

SISTEMA SOL-TERRA-LUA E RADIAÇÃO

NOME: GABARITO

PREENCHER O QUE FALTA (3 pontos)

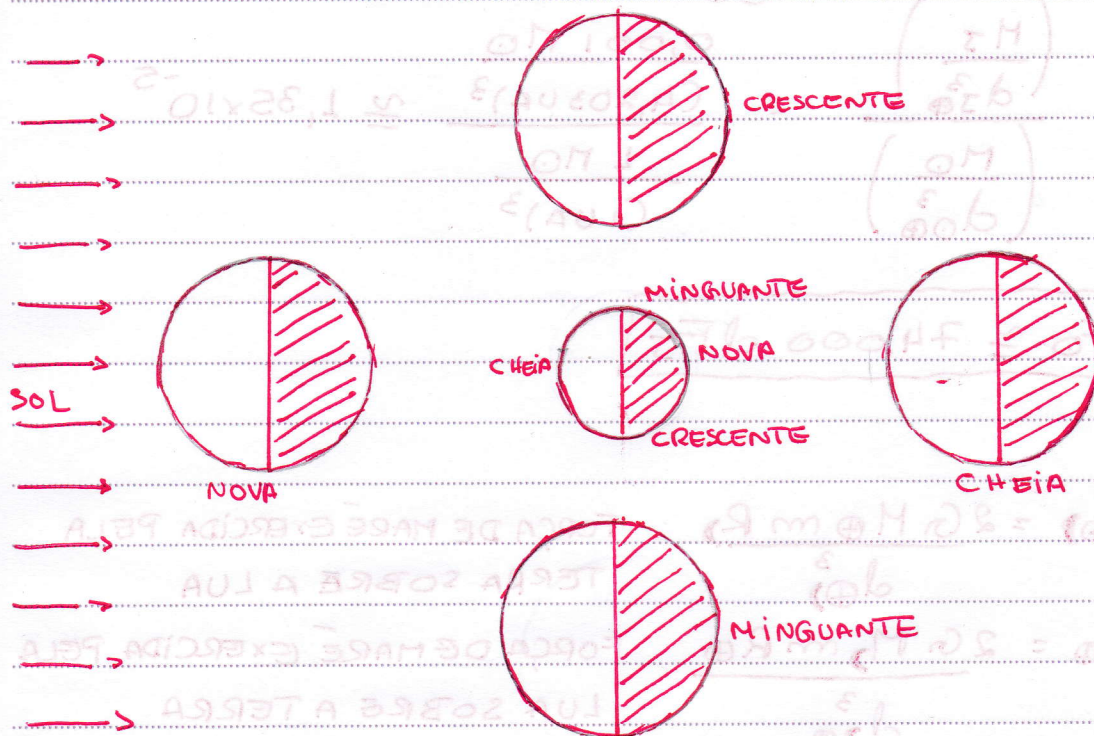
- Um eclipse do Sol não ocorre toda a Lua nova porque O PLANO DA ÓRBITA DA LUA AO REDOR DA TERRA NÃO É PARALELA A ECLÍPTICA.
- Existe uma face da Lua que nunca vemos porque a mesma POSSUI ROTAÇÃO SÍNCRONA.
- O eclipse do Sol só pode ocorrer durante a Lua _____.
- Além da precessão dos equinócios, os principais efeitos das forças de maré da Lua sobre a Terra são: AUMENTO DO DIÂMETRO e AFASTAMENTO DA LUA.
- A velocidade de uma onda de rádio no vácuo é de 3×10^8 km/s.
- A distância entre duas cristas adjacentes de uma onda chama-se COMPRIMENTO DE ONDA.
- Quando uma partícula carregada se move, a informação sobre o seu movimento é transmitida através do espaço pela variação dos seus campos ELÉTRICO e MAGNÉTICO.
- O espectro da luz visível compreende um intervalo de comprimento de onda que vai desde 3900 Å até 7800 Å.
- A cor azul tem MENOR (maior/menor) comprimento de onda e MAIOR frequência (maior/menor) do que a vermelha.
- O pico da radiação emitida por um objeto, que ocorre numa dada frequência ou comprimento de onda, é determinado pela TEMPERATURA do objeto.
- Se um objeto emite em raios-X é razoável assumir que a sua temperatura é bastante QUENTE (quente/fria).
- A temperatura estimada pela lei de Wien de uma dada estrela corresponde à temperatura de sua FOTOSFERA / ATMOSFERA.

