

Ngày soạn : 02/01/2012
Ngày dạy : 12/01/2011
Tiết : 50 - 57

Chuyên đề máy cơ đơn giản

Các bài toán về điều kiện cân bằng vật rắn

và máy cơ đơn giản

A. Lý thuyết

I. Mômen lực: Mô men lực (nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay):

$$M = F.l(\text{N.m})$$

Trong đó: l là khoảng cách từ trục quay đến giá của lực (còn gọi là tay đòn của lực).

II. Điều kiện cân bằng của một vật có trục quay cố định:

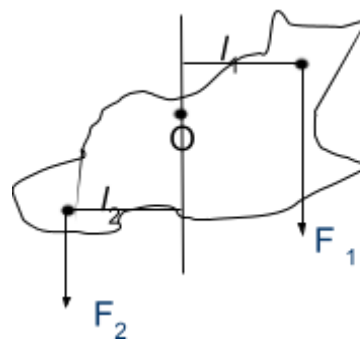
Muốn cho một vật có trục quay cố định đứng cân bằng (hoặc quay đều) thì tổng mômen các lực làm vật quay theo chiều kim đồng hồ bằng tổng các mô men các lực làm cho vật quay ngược chiều kim đồng hồ..

Ví dụ: Với vật bất kỳ có thể quay quanh trục cố định O (Hình bên) để đứng yên cân bằng quanh O (hoặc quay đều quanh O) thì mômen của lực F_1 phải bằng mômen của lực F_2 .

Tức là: $M_1 = M_2 \Leftrightarrow F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

Trong đó l_1, l_2 lần lượt là tay đòn của các lực F_1, F_2

(Tay đòn của lực là khoảng cách từ trục qua đến phương của lực)

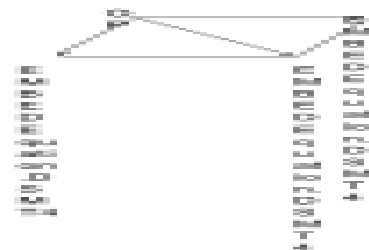


III. Quy tắc hợp lực.

1. Quy tắc tổng hợp hai lực đồng quy (quy tắc hình bình hành).

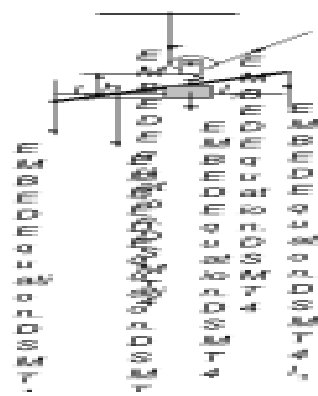
Hợp lực của hai lực đồng quy (cùng điểm đặt) có phương trùng với đường chéo của hình bình hành mà hai cạnh là hai lực đó, độ lớn của hợp lực là độ dài đường chéo.

$$F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha$$



2. Tổng hai lực song song cùng chiều:

Hợp lực của hai lực song song cùng chiều là một lực cùng phương,



độ lớn bằng tổng hai lực thành phần, có giá chia trong khoảng cách giữa hai giá của hai lực thành phần thành những đoạn thẳng tỉ

lệ nghịch với hai lực ấy.

$$F = F_1 + F_2; \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

3. Tổng hợp hai lực song song ngược chiều:

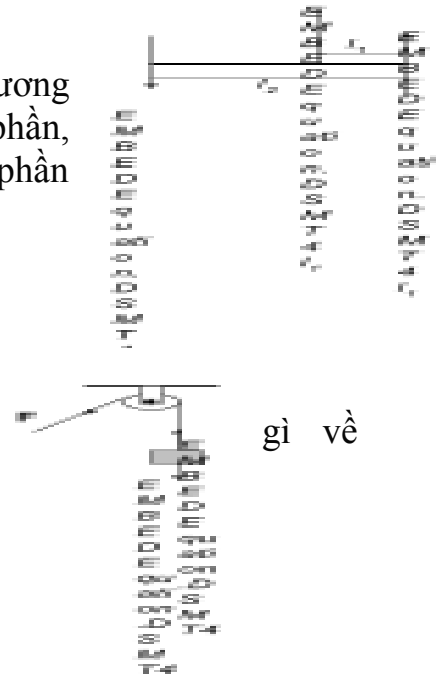
Hợp lực của hai lực song song ngược chiều là một lực có phương cùng phương với lực lớn hơn, độ lớn bằng hiệu hai lực thành phần, có giá chia ngoài khoảng cách giữa hai giá của hai lực thành phần thành những đoạn thẳng tỉ lệ nghịch với hai lực ấy.

