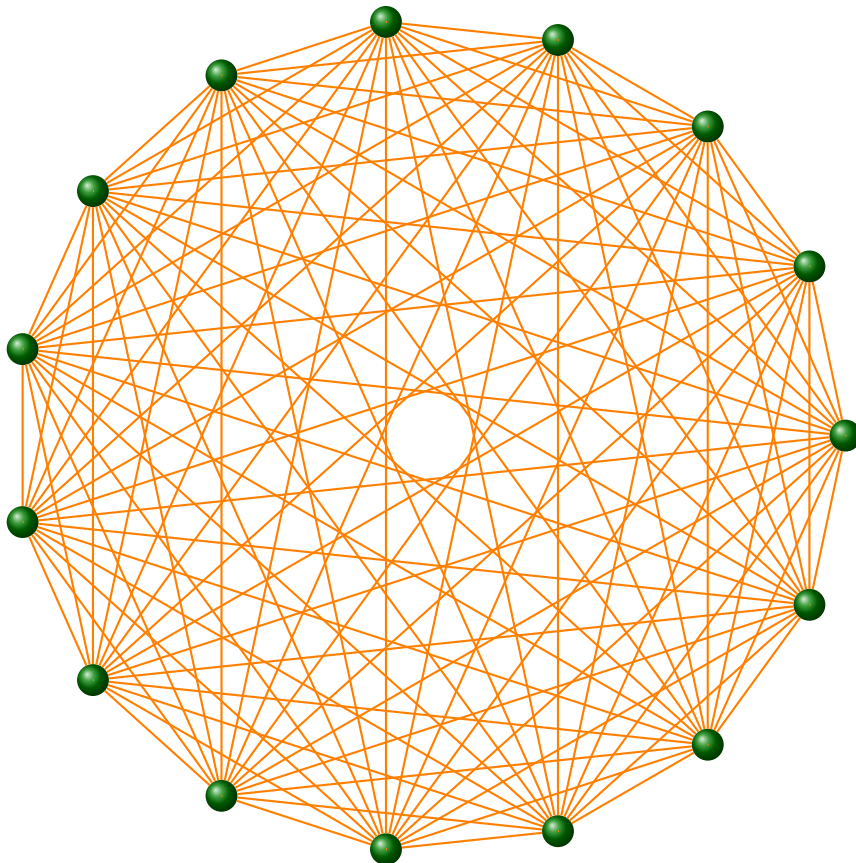


CLAUDIO DUCHI

APPUNTI DI MATEMATICA

PRIMO




—lunedì 10 gennaio 2022 18:29:13 CET—

Release: (16c3fad) Autore:Claudio Duchi 2022-01-10

A Federico





Sicuramente, in questo lavoro vi sono errori e imprecisioni, per cortesia segnalatemeli.

Copyright ©2022, Claudio Duchi.

Quest'opera è stata rilasciata con licenza  Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 – Condividi allo stesso modo. Internazionale.

Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> o spedisce una lettera a Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



-  **Attribuzione:** Devi riconoscere il contributo dell'autore originario.
-  **Non commerciale:** Non puoi utilizzare il contenuto di questo documento per scopi commerciali.
-  **Non opere derivate:** Non puoi alterare modificare o sviluppare questo documento.
-  **Condividi allo stesso modo:** Questo documento, se condiviso, deve rispettare tutte le condizioni della licenza.

Indice

Elenco delle tabelle	6
Elenco delle figure	7
Elenco esempi	7
Esempi	7
Contro esempi	10
1 Numeri Naturali	12
1.1 Operazioni	12
1.1.1 Addizione	12
1.1.2 Sottrazione	14
1.1.3 Moltiplicazione	14
1.1.4 Divisione	16
1.1.5 Potenza	17
1.1.6 Distributiva	19
1.1.7 Espressioni	19
1.2 Numeri primi e composti	19
1.2.1 Scomposizione in fattori primi	21
1.3 Massimo Comun Divisore	24
1.4 Minimo comune multiplo	27
2 Numeri razionali assoluti	31
2.1 Frazione	31
2.2 Numeri decimali	31
2.2.1 Da frazione a numero decimale	31
2.2.2 Da numero decimale a frazione	33
2.2.3 Da numero percentuale a decimale	36
2.2.4 Da numero decimale a percentuale	37
2.2.5 Da percentuale a frazione	37
2.2.6 Da frazione a percentuale	37
2.3 Frazioni equivalenti	37
2.4 Proprietà invariantiva	38
2.5 Semplificare una frazione	38
2.6 Riduzione allo stesso denominatore	39
2.6.1 Confronto fra frazioni	40
2.7 Operazioni	40
2.7.1 Somma e sottrazione	40
2.7.2 Moltiplicazione	41
2.7.3 Semplificazioni e moltiplicazioni	41
2.7.4 Divisione fra frazioni	43
2.7.5 Potenze	44

3	Le proporzioni	45
3.1	Proporzioni semplici	45
3.2	Proprietà delle proporzioni	45
3.2.1	Proprietà fondamentale delle proporzioni	45
3.3	Serie di rapporti uguali	46
4	Numeri relativi	48
4.1	Glossario.	48
4.2	Ordine	48
4.3	Operazioni con i numeri relativi	49
4.3.1	Somma sottrazione	49
4.3.2	Prodotto	49
4.3.3	Divisione	49
5	Proprietà delle potenze	50
6	Notazione scientifica	51
6.1	Introduzione	51
6.2	Convertire un numero in notazione scientifica	51
7	Approssimazione, arrotondamento e troncamento	52
7.1	Approssimazioni per difetto e per eccesso	52
7.2	Troncamento	52
7.3	Arrotondamenti	53
8	Errori ed orrori	54
8.1	Precedenze	54
8.2	Lo zero	54
9	Percentuali	55
9.1	Parte, tutto e percentuale	55
9.1.1	Parte e Tutto	55
9.1.2	Percentuale e Tutto	56
9.1.3	Percentuale e Parte	56
10	Sconto	57
10.1	Lo Sconto e lo sconto percentuale	57
10.1.1	Prezzo iniziale e finale	57
10.1.2	Prezzo iniziale e sconto percentuale	58
10.1.3	Prezzo finale e sconto	58
11	Incrementi e decrementi	60
11.1	Incrementi	60
11.2	Decrementi	61
12	Interesse	62
12.1	Interesse semplice	62
12.2	Tasso o ragione	63
12.3	Montante	63
13	Somme, prodotti e frazioni	64
13.1	Segni	64
13.2	Precedenze	65
13.3	Somme prodotti divisioni	65

14 Monomi	67
14.1 Definizioni	67
14.2 Operazioni	70
14.2.1 Somma	70
14.2.2 Divisione	71
15 Polinomi	74
15.1 Somme	74
15.2 Prodotti	74
15.2.1 Monomio per un polinomio	74
15.2.2 Polinomio per polinomio	76
15.2.3 Quadrato del binomio	78
15.2.4 Differenza di quadrati	80
15.2.5 Cubo del Binomio	81
15.2.6 Quadrato del trinomio	81
16 Divisioni fra polinomi	84
16.1 Divisioni fra monomi	84
16.2 Divisioni fra Polinomi e monomi	84
16.3 Divisione fra polinomi	84
16.4 Metodo di Ruffini	87
17 Raccoglimento in fattori	89
18 MCD e mcm	91
18.1 MCD	91
18.2 mcm	93
Indice analitico	96
Mezzi usati	98

Elenco delle tabelle

1.1	Criteri di divisibilità	21
2.1	Somma di frazioni	42
5.1	Proprietà delle potenze	50
6.1	Costanti fisiche	51
13.1	Segni	64
13.2	Precedenze	65
13.3	Somme, prodotti	65
13.4	Prodotti notevoli	66
13.5	frazioni	66
14.1	Parte Numerica e letterale	68
15.1	prodotti	82
15.2	Prodotti	83
17.1	Polinomi raccoglimenti.	89
17.2	Polinomi raccoglimenti.	90

Elenco delle figure

1.1	Retta orientata	12
1.2	Numeri Naturali	13
1.3	Operazioni	13
1.4	Operazioni in \mathbb{N}	13
1.5	Proprietà addizione	14
1.6	Proprietà Sottrazione	15
1.7	Proprietà Moltiplicazione	15
1.8	I nomi della divisione	16
1.9	Proprietà Divisione	17
1.10	Proprietà Potenza	18
1.11	Classificazione	20
1.12	Albero Binario.	20
1.17	Massimo Comun Divisore.	25
1.18	Algoritmo di Euclide	26
1.20	Calcolo del mcm	29
2.1	Da frazione a decimale.	32
4.1	Numeri relativi	48
4.2	Retta orientata	49
10.1	Sconto.	57
16.1	Divisione fra polinomi	86
16.3	Metodo di Ruffini	88

Elenco esempi

Esempi

1.2.1	Scomposizione numero	24
1.3.1	MCD	24
1.3.2	MCD	26
1.3.3	MCD	26
1.3.4	Metodo di Euclide	27
1.4.1	mcm	28
1.4.2	mcm	28
1.4.3	mcm	28
2.1.1	Frazione Impropria	31
2.2.1	Frazione apparente	32
2.2.2	Frazione decimale	32
2.2.3	Numeri decimali finiti	32
2.2.4	Numeri decimali finiti	33
2.2.5	Numeri periodici	33
2.2.6	Decimale finito	33
2.2.7	Trovare la frazione generatrice	34
2.2.8	Trovare la frazione generatrice	34
2.2.9	Trovare la frazione generatrice	35
2.2.10	Trovare la frazione generatrice	35
2.2.11	Trovare la frazione generatrice	36
2.2.12	Trovare la frazione generatrice	36
2.2.13	Da percentuale a decimale	36
2.2.14	Da decimale a percentuale	37
2.2.15	Trasformare una percentuale in una frazione	37
2.2.16	Da frazione a percentuale	37
2.3.1	Frazioni equivalenti	37
2.3.2	Frazioni equivalenti	38
2.4.1	Proprietà invariantiva	38
2.4.2	Frazioni equivalenti	38
2.5.1	Semplificare la frazione	39
2.5.2	Semplificare la frazione	39
2.6.1	Trasformare due frazioni a denominatore diverso	39
2.6.2	Ordinare in modo decrescente frazioni	40
2.7.1	Somma/differenza due frazioni	40
2.7.2	Somma/differenza due frazioni	41
2.7.3	Moltiplicazione di frazione con frazione	41
2.7.4	Prodotto numero con frazione	41
2.7.5	Semplificazione in verticale	41
2.7.6	Semplificazione in croce	43
2.7.7	Frazioni reciproche	43
2.7.8	Reciproco di un intero	43

2.7.9	Divisione fra frazioni	43
2.7.10	Divisione fra una frazione e un numero	44
2.7.11	Potenza di una frazione	44
6.2.1	Notazione scientifica	51
7.1.1	Approssimazioni	52
7.2.1	Troncamento	53
7.2.2	Troncamento	53
7.3.1	Arrotondamento	53
7.3.2	Arrotondamento	53
9.1.1	Conosco Parte e tutto	55
9.1.2	Conosco Percentuale e Tutto	56
9.1.3	Conosco Percentuale e parte	56
10.1.1	Conosco Prezzo iniziale e quello finale	57
10.1.2	Conosco Prezzo iniziale e sconto percentuale	58
10.1.3	Conosco Prezzo finale e sconto percentuale	58
11.1.1	Conosco valore finale e incremento percentuale	60
11.2.1	Conosco valore parziale e incremento percentuale	61
12.1.1	Conosco Capitale, tasso e tempo	62
12.1.2	Conosco Capitale, tasso e tempo	63
12.2.1	Conosco Capitale, Interesse e tempo	63
13.3.1		66
14.1.1	Monomio	67
14.1.2	Non monomio	67
14.1.3	Forma normale	68
14.1.4	Monomio zero	69
14.1.5	Monomi simili	69
14.1.6	Monomi opposti	69
14.1.7	Grado rispetto alla lettera	70
14.2.1	Somma	70
14.2.2	Prodotto di monomi	71
14.2.3	Prodotto di monomi	71
14.2.4	Divisioni monomi	72
14.2.5	Divisioni monomi	72
14.2.6	Divisioni monomi	72
14.2.7	Divisioni monomi	73
15.1.1		74
15.2.1	Moltiplicazione	75
15.2.2		75
15.2.3	Moltiplicazione	76
15.2.4	Moltiplicazione	77
15.2.5		78
15.2.6		79
15.2.7		79
15.2.8		79
15.2.9		80
15.2.10		80
15.2.11		80
15.2.12		81
15.2.13		82
16.1.1		84
16.3.1		84
16.3.2		85
16.4.1		87
18.1.1		91
18.1.2		92

CONTRO ESEMPI

10

18.1.3	92
18.2.1	93
18.2.2	94
18.2.3	94

Contro esempi

Elenco delle cose da fare

1

Numeri Naturali

I numeri naturali sono un insieme numerico. Questo insieme, $\mathbb{N} = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$ è costituito da un numero infinito di elementi. Tutti i numeri naturali hanno, tranne lo zero, un precedente ed un successivo, questo definisce, per i numeri naturali, un ordine. L'insieme dei numeri naturali è discreto nel senso che fra un numero e il suo successivo non vi è nessun altro elemento dell'insieme. Una rappresentazione dell'insieme sono dei punti equidistanti su una semiretta orientata figura 1.1 dove i numeri sono ordinati dal minore al maggiore secondo il verso della retta.

1.1 Operazioni

Prima di parlare di operazioni in \mathbb{N} spendiamo due parole sul concetto di operazione. In matematica, un'operazione è una relazione che lega, in generale, due elementi a un elemento detto risultato come nella figura figura 1.3a nella pagina successiva. Operazioni di questo tipo vengono dette binarie. Esistono anche operazioni unarie, come per esempio il cambio di segno, il quadrato di un numero eccetera in questo caso abbiamo un elemento in ingresso e uno in uscita. Le operazioni si dividono ulteriormente in interne o esterne a seconda che il risultato appartenga o no all'insieme dei valori in ingresso. L'ordine con cui sono scritte è importante. La regola prevede che vengano eseguite andando da sinistra verso destra. Per variare l'ordine di esecuzione sono introdotte le parentesi che indicano cosa debba essere eseguita per prima.

1.1.1 Addizione

L'addizione è una operazione binaria figura 1.4a nella pagina seguente interna in \mathbb{N} . I termini in ingresso si dicono addendi, il risultato somma. L'operazione di addizione è commutativa cioè cambiando l'ordine degli addendi il risultato non cambia.

$$2 + 3 = 3 + 2 = 5$$

L'operazione ha un elemento neutro lo zero. L'addizione dell'elemento neutro e di un addendo ha per somma l'addendo

$$4 + 0 = 0 + 4 = 4$$

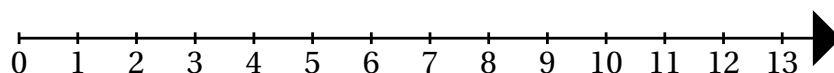


Figura 1.1: Retta orientata

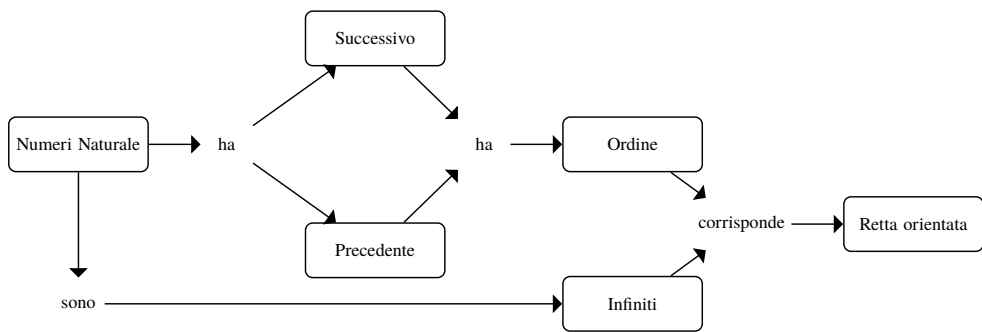
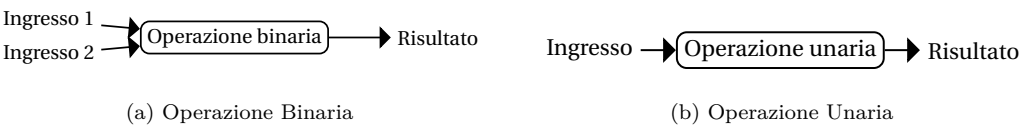
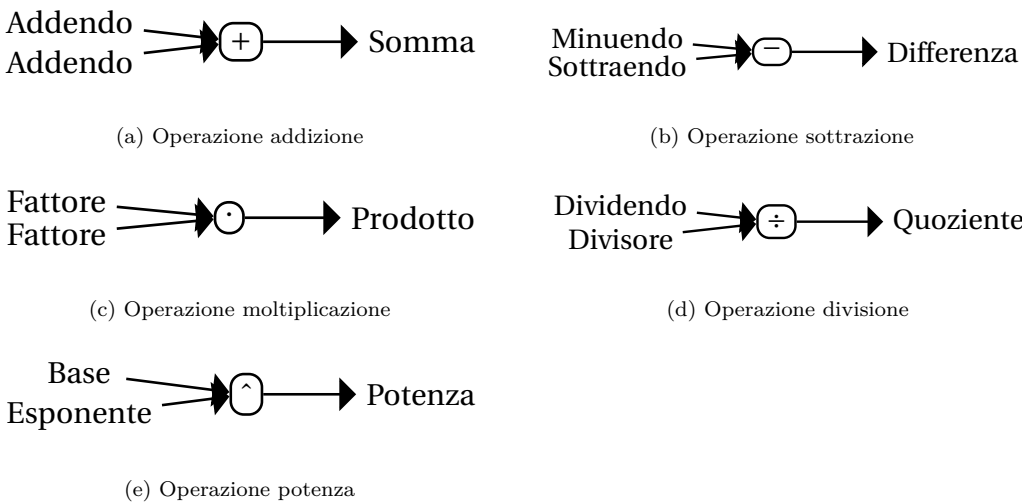


Figura 1.2: Numeri Naturali



(a) Operazione Binaria (b) Operazione Unaria

Figura 1.3: Operazioni



(e) Operazione potenza

Figura 1.4: Operazioni in \mathbb{N}

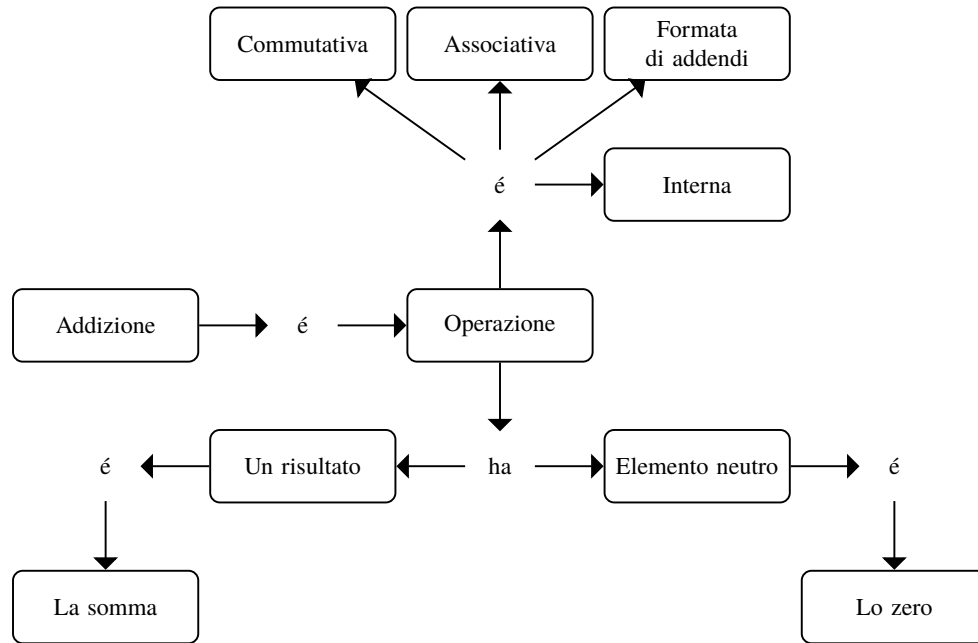


Figura 1.5: Proprietà addizione

. L'addizione è associativa. Nell'addizione tre numeri è possibile sostituire a due numeri la loro somma che il risultato non cambia.

$$2 + 3 + 4 = (2 + 3) + 4 = 2 + (3 + 4)$$

La tabella figura 1.5 riassume i risultati.

1.1.2 Sottrazione

La sottrazione è una operazione binaria figura 1.4b nella pagina precedente non sempre interna in \mathbb{N} . I termini in ingresso si dicono minuendo e sottraendo, il risultato differenza. Se il sottraendo è maggiore del minuendo l'operazione è esterna. Se il minuendo è uguale al sottraendo la differenza è zero. La sottrazione non è commutativa

$$3 - 2 \neq 2 - 3$$

e neppure associativa

$$(4 - 3) - 2 \neq 4 - (3 - 2)$$

L'operazione gode della proprietà invariantiva, per cui aggiungendo o sottraendo la stessa quantità al minuendo e al sottraendo la differenza non cambia figura 1.6 nella pagina successiva.

