

## LISTA 05 - FUNDAMENTOS DE MECÂNICA

01) Em 72s um móvel cuja velocidade escalar é 20km/h descreve uma trajetória circular de raio 0,10km. Determine o ângulo descrito pelo móvel nesse intervalo.

R:  $\Delta\varphi = 4,0\text{rad}$

02) Dois móveis percorrem uma circunferência de 50cm de raio no mesmo sentido e com velocidades lineares constantes de valores  $V_1 = 2,0\text{m/s}$  e  $V_2 = 1,5\text{m/s}$ . Sabendo que no instante  $t = 0$  os dois móveis estão num mesmo ponto, determine o instante em que ocorre o próximo encontro.

R:  $t = 2,0\pi\text{s}$

03) Dois carrinhos de autorama percorrem duas pistas concêntricas realizando movimento circular uniforme. Os carrinhos se cruzam a cada 15 segundos, quando se movem no mesmo sentido, e a cada 5,0 segundos quando se movem em sentidos contrários. Determine para cada carrinho:

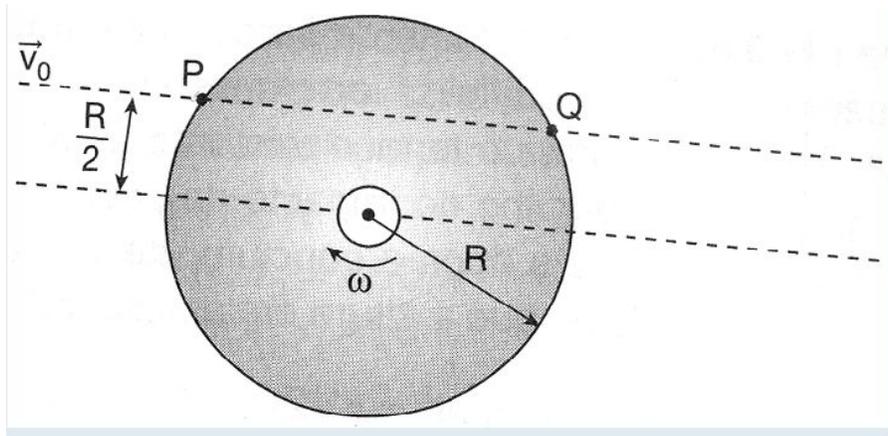
- A velocidade angular;
- O período;
- A velocidade linear, sabendo que a pista externa, onde está o carro mais rápido, tem 30cm de raio e a outra, 15cm de raio.

R: a)  $\omega_A = 2\pi/15\text{ rad/s}$      $\omega_B = 4\pi/15\text{ rad/s}$

b)  $T_A = 15\text{s}$      $T_B = 7,5\text{s}$

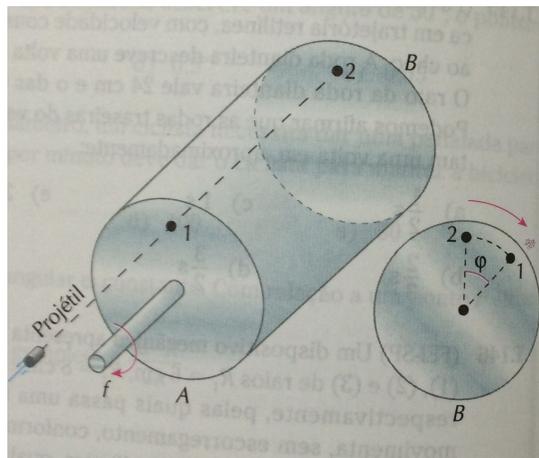
c)  $V_A = 0,020\pi\text{ m/s}$      $V_B = 0,080\pi\text{ m/s}$

04) Um disco horizontal de raio  $R = 0,50\text{m}$  gira em torno de seu eixo com velocidade angular  $\omega = 2\pi\text{rad/s}$ . Um projétil é lançado de fora do mesmo plano do disco e rasante a ele, sem tocá-lo, com velocidade  $V_0$ , passando sobre o ponto P. O projétil sai do disco pelo ponto Q, no instante em que o ponto P está passando por aí pela primeira vez. Qual é a velocidade  $V_0$ ?



