

CÁC LỰC CƠ HỌC

A. PHẦN LÝ THUYẾT

1. Phát biểu và viết biểu thức của định luật vạn vật hấp dẫn

Hướng dẫn

* Phát biểu: Lực hấp dẫn giữa hai vật (coi như chất điểm) bất kì tỉ lệ thuận với tích của hai khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

* Biểu thức: $F_{hd} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ gọi là hằng số hấp dẫn.

2. Viết biểu thức gia tốc rơi tự do tại một điểm ở độ cao h so với mặt đất và tại mặt đất

Hướng dẫn

Lực hấp dẫn do Trái đất đặt lên một vật được gọi là trọng lực của vật đó. Điểm đặt của trọng lực tại trọng tâm của vật. Gia tốc mà trọng lực gây ra cho vật chính là gia tốc rơi tự do.

Nếu coi Trái đất như một quả cầu đồng chất thì trọng lực P tác dụng lên một vật có khối lượng m ở độ cao h so với mặt đất là:

$$P = G \frac{mM}{(R+h)^2} \quad (M \text{ và } R \text{ lần lượt là khối lượng và bán kính Trái Đất}).$$

Theo định luật II Niuton: $P=mg$.

Khi đó gia tốc rơi tự do tính bởi: $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$

Khi vật ở gần mặt đất ($h \ll R$) thì $g = \frac{GM}{R^2}$.

3. Thế nào là trường hấp dẫn? Trường trọng lực?

Hướng dẫn

- Mỗi vật đều tác dụng lực hấp dẫn lên các vật xung quanh. Ta nói xung quanh mỗi vật đều có một trường hợp hấp dẫn.

- Trường hấp dẫn do Trái Đất gây ra xung quanh nó gọi là trường trọng lực (hay trọng trường)

Một đặc điểm của trường trọng lực là: Nếu nhiều vật khác nhau lần lượt đặt tại cùng một điểm trong trọng trường thì trọng trường gây cho chúng cùng một gia tốc g như nhau. Đại lượng g đặc trưng cho trọng trường tại mỗi điểm về khả năng gây ra gia tốc cho mọi vật, gọi là gia tốc trọng trường.

4. Trình bày khái niệm về lực đàn hồi.

Hướng dẫn

Khi một vật có tính đàn hồi bị biến dạng thì ở vật xuất hiện một lực có xu hướng làm nó lấy lại hình dạng và kích thước ban đầu (chống lại nguyên nhân gây ra biến dạng). Lực ấy gọi là lực đàn hồi.

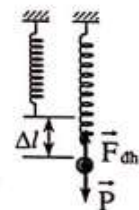
5. Trình bày đặc điểm của:

- a) Lực đàn hồi lò xo
- b) Lực cây dây.

Hướng dẫn

a) Lực đàn hồi ở lò xo: Khi một lò xo bị kéo hay bị nén, đều xuất hiện lực đàn hồi (hình 28). Lực này có các đặc điểm:

- Phương trùng với phương trục của lò xo.



(Hình 28)

- Chiều ngược chiều biến dạng của lò xo.

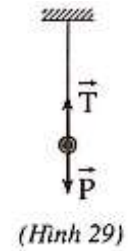
HOC360.NET - TÀI LIỆU HỌC TẬP MIỄN PHÍ

- Độ lớn: Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ với độ biến dạng của lò xo.

Nếu gọi Δl là độ biến dạng của lò xo, k là hệ số đàn hồi thì ta có: $F_{dh} = k|\Delta l|$.

b) Lực căng dây: Khi một sợi dây bị kéo căng, nó sẽ tác dụng lên hai vật buộc ở hai đầu dây những lực căng (hình 29). Những lực này có đặc điểm:

- Điểm đặt là điểm mà đầu dây tiếp xúc với vật.
- Phương trùng với chính sợi dây.
- Chiều hướng từ hai đầu dây vào phần giữa của dây.



6. Nêu điều kiện xuất hiện của các đặc điểm của lực ma sát nghỉ.

Hướng dẫn

Lực ma sát nghỉ xuất hiện khi ngoại lực có xu hướng làm cho vật chuyển động nhưng chưa đủ để thắng ma sát.

