الاشتقاق

قابلية اشتقاق دالة في نقطة – تأويلات هندسية

f قابلة للاشتقاق في a	$\leftrightarrow$	$\lim\limits_{x \to a} \frac{f(x)-f(a)}{x-a} = l \in \mathbb{R}$ $l = f'(a)$	$\leftrightarrow$	(C_f) يقبل مماسا في النقطة $A(a,f(a))$ معامله الموجه $l = f'(a)$ و معادلته : $y = f'(a).(x-a)+f(a)$
f قابلة للاشتقاق في a على اليمين	$\leftrightarrow$	$\lim\limits_{\substack{x \to a \\ x > a}} \frac{f(x)-f(a)}{x-a} = l \in \mathbb{R}$ $l = f_d'(a)$	$\leftrightarrow$	(C_f) يقبل مماسا في النقطة $A(a,f(a))$ معامله الموجه $l = f_d'(a)$ و معادلته : $y = f_d'(a).(x-a)+f(a)$
f قابلة للاشتقاق في a على اليسار	$\leftrightarrow$	$\lim\limits_{\substack{x \to a \\ x < a}} \frac{f(x)-f(a)}{x-a} = l \in \mathbb{R}$ $l = f_g'(a)$	$\leftrightarrow$	(C_f) يقبل مماسا في النقطة $A(a,f(a))$ معامله الموجه $l = f_g'(a)$ و معادلته : $y = f_g'(a).(x-a)+f(a)$
f قابلة للاشتقاق في a	$\leftrightarrow$	✓ f قابلة للاشتقاق في a على اليمين ✓ f قابلة للاشتقاق في a على اليسار ✓ $f_d'(a) = f_g'(a) = f'(a)$	$\leftrightarrow$	(C_f) يقبل مماسا في النقطة $A(a,f(a))$ معامله الموجه $l = f'(a)$ و معادلته : $y = f'(a).(x-a)+f(a)$

- **إذاكانت f قابلة للاشتقاق في a على اليمين و f قابلة للاشتقاق في a على اليسار و $f_d'(a) \neq f_g'(a)$ فإن f غير قابلة للاشتقاق في a . في هذه الحالة (C_f) يقبل نصفي مماس مختلفان في النقطة $A(a,f(a))$ معاملاهما الموجهان $f_d'(a)$ و $f_g'(a)$ و النقطة $A(a,f(a))$ تسمى نقطة مزواة**

- **إذا كانت $f'(a) = 0$ فإن (C_f) يقبل مماس أفقي في $A(a,f(a))$**

$\lim\limits_{\substack{x \to a \\ x > a}} \frac{f(x)-f(a)}{x-a} = +\infty \Leftarrow$ f غير قابلة للاشتقاق في a على اليمين (C_f) يقبل نصف مماس عمودي موجه نحو الأعلى في النقطة $A(a,f(a))$	$\lim\limits_{\substack{x \to a \\ x < a}} \frac{f(x)-f(a)}{x-a} = +\infty \Leftarrow$ f غير قابلة للاشتقاق في a على اليسار (C_f) يقبل نصف مماس عمودي موجه نحو الأسفل في النقطة $A(a,f(a))$

$\lim\limits_{\substack{x \to a \\ x > a}} \frac{f(x)-f(a)}{x-a} = -\infty \Leftarrow$ f غير قابلة للاشتقاق في a على اليمين (C_f) يقبل نصف مماس عمودي موجه نحو الأسفل في النقطة $A(a,f(a))$	$\lim\limits_{\substack{x \to a \\ x < a}} \frac{f(x)-f(a)}{x-a} = -\infty \Leftarrow$ f غير قابلة للاشتقاق في a على اليسار (C_f) يقبل نصف مماس عمودي موجه نحو الأعلى في النقطة $A(a,f(a))$

الدالة المشتقة لدالة عددية

لتكن f دالة عددية معرفة على مجال مفتوح I .
نقول إن f قابلة للإشتقاق على المجال I ، إذا كانت f قابلة للإشتقاق في كل نقطة من I .

لتكن f دالة عددية معرفة على مجال $[a,b]$.
نقول إن f قابلة للإشتقاق على المجال $[a,b]$ ، إذا كانت f قابلة للإشتقاق على المجال المفتوح $]a,b[$ و قابلة للإشتقاق على اليمين في a و قابلة للإشتقاق على اليسار في b.

