

21 HỆ QUY CHIẾU CÓ GIA TỐC

LỰC QUÁN TÍNH

I – Mục tiêu

– Hiểu được lí do đưa ra và lập luận dẫn đến khái niệm lực quán tính, biểu thức và đặc điểm của lực quán tính.

– Viết được biểu thức của lực quán tính và vẽ đúng vectơ biểu diễn lực quán tính.

– Biết vận dụng khái niệm lực quán tính để giải một số bài toán trong hệ quy chiếu phi quán tính.

II – Chuẩn bị

1. Giáo viên

– Dụng cụ như ở Hình 21.2 SGK.

– Dụng cụ như ở Hình 21.2 dưới đây.

2. Học sinh

Ôn tập về ba định luật Niu-tơn, hệ quy chiếu quán tính.

III – Những điều cần lưu ý

Ở bài 16, ta đã đưa ra khái niệm về hệ quy chiếu quán tính. Đó là hệ quy chiếu mà trong đó, vật cô lập hoặc vật chịu tác dụng của các lực có hợp lực bằng 0, thì có gia tốc bằng 0. Với một hệ quy chiếu quán tính, ta có thể áp dụng các định luật I và II Niu-tơn để giải các bài toán cơ học.

Một hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với một hệ quy chiếu quán tính thì cũng là một hệ quy chiếu quán tính. Nhưng trong một hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc \vec{a} so với một hệ quy chiếu quán tính, các định luật Niu-tơn không còn được nghiệm đúng nữa. Mỗi một vật khối lượng m ở trong một hệ như vậy sẽ có "hành vi" giống như là nó chịu thêm một lực $-\vec{m}\vec{a}$. Nếu ta thừa nhận rằng mỗi vật chịu thêm tác dụng của một lực $-\vec{m}\vec{a}$ thì lại có thể áp dụng được các định luật I và II Niu-tơn. Ta gọi tích $-\vec{m}\vec{a}$ là lực quán tính.

Như vậy, việc đưa ra khái niệm lực quán tính là một giải pháp để có thể tiếp tục vận dụng các định luật I và II Niu-tơn trong hệ quy chiếu phi quán tính.

Việc đưa ra khái niệm lực quán tính giúp ích nhiều cho việc giải các bài toán cơ học. Đặc biệt, ở bài sau, khái niệm này sẽ giúp ta hoàn chỉnh được các khái niệm về trọng lực, trọng lượng.

IV – Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

1. Mở bài, GV dùng một số ví dụ để đưa HS vào tình huống có vấn đề.

Khi xe buýt dừng lại đột ngột, hành khách bị chúi về phía trước. Điều đó hơi khác lạ so với kiến thức mà HS đã biết : Những hành khách này không bị vật nào tác dụng mà lại chuyển động có gia tốc (so với xe).

Ví dụ ở Hình 21.2 SGK là một thí nghiệm tưởng tượng để lập luận. Nếu tiến hành thí nghiệm đó, GV nên điều chỉnh để hạn chế đến mức thấp nhất quãng đường hòn bi chuyển động so với mặt bàn. Tuy nhiên, khi xe lăn AB chuyển động, hòn bi vẫn dịch chuyển một đoạn ngắn so với bàn. GV có thể hướng dẫn để HS thấy được, đó là do ma sát của xe AB tác dụng lên hòn bi. Từ đó đặt vấn đề, nếu loại trừ được ma sát giữa xe và hòn bi thì hiện tượng sẽ xảy ra như trên Hình 21.2 SGK.

Như vậy, ví dụ này cho thấy nếu ma sát không đáng kể thì mặc dù không có lực nào tác dụng vào hòn bi theo phương nằm ngang, nhưng hòn bi vẫn chuyển động có gia tốc so với xe lăn.

Dùng $\boxed{C1}$ để đặt HS trước tình huống : Trong những hiện tượng trên, các định luật Niu-tơn không còn nghiệm đúng nữa. Vì sao vậy ? Đó là vì các định luật Niu-tơn được rút ra từ những quan sát trong hệ quy chiếu mặt đất (coi là hệ quy chiếu quán tính), còn những hiện tượng vừa nêu trên được quan sát trong một hệ quy chiếu có gia tốc so với mặt đất. Ta gọi những hệ quy chiếu như vậy là hệ quy chiếu phi quán tính.

2. Cần nhấn mạnh rằng, do người ta đã quá quen thuộc với việc dùng các định luật Niu-tơn để giải các bài toán cơ học nên các nhà vật lí đã nghĩ cách làm thế nào để có thể vẫn dùng được các định luật này trong hệ phi quán tính. Từ đó dẫn tới khái niệm và biểu thức của lực quán tính như SGK đã trình bày.

Cần giải thích rõ với HS : lực quán tính không phải là một loại lực cơ (bên cạnh lực đàn hồi, lực ma sát, lực hấp dẫn), mà cũng không thuộc loại lực nào trong các loại lực vừa nêu. Việc đưa ra khái niệm lực quán tính chỉ là một phương pháp lập luận để cho việc giải bài toán được dễ dàng.