1.1.3 Moltiplicazione

La moltiplicazione è una operazione binaria figura 1.4c nella pagina precedente interna in \mathbb{N} . I termini in ingresso si dicono fattori, il risultato prodotto. L'operazione di moltiplicazione è commutativa quindi cambiando l'ordine degli fattori il risultato non cambia

$$2 \cdot 3 = 3 \cdot 2 = 6$$

. L'operazione ha un elemento neutro uno. La moltiplicazione dell'elemento neutro e di un fattore ha per prodotto il fattore

$$4 \cdot 1 = 1 \cdot 4 = 4$$

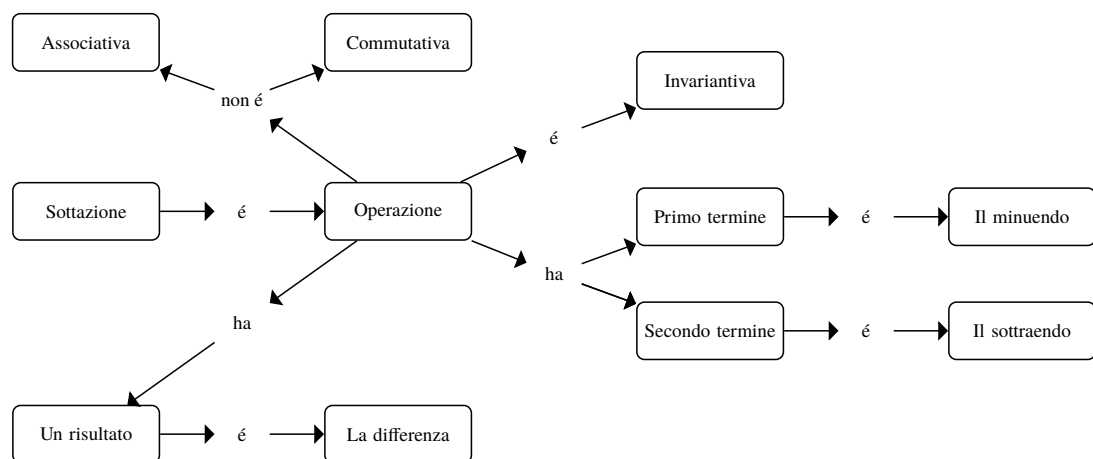


Figura 1.6: Proprietà Sottrazione

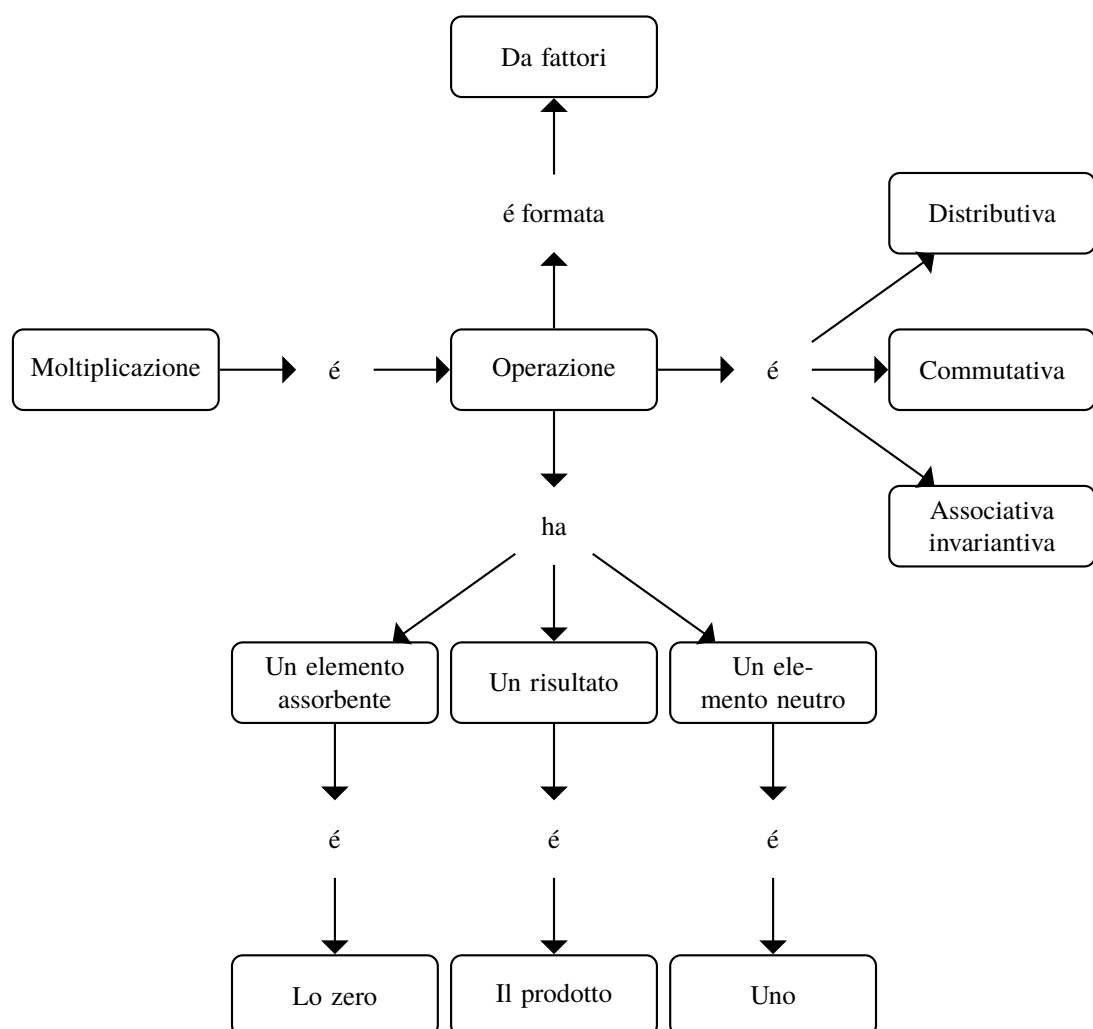


Figura 1.7: Proprietà Moltiplicazione

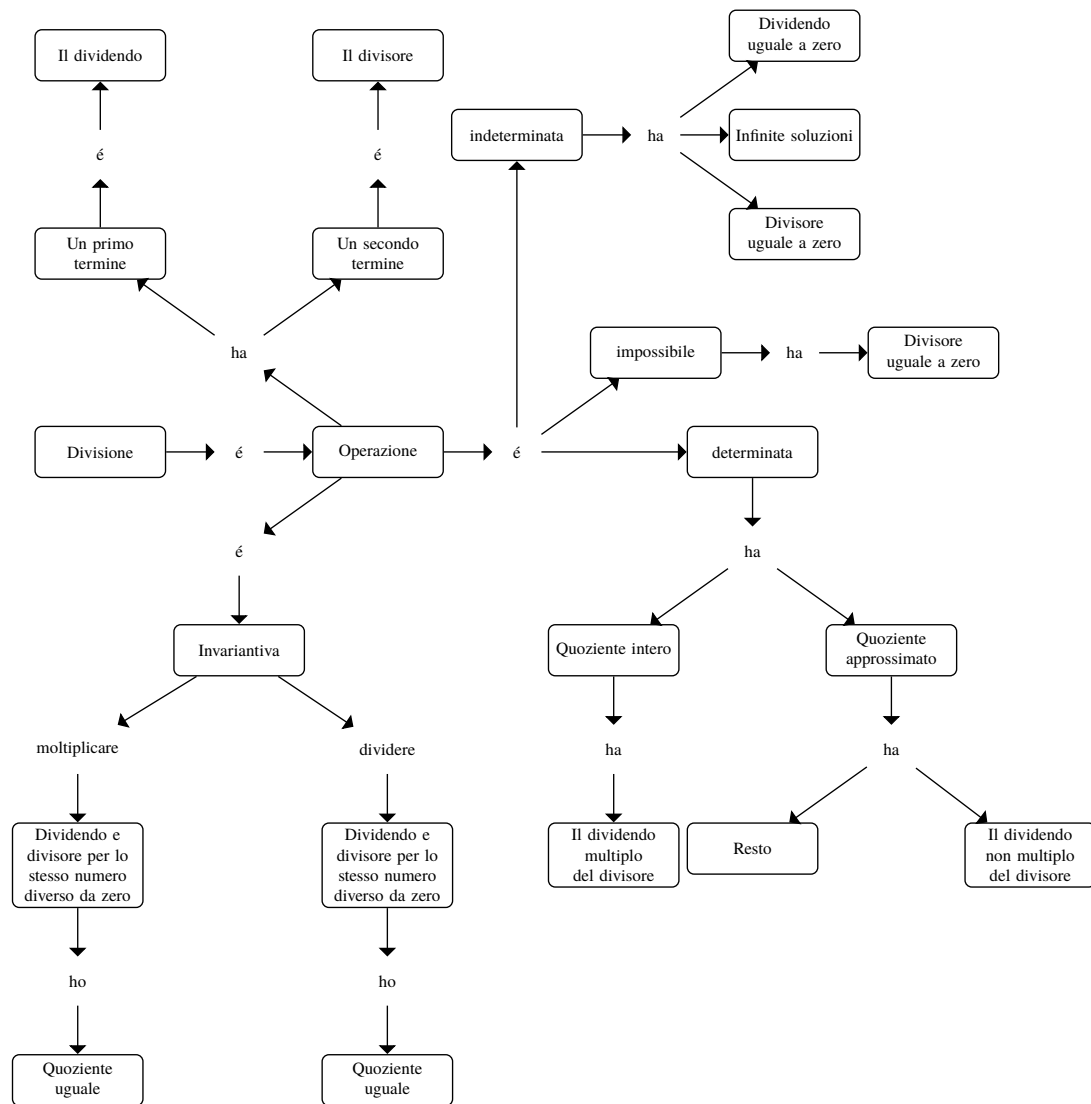


Figura 1.8: I nomi della divisione

. La moltiplicazione è associativa. Nella moltiplicazione di tre numeri o più numeri il risultato finale non cambia se vengono sostituiti due fattori con il loro prodotto figura 1.7 nella pagina precedente

$$2 \cdot 3 \cdot 4 = (2 \cdot 3) \cdot 4 = 2 \cdot (3 \cdot 4)$$

. La moltiplicazione è dissociativa. Nella moltiplicazione il risultato finale non cambia se viene sostituito un fattore con altri fattori il cui prodotto è uguale al fattore sostituito

$$6 \cdot 5 = 2 \cdot 3 \cdot 5$$

. L'elemento assorbente è lo zero. La moltiplicazione di un numero qualunque per zero ha come prodotto zero figura 1.7 nella pagina precedente

1.1.4 Divisione

La divisione è una operazione binaria figura 1.4d a pagina 13 non sempre interna in \mathbb{N} . I termini in ingresso si dicono dividendo e divisore, il risultato quoziente. Se il dividendo non è multiplo del divisore l'operazione è esterna. La divisione non è commutativa

$$3 \div 2 \neq 2 \div 3$$

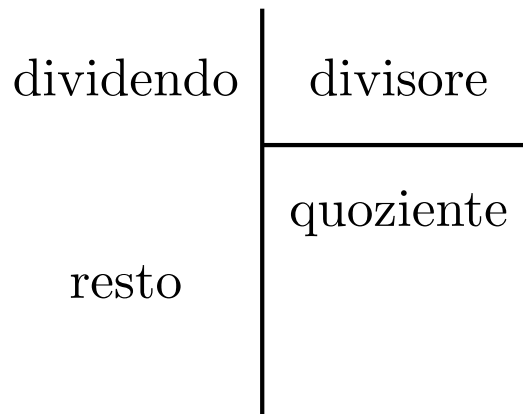


Figura 1.9: Proprietà Divisione

e neppure associativa

$$(4 \div 3) \div 2 \neq 4 \div (3 \div 2)$$

L'operazione gode della proprietà invariantiva, per cui moltiplicando o dividendo la stessa quantità diverso da zero, al dividendo e al divisore il quoziente non cambia figura 1.8 nella pagina precedente. Casi particolari sono

$$1 \div 0$$

$$0 \div a$$

Nel primo caso la divisione è impossibile. Nel secondo è indeterminata.

1.1.5 Potenza

La potenza è una operazione binaria figura 1.4e a pagina 13 interna in \mathbb{N} . I termini in ingresso si dicono base ed esponente il risultato potenza. L'indice della potenza indica quante volte la base deve essere moltiplicata per se stessa. Quindi

$$a^1 = a \quad a^2 = a \cdot a \quad a^3 = a \cdot a \cdot a \text{ eccetera}$$

1.1. OPERAZIONI

18

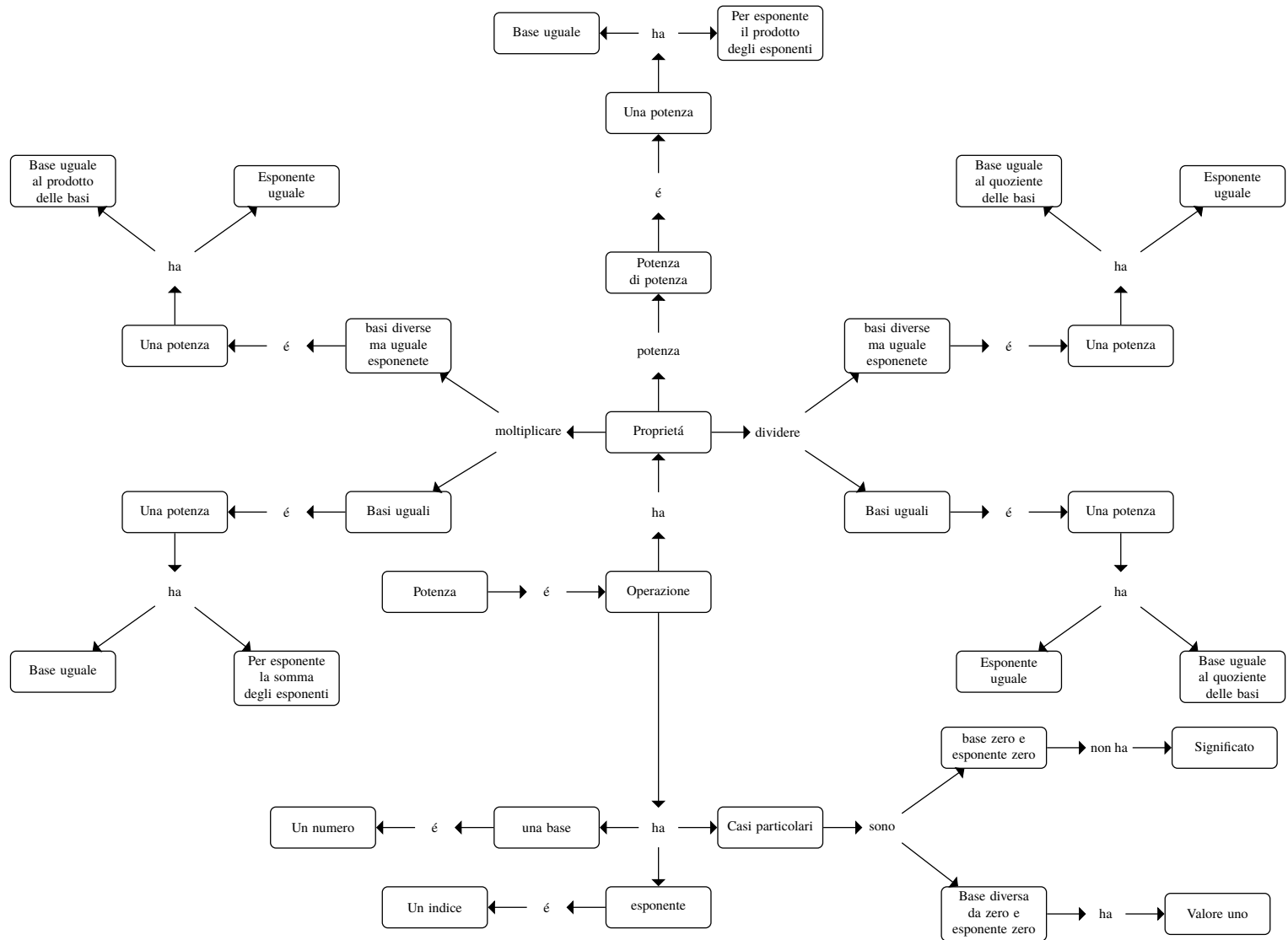


Figura 1.10: Proprietà Potenza

La potenza ha varie proprietà rispetto al prodotto e la divisione. non ha nessuna proprietà rispetto la somma e la sottrazione ciò segue dal fatto che la potenza si basa sulla moltiplicazione.

Per la moltiplicazione vale che il prodotto di potenze con base uguale, è una potenza che ha per base la stessa base e per esponente la somma degli esponenti.

$$2^3 \cdot 2^4 = 2^7$$

Il prodotto di potenze di basi diverse ma esponente uguale è una potenza che ha per base il prodotto delle basi e per esponente lo stesso esponente.

$$2^3 \cdot 4^3 = 8^3$$

Per la divisione vale che la divisione di potenze con base uguale, è una potenza che ha per base la stessa base e per esponente la differenza degli esponenti.

$$2^5 \div 2^3 = 2^2$$

Questa proprietà non è sempre definita. La proprietà è valida se il grado del dividendo è maggiore del grado del divisore e la divisione è definita. La divisione di potenze di basi diverse ma esponente uguale è una potenza che ha per base il quoziente delle basi e per esponente lo stesso esponente. Anche in questo caso la divisione deve essere definita.

$$4^3 \cdot 2^3 = 2^3$$

1.1.6 Distributiva

La proprietà distributiva non è un'operazione ma è una proprietà delle operazioni di addizione e moltiplicazione. Questa proprietà lega le due operazioni nel senso che è possibile cambiare l'ordine di esecuzione fra la somma e il prodotto e il risultato non cambia.

$$5 \cdot (2 + 3) = 5 \cdot 2 + 5 \cdot 3 = 25$$

1.1.7 Espressioni

Un'espressione è la combinazione di una o più operazioni fra loro anche diverse. Per convenzione si dice che le operazioni vengono eseguite nell'ordine in cui si trovano leggendo l'espressione da sinistra. La precedenza spetta alle potenze poi alle moltiplicazioni divisioni infine alle somme differenze. A parità di precedenza viene eseguita l'operazione che si trova più a sinistra. L'ordine di esecuzione può essere cambiato inserendo fra parentesi l'operazione da eseguire prima. Vi sono tre tipi di parentesi quindi tre livelli di priorità.

1.2 Numeri primi e composti

Per la moltiplicazione i numeri naturali (escluso lo zero) sono divisibili in due gruppi: in numeri primi e in numeri composti o multipli. Un numero è composto se è il prodotto di due o più numeri diversi da uno e da lui stesso. Un numero è primo se non è composto.

Anche con la divisione possiamo classificare in due gruppi: i numeri primi e i numeri divisibili. Un numero è divisibile per un altro numero diverso da uno se il resto della divisione è zero. Un numero non divisibile è primo. La figura [figura 1.11](#) nella pagina seguente riassume quanto detto.

Esistono varie regole che permettono di semplificare la ricerca del numero divisore. La tabella [tabella 1.1](#) a pagina [21](#) le riassume.

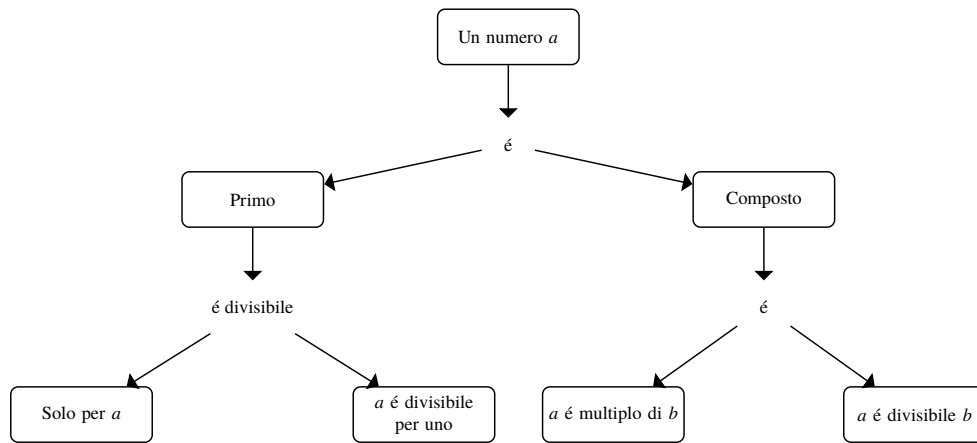


Figura 1.11: Classificazione

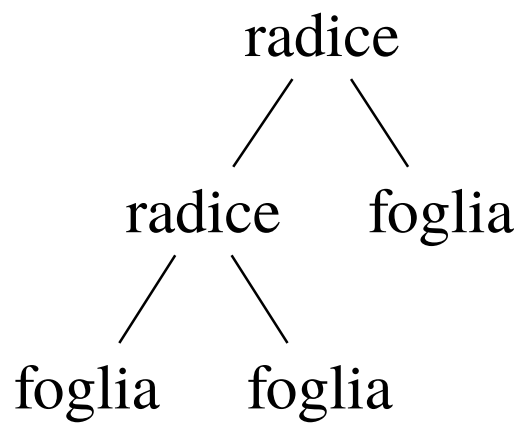


Figura 1.12: Albero Binario

N	Regola
2	Se l'ultima cifra è pari, cioè è 0; 2; 4; 6 e 8
3	Se la somma delle cifre è divisibile per tre. Esempio $375: 3 + 7 + 5 = 15 \div 3 = 5$ infatti $375 \div 3 = 125$
4	Se le ultime due cifre sono divisibili per quattro o sono due zeri 00 . Esempio 460 $60 \div 4 = 15$ $469 \div 4 = 115$
5	Se l'ultima cifra è divisibile per cinque
6	Se è divisibile contemporaneamente per tre e per due
8	Se ultime tre cifre sono divisibili per 8 o sono tre zeri 000 . Esempio 9872 le ultime tre cifre sono divisibili per otto $872 \div 8 = 109$ $9872 \div 8 = 1234$
9	Se la somma delle cifre è divisibile per 9. Esempio 405 $4 + 0 + 5 = 9$ $405 \div 9 = 45$
10	Se l'ultima sua cifra è zero
11	Se la differenza della somma delle cifre di posto pari e le cifre di posto dispari è zero o si divide per undici. Esempio 25652 $(5 + 5) - (2 + 6 + 2) = 0$ $25652 \div 11 = 2332$. Esempio 4145889 $(4 + 4 + 8 + 9) - (1 + 5 + 8 = 11)$ $4145889 \div 11 = 376899$
12	Se è divisibile contemporaneamente per tre e per quattro
25	Se il numero formato dalle ultime due cifre è divisibile per venticinque

Tabella 1.1: Criteri di divisibilità

1.2.1 Scomposizione in fattori primi

Iniziamo a introdurre un oggetto che utilizzeremo in seguito. Un albero binario è formato da un nodo detto radice da cui si staccano due nodi detti figli. Un nodo senza figli è detto foglia.

