

المستوى: 3 في 2 + 2 + 2  
المُلخَص رقم: 01

الوحدة 01 : المتابعة الزمنية  
لتحول كيميائي في وسط مائي

المجال : التطورات  
الترتبية

## 1 - مكنسبات قبلية :

1 - 1 - تركيز محلول مائي و كمية المادة :

1 - 1 - 1 - علاقة كمية المادة بالكتلة :

\* حالة صلب أو سائل أو غاز :

$$n = \frac{m}{M} \quad (g \cdot mol^{-1}) \quad M : \text{الكتلة المولية الجزيئية} , m : \text{كتلة المادة} (g) , n : \text{كمية المادة} (mol)$$

1 - 1 - 2 - علاقة كمية المادة بحجم غاز :

\* حالة غاز :

$$n = \frac{V_g}{V_M} \quad . n : \text{كمية المادة} (mol) , V_g : \text{حجم الغاز} (L) , V_M : \text{الحجم المولي} (L / mol)$$

1 - 1 - 3 - التركيز المولي والتركيز الكتلي لمحلول :

$$C = \frac{n}{V} \quad \text{التركيز المولي} (mol \cdot L^{-1}) , n : \text{كمية المادة} (mol) , V : \text{حجم المحلول} (L)$$

$$C_m = \frac{m}{V} \quad \text{التركيز الكتلي} (g \cdot L^{-1}) , m : \text{كتلة المادة} (g) , V : \text{حجم المحلول} (L)$$

1 - 1 - 4 - العلاقة بين التركيز المولي والتركيز الكتلي :

$C = \frac{C_m}{M}$  : التركيز المولي  $(mol \cdot L^{-1})$  ,  $C_m$  : التركيز الكتلي  $(g \cdot L^{-1})$  ,  $M$  : الكتلة المولية الجزيئية  $(g \cdot mol^{-1})$  .

$$C = \frac{10 \cdot P \cdot d}{M}$$

1 - 1 - 5 - علاقة التركيز المولي بدرجة النقاوة والكثافة :

$C$  : التركيز المولي  $(mol \cdot L^{-1})$  ,  $P$  : درجة النقاوة (%) .  
 $d$  : كثافة المذاب بالنسبة للماء ,  $M$  : الكتلة المولية الجزيئية  $(g \cdot mol^{-1})$  .

$$V_{eau} = V_2 - V_1 \quad , \quad C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad : \text{قانون التمديد} \quad 1 - 1 - 6$$

$C_1$  : التركيز المولي للمحلول قبل التمديد  $(mol \cdot L^{-1})$  ,  $V_1$  : حجم المحلول قبل التمديد  $(L)$  .  
 $C_2$  : التركيز المولي للمحلول بعد التمديد  $(mol \cdot L^{-1})$  ,  $V_2$  : حجم المحلول بعد التمديد  $(L)$  .

$$F = \frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

1 - 1 - 7 - معامل التمديد  $F$  :

$$PV = nRT$$

1 - 1 - 8 - القانون العام للغاز المثالي :

$P$  : ضغط الغاز  $(Pa)$  ,  $V$  : حجم الغاز  $(m^3)$  ,  $n$  : كمية المادة  $(mol)$  ,  
 $T$  : درجة الحرارة المطلقة (كلفن)  $(K^0)$  ,  $R$  : ثابت الغاز المثالي .

$$T(^{\circ}K) = t(^{\circ}C) + 273$$

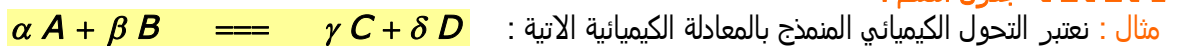
$$R = 8.31 \frac{Pa \cdot m^3}{mole \cdot K^0} = 0.082 \frac{L \cdot atm}{mole \cdot K^0}$$

$t (^{\circ}C)$  : درجة الحرارة المئوية  $(^{\circ}C)$  سلسيس .

## 1 - 2 - تقدم التفاعل وجدول التقدم :

1 - 2 - 1 - تقدم التفاعل : التقدم X لتفاعل كيميائي هو عدد مرات تكرار التفاعل الكيميائي و يعبر عنه بالمول . ويسمح بمتابعة تطور التحول الكيميائي.

