

Lista I - Mecânica Celeste

Orientações Gerais

- Os problemas desta lista são voltados às etapas online da Seletiva para as Olimpíadas Internacionais de Astronomia;
- Cada problema possui uma indicação com uma certa quantidade de * essencialmente proporcional à sua dificuldade;
- Para os problemas que exigirem respostas numéricas, utilize [esta](#) tabela de constantes;
- Em caso de dúvidas, sinta-se à vontade para fazer perguntas na comunidade de astronomia do NOIC. Bons estudos!

Problema 1 (Energia em Órbitas) *

Existem três tipos de órbitas que um corpo celeste pode realizar em torno de sua estrela: elíptica, parabólica ou hiperbólica. A respeito da Energia Mecânica total desses tipos de órbita assiná-le a **alternativa correta**.

- a) Em uma órbita parabólica, a Energia Mecânica total é 0, fazendo com que o corpo não consiga escapar da estrela.
- b) Em uma órbita elíptica, a Energia Mecânica total é maior que 0, o que significa que o corpo nunca vai “cair” na estrela.
- c) Nas órbitas hiperbólicas a Energia Mecânica total é maior que 0, resultando em uma curva do tipo $y(x) = x^2$.
- d) Em uma órbita parabólica, a Energia Mecânica total é 0, fazendo com que o corpo chegue ao infinito com velocidade nula.
- e) Independentemente do tipo de órbita, a Energia Mecânica total é proporcional a r^{-2} , sendo r a menor distância que o do corpo chega do Sol.

Problema 2 (Parâmetros Orbitais) *

A respeito da excentricidade em diferentes tipos de órbitas, primeiramente marque verdadeiro (V) ou falso (F) e depois escolha a alternativa que contém a sequência correta:

- 1) () Nas órbitas hiperbólicas e parabólicas, a excentricidade é sempre maior do que 1, por isso elas não são órbitas fechadas.
 - 2) () Uma órbita com excentricidade nula é uma órbita circular.
 - 3) () Em órbitas elípticas, a excentricidade sempre vai ser menor que 1.
 - 4) () Órbitas Parabólicas sempre possuem excentricidade exatamente igual a 1.
- a) V - V - V - F

- b) F - F - V - F
- c) F - V - V - V
- d) V - F - F - F
- e) F - F - V - V

Problema 3 (Universo Paralelo) ***

Em outro Universo, a força gravitacional é dada de uma maneira diferente do nosso. Nesse Universo temos que:

$$F_G = 2\pi\beta Mm$$

Sabendo que as equações de MCU permanecem iguais nos dois Universos, determine o período orbital de um planeta de massa m que orbita uma estrela de massa M , onde $m \ll M$, em uma órbita circular de raio R .

- a) $T = \sqrt{\frac{4\pi^2}{\beta M} R^3}$
- b) $T = \sqrt{\frac{2\pi}{\beta M} R}$
- c) $T = \sqrt{\frac{R}{\beta M}}$
- d) $T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{\beta M}}$
- e) $T = \sqrt{\frac{2\pi\beta}{RM}}$

Problema 4 (Velocidades) **

Sejam v_p e v_a as velocidades de um planeta no periastro e apoastro, respectivamente, sendo e a excentricidade da sua órbita, qual a razão entre essas velocidades?

- a) $\frac{v_p}{v_a} = \left(\frac{1+e}{1-e}\right)^2$
- b) $\frac{v_p}{v_a} = \frac{1-e}{1+e}$
- c) $\frac{v_p}{v_a} = \frac{1+e}{1-e}$
- d) $\frac{v_p}{v_a} = \frac{1+e^2}{1-e}$
- e) $\frac{v_p}{v_a} = \frac{1+e}{1-e^2}$

Problema 5 (Fim do mundo) ***

O cometa P10, possui inicialmente velocidade $v_0 = 5$ m/s se localizado a uma distância onde o campo gravitacional da Terra pode ser desconsiderado e caminha em direção à Terra. Desconsiderando quaisquer efeitos causados por outros corpos além da Terra e de P10 qual será a velocidade dele no momento em que atingir a Terra? DICA: Usar conservação de energia mecânica pode ser bem útil para resolver essa questão.

