23ª OBA – PROVA DO NÍVEL 4
GABARITO – 12-13/11/2020 -

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

(Atenção: aluno com nota final maior ou igual a 7,0 será convidado para participar das provas seletivas que formam as equipes internacionais, portanto, escreva de forma legível seu e-mail e fique atento a ele e às redes sociais da OBA.)

Veja o gabarito em nossa home page www.oba.org.br

Nota de Astronomia: ________ Nota de Astronáutica:________ **Nota Final:** ____________

Observação: A Nota Final é a soma das notas de Astronomia e de Astronáutica. Visto do(a) Prof(a): ___________

Dados do(a) aluno(a) (use somente letras de <u>fôrma</u>):

Nome completo:.. Sexo:.........

Endereço: .... Nº.............

Bairro:.................................. CEP: _ _ _ _ _ - _ _ _ Cidade: .... Estado: _ _

Tel. fixo: (_ _) _ _ _ _ - _ _ _ _ Tel. celular: (_ _) _ _ _ _ _ - _ _ _ _ Data de Nascimento _ _/_ _/_ _

E-mail: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(Obrigatório usar letras de fôrma e preencher o e-mail se tiver. Se não tiver, deixe em branco.)

Ano que está cursando: .... Quantas vezes participou da OBA? .....

Declaro que estou realizando esta prova em 12-13 de nov. de 2020. ....

Prova fora desta data é ilegal e constitui-se em fraude punível na forma da Lei. Assinatura do aluno

---

Dados da escola onde o(a) aluno(a) estuda:

Nome da escola:...

Endereço: ....Nº.....................

Bairro:............................. CEP: _ _ _ _ _ - _ _ _ Cidade: ....Estado: _ _

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES. Esta prova só pode ser realizada no dia **12-13/11/2020**, pois em outros dias é ilegal. Ela pode ser feita no dia e horário que você escolher, e pode durar **até 3 horas**. Não é permitido nenhum tipo de consulta a colegas, professores, material impresso ou eletrônico. Também não pode usar nenhum tipo de calculadora.

BOA OLIMPÍADA!

Questão 1) (1 ponto) (0,25 cada acerto) *A seguir temos algumas relações de causa (primeira frase de cada alternativa) e efeito (segunda frase de cada alternativa).*

Coloque **F** (Falso) ou **V** (Verdadeiro) nas duplas que estão corretamente relacionadas.

(V) Inclinação do eixo da Terra em relação à perpendicular ao plano da sua órbita → Estações do ano.

(F) Formato elíptico da órbita da Terra em torno do Sol → Eclipses.

(F) O Sol cruzando o Equador Celeste em seu aparente movimento anual → Solstícios.

(F) Fases da Lua → Chuva de meteoros.

Questão 2) (1 ponto) (0,25 cada acerto) *A seguir temos algumas relações de causa (primeira frase de cada alternativa) e efeito (segunda frase de cada alternativa).*

Coloque **F** (Falso) ou **V** (Verdadeiro) nas duplas que estão corretamente relacionadas.

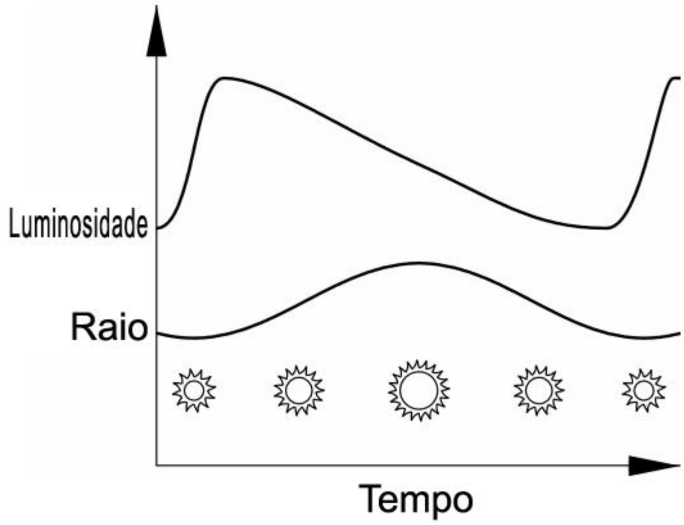
(F) Inclinação do eixo da Terra em relação à perpendicular ao plano da sua órbita → Fases da Lua.

(V) Formato elíptico da órbita da Terra em torno do Sol → Afélio e Periélio.

(V) O Sol cruzando o Equador Celeste em seu aparente movimento anual → Equinócios.

(F) Eclipses → Chuva de meteoros.

Questão 3) (1 ponto) (0,25 cada acerto) *Medir as distâncias das estrelas é fundamental em astronomia e as Cefeidas permitem fazer isso. Uma estrela do tipo Cefeida é uma estrela gigante ou supergigante amarela, com 4 a 15 vezes mais massa do que o Sol e com 100 a 30.000 vezes mais luminosidade (= potência) do que o Sol. A luminosidade das Cefeidas varia num período bem definido, compreendido entre 1 e 100 dias. O nome "Cefeida" vem da estrela pulsante Delta Cephei (da constelação do Cefeu), cuja variabilidade do seu brilho aparente foi descoberta em 1784.*

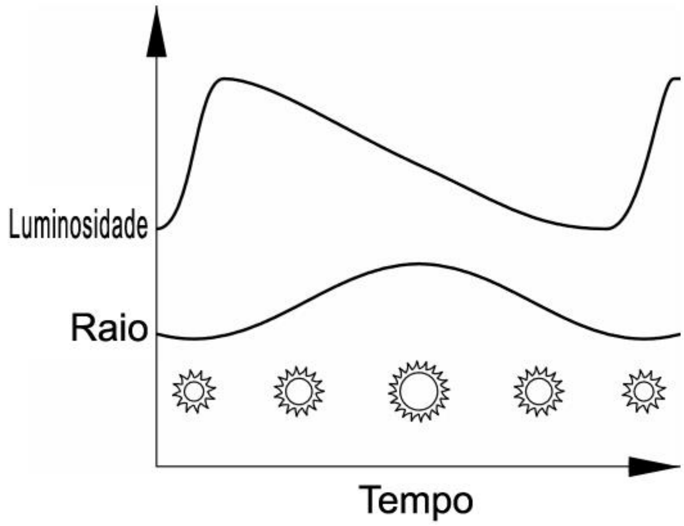


Foi descoberta uma relação entre o período (P) de pulsação da Cefeida e sua magnitude absoluta (M_v), dada por $M_v = -2,76 log(P(dias)) - 1,4$. *Então, medindo-se o período (P), se obtém sua magnitude absoluta (M_v). Medindo-se o brilho da Cefeida através da luz que chega num telescõpio se obtém a magnitude aparente (m_v), porém ambas as magnitudes (M_v e m_v) estão relacionadas com a distância (d) da estrela até nós, dada por:* $d = 10^{(m_v - M_v + 5)/5}$ *onde **d** é dada em parsec (pc), uma unidade de distância. Por isso, as Cefeidas são fundamentais na determinação de distâncias extragaláticas. O gráfico mostra a relação entre a luminosidade de uma Cefeida e seu raio, numa escala arbitrária, ao longo do tempo.*

Analisando o gráfico, coloque **F** (Falso) ou **V** (Verdadeiro) na frente de cada afirmação a seguir:

(V) A luminosidade da Cefeida cresce rapidamente e decresce lentamente;
(V) Quando a luminosidade da Cefeida está diminuindo ela atinge seu tamanho máximo;
(V) Quando o raio da Cefeida é mínimo, sua luminosidade ainda não é a máxima;
(F) Quando o raio da Cefeida é máximo, sua luminosidade é a mínima.

