

## Gente tarefa para vocês.. Olhem as atividades I,II e III.

Boa Sorte. Rezem para Deus ajudar com esse vírus e ajude as pessoas aprenderem com isso.

Não era difícil reduzir a poluição? Se a Terra parar um dia por semana diminui a poluição em 12,5 por cento. Diminui um dia em 8 dias. Será que aprendemos pensar nos outros. Aprendemos que somos inteligente porque Deus deu esse dom? Não conseguimos eliminar um vírus? Os cara mexem com embrião fazem de tudo e não conseguem fazer isso? Acho que ao sentar na mesa de trabalho deveríamos a primeira coisa a fazer entregar o dia a Deus. Talvez tenha cientistas que pensam, não sei. O ar está mais limpo, os pássaros voam mais livres, águas mais limpas. Acredito que uma quantidade de água que havia derretido do polo norte congelou. Não sei quanto. Eu estou no meio dessa gente, sou igualzinho a todos e até pior. Peço a Deus para encaminha-los, que vocês façam as coisas com amor como esses médicos que estão dando a vida para nos salvar. Sei de UM que deu a vida para nos salvar a 2000 anos atrás.

Não repassem isso, mas procurem tirar aprendizado com isso. Nunca passei por isso, mas houve uma pandemia em 1929 que morreram mais de milhão de pessoas.

	<b>Mercúrio</b>	<b>Vênus</b>	<b>Terra</b>	<b>Marte</b>	<b>Júpiter</b>	<b>Saturno</b>	<b>Urano</b>	<b>Netuno</b>
<b>Diâmetro Equatorial (km)</b>	4878	12100	12756	6786	142984	120536	51108	49538
<b>Massa (M<sub>Terra</sub>)</b>	0,055	0,815	1	0,107	317,9	95,2	14,6	17,2
<b>Distância média ao Sol (UA)</b>	0,387	0,723	1	1,524	5,203	9,539	19,18	30,06
<b>Distância média ao Sol (milhões de km)</b>	57,9	108,2	149,6	227,9	778,4	1423,6	2867	4488
<b>Excentricidade da Órbita</b>	0,206	0,0068	0,0167	0,093	0,048	0,056	0,046	0,010
<b>Período de Revolução (d=dias, a=anos)</b>	87,9d	224,7d	365,25d	686,98d	11,86a	29,46a	84,04a	164,8a
<b>Período de Rotação (d=dias, h=hora)</b>	58,6d	-243d	23h56m	24h37m	9h48m	10h12m	-17h54m	19h6m
<b>Inclinação do Eixo</b>	0,1°	177°	23° 27'	25° 59'	3° 05'	27° 44'	98°	30°
<b>Inclinação da Órbita em Relação Eclíptica</b>	7°	3,4°	0°	1,9°	1,3°	2,5°	0,8°	1,8°
<b>Massa (kg)</b>	3,30×10 <sup>23</sup>	4,87×10 <sup>24</sup>	5,97×10 <sup>24</sup>	6,42×10 <sup>23</sup>	1,90×10 <sup>27</sup>	5,69×10 <sup>26</sup>	8,70×10 <sup>25</sup>	1,03×10 <sup>26</sup>
<b>Densidade (g/cm<sup>3</sup>)</b>	5,4	5,2	5,5	3,9	1,3	0,7	1,3	1,6
<b>Achatamento</b>	0	0	0,003	0,005	0,06	0,1	0,03	0,02
<b>Temperatura (C) (S=Sólido, n=nuvens)</b>	407(S)dia - 183(S)noite	-43(n) 470(S)	22(S)	-23(S)	-150(n)	-180(n)	-210(n)	-220(n)
<b>Principais Componentes Atmosfera</b>	traços de Na,He,H,O	98%CO <sub>2</sub> , 3,5%N	78%N <sub>2</sub> , 21%O <sub>2</sub>	95%CO <sub>2</sub> , 3%N	90%H, 10%He	97%H, 3%He	83%H, 15%He,CH <sub>4</sub>	74%H, 25%He,CH <sub>4</sub>
<b>Gravidade Superficial em relação à Terra (g<sub>Terra</sub>)</b>	0,37	0,88	1	0,38	2,64	1,15	1,17	1,18
<b>No. de Satélites Conhecidos</b>	0	0	1	2	<a href="#">79</a>	<a href="#">62</a>	<a href="#">27</a>	14
<b>Velocidade de Escape</b>	4,3	10,4	11,2	5,0	60	35,4	21	24