$$F = |F_1 - F_2|; \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

IV. Các máy cơ đơn giản

1. Ròng rọc cố định: Dùng ròng rọc cố định không được lợi lực, đường đi do đó không được lợi gì về công.

$$F = P; s = h$$



2. Ròng rọc động.

– Với 1 ròng rọc động: Dùng ròng rọc động được lợi hai lần về lực nhưng lại thiệt hai lần về đường đi do đó không được lợi gì về công.

$$F = \frac{P}{2}; s = 2h$$

– Với hai ròng rọc động: Dùng 2 ròng rọc động được lợi 4 lần về lực nhưng lại thiệt 4 lần về đường đi do đó không được lợi gì về công.

$$F = \frac{P}{4}; s = 4h$$

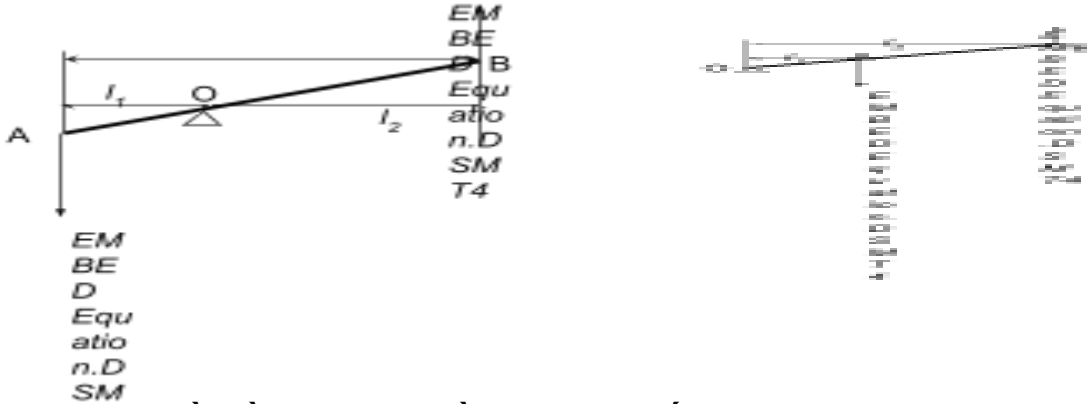
– Tổng quát: Với hệ thống có n ròng rọc động thì ta có:

$$F = \frac{P}{2^n}; s = 2^n h$$

3. Đòn bẩy: Dùng đòn bẩy được lợi bao nhiêu lần về lực thì thiệt bấy nhiêu lần về đường đi do đó không được lợi gì về công.

$$F_1.l_1 = F_2.l_2$$

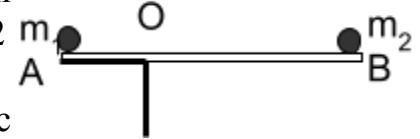
(Áp dụng điều kiện cân bằng của một vật có trục quay cố định)
 Trong đó F_1 ; F_2 là các lực tác dụng lên đòn bẩy, l_1 ; l_2 là các tay đòn của lực hay khoảng cách từ giá của các lực đến trục quay.



I. Các bài toán về điều kiện cân bằng của vật rắn và mô men lực:

Phương pháp: Cần xác định trục quay, xác định các vết tơ lực tác dụng lên vật. Xác định chính xác cánh tay đòn của lực. Xác định các mô men lực làm vật quay theo chiều kim đồng hồ và ngược chiều kim đồng hồ. sử dụng điều kiện cân bằng của vật rắn để lập phương trình.

Bài toán 1: Một thanh thẳng AB đồng chất, tiết diện đều có rãnh dọc, khối lượng thanh $m = 200g$, dài $l = 90cm$. Tại A, B có đặt 2 hòn bi trên rãnh mà khối lượng lần lượt là $m_1 = 200g$ và m_2 . Đặt thước (cùng 2 hòn bi ở A, B) trên mặt bàn nằm ngang vuông góc với mép bàn sao cho phần OA nằm trên mặt bàn có chiều dài $l_1 = 30cm$, phần OB ở mép ngoài bàn. Khi đó người ta thấy thước cân bằng nằm ngang (thanh chỉ tựa lên điểm O ở mép bàn)



a. Tính khối lượng m_2 .

b. Cùng 1 lúc, đẩy nhẹ hòn bi m_1 cho chuyển động đều trên rãnh với vận tốc $v_1 = 10cm/s$ về phía O và đẩy nhẹ hòn bi m_2 cho chuyển động đều với vận tốc v_2 dọc trên rãnh về phía O. Tìm v_2 để cho thước vẫn cân bằng nằm ngang như trên.