Questão 4) (1 ponto) (0,25 cada acerto) *Medir as distâncias das estrelas é fundamental em astronomia e as Cefeidas permitem fazer isso. Uma estrela do tipo Cefeida é uma estrela gigante ou supergigante amarela, com 4 a 15 vezes mais massa do que o Sol e com 100 a 30.000 vezes mais luminosidade (= potência) do que o Sol. A luminosidade das Cefeidas varia num período bem definido, compreendido entre 1 e 100 dias. O nome "Cefeida" vem da estrela pulsante Delta Cephei (da constelação do Cefeu), cuja variabilidade do seu brilho aparente foi descoberta em 1784.*



Foi descoberta uma relação entre o período (P) de pulsação da Cefeida e sua magnitude absoluta (M_v), dada por $M_v = -2,76 log(P(dias)) - 1,4$. *Então, medindo-se o período (P), se obtém sua magnitude absoluta (M_v). Medindo-se o brilho da Cefeida através da luz que chega num telescõpio se obtém a magnitude aparente (m_v), porém ambas as magnitudes (M_v e m_v) estão relacionadas com a distância (d) da estrela até nós, dada por:* $d = 10^{(m_v - M_v + 5)/5}$ *onde **d** é dada em parsec (pc), uma unidade de distância. Por isso, as Cefeidas são fundamentais na determinação de distâncias extragaláticas. O gráfico mostra a relação entre a luminosidade de uma Cefeida e seu raio, numa escala arbitrária, ao longo do tempo.*

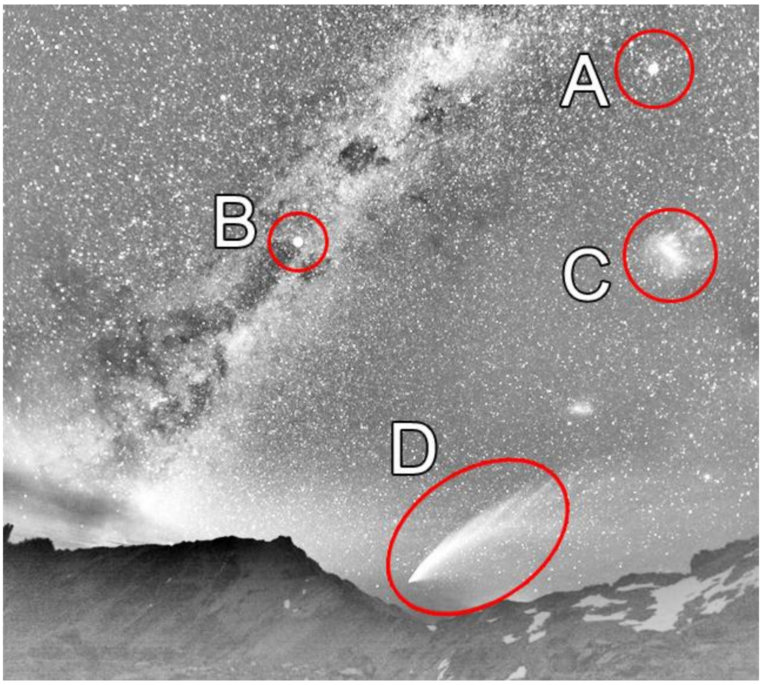
Analisando o gráfico, coloque **F** (Falso) ou **V** (Verdadeiro) na frente de cada afirmação a seguir:

(F) A luminosidade da Cefeida cresce lentamente e decresce rapidamente;
(V) Quando a luminosidade da Cefeida está diminuindo ela atinge seu tamanho máximo;
(F) O raio da Cefeida e a sua luminosidade atingem o máximo simultaneamente;
(V) O tamanho da Cefeida varia regularmente ao longo do tempo.

Questão 5) (1 ponto) (0,25 cada acerto) *A imagem a seguir é do astrofotógrafo tcheco Miloslav Druckmuller. Ele conseguiu registrar na mesma foto vários objetos celestes. Alguns estão identificados para você:*

Objeto A *- Estrela Canopus;*
Objeto B *- Estrela Alfa Centauro;*
Objeto C *- Grande Nuvem de Magalhães (uma galáxia satélite da Via Láctea) e*
Objeto D *- Cometa McNaught.*

Curiosidade: A estrela Canopus tem magnitude absoluta M_v = -5,53 e magnitude aparente m_v = -0,65 e Alfa Centauro tem magnitude absoluta M_v = +4,45 e magnitude aparente m_v = +0,10.



Escolha entre as quatro alternativas dadas para cada objeto a ordem de afastamento até nós, ou seja, 1 para o mais próximo até 4 para o mais distante. Ou seja, sequencie corretamente os quatro objetos de 1 até 4.

(1) (2) (3) (4) Estrela Alfa Centauro.

(1) (2) (3) (4) Grande Nuvem de Magalhães.

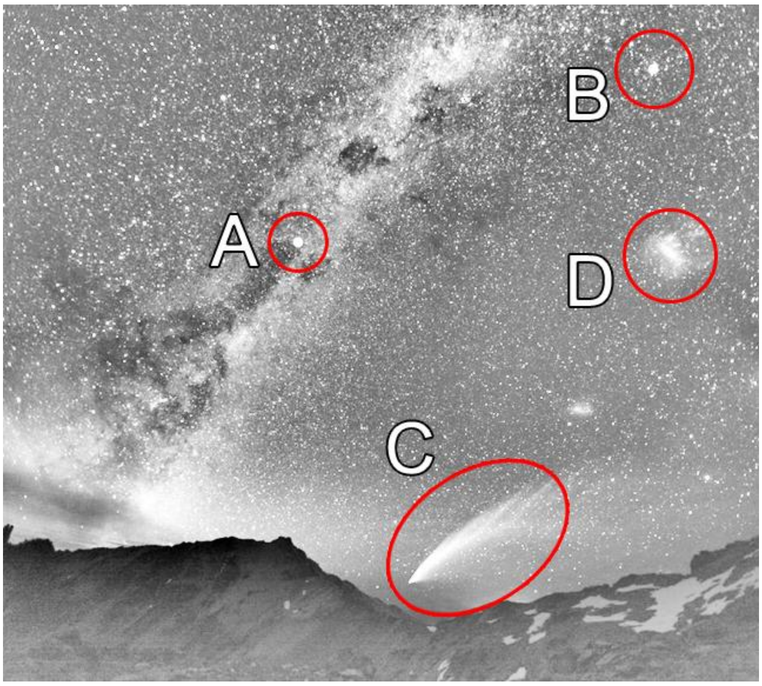
(1) (2) (3) (4) Estrela Canopus.

(1) (2) (3) (4) Cometa McNaught.

Questão 6) (1 ponto) (0,25 cada acerto) *A imagem a seguir é do astrofotógrafo tcheco Miloslav Druckmuller. Ele conseguiu registrar na mesma foto vários objetos celestes. Alguns estão identificados para você.*

Objeto A *- Estrela Alfa Centauro;*
Objeto B *- Estrela Canopus;*
Objeto C *- Cometa McNaught e*
Objeto D *- Grande Nuvem de Magalhães (uma galáxia satélite da Via Láctea).*

Curiosidade: A estrela Canopus tem magnitude absoluta M_v = -5,53 e magnitude aparente m_v = -0,65 e Alfa Centauro tem magnitude absoluta M_v = +4,45 e magnitude aparente m_v = +0,10.



Escolha entre as quatro alternativas dadas para cada objeto a ordem de afastamento até nós, ou seja, 1 para o mais próximo até 4 para o mais distante. Ou seja, sequencie corretamente os quatro objetos de 1 até 4.

