

تصحيح تمارين المجال الكهروساكن خاص بالعلوم الرياضية

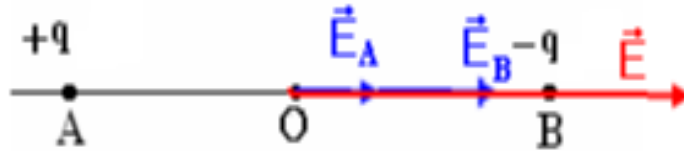
تمرين 1:

1- مميزات المجال الكهروساكن في نقطة O منتصف AB :

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{OA^2}$$

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{OB^2}$$

مع OA=OB=a:



$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B \quad \text{لدينا:}$$

بما أن للمتجهتين نفس المنحى والمنظم فإن :

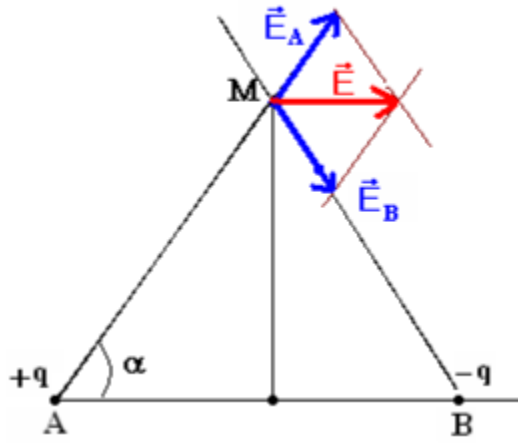
$$E = E_A + E_B = 2E_A$$

$$E = 2 \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{a^2} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$$

2- شدة المجال الكهروساكن المحدث في النقطة M واسط القطعة [A,B] بحيث AM=BM=2a

وبالتالي فإن المثلث AMB متساوي الأضلاع وزاياه متقايسة $60^\circ = \alpha$ كما أن :

$$E_A = E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{(2a)^2} = \frac{1}{16\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$$



حسب الشكل فإن :

$$E = 2E_A \cos \alpha$$

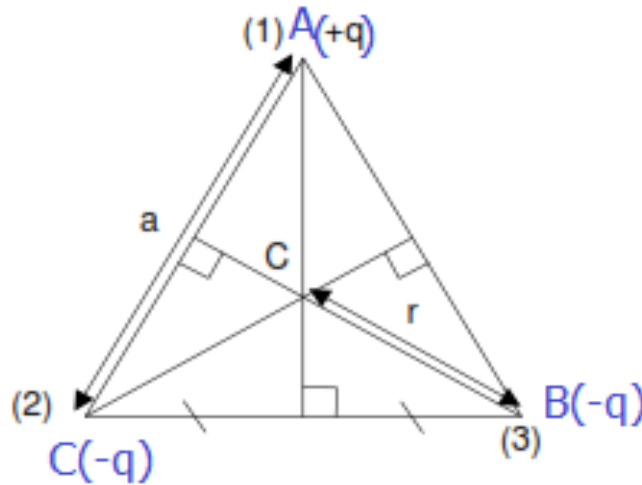
$$E = 2 \left(\frac{1}{16\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2} \right) \cos \alpha$$

بما أن $\cos \alpha = \frac{1}{2}$ فإن :

