

$$F = C_1 r v + C_2 r^2 v^2 \quad F = \frac{mMG}{r^2} \quad F = \frac{dp}{dt} = ma \quad dW = F \cdot dr \quad a_{\text{mer}} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

$$U = -\frac{mMG}{r} \quad U = mgh \quad U = \frac{1}{2} k x^2 \quad K = \frac{1}{2} m v^2 \quad K = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$E_{\text{top}} = K + U = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{mMG}{r} = \frac{-mMG}{2a} \quad L = r \times p \quad I = \sum_i m_i r_i^2$$

$$m_1 r_1 = m_2 r_2 \quad v = \omega r \quad T^2 = \frac{4\pi^2 (r_1 + r_2)^3}{G(m_1 + m_2)2} \quad \omega = \frac{d\theta}{dt} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\tau = r \times F = I\alpha = \frac{dL}{dt} \quad \alpha = \frac{d\omega}{dt} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} \quad L = I\alpha \quad I = \int_0^{\Delta t} F dt = p_f - p_i$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad \omega_{\text{pr}} = \frac{\tau}{L_s} \quad T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM}$$

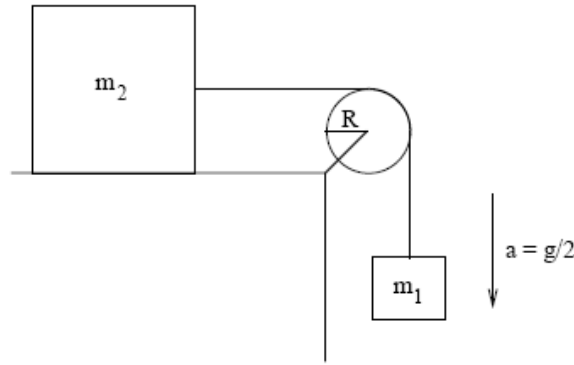
Kendi silindirik ekseninde dönen M kütleli ve R yarıçaplı katı bir disk için:  $I = \frac{1}{2} MR^2$

$$v_f - v_i = -u \ln\left(\frac{m_f}{m_i}\right) - g t \quad I = I_{\text{cm}} + Md^2 \quad I_z = I_x + I_y$$

$$f' = f \left(1 + \frac{v}{c} \cos \theta\right) \quad \lambda' = \lambda \left(1 - \frac{v}{c} \cos \theta\right)$$

## Problem 1 (35 puan)

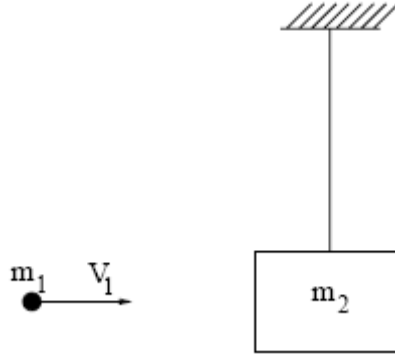
Değeri bilinmeyen  $m_1$  kütlesi, kütlesi ihmal edilebilen bir ip ile asılmış ve  $g/2$  ivmesi ile aşağıya düşmektedir. İpin diğer ucu sürtünmesiz masa üzerinde kayan  $m_2$  kütlesine bağlanmıştır. İp kütlesi  $m_2/2$  ve yarıçapı  $R$  olan düzgün şekilli bir makaradan geçmektedir (şekle bakınız). Makara yatay ekseninde ve sürtünmesiz olarak dönmekte ve ip makaradan kaymamaktadır. b, c ve d şıkkı için cevaplarınızı  $g$ ,  $m_2$  ve  $R$  cinsinden veriniz.



- (8) Makara ve her iki kütle için serbest-cisim diyagramını çiziniz.
- (9) İpin yatay kesimindeki gerilme nedir?
- (9) İpin düşey kesimindeki gerilme nedir?
- (9) Değeri bilinmeyen  $m_1$  cisminin kütlesi nedir?

**Problem 2 (30 puan)**

$m_1$  kütleli bir mermi,  $m_2$  kütleli ve  $l$  uzunluklu bir sarkaca atışlanmaktadır. Merminin hızı  $m_2$  kütleli sarkacın altına geldiği anda  $v_1$  dir (şekle bakınız).



**İlk olarak, çarpışmanın esnek ve  $m_1 \ll m_2$  olduğunu varsayalım.**

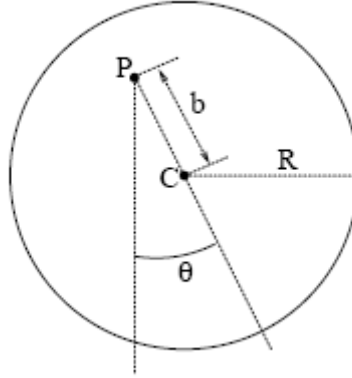
- (6) Eğer sarkaç başlangıçta durgun ise, çarpışmadan sonra merminin hızı nedir?
- (8) Şimdi çarpışma meydana geldiği zaman, sarkacın en alt ucunun sola doğru  $v_2$  hızı ile hareket ettiğini varsayalım. Esnek çarpışmadan sonra şimdi merminin hızı nedir?

**Şimdi, çarpışmanın tamamen esnek olmayan çarpışma olduğunu varsayalım. Çarpışmadan önce sarkaç durgundur,  $m_1 < m_2$  dir, fakat merminin hızı bilinmemektedir.**

- (8) çarpışmadan sonra, sarkaç sağa doğru hareket etmektedir ve ip dikey ile  $\theta_{\max}$  açısı yaptığı zaman sarkaç durmaktadır. Merminin hızı nedir? Cevabınızda  $\theta_{\max}=0$  koyunuz. Sonuçlar anlamlı mıdır?
- (8)  $\theta_{\max} = 90$  derece olabilir mi? Açıklayınız.

## Problem 3 (35 puan)

Düzgün  $M$  kütleli ve  $R$  yarıçaplı bir katı disk  $P$  den geçen eksen etrafında salınım hareketi yapmaktadır. Eksen diskin düzlemine diktir.  $P$  noktasındaki sürtünme ihmal edilebilir derecede küçüktür ve ihmal edilebilir.  $P$  noktasından diskin merkezine olan uzaklık  $b$  dir (şekle bakınız). Yer çekimi ivmesi  $g$  dir.



- (7) açıdaki yer değiştirme  $\theta$  olduğu zaman,  $P$  noktasına göre tork nedir?
- (7)  $P$  noktasından eksen boyunca eylemsizlik momenti nedir?
- (7) Tork,  $P$  noktasından geçen eksen boyunca bir açısal ivmeye sebep olur. Hareket denklemini,  $\theta$  açısı ve açısal ivme cinsinde yazınız.

**Disk salınım hareketi yaptıkça, maksimum yer değiştirme açısı,  $\theta_{\text{mak}}$ , oldukça küçüktür ve hareket neredeyse mükemmel basit harmonik harekettir.**

- (7) Salınımın periyodu nedir?
- (7) Disk salınım hareketi yaptıkça,  $P$  noktasında mevcut olan ve diske etkiyen herhangi bir kuvvet var mıdır? Açıklayınız.