

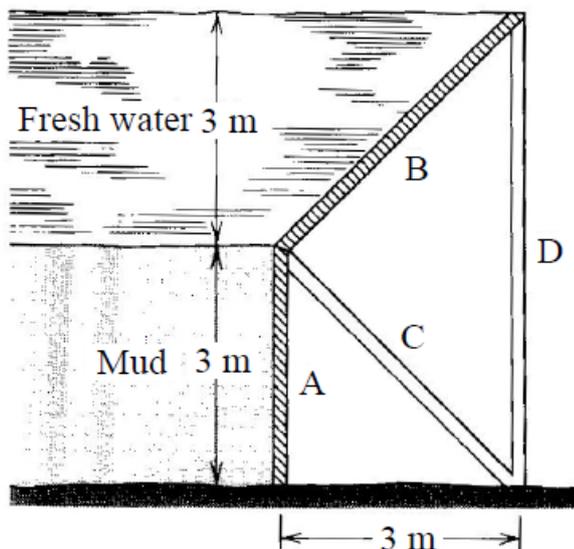
101 年公務人員特種考試關務人員考試試題

等 別：三等關務人員考試

類(科)別：機械工程

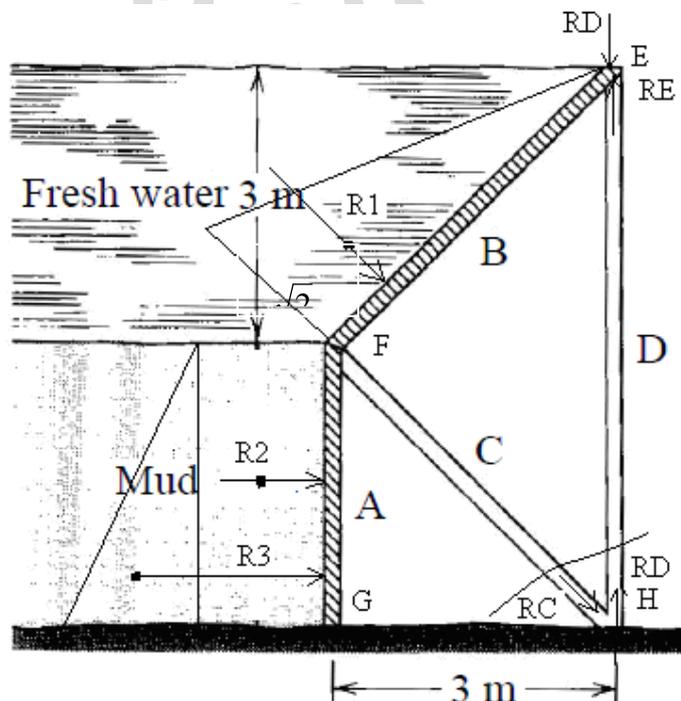
科 目：工程力學(包括靜力學、動力學與材料力學)

一、圖一為一水壩，此水壩由 A 牆和 B 牆所支撐，牆的重量可忽略不計，泥土的密度為 $1.6\text{Mg}/\text{m}^3$ 。承受的構材 C、D 擺放如圖所示，水壩每隔 3 公尺就會擺設一組 C、D 構材，所有的接點為鉸接。請計算構材 C 與 D 的受力狀況。



圖一

【擬答】：



水密度 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ；泥土的密度為 $1.6\text{Mg}/\text{m}^3 = 1.6 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$

取 3 公尺長分析

$$R1 = (1000 \times 3 \times 3) \times 3 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 19091 \text{ (kg)}$$

$$R2 = 1000 \times 3 \times 3 \times 3 = 27000 \text{ (kg)}$$

$$R3 = (1.6 \times 10^3 \times 3 \times 3) \times 3 \times \frac{1}{2} = 21600 \text{ (kg)}$$

因所有接點為鉸接點(含 C、D 接合處)，故 D 桿為二力桿件

公職王歷屆試題 (101 關務人員特考)

