

TEMPERATURA DE UN PLANETA

La temperatura superficial de equilibrio de un planeta es la que resulta de igualar la energía absorbida por el planeta proveniente de la estrella y la energía reemitida por el planeta hacia el espacio. Para calcular la temperatura de equilibrio de un planeta o asteroide esférico que se encuentra a cierta distancia de una estrella se necesita recordar que la superficie de una esfera de radio r es $4\pi r^2$ y la superficie de un círculo de radio r es πr^2 .

La fuente de energía asumimos que proviene de una estrella de luminosidad L , siendo la luminosidad la cantidad total de energía emitida por unidad de tiempo. La estrella emite esa energía por igual en todas direcciones. Todos los puntos que distan una distancia d de la estrella conforman una superficie esférica de radio d y recibirán la misma cantidad de **energía por unidad de tiempo y por unidad de área** que será igual a la luminosidad de la estrella sobre el área de esa superficie esférica:

$$\frac{L}{4\pi d^2}$$

a) (0.8 puntos) Un planeta intercepta y absorbe una pequeña fracción de la energía emitida por la estrella, siendo esa fracción proporcional a la sombra, A , que proyecta el planeta. La **energía total por unidad de tiempo** interceptada por el planeta será entonces:

$$\frac{L}{4\pi d^2} \cdot A$$

donde A es el área de la sombra que proyecta el planeta. Sustituyendo A por el valor correspondiente a la sombra de un planeta esférico de radio R pruebe que la energía por unidad de tiempo interceptada por el planeta resulta:

$$\frac{LR^2}{4d^2}$$

b) (1.2 puntos) Asumimos que toda esa energía interceptada es absorbida por el planeta que, a su vez, la reemite por toda su superficie siguiendo la ley de Stefan-Boltzmann (que no sólo se aplica a las estrellas!) y que está dada por:

$$E = \sigma T^4 S$$

siendo E la energía total por unidad de tiempo reemitida por el planeta, S la superficie del planeta, T su temperatura y σ una constante. Igualando entonces la energía absorbida y la reemitida demuestre que su temperatura deberá cumplir:

$$T^4 = \frac{L}{16\pi d^2 \sigma}$$

c) (0.6 puntos) El planeta-enano Ceres tiene una temperatura de 167 K ¿Cuál sería su temperatura si su radio fuese el doble?

d) (0.6 puntos) Calcule cuál sería la temperatura de Ceres si su distancia al Sol fuese 4 veces mayor.

e) (0.8 puntos) Consideremos el caso de los planetas Mercurio y Venus. La temperatura media de Mercurio es 440 K y la de Venus es 737 K ¿Por qué?

SIRIO A y B

En 1838 Bessel usó la técnica de paralaje trigonométrica para estimar la distancia a Sirio. Al estudiar la posición de Sirio en el cielo durante 10 años, encontró que su recorrido se desviaba de una trayectoria recta, por lo que concluyó que Sirio debía tener una compañera estelar, o sea, el sistema debía ser un sistema binario. No detectó la compañera, pero estimó un período orbital de 50 años.

En 1862 (cuando Bessel ya había muerto), gracias al uso de telescopios más grandes, se logró detectar la compañera estelar de Sirio ("Sirio B"), en la posición predicha por Bessel.

a) (0.8 puntos) La distancia media entre Sirio A y B (semieje) es de 19.5 UA. Usando la 3ra ley de Kepler y conociendo la masa de Sirio A halle la masa de Sirio B (en masas solares).

b) (0.9 puntos) 50 años después del descubrimiento de Sirio B, ya existían las técnicas espectroscópicas necesarias para estimar la temperatura superficial de una estrella. Se encontró $T = 27000$ K para Sirio B, y $T = 9900$ K para Sirio A. En la época que se hicieron estas estimaciones por primera vez, solo se conocían las estrellas "normales", es decir, de secuencia principal. Los datos de temperatura y masa hallados para Sirio B desconcertaron a los astrónomos, y calificaron estos resultados de "absurdos". Sabiendo que Sirio A es una estrella de secuencia principal, explique por qué Sirio B era un caso "anormal", y por lo tanto, "absurdo".

c) (0.6 puntos) Con el dato de la temperatura superficial, se puede estimar un radio de 0.0084 radios solares para Sirio B. Expresa dicho radio en radios terrestres. ¿Es comparable el radio de Sirio B al de la Tierra?

d) (0.9 puntos) ¿Qué tipo de estrella cree que es Sirio B? Explique.

e) (0.8 puntos) Calcule el cociente g_{SirioB}/g_{Sol} entre la gravedad superficial en Sirio B y en el Sol.

