memo RIX

AREA scientifica

Matematica | 3

geometria analitica, coniche, algebra irrazionale

EdiSES edizioni

memorix

Matematica 3

geometria analitica, coniche, algebra irrazionale

EdiSES edizioni

Memorix - Matematica 3

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
2026 2025 2024 2023 2022

Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa effettuata

Grafica di copertina:
curvilinee

Progetto grafico:
ProMedia Studio di A. Leano – Napoli

Impaginazione:
Spazio Creativo Publishing – Napoli

Stampato presso:
PrintSprint S.r.l. – Napoli

per conto della
EdiSES edizioni S.r.l. – Piazza Dante, 89 – Napoli

ISBN 978 88 3622 675 7

assistenza.edises.it

Memorix

Chiari nell'esposizione, esaurienti nei contenuti, gradevoli nella grafica, i Memorix si propongono di agevolare – come il nome stesso suggerisce – il processo di memorizzazione, stimolando nel lettore sia l'attenzione visiva sia la capacità di associazione tra concetti, così da "trattenerli" più a lungo nella mente. Schemi, uso frequente di elencazioni e neretti, parole-chiave, curiosità, brevi raccordi interdisciplinari, test di verifica a fine capitolo: ecco le principali caratteristiche di questi tascabili.

Utili per apprendere rapidamente i concetti base di una disciplina o per ricapitolarne gli argomenti principali, i libri della collana Memorix si rivolgono agli studenti della scuola superiore, a chi ha già intrapreso gli studi universitari, a quanti si accingono ad affrontare un concorso. Ma anche a tutti coloro che vogliono riappropriarsi di conoscenze che la mancanza di esercizio ha affievolito o semplicemente vogliono farsi un'idea su materie che non hanno fatto parte della propria esperienza scolastica o, ancora, vogliono avere a portata di mano uno strumento da consultare velocemente all'occorrenza.

Eventuali aggiornamenti o *errata corrige* saranno resi disponibili online (**www.edises.it**) in apposite sezioni della scheda del volume.

Potete segnalarci i vostri suggerimenti o sottoporci le vostre osservazioni sulla piattaforma **assistenza.edises.it**

Matematica 3

Il volume tratta i principali argomenti relativi alla geometria analitica, alle coniche e allo studio di equazioni e disequazioni con valore assoluto o con quantità irrazionali, assumendo le caratteristiche di un valido strumento per il ripasso e la verifica della comprensione degli stessi.

Nella parte introduttiva vengono esposti brevemente i concetti funzionali all'apprendimento di quelli spiegati in dettaglio nel testo. In tal modo il lettore non resta disorientato quando si richiamano alcune regole fondamentali della matematica.

La trattazione formale e simbolica è sempre affiancata da parti discorsive che tendono a presentare in modo intuitivo le nozioni teoriche.

Il volume accenna anche ad alcuni argomenti di goniometria che lo arricchiscono ulteriormente e rendono possibile l'analisi di aspetti più tecnici e specifici della geometria analitica e delle coniche. Infine, particolare attenzione viene dedicata alla parte esercitativa e all'applicazione dei concetti formalizzati.

Sommario

1. Richiami di alcuni argomenti preliminari

1.1.	Equazioni di primo grado	1
1.2.	Disequazioni di primo grado	3
1.3.	Sistemi di equazioni di primo grado	5
1.4.	Equazioni di secondo grado	8
1.5.	Disequazioni di secondo grado	12
1.6.	Disequazioni di grado superiore al secondo	17
1.7.	Disequazioni frazionarie	18
1.8.	Sistemi di disequazioni	19
1.9.	Sistemi di equazioni di grado superiore al primo	21
1.10.	Teoremi di Geometria Euclidea	22

2. Equazioni e disequazioni con valore assoluto

2.1.	Equazioni con valori assoluti	25
2.2.	Disequazioni con valori assoluti	30
Test di verifica		41

3. Equazioni e disequazioni irrazionali

3.1.	Equazioni irrazionali	45
	Equazioni irrazionali con un solo radicale	45
	Equazioni irrazionali con due radicali di indice pari	48
	Equazioni irrazionali: un approccio generale	53
3.2.	Disequazioni irrazionali	57
	Disequazioni con un solo radicale di indice pari	57
	Disequazioni con un solo radicale di indice dispari	66
Test di verifica		70

