SIMULADO NOIC
OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA
3ª Fase - 13 de novembro de 2021

Nível 1
Ensino Fundamental
8º e 9º anos

Escrito por Rafael Ribeiro, Matheus Felipe R. Borges, Wesley Andrade e Ualype de Andrade

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

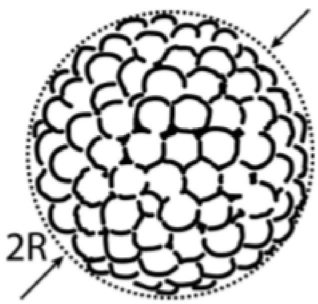
1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos dos **8ª e 9º anos do nível fundamental.** Ela contém **oito** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos.

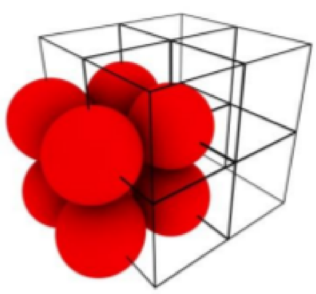
2. Todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades no Sistema Internacional e seguindo as instruções específicas da questão.

3. A duração máxima desta prova é de **quatro** horas.

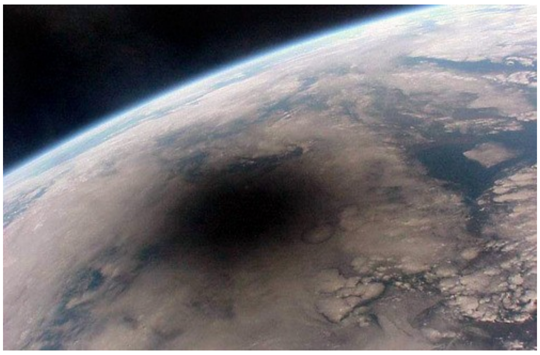
4. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: $\pi = 3,0$; $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\text{sen}\,30° = 0,50$; $\cos 30° = 0,85$; $\sin 45° = \cos 45° = 0,70$; aceleração gravitacional na superfície da terra $g = 10\,m/s^2$; calor específico da água líquida $c_a = 1,0\,cal/(g\,C)$; $1\,cal = 4,2\,J$; densidade da água líquida $\rho = 1,0\,g/cm^3$;

Questão 1. Núcleos atômicos são formados por prótons e nêutrons, partículas subatômicas conhecidas como núcleons. Em um modelo simplificado, um núcleo atômico é tido como uma esfera composta de A (onde $A \gg 1$) núcleons esféricos. O volume V do núcleo é maior do que o volume AV_N (sendo V_N o volume de um núcleon) de todos os núcleons somados, pois nem todo o espaço dentro do núcleo está preenchido por matéria. Considere um modelo no qual os núcleons estão dispostos no núcleo seguindo um empacotamento "cúbico simples" (CS), que consiste de uma rede cúbica no qual cada núcleon está dentro de um cubo imaginário e em contato com os núcleons vizinhos. Dessa forma, ao somar o volume de todos os cubos dessa rede, obtém-se o volume V do núcleo. Define-se $f = AV_N/V$ como sendo o fator de empacotamento atômico, que corresponde à razão entre o volume preenchido por matéria dentro do núcleo e o volume total deste. Determine o fator de empacotamento para o modelo utilizado. Na figura abaixo, temos a ilustração de um núcleo de raio R à esquerda, com os núcleons "empacotados"em seu interior, e à direita o formato do empacotamento CS, com os núcleons em vermelho.





