



Sociedade Portuguesa de Física
Olimpíadas de Física - Regional

21 de março de 2026

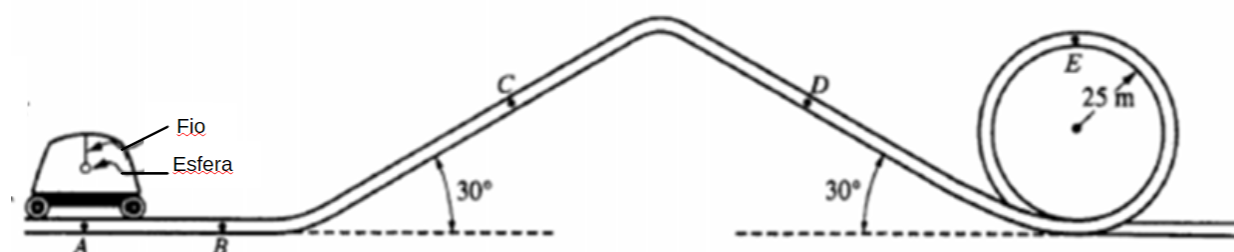
Prova Teórica - Escalão B

Duração da prova: 1 h 15 min

Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$

Problema 1: Montanha-Russa [10 pontos]

Parte do carril de uma montanha-russa tem a forma apresentada na figura. Uma pequena esfera com massa de $0,10 \text{ kg}$ está suspensa do teto de um dos carrinhos por um fio curto, de massa desprezável.

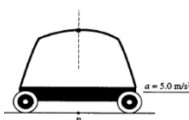


a) Inicialmente, o carrinho está em repouso no ponto A. Esboce o diagrama de forças que atuam na esfera, indicando também o módulo de cada uma delas.

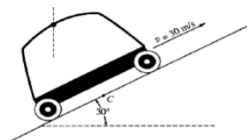
O carro é então acelerado horizontalmente, sobe um plano inclinado de ângulo 30° , desce outro plano de 30° e passa por um “loop” de 25 m de raio. Para cada uma das quatro situações descritas de b) a e), responda às três questões apresentadas, supondo sempre que a esfera parou de oscilar.

- Obtenha a componente horizontal T_H da força exercida pelo fio na esfera.
- Obtenha a componente vertical T_V da força exercida pelo fio na esfera.
- Mostre, num diagrama, a direção aproximada do fio em relação à vertical.

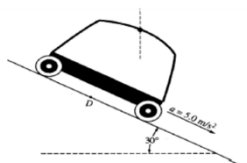
b) O carrinho no ponto B move-se horizontalmente para a direita com aceleração de módulo $5,0 \text{ m/s}^2$.



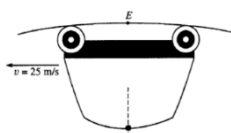
c) O carrinho está no ponto C e sobe o plano inclinado com velocidade constante de módulo 30 m/s.



d) O carrinho está no ponto D e desce o plano inclinado com aceleração constante de módulo 5,0 m/s².

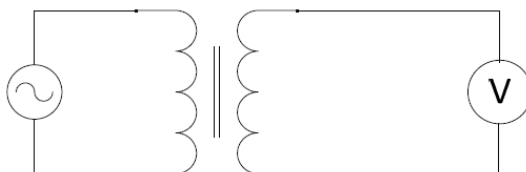


e) O carrinho está no ponto E movendo-se em posição invertida com velocidade de módulo 25 m/s no ponto mais alto de “loop” vertical de raio 25 m. Nesta situação a resultante das forças exercidas na esfera (força centrípeta) é vertical, dirigida para baixo, módulo igual a $F_C = mv^2/r$, em que m é a massa da esfera, v o módulo da sua velocidade instantânea, e r o raio do “loop”.



Problema 2: Transformador [4 pontos]

Considere o transformador ideal representado na figura. O voltímetro ligado aos terminais do secundário é também ideal. O enrolamento primário contém 1200 espiras e o enrolamento secundário 40. A diferença de potencial aplicada aos terminais do enrolamento primário é $V_p = 300 \cos(100\pi t)$ V.



- Determine a frequência do sinal de entrada e a razão de transformação entre o enrolamento primário e secundário.
- Determine a amplitude e a frequência do sinal no secundário.
- Qual seria a amplitude do sinal no secundário se a diferença de potencial aos terminais do primário fosse constante, $V_p = 600$ V?

Problema 3: Comunicação laser [6 pontos]

Um rover em Marte transmite um sinal laser de comunicação para um satélite em órbita a uma altitude de 400 km acima da superfície. Entre o rover e o satélite existe uma camada de poeira densa com 10 km de espessura, que começa a 100 km acima da superfície. A velocidade do sinal na atmosfera marciana limpa é de $v_{atm} = 3,0 \times 10^8$ m/s e na poeira é $v_{poeira} = 2,4 \times 10^8$ m/s.

O sinal incide na camada de poeira segundo um ângulo 40° em relação à normal da superfície da camada de poeira. Considere que o sinal não sofre dispersão nem difração ao longo do seu trajeto.

a) Faça um esquema da propagação do sinal laser desde o rover até ao satélite, incluindo os fenómenos de reflexão e refração.

- i. Na ausência da camada de poeira.
- ii. Na presença da camada de poeira.

b) Diga, justificando, se pode haver reflexão total nas interfaces para cada um dos casos seguintes, e determine o respetivo ângulo crítico

- i. Atmosfera-camada de poeira.
- ii. Camada de poeira-Atmosfera.

c) Calcule o ângulo de refração do sinal na camada de poeira.

d) Nesta situação qual o intervalo de tempo que leva o sinal a chegar ao satélite?