PROPAGANDA D'ISTRUZIONE

BIBLIOTECA DEL POPOLO
CENTESIMI 80 IL VOLUME

Ing. AUGUSTO VILLA

TEORIA DEL REGOLO CALCOLATORE E SUE APPLICAZIONI PRATICHE

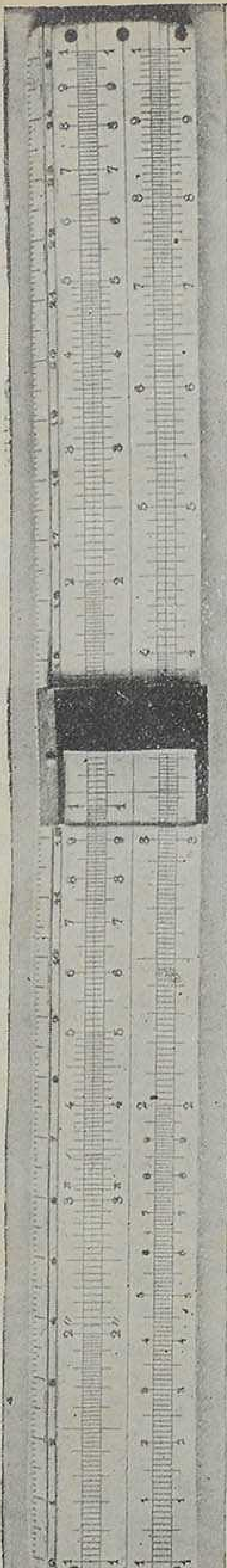
OGNI VOLUME 80 CENTESIMI

Ogni volumetto consta di 64 pagine di fitta composizione e contiene un completo trattatello elementare di scienza pratica, di cognizioni utili ed indispensabili, dettato in forma popolare, succinta, chiara, alla portata di ogni intelligenza.

CASA EDITRICE SONZOGNO
della Società Anonima ALBERTO MATARELLI
Via Pasquirolo. 14 - MILANO

BATTAGLINI

VOLUME 522



REGOLO CALCOLATORE (Mannheim).

INDICE

Finito di stampare
il 15 giugno 1938-XVI

Stab. Grafico Matarelli della Soc. Anonima ALBERTO MATARELLI
Milano - Via Passarella N. 15 - *Printed in Italy.* 1-38.1 0

IL REGOLO CALCOLATORE

INTRODUZIONE

Tutte le operazioni della scienza, del commercio, dell'industria fanno capo a calcoli matematici. Il tempo richiesto nell'esecuzione di questi calcoli, con i metodi insegnati dalla matematica, è spesso la parte principale del tempo necessario per la risoluzione delle diverse questioni. Per ridurre al minimo gli sforzi del calcolatore, varî scienziati hanno inventato degli strumenti, fra i quali il più usato, più pratico, semplice e sicuro è il regolo calcolatore, *perfezionato nel 1851 dal colonnello* Mannheim *di Metz. È questo il solo tipo di regolo che noi consideriamo nella presente pubblicazione.*

Il regolo calcolatore dà risultati immediati e completi ogni volta che non occorrono più di tre o quattro cifre significative esatte, precisione quasi sempre sufficiente nei calcoli ordinari. Inoltre, il regolo serve come mezzo semplicissimo di verifica delle prime cifre di un risultato ottenuto con metodi più rigorosi; e appunto nella ricerca degli errori grossolani (così frequenti nei calcoli matematici) il suo impiego offre vantaggi insuperabili.

La pratica del regolo calcolatore richiede qualche settimana di diligente applicazione, ma i beneficî che se ne deducono per tutto il rimanente periodo attivo della vita, sono di gran lunga superiori al modesto dispendio di energia richiesto inizialmente; lo studente, il commerciante, l'industriale, il finanziere, il geometra, l'ingegnere, l'elettrotecnico, l'operaio possono eseguire in qualunque luogo, in qualunque tempo varie operazioni pressochè istantanee — per quanto complicate — economizzando oltre i nove decimi del tempo che richiederebbero gli stessi calcoli eseguiti sulla carta, al tavolino, a mente tranquilla, e con i lunghi processi matematici.

Un illustre astronomo affermò che l'invenzione dei logaritmi di Neper ha raddoppiato almeno la vita di uno scienziato; noi possiamo aggiungere che l'invenzione del regolo calcolatore (pure fondata sui logaritmi) offre alle più svariate categorie di persone attive, il mezzo di economizzare moltissimo del loro tempo, che può essere meglio impiegato nella produzione di altre ricchezze.

Per gli studenti, infine, l'uso del regolo calcolatore offre il prezioso vantaggio di una eccellente preparazione all'uso di strumenti scientifici più complessi, abituandoli a leggere con precisione e sicurezza dei risultati numerici sopra scale variamente graduate.

PARTE PRIMA

TEORIA DEL REGOLO CALCOLATORE

CENNI SUI LOGARITMI.

Per intendere il funzionamento del regolo calcolatore, è bene ricordare le seguenti nozioni sopra i logaritmi.

Data la relazione

$$a = b^x$$

si dice che x è il *logaritmo* di a nella base b; così, essendo

$$100 = 10^2$$

si dice che 2 è logaritmo di 100 nella base 10.

Possiamo dunque definire: « Il logaritmo di un numero in una data base è l'esponente della potenza alla quale deve innalzarsi la base per ottenere il numero dato ».

La parte intera di un logaritmo si chiama la *caratteristica;* la parte decimale è la *mantissa.*

I calcoli dei logaritmi si fondano sopra i seguenti tre teoremi:

I°. « Il logaritmo del prodotto di due fattori è uguale alla somma dei logaritmi dei fattori ».

Si abbia infatti:

$$a = b^x \qquad (1)$$
$$A = b^y \qquad (2)$$

ossia:

$$x = \lg a$$
$$y = \lg A$$

Moltiplicando membro a membro si ha:

$$b^x . b^y = a . A$$

ossia:

$$b^{x+y} = a . A$$

quindi, per definizione:

$$x + y = \lg a . A = \lg a + \lg A$$

In generale: il logaritmo del prodotto di più fattori è eguale alla somma dei logaritmi dei fattori:

$$\lg . A . B . C ... = \lg A + \lg B + \lg C + ... \qquad (3)$$

II°. « Il logaritmo del quoziente di due numeri è eguale alla differenza fra il logaritmo del dividendo e il logaritmo del divisore ».

Infatti, dividendo membro a membro la (1) per la (2) si ha:

$$\frac{a}{A} = \frac{b^x}{b^y} = b^{x-y}$$

E per definizione:

$$x - y = \lg \frac{a}{A} = \lg a - \lg A$$

III°. « Il logaritmo di una potenza è eguale all'esponente moltiplicato per il logaritmo della base ».

Infatti, ponendo nella (3)

$$A = B = C = ...$$

se i fattori sono in numero di n si ha:

$$\lg A^n = n \lg A$$

Ed essendo:

$$\sqrt[n]{A} = A^{1/n}$$

si ha:

$$\lg \sqrt[n]{A} = \frac{1}{n} \lg A$$

La base degli ordinari logaritmi (detti *logaritmi volgari*) è 10.

Il logaritmo decimale dell'unità seguita da zeri è dato dalla cifra che rappresenta il numero di zeri seguenti l'unità; avremo dunque:

$$\lg 10 = 1$$
$$\lg 100 = \lg 10^2 = 2$$
$$\lg 1000 = \lg 10^3 = 3 \ldots$$

Osservando che

$$\lg 1 = 0$$

si deduce che il logaritmo di un numero compreso fra 1 e 10 ha per caratteristica zero; il logaritmo di un numero compreso fra 10 e 100 ha per caratteristica 1; quello di un numero compreso fra 100 e 1000 ha per caratteristica 2, e così via.

Essendo

$$0{,}1 = 10^{-1}$$
$$0{,}01 = 10^{-2}$$
$$0{,}001 = 10^{-3}$$

si vede che il logaritmo di un numero compreso fra 0 e 1 ha per caratteristica negativa -1; quello di un numero compreso fra 0,01 e 0,1 ha per caratteristica negativa -2, ecc. In generale, il *logaritmo di un numero minore dell'unità ha una caratteristica negativa rappresentata dal numero di zeri che precedono la prima cifra significativa a sinistra, compreso quello prima della virgola.*

I logaritmi, dati da apposite tavole, servono per eseguire rapidamente le operazioni aritmetiche e algebriche: la moltiplicazione di due o più numeri si ottiene sommandone i logaritmi; il numero corrispondente al logaritmo somma rappresenta il prodotto. La divisione di due numeri si ottiene facendo la differenza fra il logaritmo del dividendo e quello del divisore, e cercando il numero corrispondente al logaritmo differenza.

Col *regolo calcolatore*, le stesse operazioni si eseguiscono in modo rapido e meccanico con la somma o la differenza di segmenti proporzionali ai logaritmi, ed i segmenti si leggono sopra le *scale logaritmiche* tracciate sul regolo.

Per costruire una scala logaritmica dei numer compresi fra 1 e 10, si fissa sopra una retta un punto, l'*origine* della scala, e sopra questa retta — a partire dall'origine — si portano dei segmenti proporzionali (in un dato rapporto) ai logaritmi dei numeri che si scrivono, o che si suppongono scritti, sulla scala.

DESCRIZIONE DEL REGOLO CALCOLATORE

Il regolo calcolatore è costituito da una specie di riga, di sezione rettangola, provvista — nel senso longitudinale — di un incavo, nel quale scorre un'altra riga. La prima si dice il *fisso;* la seconda lo *scorrevole* dello strumento.

Sul fisso può scivolare un *corsoio* metallico, con vetro munito di una linea sottile, tracciata col diamante, nel senso trasversale al regolo.

Sulla parte anteriore dello scorrevole e sulla parte fissa sono incise le scale logaritmiche dei numeri, e sul rovescio dello scorrevole si trovano le scale logaritmiche dei *seni* e delle *tangenti*, e la *scala delle parti eguali*.

Sulla *scala inferiore del fisso e dello scorrevole* vi sono dieci principali divisioni che portano rispettivamente i numeri 1., 2., 3., ... 9. 1. La prima corrisponde all'origine; l'ultima all'estremo della scala. L'intervallo fra 1 e 2 è diviso in 100 parti, quello fra 2 e 3 e fra 3 e 4 è diviso in 50 parti; fra i numeri successivi l'intervallo è diviso in 20 parti. Le divisioni delle scale corrispondono ai seguenti numeri:

1; 1,01; 1,02;... 1,10; 1,11; 1,12;... 1,99; 2,00; 2,02; 2,04;... 2,10; 2,12; 2,14;... 2,98; 3; 3,02; 3,04;... 3,98 4; 4,05; 4,10; 4,15;... 4,95; 5; 5,05;... 9,95; 10.

Il regolo è lungo 26 cm.; l'unità per le scale inferiori, è di 25 cm.; quindi la distanza fra l'origine della scala e la divisione che corrisponde ad un dato numero è eguale a m. 0,25 moltiplicato per il logaritmo di quel numero. Così la distanza fra 1 e 2 è data da:

$$m.\ 0{,}25 \times \lg 2 = 0{,}25 \times 0{,}301 = m.\ 0{,}07525.$$

La scala serve anche per qualunque numero compreso fra 1 e 10; perciò si suppone diviso in un certo numero di parti eguali — in modo approssimativo — l'intervallo fra le due divisioni entro le quali deve cadere il numero dato, e si stima ad occhio il punto della scala corrispondente a quel numero. Per esempio, il numero che corrisponde a 2,17 si troverà circa nel punto medio della divisione 2,16 e 2,18.

La stessa scala serve per i numeri soprascritti moltiplicati per una potenza qualsiasi di 10; così le divisioni di 2,16 e 2,18 corrispondono anche a quelle dei numeri 21,6 e 21,8, oppure ai numeri 216 e 218, e così via.

La *scala superiore del fisso e dello scorrevole* si compone di due parti identiche; l'unità della scala è di cm. 12,5, perciò la distanza fra due qualsiasi divisioni è metà di quella che corrisponde alle analoghe divisioni della scala inferiore. La distanza fra 1 e 2, per esempio, sarà data da:

$$m.\ 0{,}125 \times \lg 2 = 0{,}125 \times 0{,}301 = m.\ 0{,}0376$$

(cioè la metà di quella corrispondente per le scale inferiori).

Le scale superiori portano un minor numero di divisioni di quelle sulle scale inferiori; tali divisioni corrispondono ai seguenti numeri:

1; 1,02; 1,04;... 1,10; 1,12;... 1,98; 2; 2,05; 2,10; 2,95; 3; 3,05; 3,10;... 3,95; 4; 4,05; 4,10;... 4,95; 5; 5,1; 5,2;... 5,9; 6; 6,1;... 9,9; 10.

I numeri letti in corrispondenza delle divisioni della scala superiore di destra corrispondono a dieci volte gli stessi numeri letti nella scala di sinistra. Le divisioni della seconda scala corrispondono dunque ai numeri 10; 10,2; 10,4;... 11; 11,2;... 19,8; 20; 20,5; 21; 21,5;... 30;... 49,5; 50; 51; 52;... 99; 100.

Sul rovescio dello scorrevole sono tracciate le *scale logaritmiche dei seni e delle tangenti* degli angoli.

In generale, per costruire una scala logaritmica dei seni degli angoli, si fissa sopra una retta l'origine, in corrispondenza alla quale si scrive 90°, essendo *sen* 90° = 1, e *lg sen* 90 = *lg* 1 = 0. I varii angoli compresi fra 0 e 90° si segneranno a sinistra dell'origine, poichè i logaritmi dei loro seni sono negativi. Si sceglie poi una unità di scala, la quale, moltiplicata per i logaritmi dei seni, dà le lunghezze corrispondenti da segnarsi sulla scala.

La scala logaritmica dei seni *S* tracciata sul rovescio dello scorrevole ha per unità cm. 12,5. Per fissare sopra la scala un angolo qualsiasi, minore di 90° si moltiplica l'unità scelta per il logaritmo del seno dell'angolo stesso, e la distanza si porta da destra verso sinistra a partire dall'origine.

La scala dei seni risulta divisa in 90 parti, le principali divisioni portano i numeri 1; 2; 3; 4; .... 9; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60; 70. Fino a 10°, ogni intervallo corrisponde ad un grado ed è diviso in 6 parti; perciò ognuna di queste vale 10′; ciascuna di queste parti è ancora divisa per metà, corrispondente quindi a 5′. Fra 10° e 20° ciascuna divisione è suddivisa in 6 parti, corrispondenti a 10′; fra 20° e 30°, le divisioni sono suddivise in 3 parti ognuna, che quindi corrispondono a 20′; fra 30° e 40°, i gradi sono divisi in due parti, corrispondenti a 30′: fra 40° e 70° sono segnati solamente i gradi; le divisioni successive corrispondono rispettivamente a 72°, 74°, 76°, 78°, 80°, 85°, 90°.

Anche la scala logaritmica delle tangenti (segnata sul rovescio dello scorrevole) ha per unità cm. 12,5.

Per costruire la scala delle tangenti si fissa sopra la retta l'origine, in corrispondenza della quale si segna 45°, perchè *tg* 45° = 1 e quindi *lg tg* 45° = *lg* 1 = 0. A partire dall'origine si portano verso sinistra le distanze che risultano dal prodotto dell'unità della scala per i logaritmi delle tangenti dei varî angoli.

La scala *T* delle tangenti, tracciata sul rovescio dello scorrevole, porta 45 divisioni principali, contrassegnate dai numeri 6, 7, 8, 9, 10, 11, ...15, 20, 25, 30, 35, 40. Fino a 20° ogni intervallo, corrispondente ad 1°, è diviso in 12 parti, e ciascuna vale quindi 5′. Le divisioni procedono quindi in 6 parti per grado fino a 45°, e ciascuna suddivisione corrisponderà a 10′.

Tanto per la scala logaritmica dei seni, che per quella delle tangenti, si stimerà ad occhio la posizione dei punti corrispondenti agli angoli intermedî a quelli indicati sul regolo.

Fra la scala dei seni e quella delle tangenti, sul rovescio dello scorrevole, è tracciata una terza scala, quella delle *parti eguali*, avente la lunghezza di 25 cm., e disposta in modo che portando l'origine della scala anteriore dello scorrevole a coincidere con quella del fisso, l'indice di destra tracciato sopra la parte posteriore del fisso (una semplice intaccatura nel legno) corrisponde sul rovescio dello scorrevole all'origine della scala considerata. La scala è divisa in 500 parti eguali, di cui ciascuna corrisponde a due millesimi della distanza totale. Conducendo l'origine dello scorrevole in coincidenza con una divisione della scala inferiore del fisso, si avrà in millesimi il logaritmo del numero corrispondente a quella divisione, sopra la scala delle parti eguali, in corrispondenza della divisione segnata dall'indice della parte posteriore del fisso. Sul labbro superiore del fisso trovasi una scala di 25 cm. suddivisa in mm., che serve come misura nei disegni o altro. Lo strumento porta un'altra graduazione in cm. in fondo alla scanalatura praticata nel fisso; per misurare lunghezze comprese fra 26 e 54 cm., si trasporta lo scorrevole a destra finchè la distanza da misurarsi sia compresa fra il lembo più a sinistra del fisso e quello più a destra dello scorrevole: la misura cercata si leggerà sul fondo del fisso, in corrispondenza al lembo a sinistra dello scorrevole.

Lo strumento è di legno, generalmente rivestito di lastrine di celluloide. Posteriormente porta varie importanti indicazioni di fisica, geometria, ecc., più comunemente usate in pratica. Il costo approssimativo dell'istrumento è di 10 lire.

POSIZIONI DELLO SCORREVOLE RISPETTO ALLE SCALE

Rispetto alle diverse scale, lo scorrevole può assumere le seguenti quattro posizioni.

I°. *Scorrevole diretto*, quando è disposto in modo che la numerazione delle scale anteriori procede come quella del fisso (Fig. 1).

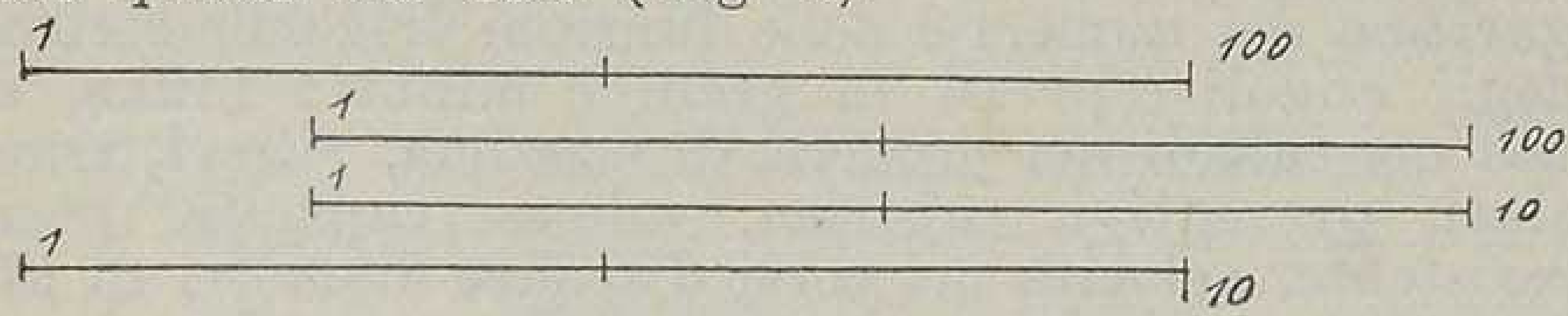


Fig. 1.

II° *Scorrevole inverso*, quando la numerazione delle scale dello scorrevole procede in senso inverso a quella del fisso (Fig. 2).

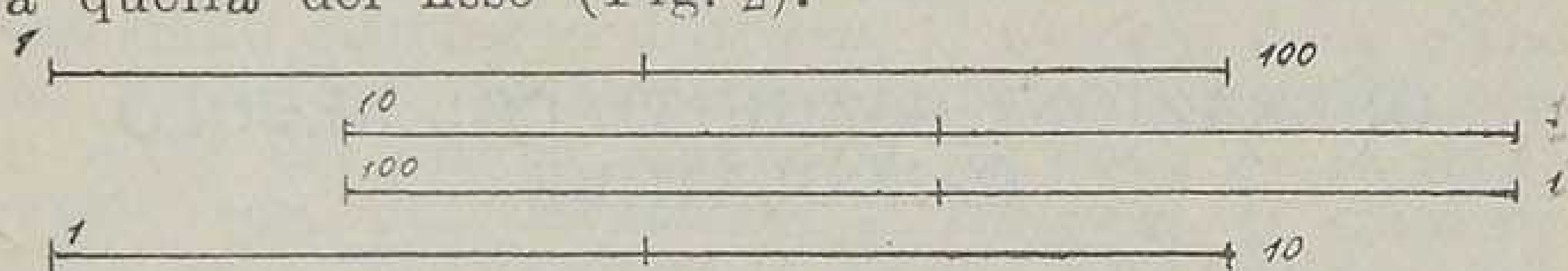


Fig. 2.

