

Complementos de Mecânica Clássica – Exercício em classe

3 de outubro de 2016

Este primeiro problema em um referencial não inercial já foi resolvido em classe por meio do formalismo lagrangeano – é o exemplo 7.5 do Marion.

Exemplo 7.5 do Marion, adaptado.

Um pêndulo simples, formado por uma esfera de massa m presa a um fio inextensível de comprimento ℓ , está preso ao teto de um trem, que acelera uniformemente com aceleração a_T , em uma via retilínea e horizontal.

- Encontre a equação de movimento por meio das leis de Newton no referencial do trem em movimento acelerado.
- Determine o ângulo de equilíbrio e a frequência para pequenas oscilações em torno desse ângulo.

A aceleração local da gravidade é g , e a massa do fio e a dimensão da esfera podem ser ignoradas.

Roteiro para a solução

- Faça um esboço do sistema. Represente a trajetória do pêndulo *no referencial do trem* e um sistema de coordenadas polares r e θ com origem no ponto de fixação do pêndulo.
- Esboce o diagrama de corpo livre incluindo a força de inércia devida ao movimento acelerado do trem. Note que essa força não tem uma reação associada, uma vez que é fictícia, o que não acontece com o peso nem com a tração.
- Determine o ângulo de equilíbrio.
- Encontre as equações de movimento projetando as forças nas direções radial e tangente à trajetória. Atenção para o sinal de θ : veja onde está a origem de medida do ângulo e qual é a orientação do versor \mathbf{e}_θ . Verifique que a equação de movimento para $\ddot{\theta}$ é idêntica à equação (7.36) do Marion.
- Transforme a soma de seno e cosseno da equação de movimento. Para isso, iguale esse membro da equação de movimento a

$$\frac{\alpha}{\ell} \sin(\theta - \theta_0)$$

e determine α e θ_0 . Note que θ_0 coincide com o ângulo de equilíbrio.

- Aproxime $\sin(\theta - \theta_0) \cong \theta - \theta_0$ quando $\theta - \theta_0 \ll 1$ rd e determine o período de pequenas oscilações.