PROBLEMAS (7 pontos)

(usar o slide 29 da aula de radiação para os exercícios 7, 8 e 9).

- Suponha que um observador esteja na Lua, e olha para a Terra e vê ela em fase cheia. Qual a fase lunar que as pessoas observariam na Terra? E nas outras fases, Terra nova, crescente e minguante? Faça um desenho mostrando a geometria.
- Quantos graus ($^\circ$), minutos de arco ($'$) e segundos de arco ($''$) a lua se move no céu em 1 hora? Quanto tempo leva a lua para se mover no céu uma distância igual ao seu próprio diâmetro (diâmetro angular da lua $\sim 30'$)? dia lunar = 24h50min28s
- Compare a força de maré exercida sobre a Terra por Júpiter e pelo Sol. $M_J \sim 0,001 M_\odot$, $d_{J\odot} \sim 4,2 \text{ UA}$
- Compare a força de maré exercida sobre a Terra pela Lua e sobre a Lua pela Terra. $M_L \sim 0,012 M_\oplus$, $R_L \sim 0,3 R_\oplus$
- Uma onda de som na água tem frequência de 256 Hz e comprimento de onda de 5,77m. Qual é a velocidade do som na água em km/s?
- Deduzir a lei de Wien a partir da equação de Planck. (considerar que $e^{hc/\lambda kT} \gg 1$ para um intervalo grande de λ).
- Em que região do espectro se deverá observar uma estrela recém-nascida ($T_w \sim T_{\text{eff}} \sim 1000 \text{ K}$)?
- Qual é a energia de um fóton típico de raios-X.
- Calcular a frequência da luz de comprimento de onda de 18 cm? Qual parte do espectro está localizada?
- Quanta energia é irradiada pelo Sol no espaço por cada metro a cada segundo ($T_{\text{eff}} \sim 6000 \text{ K}$)? Qual é a potência total emitida pelo Sol (W)?

- ① TERRA CHEIA $\rightarrow$ LUA NOVA
 TERRA NOVA $\rightarrow$ LUA CHEIA
 TERRA CRESCENTE $\rightarrow$ LUA MINGUANTE
 TERRA MINGUANTE $\rightarrow$ LUA CRESCENTE



② - a) DIA LUNAR $\Rightarrow 24h 50m 28s = 24,841h$

PARA COMPLETAR $360^\circ \rightarrow 24,841h$

EM 1 HORA COMPLETA $14,5^\circ \Rightarrow 14^\circ 29' 32''$

b) DIÂMETRO ANGULAR $= 30' = 0,5^\circ$

SE $14,5^\circ \rightarrow 1$ HORA

$0,5^\circ \rightarrow 0,034h \approx 2,4$ MIN

A LUA SE MOVE NO CÉU A UMA DISTÂNCIA IGUAL AO SEU DIÂMETRO A CADA 2,4 MIN, DEVIDO AO MOVIMENTO COMBINADO DA TERRA E DA LUA.

③ - CONSIDERANDO A FÓRMULA DA FORÇA DE MARÉ:

$$\Delta F = \frac{2GMmR}{d^3} \text{ e } M_J \approx 0,001M_\odot$$

JÚPITER $dF_J = \frac{2GM_J m R_\oplus}{d_{J\oplus}^3}$

SOL $dF_\odot = \frac{2GM_\odot m R_\oplus}{d_{\odot\oplus}^3}$

$$\frac{dF_J}{dF_\odot} = \frac{\left(\frac{M_J}{d_{J\oplus}^3}\right)}{\left(\frac{M_\odot}{d_{\odot\oplus}^3}\right)} = \frac{0,001 M_\odot}{(4,203 \text{ UA})^3} \approx 1,35 \times 10^{-5}$$

