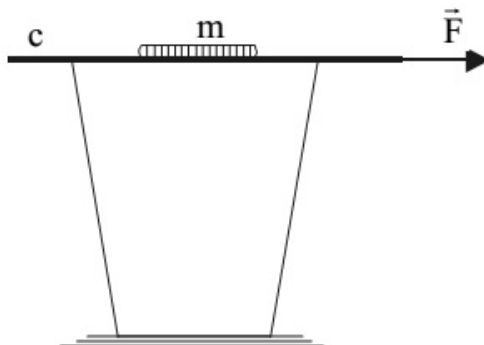


Exercícios Dissertativos

1. (2002) A figura representa uma demonstração simples que costuma ser usada para ilustrar a primeira lei de Newton.



O copo, sobre uma mesa, está com a boca tampada pelo cartão  $c$  e, sobre este, está a moeda  $m$ . A massa da moeda é  $0,010\text{ kg}$  e o coeficiente de atrito estático entre a moeda e o cartão é  $0,15$ . O experimentador puxa o cartão com a força  $\vec{F}$ , horizontal, e a moeda escorrega do cartão e cai dentro do copo.

- (a) Copie no caderno de respostas apenas a moeda  $m$  e, nela, represente todas as forças que atuam sobre a moeda quando ela está escorregando sobre o cartão puxado pela força  $\vec{F}$ . Nomeie cada uma das forças representadas.
- (b) Costuma-se explicar o que ocorre com a afirmação de que, devido à sua inércia, a moeda escorrega e cai dentro do copo. Isso é sempre verdade ou é necessário que o módulo de  $\vec{F}$  tenha uma intensidade mínima para que a moeda escorregue sobre o cartão? Se for necessária essa força mínima, qual é, nesse caso, o seu valor? (Despreze a massa do cartão, o atrito entre o cartão e o copo e admita  $g = 10\text{ m/s}^2$ .)

---

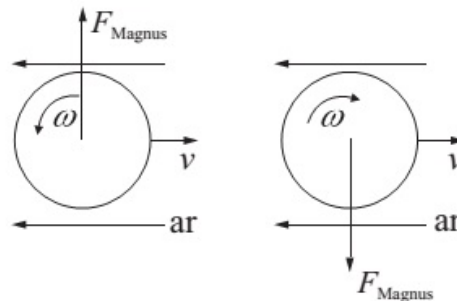
2. (2002) Uma xícara vazia cai de cima da mesa de uma cozinha e quebra ao chocar-se com o piso rígido. Se essa mesma xícara caísse, da mesma altura, da mesa da sala e, ao atingir o piso, se chocasse com um tapete felpudo, ela não se quebraria.

- (a) Por que no choque com o piso rígido a xícara se quebra e no choque com o piso fofo do tapete, não?
- (b) Suponha que a xícara caia sobre o tapete e pare, sem quebrar. Admita que a massa da xícara seja  $0,10\text{ kg}$ , que ela atinja o solo com velocidade de  $2,0\text{ m/s}$  e que o tempo de interação do choque é de  $0,50\text{ s}$ . Qual a intensidade média da força exercida pelo tapete sobre a xícara? Qual seria essa força, se o tempo de interação fosse  $0,010\text{ s}$ ?

---

3. (2003) Com o auxílio de um estilingue, um garoto lança uma pedra de 150 g verticalmente para cima, a partir do repouso, tentando acertar uma fruta no alto de uma árvore. O experiente garoto estica os elásticos até que estes se deformem de 20 cm e, então, solta a pedra, que atinge a fruta com velocidade de 2 m/s.
- Considerando que os elásticos deformados armazenam energia potencial elástica de 30,3 J, que as forças de atrito são desprezíveis e que  $g = 10\text{m/s}^2$ , determine:
- (a) a distância percorrida pela pedra, do ponto onde é solta até o ponto onde atinge a fruta;
- (b) o impulso da força elástica sobre a pedra.
- 

