

Simulado OBA Nível 4

Lucas, Hemétrio, Nicolas, Gustavo, Mychel, Yasmim, Henrico, Maria e Bruno

Instruções gerais

1. O simulado possui duração de **três horas** (3 horas)
2. O simulado é composto por 10 questões, valendo 1 ponto para cada questão.
3. O simulado é individual e sem consultas
4. O uso de calculadoras é permitido, desde que não sejam programáveis/gráficas/com acesso a internet.

Questão 1. O Amazonia-1 é o primeiro satélite de observação da Terra completamente projetado, integrado, testado e operado pelo Brasil. Com seis quilômetros de fios e 14 mil conexões elétricas, o Amazonia-1 é o terceiro satélite brasileiro de sensoriamento remoto em operação junto ao CBERS-4 e ao CBERS-4A. Ele é um satélite de órbita Sol síncrona (polar) que irá gerar imagens do planeta a cada 5 dias. Sua órbita foi projetada para proporcionar uma alta taxa de revisita (5 dias), tendo, com isso, capacidade de disponibilizar uma significativa quantidade de dados de um mesmo ponto do planeta. (fonte: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2021/07/imagens-do-satelite-amazonia-1-estao-disponiveis-para-o-publico>)



Na tentativa de obter imagens da Terra de melhor qualidade, a engenheira aeroespacial Yas projeta um satélite que possui três vezes a massa do Amazônia-1. Considerando que esse satélite possua a mesma taxa de resvista que o Amazônia-1, podemos afirmar que o raio de sua órbita será

- a) Três vezes maior que o de Amazônia-1
- b) Nove vezes menor que o de Amazônia-1
- c) Nove vezes maior que o de Amazônia-1
- d) O mesmo que o de Amazônia-1
- e) Três vezes menor que o de Amazônia-1

Questão 2. Quando uma estrela ou galáxia se move em relação à Terra, ocorre um fenômeno com a luz que recebemos dela. Se o astro está se aproximando, perceberemos um deslocamento para o azul, o qual chamamos de *blueshift*. Agora, quando ela está se afastando, ocorrerá um desvio para o vermelho, chamado de *redshift* (z). Esses fenômenos ocorrem devido ao efeito Doppler! Podemos calculá-lo usando a seguinte equação:

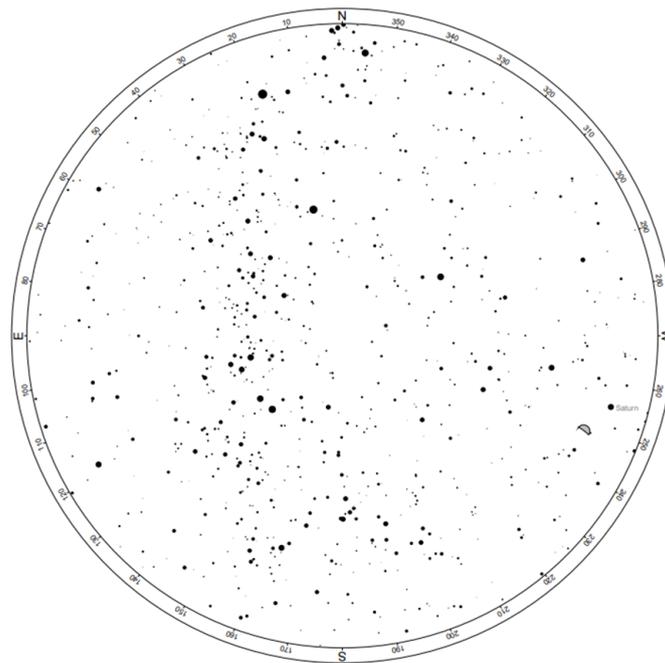
$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$

Durante uma pesquisa de laboratório, o astrônomo Rico descobriu uma nova estrela que está se movendo a 10000 km/s. Fazendo algumas observações, Rico também descobre que o comprimento de onda da luz emitida pela estrela tem uma variação $\Delta\lambda = 20$ nm. Qual o comprimento de onda da luz emitida pela estrela (λ_0) e seu *redshift* (z)?