III. *Scorrevole rovesciato, e diretto rispetto alla scala dei seni*, quando la numerazione della scala dei seni procede come quella delle scale del fisso (Fig. 3).

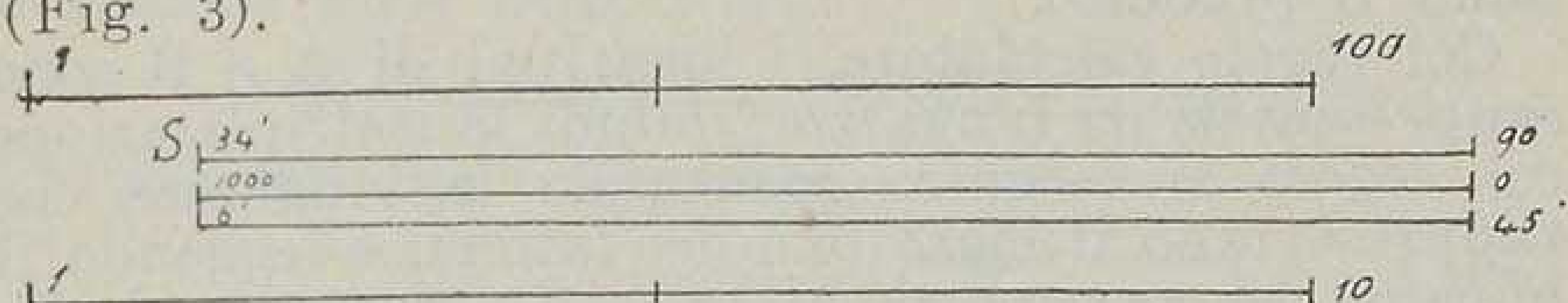


Fig. 3.

IV. *Scorrevole rovesciato e diretto rispetto alla scala delle tangenti*, quando la numerazione della scala delle tangenti procede come quella della Fig. 4.

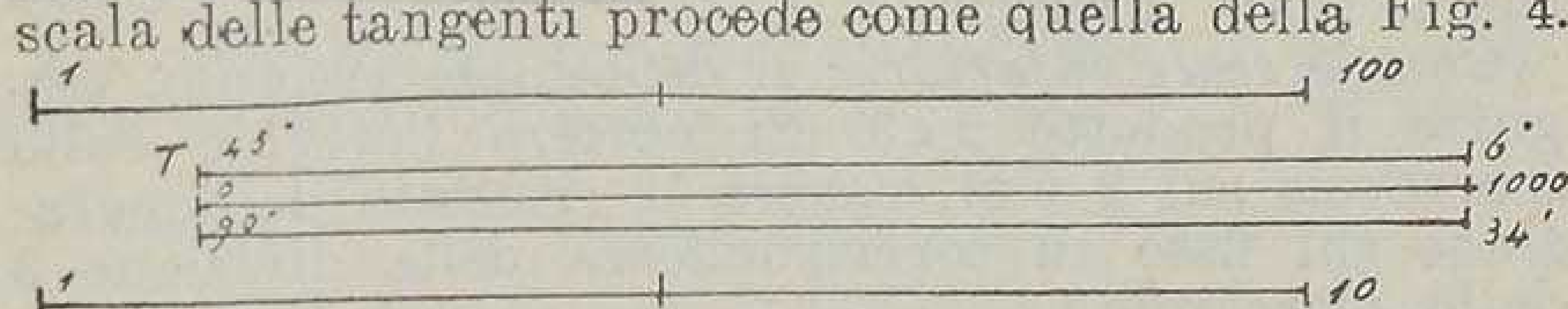


Fig. 4.

Il *corsoio* serve per mettere in corrispondenza le divisioni tracciate sopra due scale non a contatto.

USI DEL REGOLO CALCOLATORE

L'istrumento descritto serve ad eseguire con sorprendente rapidità le operazioni aritmetiche e algebriche come: moltiplicazione, divisione, proporzioni, elevazioni a potenza, estrazioni di radici quadrate e cubiche; serve inoltre per ottenere il logaritmo dei numeri e delle funzioni trigonometriche degli angoli espressi in gradi e minuti; infine, si usa nei calcoli dei progetti di massima, rilievi, tracciati, preventivi, superfici, volumi, capacità, pesi, resistenze, velocità dei corsi d'acqua, diametri di alberi di trasmissione, elementi delle macchine, denti di ingranaggi, interesse composto, rendite, ecc.; cioè tutti i calcoli che interessano il commercio, le costruzioni edilizie, meccaniche, stradali, idrauliche, ecc.

OPERAZIONI ESEGUITE COL REGOLO CALCOLATORE

a) Moltiplicazione. Per eseguire la moltiplicazione di due numeri A e B mediante i logaritmi, si cerca sulle tavole dei manuali il numero corrispondente alla somma $lg\,A + lg\,B$; tale numero rappresenta il prodotto.

Col regolo calcolatore, i logaritmi di A e B sono rappresentati da lunghezze; quindi la moltiplicazione col regolo si eseguirà sommando le lunghezze che rappresentano il logaritmo dei fattori, e leggendo il numero che corrisponde all'estremità della lunghezza somma.

La moltiplicazione si può eseguire tanto con le scale superiori del fisso e dello scorrevole, quanto con le scale inferiori.

Con le scale inferiori: si debba, per esempio, eseguire il prodotto 2×3. Si porterà l'origine dello scorrevole sul 2 e si leggerà il risultato dell'operazione sul fisso in corrispondenza della divisione 3 dello scorrevole.

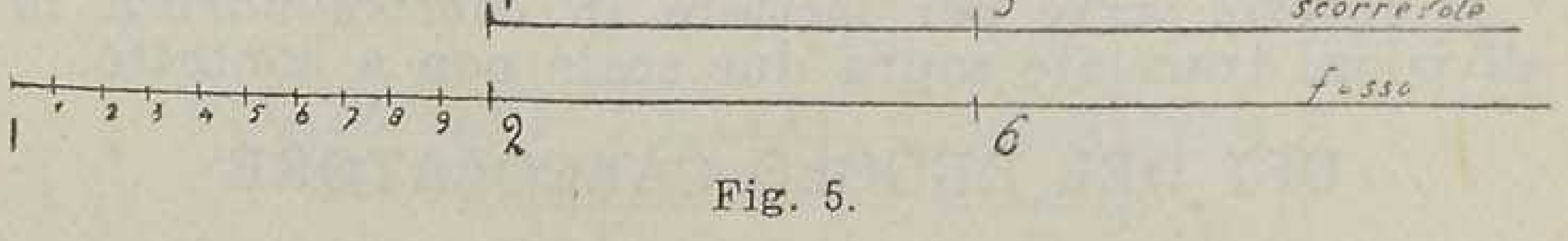


Fig. 5.

Si voglia eseguire il prodotto $5{,}3 \times 3$; si porta l'estremo destro dello scorrevole sul numero 5,3 e si legge il prodotto (15,9) sul fisso sotto il numero 3 dello scorrevole (Fig. 6).

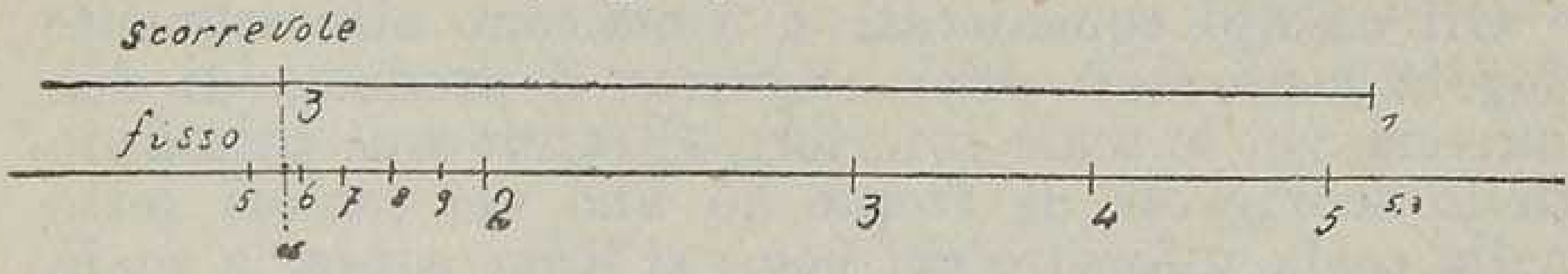


Fig. 6.

Il numero delle cifre che dovrà avere il prodotto si ottiene con la seguente regola: se lo scorrevole esce dallo strumento *a destra*, il numero delle cifre del prodotto è eguale alla somma del quantitativo di cifre dei fattori diminuita di uno; se lo scorrevole esce dall'istrumento *a sinistra*, il numero delle cifre del prodotto è eguale alla somma del quantitativo di cifre dei fattori.

Negli esempi precedenti, nel primo caso, si avrà $1+1-1=1$ cifra; nel secondo $1+1=2$ cifre.

Si debba eseguire il prodotto $17,5 \times 0,378$. Il regolo si dispone come nella Fig 7.

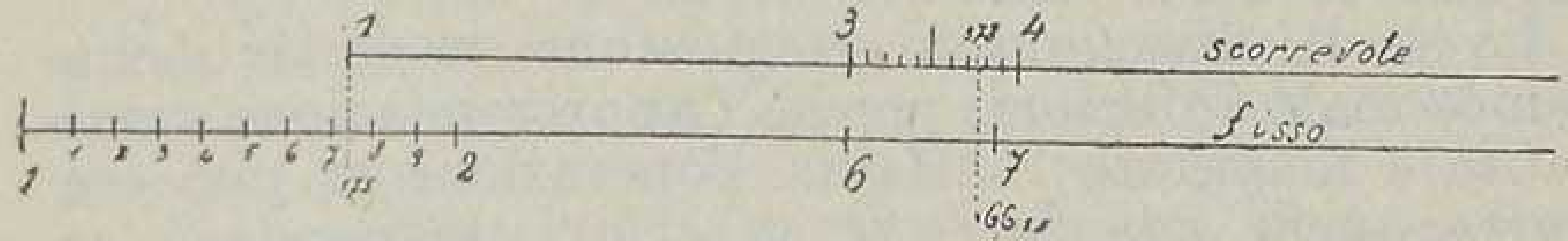


Fig. 7.

Il numero delle cifre, essendo lo scorrevole fuori a destra, sarà: $2+0-1=1$. Quindi il prodotto sarà $=6,613$.

Per eseguire il prodotto: $3,14 \times 0,0834$, si disporrà il regolo come nella Fig. 8.

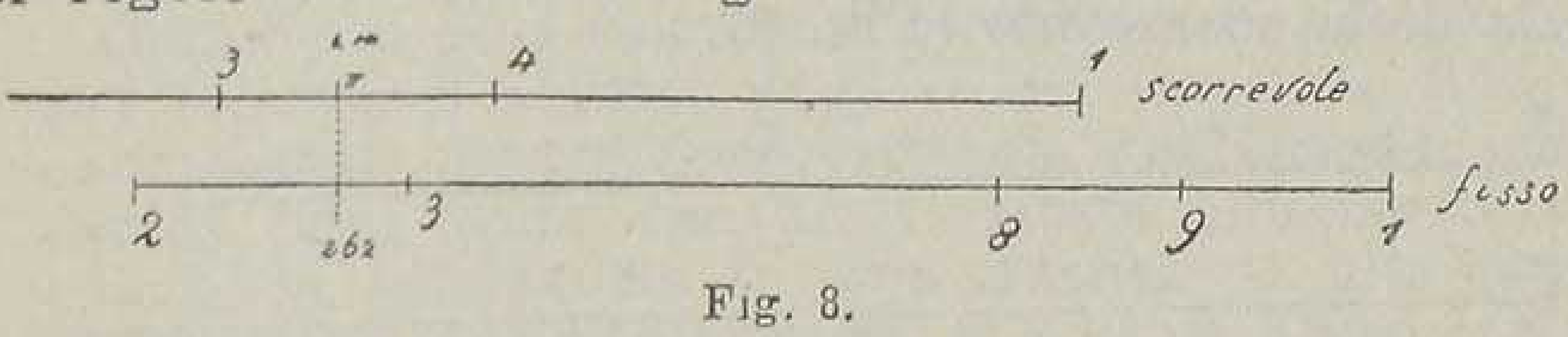


Fig. 8.

Il numero delle cifre, essendo lo scorrevole fuori a sinistra, sarà: $1+(-1)=0$ Quindi $=0,262$.

Si avverta che *ogni zero dopo la virgola vale una unità in senso negativo.*

Nel caso di un prodotto con un numero di fattori superiore a due, si moltiplicano prima due di questi nel modo visto; poi sul prodotto, senza nemmeno bisogno di leggerlo, si fissa il corsoio e si seguita la moltiplicazione.

Gli esempi considerati ci conducono alla seguente regola generale: « Per eseguire il prodotto di due numeri con le scale inferiori, si conduce il principio dello scorrevole di fronte ad uno dei fattori letto nella scala inferiore del fisso; si legge sopra la scala inferiore dello scorrevole l'altro fattore, di fronte al quale si avrà, nella scala inferiore del fisso, il prodotto cercato. Se questo cadesse fuori del regolo a destra, si sposterà lo scorrevole verso sinistra portandone l'estremo a coincidere col primo fattore sulla scala inferiore del fisso; il prodotto cadrà allora sulla scala inferiore del fisso, in corrispondenza del secondo fattore letto sopra la scala inferiore dello scorrevole. Il numero delle cifre del prodotto è eguale alla somma delle cifre dei fattori diminuita di un'unità, se nell'eseguire il prodotto si deve spostare lo scorrevole verso destra; è invece eguale alla somma delle cifre dei fattori, se si deve spostare lo scorrevole a sinistra ».

Le moltiplicazioni si eseguiscono preferibilmente con le scale inferiori, poichè l'approssimazione risultante è maggiore; tuttavia l'operazione si può eseguire anche *con le scale superiori*, seguendo i seguenti criterî:

Si debba eseguire il prodotto: 1,08 × 4,2. Si porta il lembo dello scorrevole in corrispondenza di 1,08 letto sulla scala superiore sinistra del fisso, e si legge il risultato della moltiplicazione sulla scala superiore del fisso in corrispondenza di 4,2 letto sulla scala dello scorrevole (Fig. 9).

Fig. 9.

Se il risultato cade nella prima metà della scala superiore sinistra del fisso, il numero delle cifre si ottiene togliendo un'unità alla somma del quantitativo di cifre dei fattori; se il risultato cade nella seconda metà della scala superiore a destra, il prodotto avrà un numero di cifre eguale alla somma del quantitativo di cifre dei fattori.

Nel nostro caso, sarà: 1 + 1 — 1 = 1. Quindi = 4,54. Eseguiamo ora il prodotto: 3,14 × 83,4. Il regolo si dispone come nella Fig. 10.

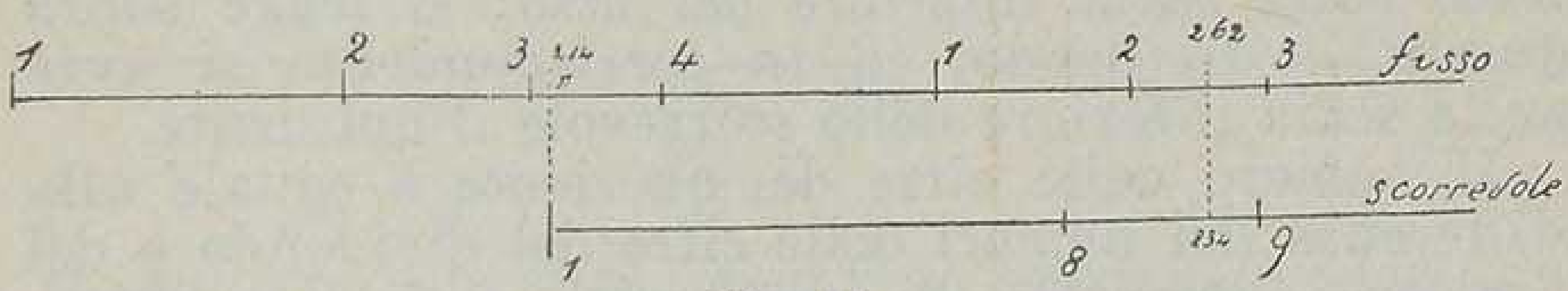


Fig. 10.

Il numero delle cifre sarà = 1 + 2 = 3. Quindi il risultato 262.

Si voglia eseguire ancora il prodotto 0,00083 × 0,0017. Si osserva che il prodotto cade nella seconda metà della scala del fisso, fra 140 e 142, per cui 141 sarà la parte significativa del prodotto. Il numero delle cifre è = —3 + (—2) = —5. Quindi il risultato è = 0,00000141.

Questi esempi ci conducono alla seguente regola: « Per eseguire il prodotto di due numeri con le scale superiori, si conduce l'estremità dello scorrevole di fronte ad uno dei fattori letto nella scala di sinistra del fisso; si legge nella scala di sinistra dello scorrevole il secondo fattore, di fronte al quale si avrà in una delle scale superiori del fisso il prodotto cercato. Il numero delle cifre del prodotto sarà eguale alla somma delle cifre dei fattori, oppure alla somma diminuita di un'unità, a seconda che il prodotto cade nella seconda ovvero nella prima scala del fisso ».

Quando si deve eseguire il prodotto di più fattori, per trovare il numero di cifre del risultato finale è conveniente notare (per esempio con lineette sulla carta) ogni volta che un risultato intermedio richiede la sottrazione di una unità; di altrettante unità verrà quindi diminuita la somma algebrica del quantitativo di cifre dei singoli fattori.

b) Divisione. Il rapporto A : B, per mezzo dei logaritmi, si ottiene cercando sulle tavole il numero corrispondente a *lg A — lg B*. Col regolo calcolatore, si fa la differenza di due segmenti proporzionali ai logaritmi del dividendo e del divisore.

Anche per questa operazione, si possono adoperare tanto le scale inferiori che le superiori.

Con le scale inferiori (che assicurano una precisione doppia che con l'uso delle scale superiori) si porta l'estremo dello scorrevole di fronte al divisore letto sulla scala inferiore del fisso; si legge sopra questa il dividendo, ed in corrispondenza si avrà sulla scala inferiore dello scorrevole il quoziente.

Il numero delle cifre dei quoziente è eguale alla differenza dei numeri delle cifre del dividendo e del divisore aumentato di una unità se si è condotto il principio dello scorrevole di fronte al divisore (scorrevole che esce a destra); il numero delle cifre è eguale alla sola differenza se lo scorrevole esce a sinistra.

Si debba eseguire, per esempio, il rapporto $\frac{8}{2}$. Si porta il lembo a sinistra dello scorrevole a coincidere col divisore 2, letto sul fisso (scale inferiori); si cerca sul fisso il dividendo 8, e in corrispondenza di questo si leggerà sullo scorrevole il quoziente 4 (Fig. 11).

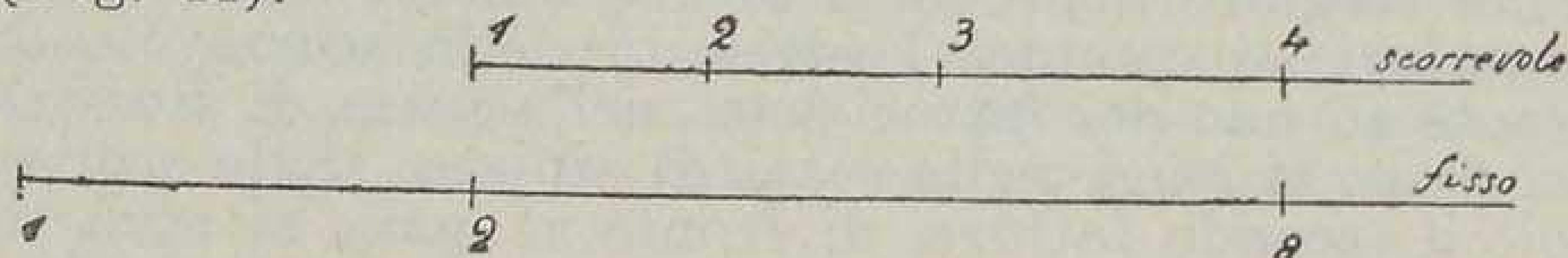


Fig. 11.

L'operazione si può anche eseguire così: Si porta il divisore 2 (letto sullo scorrevole) a coincidere con l'8 letto sul fisso del regolo. L'estremo sinistro dello scorrevole indica, sul fisso, il quoziente (Fig. 12).