4. Introduzione alla Geometria analitica

4.1. Il sistema di assi cartesiani ortogonali e le coordinate dei punti del piano 73
4.2. Distanza tra due punti - casi particolari 75
4.3. Distanza tra due punti - caso generale 77
4.4. Punto medio di un segmento 79
Test di verifica 81

5. Brevi cenni sulle Funzioni Goniometriche

5.1. La misura di un angolo 85
5.2. La circonferenza goniometrica e le funzioni seno e coseno 86
5.3. La funzione tangente 89
5.4. Valori di funzioni goniometriche 90
5.5. Funzioni goniometriche nei triangoli rettangoli 91
Test di verifica 93

6. La retta

6.1. Equazione della retta parallela ad uno degli assi cartesiani 97
6.2. Equazione della retta passante per l'origine 98
6.3. Equazione della retta in forma esplicita - caso generale 100
6.4. Il coefficiente angolare 103
6.5. Significato goniometrico del coefficiente angolare 105
6.6. Condizioni di parallelismo per le rette in forma esplicita 106
6.7. Condizioni di perpendicolarità per le rette in forma esplicita 106
6.8. Fascio di rette passanti per un punto 107
6.9. Retta passante per due punti 110
6.10. Condizione di allineamento di tre punti 112
6.11. Rette in forma implicita 113
6.12. Condizioni di parallelismo e perpendicolarità per le rette in forma implicita 113
6.13. Asse di un segmento 114
6.14. Fascio di rette improprio 116
6.15. Intersezione di due rette 117
6.16. Distanza di un punto da una retta 120
6.17. Equazioni delle bisettrici degli angoli formati da due rette 122
6.18. Angoli tra due rette 125
Test di verifica 127

7. Le trasformazioni

7.1. Le traslazioni 133
7.2. Le rotazioni 135
Test di verifica 139

8. Il triangolo

8.1. Perimetro ed area 143
8.2. Baricentro 146
8.3. Ortocentro 147
8.4. Circocentro 149
Test di verifica 152

9. La circonferenza

9.1. Equazione della circonferenza 157
9.2. Rassegna di problemi relativi alla circonferenza 159
9.3. Intersezione di una retta con una circonferenza 166
9.4. Calcolo dei punti di intersezione di una retta con una circonferenza 167
9.5. Tangenti alla circonferenza condotte da un punto esterno 169
9.6. Tangente alla circonferenza in un suo punto 172
Test di verifica 176

10. La parabola

10.1. Equazione della parabola 183
10.2. Disegnare una parabola 188
10.3. Rassegna di problemi relativi alla parabola 190
10.4. Calcolo dei punti di intersezione di una retta con una parabola 195
10.5. Tangenti alla parabola condotte da un punto esterno 198
10.6. Tangente alla parabola in un suo punto 201
Test di verifica 204

11. L'ellisse

11.1. Equazione dell'ellisse 209
11.2. Rappresentazione dell'ellisse 212
11.3. Eccentricità dell'ellisse 212
11.4. Rassegna di problemi relativi all'ellisse 213
11.5. Tangente ad una ellisse in un suo punto 215
Test di verifica 217

12. L'iperbole

12.1. Equazione dell'iperbole 221
12.2. Rappresentazione dell'iperbole 223
12.3. Eccentricità dell'iperbole 225
12.4. Rassegna di problemi relativi all'iperbole 226
12.5. Tangente ad un'iperbole in un suo punto 228
12.6. Iperbole equilatera ed iperbole equilatera riferita ai propri asintoti 230
12.7. Funzione omografica 232
Test di verifica 236

13. Le coniche

13.1. Definizione 241
13.2. Individuare una conica 242
13.3. Riduzione a forma canonica di una conica 247
Test di verifica 255

1. Richiami di alcuni argomenti preliminari

I punti-chiave

- Ricapitolare gli argomenti del biennio delle scuole superiori, utilizzati in questo volume.