Per scomposizione in fattori primi di un numero si intende riscrivere quel numero come prodotto di numeri primi (fattori). Procediamo come nella figura figura 1.16 a pagina 23.

A Iniziamo con 210;

B 210 si può scrivere come il prodotto di due numeri 21 e 10;

C 21 è il prodotto di 7 e di 3 che essendo primi cerchio;

D 10 è il prodotto di 2 e di 5 che essendo primi cerchio;

Posso dire che

$$210 = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 5 = 2 \cdot 3 \cdot 5^2 \cdot 7$$

Ho ottenuto la scomposizione cercata.

Per la scomposizione di 180, procediamo come prima e otteniamo lo schema figura 1.14 nella pagina successiva. Quindi la scomposizione cercata è:

$$180 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5 = 2^3 \cdot 3^2 \cdot 5$$

La scomposizione di un numero in fattori è unica. Non vi possono essere due scomposizioni in fattori diverse per lo stesso numero. L'esempio figura 1.15 a pagina 23 mostra che anche procedendo in maniera diversa, la scomposizione finale è la stessa. Un altro metodo per scomporre un numero in fattori è quello di dividere ripetutamente il numero da scomporre per dei primi, terminando quando il quoziente ottenuto è uno.

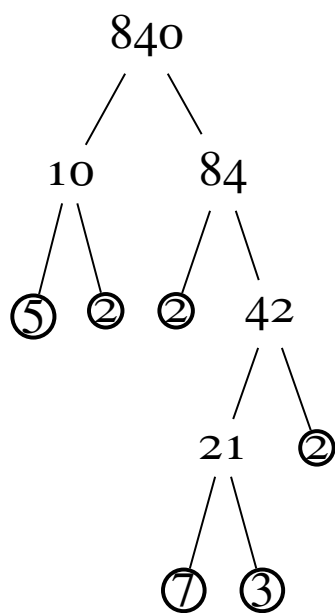


Figura 1.13: Scomposizione di 840

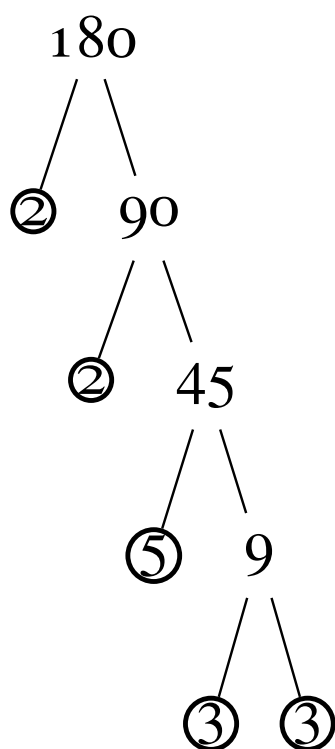


Figura 1.14: Scomposizione di 180

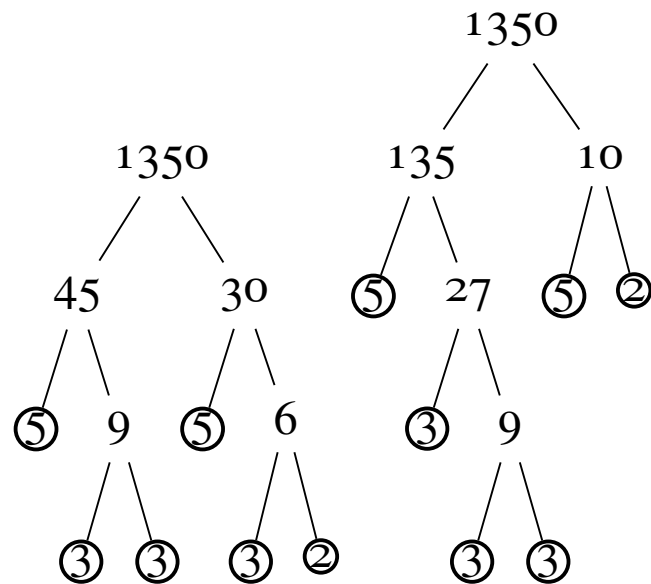


Figura 1.15: Scomposizioni di 1350

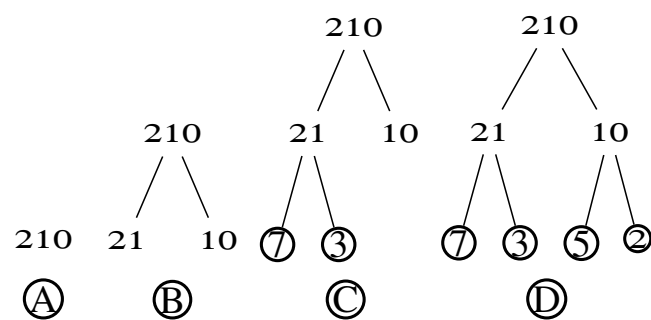


Figura 1.16: Scomposizioni di 210

Esempio 1.2.1. Scomposizione numero

Supponiamo di voler scomporre il 120.

Procediamo come segue

$$\begin{array}{r|l}
 120 & 2 \\
 60 & 2 \\
 30 & 2 \\
 15 & 3 \\
 5 & 5 \\
 1 & \\
 \hline
 120 & = 2^3 \cdot 3 \cdot 5
 \end{array}$$

1.3 Massimo Comun Divisore

Dati due o più numeri, il mcd è il numero più grande in comune che li divide tutti. Vi sono casi, in cui il mcd vale uno, perché uno è l'unico numero che li divide tutti. In questo caso si dice che i due numeri sono primi fra di loro. Per calcolare $\text{mcd}(120, 180, 1350)$ utilizziamo lo schema figura 1.17 nella pagina successiva. Abbiamo già scomposto questi tre numeri e allineo le scomposizioni.

$$\begin{array}{rcl}
 840 & = & 2^3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \\
 180 & = & 2^2 \cdot 3 \cdot 5 \\
 1350 & = & 2 \cdot 3^3 \cdot 5^2
 \end{array}$$

I fattori comuni sono 2; 3 e 5 e presi gli esponenti minori ottengo che

$$\text{mcd}(840; 180; 1350) = 2 \cdot 3 \cdot 5 = 30$$

Un modo veloce per calcolare il mcd è l'algoritmo di Euclide. Il diagramma figura 1.18 a pagina 26 mostra la versione con divisione.

Supponiamo di voler calcolare il mcd di $a = 27$ e di $b = 15$. Seguiamo lo schema, dividiamo a con b otteniamo un quoziente di 1 e un resto di 12. Il resto non è 0 per cui $a = 15$ e di $b = 12$ e ripetiamo. Dividiamo a con b otteniamo un quoziente di 1 e un resto di 3. Il resto non è 0 per cui $a = 15$ e di $b = 3$ e ripetiamo. Dividiamo a con b otteniamo un quoziente di 5 e un resto di 0. Il resto è 0 per cui $\text{mcd} = 3$. La tabella seguente mostra i passaggi necessari.

a	b	a/b	r
27	15	1	12
15	12	1	3
12	3	4	0

Esempio 1.3.1. MCD

Supponiamo di voler calcolare il mcd fra 40 e 12.

Organizziamo i calcoli come nella tabella seguente. Inizio dividendo 40 per 12. Ottengo come quoziente 3 e per resto 4. La seconda riga ha per a il precedente valore di b e per b il valore di r . Divido 12 per 4. Ottengo come quoziente 3 e per resto 0. Essendo il resto uguale a zero, $\text{mcd}(40; 12) = 4$.

a	b	a/b	r
40	12	3	4
12	4	3	0

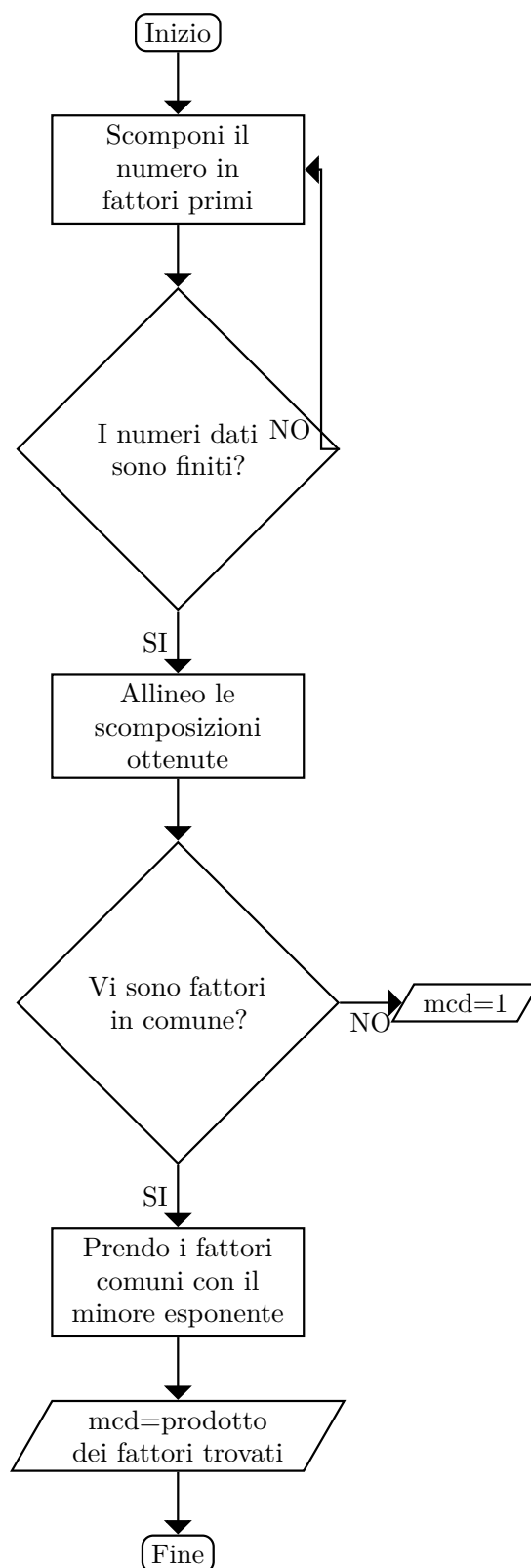


Figura 1.17: Massimo Comun Divisore

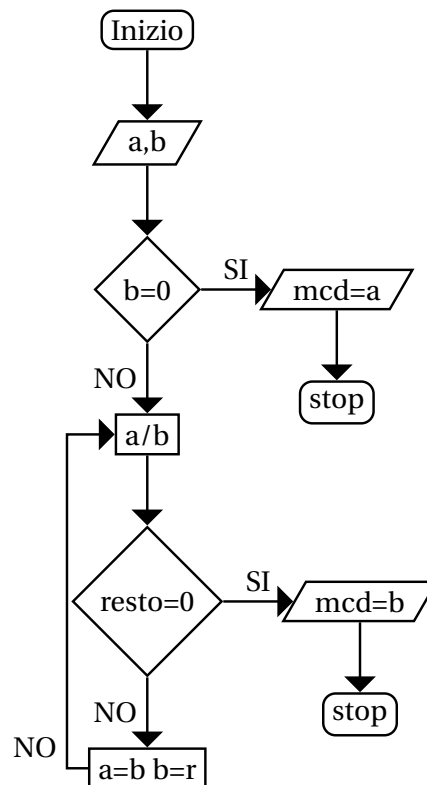


Figura 1.18: Algoritmo di Euclide

Esempio 1.3.2. MCD

Calcoliamo il mcd fra 85 e 26.

Dopo qualche passaggio otteniamo che il resto è zero quando $b = 1$, quindi $\text{mcd}(85; 26) = 1$. I numeri sono primi fra di loro.

a	b	a/b	r
85	26	3	7
26	7	3	5
7	5	1	2
5	2	2	1
2	1	2	0

Esempio 1.3.3. MCD

Calcoliamo il mcd fra 128 e 75.

Imposto la tabella

a	b	a/b	r
128	75	1	53
75	53	1	22
53	22	2	9
22	9	2	4
9	4	2	1
4	1	4	0

Dato che per resto zero il valore di b è uno i due numeri sono primi fra loro.

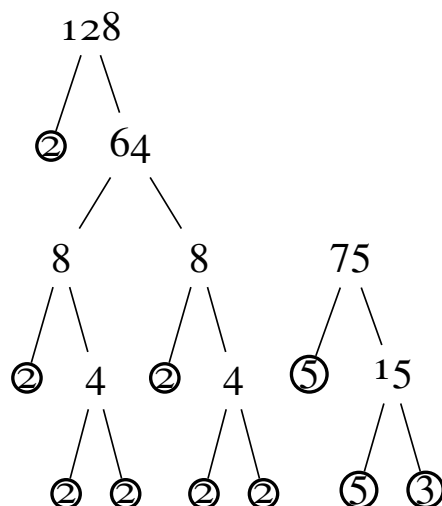


Figura 1.19: Scomposizione di 128 e 75

Calcoliamo lo stesso mcd con il metodo delle scomposizioni. Dalla tabella figura 1.19 abbiamo le seguenti scomposizioni allineate:

$$\begin{array}{rcl} 128 & = & 2^7 \\ 75 & = & 3 \cdot 5^2 \end{array}$$

Dato che non vi sono fattori in comune, il mcd è uno.

Esempio 1.3.4. Metodo di Euclide



Utilizziamo il metodo di Euclide per calcolare il mcd tra 60; 32 e 50.

Il procedimento è il seguente prima trovo il mcd tra 60 e 32 e poi cerco il mcd fra il mcd trovato e 50. Imposto la tabella

a	b	a/b	r
60	32	1	28
32	28	1	4
28	4	7	0

Il $\text{mcd}(60; 32) = 4$ Trovo il $\text{mcd}(50; 4)$ Imposto la tabella

a	b	a/b	r
50	4	12	2
4	2	2	0

Il mcd tra 60; 32 e 50 è due.

1.4 Minimo comune multiplo

Il minimo comune multiplo fra due più o numeri è il più piccolo multiplo in comune fra i numeri dati.

Per calcolare il minimo comune multiplo fra 120; 80 e 45 scompongo in fattori primi i tre numeri come nello schemafigura 1.21 a pagina 30 e seguo la procedura figura 1.20 a pagina 29

Allineo le scomposizioni

$$\begin{array}{rcl} 120 & = & 2^3 \cdot 3 \cdot 5 \\ 80 & = & 2^4 \cdot 5 \\ 45 & = & 3^2 \cdot 5 \end{array}$$

quindi

$$\text{mcm}(120; 80; 45) = 2^4 \cdot 3^2 \cdot 5$$

Esempio 1.4.1. mcm



Calcoliamo lo stesso mcm con il metodo delle scomposizioni.

Dalla tabella figura 1.19 nella pagina precedente abbiamo le seguenti scomposizioni allineate:

$$\begin{array}{rcl} 128 & = & 2^7 \\ 75 & = & 3 \cdot 5^2 \end{array}$$

non avendo fattori in comune avremo

$$\text{mcm } 128; 75 = 2^7 \cdot 3 \cdot 5^2 = 9600$$

Un altro modo per trovare il mcm di due numeri è utilizzare la seguente formula

$$\text{mcm}(a, b) = \frac{a \cdot b}{\text{mcd}(a, b)}$$

Esempio 1.4.2. mcm



Calcoliamo il mcm fra 128 e 76.

Iniziamo a calcolare il mcd con il metodo di Euclide.

a	b	a/b	r
128	76	1	52
76	52	1	24
52	24	2	4
24	4	6	0

quindi

$$\text{mcd}(128; 76) = 4$$

ottengo

$$\text{mcm}(128, 76) = \frac{128 \cdot 76}{4} = 2432$$

Il mcm è una operazione per cui vale la proprietà associativa quindi

$$\text{mcm}(a, b, c) = \text{mcm}(\text{mcm}(a, b), c)$$

di conseguenza possiamo sostituire a due termini il loro minimo comune multiplo.

Esempio 1.4.3. mcm



Calcoliamo il minimo comune multiplo fra 45; 78 e 48.

Iniziamo a calcolare il massimo comun divisore fra 45 e 78 con il metodo di Euclide.

a	b	a/b	r
78	45	1	33
45	33	1	12
33	12	2	9
12	9	1	3
9	3	3	0



Figura 1.20: Calcolo del mcm

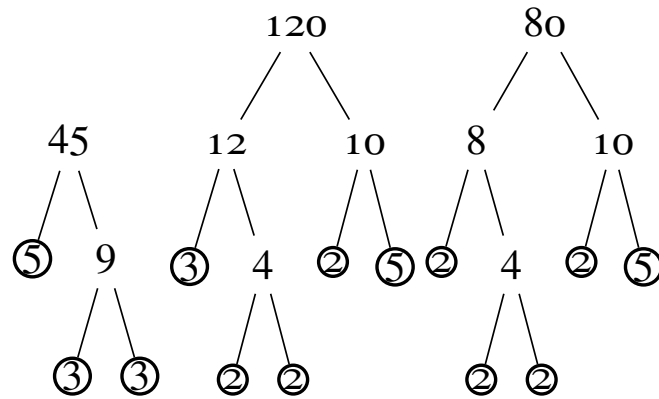


Figura 1.21: Scomposizione di 120; 80 e 45

quindi

$$\text{mcd}(78; 45) = 3$$

ottengo

$$\text{mcm}(78, 45) = \frac{78 \cdot 45}{3} = 1170$$

Calcoliamo il massimo comun divisore fra 1170 e 48 con il metodo di Euclide.

a	b	a/b	r
1170	48	24	18
48	18	2	12
18	12	1	6
12	6	2	0

quindi

$$\text{mcd}(1170; 48) = 6$$

ottengo

$$\text{mcm}(1170, 48) = \frac{1170 \cdot 48}{6} = 9360$$

Ricapitolando il minimo comune multiplo fra 45; 78 e 48 è 9360

2

Numeri razionali assoluti

2.1 Frazione

Una frazione è il quoziente di una divisione. Alla frazione $\frac{a}{b}$ corrisponde la divisione $a \div b$ e viceversa.

$$\text{Frazione} = \frac{\text{Numeratore}}{\text{Denominatore}}$$

Una frazione è

- Propria: il numeratore è minore del denominatore. Es. $\frac{2}{3}$ e $\frac{7}{8}$
- Impropria: il numeratore è maggiore del denominatore. Es. $\frac{3}{2}$ e $\frac{8}{7}$.
- Apparente: il numeratore è un multiplo del denominatore. In questo caso la frazione coincide con un numero intero. Es. $\frac{8}{4}$ e $\frac{10}{5}$

Una frazione impropria può essere scritta come somma di un numero intero e di una frazione propria.

Esempio 2.1.1. Frazione Impropria



Frazione Impropria

$$\frac{12}{5} = \frac{10}{5} + \frac{2}{5} = 2 + \frac{2}{5}$$

2.2 Numeri decimali

Frazioni, numeri decimali, tanti modi per scrivere la stessa quantità. di seguito verranno elencati dei metodi per passare da una ad un'altra forma.

2.2.1 Da frazione a numero decimale

Una frazione è il quoziente di una divisione. A una frazione è associata una divisione. Avremo molti casi fra loro diversi:

- La frazione è apparente o impropria. In questo caso a essa corrisponde un numero intero.
- La frazione ha per denominatore una potenza del dieci allora a essa corrisponde un numero decimale finito

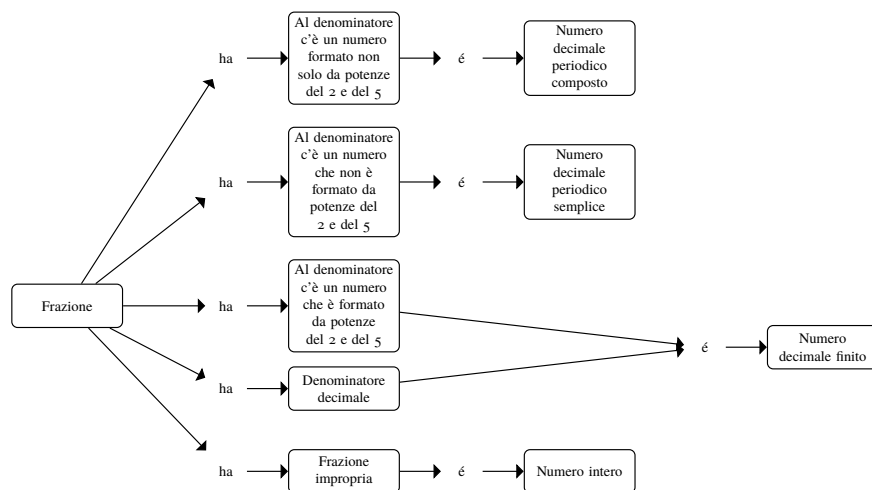


Figura 2.1: Da frazione a decimale

- Il denominatore è formato da potenze del 2 e del 5. In questo caso è possibile trasformare la frazione in una decimale.
- Il denominatore è un numero non formato da potenze del 2 e del 5. Alla frazione corrisponde un numero decimale periodico semplice,
- Il denominatore è formato anche da potenze del 2 e del 5 a essa corrisponde un numero decimale composto.

