

INDICE

PROLOGO

1.- LA ESFERA CELESTE

- 1.1 Movimiento diurno de la esfera celeste
- 1.2 Coordenadas horizontales y horarias
 - 1.2.1 Coordenadas horizontales
 - 1.2.2 Coordenadas horarias
 - 1.2.3 Paso de coordenadas horizontales a horarias y viceversa
- 1.3 Movimiento ánuo del Sol
 - 1.3.1 Generalidades
 - 1.3.2 Eclíptica media y verdadera
- 1.4 Coordenadas ecuatoriales y eclípticas
 - 1.4.1 Coordenadas ecuatoriales
 - 1.4.2 Coordenadas eclípticas
 - 1.4.3 Paso de coordenadas ecuatoriales a eclípticas y viceversa
 - 1.4.4 Variación de las coordenadas del Sol en su movimiento ánuo
- 1.5 Tiempos sidéreos medio y aparente
- 1.6 Movimiento diurno del Sol
 - 1.6.1 Generalidades
 - 1.6.2 Duración del día según la época del año
 - 1.6.3 Refracción astronómica
 - 1.6.4 Crepúsculos
 - 1.6.5 Semidiámetro aparente
 - 1.6.6 Movimiento diurno desde distintas latitudes
- 1.7 Tiempos solares verdadero y medio
 - 1.7.1 Tiempo civil y longitud geográfica
 - 1.7.2 Tiempo universal
 - 1.7.3 Ecuación de tiempo
- 1.8 Problemas del movimiento diurno
 - 1.8.1 Paso por un vertical de acimut a
 - 1.8.2 Paso por un almucantarat de altura h

1.9 Refracción astronómica

1.9.1 Primera aproximación

1.9.2 Fórmula de Laplace

1.9.3 Refracción en las proximidades del horizonte

1.9.4 Corrección de refracción en coordenadas horizontales y horarias

2.- LA TIERRA

2.1 Elipsoide terrestre

2.1.1 Posición sobre la superficie de la Tierra

2.1.2 Corrección de coordenadas por altitud

2.2 Paralaje diurna

2.2.1 Coordenadas horizontales

2.2.2 Coordenadas horarias

2.3 Potencial terrestre

2.3.1 Expresión del campo gravitacional terrestre bajo la forma de un desarrollo en polinomios de Legendre

2.3.2 Simplificaciones

2.3.3 Aceleración j de la gravitación

2.4 Potencial de la gravedad

2.4.1 Corrección por altitud

2.5 Rotación libre

2.5.1 Movimiento respecto al sistema inercial

2.5.2 Movimiento respecto al sistema no inercial

2.5.3 Variación de la longitud y de la latitud instantáneas de un lugar

2.6 Rotación forzada

2.6.1 Ángulos de Euler

2.7 Precesión y Nutación

2.7.1 Movimientos de los planos fundamentales a los que se refieren las coordenadas de los astros

2.7.2 Precesión y nutación solares

2.7.3 Precesión y nutación lunares

2.7.4 Precesión y nutación luni-solares

- 2.7.5 Precesión y nutación planetarias
- 2.7.6 Precesión y nutación generales
- 2.7.7 Correcciones
- 2.8 Posiciones medias y verdaderas
 - 2.8.1 Variación de los polos celestes
 - 2.8.2 Corrección de precesión y nutación de las coordenadas ecuatoriales
 - 2.8.3 Ecuación de equinoccios
- 2.9 Variaciones de la velocidad de rotación de la Tierra
 - 2.9.1 Distintos tipos de variaciones