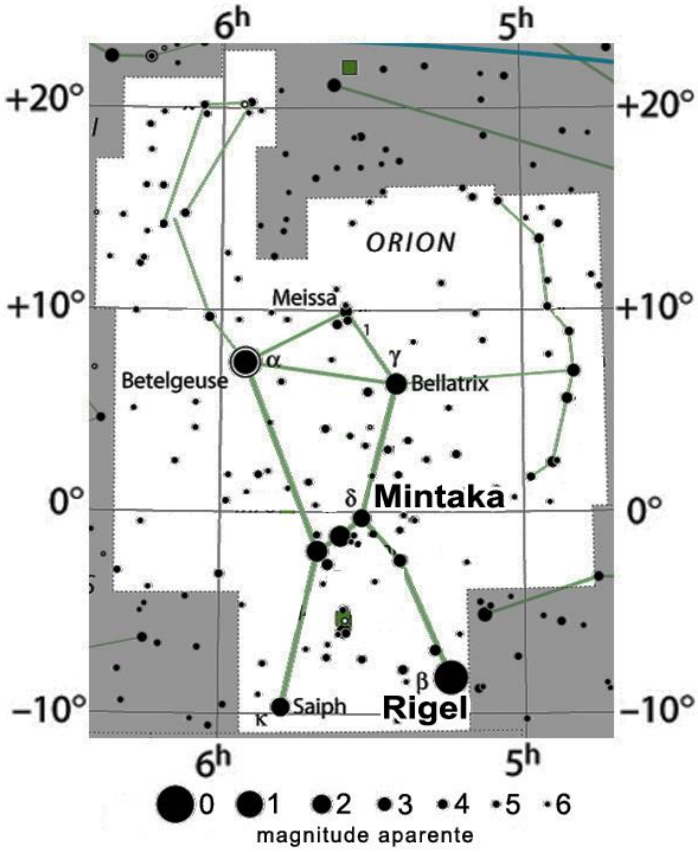
(1) (2) (3) (4) Estrela Alfa Centauro.

(1) (2) (3) (4) Grande Nuvem de Magalhães.

(1) (2) (3) (4) Estrela Canopus.

(1) (2) (3) (4) Cometa McNaught.

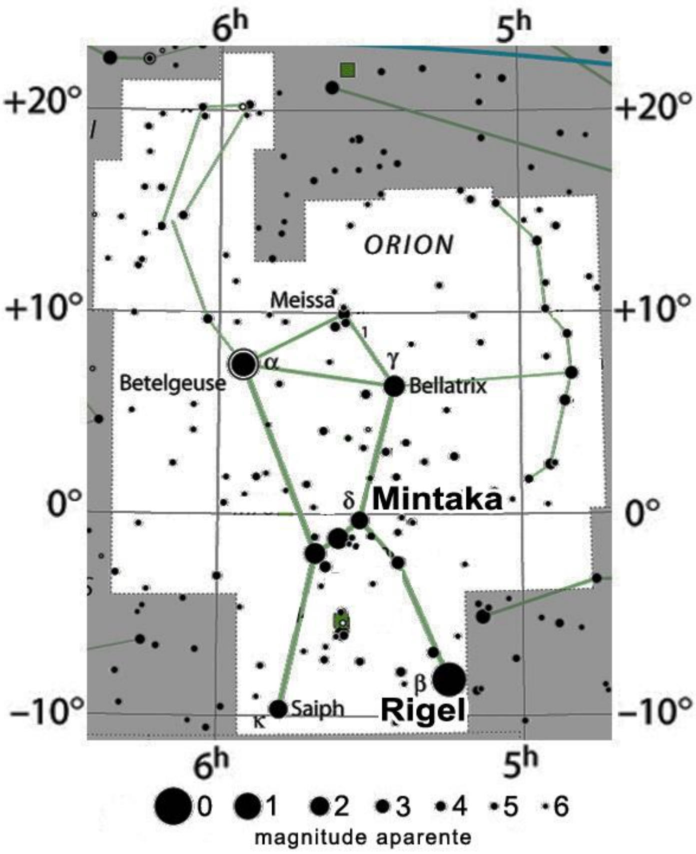
Questão 7) (1 ponto) (0,2 cada acerto) *A carta celeste traz a Constelação de Orion (área branca cercada pela cinza) e suas principais estrelas. O eixo horizontal representa a Ascensão Reta (AR) e o vertical representa a Declinação (Dec.). Ambas definem as coordenadas equatoriais das estrelas e são análogas, respectivamente, às coordenadas geográficas de Longitude e Latitude. Uma Declinação positiva indica que a estrela está no Hemisfério Celeste Norte (HCN) e uma negativa, no Hemisfério Celeste Sul (HCS). O "tamanho" dos círculos pretos é proporcional ao brilho aparente do astro, ou seja, sua magnitude aparente. A escala de magnitudes está na parte inferior da imagem. Quanto maior o brilho, menor o valor da sua magnitude.*



Coloque **F** (Falso) ou **V** (Verdadeiro) na frente de cada afirmação a seguir.

(F) A estrela Rigel está no Hemisfério Celeste Norte (HCN).
(V) A estrela Rigel é mais brilhante do que Mintaka.
(V) Parte da Constelação de Orion está no HCN e parte, no HCS.
(V) A estrela Mintaka, uma das Três Marias, tem Declinação proxima de zero grau.
(V) As Três Marias têm magnitudes aparentes entre 1 e 2.

Questão 8) (1 ponto) (0,2 cada acerto) *A carta celeste traz a Constelação de Orion (área branca cercada pela cinza) e suas principais estrelas. O eixo horizontal representa a Ascensão Reta (AR) e o vertical representa a Declinação (Dec.). Ambas definem as coordenadas equatoriais das estrelas e são análogas, respectivamente, às coordenadas geográficas de Longitude e Latitude. Uma Declinação positiva indica que a estrela está no Hemisfério Celeste Norte (HCN) e uma negativa, no Hemisfério Celeste Sul (HCS). O "tamanho" dos círculos pretos é proporcional ao brilho aparente do astro, ou seja, sua magnitude aparente. A escala de magnitudes está na parte inferior da imagem. Quanto maior o brilho, menor o valor da sua magnitude.*



Coloque **F** (Falso) ou **V** (Verdadeiro) na frente de cada afirmação a seguir:

(V) A estrela Rigel está no Hemisfério Celeste Sul (HCS);

(F) A estrela Mintaka é mais brilhante do que Rigel;

(F) Toda Constelação de Orion está no HCN;

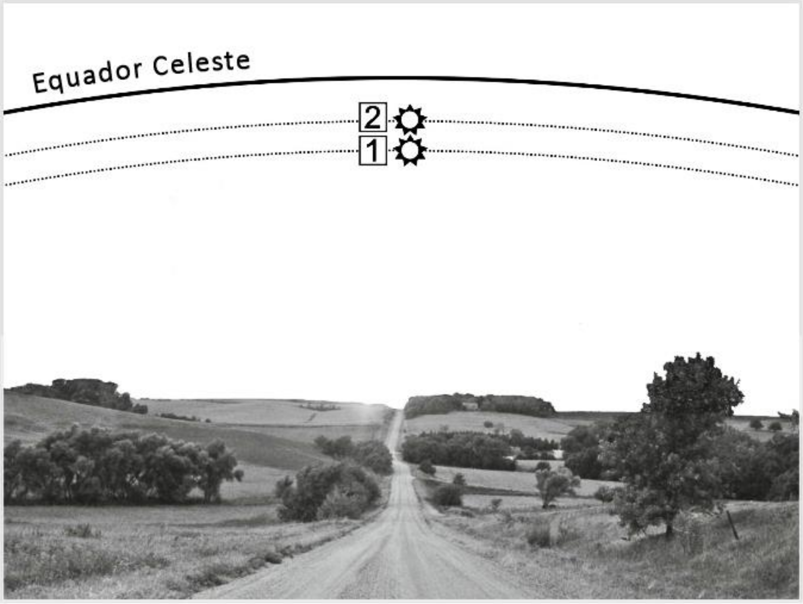
(V) A estrela Mintaka, uma das Três Marias, tem Ascensão Reta proxima de $5^{h}\ 30^{min}$;

(V) As Três Marias têm magnitudes aparentes entre 1 e 2.