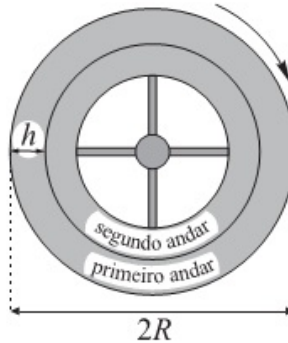
4. (2004) É comum vermos, durante uma partida de voleibol, a bola tomar repentinamente trajetórias inesperadas logo depois que o jogador efetua um saque. A bola pode cair antes do esperado, assim como pode ter sua trajetória prolongada, um efeito inesperado para a baixa velocidade com que a bola se locomove. Quando uma bola se desloca no ar com uma velocidade  $v$  e girando com velocidade angular  $\omega$  em torno de um eixo que passa pelo seu centro, ela fica sujeita a uma força  $F_{Magnus} = k.v.\omega$ . Essa força é perpendicular à trajetória e ao eixo de rotação da bola, e o seu sentido depende do sentido da rotação da bola, como ilustrado na figura. O parâmetro  $k$  é uma constante que depende das características da bola e da densidade do ar.



Esse fenômeno é conhecido como efeito Magnus. Represente a aceleração da gravidade por  $g$  e despreze a força de resistência do ar ao movimento de translação da bola.

- (a) Considere o caso em que o saque é efetuado na direção horizontal e de uma altura maior que a altura do jogador. A bola de massa  $M$  segue por uma trajetória retilínea e horizontal com uma velocidade constante  $v$ , atravessando toda a extensão da quadra. Qual deve ser o sentido e a velocidade angular de rotação  $\omega$  a ser imprimida à bola no momento do saque?
- (b) Considere o caso em que o saque é efetuado na direção horizontal, de uma altura  $h$ , com a mesma velocidade inicial  $v$ , mas sem imprimir rotação na bola. Calcule o alcance horizontal  $D$  da bola.
-

5. (2004) Uma estação espacial, construída em forma cilíndrica, foi projetada para contornar a ausência de gravidade no espaço. A figura mostra, de maneira simplificada, a seção reta dessa estação, que possui dois andares.



Para simular a gravidade, a estação deve girar em torno do seu eixo com uma certa velocidade angular. Se o raio externo da estação é  $R$ ,

- (a) deduza a velocidade angular  $\omega$  com que a estação deve girar para que um astronauta, em repouso no primeiro andar e a uma distância  $R$  do eixo da estação, fique sujeito a uma aceleração igual a  $g$ .
- (b) Suponha que o astronauta vá para o segundo andar, a uma distância  $h$  do piso do andar anterior. Calcule o peso do astronauta nessa posição e compare com o seu peso quando estava no primeiro andar. O peso aumenta, diminui ou permanece inalterado ?
- 
6. (2005) A foto, tirada da Terra, mostra uma seqüência de 12 instantâneos do trânsito de Vênus em frente ao Sol, ocorrido no dia 8 de junho de 2004. O intervalo entre esses instantâneos foi, aproximadamente, de 34 min.



(www.vt-2004.org/photos)

- (a) Qual a distância percorrida por Vênus, em sua órbita, durante todo o transcorrer desse fenômeno?  
Dados: velocidade orbital média de Vênus:  $35\text{ km/s}$ ;  
distância de Vênus à Terra durante o fenômeno:  $4,2 \times 10^{10}\text{ m}$ ;  
distância média do Sol à Terra:  $1,5 \times 10^{11}\text{ m}$ .
- (b) Sabe-se que o diâmetro do Sol é cerca de 110 vezes maior do que o diâmetro de Vênus. No entanto, em fotos como essa, que mostram a silhueta de Vênus diante do Sol, o diâmetro do Sol parece ser aproximadamente 30 vezes maior. Justifique, baseado em princípios e conceitos da óptica geométrica, o porquê dessa discrepância.
-

7. (2005) Uma bonequinha está presa, por um ímã a ela colado, à porta vertical de uma geladeira.
- (a) Desenhe esquematicamente essa bonequinha no caderno de respostas, representando e nomeando as forças que atuam sobre ela.
  - (b) Sendo  $m = 20g$  a massa total da bonequinha com o ímã e  $\mu = 0,50$  o coeficiente de atrito estático entre o ímã e a porta da geladeira, qual deve ser o menor valor da força magnética entre o ímã e a geladeira para que a bonequinha não caia? Dado:  $g = 10m/s^2$ .
- 