- a) 11,2 km/s
- b) 13,7 km/s
- c) 8,3 km/s



- d) 9,1 km/s
- e) 14,5 km/s

Problema 6 (Super exoplaneta) **

Uma estrela possui massa $M = 8M_{\odot}$ e um super exoplaneta de massa $m = 0,2M_{\odot}$ que possui período orbital de $T = 3$ meses. Qual o semi-eixo maior da órbita do planeta?

- a) 0,6 UA
- b) 0,8 UA
- c) 1,0 UA
- d) 1,2 UA
- e) 1,4 UA

Problema 7 (“Raio” de Buracos Negros) **

O Raio de um Buraco Negro é comumente associado ao seu Raio de Schwarzschild. Esse é definido classicamente como a distância ao centro do Buraco Negro em que a velocidade de escape é igual a velocidade da luz. Em outras palavras, a distância na qual o módulo da energia Cinética de uma partícula se movendo na velocidade da luz é igual ao módulo da Energia Potencial Gravitacional da interação entre o Buraco Negro e a partícula.

Considere que a constante universal da gravitação é G , a massa do Buraco negro é M e que a velocidade da luz é c .

Marque a alternativa que apresenta corretamente a fórmula do Raio de Schwarzschild.

- a) $R_{sch} = \frac{2GM}{c^2}$
- b) $R_{sch} = \frac{GM}{2c^2}$
- c) $R_{sch} = \frac{G^2M}{c^2}$
- d) $R_{sch} = \frac{2G}{Mc^2}$
- e) $R_{sch} = \frac{GM^2}{2c^2}$

Problema 8 (Marcianos) *

Para um observador no equador de Marte, quais desses objetos seriam visíveis à meia noite?

- a) Terra, Júpiter e Saturno.
- b) Urano, Netuno e Mercúrio.
- c) Terra, Cinturão de asteróides e Vênus.
- d) Terra, Vênus e Mercúrio.
- e) Júpiter, Saturno e Ceres.

Problema 9 (Oposição e conjunção) **

Visto da Terra, em sua oposição, o planeta anão Ceres **não** pode estar em conjunção com certos planetas ou planetas anões. Assinale quais.

- Plutão e Júpiter.
- Mercúrio e Vênus.
- Mercúrio e Saturno.
- Júpiter e Saturno.
- Urano e Neptuno.

Problema 10 *

O que diz a primeira Lei de Kepler?

- Que a área da figura formada pelo arco da percorrido em órbita em um determinado de tempo e o centro da órbita são iguais em tempos iguais.
- Que a área da figura varrida pelos vetores de posição, entre o planeta e a estrela, são iguais em tempos iguais.
- Que todas as órbitas dos planetas do Sistema Solar são elipses.
- Que a velocidade areolar de qualquer tipo de órbita é constante.
- Que o período de uma órbita se relaciona com seu semi-eixo maior da seguinte maneira:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

Problema 11 (Quanto tempo?) ***

No esquema abaixo, temos a representação de uma órbita elíptica de um cometa, onde o Sol está representado no ponto S.

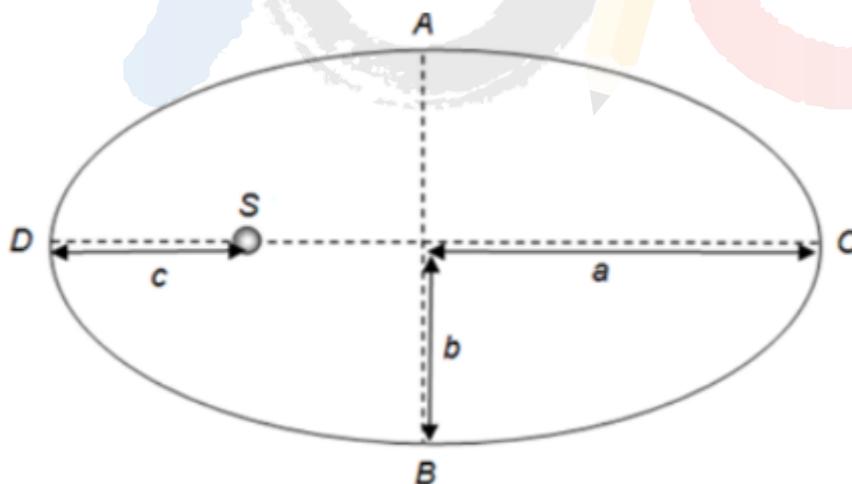


Figura 1: Esquema da Órbita

Sabendo que os valores de c e b são, respectivamente 1 UA e 5 UA, calcule o tempo, em anos, que o cometa leva para ir do ponto A até o ponto C .

