

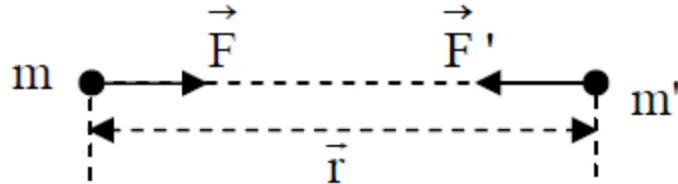
## CHƯƠNG V: TRƯỜNG HẤP DẪN

### 1. Kiến thức cần biết:

- Định luật Newton:

$$F = F' = G \frac{m \cdot m'}{r^2}$$

Trong  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$



- Công thức này chỉ áp dụng cho chất điểm
- Đối với vật lớn thì phải dùng phương pháp tích phân
- Hai quả cầu đồng chất thì có thể dùng được trong đó  $r$  là khoảng cách giữa hai tâm cầu.

- Gia tốc trọng trường:

- Gia tốc trọng trường tại mặt đất:

$$g_0 = \frac{GM}{R^2}$$

- Gia tốc trọng trường ở độ cao  $h$ :

$$g_h = \frac{GM}{(R + h)^2}$$

- Một công thức quan trọng cần biết là mối quan hệ giữa gia tốc trọng trường tại mặt đất và gia tốc trọng trường ở độ cao  $h$ :

$$\frac{g_h}{g_0} = \frac{R^2}{(R + h)^2} \rightarrow g_h = g_0 \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2}$$

Khi  $h \ll R$  ta có thể áp dụng công thức gần đúng:

$$x \ll 1 \rightarrow (1 + x)^n \approx 1 + nx$$

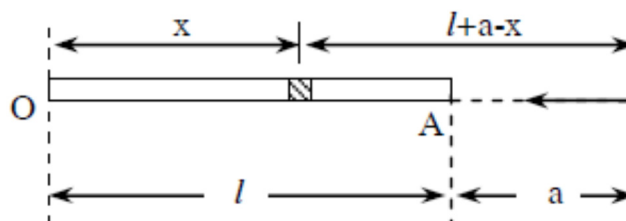
$$\frac{1}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2} = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^{-2} \approx 1 - 2\frac{h}{R}$$

Thay vào ta có:

$$g_h = g_0 \left(1 - 2\frac{h}{R}\right)$$

### 2. Bài tập ví dụ

**Bài 5.3:** Một quả cầu khối lượng  $m_1$  đặt cách đầu một thanh đồng chất một đoạn thẳng  $a$  trên phương kéo dài của thanh. Thanh có chiều dài  $l$ , khối lượng  $m_2$ . Tìm lực hút của thanh lên quả cầu.



\* Nhận xét: Rõ ràng là không thể coi thanh là chất điểm được  $\rightarrow$  chắc phải tích phân rồi, nhớ lại các bước tích phân đã làm trong chương 3, chúng ta có thể làm tương tự.

**Bước 1 (Cắt thật):** Dạng thanh nên chia thanh thành từng đoạn nhỏ có kích thước  $dx$  và có khối lượng  $dm$ , cách đầu O của thanh một khoảng  $x$

**Bước 2 (Cân thật):** Giờ xác định  $dm$  theo  $dx$ , nhớ là đối với thanh dài thì ta chú ý đến khối lượng trên một đơn vị độ dài  $\lambda$

$$dm = \lambda dx = \frac{m_2}{l} dx$$

**Bước 3 (Chế biến):** bài yêu cầu xác định lực hút, tức là sẽ phải sử dụng công thức liên quan tới lực hấp dẫn giữa quả cầu và đoạn  $dm$ .

$$dF = G \frac{m_1 dm}{(l+a-x)^2} = G \frac{m_1 m_2 dx}{l(l+a-x)^2}$$

**Bước 4 (Nấu):** Giờ lấy tích phân và tìm cận để xác định lực hút của thanh lên quả cầu. Khi quét từ trái sang phải biến  $x$  thay đổi từ 0 đến  $l$ . Đó chính là cận trên và cận dưới khi tính tích phân.

$$F = \int_0^l G \frac{m_1 m_2 dx}{l(l+a-x)^2} = \frac{G m_1 m_2}{l(l+a-x)} \Big|_0^l = \frac{G m_1 m_2}{l} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{l+a} \right) = \frac{G m_1 m_2}{a(l+a)}$$

**Bài 5.13:** Nhờ một tên lửa, vệ tinh nhân tạo đầu tiên của Trái Đất được mang lên độ cao 500km.

- Tìm gia tốc trọng trường ở độ cao đó;
- Phải phóng vệ tinh tới vận tốc bằng bao nhiêu theo phương vuông góc với bán

kính của Trái Đất để quỹ đạo của nó quanh Trái Đất là một đường tròn. Khi đó chu kỳ quay của vệ tinh quanh Trái Đất bằng bao nhiêu?

Lấy bán kính của Trái Đất bằng 6500km, gia tốc trọng trường trên bề mặt của Trái Đất bằng  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Bỏ qua sức cản của không khí.

**\* Nhận xét:** Bài toán liên quan tới công thức tính gia tốc trọng trường ở độ cao  $h \rightarrow$  cái này thì cứ bê nguyên công thức mà up vào là xong. Ở câu b, ta thấy đề bài yêu cầu tính vận tốc theo phương vuông góc với bán kính của Trái Đất để quỹ đạo của nó quanh Trái Đất là một đường tròn. Ở độ cao  $h$  thì lực tác dụng lên vệ tinh là lực hấp dẫn, khi vệ tinh quay theo đường tròn thì lực này đóng vai trò là lực hướng tâm. Từ mối quan hệ đó, dễ dàng tính được vận tốc cần thiết.

**\*Giải:**

- Gia tốc trọng trường ứng với độ cao  $h$  là:

$$g_h = g_0 \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2} = 9.8 \times \frac{1}{\left(1 + \frac{500}{6500}\right)^2} = 8.45 \text{ m/s}^2$$

- Khi phóng vệ tinh theo phương vuông góc với bán kính của Trái Đất để quỹ đạo nó quanh trái đất là hình tròn. Như vậy lực hấp dẫn trong lực này đóng vai trò là lực hướng tâm. Do đó, ta có mối quan hệ:

$$\begin{aligned} F_{hd} &= F_{ht} = ma_{ht} = m \frac{v^2}{r} \\ \rightarrow G \frac{mM_{\text{trái đất}}}{r^2} &= m \frac{v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_{\text{trái đất}}R^2}{R^2(R+h)}} = \sqrt{g_0 \frac{R^2}{R+h}} \\ &= \sqrt{\frac{9.8 \times 6500^2 \times 1000000}{(6500 + 500) \times 1000}} \\ &\rightarrow v = 7.69 \times 10^3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Để tính chu kỳ ta sử dụng công thức:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(R+h)}{v} = \frac{2\pi \times 7000 \times 1000}{7.69 \times 10^3} = 1\text{h}35\text{p}$$