



Sociedade Portuguesa de Física  
Olimpíadas de Física - Etapa Nacional

1 de junho de 2019

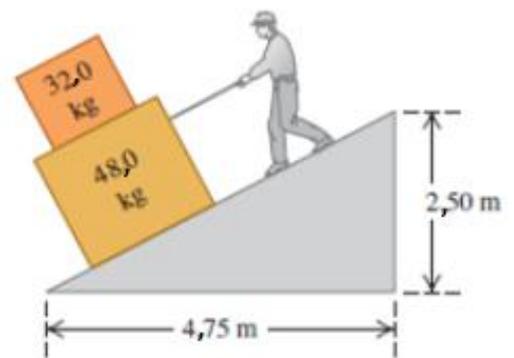
Duração: 1 h 15 min

**Prova Teórica - Escalão B**

**Problema 1: Descarregamento através de uma rampa**

Para descarregar mercadoria contida em duas caixas, com massas de 48,0 kg e 32,0 kg, o funcionário coloca a caixa mais leve sobre a mais pesada, segurando a mais pesada com uma corda, como ilustra a figura.

Com o auxílio da corda, os blocos descem a rampa com velocidade constante, de módulo  $15 \text{ cm s}^{-1}$ , e a caixa mais leve não desliza em relação à mais pesada. O coeficiente de atrito entre a rampa e a caixa de 48,0 kg, definido como o quociente entre a intensidade da força de atrito ( $F_a$ ) e a intensidade da força normal ( $N$ ) exercidas pela rampa sobre a caixa, é 0,44.



Considera o módulo da aceleração gravítica  $10 \text{ m s}^{-2}$ .

- Que força o funcionário exerce sobre a caixa?
- Determina a intensidade e o sentido da força de atrito que atua sobre a caixa mais leve.

**Problema 2: Um aquecimento em altitude**

Um balão meteorológico encontra-se parado a uma determinada altitude. O balão é perfeitamente expansível e tem uma massa total de 0,80 kg (soma da massa do balão, equipamento meteorológico e do hélio no seu interior). Considera que o módulo da aceleração gravítica é  $10 \text{ m s}^{-2}$  e que a densidade do ar, à altitude em que o balão se encontra, é  $0,60 \text{ kg m}^{-3}$ .

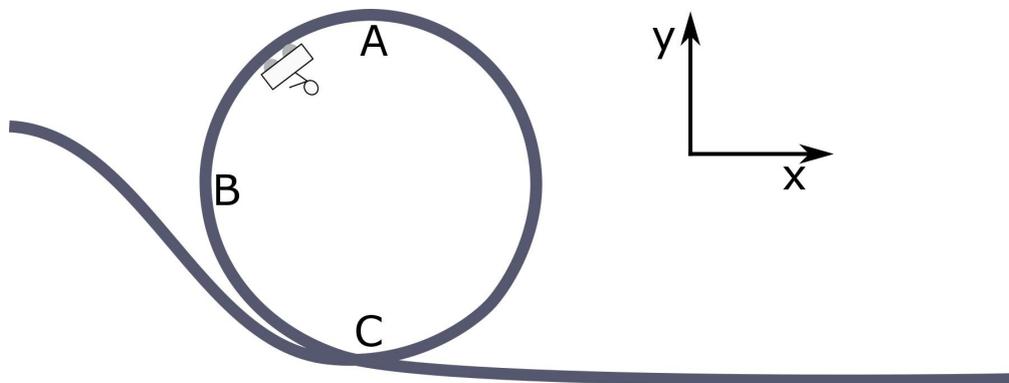
Nas condições de pressão e temperatura em que o balão se encontra a densidade do hélio é  $0,091 \text{ kg m}^{-3}$ . A capacidade térmica mássica do hélio, a pressão constante, é  $5,19 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

- Calcula a massa de hélio (despreze o volume do equipamento meteorológico e do invólucro do balão).
- O balão está equipado com uma resistência de aquecimento, ligada a uma bateria de 12 V. A temperatura do hélio aumentou  $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$  quando a resistência foi ligada durante 72 s. Qual é o valor da resistência elétrica responsável pelo aquecimento? Admite que não houve transferências de energia por calor entre o balão e o exterior e que, devido à expansão do balão, foi transferido do balão para a atmosfera  $1,38 \text{ kJ}$  de energia por trabalho.

### Problema 3: Será que os *loopings* devem ser circunferências perfeitas?

Nas montanhas russas dos parques de diversão, as velocidades e acelerações atingidas podem ser elevadas, fazendo estes efeitos parte da diversão. No entanto, uma variação muito rápida da velocidade pode originar desconforto, o que não é pretendido. Vamos tentar perceber como podemos contornar esta questão, com conhecimentos de Física.

Numa montanha russa circula um carrinho de massa igual a 50 kg que transporta um rapaz de 60 kg. No *looping* final dessa montanha-russa esquematizado na figura, o carrinho faz o percurso circular ABC de raio 5,0 m. O módulo da velocidade do carrinho no topo (A) é  $9,0 \text{ m s}^{-1}$ . No *looping*, o atrito entre o carrinho e a calha onde este circula é desprezável. Depois de completar o *looping*, o carrinho segue para uma superfície horizontal sendo nesta altura aplicada uma força de travagem, que imobiliza o carrinho. Considera o módulo da aceleração gravítica  $10 \text{ m s}^{-2}$ .



- Considerando o sistema de eixos indicado na figura, caracteriza a velocidade e a aceleração nas posições A e B e C do *looping*.
- Qual é a intensidade da força normal sobre o conjunto *carrinho + rapaz* na posição C?
- Uma aceleração acima de  $2g$  ( $g$  é o módulo da aceleração gravítica) é incómoda, originando mal-estar nos viajantes, como enjoos e tonturas. Que alteração se deveria fazer do topo para a base do *looping* para minimizar este efeito? Justifica.