



1 Questão Curta: Aterramento de placa deformada

Escrito por Guilherme Rodrigues

Considere uma placa aterrada com uma deformidade no formato de uma calota de raio R , a uma distância a ortogonalmente acima do plano da placa e da calota se encontra uma partícula de carga q positiva. Determine a força que a carga sente da placa.

OBS: Tome como referencial forças atrativas como positivas.

2 Questão Média: Cubo relativo

Escrito por Heitor Chaves

Um cubo de concreto passa por um referencial R em $\Delta t = 35 \text{ ns}$. Olhando pelo referencial do cubo, o tempo do mesmo trajeto foi medido como $\Delta t = 45 \text{ ns}$. Sabendo disso, qual o volume de concreto no cubo?

3 Questão Longa: Universo gelatinoso

Escrito por William Alves

Suponha que o Universo esteja cheio de alguma substância gelatinosa que gera uma força de arrasto. Uma partícula de massa m experimentará uma força de frenagem (que também chamaremos de força de arrasto)

$$F = -ka$$

onde k é uma constante positiva e a é a aceleração da partícula. Para as seguintes questões, suponha que a partícula se mova em uma única dimensão para simplificar.

- a) Suponha que não haja outras forças na partícula. Descreva a posição da partícula $x(t)$ para qualquer tempo $t \geq 0$, assumindo velocidade inicial $v(0) = v_o$ e posição inicial $x(0) = x_o$.

- b) Agora suponha que a partícula experimente uma força externa constante $F_{ext} > 0$ iniciando em $t = 0$. Descreva a posição da partícula $x(t)$ para qualquer tempo $t \geq 0$, assumindo velocidade inicial $v(0) = v_o$ e posição inicial $x(0) = x_o$.
- c) Qual o trabalho total realizado pela partícula no intervalo de tempo $0 \leq t \leq T$ devido esta força constante aplicada ? (inclua o trabalho feito pela força aplicada e a força de arrasto.)
- d) Analise a implicação física da força de arrasto F para a partícula. Em particular, descreva como essa força de arrasto difere do atrito cinético (uma força de frenagem constante) e do arrasto viscoso de baixa velocidade (uma força de frenagem proporcional à velocidade da partícula).
- e) Suponha que a partícula seja lançada perto da superfície da Terra, onde há um campo gravitacional g . Quanto tempo (Δt) leva para uma partícula cair de uma altura h ?
- f) É possível recuperar o mesmo resultado da parte e) para o movimento da partícula removendo força de arrasto F e substituindo g por um campo gravitacional efetivo g_{ef} , encontre este campo efetivo para um dado valor de k e m . Considere os limites que $m \rightarrow 0$ e $m \rightarrow \infty$. Analise se as respostas fazem sentido.
- g) No eletromagnetismo, a força de Abraham-Lorentz é uma força de frenagem que depende da derivada da aceleração da partícula:

$$F_{AL} = mq \frac{da}{dt}$$

onde q é alguma constante e m é a massa da partícula, incluída por conveniência. Incluindo uma força externa variante no tempo $F_{ext}(t)$ a equação do movimento é

$$F_{ext}(t) + mq \frac{da(t)}{dt} = ma(t)$$

Nós podemos integrar esta expressão para encontrar a solução para $a(t)$

$$a(t) = \frac{1}{mq} \int_t^\infty e^{-\frac{t'-t}{q}} F_{ext}(t') dt'$$

Suponha que uma força externa constante $F_{ext}(t) = F_{ext}$ é "ligada" em algum tempo distante $t = T > 0$ e dura para qualquer tempo $t \geq 0$. Qual é a aceleração $a(t)$ da partícula para $t \geq 0$ de acordo com a solução para $a(t)$ dada acima? O que há de estranho nessa situação?