1.1. Equazioni di primo grado

Si chiama equazione di primo grado un'uguaglianza che può diventare vera sostituendo alla lettera (generalmente indicata con x e denominata incognita) un valore particolare detto soluzione.

Un esempio di equazione di primo grado è il seguente:

$$\frac{1}{2}(x-2)+3x=4-(1-x)$$

I termini a sinistra del segno di uguale formano il primo membro dell'equazione, mentre i termini a destra formano il secondo membro.

Si può notare che, se al posto di x si sostituisce un valore qualsiasi, ad esempio il valore 2, il primo membro non risulta uguale al secondo, ossia l'uguaglianza non risulta vera. Se invece si sostituisce il valore $x=\frac{8}{5}$, l'uguaglianza diventa vera. Si dice in tal caso che $x=\frac{8}{5}$ è la soluzione dell'equazione.

In generale, per quanto possa essere complessa nella sua forma, un'equazione di primo grado può essere ridotta nella seguente forma:

Equazione 1-1 $$ax=b$$

Si possono distinguere tre casi.

Se $a \neq 0$, allora la soluzione dell'equazione di primo grado è unica e vale $x=\frac{b}{a}$.

Tale soluzione si ottiene dividendo ambo i membri dell'Equazione 1-1 per a in modo da isolare l'incognita x.

Se $a = 0$ e $b \neq 0$, allora l'equazione non ha soluzioni ed è detta impossibile. In tal caso si ha infatti che il primo membro dell'Equazione 1-1 si annulla mentre il secondo è diverso da zero.

Infine se $a = 0$ e $b = 0$, allora l'equazione ha infinite soluzioni ed è detta indeterminata. In pratica sia il primo che il secondo membro dell'Equazione 1-1 si annullano e l'equazione risulta soddisfatta per qualsiasi valore di x.

Esempi

1) Si consideri l'equazione $3x - 6 = 0$.

Essa si può risolvere attraverso i **principi di equivalenza**.

Il **primo principio di equivalenza** dice che si può aggiungere o sottrarre ad ambo i membri dell'equazione la stessa quantità ricavando un'equazione equivalente a quella data. Ad esempio, aggiungendo +6 ad ambo i membri dell'equazione si ottiene:

$$3x - 6 + 6 = 0 + 6 \Rightarrow 3x \cancel{-6} \cancel{+6} = +6 \Rightarrow 3x = +6$$

Si noti come il primo principio di equivalenza si traduce nel trasferire addendi da un membro all'altro cambiando loro il segno. Difatti il termine –6 a primo membro è stato trasferito a secondo membro diventando +6.

Il **secondo principio di equivalenza** afferma che si possono moltiplicare o dividere ambo i membri dell'equazione per la stessa quantità diversa da zero, ricavando un'equazione equivalente a quella data.

Nel caso in questione, si possono dividere ambo i membri per 3, ottenendo:

$$3x = +6 \Rightarrow \frac{3x}{3} = \frac{6}{3} \Rightarrow \frac{\cancel{3}x}{\cancel{3}} = \frac{\cancel{6}^{2}}{\cancel{3}} \Rightarrow x = 2$$

L'equazione è così risolta e la sua soluzione vale 2.

2) Si consideri ora l'equazione:

$$\frac{1}{2}(x+4) - x = \frac{1}{3}(3-2x) + 2$$

Per risolvere l'equazione è innanzitutto necessario sciogliere le parentesi tonde, moltiplicando il loro contenuto per il fattore posto dinanzi ad esse.

$$\frac{1}{2}x + 2 - x = 1 - \frac{2}{3}x + 2$$

Di seguito occorre calcolare il minimo comun denominatore, ossia il minimo comune multiplo dei denominatori.

$$\frac{3x + 12 - 6x}{6} = \frac{6 - 4x + 12}{6}$$

Il denominatore comune ad ambo i membri può essere eliminato attraverso il secondo principio di equivalenza, ossia moltiplicando ambo i membri per 6.