8. (2006) Um pescador está em um barco em repouso em um lago de águas tranqüilas. A massa do pescador é de 70 kg; a massa do barco e demais equipamentos nele contidos é de 180 kg.
- (a) Suponha que o pescador esteja em pé e dê um passo para a proa (dianteira do barco). O que acontece com o barco? Justifique.  
(Desconsidere possíveis movimentos oscilatórios e o atrito viscoso entre o barco e a água.)
  - (b) Em um determinado instante, com o barco em repouso em relação à água, o pescador resolve deslocar seu barco para frente com uma única remada. Suponha que o módulo da força média exercida pelos remos sobre a água, para trás, seja de 250 N e o intervalo de tempo em que os remos interagem com a água seja de 2,0 segundos. Admitindo desprezível o atrito entre o barco e a água, qual a velocidade do barco em relação à água ao final desses 2,0 s?
- 

9. (2007) Na divulgação de um novo modelo, uma fábrica de automóveis destaca duas inovações em relação à prevenção de acidentes decorrentes de colisões traseiras: protetores móveis de cabeça e luzes intermitentes de freio.

Em caso de colisão traseira, “os protetores de cabeça, controlados por sensores, são movidos para a frente para proporcionar proteção para a cabeça do motorista e do passageiro dianteiro dentro de milissegundos. Os protetores [...] previnem que a coluna vertebral se dobre, em caso de acidente, reduzindo o risco de ferimentos devido ao efeito chicote [a cabeça é forçada para trás e, em seguida, volta rápido para a frente].”

As “luzes intermitentes de freio [...] alertam os motoristas que estão atrás com maior eficiência em relação às luzes de freio convencionais quando existe o risco de acidente. Testes [...] mostram que o tempo de reação de frenagem dos motoristas pode ser encurtado em média de até 0,20 segundo se uma luz de aviso piscante for utilizada durante uma frenagem de emergência. Como resultado, a distância de frenagem pode ser reduzida em 5,5 metros [aproximadamente, quando o carro estiver] a uma velocidade de 100 km/h.”

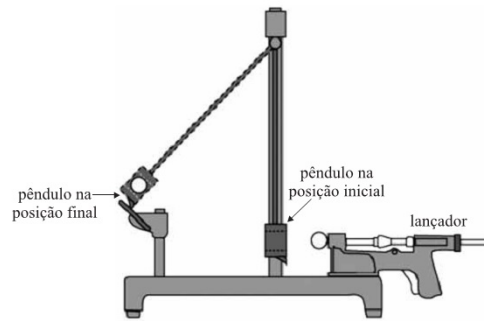
- (a) Qual lei da física explica a razão de a cabeça do motorista ser forçada para trás quando o seu carro sofre uma colisão traseira, dando origem ao “efeito chicote”? Justifique.
  - (b) Mostre como foi calculada a redução na distância de frenagem.
-

10. (2007) Uma das alternativas modernas para a geração de energia elétrica limpa e relativamente barata é a energia eólica. Para a avaliação preliminar da potência eólica de um gerador situado em um determinado local, é necessário calcular a energia cinética do vento que atravessa a área varrida pelas hélices desse gerador por unidade de tempo.



- (a) Faça esse cálculo para obter a potência média disponível, em watts, de um gerador eólico com hélices de 2,0 m de comprimento, colocado em um lugar onde, em média, a velocidade do vento, perpendicular à área varrida pelas hélices, é de 10 m/s.  
Dados: área do círculo:  $A = \pi r^2$  (adote  $\pi = 3,1$ );  
densidade do ar:  $d_{ar} = 1,2 \text{ kg/m}^3$ .
- (b) Mesmo em lugares onde o vento é abundante, há momentos de calmaria ou em que sua velocidade não é suficiente para mover as pás do gerador. Indique uma forma para se manter o fornecimento de energia elétrica aos consumidores nessas ocasiões.
-

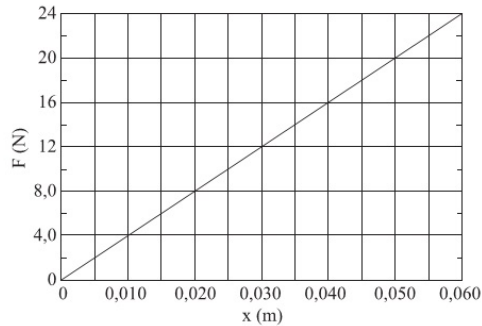
11. (2008) A figura representa um pêndulo balístico usado em laboratórios didáticos.