$$E = \frac{1}{16\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$$

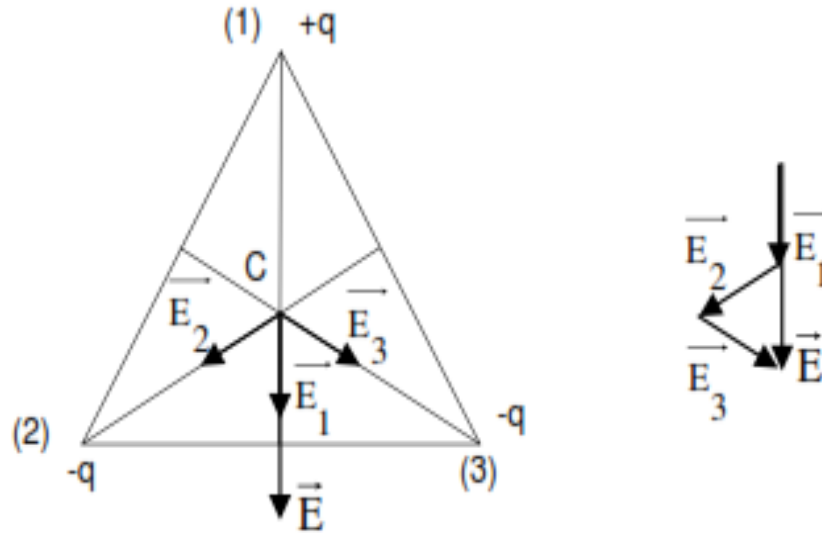
تمرين 2:

تحدث الشحنة +q في النقطة C مجالا مركزيا نابذا ، بينما تحدث الشحنة (-q) في نفس النقطة C مجالا مركزيا انجذابيا .
متجهة المجال الكهروساكن الكلي المحدث من طرف الشحن الثلاثة في النقطة C هي \vec{E} .



حيث:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$



بما أن للمتجهات الثلاث \vec{E}_1 و \vec{E}_2 و \vec{E}_3 نفس المنظم .

$$E_1 = E_2 = E_3 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

مميزات \vec{E} :

- الأصل : النقطة C .
- الإتجاه : المستقيم الرأسى المار من C .
- المنحى : من الأعلى نحو الأسفل .
- المنظم : $E = E_1 + E_2 \cos \alpha + E_2 \cos \alpha$

$$E = E_1(1 + 2 \cos \alpha)$$

ت.ع:

$$r = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} (1 + 2 \cos 60^\circ)$$

$$E = \frac{3q}{2\pi\epsilon_0 a^2}$$

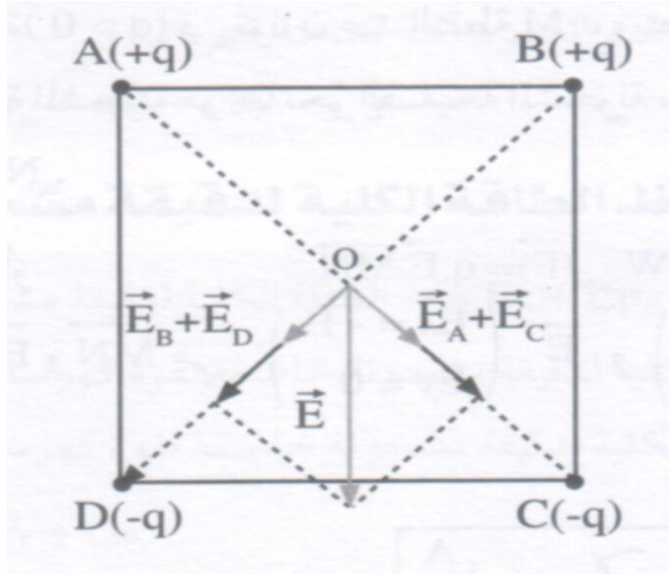
$$E = \frac{3 \times 0,1.1,0^{-9}}{2\pi \times 8,85.10^{-12} \times (0,1)^2} = 539,5V.m^{-1}$$

تمرين 3:

1-1- الشحنة الموجبة تحدث مجالا نابذا في النقطة O والسالبة تحدث مجالا انجذابيا في نفس النقطة O .