- a) $\Delta t = 18,60$ anos.
- b) $\Delta t = 13,20$ anos.
- c) $\Delta t = 6,50$ anos.
- d) $\Delta t = 26,30$ anos.
- e) $\Delta t = 10,50$ anos.

Problema 12 (Afastamento Lunar) ***

Por conta do atrito causado pelo oceano na superfície terrestre, a Lua se afasta cerca de 4 cm por ano. Calcule a quantidade de energia dissipada anualmente pelo atrito. Desconsidere quaisquer outros efeitos.

- a) 1×10^{18} J
- b) 2×10^{18} J
- c) 3×10^{18} J
- d) 4×10^{18} J
- e) 5×10^{18} J

Problema 13 (Momento Angular) ***

Qual é o momento angular de um corpo de massa m orbitando uma estrela de massa M ? Considere que sua órbita é elíptica e possui semi-eixo maior a e excentricidade e .

- a) $L = m\sqrt{GMa(1 - e^2)}$
- b) $L = Gm\sqrt{Ma(1 - e^2)}$
- c) $L = M\sqrt{Gma(1 - e^2)}$
- d) $L = m\sqrt{GMa(1 + e^2)}$
- e) $L = m(1 - e^2)\sqrt{GMa}$

Problema 14 (Nuvens de Gás)***

A condição para que uma Nuvem de Gás não colapse é:

$$2K + U > 0$$

Onde K é a energia cinética da Nuvem e U sua energia potencial. Sabendo disso, qual deve ser, aproximadamente, o Número de Moléculas da nuvem para que ela esteja na iminência de colapsar?

Considere que a nuvem seja perfeitamente esférica, possua massa $M = 200M_{\odot}$, temperatura $T = 10\text{K}$, raio $R = 100\text{pc}$ e que seja formada somente por Gás Hidrogênio.

DICA:

1 - A energia cinética de uma molécula de Gás Hidrogênio pode ser obtida pela fórmula: $K = \frac{5}{2}k_bT$ onde k_b é a constante de Boltzmann.

2 - A energia pontencial de uma esfera é dada por $U = -\frac{3GM^2}{5R}$ onde G é a constante gravitacional.

- a) $2,1 \times 10^{59}$

- b) $3,0 \times 10^{59}$
- c) $4,0 \times 10^{59}$
- d) $5,2 \times 10^{59}$
- e) $5,7 \times 10^{59}$

Problema 15 (Razão entre energias) *

Qual a razão entre as Energias Mecânicas de uma órbita parabólica de parâmetro p e uma órbita elíptica de semi eixo maior a ?

- a) $\frac{2p}{3a}$
- b) -2
- c) $-\frac{1}{2}$
- d) 0
- e) $-\frac{2p}{3a}$

Problema 16 (Makemake) *

O planeta anão Makemake orbita o Sol em uma órbita elíptica de semi-eixo maior $a = 45,8$ UA. Calcule quanto tempo ele leva para ir do ponto mais distante do Sol, até o ponto mais próximo em sua órbita.

- a) 210 anos.
- b) 13 anos.
- c) 310 anos.
- d) 155 anos.
- e) 7 anos.

Problema 17 (Alinhamento Planetário) *

Josué observa um evento raro de ser observado: o ocultamento de um planeta pelo outro. Isso ocorre quando dois ou mais planetas estão alinhados. O evento observado por Josué, ocorreu quando a Terra e Júpiter estavam alinhados de tal maneira que Júpiter ocultava Urano e Neptuno ao mesmo tempo. Calcule o período, em anos, desse fenômeno.

Dados: Semi-eixo maior de Júpiter $a_J = 5\text{UA}$, de Urano $a_U = 20$ UA e de Neptuno $a_N = 30$ UA.

- a) 12,4 anos.
- b) 13,8 anos.
- c) 14,3 anos.
- d) 15,7 anos.
- e) 16,1 anos.

Problema 18 (Satélite Geoestacionário) *

A que altura, da superfície terrestre, um satélite deve se localizar para que ele seja geoestacionário?