Questão 9) (1 ponto) *A figura mostra o que vê um observador do Hemisfério Sul, numa certa data, quando olha, de frente, para a direção cardeal NORTE. Na figura estão indicados, esquematicamente, o Equador Celeste e a trajetória aparente do Sol em dois dias consecutivos 1 e 2.*

Assinale com um **X** na única afirmação que indica corretamente a época do ano desta observação.

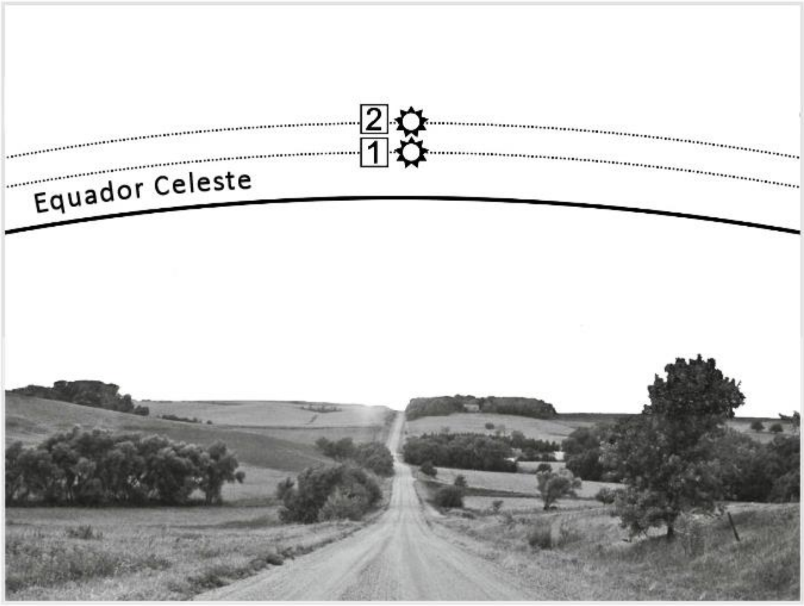
( ) Entre o Solstício de Inverno e o Equinócio da Primavera.
( ) Entre o Solstício de Verão e o Equinócio de Outono.
( ) Entre o Solstício de Inverno e o Equinócio de Outono.
( ) Entre o Solstício de Verão e o Equinócio da Primavera.



Questão 10) (1 ponto) *A figura mostra o que vê um observador do Hemisfério Sul, numa certa data, quando olha, de frente, para a direção cardeal NORTE. Na figura estão indicados, esquematicamente, o Equador Celeste e a trajetória aparente do Sol em dois dias consecutivos 1 e 2.*

Assinale com um **X** na única afirmação que indica corretamente a época do ano desta observação.

( ) Entre o Equinócio da Primavera e o Solstício de Verão.
( ) Entre o Solstício de Verão e o Equinócio de Outono.
( ) Entre o Equinócio de Outono e o Solstício de Inverno.
( ) Entre o Solstício de Inverno e o Equinócio da Primavera.



Questão 11) (1 ponto) *A Lei da Gravitação Universal, de Isaac Newton, diz que a força, **F**, entre dois corpos de massas **m₁** e **m₂** é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre seus centros, ou seja:*

$$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}, \text{ onde } \mathbf{G} \text{ é chamada de Constante Universal da Gravitação.}$$

Terra e Vênus têm quase a mesma massa ($m_{Vênus} = m_{Terra}$), mas a Terra está a 1 Unidade Astronômica (UA) de distância do Sol e Vênus está a 0,7 UA do Sol.
Assinale com um X a opção que indica o quão maior é, aproximadamente, a força gravitacional do Sol sobre Vênus do que a força gravitacional do Sol sobre a Terra.
Dica: faça a razão entre as forças gravitacionais do Sol sobre Vênus e do Sol sobre a Terra.

( ) $\frac{F_{Sol-Vênus}}{F_{Sol-Terra}} = 2,0$

( ) $\frac{F_{Sol-Vênus}}{F_{Sol-Terra}} = 0,49$

( ) $\frac{F_{Sol-Vênus}}{F_{Sol-Terra}} = 0,7$

( ) $\frac{F_{Sol-Vênus}}{F_{Sol-Terra}} = 1,0$

$$\frac{F_{Sol-Vênus}}{F_{Sol-Terra}} = \frac{G\frac{M_{Sol}\, m_{Vênus}}{(d_{Sol-Vênus})^2}}{G\frac{M_{Sol}\, m_{Terra}}{(d_{Sol-Terra})^2}} = \frac{\frac{1}{(0,7\ UA)^2}}{\frac{1}{(1\ UA)^2}} = \left(\frac{1}{0,7}\right)^2 = \frac{1}{0,49} \cong \frac{1}{0,5} = 2$$

Questão 12) (1 ponto) *A Lei da Gravitação Universal, de Isaac Newton, diz que a força, **F**, entre dois corpos de massas **m₁** e **m₂** é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre seus centros, ou seja:*

$$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}, \text{ onde } \mathbf{G} \text{ é chamada de Constante Universal da Gravitação.}$$

Marte tem um décimo da massa da Terra ($m_{Marte} = 0,1 m_{Terra}$), no entanto a Terra está a 1 Unidade Astronômica (1 UA) do Sol e Marte está a 1,5 UA de distância ao Sol.

Assinale com um X a opção que indica o quão maior é, aproximadamente, a força gravitacional do Sol sobre a Terra do que a força Gravitacional do Sol sobre Marte.

Dica: faça a razão entre as forças gravitacionais do Sol sobre a Terra e do Sol sobre Marte.

( ) $\frac{F_{Sol-Terra}}{F_{Sol-Marte}} = 22,5$

( ) $\frac{F_{Sol-Terra}}{F_{Sol-Marte}} = 1,5$

( ) $\frac{F_{Sol-Terra}}{F_{Sol-Marte}} = 2,5$

( ) $\frac{F_{Sol-Terra}}{F_{Sol-Marte}} = 10,0$

$$\frac{F_{Sol-Terra}}{F_{Sol-Marte}} = \frac{G\frac{M_{Sol} m_{Terra}}{(1\ UA)^2}}{G\frac{M_{Sol} m_{Marte}}{(1,5\ UA)^2}} = \frac{\frac{m_{Terra}}{(1\ UA)^2}}{\frac{(0,1 m_{Terra})}{(1,5\ UA)^2}} = \frac{1}{0,1} \times (1,5)^2 = 10 \times 2,25 = 22,5$$

Questão 13) (1 ponto) *As três Leis de Kepler (1571 – 1630) descrevem os movimentos dos planetas, luas, cometas, satélites artificiais etc e para os planetas dizem o seguinte:*