R:  $v_0 = 2,6\text{m/s}$

05) Um cilindro oco, cuja geratriz mede 5m, tem as bases paralelas e gira em torno de seu eixo disposto horizontalmente, conforme a figura. Seu movimento é uniforme, efetuando 120rpm. Um projétil lançado através desse cilindro, paralelamente ao seu eixo, perfura as duas bases em dois pontos: a base A no ponto 1 e a base B no ponto 2. O ângulo  $\varphi$  formado pelos dois raios que passam por esses pontos 1 e 2, desde quando o projétil perfura a base A até emergir em B, é  $\varphi = \pi/2$  rad. Supondo que o movimento do projétil no interior do cilindro seja uniforme e retilíneo, calcule a sua velocidade.

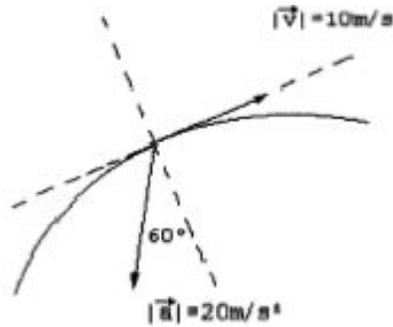


R:  $v = 40\text{m/s}$

06) Considere um corpo em movimento uniforme num trajetória circular de raio 8m. Sabe-se que, entre os instantes 5s e 8s, ele descreveu um arco de 6m de comprimento. Qual o período do movimento do corpo em segundos?

R:  $T = 8\pi\text{s}$

07) A aceleração e a velocidade de um corpo em um certo instante são dadas na figura abaixo. Nesse instante, quanto vale o raio de curvatura da trajetória?



R:  $R = 10\text{m}$

08) O valor numérico de um ângulo excede o de seu seno em 11% do valor do ângulo. Se o seno desse ângulo é 0,75, qual é aproximadamente o valor do ângulo?

09) Acima de um disco horizontal de centro O que gira em torno de seu eixo, no vácuo, dando 50 voltas por minuto, estão suspensas duas pequenas esferas M e N. A primeira está a 2,0m acima do disco e a segunda está a 4,5m acima do disco, ambas numa mesma vertical. Elas são abandonadas simultaneamente e, ao chocar-se com o disco, deixam sobre ele pequenas marcas M' e N' tais que o ângulo M'ON' é igual a  $95,5^\circ$ . Com base nesses dados, quanto vale a aceleração da gravidade local?

R:  $g = 9,87\text{m/s}^2$

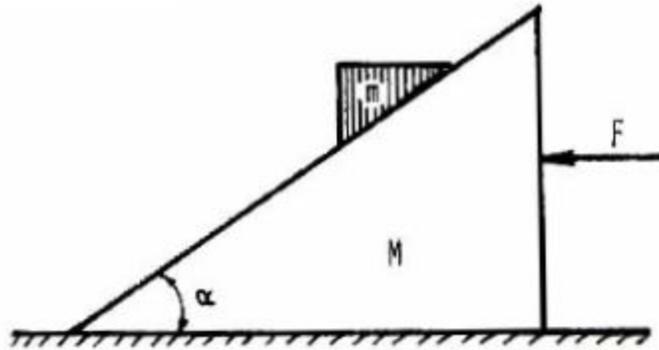
10) Um vagão desloca-se horizontalmente em linha reta, com uma aceleração a constante. Um pêndulo simples está pendurado no teto do vagão. O pêndulo não está oscilando e nessa posição de equilíbrio forma um ângulo  $\theta$  com a vertical. Calcular a tensão T no fio do pêndulo.

R:  $F = m \sqrt{a^2 + g^2}$

11) Uma partícula descreve um movimento circular de raio R, partindo do repouso no instante  $t = 0$  e com uma aceleração tangencial  $a_{tang}$  cujo módulo é constante. Sabendo que t é o tempo e  $a_c$  é a aceleração centrípeta no instante t, qual a razão  $a_c / a_{tang}$ ?

R:  $a_c / a_{tang} = a_{tang} \cdot t^2 / R$

12) O plano inclinado da figura tem massa M e sobre ele se apóia um objeto de massa m. O ângulo de inclinação é  $\alpha$  e não há atrito nem entre o plano inclinado e o objeto, nem entre o plano inclinado e o apoio horizontal. Aplica-se uma força F horizontal ao plano inclinado e constata-se que o sistema todo se move horizontalmente sem que o objeto deslize em relação ao plano inclinado. Sendo g a aceleração da gravidade local, qual o valor da força F para tal intento?