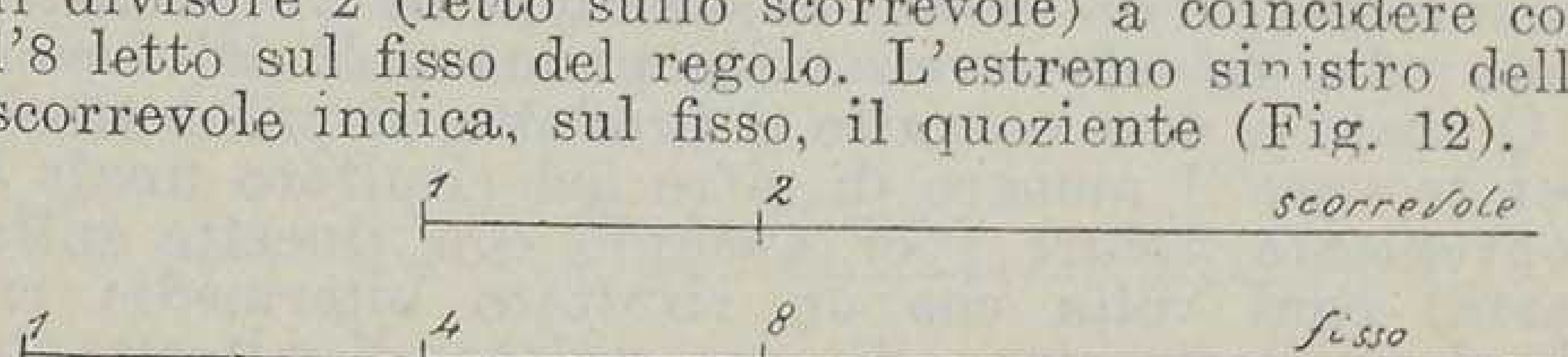


Fig. 12.

Il numero delle cifre del quoziente è eguale alla differenza del quantitativo di cifre del dividendo e del divisore, aumentato di un'unità; ossia $= 1 - 1 + 1 = 1$. Risultato 4. Si debba eseguire l'operazione 0,24:0,04. Si porta il divisore 4, letto sullo scorrevole, a coincidere col 24 del fisso; il quoziente si troverà sul fisso sotto l'estremo destro dello scorrevole (Fig. 13).

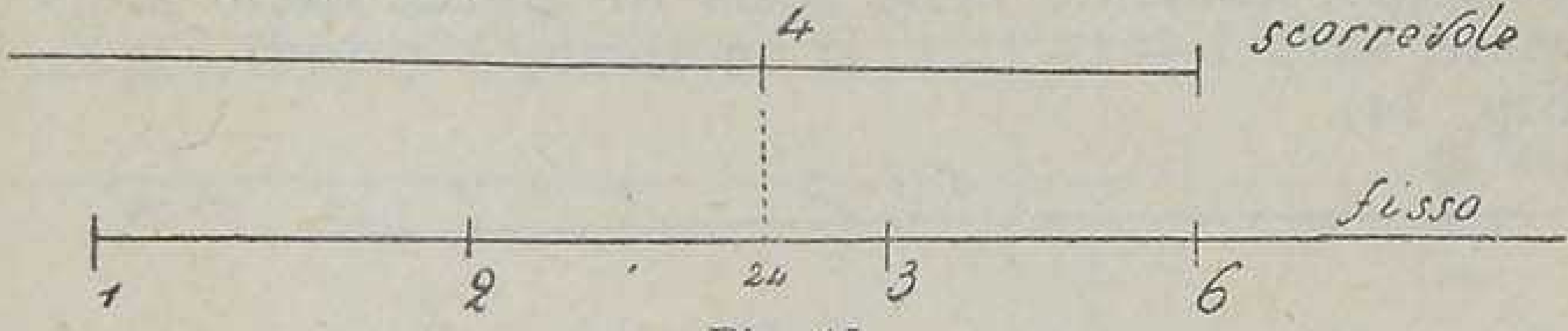


Fig. 13.

Il numero delle cifre, essendo lo scorrevole fuori a sinistra, sarà $0-(-1)=1$. Risultato 6.

Per eseguire la divisione *con le scale superiori*, si può adoperare uno dei metodi seguenti, corrispondenti a quelli già visti per le scale inferiori:

I.° « Si conduce la divisione di metà dello scorrevole sotto il divisore letto nella scala destra del fisso; il quoziente si ha in una delle scale superiori dello scorrevole in corrispondenza del dividendo letto nella scala destra del fisso. Il numero delle cifre del quoziente è eguale alla differenza delle cifre del dividendo e del divisore, se il quoziente cade nella scala di sinistra dello scorrevole; è eguale alla differenza delle stesse cifre aumentate di un'unità, se il quoziente cade nella scala di destra dello scorrevole».

Questo metodo dicesi *a divisore costante*, poichè rimanendo costante il divisore, non cambia la posizione dello scorrevole.

II.° Si porta in coincidenza col dividendo (letto nella scala destra del fisso) il divisore, letto nella scala destra dello scorrevole; il quoziente si avrà in una delle scale superiori del fisso, sopra la divisione di metà dello scorrevole. Se il quoziente cade nella scala destra, il numero delle sue cifre è uguale alla differenza dei numeri delle cifre del dividendo e del divisore aumentato di un'unità; se cade nella scala sinistra, il numero delle cifre è eguale alla sola differenza ».

Questo metodo dicesi *a quoziente costante*, poichè non cambia la posizione dello scorrevole se rimane costante il quoziente. Si voglia eseguire, col primo dei due metodi indicati, la divisione 7:3. Si porta il punto di mezzo dello scorrevole a coincidere col divisore 3 letto sul fisso nella scala destra; si cerca il numero che corrisponde al dividendo 7 (letto sul fisso in una qualsiasi delle due scale), e si trova sullo scorrevole 233. Il numero delle cifre intere del quoziente, cadendo nella scala di destra dello scorrevole, sarà $1 - 1 + 1 = 1$. Il quoziente è quindi $= 2,33$. (Fig. 14).

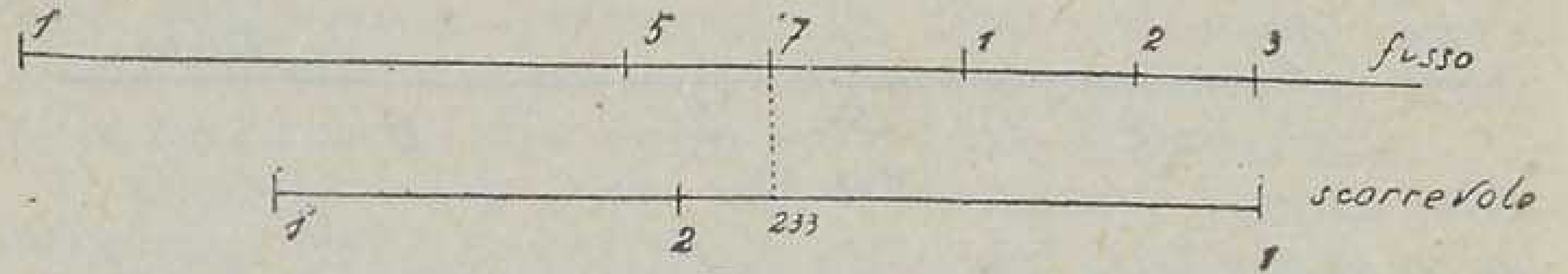


Fig. 14.

Col secondo metodo, si fa coincidere il divisore 3, letto sulla scala destra dello scorrevole, col dividendo 7, letto sulla scala destra del fisso; il quoziente si legge in una qualsiasi delle scale superiori del fisso, in corrispondenza al punto di mezzo o all'estremo a sinistra dello scorrevole (Fig. 15).

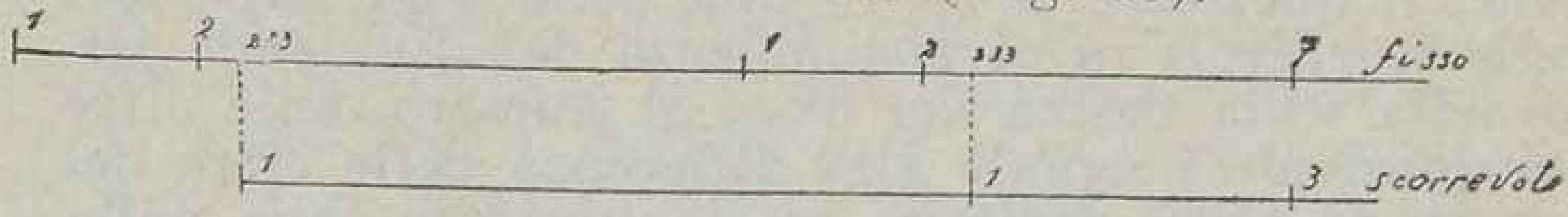


Fig. 15.

c) Divisioni e moltiplicazioni combinate.

Si debba risolvere la proporzione:

$$x : a = b : c$$

dalla quale si ottiene:

$$x = \frac{a \times b}{c}$$

L'operazione si eseguisce col regolo nel seguente modo:

Sul numero a del fisso (scala inferiore) si porta il numero c letto sullo scorrevole; e in corrispondeza al numero b, letto sempre sullo scorrevole, si troverà il risultato.

Questa serie di operazioni corrisponde alla seguente:

$$x = \lg a + \lg b - \lg c$$

Esempio. Sia:

$$x = \frac{7,2 \times 4,5}{8}$$

Si porta l'8 dello scorrevole (il numero c) sul 7.2

del fisso (il numero a), e si legge il risultato sul fisso sotto il 4,5 dello scorrevole (il numero b).

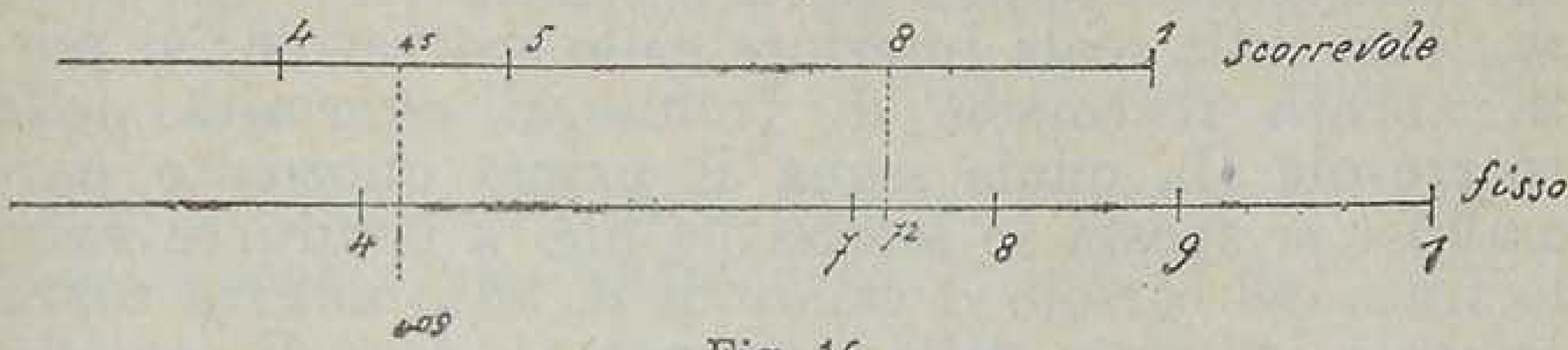


Fig. 16

Il numero delle cifre, essendo lo scorrevole fuori a sinistra, sarà: $1-1+1=1$. Quindi: $x=4{,}05$.

Si voglia ora determinare:

$$x = \frac{7{,}2 \times 105}{8}$$

Si porta l'8 dello scorrevole sul 7,2 del fisso; e poichè in questo caso il risultato cadrebbe fuori dello scorrevole, si fissa per mezzo del corsoio la posizione assunta dall'esterno dello scorrevole (9), e si porta, sotto questo, l'altro estremo dello scorrevole. Il risultato si legge allora sul fisso, sotto al 105 dello scorrevole.

Essendo lo scorrevole fuori a destra, il numero delle cifre sarà $(1-1+3)-1=2$. Quindi: $x=94{,}5$.

Le operazioni della forma:

$$x = \frac{a \,.\, b \,.\, c \,.\, d \dots}{m \,.\, n \,.\, p \,.\, q \dots}$$

si risolvono nello stesso modo. Infatti si eseguisce dapprima $\frac{a \times b}{m}$; quindi, il risultato, si divide per n, poi si moltiplica per c, si divide per p, e così via, senza bisogno di leggere i risultati intermedî.

Per sapere il numero di cifre da darsi ad x, si segnano le volte in cui lo scorrevole cade a destra, per aggiungere o togliere alla somma algebrica del numero di cifre dei singoli fattori, dividendi e divisori, altrettante volte l'unità, avendo presente che se, nell'eseguire la divisione, lo scorrevole esce a destra, bisogna aggiungere un'unità positiva, mentre se cade a destra nell'eseguire la moltiplicazione, bisogna aggiungere un'unità negativa.

Si può anche trovare il valore di x, determinando dapprima il valore del numeratore $a \times b \times c \times d \dots$ per mezzo della scala inferiore; il risultato si fissa col corsoio, e si sposta poi lo scorrevole fino a condurre in corrispondenza alla linea del corsoio, il valore di m, letto sulla scala inferiore dello scorrevole; si porta ancora il corsoio di fronte all'estremità dello scorrevole (la quale segna il primo quoziente parziale) e si sposta lo scorrevole fino a condurre sotto la linea del corsoio il valore di n, letto ancora sopra la scala inferiore dello scorrevole; e così di seguito, finchè l'ultimo fattore q del denominatore venga sotto la linea del corsoio: il risultato si leggerà in corrispondenza del principio o dell'estremità dello scorrevole sopra la scala inferiore del fisso.

Indicando con n il numero degli spostamenti dello scorrevole verso destra, e con n' il numero di volte in cui i quozienti parziali cadono sotto il lembo sinistro dello scorrevole, se a', b', c', d',.... m', n', p', q', rappresentano le cifre significative dei termini dati, il numero delle cifre del risultato sarà:

$$x' = a' + b' + c' + d' - (m' + n' + p' + q') + n' - n$$

Esempio. Si debba calcolare:

$$X = \frac{0{,}038 \times 0{,}0045 \times 8{,}7}{65{,}3 \times 9{,}55 \times 0{,}0053}$$

Eseguendo le operazioni col modo indicato, si trova col regolo la parte significativa 448; ed essendo $n = o$; $n' = 1$, il numero delle cifre del risultato sarà

$$x' = -1 - 2 + 1 - 2 - 1 - (-2) + 1 - 0 = -2$$

Quindi: $x = 0{,}00448$

Nell'eseguire operazioni di questo genere, conviene — come verifica — ripetere col regolo il calcolo, scambiando la posizione dei fattori tanto al numeratore che al denominatore.

d). *Moltiplicazione e divisione di una serie di numeri per un numero costante.* Per queste operazioni, una posizione costante dello scorrevole basta per dare una serie di risultati, ottenuti fissando un estremo dello scorrevole (letto sul fisso), e leggendo i risultati stessi sul fisso, in corrispondenza dell'altro numero cercato sullo scorrevole.

Si preferiscono usare le scale superiori, per evitare lo spostamento dello scorrevole.

Nel caso di divisioni per un numero costante c, si fissa prima la posizione di $\frac{1}{c}$; quindi (per mezzo del corsoio), i numeri n (che dovranno essere divisi per c) sullo scorrevole, leggendo infine sul fisso, in corrispondenza di n, il risultato $\left(\frac{1}{c}\right) n$.

e). *Quadrato di un numero.* Usando i calcoli logaritmici, essendo:

$$x = A^2$$

abbiamo:

$$\lg x = 2 \lg A.$$

E poichè l'unità logaritmica delle scale inferiori del regolo è doppia di quella delle scale superiori, ad un numero letto sulla scala inferiore corrisponderà il suo quadrato nella scala superiore; e viceversa, ad un numero letto sulle scale superiori, corrisponderà — nella scala inferiore — la sua radice quadrata.

Possiamo dunque stabilire la regola: « Per fare il quadrato di un numero, si segna sopra la scala inferiore del fisso il numero dato, e gli si porta di contro il corsoio, oppure un estremo dello scorrevole; in una delle scale superiori del fisso si leggerà il quadrato ».

Il numero delle cifre del quadrato è eguale al doppio del numero delle cifre della base, se il quadrato cade nella stessa scala destra del fisso; è invece eguale a due volte il numero delle cifre della base diminuito di un'unità se il risultato cade nella scala sinistra. Cioè se a è il numero delle cifre della base, e x' quello del quadrato, si avrà:

$$x' = 2\,a - 1$$

se il risultato cade nella scala sinistra superiore: e

$$x' = 2\,a$$

se cade nella scala destra.

Come esempio, troviamo il quadrato di 4,94. Il regolo ci dà le cifre significative: 244. Poichè il risultato cade nella scala destra, il numero delle cifre del quadrato sarà:

$$x' = 2 \times 1 = 2.$$

Quindi il quadrato sarà 24,4.

Troviamo ora il quadrato di 0,00496. Il regolo ci dà le cifre significative 246. Cadendo il risultato ancora alla destra, si avrà $x' = 2 \times (-2) = -4$. Quindi il quadrato sarà:

$$x = 0{,}0000246.$$

Il quadrato di un numero A si può ottenere anche con le scale inferiori, moltiplicando A per A, secondo le regole indicate nella moltiplicazione di due numeri.

f). *Radice quadrata di un numero.* Per quanto si è precedentemente esposto, si può enunciare senz'altro la regola: « Per trovare la radice quadrata di un numero, si legge questo nella scala destra del fisso se ha un numero pari di cifre; nella sinistra se ne ha uno dispari; e gli si porta in corrispondenza il corsoio o una estremità dello scorrevole: la radice quadrata si avrà nella scala inferiore del fisso ».

Il numero delle cifre della radice quadrata è eguale alla metà del numero di cifre della base, se questo è pari; è invece eguale alla metà del numero di cifre della base aumentato di un'unità, se questo è dispari.

Se il numero dato ha zero cifre, si considera come se ne avesse un numero pari, e si legge quindi sopra la scala di destra del fisso.

La radice quadrata di un numero si può trovare anche con le scale inferiori, fissando col corsoio il numero dato (A^2), e spostando lo scorrevole fino a che sotto la trasversale del corsoio venga a cadere un numero (la radice cercata) eguale a quello che contemporaneamente cadrà sotto l'estremo interno dello scorrevole; si osservi che questo estremo dovrà essere il sinistro, nel caso di un numero dispari di cifre, e il destro nel caso di un numero pari.

g) *Proporzioni con termini al quadrato e sotto radice quadrata.* Si consideri lo scorrevole in una posizione qualunque (Fig. 17), e due sezioni normali alle scale del regolo determinanti i numeri A, B, C, D; A', B', C', D' sulle scale superiori ed inferiori del fisso e dello scorrevole. Abbiamo le relazioni seguenti:

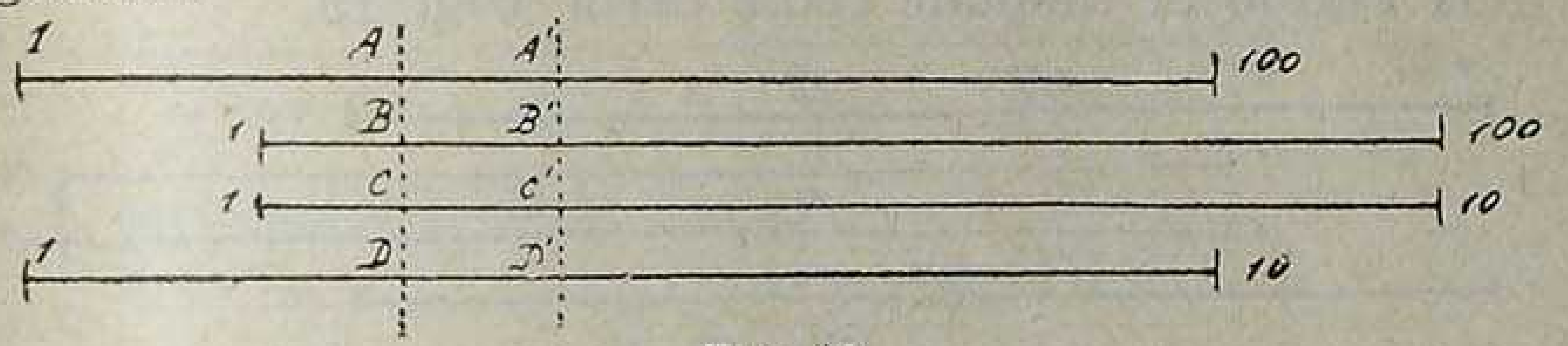


Fig. 17.

$$A = D^2;\ A' = D'^2;\ B = C^2;\ B' = C'^2 \qquad (1)$$

Ed essendo:

$$A : B = A' : B' \qquad (2)$$

sostituendo a qualche termine della proporzione (2) il corrispondente valore ricavato dalla (1), possiamo ottenere proporzioni con termini al quadrato o sotto radice quadrata, risolubili col regolo diretto.

Risolviamo una proporzione del tipo $X = \dfrac{A \times B^2}{C}$

Si dispone il regolo come nella Fig. 18.

