

b) Os dados de velocidade da tabela não consideram os efeitos da gravidade (que ocorre durante todo o voo) e do atrito do foguete com a atmosfera terrestre (que ocorre enquanto o foguete voa no interior da atmosfera terrestre, que tem 100 km de espessura, aproximadamente). Ambos os efeitos diminuem o ganho de velocidade teórico. Consequentemente, o valor de Δv real do VLS-1 é 80% daquele obtido a partir da equação do foguete. Baseado neste fato, expresse qual a velocidade final do VLS-1 após a queima dos seus quatro estágios. Expresse a velocidade em km/h.

Prova Individual – Dados e Constantes

Constante gravitacional: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$

Massa da Lua: $M_L = 7,36 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

Massa da Terra: $M_{\oplus} = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Massa de Urano: $M_U = 14 \cdot M_{\oplus}$

Distância Terra-Lua: $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$

Prova Teórica em Grupo

Questão 1) Os diâmetros aparentes do Sol e da Lua são da ordem de $0,5^\circ$. Isto corresponde a um ângulo de $\sim 0,01$ radiano. Para ângulos pequenos podemos substituir a tangente do ângulo pelo arco que define o radiano. Assim, podemos determinar facilmente os tamanhos das imagens da Lua e do Sol formadas no plano focal do telescópio.

a) Um telescópio de diâmetro igual a 1 m tem 10 m de distância focal. Calcule o diâmetro da imagem da Lua Cheia no plano focal desse telescópio.

b) Um telhado tem um furinho de 0,5 mm e forma no chão uma imagem de 10 cm do Sol, estando o Sol no zênite. Calcular a altura, em metros, do telhado.

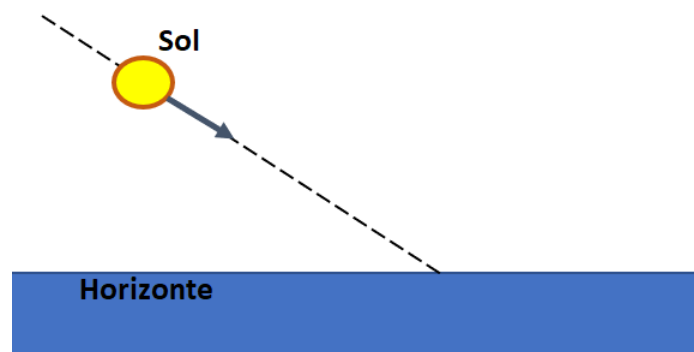
Questão 2) Considere um barco situado em longitude de 32° W , com seu relógio de tempo solar verdadeiro avariado. O marinheiro vê o Sol sobre o meridiano superior do lugar em 21 de dezembro.

a) Neste instante, qual é o tempo sideral local?

b) Qual hora deveria estar indicando o relógio do marinheiro se este estivesse funcionando?

c) Desprezando a Equação do Tempo, indique a Hora Legal em *Greenwich*.

d) Considere o esquema abaixo, que representa o pôr do Sol visto do barco nesse dia. Estime a latitude em que se encontra o barco.



Questão 3) Da superfície da Terra vemos a Lua com um diâmetro aparente de $0,5^\circ$. Se você estivesse na superfície da Lua, veria a Terra com que diâmetro aparente? Considere o raio da Terra igual a 6 400 km, o raio da Lua é igual a 1700km e que a distância Terra-Lua é igual a 384 400 km.

Questão 4) Durante o máximo de um eclipse lunar total, quando a Lua está completamente dentro do cone de sombra da Terra (umbra), ainda vemos a Lua com uma coloração avermelhada.

- Por que ocorre coloração?
- Se você estivesse na superfície da Lua neste momento, como veria a Terra?

Questão 5) Um radiotelescópio mede ondas de rádio e opera, tipicamente, entre frequências da ordem de alguns megahertz (MHz) até algumas centenas de gigahertz (GHz). Ao observar objetos celestes na faixa de rádio, percebemos que a radiação recebida é extremamente fraca, mesmo que, na sua origem, a fonte emissora seja muito intensa. Ela é tão fraca que é conveniente utilizar uma outra unidade, conhecida por *jansky* (Jy), para expressar esse fluxo. 1 Jy vale $10^{-26} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$, o que significa coletarmos 10^{-26} joules de energia por segundo em um espelho de 1 m^2 , por unidade de frequência. Sabemos que qualquer detector opera em um determinado intervalo (ou largura de banda) do espectro eletromagnético, com o máximo de eficiência numa frequência ou comprimento de onda central, dependendo da faixa do espectro em que estamos observando.

Vamos supor que o radiotelescópio de Arecibo, o maior do mundo, com um diâmetro de 300 m, observe a radiofonte extragaláctica conhecida como Cygnus A, localizada a 237 Mpc da Terra. A frequência central de operação é 430 MHz, assumindo uma largura de banda de 20 MHz. O fluxo de Cygnus A na frequência de Arecibo, é de 4 200 Jy.