- a) $\lambda_0 = 345$ nm; $z = 1,566$
- b) $\lambda_0 = 599$ nm; $z = 0,333$
- c) $\lambda_0 = 600$ nm; $z = 0,033$
- d) $\lambda_0 = 580$ nm; $z = 0,100$

e) $\lambda_0 = 722 \text{ nm}$; $z = 0,666$

Questão 3. Uma carta celeste é uma representação do céu em um horário, dia e localização específicos para um observador. Abaixo, apenas para você conhecer, está uma carta celeste. Cada ponto desses é uma estrela, sendo que, quanto maior o ponto, mais brilhante é a estrela. Constelações são regiões no céu e, nas constelações mais visíveis, costuma-se desenhar asterismos – são as famosas representações de constelações ligando as estrelas mais visíveis delas.



Abaixo, estão dois recortes da carta acima, com duas constelações destacadas. A constelação da figura 1 (a) é muito famosa no hemisfério Sul. Que constelação é essa? Ela é, muitas das vezes, ferramenta para achar um ponto muito importante no céu, que está marcado com o x. Prolonga-se um dos braços dela cerca de 4,5 vezes. Em volta desse ponto, todas as estrelas no céu giram em torno. Que ponto é esse? Na figura 1 (b), há uma constelação parecida com um anzol, também do hemisfério sul. Que constelação é essa?



Figura 1: Recortes da carta celeste

As respostas das perguntas são, respectivamente:

- a) Mosca, Zênite, Escorpião
- b) Cruzeiro do Sul, Polo Celeste Norte, Escorpião
- c) Cruzeiro do Sul, Polo Celeste Sul, Escorpião
- d) Cruz-Mor do Brasil, Ponto Cardeal Sul, Anzol
- e) Cruzeiro do Sul, Polo Celeste Sul, Aranha

Questão 4. No dia 20 de abril de 2023, o foguete Starship da empresa SpaceX foi lançado. O considerado mais poderoso foguete já construído, infelizmente explodiu logo após deixar sua base. Contudo, tal feito está longe de ser considerado um fracasso, de acordo com os responsáveis pelo teste, o principal objetivo do lançamento era prever se tal foguete conseguiria sair de sua base, o que de fato aconteceu.

Voltando um pouco no tempo, um dos mais importantes lançamentos do século XX foi o do Sputnik 2. Tal operação teve a participação da cadela Laika, um dos principais símbolos da operação e a primeira vez que um ser vivo saía da Terra para o espaço. Este importante avanço da tecnologia, fez a missão durar cerca de 160 dias.

O foguete starship é dividido em dois estágios, o primeiro contendo 3400 toneladas de propelente e o segundo 1200 toneladas. Além disso, sabe-se que o Sputnik 2 carregando a cadela Laika tinha cerca de 500 kg, caso quiséssemos realizar uma operação do mesmo porte da Sputnik 2, usando a mesma quantidade de propelente do foguete Starship, quanto tempo duraria esta missão?



Figura 2: Cadela Laika e foguete Starship

- a) 153.600 dias
- b) 1.536.000 dias
- c) 147.200 dias
- d) 1.472.000 dias
- e) 14.720.000 dias



Questão 5. Certo dia, o jovem astrônomo Bemétrios estava estudando sobre o brilho das estrelas no céu, quando percebeu que a estrela Luc-501 brilha cerca de 1,25 vezes mais que a estrela Gab-402. Sabendo a luminosidade de Gab-402 é 5 vezes maior que a de Luc-501, pode-se afirmar que a razão entre as distâncias $d_{Luc-501}$ e $d_{Gab-202}$ é:

- a) 0,16
- b) 0,40
- c) 1,00
- d) 2,50
- e) 6,25

OBS: As estrelas dessa questão são fictícias.

Questão 6. Marque a alternativa que contém os objetos celestes descritos, respectivamente

- 1 - É um pouco menor que a Lua terrestre. Foi descoberto no ano de 1610. Sua superfície é formada por uma crosta de gelo cheia de ranhuras. Acreditasse ter um oceano líquido abaixo da superfície gelada. Em abril de 2023 foi enviada a sonda Juice para investigar esse objeto celeste.
- 2 - Esse objeto se localiza no centro da nossa Via Láctea. Possui uma enorme força gravitacional. É uma grande fonte de rádio astronômica. Em maio de 2022 uma imagem sua foi divulgada e foi motivo de muita comemoração no meio científico.
- 3 - Orbita o Sol a uma distância de 30 unidades astronômicas. Sua atmosfera é composta de hidrogênio, hélio e metano. Possui um sistema de anéis em seu redor. Os ventos lá podem alcançar cerca de 2000 km/h. Possui uma Grande Mancha Escura visível na sua superfície, esta que é uma grande tempestade.
- 4 - Se localiza na constelação do Cão Maior. Faz parte de um sistema binário. Suas observações a olho nu estão entre as mais antigas registradas de observações do céu pelos povos antigos. É a estrela mais brilhante do céu noturno com uma magnitude aparente de -1,46.