$$\frac{1 M_\odot}{(1 \text{ UA})^3}$$

ou $dF_\odot \approx 74.000 dF_J$

④ -

$$dF_{\oplus} = \frac{2GM_\oplus m R_\oplus}{d_{\oplus}^3}$$

FORÇA DE MARÉ EXERCIDA PELA
TERRA SOBRE A LUA

$$dF_{\odot\oplus} = \frac{2GM_\odot m R_\oplus}{d_{\odot\oplus}^3}$$

FORÇA DE MARÉ EXERCIDA PELA
LUA SOBRE A TERRA

$$\frac{dF_{\oplus}}{dF_{\odot\oplus}} = \frac{M_\oplus}{M_\odot} \times \frac{R_\oplus}{R_\oplus} = \frac{M_\oplus}{0,012 M_\odot} \times \frac{0,3 R_\oplus}{R_\oplus} \approx 25$$

$dF_{\oplus} \approx 25 dF_{\odot\oplus}$

⑤ - $V_s = \lambda \times \nu = 5,77 \times 256 = 1477 \text{ m/s}$

$V_s = 1,477 \text{ km/s}$

⑥ - EQUAÇÃO DE PLANCK : $I_\lambda = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{(e^{hc/\lambda kT} - 1)}$

$$\lambda_{\text{MAX}} = \frac{dI_\lambda(T)}{d\lambda} = 0$$

CONSIDERANDO $\frac{hc}{\lambda kT} \gg 1$ PARA UM λ PEQUENO E ATÉ DA ORDEM DE MILHÕES DE NM $\Rightarrow (e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1) \sim e^{\frac{hc}{\lambda kT}}$

ENTÃO: $\frac{d}{d\lambda} \left(\frac{\lambda^{-5}}{e^{a/\lambda}} \right) = 0$ ONDE $a = \frac{hc}{kT}$

DERIVANDO: $-\frac{5\lambda^{-6}}{e^{a/\lambda}} + \frac{\lambda^{-5}(-e^{-a/\lambda}) \cdot (-a/\lambda^2)}{(e^{a/\lambda})^2} = 0$

$-5\lambda^{-6} + a\lambda^{-5} = 0 \Rightarrow \lambda_{\text{MAX}} \sim \frac{a}{5}$

SUBSTITUINDO: $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ E $k = 1,38 \times 10^{-23} \frac{\text{m}^2 \text{kg}}{\text{s}^2 \text{K}}$
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$\lambda_{\text{MAX}} \sim \frac{2,9 \times 10^6 \text{ nm} \cdot \text{K}}{T(\text{K})}$ OU $\frac{2900 \text{ nm} \cdot \text{K}}{T(10^3 \text{ K})}$

⑦ - USANDO A LEI DE WIEN: $\lambda_{\text{MAX}} \sim \frac{2900 \text{ nm} \cdot \text{K}}{1 \text{ K}}$

$\lambda_{\text{MAX}} \sim 2,9 \mu\text{m} \rightarrow \text{REGIÃO DO IR}$

⑧ - $\nu \sim 10^{19} \text{ Hz}$ $E = h\nu$
 $E = 6,624 \times 10^{-34} \times 10^{19} = 6,624 \times 10^{-15} \text{ J}$

⑨ - $\lambda = 18 \text{ cm}$ $c = 3 \times 10^{10} \text{ cm/s}$
 $\nu = \frac{c}{\lambda} = 2,7 \times 10^9 \text{ Hz} = 2,7 \text{ GHz}$ RÁDIO

⑩ - $T_0 = 6000 \text{ K}$
 PELA LEI DE STEFAN-BOLTZMANN: $F = \sigma T^4$
 $5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \times (6000)^4 = 7,3 \times 10^7 \text{ W/m}^2$

ÁREA DA SUPERFÍCIE DO SOL: $A = 4\pi R_0^2 = 4\pi (7 \times 10^5 \text{ km})^2$
 $= 4\pi (7 \times 10^8 \text{ m})^2 = 6,16 \times 10^{18} \text{ m}^2$

POTÊNCIA TOTAL = $7,3 \times 10^7 \times 6,16 \times 10^{18} \approx 4,5 \times 10^{26} \text{ W}$