A esfera disparada pelo lançador se encaixa em uma cavidade do bloco preso à haste - em consequência ambos sobem até ficarem presos por atrito em uma pequena rampa, o que permite medir o desnível vertical  $h$  do centro de massa do pêndulo (conjunto bloco-esfera) em relação ao seu nível inicial. Um aluno trabalha com um equipamento como esse, em que a massa da esfera é  $m_E = 10g$ , a massa do bloco é  $m_B = 190g$  e a massa da haste pode ser considerada desprezível. Em um ensaio experimental, o centro de massa do conjunto bloco-esfera sobe  $h = 10cm$ .

- (a) Qual a energia potencial gravitacional adquirida pelo conjunto bloco-esfera em relação ao nível inicial?
- (b) Qual a velocidade da esfera ao atingir o bloco? Suponha que a energia mecânica do conjunto bloco-esfera se conserve durante o seu movimento e adote  $g = 10m/s^2$ .
- 
12. (2008) Em uma atividade experimental, um estudante pendura um pequeno bloco metálico em um dinamômetro. Em seguida, ele imerge inteiramente o bloco pendurado em um determinado líquido contido em uma proveta; o bloco não encosta nem no fundo nem nas paredes da proveta. Por causa dessa imersão, o nível do líquido na proveta sobe  $10cm^3$  e a marcação do dinamômetro se reduz em  $0,075N$ .
- (a) Represente no caderno de respostas o bloco imerso no líquido e as forças exercidas sobre ele, nomeando-as.
- (b) Determine a densidade do líquido. Adote  $g = 10m/s^2$ .
-

13. (2009) Uma pequena esfera A, com massa de 90 g, encontra-se em repouso e em contato com a mola comprimida de um dispositivo lançador, sobre uma mesa plana e horizontal. Quando o gatilho é acionado, a mola se descomprime e a esfera é atirada horizontalmente, com velocidade de 2,0 m/s, em direção frontal a uma outra esfera B, com massa de 180 g, em repouso sobre a mesma mesa. No momento da colisão, as esferas se conectam e passam a se deslocar juntas. O gráfico mostra a intensidade da força elástica da mola em função de sua elongação.



Considerando que as esferas não adquirem movimento de rotação, que houve conservação da quantidade de movimento na colisão e que não há atrito entre as esferas e a mesa, calcule:

- (a) a energia cinética da composição de esferas AB após a colisão.  
 (b) quanto a mola estava comprimida no instante em que o gatilho do dispositivo lançador é acionado.
- 
14. (2010) Um dos brinquedos prediletos de crianças no verão é o toboágua. A emoção do brinquedo está associada à grande velocidade atingida durante a descida, uma vez que o atrito pode ser desprezado devido à presença da água em todo o percurso do brinquedo, bem como à existência das curvas fechadas na horizontal, de forma que a criança percorra esses trechos encostada na parede lateral (vertical) do toboágua.

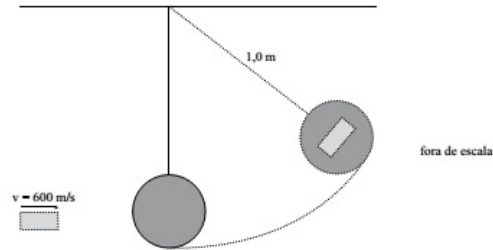


Sabendo que a criança de 36 kg parte do repouso, de uma altura de 6,0 m acima da base do toboágua, colocado à beira de uma piscina, calcule:

Dado :  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$

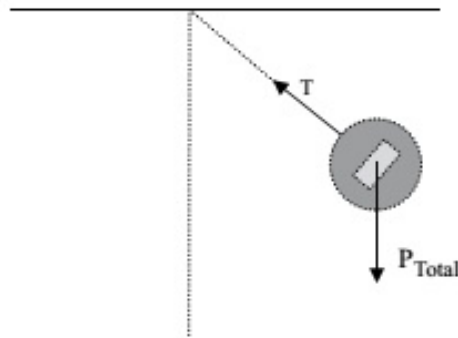
- (a) A força normal, na horizontal, exercida sobre a criança pela parede lateral do toboágua, no ponto indicado na figura (curva do toboágua situada a 2,0 m da sua base) onde o raio de curvatura é igual a 80 cm.  
 (b) A força dissipativa média exercida pela água da piscina, necessária para fazer a criança parar ao atingir 1,5 m de profundidade, considerando que a criança entra na água da piscina com velocidade, na vertical, aproximadamente igual a 10,9 m/s, desprezando-se, neste cálculo, a perda de energia mecânica no impacto da criança com a água da piscina.