Considere que a Terra tenha raio $R_{\oplus} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$ e massa $M_{\oplus} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

- a) $42,2 \times 10^6 \text{ m}$
- b) $37,2 \times 10^6 \text{ m}$
- c) $52,5 \times 10^6 \text{ m}$
- d) $33,7 \times 10^6 \text{ m}$
- e) $35,8 \times 10^6 \text{ m}$

Problema 19 (Velocidade Geoestacionária?) *

Agora que você já sabe a altura em que um satélite deve estar localizado acima da superfície terrestre para ser geoestacionário, supondo uma órbita circular, determine sua velocidade.

Considere que a Terra tenha um raio $R_{\oplus} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$ e massa $M_{\oplus} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

- a) 2756 m/s
- b) 3074 m/s
- c) 3274 m/s
- d) 3337 m/s
- e) 3440 m/s

Problema 20 (O Hubble ainda no espaço) *

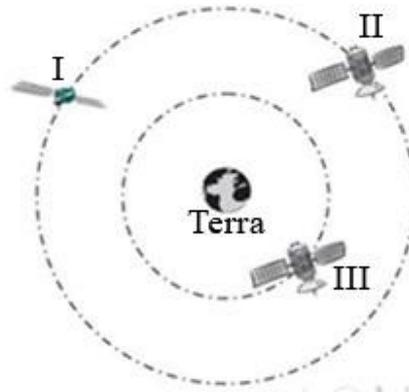
O Telescópio Espacial Hubble é um satélite artificial não tripulado equipado com um grande telescópio para observações em luz visível e infravermelha. Foi lançado pela NASA em 24 de abril de 1990, a bordo do ônibus espacial Discovery (missão STS-31). O Hubble já recebeu várias visitas em órbita para manutenção e substituição de equipamentos obsoletos ou inoperantes. Para realizar essas visitas, a NASA precisava saber a velocidade do Hubble. Supondo uma órbita circular a uma altura de 560 km acima da superfície terrestre, calcule a velocidade orbital do Hubble.

Considere que a Terra tenha um raio $R_{\oplus} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$ e massa $M_{\oplus} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

- a) 7570 m/s
- b) 8122 m/s
- c) 8698 m/s
- d) 9127 m/s
- e) 9653 m/s

Problema 21 (Órbitas circulares) *

Na figura a seguir, representada fora de escala, estão posicionados três satélites (I, II e III) que orbitam a Terra em órbitas circulares. O satélite I possui massa m , enquanto os satélites II e III possuem cada um massa $3m$. Os satélites I e II compartilham a mesma órbita de raio r , enquanto o satélite III possui uma órbita com raio $\frac{r}{2}$.



- 1) () Por ter o triplo da massa, a velocidade orbital do satélite III é o triplo da do satélite I;
 - 2) () Por ter metade do raio orbital, a velocidade orbital do satélite III é $\sqrt{2}$ vezes maior que a do satélite II;
 - 3) () Como I e II estão na mesma órbita, suas velocidades orbitais são iguais.
 - 4) () Mesmo estando em órbitas diferentes, o período do satélite I e III são iguais devido às diferenças na massa.
- a) F - V - V - F
 - b) F - V - F - V
 - c) V - F - V - V
 - d) V - F - F - F
 - e) F - F - V - V

Problema 22 (Quantas estrelas ?) **

Um aglomerado globular com diâmetro de 70pc tem uma velocidade de escape $v_e = 10$ km/s em sua borda. Supondo que todas as estrelas no aglomerado sejam semelhantes ao Sol, estime o número aproximado de estrelas neste aglomerado.

- a) $3 \cdot 10^5$ estrelas
- b) $4 \cdot 10^5$ estrelas
- c) $5 \cdot 10^5$ estrelas
- d) $6 \cdot 10^5$ estrelas
- e) $7 \cdot 10^5$ estrelas

Problema 23 (Vis-Viva) **

A velocidade orbital v de um pequeno corpo se movendo ao longo de uma órbita elíptica com semieixo maior a , devido ao campo gravitacional de um corpo central de massa M , pode ser expressa através da seguinte fórmula:

$$v = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$$



Onde r é a distância do pequeno corpo ao corpo central e G é a Constante Gravitacional Universal. Um corpo orbita o Sol com um semi-eixo maior de $a = 23$ UA e uma excentricidade de $e = 0,17$. Assinale a alternativa que apresenta a velocidade orbital no periélio deste corpo.

- a) 5,4 km/s
- b) 6,4 km/s
- c) 7,4 km/s
- d) 8,4 km/s
- e) 9,4 km/s

Problema 24 (Velocidade em órbita parabólica) **

Um asteroide segue uma órbita parabólica ao redor do Sol. No ponto de máxima aproximação, ele está a uma distância $d = 5$ UA do Sol. Qual é a velocidade máxima aproximada deste asteroide?