لتكن f دالة قابلة للإشتقاق على مجال I .
الدالة المشتقة للدالة f هي الدالة التي نرمز بالرمز f' و المعرفة كما يلي :

$$\begin{array}{rccc} f': & I & \to & \mathbb{R} \\ & x & \mapsto & f'(x) \end{array}$$

الدالة	الدالة المشتقة
$\alpha.f$	$\alpha.f'$
$f+g$	$f'+g'$
$f\times g$	$f'\times g+f\times g'$
$\frac{1}{g}$	$-\frac{g'}{g^2}$
$\frac{f}{g}$	$\frac{f'g-fg'}{g^2}$
$g\circ f$	$f'\times g'\circ f$
$\sqrt{f}$	$\frac{f'}{2\sqrt{f}}$
f^n	$nf'f^{n-1}$

المجال I	الدالة المشتقة $f\,'$	الدالة f
$\mathbb{R}$	$x \mapsto 0$	$x \mapsto k$
$\mathbb{R}$	$x \mapsto nx^{n-1}$	$x \mapsto x^n \quad n \in \mathbb{N}^*$
$I =]-\infty,0[$ أو $I =]0,+\infty[$	$x \mapsto nx^{n-1}$	$x \mapsto x^n \quad n \in \mathbb{Z}^* \setminus \{-1\}$
$I =]0,+\infty[$	$x \mapsto rx^{r-1}$	$x \mapsto x^r \quad r \in \mathbb{Q}^* \setminus \{-1\}$
$I =]0,+\infty[$	$x \mapsto \frac{1}{2\sqrt{x}}$	$x \mapsto \sqrt{x}$
$I =]-\infty,0[$ أو $I =]0,+\infty[$	$x \mapsto \frac{-1}{x^2}$	$x \mapsto \frac{1}{x}$
$\mathbb{R}$	$x \mapsto \cos x$	$x \mapsto \sin x$
$\mathbb{R}$	$x \mapsto -\sin x$	$x \mapsto \cos x$
$\mathbb{R} \setminus \left\{\frac{\pi}{2} + k\pi / k \in \mathbb{Z}\right\}$	$x \mapsto 1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$	$x \mapsto \tan x$

- **كل دالة حدودية قابلة للإشتقاق على** $\mathbb{R}$
- **كل دالة جذرية قابلة للإشتقاق على كل مجال ضمن مجموعة تعريفها .**

- ✓ **إذا كانت** $f\,'(x) \geq 0 \quad \forall x \in I$ **فإن** f **تزايدية على** I
- ✓ **إذا كانت** $f\,'(x) \leq 0 \quad \forall x \in I$ **فإن** f **تناقصية على** I
- ✓ **إذا كانت** $f\,'(x) > 0 \quad \forall x \in I$ **فإن** f **تزايدية قطعا على** I
- ✓ **إذا كانت** $f\,'(x) < 0 \quad \forall x \in I$ **فإن** f **تناقصية قطعا على** I

- ✓ **إذا كانت** $f\,'(x) \geq 0 \quad \forall x \in I$ **و كانت** $f\,'$ **تنعدم في عدد منته من النقط على** I **فإن** f **تزايدية قطعا على** I
- ✓ **إذا كانت** $f\,'(x) \leq 0 \quad \forall x \in I$ **و كانت** $f\,'$ **تنعدم في عدد منته من النقط على** I **فإن** f **تناقصية قطعا على** I

الدالة المشتقة الثانية – المشتقات المتتالية

لتكن f دالة قابلة للإشتقاق على مجال I .
إذا كانت الدالة المشتقة f' قابلة للإشتقاق على المجال I فإن دالتها المشتقة على I تسمى الدالة المشتقة الثانية للدالة f ، ونرمز لها بالرمز f'' .
إذا كانت f'' قابلة للإشتقاق على المجال I فإن دالتها المشتقة على I تسمى الدالة المشتقة الثالثة (أو الدالة المشتقة من الرتبة 3) ، و يرمز لها ب f''' أو $f^{(3)}$.

المعادلة التفاضلية : $y''+\omega^2 y=0$

ليكن ω عددا حقيقيا غير منعدم.
- **المعادلة $y''+\omega^2 y=0$ ذات المجهول y حيث y'' مشتقتها الثانية تسمى معادلة تفاضلية.**
- **كل دالة f قابلة للإشتقاق مرتين على $\mathbb{R}$ و تحقق المتساوية $f''(x)+\omega^2 f(x)=0$ لكل x من $\mathbb{R}$ تسمى حلا للمعادلة التفاضلية $y''+\omega^2 y=0$.**

ليكن ω عددا حقيقيا غير منعدم.
الحل العام للمعادلة التفاضلية $y''+\omega^2 y=0$ هو مجموعة الدوال y المعرفة كما يلي : $y: x \mapsto \alpha\cos\omega x+\beta\sin\omega x$ حيث $\alpha\in\mathbb{R}$ و $\beta\in\mathbb{R}$

حالة خاصة :

إذا كان $\omega=0$: حل المعادلة التفاضلية $y''=0$ هي الدوال المعرفة على $\mathbb{R}$ بما يلي : $y: x \mapsto ax+b$ حيث $a\in\mathbb{R}$ و $b\in\mathbb{R}$