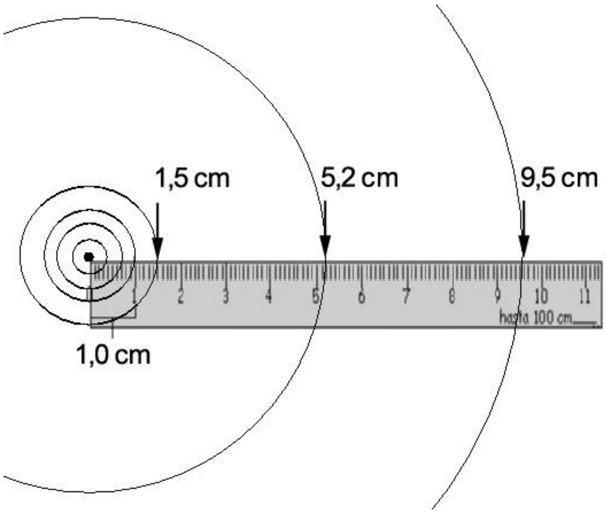
*1ª **Lei (Lei das órbitas)**: A órbita de cada planeta é uma elipse, estando o Sol num dos focos.*

*2ª **Lei (Lei das áreas)**: Uma linha reta entre o Sol e o planeta "varre" áreas iguais em iguais intervalos de tempos.*

*3ª **Lei (Lei dos períodos)**: O quadrado do Período orbital (P) dividido pelo cubo da distância (D) média do planeta ao Sol é uma constante (k), ou seja,*

$$\boldsymbol{P^2/D^3 = k}$$

A figura ao lado traz o esquema das órbitas dos 6 primeiros planetas do Sistema Solar, na escala correta de distância, onde 1,0 cm ≡ 1,0 UA.



Note que a constante k é a mesma para todos os astros que orbitam o Sol e depende das unidades usadas para se expressar P e D. Por exemplo, no caso da Terra, se usarmos o período, P, em unidades de ANOS TERRESTRES (A_T), e a distância média (D) ao Sol, em UNIDADE ASTRONÔMICA, UA, que é a distância entre o Sol (bolinha preta no centro da figura, fora de escala) e a Terra (terceira órbita), então temos: $k = \frac{(1\,A_T)^2}{(1\,UA)^3} = 1\,\frac{{A_T}^2}{UA^3}$

Dito isso, marque com um X a opção que traz o período (P) aproximado de Júpiter (em A_T), sendo que a distância média de Júpiter ao Sol, em UA, está na figura.

(x) 12 A_T

(   ) 3 A_T

(   ) 5,2 A_T

(   ) 27 A_T

$$\frac{P^2}{5{,}2^3} = 1\,\frac{{A_T}^2}{UA^3} \rightarrow P^2 = 5{,}2^3 = 140{,}608 \rightarrow P = \sqrt[2]{140{,}608} \cong 11{,}86\,A_T \approx 12\,A_T$$

Questão 14) (1 ponto) *As três Leis de Kepler (1571 – 1630) descrevem os movimentos dos planetas, luas, cometas, satélites artificiais etc e para os planetas dizem o seguinte:*

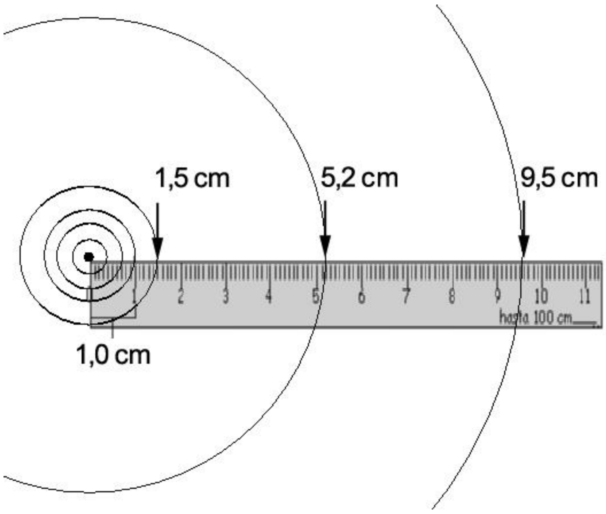
*1ª **Lei (Lei das órbitas)**: A órbita de cada planeta é uma elipse, estando o Sol num dos focos.*

*2ª **Lei (Lei das áreas)**: Uma linha reta entre o Sol e o planeta "varre" áreas iguais em iguais intervalos de tempos.*

*3ª **Lei (Lei dos períodos)**: O quadrado do Período orbital (P) dividido pelo cubo da distância (D) média do planeta ao Sol é uma constante (k), ou seja,*

$$\boldsymbol{P^2/D^3 = k}$$

A figura ao lado traz o esquema das órbitas dos 6 primeiros planetas do Sistema Solar, na escala correta de distância, onde 1,0 cm ≡ 1,0 UA.



Note que a constante k é a mesma para todos os astros que orbitam o Sol e depende das unidades usadas para se expressar P e D. Por exemplo, no caso da Terra, se usarmos o período, P, em unidades de ANOS TERRESTRES (A_T), e a distância média (D) ao Sol, em UNIDADE ASTRONÔMICA, UA, que é a distância entre o Sol (bolinha preta no centro da figura, fora de escala) e a Terra (terceira órbita), então temos: $k = \frac{(1\,A_T)^2}{(1\,UA)^3} = 1\,\frac{{A_T}^2}{UA^3}$

Dito isso, marque com um X a opção que traz o período (P) aproximado de Marte (em A_T), sendo que a distância média de Marte ao Sol, em UA, está na figura.

(X) 1,8 A_T

(   ) 1,3 A_T

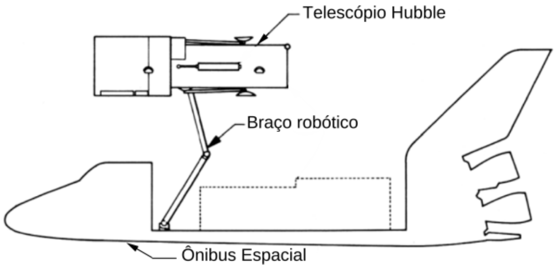
(   ) 1,5 A_T

(   ) 3,3 A_T

$$\frac{P^2}{1{,}5^3} = 1\,\frac{{A_T}^2}{UA^3} \rightarrow P^2 = 1{,}5^3 = 3{,}375 \rightarrow P = \sqrt[2]{3{,}375} \cong 1{,}837\ A_T \approx 1{,}8\ A_T$$

AQUI COMEÇAM AS QUESTÕES DE ASTRONÁUTICA

Questão 15) (1 ponto) *No dia 24 de abril de 2020 o Telescópio Espacial Hubble completou 30 anos em órbita da Terra. Seu planejamento começou ainda nos anos 1970, mas ele só foi lançado em 1990. Ao receberem as primeiras imagens os cientistas ficaram perplexos com a má qualidade delas. Após algumas análises, eles descobriram que o Hubble possuía uma falha no espelho principal. Os engenheiros da NASA decidiram que os astronautas poderiam capturar o Hubble com o braço robótico do ônibus espacial e por meio de atividades extra veiculares consertar seu sistema óptico. Depois dos reparos o Hubble foi colocado de volta à sua órbita original. Essa missão de reparo do Hubble consistiu em um dos maiores feitos da NASA e, desde então, 4 outras missões de manutenção foram realizadas.*



Pergunta 15) Suponha que para recolocar o Hubble em sua órbita correta, o braço robótico do ônibus espacial exerceu 1 N de força (**F**), cujo módulo, direção e sentido foram constantes durante toda a manobra e perpendicular à direção do movimento do ônibus espacial. A massa do Hubble (m_H) é de, aproximadamente, 10.000 kg. A segunda Lei de Newton diz que **F** = **ma** (m = massa e a = aceleração).

Calcule o módulo da aceleração (**a_H**), em m/s^2, à qual o Hubble foi submetido nessa operação e **calcule também o tempo (t), em segundos,** gasto para que o Hubble fosse afastado pelo braço robótico do ônibus espacial de uma distância D = 4,5 m e assinale a alternativa correta.

Suponha que durante esta operação o ônibus espacial manteve-se aproximadamente em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e tinha massa infinita.