- a) 19 km/s
- b) 20 km/s
- c) 21 km/s
- d) 22 km/s
- e) 23 km/s

Problema 25 (Onde está a atmosfera?) **

A atmosfera de um planeta é composta por muitas moléculas de diferentes compostos. Considerando que a atmosfera é um sistema caótico, pelo teorema da equipartição da energia, a energia cinética E de uma dessas partículas é:

$$E = \frac{3}{2} K_b T$$

Onde K_b é a constante de Boltzmann e T é a temperatura.

A partir de seus conhecimentos e do enunciado, assinale a **alternativa correta**.

- 1) () As partículas se movem mais rapidamente em uma atmosfera mais fria.
 - 2) () Moléculas no alto da atmosfera, com velocidade v aproximadamente igual à v_{escape} , podem escapar, causando a desmantelamento da atmosfera.
 - 3) () Como a massa do hidrogênio é $m_h = 2$ u e a massa do oxigênio é $m_o = 32$ u, o hidrogênio se move 4 vezes mais lento que o oxigênio.
 - 4) () Em uma mesma temperatura, as partículas se movem mais rapidamente quanto mais leves elas são.
- a) F - V - V - F
 - b) F - V - F - V
 - c) V - F - V - V
 - d) V - F - F - F
 - e) F - F - V - V

Problema 26 (Chegando ao espaço) **

No futuro a IOAA (International Olympiad of Astronomics and Astrophysics) começa a ser I_pOAA (Interplanetary Olympiad of Astronomics and Astrophysics). Será a primeira vez dos habitantes do planeta V3-RD3 e, por serem sustentáveis, querem lançar a espaçonave em direção ao planeta sede da I_pOAA com a menor velocidade possível. Considerando que o planeta V3 – RDe tenha massa $M_V = 4M_{\oplus}$ e raio $R_V = 3R_{\oplus}$ Qual é a velocidade mínima que a espaçonave deve ser lançada para que os competidores desse planeta cheguem à I_pOAA?

- a) 34,9 km/s
- b) 72,3 km/s
- c) 28,7 km/s
- d) 52,4 km/s
- e) 12,9 km/s

Problema 27 (Razão de Momentos Angulares) *

Considere uma órbita elíptica de excentricidade e , qual a razão dos momentos angulares no apastro e no periastro dessa órbita?

- a) e^2
- b) 1
- c) \sqrt{e}
- d) $\frac{1-e}{1+e}$
- e) e

Problema 28 (Achando a excentricidade) ***

Calcule a excentricidade da órbita que um planeta de massa m realiza entorno de uma estrela de massa M , considere que a órbita possui energia mecânica igual a E , momento angular L e que $\alpha = GMm$.

- a) $e = \sqrt{1 + \frac{EL^2}{m\alpha^2}}$
- b) $e = \sqrt{1 + \frac{E^2L^2}{m\alpha^2}}$
- c) $e = \sqrt{1 + \frac{2E^2L}{m\alpha^2}}$
- d) $e = \sqrt{1 + \frac{EL^2}{m\alpha^2}}$
- e) $e = \sqrt{1 + \frac{2EL^2}{m\alpha^2}}$

Problema 29 (Hiratinha desclassificada) ***

Hiratinha é uma competidora de natação conhecida por sua velocidade tão alta no salto que acabou sendo desqualificada. A razão da eliminação foi que, no momento em que seu corpo estava paralelo à superfície durante o salto na piscina, sua velocidade v era tão alta que ela não competiu, mas literalmente saiu voando. Qual é a velocidade mínima v para que isso ocorra,

supondo que Hiratinha estava a 100 metros acima do nível do mar no momento em que saiu voando e que a competição ocorria no equador?

- a) 6,9 km/s
- b) 7,4 km/s
- c) 7,9 km/s
- d) 8,4 km/s
- e) 8,9 km/s

Problema 30 (Borino saltitante) ***

Borino mora no planeta Iuam. Quando ele pula verticalmente, consegue escapar da gravidade do planeta. Sabendo que a massa do planeta é $M = 7 \times 10^{22}$ kg e a altura do pulo seria de 0,5 m caso fosse realizado em um planeta cuja aceleração da gravidade é $g = 15 \text{ m/s}^2$, determine o raio de Iuam.