- + Giá của \vec{F}_{msn} luôn nằm trong mặt tiếp xúc giữa hai vật.
- + \vec{F}_{msn} ngược chiều với ngoại lực.

Lực ma sát nghỉ luôn cân bằng bằng với ngoại lực đặt vào vật, tức là có độ lớn bằng ngoại lực.

Khi ngoại lực tăng dần thì \vec{F}_{msn} cũng tăng theo. Lực ma sát nghỉ chỉ tăng đến một giá trị nhất định nào đó thì vật bắt đầu trượt. Giá trị đó của lực ma sát nghỉ gọi là lực ma sát nghỉ cực đại.

- Độ lớn ma sát nghỉ cực đại cũng tỉ lệ với độ lớn của áp lực và độ lớn cực đại lớn hơn lực ma sát trượt.

- Các thí nghiệm cho thấy: $F_{msn} < \mu_n N$. (μ_n là hệ số ma sát nghỉ)

7. Nêu điều kiện xuất hiện và các đặc điểm của lực ma sát trượt.

Hướng dẫn

Lực ma sát trượt xuất hiện khi hai vật tiếp xúc nhau và trượt trên bề mặt của nhau.

Lực ma sát trượt tác dụng lên một vật luôn cùng phương và ngược chiều với vận tốc tương đối của vật ấy đối với vật kia.

Độ lớn của lực ma sát trượt không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc, không phụ thuộc vào tốc độ của vật mà phụ thuộc vào bản chất các mặt tiếp xúc.

Lực ma sát trượt tỉ lệ với áp lực N : $F_{ms} = \mu_t N$. (μ_t là hệ số ma sát trượt)

8. Nêu điều kiện xuất hiện và các đặc điểm của lực ma sát lăn.

Hướng dẫn

Lực ma sát lăn xuất hiện khi một vật lăn trên mặt một vật khác và cản lại chuyển động lăn của vật.

Lực ma sát lăn cũng tỉ lệ với áp lực N giống như lực ma sát trượt, nhưng hệ số ma sát lăn nhỏ hơn hệ số ma sát trượt hàng chục lần.

B. PHẦN BÀI TẬP

1. Ban đầu, hai vật đặt cách nhau một khoảng R_1 lực hấp dẫn giữa chúng là F_1 . Cần phải tăng hay giảm khoảng cách giữa 2 vật bao nhiêu, để lực hấp dẫn tăng lên 9 lần.

2. Trái Đất và Mặt Trăng hút nhau với một lực bằng bao nhiêu? Cho biết bán kính quỹ đạo của Mặt Trăng quanh Trái Đất là $R = 3,84.10^8$ m, khối lượng Mặt Trăng $m = 7,35.10^{22}$ kg và khối lượng Trái Đất $M = 6.10^{24}$ kg.

HOC360.NET - TÀI LIỆU HỌC TẬP MIỄN PHÍ

3. Ở độ cao nào so với mặt đất thì gia tốc rơi tự do bằng $\frac{1}{8}$ gia tốc rơi tự do ở mặt đất. Cho bán kính Trái Đất là R.

4. Hai quả cầu bằng đồng có cùng khối lượng và được đặt sát vào nhau. Tính lực hấp dẫn giữa chúng nếu bán kính quả cầu $r = 20\text{cm}$ và khối lượng riêng của đồng $D = 8,9 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$.

5. Phải treo một vật có khối lượng bằng bao nhiêu vào một lò xo có độ cứng 60N/m để nó giãn ra 15cm . Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

6. Một ô tô vận tải kéo một ô tô con có khối lượng $1,2$ tấn chạy nhanh dần đều, sau 40s đi được 400m . Hỏi khi đó dây cáp nối hai ô tô giãn ra bao nhiêu nếu độ cứng của nó là $2,6 \cdot 10^6 \text{N/m}$. Bỏ qua ma sát.