Esempio 2.2.1. Frazione apparente

★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★

Frazione apparente:

$$\frac{8}{4} = 2$$

Esempio 2.2.2. Frazione decimale

★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★

Frazione decimale:

$$\frac{3}{10} = 0,3$$

Esempio 2.2.3. Numeri decimali finiti

★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★

Frazione che ha al denominatore potenze del 2 e del 5

$$\frac{3}{8}$$

In questo caso si procede in questo modo

1. Si scompone il denominatore in numeri primi, in questo caso $8 = 2^3$
2. Si considera la seguente tabella

$$\begin{aligned} 10 &= 2 \cdot 5 \\ 100 &= 2^2 \cdot 5^2 \\ 1000 &= 2^3 \cdot 5^3 \\ 10\,000 &= 2^4 \cdot 5^4 \\ &\dots \end{aligned}$$

Da cui si vede che 2^3 moltiplicato per 5^3 dà come risultato 1000. Per cui, applicando la proprietà invariantiva che ci garantisce l'equivalenza delle frazioni, abbiamo:

$$\frac{3}{8} = \frac{3}{8} \cdot \frac{5^3}{5^3} = \frac{375}{1000} = 0,375$$

che è un decimale finito.

Esempio 2.2.4. Numeri decimali finiti



Frazione che ha al denominatore potenze del 2 e del 5

$$\frac{7}{20} = \frac{7}{2^2 \cdot 5} = \frac{7}{2^2 \cdot 5} \cdot \frac{5}{5} = \frac{35}{100} = 0,35$$

Esempio 2.2.5. Numeri periodici



Frazione che ha per denominatore un numero non formato da potenze del 2 e del 5.

$$\frac{7}{9} = 0,77777777 \dots = 0.\overline{7}$$

$$\frac{15}{11} = 1,36363636 \dots = 1.\overline{36}$$

2.2.2 Da numero decimale a frazione

Le parti di un numero decimale hanno un nome che è bene sapere:

$$2,35714285\overline{7} = \frac{\text{parte intera}}{2}, \frac{\text{parte decimale}}{\text{antiperiodo} \quad \text{periodo}}$$

Possiamo avere due alternative:

1. Il numero decimale è un decimale finito. Quindi per trovare la frazione generatrice si mette a denominatore il numero senza la virgola e al denominatore una potenza del 10 con tanti zeri quanto è lunga la parte decimale.
2. Il numero decimale è un numero decimale infinito periodico.

Esempio 2.2.6. Decimale finito



Decimale finito 2,3; 34,567 e 0,007

$$2,3 = \frac{23}{10} \quad 34,567 = \frac{34567}{1000} \quad 0,007 = \frac{7}{1000}$$

Per trovare la frazione generatrice di un numero decimale infinito periodico bisogna: togliere la virgola e sottrarre al numero con la parte periodica compresa il numero senza la parte periodica. Dividere per un numero composto da tanti nove per quanto è lungo il periodo e tanti zero per quanto è lungo l'antiperiodo. Il perché di questa regola può essere spiegato con questi esempi:

1. Per trovare la funzione generatrice di $x = 7,2\overline{4}$ si procede in questo modo

$$\begin{aligned} 100x &= 724,\overline{4} \\ 10x &= 72,\overline{4} \\ 100x - 10x &= 724,\overline{4} - 72,\overline{4} = 652 \\ 90x &= 652 \\ x &= \frac{652}{90} \end{aligned}$$

2. Per trovare la funzione generatrice di $x = 1,\overline{2}$ si procede in questo modo

$$\begin{aligned} 10x &= 12,\overline{2} \\ x &= 1,\overline{2} \\ 10x - x &= 12,\overline{2} - 1,\overline{2} = 11 \\ 9x &= 11 \\ x &= \frac{11}{9} \end{aligned}$$

3. Per trovare la funzione generatrice di $x = 1,\overline{22}$ si procede in questo modo

$$\begin{aligned} 100x &= 122,\overline{22} \\ x &= 1,\overline{22} \\ 100x - x &= 122,\overline{22} - 1,\overline{22} = 121 \\ 99x &= 121 \\ x &= \frac{121}{99} \end{aligned}$$

Un piccolo gioco

$$0,\overline{9} = 1$$

Esempio 2.2.7. Trovare la frazione generatrice



Trovare la frazione generatrice

$$\begin{aligned} 27,47\overline{932} &= \text{Prendo tutto il numero senza la virgola} \\ &= \frac{2747932 -}{=} \text{Sottraggo il numero escluso il periodo} \\ &= \frac{2747932 - 2747}{=} \text{Il periodo è lungo tre divido per 999} \\ &= \frac{2747932 - 2747}{999} = \text{L'antiperiodo è lungo 2 aggiungo quindi due zeri} \\ &= \frac{2747932 - 2747}{99900} = \text{Ottengo} \\ &= \frac{2747185}{99900} \end{aligned}$$

Esempio 2.2.8. Trovare la frazione generatrice



Trovare la frazione generatrice

$$\begin{aligned}
 7,4\overline{25} &= \text{—————} \\
 &= \frac{7425 - \quad}{\quad} = \text{—————} \\
 &= \frac{7425 - 74}{\quad} = \text{—————} \\
 &= \frac{7425 - 74}{99} = \text{—————} \\
 &= \frac{7425 - 74}{990} = \text{—————} \\
 &= \frac{7351}{990}
 \end{aligned}$$

Prendo tutto il numero
 senza la virgola
 Sottraggo il numero
 escluso il periodo

 il periodo è lungo due
 L'antiperiodo è lungo
 uno quindi aggiungo
 uno zero

 Ottengo

Esempio 2.2.9. Trovare la frazione generatrice

Trovare la frazione generatrice

$$\begin{aligned}
 7,4\overline{25} &= \text{—————} \\
 &= \frac{7425 - \quad}{\quad} = \text{—————} \\
 &= \frac{7425 - 74}{\quad} = \text{—————} \\
 &= \frac{7425 - 74}{99} = \text{—————} \\
 &= \frac{7425 - 74}{990} = \text{—————} \\
 &= \frac{7351}{990}
 \end{aligned}$$

Prendo tutto il numero
 senza la virgola
 Sottraggo il numero
 escluso il periodo

 il periodo è lungo due
 L'antiperiodo è lungo
 uno quindi aggiungo
 uno zero

 Ottengo

Esempio 2.2.10. Trovare la frazione generatrice

Trovare la frazione generatrice

$$\begin{aligned}
 35,\overline{5} &= \\
 &= \frac{355 - \quad}{\quad} = \\
 &= \frac{355 - 35}{\quad} = \\
 &= \frac{355 - 35}{9} = \\
 &= \frac{320}{9}
 \end{aligned}$$

Esempio 2.2.11. Trovare la frazione generatrice



Trovare la frazione generatrice

$$\begin{aligned}
 0, \overline{25} &= \text{Prendo tutto il numero senza la virgola} \\
 &= \frac{25 - }{ } = \text{Sottraggo il numero escluso il periodo} \\
 &= \frac{25 - 0}{ } = \text{Il periodo è lungo due divido per 99} \\
 &= \frac{25 - 0}{99} = \text{Ottengo} \\
 &= \frac{25}{99}
 \end{aligned}$$

Esempio 2.2.12. Trovare la frazione generatrice



Trovare la frazione generatrice

$$\begin{aligned}
 0, 3\overline{47} &= \text{Prendo tutto il numero senza la virgola} \\
 &= \frac{347 - }{ } = \text{Sottraggo il numero escluso il periodo} \\
 &= \frac{347 - 3}{ } = \text{Il periodo è lungo due L'antiperiodo è lungo 1 aggiungo quindi uno zero} \\
 &= \frac{347 - 3}{99} = \text{Ottengo} \\
 &= \frac{347 - 3}{990} = \text{Ottengo} \\
 &= \frac{344}{990}
 \end{aligned}$$

2.2.3 Da numero percentuale a decimale

Per trasformare un numero percentuale in numero decimale basta dividere il numero per cento.

Esempio 2.2.13. Da percentuale a decimale



Da percentuale a decimale

$$\begin{aligned}
 10\% &= 10 : 100 = 0,1 \quad \text{Ottengo} \\
 82,5\% &= 82,5 : 100 = 0,825
 \end{aligned}$$

2.2.4 Da numero decimale a percentuale

Per trasformare un numero decimale in percentuale basta moltiplicare il numero per $\frac{100}{100}$

Esempio 2.2.14. Da decimale a percentuale



Da decimale a percentuale

$$4,5 = 4,5 \cdot \frac{100}{100} = \frac{450}{100} = 450\%$$

$$0,58 = 0,58 \cdot \frac{100}{100} = \frac{58}{100} = 58\%$$

2.2.5 Da percentuale a frazione

Per trasformare una percentuale in una frazione basta ricordare che una percentuale è una divisione per cento. da percentuale a frazione

Esempio 2.2.15. Trasformare una percentuale in una frazione



Trasformare una percentuale in una frazione

$$20\% = \frac{20}{100}$$

2.2.6 Da frazione a percentuale

La trasformazione è in due tempi

1. Trasformo la frazione in un numero decimale
2. Trasformo il numero decimale in percentuale

Esempio 2.2.16. Da frazione a percentuale



Da frazione a percentuale

$$\frac{75}{4} = 18,75 = 18,75 \cdot \frac{100}{100} = 1875\%$$

2.3 Frazioni equivalenti

Due frazioni sono equivalenti quando rappresentano lo stesso quoziente.

Esempio 2.3.1. Frazioni equivalenti



Frazioni equivalenti

$\frac{3}{4}$ e $\frac{6}{8}$ sono equivalenti e si scrive

$$\frac{2}{3} \equiv \frac{6}{8}$$

Se due frazioni sono equivalenti vale il cosiddetto prodotto in croce e viceversa, cioè:

$$\frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \quad A \cdot D = B \cdot C$$

Esempio 2.3.2. Frazioni equivalenti

Frazioni equivalenti

$$\frac{3}{4} \times \frac{6}{8} \quad 3 \cdot 8 = 4 \cdot 6$$

quindi le due frazioni sono equivalenti

2.4 Proprietà invariantiva

Moltiplicando o dividendo per un numero diverso da zero il numeratore e il denominatore di una frazione si ottiene una frazione equivalente infatti $\frac{a}{b} = \frac{ac}{bc}$

$$\frac{a}{b} \times \frac{ac}{bc} \quad a \cdot bc = b \cdot ac$$

Esempio 2.4.1. Proprietà invariantiva

Proprietà invariantiva

$$\frac{3}{4} = \frac{3 \cdot 8}{4 \cdot 8} = \frac{24}{32}$$

le due frazioni sono equivalenti infatti:

$$\frac{3}{4} \times \frac{24}{32} \quad 3 \cdot 32 = 4 \cdot 24$$

Esempio 2.4.2. Frazioni equivalenti

Frazioni equivalenti

$$\frac{6}{8} = \frac{6 : 2}{8 : 2} = \frac{3}{4}$$

le due frazioni sono equivalenti infatti:

$$\frac{6}{8} \times \frac{3}{4} \quad 6 \cdot 4 = 8 \cdot 3$$

2.5 Semplificare una frazione

Semplificare una frazione significa dividere il numeratore e il denominatore per il loro Massimo Comune Divisore (mcd). Per la proprietà invariantiva la frazione ottenuta è equivalente a quella data. La procedura è quindi la seguente

Procedura 2.1Data la frazione $\frac{a}{b}$ 

1. Calcolo il $\text{mcd}(a, b)$
2. Divido il numeratore e il denominatore per $\text{mcd}(a, b)$

Esempio 2.5.1. Semplificare la frazione

Semplificare la frazione $\frac{84}{48}$

1. Inizio con trovare il $\text{mcd}(84, 48)$ li scompongo in fattori primi e ottengo

$$\begin{array}{r|l}
 84 & 2 \\
 42 & 2 \\
 21 & 3 \\
 7 & 7 \\
 1 & \\
 \hline
 84 & 2^2 \cdot 3 \cdot 7
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r|l}
 48 & 2 \\
 24 & 2 \\
 12 & 2 \\
 6 & 2 \\
 3 & 3 \\
 1 & \\
 \hline
 48 & 2^4 \cdot 3
 \end{array}$$

quindi $\text{mcd}(84, 48) = 2^2 \cdot 3 = 12$

2. Divido numeratore e denominatore per 12 e ottengo $\frac{7}{4}$

Esempio 2.5.2. Semplificare la frazione

Semplificare la frazione $\frac{84}{48}$

Vi è un altro metodo per semplificare una frazione: Dividere se possibile numeratore e denominatore per lo stesso numero e continuare finché ciò è possibile.

$$\begin{array}{r}
 84 \\
 \hline
 48
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 42 \quad 21 \quad 7 \\
 24 \quad 12 \quad 4
 \end{array}$$

2.6 Riduzione allo stesso denominatore

La proprietà invariantiva permette di trasformare due frazioni a denominatore diverso in due frazioni che hanno lo stesso denominatore. Il procedimento è il seguente

Esempio 2.6.1. Trasformare due frazioni a denominatore diverso

Trasformare due frazioni a denominatore diverso in due frazioni che hanno lo stesso denominatore.

1. Date le frazioni $\frac{5}{21}$ e $\frac{7}{12}$
2. Scompongo i denominatori in fattori primi cioè:

$$\begin{array}{r|l}
 21 & 3 \\
 7 & 7 \\
 1 & \\
 \hline
 21 & 3 \cdot 7
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r|l}
 12 & 2 \\
 6 & 2 \\
 3 & 3 \\
 1 & \\
 \hline
 12 & 3 \cdot 2^2
 \end{array}$$

3. Calcolo il mcm che in questo caso è $\text{mcm}(21, 12) = 2^2 \cdot 3 \cdot 7 = 84$
4. Scrivo due frazioni con denominatore 84 cioè $\frac{\quad}{84}$ e $\frac{\quad}{84}$
5. Applico la proprietà invariantiva al numeratore e scrivo $\frac{84 : 21 \cdot 5}{84}$ e $\frac{84 : 12 \cdot 7}{84}$
6. Otteniamo $\frac{20}{84}$ e $\frac{49}{84}$

2.6.1 Confronto fra frazioni

Per confrontare due frazioni le riduco allo stesso denominatore è maggiore la frazione con denominatore maggiore.

Esempio 2.6.2. Ordinare in modo decrescente frazioni



Ordinare in modo decrescente le seguenti frazioni

	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{8}$
Calcolo il mcm				
	$\frac{\quad}{120}$	$\frac{\quad}{120}$	$\frac{\quad}{120}$	$\frac{\quad}{120}$
Riduco allo stesso denominatore				
	$\frac{60}{120}$	$\frac{40}{120}$	$\frac{72}{120}$	$\frac{45}{120}$

La frazione che ha il numeratore più grande è $\frac{72}{120}$ che corrisponde a $\frac{3}{5}$ questa è la frazione più grande. A questa segue $\frac{60}{120}$ perché corrisponde a $\frac{1}{2}$ e così di seguito $\frac{45}{120}$ ed infine $\frac{40}{120}$.

2.7 Operazioni

2.7.1 Somma e sottrazione

Nel sommare due frazioni possiamo avere due casi

1. Denominatori uguali

La somma/differenza due frazioni che hanno lo stesso denominatore è una frazione che ha lo stesso denominatore e per numeratore la somma/differenza dei numeratori.

2. Denominatori diversi

Riduco le due frazioni allo stesso denominatore come in sezione 2.6 nella pagina precedente e quindi sommo.

Esempio 2.7.1. Somma/differenza due frazioni



La somma/differenza due frazioni

Denominatori uguali:

$$\frac{2}{3} + \frac{8}{3} = \frac{10}{3}$$

$$\frac{12}{5} - \frac{8}{5} = \frac{4}{5}$$

Esempio 2.7.2. Somma/differenza due frazioni



La somma/differenza due frazioni

Denominatori diversi

$$\begin{aligned} & \frac{2}{3} + \frac{7}{5} \\ & \text{Calcolo} \\ & \text{mcd}(3, 5) = 15 \\ & \frac{15 : 3 \cdot 2 + 15 : 5 \cdot 7}{15} \\ & = \frac{10 + 21}{15} \\ & = \frac{31}{15} \end{aligned}$$

2.7.2 Moltiplicazione

Nel moltiplicare due frazioni possiamo avere due casi

1. Frazione con frazione

Nella moltiplicazione fra due frazioni si moltiplicano numeratore con numeratore e denominatore con denominatore.

2. Frazione con numero

Quindi nella moltiplicazione fra una frazione e un numero si moltiplica il numero con il numeratore e il denominatore resta uguale.

Esempio 2.7.3. Moltiplicazione di frazione con frazione



Moltiplicazione di frazione con frazione

$$\frac{21}{4} \cdot \frac{3}{5} = \frac{21}{4} \xrightarrow{\cdot} \frac{3}{5} = \frac{21 \cdot 3}{4 \cdot 5} = \frac{63}{20}$$

Esempio 2.7.4. Prodotto numero con frazione



Prodotto numero con frazione

$$\frac{5}{4} \cdot 7 = \frac{5}{4} \xrightarrow{\cdot} \frac{7}{1} = \frac{5 \cdot 7}{4} = \frac{35}{4}$$

2.7.3 Semplificazioni e moltiplicazioni

Semplificare una frazione è possibile quando numeratore e denominatore sono divisibili per lo stesso numero.

Esempio 2.7.5. Semplificazione in verticale



Semplificazione in verticale

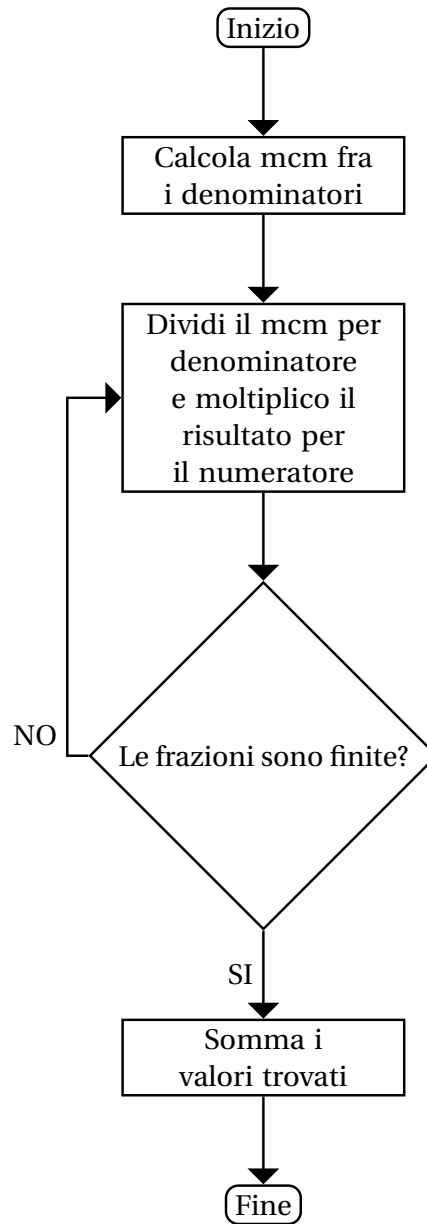


Tabella 2.1: Somma di frazioni

$$\downarrow \frac{4}{16} \downarrow = \frac{1}{4}$$

Con la moltiplicazione è possibile anche la cosiddetta semplificazione in croce. In questo caso si semplifica il denominatore della prima frazione con il numeratore della seconda e il numeratore della prima con il denominatore della seconda.

Esempio 2.7.6. Semplificazione in croce



Semplificazione in croce

$$\begin{array}{c} 1 \\ \frac{5}{27} \end{array} \begin{array}{c} \nearrow \\ \searrow \end{array} \begin{array}{c} 1 \\ \frac{9}{20} \end{array} = \frac{1 \cdot 1}{3 \cdot 4} = \frac{1}{12}$$

2.7.4 Divisione fra frazioni

Prima di parlare della divisione fra frazioni occorre introdurre i reciproci. Due numeri sono reciproci se il loro prodotto è uno.

Esempio 2.7.7. Frazioni reciproche



Frazioni reciproche

$$\frac{2}{5} \cdot \frac{5}{2} = 1$$

In questo caso si dice che $\frac{2}{5}$ e $\frac{5}{2}$ sono frazioni fra loro reciproche.

