

KHÁI NIỆM TRỌNG LƯỢNG QUA CÁC BÀI TOÁN VẬT LÝ PHỔ THÔNG

Mai Văn Dũng

Đại học Thủ Dầu Một

TÓM TẮT

Khái niệm trọng lượng đã được đề cập trong chương trình vật lý phổ thông. Tuy nhiên, khái niệm này được trình bày một cách khá đơn giản, gây khó khăn cho việc vận dụng và giảng dạy. Bài viết này, thông qua một số bài toán vật lý phổ thông nhằm làm rõ bản chất của khái niệm trọng lượng. Qua đó giúp cho người đọc phân biệt chính xác khái niệm trọng lượng và trọng lực trong chương trình vật lý phổ thông.

Từ khóa: trọng lượng, trọng lực, bài toán vật lý

1. GIỚI THIỆU

Cơ học là môn học nghiên cứu các dạng vận động của các vật thể vĩ mô. Những nội dung cơ bản của cơ học chủ yếu là những cơ sở của cơ học cổ điển của Newton [1]. Trong chương trình vật lý phổ thông, cơ học là môn học quan trọng và chiếm đa phần thời lượng kiến thức. Để nắm được bản chất và quy luật vận động của các vật thể vĩ mô, cũng như việc vận dụng và giảng dạy thì việc hiểu rõ bản chất của các khái niệm là cần thiết. Một trong những khái niệm quan trọng của phần cơ học đó là khái niệm trọng lượng.

Tuy nhiên trong chương trình vật lý phổ thông, khái niệm trọng lượng được trình bày một cách khá đơn giản. Theo [2] trọng lượng là độ lớn của trọng lực, khái niệm này chỉ đề cập đến trường hợp riêng của trọng lượng chưa nêu rõ các trường hợp giới hạn của khái niệm này. Trong khuôn khổ chương trình vật lý phổ thông với khái niệm trọng lượng nêu trên người đọc hiểu rằng trong mọi trường hợp trọng lượng có độ lớn bằng độ lớn của trọng lực. Chúng ta biết rằng, thực tế khi một vật đặt trong thang máy đang chuyển động với một gia tốc khác không thì trọng lượng của vật thay

đổi. Điều này dễ gây nhầm lẫn cho người đọc khi giải thích hiện tượng tăng và giảm trọng lượng của vật khi vật đặt trong thang máy chuyển động với gia tốc khác không.

Một khái niệm khác, trọng lượng được cho là lực mà vật tác dụng lên giá đỡ hoặc dây treo nó[3]. Với khái niệm này, trọng lượng của vật có thể thay đổi phụ thuộc vào hệ chuyển động hay đứng yên, khái niệm đã chỉ rõ bản chất của trọng lượng trong trường hợp này nhưng chưa giải thích các trường hợp cụ thể một cách triệt để. Trong bài viết này, thông qua các bài toán vật lý chúng tôi muốn làm rõ thêm khái niệm trọng lượng.

2. KHÁI NIỆM TRỌNG LỰC, TRỌNG LƯỢNG

2.1. Trọng lực

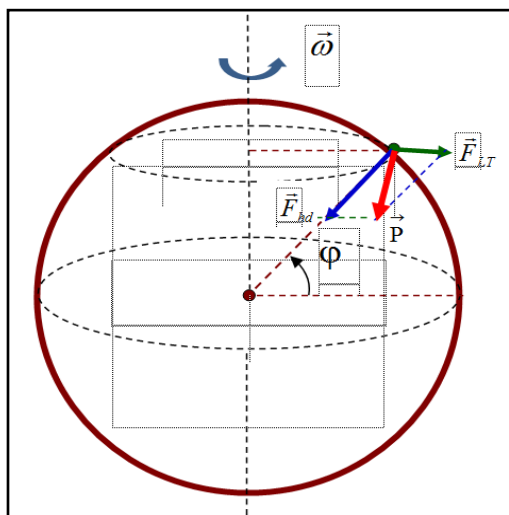
Trọng lực là lực làm cho vật rơi về phía Trái Đất với gia tốc trọng trường.

