جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية الثانية في السويداء
قسم هندسة الميكانيك العام
السنة الأولى

الجانب العملي لمقرر الميكانيك الهندسي (الحركة)

(المحاضرة الثامنة)

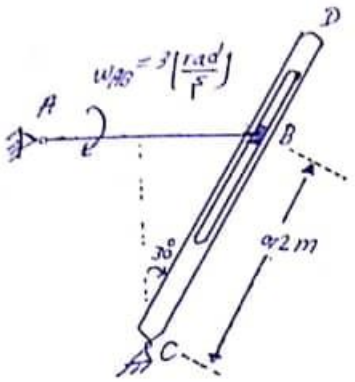
إعداد المهندس: ضياء الخطيب

2019/2020

مسألة رقم ١

يدور الذراع AB مع عقارب الساعة بسرعة زاوية ثابتة $\omega_{AB} = 3 \left[\frac{rad}{s}\right]$ احسب ما يلي: تدير الذراع المتحرك CD من خلال الزائدة B المثبتة بالذراع AB، المطلوب:

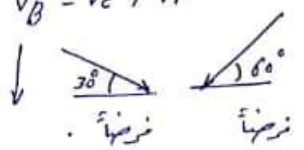
احسب حركة الكبة واحسب ω_{CD} و ε_{CD}.



- الحركة المطلقة: دورانية حول A.
الحركة النسبية: دورانية حول C.
الحركة النسبية: انسحابية على الذراع CD.

-

$$\vec{V_B} = \vec{V_e} + \vec{V_r}$$



$$V_B = \omega_{AB} \cdot AB = 3 \times 0.1 = 0.3 \ \left[m/s\right]$$

بالإسقاط على X:

$$0 = V_e \cdot \cos 30 - V_r \cdot \cos 60$$

$$\Rightarrow V_r = V_e \cdot \sqrt{3}$$

بالإسقاط على Y:

$$-0.3 = -V_e \cdot \sin 30 - (V_e \cdot \sqrt{3}) \sin 60°$$

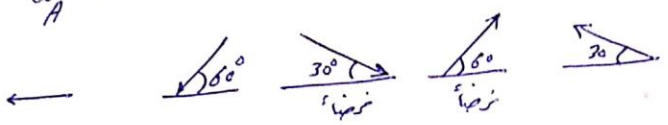
$$V_e = 0.15 \ \left[m/s\right]$$

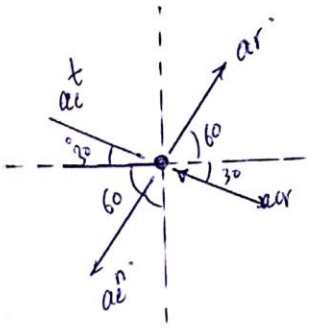
$$V_r = 0.15\sqrt{3} \ \left[m/s\right]$$

$$\omega_e = \frac{V_e}{CD} = \frac{0.15}{0.2} = 0.75 \ \left[rad/s\right]$$

Eng.Diaa Alkhateeb

$$\vec{a}_A^n = \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^t + \vec{a}_r + \vec{a}_{cr}$$





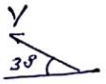
$$a_A^n = w_{AB}^2 \cdot AB = (3)^2 \cdot 0,1 = 0,9 \left(\frac{m}{s^2}\right).$$

$$a_e^n = w_e^2 \cdot AB = (0,75)^2 \cdot 0,2 = 0,11 \left[\frac{m}{s^2}\right]$$

$$a_{cr} = 2 \cdot w_e \cdot V_r = 2 \times 0,75 \times 0,15\sqrt{3} = 0,39 \left[\frac{m}{s^2}\right].$$

بالاسقاط على :

$$-a_A^n \cdot \cos 60 = a_e^n + a_r$$

بالاسقاط على : 

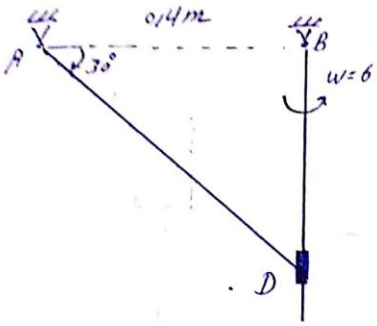
$$0,9 \cdot \cos 30 = 0 - a_e^t + 0 + 0,39$$

$$a_e^t = 0,39 - 0,9 \cdot \cos 30 = -0,39 \left[\frac{m}{s^2}\right].$$

$$\varepsilon_{CD} = \frac{0,39}{0,2} = 1,95 \left(\frac{rad}{s^2}\right).$$

Eng.Diaa Alkhateeb

مسألة رقم ٢



يدور الذراع BC عكس عقارب الساعة بسرعة زاوية ثابتة، مما يؤدي لدوران الذراع AD عند طرفه الزائد D والمطلوب:

اشرح الحركة المركبة واحسب w_{AD} و ε_{AD}.