$$3x + 12 - 6x = 6 - 4x + 12$$

Adoperando il primo principio di equivalenza e trasferendo tutti i termini con la x al primo membro e quelli che ne sono privi al secondo membro, si ottiene:

$$3x - 6x + 4x = -12 + 6 + 12$$
$$x = 6$$

1.2. Disequazioni di primo grado

Una disequazione di primo grado si svolge con modalità piuttosto analoghe a quelle di una equazione di primo grado. Si applicano quindi il primo ed il secondo principio di equivalenza delle equazioni per giungere ad una forma della disequazione che sia simile ad uno dei seguenti quattro tipi:

Equazione 1-2 $ax > b; \quad ax < b; \quad ax \geq b; \quad ax \leq b;$

Bisogna tenere presente una condizione importante: nel caso in cui nell'Equazione 1-2 a primo membro il coefficiente della x, ossia a, sia negativo, occorre moltiplicare per –1 sia il primo che il secondo membro e cambiare il verso della disuguaglianza, in modo che i simboli di disuguaglainza > oppure ≥ diventino rispettivamente < oppure ≤ e viceversa. Questa regola può essere estesa nel modo seguente: ogni volta che, in una disequazione, si moltiplicano/dividono ambo i membri per un numero negativo, occorre cambiare il verso della disuguaglianza.

La soluzione della disequazione può essere rappresentata mediante un grafico sulla retta reale che indica l'intervallo di valori che verificano la disequazione.

Esempio

Risolvere la disequazione $-2(x+1)+\frac{2-x}{2}<x+3$

$$-2x-2+\frac{2-x}{2}<x+3$$

$$\frac{-4x-4+2-x}{2}<\frac{2x+6}{2}$$

$$-4x-4+2-x<2x+6$$

$$-4x-x-2x<4-2+6$$

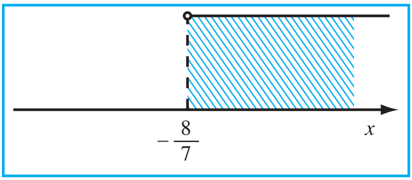
$$-7x<8$$

Si moltiplicano per –1 ambo i membri della disequazione e si inverte il verso della disuguaglianza.

$$7x>-8$$

$$x>-\frac{8}{7}$$

Si riporta inoltre la rappresentazione grafica. L'intervallo delle soluzioni è rappresentato dalla zona tratteggiata sulla retta dei numeri reali. Il cerchietto bianco in corrispondenza del valore $-\frac{8}{7}$ indica che tale valore non appartiene alla soluzione; in alternativa quando un valore appartiene alla soluzione viene contrassegnato con un cerchietto nero.



2. Equazioni e disequazioni con valore assoluto

I punti-chiave

- ➢ Risolvere equazioni con valore assoluto.
- ➢ Risolvere disequazioni con valore assoluto.

2.1. Equazioni con valori assoluti

Considerata una espressione $f(x)$ funzione dell'incognita x, il valore assoluto dell'espressione, ossia $|f(x)|$, è tale che:

Equazione 2-1

$$|f(x)| = f(x) \quad se \quad f(x) \geq 0$$
$$|f(x)| = -f(x) \quad se \quad f(x) < 0$$

Le equazioni con valore assoluto vanno suddivise in più sistemi misti, ciascuno formato da:

- una o più disequazioni;
- un'equazione nella quale sono rese esplicite le espressioni assunte dai valori assoluti secondo la definizione dell'Equazione 2-1.

La soluzione dell'equazione di partenza sarà data dall'unione delle soluzioni dei vari sistemi misti.

Si presentano alcuni casi.

Si consideri l'equazione

Equazione 2-2

$$|f(x)| = g(x)$$

Essa si scompone nei due seguenti sistemi:

Equazione 2-3

$$\begin{cases} f(x) = g(x) \\ f(x) \geq 0 \end{cases} \cup \begin{cases} -f(x) = g(x) \\ f(x) < 0 \end{cases}$$

Si noti come nell'inserire $f(x)$ nei sistemi dell'Equazione 2-3 si sia fatto riferimento all'Equazione 2-1.