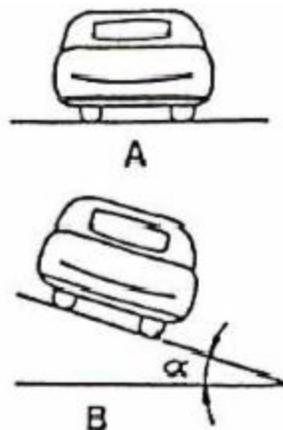


R:  $F = (M + m) g \operatorname{tg} \alpha$

13) A figura representa uma mesa horizontal de coeficiente de atrito cinético  $\mu_1$  sobre o qual se apóia o bloco de massa  $M_2$ . Sobre ele está apoiado o objeto de massa  $m$ , sendo  $\mu$  o coeficiente de atrito cinético entre eles.  $M_2$  e  $m$  estão ligados por cabos horizontais esticados, de massa desprezível, que passam por uma roldana de massa desprezível. Desprezando-se a resistência do ar e o atrito nas roldanas, para que  $m$  possa se deslocar com velocidade constante, qual deve ser o valor de  $M_1$ ?

R:  $M_1 = \mu_1 (M_2 + m)$

14) Para que um automóvel percorra uma curva horizontal de raio dado, numa estrada horizontal, com uma certa velocidade  $v$ , o coeficiente de atrito estático entre os pneus e a pista deve ter um certo valor  $\mu$  (Figura A). Para que o automóvel percorra uma curva horizontal, com o mesmo raio e com a mesma velocidade  $v$  acima, numa estrada com sobrelevação (Figura B), sem tendência a derrapar, o ângulo de sobrelevação deve ter valor  $\alpha$ . Qual a relação entre  $\alpha$  e  $\mu$ ?



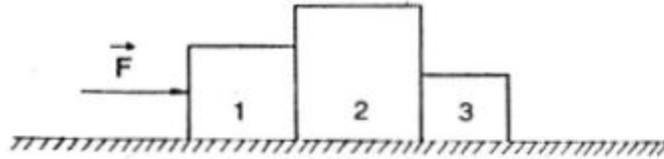
R:  $\alpha = \operatorname{arctg} \mu$

15) Uma pedra de massa  $m$  presa a um barbante de comprimento  $L$  é mantida em rotação num plano vertical. Qual deve ser a menor velocidade tangencial da pedra no topo da

trajetória para que o barbante ainda se mantenha esticado? Qual será a tensão  $T$  no barbante quando a pedra estiver no ponto mais baixo da trajetória?

R:  $V_m = \sqrt{gL}$ ;  $T = 6mg$

16) A figura representa três blocos de massas  $m_1 = 1,0\text{kg}$ ,  $m_2 = 2,50\text{kg}$  e  $m_3 = 0,50\text{kg}$ , respectivamente. Entre os blocos e o piso que os apóia existe atrito, cujos coeficientes cinético e estático são, respectivamente, 0,10 e 0,15, e a aceleração da gravidade vale  $10\text{m/s}^2$ . Se ao bloco  $m_1$  for aplicada uma força  $F$  horizontal de  $10,0\text{ N}$ , qual será o valor da força que o bloco 2 aplicará no bloco 3?

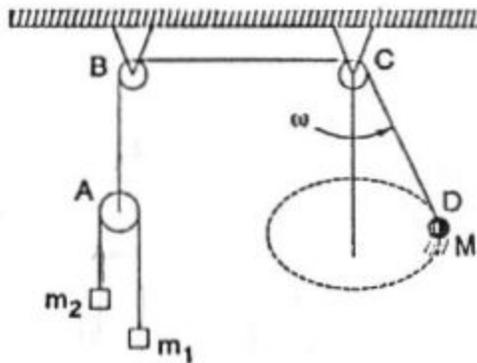


R:  $f_2 = 1,25\text{N}$

17) Um corpo de peso  $P$  desliza sobre uma superfície de comprimento  $L$ , inclinada com relação à horizontal de um ângulo  $\alpha$ . O coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a superfície é  $\mu$  e a velocidade inicial do corpo é igual a zero. Quanto tempo demora o corpo para alcançar o final da superfície inclinada?

R:  $t = \sqrt{2L/[g(\text{sen}\alpha - \mu\text{cos}\alpha)]}$

18) Um fio tem presa uma massa  $M$  numa das extremidades e na outra, uma polia que suporta duas massas:  $m_1 = 3,00\text{kg}$  e  $m_2 = 1,00\text{kg}$  unidas por um outro fio como mostra a figura. Os fios tem massas desprezíveis e as polias são ideais. Se  $\overline{CD} = 0,80\text{m}$  e a massa  $M$  gira com velocidade angular constante  $\omega = 5,0\text{rad/s}$  numa trajetória circular em torno do eixo vertical passando por  $C$ , observa-se que o trecho  $ABC$  do fio permanece imóvel. Considerando a aceleração gravitacional  $g = 10,0\text{m/s}^2$ , qual a massa  $M$ ?