الحركة المطلقة: دورانية حول A.
الحركة المحمولة: دورانية منتظمة حول B بسرعة.
الحركة النسبية: انسحابية على الذراع BC.

$$\vec{V_D} = \vec{Ve} + \vec{Vr}$$

$60°$ ← رضاً ، رضاً ↑

$BD = AB \cdot tg(30) = 0.4 \times tg(30) = 0.23[m]$ ، $AD = 0.46[m]$.

$Ve = we \cdot BD = 6 \times 0.23 = 1.4\ [m/s]$.

بالاسقاط X:

$V_D \cdot \cos 60 = 1.4 \Rightarrow V_D = 2.8\ [m/s]$.

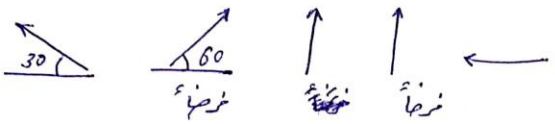
$$w_{AD} = \frac{2.8}{0.46} = 6.09\ [rad/s]$$.

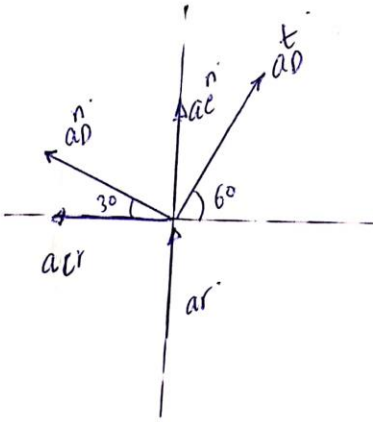
بالاسقاط Y:

$2.8 \cdot \sin 60 = Vr \Rightarrow Vr = 2.42\ [\frac{m}{s}]$.

Eng.Diaa Alkhateeb

$$\vec{a}_D^{\,n} + \vec{a}_D^{\,t} = \vec{a}_c^{\,n} + \vec{a}_r + \vec{a}_c$$





$$a_D^n = w_{AD}^2 \cdot AD = 171 \left[m/s^2\right].$$

$$a_c^n = w_e^n \cdot BD = 8128 \left[m/s^2\right].$$

$$a_{cr} = 2 w_e \cdot V_r = 29 \left[m/s^2\right].$$

بالإسقاط X :

$$-1711 \cdot \cos 30 + a_D^t \cdot \cos 60 = -29.$$

$$a_D^t = -2815 \left(\frac{m}{s^2}\right).$$

بالإسقاط Y :

$$1711 \cdot \sin 30 - 2815 \cdot \sin 60 = 813 + a_r.$$

$$a_r = -2414 \left(\frac{m}{s^2}\right).$$

$$\varepsilon_{AD} = \frac{2815}{0146} = 62 \left(\frac{rad}{s^2}\right).$$

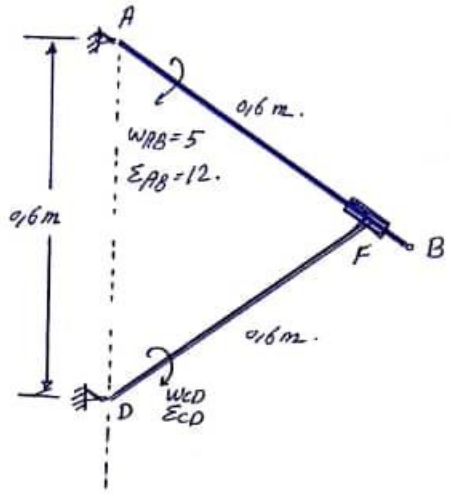
Eng.Diaa Alkhateeb

مسألة رقم ٢ :

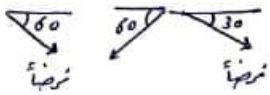
في لحظة معينة سبب المحرك يدور الذراع AB في التركيبة الآلية الموضحة بالشكل بسرعة زاوية مقدارها $W=5\,[rad/s]$ وبتسارع زاوي مقداره $\varepsilon=12\,[rad/s^2]$ وعلاهما باتجاه دوران عقارب الساعة مما يؤدي لتدوير الذراع DF عن طريق البزلقة F المثبتة به. المطلوب في هذه اللحظة:

1) حساب سرعة البزلقة F.