(km/s)

Calcule a força de atração entre

- 1- Terra e Lua
- 2- Terra e Sol
- 3- Mercúrio e Sol
- 4- Vênus e Sol

Vou calcular ente terra e vênus

a massa da Terra é 1 que é  $6 \cdot 10^{24}$  e de vênus é 0,815 vezes isso

terra ao sol é 1 ou a 150 000 000 de km =  $1,5 \cdot 10^{11}$  metros vênus ao sol é

$0,723 \cdot 1,510^{11}$  metros =  $1,0810^{11}$  metros e de vênus à Terra é  $0,42 \cdot 10^{11}$  metros

$$F = \frac{G M m}{r^2} \quad F = \frac{6.710^{-11} \cdot 6.10^{24} \cdot 0,815.10^{24}}{(0,42.10^{11})^2} = 185.10^{15} \text{ N}$$

Se tiverem duvidas mande no zapp

A massa da lua é a massa da terra dividido por 81 e a distância da terra a lua é 384000 Km. Não se esqueçam que a distância tem que ser em metros.

Essa tabela da para fazer tanta coisa.

OA OLIMPÍADA!

Questão 1) (1 ponto) A luminosidade de uma estrela é uma característica própria dela e depende apenas do seu raio e da sua temperatura superficial. Já o seu brilho depende da distância dela até nós. Podemos comparar a luminosidade de uma estrela à potência de uma lâmpada comum. Uma lâmpada de 60 watts acesa, por exemplo, terá sempre 60 watts a qualquer distância que esteja de nós. No entanto ela será mais brilhante quanto mais perto estiver de nós.

A luminosidade  $L$  de uma estrela é proporcional ao seu raio,  $R$ , elevado ao quadrado e à sua temperatura,  $T$ , superficial elevada à quarta potência. Se adotarmos as unidades solares, ou seja, se medirmos  $L$  em unidades de luminosidade solar ( $L_{\text{Sol}}$ ),  $R$  em unidades de raio solar ( $R_{\text{Sol}}$ ) e  $T$  em unidades de temperatura solar (6000 K) podemos escrever uma equação para calcular o raio de uma estrela em comparação com o raio do Sol:  $L$  (em luminosidades solares) =  $R$  (em raios solares)  $\times T$  (em unidades de 6000 K)

$$R = \frac{\sqrt{L}}{T^2}$$

$$\frac{R_1}{R} = \frac{T^2 \cdot \sqrt{L_1}}{T_1^2 \cdot \sqrt{L}}$$

$$\frac{R_1}{R} = \frac{6000^2 \cdot \sqrt{12100L}}{22200^2 \cdot \sqrt{L}}$$

$$\frac{R_1}{R} = \frac{6000^2 \cdot \sqrt{12100L}}{22200^2 \cdot \sqrt{L}} = \frac{36000000 \cdot 110}{492840000} = 8$$

Pergunta 1a) (0,5 ponto) Agora que você já sabe calcular o raio de uma estrela, calcule o raio de uma estrela com 10.000 vezes a luminosidade do Sol e temperatura superficial de 12.000 K.

$$\text{a) } \frac{R_1}{R} = \frac{T^2 \cdot \sqrt{L_1}}{T_1^2 \cdot \sqrt{L}} \quad \frac{R_1}{R} = \frac{6000^2 \cdot \sqrt{10000L}}{12000^2 \cdot \sqrt{L}}$$

$$R_1 = 25 R$$

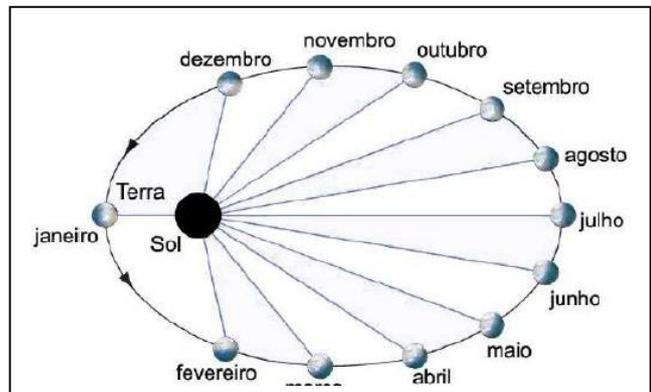
$$b) \frac{R1}{R} = \frac{T^2 \cdot \sqrt{L1}}{T1^2 \cdot \sqrt{L}} \quad \frac{R1}{R} = \frac{6000^2 \cdot \sqrt{0,04L}}{24000^2 \cdot \sqrt{L}} \quad R1=0,0125R$$