متجهة المجال المحدث من طرف الشحن الأربعة في النقطة O هي \vec{E} حيث :

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D$$



لدينا : $\vec{E}_A = \vec{E}_C$ و $\vec{E}_B = \vec{E}_D$
مميزات \vec{E} :

- الأصل : النقطة O .
- الاتجاه : المستقيم الرأسى المارر من O .
- المنحى : من الأعلى نحو الأسفل .
- المنظم : E حيث :

$$E = \sqrt{(E_A + E_C)^2 + (E_B + E_D)^2}$$

$$E_A = E_B = E_C = E_D = 900V.m^{-1}$$

$$E = \sqrt{(900 + 900)^2 + (900 + 900)^2}$$

$$E = 2545,6V.m^{-1}$$

2-1 - أشدة القوة الكهرساكنة المطبقة من طرف الشحن الأربعة على البروتون هي :

$$F = eE$$

$$E = 1,6 \cdot 10^{-19} \times 2545,6 = 4,07 \cdot 10^{-16} N$$

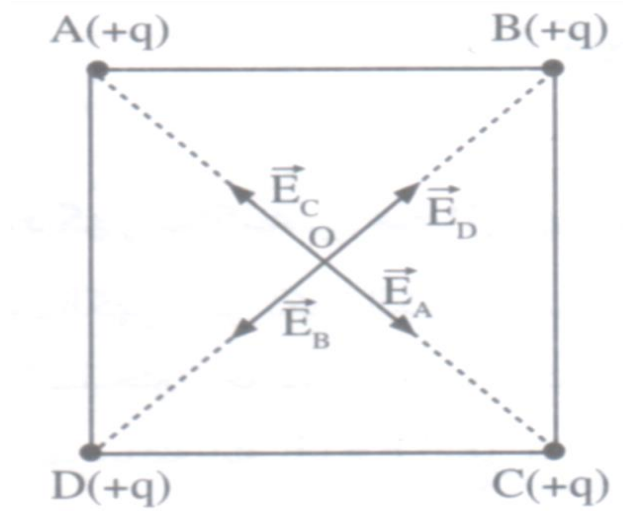
ب- شدة وزن البروتون :

$$P = mg$$

$$P = 1,7 \cdot 10^{-27} \times 10 = 1,7 \cdot 10^{-26} N$$

ج- نلاحظ أن $P \ll F$ ومنه فإن شدة وزن البروتون مهمل أمام شدة القوة الكهرساكنة .

2- تحدث كل شحنة مجالا مركزيا نابذا حيث :



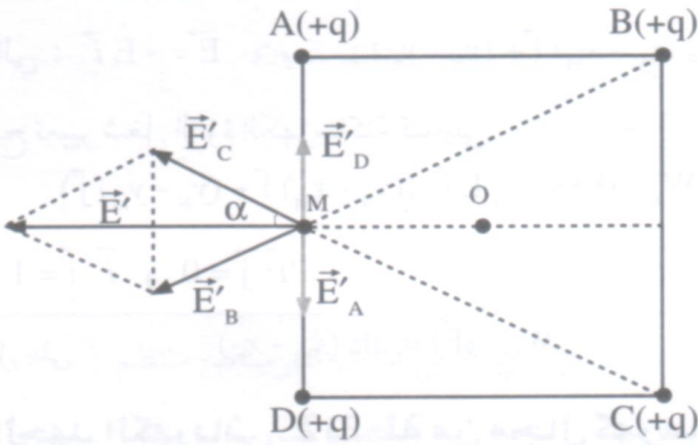
$$\vec{E}_A = -\vec{E}_C \text{ و } \vec{E}_B = -\vec{E}_D$$

وبالتالي شدة المجال منعدم في النقطة O .