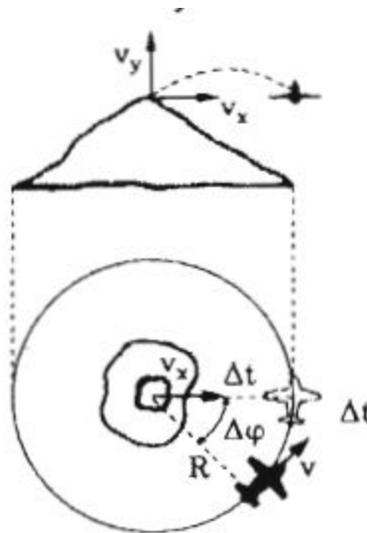


R:  $M = 1,50\text{ kg}$

19) Um pêndulo simples no interior de um avião tem a extremidade superior do fio fixa no teto. Quando o avião está parado o pêndulo fica na posição vertical. Durante a corrida para a decolagem a aceleração  $a$  do avião foi constante e o pêndulo fez um ângulo  $\theta$  com a vertical. Sendo  $g$  a aceleração da gravidade, qual a relação entre  $a$ ,  $g$  e  $\theta$ ?

R:  $a = g \tan \theta$

20) Um avião voa numa altitude e velocidade de módulo constantes, numa trajetória circular de raio  $R$ , cujo centro coincide com o pico de uma montanha onde está instalado um canhão. A velocidade tangencial do avião é de  $200\text{m/s}$  e a componente horizontal da bala do canhão é de  $800\text{m/s}$ . Desprezando os efeitos de atrito e movimento da Terra e admitindo que o canhão está direcionado de forma a compensar o efeito da atração gravitacional, para atingir o avião, no instante do disparo o canhão deverá estar apontando para um ponto à frente do mesmo situado a quantos radianos?

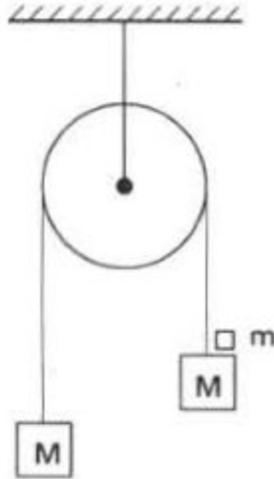


R:  $\Delta\phi = 0,25 \text{ rad}$

21) Um corpo de massa  $M$  é lançado com velocidade  $v$  formando com a horizontal um ângulo  $\alpha$ , num local onde a aceleração da gravidade é  $g$ . Suponha que o vento atue de forma favorável sobre o corpo durante todo o tempo (ajudando a ir mais longe), com uma força  $F$  horizontal constante. Considere  $t$  como sendo o tempo total de permanência no ar e que os pontos de lançamento e de impacto estão no mesmo nível. Determine o alcance do corpo.

R:  $A = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha \left(1 + \frac{F}{Mg} \tan \alpha\right)$

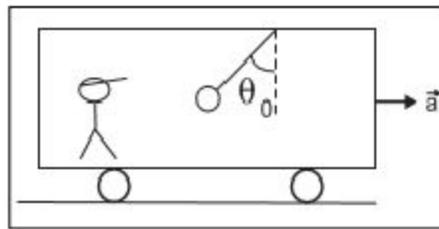
22) Dois blocos de massa  $M$  estão unidos por um fio de massa desprezível e passa por uma roldana com um eixo fixo. Um terceiro bloco de massa  $m$  é colocado suavemente sobre um dos blocos, como mostra a figura. Com que força esse pequeno bloco de massa  $m$  pressionará o bloco sobre o qual foi colocado?



R:  $F = \frac{2mMg}{2M+m}$

23) Para um avião executar uma curva nivelada (sem subir ou descer) e equilibrada o piloto deve incliná-lo com respeito à horizontal (à maneira de um ciclista em uma curva), de um ângulo  $\theta$ . Se  $\theta = 60^\circ$ , a velocidade da aeronave é 100m/s e a aceleração local da gravidade é  $9,5\text{m/s}^2$ , qual é aproximadamente o raio de curvatura?

24) No início do século passado, Albert Einstein propôs que forças inerciais, como aquelas que aparecem em referenciais acelerados, sejam equivalentes às forças gravitacionais. Considere um pêndulo de comprimento  $L$  suspenso no teto de um vagão de trem em movimento retilíneo com aceleração constante de módulo  $a$ , como mostra a figura. Em relação a um observador no trem, qual o período de pequenas oscilações do pêndulo ao redor de sua posição de equilíbrio  $\theta_0$  ?