Giải

a. Trọng tâm của thanh là I ở chính giữa thanh. Nên cách điểm O là $0,15 m$

Mô men do trọng lượng của bi m_1 : $m_1.OA$

Mô men do trọng lượng thanh gây ra: $m.OI$

Mô men do bi m_2 gây ra là: $m_2.OB$

Để thanh đứng cân bằng: $m_1.OA = m.OI + m_2.OB$

Thay các giá trị ta tìm được $m_2 = 50 \text{ g}$.

b. Xét thời điểm t kể từ lúc hai viên bi bắt đầu chuyển động.

Cánh tay đòn của bi 1: $(OA - v_1 t)$ nên mô men tương ứng là: $m_1(OA - v_1 t)$

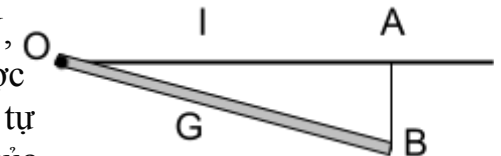
Cánh tay đòn của viên bi 2: $(OB - v_2 t)$ nên mô men là: $m_2(OB - v_2 t)$

Thước không thay đổi vị trí nên mô men do trọng lượng của nó gây ra là $OI.m$

Để thước cân bằng: $m_1(OA - v_1 t) = m_2(OB - v_2 t) + OI.m$

Thay các giá trị đã cho vào ta tìm được $v_2 = 4v_1 = 40 \text{ cm/s}$

Bài toán 2: Một thanh dài $l = 1 \text{ m}$ có trọng lượng $P = 15 \text{ N}$, một đầu được gắn vào trần nhà nhờ một bản lề. Thanh được giữ nằm nghiêng nhờ một sợi dây thẳng đứng buộc ở đầu tự do của thanh. Hãy tìm lực căng F của dây nếu trọng tâm của thanh cách bản lề một đoạn bằng $d = 0,4 \text{ m}$.



Giải

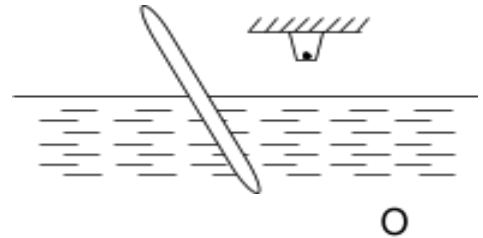
Mô men gây ra do trọng lượng của thanh tại trọng tâm của nó:

$P.OI$

Mô men do lực căng sợi dây gây ra: $F.OA$

Vì thanh cân bằng nên: $P.OI = F.OA$

Hay: $\frac{F}{P} = \frac{OI}{OA} = \frac{OG}{OB} = 0,4 \Leftrightarrow F = 0,4P = 0,4.15 = 6 \text{ N}$



Bài toán 3: Một thanh mảnh, đồng chất, phân bố đều khối

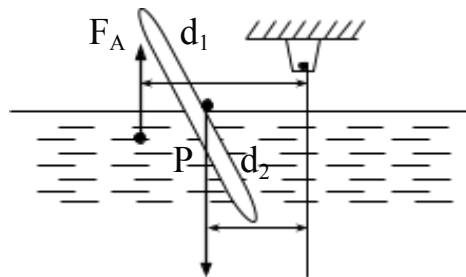
lượng có thể quay quanh trục O ở phía trên. Phần dưới của thanh nhúng trong nước, khi cân bằng thanh nằm nghiêng như hình vẽ, một nửa chiều dài nằm trong nước. Hãy xác định khối lượng riêng của chất làm thanh đó.