1 - 2 - 2 - جدول التقدم :



$\delta, \gamma, \beta, \alpha$  المعاملات الستوكيو مترية .  $D, C, B, A$  الأنواع الكيميائية .

حالة الجملة	تقدم التفاعل (mole)	$\alpha A + \beta B = \gamma C + \delta D$			
الحالة الابتدائية	$x=0$	$n_i(A)$	$n_i(B)$	$0$	$0$
الحالة الانتقالية	$x(t)$	$n_i(A) - \alpha x$	$n_i(B) - \beta x$	$\gamma x$	$\delta x$
الحالة النهائية	$x_f$	$n_i(A) - \alpha x_f$	$n_i(B) - \beta x_f$	$\gamma x_f$	$\delta x_f$

\* **المتفاعل المحد:** هو المتفاعل الذي تستهلك كمية مادته قبل كل المتفاعلات الأخرى .  
 \* **التقدم النهائي ( $x_f$ ):** هو قيمة التقدم لما تتوقف الجملة الكيميائية عن التطور .  
 \* **التقدم الأعظمي ( $x_{max}$ ):** هو قيمة التقدم الموافق لاستهلاك المتفاعل المحد .  
 ملاحظة: حالة التفاعل التام  $x_f = x_{max}$  . حالة التفاعل غير التام  $x_f < x_{max}$  .

### 1-3-3 . الناقلية الكهربائية :

1-3-3-1 . الناقلية  $G$  : ناقلية جزء من محلول محصور بين لبوسين ناقلين مساحة كل منهما ( $S$ ) والبعد بينهما ( $L$ ) تعطى

$$G = \sigma \frac{S}{L} \quad \text{حيث} \quad K = \frac{S}{L} \quad \text{ثابت الخلية } (m) .$$

$G$  : الناقلية وحدتها السيمنس ( $S$ ) .  $S$  : مساحة اللبوس ( $m^2$ ) .  
 $L$  : البعد بين اللبوسين ( $m$ ) .  $\sigma$  : الناقلية النوعية للمحلول ( $S.m^{-1}$ ) .

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I_{eff}}{U_{eff}} \quad \text{علاقة أخرى للناقلية } G :$$

$R$  : مقاومة المحلول ( $\Omega$ ) ،  $I_{eff}$  : الشدة المنتجة للتيار الكهربائي ( $A$ ) ،  $U_{eff}$  : التوتر المنتج الكهربائي ( $V$ ) .

### 1-3-3-2 . علاقة التركيز المولي $C$ بالناقلية النوعية $\sigma$ للمحلول :

في محلول شاردي مخفف تركيزه  $C$  الناقلية النوعية  $\sigma$  تتناسب طرذا مع التركيز  $C$  للمحلول ونكتب :  
 $\sigma = \lambda \cdot C$   
 $\sigma$  : الناقلية النوعية للمحلول ( $S.m^{-1}$ ) .  $C$  : التركيز المولي ( $mole . m^{-3}$ ) .  
 $\lambda$  : الناقلية النوعية المولية ( $S.m^2 . mole^{-1}$ ) .

### 1-3-3-3 . الناقلية النوعية المولية $\lambda$ لمحلول شاردي بدلالة $\lambda_{x+}$ للشاردة الموجبة و $\lambda_{x-}$ للشاردة السالبة :

\* في محلول شاردي مخفف يحتوي على الشوارد  $X^+$  و الشوارد السالبة  $X^-$  تركيزهما  $[X^+]$  و  $[X^-]$  علي الترتيب فتكون :

أ - الناقلية النوعية المولية  $\lambda$  للمحلول :

$$\lambda = \alpha \lambda_{x^+} + \beta \lambda_{x^-}$$

$\alpha$  و  $\beta$  معاملات الشوارد  $X^+$  و  $X^-$

$$\sigma = \lambda_{x^+} [X^+] + \lambda_{x^-} [X^-]$$

ب - الناقلية النوعية  $\sigma$  للمحلول :

$[X^+]$  ،  $[X^-]$  : تراكيز الشوارد المتبقية ( المتواجدة في المحلول )

• في الحالة العامة عندما يكون المحلول الشاردي يحتوي على عدة شوارد موجبة و سالبة فتكون :

$$\lambda = \sum (\alpha \lambda_{x^+} + \beta \lambda_{x^-})$$

أ - الناقلية النوعية المولية  $\lambda$  للمحلول :