Xét một vật nằm trên bề mặt của Trái Đất, vật chịu tác dụng của các lực: $\vec{F}_{hd}; \vec{F}_{LT}$ khi đó trọng lực

$$\vec{P} = \vec{F}_{hd} + \vec{F}_{LT} \quad (1)$$

Như vậy trọng lực $\vec{P}$ có phương lệch khỏi phương bán kính. Trọng lực bằng lực hấp dẫn khi lực $\vec{F}_{LT} = \vec{0}$ ở các địa cực của

Trái Đất, trọng lực nhỏ nhất ở xích đạo [3]. Trong thực tế lực quán tính ly tâm rất nhỏ vì vậy trong nhiều trường hợp người ta có thể coi trọng lực bằng lực hấp dẫn. Các tính toán cho thấy rằng lực quán tính ly tâm chỉ ảnh hưởng khoảng 0,5% đến trọng lực của vật. Vì vậy trong nhiều trường hợp người ta bỏ qua ảnh hưởng của lực quán tính tâm và trọng lực được xem bằng lực hấp dẫn, lúc này lực hấp dẫn là lớn nhất.



Hình 1: Biểu diễn trọng lực và lực hấp dẫn của vật trên bề mặt Trái Đất

2.2. Trọng lực

Trọng lực là lực tác dụng của vật lên giá đỡ hoặc dây treo nó. Chúng ta xét trường hợp vật nằm trên mặt đất. Xét hệ qui chiếu gắn với Trái Đất quay khi đó vật chịu tác dụng của các lực trọng lực $\vec{P}$, lực quán tính $\vec{F}_{qt}$, phản lực của mặt đất $\vec{N}$, do vật nằm yên nên theo định luật II Newton ta có:

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

Cho rằng trọng lực là lực mà vật tác dụng nên giá đỡ (mặt đất).

Khi đó từ biểu thức (2) suy ra:

$$-\vec{N} = \vec{P} + \vec{F}_{qt} \quad (3)$$

Theo định luật III Newton lực do vật tác dụng nên mặt đất là:

$$\vec{P}' = -\vec{N} = \vec{P} + \vec{F}_{qt} \quad (4)$$

Từ biểu thức (4) chúng ta thấy trọng lượng của vật chính là $\vec{P}'$ khi $\vec{F}_{qt} = 0$ thì

$$\vec{P}' = \vec{P} \quad (5)$$

Từ biểu thức (5) ta thấy trọng lượng của vật chỉ bằng trọng lực khi giá đỡ hoặc dây treo nó đứng yên. Trọng lượng của vật có thể tăng hoặc giảm phụ thuộc vào giá đỡ hay dây treo chuyển động hay đứng yên. Để thấy rõ hơn sự khác nhau giữa trọng lượng và trọng lực, chúng tôi xét các bài toán cụ thể sau đây.

3. ĐẶT CÁC BÀI TOÁN

Bài toán 3. 1: Một vật có khối lượng m đặt trên một cái cân, toàn bộ hệ này đặt trong một thang máy. Xác định trọng lượng của vật trong các trường hợp:

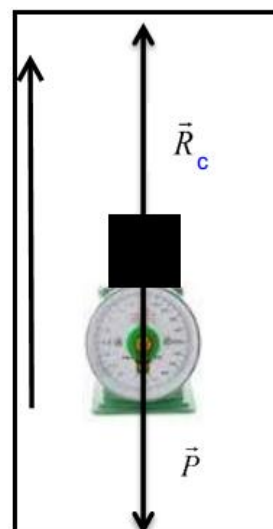
- Thang máy đứng yên;
- Thang máy chuyển động nhanh dần đều;
- Thang máy chuyển động chậm dần đều.