Si consideri ora l'equazione

Equazione 2-4 $$|f(x)| + |g(x)| = h(x)$$

Essa si scompone nei quattro seguenti sistemi, in ciascuno dei quali si applica la definizione dell'Equazione 2-1, sia per $f(x)$, sia per $g(x)$:

Equazione 2-5
$$\begin{cases} f(x) + g(x) = h(x) \\ f(x) \geq 0 \\ g(x) \geq 0 \end{cases} \cup \begin{cases} -f(x) + g(x) = h(x) \\ f(x) < 0 \\ g(x) \geq 0 \end{cases} \cup$$
$$\cup \begin{cases} f(x) - g(x) = h(x) \\ f(x) \geq 0 \\ g(x) < 0 \end{cases} \cup \begin{cases} -f(x) - g(x) = h(x) \\ f(x) < 0 \\ g(x) < 0 \end{cases}$$

Esempi

1) Risolvere l'equazione $|x^2 - 4x| = 2 - 3x$

L'equazione è simile al tipo presentato nell'Equazione 2-2, pertanto si può scrivere l'unione di due sistemi misti come descritto nell'Equazione 2-3.

$$\begin{cases} x^2 - 4x = 2 - 3x \\ x^2 - 4x \geq 0 \end{cases} \cup \begin{cases} -x^2 + 4x = 2 - 3x \\ x^2 - 4x < 0 \end{cases}$$

Si risolve dapprima il sistema:

$$\begin{cases} x^2 - 4x = 2 - 3x \\ x^2 - 4x \geq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x^2 - x - 2 = 0 \\ x^2 - 4x \geq 0 \end{cases}$$

L'equazione $x^2 - x - 2 = 0$ è tale che $\Delta = (-1)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-2) = 1 + 8 = 9$. Quindi le due soluzioni sono:

$$x_{1e2} = \frac{1 \pm \sqrt{9}}{2} = \frac{1 \pm 3}{2}$$
$$x_1 = 2 \cup x_2 = -1$$

Queste due soluzioni devono rispondere alle condizioni imposte dalla disequazione del sistema:

$$x^2 - 4x < 0$$

$$x^2 - 4x = 0$$

$$x(x-4) = 0$$

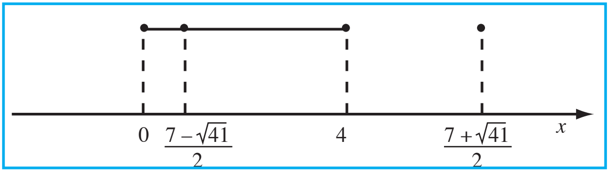
$$x_1 = 0$$

$$x - 4 = 0 \Rightarrow x_2 = 4$$

Il coefficiente del termine al quadrato è $a = 1 > 0$ ed è discorde con il segno della disequazione, pertanto la disequazione è verificata per valori interni all'intervallo delle soluzioni: $0 < x < 4$. Quindi il sistema è equivalente al seguente:

$$\begin{array}{l} I. \\ II. \end{array}\begin{cases} x = \dfrac{7 \pm \sqrt{41}}{2} \\ 0 < x < 4 \end{cases}$$

Si riporta in un grafico l'intervallo rappresentato dalla disequazione *II* e nello stesso si riportano i due valori dati dalla *I*. Solo $x = \dfrac{7-\sqrt{41}}{2}$ è contenuto nell'intervallo individuato dalla *II*.



Quindi $x = \dfrac{7-\sqrt{41}}{2}$ è l'unica soluzione.

Pertanto le due soluzioni del sistema sono $x = -1$ e $x = \dfrac{7-\sqrt{41}}{2}$.

2) Risolvere l'equazione $|x+1| + x - 2 = |3+x|$

L'equazione è scomposta nei seguenti quattro sistemi misti.