3.- PROBLEMA DE LOS DOS CUERPOS

- 3.1 Conservación del momento lineal
- 3.2 Ecuación del movimiento relativo
- 3.3 Integral de las áreas. Segunda ley de Kepler
- 3.4 Ecuación de la órbita relativa. Primera y tercera leyes de Kepler
 - 3.4.1 Forma de Newton de la tercera ley de Kepler
 - 3.4.2 Constantes de integración
 - 3.4.3 Hodógrafa del movimiento
- 3.5 Integral de la energía
 - 3.5.1 Velocidades cósmicas. Satélites geoestacionarios
- 3.6 Movimiento elíptico
 - 3.6.1 Ecuación de Kepler
 - 3.6.2 Métodos de resolución de la ecuación de Kepler
- 3.7 Desarrollos en serie
 - 3.7.1 Desarrollo en serie de la anomalía excéntrica
 - 3.7.2 Desarrollo en serie del radio vector
 - 3.7.3 Desarrollo en serie de la anomalía verdadera
 - 3.7.4 Desarrollo en serie de las coordenadas reducidas
- 3.8 Movimiento hiperbólico
- 3.9 Movimiento parabólico
- 3.10 Movimiento casi-parabólico

- 3.11 Elementos de una órbita
 - 3.11.1 Angulos de Euler
 - 3.11.2 Los restantes elementos
 - 3.11.3 Constantes vectoriales P, Q, R
 - 3.11.4 Determinación de los elementos orbitales a partir de r y v
- 3.12 Cálculo de efemérides

4.- TRASLACION DE LA TIERRA

- 4.1 Órbita aparente del Sol
 - 4.1.1 Elementos de la órbita aparente
 - 4.1.2 Movimiento geocéntrico del Sol
- 4.2 Aberración de la luz
 - 4.2.1 Aberración ánuca
 - 4.2.2 Corrección de aberración ánuca a las coordenadas ecuatoriales
 - 4.2.3 Aberración diurna
- 4.3 Paralaje ánuca
 - 4.3.1 Corrección de paralaje ánuca a las coordenadas ecuatoriales
 - 4.3.2 Efecto combinado de la aberración y la paralaje ánuca
- 4.4 Movimiento propio de las estrellas
- 4.5 Posiciones aparentes
- 4.6 Años y Estaciones
 - 4.6.1 Calendarios juliano y gregoriano
 - 4.6.2 Las fechas en Astronomía
 - 4.6.3 Estaciones
- 4.7 Ecuación del centro y reducción al ecuador
 - 4.7.1 Ecuación del centro
 - 4.7.2 Reducción al ecuador
- 4.8 Ecuación de tiempo
- 4.9 Sol medio
 - 4.9.1 Relaciones de conversión entre los tiempos sidéreo y medio
 - 4.9.2 Distintas clases de tiempo. Resumen