Là giải và phân tích:

Chọn chiều chuyển động như hình vẽ, xét hệ qui chiếu gắn với thang máy chuyển động khi đó vật chịu tác dụng của các lực phản lực của cân $\vec{R}_c$, trọng lực $\vec{P}$ và lực quán tính $\vec{F}_{qt}$ giả sử thang máy chuyển động với gia tốc là a . Phương trình định luật II Newton: $\vec{R}_c + \vec{P} + \vec{F}_{qt} = 0$ (6)

$$\text{Từ (6) suy ra } -\vec{R}_c = \vec{P} + \vec{F}_{qt} \quad (7)$$

Hình 2: Vật chuyển động trong thang máy



Theo định luật III Niuton lực tác dụng của vật vào cân chính là trọng lượng

$$\vec{P}' = -\vec{R}_c = \vec{P} + \vec{F}_{qt} = m(\vec{g} - \vec{a}) \quad (8)$$

a) Trường hợp thang máy đứng yên, từ phương trình (8) ta có:

$$P' = R_c = P = mg \quad (9)$$

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ đúng bằng trọng lượng của vật.

b) Trường hợp thang máy chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a , từ phương trình (8) nếu thang máy chuyển động đi lên thì:

$$P' = m(a + g) > mg \quad (10)$$

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ lớn hơn trọng lượng bình thường của vật khi thang máy đứng yên. Vậy vật tác dụng một lực lớn hơn trọng lượng của nó lên cân.

Nếu thang máy chuyển động đi xuống từ biểu thức (8) suy ra:

$$P' = m(g - a) < mg \quad (11)$$

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ nhỏ hơn trọng lượng bình thường của vật khi thang máy đứng yên. Vậy vật tác dụng một lực nhỏ hơn trọng lượng của nó lên cân.

c) Trường hợp thang máy chuyển động chậm dần đều với gia tốc a , từ phương trình (8) nếu thang máy chuyển động đi lên thì:

$$P' = m(g - a) < mg \quad (12)$$

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ nhỏ hơn trọng lượng bình thường của vật khi thang máy đứng yên. Vậy vật tác dụng một lực nhỏ hơn trọng lượng của nó lên cân.

Nếu thang máy chuyển động đi xuống từ biểu thức (8) suy ra:

$$P' = m(a + g) > mg \quad (13)$$

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ lớn hơn trọng lượng bình thường của vật khi thang máy đứng yên. Vậy vật tác dụng một lực lớn hơn trọng lượng của nó lên cân.

Nếu dây treo bị đứt, thang máy sẽ rơi với gia tốc $a = g$ thay vào phương trình (8) ta thấy $P' = 0$ vật không có trọng lượng vì vật rơi tự do khi bỏ qua lực cản của không khí. Hiện tượng này xảy ra tương tự như đối với con người trong tàu vũ trụ khi phóng vào không gian hay trở về Trái Đất.

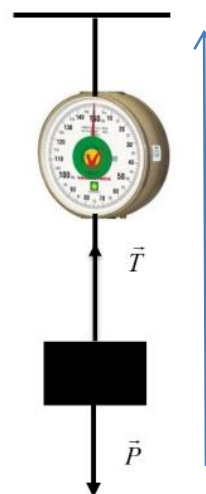
Như vậy trọng lượng được xem là lực mà vật tác dụng lên giá đỡ vật.

Bài toán 3.2: Một vật có khối lượng m được treo vào một cái cân và toàn bộ hệ được treo vào một giá đỡ như hình vẽ. Xác định trọng lượng của vật trong các trường hợp:

- Thang máy đứng yên;
- Thang máy chuyển động nhanh dần đều;
- Thang máy chuyển động chậm dần đều.

Lời giải và phân tích:

Chọn chiều chuyển động như hình vẽ, xét hệ qui chiếu gắn với thang máy chuyển động, khi đó vật chịu tác dụng của các lực là lực căng của dây treo $\vec{T}$, trọng lực $\vec{P}$ và lực quán tính $\vec{F}_{qt}$ giả sử thang máy có gia tốc chuyển động là a .



Hình 3: Vật được treo vào cân chuyển động trong thang máy

Theo phương trình định luật II Niuton:

$$\vec{T} + \vec{P} + \vec{F}_{qt} = 0 \quad (14)$$

$$\text{Hay: } \vec{T} = m(\vec{a} - \vec{g}) \quad (15)$$

a) Trường hợp giá đỡ đứng yên, từ phương trình (15) ta có:

$$T - P = 0 \Rightarrow T = P = mg \quad (16)$$

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ đúng bằng trọng lượng của vật. Như vậy từ phương trình (15) có thể coi lực căng của dây treo T là đại lượng chỉ trọng lượng của vật.

b) Trường hợp giá đỡ chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc a , từ phương trình (15) ta có:

$$T = m(a + g) > mg \quad (17)$$

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ lớn hơn trọng lượng bình thường của vật khi thang máy đứng yên.