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D = \vec{0}$$

تمرين 4:

متجهة المجال الكهروساكن الكلي المحدث من طرف الشحن الأربعة في النقطة M منتصف الضلع [AD] هي \vec{E}' :



$$\vec{E}' = \vec{E}'_A + \vec{E}'_B + \vec{E}'_C + \vec{E}'_D$$

$$\vec{E}'_A + \vec{E}'_D = \vec{0} \text{ لدينا}$$

$$\vec{E}' = \vec{E}'_B + \vec{E}'_C \text{ وبالتالي}$$

من الشكل نستنتج :

$$E' = 2E'_C \cos \alpha$$

مع :

$$E'_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{CM^2}$$

من الشكل لدينا :

$$CM^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + a^2 = \frac{5a^2}{4}$$

$$\cos \alpha = \frac{a}{CM} = \frac{a}{a\frac{\sqrt{5}}{2}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$E' = 2 \frac{2}{\sqrt{5}} E'_C$$

$$E' = \frac{4}{\sqrt{5}} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{CM^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = k = 9.10^9 (S.I) \text{ مع}$$

$$E' = \frac{4}{\sqrt{5}} k \frac{q}{CM^2}$$

ت.ع:

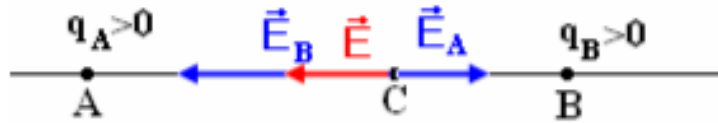
$$E' = \frac{4 \times 9.10^9 \times 0,4.10^{-6}}{\sqrt{5} \frac{5 \times 0,1^2}{4}} = 515190 V.m^{-1}$$

تمرين 5:

1- نمثل في النقطة C ، من المستقيم AB ، متجهة المجال الكهروساكن المحدث من طرف الشحنتين q_A و q_B :

❖ الحالة الأولى C تنتمي الى القطعة [A,B] :

بما أن الشحنتان موجبتان فإن متجهة المجال \vec{E}_A و \vec{E}_B نابتان أنظر الشكل :



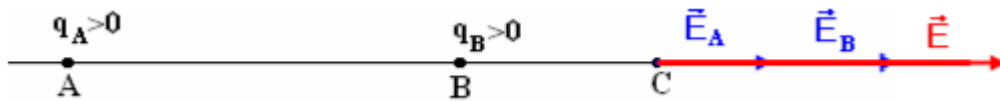
$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_B}{BC^2} \text{ و } E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A}{AC^2}$$

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4q_A}{BC^2} = E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A}{AC^2} \frac{4AC^2}{BC^2}$$

$$E_B = \frac{4AC^2}{BC^2} E_A$$

❖ الحالة الثانية B توجد خارج القطعة [A,B] :

* على يمين B: بما أن الشحنتين لهما نفس الإشارة فإن \vec{E}_A و \vec{E}_B نابتان أي لهما نفس الإتجاه ونفس المنحى :

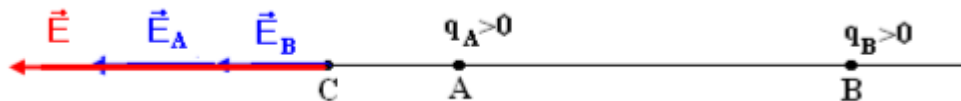


شدتهما تجمعها العلاقة :

$$E_B = \frac{4AC^2}{BC^2} E_A$$

بما أن $AC > BC$ فإن $E_B > E_A$

* على يسار A: بما أن الشحنتين لهما نفس الإشارة فإن \vec{E}_A و \vec{E}_B نابتان أي لهما نفس الإتجاه ونفس المنحى :



شدتهما تجمعها العلاقة :

$$E_B = \frac{4AC^2}{BC^2} E_A$$

بما أن $AC < BC$ فإن $E_B < E_A$

2- تحديد الموضع C التي تنعدم فيه متجهة المجال الكهرساكن :
بما أن خارج القطعة [A,B] المجالين \vec{E}_A و \vec{E}_B لهما نفس المنحى فغنه لايمكن أن تنعدم
متجهة المجال الكهرساكن .
إذن C تنتمي الى القطعة [A,B] :

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = \vec{0}$$
$$\vec{E}_A = -\vec{E}_B$$

$$E_A = E_B$$

$$E_A = \frac{4AC^2}{BC^2} E_A$$

$$4AC^2 = BC^2 \Rightarrow BC = 2AC$$

نعلم أن :

$$AB = AC + BC \Rightarrow BC = AB - AC$$

ومنه :

$$AB - AC = 2AC \Rightarrow AB = 3AC$$

$$AC = \frac{AB}{3}$$

تمرين 6:

1- بما أن للشحنتين نفس الإشارة فإنهما تتنافران .