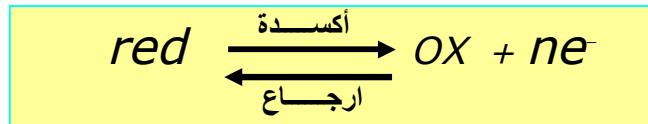
$$\sigma = \sum [\lambda_{x^+} [X^+] + \lambda_{x^-} [X^-]]$$

ب - الناقلية النوعية  $\sigma$  للمحلول :

### 1-4-4 . الأكسدة الإرجاعية :

- 1-4-4-1 . الأكسدة : هي عبارة عن تغير كيميائي يصاحبه فقدان الالكترونات من ذرة أو مجموعة من الذرات .
- 1-4-4-2 . الإرجاع : هي عبارة عن تغير كيميائي يصاحبه اكتساب الالكترونات من ذرة أو مجموعة من الذرات .
- 1-4-4-3 . المؤكسدات : هي أفراد كيميائية ( ذرة ، شاردة ، جزئ ) يمكن أن تكتسب الكترون أو أكثر .
- 1-4-4-4 . المرجعات : هي أفراد كيميائية ( ذرة ، شاردة ، جزئ ) يمكن أن تفقد الكترون أو أكثر .

من خلال التعاريف السابقة نكتب المعادلة النصفية الالكترونية :



### 1 - 4 - 5 - تعريف تفاعل الأكسدة الارجاعية :

هو تفاعل يحدث فيه تبادل للالكترونات بين ثنائيتين ( مؤ<sup>1</sup>/ مر<sup>1</sup> ) و ( مؤ<sup>2</sup>/ مر<sup>2</sup> ) .

### 1 - 4 - 6 - طريقة موازنة معادلات الأكسدة الارجاعية :

أ - في وسط حمضي :

- 1 - نوازن جميع الذرات عدا ذرات الأكسجين و ذرات الهيدروجين .
- 2 - نوازن ذرات الأكسجين بإضافة الماء (  $H_2O$  ) .
- 3 - نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة الشوارد (  $H^+$  أو  $H_3O^+$  ) .
- 4 - نوازن الشحنات بإضافة الالكترونات (  $e^-$  ) .

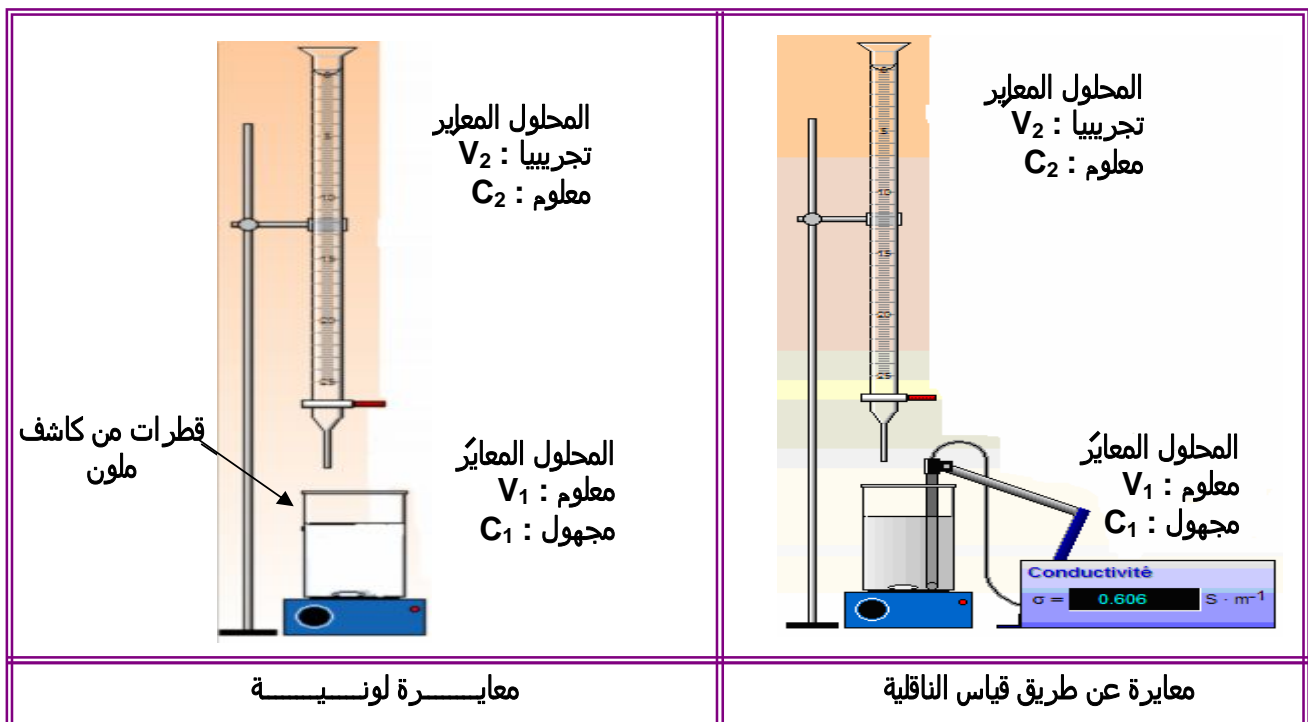
ب - في وسط أساسي :