Giải

Mô men do lực ác si mét gây ra: $F_A d_1$
 Mô men do trọng lượng của thanh gây ra:
 $P d_2$

Ta có phương trình cân bằng lực:

$$\frac{F_A}{P} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{\frac{1}{2}l}{\frac{3}{4}l} = \frac{2}{3}$$



(1)

Gọi D_n và D là khối lượng riêng của nước và chất làm thanh. M là khối lượng của thanh, S là tiết diện ngang của thanh

Lực đẩy Acsimet: $F_A = S \cdot \frac{1}{2} \cdot D_n \cdot 10$ (2)

Trọng lượng của thanh:

$$P = 10 \cdot m = 10 \cdot l \cdot S \cdot D$$

(3)

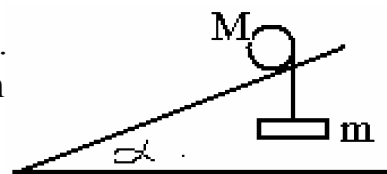
Khi thanh cân bằng, các lực tác dụng lên thanh gồm: Trọng lực P tập trung ở điểm giữa của thanh (trọng tâm của thanh) và lực đẩy Acsimet F_A tập trung ở trọng tâm phần thanh nằm trong nước (Hình bên). Gọi l là chiều dài của thanh.

Thay (2), (3) vào (1) suy ra: $\frac{3}{2} S \cdot l \cdot D_n \cdot 10 = 2 \cdot 10 \cdot l \cdot S \cdot D$

$\Rightarrow$ Khối lượng riêng của chất làm thanh:

$$D = \frac{3}{4} D_n$$

Bài toán 4: Một hình trụ khối lượng M đặt trên đường ray, đường này nghiêng một góc α so với mặt phẳng nằm ngang. Một trọng vật m buộc vào đầu một sợi dây quấn quanh hình trụ phải có khối lượng nhỏ nhất là bao nhiêu để hình trụ lăn lên trên? Vật chỉ lăn không trượt, bỏ qua mọi ma sát.



Giải

Gọi R là bán kính khối trụ. P_M là trọng lượng khối trụ.

T là sức căng sợi dây.

Ta có: $P_M = 10M$. Và $T = 10m$

Khối trụ quay quanh điểm I là điểm tiếp xúc giữa khối trụ và đường ray. Từ hình vẽ HI là cánh tay đòn của lực P_M và IK là cánh tay đòn của lực T .

Ta có: $HI = R \sin \alpha$ và $IK = R - IH = R(1 - \sin \alpha)$

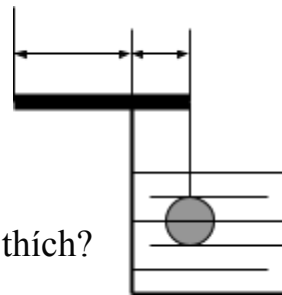
Điều kiện để khối trụ lăn lên trên là $T \cdot IK \geq P_M \cdot HI$

Hay $10m \cdot IK \geq 10M \cdot HI$ hay $m \geq M$

Thay các biểu thức của HI và IK vào ta được: $m \geq M$

Khối lượng nhỏ nhất của vật m để khối trụ lăn đều lên trên là: $m = M$

Bài toán 5: Một thanh đồng chất tiết diện đều, đặt trên thành của bình đựng nước, ở đầu thanh có buộc một quả cầu đồng chất bán kính R , sao cho quả cầu ngập hoàn toàn trong nước. Hệ thống này cân bằng như hình vẽ. Biết trọng lượng riêng của quả cầu và nước lần lượt là d và d_0 , Tỉ số $l_1:l_2 = a:b$. Tính trọng lượng của thanh đồng chất nói trên. Có thể xảy ra trường hợp $l_1 > l_2$ được không? Giải thích?



Giải

Gọi chiều dài của thanh là L và trọng tâm của thanh là O . Thanh quay tại điểm tiếp xúc N của nó với thành cốc. Vì thanh đồng chất, tiết diện đều nên trọng tâm của thanh là trung điểm của thanh.

Vì $l_1:l_2 = a:b$ nên $l_2 = b$ và $l_1 = a$

Gọi trọng lượng của thanh đồng chất là P_0 thì cánh tay đòn của P_0 là $l_2 = L/2$

Mô Men của nó là $M_1 = L/2 \cdot P_0$

Trọng lượng quả cầu là $P = dV$, Lực ác si mét tác dụng lên quả cầu là $F_A = d_0V$

Lực tác dụng lên đầu bên phải của thanh là $F = P - F_A = (d - d_0)V$

lực này có cánh tay đòn là l_1 và mô men của nó là $M_2 = a \cdot (d - d_0)V$

Vì thanh cân bằng nên: $M_1 = M_2 \Rightarrow L/2 \cdot P_0 = a \cdot (d - d_0)V$

Từ đó tìm được $P_0 = 2a \cdot (d - d_0)V$ Thay $V = \pi R^3$ ta được trọng lượng của thanh đồng chất

Trong trường hợp $l_1 > l_2$ thì trọng tâm của thanh ở về phía l_1 . trọng lượng của thanh tạo ra mô men quay theo chiều kim đồng hồ. Để thanh cân bằng thì hợp lực của quả cầu và lực đẩy ác si mét phải tạo mô men quay ngược chiều kim đồng hồ. khi đó $F_A > P$

Vậy trường hợp này có thể xảy ra khi độ lớn của lực đẩy ác si mét lên quả cầu lớn hơn trọng lượng của nó.