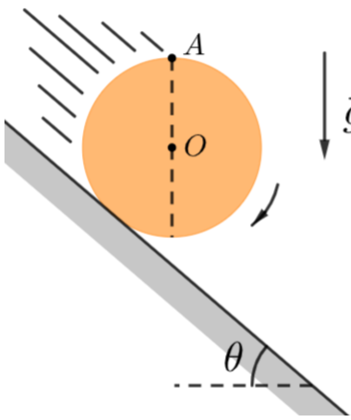
Questão 2. Em 21 de agosto de 2017, ocorreu um eclipse solar total, que ficou conhecido como “O Grande Eclipse Americano“. O eclipse total foi visível no Oceano Pacífico Norte, na América do Norte e no Oceano Atlântico. Em outros locais como a América Central, na região do Caribe, ao norte da América do Sul e no oeste da Europa e da África o eclipse foi parcial. Ele foi estimado como um dos eclipses mais assistidos da história. Cálculos mais realistas acerca de eclipses são um pouco mais complicados, mas ainda podemos obter ótimas estimativas com algumas considerações para simplificar o problema. Calcule, em km, a largura da sombra da Lua na superfície terrestre em um eclipse solar total - isto é, a largura da região de umbra, na qual o eclipse é total. Considere que, no momento do eclipse, a distância terra-lua vale $d_{TL} = 3,6 \times 10^5\,km$, e a distância terra-sol $d_{TS} = 1,5 \times 10^8\,km$. Os raios do sol, da terra e da lua são respectivamente iguais a $R_S = 7,0 \times 10^5\,km$, $R_T = 6,4 \times 10^3\,km$ e $R_L = 1,7 \times 10^3\,km$. Considere órbitas coplanares para o movimento da terra em torno do sol e da lua em torno da terra, e despreze a curvatura da superfície terrestre na região de sombra da lua.



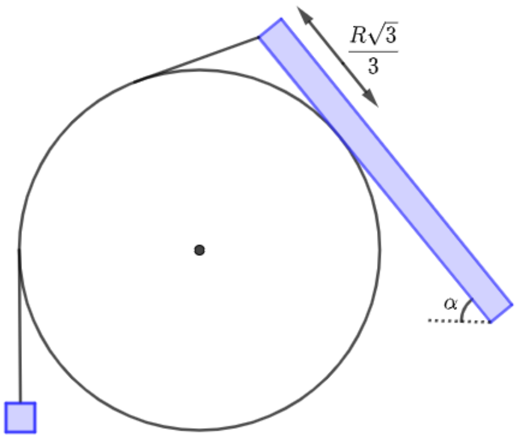
Questão 3. Um disco de pedra circular de raio $R = 15,0\,m$ rola sem deslizar sobre um plano inclinado de $\theta = 60,0°$ em relação à horizontal. A velocidade do centro do disco em um dado instante é de $v_o = 10,0\,m/s$, paralela ao plano. Nesse mesmo instante, um pequeno pedregulho desprende-se do ponto A na periferia do disco, sendo o segmento AO (O é o centro do disco) vertical. Determine

a) a velocidade inicial do pedregulho ao se desprender;

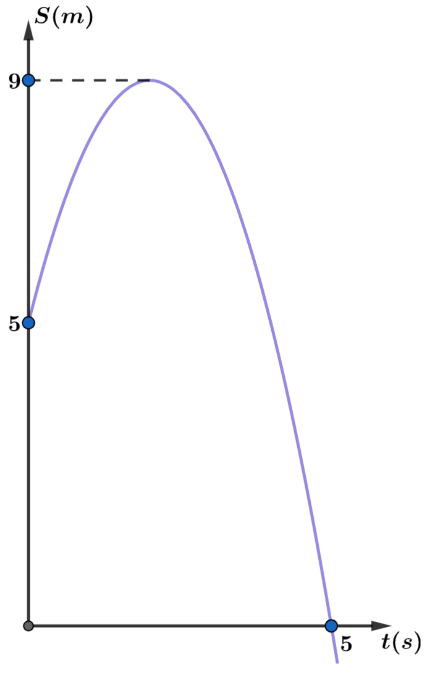
b) quanto tempo o pedregulho irá colidir com o plano após esse instante.



Questão 4. Através de uma tora redonda escorregadia com um raio R, cujo eixo é horizontal, é lançada uma corda sem peso. Nos extremos dela se fixa um peso de um lado e uma haste uniforme, fina e rígida do outro (ver figura). Na posição de equilíbrio estável, a haste faz um ângulo $\alpha = 30°$ com o horizonte. A distância da extremidade da haste à qual a corda está conectada até o ponto de tangência da haste na tora é $R\sqrt{3}/3$ Encontre a relação entre a massa M da carga e a massa m da haste.