- 1 - نوازن جميع الذرات عدا ذرات الأكسجين و ذرات الهيدروجين .
- 2 - نوازن ذرات الأكسجين بإضافة الشوارد (  $OH^-$  ) .
- 3 - نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة الماء (  $H_2O$  ) .
- 4 - نوازن الشحنات بإضافة الالكترونات (  $e^-$  ) .

### 1 - 5 - 1 - المعايرة :

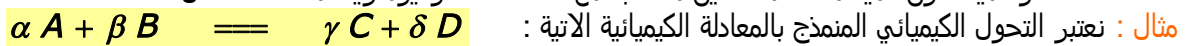
1 - 5 - 1 - الهدف من المعايرة : معايرة نوع كيميائي هو تعيين تركيزه المولي في هذا المحلول ، وتوجد عدة أنواع منها :

أ - المعايرة عن طريق قياس الناقلية ب - المعايرة اللونية .



### 1 - 5 - 2 - نقطة التكافؤ :

عند نقطة التكافؤ كمية تكون كمية مادة المتفاعلين متناسبة مع الأعداد الستوكيومترية لمعادلة التفاعل.



عند التكافؤ تكون :  $\frac{n(A)}{\alpha} = \frac{n(B)}{\beta}$  حيث :  $n(A) = C_A V_A$  ،  $n(B) = C_B V_B$

### 2 - المدة الزمنية لتحول كيميائي :

1 - 2 - التحولات السريعة: يكون التحول الكيميائي سريعاً عندما يتم في مدة زمنية قصيرة جداً حيث لا يمكن متابعته زمنياً .

أمثلة : \*تفاعلات الانفجار \* بعض تفاعلات الترسيب \* تفاعلات الأحماض و الألسس \*محلول نترات الفضة + محلول كلور الصوديوم تعطي راسب كلور الفضة

2-2. التحولات البطيئة : يكون التحول الكيميائي بطيئا عندما نتبعه بالعين المجردة أو باستعمال أدوات القياس مثل (\*جهاز الناقلية \* الضغط \* الـ  $pH$  متر..... ) .

مثال : تفاعل الماء الأوكسجيني + محلول يود البوتاسيوم يظهر اللون الأصفر تدريجيا (لون محلول ثنائي اليود) .

2-3. التحولات البطيئة جدا : يكون التحول الكيميائي بطيئا جدا إذا كانت نواتج تطور الجملة لا تلاحظ إلا بعد أيام أو أشهر أو سنوات .

أمثلة : تفاعلات التخمر ، تفاعل الأسترة - اماهة ، تأكل صخور الجبال .

محلول برمغنات البوتاسيوم ( بنفسجي ) بعد عدة أشهر يصبح لونه أشقر ( لون أكسيد المنغنيز  $MnO_2$  ) .