Prestem bem atenção nas relações

Questão 2) (1 ponto) As leis de Kepler são as três leis do movimento planetário definidas por Johannes Kepler (1571 – 1630), um matemático e astrônomo alemão. Kepler estudou as observações colhidas por mais de 20 anos pelo astrônomo Tycho Brahe (1546 – 1601) e descobriu, por volta de 1605, que os planetas seguiam três leis matemáticas:

- A primeira Lei (das órbitas) diz que a órbita de cada planeta é uma elipse, com o Sol em um dos focos.
- A segunda Lei (das áreas) afirma que a reta que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.
- A terceira Lei (harmônica) relaciona o quadrado do período orbital dos planetas diretamente com o cubo de sua distância média ao Sol.

A figura mostra a órbita da Terra (fora de escala e bem mais achatada) e as posições da Terra ao longo do ano.



Pergunta 2a) (0,2 ponto cada acerto) Escreva C (certo) ou E (errado) na frente de cada afirmação.

- (C) Entre março e abril a velocidade orbital da Terra é maior do que entre maio e junho.
- (E) Em fevereiro a velocidade orbital da Terra está aumentando.
- (E) A força da gravidade do Sol é a mesma em todos os pontos da órbita da Terra.
- (c) Pela 3ª Lei de Kepler podemos afirmar que em julho a velocidade orbital da Terra é a menor.
- (C) Pela 2ª Lei de Kepler podemos afirmar que em janeiro a velocidade orbital da Terra é a maior.

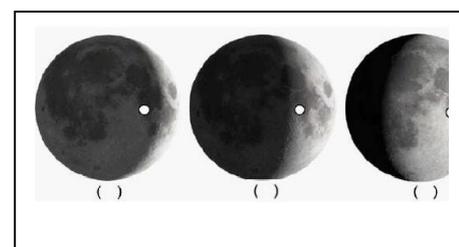
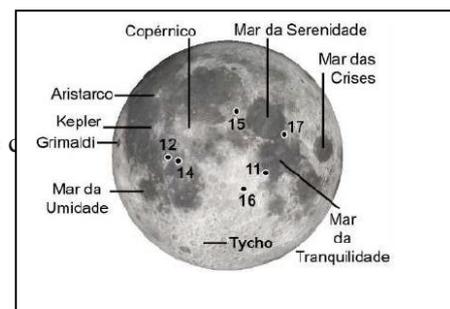
**Justificativa, onde a distância ao Sol é maior, a velocidade é menor.**

Questão 3) (1 ponto) A Apollo 11 pousou no Mar da Tranquilidade em 20 de julho de 1969, transformando Neil A. Armstrong no primeiro homem a pisar na Lua. A imagem ao lado traz o nome de alguns “mares” e o local dos pousos das missões Apollo, de 11 a 17.

Os engenheiros e cientistas da NASA estabeleceram que o pouso da Apollo 11 deveria acontecer pouco depois de o Sol ter nascido no local escolhido: o Mar da Tranquilidade.

Pergunta 3a) (0,5 ponto) Baseado no que você acabou de ler, faça um “X” debaixo da imagem que representa a fase da Lua no dia do pouso da Apollo 11. O local do pouso está marcado em todas as imagens com um círculo branco.

A da esquerda não é pois o Sol não nasceu, da direita não é porque o sol nasceu a tempo. É a do meio.



Pergunta 3b) (0,5 ponto) A necessidade de que o Sol estivesse em um ângulo específico no dia do pouso da Apollo 11 era restritiva, limitando a data de lançamento da Missão. Se ela não ocorresse na data prevista, a NASA deveria esperar pela próxima oportunidade para lançar a Missão. Sendo assim, assinale a afirmativa correta. A NASA poderia lançar a Missão Apollo 11:

- ( ) Em qualquer dia do mês, mas sempre ao meio-dia.

- ( ) Em apenas um dia a cada semana.
- (x ) Em apenas um ou dois dias a cada mês.
- ( ) Em apenas uma semana por ano.
- ( ) Sempre que a Lua estivesse no perigeu.

O dia lunar é 15 dias. Essa oportunidade seria daí um mês, Num dia a lua roda 12 graus.