Esempio 2.7.8. Reciproco di un intero



Reciproco di un intero

$$2 \cdot \frac{1}{2} = 1$$

In pratica vi sono due casi per trovare il reciproco di un numero:

1. Il numero è una frazione. In questo caso basta scambiare numeratore con il denominatore.
2. Il numero è intero. In questo caso basta scrivere una frazione che ha per numeratore uno e per denominatore il numero di partenza
1. Per dividere due frazioni bisogna trasformare la divisione nel prodotto della prima per il reciproco della seconda.
2. Se divido una frazione per un numero, trasformerò la divisione nella moltiplicazione della frazione per il reciproco del numero.

Esempio 2.7.9. Divisione fra frazioni



Divisione fra frazioni

$$\frac{7}{4} : \frac{4}{5} = \frac{7}{4} \cdot \frac{5}{4} = \frac{7 \cdot 5}{5 \cdot 4} = \frac{35}{20}$$

Esempio 2.7.10. Divisione fra una frazione e un numero

Divisione fra una frazione e un numero

$$\frac{7}{4} : 3 = \frac{7}{4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{7 \cdot 1}{4 \cdot 3} = \frac{7}{12}$$

2.7.5 Potenze

La potenza di una frazione è uguale alla potenza del numeratore fratto la potenza del denominatore.

Esempio 2.7.11. Potenza di una frazione

Potenza di una frazione

$$\left(\frac{3}{2}\right)^3 = \frac{3^3}{2^3} = \frac{27}{8}$$

3

Le proporzioni

3.1 Proporzioni semplici

Una proporzione è un'uguaglianza fra frazioni

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

medi

$$\underbrace{a : b = c : d}_{\text{estremi}}$$

$a, b, c, d \in N$

Una proporzione con i medi uguali si dice continua

3.2 Proprietà delle proporzioni

3.2.1 Proprietà fondamentale delle proporzioni

1. In una proporzione il prodotto dei medi è uguale al prodotto degli estremi

$$a \cdot d = b \cdot c$$

2. In una proporzione qualunque un medio incognito è uguale al prodotto degli estremi fratto l'altro medio.

$$a : x = c : d$$

$$x = \frac{a \cdot d}{c}$$

3. In una proporzione qualunque un estremo incognito è uguale al prodotto degli medi fratto l'altro medio.

$$x : b = c : d$$

$$x = \frac{b \cdot c}{d}$$

4. Il medio proporzionale fra due numeri dati è uguale alla radice quadrata del prodotto degli estremi.

$$a : x = x : d$$

$$x = \sqrt{a \cdot d}$$

5. In una proporzione la somma dei primi due termini sta al primo (secondo) come dei due restanti termini sta al terzo (quarto)¹

$$(a + b) : b = (c + d) : d$$

$$(a + b) : a = (c + d) : c$$

6. In una proporzione la differenza fra il maggiore e il minore dei primi due termini sta al primo (secondo) come la differenza fra il maggiore e il minore dei due restanti termini sta al terzo (quarto)

$$(a - b) : a = (c - d) : c$$

$$(a - b) : b = (c - d) : d$$

7. Una proporzione é ancora una proporzione scambiando fra loro i medi (o gli estremi)
8. In una proporzione la somma degli antecedenti sta alla somma dei conseguenti come un antecedente sta al suo conseguente².

$$(a + c) : (b + d) = a : b$$

9. In una proporzione, la differenza tra il maggiore e il minore degli antecedenti, sta alla differenza tra il maggiore e il minore dei conseguenti, come un antecedente sta al suo conseguente.

$$(a - c) : (b - d) = a : b$$

3.3 Serie di rapporti uguali

Una serie di rapporti uguali è l'uguaglianza fra tre o più frazioni

$$\frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2} = \dots = \frac{a_n}{b_n} \quad n \geq 3$$

[Comporre generalizzata]

¹dimostriamo la prima uguaglianza:

$$\begin{aligned} \frac{a}{b} &= \frac{c}{d} \\ \frac{a}{b} + 1 &= \frac{c}{d} + 1 \\ \frac{a+b}{b} &= \frac{c+d}{d} \end{aligned}$$

dimostriamo la seconda uguaglianza

$$\begin{aligned} \frac{b}{a} &= \frac{d}{c} \\ \frac{b}{a} + 1 &= \frac{d}{c} + 1 \\ \frac{a+b}{a} &= \frac{c+d}{c} \end{aligned}$$

2

$$\begin{aligned} \frac{c}{a} &= \frac{d}{b} \\ 1 + \frac{c}{a} &= 1 + \frac{d}{b} \\ \frac{a+c}{a} &= \frac{b+d}{b} \\ (a+c) : a &= (b+d) : b \\ (a+c) : (b+d) &= a : b \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(a_1 + a_2 + \dots + a_n) : (b_1 + b_2 + \dots + b_n) &= a_1 : b_1 \\(a_1 + a_2 + \dots + a_n) : (b_1 + b_2 + \dots + b_n) &= a_2 : b_2 \\&\vdots \\(a_1 + a_2 + \dots + a_n) : (b_1 + b_2 + \dots + b_n) &= a_n : b_n\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\frac{a_2}{a_1} &= \frac{b_2}{b_1} \\ \frac{a_3}{a_1} &= \frac{b_3}{b_1} \\ &\dots \\ \frac{a_n}{a_1} &= \frac{b_n}{b_1}\end{aligned}$$
$$\frac{a_2}{a_1} + \frac{a_3}{a_1} + \cdots + \frac{a_n}{a_1} = \frac{b_2}{b_1} + \frac{b_3}{b_1} + \cdots + \frac{b_n}{b_1}$$
$$1 + \frac{a_2}{a_1} + \frac{a_3}{a_1} + \cdots + \frac{a_n}{a_1} = \frac{b_2}{b_1} + \frac{b_3}{b_1} + \cdots + \frac{b_n}{b_1} + 1$$
$$\frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_n}{a_1} = \frac{b_1 + b_1 + \cdots + b_n}{b_1}$$

Procedendo in maniera analoga otteniamo il resto.

4

Numeri relativi

4.1 Glossario

1. Un numero relativo è formato da una parte numerica detta modulo e da un segno
2. Due o più numeri relativi che hanno lo stesso segno si dicono concordi
3. Due o più numeri relativi che hanno segno diverso si dicono discordi
4. Due numeri relativi concordi che hanno lo stesso modulo si dicono opposti.

4.2 Ordine

Ordinare dei numeri significa confrontarli fra di loro per stabilire un prima e un poi. La figura 4.2 nella pagina successiva è un esempio di ordinamento. In questo ordine i numeri negativi sono a sinistra dello zero e i numeri positivi a destra.

Quando ordiniamo due numeri relativi possiamo avere tre casi

1. I due numeri sono concordi positivi: In questo caso è maggiore il numero con modulo più grande;
2. I due numeri sono concordi negativi: In questo caso è maggiore il numero con modulo più piccolo;
3. I due numeri sono discordi: In questo caso è maggiore il numero positivo;

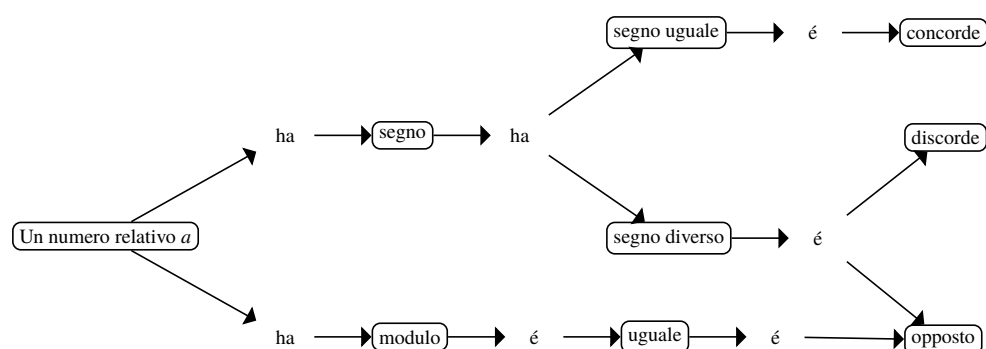


Figura 4.1: Numeri relativi

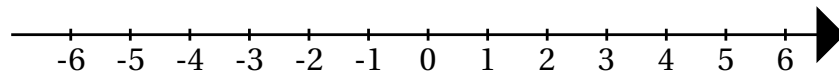


Figura 4.2: Retta orientata

4.3 Operazioni con i numeri relativi

I numeri relativi sono formati da due parti, quindi un'operazione deve definire delle regole che permettano di determinare il segno e il modulo del risultato.

4.3.1 Somma sottrazione

La somma di due numeri relativi segue le sue regole che sono simili a quelle della moltiplicazione ma con cui non vanno confuse.

Quando sommiamo due numeri relativi possiamo avere cinque casi come nel seguente esempio:

- $+5 + 3 = +8$: I due numeri hanno lo stesso segno e come risultato ho un numero dello stesso segno e che ha per modulo la somma dei moduli
- $-5 - 3 = -8$: I due numeri hanno lo stesso segno e come risultato ho un numero dello stesso segno e che ha per modulo la somma dei moduli
- $-5 + 3 = -2$: I due numeri hanno segno diverso e come risultato ho un numero dello stesso segno del numero maggiore in modulo e che ha per modulo la differenza dei moduli
- $+5 - 3 = +2$: I due numeri hanno segno diverso e come risultato ho un numero dello stesso segno del numero maggiore in modulo e che ha per modulo la differenza dei moduli
- $+5 - 5 = 0$: I due numeri sono opposti e come risultato ottengo zero.

4.3.2 Prodotto

Quando moltiplico due numeri posso avere due casi:

- I due numeri sono concordi ottengo un numero positivo.
- I due numeri sono discordi ottengo un numero negativo.

4.3.3 Divisione

Quando divido due numeri posso avere due casi:

- I due numeri sono concordi ottengo un numero positivo.
- I due numeri sono discordi ottengo un numero negativo.

5

Proprietà delle potenze

a^n	=	$\overbrace{a \times a \times \cdots \times a}^{n \text{ volte}}$
a^0	=	1
0^0	=	?
$a^n \cdot a^m$	=	a^{n+m}
$a^m \div a^n$	=	a^{m-n}
$(a^n)^m$	=	$a^{n \cdot m}$
$a^n b^n$	=	$(ab)^n$
$a^n \div b^n$	=	$(a \div b)^n$
$\left(\frac{a}{b}\right)^n$	=	$\frac{a^n}{b^n}$
a^{-n}	=	$\left(\frac{1}{a}\right)^n$

Tabella 5.1: Proprietà delle potenze

6.1 Introduzione

Definizione 6.1. Notazione scientifica

$$X, YYY Y \cdot 10^n$$

dove: $X = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$
 $Y = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$
 $n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

6.2 Convertire un numero in notazione scientifica

$1,412 \cdot 10^3$ è in notazione scientifica
 $14,12 \cdot 10^2$ non è in notazione scientifica

Tabella 6.1: Costanti fisiche

7

Approssimazione, arrotondamento e troncamento

7.1 Approssimazioni per difetto e per eccesso

Un'approssimazione è la rappresentazione non precisa di una quantità. Un'approssimazione può essere o per eccesso o per difetto. Indicando con q la quantità e con a l'approssimazione avremo che: se

$$a < q$$

l'approssimazione è per difetto altrimenti se

$$a > q$$

per eccesso.

Esempio 7.1.1. Approssimazioni



Consideriamo il numero

$$q = 5,327\,843\,2$$

$$a = 5$$

$$a = 5,3$$

$$a = 5,32$$

$$a = 5,327$$

Sono tutte approssimazioni per difetto di q .

$$a = 6$$

$$a = 5,4$$

$$a = 5,34$$

$$a = 5,328$$

Sono tutte approssimazioni per eccesso di q .

7.2 Troncamento

Un troncamento di un numero decimale è riscrivere un numero eliminando le cifre di un numero decimale da una posizione scelta in poi.

Esempio 7.2.1. Troncamento

Consideriamo il numero

$$q = 5,689\,547\,155$$



il suo troncamento dalla terza cifra decimale è:

$$q = 5,689$$

Esempio 7.2.2. Troncamento

Consideriamo il numero

$$q = 8,456\,982\,021\,24$$



il suo troncamento dalla quinta cifra decimale è:

$$q = 8,456\,98$$

7.3 Arrotondamenti

Come si decide se approssimare per difetto o per eccesso? Si utilizza il metodo di arrotondamento. Utilizziamo la seguente regola se vogliamo arrotondare un numero a una certa posizione decimale se la successiva cifra è 0, 1, 2, 3, 4 si tronca alla posizione. Se la successiva cifra è 5, 6, 7, 8, 9. Si aumenta di uno.

Esempio 7.3.1. Arrotondamento

Consideriamo il numero

$$q = 8,456\,982\,021\,24$$



arrotondando dalla terza cifra decimale è:

$$q = 8,457$$

visto che la quarta cifra decimale è 9

Esempio 7.3.2. Arrotondamento

Consideriamo il numero

$$q = 8,456\,982\,021\,24$$



arrotondando dalla terza cifra decimale è:

$$q = 8,456\,98$$

visto che la quarta cifra decimale è 2

8

Errori e Orrori

Cioè quello che non andrebbe mai fatto

8.1 Precedenze

Sono errori dovuti al mancato rispetto delle precedenze nelle operazioni.

Esempio $(\frac{1}{2} + \frac{3}{4}) : \frac{3}{7} + 1$

Sbagliato $(\frac{1}{2} + \frac{3}{4}) : \frac{3+3}{7}$

Corretto $(\frac{2+3}{4}) : \frac{3}{7} + 1$

Commento Non sono state rispettate le precedenze della parentesi né la precedenza della divisione rispetto alla somma. Bisognava quindi prima sommare all'interno della parentesi poi dividere ed infine sommare con uno.

8.2 Lo zero

Esempio $(\frac{1}{4} - \frac{1}{4}) =$

Sbagliato $(\frac{1}{4} - \frac{1}{4}) = 1$

Corretto $(\frac{1}{4} - \frac{1}{4}) = 0$

Commento Non si è compreso cosa significa sottrarre

9

Percentuali

9.1 Parte, tutto e percentuale

La percentuale è un strumento matematico che rappresenta il rapporto fra due quantità.

$$Percentuale = \frac{Parte}{Tutto} \cdot 100$$

Sostanzialmente è una relazione con tre termini, quindi bisogna conoscerne due per ottenerne una terza.

9.1.1 Parte e Tutto

Esempio 9.1.1. Conosco Parte e tutto

In una classe vi sono 12 maschi e 8 femmine. Trovare la percentuale dei ragazzi e delle ragazze.

Calcoliamo la percentuale degli alunni:

$$Tutto = 12 + 8 = 20$$

$$Parte = 12$$

$$Percentuale = \frac{Parte}{Tutto} \cdot 100$$

$$Percentuale = \frac{12}{20} \cdot 100$$

$$Percentuale = 60\%$$

Calcoliamo la percentuale delle alunne:

$$Tutto = 12 + 8 = 20$$

$$Parte = 8$$

$$Percentuale = \frac{Parte}{Tutto} \cdot 100$$

$$Percentuale = \frac{8}{20} \cdot 100$$

$$Percentuale = 40\%$$

9.1.2 Percentuale e Tutto

Esempio 9.1.2. Conosco Percentuale e Tutto



In una classe vi sono 20 alunni. Trovare quante sono le ragazze sapendo che sono il 40 %

Troviamo la parte

$$\begin{aligned} Tutto &= 20 \\ Percentuale &= 40\% \\ Percentuale &= \frac{Parte}{Tutto} \cdot 100 \\ 40 &= \frac{Parte}{20} \cdot 100 \end{aligned}$$

Isolo *Parte*

$$\begin{aligned} 40 \cdot 20 &= Parte \cdot 100 \\ Parte &= \frac{40 \cdot 20}{100} \\ Parte &= 8 \end{aligned}$$

Rileggendo i calcoli possiamo dire che

$$Parte = \frac{Percentuale \cdot Tutto}{100}$$

9.1.3 Percentuale e Parte

Esempio 9.1.3. Conosco Percentuale e parte



Dodici ragazzi sono il 60 % degli alunni di una classe. Da quanti alunni è formata la classe?

Troviamo il Tutto

$$\begin{aligned} Parte &= 12 \\ Percentuale &= 60\% \\ Percentuale &= \frac{Parte}{Tutto} \cdot 100 \\ 60 &= \frac{12}{Tutto} \cdot 100 \end{aligned}$$

Isolo *Tutto*

$$\begin{aligned} Tutto \cdot 60 &= 12 \cdot 100 \\ Tutto &= \frac{12}{60} \cdot 100 \\ Tutto &= 20 \end{aligned}$$

Rileggendo i calcoli possiamo dire che

$$Tutto = \frac{Parte}{Percentuale} \cdot 100$$

10

Sconto

10.1 Lo Sconto e lo sconto percentuale

In un supermercato troviamo sotto un televisore l'etichetta come la figura 10.1. Abbiamo un prezzo iniziale di 600 €, un prezzo scontato di 340 €. La differenza tra i due prezzi è lo sconto. Vale la seguente relazione:

$$Prezzo_{iniziale} - Prezzo_{finale} = Sconto$$

In questo caso lo sconto è di 260 €. Lo sconto rappresenta il denaro che risparmiamo rispetto al prezzo iniziale.

Possiamo facilmente definire uno sconto percentuale. Per definirlo dobbiamo trovare quindi una parte e un tutto. La parte è ovviamente lo *Sconto*. Il tutto è il *Prezzo_{iniziale}* infatti

$$Prezzo_{iniziale} = Prezzo_{finale} + Sconto$$

Quindi lo *Sconto* è una parte del *Prezzo_{iniziale}*

Possiamo definire lo

$$Sconto_{percentuale} = \frac{Sconto}{Prezzo_{iniziale}} \cdot 100$$

Lo *Sconto_{percentuale}* non è espresso in Euro dato che è un numero puro non un valore monetario come gli altri.

10.1.1 Prezzo iniziale e finale

Esempio 10.1.1. Conosco Prezzo iniziale e quello finale



Una giacca con un prezzo iniziale di 150 € viene venduta a 80 €. Calcolare lo sconto percentuale.

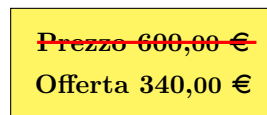


Figura 10.1: Sconto

Per risolvere l'esercizio bisogna prima trovare quanto è l'importo dello sconto e successivamente la sua percentuale rispetto al costo iniziale. Procediamo come segue:

$$\begin{aligned} Prezzo_{iniziale} &= 150 \text{ €} \\ Prezzo_{finale} &= 80 \text{ €} \\ Sconto &= 70 \text{ €} \\ Sconto_{percentuale} &= \frac{70}{150} \cdot 100 \end{aligned}$$

10.1.2 Prezzo iniziale e sconto percentuale

Esempio 10.1.2. Conosco Prezzo iniziale e sconto percentuale



Un tostapane costa 40 €. Viene scontato del 20 % quale è il suo prezzo finale?

Per risolvere questo problema bisogna ottenere dallo $Sconto_{percentuale}$ lo $Sconto$ e successivamente il $Prezzo_{finale}$

$$\begin{aligned} Prezzo_{iniziale} &= 40 \text{ €} \\ Sconto_{Percentuale} &= 20 \% \\ Sconto &= \frac{Prezzo_{iniziale} \cdot Sconto_{Percentuale}}{100} \\ &= \frac{40 \cdot 20}{100} \\ &= 8 \text{ €} \\ Prezzo_{finale} &= Prezzo_{iniziale} - Sconto \\ &= 40 - 8 = 32 \text{ €} \end{aligned}$$

10.1.3 Prezzo finale e sconto

Esempio 10.1.3. Conosco Prezzo finale e sconto percentuale



Un libro viene venduto a 23.75 € scontato del 5 %: Quale era il suo prezzo iniziale?