### 3. المتابعة الزمنية لتحول كيميائي :

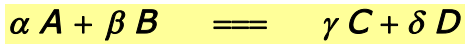
لمتابعة تطور تحول كيميائي زمنيا يجب تحديد التركيز ( أو كمية المادة ) لمفاعل أو ناتج خلال أزمنة متعاقبة ومن أجل هذا يمكن استعمال عدة طرق منها :

أ - الطريقة الكيميائية : المعايرة اللونية .

ب - الطريقة الفيزيائية : قياس الناقلية ، الضغط ، الحجم ، الـ  $pH$  ....

#### 3-1. سرعات التفاعل :

نعتبر التحول الكيميائي المنمذج بالمعادلة الكيميائية الاتية :



#### 3-1-1. سرعة التفاعل :

أ - السرعة اللحظية :  $V = \frac{dX}{dt}$  ( mol / S ) ب - السرعة الوسطية :  $V_m = \frac{\Delta X}{\Delta t}$  ( mol / S )

#### 3-1-2. السرعة الحجمية :

أ - السرعة الحجمية اللحظية :  $V = \frac{1}{V} \frac{dX}{dt} = \frac{d[X]}{dt}$  ( mol / L.S )

ب - السرعة الحجمية الوسطية :  $V_m = \frac{1}{V} \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{\Delta[X]}{\Delta t}$  ( mol / L.S )

ملاحظة : \* سرعة تشكل النوع D :  $V_D = \frac{dn_D}{dt}$  ( mol / S )

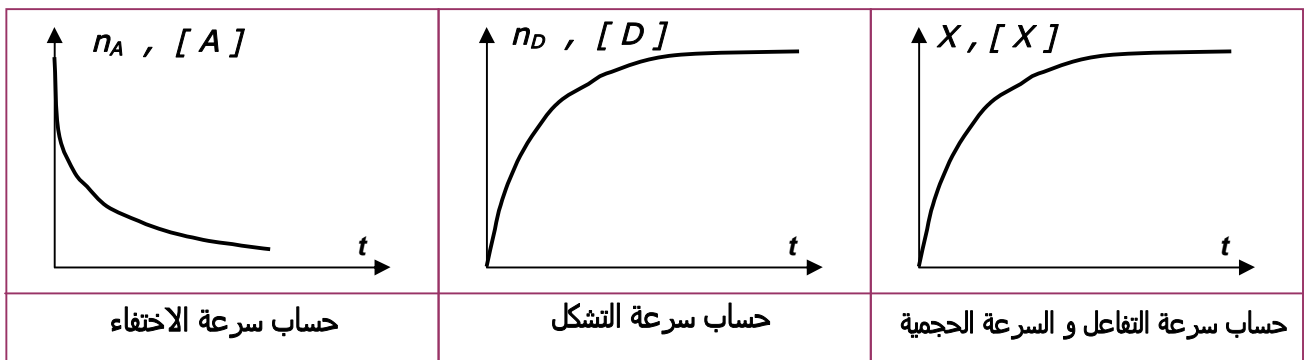
\* سرعة اختفاء النوع A :  $V_A = - \frac{dn_A}{dt}$  ( mol / S )

#### 3-1-3. العلاقة بين سرعة التفاعل و سرعة التشكل و سرعة الاختفاء :

$$V = \frac{1}{\alpha} V_A = \frac{1}{\beta} V_B = \frac{1}{\gamma} V_C = \frac{1}{\delta} V_D$$

ملاحظات : \* السرعات اللحظية تمثل ميل المماس عند اللحظة ( t ) .

