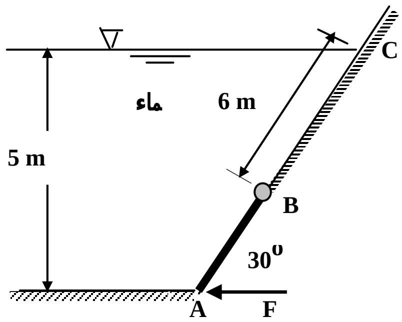
الدرس العملي الرابع

الضغوط على الأسطح المغمورة

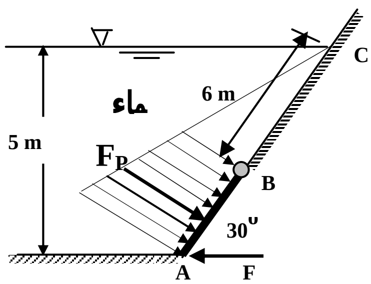
مسائل محاولة

---

١ ـ من الشكل ادناه أوجد القوة اللازمة لإبقاء البوابة الدائرية AB في حالة اتزان.



الحل



$\because Sin30 = \frac{5}{AC} = 0.5$

$\therefore AC = \frac{5}{Sin30} = 10m$

$d = AB = 4m$

$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} (4)^2 = 12.566\ m^2$

$I_{CG} = \frac{\pi}{64} d^4 = \frac{\pi}{64} (4)^4 = 12.566\ m^4$

$AB = 10 - 6 = 4m$

$y_{CG} = 6 + 2 = 8m$

$h_{CG} = y_{CG} \cdot Sin30 = 8 \times 0.5 = 4m$

$F_p = \gamma \cdot h_{CG} \cdot A$

$F_p = 9.810 \times 4 \times 12.566 = 493.1\ KN$

$y_{cp} = \frac{I_{CG}}{y_{CG} \cdot A} + y_{CG}$

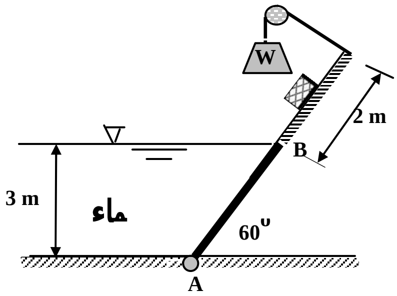
$y_{cp} = \frac{12.566}{8 \times 12.566} + 8 = 8.125m$

$\because \sum M_B = 0$

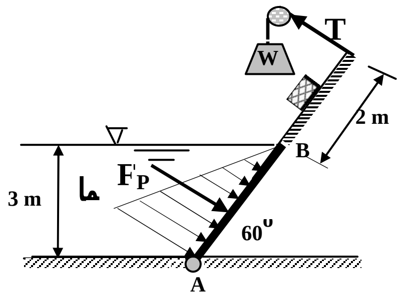
$\therefore - 493.1(8.125 - 6) + F(2) = 0$

$\therefore F = 523.9\ KN$

٢ - من الشكل ادناه أوجد الوزن اللازم لإبقاء البوابة المستطيلة AB الموضحة بالشكل في حالة اتزان اذا علمت ان عرض البوابة 6 متر.



الحل



$$\therefore AB = \frac{3}{Sin60} = 3.464\ m$$

$$A = 3.464 \times 6 = 20.7846\ m^2$$

$$I_{CG} = \frac{bh^3}{12} = \frac{6(3.464)^3}{12} = 20.785\ m^4$$

$$y_{CG} = \frac{3.464}{2} = 1.732\ m$$

$$h_{CG} = 1.5\ m$$

$$F_p = \gamma \cdot h_{CG} \cdot A$$

$$F_p = 9.81 \times 1.5 \times 20.785 = 306\ KN$$

$$y_{cp} = \frac{I_{CG}}{y_{CG} \cdot A} + y_{CG}$$

$$y_{cp} = \frac{20.783}{20.785 \times 1.732} + 1.732 = 2.309\ m$$

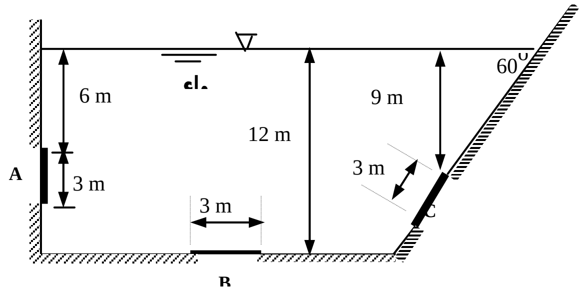
$$\because \sum M_A = 0$$

$$\therefore -W(2 + 3.464) + F(3.464 - 2.309) = 0$$

$$\therefore W = 306 \times \frac{1.155}{5.464} = 64.7\ KN$$

٣ - أوجد قيمة وأتجاه ونقطة تأثير القوى على السطوح المستوية والمغمورة تمامـاً كمـاهو موضح في الشكل عند البوابات :

A بوابة مستطيلة 5 × 3 متر ، B بوابة مربعة 3 × 3 متر ، C بوابة دائريـة قطرهـا 3 متر.