- a) $5,0 \cdot 10^{11}$ m
- b) $5,6 \cdot 10^{11}$ m
- c) $6,2 \cdot 10^{11}$ m
- d) $6,8 \cdot 10^{11}$ m
- e) $7,4 \cdot 10^{11}$ m

Problema 31 *

Uma sonda espacial está em órbita circular ao redor da Terra com um raio de 7000 km. Para transferi-la para uma órbita mais alta, a sonda aumentará sua velocidade tangencial em órbita até atingir uma nova órbita circular com um raio de 15000 km. Qual é a velocidade tangencial da sonda na nova órbita?

- a) 3,68 km/s
- b) 4,26 km/s
- c) 4,92 km/s
- d) 5,14 km/s
- e) 6,12 km/s

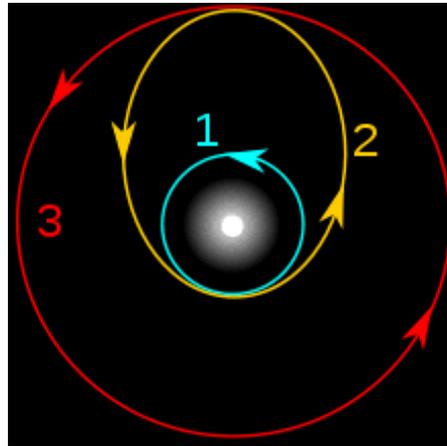
Problema 32 **

Uma sonda espacial está em órbita circular ao redor da Terra com um raio de 8000 km. Ela deseja transferir-se para uma órbita circular com um raio de 25000 km. Utilizando uma transferência de Hohmann, determine o semi-eixo maior da órbita de transferência.

- a) 13500 km
- b) 16500 km
- c) 19000 km
- d) 22500 km
- e) 25000 km

Problema 33 ***

Uma nave espacial está em órbita circular ao redor da Terra com raio de 7000 km. Ela deseja transferir-se para uma órbita circular com raio de 21000 km. Utilizando uma transferência de Hohmann, determine:



- a) O semi-eixo maior da órbita de transferência.
 b) O tempo total aproximado necessário para a transferência, assumindo que a órbita de partida e a de chegada são coplanares.

- a) 14000 km; 2,3h
 b) 14000 km; 178,9h
 c) 28000 km; 89h
 d) 28000 km; 178,9 dias
 e) 7000 km; 89,5 dias

Problema 34 **

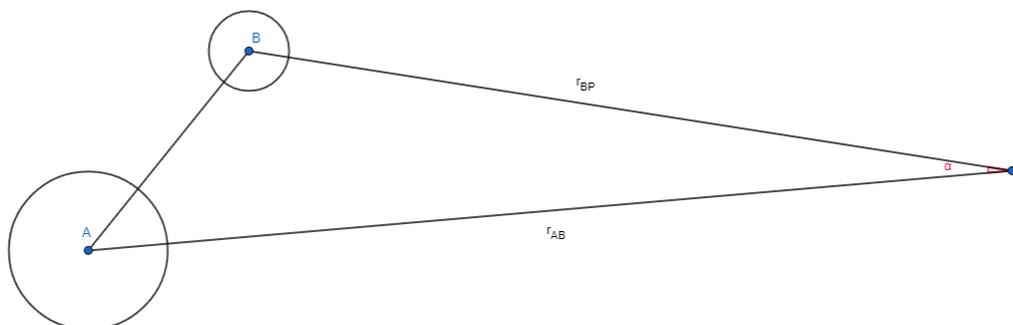
Em um sistema de estrelas binárias, uma das estrelas possui $M_A = 18M_\odot$ e sua órbita ao redor do centro de massa possui excentricidade $e_A = 0,3$. A outra estrela possui massa $M_B = 1M_\odot$. Qual é a excentricidade da órbita da outra estrela, e_B ?

- a) $e_B = 0,3$
 b) $e_B = 0,6$
 c) $e_B = 0,016$
 d) $e_B = 0,15$
 e) $e_B = 0,9$

Problema 35 ***

Considere o seguinte esquema, onde A e B representam estrelas que compõem um sistema binário, que orbitam um centro de massa comum e possuem $M_A = 6M_\odot$ e $M_B = 2M_\odot$. O ponto P

representa um planeta de massa desprezível. Sabe-se que a distância de A até o centro de massa do sistema é $r_A = 0,2\text{UA}$, no momento representado, a separação angular entre as estrelas é $\alpha = 15^\circ$ e a distância entre a estrela B e o planeta P é $r_{BP} = 2\text{UA}$. Quanto tempo o planeta P leva para realizar uma órbita circular em torno do centro de massa do sistema?