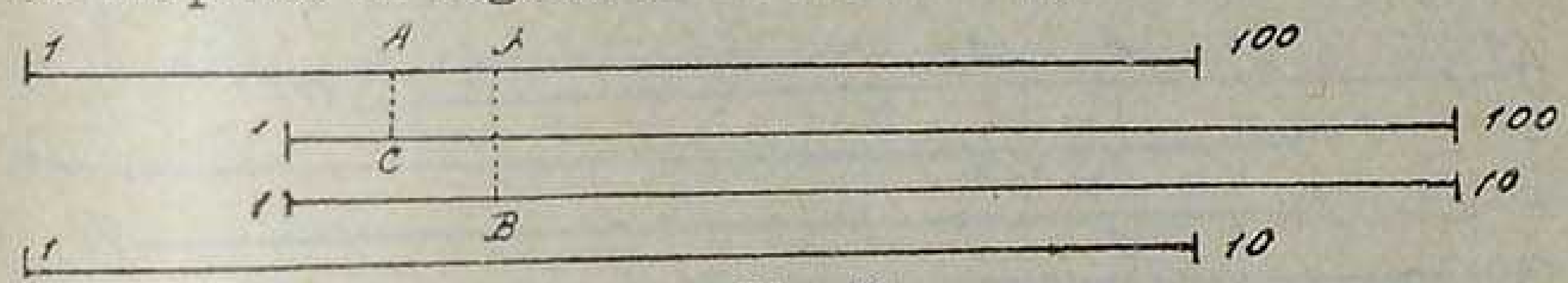


Fig. 18.

Sia, per esempio:

$$X = \frac{25{,}9 \times 1{,}9^2}{21{,}8}$$

Il regolo dà, come cifre significative: 429. Per calcolare il numero di cifre del risultato, si considera dapprima il rapporto $\dfrac{25{,}9}{21{,}8}$, e si determina il numero di cifre corrispondenti; quindi si considera il prodotto di quel quoziente per $1{,}9^2$, e si determina il numero di cifre del prodotto. Il numero di cifre del quoziente è $2 - 2 + 1 = 1$. Il quadrato di 1,9 ha una sola cifra; il numero di cifre del prodotto sarà dunque:

$$x' = 1 + 1 - 1 = 1.$$

Quindi: $X = 4{,}29.$

Si debba ora calcolare l'espressione:

$$X = \frac{18 \times 1{,}2^2}{94}$$

Il regolo si dispone come nella Fig. 19.

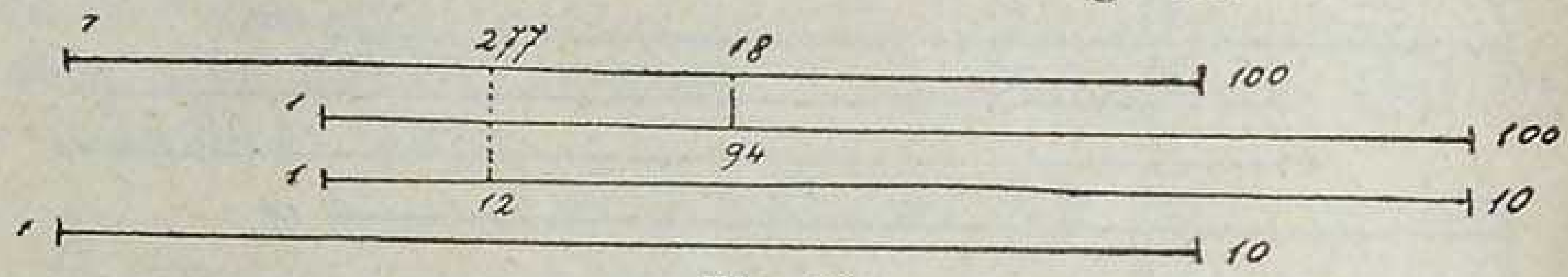


Fig. 19.

La parte significativa è 277. Il numero delle cifre del quoziente è 2 — 2=0; quello del quadrato è 1; quindi il numero delle cifre del prodotto è

$$x' = 0 + 1 - 1 = 0.$$

Il risultato è dunque:

$$X = 0{,}277.$$

Per risolvere l'espressione della forma:

$$X = \frac{A \times B}{C^2}$$

il regolo si dispone come è indicato nella Fig. 20.

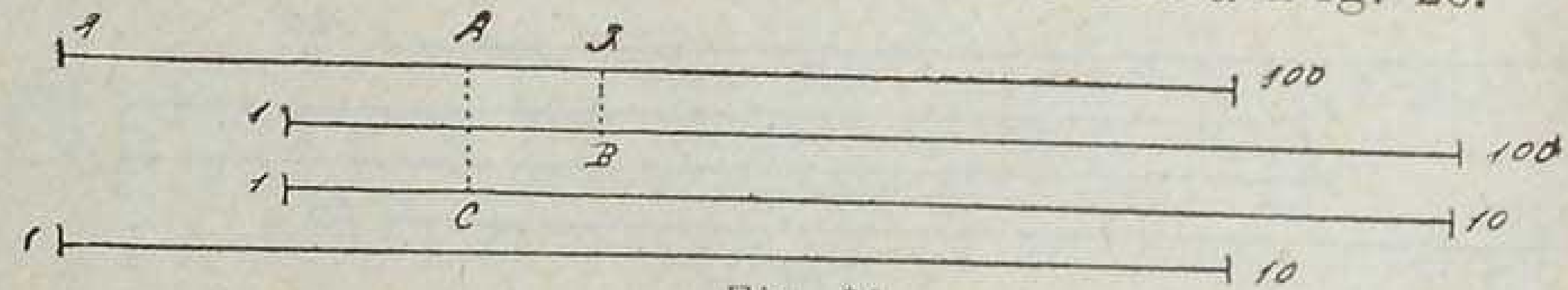


Fig. 20.

L'espressione della forma:

$$X = \frac{A \times B^2}{C^2}$$

si calcola disponendo il regolo come nella Fig. 21.

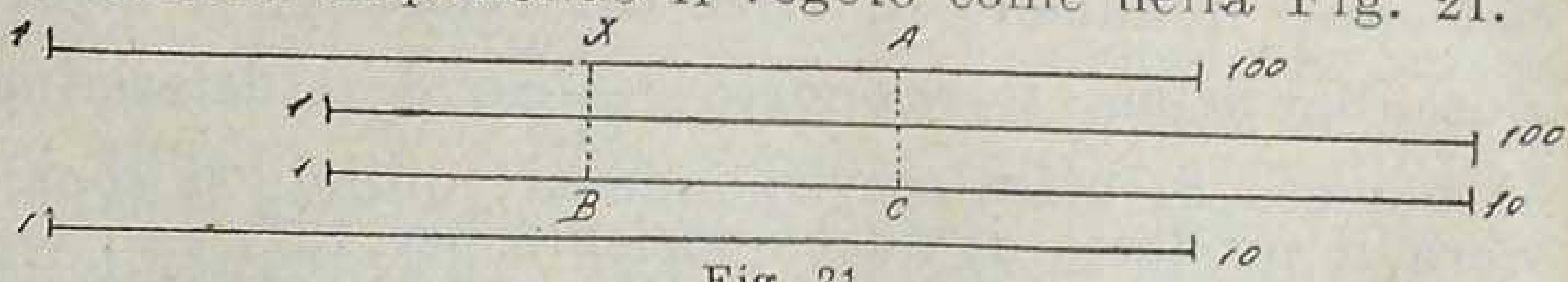


Fig. 21.

Per calcolare l'espressione del tipo:

$$X = \frac{A^2 \times B^2}{C}$$

il regolo si dispone come nella Fig. 22.

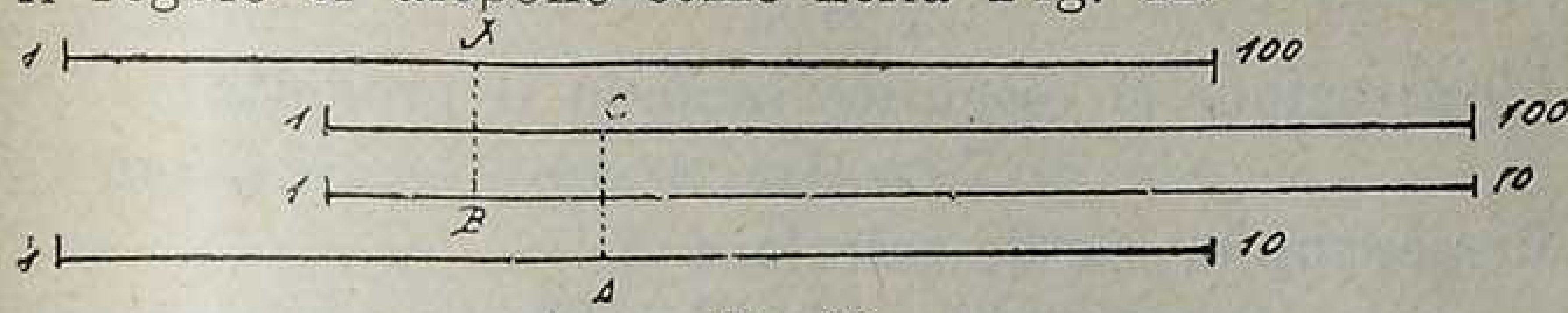


Fig. 22.

L'espressione della forma:

$$X = \frac{A^2 \times B^2}{C^2}$$

si calcola con lo scorrevole disposto come la Fig. 23.

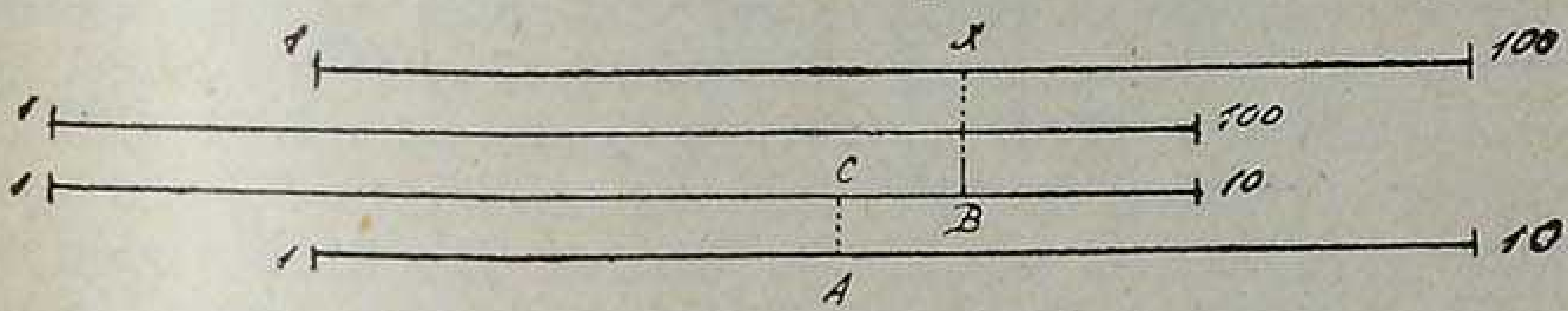


Fig. 23.

L'espressione della forma:

$$X = \frac{A \times \sqrt{B}}{\sqrt{C}}$$

si risolve col regolo disposto come nella Fig. 24.

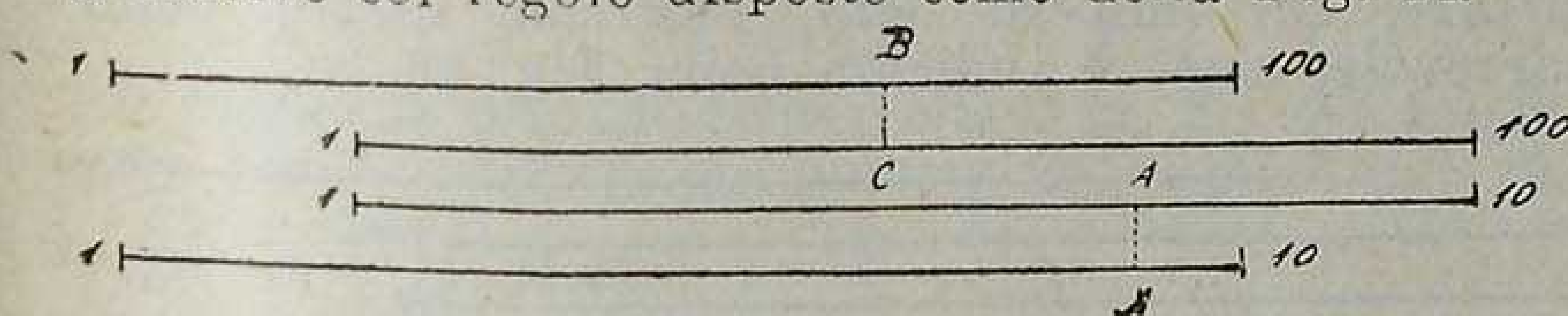


Fig. 24.

In tutti questi casi, si deve fare grandissima attenzione per stabilire il numero esatto di cifre intere che deve avere il risultato. Avvertiamo che un'operazione della forma:

$$X = \frac{A \times B^2}{C^2}$$

si può anche considerare sotto la forma:

$$X = \frac{A \times B \times B}{C \times C}$$

e quindi si può calcolare con quattro posizioni dello scorrevole, eseguendo due moltiplicazioni e due divisioni.

h). *Cubo di un numero.* Si debba calcolare:

$$X = A^3.$$

L'operazione si eseguisce facendo il prodotto:

$$X = A^2 \times A$$

Per esempio, sia da calcolare

$$X = 3^3 = 3^2 \times 3 = 27.$$

Si porta l'estremo sinistro dello scorrevole sul 3 della scala inferiore del fisso, e si eseguisce la moltiplicazione per 3 con la scala superiore dello scorrevole: nella scala superiore del fisso si troverà il risultato (Fig. 25).

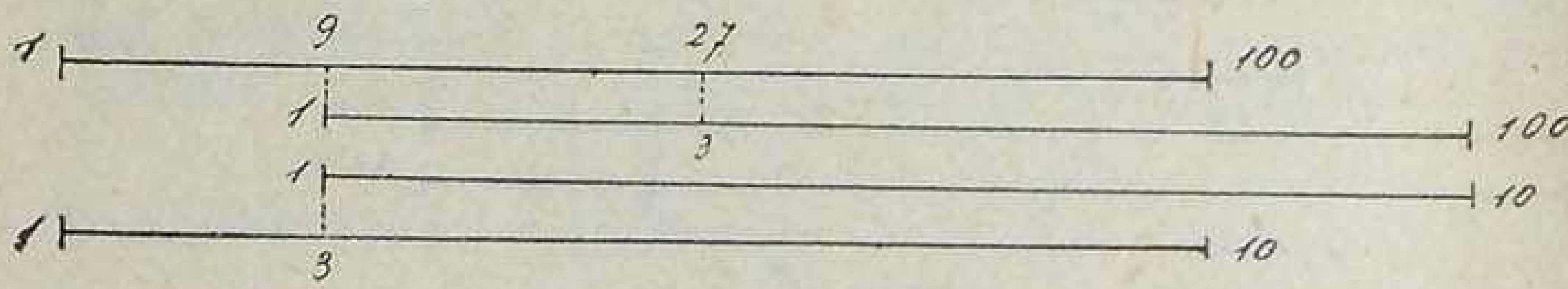


Fig. 25.

Si voglia ora eseguire l'operazione:

$$X = 8^3 = 8^2 \times 8 = 512.$$

Potendosi far uso dell'estremo sinistro dello scorrevole solo finchè la base è minore di 4,64, bisognerà portare, sul numero dato, l'estremo destro dello scorrevole, come è indicato nella Fig. 26.

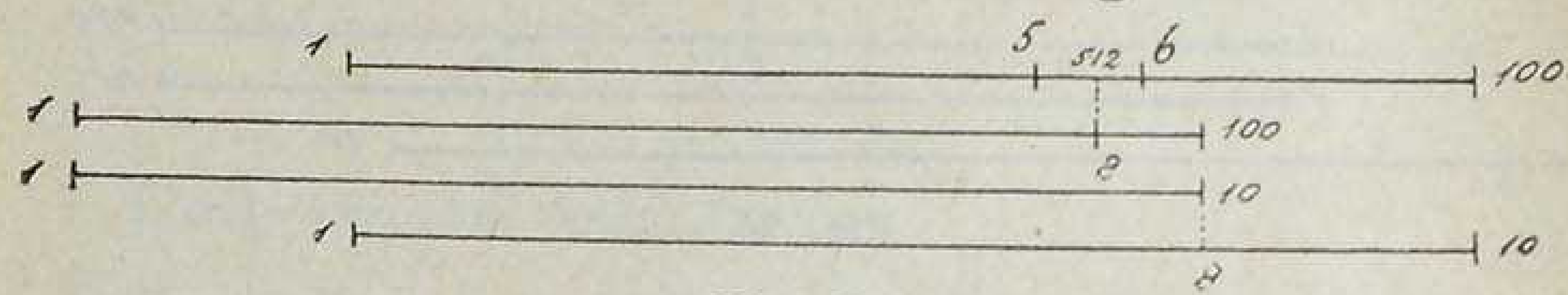


Fig. 26.

Il numero delle cifre del cubo, indicando con a il numero delle cifre della base, sarà:

$$x' = 3\,a - 2$$

quando x cade nella scala sinistra del fisso;

$$x' = 3\,a - 1$$

se x cade nella scala destra superiore del fisso; e infine: $x' = 3\,a$

se x cade fuori del fisso a destra.

La regola si potrà sempre ricavare eseguendo i cubi dei numeri 2, 3, e 5.

i). *Radice cubica di un numero.* Se debba eseguire il calcolo:

$$X = \sqrt[3]{A}.$$

Consideriamo l'operazione sotto la forma:

$$X^2 \times X = A.$$

Si applica allora la regola: « Per estrarre la radice cubica di un numero dato, si porta il principio dello scorrevole invertito in corrispondenza del numero letto sulla scala sinistra o sulla scala destra del fisso a seconda che per rendere divisibile per 3 il numero delle sue cifre si devono aggiungere due unità od una sola; oppure si legge il numero sopra la scala sinistra superiore del fisso, e gli si porta di fronte l'estremo dello scorrevole, se il numero delle sue cifre è divisibile per tre. Nei tre casi, la radice cubica è data dai numeri eguali che coincidono, uno nella scala inferiore del fisso, l'altro nella prima scala di sinistra dello scorrevole ».

Il numero di cifre della radice cubica è eguale ad un terzo del numero delle cifre del dato, aumentato — se occorre — di una o di due unità per renderlo divisibile per 3. Come primo esempio, calcoliamo:

$$X = \sqrt[3]{27}$$

Il regolo si dispone come nella Fig. 27, ottenendo come risultato $x = 3$. (Il numero delle cifre del risultato è $\frac{2+1}{3} = 1$).

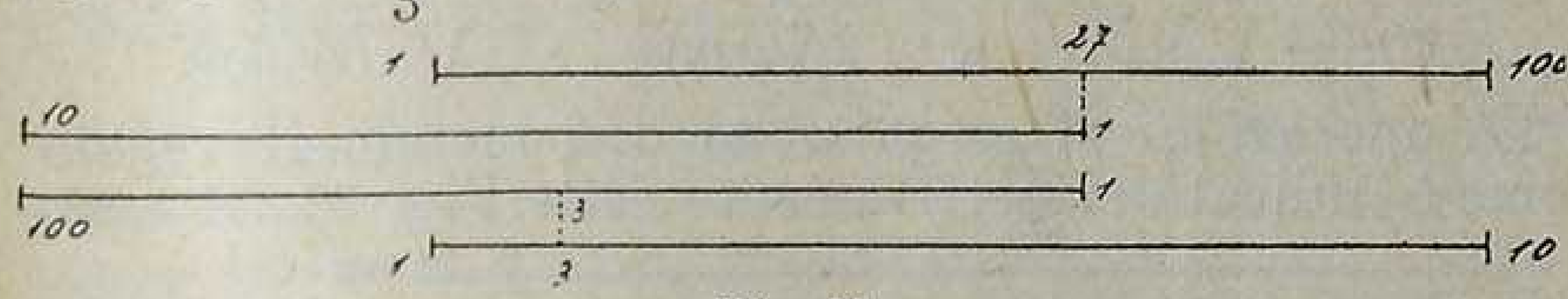


Fig. 27.

Calcoliamo:

$$X = \sqrt[3]{270}$$

Lo scorrevole si dispone come nella Fig. 28.

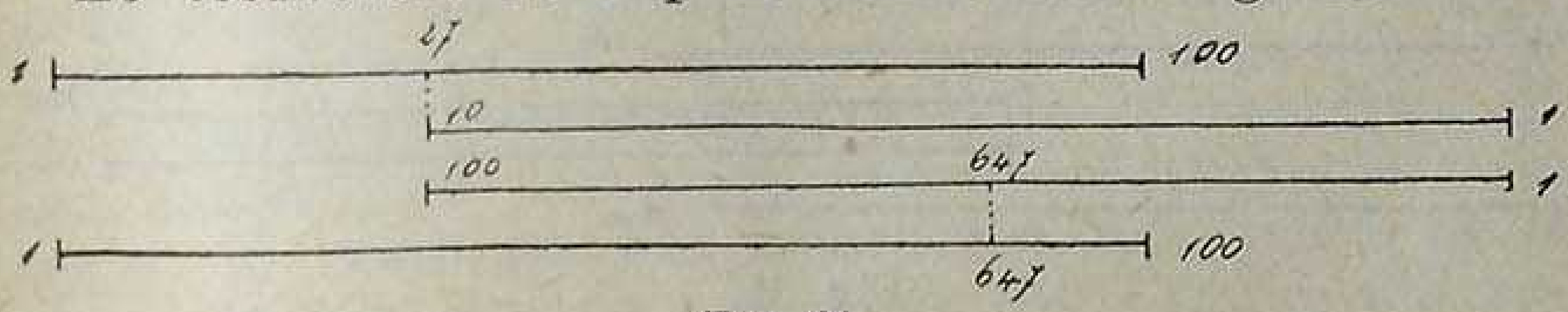


Fig 28.