Questão 5. Em $t = 0$ s, o móvel A parte em MRU da coordenada $S_0 = 0$ com velocidade de 4 m/s. Enquanto isso, B se move de acordo com a representação gráfica abaixo.



De posse dessas informações, determine:

a) o instante em que B inverte seu movimento.

b) o momento em que A e B se cruzam.

c) a posição S do encontro entre A e B.

Questão 6. Sobre uma mesa, estão três bacias, duas com água e uma vazia. A renomada física Malu mora em Manaus, uma cidade muito quente e com sua própria escala de temperatura, a Magraus ($°M$)! Utilizando um termômetro nessa escala, Malu vê que uma das bacias com água possui uma temperatura de $10,5\,°M$, com $1\,L$ (litro) de água, e a outra uma temperatura de $15\,°M$, com uma massa de água m. Sabendo que em Manaus, uma cidade nas margens do rio (aproximadamente no nível do mar), a água funde a $0\,°M$ e ebule a $30\,°M$, e que, após misturar as duas bacias a temperatura de equilíbrio foi $40\,°C$, determine, em g, o valor de m.

Questão 7. Em um jockey club, uma corrida de cavalos é realizada em uma pista composta por $1000\,m$. Natan, um profissional das apostas, analisa os 6 cavalos que irão correr e percebe que dois cavalos A e B são os com maior probabilidade de ganhar a corrida. O cavalo A sempre parte do repouso e tem uma aceleração de $20\,m/s^2$, já o cavalo B possui uma aceleração menor, de $17\,m/s^2$, entretanto, diferente de A, o cavalo B não parte do repouso e sua velocidade inicial não é fixa. Natan, contando com a sorte, apostou no cavalo B. Quais os possíveis valores da velocidade inicial de B para Natan ganhar a aposta?

Questão 8. Um motorista de automóvel identifica um aclive à sua frente, para o qual ele estima uma inclinação de $\alpha = 45,0°$ com a horizontal. O conjunto carro+motorista possui massa $M = 0,500\,t$ (toneladas). O motorista decide subir o aclive aceleradamente, partindo do repouso e mantendo uma aceleração constante. Um tempo $\tau = 5,00\,s$ após o início de seu movimento acelerado, o carro apresenta uma velocidade $v = 20,0\,m/s$. Determine a potência média desenvolvida pelo motor do automóvel durante esse mesmo intervalo de tempo.

a) o tamanho angular de Frankia em superlua, visto de Beauxbatons e medido em arcos de segundo (θ_S).

b) o tamanho angular de Frankia em microlua, visto de Beauxbatons e medido em arcos de segundo (θ_M).

c) a razão entre θ_S e θ_M.

Solução:

a) Sabendo a equação do período orbital, podemos obter o semi-eixo maior:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{MG}}$$

$$a = \sqrt[3]{MG\frac{T^2}{4\pi^2}}$$

Sabendo a definição de excentricidade ($e = \frac{c}{a}$), concluímos que a distância do perigeu à Beauxbatons é dada por:

$$r_P = a - c = (1-e)a = 0,5a$$

Logo:

$$\theta_S = \frac{D}{r_P} = 2\frac{D}{a} = 2D\sqrt[3]{\frac{4\pi^2}{MGT^2}} = \frac{2\cdot 700}{1008\cdot 10^5}\text{rad} = \frac{1}{72000}\frac{180}{\pi}\,° = \frac{1}{1200}\,°$$

$$\boxed{\theta_S = 3"} \tag{1}$$

b) De maneira semelhante, a distância do apogeu ao planeta é:

$$r_A = a + c = (1 + e)a = \frac{3}{2}a$$

Logo:

$$\theta_M = \frac{D}{r} = \frac{2}{3}\frac{D}{a} = \frac{1}{3}\theta_S$$

Com isso:

$$\boxed{\theta_M = 1"} \tag{2}$$

c) Como obtemos no item anterior:

$$\theta_M = \frac{1}{3}\theta_S$$

$$\boxed{\frac{\theta_S}{\theta_M} = 3} \tag{3}$$