DICA: tente utilizar lei dos senos e dos cossenos para achar o raio da órbita do planeta ao redor do CM.

- a) 4,34 anos.
- b) 2,91 anos.
- c) 1,31 anos.
- d) 5,44 anos.
- e) 3,32 anos.

Problema 36 *

Menkalinan, ou β Aurigae, é um sistema binário localizado na constelação de Aurigae, que é formado por duas estrelas praticamente iguais, Menkalinan_A e Menkalinan_B. Sabendo que ambas as estrelas possuem massa $m = 2,35M_\odot$ e que o sistema binário tem um período de $P = 4$ dias Qual é a energia mecânica total do sistema?

- a) $-3,54 \times 10^{40}$ J.
- b) $+4,87 \times 10^{40}$ J.
- c) $-4,87 \times 10^{40}$ J.
- d) $+5,90 \times 10^{40}$ J.
- e) $-5,90 \times 10^{40}$ J.

Problema 37 *

Qual a razão entre as velocidades orbitais de Mercúrio e Netuno? Assuma órbitas circulares e que a distância de Mercúrio e Netuno até o Sol sejam, respectivamente, $a_M = 0,39\text{UA}$ e $a_N = 30\text{UA}$.

- a) $\frac{v_m}{v_n} = 75,00$
- b) $\frac{v_m}{v_n} = 8,77$



- c) $\frac{v_m}{v_n} = 4,91$
d) $\frac{v_m}{v_n} = 53,12$
e) $\frac{v_m}{v_n} = 10,87$

Problema 38 *

Um cometa e um planeta passam pelo mesmo ponto, em tempos diferentes, em suas respectivas órbitas. Geralmente a velocidade do cometa ao passar por esse ponto é maior do que a do planeta. Por que?

- a) Como cometas são menos massivos, eles conseguem o efeito de “estilingue gravitacional”, fazendo com que a velocidade deles sejam sempre maiores do que a de planetas, num mesmo ponto.
b) Planetas normalmente possuem órbitas parabólicas e cometas normalmente possuem órbitas fechadas, fazendo com que a velocidade dos cometas, num mesmo ponto, sejam sempre maior.
c) Cometas não orbitam o Sol, por isso não são desacelerados por ele, fazendo com que sua velocidade, num mesmo ponto, seja sempre maior do que a de um cometa.
d) Cometas geralmente possuem órbitas com uma excentricidade maior do que a dos planetas, fazendo com que num ponto comum da órbita, a velocidade do cometa seja maior.
e) A velocidade dos cometas não é maior. Os planetas são mais massivos que os cometas, fazendo com que a velocidade deles, num mesmo ponto, sejam sempre maiores comparado a dos cometas.

Problema 39 ***

Romene não gosta da Lua. Em determinado dia, ele decide que não quer que ela atrapalhe suas noites escuras nunca mais. Romene então decide atingir a Lua com a sua super base espacial para que a Lua escape da Terra. Qual deve ser a velocidade com que a Lua deve ser atingida para que o plano de Romene dê certo?

Considerações:

- A base de Romene atinge a Lua seguindo a linha que une os centros da Lua e da Terra.
- A distância entre a Terra e a Lua é 384,400 km.
- A colisão entre a base e a Lua é inelástica.
- A base de Romene tem massa $M_{BR} = 0,1M_L$ onde M_L é a massa da Lua.

- a) $v_{BR} = 9,42$ km/s.
b) $v_{BR} = 10,98$ km/s.
c) $v_{BR} = 11,45$ km/s.
d) $v_{BR} = 12,71$ km/s.
e) $v_{BR} = 13,01$ km/s.

Problema 40 **

Sistemas binários são sistemas intrigantes de serem analisados, uma vez que suas componentes possuem relações que não existiriam caso estivessem em um sistema unitário, como, por exemplo,

a relação entre as distâncias ao centro de massa do sistema e as massas das estrelas que compõem o sistema. Portanto, sabendo que em um determinado sistema binário as massas das estrelas se relacionam da forma $M_1 > M_2$, qual das afirmativas a seguir está correta?