- a) 1- Plutão; 2- Betelgeuse; 3- Júpiter; 4- Canopus.
- b) 1- Ceres; 2- M87; 3- Netuno; 4- Alfa Centauri.
- c) 1- Ganimedes; 2- Sagittarius A; 3- Urano; 4- Rigel.
- d) 1- Europa; 2- Sagittarius A; 3- Netuno; 4- Sírius.
- e) 1- Io; 2- M87; 3- Júpiter; 4- Altair.

Questão 7. Há diversas etapas importantes ao lançar um foguete. A primeira etapa é a de ejeção de massa. O foguete ejeta massa à uma taxa constante de tal modo que ele consegue gerar impulso suficiente para se levantar. A velocidade do foguete, durante esse estágio, segue a Equação de Tsiolkovsky:

$$\Delta v = v_e \ln \left(\frac{M_0}{M_f} \right)$$

Em que Δv é a variação de velocidade do foguete, v_e é a velocidade com que as partículas são ejetadas no referencial do foguete e M_0 e M_f são, respectivamente, a massa inicial e final do foguete. Sabendo disso, seja um foguete que parte do repouso, de massa inicial de 2850 kg, que ejeta massa à uma taxa constante de 200 kg/s e velocidade $v_e = 1200$ km/h, calcule o tempo Δt que levará para o foguete atingir uma velocidade de 1000 km/h.

- a) $\Delta t = 7 \text{ s}$
- b) $\Delta t = 8 \text{ s}$
- c) $\Delta t = 9 \text{ s}$
- d) $\Delta t = 10 \text{ s}$
- e) $\Delta t = 11 \text{ s}$

Questão 8. Era quase meia noite, horário de Brasília, do dia 20 de julho de 1969 quando o astronauta norte-americano Neil Armstrong pisou na superfície da Lua. Em 2023 comemoramos 54 anos desse evento, que nos lembra o quão longe podemos ir com criatividade, engenhosidade, determinação e trabalho. Os 384.000 km que separam a Terra da Lua foram vencidos por meio das seguintes etapas: 1. Lançamento do Saturno V; 2. Órbita da Terra; 3. Período de injeção na trajetória translunar; 4. Órbita da Lua; e 5. Pouso lunar, mostrados esquematicamente na figura.

A etapa 2 é conhecida como órbita de espera, situada a 200 km de distância da superfície da Terra. Durante as mais de duas horas que permanecem nessa órbita, os astronautas e também as equipes em Terra checam todos os sistemas do foguete. Se estiver tudo OK, o motor do 3º estágio do Saturno V é acionado pela segunda vez, por cerca de 6 minutos, injetando a espaçonave na trajetória translunar, ou seja, em direção a um ponto do espaço onde a Lua estará 80 horas depois. Alguns minutos depois, o motor do 3º estágio é descartado, tornando-se lixo espacial.

Pergunta 1: A força da gravidade é dada por $F = \frac{GM_T m}{r^2}$, onde r é a distância da espaçonave ao centro da Terra, m é a massa do que sobrou do Saturno V, M_T é a massa da Terra e G é a constante gravitacional. Enquanto em órbita circular de espera, o que sobrou do Saturno V estará sujeito a uma aceleração radial (ou centrípeta) dada por $a = \frac{V_{orbital}^2}{r}$. Utilizando a segunda Lei de Newton, calcule a velocidade orbital, em km/s, do que sobrou do Saturno V na órbita de espera. Desconsidere quaisquer outras forças além da gravitacional. Para simplificar, considere $M_T G = 416000 \text{ km}^3/\text{s}^2$, o raio da Terra $R_T = 6300 \text{ km}$ e que a força e aceleração tenham a mesma direção.

Pergunta 2: Uma estimativa para determinar o incremento de velocidade, $\Delta V = V_{escape} - V_{orbital}$ necessário à injeção na trajetória translunar pode ser feita considerando-o como sendo a velocidade de escape do campo gravitacional terrestre, calculada na altitude da órbita de espera, menos a velocidade orbital do foguete nesse mesmo local. A velocidade de escape é a velocidade que um corpo precisa atingir para deixar o campo gravitacional terrestre e chegar ao infinito com velocidade nula. Isso equivale à velocidade inicial que faz com que a soma entre energia potencial gravitacional e energia cinética seja nula.