15. (2011) Uma pequena pedra de 10g é lançada por um dispositivo com velocidade horizontal de módulo igual a 600 m/s, incide sobre um pêndulo em repouso e nele se engasta, caracterizando uma colisão totalmente inelástica. O pêndulo tem 6,0 kg de massa e está pendurado por uma corda de massa desprezível e inextensível, de 1,0 m de comprimento. Ele pode girar sem atrito no plano vertical, em torno da extremidade fixa da corda, de modo que a energia mecânica seja conservada após a colisão.

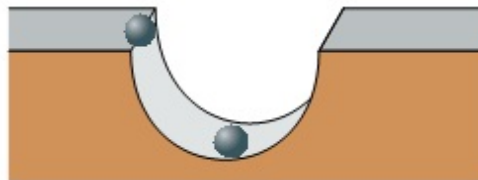


Considerando  $g = 10,0\text{m/s}^2$ , calcule

- (a) a velocidade do pêndulo com a pedra engastada, imediatamente após a colisão.  
(b) a altura máxima atingida pelo pêndulo com a pedra engastada e a tensão  $T$  na corda neste instante.



16. (2012) Um corpo esférico, pequeno e de massa 0,1 kg, sujeito a aceleração gravitacional de  $10\text{m/s}^2$ , é solto na borda de uma pista que tem a forma de uma depressão hemisférica, de atrito desprezível e de raio 20 cm, conforme apresentado na figura. Na parte mais baixa da pista, o corpo sofre uma colisão frontal com outro corpo, idêntico e em repouso.



Considerando que a colisão relatada seja totalmente inelástica, determine:

- (a) O módulo da velocidade dos corpos, em m/s, imediatamente após a colisão.  
(b) A intensidade da força de reação, em newtons, que a pista exerce sobre os corpos unidos no instante em que, após a colisão, atingem a altura máxima.



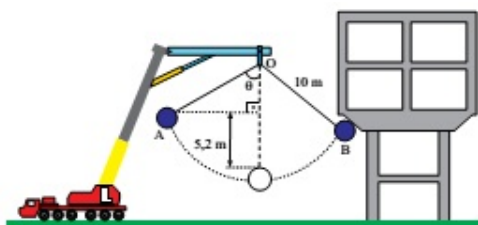
17. (2013) O atleta húngaro Krisztian Pars conquistou medalha de ouro na olimpíada de Londres no lançamento de martelo. Após girar sobre si próprio, o atleta lança a bola a 0,50 m acima do solo, com velocidade linear inicial que forma um ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal. A bola toca o solo após percorrer a distância horizontal de 80 m.



(<http://globoesporte.globo.com/olimpiadas/noticia>)

Nas condições descritas do movimento parabólico da bola, considerando a aceleração da gravidade no local igual a  $10\text{m/s}^2$ ,  $\sqrt{2}$  igual a 1,4 e desprezando-se as perdas de energia mecânica durante o voo da bola, determine, aproximadamente:

- (a) o módulo da velocidade de lançamento da bola, em m/s.  
 (b) a altura máxima, em metros, atingida pela bola.
- 
18. (2014) Uma empresa de demolição utiliza um guindaste, extremamente massivo, que se mantém em repouso e em equilíbrio estável no solo durante todo o processo. Ao braço superior fixo da treliça do guindaste, ponto O, prende-se um cabo, de massa desprezível e inextensível, de 10 m de comprimento. A outra extremidade do cabo é presa a uma bola de 300 kg que parte do repouso, com o cabo esticado, do ponto A.