Questão 4) (1 ponto) Em virtude de sua alta temperatura, na ordem de 2 milhões de graus Celsius, a parte mais externa da atmosfera do Sol, chamada de Coroa Solar, é responsável pela emissão de um fluxo constante de partículas muito energéticas para todo o espaço, conhecido por Vento Solar. Essas partículas são, em sua maioria, elétrons, prótons e partículas alfa. O Vento Solar faz com que o Sol perca massa a uma taxa de cerca de 2 milhões de toneladas/segundo (1 t = 1000 kg).

Pergunta 4) Por conta do Vento Solar, quantos anos demora o Sol para perder a massa equivalente à massa da Terra?

Dados: massa da Terra  $6 \times 10^{24}$  kg e 1 ano  $3 \times 10^7$  segundos

Atenção: Registre abaixo suas contas, pois sem elas os resultados não têm valor.

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 10^9 \quad 1s \\ 6 \cdot 10^{24} \quad x \end{array}$$

$$X = 3 \cdot 10^{15} \quad 100\ 000\ 000 \text{ anos}$$

Questão 5) (1 ponto) O dia 29 de maio de 1919 entrou para a história como o dia em que a Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein, anunciada em 1905, foi confirmada, na cidade de Sobral, CE. A Teoria da Relatividade afirma que a massa dos corpos deforma o espaço próximo a eles, de modo que um raio luminoso é desviado pela deformação. Esta "curvatura da luz" só poderia ser observada através de um eclipse total do Sol, ou seja, quando Lua fica entre o Sol e a Terra, projetando sua sombra em parte do planeta. Com o eclipse, a luz ofuscante do Sol desaparece e se pode ver o brilho das estrelas próximas. Os astrônomos sabiam que no dia 29 de maio de 1919 haveria um eclipse total do Sol e que a umbra da Lua passaria pela cidade de Sobral. Foram pra lá cientistas norte-americanos, brasileiros e ingleses, do Observatório Real de Greenwich. O método de observação era simples. No momento em que a Lua cobriu o Sol, várias chapas fotográficas, de câmeras acopladas aos telescópios, foram tiradas em sucessão, para registrar a posição das estrelas que estivessem próximas à borda do Sol.

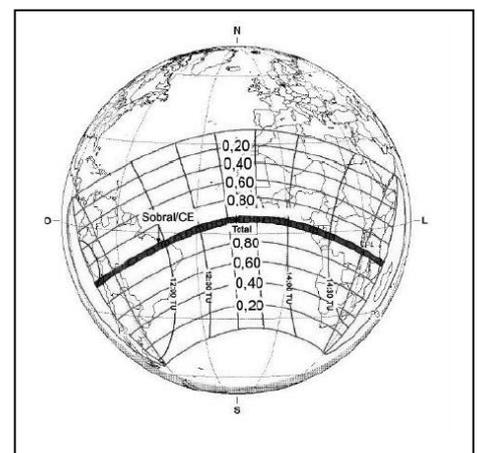
Depois, estas fotos foram comparadas a chapas parecidas, tiradas três meses depois, durante a noite. A conclusão foi a de que Einstein estava certo. A luz faz realmente uma curvatura.

A imagem traz o esquema deste eclipse. A faixa estreita escura representa o caminho que a umbra (parte mais escura da sombra) fez na superfície da Terra e de onde o eclipse solar total pôde ser visto. Fora desta faixa, o eclipse foi parcial, com a Lua cobrindo progressivamente menos o Sol. As faixas onde a Lua cobriu entre 100% a 80% do Sol, entre 80% a 60% do Sol etc, são mostradas na figura. Fora do quadriculado, a Lua não passou na frente do Sol em momento algum.

Pergunta 5a) (0,5 ponto) (0,25 ponto cada acerto) No mapa, pinte de qualquer cor as 2 regiões da Terra onde o eclipse solar de maio de 1919 foi parcial e a Lua cobriu entre 40% e 20% do Sol.