取B牆為自由體圖

$$\sum M_F = 0$$

$$-R1 \times \frac{1}{3} \times 3\sqrt{2} + RE \times 3 = 0$$

$RE = 9000 = RD$ ，即D桿受力9000kg(壓力) $= 9000 \times 9.8(N) = 88200(N)$ (壓力)

取整體為自由體圖

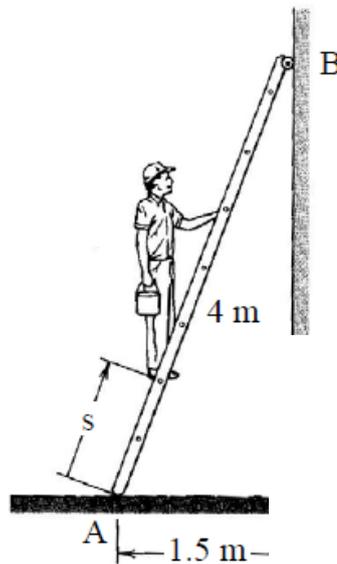
$$\sum M_G = 0$$

$$-R3 \times 1 - R2 \times 1.5 - R1 \times \left(\frac{3\sqrt{2}}{2} + \frac{1}{3} \times 3\sqrt{2} \right) - RC \times \frac{3\sqrt{2}}{2} + RD \times 3 = 0$$

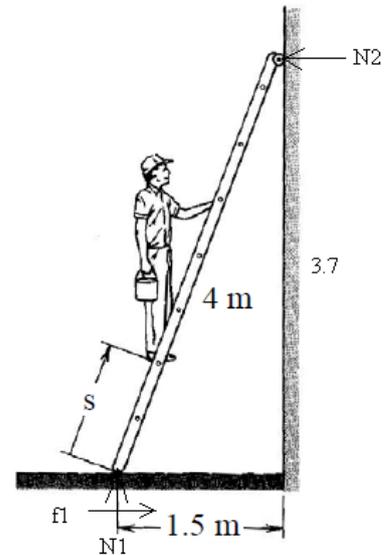
$$-19091 - 27000 \times 1.5 - 21600 \times 3.53 - RC \times 2.12 + 9000 \times 3 = 0$$

$$RC = -51339.15 \text{kg(壓力)} = 51339.15 \times 9.8(N) = 503123.67(N) \text{ (壓力)}$$

二、請計算圖二中 90 kg 之油漆工爬在梯子上，而此梯子不滑動之最大距離 s 。其中，梯子的重量為 15 kg、長 4 m，梯子上方具有一小滑輪，梯子下方與地面之靜摩擦力係數為 0.25，此油漆工的質心位於腳部的正上方。



圖二



【擬答】：

設垂直牆無摩擦力

$$\sum F_y = 0 \text{ 得 } N1 = 90 + 15 = 105 \text{kg}$$

梯底將滑動時，最大靜摩擦力 $f1 = 0.25 \times 105 = 26.25(\text{kg})$

$$\sum F_x = 0 \text{ 得垂直牆支撐力 } N2 = f1 = 26.25(\text{kg})$$

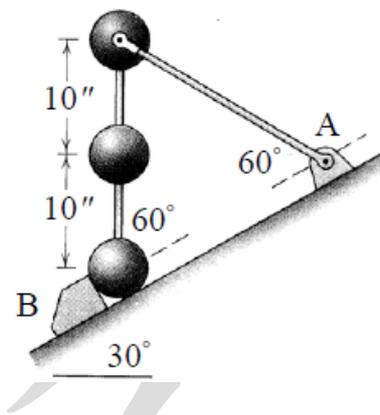
梯頂距地面高 $= \sqrt{4^2 - 1.5^2} = 3.7(\text{m})$