حسب قانون كولوم :

- ممزات القوة $\vec{F}_{A/B}$:

* نقطة التأثير : B

* خط التأثير : المستقيم المار من A و B.

* المنحى : من A نحو B .

* الشدة : $F_{A/B}$ حيث :

$$F_{A/B} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{4d^2} \Rightarrow F_{A/B} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{(AB)^2}$$

ت.ع:

$$F_{A/B} = 2,5 \cdot 10^{-4} N \quad \text{نجد} \quad F_{A/B} = \frac{1}{16\pi \times 8,85 \cdot 10^{-12}} \times \frac{(10^{-8})^2}{(3 \cdot 10^{-2})^2}$$

- ممزات القوة $\vec{F}_{B/A}$:

* نقطة التأثير A :

* خط التأثير : المستقيم المار من A و B.

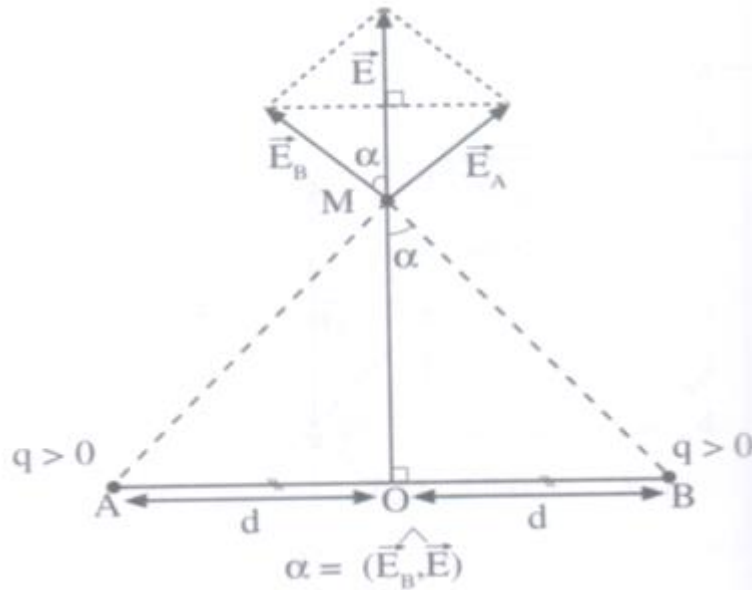
* المنحى : من B نحو A .

* الشدة : $F_{B/A} = F_{A/B}$ حيث $F_{B/A}$

$$F_{B/A} = 2,5 \cdot 10^{-4} N \quad \text{أي:}$$

2- تحدث الشحنة q_A مجالاً كهربائياً \vec{E}_A في النقطة M وتحدث الشحنة q_B مجالاً كهربائياً \vec{E}_B في نفس النقطة ، متجهة المجال الناتج عن الشحنتين هو \vec{E} حيث :

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$



- شدة المجال المحث من طرف الشحنة q_A هي :

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{AM^2} \quad \text{مع} \quad AM^2 = d^2 + x^2$$

- شدة المجال المحدث من طرف الشحنة q_B هي :

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{(BM)^2} \text{ مع } BM^2 = d^2 + x^2$$

بما أن النقطة M تنتمي الى واسط القطعة [A,B] فإن AM=BM : ومنه

$$E_A = E_B$$

اتجاه \vec{E} هو المستقيم الرأسي المار من O و M .