Dica: $D = \frac{1}{2}at^2$, onde t é o tempo.

Resolução 15)

$$F = m_H a_H \rightarrow a_H = F/m_H = 1\,N/10.000\,kg = 0{,}0001\ N/kg = 0{,}0001\ m/s^2$$

A partir da equação dada e da aceleração obtida, temos: $t = \sqrt{\frac{2D}{a}} = \sqrt{\frac{2\times4{,}5}{0{,}0001}} = \sqrt{90000} = 300$ s

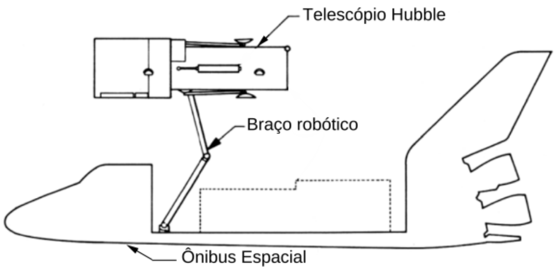
(x) $a_H = 0{,}0001\ m/s^2\ e\ t = 300\ s$

( ) $a_H = 0{,}001\ m/s^2\ \ e\ t = 30\ s$

( ) $a_H = 0{,}002\ m/s^2\ \ e\ t = 900\ s$

( ) $a_H = 0{,}004\ m/s^2\ \ e\ t = 90\ s$

Questão 16) (1 ponto) *No dia 24 de abril de 2020 o Telescópio Espacial Hubble completou 30 anos em órbita da Terra. Seu planejamento começou ainda nos anos 1970, mas ele só foi lançado em 1990. Ao receberem as primeiras imagens os cientistas ficaram perplexos com a má qualidade delas. Após algumas análises, eles descobriram que o Hubble possuía uma falha no espelho principal. Os engenheiros da NASA decidiram que os astronautas poderiam capturar o Hubble com o braço robótico do ônibus espacial e por meio de atividades extra veiculares consertar seu sistema óptico. Depois dos reparos o Hubble foi colocado de volta à sua órbita original. Essa missão de reparo do Hubble consistiu em um dos maiores feitos da NASA e, desde então, 4 outras missões de manutenção foram realizadas.*



Pergunta 16) Suponha que para recolocar o Hubble em sua órbita correta, o braço robótico do ônibus espacial exerceu 2 N de força (**F**), cujo módulo, direção e sentido foram constantes durante toda a manobra e perpendicular à direção do movimento do ônibus espacial. A massa do Hubble (m_H) é de, aproximadamente, 10.000 kg. A segunda Lei de Newton diz que **F** = **ma** (m = massa e a = aceleração).

Calcule o módulo da aceleração (**a_H**), em m/s^2, à qual o Hubble foi submetido nessa operação e **calcule também o tempo (t), em segundos,** gasto para que o Hubble fosse afastado pelo braço robótico do ônibus espacial de uma distância D = 4,0 m e assinale a alternativa correta.

Suponha que durante esta operação o ônibus espacial manteve-se aproximadamente em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e tinha massa infinita.

Dica: $\mathrm{D} = \frac{1}{2}\mathrm{at}^2$, onde t é o tempo.

Resolução 16)
Calculando a aceleração:

$$F = m_H a_H \rightarrow a_H = F/m_H = 2\ N/10.000\ kg = 0{,}0002\ N/kg = 0{,}0002\ m/s^2$$

A partir da equação dada e da aceleralção obtida temos: $t = \sqrt{\frac{2D}{a}} = \sqrt{\frac{2\times 4{,}0}{0{,}0002}} = \sqrt{40000} = 200$ s

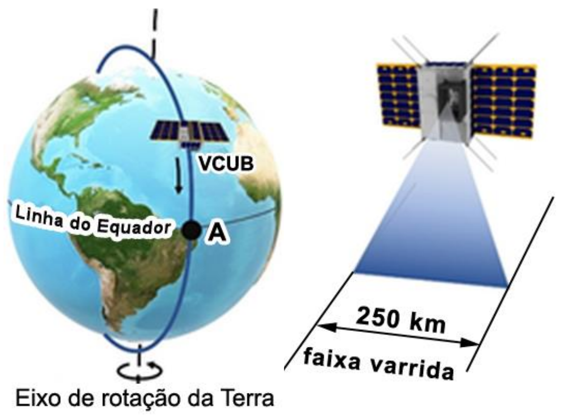
(x) a_H = 0,0002 m/s^2 e t = 200 s

( ) a_H = 0,002 m/s^2 e t = 20 s

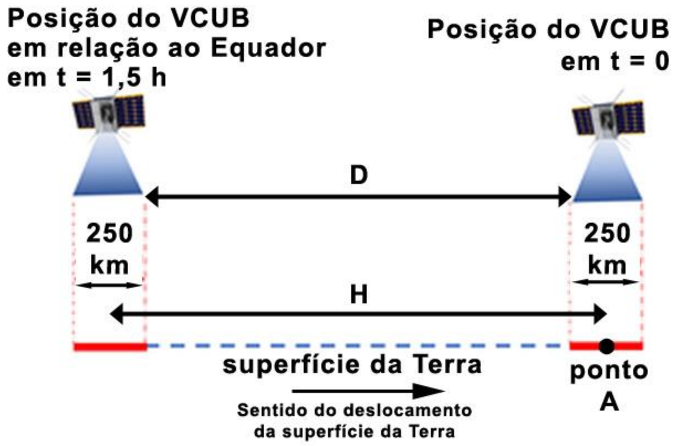
( ) a_H = 0,0004 m/s^2 e t = 400 s

( ) a_H = 0,002 m/s^2 e t = 40 s

Questão 17) (1 ponto) *A empresa Visiona Tecnologia Espacial S.A., de São José dos Campos, SP, está desenvolvendo o nanossatélite VCUB com 10 kg de massa. O principal objetivo do VCUB é obter imagens da superfície terrestre (sensoriamento remoto). Conforme mostrado na figura, o plano de órbita do satélite é perpendicular ao plano equatorial terrestre.*
O satélite orbita a 500 km de altitude, seu período orbital é de 1,5 h e ele "varre" uma faixa de 250 km da superfície da Terra.



Realize os cálculos de H (parte A), D (parte B) e N (parte C) e assinale a resposta que contém os valores corretos de H, D, N.



Pergunta 17a) (0,4 ponto) Suponha que um determinado **ponto A** fixo sobre a linha do Equador, está exatamente no centro da faixa "varrida" pelo sensor do VCUB quando ele cruza o plano do Equador. Considere este instante como sendo tempo t = 0 s. No enunciado da questão foi dado o período do satélite, ou seja, quanto tempo ele leva para completar um giro em torno da Terra. Logo, na medida em que o VCUB gira em um plano perpendicular ao plano do Equador, a Terra também gira em torno do seu eixo de rotação. O plano da órbita do VCUB não muda, mas a superfície da Terra gira sob ele. Assim, ao completar uma órbita e passar novamente pelo plano do Equador, vindo do Norte para o Sul, a câmera do VCUB não estará mais sobre o **ponto A**, pois este se deslocou junto com a superfície da Terra.

Calcule a distância H (em km), indicada na figura, que o **ponto A** se afastou da sua posição inicial quando o VCUB cruzar o plano do Equador novamente.

Dados: O perímetro da linha do Equador é de, aproximadamente, 40.000 km. O período de rotação da Terra é de 23 h 56 min 4 seg, mas para simplificar as contas suponha que seja de 24h.