4. Introduzione alla Geometria analitica

I punti-chiave

- Conoscere il piano cartesiano.
- Rappresentare punti nel piano cartesiano.
- Calcolare la distanza tra due punti nel piano cartesiano.
- Calcolare il punto medio di un segmento nel piano cartesiano.

4.1. Il sistema di assi cartesiani ortogonali e le coordinate dei punti del piano

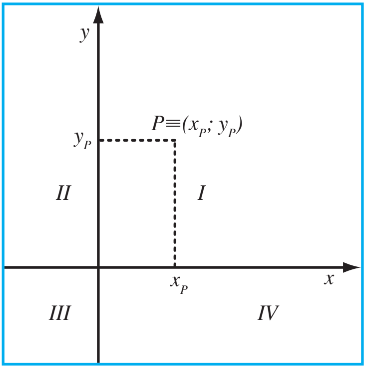


Figura 4-1 Il piano π e il sistema di assi cartesiani ortogonali

Considerato un piano π si può introdurre in esso un sistema di assi cartesiani ortogonali, detto *xOy*, ossia una coppia di rette ordinate con un verso che si intersecano formando angoli retti (Figura 4-1). Tali rette, denominate **asse delle ascisse** (*x*) ed **asse delle ordinate** (*y*), sono caratterizzate da due unità di misura *u*, generalmente identiche, che permettono di individuare i numeri reali su di esse. Il punto di intersezione O è detto **origine** del sistema di assi. In realtà l'intero insieme dei punti nel piano può essere individuato univocamente attraverso le due rette ordinate, usando una coppia di coordinate per ogni punto.

$$P \equiv (x; y)$$

x: ascissa del punto P

y: ordinata del punto P

Il primo elemento della coppia di numeri rappresenta l'**ascissa** di quel punto, ossia il valore espresso in unità di misura u della proiezione di quel punto sull'asse delle ascisse x. Il secondo elemento della coppia di numeri rappresenta l'**ordinata** di quel punto, ossia il valore espresso in unità di misura u della proiezione di quel punto sull'asse delle ordinate y. In alternativa, l'ascissa di un punto può anche essere vista come la distanza del punto dall'asse delle ordinate, mentre l'ordinata di un punto può essere vista come la distanza del punto dall'asse delle ascisse. L'origine O ha coordinate nulle $O \equiv (0;0)$. I punti sull'asse delle ascisse hanno ordinata nulla, mentre i punti sull'asse delle ordinate hanno ascissa nulla. Un punto che non si trova su nessuno dei due assi ha entrambe le coordinate non nulle. In generale se si ordinano i 4 quadranti individuati dalle due rette come in Figura 4-1 si nota che le coordinate di un generico punto hanno le seguenti caratteristiche per ognuno dei quadranti:

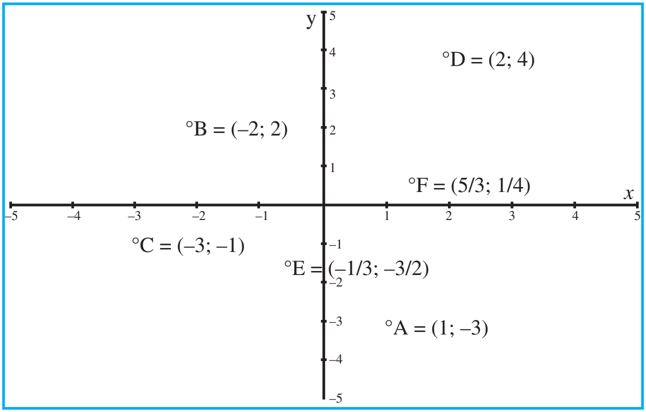
Quadrante	Ascissa	Ordinata
I	$x > 0$	$y > 0$
II	$x < 0$	$y > 0$
III	$x < 0$	$y < 0$
IV	$x > 0$	$y < 0$

Esempio

In un sistema di assi cartesiani ortogonali xOy disegnare i seguenti punti:

A≡(1;-3), B≡(-2;2), C≡(-3;-1), D≡(2;4),

$$E \equiv \left(-\frac{1}{3}; -\frac{3}{2}\right), \quad F \equiv \left(\frac{5}{3}; \frac{1}{4}\right).$$