- a) $T_1 > T_2$; $v_1 > v_2$.
- b) $T_1 > T_2$; $v_1 < v_2$.
- c) $T_1 = T_2$; $v_1 > v_2$.
- d) $T_1 = T_2$; $v_1 < v_2$.
- e) $T_1 < T_2$; $v_1 > v_2$.

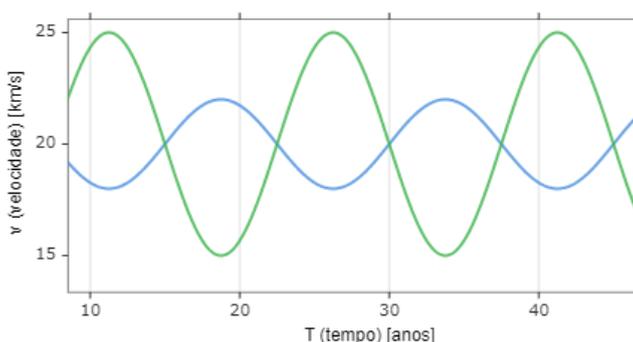
Problema 41 **

Em uma bela noite estrela, Cidney estava realizando algumas observações e astrofotografias e se deparou com duas estrelas muito próximas. Suspeitando que se trata-se de um sistema binário, ele decidiu calcular algumas características desse sistema. Para isso, ele mediu a separação angular entre essas estrelas, encontrando $\theta = 50 \text{ mas}$, e, após identificar que sistema binário ele estava observando, pesquisou o período e paralaxe desse sistema, encontrando $T = 12 \text{ anos}$ e $p = 8 \text{ mas}$. Sabendo que as órbitas dessas estrelas são circulares, ajude Cidney a encontrar a massa total desse sistema, em massas solares.

- a) $0,8M_{\odot}$
- b) $1,7M_{\odot}$
- c) $2,5M_{\odot}$
- d) $3,2M_{\odot}$
- e) $4,3M_{\odot}$

Problema 42 ***

Em uma de suas pesquisas para o Colégio MIT, NujaRama decidiu estudar as características orbitais de alguns sistemas binários. Com esse objetivo, ele coletou os dados de velocidade pelo tempo de determinado sistema, encontrando o gráfico mostrado a seguir:



A partir das informações fornecidas pelo gráfico, encontre a velocidade do centro de massa do sistema e a massa de cada um de seus elementos, sabendo que NujaRama também mediu a

separação angular entre as estrelas que formam esse sistema, $\theta = 75 \text{ mas}$, e a sua paralaxe $p = 5 \text{ mas}$.

- a) $v_{cm} = 25 \text{ km/s}$. $M_1 = 10,7M_{\odot}$ e $M_2 = 4,3M_{\odot}$
- b) $v_{cm} = 25 \text{ km/s}$. $M_1 = 8,8M_{\odot}$ e $M_2 = 6,2M_{\odot}$
- c) $v_{cm} = 20 \text{ km/s}$. $M_1 = 10,7M_{\odot}$ e $M_2 = 4,3M_{\odot}$
- d) $v_{cm} = 20 \text{ km/s}$. $M_1 = 8,8M_{\odot}$ e $M_2 = 6,2M_{\odot}$
- e) $v_{cm} = 18 \text{ km/s}$. $M_1 = 8,8M_{\odot}$ e $M_2 = 6,2M_{\odot}$



Gabarito

Problema 1. d)

Problema 2. c)

Problema 3. b)

Problema 4. c)

Problema 5. a)

Problema 6. b)

Problema 7. a)

Problema 8. e)

Problema 9. b)

Problema 10. c)

Problema 11. a)

Problema 12. d)

Problema 13. a)

Problema 14. b)

Problema 15. d)

Problema 16. d)

Problema 17. b)

Problema 18. e)

Problema 19. b)



Problema 20. a)

Problema 21. a)

Problema 22. b)

Problema 23. c)

Problema 24. a)

Problema 25. b)

Problema 26. e)

Problema 27. b)

Problema 28. e)

Problema 29. c)

Problema 30. c)

Problema 31. d)

Problema 32. b)

Problema 33. a)

Problema 34. a)

Problema 35. c)

Problema 36. e)

Problema 37. b)

Problema 38. d)

Problema 39. c)



Problema 40. d)

Problema 41. b)

Problema 42. c)

