa Stellarium de tal manera de comprobar los resultados obtenidos en ellos. Realizar para ello capturas de pantallas ilustrativas.

5. Determinar si la estrella es visible desde Londres bajo las siguientes condiciones, justificar cada caso:

   a) Sus coordenadas ecuatoriales horarias son: $(-3^h; 30°)$ el día 19 de Octubre a las 22h. Determinar de manera aproximada su ascensión recta α.

b) Sus coordenadas ecuatoriales absolutas son: $(18^h\,32^m; -20°)$ el día 21 de Junio a media noche.

c) Sus coordenadas horizontales son: $(275°; -30°)$ el día 1 de enero a las 5h.

Para los casos en los que la estrella no sea visible en ese momento, determinar en qué momento serán visibles.

6. ¿Cuáles son las coordenadas ecuatoriales absolutas del Sol en los equinoccios y los solsticios?

7. Calcular, de manera aproximada cuando no sea posible exacto, el acimut del Sol en la ciudad de Córdoba para su salida y puesta, en los equinoccios y los solsticios ($\varphi_{Cba.} = -31°\,25'\,15''$).

8. En el momento de su culminación superior, determinar las distancias cenitales máxima y mínima del Sol para la Ciudad de Córdoba. ¿En qué época del año ocurren estos eventos?

9. ¿A partir de qué latitudes será posible observar el Sol a medianoche?

10. Determinar, para la ciudad de Córdoba, el rango de declinaciones para que una estrella sea circumpolar (perpetuamente visible). ¿Cuál será para que sea perpetuamente invisible?

11. Para un observador situado en la ciudad de Córdoba y en el momento de culminación inferior del punto Aries, indicar las coordenadas horizontales y las ecuatoriales horarias de los siguientes puntos sobre la esfera celeste:

    a) Polo Sur celeste;

    b) Punto cardinal Norte;

    c) Cenit;

    d) Punto Vernal;

    e) Punto de Libra.

12. Determinar el Tiempo Sidéreo para los siguientes momentos del año:

    a) 2 de enero @ 19:23 h.

    b) 8 de marzo @ 0:43 h.

    c) 12 de junio @ 17:15 h.

    d) 29 de octubre @ 23:50 h.

    e) 17 de diciembre @ 7:35 h.

13. Determinar que objetos son visibles el 19 de octubre a las 23 h. Dar las coordenadas horizontales aproximadas y su ángulo horario. Justificar sus respuestas.

    a) $(\alpha;\delta) = (0^h\,30^m; 70°)$

    b) $(\alpha;\delta) = (0^h\,30^m; -70°)$

    c) $(\alpha;\delta) = (7^h\,58^m\,19^s; -30°\,34'\,55'')$

    d) $(\alpha;\delta) = (19^h\,3^m\,19^s; -54°\,38')$

    e) $(\alpha;\delta) = (13^h\,1^m\,59^s; -15°\,23'\,19'')$

14. Un persona observa una estrella el día 23 de septiembre a las 23 h y registra sus coordenadas horizontales: $(A; z) = (3°; 23{,}5°)$. Responder y justificar cada pregunta:

    a) ¿La estrella ya realizó su culminación superior?

    b) ¿Es posible afirmar que la declinación de la estrella es positiva?

    c) Determinar su ascensión recta.

    d) Determinar sus coordenadas ecuatoriales absolutas para 15 días después de la observación realizada

    e) Calcular sus coordenadas horizontales 15 días antes y posteriores de la observación al mismo horario.

    f) Determinar hasta que fecha será visible la estrella en el mismo horario.

Problemas de exámenes

1. Una estrella posee las siguientes coordenadas en Córdoba: $(A; h) = (210°; 60°)$ el día 17/12 a las $5\,h$. Determinar:

    a) Tiempo Sidereo.

    b) Coordenadas Ecuatoriales absolutas y horarias.

    c) Graficar y ubicar el punto Vernal.

2. Si tenemos una estrella con $(\alpha;\delta) = (20^h\,30^{min}; -15°)$ en un lugar con $\phi = 15°$, y a las 21^h se ve a la estrella con $(A; h) = (90°; 55°)$, responder:

    a) ¿Cuánto tiempo falta para que se oculte?

    b) Calcular el TS y fecha en que es observada la estrella.