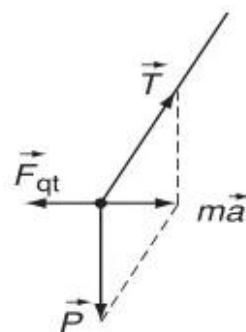
Chẳng hạn, trong hiện tượng về quả cầu treo bởi sợi dây trong toa tàu có gia tốc \vec{a} . Khi vị trí của quả cầu so với toa tàu đã ổn định, nếu quan sát trên mặt đất, ta thấy :

$$\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a} \quad (1)$$

Nhưng trong hệ quy chiếu toa tàu thì quả cầu đứng yên (Hình 21.1). Vì vậy ta chuyển tích $m\vec{a}$ trong vế phải của (1) sang trái, và gọi số hạng $-m\vec{a}$ là \vec{F}_{qt} :

$$\vec{P} + \vec{T} - m\vec{a} = \vec{0}$$

Hay :
$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{qt} = \vec{0} \quad (2)$$



Hình 21.1

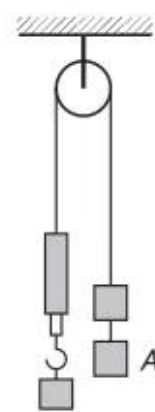
Công thức (2) chứng tỏ : các lực tác dụng lên vật (bao gồm cả \vec{F}_{qt}) có hợp lực bằng 0, và vật ở trạng thái cân bằng. Vậy nếu thêm lực quán tính vào, thì ta lại áp dụng được định luật II Niu-tơn.

3. Để thấy rõ tiện ích của việc đưa ra khái niệm lực quán tính, SGK đưa ra một vài bài tập vận dụng.

Bài 2 SGK là một ví dụ quen thuộc về lực kế treo trong buồng thang máy. Cần tập trung vào giải trường hợp b trong cả hai hệ quy chiếu phi quán tính và quán tính. Trên cơ sở đó, hướng dẫn HS tự giải các trường hợp c, d.

Việc đưa vào bài tập 2 là nhằm chuẩn bị cho bài 22 về hiện tượng tăng, giảm trọng lượng. Vì vậy, cần dùng [C2] để làm cho HS thấy rõ, thông thường, ta hay quan niệm vật nặng kéo lò xo của lực kế xuống với một lực đúng bằng lực hấp dẫn mà Trái Đất tác dụng lên nó. Nhưng những ví dụ ở bài này cho thấy điều đó chỉ đúng trong hệ quy chiếu quán tính. Trong một hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc so với mặt đất, vật nặng có thể kéo lò xo của lực kế xuống với một lực lớn hoặc nhỏ hơn trọng lực.

Cũng có thể làm thí nghiệm minh họa. Chẳng hạn dùng một máy A-tút như trên Hình 21.2. Thay đổi trọng lực của chùm quả nặng A để thực hiện các trường hợp : lực kế đứng yên, lực kế chuyển động với gia tốc hướng lên, hướng xuống. Đọc số chỉ lực kế trong mỗi trường hợp, so sánh (định tính) với kết quả tính toán ở bài tập vận dụng 2 SGK.



Hình 21.2

V – Hướng dẫn giải bài tập

1. B đúng.

Hướng dẫn : Nếu số chỉ F của lực kế lớn hơn trọng lượng P thì ta biết là \vec{a} hướng lên trên. Nếu $F < P$, ta biết là \vec{a} hướng xuống.

2. B đúng.

Hướng dẫn : Thang máy được hãm khi đang đi xuống, gia tốc hướng lên trên.

$$F = m(g + a) = 5,4 \text{ N.}$$

3. Trọng lực tác dụng lên người : $P = mg = 588 \text{ N}$.

Số chỉ của cân chính là lực F do người tác dụng lên cân.

a) $F = 588 \text{ N} = P$, thang máy chuyển động đều ($a = 0$).

b) $F = 606 \text{ N} > P$ thang máy có gia tốc hướng lên trên :

$$a = \frac{F}{m} - g = 0,3 \text{ m/s}^2$$

(Thang máy đi lên nhanh dần đều hoặc đi xuống chậm dần đều).

c) $F = 564 \text{ N} < P$: thang máy có gia tốc hướng xuống dưới.

$$a = g - \frac{F}{m} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

(Thang máy đi xuống nhanh dần đều hoặc đi lên chậm dần đều).

4. Trường hợp 1 : Tàu chuyển động đều : $a = 0$,

$$T = P = 2,94 \text{ N.}$$

Trường hợp 2 : Tàu chuyển động chậm dần đều : $a = g \tan \alpha = 1,38 \text{ m/s}^2$,

$$T = \frac{mg}{\cos \alpha} \approx 2,97 \text{ N}$$

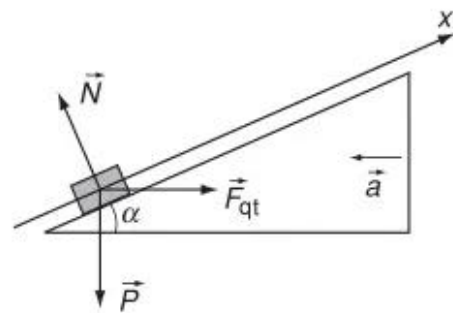
Trường hợp 3 : Tàu chuyển động nhanh dần đều $a \approx 0,69 \text{ m/s}^2$,

$$T = \frac{mg}{\cos \alpha} \approx 2,95 \text{ N.}$$

5. Khối nêm phải có gia tốc \vec{a} hướng sang trái để lực quán tính \vec{F}_{qt} hướng sang phải (Hình 21.3). Xét trong hệ quy chiếu gắn với nêm :

$$\vec{P} + \vec{F}_{qt} + \vec{N} = m\vec{a}'$$

(\vec{a}' : Gia tốc của vật so với nêm).



Hình 21.3

Chiếu lên trục x :

$$-mg\sin\alpha + m\cos\alpha = ma'$$

Vật leo lên được mặt phẳng nghiêng : $a' \geq 0$.

Từ đó a phải thoả mãn : $a \geq g\tan\alpha$.

6. Lực căng của dây :

$$T = m(g + a) \leq T_m$$

$$a \leq \frac{T_m}{m} - g$$

$$a_{\max} = 4,2 \text{ m/s}^2.$$