$$\sum M_A = 0$$

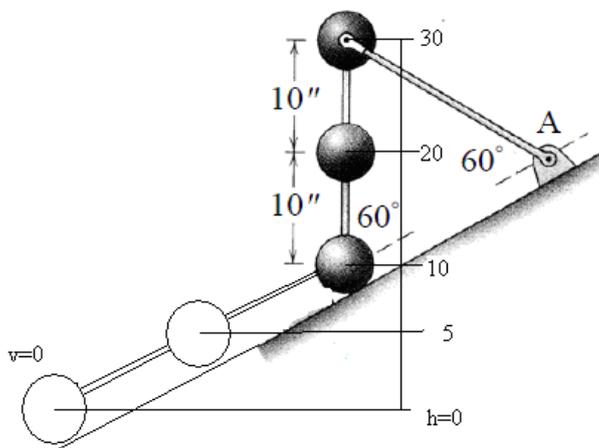
$$26.25 \times 3.7 - 15 \times 0.75 - 90 \times s \times \frac{1.5}{4} = 0$$

$$s = 2.54(\text{m})$$

三、有三個完全相同，質量為 m 的圓球擺設如下圖，球與球之間是由 2 支可忽略質量的棒條來連結。右方支撐的棒條的質量不考慮，兩端的接點處可自由旋轉。假如在 B 處的擋板突然移開，請計算最上方的圓球撞擊到斜板時的瞬間速度 v (注意中間的圓球相對應的速率為 $v/2$)。



【擬答】：



由能量守恆

初狀態能量=末狀態能量

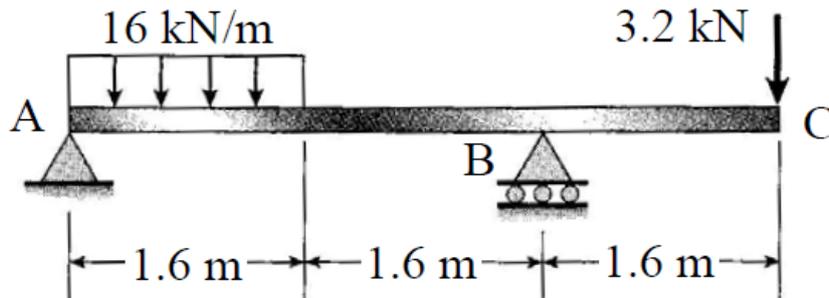
$$mg \times 10 + mg \times 20 + mg \times 30 = mg \times 0 + mg \times 5 + mg \times 10 + \frac{1}{2} m (0.5v)^2 + \frac{1}{2} m (v)^2$$

$$45g = \frac{5}{8} v^2, \text{ 其中 } g = 32.2 \left(\frac{ft}{sec^2} \right) = 32.2 \times 12 \left(\frac{in}{sec^2} \right)$$

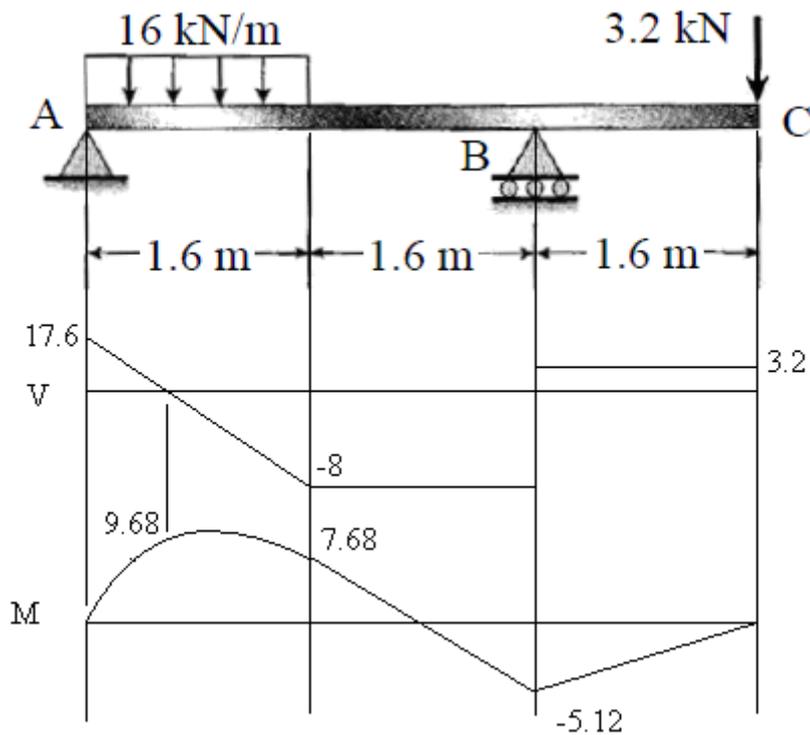
$$\text{得 } v = \sqrt{72g} = \sqrt{72 \times 32.2 \times 12} = 166.8 \text{ (in/sec)}$$