So coloria a parte de 20% e 40 %

Pergunta 5b) (0,5 ponto) A umbra da Lua na Terra é um disco com 270 km de diâmetro e percorre a superfície da Terra a 2.160 km/h. Com estes dados, calcule a duração, em minutos, de um eclipse solar total num ponto bem central por onde a umbra passa. Atenção:



Registre abaixo suas contas, pois sem elas os resultados não têm valor.

$$T = 270: 2160 = 1/8 \text{ de hora} = 7,5 \text{ minutos}$$

Questão 6) (1 ponto) A figura mostra uma parte do céu, tal como é visto do Rio de Janeiro, RJ, no dia 17/05/19 à 1h00min. As “bolinhas” pretas são estrelas e quanto maior a “bolinha”, mais brilhante é a estrela. As linhas delimitam áreas no céu, que chamamos de constelações. Tudo que está na direção daquela área pertence àquela constelação, cujos nomes você pode ler dentro das áreas. A grande circunferência, centrada no Polo Sul Celeste (PSC), delimita a região circumpolar do céu. A faixa cinza, na parte de baixo da figura, representa o horizonte, onde vemos marcada a posição do Ponto Cardeal Sul (S).

Questão 6a) (0,5 ponto) (0,1 cada acerto) Escreva C (certo) ou E (errado) na frente de cada afirmação.

(c) Todas as estrelas da Constelação do Camaleão estão sempre acima do horizonte.

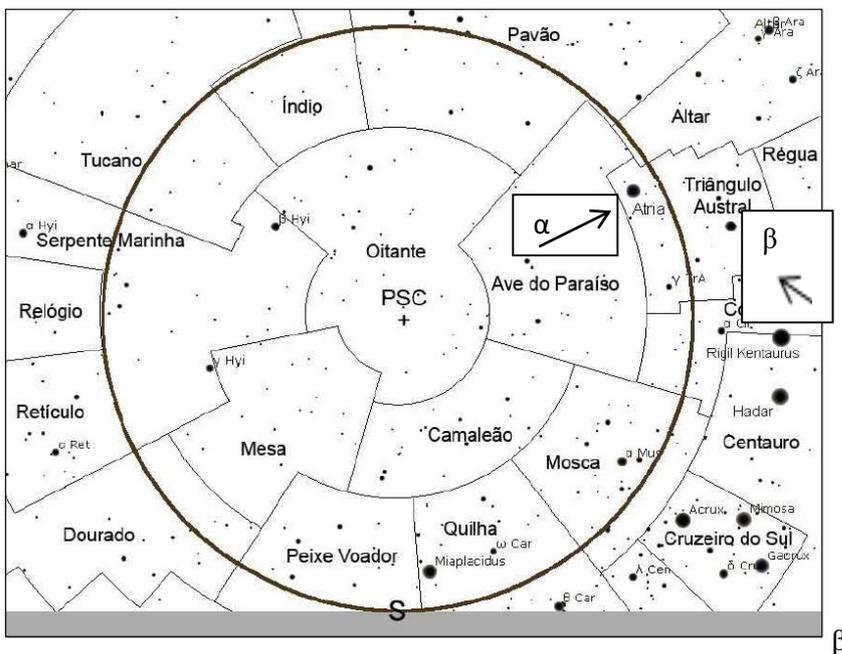
(e) Todas as estrelas da Constelação de Dourado estão sempre acima do horizonte.

(c) Em poucas horas a Constelação do Cruzeiro do Sul estará completamente abaixo do horizonte.

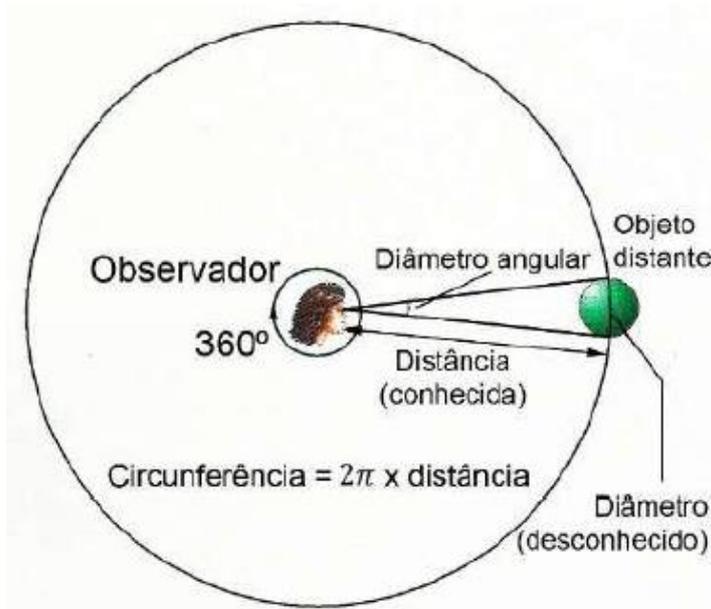
(c) Nem todas as estrelas da Constelação da Mosca são circumpolares.

