
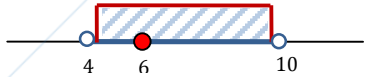
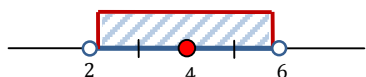




analisi

Elementi di topologia della retta

nome	definizione
insieme	l'insieme è un concetto primitivo che si accetta come intuitivamente noto secondo George Cantor, il padre della teoria degli insiemi: "Per insieme si intende un raggruppamento, concepito come un tutto, di oggetti ben distinti della nostra intuizione o del nostro pensiero"
	esempi
	$A = \{ a, b, c, d \}$ $B = \{ 0, 1, 2, 3, 4 \}$ $C = \{ 1, 2, 3 \} \cup \{ 6 \}$ $D =] 1, 5 [$ $E = 1 < x < 5$ $F = \{ \emptyset \}$
intervallo	un intervallo è l'insieme di tutti i valori compresi tra due estremi (finiti o infiniti)
	esempi
	l'insieme $[1, 4 [$ è un intervallo perché contiene tutti i numeri compresi tra 1 e 4 
fai attenzione che un intervallo è anche un insieme ma non è detto che un insieme sia un intervallo. Ad esempio l'insieme: $\{ 1, 2, 3, 4 \}$ non è un intervallo perché contiene solo i quattro numeri indicati e non tutti i numeri tra 1 e 4	
intorno completo di un punto	l'intorno completo di un punto è un qualsiasi intervallo che contiene il punto Può essere aperto o chiuso
	esempi
	dato il punto $x_0 = 6$ l'intervallo $] 4, 10 [$ è un intorno completo di 6 
intorno circolare di un punto	l'intorno circolare di un punto è un intervallo di centro il punto stesso Può essere aperto o chiuso
	esempi
	dato il punto $x_0 = 4$ l'intervallo $] 2, 6 [$ è un intorno circolare aperto di 4 
la parte $] 2, 4 [$ è l'intorno sinistro di 4 e la parte $[4, 6 [$ è l'intorno destro di 4	
minimo di un insieme	il minimo di un insieme A è l'elemento più piccolo appartenente all'insieme. In simboli si scrive: m è il minimo di A se $\begin{cases} m \leq x & \forall x \in A \\ m \in A \end{cases}$
	esempi
	dato l'insieme $[2, 5 [$ il minimo è 2 
	dato l'insieme $] 2, 5 [$ il minimo <i>non esiste</i> 
Osserva che il minimo di un insieme esiste solo se l'insieme è chiuso inferiormente	

analisi

Elementi di topologia della retta

massimo di un insieme	<p>il massimo di un insieme A è l'elemento più grande appartenente all'insieme.</p> <p>In simboli si scrive: M è il massimo di A se $\begin{cases} M \geq x \quad \forall x \in A \\ M \in A \end{cases}$</p>	
	esempi	
	dato l'insieme $] 2, 5]$ il massimo è 5	
	dato l'insieme $] 2, 5 [$ il massimo <i>non esiste</i>	
Osserva che il massimo di un insieme esiste solo se l'insieme è chiuso superiormente		
minorante di un insieme	<p>un minorante di un insieme è un qualsiasi elemento minore o uguale di tutti gli elementi dell'insieme.</p> <p>Il minorante non deve necessariamente appartenere all'insieme e non è unico</p>	
	esempi	
	dato l'insieme $[2, 5 [$ $2, 1, 0 \dots$ sono minoranti	
	dato l'insieme $[2, 5 [$ l'insieme dei minoranti è l'intervallo $] -\infty, 2]$	
	dato l'insieme $] 2, 5 [$ l'insieme dei minoranti è sempre l'intervallo $] -\infty, 2]$	
Osserva che l'insieme dei minoranti, se esiste, è sempre chiuso superiormente		
maggiorante di un insieme	<p>un maggiorante di un insieme è un qualsiasi elemento maggiore o uguale di tutti gli elementi dell'insieme.</p> <p>Il maggiorante non deve necessariamente appartenere all'insieme e non è unico</p>	
	esempi	
	dato l'insieme $[2, 5 [$ $5, 6, 7 \dots$ sono maggioranti	
	dato l'insieme $[2, 5 [$ l'insieme dei maggioranti è l'intervallo $[5, +\infty [$	
	dato l'insieme $] 2, 5]$ l'insieme dei maggioranti è sempre l'intervallo $[5, +\infty [$	
Osserva che l'insieme dei maggioranti, se esiste, è sempre chiuso inferiormente		
estremo inferiore di un insieme	<p>l'estremo inferiore di un insieme è il massimo dei minoranti dell'insieme stesso</p> <p>Si indica con il simbolo $\mathit{inf}(A)$</p>	
	esempi	
	dato l'insieme $A =] 2, 5]$ l'estremo inferiore di A è 2 in simboli: $\mathit{inf}(A) = 2$	
	infatti l'insieme dei minoranti di A è $] -\infty, 2]$ il cui massimo è 2	
	Osserva che se l'insieme non è limitato inferiormente, l'estremo inferiore è $-\infty$	
$B =] -\infty, 5] \quad \mathit{inf}(B) = -\infty \quad C =] 1, 4] \quad \mathit{inf}(C) = 1 \quad D = [1, 4] \quad \mathit{inf}(D) = 1$		