Si trova $x=6{,}47$ (essendo $x' = \frac{3}{} = 1$).

Calcoliamo:

$$X = \sqrt[3]{2700}$$

Lo scorrevole si dispone invertito come nella Fig. 29.

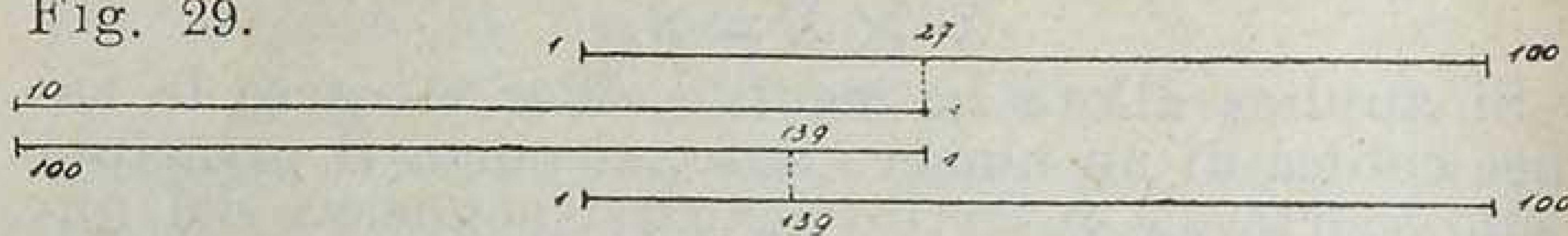


Fig. 29.

Si trova $x=13{,}9$ (essendo $x' = \frac{4+2}{3} = 2$).

La radice cubica si può determinare anche con lo scorrevole diretto; basta allora eseguire l'operazione inversa a quella fatta per ricercare il cubo di un numero.

Si pone il corsoio sul numero dato A letto sulla prima o seconda scala superiore del fisso (a seconda dei casi), e si sposta lo scorrevole sino a che si incontrano due numeri eguali, sia sulla scala superiore dello scorrevole come in quella inferiore del fisso, sotto agli estremi dello scorrevole: questa sarà la radice cubica cercata.

Come esempio, calcoliamo:

$$X' = \sqrt[3]{800} \quad \text{oppure} \quad \sqrt[3]{0{,}800} \quad ; \quad \sqrt[3]{0{,}000800}$$

$$X'' = \sqrt[3]{80} \quad \text{»} \quad \sqrt[3]{0{,}080} \quad ; \quad \sqrt[3]{0{,}000080}$$

$$X''' = \sqrt[3]{8} \quad \text{»} \quad \sqrt[3]{0{,}008} \quad ; \quad \sqrt[3]{0{,}000008}$$

Le operazioni si eseguiscono disponendo il regolo come è indicato rispettivamente nelle Fig. 30, 31 e 32

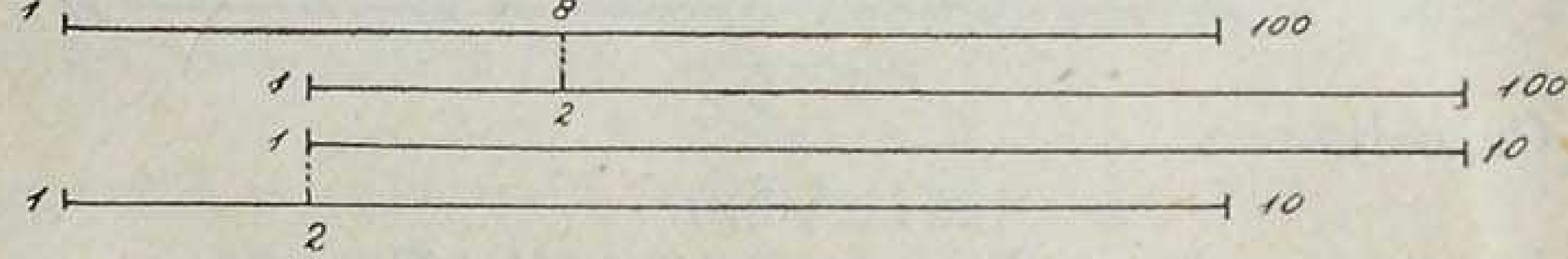


Fig. 30.

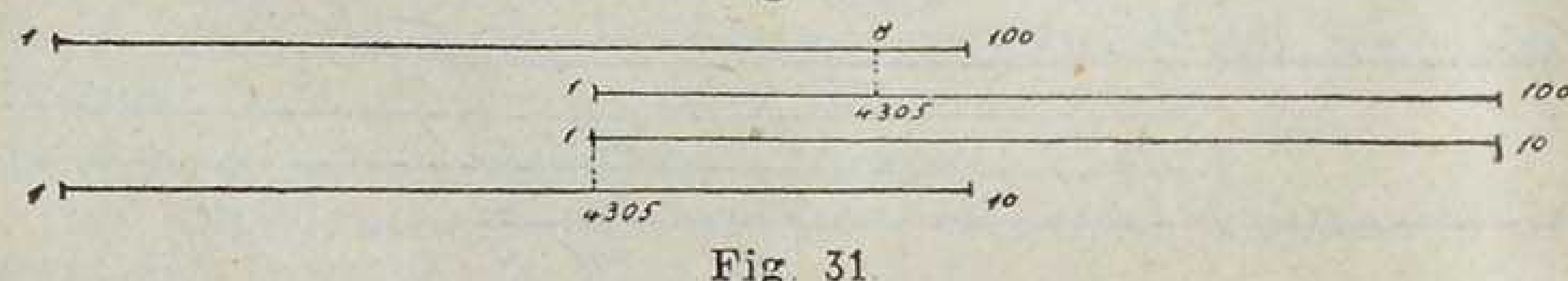


Fig. 31

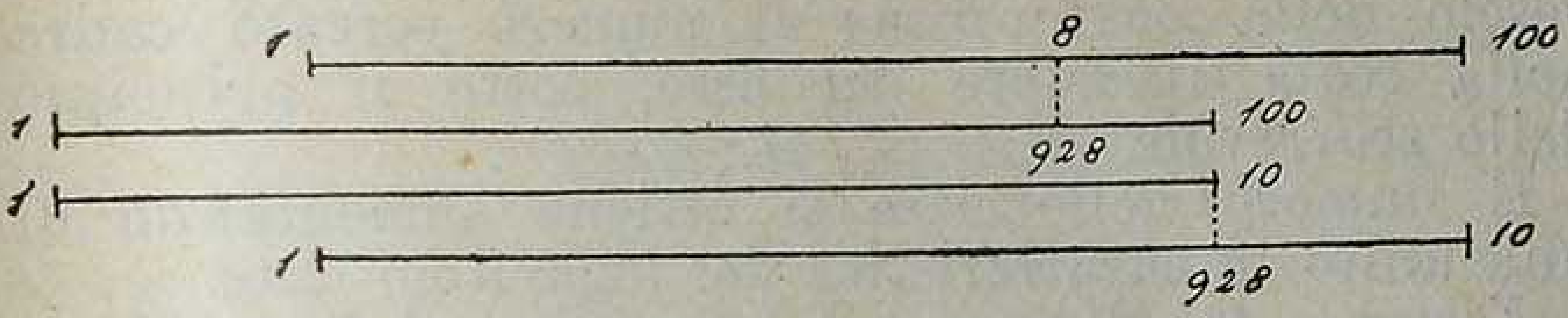


Fig. 32.

Il numero delle cifre del risultato si stabilisce con la regola precedente.

Le regole viste si possono anche applicare per la determinazione della quarta e sesta potenza di un numero, e per l'estrazione della radice quarta e sesta. Abbiamo infatti:

$$A^4 = A^2 \times A^2.$$

Il quadrato si forma col regolo sulla scala inferiore del fisso, e il risultato si moltiplica per se stesso sulla scala superiore; basta così un solo spostamento dello scorrevole. Con un procedimento inverso, si ottiene l'estrazione della radice quarta.

La potenza di sesto grado si ottiene osservando che:

$$A^6 = (a^2)^3$$

(basterà quindi fare il quadrato del cubo della base).

La radice sesta, essendo:

$$\sqrt[6]{A} = \sqrt{\sqrt{\bar{A}}}$$

si ottiene estraendo la radice quadrata della radice cubica della base.

k). *Logaritmi*. La scala delle parti eguali, tracciata sul rovescio dello scorrevole, serve per la ricerca del logaritmo di un numero.

Per ricercare il logaritmo di un numero, si sposta lo scorrevole a destra in modo che il principio coincida col numero dato, letto sulla scala inferiore del fisso; la quantità di cui sporge lo scorrevole dall'indice segnato sul rovescio della parte fissa rappresenta, in millesimi, la mantissa del logaritmo di quel numero. Reciprocamente, dato il logaritmo di un numero, per trovare il numero corrispondente si legge la mantissa del logaritmo sulla scala delle parti eguali, e si fa coincidere con l'indice sul rovescio della parte fissa: il numero cercato cadrà nella scala inferiore del fisso, sotto il principio dello scorrevole.

Il numero delle cifre si ottiene aumentando di una unità la caratteristica del logaritmo dato.

Esempio 1°. Ricerca del logaritmo di 2,15. Il regolo si dispone come nella Fig. 33. La lettura del lo-

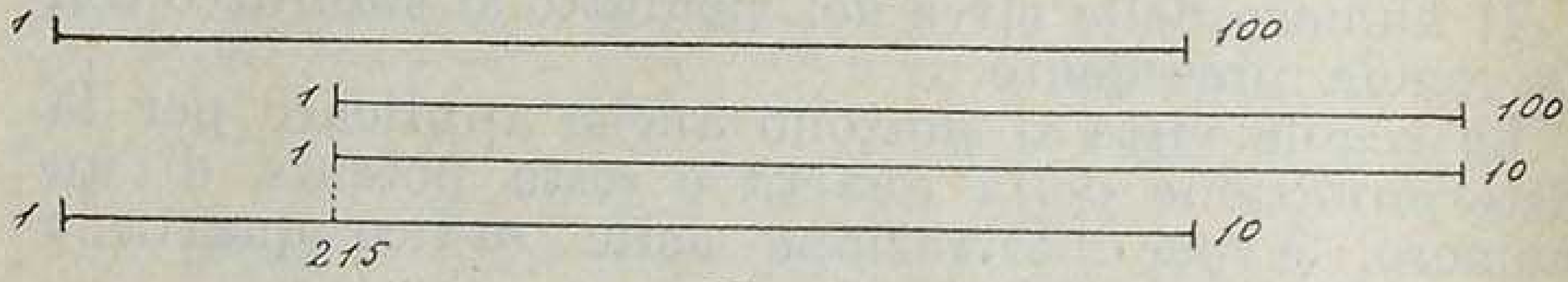


Fig. 33.

garimo si fa sul rovescio del regolo, come è indicato nella Fig. 34.

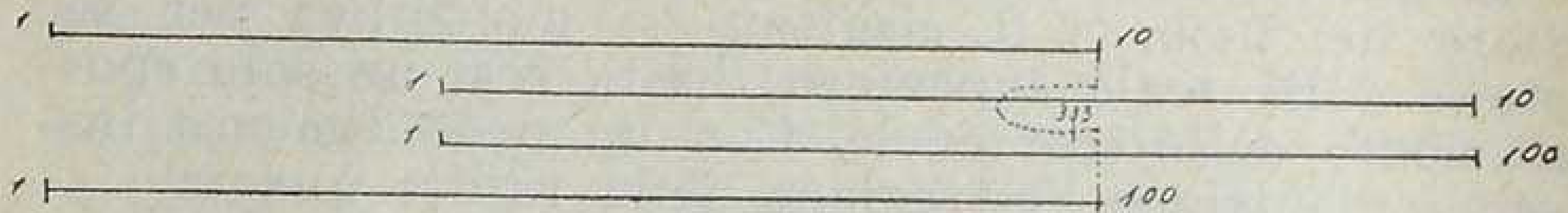


Fig. 34.

Il logaritmo cercato sarà 0,333.

Esempio 2°. Trovare il numero corrispondente al logaritmo 0,333.

Si dispone il regolo come nella Fig. 34 e si legge il numero richiesto sul regolo, come nella Fig. 33.

I logaritmi permettono di calcolare le potenze e le radici di un grado qualsiasi, intere o frazionarie, positive o negative, applicando le seguenti formule:

$$\lg A^n = n \lg A$$

$$\lg \sqrt[n]{A} = \frac{1}{n} \lg A.$$

PARTE SECONDA

APPLICAZIONI DEL REGOLO CALCOLATORE

1. GEOMETRIA

a). *Lunghezza della circonferenza.*
Se d è il diametro, si ha:

$$C = \pi d = \frac{d}{\frac{1}{\pi}} = \frac{d}{0.3183}$$

L'operazione si può facilmente eseguire col regolo, o per mezzo di una semplice moltiplicazione, oppure con una divisione.

Si può anche fare una tabella che dia la lunghezza delle circonferenze di qualsiasi diametro. Si fissa allora l'estremo sinistro dello scorrevole su $\pi = 3,14$, letto sulla scala sinistra superiore del fisso, e le lunghezze delle circonferenze si leggono in corrispondenza delle divisioni dello scorrevole indicanti i diversi diametri.

Reciprocamente, se è conosciuta la lunghezza della circonferenza, per avere il diametro, basta moltiplicare tale lunghezza per 0,3183.

b). *Area del cerchio.*
Sia r il raggio e d il diametro del cerchio. Si ha:

$$Area = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

Si porta l'estremo sinistro dello scorrevole sopra il segno π, della scala superiore sinistra, e con il corsoio si cerca il valore di r nella scala inferiore dello scorrevole; il risultato cadrà sulle scale superiori del fisso in corrispondenza del quadrato di r letto nelle scale superiori dello scorrevole (Fig. 35)

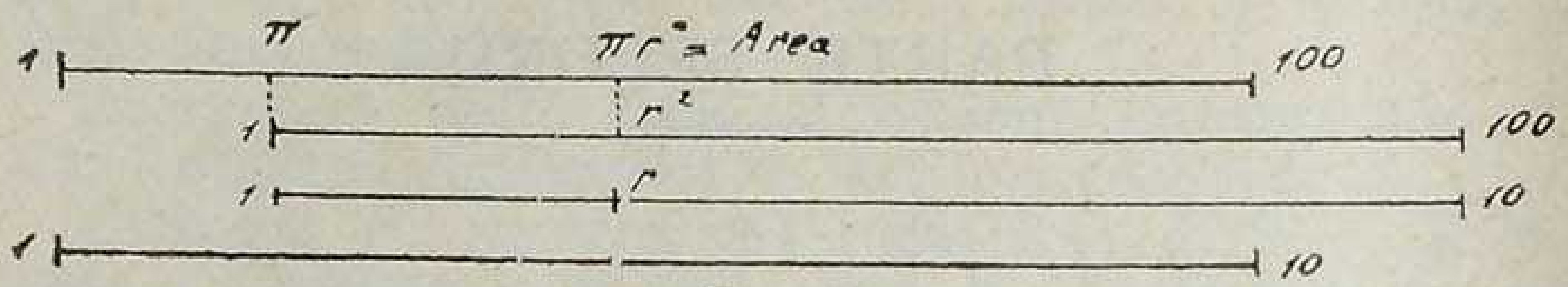


Fig. 35.

Se è dato il diametro, avvertendo che

$$Area = \frac{\pi\, d^2}{4} = \frac{d^2}{\frac{4}{\pi}} = \left(\frac{d}{1.128}\right)^2$$

si porta di fronte al diametro del cerchio, letto sulla scala inferiore del fisso, il numero 1,2732, letto su una delle scale superiori dello scorrevole; si avrà l'area sopra una delle scale superiori del fisso di fronte al principio, al mezzo o all'estremo dello scorrevole.

In alcuni regoli è segnato sopra la scala inferiore dello scorrevole il numero 1,128 con la lettera c; l'area del cerchio si può quindi più semplicemente trovare eseguendo con le scale inferiori del fisso e dello scorrevole la divisione $\frac{d}{1.128}$; sopra le scale superiori del fisso si avrà il quadrato del quoziente, rappresentante l'area cercata.

Data l'area del cerchio, per trovare il diametro, si porta il principio dello scorrevole in corrispondenza all'area letta nella scala superiore di sinistra del fisso, se il numero delle cifre è dispari, oppure letta nella scala di destra se il numero delle cifre è pari. Si avrà il diametro sopra la scala inferiore del fisso in corrispondenza del numero c.

c). *Superficie e volume della sfera.* La superficie della sfera di raggio R e diametro d è:

$$S = 4\,\pi\, R^2 = 12{,}56\, R^2 = \pi\, d^2 = \frac{d^2}{0.3183} = \left(\frac{d}{0.565}\right)^2.$$

È chiaro che l'operazione si può eseguire col regolo mediante una semplice divisione.

Il volume della sfera è:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \left(\frac{R}{0.488}\right)^2 R = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \left(\frac{d}{1.382}\right)^2.$$

Si porta in coincidenza di R o di d, letti sopra la scala inferiore del fisso, la divisione corrispondente a 0,488, oppure a 1,382, presa sopra la scala inferiore dello scorrevole; si legge R o d sopra le scale superiori dello scorrevole: il volume si ha sopra le scale superiori del fisso.

d). *Applicazioni varie.* I metodi indicati valgono anche per la determinazione di lunghezze di linee geometriche, superfici di figure piane geometriche, e volumi e pesi di solidi.

Le formule più comuni che in questi casi si dovranno applicare sono le seguenti:

Trapezio di basi a e b e di altezza h; la superficie è:

$$S = \frac{a+b}{2} h$$

Poligono regolare; sia n il numero dei lati, l il lato ed a l'apotema:

$$S = \frac{a \times l \times n}{2}$$

Corona circolare; se D è il diametro esterno, d quello interno, ed s lo spessore $(= D - d)$ si ha:

$$S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \pi (d + s) s$$

Settore circolare; n il numero di gradi sessagesimali compresi dall'arco; r il raggio; la superficie è:

$$S = \pi r^2 \frac{n}{360}$$

Parallelepipedo; sia $2p$ il perimetro della sezione retta; l la costola; si ha:

$$S = 2pl.$$

Il volume, se B è la base e H l'altezza, è:

$$V = BH.$$

Piramide regolare; sia p il perimetro della base;

a l'apotema; B l'area della base e H l'altezza; si ha:

$$S = \frac{1}{2} p\, a$$

$$V = \frac{1}{3} B\, H.$$

Tronco di piramide; siano P e p i perimetri delle basi; a l'apotema; B e b le basi; h l'altezza; si ha:

$$S = a \frac{(P + p)}{2}$$

$$V = \frac{1}{3} h\,(B + b + \sqrt{B\,.\,b}\,)$$

Cilindro; sia r il raggio della base, h l'altezza, S la superficie laterale, S' la superficie totale; V il volume; si ha:

$$S = 2\,\pi\, r\, h.$$

$$S' = 2\,\pi\, r\, h + 2\,\pi\, r^2.$$

$$V = \pi\, r^2\, h.$$

Cono; r il raggio della base; h l'altezza, S la superficie laterale:

$$S = \pi\, r\, a.$$

$$V = \frac{1}{2}\, \pi\, r^2\, h.$$

Tronco di cono; h l'altezza; R e r i raggi delle basi maggiore e minore; il volume è:

$$V = \frac{\pi\, h}{3}\,(R^2 + r^2 + R\, r).$$

Esempi:

Calcoliamo il peso di un *albero di trasmissione* in ferro di m. 0,12 di diametro e di m. 3 di lunghezza, supponendo il peso specifico (peso per decimetro cubo) del ferro $= 7{,}8$.

Il peso cercato è:

$$P = \frac{\pi \times 0{,}12^2}{4} \times 3{,}00 \times 7{,}8.$$

Si fissa col corsoio il numero 12 della scala inferiore, e il corrispondente quadrato sulla scala superiore;

si moltiplica per $\frac{\pi}{4} = c$ servendosi del segno apposito tracciato sul regolo. Il risultato si moltiplica ancora per 3 e poi per 7,8. Con le norme a suo tempo indicate, si troveranno le cifre del prodotto, e si otterrà:

$$P = 225 \text{ Kg.}$$

Calcoliamo l'area d'una *zona sferica* (porzione di una superficie sferica compresa fra due piani paralleli), essendo h l'altezza della zona e R il raggio della sfera; la stereometria insegna:

$$S = 2 \pi R h.$$

Supponendo: $R = \text{cm. } 7{,}76;$
$h = \text{cm } 4{,}25,$

l'area cercata risulta di cm². 207,5.