Per trovare il $Prezzo_{iniziale}$ sono necessari alcuni calcoli preliminari

$$\begin{aligned} Prezzo_{iniziale} &= Sconto + Prezzo_{finale} \\ Sconto &= \frac{Prezzo_{iniziale} \cdot Sconto_{Percentuale}}{100} \\ Prezzo_{iniziale} - Sconto &= Prezzo_{finale} \\ Prezzo_{iniziale} - \frac{Prezzo_{iniziale} \cdot Sconto_{Percentuale}}{100} &= Prezzo_{finale} \\ Prezzo_{iniziale} \left(1 - \frac{Sconto_{Percentuale}}{100} \right) &= Prezzo_{finale} \\ Prezzo_{iniziale} &= \frac{Prezzo_{finale}}{1 - \frac{Sconto_{Percentuale}}{100}} \end{aligned}$$

A questo punto armiamoci di calcolatrice e iniziamo.

$$\begin{aligned}Prezzo_{finale} &= 23.75 \text{ €} \\ Sconto_{Percentuale} &= 5 \% \\ Prezzo_{iniziale} &= \frac{23.75}{1 - \frac{5}{100}} \\ &= 25 \text{ €}\end{aligned}$$

11

Incrementi e decrementi

Vi sono altri problemi che appaiono come somma o differenza fra due valori

11.1 Incrementi

Esempio 11.1.1. Conosco valore finale e incremento percentuale



Un quadro viene venduto a 5000€ aumentato del 25 % del suo precedente valore. Quanto era il suo prezzo iniziale?

$$\begin{aligned}
 Val_{Finale} &= Val_{Iniziale} + Incremento \\
 Incremento &= \frac{Val_{Iniziale} \cdot Inc_{Percentuale}}{100} \\
 Val_{Finale} &= Val_{Iniziale} + \frac{Val_{Iniziale} \cdot Inc_{Percentuale}}{100} \\
 Val_{Finale} &= Val_{Iniziale} \left(1 + \frac{Inc_{Percentuale}}{100} \right) \\
 Val_{Iniziale} &= \frac{Val_{Finale}}{1 + \frac{Inc_{Percentuale}}{100}}
 \end{aligned}$$

Possiamo ora risolvere il problema

$$\begin{aligned}
 Val_{Finale} &= 5000 \text{ €} \\
 Inc_{Percentuale} &= 25 \% \\
 Val_{Iniziale} &= \frac{5000}{1 + \frac{25}{100}} \\
 &= 4000 \text{ €}
 \end{aligned}$$

11.2 Decrementi

Esempio 11.2.1. Conosco valore parziale e incremento percentuale



Dopo aver lavato il 30 % di tutti piatti ne restano da lavare 70. Alla fine quanti ve erano?

$$\begin{aligned}
 Val_{Finale} &= Val_{attuale} + Incremento \\
 Val_{Finale} &= \frac{Val_{Finale} \cdot 30}{100} + 70 \\
 Val_{Finale} - \frac{Val_{Finale} \cdot 30}{100} &= 70 \\
 Val_{Finale} \left(1 - \frac{30}{100} \right) &= 70 \\
 Val_{Finale} &= \frac{70}{1 - \frac{30}{100}} \\
 &= 100
 \end{aligned}$$

12

Interesse

12.1 Interesse semplice

L'interesse è l'utile ricavato dal prestito di un capitale per un determinato periodo di tempo.

$$I = \frac{C \cdot r}{100} \cdot t$$

Dove:

I Interesse

C Capitale

r ragione o tasso percentuale

t tempo in anni

La formula cambia se il tempo è espresso in mesi

$$I = \frac{C \cdot r}{100} \cdot \frac{t}{12}$$

La formula cambia se il tempo è espresso in giorni civili

$$I = \frac{C \cdot r}{100} \cdot \frac{t}{360}$$

La formula cambia se il tempo è espresso in giorni di un anno commerciale

$$I = \frac{C \cdot r}{100} \cdot \frac{t}{365}$$

Esempio 12.1.1. Conosco Capitale, tasso e tempo



Un capitale di 1500€ è impiegato al tasso del 5 % per un anno quale interesse frutta?

$$C = 1500 \text{ €}$$

$$r = 5 \%$$

$$t = 1$$

$$I = \frac{1500 \cdot 5}{100} \cdot 1$$
$$= 75 \text{ €}$$

Esempio 12.1.2. Conosco Capitale, tasso e tempo

Un capitale di 3500 € è impiegato al tasso del 8% annuo per un 7 mesi. Quale interesse frutta?

$$\begin{aligned}
 C &= 3500 \text{ €} \\
 r &= 8 \% \\
 t &= \frac{7}{12} \\
 I &= \frac{3500 \cdot 8}{100} \cdot \frac{7}{12} \\
 &= 163,33 \text{ €}
 \end{aligned}$$

12.2 Tasso o ragione

Dalla formula per il calcolo dell'interesse è facile ricavare una relazione per calcolare la ragione o tasso percentuale

$$r = \frac{I \cdot 100}{C \cdot t}$$

Esempio 12.2.1. Conosco Capitale, Interesse e tempo

Un capitale di 7500 € ha reso in un anno un interesse di 150 €. Quale è stato il tasso di interesse?

$$\begin{aligned}
 C &= 7500 \text{ €} \\
 t &= 1 \\
 I &= 150 \text{ €} \\
 r &= \frac{150 \cdot 100}{7500 \cdot 1}
 \end{aligned}$$

12.3 Montante

Il montante è il valore del capitale alla fine di un periodo temporale comprensivo del capitale iniziale e degli interessi.

$$M = C + I$$

13

Somme, prodotti e frazioni

13.1 Segni

<i>operazione</i>	<i>segno</i>
$(-a) \cdot (-b)$	$+(a) \cdot (b)$
$(+a) \cdot (-b)$	$-(a) \cdot (b)$
$(-a) \cdot (+b)$	$-(a) \cdot (b)$
$(+a) \cdot (+b)$	$+(a) \cdot (b)$

(a) Segno prodotto algebrico

<i>operazione</i>	<i>segno</i>
$(-a) \div (-b)$	$+(a) \div (b)$
$(+a) \div (-b)$	$-(a) \div (b)$
$(-a) \div (+b)$	$-(a) \div (b)$
$(+a) \div (+b)$	$+(a) \div (b)$

(b) Segno divisione algebrica

<i>operazione</i>	<i>segno</i>
$-a - b$	$-$
$-a + b$	$ a > b $ $-$
	$ a = b $ 0
	$ a < b $ $+$
$+a - b$	$ a > b $ $+$
	$ a = b $ 0
	$ a < b $ $-$
$+a + b$	$+$

(c) Segno somma algebrica

Tabella 13.1: Segni

13.2 Precedenze

precedenza	operazione	precedenza	parentesi
1	potenza	1	(\dots)
2	prodotto divisione	2	$[\dots]$
3	somma sottrazione	3	$\{\dots\}$
(a) Precedenza operazioni		(b) Precedenza parentesi	

Tabella 13.2: Precedenze

13.3 Somme prodotti divisioni

$a + b = b + a$	$b \cdot a = a \cdot b$
$a + a = 2a$	$a \cdot a = a^2$
$a^n + a^m = a^n + a^m$	$a^n \cdot a^m = a^{n+m}$
$a + 1 = a + 1$	$a \cdot 1 = a$
$1 + a = 1 + a$	$1 \cdot a = a$
$a + 0 = a$	$a \cdot 0 = 0$
$0 + a = a$	$0 \cdot a = 0$

Tabella 13.3: Somme, prodotti

$(a+b)(c+d) = ac + ad + bc + bd$	$(a-b)(a+b) = a^2 - b^2$
$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$	$(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
$(a+b)^2 = (a+b)(a+b)$	$(a-b)^2 = (a-b)(a-b)$
$c(a+b)^2 = c(a^2 + 2ab + b^2)$	$-(a-b+c) = -a + b - c$
$c(a-b)(a+b) = c(a^2 - b^2)$	$a(b+c) = ab + bc$
$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$	$(a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$

Tabella 13.4: Prodotti notevoli

$a : b = \frac{a}{b} \quad b \neq 0$	$\frac{1}{n}a = \frac{a}{n} \quad n \neq 0$
$\frac{a}{b} = a : b \quad b \neq 0$	$\frac{a}{n} = \frac{1}{n}a \quad n \neq 0$
$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{a}{b} \cdot \frac{d}{c} \quad b \neq 0 \quad c \neq 0 \quad d \neq 0$	$\frac{a}{a} = 1 \quad a \neq 0$
$\frac{a}{b} \cdot c = \frac{ac}{b} \quad b \neq 0$	$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d} \quad b \neq 0 \quad d \neq 0$
$-\frac{a+b}{c} = +\frac{-a-b}{c} \quad c \neq 0$	$\frac{a}{b-c} = -\frac{a}{c-b} \quad b \neq c$
$\frac{a}{c} + \frac{b}{c} = \frac{a+b}{c}$	$\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{[(mcm(bd) \div b) \cdot a] + [(mcm(bd) \div d) \cdot c]}{mcm(bd)}$
$\frac{a}{b} + c = \frac{a+bc}{b}$	$\frac{1}{a}(b+c) = \frac{b}{a} + \frac{c}{a}$

Tabella 13.5: frazioni

Esempio 13.3.1

Bisogna stare molto attenti alle divisioni

$$\frac{3}{4}a^5b^6 : \frac{3}{14}a^3b^3 = \overbrace{\frac{3}{4}a^5b^6 \cdot \frac{14}{3}a^3b^3}^{\text{Errore grave}} = \frac{7}{2}a^8b^9$$

La procedura corretta è la seguente:

$$\frac{3}{4}a^5b^6 : \frac{3}{14}a^3b^3 = \overbrace{\frac{3a^5b^6}{4} \cdot \frac{14}{3a^3b^3}}^{\text{Corretto}} = \frac{7}{2}a^2b^3$$

14

Monomi

14.1 Definizioni

Definizione 14.1. Monomio



Un monomio è il prodotto fra numeri e lettere

Esempio 14.1.1. Monomio



I seguenti esempi sono tutti monomi

$$m \cdot a \cdot m \cdot m \cdot a$$

$$a^2 \cdot m^3$$

$$2 \cdot a \cdot b \cdot 3 \cdot c \cdot a$$

$$2 \cdot x \cdot x$$

$$2 \cdot x^2$$

$$\frac{2}{3} \cdot x$$

Esempio 14.1.2. Non monomio



Quello che segue non sono monomi

$$a + b$$

$$\frac{a}{d + c}$$

$$x \div (x + y)$$

$$2 \cdot x^{-2}$$

Monomio	Parte numerica	Parte letterale
$3a$	$+3$	a
$-5x^2y^3$	-5	x^2y^3
$+\frac{2}{5}a^2b^3z^4$	$+\frac{2}{5}$	$a^2b^3z^4$
$\frac{1}{2}mv^2$	$\frac{1}{2}$	mv^2

Tabella 14.1: Parte Numerica e letterale

Definizione 14.2. Forma normale monomio

Un monomio è in forma normale se è formato da un solo numero che chiameremo parte numerica e dal prodotto di potenze con basi letterali che compaiono una sola volta, la parte letterale.

Osservazione 14.1. Numeri nascosti

Le convenzioni tipografiche portano a nascondere o celare delle quantità numeriche. Prendiamo il semplice monomio

$$x$$

Questa scrittura sottintende un segno e tre numeri infatti

$$x = +\frac{1}{1}x^1$$

Esempio 14.1.3. Forma normale

I seguenti monomi sono in forma normale

$$2x^3y$$

$$a^2m^3$$

$$\frac{5}{4} \cdot x^2y$$

$$2$$

Definizione 14.3. Monomio nullo

Un monomio è nullo se ha la parte numerica zero.

Esempio 14.1.4. Monomio zero

$$\begin{aligned} 0x^4y^2 \\ 0b^2c^3 \\ 0x^3yz \\ 0 \end{aligned}$$

Definizione 14.4. Monomi simili

Due monomi sono simili se hanno la stessa parte letterale

Il concetto di similitudine è usato normalmente nella vita quotidiana. Una penna è simile a un'altra penna. Una matita non è simile a un pennarello, una mela è simile a una mela ma non è simile a un peperone. Il nostro cervello naturalmente classifica gli oggetti che ci circondano e questo ci permette d'interagire con loro. Se cerco della frutta dolce prendo un mandarino e non un limone, infatti un limone non è simile a un mandarino.

Esempio 14.1.5. Monomi simili

I seguenti monomi sono simili a coppie.

$4a$	$5a$
$-3xy^2$	$\frac{2}{3}xy^2$
x	$5x$
$3z$	$z5$

Definizione 14.5. Monomi opposti

Due monomi simili sono opposti se hanno la parte numerica opposta.

Quindi per definire un monomio opposto devo porre due condizioni.

Esempio 14.1.6. Monomi opposti

I seguenti monomi sono opposti a coppie

$4a$	$-4a$
$-3xy^2$	$3xy^2$
$-x$	x
$-5z$	$z5$

Definizione 14.6. Monomi opposti

Due monomi simili sono uguali se hanno la parte numerica uguale.

Anche in questo caso dobbiamo verificare due condizioni.

Definizione 14.7. Grado rispetto ad una lettera

Il grado di un monomio rispetto a una lettera è l'esponente con cui appare questa lettera. Se una lettera non compare il suo grado è zero.

Esempio 14.1.7. Grado rispetto alla lettera

Calcolare il grado rispetto alla lettera del monomio

$$3a^3b^2c^4d$$

Per la a , questo monomio è di terzo grado, di secondo per la b , quarto per c , primo per d , zero per e

14.2 Operazioni

14.2.1 Somma

Definizione 14.8. Somma monomi

La somma fra monomi simili, è un monomio che ha per somma la somma algebrica delle parti numeriche e per parte letterale la stessa parte letterale.

La somma di due oggetti simili è un oggetto simile. Aggiungendo tre cacciaviti ad altri cinque otteniamo otto cacciaviti non otto martelli.

Esempio 14.2.1. Somma

$$\begin{aligned} 3a + 5a &= 8a \\ -3ab + 4ab &= ab - 2m + 2m = 0 \end{aligned}$$

Definizione 14.9. Prodotto monomi

Il prodotto di due monomi è un monomio che ha per parte numerica il prodotto delle parti numeriche e per parte letterale il prodotto delle parti letterali. Nella somma di due monomi non cambia perciò la parte letterale

Osservazione 14.2. Regola pratica

Nel prodotto di due monomi bisogna rispondere a tre domande



1. Che segno ottengo?
2. Che numero ottengo?
3. Che parte letterale avrò?

Esempio 14.2.2. Prodotto di monomi

Calcolare

$$3ab \cdot (-5abc)$$

Ecco come risolvere l'esercizio. Dopo aver risposto alle tre domande otteniamo la soluzione. Attenzione alla parentesi che è obbligatoria.

$$\begin{array}{rcl}
 3ab \cdot (-5abc) & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \text{Segno} \\
 + \cdot - = - & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \\
 3 \cdot 5 = 15 & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \text{Numero} \\
 ab \cdot abc = a^2b^2c & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \text{Lettere} \\
 3ab \cdot (-5abc) = -15a^2b^2c & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \text{Risultato}
 \end{array}$$

Esempio 14.2.3. Prodotto di monomi

Calcolare

$$3ab \cdot (-5abc)$$

Ecco come risolvere l'esercizio. Dopo aver risposto alle tre domande otteniamo la soluzione. Qui la parentesi è inutile. Attenzione al numero nascosto.

$$\begin{array}{rcl}
 -x^2yz \cdot 2xy^2 & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \text{Segno} \\
 + \cdot - = - & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \\
 1 \cdot 2 = 2 & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \text{Numero} \\
 x^2yz \cdot xy^2 = x^3y^3z & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \text{Lettere} \\
 -x^2yz \cdot 2xy^2 = -2x^3y^3z & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \text{Risultato}
 \end{array}$$

14.2.2 Divisione

Prima di procedere con le definizioni ricordiamo le proprietà delle potenze. Alla moltiplicazione di basi uguali corrisponde la somma degli esponenti. Alla divisione di basi uguali segue la sottrazione fra gli esponenti. Facciamo due esempi:

$$\begin{aligned}
 a^6 \div a^4 &= a^2 \\
 a^4 \div a^6 &= a^{-2}
 \end{aligned}$$

Nel primo caso il risultato è un monomio nel secondo caso no infatti:

$$a^4 \div a^6 = \frac{a^4}{a^6} = \frac{a \cdot a \cdot a \cdot a}{a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot a} = \frac{1}{a \cdot a} = \frac{1}{a^2}$$

Che non è un monomio.

Definizione 14.10. Divisione monomi

La divisione fra due monomi non è sempre definita. La divisione fra monomi è un monomio se la differenza fra gli esponenti delle basi è positiva o nulla.

Esempio 14.2.4. Divisioni monomi

Esegui la divisione:

$$3x^2y^3 \div 4xy^2$$

$$\begin{aligned} 3x^2y^3 \div 4xy^2 &= \\ &= \frac{3}{4}x^{2-1}y^{3-2} \\ &= \frac{3}{4}x^1y^1 \\ &= \frac{3}{4}xy \end{aligned}$$

E se manca una lettera?

Esempio 14.2.5. Divisioni monomi

Esegui la divisione:

$$-5x^4y^2z \div 10x^3y$$

$$\begin{aligned} -5x^4y^2z \div 10x^3y &= \\ &= -5x^6y^2z^1 \div 10x^3yz^0 \\ &= -\frac{5}{10}x^{6-3}y^{2-1}z^{1-0} \\ &= -\frac{5}{10}x^3y^1z^1 \\ &= -\frac{1}{2}x^3yz \end{aligned}$$

Scompaiono le lettere, che succede

Esempio 14.2.6. Divisioni monomi

Esegui la divisione:

$$6x^3y^2 \div 3x^3y$$

$$\begin{aligned} 6x^3y^2 \div 3x^3y &= \\ &= \frac{6}{3}x^{3-3}y^{2-1} \\ &= 2x^0y^1 \\ &= 2 \cdot 1 \cdot y^1 \\ &= 2y \end{aligned}$$

La trappola delle frazioni.

Esempio 14.2.7. Divisioni monomi

Bisogna stare attenti quando nella divisione si hanno delle frazioni



$$\frac{3}{5}a^4b^2 \div \frac{2}{7}a^2b$$

Procedimento corretto:

$$\begin{aligned} \frac{3}{5}a^4b^2 \div \frac{2}{7}a^2b &= \\ &= \frac{3}{5} \cdot \frac{7}{2}a^{4-2}b^{2-1} \\ &= \frac{21}{10}a^2b^1 \\ &= \frac{21}{10}a^2b \end{aligned}$$

Procedimento sbagliato:

$$\begin{aligned} \frac{3}{5}a^4b^2 \div \frac{2}{7}a^2b &= \\ &= \frac{3}{5} \cdot \frac{7}{2}a^4b^2a^2b \\ &= \frac{21}{10}a^{4+2}b^{2+1} \\ &= \frac{21}{10}a^6b^3 \end{aligned}$$

L'errore è non aver diviso la parte numerica contemporaneamente alla parte letterale.

15

Polinomi

15.1 Somme

La somma fra polinomi si ottiene sommando, se vi sono, i monomi simili che li compongono. La somma cambia solo la parte numerica di un monomio mai la sua parte letterale.

Esempio 15.1.1



Supponiamo di voler sommare

$$3a + 2b^2 + 4a - 6b^2 + 2b$$

procediamo come segue:

$$\begin{array}{l} 3a + 2b^2 + 4a - 6b^2 + 2b \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} \\ (3 + 4)a + (2 - 6)b^2 + 2b \xleftarrow{\text{individuo i simili}} \\ 7a - 4b^2 + 2b \xleftarrow{\text{3 + 4 e 2 - 6}} \end{array}$$

15.2 Prodotti

Il prodotto fra due polinomi si ottiene moltiplicando tutti i termini di un polinomio per tutti i monomi dell'altro.

15.2.1 Monomio per un polinomio

Il caso più semplice è il prodotto di un monomio per un binomio. Il monomio fuori della parentesi moltiplica il binomio all'interno.

$$A (B + C) = AB + AC$$

Esempio 15.2.1. Moltiplicazione

Semplificare

$$3(2a - 5b) - 7a(2a + 3b) + 5(a^2 + 3b)$$

In questo esempio abbiamo tre moltiplicazioni di un monomio per un binomio. A destra si vedono i risultati parziali che poi sommati, danno il risultato finale.

$$\begin{array}{rcl} \overbrace{3(2a - 5b)}^1 - \overbrace{7a(2a + 3b)}^2 + \overbrace{5(a^2 + 3b)}^3 & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\ 6a+ & \xleftarrow{\hspace{10em}} & 3 \cdot 2a \\ -15b & \xleftarrow{\hspace{10em}} & 3 \cdot (-5b) \end{array} \quad (1)$$

$$\begin{array}{rcl} 6a - 15b - 7a(2a + 3b) + 5(a^2 + 3b) & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\ -14a^2 & \xleftarrow{\hspace{10em}} & -7a \cdot (2a) \\ -21ab & \xleftarrow{\hspace{10em}} & -7a \cdot (3b) \end{array} \quad (2)$$

$$\begin{array}{rcl} 6a - 15b - 14a - 21ab + 5(a^2 + 3b) & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\ +5a^2 & \xleftarrow{\hspace{10em}} & 5 \cdot (a^2) \\ +15b & \xleftarrow{\hspace{10em}} & 5 \cdot (3b) \end{array} \quad (3)$$

$$\begin{array}{rcl} 6a - 15b - 14a - 21ab + 5a^2 + 15b & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\ 6a - 9a - 21ab & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \text{sommando} \end{array}$$

Esempio 15.2.2

Semplificare

$$2a(3a - 6) - (6a^2 - 2b) - 3a(a - 2b)$$

Anche in questo esempio abbiamo tre moltiplicazioni di un monomio per un binomio. Nel secondo prodotto si nota il segno meno fuori della parentesi tonda che in pratica cambierà il segno dei termini all'interno della parentesi. A destra abbiamo i risultati parziali delle tre moltiplicazioni.

$$\begin{array}{rcl} \overbrace{2a(3a - 6)}^1 - \overbrace{(6a^2 - 2b)}^2 - \overbrace{3a(a - 2b)}^3 & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\ 6a^2+ & \xleftarrow{\hspace{10em}} & 2a \cdot 3a \\ -12a & \xleftarrow{\hspace{10em}} & 2a \cdot (-6) \end{array} \quad (1)$$

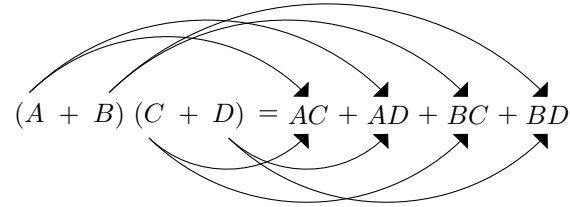
$$\begin{array}{rcl} 6a^2 - 12a - (6a^2 - 2b) - 3a(a - 2b) & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\ -6a^2 & \xleftarrow{\hspace{10em}} & -1 \cdot (6a^2) \\ +2b & \xleftarrow{\hspace{10em}} & -1 \cdot (-2b) \end{array} \quad (2)$$

$$\begin{array}{rcl} 6a^2 - 12a - 6a^2 + 2b - 3a(a - 2b) & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\ -6a & \xleftarrow{\hspace{10em}} & -3a \cdot (a) \\ +6ab & \xleftarrow{\hspace{10em}} & -3a \cdot (-2b) \end{array} \quad (3)$$

$$\begin{array}{rcl} 6a^2 - 12a - 6a^2 + 2b - 6a + 6ab & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\ -18a + 2b + 6ab & \xleftarrow{\hspace{10em}} & \text{sommando} \end{array}$$

15.2.2 Polinomio per polinomio

In questo caso il polinomio nella prima parentesi moltiplica il polinomio della seconda parentesi. In pratica ogni monomio contenuto nella prima parentesi moltiplica tutti i monomi della seconda.