Sabe-se que a trajetória da bola, contida em um plano vertical, do ponto A até o ponto B, é um arco de circunferência com centro no ponto O; que o módulo da velocidade da bola no ponto B, imediatamente antes de atingir a estrutura do prédio, é de 2 m/s; que o choque frontal da bola com o prédio dura 0,02 s; e que depois desse intervalo de tempo a bola para instantaneamente. Desprezando a resistência do ar e adotando  $g = 10\text{m/s}^2$ , calcule, em newtons:

- (a) o módulo da força resultante média que atua na bola no intervalo de tempo de duração do choque.  
 (b) o módulo da força de tração no cabo no instante em que a bola é abandonada do repouso no ponto A.
-

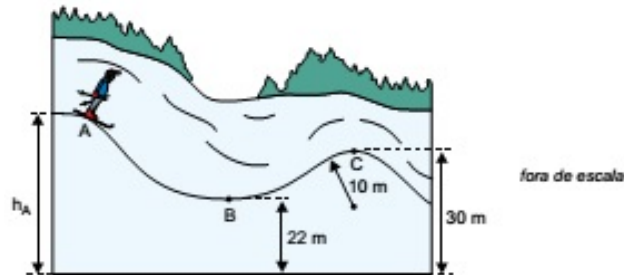
19. (2014) Em uma bancada horizontal da linha de produção de uma indústria, um amortecedor fixo na bancada tem a função de reduzir a zero a velocidade de uma caixa, para que um trabalhador possa pegá-la. Esse amortecedor contém uma mola horizontal de constante elástica  $K = 180\text{N/m}$  e um pino acoplado a ela, tendo esse conjunto massa desprezível. A caixa tem massa  $m = 3\text{kg}$  e escorrega em linha reta sobre a bancada, quando toca o pino do amortecedor com velocidade  $V_0$ .



Sabendo que o coeficiente de atrito entre as superfícies da caixa e da bancada é 0,4, que a compressão máxima sofrida pela mola quando a caixa para é de 20 cm e adotando  $g = 10\text{m/s}^2$ , calcule:

- o trabalho, em joules, realizado pela força de atrito que atua sobre a caixa desde o instante em que ela toca o amortecedor até o instante em que ela para.
- o módulo da velocidade  $V_0$  da caixa, em m/s, no instante em que ela toca o amortecedor.

20. (2015) Uma pista de esqui para treinamento de principiantes foi projetada de modo que, durante o trajeto, os esquiadores não ficassem sujeitos a grandes acelerações nem perdessem contato com nenhum ponto da pista. A figura representa o perfil de um trecho dessa pista, no qual o ponto C é o ponto mais alto de um pequeno trecho circular de raio de curvatura igual a 10 m.

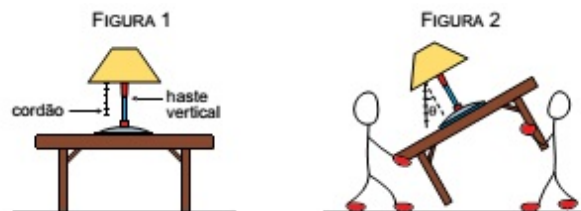


Os esquiadores partem do repouso no ponto A e percorrem a pista sem receber nenhum empurrão, nem usam os bastões para alterar sua velocidade. Adote  $g = 10\text{m/s}^2$  e despreze o atrito e a resistência do ar.

- Se um esquiador passar pelo ponto B da pista com velocidade  $10\sqrt{2}\text{m/s}$ , com que velocidade ele passará pelo ponto C?
- Qual a maior altura  $h_A$  do ponto A, indicada na figura, para que um esquiador não perca contato com a pista em nenhum ponto de seu percurso?

21. (2015) Um abajur está apoiado sobre a superfície plana e horizontal de uma mesa em repouso em relação ao solo. Ele é acionado por meio de um cordão que pende verticalmente, paralelo à haste do abajur, conforme a figura 1.

Para mudar a mesa de posição, duas pessoas a transportam inclinada, em movimento retilíneo e uniforme na direção horizontal, de modo que o cordão mantém-se vertical, agora inclinado de um ângulo  $\theta = 30^\circ$ , constante em relação à haste do abajur, de acordo com a figura 2. Nessa situação, o abajur continua apoiado sobre a mesa, mas na iminência de escorregar em relação a ela, ou seja, qualquer pequena inclinação a mais da mesa provocaria o deslizamento do abajur.



Calcule:

- o valor da relação  $\frac{N_1}{N_2}$ , sendo  $N_1$  o módulo da força normal que a mesa exerce sobre o abajur na situação da figura 1 e  $N_2$  o módulo da mesma força na situação da figura 2.
- o valor do coeficiente de atrito estático entre a base do abajur e a superfície da mesa.