



## Programa ICTP-SAIFR de Introdução à Física para Participação em Olimpíadas

### Lista 03: Satélites e Movimento Elíptico

São Paulo | 03 de dezembro de 2023.

#### **Problema 1** (1.201, I. E. Írodov, URSS, 1985)

Um planeta de massa  $M$  move-se em torno do Sol ao longo de uma elipse de modo que a sua distância mínima ao Sol seja igual a  $r$  e a distância máxima a  $R$ . Utilizando as leis de Kepler, encontre o seu período de revolução em torno do Sol.

#### **Problema 2** (1.205, I. E. Írodov, URSS, 1985)

Uma estrela dupla é um sistema de duas estrelas movendo-se em torno do centro de inércia do sistema devido à gravitação. Encontre a distância entre os componentes da estrela dupla, se sua massa total for igual a  $M$  e o período de revolução  $T$ . Considere que as estrelas giram em umas órbitas circulares em torno do centro de massas comum do sistema.

#### **Problema 3** (1.207, I. E. Írodov, URSS, 1985)

Um planeta de massa  $m$  se move ao longo de uma elipse ao redor do Sol de modo que suas distâncias máxima e mínima do Sol sejam iguais a  $r_1$  e  $r_2$  respectivamente. Encontre o momento angular  $L$  deste planeta em relação ao centro do Sol.

**Problema 4** (1.208, I. E. Írodov, URSS, 1985)

Usando as leis de conservação, demonstre que a energia mecânica total de um planeta de massa  $m$  movendo-se ao redor do Sol ao longo de uma elipse depende apenas de seu semieixo maior  $a$ . Encontre essa energia em função de  $a$ .

**Problema 5** (1.208, I. E. Írodov, URSS, 1985)

Um satélite deve mover-se no plano equatorial da Terra próximo à sua superfície, na direção de rotação da Terra ou contra ela. Descubra quantas vezes a energia cinética do satélite no último caso excede a do primeiro caso (no referencial fixado na Terra).

**Problema 6** (*Retorno à órbita*)

Uma nave cósmica se move em uma órbita circular. Para seguir para a trajetória de pouso, a nave cósmica recebe a velocidade adicional  $\Delta v$  ligando brevemente o motor. Analise dois procedimentos de transição para a trajetória de pouso:

- 1) a velocidade adicional é comunicada na direção oposta à velocidade orbital;
- 2) a velocidade adicional é comunicada verticalmente para baixo, ou seja, na direção do centro da Terra.

Qual dos dois procedimentos é mais conveniente do ponto de vista energético? Investigue também o caso limite do retorno de uma órbita circular de baixa altitude, cuja altura  $h$  acima da superfície terrestre é muito menor que o raio deste  $R$  ( $R \gg h$ ).

**Problema 7** (*Um meteorito*)

Em que ângulo variará a direção da velocidade de um meteorito que passa pela Terra devido ao efeito da atração da Terra? A velocidade do

meteorito a uma grande distância da Terra é  $v_0$ , o parâmetro de impacto é  $l$ .

**Problema 8** (1986, 9-2, Rússia)

O satélite artificial da Terra está em órbita circular com altitude de  $h = 200$  km. O motor é ligado e a velocidade do satélite aumenta  $\Delta v = 5$  km/s em poucos minutos. Como resultado, ele voa para o espaço interplanetário. Encontre a velocidade do satélite  $v_\infty$  longe da Terra. O raio da Terra é  $R_T = 6370$  km, a aceleração da queda livre em sua superfície é  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>.

**Problema 9\*** (1996, 10-1, Rússia)

Estime a massa mínima de uma estrela na qual a luz que emana de sua superfície não alcançará um observador externo. Raio da estrela  $R$ .

**Problema 10** (2.5.30, O. Ya. Sávchenko, URSS, 1989)

Que velocidade será necessária comunicar a um corpo de pequena massa, localizado no centro de um asteroide de massa  $M$  e raio  $R$ , para que, ao cruzar um poço radial, possa escapar para o infinito? A densidade do asteroide é constante.