Esempio 15.2.3. Moltiplicazione



Semplificare

$$(xy - 2)[(xy - 2)xy + 4 + 2xy] - (xy - 2)(x^2y^2 + 2xy + 4)$$

In questo esempio abbiamo quattro moltiplicazioni fra vari polinomi. A complicare le cose vi sono le regole di precedenza. A destra i vari risultati parziali. Si procede seguendo l'ordine

$$\begin{array}{l}
\overbrace{(xy-2)}^3 \left[\overbrace{(xy-2)xy+4+2xy}^2 \right] - \overbrace{(xy-2)(x^2y^2+2xy+4)}^4 \longrightarrow \\
\qquad \qquad \qquad x^2y^2 \longleftarrow xy \cdot xy \\
\qquad \qquad \qquad -2xy \longleftarrow -2 \cdot xy \\
\\
\overbrace{(xy-2)}^3 \left[\overbrace{x^2y^2-2xy+4+2xy}^2 \right] - \overbrace{(xy-2)(x^2y^2+2xy+4)}^4 \longrightarrow \\
\qquad \qquad \qquad \overbrace{(xy-2)[x^2y^2+4]}^3 - \overbrace{(xy-2)(x^2y^2+2xy+4)}^4 \longleftarrow \text{Sommando} \\
\qquad \qquad \qquad \overbrace{(xy-2)[x^2y^2+4]}^3 - \overbrace{(xy-2)(x^2y^2+2xy+4)}^4 \longrightarrow \\
\qquad \qquad \qquad x^3y^3 \longleftarrow xy \cdot (x^2y^2) \\
\qquad \qquad \qquad 4xy \longleftarrow 4 \cdot xy \\
\qquad \qquad \qquad -2x^2y^2 \longleftarrow -2 \cdot x^2y^2 \\
\qquad \qquad \qquad -8 \longleftarrow -2 \cdot +4 \\
\\
x^3y^3 + 4xy - 2x^2y^2 - 8 - \overbrace{(xy-2)(x^2y^2+2xy+4)}^4 \longrightarrow \\
\qquad \qquad \qquad -x^3y^3 \longleftarrow (-1) \cdot xy \cdot x^2y^2 \\
\qquad \qquad \qquad -2x^2y^2 \longleftarrow (-1) \cdot xy \cdot 2xy \\
\qquad \qquad \qquad -4xy \longleftarrow (-1) \cdot xy \cdot 4 \\
\qquad \qquad \qquad 2x^2y^2 \longleftarrow (-1) \cdot (-2) \cdot x^2y^2 \\
\qquad \qquad \qquad 4xy \longleftarrow (-1) \cdot (-2) \cdot 2xy \\
\qquad \qquad \qquad 8 \longleftarrow (-1) \cdot (-2) \cdot 4 \\
\\
+ 4xy - 2x^2y^2 - 8 - x^3y^3 - 2x^2y^2 - 4xy + 2x^2y^2 + 4xy + 8 \longrightarrow \\
\qquad \qquad \qquad 4xy - 2x^2y^2 \longleftarrow \text{Sommando}
\end{array}$$
$$(3a - 2b)(2a - b) + (2a^2 - 2)(2 - a)$$

In questo esempio abbiamo due moltiplicazioni di un binomio per un binomio. A destra i passaggi parziali. Infine sommiamo gli elementi simili e otteniamo la soluzione.

$$\begin{array}{rcl}
 \overbrace{(3a-2b)(2a-b)}^1 + \overbrace{(2a^2-2)(2-a)}^2 & \xrightarrow{\quad} & \\
 6a^2 & \leftarrow & 3a \cdot 2a \\
 -3ab & \leftarrow & 3a \cdot (-b) \\
 -4ab & \leftarrow & -2b \cdot (2a) \\
 +2b^2 & \leftarrow & -2b \cdot (-b) \\
 \hline
 6a^2 - 7ab + 2b^2 + (2a^2 - 2)(2 - a) & \xrightarrow{\quad} & \\
 4a^2 & \leftarrow & 2a^2 \cdot (2) \\
 -2a^3 & \leftarrow & 2a^2 \cdot (-a) \\
 -4 & \leftarrow & -2 \cdot 2 \\
 2a & \leftarrow & -2 \cdot -a \\
 \hline
 6a^2 - 7ab + 2b^2 + 4a^2 - 2a^3 - 4 + 2a & \xrightarrow{\quad} & \\
 10a^2 + 2b^2 - 7ab - 2a^3 - 4 + 2a & \xleftarrow{\quad} & \text{Sommando}
 \end{array}
 \tag{1}$$

(2)

15.2.3 Quadrato del binomio

Il quadrato di un binomio è il prodotto di un binomio per se stesso. Si calcola utilizzando la regola

$$(A + B)^2 = A^2 + B^2 + 2AB$$

che va letta: « Il quadrato di un binomio è uguale al quadrato del primo termine più il quadrato del secondo termine più il doppio del prodotto del primo termine per il secondo ».

$$(A + B)^2 = A^2 + B^2 + 2AB$$

Esempio 15.2.5

Calcolare il quadrato del binomio



$$(a + 2b)^2$$

procediamo come segue:

$$\begin{array}{rcl}
 (a + 2b)^2 & \xrightarrow{\quad} & \\
 +a^2 & \leftarrow & a \cdot a \\
 +4b^2 & \leftarrow & 2b \cdot 2b \\
 +4ab & \leftarrow & 2 \cdot a \cdot 2b \\
 \hline
 (a + 2b)^2 = a^2 + 4b^2 + 4ab & \xleftarrow{\quad} & \text{ottengo}
 \end{array}$$

Esempio 15.2.6

Calcolare il quadrato di

$$(2x - 3y)^2$$

procediamo come segue:

$$\begin{array}{rcl}
 (2x - 3y)^2 & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\
 +4x^2 & \xleftarrow{\hspace{10em} 2x \cdot 2x \hspace{1em}} & \\
 +9y^2 & \xleftarrow{\hspace{10em} (-3y) \cdot (-3y) \hspace{1em}} & \\
 -12xy & \xleftarrow{\hspace{10em} 2 \cdot (2x) \cdot (-3y) \hspace{1em}} & \\
 (2x - 3y)^2 = 4x^2 + 9y^2 - 12xy & \xleftarrow{\hspace{10em} \text{ottengo} \hspace{1em}} &
 \end{array}$$

Esempio 15.2.7

Supponiamo di voler calcolare il quadrato di

$$(2 - z)^2$$

$$\begin{array}{rcl}
 (2 - z)^2 & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\
 +4 & \xleftarrow{\hspace{10em} 2 \cdot 2 \hspace{1em}} & \\
 +z^2 & \xleftarrow{\hspace{10em} (-z) \cdot (-z) \hspace{1em}} & \\
 -4z & \xleftarrow{\hspace{10em} 2 \cdot (2) \cdot (-z) \hspace{1em}} & \\
 (2 - z)^2 = 4 + z^2 - 4z & \xleftarrow{\hspace{10em} \text{ottengo} \hspace{1em}} &
 \end{array}$$

Esempio 15.2.8

Calcolare il quadrato di

$$\left(1 - \frac{1}{2}z\right)^2$$

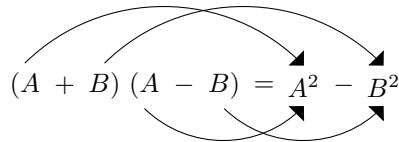
$$\begin{array}{rcl}
 \left(1 - \frac{1}{2}z\right)^2 & \xrightarrow{\hspace{10em}} & \\
 +1 & \xleftarrow{\hspace{10em} 1 \cdot 1 \hspace{1em}} & \\
 +\frac{1}{4}z^2 & \xleftarrow{\hspace{10em} \left(-\frac{1}{2}z\right) \cdot \left(-\frac{1}{2}z\right) \hspace{1em}} & \\
 -z & \xleftarrow{\hspace{10em} 2 \cdot (1) \cdot \left(-\frac{1}{2}z\right) \hspace{1em}} & \\
 \left(1 - \frac{1}{2}z\right)^2 = 1 + \frac{1}{4}z^2 - z & \xleftarrow{\hspace{10em} \text{ottengo} \hspace{1em}} &
 \end{array}$$

15.2.4 Differenza di quadrati

In questo caso il prodotto è fra due binomi in cui un termine mantiene il suo segno mentre l'altro lo cambia. Si calcola utilizzando la regola

$$(A + B)(A - B) = A^2 - B^2$$

che va letta: « Al prodotto fra la somma di due termini con la loro differenza è uguale al quadrato del primo termine meno il quadrato del secondo».



Esempio 15.2.9



Calcolare

$$(2x - 3y)(2x + 3y)$$

procediamo come segue

$$\begin{array}{rcl} (2x - 3y)(2x + 3y) & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & \\ & +4x^2 \leftarrow & 2x \cdot 2x \\ & -9y^2 \leftarrow & (-)(-3y) \cdot (-3y) \\ (2x - 3y)(2x + 3y) = 4x^2 - 9y^2 & \xleftarrow{\quad\quad\quad} & \text{ottengo} \end{array}$$

Esempio 15.2.10



Calcolare

$$(-4a - b)(-4a + b)$$

L'esempio non sembra una differenza di quadrati ma anche qui abbiamo un termine che mantiene il segno ed un termine che lo cambia, procediamo come segue

$$\begin{array}{rcl} (-4a - b)(-4a + b) & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & \\ & +16a^2 \leftarrow & -4x \cdot (-4x) \\ & -b^2 \leftarrow & (-)(-b) \cdot (-b) \\ (-4a - b)(-4a + b) = 16a^2 - b^2 & \xleftarrow{\quad\quad\quad} & \text{ottengo} \end{array}$$

Esempio 15.2.11



Calcolare

$$(a + b + c)(a + b + c)$$

L'esempio non sembra una differenza di quadrati ma anche qui abbiamo un termine che mantiene il segno ed un termine che lo cambia solo che qui non è un monomio ma un binomio, procediamo come segue:

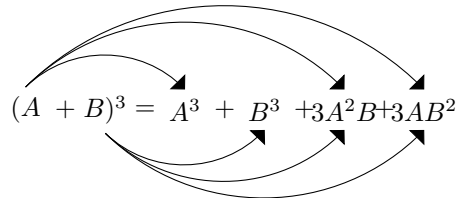
$$\begin{aligned} & (a + b + c)(a - b - c) \\ & [a + (b + c)][a - (b + c)] \\ & a^2 - (b + c)^2 \\ & (a + b + c)(a - b - c) = a^2 - b^2 - c^2 - 2bc \end{aligned}$$

15.2.5 Cubo del Binomio

Un altro prodotto notevole è il cubo del binomio. Si calcola utilizzando la regola

$$(A + B)^3 = A^3 + B^3 + 3A^2B + 3AB^2$$

che va letta: « Il cubo di un binomio è uguale al cubo del primo termine più il cubo del secondo termine più il triplo del prodotto del quadrato primo termine per il secondo più il triplo del prodotto del primo per il quadrato del secondo ».



Esempio 15.2.12



Calcolare

$$(a - 3b)^3$$

procediamo come segue:

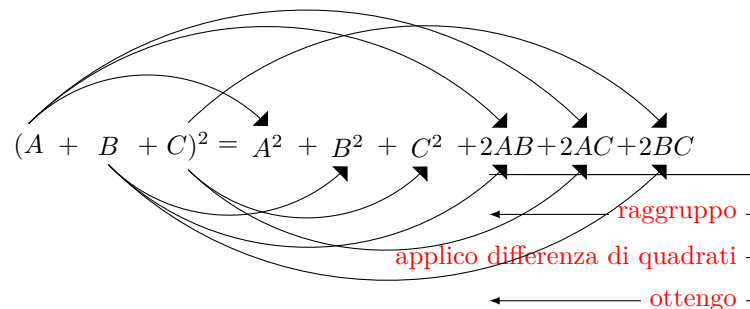
$$\begin{array}{rcl}
 (a - 3b)^3 & \xrightarrow{\quad} & \\
 a^3 & \xleftarrow{\quad a \cdot a \cdot a \quad} & \\
 -27b^3 & \xleftarrow{\quad (-3b) \cdot (-3b) \cdot (-3b) \quad} & \\
 -9a^2b & \xleftarrow{\quad 3 \cdot (a) \cdot (a) \cdot (-3b) \quad} & \\
 +27ab^2 & \xleftarrow{\quad 3 \cdot (a) \cdot (-3b) \cdot (-3b) \quad} & \\
 (a - 3b)^3 = a^3 - 27b^3 - 9a^2b + 27ab^2 & \xleftarrow{\quad \text{ottengo} \quad} &
 \end{array}$$

15.2.6 Quadrato del trinomio

Il quadrato del trinomio si calcola utilizzando la regola

$$(A + B + C)^2 = A^2 + B^2 + C^2 + 2AB + 2AC + 2BC$$

che va letta: « Il quadrato di un trinomio è uguale al quadrato del primo termine più il quadrato del secondo termine più il quadrato del terzo termine, più la somma del doppio del prodotto del primo per il secondo, più la somma del doppio del prodotto del primo per il terzo, più la somma del doppio del prodotto del secondo per il terzo ».



$$(a+b) \cdot (c+d) = \begin{array}{c|c|c} \mathbf{a} & +ac & +ad \\ \mathbf{b} & +bc & +bd \\ \hline & \mathbf{c} & \mathbf{d} \end{array} = ac + ad + dc + bd$$

$$(a+b) \cdot (a-b) = \begin{array}{c|c|c} \mathbf{a} & +a^2 & -ab \\ \mathbf{b} & +ab & -b^2 \\ \hline & \mathbf{a} & -\mathbf{b} \end{array} = a^2 + ab - ab - b^2 = a^2 - b^2$$

$$(a+b)^2 = (a+b) \cdot (a+b) = \begin{array}{c|c|c} \mathbf{a} & a^2 & +ab \\ \mathbf{b} & +ab & b^2 \\ \hline & \mathbf{a} & \mathbf{b} \end{array} = a^2 + b^2 + ab + ab = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a-b)^2 = (a-b) \cdot (a-b) = \begin{array}{c|c|c} \mathbf{a} & a^2 & -ab \\ -\mathbf{b} & -ab & b^2 \\ \hline & \mathbf{a} & -\mathbf{b} \end{array} = a^2 + b^2 - ab - ab = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(a-b)^2 = (a-b) \cdot (a-b) = \begin{array}{c|c|c|c} \mathbf{a} & +ac & +cd & +ae \\ \mathbf{b} & +bc & +db & +be \\ \hline & \mathbf{c} & \mathbf{d} & \mathbf{e} \end{array} = ac + cd + ae + bc + bd + be$$

Tabella 15.1: prodotti

Esempio 15.2.13

Calcolare

$$(a + 2b - 3c)^2$$

procediamo come segue:

$$\begin{array}{rcl}
 (a + 2b - 3c)^2 & \xrightarrow{\hspace{1cm}} & \\
 a^2 & \xleftarrow{\hspace{1cm}} & a \cdot a \\
 +4b^2 & \xleftarrow{\hspace{1cm}} & (2b) \cdot (2b) \\
 +9c^2 & \xleftarrow{\hspace{1cm}} & (-3c) \cdot (-3c) \\
 +4ab & \xleftarrow{\hspace{1cm}} & 2 \cdot (a) \cdot (2b) \\
 -6ac & \xleftarrow{\hspace{1cm}} & 2 \cdot (a) \cdot (-3c) \\
 -12bc & \xleftarrow{\hspace{1cm}} & 2 \cdot (2b) \cdot (-3c) \\
 (a + 2b - 3c)^2 = a^2 + 4b^2 + 9c^2 + 4ab - 6ac - 12bc & \xleftarrow{\hspace{1cm}} & \text{ottengo}
 \end{array}$$

La tabellatabella [15.1](#) da qualche esempio di prodotto notevole.

$A(B + C)$	$A (B + C) = AB + AC$
$(A + B)(C + D)$	$(A + B) (C + D) = AC + AD + BC + BD$
$(A + B)^2$	$(A + B)^2 = A^2 + B^2 + 2AB$
$(A - B)(A + B)$	$(A + B) (A - B) = A^2 - B^2$
$(A + B)^3$	$(A + B)^3 = A^3 + B^3 + 3A^2B + 3AB^2$
$(A + B + C)^2$	$(A + B + C)^2 = A^2 + B^2 + C^2 + 2AB + 2AC + 2BC$

Tabella 15.2: Prodotti

16

Divisioni fra polinomi

16.1 Divisioni fra monomi

Un monomio è divisibile per un altro monomio se il grado del dividendo per ciascuna lettera è minore o uguale al grado della stessa lettera del divisore.

Esempio 16.1.1



Le seguenti divisioni sono possibili

$$3x^3y^2 : x^y = 3x^0y^1 = 3y$$

$$4x^5a^2b : 2x^2a = 2x^3ab$$

La seguente divisione è impossibile

$$x^4y^3 : y^5 = x^4y^{-2}$$

16.2 Divisioni fra Polinomi e monomi

La divisione di un polinomio per un monomio è possibile se è possibile la divisione fra ogni termine del polinomio con il monomio.

16.3 Divisione fra polinomi

Esempio 16.3.1



Eeguire la seguente divisione $(x^3 - x^4 + 1) : (x^2 + 1)$

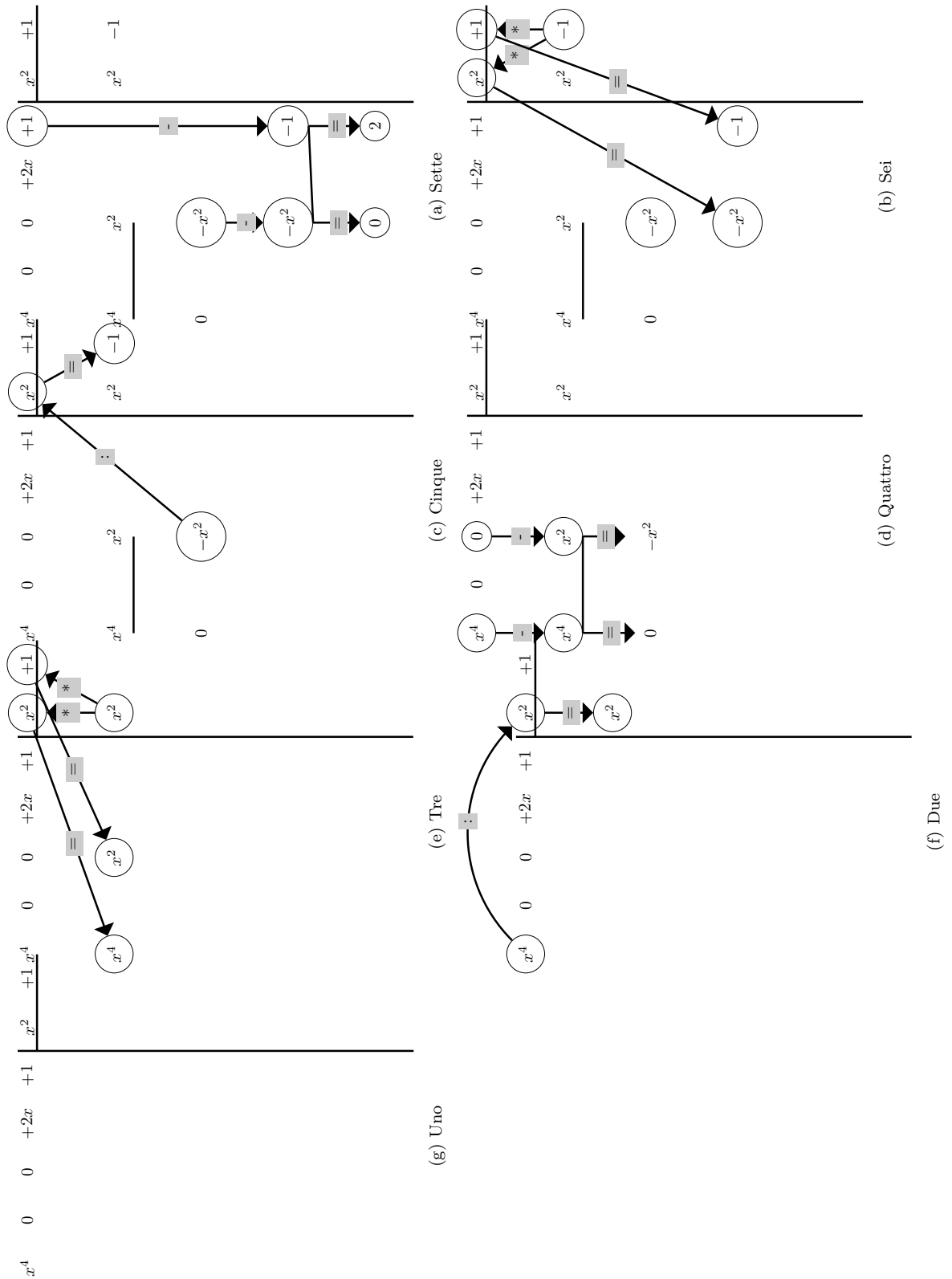


Figura 16.1: Divisione fra polinomi

16.4 Metodo di Ruffini

Esempio 16.4.1



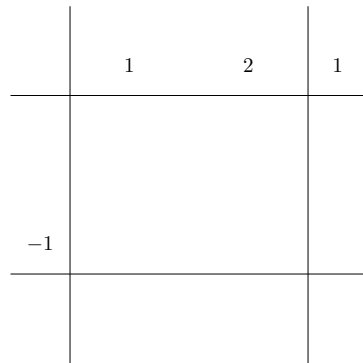
Dividere

$$(x^2 + 2x + 1) : (x + 1)$$

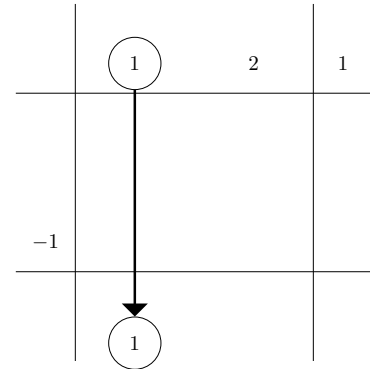
la risposta è

$$x + 1$$

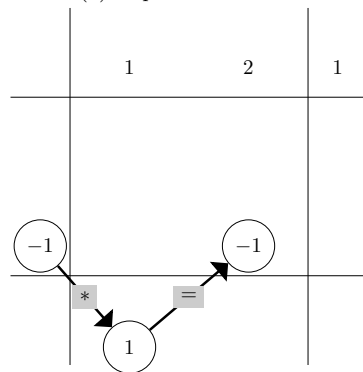
con resto zero.