Per trovare la capacità di una *botte* a sezione circolare, di lunghezza l, essendo D e d i diametri, si impiega la formula:

$$V = 0{,}0873\, l\, (d + 2\, D)^2$$

che si riduce alla forma:

$$V = \left(\frac{2\, D + d}{3{,}39}\right)^2 l$$

di facilissima applicazione col regolo.

Superficie di un *ellisse* in cui i semiassi a e b sono rispettivamente di 124 e 45 centimetri; abbiamo:

$$S = \pi \times a \times b = \pi \times 124 \times 45 = \text{cm.}^2\, 17530 = \text{m.}^2\, 1{,}7530$$

Lunghezza l e superficie S di una *cicloide*, in cui il cerchio mobile generatore sia di 24 cm. di raggio; si ha:

$$l = 8\, r = 8 \times 24 = \text{cm. } 192 = \text{m. } 1{,}92.$$

$$S = 3\, \pi\, r^2 = 3 \times 3.14 \times 24^2 = \text{cm.}^2\, 5430 = \text{m.}^2\, 0{,}5430.$$

2. CALCOLI COMMERCIALI

a). *Interesse semplice.* Impiegando al tasso r e per un numero di anni t un capitale C, l'interesse f è dato da:

$$f = \frac{C \times r \times t}{100}$$

Se il tempo è espresso in mesi, l'interesse è dato dalla relazione:

$$f = \frac{C \times r \times t}{1200}$$

E se è espresso in giorni:

$$f = \frac{C \times r \times t}{36000}$$

Esempio. Calcolare l'interesse di un capitale di L. 12.450 impiegato al $3\frac{1}{2}$ % per 75 giorni.

Si ha:

$$f = \frac{12450 \times 3{,}5 \times 75}{36000}.$$

Eseguendo le operazioni col regolo, si ottiene con due spostamenti dello scorrevole:

$$f = \text{L. } 90{,}75.$$

b). *Sconto semplice.* Si calcola con la formula dell'interesse semplice.

Esempio: Una cambiale di L. 2500 viene pagata 60 giorni prima della scadenza; quanto si ricaverà, ammettendo il tasso di sconto del 5 %?

Lo sconto è:

$$s = \frac{C \times r \times t}{1200} = \frac{2500 \times 5 \times 2}{1200} = \frac{250}{12}.$$

Con una sola posizione del regolo si ha:

$$s = 20{,}80.$$

Quindi il ricavo della cambiale sarà:

$$S = 2500 - 20{,}80 = \text{L. } 2479{,}20.$$

c). *Interesse composto.* (Si ha quando i frutti si sommano al capitale per produrre nuovi interessi). Il montante M (somma del capitale con i suoi interessi), è dato da:

$$M = C\,(1 + r)^n \qquad (1)$$

dove C è il capitale, r il tasso, e n il numero degli anni per cui venne impiegato.

Esempio 1°. Calcolare il montante di un capitale di L. 325 impiegato all'interesse composto per 13 anni, al tasso del $2\frac{1}{2}$ %.

Si ha:

$$M = 325\,(1 + 0{,}025)^{13} = \text{L. } 438.$$

L'operazione si eseguisce col regolo prendendo il logaritmo di 1,025, moltiplicandolo per 13, trovando il numero corrispondente di questo prodotto e moltiplicandolo ancora per 325.

Esempio 2°. Qual'è il capitale che impiegato al 4 % all'interesse composto dà un montante di L. 15.000 in 5 anni?

La (1) ci dà:

$$1500 = C\,(1 + 0{,}04)^5.$$

dalla quale

$$C = \frac{15000}{(1 + 0{,}04)^5}$$

Col regolo si trova:

$$\lg 1{,}04 = 0{,}017$$
$$5 \lg 1.03 = 0{,}085$$

Il numero corrispondente è 1,215; quindi:

$$C = 12300.$$

Esempio 3°. Qual'è il tasso di un capitale di L. 250 che, impiegato all'interesse composto per 8 anni, dà un montante di L. 369,50?

Si ha:

$$1 + r)^n = \frac{M}{C}$$

$$1 + r = \sqrt[n]{\frac{M}{C}}$$

$$1 + r = \sqrt[8]{\frac{369{,}5}{250}} = 1{,}05$$

$$r = 5\,\%.$$

L'operazione si eseguisce calcolando il quoziente $\frac{69{,}5}{3250}$, prendendone il logaritmo, dividendolo per 8, e quindi trovandone il numero corrispondente: questo, diminuito di un'unità, dà il tasso cercato.

Esempio 4°. Calcolare il numero di anni per cui deve essere impiegato un capitale di L. 735, al tasso del 3,5 %, affinchè produca un montante di L. 1745.

Abbiamo:

$$(1+r)^n = \frac{M}{C}$$

$$n \lg(1+r) = \lg \frac{M}{C}$$

$$n = \frac{\lg \frac{M}{C}}{\lg(1+r)} = \frac{\lg \frac{1475}{735}}{\lg 1{,}035} = 25 \text{ anni.}$$

Per eseguire il calcolo, si determina il quoziente $\frac{1745}{735}$, quindi il logaritmo di questo quoziente. Si trova poi il logaritmo di 1,035, e si fa il quoziente dei due logaritmi: esso rappresenta il numero di anni cercato.

d) *Annualità.* Un versamento annuale di una somma fissa a, impiegata al tasso r, produce — dopo n versamenti — un montante M dato da:

$$M = \frac{a \{ (1+r)^n - 1 \}}{r}.$$

Si suppone però che il primo versamento viene pagato *alla fine* del primo anno.

Esempio 1°. Qual'è il montante risultante dopo 20 versamenti di una annualità di L. 1250, al tasso del 4 % ?

Abbiamo:

$$M = 1250 \, \frac{(1{,}04)^{20} - 1}{0{,}04} = 37200.$$

Si calcola dapprima $1{,}04^{20}$, prendendo il logaritmo di 1,04, moltiplicandolo per 20, e ricercando il numero corrispondente, che si trova essere 2,19. Quindi si sottrae un'unità, e si divide il resto per 0,04; infine si moltiplica per 1250, e si trova M.

Esempio 2°. Quale annualità si deve versare per 15 anni, per costituire un capitale di L. 24.000, essendo il tasso del 5 % ?

$$a = \frac{24000 \times 0{,}05}{(1{,}05)^{15} - 1} = \text{L. } 1130.$$

Si calcola dapprima $(1,05)^{15}=2,06$; si sottrae l'unità, e quindi si eseguiscono le semplicissime operazioni indicate.

Esempio 3º. Per quanti anni si deve versare un'annualità di L. 1400 al tasso del $3\frac{1}{2}$ % per costituire un capitale di L. 45.000 dopo l'ultimo versamento?

$$n \lg (1 + r) = \lg \left(\frac{M}{C} r - 1\right)$$

$$n = \frac{\lg \left(\frac{45000}{1400}\, 0,035 - 1\right)}{\lg 1,035}.$$

Calcolando separatamente il numeratore e il denominatore, l'espressione indicata si riduce alla semplice forma:

$$n = \frac{0,374}{0,015} = 25.$$

Si debbono dunque pagare 25 annualità posticipate.

e). *Ammortamento.* Il debito C che si può estinguere pagando n annualità posticipate di lire a ciascuna, è dato da:

$$C = \frac{a \{ (1 + r)^n - 1 \}}{r (1 + r)^n}$$

Esempio 1º. Calcolare il debito che si potrebbe contrarre versando 20 annualità posticipate di L. 15 000 ciascuna, al tasso del 5 %.

Si ha:

$$C = \frac{15000 \{ 1,05^{20} - 1 \}}{0,05 \times 1,05^{20}}$$

Col regolo, si ottiene:

$$1,05^{20} = 2,62.$$

quindi:

$$C = \frac{15000 \times 1,62}{0,131} = \text{L. } 186000.$$

Esempio 2º. Determinare l'annualità per estinguere in 5 anni un debito di L. 30.000, essendo il tasso del 5 %.

Abbiamo:

$$a = \frac{C\,r\,(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} = \frac{30000 \times 0{,}05 \times 1{,}05^5 - 1}{1{,}05^5 - 1}$$

Separatamente si trova:

$$1{,}05^5 = 1{,}275;$$

Quindi:

$$a = \frac{1500 \times 1{,}275}{0{,}275} = 6930.$$

3. MECCANICA E COSTRUZIONE

a). Determinare la *durata di oscillazione semplice di un pendolo semplice* che abbia la lunghezza di cm. 32,5.

La formula da applicarsi è:

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Quindi:

$$T = 3{,}14 \sqrt{\frac{32{,}5}{9{,}81}} = 0'',576.$$

Si eseguisce il quoziente indicato sotto il radicale, e si trova 0,0336. Dividendo questo numero in gruppi di due cifre a partire dalla virgola, il primo gruppo consta di una sola cifra, quindi dobbiamo ricercare la radice quadrata di 3,36, e si trova 1,832. Siccome il numero dei gruppi di cifre davanti la virgola è zero, il numero di cifre della radice prima della virgola sarà pure zero; la durata dell'oscillazione cercata sarà eguale al prodotto di 0,1832 per 3,14 cioè 0'',576.

b). Calcolare *la velocità acquistata da un corpo che cade nel vuoto* da un'altezza h, senza velocità iniziale.

La velocità è data dalla formula:

$$v = \sqrt{2\,g\,h}$$

Ponendo, per esempio, $h =$ m. 65, sarà:

$$2\,g\,h = 2 \times 6500 \text{ cm.} \times 9{,}81 = 12740000.$$

La radice di 12,74 è 3,57. La velocità cercata, espressa in centimetri, deve essere costituita da quattro cifre; essa è dunque 3570 cm. al minuto secondo, cioè m. 35,70.

c). In una *trasmissione con cinghie*, la puleggia motrice ha il diametro di m. 0,230 e fa 675 giri al minuto primo; trovare il diametro della puleggia mossa, applicata ad un albero che fa 150 giri al minuto primo.

I diametri delle due puleggie sono inversamente proporzionali ai numeri di giri, quindi si ha:

$$x = \frac{0{,}230 \times 675}{150} = \text{m. } 1{,}035.$$

d). Un *ruotismo* è composto di tre ruote conduttrici, aventi rispettivamente 25, 30 e 35 denti e di tre ruote condotte, aventi 45, 50 e 65 denti. Supponendo che la prima ruota motrice faccia 75 giri al minuto primo, quanti giri farà l'ultima ruota condotta?

Il numero cercato di giri è dato da:

$$X = 75 \, \frac{25 \times 30 \times 35}{45 \times 50 \times 65}$$

Si tratta di risolvere col regolo una formula del tipo:

$$X = \frac{A \times B \times C \times D}{A' \times B' \times C'}$$

Mediante sei posizioni successive dello scorrevole, si trova:

$$X = 13{,}42.$$

e). Determinare il *tempo t impiegato da un corpo per cadere nel vuoto*, senza velocità iniziale, da un'altezza $h = 302$ metri

Le quantità h e t sono legate dalla relazione:

$$h = \frac{1}{2} \, g \, t^2$$

dalla quale:

$$t = \sqrt{\frac{2\,h}{g}}$$

Quindi:

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 302}{9,81}}$$

f). Calcolare la tensione di un filo di lunghezza che porta all'estremo una massa m, ruotante con la velocità v.

Per effetto della *forza centrifuga*, la tensione svippata nel filo è:

$$F = \frac{m\,v^2}{r}$$

Indicando con T il tempo periodico impiegato dal corpo ruotante a percorrere un giro, si ha:

$$v = \frac{2\,\pi\,r}{T}$$

Quindi:

$$F = \frac{m}{r}\left(\frac{2\,\pi\,r}{T}\right)^2 = \frac{4\,\pi^2\,m\,r}{T^2}$$

Supponendo che il peso del corpo ruotante sia di Kg. 9,810. il raggio di rotazione di un metro e il tempo impiegato a percorrere un giro sia 1″, si ha:

$$m = \frac{P}{g} = \frac{9,810}{9,81} = \text{Kg. } 1,000;$$

E infine:

$$F = \frac{4 \times 3,14^2 \times 1 \times 4}{1^2} = 4 \times 3,14^2 = \text{Kg. } 39,400;$$

g). Calcolare la *distanza fra l'Havre e New - York*, sapendo che un piroscafo, con la velocità di 20,45 nodi, la compie in 6 giorni, 5 ore e 17 minuti.

Supponendo il piroscafo dotato di moto uniforme, lo spazio percorso è:

$$S = V\,t;$$

il tempo (espresso in minuti secondi) è:

$$t = 6 \times 24 \times 3600 + 5 \times 3600 + 17 \times 60;$$

E la velocità (in metri al secondo) è:

$$V = 1852 \times 20,45;$$

Quindi:

$$S = 1852 \times 20{,}45 \times (6 \times 24 \times 3600 + 5 \times 3600 + 17 \times 60) =$$
$$= \text{Km. } 5660.$$

h). Calcolare *il diametro* che dovrà avere il ferro di una catena capace di un carico $P = $ Kg. 1500.

La formula da impiegarsi è:

$$d = 0{,}028\sqrt{P}$$

quindi:

$$d = 0{,}028\sqrt{1500} \qquad \text{(in cm.)}$$

Disposto il regolo come nella Fig. 36, si ottiene:

Fig. 36.

$$d = \text{cm. } 1{,}085.$$

i). Calcolare il *diametro di un albero motore* di 14 HP, che faccia 60 giri al minuto primo.

La formula adottata è:

$$d = 12\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

Quindi:

$$d = 12\sqrt[3]{\frac{14}{60}} = \text{cm. } 7{,}4.$$

Si eseguisce dapprima la divisione $\frac{14}{60}$ con le scale superiori, e si fissa il quoziente con il corsoio; si cerca la radice cubica di questo risultato, e si legge sotto il 12 il diametro richiesto.

k). Calcolare il *diametro di una sbarra di ferro*, che deve sopportare uno sforzo longitudinale di 4500 Kg.

La formula:

$$A = KP$$

(A = area della sezione resistente; $P = 4500$; K = carico di sicurezza del ferro = 6 Kg. mm.^{2}), dà:

$$4500 = 6 \times \pi \frac{d^2}{4}$$

essendo d il diametro della sbarra.

Da cui:

$$\frac{4500}{6} = \pi \frac{d^2}{4}$$

Di fronte a 45, letto sopra la scala superiore di sinistra del fisso, si porta 6, letto sulla corrispondente scala dello scorrevole; si avrà sulla scala inferiore del fisso, di fronte al segno c (tracciato sopra la scala inferiore dello scorrevole), il diametro $d =$ mm. 30,8.

l). Stabilire la *sezione da darsi alle travi a I di un solaio in ferro*, supposto che il carico complessivo q per metro quadrato di solaio sia di Kg. 400. la portata l sia di 6 m. e la distanza d da asse ad asse delle travi sia di m. 0,80.

Il carico totale Q uniformemente distribuito su ciascun travicello è dato da:

$$Q = q\, d\, l = 400 \times 0{,}80 \times 6 = \text{Kg. } 1920.$$

Il momento flettente della trave è:

$$M = \frac{Q \times l}{8} = \frac{1920 \times 6}{8} = \text{Kgm. } 1440.$$

L'equazione di stabilità è:

$$M = K \frac{I}{Z}$$

Dalla quale si ha il modulo di resistenza $\frac{I}{Z}$:

$$\frac{I}{Z} = \frac{M}{K} = \frac{1440 \times 10^9}{8.10^6}$$

($K = 8$ kg. mm^2., quindi 8×10^6 kg. m.^{2}) Si è moltiplicato il numeratore per 10^9 poichè si vuole ottenere il modulo di resistenza in mm^3.

Il regolo dà subito il risultato richiesto:

$$\frac{I}{Z} = 180.000.$$

Dalle tabelle di manuali si sceglie il tipo di trave a I che abbia un modulo di resistenza immediatamente superiore a quello risultante dal nostro calcolo, e si trova 187926; è questo il tipo di trave che ci converrà usare.

m). Calcolare le *dimensioni di una trave di legno forte*, lunga 5 metri, appoggiata orizzontalmente agli estremi, e gravata nel punto di mezzo dal carico di Kg. 1500.

Il momento flettente è:

$$M = \frac{P \times l}{4} = \frac{1590 \times 5}{4} = \text{Kgm. } 1875.$$

L'equazione di stabilità è:

$$M = K \frac{I}{Z}.$$

Per una sezione rettangolare di lati b ed h, e ponendo:

$$b = 0{,}71\ h;$$

il modulo di resistenza è:

$$\frac{I}{Z} = \frac{bh^2}{6} = \frac{0{,}71\ h^3}{6}.$$

Posto, per il legno, $K = 600.000$ kg. m²., si avrà:

$$1875 = 600000\ \frac{0{,}71\ h^3}{6} = 71000\ h^3$$

da cui:

$$h = \sqrt[3]{\frac{1865}{71000}} = \text{m. } 0{,}30.$$

La base b del rettangolo sarà:

$$b = 0{,}71\ h = 0{,}71 \times 0{,}30 = \text{m. } 0{,}22.$$

La nostra trave dovrà dunque avere la sezione di 22 × 30.

n). Verificare la *stabilità* e calcolare *l'allungamento di un tirante cilindrico di ferro* lungo 6 metri, diametro 30 mm., assoggettato ad uno sforzo di trazione di Kg. 5000.

La sezione del tirante è:

$$A = \frac{\pi\, d^2}{4} 706{,}9 \text{ mm.}^2$$

L'equazione di stabilità $P = K\,A$ dà:

$$K = \frac{5000}{706{,}9} = \text{Kg. } 7{,}07.$$

e poichè lo sforzo unitario è inferiore al carico di sicurezza per il ferro (K=kg. 8 mm².) il tirante è in buone condizioni di stabilità.

L'allungamento si calcola con la formula:

$$l = \frac{P \times L}{E \times A}$$

dove E=20000 kg. mm². (modulo di elasticità del ferro) ; quindi:

$$l = \frac{5000 \times 6000}{20000 \times 707} = \text{mm. } 2{,}1.$$

o). Calcolare la *portata di una bocca a battente libera rettangolare*, col battente b=m. 0,50 e con le

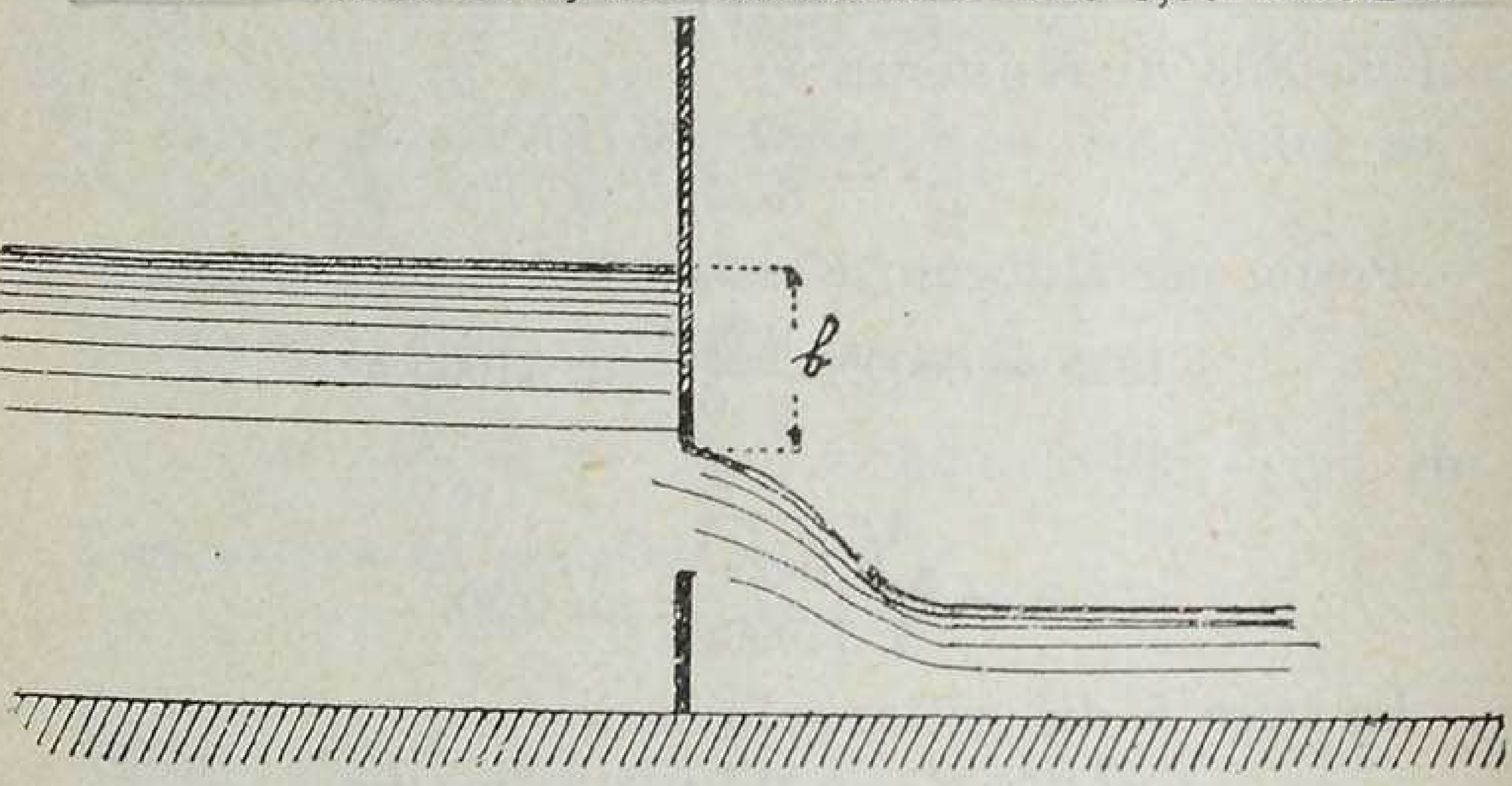


Fig. 37.

dimensioni di 0,60×0,30 (0,60=l=larghezza; 0,30=a =altezza).