II. Các bài toán về máy cơ đơn giản:

Phương pháp: - Xác định các lực tác dụng lên các phần của vật.

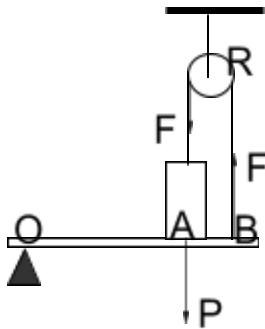
Sử dụng điều kiện cân bằng của một vật để lập các phương trình

Chú ý: - Nếu vật là vật rắn thì trọng lực tác dụng lên vật có điểm đặt tại khối tâm của vật.

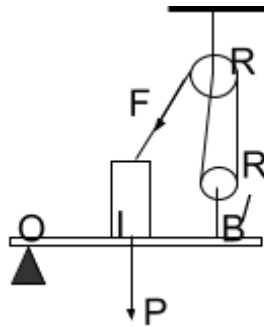
- Vật ở dạng thanh có tiết diện đều và khối lượng được phân bố đều trên vật, thì trọng tâm của vật là trung điểm của thanh. Nếu vật có hình dạng tam giác có khối lượng được phân bố đều trên vật thì khối tâm chính là trọng tâm hình học của vật.
- Khi vật cân bằng thì trục quay sẽ đi qua khối tâm của vật

Bài toán 1: Tấm ván OB có khối lượng không đáng kể, đầu O đặt trên 1 dao cứng tại O , đầu B được treo bằng 1 sợi dây vắt qua ròng rọc cố định R (ván quay được quanh O). Một người có khối lượng 60kg đứng trên tấm ván

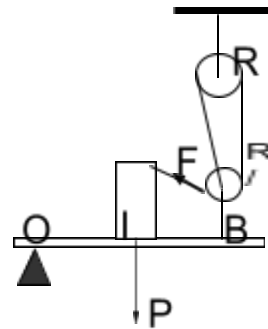
- a. Lúc đầu, người đó đứng tại điểm A sao cho $OA = \frac{2}{3} OB$ (Hình 1)
- b. Tiếp theo thay ròng rọc cố định R bằng 1 palăng gồm 1 ròng rọc cố định R và 1 ròng rọc động R' đồng thời di chuyển vị trí đứng của người đó về điểm I sao cho $OI = \frac{1}{2} OB$ (Hình 2)
- c. Sau cùng palăng ở câu b được mắc theo cách khác nhưng vẫn có $OI = \frac{1}{2} OB$ (Hình 3)
- Hỏi trong mỗi trường hợp **a), b), c)** người đó phải tác dụng vào dây 1 lực F bằng bao nhiêu để tấm ván nằm ngang thẳng bằng? Tính lực F' do ván tác dụng vào điểm tựa O trong mỗi trường hợp (Bỏ qua ma sát ở các ròng rọc và trọng lượng của dây, của ròng rọc)



Hình 1



Hình 2



Hình 3

Giải:

- a. Ta có : $(P - F).OA = F.OB$ suy ra : $F = 240N$
 Lực kéo do tấm ván tác dụng vào O: $F' = P - F - F = 120N$
- b. Ta có $F_B = 2F$ và $(P - F).OI = F_B.OB$ suy ra : $F = 120N$
 Lực kéo do tấm ván tác dụng vào O: $F' = P - F - 2F = 240N$
- c. Ta có $F_B = 3F$ và $(P + F).OI = F_B.OB$ suy ra : $F = 120N$
 Lực kéo do tấm ván tác dụng vào O: $F' = P + F - 3F = 360N$

Bài toán 2: Một người có trọng lượng P_1 đứng trên tấm ván có trọng lượng P_2 để kéo đầu một sợi dây vắt qua hệ ròng rọc (Hình vẽ). Độ dài tấm ván giữa hai điểm treo dây là l . Bỏ qua trọng lượng của ròng rọc, sợi dây và mọi ma sát.

- Người đó phải kéo dây với một lực là bao nhiêu và người đó đứng trên vị trí nào của tấm ván để duy trì tấm ván ở trạng thái nằm ngang?
- Tính trọng lượng lớn nhất của tấm ván để người đó còn đề lên tấm ván.

Giải

a. Gọi T_1 là lực căng dây qua ròng rọc cố định.

T_2 là lực căng dây qua ròng rọc động, Q là áp lực của người lên tấm ván. Ta có: $Q = P_1 - T_2$ và $T_1 = 2T_2$ (1)

Để hệ cân bằng thì trọng lượng của người và ván cân bằng với lực căng sợi dây. Vậy: $T_1 + 2T_2 = P_1 + P_2$

Từ (1) ta có: $2T_2 + 2T_2 = P_1 + P_2$ hay $T_2 =$

Vậy để duy trì trạng thái cân bằng thì người phải tác dụng một lực lên dây có độ lớn là

$$F = T_2 =$$

Gọi B là vị trí của người khi hệ cân bằng, khoảng cách từ B đến đầu A của tấm ván là l_0 . Chọn A làm điểm tựa. để tấm ván cân bằng theo phương ngang thì

$$T_2 l_0 + T_2 l = P_1 l_0 + \quad \Rightarrow (T_2 - 0,5P_2)l = (P_1 - T_2)l_0$$

Vậy: $l_0 = \frac{P_1 - T_2}{T_2 - 0,5P_2}$ Thay giá trị T_2 ở trên và tính toán được: $l_0 =$

Vậy vị trí của người để duy trì ván ở trạng thái nằm ngang là cách đầu A một khoảng $l_0 =$

b. Để người đó còn đề lên tấm ván thì $Q \geq 0 \Rightarrow P_1 - T_2 \geq 0 \Rightarrow P_1 - \geq 0 \Leftrightarrow 3P_1 \geq P_2$

Vậy trọng lượng lớn nhất của ván để người đó còn đề lên tấm ván là: $P_{2\max} = 3P_1$

Bài toán 3: Một miếng gỗ mỏng, đồng chất hình tam giác vuông có chiều dài 2 cạnh góc vuông $AB = 27\text{cm}$, $AC = 36\text{cm}$ và khối lượng $m_0 = 0,81\text{kg}$; đỉnh A của miếng gỗ được treo bằng một dây mảnh, nhẹ vào điểm cố định O .

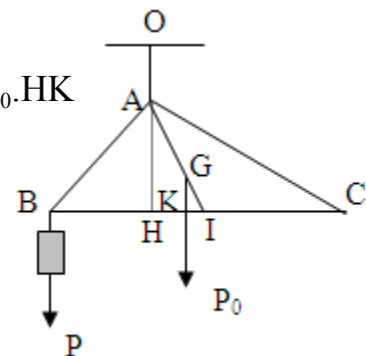
a. Hỏi phải treo một vật khối lượng m nhỏ nhất bằng bao nhiêu tại điểm nào trên cạnh huyền BC để khi cân bằng cạnh huyền BC nằm ngang?

b. Bây giờ lấy vật ra khỏi điểm treo (ở câu a) Tính góc hợp bởi cạnh huyền BC với phương ngang khi miếng gỗ cân bằng

Giải: a. Để hệ cân bằng ta có: $P.HB = P_0.HK \Leftrightarrow m.HB = m_0.HK$

$$\text{Mà } HB = \frac{AB^2}{BC} = \frac{27^2}{45} = 16,2\text{cm}$$

$$HK = \frac{2}{3}.HI = \frac{2}{3}.(BI - BH) = \frac{2}{3}.(45/2 - 16,2) = 4,2\text{cm}$$



$$\Rightarrow m = 4,2/16,2 \cdot 0,81 = 0,21\text{kg}$$

Vậy để cạnh huyền BC nằm ngang thì vật m phải đặt tại B và có độ lớn là 0,21kg.

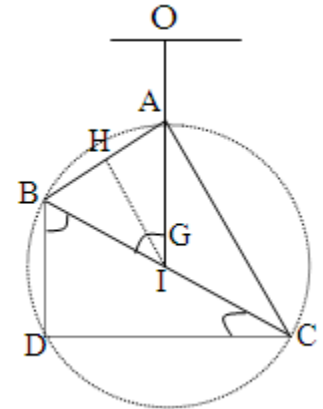
b. Khi bỏ vật, miếng gỗ cân bằng thì trung tuyến AI có phương thẳng đứng

$$\text{Ta có : } \sin \frac{BIA}{2} = \frac{AB/2}{BC/2} = \frac{27}{45} = 0,6$$

$$\Rightarrow BIA = 73,74^\circ$$

Do BD // AI Suy ra DBC = BIA = 73,74°

Góc nghiêng của cạnh huyền BC so với phương ngang
 $\alpha = 90^\circ - DBC = 90^\circ - 73,74^\circ = 16,26^\circ$



III. Các bài toán về sự kết hợp giữa máy cơ đơn giản và lực đẩy ác si mét:

Bài toán 1: Hai quả cầu bằng kim loại có khối lượng bằng nhau được treo vào hai đĩa của một cân đòn. Hai quả cầu có khối lượng riêng lần lượt là $D_1 = 7,8\text{g/cm}^3$; $D_2 = 2,6\text{g/cm}^3$. Nhúng quả cầu thứ nhất vào chất lỏng có khối lượng riêng D_3 , quả cầu thứ hai vào chất lỏng có khối lượng riêng D_4 thì cân mất thăng bằng. Để cân thăng bằng trở lại ta phải bỏ vào đĩa có quả cầu thứ hai một khối lượng $m_1 = 17\text{g}$. Đổi vị trí hai chất lỏng cho nhau, để cân thăng bằng ta phải thêm $m_2 = 27\text{g}$ cũng vào đĩa có quả cầu thứ hai. Tìm tỉ số hai khối lượng riêng của hai chất lỏng.

Giải

Do hai quả cầu có khối lượng bằng nhau.

Gọi V_1, V_2 là thể tích của hai quả cầu, ta có:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{7,8}{2,6} = 3$$

$$D_1 \cdot V_1 = D_2 \cdot V_2 \text{ hay } V_2 = 3V_1$$

Gọi F_1 và F_2 là lực đẩy Acsimet tác dụng vào các quả cầu. Do cân bằng ta có:

$$(P_1 - F_1) \cdot OA = (P_2 + P' - F_2) \cdot OB$$

Với P_1, P_2, P' là trọng lượng của các quả cầu và quả cân; $OA = OB$; $P_1 = P_2$ từ đó suy ra:

$$P' = F_2 - F_1 \text{ hay } 10 \cdot m_1 = (D_4 \cdot V_2 - D_3 \cdot V_1) \cdot 10$$

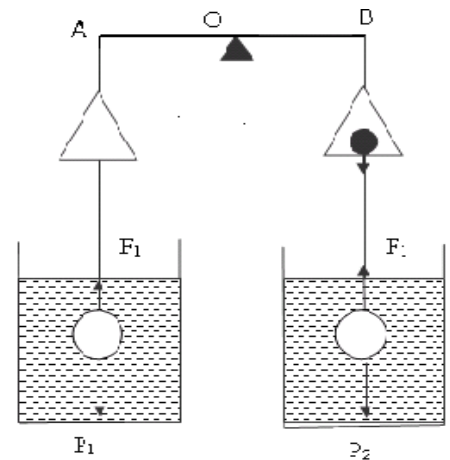
$$\text{Thay } V_2 = 3V_1 \text{ vào ta được: } m_1 = (3D_4 - D_3) \cdot V_1 \quad (1)$$

Tương tự cho lần thứ hai ta có;

$$(P_1 - F'_1) \cdot OA = (P_2 + P'' - F'_2) \cdot OB$$

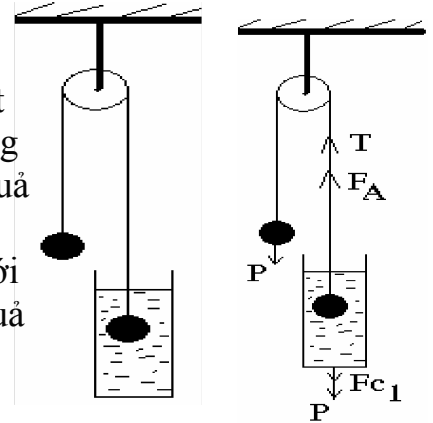
$$\Rightarrow P'' = F'_2 - F'_1 \text{ hay } 10 \cdot m_2 = (D_3 \cdot V_2 - D_4 \cdot V_1) \cdot 10$$

$$\Rightarrow m_2 = (3D_3 - D_4) \cdot V_1 \quad (2)$$



$$\begin{aligned} \text{Lập tỉ số } \frac{(1)}{(2)} &= \frac{m_1}{m_2} = \frac{3D_4 - D_3}{3D_3 - D_4} \Rightarrow m_1 \cdot (3D_3 - D_4) = m_2 \cdot (3D_4 - D_3) \\ &\Rightarrow \frac{D_3}{D_4} = \frac{3m_2 + m_1}{3m_1 + m_2} = 1,256 \\ &\Rightarrow (3 \cdot m_1 + m_2) \cdot D_3 = (3 \cdot m_2 + m_1) \cdot D_4 \end{aligned}$$