Comentário: A Terra leva 24 horas para dar um giro completo sobre seu eixo, então o **ponto A** (fixo na Terra) também leva 24 horas para percorrer o perímetro equatorial de 40.000 km. Então em 1,5 horas o ponto A percorrerá H km:

$$\frac{24\ h}{1{,}5\ h} = \frac{40.000\ km}{H}$$

$$H = \frac{(1{,}5\ h \times 40.000\ km)}{24\ h} = 2.500\ km$$

Resposta 17a) H = 2.500 km **17a) - Nota obtida:** _____

Pergunta 17b) (0,4 ponto) Calcule a distância D (em km), indicada na figura do item anterior, medida ao longo da linha do Equador, que o VCUB deixou de monitorar entre duas passagens consecutivas.
Atenção: Resposta sem contas não é aceita e sem unidade (ou errada) perde 0,1 ponto.

A distância D é igual à distância H (= 2.500 km) já calculada menos 2 vezes 125 km (metade de cada faixa varrida em cada passagem), ou seja,

$$D = 2.500\ km - 250\ km = 2.250\ km$$

Resposta 17b) D = 2.250 km **17b) - Nota obtida:** _____

Pergunta 17c) (0,2 ponto) Uma das consequências da rotação da Terra é que quando o VCUB volta a cruzar o plano do Equador, em t = 1,5 h, ele deixa a distância **D**, sobre a linha do Equador, sem monitoramento.

A solução proposta por um dos engenheiros da Visiona foi usar uma constelação de VCUBs, como indica a figura ao lado. De forma que depois que o primeiro satélite (VCUB 1) cruzar o plano do Equador, outro satélite (VCUB 2), na mesma órbita que o primeiro e logo atrás dele, cruze o plano do Equador um tempo depois, cobrindo os próximos 250 km e assim sucessivamente para os VCUB 3, VCUB 4 etc., até o VCUB 1 voltar a cruzar o plano do Equador novamente.

Calcule quantos (N) VCUBs serão necessários para cobrir toda a distância **D** numa única passagem completa desta constelação.

Entre duas passagens consecutivas do VCUB 1 restam 2.250 km (distância D, já calculada) sem monitoramento, logo, precisamos de 9, pois

$$N = \frac{D}{largura\ da\ faixa\ varrida\ por\ cada\ VCUB} = \frac{2250km}{250km} = 9$$

Resposta 17c) N = 9 **17c) - Nota obtida:** _____

H = 2.500 km, D = 2.250 km, N = 9

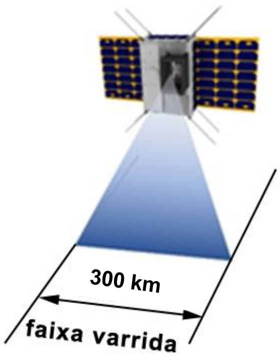
H = 1.500 km, D = 2.250 km, N = 9

H = 2.500 km, D = 1.250 km, N = 10

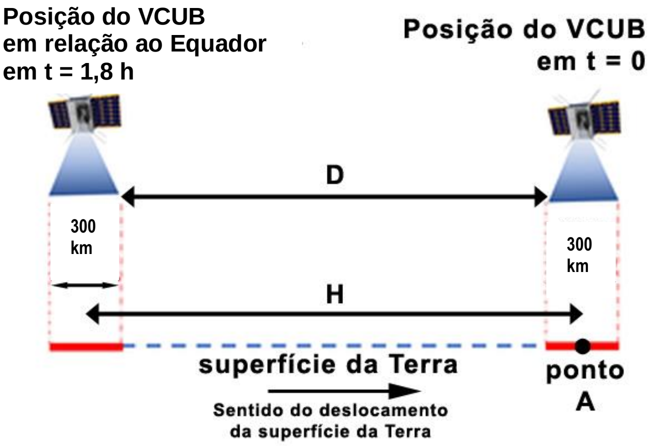
H = 2.250 km, D = 1.500 km, N = 7

H = 2.500 km, D = 2.250 km, N = 8

Questão 18) (1 ponto) *A empresa Visiona Tecnologia Espacial S.A., de São José dos Campos, SP, está desenvolvendo o nanossatélite VCUB com 10 kg de massa. O principal objetivo do VCUB é obter imagens da superfície terrestre (sensoriamento remoto). Conforme mostrado na figura, o plano de órbita do satélite é perpendicular ao plano equatorial terrestre.*
O satélite orbita a 1000 km de altitude, seu período orbital é de 1,8 h e ele "varre" uma faixa de 300 km da superfície da Terra.



Realize os cálculos de H (parte A), D (parte B) e N (parte C) e assinale a resposta que contém os valores corretos de H, D, N.



Pergunta 18a) (0,4 ponto) Suponha que um determinado **ponto A** fixo sobre a linha do Equador, está exatamente no centro da faixa "varrida" pelo sensor do VCUB quando ele cruza o plano do Equador. Considere este instante como sendo tempo t = 0 s. No enunciado da questão foi dado o período do satélite, ou seja, quanto tempo ele leva para completar um giro em torno da Terra. Logo, na medida em que o VCUB gira em um plano perpendicular ao plano do Equador, a Terra também gira em torno do seu eixo de rotação. O plano da órbita do VCUB não muda, mas a superfície da Terra gira sob ele. Assim, ao completar uma órbita e passar novamente pelo plano do Equador, vindo do Norte para o Sul, a câmera do VCUB não estará mais sobre o **ponto A**, pois este se deslocou junto com a superfície da Terra.

Calcule a distância H (em km), indicada na figura, que o **ponto A** se afastou da sua posição inicial quando o VCUB cruzar o plano do Equador novamente.

Dados: O perímetro da linha do Equador é de, aproximadamente, 40.000 km. O período de rotação da Terra é de 23 h 56 min 4 seg, mas para simplificar as contas suponha que seja de 24h.

Comentário: A Terra leva 24 horas para dar um giro completo sobre seu eixo, então o **ponto A** (fixo na Terra) também leva 24 horas para percorrer o perímetro equatorial de 40.000 km. Então em 1,8 horas o ponto A percorrerá H km:

$$\frac{24\ h}{1{,}8\ h} = \frac{40.000\ km}{H}$$

$$H = \frac{(1{,}8\ h \times 40.000\ km)}{24\ h} = 3.000\ km$$

Resposta 18a) H = 3.000 km **18a) - Nota obtida:** _____

Pergunta 18b) (0,4 ponto) Calcule a distância D (em km), indicada na figura do item anterior, medida ao longo da linha do Equador, que o VCUB deixou de monitorar entre duas passagens consecutivas.
Atenção: Resposta sem contas não é aceita e sem unidade (ou errada) perde 0,1 ponto.

A distância D é igual à distância H (= 3.000 km), já calculada, menos 2 vezes 150 km (metade de cada faixa varrida em cada passagem), ou seja,

$$D = 3.000\ km - 300\ km = 2.700\ km$$

Resposta 18b) D = 2.700 km **18b) - Nota obtida:** _____

Pergunta 18c) (0,2 ponto) Uma das consequências da rotação da Terra é que quando o VCUB volta a cruzar o plano do Equador, em t = 1,8 h, ele deixa a distância **D**, sobre a linha do Equador, sem monitoramento.
A solução proposta por um dos engenheiros da Visiona foi usar uma constelação de VCUBs, como indica a figura ao lado. De forma que depois que o primeiro satélite (VCUB 1) cruzar o plano do Equador, outro satélite (VCUB 2), na mesma órbita que o primeiro e logo atrás dele, cruze o plano do Equador um tempo depois, cobrindo os próximos 300 km e assim sucessivamente para os VCUB 3, VCUB 4 etc, até o VCUB 1 voltar a cruzar o plano do Equador novamente.

Calcule quantos (N) VCUBs serão necessários para cobrir toda a distância **D** numa única passagem completa desta constelação.