Capítulo 2

Movimiento de los astros

2.1. Movimiento elíptico: Leyes de Kepler

En los siguientes links van a poder acceder a los vídeos de las clases preparadas para los temas desarrollados en la sección (2.1):

- Movimiento de los planetas – Ecuación de posición en coordenadas polares sobre una elipse.
  https://youtu.be/c3I5bRt4-v8

Actividades (Leyes de Kepler)

1. Luego de ver el vídeo, realizar las cuentas del minuto 14:40 donde se pasa de la ecuación:

$$r'^{\,2} = \big(r\,\mathrm{sen}(\theta)\big)^2 + \big(2ae + r\cos(\theta)\big)^2,$$

   a la ecuación:

$$r'^{\,2} = r^2 + 4ae(ae + r\cos(\theta)).$$

2. Luego, utilizar la última ecuación obtenida y combinarla en conjunto con la ecuación de la elipse:

$$r + r' = 2a,$$

   y llegar a la ecuación de la elipse en coordendas polares:

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e\cos(\theta)} \qquad (0 \le e < 1)$$

3. Calcular el radio vector r para todos los planetas del Sistema Solar en su perihelio y afelio.

4. Calcular la velocidades para el afelio y perihelio de los planetas del punto anterior con las siguientes expresiones:

$$v_p^2 = \frac{GM(1+e)}{r_p} = \frac{GM}{a}\left(\frac{1+e}{1-e}\right)$$
$$v_a^2 = \frac{GM(1-e)}{r_a} = \frac{GM}{a}\left(\frac{1-e}{1+e}\right)$$

5. Durante una observación astronómica se detecta a un NEO (Near Earth Object) desconocido hasta el momento. El grupo de observación desea catalogarlo y realizan mediciones de sus parámetros. Entre los parámetros que determinan, está la velocidad del mismo: $v_{NEO} = 26{,}2\,\mathrm{km/s}$. Responder:

   a) Si el cuerpo cumple con las leyes de Kepler, ¿su velocidad permanece constante o varía? Justificar.

   b) Supongamos que también nos proveen con otro dato, su excentricidad $e = 0$, ¿qué podemos decir acerca de la órbita del mismo y a qué tipo de movimiento corresponde? Calcular su período sabiendo que su semieje mayor es $a = 1{,}3\,UA$.

   c) Ahora suponga que $e = 0{,}1$ y que la velocidad que se midió corresponde a su punto más próximo a la Tierra, determinar su periodo, sus longitudes y velocidades de perigeo y apogeo, y su semieje mayor y menor.

6. La estrella *TRAPPIST-1* es un sistema que posee 7 exoplanetas. La información de sus exoplanetas se puede obtener del siguiente enlace: http://exoplanet.eu/catalog/.

   a) Verificar si los exoplanetas corresponden a un sistema Kepleriano.

   b) Comparar las velocidades orbitales de los planetas entre sí, en el periastro y apoastro y discutir sobre el resultado obtenido.

   c) Ahora considerar el sistema planetario *HD 40307* y realizar las mismas actividades que los puntos anteriores. Discutir sobre los resultados alcanzados entre ambos sistemas.

Problemas de exámenes

1. Una nave espacial cuya masa es $m = 50\,\mathrm{kg}$ orbita a Marte: ♂, a una distancia de la superficie de 1000 km, determinar:

   a) Sus energías para que sea una órbita circular. Calcular a_c, T, v y ω.

   b) Calcular el impulso necesario para cambiar su órbita circular a una elíptica con $e = 0{,}75$ y semieje menor $b = 1000\,\mathrm{km} + R_{♂}$. Utilizar Hohmann para el cálculo.

2. La basura espacial son objetos pequeños que se mueven a altas velocidades. Suponga que se tiene un tornillo con $m = 50\,\mathrm{g}$ viajando a $150\,\mathrm{km/s}$ a $1000\,\mathrm{km}$ de altura de la superficie terrestre. Se quiere "limpiar" la zona y llevar esta basura a una órbita al doble de alto. Responder:

   a) a_c, T, ω y v que posee en su órbita.

   b) Calcular las energías previas y posteriores al cambio de órbita.

   c) Determinar los impulsos necesarios para realizar el cambio de órbita y el tiempo que demoran.

   d) Igual al punto 2*a*) pero en la nueva órbita.