2) حساب تسارع البزلقة F، مع تحديد نوعي تسارع كوريوليس.



$$V_F = V_e + V_r$$



$$V_e = W_{AB} \cdot AF = 3\ [m/s]$$

بالإسقاط على X:

$$V_F \cdot \cos 60 = -3 \cdot \cos 60 + V_r \cdot \cos 30$$

$$V_F \cdot 0.5 = -3 \cdot 0.5 + V_r \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow V_F = \sqrt{3} \cdot V_r - 3$$

Eng.Diaa Alkhateeb

بالاسقاط Y :

$$-V_F \cdot \sin 60 = -V_e \cdot \sin 60 - V_r \cdot \sin 30$$

$$(\sqrt{3} \cdot V_r - 3) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + V_r \cdot 0.5$$

$$3V_r - 3\sqrt{3} = 3\sqrt{3} + V_r$$

$$V_r = \frac{6\sqrt{3}}{2} = 3\sqrt{3} \ [m/s]$$

$$V_F = \sqrt{3}(3\sqrt{3}) - 3 = 6 \left[\frac{m}{s}\right] \Rightarrow w_2 = \frac{V_F}{96} = 10 \left[\frac{rad}{s}\right]$$

$$\vec{a}_F^n + \vec{a}_F^t = a_e^n + a_e^t + \vec{a}_r + \vec{a}_{cr}$$

$a_F^n = w_2^2 \cdot DF = 100 \cdot 0.6 = 60 \ [m/s^2]$ ↓30

$a_F^t = ?$ ⊥ 60 ←

$a_e^n = w_{AB}^2 \cdot AF = 25 \times 0.6 = 15 \left[\frac{m}{s^2}\right]$ ←30

$a_e^t = \varepsilon_{AB} \cdot AF = 12 \times 0.6 = 7.2 \ [m/s^2]$ ↓60

$a_r = ?$

$a_{cr} = 2 w_e \cdot V_r = 2 \times 5 \times 3\sqrt{3} = 30\sqrt{3} \left[\frac{m}{s^2}\right]$ ↓60

بالاسقاط X :

$$-60\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + a_F^t \left(\frac{1}{2}\right) = -15\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) - 7.2\left(\frac{1}{2}\right) + a_r \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) - 30\sqrt{3}\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$a_F^t = -15\sqrt{3} + 7.2 - a_r\sqrt{3}$$

بالاسقاط Y :

$$-60\left(\frac{1}{2}\right) + \left(-15\sqrt{3} + 7.2 - a_r\sqrt{3}\right)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 15\left(\frac{1}{2}\right) - 7.2\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) - a_r\left(\frac{1}{2}\right) - 30\sqrt{3}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$a_r = -2.52 \ [m/s^2]$$

$$a_F^t = -16.25 \ [m/s^2]$$

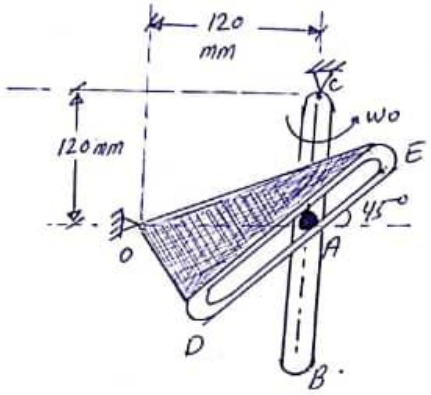
$$a_F = \sqrt{60^2 + 16.25^2} = 62.16 \ [m/s^2]$$

Eng.Diaa Alkhateeb

مسألة رقم ٤ :

ليدور الحد CB بسرعة زاوية ثابتة $\omega_0 = 4 [rad/s]$ عكس عقارب الساعة .
اذا علمت ان الساعد A مثبت بالذراع CB ويتزلق خلال الحد ODE .

١. اجد السرعة الزاوية والتسارع الزاوي للحد ODE .
٢. اجد التسارع الخطي للساعد .



- الحركة المطلقة : دورانية بنسبة حول C .
- الحركة المحمولة : دورانية حول O .
- الحركة النسبية : انسحابية مستقيمة خلال DE تميل بزاوية 45° .

$$\vec{V_A} = \vec{V_e} + \vec{V_r}$$

→ ↓ ↗ 45°

فرضاً

$$V_A = W \cdot AC = 480 \left(\frac{mm}{s}\right) .$$

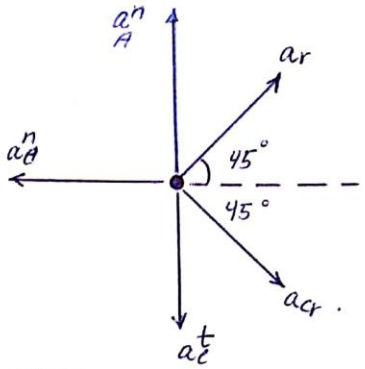
بالاسقاط على X : $V_A = V_r \cdot \cos 45 \Rightarrow V_r = 480\sqrt{2} \left[\frac{mm}{s}\right]$

