Guia de Leitura do Marion – versão em português

Vito R. Vanin, outubro de 2016

Capítulo 8. Movimento sob uma força central

8.1 Introdução

Sem comentários.

8.2 Massa reduzida

Na 6ª linha do 1º parágrafo, troque **r** por *r*, uma grandeza escalar, que é o módulo da diferença dos vetores posição das duas partículas. Como no resto do livro, o tradutor usou frequentemente neste capítulo a expressão "vetor de raio" para o "vetor posição", que também chamamos de "*raio vetor*"; esse erro se repete em vários lugares, não vou apontá-lo em cada caso.

8.3 Teoremas de conservação – primeiras integrais do movimento

No 1º parágrafo, 2ª frase, leia (marquei em negrito os lugares onde a tradução está errada): "Uma vez que a energia potencial depende somente da distância **entre a partícula e o centro de força** e não da orientação, o sistema possui simetria esférica, ou seja, a rotação do sistema em torno de qualquer eixo fixo que passa **pelo** centro de força não pode afetar as equações de movimento".

Logo depois da equação 8.11, leia "velocidade areal", sem o termo vetorial – a grandeza definida pela equação 8.11 é escalar. Esse erro se repete adiante, não vou mais apontá-lo.

8.4 Equações de movimento

Logo após a equação 8.15, na 2ª frase, leia (as mudanças estão em itálico): "Uma inversão desse resultado fornece então a equação *horária* do movimento na forma padrão $r = r(t)$. Entretanto, estamos interessados *agora* na equação...". É importante não confundir a equação do movimento, que contém a informação da dinâmica envolvida no movimento e, portanto, usualmente não depende das condições iniciais, da equação horária, aquela que dá a posição do objeto a cada instante, e em princípio é diferente para cada condição inicial determinada.

No 2º parágrafo depois da equação 8.17, dois pequenos erros de tradução: logo na 1ª linha, troque "a avaliação" por "ao cálculo". Mais abaixo, na antepenúltima linha, troque "força da lei do inverso do quadrado" por "lei de força do inverso do quadrado da distância" – esse erro se repete em outros lugares e, como o contexto deixa claro, não vou mais apontá-lo.

Um pouco abaixo, há uma série de transformações matemáticas que levam da equação 8.18 à 8.21, que não parecem encadeadas, mas que tem sim um fio condutor que pode ser melhor explicado. Acontece que estamos interessados na determinação das órbitas dos planetas, que são funções $r(\theta)$ ou $\theta(r)$, mas a equação de lagrange resulta, como esperado, em uma equação diferencial para a distância $r(t)$. A fim de sair desta equação para uma equação em $\theta(r)$, precisamos de uma relação parecida com a 8.16, que pode ser escrita

$$\frac{dr}{d\theta} = \frac{\dot{r}}{\dot{\theta}} = \frac{\mu r^2 \dot{r}}{\ell}$$

No entanto, precisamos de $\ddot{r}$, ou seja, a derivada da expressão acima, que vai ficar bem complicada por causa do r^2, que vai dar um termo também em $\dot{r}$ (você não deve apenas acreditar em mim, mas sim fazer o cálculo e verificar por si mesmo). O truque de definir $u = \frac{1}{r}$ permite eliminar essa dependência indesejada em r^2, porque

$$\frac{d}{d\theta}\frac{1}{r} = -\frac{1}{r^2}\frac{dr}{d\theta} = -\frac{\mu \dot{r}}{\ell}$$

de modo que $\frac{d^2}{d\theta^2}\frac{1}{r} = -\frac{\mu \ddot{r}}{\ell}$, muito mais simples. A segunda das equações 8.19 é obtida por substituição de $\dot{\theta}$ da equação 8.10.

EXEMPLO 8.2. Após a equação 8.25, troque a frase por "Podemos resolver para $r(t)$ usando a fórmula da órbita dada no enunciado da questão 8.1 combinada com a fórmula 8.24". Esse não é um erro de tradução, está embaralhado no original, também.

8.5 Órbitas em um campo central

Logo na primeira frase, leia a *velocidade radial*, sem o termo "vetorial", uma vez que ele está se referindo ao escalar $\dot{r}$. Fique atento a esse erro de tradução, que se repete em outros lugares, mas não vou apontar mais; o contexto deixa claro que ele não está se referindo ao vetor.

Na 2ª frase do primeiro parágrafo o tradutor comeu o símbolo $\dot{r}$, leia: "Essa equação indica que $\dot{r}$ se anula...".

Na frase seguinte, logo depois da equação 8.30, leia "A anulação **de** $\dot{r}$ implica que um *ponto de retorno* no movimento...". Nessa frase, faltava o "de" que escrevi em negrito, mas também usa outro termo para ponto de retorno, que é o nome correto para os pontos onde há inversão do sentido do movimento. Não vou mais chamar a atenção para essa correção, uma vez que o contexto deixa claro do que se trata.

8.6 Energia centrífuga e potencial efetivo

Na página 263, antepenúltima linha da página, troque "núcleos do espalhamento" por "núcleos em interação" e, na última linha, "de ligação" por "ligado".

8.7 Movimento planetário – Problema de Kepler

Note que no início da pg. 265 ele apresenta uma definição de seção cônica, que é uma das muitas definições possíveis; veja o link
http://mathworld.wolfram.com/ConicSectionDirectrix.html

para as diretrizes da elipse (que tem duas diretrizes) e da hipérbole.

No início da pg. 266, note que das equações 8.42 e 8.43 deduz-se que

$$\alpha = \frac{b^2}{a}$$

(que o livro registra na eq. 8.48) de modo que a equação 8.41 permite descrever a órbita do planeta como

$$r = \frac{b^2}{a(1 + \varepsilon \cos \theta)}$$

que é a forma mais cômoda para as aplicações.

Corrija a tabela 8.1: a massa do Sol é 332830 massas da Terra – o tradutor manteve a vírgula no meio do número, que em inglês separa o milhar.

8.8 Dinâmica Orbital

Note que o livro ignora a força gravitacional tanto da Terra quanto de Marte no cálculo da órbita de transferência. A fim de entender porque essa é uma aproximação razoável, determine a que distância da Terra (em UA, unidades astronômicas) a força de gravitação do Sol sobre um corpo supera a da Terra. Note também que a dependência da força de gravitação no quadrado da distância faz com que a partir desse ponto a influência da Terra cai rapidamente. Você deve concluir que os tempos dispendidos nas regiões em que os campos gravitacionais da Terra e de Marte importam são pequenos, quando comparados com a duração da transferência.

8.9 e 8.10

Não abordaremos o conteúdo dessas seções na aula.