Entre duas passagens consecutivas do VCUB 1 restam 2.250 km (distância D, já calculada) sem monitoramento, logo, precisamos de 9, pois

$$N = \frac{D}{largura\ da\ faixa\ varrida\ por\ cada\ VCUB} = \frac{2.700km}{300km} = 9$$

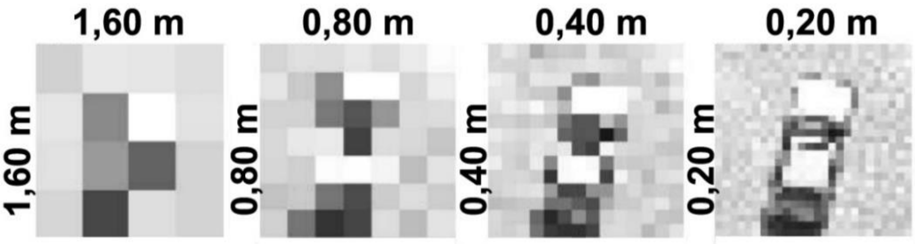
Resposta 18c) N = 9 **18c) - Nota obtida:** _____

H = 3.000 km, D = 2.700 km, N = 9
H = 1.500 km, D = 2.250 km, N = 9
H = 3.500 km, D = 2.750 km, N = 10
H = 3.000 km, D = 2.500 km, N = 7
H = 3.000 km, D = 2.750 km, N = 8

Questão 19) (1 ponto) *A **resolução espacial** do sensor de um satélite é definida como a capacidade que o sensor possui para discriminar objetos em função do seu tamanho, ou seja, o nível de detalhe com que podemos observar os objetos na superfície terrestre. Se um satélite possui resolução espacial de 30 m, significa que áreas de dimensões menores do que 30 m × 30 m não poderão ser identificados. Há satélites de baixa resolução (50 m, aplicados ao monitoramento de grandes regiões, como florestas) e satélites de alta resolução (0,5 m, capazes de identificar automóveis e máquinas na superfície da Terra).*

Faça a Parte A e a Parte B e assinale a alternativa que contém os valores corretos do que se pede.

Parte A) O sensor de imagem das câmeras digitais é composto de minúsculos elementos sensíveis à luz chamados de *pixels*. As imagens a seguir trazem um exemplo de como um mesmo automóvel pode ser visto com diferentes resoluções espaciais. Cada quadradinho de cada uma das imagens corresponde a 1 pixel da imagem. Quanto mais *pixels* uma imagem tiver, melhor a resolução da imagem.



Suponha que a imagem da câmera do VCUB seja composta por 4.000 × 4.000 pixels, cuja resolução espacial é de 3 m, ou seja, cada pixel da imagem corresponde a uma área de 3 m × 3 m (= 9 m^2) na superfície da Terra.
Sabendo disso, calcule qual é a área total **A** (em km^2) representada por cada imagem do VCUB.

A imagem do VCUB possui 4.000 × 4.000 pixels = 16.000.000 pixels.Cada pixel quadrado corresponde à uma área de 3 m × 3 m = 9 m^2 na superfície da Terra. Então, a área total **A** será:

$$A = 16.000.000 \times 9\ m^2 = 144.000.000\ m^2 = 144.000.000(10^{-3}km)^2 = 144\ km^2$$

Resposta) A = 144 km^2

Parte B) Invasores de terras indígenas desmataram, em um dia, uma área de 90 m × 90 m (quase 1 hectare!). Considerando a ausência de nuvens, calcule o número (**N**) de pixels que a imagem da área desmatada irá ocupar no sensor do VCUB.

A área desmatada é de 90 m × 90 m = 8.100 m^2. Cada pixel equivale a uma área de 9 m^2. Logo o número N de pixels é dado por:

$$N = \frac{área\ desmatada}{resolução\ espacial} = \frac{8.100\ m^2}{9\ m^2} = 900$$

Resposta) N = 900 ou 900 pixels

A = 144 km^2 e N = 900 pixels

A = 144.000 km^2 e N = 800 pixels

A = 144.000.000 km^2 e N = 400 pixels

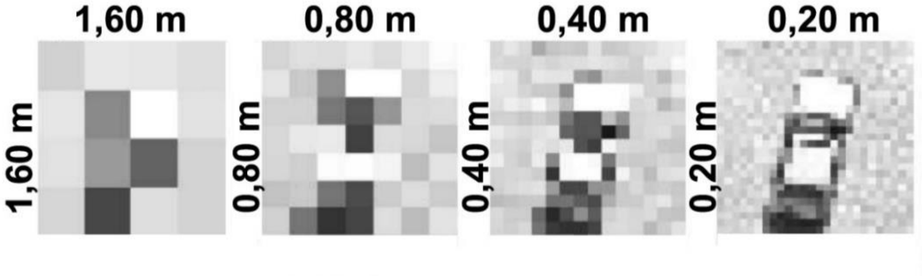
A = 16.000.000 km^2 e N = 810 pixels

A = 9 km^2 e N = 900 pixels

Questão 20) (1 ponto) *A **resolução espacial** do sensor de um satélite é definida como a capacidade que o sensor possui para discriminar objetos em função do seu tamanho, ou seja, o nível de detalhe com que podemos observar os objetos na superfície terrestre. Se um satélite possui resolução espacial de 30 m, significa que áreas de dimensões menores do que 30 m × 30 m não poderão ser identificados. Há satélites de baixa resolução (50 m, aplicados ao monitoramento de grandes regiões, como florestas) e satélites de alta resolução (0,5 m, capazes de identificar automóveis e máquinas na superfície da Terra).*

Faça a Parte A e a Parte B e assinale a alternativa que contém os valores corretos do que se pede.

Parte A) O sensor de imagem das câmeras digitais é composto de minúsculos elementos sensíveis à luz chamados de *pixels*. As imagens a seguir trazem um exemplo de como um mesmo automóvel pode ser visto com diferentes resoluções espaciais. Cada quadradinho de cada uma das imagens corresponde a 1 pixel da imagem. Quanto mais *pixels* uma imagem tiver, melhor a resolução da imagem.



Suponha que a imagem da câmera do VCUB seja composta por 4.000 × 4.000 pixels, cuja resolução espacial é de 6 m, ou seja, cada pixel da imagem corresponde a uma área de 6 m × 6 m (= 36 m^2) na superfície da Terra.
Sabendo disso, calcule qual é a área total **A** (em km^2) representada por cada imagem do VCUB.

A imagem do VCUB possui 4.000 × 4.000 pixels = 16.000.000 pixels.Cada pixel quadrado corresponde à uma área de 6 m × 6 m = 36 m^2 na superfície da Terra. Então, a área total **A** será:

$$A = 16.000.000 \times 36\ m^2 = 576.000.000\ m^2 = 576.000.000(10^{-3}km)^2 = 576\ km^2$$

Resposta) A = 576 km^2

Parte B) Invasores de terras indígenas desmataram, em um dia, uma área de 90 m × 90 m (quase 1 hectare!). Considerando a ausência de nuvens, calcule o número (**N**) de pixels que a imagem da área desmatada irá ocupar no sensor do VCUB.

A área desmatada é de 90 m × 90 m = 8.100 m^2. Cada pixel equivale a uma área de 36 m^2. Logo o número N de pixels é dado por:

$$N = \frac{\text{área desmatada}}{\text{resolução espacial}} = \frac{8.100\ m^2}{36\ m^2} = 225$$

Resposta B) N = 225 ou 225 pixels

A = 576 km^2 e N = 225 pixels

A = 576.000 km^2 e N = 250 pixels

A = 576.000.000 km^2 e N = 225 pixels

A = 16.000.000 km^2 e N = 225 pixels

A = 576 km^2 e N = 200 pixels