بالاسقاط على Y : $0 = -V_e + 480 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin 45^\circ$

$$V_e = 480 \left[\frac{mm}{s}\right] , \quad \omega_e = \frac{V_e}{120} = 4 \left[\frac{rad}{s}\right] .$$

Eng.Diaa Alkhateeb

$$\vec{a}_A^n = \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^t + \vec{a}_r + \vec{a}_c$$



$$a_A^n = w_0^2 \cdot AC = 16 \times 120 = 1920 \left[\frac{mm}{s^2}\right] \uparrow$$

$$a_A^n = we^2 \cdot A_0 = 16 \times 120 = 1920 \left[\frac{mm}{s^2}\right] \leftarrow$$

$a_e^t = ?$ ، $\swarrow 45°$ جهته

$$a_c = 2 \cdot we \cdot V_r = 2 \times 4 \times 480 \times \sqrt{2} = 3840\sqrt{2} \quad \searrow 45°$$

بالإسقاط X : $0 = -1920 + a_r \cdot \cos 45 + 3840\sqrt{2}$

$$a_r = -1920\sqrt{2} \left[\frac{mm}{s^2}\right]$$

بالإسقاط Y : $1920 = -\varepsilon_e \cdot 120 + 1920 - 3840$

$$\varepsilon_e = -64 \left[\frac{rad}{s^2}\right]$$

Eng.Diaa Alkhateeb

مسألة رقم ٥ :

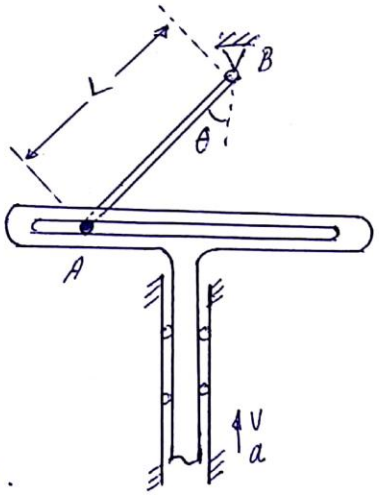
يدور المرفق AB مع عقارب الساعة بسرعة زاوية ثابتة $\omega_{AB} = 3 \left[\frac{rad}{s}\right]$

مما يؤدي الى حركة ترددية للكبس C الى الطارق هيان

١. سرعة دوران المرفق A.

٢. سرعة دوران الكبس C.

$L = 40\,cm$ ، $\theta = 60^\circ$



$\theta = 60^\circ$

$L = 0.4\ m$

$w = 3\ (rad/s)\ \curvearrowleft$.

$$\vec{V_A} = \vec{V_e} + \vec{V_r}$$

60°

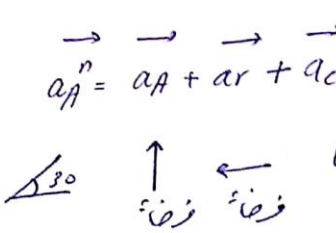
$V_A = w \cdot r = 1.2 \left(\frac{m}{s}\right)$.

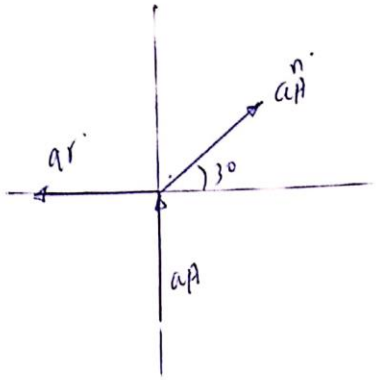
$$\left.\begin{aligned} x\text{ على } &: \quad -1.2 \cdot \cos 60 = -V_r \\ y\text{ على } &: \quad 1.2 \cdot \sin 60 = V_e \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} V_e &= 0.6\sqrt{3} \left[\frac{m}{s}\right] \\ V_r &= 0.6 \left(\frac{m}{s}\right). \end{aligned}$$

$w_e = 0$. الحركة الكلية انسحابية

Eng.Diaa Alkhateeb

$$\vec{a}_B^n = \vec{a}_A + \vec{a}_r + \vec{a}_{cr}$$





$$a_B^n = \omega^2 . r = 3{,}6 \left(\frac{m}{s^2}\right).$$

بالاسقاط X: $3{,}6 \cdot \cos 30 = -a_r \Rightarrow a_r = -1{,}8\sqrt{3} \left(\frac{m}{s^2}\right).$

بالاسقاط Y: $3{,}6 \cdot \sin 30 = a_e \Rightarrow a_e = 1{,}8 \left(\frac{m}{s^2}\right).$

Eng.Diaa Alkhateeb