4.10 Tiempo Universal y Tiempo de Efemérides

4.10.1 Tiempo atómico internacional

4.10.2 Tiempo dinámico terrestre. Tiempo dinámico baricéntrico. Relación entre las distintas escalas de tiempo

5.- LOS PLANETAS

5.1 El Sistema Solar

5.2 Movimiento heliocéntrico

5.2.1 Evolución de los elementos orbitales

5.2.2 Elementos ecuatoriales

5.3 Movimiento geocéntrico de los planetas

5.3.1 Introducción

5.3.2 Configuraciones geocéntricas

5.3.3 Movimiento geocéntrico circular

5.4 Efemérides para observaciones físicas

5.4.1 Planetas

5.4.2 Sol

5.4.3 Aspecto geocéntrico de la iluminación de un planeta por el Sol

5.5 Brillos y magnitudes

TABLAS

I. Situación del sol

II. Estaciones del año

III. Datos físicos del Sol y de los planetas

IV Satélites

V Anillos de Saturno

VI Elementos eclípticos de los planetas

VII Revoluciones sinódicas de los planetas

VIII Características del eclipse de Sol

6.- DETERMINACION DE ORBITAS

6.1 Introducción

6.2 Método de Laplace

6.2.1 Corrección de aberración

6.2.2 Corrección de los elementos. Método de Leuschner

6.3 Método de Gauss

6.3.1 Determinación de las áreas triangulares

6.3.2 Fórmulas aproximadas de Encke

6.3.3 Cálculo de la ρ_i el y de las posiciones heliocéntricas

6.3.4 Corrección de aberración y de los parámetros $c_1/c_2, c_3/c_2$

6.3.5 Cálculo de los elementos de una órbita por dos posiciones heliocéntricas

6.3.6 Resumen de fórmulas y proceso de cálculo

6.4 Método de Olbers

6.4.1 Teorema de Lambert para el movimiento elíptico

6.4.2 Fórmula de Euler

6.4.3 Movimiento de cometas

6.4.4 Cálculo de los elementos orbitales

7.- PROBLEMA DE LOS N-CUERPOS

7.1 Ecuaciones del movimiento

7.2 La diez integrales clásicas

7.3 Teorema del virial

7.4 Coordenadas relativas

7.4.1 Aplicación al Sistema Solar

7.5 Problema de los tres cuerpos

7.5.1 Caso en que $r_{12} \ll r_{13}$ y $r_{12} \ll r_{23}$

7.5.2 El problema restringido circular

7.5.3 Criterio de Tisserand

7.5.4 Superficies de velocidad relativa nula

7.5.5 Puntos dobles de las superficies $V = 0$

7.5.6 La estabilidad de los puntos de Lagrange

8.- TEORIA DE PERTURBACIONES

8.1 Movimiento de dos cuerpos perturbado

8.2 Ecuaciones de Gauss

8.3 Variación de los elementos en un periodo

- 8.4 Perturbaciones debidas al potencial terrestre
 - 8.4.1 Perturbaciones debidas al potencial terrestre en el caso particular de un potencial terrestre central
- 8.5 Perturbaciones debidas a la resistencia de la atmósfera
- 8.6 Perturbaciones debidas a la presión de radiación
 - 8.6.1 Ecuación de sombra
 - 8.6.2 Cálculo de las perturbaciones debidas a f
- 8.7 Perturbaciones debidas a la acción de otro astro lejano
- 8.8 Perturbaciones debidas a la acción de varios astros
 - 8.8.1 Perturbaciones especiales. Método de Encke
 - 8.8.2 Método de variación de las constantes de Lagrange
 - 8.8.3 Aplicación al movimiento planetario
 - 8.8.4 Solución de las ecuaciones planetarias de Lagrange

9.- MOVIMIENTO DE LA LUNA

- 9.1 Rotación de la Luna. Leyes de Cassini
 - 9.1.1 Libraciones físicas
 - 9.1.2 Libraciones ópticas
 - 9.1.3 Libración diurna
- 9.2 Fases de la Luna
- 9.3 Movimiento orbital de la Luna
 - 9.3.1 El sistema Tierra-Luna
 - 9.3.2 Desarrollo de la fuerza perturbatriz
 - 9.3.3 Desarrollo de la función perturbatriz
 - 9.3.4 Perturbaciones independientes de la excentricidad de la órbita lunar
 - 9.3.5 Perturbaciones que dependen de la excentricidad de la órbita lunar
 - 9.3.6 Desigualdades que dependen de una perturbación ortogonal al plano orbital de la Luna
 - 9.3.7 Desigualdades de la latitud celeste de la Luna

10.-ECLIPSES, OCULTACIONES Y PASOS

- 10.1 Eclipses de Sol. Predicción para la Tierra en general
 - 10.1.1 Ecuaciones fundamentales de la teoría de eclipses

10.1.2 Distancia al eje del cono de sombra

10.1.3 Radios de los cono de sombra y penumbra

10.1.4 Circunstancias de un eclipse para un lugar determinado

10.1.5 Mapa del eclipse

10.2 Eclipses de Luna

10.2.1 Posibilidad de los eclipses de Luna

10.2.2 Cálculo de las circunstancias de un eclipse de Luna

10.2.3 Efecto de la atmósfera terrestre

10.3 Ocultaciones de estrellas por la Luna

10.3.1 Predicción de ocultaciones para un lugar determinado

10.3.2 Epocas y ángulos de posición de la inmersión y la emersión para un lugar determinado

10.3.3 Reducción de observaciones

10.3.4 Curvas límites

10.3.5 Ocultaciones rasantes

10.3.6 Observaciones de ocultaciones rasantes

10.3.7 Reducción de observaciones rasantes

10.4 Pasos de Mercurio y Venus por delante del Sol

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía