

**CHUYÊN ĐỀ: CÁC MÁY CƠ ĐƠN GIẢN**  
**(Ròng rọc)**

**A. Lý thuyết**

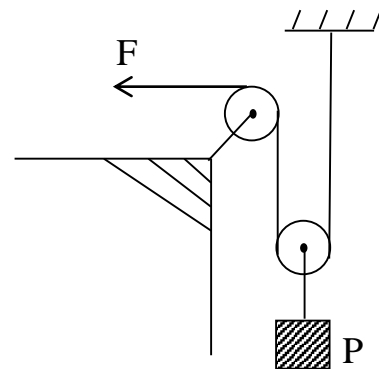
- 1) Tác dụng của các máy cơ đơn giản là làm biến đổi lực:
  - Thay đổi hướng của lực (ròng rọc cố định)
  - Thay đổi độ lớn của lực (ròng rọc động)
  - Thay đổi cả hướng và độ lớn của lực (đòn bẩy, mặt phẳng nghiêng)
- 2) Định luật về công:
  - Không một máy cơ đơn giản nào cho ta lợi về công. Được lợi bao nhiêu lần về lực thì thiệt bấy nhiêu lần về đường đi và ngược lại.
- 3) Công thức tính hiệu suất:

$$H = \frac{A_i}{A_{tp}} \cdot 100\%$$

**B. Bài tập**

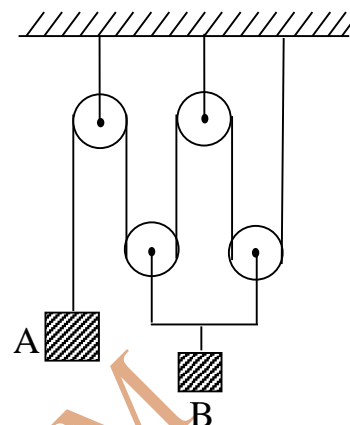
**Bài 1:** Dùng hệ thống ròng rọc như hình vẽ để kéo vật đi lên đều có trọng lượng  $P = 100\text{N}$ .

- a. Tính lực kéo dây.
- b. Để nâng vật lên cao 4m thì phải kéo dây một đoạn bao nhiêu? Tính công dùng để kéo vật.



**Bài 2:** Có hệ ròng rọc như hình vẽ. Vật A có trọng lượng 4N, mỗi ròng rọc có trọng lượng 1N. Bỏ qua ma sát và khối lượng của các dây treo.

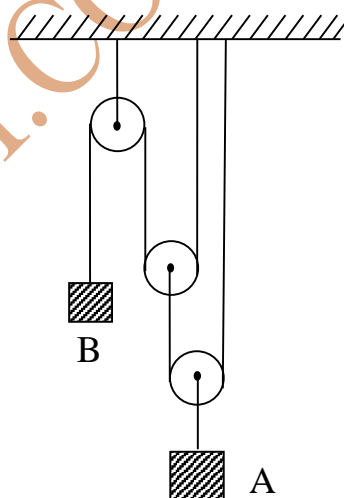
- Hỏi với hệ thống trên có thể nâng vật B có trọng lượng bao nhiêu để nó đi lên đều ?
- Tính hiệu suất của hệ ròng rọc ?
- Tính lực kéo xuống tác dụng vào 2 ròng rọc cố định và lực tác dụng vào giá treo?



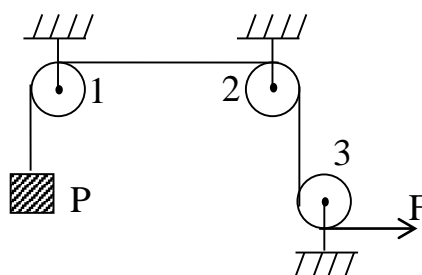
**Bài 3:**

Có hệ ròng rọc như hình vẽ. Vật A và B có trọng lượng lần lượt là 16N và 4,5N. Bỏ qua ma sát và khối lượng dây. Xem trọng lượng của các ròng rọc là không đáng kể.

- Vật A đi lên hay đi xuống ?
- Muốn vật A chuyển động đều đi lên 4 cm thì vật B phải có trọng lượng ít nhất là bao nhiêu và di chuyển bao nhiêu?
- Tính hiệu suất của hệ ròng rọc này ?

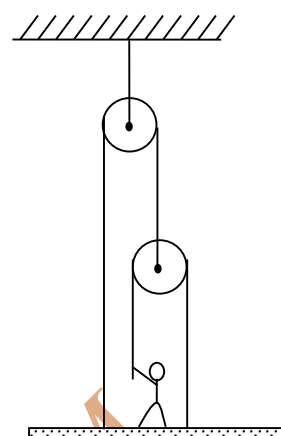


**Bài 4:** Xác định hiệu suất của hệ thống 3 ròng rọc ở hình bên. Biết hiệu suất của mỗi ròng rọc là 0,9. Nếu kéo một vật trọng lượng 10N lên cao 1 m thì công để thắng ma sát là bao nhiêu ?



**Bài 5:** Một người có trọng lượng  $P = 600\text{N}$  đứng trên tấm ván được treo vào hai ròng rọc như hình vẽ. Để hệ thống cân bằng, người đó phải kéo dây, lúc đó lực tác dụng vào trục ròng rọc cố định là  $F = 720\text{N}$ . Tính:

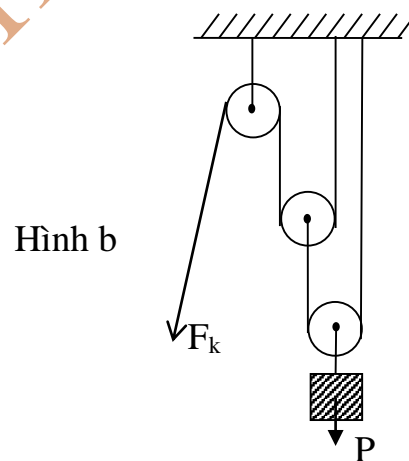
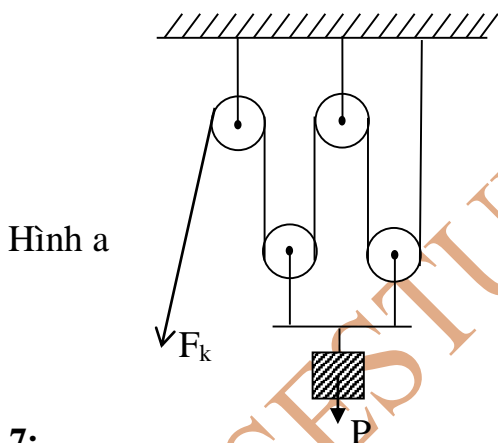
- Lực do người nén lên tấm ván.
- Trọng lượng của tấm ván.
- Bỏ qua ma sát và khối lượng của các ròng rọc. Có thể xem hệ thống trên là một vật duy nhất.



**Bài 6:**

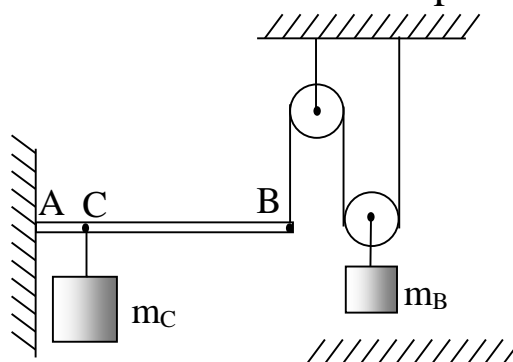
Để đưa một vật có khối lượng  $50\text{ kg}$  lên cao  $10\text{ m}$ , người thứ nhất dùng hệ thống ròng rọc như hình (a), người thứ hai dùng hệ thống ròng rọc như hình (b). Biết khối lượng của mỗi ròng rọc là  $1\text{ kg}$  và lực cản khi kéo dây ở mỗi hệ thống đều bằng  $10\text{ N}$ .

- Hãy so sánh đoạn dây cần kéo và công thực hiện trong hai trường hợp đó.
- Tính hiệu suất của mỗi hệ thống ròng rọc.



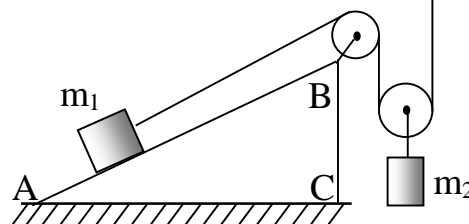
**Bài 7:**

Cho hình vẽ, AB là một thanh đồng chất có khối lượng  $2\text{ kg}$  đang ở trạng thái cân bằng. Mỗi ròng rọc có khối lượng  $0,5\text{ kg}$ . Biết đầu A được gắn vào một bản lề,  $m_B = 5,5\text{ kg}$ ,  $m_C = 10\text{ kg}$  và  $AC = 20\text{ cm}$ , ta thấy thanh AB cân bằng. Tìm độ dài của thanh AB.



**Bài 8:**

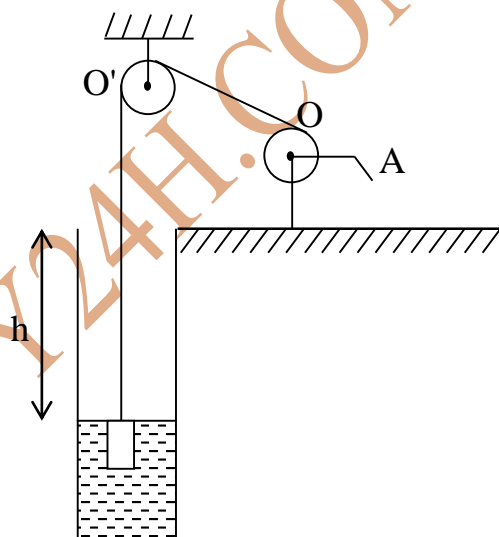
Cho hệ thống như hình vẽ. Biết khối lượng của mỗi ròng rọc, vật  $m_1$  và vật  $m_2$  lần lượt là  $0,2\text{ kg}$ ;  $6\text{ kg}$  và  $4\text{ kg}$ .  $AB = 3BC$ , bỏ qua ma sát và khối



lượng của các dây nối. Hỏi hệ thống có cân bằng không? Tại sao?

**Bài 9:** Để kéo nước từ dưới giếng sâu lên được dễ dàng, người ta sử dụng hệ thống ròng rọc như hình vẽ. Biết O, O' là hai trục quay cố định, mỗi ròng rọc có bán kính  $r = 10 \text{ cm}$ , tay quay OA dài  $50 \text{ cm}$ . Trọng lượng của một gàu nước là  $P = 100 \text{ N}$ .

- Tay quay OA nằm ngang, tính độ lớn của lực kéo  $F_k$  tác dụng lên tay quay để giữ cho gàu nước đứng yên. Dùng hệ thống này ta được lợi bao nhiêu lần về lực? Bỏ qua khối lượng của dây nối và các lực cản.
- Người đó làm việc liên tục trong nửa giờ thì kéo được bao nhiêu  $\text{m}^3$  và công cần thực hiện là bao nhiêu? Biết mỗi lần kéo được một gàu nước thì mất 1 phút,  $h = 10 \text{ m}$ , khối lượng riêng của nước là  $D = 1000 \text{ kg/m}^3$  và độ lớn của lực kéo coi như không đổi.

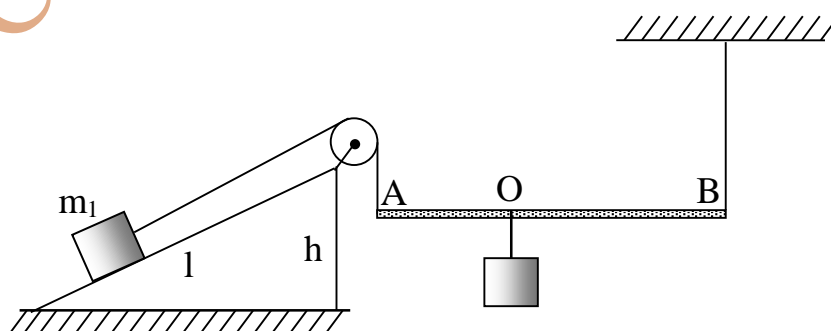


**Bài 10:**

Cho sơ đồ như hình vẽ. Biết:

Mặt phẳng nghiêng có  $l = 60 \text{ cm}$ ,  $h = 30 \text{ cm}$ . Thanh AB đồng chất tiết diện đều có khối lượng  $0,2 \text{ kg}$  và  $OA = \frac{2}{5} AB$ ,  $m_2 = 0,5 \text{ kg}$ .

Hỏi  $m_1$  bằng bao nhiêu để hệ thống cân bằng. Bỏ qua ma sát và khối lượng của dây nối.



**Bài 11:** Để đưa một vật có khối lượng  $270 \text{ kg}$  lên cao  $18 \text{ m}$  người ta dùng một ròng rọc động và một ròng rọc cố định với lực kéo có độ lớn là  $1500 \text{ N}$ . Tính:

- a. Hiệu suất của hệ thống ròng rọc ?  
 b. Độ lớn của lực cản và khối lượng của ròng rọc động. Biết công hao phí để nâng ròng rọc động bằng  $\frac{1}{5}$  công hao phí do ma sát ?

**C. Lời giải**

**Bài 1:**

- a. Ta phân tích lực tác dụng vào hệ thống.

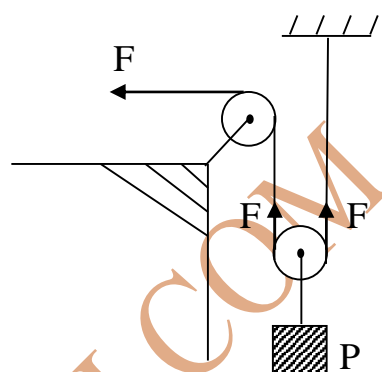
Để vật cân bằng ta phải có:

$$F = \frac{P}{2} = 50N$$

- b. Khi vật nâng lên một đoạn  $h = 4$  m thì dây phải rút ngắn một đoạn  $s = 2h = 8$ m.

Công dùng để kéo vật:

$$A = F.s = 50.8 = 400 J$$



**Bài 2:**

- a.  $P_B = 14N$ ;

Vậy hệ thống có thể nâng vật  $P_B = 14N$  lên đều.

- b. Khi vật B đi lên một đoạn  $h$  thì 2 ròng rọc động cùng đi lên một đoạn  $h$  và vật A đi xuống 1 đoạn  $4h$ .

Công có ích là công để nâng vật B:

$$A_i = P_B . h = 14h$$

Công toàn phần là công của vật A thực hiện được:

$$A_t = P_A . 4h = 16h$$

và hiệu suất của hệ thống:

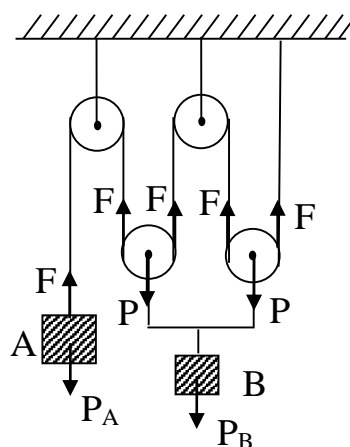
$$H = \frac{A_i}{A_t} . 100\% = \frac{14h}{16h} . 100\% = 87,5\%$$

- c. Lực tác dụng vào mỗi trục ròng rọc cố định là:

$$2F + P = 2 . P_A + P = 9N$$

Lực tác dụng vào giá treo gồm hai lực của mỗi trục ròng rọc cố định tác dụng vào giá và đầu dây treo vào giá:

$$2 . 9 + F = 18 + P_A = 22N$$



**Bài 3:**

a. Nếu A cân bằng thì do trọng lượng vật A là  $P_A = 16N$  nên

lực căng của dây thứ nhất  $F_1 = \frac{P_A}{2} = 8N$ , lực căng của dây

thứ hai là  $F_2 = \frac{F_1}{2} = 4N$

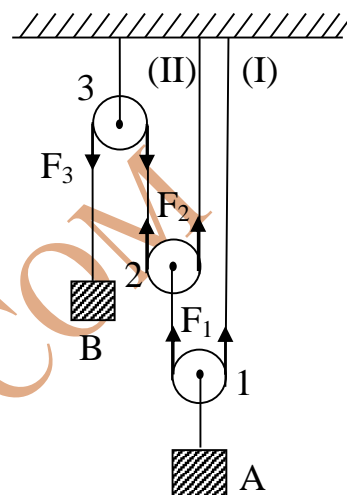
• Theo đề bài, vật B có trọng lượng  $P_B = 4,5N > F_2 = 4N$  nên B đi xuống, còn vật A đi lên.

b. Khi vật B có trọng lượng là  $P'_B = 4N$  thì lực kéo xuống của trọng lực cân bằng với lực  $F_2$  kéo vật B lên.

Nếu lúc đầu A và B đứng yên thì ta có thể kích thích A chuyển động đều đi lên, còn B chuyển động đều đi xuống.

Ta thấy kéo vật A có trọng lượng  $P_A = 16N$  đi lên chỉ cần có trọng lượng  $P'_B = 4N$ . Như vậy tính về lực thì lợi 4 lần nên phải thiệt 4 lần về đường đi. Do đó vật B phải đi xuống 16 cm.

- Thật vậy, khi A đi xuống một đoạn h, dây thứ nhất (I) bị rút ngắn một đoạn 2h, dây thứ hai (II) bị rút ngắn một đoạn 4h.
- Khi ròng rọc (1) đi lên 4 cm (cùng với a) thì ròng rọc (2) phải đi lên 8 cm nên B phải đi xuống 16 cm.



**Bài 4:**

Vì hệ gồm các ròng rọc cố định nên không cho ta lợi về lực. Hiệu suất mỗi ròng rọc là:

$$H = \frac{P}{F} \rightarrow F = \frac{P}{H}$$

Gọi  $F_1, F_2, F$  là lực kéo ở các ròng rọc 1, 2 và 3 ta có:

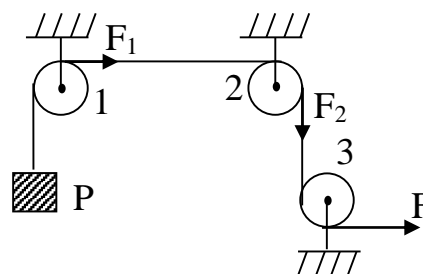
$$F_1 = \frac{P}{H}; F_2 = \frac{F_1}{H} = \frac{P}{H^2}; F = \frac{F_2}{H} = \frac{P}{H^3}$$

Vậy hiệu suất của hệ ròng rọc là:  $H' = \frac{P}{F} = H^3 \approx 0,73$

Khi nâng vật P, công có ích:  $A_i = P \cdot h = 10 \text{ J}$

Công toàn phần:  $A = A_i + A_x = 10 + A_x$

với  $A_x$  là công để thắng ma sát.  $A' = \frac{A_i}{A} \rightarrow 0,73 = \frac{10}{10 + A_x}$



Giải ra ta được  $A_x = 3,7 \text{ J}$

**Bài 5:**

- a. Gọi  $T$  là lực căng dây ở ròng rọc động,  $T'$  là lực căng dây ở ròng rọc cố định. Ta có:

$$T' = 2T ; F = 2T' = 4T$$

$$\Rightarrow T = \frac{F}{4} = \frac{720N}{4} = 180N$$

Gọi  $Q$  là lực người nén lên ván, ta có:

$$Q = P - T = 600N - 180N = 420N$$

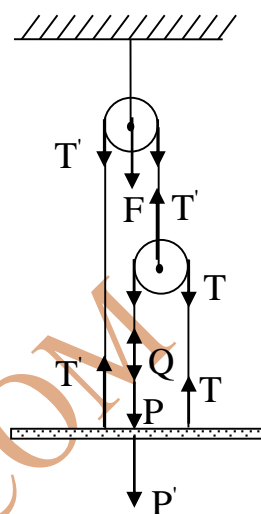
- b. Gọi  $P'$  là trọng lượng tấm ván, coi hệ thống trên là một vật duy nhất và do hệ thống cân bằng, ta có:

$$T' + T = P' + Q$$

Suy ra:  $3T = P + Q \Rightarrow P' = 3T - Q$

$$P' = 3.180 - 420 = 120N$$

Vậy lực người nén lên tấm ván là 420N và tấm ván có trọng lượng 120 N.



**Bài 6:**

- a. Hai hệ thống ròng rọc ở hình (a) và hình (b) đều bị thiết 4 lần về đường đi cho nên đều phải kéo đoạn dây dài:

$$s_1 = s_2 = s = 4.10 = 40 \text{ (m)}$$

➤ Hình a:

$$\text{Lực kéo: } F_{k1} = \frac{P + 2.P_{RR}}{4} + F_C = \frac{10(50 + 2.1)}{4} + 10$$

$$\Rightarrow F_{k1} = 140N$$

Công thức hiện để kéo vật lên:

$$A_1 = F_{k1} \cdot s = 140 \times 4 = 5600 \text{ (J)}$$

➤ Hình b:

$$\text{Lực kéo: } F_{k2} = \frac{\frac{P + P_{RR}}{2} + P_{RR}}{2} + F_C = \frac{10.(50 + 1)}{2} + 10.1$$

$$\Rightarrow F_{k2} = 142,5 \text{ (N)}$$

Công thức hiện để kéo vật lên:

$$A_2 = F_{k2} \cdot s = 142,5 \times 40 = 5700 \text{ (J)}$$

$$A_2 - A_1 = 5700 - 5600 = 100 \text{ (J)}$$

Vậy người thứ hai cần phải thực hiện một công lớn hơn và lớn hơn 100 J.

b. Hiệu suất của mỗi hệ thống là:

$$\text{Công có ích là: } A = P \cdot h = 50 \cdot 10 \cdot 10 = 5000 \text{ (J)}$$

Vậy:

$$H_1 = \frac{A_{ci}}{A_1} = \frac{5000}{5600} \approx 89,3\%$$

$$H_2 = \frac{A_{ci}}{A_2} = \frac{5000}{5700} \approx 87,7\%$$

### **Bài 7:**

Dựa vào hình vẽ ta có lực tác dụng vào đầu B là:

$$F = \frac{P_B + P_{RR}}{2} = \frac{10 \cdot (5,5 + 0,5)}{2} = 30 \text{ (N)}$$

Khi thanh AB thẳng bằng ta có:

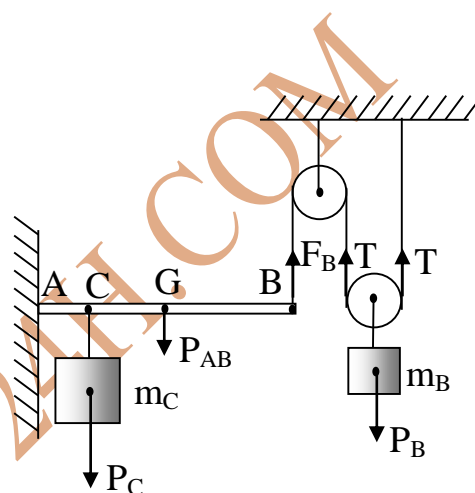
$$P_C \cdot AC + P_{AB} \cdot AG = P_B \cdot AB$$

Mà  $AG = \frac{AB}{2}$  (G là trọng tâm của AB)

$$\Rightarrow 10 \cdot 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 2 \cdot \frac{AB}{2} = 30 \cdot AB$$

$$\Leftrightarrow 20 + 10 \cdot AB = 30 \cdot AB$$

$$\Rightarrow 20 \cdot AB = 20 \Rightarrow AB = 1 \text{ (m)}$$



### **Bài 8:**

Giả sử khi thay  $m_2$  bằng  $m_2'$  sao cho hệ thống cân bằng.

Khi hệ thống cân bằng thì:

$$F \cdot AB = P_1 \cdot BC$$

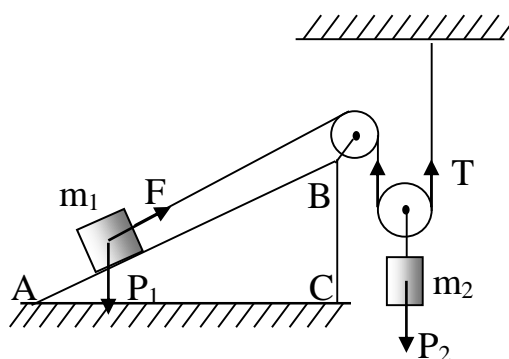
$$\Leftrightarrow 3 \cdot FC \cdot BC = P_1 \cdot BC \text{ nên } 3 \cdot F = P_1$$

Mà ta có:  $F = T = \frac{P_2 + P_{RR}}{2}$

$$\Leftrightarrow 3 \cdot \frac{P_2 + P_{RR}}{2} = P_1$$

$$\Leftrightarrow 1,5 \cdot P_2 + 1,5 \cdot P_{RR} = P_1$$

$$\Leftrightarrow P_2 = \frac{P_1}{1,5} - P_{RR} = \frac{60}{1,5} - 2 = 38 \text{ (N)}$$





$$\Rightarrow m_2 = 3,8(kg)$$

Ta thấy  $m_2 = 3,8kg < m_2 = 4kg$ . Vậy khi treo  $m_2 = 4 kg$  vào ròng rọc thì hệ thống không cân bằng mà vật  $m_1$  sẽ chuyển động lên trên còn  $m_2$  sẽ chuyển động xuống dưới.

### **Bài 9:**

a) Tính lực kéo  $F_k$  để giữ cho gàu nước đứng yên.

Để được lợi về lực thì phương của  $F_k$  phải vuông góc với  $OA$ .

Khi gàu nước đứng yên ta có:

$$F_k \cdot OA = P \cdot r \Rightarrow F_k = \frac{r}{OA} \cdot P = \frac{10}{50} \cdot 100 = 20(N)$$

b) Lượng nước kéo trong 30 phút:  $P' = P \cdot 30 = 100 \cdot 30 = 3000 (N)$

$$\Rightarrow V = \frac{P'}{10 \cdot D} = \frac{3000}{10 \cdot 1000} = 0,3(m^3)$$

Vì bỏ qua ma sát nên công thực hiện là:

$$A = P' \cdot h = 3000 \cdot 10 = 30000(J)$$

### **Bài 10:**

Ta biểu diễn các lực như hình vẽ.

Theo đề bài ta có:

$$OA = \frac{2}{5} AB$$

$$\Rightarrow OB = \frac{3}{5} AB$$

$$\Rightarrow OB = 0,6 \cdot AB$$

G là trọng tâm:

$$\Rightarrow GA = GB = 0,5 \cdot AB$$

Thanh AB ta xem như là một đòn bẩy có điểm tựa tại B. Khi hệ thống cân bằng thì:

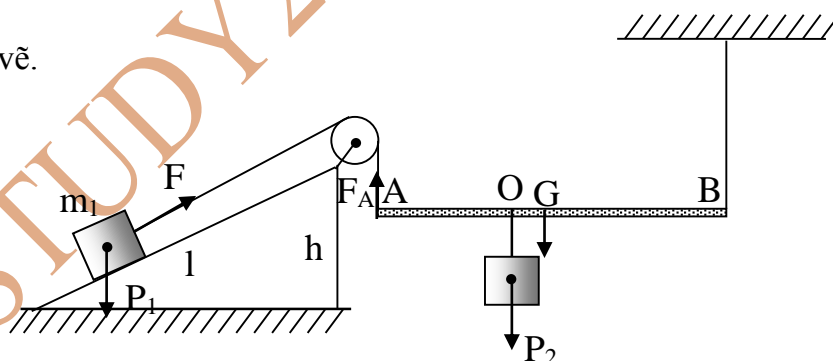
$$F \cdot l = P_1 \cdot h \Rightarrow F = \frac{P_1 \cdot h}{l} \quad (1)$$

$$F \cdot AB = P_2 \cdot OB + P_{AB} \cdot GB$$

$$\Rightarrow F = \frac{P_2 \cdot OB + P_{AB} \cdot GB}{AB} \Rightarrow F = \frac{AB \cdot (0,6 \cdot P_2 + 0,5 \cdot P_{AB})}{AB}$$

$$\Rightarrow F = 0,6 \cdot P_2 + 0,5 \cdot P_{AB} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:  $\frac{P_1 \cdot h}{l} = 0,6 \cdot P_2 + 0,5 \cdot P_{AB}$



$$\Rightarrow P_1 = \frac{(0,6.P_2 + 0,5.P_{AB}).l}{h} = \frac{(0,6.5 + 0,5.2).0,6}{0,3} = 8(N)$$

Vậy  $m_1 = 0,8 \text{ kg}$ .

**Bài 11:**

a) Hiệu suất của hệ ròng rọc:

Công có ích:

$$A_{ci} = P.h = 270.10.18 = 48600 \text{ (J)}$$

Công toàn phần:

$$A_{tp} = F.2.h = 1500.2.18 = 54000 \text{ (J)}$$

$$\text{Vậy hiệu suất: } H = \frac{A_{ci}}{A_{tp}} = \frac{48600}{54000} = 90\%$$

b) Khối lượng của ròng rọc:

Công hao phí:

$$A_{hp} = A_{tp} - A_{ci} = 54000 - 48600 = 5400 \text{ (J)}$$

Công để nâng ròng rọc động gấp hai lần công do ma sát nên độ lớn lực cản và lực để nâng ròng rọc là:

$$A_c = \frac{5}{6} A_{hp} = \frac{5}{6} \cdot 5400 = 4500 \text{ (J)}$$

$$\Rightarrow F_c = \frac{A_c}{s} = \frac{4500}{2.18} = 125 \text{ (N)}$$

$$A_{NRR} = A_{hp} - A_c = 5400 - 4500 = 900 \text{ (J)}$$

$$\text{Mà: } F_{NRR} = \frac{A_{NRR}}{s} = \frac{900}{2.18} = 25 \text{ (N)}$$

$$\Rightarrow P_{RR} = 2.F_{NRR} = 2.25 = 50 \text{ (N)}$$

Vậy ròng rọc có khối lượng:  $m_{RR} = 5 \text{ kg}$