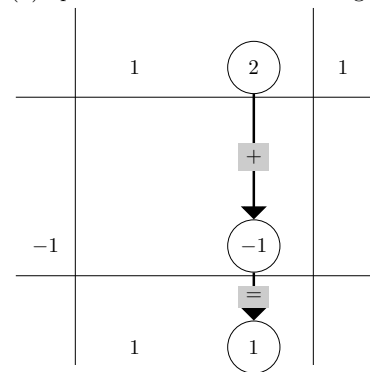
(a) Imposto il castello



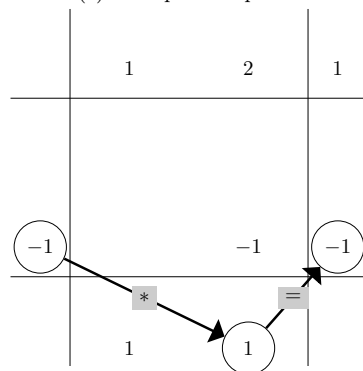
(b) Sposto il coefficiente sotto la riga



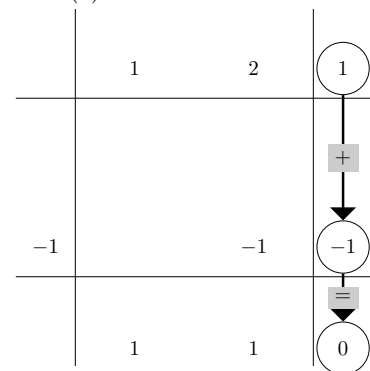
(c) moltiplico e sposto



(d) Sommo sulla colonna



(e) Moltiplico e sposto la risposta



(f) Sommo sulla colonna fine

Figura 16.3: Metodo di Ruffini

17

Raccoglimento in fattori

Raccoglimenti	
Tipo	Esempio
totale	$ab + ac = a(b + c)$
parziale	$ab + ac + db + dc =$ $a \underbrace{(b + c)} + d \underbrace{(b + c)} =$ $= (b + c)(a + d)$
quadrato binomio	$a^2 + 2ab + b^2 = (a + b)^2$
	$a^2 - 2ab + b^2 = (a - b)^2$
quadrato trinomio	$a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc = (a + b + c)^2$
cubo binomio	$a^3 + b^3 + 3a^2b + 3ab^2 = (a + b)^3$
	$a^3 - b^3 - 3a^2b + 3ab^2 = (a - b)^3$
differenza di quadrati	$a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$
Somma differenza cubi	$a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$
	$a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$
trinomi particolari	$x^2 + sx + p = (x + a)(x + b) \begin{cases} s = a + b \\ p = a \cdot b \end{cases}$
	$x^4 + sx^2 + p = (x^2 + a)(x^2 + b) \begin{cases} s = a + b \\ p = a \cdot b \end{cases}$

Tabella 17.1: Polinomi raccoglimenti

Raccoglimenti	
Esempio	Tipo
$ab + ac = a(b + c)$	Totale
$a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$	Differenza di quadrati
$a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$	Somma differenza cubi
$a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$	
$a^2 + 2ab + b^2 = (a + b)^2$	quadrato binomio
$a^2 - 2ab + b^2 = (a - b)^2$	
$x^2 + sx + p = (x + a)(x + b) \begin{cases} s = a + b \\ p = a \cdot b \end{cases}$	trinomi particolari
$x^4 + sx^2 + p = (x^2 + a)(x^2 + b) \begin{cases} s = a + b \\ p = a \cdot b \end{cases}$	
$a^3 + b^3 + 3a^2b + 3ab^2 = (a + b)^3$	cubo binomio
$a^3 - b^3 - 3a^2b + 3ab^2 = (a - b)^3$	
$ab + ac + db + dc =$ $a \underbrace{(b + c)} + d \underbrace{(b + c)} =$ $= (b + c)(a + d)$	parziale
$a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc = (a + b + c)^2$	quadrato trinomio

Tabella 17.2: Polinomi raccoglimenti

18

MCD e mcm

18.1 MCD

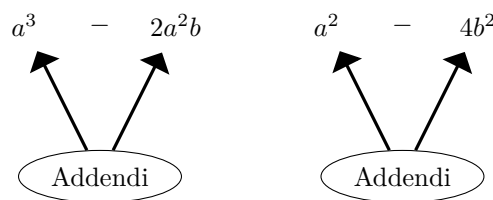
Il mcd fra più polinomi si ottiene moltiplicando i fattori comuni presi una sola volta, con il minore esponente.

Esempio 18.1.1

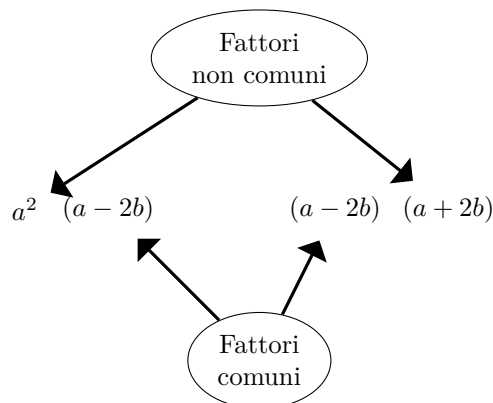


Trovare il mcd fra $a^3 - 2a^2b$ e $a^2 - 4b^2$

i due polinomi sono somme di addendi quindi



raccogliendo a fattore comune nel primo e osservando che nel secondo abbiamo una differenza di quadrati otteniamo



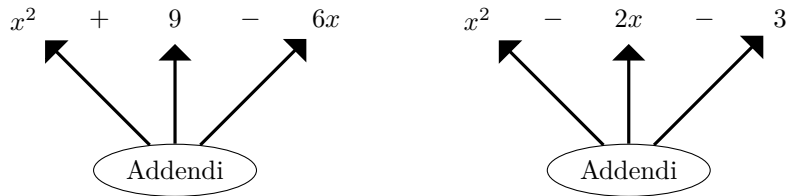
Abbiamo trasformato le due somme in prodotti di fattori tramite un raccoglimento totale. Vi è un solo fattore comune, il mcd fra i due polinomi sarà

$$(a - 2b)$$

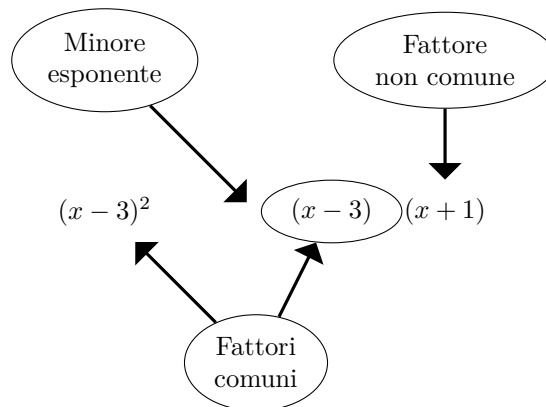
Esempio 18.1.2

Trovare il mcd fra $x^2 + 9 - 6x$ e $x^2 - 2x - 3$

i due polinomi sono somme di addendi quindi:



Il primo è il quadrato di un binomio, l'altro trinomio è un trinomio particolare o somma prodotto. Otteniamo:



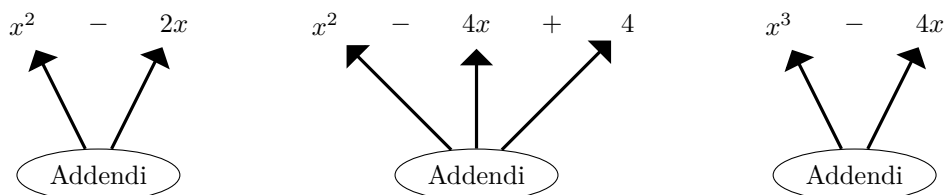
Abbiamo trasformato le due somme in prodotti di fattori. I fattori in questo caso sono due. Viene preso il fattore comune con il minore esponente. Il mcd fra i due polinomi sarà

$$x - 3$$

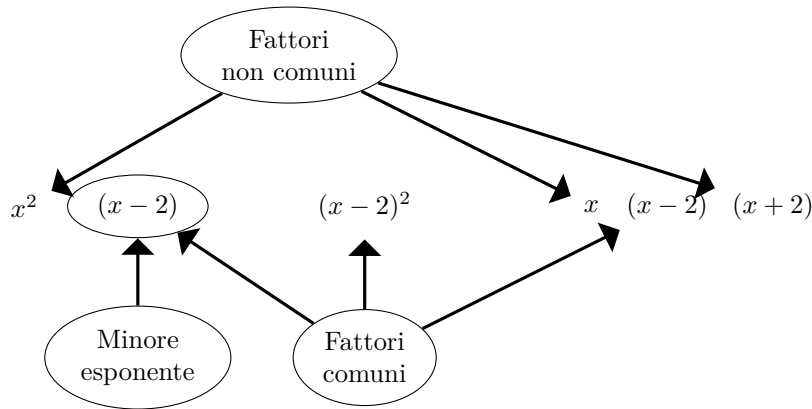
Esempio 18.1.3

Trovare il mcm fra $x^3 - 2x^2$, $x^2 - 4x + 4$ e $x^3 - 4x$

i tre polinomi sono somme di addendi quindi



Il primo lo fattorizzo con un raccoglimento totale, ho poi un quadrato, l'altro binomio un altro raccoglimento totale e una differenza di quadrati. Otteniamo:



Abbiamo trasformato le tre somme in prodotti di fattori. Vi è un solo fattore comune ed è preso quello con il minore esponente. Il mcd fra i tre polinomi sarà

$$x - 2$$

18.2 mcm

Il mcm fra più polinomi si ottiene moltiplicando i fattori comuni e non comuni, presi una sola volta, con il maggiore esponente.

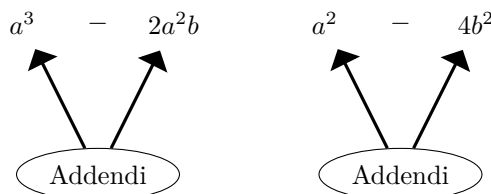
In genere, i polinomi sono una somma di più termini (addendi) quindi non è possibile, in genere, calcolare subito il mcm.

Esempio 18.2.1

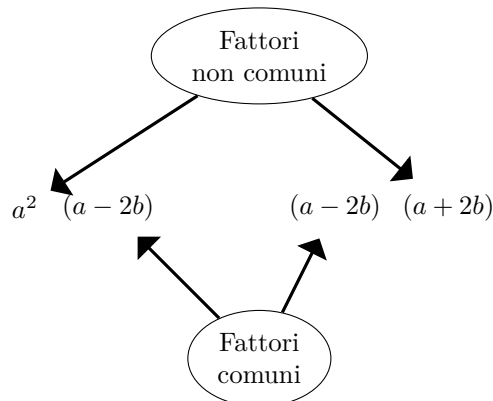


Trovare il mcm fra $a^3 - 2a^2b$ e $a^2 - 4b^2$

i due polinomi sono somme di addendi quindi



raccogliendo a fattore comune nel primo e osservando che nel secondo abbiamo una differenza di quadrati otteniamo



Abbiamo trasformato le due somme in un prodotti di fattori. Possiamo dividere i fattori in fattori comuni e in fattori non comuni. Il mcm fra i due polinomi sarà

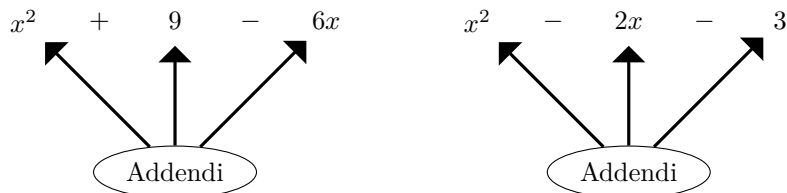
$$a^2(a-2b)(a+2b)$$

Esempio 18.2.2

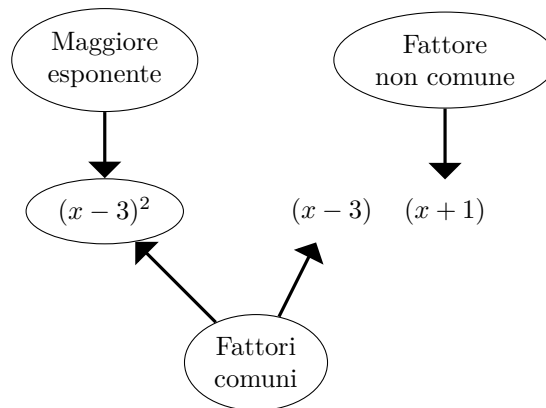


Trovare il mcm fra $x^2 + 9 - 6x$ e $x^2 - 2x - 3$

i due polinomi sono somme di addendi quindi



Il primo è il quadrato di un binomio, l'altro trinomio è un trinomio particolare o somma prodotto. Otteniamo:



Abbiamo trasformato le due somme in prodotti di fattori. I fattori in questo caso sono due. Per i fattori comuni viene preso quello con il maggiore esponente. Il mcm fra i due polinomi sarà

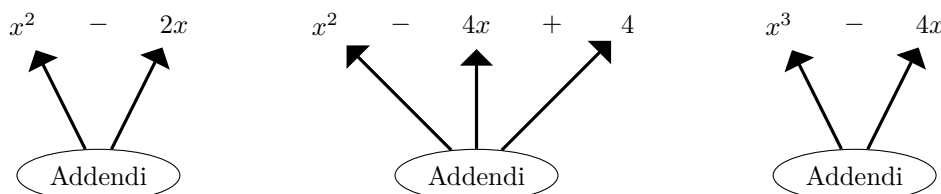
$$(x-3)^2(x+1)$$

Esempio 18.2.3

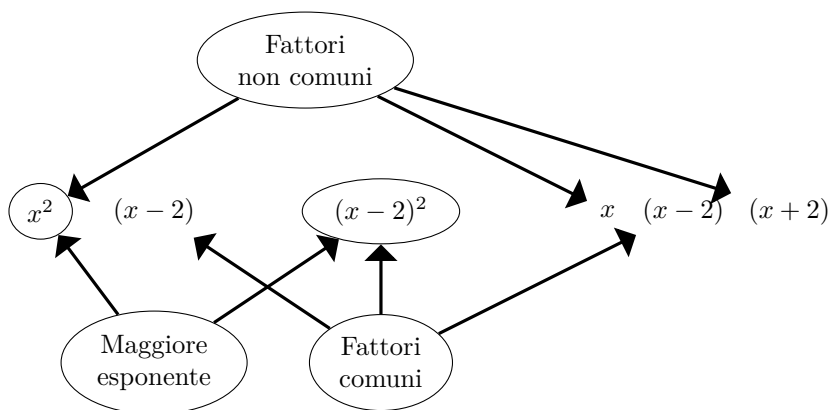


Trovare il mcm fra $x^3 - 2x^2$, $x^2 - 4x + 4$ e $x^3 - 4x$

i tre polinomi sono somme di addendi quindi



Il primo lo fattorizzo con un raccoglimento totale, il secondo è un quadrato, l'ultimo è un binomio che dopo un raccoglimento totale da una differenza di quadrati. Otteniamo:



Abbiamo trasformato le tre somme in un prodotto di fattori. I fattori in questo caso sono tre. Per i fattori comuni viene preso quello con il maggiore esponente. Il mcm fra i tre polinomi sarà

$$x^2(x-2)^2(x+2)$$

Indice analitico

A

Albero Binario, [21](#)
Anno
 civile, [62](#)
 commerciale, [62](#)
Approssimazione
 per difetto, [52](#)
 per eccesso, [52](#)
Arrotondamenti, [53](#)

C

Capitale, [62](#)
Cubo
 binomio, [81](#)

D

Differenza
 quadrati, [80](#)

F

Frazione
 apparente, [31](#)
 equivalente, [37](#)
 generatrice, [33](#)
 impropria, [31](#)
 propria, [31](#)
 semplificare, [38](#)

I

Interesse, [62](#)

M

mcd, [24](#)
 Euclide, [24](#), [27](#), [28](#), [30](#)
Monomio, [67](#)
 forma
 normale, [68](#)
 nullo, [68](#)
 opposto, [69](#)

parte
 letterale, [68](#)
 numerica, [68](#)
prodotto, [70](#)
simile, [69](#)
somma, [70](#)
uguale, [70](#)
zero, [68](#)

Montante, [63](#)

N

Notazione
 scientifica, [51](#)
Numeri
 composti, [19](#)
Naturali, [12](#)
 discerti, [12](#)
 ordinati, [12](#)
primi, [19](#)
primi fra loro, [24](#), [26](#)
Razionali , [31](#)
reciproci, [43](#)

O

Operazione
 addizione, [12](#)
 addendo, [12](#)
 associativa, [14](#)
 commutativa, [12](#)
 distributiva, [19](#)
 elemento neutro, [12](#)
 somma, [12](#)
divisione, [16](#)
 dividendo, [16](#)
 divisore, [16](#)
 invariantiva, [17](#)
 quoziente, [16](#)
moltiplicazione, [14](#)
 associativa, [16](#)
 commutativa, [14](#)
 dissociativa, [16](#)
 distributiva, [19](#)

- elemento assorbente, [16](#)
- elemento neutro, [14](#)
- fattore, [14](#)
- prodotto, [14](#)
- potenza, [17](#)
 - base, [17](#)
 - divisione, [19](#)
 - esponente, [17](#)
 - moltiplicazione, [19](#)
- sottrazione, [14](#)
 - differenza, [14](#)
 - invariantiva, [14](#)
 - minuendo, [14](#)
 - sottraendo, [14](#)

P

Percentuale, [55](#)

Polinomi

- divisione, [84](#)
- MCD, [91](#)
- mcm, [93](#)
- prodotto, [74](#)
- somma, [74](#)

Prodotto

- in croce, [37](#)

Proporzione

- antecedenti, [46](#)

- conseguenti, [46](#)
- continua, [45](#)
- estremi, [45](#), [46](#)
- medi, [45](#), [46](#)

Q

Quadrato

- binomio, [78](#)

Quoziente, [31](#)

R

ragione, [62](#)

Rapporti uguali

- comporre generalizzata, [46](#)
- rapporti, [46](#)

S

Sconto, [57](#)

- percentuale, [57](#)

Semplificazione

- in croce, [43](#)

T

Troncamento, [52](#)

Mezzi usati

- I mezzi usati
 - pdfL^AT_EX tramite la distribuzioneT_EX Live
<http://www.tug.org/texlive>
 - Pacchetti usati
 1. Per la grafica il pacchetto PGF 3.1.9a, TikZ
 2. Per la grafica i pacchetti TKZ di Altermundus <http://altermundus.fr>
 3. Per l'elettronica il pacchetto CircuiTikZ
 4. Per la matematica il pacchetto \mathcal{AMS}
 5. Per le presentazioni BEAMER
 - Editor usati
 1. T_EXstudio
<http://texstudio.sourceforge.net/>
 2. GeoGebra 5
<https://www.geogebra.org>
- Aiuti e consigli
 1. Forum del G_UI_T Gruppo Utilizzatori Italiani di T_EX
<http://www.guitex.org/home/it/forum>
 2. ArsT_EXnica la rivista del G_UI_T
 3. T_EX ample.net
<http://www.texample.net>
da cui qualche immagine è stata tratta
 4. T_EX StackExchange
<http://tex.stackexchange.com>
- Aggiornamenti <http://breviariomatematico.altervista.org>