(c) O céu todo nos parece girar em torno de um ponto dentro da Constelação do Oitante.

Questão 6b) (0,5 ponto) (0,25 cada acerto) Indique com a letra grega (alfa) e uma seta a estrela mais brilhante da Constelação do Triângulo Austral, que também é circumpolar e indique com a letra grega (beta) e uma seta a segunda estrela mais brilhante da mesma constelação e que não é circumpolar.



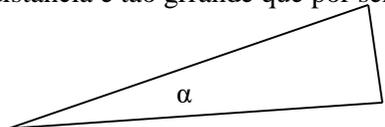
Questão 7) (1 ponto) Sabemos que os astrônomos podem usar medidas de radar, paralaxe e até as Leis de Kepler para determinar a distância dos objetos do Sistema Solar. Sabendo a distância, podemos converter o tamanho angular de um corpo no seu tamanho físico usando apenas a geometria. A figura a seguir traz um observador fazendo uma medida angular do diâmetro de um objeto cuja distância é conhecida. No desenho, uma grande circunferência foi centrada no observador passando pelo objeto.



$$\frac{\text{diâmetro}}{2\pi \times \text{distância}} = \frac{\text{diâmetro angular}}{360^\circ} \quad \frac{x}{6.384000} = \frac{0,5}{360} \quad x = 3200 \quad \text{Km.}$$

Ele quer que faça do jeito dele. Mas diâmetro angular =  $r \cdot \alpha$  ( em radianos)

A distancia é tao grande que por ser comparada a reta



$$x = R \cdot \alpha$$

$$\frac{360}{0,5} = \frac{2\pi}{\alpha}$$

$$\alpha = 1/120$$

$$X = 384000 \cdot 1/120 = 3200 \text{ Km}$$

Parece que é mais difícil, mas o calculo é  $x = R \cdot \alpha$ , tem que transformar em radianos.

Ele não precisaria dar a informação acima. isto aqui você é obrigado a saber.

Pergunta 7b) (0,5 ponto) Através desta mesma equação, calcule o diâmetro angular da Terra vista da Lua pelos astronautas da Apollo 11.

$$x = R \cdot \alpha \quad 12800 = 38400 \cdot \alpha$$

$$\alpha = 0,033333 \text{ rad}$$

$$\frac{180}{x} \quad \pi = 3 \quad 0,033333$$

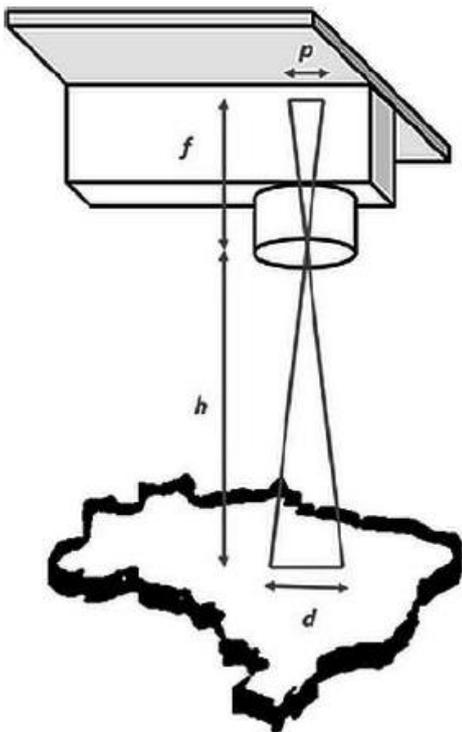
$$x = 2 \text{ graus.}$$

### AQUI COMEÇAM AS QUESTÕES DE ASTRONÁUTICA

Questão 8) (1 ponto) A empresa Visiona Tecnologia Espacial S/A, de São José dos Campos, SP, está desenvolvendo o nanosatélite VCUB1. Nanosatélites são artefatos espaciais com massa entre 1 a 10 kg, com capacidade de oferecer serviços que, até o final do século passado, somente grandes satélites eram capazes de prover. O VCUB1 é baseado no padrão CubeSat, onde cada