الحل

أولاً: البوابة A :

$$A = 3 \times 5 = 15\ m^2 \qquad h_{CG} = 6 + 1.5 = 7.5\ m$$

$$I_{CG} = \frac{bh^3}{12} = \frac{5(3)^3}{12} = 11.25\ m^4$$

$$F = \gamma \cdot h_{CG} \cdot A = 9.81 \times 7.5 \times 15 = 722\ KN$$

$$y_{cp} = \frac{I_{CG}}{y_{CG} \cdot A} + y_{CG} = \frac{11.25}{7.5 \times 15} + 7.5 = 7.6\ m$$

ثانياً: البوابة B :

$$A = 3 \times 3 = 9\ m^2 \text{ CP at CG} \qquad h_{CG} = 12\ m \qquad y_{CG} = \infty$$

$$F = \gamma \cdot h_{CG} \cdot A = 9.81 \times 12 \times 9 = 1059.5\ KN$$

ثالثاً: البوابة C :

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} \times (3)^2 = 7.07\ m^2 \qquad I_{CG} = \frac{\pi}{64} d^4 = \frac{\pi}{64}(3)^4 = 3.98\ m^4$$

$$h_{CG} = 9 + \frac{3}{2} \times \sin 60 = 9 + 1.3 = 10.3\ m \qquad y_{CG} = \frac{h_{CG}}{\mathrm{Sin}60} = \frac{10.3}{\mathrm{Sin}60} = 11.89\ m$$

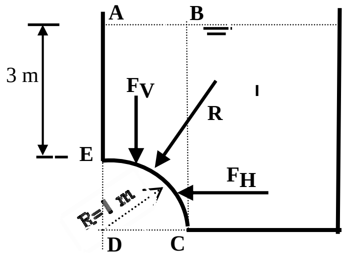
$$F = \gamma \cdot h_{CG} \cdot A = 9.81 \times 10.3 \times 7.07 = 714\ KN$$

$$y_{cp} = \frac{I_{CG}}{y_{CG} \cdot A} + y_{CG} = \frac{3.98}{11.89 \times 7.07} + 11.89 = 11.94\ m$$

٤ - في الشكل ادناه للبوابة EC التي طولها 4 متر. أوجد :

(١) قيمة F_H ، F_V .

(٢) قيمة ونقطة تأثير و أتجاه المحصلة R .



الحل

أولاً: إيجاد القوة الأفقية F_H :

وهي القوة الأفقية المؤثرة على مسقط البوابة المنحنية على الرأسي:

$$h_{CG} = 3 + 0.5 = 3.5 \text{ m}$$

$$A = 4 \times 1 = 4 \text{ m}^2$$

$$F_H = \gamma \cdot h_{CG} \cdot A_V = 9.81 \times 3.5 \times 4 = 137 \text{ KN}$$

$$I_{CG} = \frac{bh^3}{12} = \frac{4(1)^3}{12} = 0.333 \text{ m}^4$$

$$y_{cp} = \frac{I_{CG}}{y_{CG} \cdot A} + y_{CG} = \frac{0.333}{4 \times 3.5} + 3.5 = 3.524 \text{ m}$$

ثانياً: إيجاد القوة الرأسية F_V :

وهي وزن حجم السائل بين الجسم المنحنى وسطح السائل:

$$\because F_V = \gamma \cdot \forall_{ABCE} = \gamma \cdot (\forall_{ABCD} - \forall_{ECD}) = \gamma \cdot L \cdot (A_{ABCD} - A_{ECD})$$

$$\therefore F_V = 9.81 \times 4 \left[(1 \times 4) - \left(\frac{1}{4} \times \pi (1)^2 \right) \right] = 9.81 \times 4 \times (4 - 0.785) = 126 \text{ KN}$$

$$X_{CP} = \frac{4r}{3\pi} = \frac{4 \times 1}{3 \times \pi} = 0.4244 \text{ m}$$

ثالثاً: إيجاد المحصلة R :

$$R = \sqrt{F_V^{\,2} + F_H^{\,2}} = \sqrt{(126)^2 + (137)^2} = 186.5 \text{ KN}$$

$$\tan\theta = \frac{F_V}{F_H} = \frac{126}{137} = 0.92$$

$$\therefore \theta = 42.57^o$$

لايجاد نقطة التأثير نأخذ العزوم حول أي نقطة ولتكن D (المركز) فيكون:

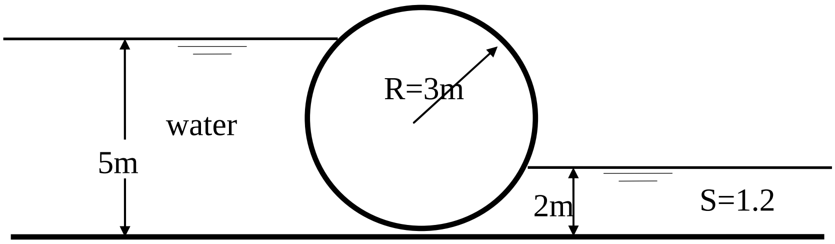
مجموع عزوم القوة حول D يساوي عزم المحصلة R حول D

$$-137(4 - 3.524) + 126(0.4244) = 186.5(X_R)$$

$$\therefore X_R \approx \text{Zero}$$

أي أن المحصلة تمر بالنقطة D أي تمر بالمركز.

٥ - أوجد قيمة وأتجاه المحصلة R الناتجة عن الضغط السوائل على البوابة الأسطوانية كمـا في الشكل أدناه. علماً بأن طول الأسطوانة هو 4 متر.



الحل

اولاً: القوى المؤثرة على السائل الأول على يمين البوابة (S = 1.2) :

أ ـ إيجاد القوة الأفقية F_{H1} :

$$A = 2\times 4 = 8\ m^2 \qquad h_{CG} = 1\ m$$
$$F_{H1} = \gamma \cdot h_{CG} \cdot A_V = (1.2\times 9.81)\times 1\times 8 = 94.18\ KN$$
$$y_{cp} = \frac{2}{3}h = \frac{2}{3}\times 2 = 1.333\ m$$

ب ـ إيجاد القوة الرأسية F_{V1} :

هي وزن (قطاع دائري - مثلث) من السائل:

مساحة المثلث:

$$\cos\beta = \frac{1}{3} = 0.333 \qquad \therefore \beta = 70.53^o$$
$$\therefore L_1 = \sqrt{3^2 - 1^2} = 2.828\ m$$
$$A = \frac{2.83\times 1}{2} = 1.415\ m^2$$

مساحة القطاع الدائري:

$$A = \frac{\beta}{360}\times\frac{\pi}{4}d^2 = \frac{70.53}{360}\times\frac{\pi}{4}\times(6)^2 = 5.54\ m^2$$
$$\therefore F_{V1} = \gamma_1 \cdot \forall_1 = (9.81\times 1.2)\times\left[(5.54 - 1.415)\times 4\right] = 161.8\ KN$$

ثانياً: القوى المؤثرة على السائل الثاني على يسار البوابة (S = 1.0) :

أ ـ إيجاد القوة الأفقية F_{H2} :

$$A = 5\times 4 = 20\ m^2 \qquad h_{CG} = 2.5\ m$$
$$F_{H2} = \gamma \cdot h_{CG} \cdot A_V = 9.81\times 20\times 2.5 = 490.5\ KN$$
$$y_{cp} = \frac{2}{3}h = \frac{2}{3}\times 5 = 3.333\ m$$

ب ـ إيجاد القوة الرأسية F_{V1} :

هي وزن (قطاع دائري + مثلث) من الماء:

مساحة المثلث:

$$\cos\theta = \frac{2}{3} = 0.666 \qquad \therefore \beta = 48.24^o$$

$$\therefore L_1 = \sqrt{3^2 - 2^2} = 2.236 \text{ m}$$

$$A = \frac{2.236 \times 2}{2} = 2.236 \text{ m}^2$$

$$\alpha = 180 - 48.24 = 131.76^o$$

مساحة القطاع الدائري:

$$A = \frac{\alpha}{360} \times \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{131.76}{360} \times \frac{\pi}{4} \times (6)^2 = 10.35 \text{ m}^2$$

$$\therefore F_{V2} = \gamma_2 \cdot \forall_2 = 9.81 \times \left[(2.236 + 10.35) \times 4\right] = 494 \text{ KN}$$

ثالثاً: محصلة القوى الناتجة عن وجود السائلين:

$$(F_H)_T = F_{H2} - F_{H1} = 490.5 - 94.18 = 396.32 \text{ KN}$$

$$(F_V)_T = F_{V2} + F_{V1} = 494 + 161.8 = 656 \text{ KN}$$

$$R = \sqrt{{F_{V_t}}^2 + {F_{H_t}}^2} = \sqrt{(656)^2 + (396.323)^2} = 766.4 \text{ KN}$$

$$\tan\theta = \frac{F_{Vt}}{F_{Ht}} = \frac{656}{396.32} = 1.655$$

$$\therefore \theta = 58.86^o$$