Nếu thang máy đi xuống từ phương trình (15) ta có: $T = m(g - a) < mg$ (18)

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ nhỏ hơn trọng lượng bình thường của vật khi thang máy đứng yên.

c) Trường hợp thang máy chuyển động chậm dần đều đi lên với gia tốc a , từ phương trình (15) ta có:

$$T = m(g - a) < mg \quad (19)$$

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ nhỏ hơn trọng lượng bình thường của vật khi thang máy đứng yên.

Nếu thang máy chuyển động đi xuống từ phương trình (15) ta có:

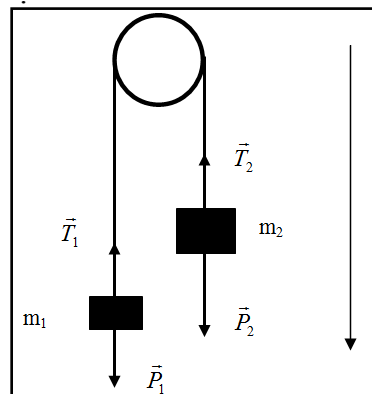
$$T = m(a + g) > mg \quad (20)$$

Khi nhìn vào cân chúng ta thấy cân có số chỉ lớn hơn trọng lượng bình thường của vật khi thang máy đứng yên.

Bản chất của khái niệm trọng lượng đã được cụ thể hóa qua các bài toán vật lý và được xem như là lực mà vật tác dụng lên giá đỡ hay lực căng của dây treo vật. Chúng ta biết rằng nếu ở cùng một điều kiện như nhau hai vật có khối lượng bằng nhau thì chắc chắn rằng chúng có trọng lượng bằng nhau đây là điều dễ hiểu đối với hầu hết người đọc. Tuy nhiên một câu hỏi đặt ra là nếu hai vật có khối lượng khác nhau thì trọng lượng của chúng có bằng nhau không? Để trả lời câu hỏi này chúng ta xét bài toán 3.3.

Bài toán 3.3: Hai vật có khối lượng khác nhau được nối với nhau bằng một sợi dây vắt qua ròng rọc như hình vẽ, bỏ qua khối lượng của các ròng rọc, dây nối, ma sát và sợi dây không giãn. Xác định trọng lượng của hai vật.

Hình 4: Các vật được nối với nhau qua ròng rọc



Lời giải và phân tích:

Nếu hai vật có khối lượng bằng nhau $m_1 = m_2 = m$ thì hệ đứng yên, gia tốc chuyển động của hệ $a = 0$ khi đó trọng lực tác dụng lên hai vật bằng nhau và cân bằng với lực căng của hai nhánh, trọng lượng của hai vật bằng nhau. Trong trường hợp vật chuyển động với gia tốc khác không do bỏ qua khối lượng của ròng rọc, các dây nối và ma sát với ròng rọc, nên lực căng của sợi dây ở hai nhánh là như nhau $T_1 = T_2 = T$. Theo định nghĩa trên lực căng được xem là trọng lượng của vật. Trong trường hợp này trọng lượng của hai vật cũng bằng nhau $P_1 = P_2$. Kết quả này sẽ gây khó hiểu cho người đọc nếu không thừa nhận trọng lượng như là lực căng của sợi dây treo vật. Chúng ta xét một số kết quả cụ thể, theo các phương trình định luật II Newton:

$$\begin{cases} \vec{T}_1 + \vec{P}_1 = m_1 \vec{a} \Rightarrow T - m_1 g = m_1 a \\ \vec{T}_2 + \vec{P}_2 = m_2 \vec{a} \Rightarrow m_2 g - T = m_2 a \end{cases} \quad (21)$$