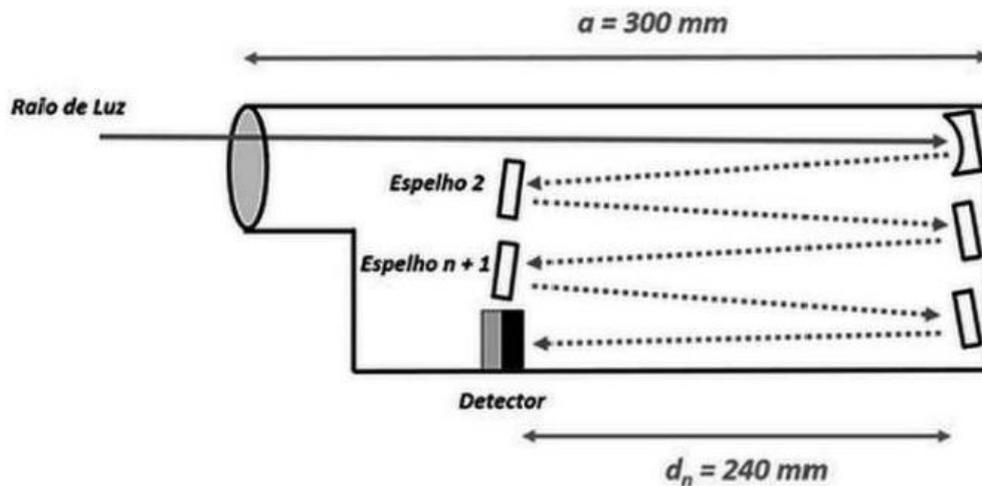
unidade é formada por cubos com 10 cm de aresta. O VCUB1 é formado por 6 desses cubos, possui 10 kg de massa e operará em uma órbita polar de 500 km (h) de altitude.

Pergunta 8a) (0,5 ponto) O VCUB1 é equipado com uma câmera óptica de 3,5 m de resolução, representada por d na figura. Isso significa que um pixel do detector da câmera, quando projetado no solo, corresponde a uma imagem quadrada de 3,5 m de lado. Uma vez que cada pixel p da câmera do VCUB1 corresponde a um quadrado com 5 μm de lado (1 μm = 10<sup>-6</sup> m) e considerando-se que h, d e p são conhecidos, calcule o valor da distância focal, f, da câmera do satélite. O seu resultado deve ser apresentado em milímetros (mm). Dica: Use semelhança de triângulos.



a)  $\frac{f}{p} = \frac{h}{d}$

$f = 510^{-6} \cdot \frac{510^5}{3,5} \quad f = 0,714 \text{ m}$



b) Pergunta 8b) (0,5 ponto) De modo simplificado, a distância focal da câmera, f', representa o caminho que os raios de luz percorrem entre o espelho primário e o detector da câmera. Contudo, conforme mostrado na Figura, a maior dimensão do VCUB1 é 300 mm, que é inferior ao valor de f obtido na questão anterior. Para resolver este problema, alguém se lembrou do telescópio refletor que Isaac Newton apresentou à Sociedade Real Inglesa em 1671. Newton fez uso de um conjunto de espelhos internos que, ao refletirem sucessivamente os raios de luz captados, fazem f' se tornar maior do que a dimensão do tubo do telescópio. Na Figura a linha cheia representa o raio de luz que foi capturado pelo espelho primário da câmera, enquanto as linhas pontilhadas representam este mesmo raio sucessivamente refletido pelos demais espelhos internos à câmera do satélite.

Na Figura:  $f' = d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n$ .

Baseado na Figura e nesta equação, determine qual o número mínimo de espelhos necessários para que o satélite possa atingir a resolução esperada de 3,5 m, isto é, para que  $f' \geq f$ .

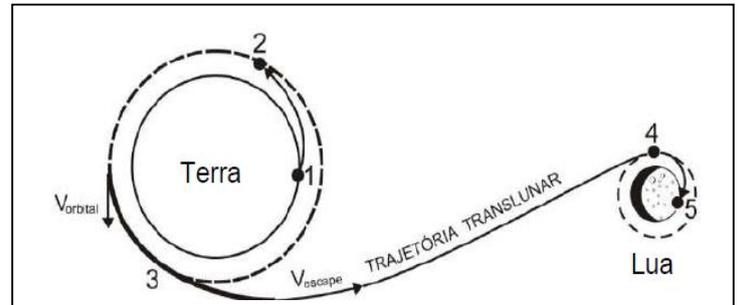
Dica: a distância entre os espelhos é dada por  $d_1 = d_2 = d_3 = d_n = 240 \text{ mm}$ . Atenção: Registre abaixo suas contas, pois sem elas os resultados não têm valor.

$$f' = k \cdot d > f$$

$$k \cdot 240 > 714$$

$$k = 3$$

Questão 9) (1 ponto) Era quase meia noite, horário de Brasília, de 20 de julho de 1969 quando o astronauta norte americano Neil Armstrong pisou na superfície da Lua. Em 2019 comemoramos 50 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; Período de injeção na trajetória translunar; 4. Órbita da Lua; e 5. Pouso lunar, mostrados esquematicamente na figura.