La portata (in m³. al secondo) si calcola con la formula:

$$Q = K.a.l \sqrt{2\,g\left(b + \frac{a}{2}\right)}$$

dove K=0,615 (coefficiente di contrazione della vena effluente).

Quindi:

$$Q = 0{,}615 \times 0{,}30 \times 0{,}60 \sqrt{2 \times 9{,}81 \left(0{,}50 + \frac{0{,}30}{2}\right)};$$

Con tre posizioni dello scorrevole, si trova:

$$Q = 0{,}393.$$

p). Calcolare il *diametro interno da darsi a un tubo di conduttura d'acqua potabile*, lungo 10 Km.; essendo il carico totale Y = m. 15,00 e la portata del tubo di 25 litri al secondo.

La formula da impiegarsi è:

$$D = \sqrt[5]{\frac{K\,L\,Q^2}{Y}}$$

dove K è un coefficiente = 0,004 (tubo di ferro).

Quindi:

$$D = \sqrt[5]{\frac{0{,}004 \times 10000 \times 0{,}025^2}{15}}$$

Eseguendo col regolo le operazioni indicate sotto il radicale, si ha:

$$D = \sqrt[5]{0{,}00167}$$

Per estrarre questa radice quinta, si prende $\frac{1}{5}$ del logaritmo di 0,00167, e si cerca il numero corrispondente al quoziente; il regolo dà:

$$D = \text{m. } 0{,}28.$$

q). Calcolare il diametro d da farsi al cilindro di una *macchina a vapore* che deve avere la potenza di Ni=100 cavalli dinamici indicati, deve fare n=75 giri al minuto primo, e la pressione media del cilindro sia di 7 Kg. cm²:

La potenza della macchina è:

$$Ni = \frac{pm\ O\ 2n\ S}{60 \times 75} \tag{1}$$

dove pm è la pressione media nel cilindro; O l'area dello stantuffo e S la corsa (lunghezza del cilindro diminuita degli spazî nocivi). Dalla formula (1) si ricava il volume del cilindro:

$$O\,S = \frac{60 \times 75 \times Ni}{2n\ pm}$$

Si fissa quindi:

$$S = 2\,D;$$

L'area dello stantuffo è allora:

$$O = \frac{\pi\,D^2}{4}$$

cioè:

$$O\,S = \frac{\pi\,D^2}{4}\,2\,D = \frac{\pi\,D^3}{2}$$

da cui:

$$D = \sqrt[3]{\frac{2\,O\,S}{\pi}}$$

Nel nostro caso, essendo $pm = 70.000$ Kg. m²., sarà:

$$O\,S = \frac{60 \times 75 \times 100}{2 \times 75 \times 79000} = \text{m.}^3\ 0{,}048.$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2 \times 0{,}048}{\pi}} = \sqrt[3]{0.0306} = 0{,}32\ \text{m.}$$

r). Determinare la portata Q (in m³. al secondo) di un canale in muratura, a sezione rettangolare di lati 3×7 metri (Fig. 38).

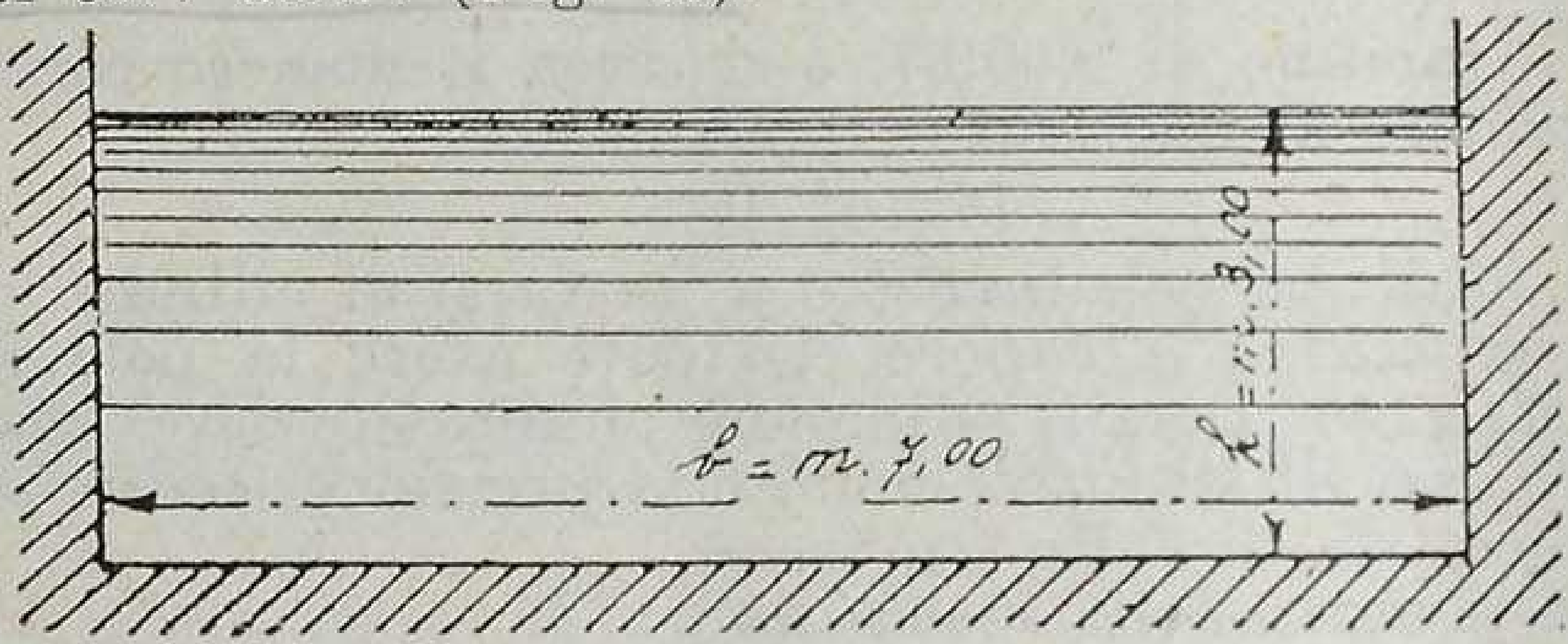


Fig. 38.

La velocità media dell'acqua nel canale, secondo Bazin, è data dalla formula:

$$v = \frac{\sqrt{R\,i}}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$$

dove i è la pendenza (in m.) per metro di percorso di canale = 0,001.

R = raggio medio della sezione $= \dfrac{\Omega}{C}$;

Ω = area sezione canale;

C = contorno bagnato;

α e β sono due coefficienti, che, nel nostro caso, si possono prendere:

$$\alpha = 0{,}00024$$
$$\beta = 0{,}00006$$

Quindi:

$$\Omega = b \times h = 3 \times 7 = 21 \text{ m.}^2$$
$$C = 2\,b + h = 2 \times 3 + 7 = 13 \text{ m.}$$
$$R = \frac{\Omega}{C} = \frac{21}{13} = \text{m. } 1{,}61.$$

$$v = \frac{\sqrt{1{,}61 \times 0{,}0001}}{\sqrt{0{,}00024 + \dfrac{0{,}00006}{1{,}61}}} = \frac{\sqrt{0{,}000161}}{\sqrt{0{,}0002773}} = \sqrt{0{,}581} = \text{m.} 0{,}24$$

$$Q = \Omega \times v = 21 \times 0{,}24 = \text{m.}^3\ 5{,}040.$$

s). Determinare la *potenza di una cascata* in cui la portata sia di 548 litri al minuto secondo, e l'altezza della caduta sia di 57 m.

La potenza teorica (in cavalli dinamici) è:

$$\text{HP} = \frac{1000 \times Q \times H}{75}$$

Praticamente, essendo il rendimento delle macchine di circa il 75 %, si otterrà la potenza effettiva moltiplicando HP per 0,75; cioè:

$$\text{HP}_e = \frac{1000\ Q\ H}{75} \times 0{,}75 = 10\ Q\ H.$$

Nel nostro caso:

$$\text{HP}_e = 10 \times 0{,}548 \times 57 = 313 \text{ cavalli.}$$

4. CALCOLI ALGEBRICI

a). *Progressioni aritmetiche.*

Calcolare la somma dei primi 57 numeri naturali.

Essi costituiscono una progressione aritmetica, di cui la somma di n termini è data dalla formula:

$$S = \frac{(a + l)\, n}{2}$$

dove: a è il primo termine; l l'ultimo termine e n il numero dei termini; quindi:

$$S = \frac{(1 + 57)\, 57}{2} = \frac{3306}{2} = 1653.$$

b). *Progressioni geometriche.*

Trovare la somma dei numeri:

1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128.

Essi costituiscono una progresione geometrica di ragione 2; la somma di n termini è:

$$S = \frac{a\,(r^n - 1)}{r - 1};$$

Quindi:

$$S = \frac{1\,(2^8 - 1)}{2 - 1} = 2^8 - 1 = 255.$$

c). *Combinazioni.*

Calcolare il numero delle combinazioni possibili di 10 quantità prese a 3 a 3.

In generale si ha:

$$C\,m\,n = \frac{m\,(m-1)\,(m-2)\ldots(m-n+1)}{\pi\,(n)}$$

Quindi nel nostro caso:

$$C_{10,\,3} = \frac{10 \times 9 \times 8}{1 \times 2 \times 3} = 120.$$

d). *Disposizioni.*

Calcolare il numero delle disposizioni di m = 25 quantità prese 5 a 5.

Abbiamo:

$$D\,m,n = m\,(m-1)\,(m-2)\ldots(m-n+1).$$

Quindi:

$$D_{25,\,5} = 25 \times 24 \times 23 \times 22 \times 21 = 6.369.600.$$

e). *Permutazioni.*

Calcolare il numero delle permutazioni di 12 quantità; si ha:

$$P\,m = m\,(m-1)\,(m-2)\ldots 3.2.1 = \pi\,m.$$

Cioè:

$$P_{12} = 1\times 2\times 3\times 4\times 5\times 6\times 7\times 8\times 9\times 10\times 11\times 12 =$$
$$= 479 \text{ milioni (circa).}$$

f). Calcolare la *somma dei quadrati* dei primi 15 numeri naturali.

Abbiamo:

$$S = \frac{n\,(n+1)\,(2\,n+1)}{1.2.3} = \frac{15\times 16\times 31}{1.2.3}.$$

Quindi:

$$S = 1240$$

5. ELETTROTECNICA

a). *Resistenza elettrica.* Calcolare la resistenza elettrica di un conduttore omogeneo, avente la sezione costante di 1 mm^2. (astraendo dall'influenza della temperatura) essendo $l=1$ m. la lunghezza del conduttore.

In generale si ha:

$$r = \rho\,\frac{l}{s}$$

dove l è la lunghezza del conduttore espressa in cm., s la sezione in cm^2., ρ è la *resistenza specifica* o *resistività* del materiale.

Se la lunghezza l è espressa in metri, la sezione in mm^2. e la resistività in microhm centimetri, la resistenza del conduttore in ohm è data da:

$$r = \frac{\rho}{100}\,\frac{l}{s}$$

E nel nostro caso, essendo

$$l = 1 \text{ m.}$$
$$s = 1 \text{ mm.}^2$$

si ha:

$$r = \frac{\rho}{100}$$

Dato un conduttore di rame di resistività 1,6 mi crohm centimetri, e del diametro $d=$mm. 2,5, trovare la resistenza elettrica al Km. in ohm, e il peso di un Km. di condutore.

La sezione del conduttore è:

$$S=\left(\frac{d}{1,128}\right)^2=\text{mm.}^2\ 4,9.$$

Il peso specifico del rame in Kg. è 8,9; quindi il peso di 1 Km. di conduttore sarà:

$$P=\left(\frac{\frac{d}{100}}{1,128}\right)^2\times 8,9\times 10\,000=\left(\frac{d}{0,378}\right)^2=\text{Kg.}\ 43,7.$$

La resistenza elettrica in ohm per un Km. di conduttore è:

$$R=\frac{\rho}{100}\,\frac{1000}{\frac{\pi d^2}{4}}=\left(\frac{4,51}{d}\right)^2=3,25\ \text{ohm}.$$

b). *Caduta di tensione.*

Sia i l'intensità di corrente che percorre un conduttore $M\,N$ di resistenza ohmica R; la caduta di potenziale da M in N è espressa dalla seguente legge di Ohm:

$$V=R\,i$$

Supponendo che il conduttore di rame commerciale abbia la resistività 1,74, la resistenza in un conduttore del diametro di d mm. è:

$$R=\frac{1,74}{100}\,\frac{l}{\frac{\pi d^2}{4}}=\left(\frac{0,148}{d}\right)^2 l$$

La caduta di potenziale sarà dunque:

$$V=\left(\frac{0,148}{d}\right)^2 l\,i=0,022\,\frac{l}{d^2}\,i=\frac{2\,i\,l}{100\,d^2}\ \text{(circa)}$$

Con una sola posizione dello scorrevole, si può calcolare il diametro del conduttore necessario per ottenere una data caduta di potenziale, corrispondentemente ad una lunghezza data e ad una intensità di corrente pure data.

Esempio. Calcolare la caduta di potenziale per un conduttore di rame lungo 500 metri e di 8 mm. di diametro, percorso da una corrente di 30 ampère.

Si dispone il regolo come è indicato nella Fig. 39, e si ottiene:

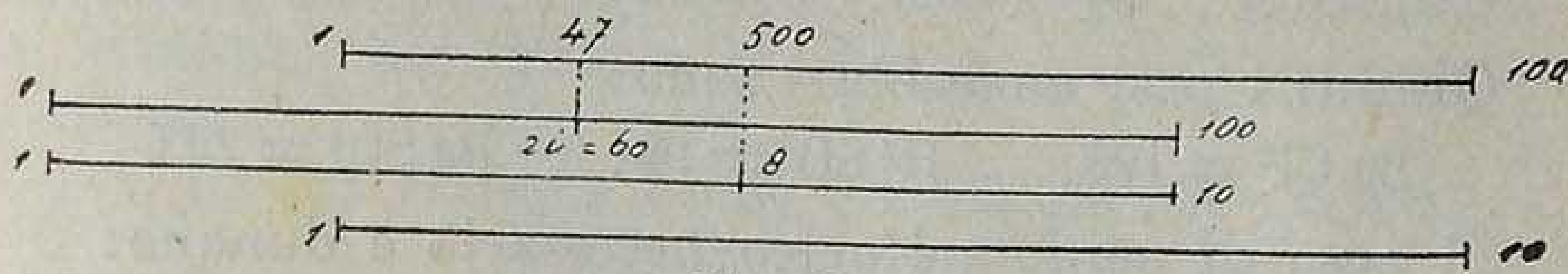


Fig. 39.

$$V = 4{,}7 \textit{ Volta}.$$

c). *Capacità d'un condensatore.*

Calcolare la capacità di un condensatore di carta paraffinata, costituito da 500 fogli conduttori rettangolari di cm. $23{,}4 \times 6{,}45$, separati l'uno dall'altro da una distanza di cm. 0,015.

La capacità è data dalla formula:

$$C = K \frac{S\, n}{4\, \pi\, e}$$

dove si ha:

S = superficie di un'armatura;
n = numero delle lamine del condensatore;
e = distanza di due lamine;
K = potere induttore specifico del dielettrico = 2,5 (per la paraffina).

Quindi:

$$C = 2{,}5\, \frac{23{,}4 \times 6{,}45 \times 500}{4 \times 3{,}14 \times 0{,}014} = 1{,}002 = 10^6.$$

Sapendo che 1 farad vale 9×10^{11} unità elettrostatiche C. G. S. di capacità, la capacità del nostro condensatore sarà:

$$C = \frac{1{,}002 \times 10^6}{9 \times 10^{11}} = \frac{1{,}113}{10^6} \text{ farad} = 1{,}113 \text{ microfarad}.$$

6. REAZIONI CHIMICHE

Quanti grammi di acido solforico al 12 % sono necessarî per precipitare g. 22,5 di cloruro di bario disciolto nell'acqua, allo stato di solfato di bario; e quanto solfato si ottiene?

La reazione chimica è:

$$Ba\,Cl^2 + H^2\,S\,O^4 = Ba\,S\,O^4 + 2\,H\,Cl$$

I pesi atomici dei relativi elementi sono:

$Ba = 127$; $Cl = 35,5$; $S = 32$; $O = 16$; $H = 1$;

Quindi i pesi molecolari sono:

$Ba\,Cl^2 = 198$; $H^2\,SO^4 = 98$; $Ba\,SO^4 = 223$.

Il peso di acido solforico necessario è dunque:

$$P = 22,5 \times \frac{98}{198} \times \frac{100}{12} = \text{g. } 102.$$

Il peso di solfato di bario precipitato è:

$$P^1 = 22,5 \times \frac{223}{198} = \text{g. } 25,35.$$

7. ASTRONOMIA

a). Calcolare la *velocità media* (in Km. al secondo) *del centro della Terra*, dovuta al movimento annuale intorno al Sole.

Il raggio medio dell'orbita terrestre è $= 23440$ raggi terrestri. Il raggio dell'equatore terrestre è $=$ 6380 Km. Quindi:

$$V = 2\pi \frac{23440 \times 6380}{365,25 \times 24 \times 60 \times 60} = \text{Km. } 29,800.$$

b). Calcolare la *velocità media* (in Km. al minuto secondo) *della Luna*, dovuta al suo movimento intorno alla Terra.

La distanza della Luna alla Terra è 60,3 raggi terrestri; quindi:

$$V = 2\pi \frac{60,3 \times 6380}{27,3 \times 24 \times 60 \times 60} = \text{Km. } 1,025.$$

c). Calcolare la *paralasse solare*, cioè l'angolo x sotto il quale il raggio della Terra sarebbe visto dal Sole.

Il rapporto del raggio della Terra alla distanza del Sole è $\frac{1}{23440}$; quindi il rapporto dell'angolo x cercato (in secondi) alla circonferenza totale, è eguale al rapporto delle misure dei due angoli $\frac{1}{24440}$ e 2π. Dunque:

$$x = \frac{360 \times 60 \times 60}{23440 \times 2 \times 3.14} = 8'',8.$$

d). Sapendo che la luce percorre 300.000 Km. al secondo, e che essa impiega circa 8′ e 20″ a percorrere la distanza dal Sole alla Terra, calcolare questa distanza:

$$D = v \times t = 300.000 \times (8 \times 60 + 20) = 300.000 \times 500 =$$
$$= \text{Km. } 150.000.000.$$

e) Sapendo che la paralasse annuale di una stella (cioè l'angolo sotto il quale la distanza della Terra al Sole sarebbe vista da questa stella) è 0″,5, calcolare il *tempo impiegato dalla luce per venire dalla stella alla Terra.*

La distanza in Km. è:

$$D = 23440 \times 6380 \, \frac{360 \times 60 \times 60}{0{,}5}$$

La durata cercata (espressa in secondi) è dunque:

$$T = \frac{23440 \times 6380 \times 360 \times 60 \times 60}{0{,}5 \times 300.090} = 1293 \times 10^6.$$

La stessa durata, espressa in anni, sarà:

$$T = \frac{1293 \times 10^6}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 41.$$

8. CALCOLI TRIGONOMETRICI

a). *Ricerca del seno e della tangente di un angolo.* Il seno di un angolo si può trovare in due modi:

1°. *Rovesciato lo scorrevole* e portata la scala dei seni aderente alle scale superiori del fisso, si cerca in corrispondenza dell'angolo dato (letto sulla scala dei seni) il valore del seno nelle scale superiori. Reciprocamente, per trovare l'angolo corrispondente a un dato valore del seno, si legge questo sulle scale superiori del fisso, ed in corrispondenza si avrà il valore dell'angolo sulla scala dei seni.

2°. Si legge l'angolo dato sulla scala dei seni *senza rovesciare lo scorrevole*, e si porta a coincidere con l'indice tracciato sul rovescio del regolo; il valore del seno si troverà nelle scale superiori dello scorrevole di fronte all'estremo del fisso. Reciprocamente, per trovare l'angolo corrispondente a un dato valore del seno, si porta a coincidere coll'estremo del regolo quel valore letto sulle scale superiori dello scorrevole, tenuto conto del numero delle cifre: l'angolo si avrà in corrispondenza dell'indice.