DATOS:

Masa de Sirio A = $2.02M_{Sol}$

3ra Ley de Kepler (en años, UA, M_{Sol}):

$$\frac{a^3}{P^2} = M_1 + M_2$$

Radio Tierra = $0.00916R_{Sol}$

Gravedad superficial para un cuerpo de masa M y radio R :

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

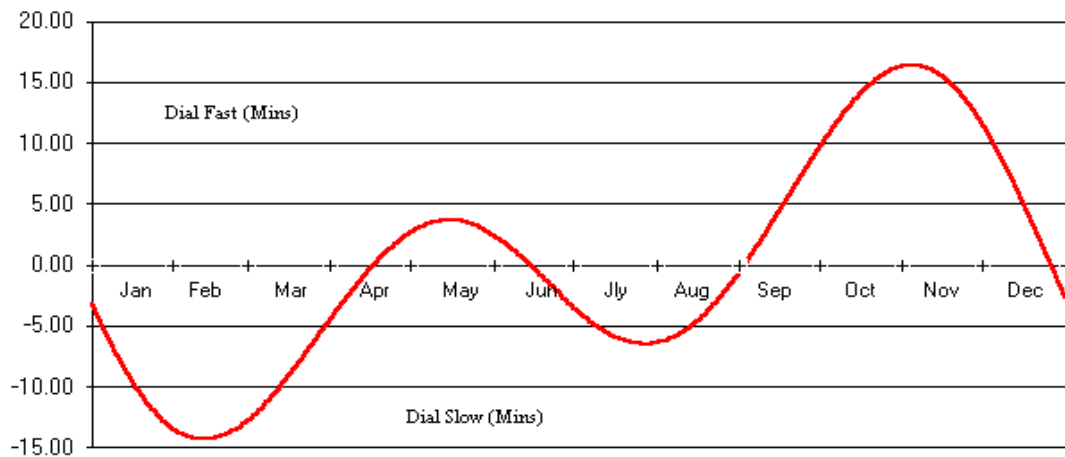
En determinado momento del 15/02 en Montevideo el ángulo horario del Sol verdadero (tiempo desde que pasó por el meridiano local el Sol verdadero, sin tener en cuenta correcciones ni irregularidades), t , vale 11h20min.

a₁) Calcule el tiempo solar medio, T_m , (considerando el sol medio como un sol ficticio que recorre el Ecuador Celeste a velocidad constante). **0,5 P**

a₂) Calcule el tiempo solar verdadero, T_v , (difiere en 12 horas, en más, con relación al ángulo horario: $T_v = t+12h$). **0,5 P**

NOTA:

La diferencia entre ambos tiempos ($T_v - T_m$) está dada por la ecuación del tiempo, ET, valor que varía a lo largo de año y cuya gráfica adjuntamos.



b) En un anuario se informa que el día del equinoccio de Libra se producirá un eclipse total de Luna, con máximo a las 10:45 TU (Tiempo medio local de Greenwich, Lat.: 51°28'38" N, Long. 0°0'0" W/E):

b₁) Indique si en el instante del máximo, el eclipse es visible desde un lugar situado en el Ecuador, de Longitud geográfica: 0°0'0" y explique por qué. **0,5 P**

b₂) Indique si en ese instante el eclipse sería visible desde un lugar localizado sobre el Ecuador, y de longitud geográfica 162 ° W. Explique por qué. **0,5 P**

NOTAS:

La Tierra está dividida en 24 husos horarios de 15 ° c/u a los efectos de determinar el tiempo medio de las regiones ubicadas en los mismos, tomando como referencia el de Greenwich.

Suponga que en ambos casos el tiempo medio correspondiente al Huso donde están ubicados los lugares mencionados, se corresponde con el tiempo local.

c) En Ciudad de México, latitud = 19°N se ha tomado la distancia cenital de una estrella circumpolar en culminación superior obteniéndose el valor de 60°30':

c₁) Hallar la altura con que culminará inferiormente gráfica y analíticamente. **0,5 P**

c₂) Indicar si dicha estrella sería visible para un observador en Montevideo. Explique. **0,5 P**

d₁) Dibuje en la esfera celeste el triángulo astronómico (triángulo esférico que tiene por vértices al cenit, el PCN y el astro) para el Sol en el momento del ocaso del día del Equinoccio de Aries para una latitud de 33°S. **0,5 P**

d₂) Indique la duración del día para ese día. **0,2 P**

d₃) Dibuje un horizonte occidental para esa latitud y ubique la puesta del Sol para el día del Solsticio de Capricornio en el mismo. **0,3 P**