Pergunta 9a (0,5 ponto) O 1o estágio do Saturno V é composto de 5 motores F-1. Cada um desses motores produz o empuxo E (força) de 6.900.000 N. Considerando que a massa m inicial do Saturno V é de 3.000.000 kg e  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ , calcule a aceleração inicial do Saturno V, em  $\text{m/s}^2$ .

Dica: Utilize a segunda Lei de Newton e considere que apenas as forças de empuxo e peso atuam sobre o foguete, que voa sempre na vertical.

Atenção: Registre abaixo suas contas, pois sem elas os resultados não têm valor.

$$R = ma$$

$$5.6900000 - 30000000 = 3000000 \text{ a}$$

$$a = 1,5 \text{ m/s}^2$$

Pergunta 9b) (0,5 ponto) O valor da aceleração que você obteve acima só é válido para o primeiro instante de voo porque, a partir da ignição dos 5 motores F-1 que equipam o 1o estágio do Saturno V, sua massa é reduzida à taxa de 15.000 kg/s, em função do consumo de propelente. Sabendo que os 5 motores F-1 funcionam por 160 segundos, qual será a aceleração do Saturno V quando tiverem transcorridos 100 segundos de voo?

Em seus cálculos considere que  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$  e o Empuxo dos motores não varia com a altitude.

Atenção: Registre abaixo suas contas, pois sem elas os resultados não têm valor.

$$M = 30000000 - 1500000 = 15000000$$

$$5. 6900000 - 1500000 = 1500000 \text{ a}$$

$$A = 13 \text{ m/s}^2$$

Questão 10) (1 ponto) Esta questão está relacionada à questão anterior, razão pela qual você deve usar a figura da questão 9 para auxiliar sua compreensão deste texto. 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 10a) (0,5 ponto) A força da gravidade é dada por  $F = \frac{G M m}{r^2}$  onde r é a distância da espaçonave ao centro da Terra, m é a massa do que sobrou do Saturno V, MT 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  $a = \frac{V_o^2}{R}$

Utilizando a 2a 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  $MTG = 416.000 \text{ Km}^3/\text{s}^2$ , o raio da Terra  $RT = 6.300 \text{ km}$  e que a força e aceleração tenham a mesma direção. Fique atento às unidades!

Atenção: Registre abaixo suas contas, pois sem elas os resultados não têm valor.

$$F = \frac{G M t m}{r^2} = m a$$

$$a = \frac{G M t}{r^2} = \frac{V_o^2}{R}$$

$$V_o^2 = \frac{G M t}{r}$$

$$V_o = \sqrt{\frac{G M t}{r}}$$

$$V_o = \sqrt{\frac{416000}{6500}}$$

$$V_o = 8 \text{ Km/s}$$

Aqui você poderia fazer direto  $\frac{G M t m}{r^2} = m \frac{V_o^2}{R}$

Pergunta 10b) (0,5 ponto) Uma estimativa para determinar o incremento de velocidade, 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  $\Delta V$  necessário para que, a partir da órbita de espera, a velocidade de escape seja atingida.

$$E_c + E_p = E_c' + E_p'$$

$$mV^2/2 - GMm/r = 0 + 0$$

Energia cinética e potencial no infinito é nula

$$V^2/2 = GM/r$$

$$V = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = 8\sqrt{2} = 11,2 \text{ Km/s}$$

$$\Delta V = V_e - V_o = 11,2 - 8 = 3,2 \text{ Km/s}$$

Entrem neste site , tirem os dados, de França, USA, Brasil, Espanha, China, Itália, peguem os dados da semana do dia 16 de março para frente, sempre as 8 horas da manha. Quem sabe fazer o gráfico é bastante legal. Principalmente para os alunos do oitavo e nono anos.

Os alunos de oitavo e nono sabem o que é crescimento exponencial? Só que graças a Deus a curva não sobe como o desenvolvimento tecnológico, é exponencial, mas a curva é para baixo tendendo ao equilíbrio, depois cai até zero.

[www.covidvisualizer.com](http://www.covidvisualizer.com)