analisi

Elementi di topologia della retta

proprietà	
dato un insieme A l'estremo inferiore $\inf(A)$ gode delle seguenti due proprietà: 1. $\inf(A) \leq x \quad \forall x \in A$ 2. $\forall \varepsilon > 0 \exists x \in A : x < (\inf(A) + \varepsilon)$	

estremo superiore di un insieme	l'estremo superiore di un insieme è il minimo dei maggioranti dell'insieme stesso Si indica con il simbolo $\sup(A)$	
	esempi	
	dato l'insieme $A =]2, 5[$ l'estremo superiore di A è 5 in simboli: $\sup(A) = 5$ infatti l'insieme dei maggioranti di A è $[5, +\infty[$ il cui minimo è 5	
	Osserva che se l'insieme A non è limitato superiormente, l'estremo superiore è $+\infty$	
	$B =]3, +\infty[\quad \sup(B) = +\infty \quad C =]3, 7] \quad \sup(C) = 7 \quad D =]3, 7[\quad \sup(D) = 7$	
	proprietà	
dato un insieme A l'estremo superiore $\sup(A)$ gode delle seguenti due proprietà: 1. $\sup(A) \geq x \quad \forall x \in A$ 2. $\forall \varepsilon > 0 \exists x \in A : x > (\sup(A) - \varepsilon)$		

esempi di riepilogo

dato l'insieme $A =]1, 9]$ si ha che:	
<ul style="list-style-type: none"> A è un intervallo limitato A è aperto inferiormente e chiuso superiormente il minimo di A non esiste, il massimo di A è 9 	<ul style="list-style-type: none"> l'insieme dei minoranti di A è l'intervallo $] -\infty, 1]$ l'insieme dei maggioranti di A è l'intervallo $[9, +\infty[$ l'estremo inferiore di A è 1, l'estremo superiore è 9

dato l'insieme $B = [1, +\infty[$ si ha che:	
<ul style="list-style-type: none"> B è un intervallo non limitato superiormente B è chiuso inferiormente e aperto superiormente il minimo di B è 1, il massimo di B non esiste 	<ul style="list-style-type: none"> l'insieme dei minoranti di B è l'intervallo $] -\infty, 1]$ l'insieme dei maggioranti di B è vuoto l'estremo inferiore di B è 1, l'estremo superiore è $+\infty$

dato l'insieme $C =]-\infty, 2[$ si ha che:	
<ul style="list-style-type: none"> C è un intervallo non limitato inferiormente C è aperto inferiormente e superiormente il minimo e il massimo di C non esistono 	<ul style="list-style-type: none"> l'insieme dei minoranti di C è vuoto l'insieme dei maggioranti di C è l'intervallo $[2, +\infty[$ l'estremo inferiore di C è $-\infty$, l'estremo superiore è 2

analisi

Elementi di topologia della retta

punto di accumulazione per un insieme

un punto si dice di accumulazione per un insieme se **in ogni** intorno del punto vi è **almeno** un elemento dell'insieme **distinto** dal punto stesso

fai attenzione che:



- l'appartenenza del punto all'insieme **non** implica che il punto sia di accumulazione per l'insieme
- la non appartenenza del punto all'insieme **non** implica che il punto non sia di accumulazione per l'insieme

I successivi quattro esempi illustrano i possibili casi

esempi

x_0 appartiene ad A x_0 è di accumulazione per A	sia $x_0 = 3$ ed $A =] 2, 6 [$	
	3 appartiene ad A ed è di accumulazione	
x_0 non appartiene ad A x_0 è di accumulazione per A	sia $x_0 = 2$ ed $A =] 2, 6 [$	
	2 non appartiene ad A ed è di accumulazione	
x_0 non appartiene ad A x_0 non è di accumulazione per A	sia $x_0 = 1$ ed $A =] 2, 6 [$	
	1 non appartiene ad A e non è di accumulazione	
x_0 appartiene ad A x_0 non è di accumulazione per A	sia $x_0 = 1$ ed $A = \{1\} \cup] 2, 6 [$	
	1 appartiene ad A e non è di accumulazione	

un punto che appartiene ad un insieme ma non è di accumulazione per l'insieme stesso si dice **punto isolato**

ulteriori esempi

dato l'insieme $A = \{1, 2, 3, 4\}$ nessuno dei quattro elementi di A è un punto di accumulazione per A . Infatti, scelto ad esempio l'elemento 3, esiste un suo intorno $] 2,5 , 3,5 [$ che non contiene alcun elemento di A distinto da 3 stesso. Analoga conclusione per gli altri tre elementi di A	
dato l'insieme $B =] 0, 7 [\cup] 7, 9 [$ si ha che	
<ul style="list-style-type: none"> • il minimo di B non esiste, il massimo è 9 • l'insieme dei minoranti di B è $] -\infty, 0 [$ • l'insieme dei maggioranti di B è $] 9, +\infty [$ • l'estremo inferiore è 0 	<ul style="list-style-type: none"> • l'estremo superiore 9 • 0 e 9 sono di accumulazione per B • 7 è di accumulazione per B • tutti i numeri tra 0 e 9 sono di accumulazione per l'insieme B