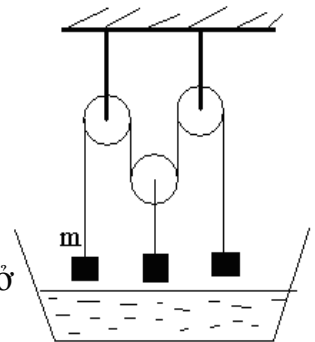
Bài toán 2: Hai quả cầu giống nhau được nối với nhau bởi một sợi dây nhẹ không dẫn vắt qua ròng rọc cố định. Một quả nhúng trong bình nước (hình vẽ). Tìm vận tốc chuyển động của các quả cầu. Biết rằng khi thả riêng một quả cầu vào bình nước thì quả cầu chuyển động đều với vận tốc V_0 . Lực cản của nước tỷ lệ với vận tốc quả cầu. Cho khối lượng riêng của nước và chất làm quả cầu lần lượt là D_0 và D .



Giải

Gọi trọng lượng mỗi quả cầu là P , Lực đẩy Ác si mét lên quả cầu là F_A .
 Khi nối hai quả cầu như hình vẽ thì quả cầu chuyển động từ dưới lên trên. F_{C1} và F_{C2} là lực cản của nước lên quả cầu trong hai trường hợp nói trên. T là sức căng sợi dây.
 Ta có: $P + F_{C1} = T + F_A \Rightarrow F_{C1} = F_A$ (vì $P = T$) suy ra $F_{C1} = V \cdot 10D_0$
 Khi thả riêng quả cầu trong nước, do quả cầu chuyển động từ trên xuống dưới nên:
 $P = F_A - F_{C2} \Rightarrow F_{C2} = P - F_A = V \cdot 10(D - D_0)$
 Do lực cản của nước tỷ lệ với vận tốc quả cầu nên ta có: $v =$)
 Nên vận tốc của quả cầu trong nước là: $v =$

Bài toán 3: Hệ gồm ba vật đặc và ba ròng rọc được bố trí như hình vẽ. Trọng vật bên trái có khối lượng $m = 2\text{kg}$ và các trọng vật ở hai bên được làm bằng nhôm có khối lượng riêng $D_1 = 2700\text{kg/m}_3$. Trọng vật ở giữa là các khối được tạo bởi các tấm có khối lượng riêng $D_2 = 1100\text{kg/m}_2$. Hệ ở trạng thái cân bằng. Nhúng cả ba vật vào nước, muốn hệ cân bằng thì thể tích các tấm phải gắn thêm hay bớt đi từ vật ở giữa là bao nhiêu? Cho khối lượng riêng của nước là $D_0 = 1000\text{kg/m}_3$. Bỏ qua mọi ma sát.



Giải

Vì bỏ qua mọi ma sát và hệ vật cân bằng nên khối lượng vật bên phải cũng bằng m và khối lượng vật ở giữa là $2m$. Vậy thể tích vật ở giữa là: $V_0 = 3,63 \text{ dm}^3$. Khi

nhúng các vật vào nước thì chúng chịu tác dụng của lực đẩy Ác si mét. Khi đó lực căng của mỗi sợi dây treo ở hai bên là: $T = 10(m - D_0)$. Để cân bằng lực thì lực ở sợi dây treo chính giữa là $2T$.

Gọi thể tích của vật ở giữa lúc này là V thì: $\rho V = 2T - 2 \cdot 10m \cdot (1 - \rho)$

$\Rightarrow V = \frac{2T - 2 \cdot 10m \cdot (1 - \rho)}{\rho} = \frac{2 \cdot 10(m - D_0) - 2 \cdot 10m \cdot (1 - \rho)}{\rho} = 25,18 \text{ dm}^3$. Thể tích của vật ở giữa tăng thêm là: $\Delta V = V - V_0 = 21,5 \text{ dm}^3$.