7. Một lò xo nhỏ khối lượng không đáng kể, được treo vào điểm cố định O có chiều dài tự nhiên l_0 . Treo một vật khối lượng m vào lò xo thì độ dài lò xo đo được 31cm . Treo thêm một vật khối lượng m vào lò xo thì độ dài lò xo đo được lúc này là 32cm . Tính k và l_0 . Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

8. Một ô tô khối lượng $2,8$ tấn chuyển động thẳng đều trên đường. Hệ số ma sát lăn giữa bánh xe với mặt đường là $0,06$. Tính lực ma sát lăn, từ đó suy ra lực phát động đặt vào xe. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

9. Một vật có trọng lượng 425N đang đứng yên trên sàn nhà nằm ngang. Hệ số ma sát nghỉ và hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn nhà lần lượt là $0,625$ và $0,57$.

a) Muốn cho vật dịch chuyển thì phải đẩy nó với một lực nằm ngang bằng bao nhiêu?

b) Muốn vật chuyển động thẳng đều, lực đẩy nằm ngang (khi vật đã chuyển động ổn định) bằng bao nhiêu?

10. Một ô tô đang chạy trên đường lát bê tông với vận tốc 54km/h thì hãm phanh. Tính quãng đường ngắn nhất mà ô tô có thể đi cho tới lúc dừng lại, biết rằng hệ số ma sát trượt giữa lốp xe với mặt đường là $\mu = 0,72$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

11. Một vật có khối lượng $0,9\text{kg}$ đặt trên sàn nằm ngang. Hệ số ma sát trượt giữa vật với mặt sàn là $\mu = 0,42$. Vật bắt đầu được kéo đi bằng lực $6,4\text{N}$ theo phương nằm ngang.

a) Tính quãng đường vật đi được sau 2s đầu tiên.

b) Sau 2s đó lực F ngừng tác dụng. Tính quãng đường vật còn đi tiếp cho đến khi dừng lại. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

12. Một ô tô con chuyển động thẳng đều trên mặt đường. Hệ số ma sát lăn là $0,023$. Tính lực ma sát lăn giữa bánh xe và mặt đường. Biết rằng khối lượng của ô tô là 1500kg và lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

C. HƯỚNG DẪN ĐÁP SỐ

1. Gọi R_1, R_2 là khoảng cách ban đầu và sau: $F_1 = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R_1^2}$; $F_2 = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R_2^2}$.

Với $F_2 = 9F_1$ ta có $\frac{F_1}{9F_1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$ hay $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{3} \Rightarrow R_2 = \frac{R_1}{3}$

Khoảng cách giữa hai vật phải giảm 3 lần.

2. Lực hấp dẫn giữa Trái Đất và Mặt Trăng:

$$F = G \frac{m \cdot M}{R^2} = 6,68 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{7,35 \cdot 10^{22} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(3,84 \cdot 10^8)^2} = 2 \cdot 10^{20} \text{N}.$$

3. Tại mặt đất, gia tốc rơi tự do là $g_0 = \frac{GM}{R^2}$ (1)

Tại độ cao h so với mặt đất, gia tốc rơi tự do là $g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \frac{g_0}{g_h} = \frac{(R+h)^2}{R^2} = 8Ph = (2\sqrt{2}-1)R$.

4. Lực hấp dẫn: $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2} \Rightarrow F = G \frac{m^2}{4r^2}$

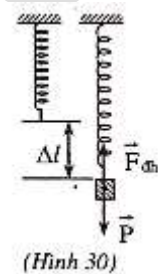
Khối lượng của mỗi quả cầu: $m = D \cdot V = D \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$.

Suy ra $F = G \cdot \frac{4}{9} D^2 \pi^2 r^4 = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{4}{9} (8,9 \cdot 10^3)^2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,2^4 = 3,7 \cdot 10^{-5} N$.

5. Khi treo vật m vào lò xo thì lò xo giãn ra và xuất hiện lực đàn hồi. Vật m đứng cân bằng chịu tác dụng của hai lực cân bằng đó là trọng lực $P = mg$ và lực đàn hồi $F_{dh} = k|\Delta l|$ như hình 30.

Ta có: $F_{dh} = P \Rightarrow k|\Delta l| = mg$

Suy ra: $m = \frac{k|\Delta l|}{g} = \frac{60 \cdot 0,15}{10} = 0,9 kg$.