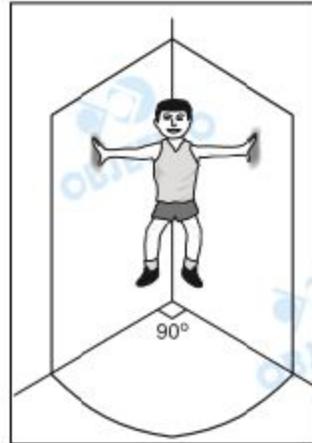
R:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\sqrt{a^2 + g^2}}}$

25) Considere a Terra uma esfera homogênea e que a aceleração da gravidade nos pólos seja  $9,8\text{m/s}^2$ . Qual o número pelo qual seria preciso multiplicar a velocidade de rotação da Terra de modo que o peso de uma pessoa no Equador ficasse nulo?

R:  $\frac{\omega}{\omega_T} = 17$

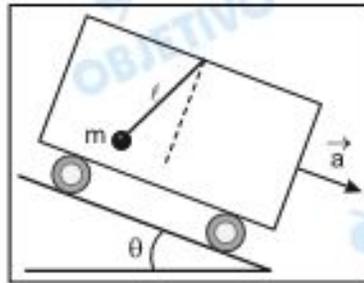
26) Um atleta mantém-se suspenso em equilíbrio, forçando as mãos contra duas paredes verticais, perpendiculares entre si, dispondo seu corpo simetricamente em relação ao canto e mantendo seus braços horizontalmente alinhados, como mostra a figura. Sendo  $m$  a

massa do atleta e  $\mu$  o coeficiente de atrito estático interveniente, qual o módulo mínimo da força exercida pelo atleta em cada parede?



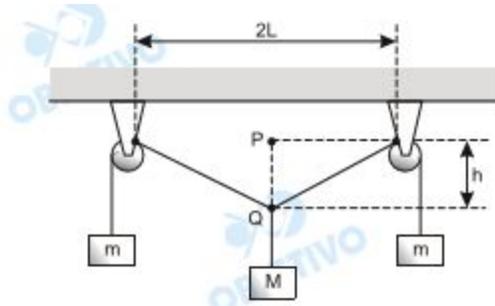
$$R: F = \frac{mg}{2} \sqrt{\frac{\mu^2 + 1}{\mu^2 - 1}}$$

27) Considere uma rampa com ângulo  $\theta$  com a horizontal sobre a qual desce um vagão, com aceleração  $a$ , em cujo teto está dependurada uma mola de comprimento  $L$ , de massa desprezível e constante de mola igual a  $k$ , tendo uma massa  $m$  fixada na sua extremidade. Considerando que  $L_0$  é o comprimento natural da mola e que o sistema está em repouso em relação ao vagão, qual a variação de comprimento  $\Delta L$  sofrida pela mola?



$$R: \Delta L = \frac{m}{k} \sqrt{a^2 - 2agsen\theta + g^2}$$

28) No arranjo mostrado na figura com duas polias, o fio inextensível e sem peso sustenta a massa  $M$  e, também simetricamente, as duas massas  $m$ , em equilíbrio estático. Desprezando o atrito de qualquer natureza, determine o valor  $h$  da distância entre os pontos  $P$  e  $Q$ .



$$R: h = ML / \sqrt{4m^2 - M^2}$$

29) Um corpo de massa  $M$ , inicialmente em repouso, é erguido por uma corda de massa desprezível até uma altura  $H$ , onde fica novamente em repouso. Considere que a maior tração que a corda pode suportar tenha módulo igual a  $nMg$ , em que  $n > 1$ . Qual deve ser o menor tempo possível para ser feito o erguimento desse corpo?

$$R: t = \sqrt{\frac{2nH}{(n-1)g}}$$

30) Considere uma rampa plana, inclinada de um ângulo  $\theta$  em relação à horizontal, no início do qual encontra-se um carrinho. Ele então recebe uma pancada que o faz subir até uma certa distância, durante o tempo  $t_s$ , descendo em seguida até a sua posição inicial. A “viagem” completa dura um tempo total  $t$ . Sendo  $\mu$  o coeficiente de atrito cinético entre o carrinho e a rampa, calcule a relação  $t / t_s$ .

$$R: \frac{t}{t_s} = 1 + \sqrt{\frac{tg\theta + \mu}{|tg\theta - \mu|}}$$