Giải hệ này chúng ta nhận được:

$$\begin{cases} a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g \\ T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \end{cases} \quad (22)$$

Nếu dây treo vật m_1 bị đứt khi đó từ phương trình (22) nhận được $T = 0$; $a = g$ khi đó vật m_2 rơi tự do không có lực căng tác dụng vào vật đây là trạng thái không trọng lượng của vật. Hoàn toàn tương tự nếu dây treo vật m_2 bị đứt vật từ phương trình (22) nhận được $T = 0$; $a = -g$ khi đó m_1 rơi tự do đây cũng là trường hợp không trọng lượng của vật. Kết quả này hoàn toàn tương tự [4]

$$\text{nếu: } m_1 \gg m_2, \rightarrow a = \frac{\frac{m_2}{m_1} - 1}{1 + \frac{m_2}{m_1}} g$$

$$\text{do } \frac{m_2}{m_1} \rightarrow 0 \Rightarrow a \rightarrow -g$$

$$\text{Khi đó lực căng của sợi dây là } T = \frac{2m_2}{1 + \frac{m_2}{m_1}}; \frac{m_2}{m_1} \rightarrow 0; \Rightarrow T = 2m_2g$$

giả sử $m_2 \rightarrow 0 \Rightarrow T \rightarrow 0$ vậy m_1 rơi tự do, trọng lượng của vật bằng lực căng của sợi dây $T = 0$. Trường hợp tương tự với $m_1 \ll m_2$, $m_1 \rightarrow 0 \Rightarrow a \rightarrow g$; $T \rightarrow 0$ khi đó vật m_2 rơi tự do trọng lượng của vật bằng lực căng của sợi dây $T = 0$.

Trường hợp đặc biệt nếu vật chuyển động xuống phía dưới với gia tốc $a > g$ khi đó lực căng sợi dây từ phương trình (21) $T = m(g - a) < 0$ trọng lượng của vật âm, khi đó nếu người đứng trong thang máy đang chuyển động sẽ thấy mình bị nhấc bổng lên trên và chạm vào trần của thang máy.

4. KẾT LUẬN

Qua các bài toán vật lý, khái niệm trọng lượng đã được làm rõ bản chất của nó, trọng lượng được xem là lực căng của sợi dây và phản lực của giá đỡ lên vật, qua đó cho thấy rằng hai vật có khối lượng khác nhau nhưng lại có trọng lượng bằng nhau khi bỏ qua khối lượng của ròng rọc và các dây nối.

Trọng lượng chỉ bằng độ lớn của trọng lực khi hệ vật đứng yên và bỏ qua lực quán tính. Đồng thời qua các bài toán này, vấn đề tăng giảm trọng lượng của một vật cũng được đề cập một cách cụ thể và chi tiết, giúp người đọc hiểu và phân biệt được hai khái niệm trọng lượng và trọng lực; trong khi các khái niệm này chưa được chú ý đề cập và giải thích thỏa đáng trong chương trình vật lý phổ thông. Trọng lượng âm của một vật cũng được đề cập, đây là trường hợp ít gặp trong thực tế.

THE CONCEPT OF WEIGHT THROUGH PHYSICAL PROBLEMS HIGH SCHOOL

Mai Van Dung

ABSTRACT

The concept of weight has been mentioned in ordinary physics program in high school. However, this concept is presented in a fairly straightforward way, making it difficult to apply and teach. This paper, through a number of physical problems high school, is to clarify the nature of the concept of weight which can help the reader distinguish precisely the concept of weight and gravity in ordinary physics program in high school.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lương Duyên Bình (Chủ biên), *Vật lý đại cương, Tập một, Cơ nhiệt*, NXB Giáo dục, 2009.
- [2] Lương Duyên Bình, Nguyễn Xuân Chi, Tô Giang, Trần Chí Minh, Vũ Quang, Bùi Gia Thịnh, *Vật lý 10*, NXB Giáo dục Việt Nam, 2007.
- [3] Nguyễn Thành Văn, Dương Hiếu Đầu, *Cơ nhiệt đại cương*, NXB Đại học Quốc gia TP.HCM, 2008.
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=2Z5NqmDPniw>.