6. Chọn chiều dương là chiều chuyển động.

Từ $s = \frac{1}{2} at^2 \Rightarrow$ gia tốc của hai ô tô: $a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 400}{40^2} = 0,5 m/s^2$.

Theo định luật II Newton, ngoại lực tác dụng lên ô tô con theo phương ngang là lực đàn hồi F_{dh}

$= ma = k|\Delta l| \Rightarrow |\Delta l| = \frac{m \cdot a}{k} = \frac{1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{2,6 \cdot 10^6} = 0,23 \cdot 10^{-3} m = 0,23 mm$

7. Khi cân bằng, với vật m: $mg = k \cdot \Delta l_1 = k(l_1 - l_0)$. (1)

Với vật 2m thì: $2mg = k \cdot \Delta l_2 = k(l_2 - l_0)$. (2)

Lập tỉ số ta được: $\frac{1}{2} = \frac{l_1 - l_0}{l_2 - l_0} \Rightarrow l_0 = 30 cm$. Thay l_0 vào (1) $\Rightarrow k = 100 N/m$.

8. Khi ô tô chuyển động thẳng đều, lực phát động cân bằng với lực ma sát lăn. Về độ lớn:

$F = F_{mst} = \mu_l mg = 0,06 \cdot 2,8 \cdot 10^3 \cdot 10 = 1680 N$

9.a) Muốn cho vật dịch chuyển thì phải đẩy nó với một lực theo phương nằm ngang có độ lớn lớn hơn lực ma sát nghỉ cực đại:

$F_k > F_{msnmax} = \mu_n N = \mu_n P = 0,625 \cdot 425 = 256,25 N$.

b) Muốn vật chuyển động thẳng đều, lực đẩy nằm ngang phải có độ lớn bằng độ lớn của lực ma sát trượt:

$F_k = F_{ms} = \mu_t N = \mu_t P = 0,57 \cdot 425 = 242,25 N$.

HOC360.NET - TÀI LIỆU HỌC TẬP MIỄN PHÍ

10. Quãng đường ngắn nhất ô tô đi được cho đến lúc dừng ứng với trường hợp bánh xe chỉ trượt trên mặt đường mà không lăn. Lực ma sát trượt tác dụng lên xe ngược chiều chuyển động. Chọn chiều dương là chiều chuyển động ta có:

$$-F_{mst} = -\mu mg = ma \Rightarrow \text{gia tốc } a = -\mu g .$$

$$\text{Từ } v_t^2 - v_o^2 = 2as \text{ với } v_t = 0 \Rightarrow s = \frac{-v_o^2}{2a} = \frac{v_o^2}{2\mu g} \text{ với } \mu = 0,72 \text{ thì } s = \frac{15^2}{2 \cdot 0,72 \cdot 10} = 15,625m .$$

11. Theo phương ngang, vật chịu tác dụng của 2 lực: Lực kéo và lực ma sát trượt. Chọn chiều dương là chiều chuyển động, ta có: $F - F_{ms} = ma$.

$$\text{Gia tốc } a = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{6,4 - 0,42 \cdot 0,9 \cdot 10}{0,9} = 2,91m/s^2 .$$

a) Quãng đường vật đi được sau 2s: $s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,91 \cdot 2^2 = 5,82m$.

b) Sau khi lực \vec{F} ngừng tác dụng, vật chỉ còn chuyển động dưới tác dụng của lực ma sát trượt, gia tốc của vật: $a' = -\mu g = -0,42 \cdot 10 = -4,2m/s^2$.

$$\text{Vận tốc của vật ở cuối giây thứ hai: } v' = at = 2,91 \cdot 2 = 5,82m/s .$$

$$\text{Quãng đường đi được cho đến khi dừng } s' = \frac{v'^2}{2a'} = \frac{5,82^2}{2 \cdot 4,2} = 4m .$$

12. Trọng lượng của ô tô con bằng đúng áp lực của nó tác dụng xuống mặt đường:

$$P = N = mg = 1500 \cdot 10 = 15000N$$

$$\text{Lực ma sát lăn: } F_{ms} = k \cdot N = 0,023 \cdot 15000 = 345N .$$