4.2. Distanza tra due punti - casi particolari

La distanza $\overline{AB}$ tra due punti A e B che si trovano sull'asse delle ascisse è data dalla relazione:

Equazione 4-1
$$\overline{AB} = |x_B - x_A|$$

Analogamente, se i due punti A e B si trovano sull'asse delle ordinate, la distanza tra di essi è data da:

Equazione 4-2
$$\overline{AB} = |y_B - y_A|$$

Più in generale se i due punti A e B hanno la stessa ordinata, la relazione per ottenere la distanza tra i due punti è sempre l'Equazione 4-1; infatti due punti con la stessa ordinata si trovano su di una retta parallela all'asse delle ascisse (Figura 4-2). Lo stesso dicasi per due punti aventi la stessa ascissa, ovvero due punti giacenti su di una retta parallela all'asse delle ordinate; per essi vale ancora l'Equazione 4-2.

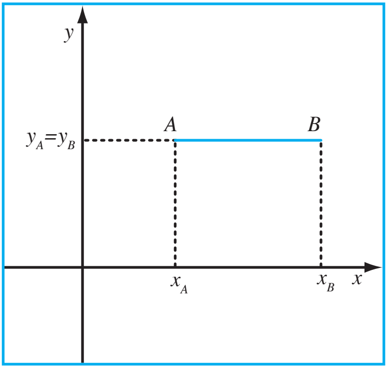


Figura 4-2 Distanza di due punti con la stessa ordinata

Esempi

1) Dati i punti $A \equiv (1;-3)$ e $B \equiv (1;2)$ calcolare la distanza tra essi.

I due punti hanno la stessa ascissa: $x_A = x_B = 1$. Quindi la distanza tra di essi va calcolata con l'Equazione 4-2:

$$AB = |y_A - y_B| = |-3-2| = |-5| = 5$$

Si noti come il valore assoluto ha cambiato il valore negativo nel corrispondente valore positivo.

2) Dati i punti $A \equiv (6;-3)$ e $B \equiv \left(-\frac{1}{3};-3\right)$ calcolare la distanza tra essi.

I due punti hanno la stessa ordinata: $y_A = y_B = -3$. Quindi la distanza tra di essi va calcolata con l'Equazione 4-1:

$$AB = |x_A - x_B| = \left|6 - \left(-\frac{1}{3}\right)\right| = \left|6 + \frac{1}{3}\right| = \left|\frac{18+1}{3}\right| = \left|\frac{19}{3}\right| = \frac{19}{3}$$

Si noti come il segno negativo della formula e il segno negativo della coordinata $x_B = -1/3$ sono stati moltiplicati restituendo un segno positivo; inoltre il valore assoluto ha lasciato invariato il segno positivo.

memo RIX

Matematica | 3

Il volume si rivolge a quanti vogliano apprendere o rivedere in breve tempo i fondamenti della geometria analitica, delle coniche e dell'algebra dei valori assoluti e dei numeri irrazionali. La materia viene spiegata in maniera chiara e accessibile. La trattazione formale è sempre affiancata da parti discorsive che tendono a presentare in modo intuitivo le nozioni teoriche e da parti esercitative che chiariscono l'applicazione dei concetti formalizzati.

Tra gli argomenti trattati:

- equazioni e disequazioni con valore assoluto
- equazioni e disequazioni irrazionali
- geometria analitica della retta
- trasformazioni nel piano cartesiano
- studio delle coniche

L'autore

Emiliano Barbuto, dirigente scolastico, già docente di matematica e fisica nei licei e ricercatore a contratto presso l'Università di Salerno, ha collaborato ad esperimenti di fisica nucleare e subnucleare presso il CERN di Ginevra e i Laboratori del Gran Sasso. È autore di numerose pubblicazioni di carattere didattico e divulgativo sulla matematica e sulla logica.

EdiSES edizioni

ammissione.it

blog.edises.it

infoconcorsi.edises.it

€ 11,00

ISBN 978-88-3622-675-7

9 788836 226757