Calcule o ΔV necessário para que, a partir da órbita de espera, a velocidade de escape seja atingida. As energias cinéticas e potencial são dadas por: $E_{cinética} = \frac{1}{2}mV^2$ e $E_{potencial} = -\frac{GM_T m}{r}$. Em seus cálculos, considere $\sqrt{2} = 1,4$

- a) $V_{orbital} = 8 \text{ km/s}; \Delta V = 3,2 \text{ km/s}$
- b) $V_{orbital} = 8,1 \text{ km/s}; \Delta V = 3,2 \text{ km/s}$
- c) $V_{orbital} = 8,1 \text{ km/s}; \Delta V = 3,4 \text{ km/s}$
- d) $V_{orbital} = 8 \text{ km/s}; \Delta V = 3,4 \text{ km/s}$
- e) nenhuma das alternativas

Questão 9. Durante o curso da astronomia e da astrofísica, muitas leis foram obtidas graças à análise minuciosa e de longa data de fenômenos que regem nosso Universo. Um dos mais importantes resultados obtido foi a Lei dos Períodos (ou Lei Harmônica), desenvolvida pelo astrônomo alemão Johannes Kepler. Suas conclusões foram e ainda são de extrema relevância no estudo da astrofísica.

Considerando o que foi exposto, Nicolau, um jovem astrônomo que deseja se aventurar no sistema solar, quer viajar da Terra até Júpiter, fazendo uma conexão em Marte. Ajude-o a determinar a razão entre a distância de Marte e Júpiter, em relação ao Sol. Além disso, determine para o jovem astronauta a distância total que ele deverá percorrer na sua aventura, considerando que ele fará o menor trajeto possível.

Dados: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$, $M_{sol} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Período de Júpiter = 4.332 dias, Período de Marte = 687 dias.

- a) 0,288 e 4,20 UA
- b) 0,288 e 5,20 UA
- c) 0,357 e 4,20 UA
- d) 0,357 e 5,20 UA
- e) 0,425 e 6,20 UA

Questão 10. No dia 20 de abril de 2023 aconteceu um fenômeno raro no céu do hemisfério sul, um eclipse solar híbrido. Esse evento astronômico só acontece em média uma vez a cada 18 anos e possui esse nome porque ocorrem dois tipos de eclipse, o primeiro anular e depois o total, vistos de regiões distintas. Isso ocorre devido a diversos fatores como por exemplo a variação entre a distância Terra-Lua. Desse modo, marque a alternativa que apresenta o que é um eclipse solar anular e total, respectivamente.

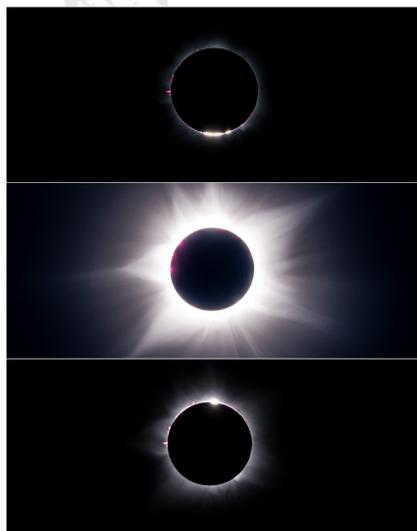


Figura 3: Eclipse solar híbrido

- a) É quando a Lua está mais próximo da Terra e não consegue cobrir totalmente o Sol, formando um "anel" luminoso, o outro é quando a curvatura da Terra aproxima aparentemente a Lua fazendo assim, ela cobrir integralmente o Sol .



- b) É quando a Lua está mais próxima da Terra, mas devido ao tamanho do Sol ela não consegue cobrir totalmente o Sol, formando um "anel" luminoso, o outro é quando a Lua, devido a inclinação de sua órbita, cobre integralmente o Sol.
- c) É quando a Lua mais afastada da Terra e não consegue cobrir totalmente o Sol, formando um "anel" luminoso, o outro é quando a Lua não cobre inteiramente o Sol.
- d) É quando a Lua está mais afastada da Terra e não consegue cobrir totalmente o Sol, formando um "anel" luminoso, o outro é quando a Lua cobre integralmente o Sol.
- e) É quando a Lua está inclinada em relação a Terra e não consegue cobrir totalmente o Sol, formando um "anel" luminoso, o outro é quando a Lua cobre integralmente o Sol.