公職王歷屆試題 (101 關務人員特考)

四、有一樑配置如圖四，請繪出此樑之剪力分佈圖與彎矩分佈圖。(20分)



【擬答】：



$$\sum M_B = 0$$

$$R_A = \frac{16 \times 1.6 \times 2.4 - 3.2 \times 1.6}{3.2} = 17.6 \text{ (KN) 向上}$$

$$R_B = 16 \times 1.6 + 3.2 - 17.6 = 11.2 \text{ (KN) 向上}$$

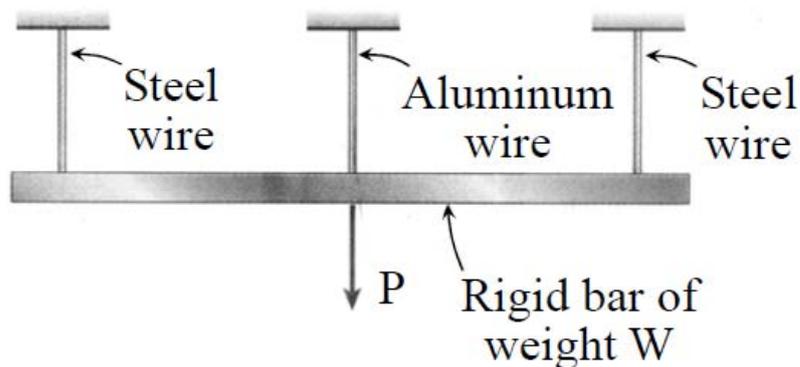
由奇異函數表示

$$V(X) = R_A - 16X + 16\langle X - 1.6 \rangle + R_B\langle X - 3.2 \rangle^0$$

$$M(X) = R_A \times X - \frac{16}{2} X^2 + \frac{16}{2} \langle X - 1.6 \rangle^2 + R_B \langle X - 3.2 \rangle$$

公職王歷屆試題 (101 關務人員特考)

五、一重 $W=80$ lb的剛棒由三條等距的纜繩所固定，材料與配置如圖五所示，鋼纜的直徑為 $1/8$ in，鋁纜的直徑為 $3/16$ in。假設鋼纜所能承受的最大應力為 $20,000$ psi，而鋁纜為 $12,000$ psi，請問可施加之外力 P_{allow} 而不造成結構損壞之最大值。(鋼的楊氏係數 $E_s=30 \times 10^6$ psi，鋁的楊氏係數 $E_a=10 \times 10^6$ psi) (20分)



圖五

【擬答】：

由纜繩配置，知鋼棒必水平下移，即鋼纜與鋁纜有相同變形量。

$$\sum F_y = 0$$

$$2P_s + P_A = P + 80 \text{-----(1)}$$

假設鋼纜先達到最大應力

$$P_s = 20000 \times \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{1}{8}\right)^2 = 245.43 \text{ lb}$$

$$\text{相同變形量：} \frac{P_A \times L}{10 \times 10^6 \times \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{3}{16}\right)^2} = \frac{P_s \times L}{30 \times 10^6 \times \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{1}{8}\right)^2}$$

$$\text{得 } P_A = 184 \text{ lb}$$

$$\text{鋁纜承受之應力為 } \frac{184}{\frac{\pi}{4} \times \left(\frac{3}{16}\right)^2} = 6663.85 \text{ psi 小於 } 12000 \text{ psi}$$

所以假設正確

$$\text{由(1)式可施加之外力 } P = 2 \times 245.43 + 184 - 80 = 595 \text{ (lb)}$$