



# FI-592 – Mecânica Clássica 1

2ª Lista de Exercícios - Entrega dia 01/09/2016

**Problema 1:** (MT:2-39) Um barco com velocidade inicial  $v_0$  é lançado em um lago. O barco é retardado pela água com uma força  $F = -\alpha \exp(-\beta v)$ , onde  $\alpha$  e  $\beta$  são constantes.

- (a) Ache uma expressão para a velocidade  $v(t)$ .
- (b) Ache o tempo até que o barco pare, e
- (c) Ache a distância até que o barco pare.

**Problema 2:** (MT:2-52) Uma partícula de massa  $m$  movendo-se em uma dimensão tem uma energia potencial dada por  $U(x) = U_0[2(x/a)^2 - (x/a)^4]$ , onde  $U_0$  e  $a$  são constantes positivas.

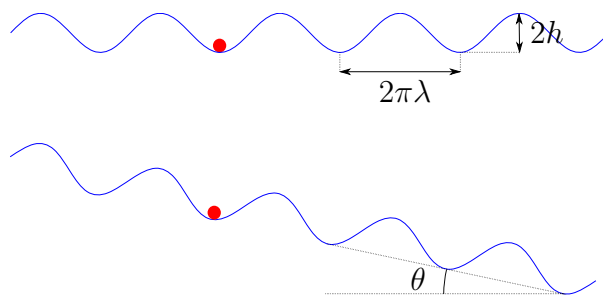
- (a) Ache a força  $F(x)$  que atua sobre a partícula.
- (b) Esboce  $U(x)$ . Ache as posições de equilíbrio estáveis e instáveis.
- (c) Qual é a frequência angular  $\omega$  das oscilações ao redor do ponto de equilíbrio estável?
- (d) Qual é a menor velocidade que a partícula deve ter para que possa escapar para o infinito?
- (e) A  $t = 0$  a partícula está na origem e sua velocidade é positiva e igual em magnitude à velocidade encontrada no item anterior. Ache  $x(t)$  e esboce o resultado.

**Problema 3:** Use as equações (2.40) e (2.41) do livro texto para extrair uma expressão para o tempo de voo e alcance de um projétil sob a ação de uma força resistiva proporcional à velocidade  $\mathbf{F}_r = -k m \mathbf{v}$  no limite de *grande*  $k$ . Mostre que nesse limite o alcance é independente de  $g$  e da velocidade vertical inicial, e calcule o próximo termo da correção. [Sugestão: expanda (2.43) e (2.44) em  $1/k$  e mantenha os termos relevantes.]

**Problema 4:** Um plano infinito tem uma superfície rugosa definida por (veja figura abaixo):

$$u(x) = h \cos(x/\lambda)$$

onde  $h/\lambda \ll 1$ . O plano é então inclinado com relação à horizontal por um ângulo  $\theta \ll 1$ . Uma partícula de massa  $m$  move-se sobre este plano com velocidade variável  $v$ .



- (a) Escreva a equação de movimento em termos da velocidade  $v(x)$  e a posição  $x$  da partícula. Assuma que apenas a gravidade e uma força resistiva  $kv^2$  agem. Assuma também que  $\text{tg } \theta \approx \theta$ ,  $\cos \theta \approx 1$ , etc.
- (b) Considere a situação em que  $v = 0$  e  $\theta = 0$  inicialmente, e a partícula repousa sobre um mínimo do potencial. Agora  $\theta$  é aumentado de forma suave, e acima de um valor  $\theta_{\text{cr}}$  a partícula começa a mover-se além da primeira crista de ondulação. Então o ângulo é diminuído de volta para  $\theta = 0$ . Ache  $\theta_{\text{cr}}$ .
- (c) Ache uma expressão para a solução “estacionária”  $v(x)$  (periódica em  $x$ ) para um dado valor de  $\theta$ . Sobre qual intervalo de  $\theta$  esta expressão é válida? Despreze efeitos transientes.