

# Campeonato de Física 2020

Vinicius Névoa

17 de Agosto

## Problema 3 - Grupo A

### Uma sacada genial

Em um jogo de tênis, um jogador decide surpreender seu oponente dando um saque em que, quando a bola bate na quadra do adversário, ela quica de volta em direção ao seu lado de origem. Isso só é possível se a bola possuir uma grande rotação para trás (backspin, na linguagem dos tenistas). Em uma situação real, a forma com que essa rotação é aplicada costuma ser bastante complicada, mas aqui faremos um modelo simplificado. Considere que o sacador bate na bola, inicialmente em repouso, com uma raquete perfeitamente áspera que se move com uma velocidade  $v$  ao longo de seu plano, e faz com a horizontal um ângulo  $\theta$ , como na figura abaixo. Sabe-se também que a bola é uma esfera maciça de massa  $m$  e raio  $R$ , que a quadra tem um comprimento total de  $2L$ , que a altura da rede é  $h$ , a altura inicial da bola é  $H$  e o coeficiente de atrito cinético entre o chão e a bola vale  $\mu$ . Note que, ao tocar o solo, há deslizamento relativo entre a bola e o chão, de modo que o atrito que age na bola é cinético durante toda a colisão. Contudo, a bola é suficientemente elástica para que a energia cinética do seu movimento vertical seja conservada. Despreze toda e qualquer interação da bola com o ar e considere  $g = 9.8 \frac{m}{s^2}$ . Responda:

- Para um dado  $\theta$ , ache as condições sobre  $v$  para que a velocidade horizontal da bola se volte em direção a sua quadra de origem.
- Determine a velocidade angular final da bola no caso em que ela emerge do chão verticalmente para cima. Atenção! Sua resposta aqui não deve envolver  $v$ . Nesse item, também esboce a trajetória da bola após o próximos 2 quiques subsequentes.

Dica: o momento de inércia de uma esfera maciça ao redor do seu centro vale  $I = \frac{2}{5}mR^2$ . O momento angular é dado pelo momento de inércia vezes a velocidade angular:  $L = I\omega$ , forma análoga ao momento linear ser a massa vezes a velocidade.

## Dicas

### Dica 1 (19/08)

Imediatamente após a raquete atingir a bola, existe uma relação entre o momento linear e o momento angular adquiridos pela bola, que são de tal modo que ela não desliza em relação à raquete, já que a raquete é presumida como perfeitamente áspera.

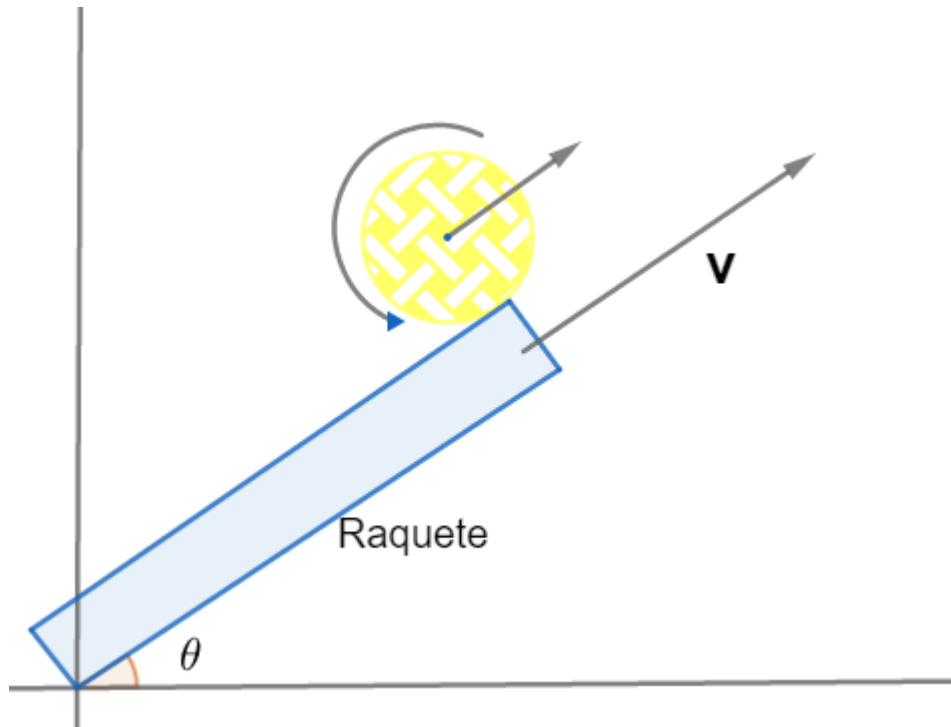


Figure 1: Raquete impulsionando a bola no início do saque