- Qual o valor da energia que os radio astrônomos de Arecibo devem medir, para a banda assumida, ao observar Cygnus A por 1 hora?
- Quanto tempo seria necessário observar Cygnus A, para que a energia captada fosse suficiente para acender uma lâmpada de 100 W por apenas 1 segundo?
- A potência da Radiação Cósmica de Fundo em micro-ondas ($\sim 100 \text{ GHz}$) é de 10^{-18} W . O telescópio de Arecibo seria capaz de coletar a energia necessária para acender a mesma lâmpada num intervalo de tempo razoável comparado com a expectativa de vida do ser humano? Justifique sua resposta.

Questão 6) Um sistema binário eclipsante é formado por estrelas de luminosidades iguais a $L_1 = 3L_0$ e $L_2 = 1L_0$ e raios $R_1 = 2R_0$ e $R_2 = 1R_0$, onde L_0 e R_0 são, respectivamente, a luminosidade e o raio solar. Considerando que as órbitas sejam circulares e que o plano orbital do sistema está paralelo à direção da linha de visada do observador.

- Encontre a diferença entre as magnitudes aparentes máxima e mínima do sistema.
- Faça um esboço do gráfico da variação de magnitude do sistema ao longo de um período orbital, respeitando as relações de brilho e aproximando a duração das superposições.

Questão 7) Quase três séculos após Newton ter revelado a Teoria da Gravitação Universal, foi a vez do homem virar a lua da Lua. A primeira vez que tal ocorreu foi na noite de Natal de 1968, quando 3 americanos foram capturados pelo campo gravitacional lunar e a orbitaram a 110 km da sua superfície. Entre 1969 e 1972, doze seres humanos pisaram na superfície lunar. Após várias décadas sem missões à Lua, nossa civilização planeja novas viagens ao satélite natural da Terra. Entre 2013 e 2017 haviam 7 missões não tripuladas programadas.

Uma dessas missões pretendia colocar uma espaçonave em órbita da Lua, com o propósito de fotografar sua superfície para identificar futuros locais para o estabelecimento de colônias humanas. Como a Lua não possui atmosfera, a definição da altitude orbital (distância h medida acima da superfície da Lua) é tomada em função da resolução (qualidade) da imagem (quanto mais próxima da superfície estiver a espaçonave melhor será a qualidade da imagem) e do ângulo de visada (quanto mais distante da superfície maior será a área fotografada, porém em qualidade inferior).

- a) Os técnicos avaliaram duas possíveis altitudes: $h_1 = 3R$ e $h_2 = 15R$. Considerando que a Lua tem massa M e raio R , determine a razão entre as velocidades v_2 e v_1 para essas possíveis altitudes.
- b) Calcule quantas voltas daria uma nave espacial na órbita de altura h_1 quando a outra nave (h_2) completar uma volta.

Questão 8) Para determinar a localização de um ponto da superfície terrestre pelo sistema *GPS* é necessário a recepção de sinais de pelo menos quatro satélites. O princípio de funcionamento é puramente geométrico. A localização do receptor é o ponto de intersecção das esferas imaginárias que tem origem em cada satélite e raio igual à distância entre o satélite e o receptor. O processo é conhecido pelo nome de trilateração em três dimensões. Para lhe oferecer uma ideia de como isso funciona, propomos um exercício envolvendo trilateração (triangulação) em duas dimensões, no qual você deverá utilizar circunferências centradas nas cidades das quais possui a informação. O exercício é uma espécie de quebra-cabeças no qual lhe serão oferecidas informações a partir das quais você determinará onde se encontra.

Imagine que você esteja em alguma cidade na América do Sul, mas sem saber onde se encontra. De um morador local você recebe a seguinte informação: "Você está a 1 500 km de Assunção," o que, convenhamos não resolve o seu problema de localização. Você, então, decide perguntar a um segundo morador, que lhe responde: "Você está a 2 000 km de La Paz." Parece que a situação ficou mais confusa porque você logo imagina: como posso estar, ao mesmo tempo, a 1 500 km de Assunção e 2 000 km de La Paz? Quase que entrando em desespero você decide perguntar a uma terceira pessoa que lhe afirma: "Você está a 2 000 km de Porto Alegre." Você entra em desespero e olha para o céu em busca de inspiração. E do céu você recebe uma cápsula no interior da qual se encontra uma tabela e um mapa (vide a seguir). Você conclui que essas informações lhe serão úteis para resolver o enigma. Boa Sorte!

- a) Utilizando a Tabela de Distâncias, descubra qual é a cidade onde se encontra.

Tabela de distâncias aproximadas entre cidades (km)

	Assunção	Buenos Aires	La Paz	Porto Alegre	Porto Seguro	Presidente Prudente	Santiago
Assunção	-	1 100	1 500	800	2 200	800	1 500
Buenos Aires	1 100	-	2 200	860	2 790	1 500	1 100
La Paz	1 500	2 200	-	2 000	3 100	2 000	2 000
Porto Alegre	800	860	2 000	-	2 000	860	2 000
Porto Seguro	2 200	2 790	3 100	2 000	-	1 500	3 600
Presidente Prudente	800	1 500	2 000	860	1 500	-	2 200
Santiago	1 500	1 100	2 000	2 000	3 600	2 200	-

- b) Represente o processo de trilateração em duas dimensões, que justifique sua resposta, no mapa a seguir.