3- منظم متجهة المجال الكهرساكن في النقطة M هو :

$$E = 2E_A \cos \alpha$$

$$\text{مع } \cos \alpha = \frac{OM}{BM} = \frac{x}{\sqrt{d^2+x^2}}$$

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{(AM)^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{d^2+x^2} \text{ و بالتالي :}$$

$$E = \frac{2qx}{4\pi\epsilon_0(d^2 + x^2) \cdot \sqrt{d^2 + x^2}} = \frac{qx}{2\pi\epsilon_0(d^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

ت.ع:

$$E = 7.10^4 V.m^{-1} \text{ أي } E = \frac{9.10^9 \times 2 \times 10^{-8} \times 3.10^{-2}}{((0,03)^2 + (0,03)^2)^{\frac{3}{2}}}$$

4- مميزات القوة الكهرساكنة المطبقة على الشحنة q_M في النقطة M :

لدينا $\vec{F} = q_M \cdot \vec{E}$ مع $q_M < 0$ ومنه :

* نقطة التأثير : النقطة M .

* خط التأثير : اتجاه \vec{E} .

* المنحى : منحى \vec{E} .

* الشدة : $F = |q_M| E$

$$\text{ت.ع: } F = 7.10^{-4} N \text{ نجد } 10^{-8} \times 7.10^4 F$$

تمرين 7:

الشدة المشتركة للقوة الكهروساكنة المطبقة من طرف الشحنتين على بعضهما البعض :

$$F = F_{A/A'} = F_{A'/A} = k \frac{q^2}{D^2}$$

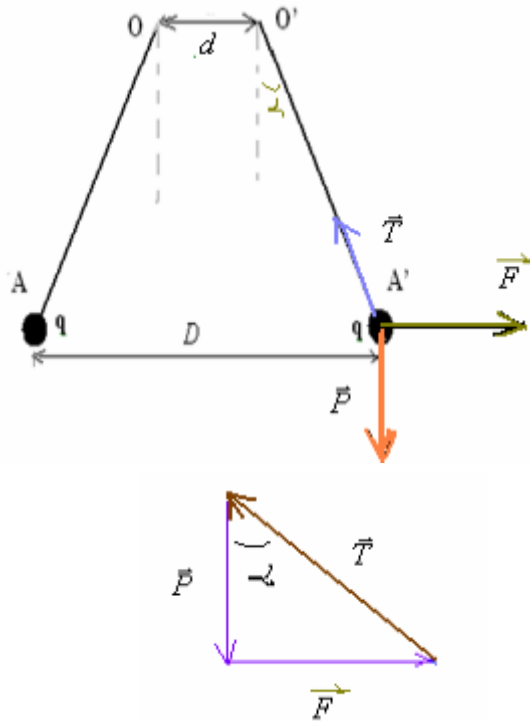
تخضع كرة كل نواس الى ثلاث قوى :

\vec{F}_e : القوة الكهروساكنة .

\vec{P} : وزن الكرة .

\vec{T} : توتر الخيط .

بما أن الكرة في توازن فإن الخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق :



من خلال الشكل لدينا :

$$\sin \alpha = \frac{\frac{D-d}{2}}{\ell} = \frac{D-d}{2\ell}$$

$$\sin \alpha = \frac{7-5}{2 \times 10} = 0,1 \Rightarrow \alpha = 5,74^\circ$$

من الخط المضلعي :

$$\tan \alpha = \frac{F}{P} \Rightarrow F = mg \tan \alpha$$

$$k \frac{q^2}{D^2} = mg \tan \alpha \Rightarrow |q| = D \sqrt{\frac{mg \tan \alpha}{k}}$$

ت.ع:

$$|q| = 0,07 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-3} \times 10 \times \tan 5,74^\circ}{9 \cdot 10^9}}$$

$$|q| = 7,4 \cdot 10^{-8} C$$

$$q = -7,4 \cdot 10^{-8} C \text{ أو } q = 7,4 \cdot 10^{-8} C$$

وبالتالي :