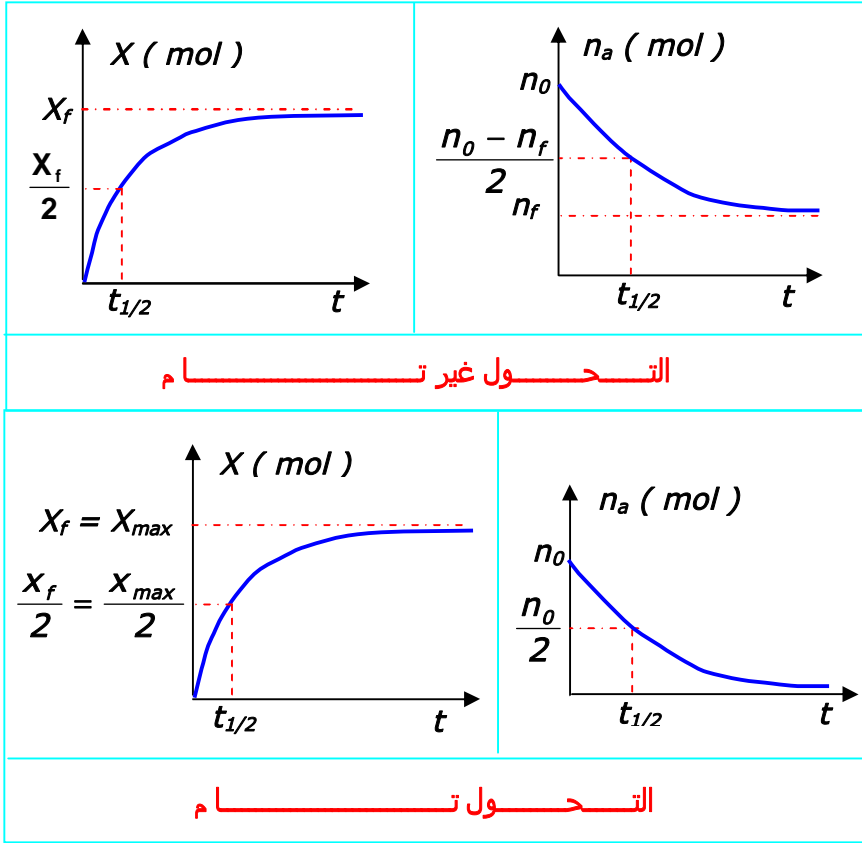
\* السرعات المتوسطة تمثل ميل القاطع بين اللحظتين ( t<sub>1</sub> . t<sub>2</sub> ) . \* السرعات دوما مقادير موجبة .



### 3-2. زمن نصف التفاعل t<sub>1/2</sub> :

\* هو المدة الضرورية لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي أي (  $X = \frac{X_f}{2}$  )

\* هو المدة الضرورية لاستهلاك نصف كمية المادة المتفاعل المحد إذا كان التفاعل تام .



#### 4 - العوامل الحركية :

- 4 - 1 - **درجة الحرارة** : يكون تطور جملة كيميائية أسرع كلما أرتفعت درجة الحرارة .  
مثال : طهي الأطعمة بسرعة ، المحافظة على الأطعمة الغذائية بالتبريد .
- 4 - 2 - **التركيز الابتدائي للمتفاعل** : يكون تطور جملة كيميائية أسرع كلما كانت التراكيز المولية الابتدائية للمتفاعلات أكبر  
مثال : ماء جافيل ، النظاف.
- 4 - 3 - **الوساطة** :
  - 4 - 3 - 1 - **الوسيط** : هو نوع كيميائي يسرع التفاعل الكيميائي دون أن يظهر في معادلة التفاعل.
  - 4 - 3 - 2 - **الوساطة** : هي عملية تأثير الوسيط على التفاعل الكيميائي.
  - 4 - 3 - 3 - **أنواع الوساطة** :
    - أ - **الوساطة المتجانسة** : الوسيط يشبه حالة احد المتفاعلات مثال تفاعل الاسترة.
    - ب - **الوساطة غير المتجانسة** : الوسيط و المتفاعلات ليست لها نفس الحالة مثال تجربة المصباح دون لهب ( الأغلبية صلبة ) .
    - ج - **الوساطة الإنزيمية** : إذا كان الوسيط إنزيم نقول أن الوساطة الإنزيمية ( كائن حي ) .
- 4 - 4 - **التفسير المجهري** :
  - 4 - 4 - 1 - **التصادم الفعال** : هو التصادم الذي ينتج عنه تفاعل كيميائي .
  - 4 - 4 - 2 - **شروط التصادم الفعال ( المثمر )** :
    - \* أن تتخذ الجزيئات المتصادمة الوضع المناسب من حيث المسافة و الاتجاه .
    - \* أن لا تقل طاقة الجزيئات المتصادمة عن الطاقة المنشطة .
  - 4 - 4 - 3 - **تأثير العوامل الحركية على التصادم** :  
إن زيادة تركيز المتفاعلات أو ارتفاع درجة الحرارة يسمح بارتفاع عدد التصادمات الفعالة مما يؤدي الى ارتفاع سرعة التفاعل .