Esempio 1°. Si calcoli $x = A \times \text{sen } \alpha$.

Con lo scorrevole rovesciato, e diretto rispetto alla scala dei seni, si legge A in una delle scale superiori del fisso, e vi si porta di fronte il principio o l'estremità dello scorrevole; si legge l'angolo α sopra la scala dei seni, e di fronte si avrà, in una delle scale superiori, il risultato.

Per eseguire il calcolo: $x = 55{,}5 \times \text{sen } 28°20'$

si dispone il regolo come nella Fig. 40, e si legge 263;

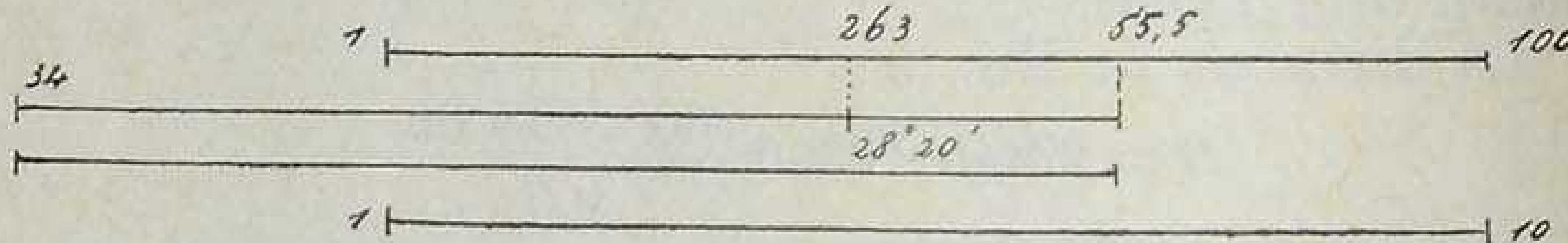


Fig. 40.

quindi: $x = 26{,}3$.

Si noti che il seno ha -1 cifre per angoli compresi fra 34' 23" e 5° 44' 21"; mentre ha *zero* cifre per tutti gli angoli di valore maggiore. Dunque nel nostro caso si avrebbe: $x' = 2 + 2 = 2$ cifre.

Esempio 2°. Calcolare

$$x = \frac{A^2}{\text{sen } \alpha}$$

Si legge A nella scala inferiore del fisso, e mediante il corsoio, si porta in coincidenza l'angolo α, letto sopra la scala dei seni dello scorrevole rovesciato e diretto rispetto alla scala dei seni; il risultato cade sopra le scale superiori del fisso, in corrispondenza del principio o dell'estremo dello scorrevole.

Per eseguire il calcolo:

$$x = \frac{31{,}4^2}{\text{sen } 12°30'}$$

si dispone il regolo come nella Fig. 41 e si ottiene

Fig. 41.

467; è facile vedere che il numero delle cifre del risultato sarà: $x' = 2 \times 2 - 1 - 0 + 1 = 4$;

Quindi: $x = 4670.$

Esempio 3°. Calcolare:

$$x = \sqrt{\frac{A}{\text{sen } \alpha}}$$

Si legge A nella prima o nella seconda scala superiore del fisso, a seconda che il numero di cifre di A è dispari o pari; e si porta in corrispondenza il principio o l'estremità dello scorrevole rovesciato ed invertito rispetto alla scala dei seni; si legge α sopra la scala dei seni, e di fronte si avrà il risultato nella scala inferiore del fisso. Supponendo:

$$x = \sqrt{\frac{54{,}5}{\text{sen } 42°20'}}$$

si dispone il regolo come nella Fig. 42. e si trova:

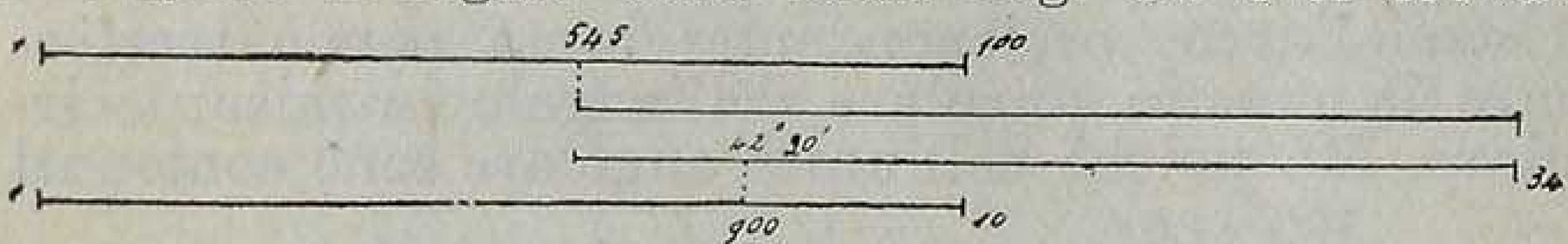


Fig. 42

$$x = 9{,}00.$$

(Il numero delle cifre del risultato deve essere $x' = \frac{2}{2} - 0 = 1$).

Per trovare l'angolo α corrispondente ad $\frac{A^2}{B}$, si porta l'estremo o il principio dello scorrevole, rovesciato ed invertito rispetto alla scala dei seni, in coincidenza con A letto nella scala inferiore del fisso; l'angolo α si troverà, mediante il corsoio, sulla scala dei seni, in corrispondenza di B letto nelle scale superiori del fisso.

Esempio 1°. L'angolo α corrispondente a

$$\text{sen } \alpha = \frac{0{,}61^2}{1{,}9}$$

si trova disponendo lo scorrevole come nella Fig. 43; si ottiene: $\alpha = 12°38'$

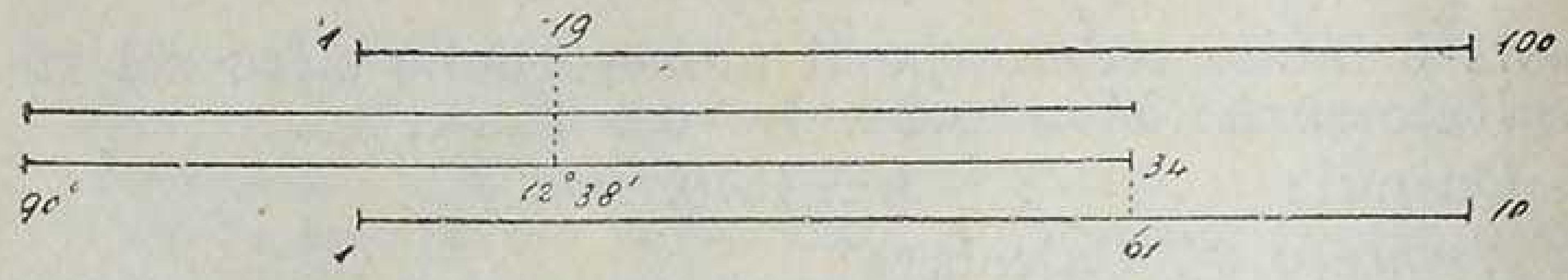


Fig. 43.

Esempio 2°. Calcolare l'angolo α corrispondente a:

$$\text{sen } \alpha = \frac{6,1^2}{82}$$

si dispone il regolo come nella Fig. 44, e si legge:

$$\alpha = 27°8'$$

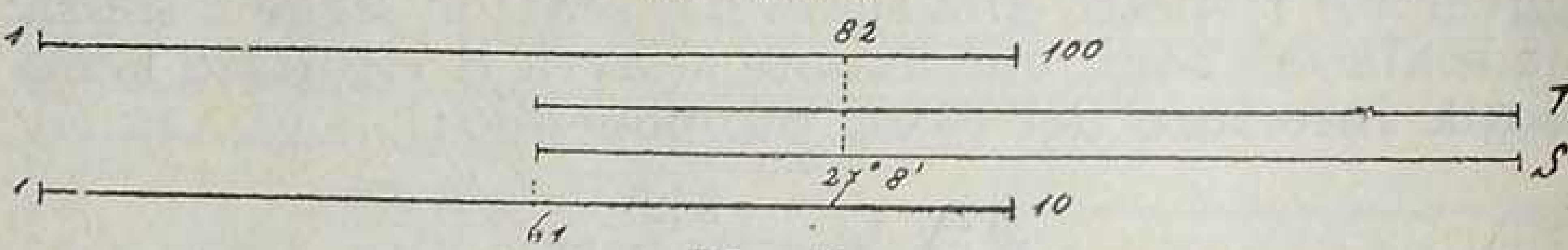


Fig. 44.

Quando l'angolo è molto piccolo, si può sostituire al seno l'arco corrispondente; basta perciò trasformare la misura angolare dell'angolo in misura circolare. Ma poichè nell'unità angolare sono contenuti

$$\frac{180 \times 60}{\pi} = 3437' = 3437 \times 60 = 206\,264'';$$

per trovare col regolo il valore del seno di un angolo piccolo, basta esprimere l'angolo dato in primi od in secondi, ed eseguire il quoziente $\frac{x'}{3437}$ ovvero $\frac{206\,264}{x''}$.

Sopra le scale inferiori del fisso e dello scorrevole sono segnati con le lettere ρ' e ρ'' i due divisori 3437 e 206 264.

Esempio. Trovare il seno di 27'; si ha:

$$\text{sen } 27' = \frac{27}{3437} = 0,00626.$$

Analogamente:

$$\text{sen } 45'' = \frac{45}{206264} = 0,00022.$$

La *tangente di un angolo* α (minore di 45°) si può trovare in due modi:

1°. *Rovesciando lo scorrevole*, e portando la scala delle tangenti di fronte alla scala superiore del fisso; in corrispondenza dell'angolo α (letto sulla scala delle tangenti) si trova il valore della rispettiva tangente nelle scale superiori del fisso.

2.° *Senza rovesciare lo scorrevole;* si legge l'angolo dato sulla scala delle tangenti, e lo si porta a coincidere con l'indice del rovescio dello scorrevole a sinistra; il valore della tangente si troverà nelle scale superiori, di fronte all'estremo dello scorrevole.

Con queste regole è facile risolvere anche il problema reciproco, cioè dato il valore di una tangente di un angolo (minore di 45°), trovare l'angolo corrispondente.

Per trovare la cotagente di un angolo α dato, basta cercare la reciproca della sua tangente, essendo:

$$\operatorname{cotg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Quando la tangente che si cerca è corrispondente a un angolo maggiore di 45°, si fa uso della relazione trigonometrica:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{cotg} (90^\circ - \alpha) = \frac{1}{\operatorname{tg}(90 - \alpha)}$$

Esempio. — Calcoliamo:

$$x = \sqrt{321 \times \operatorname{sen} 5^\circ 15'}$$

Si dispone lo scorrevole come nella Fig. 45 e si legge $x = 5{,}42$:

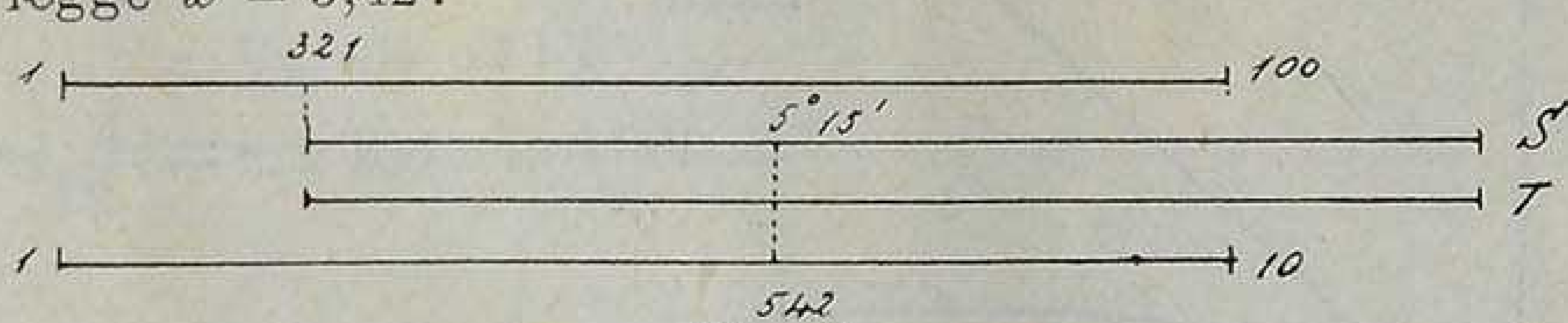


Fig. 45.

Le regole viste ci permettono di risolvere col regolo calcolatore, e con buona approssimazione, innumerevoli problemi di fisica, di meccanica, di topografia, di trigonometria piana e sferica, di cosmografia, ecc.

Esempi.

a). *Angolo di tiro.*

Sia O un tiratore che voglia colpire un corpo mobile A; egli dovrà mirare innanzi la posizione A

occupata dal mobile nell'istante del tiro. Ciò risulta dal fatto che il mobile si sposta da A in A' mentre il proiettile cammina fino a raggiungerlo.

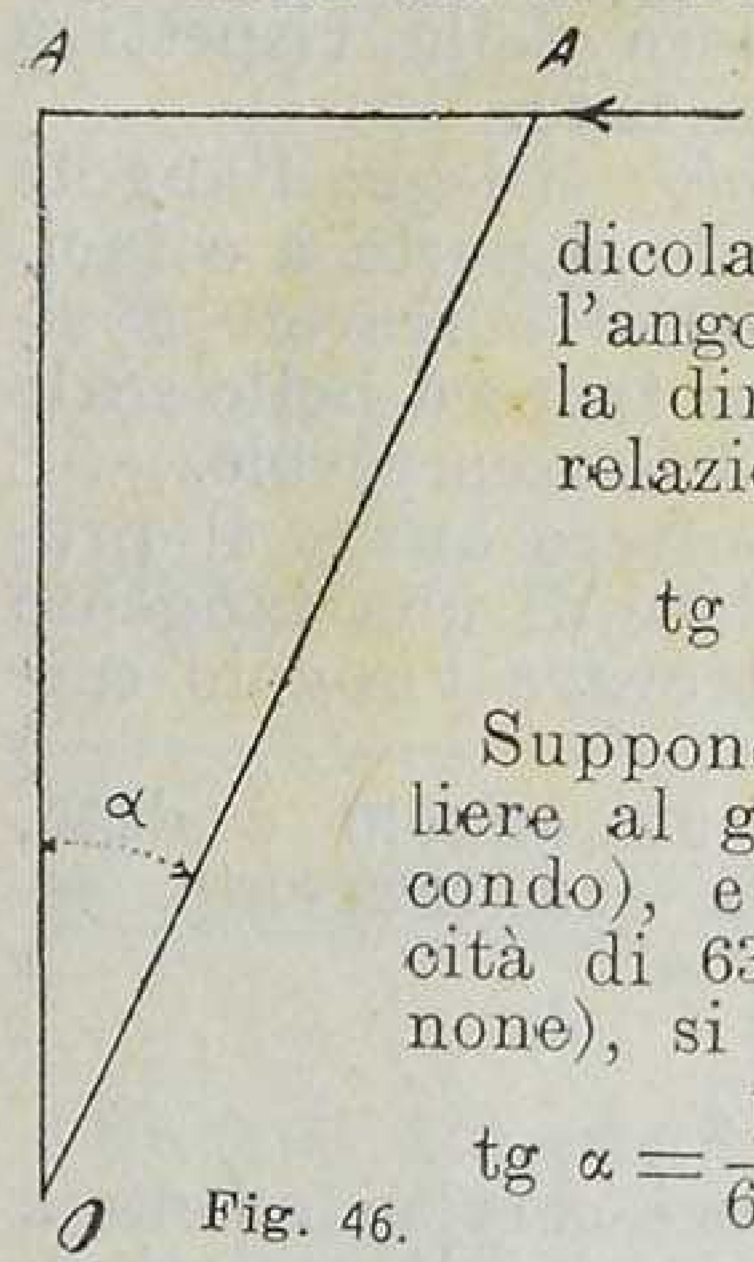


Fig. 46.

Se il corpo si sposta perpendicolarmente alla visuale del tiratore, l'angolo α fra la visuale del mobile e la direzione del tiro sarà dato dalla relazione:

$$\mathrm{tg}\ \alpha = \frac{\text{velocità del mobile}}{\text{velocità del proiettile}}$$

Supponendo che il mobile sia un cavaliere al galoppo (velocità 15 metri al secondo), e che il proiettile abbia la velocità di 633 m. al secondo (palla da cannone), si avrà:

$$\mathrm{tg}\ \alpha = \frac{15}{633} = 0{,}0237.\ \text{Quindi}: \alpha = 1^\circ 23'.$$

b). *Portata di un'arma da fuoco.*

Calcolare la portata di un'arma, conoscendo l'angolo di gittata α e la velocità iniziale Vo del proiettile. — Trascurando la resistenza dell'aria, la traiettoria descritta dal proiettile è una parabola, che ha per equazione:

$$Y(Vo\cos\alpha)^2 = $$
$$= Vo^2 \operatorname{sen}\alpha\cos\alpha\ x - \frac{g}{2}x^2.$$

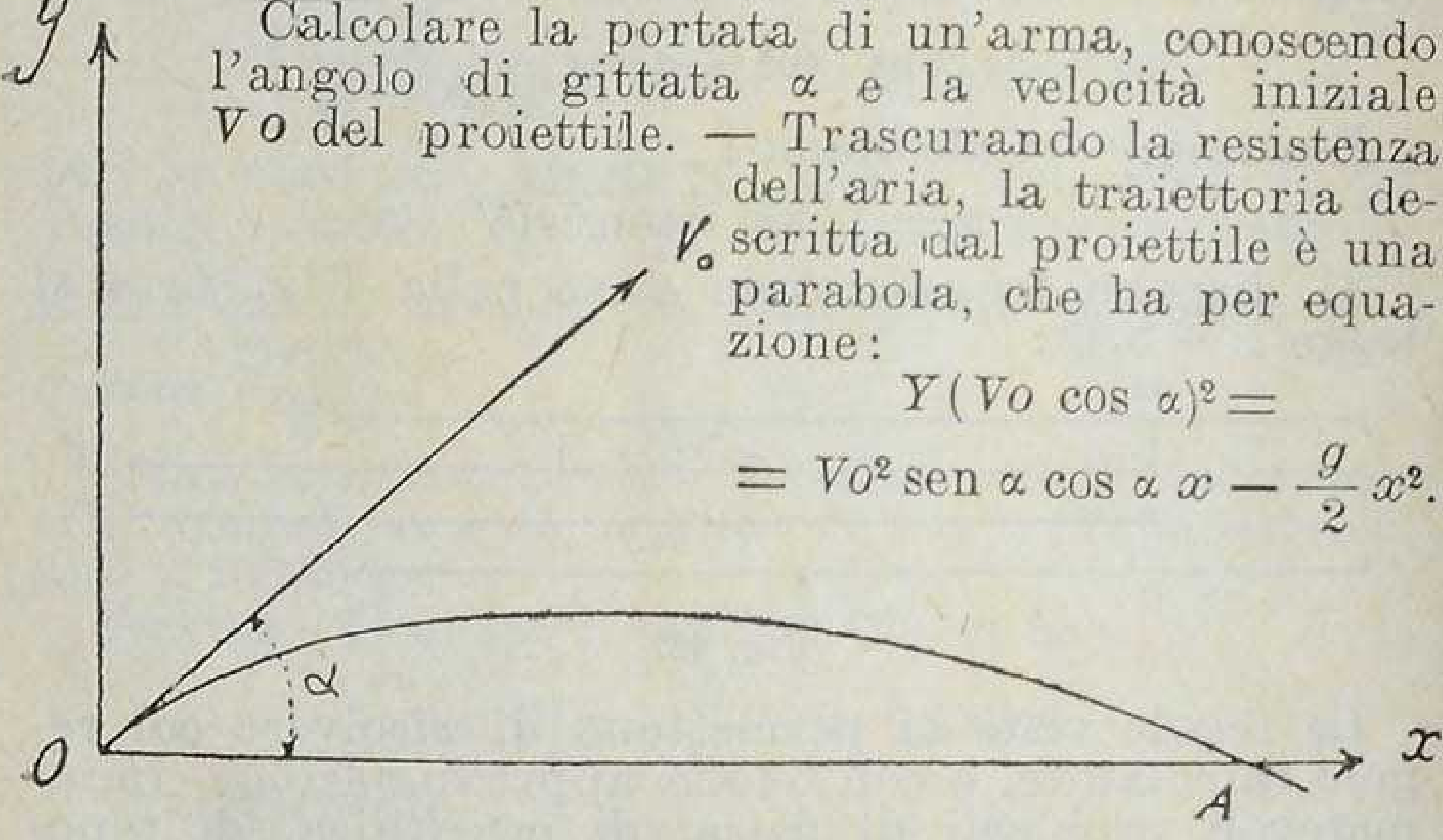


Fig. 47.

La portata $O\ A$ si ottiene ponendo in questa equazione $Y = o$.

Quindi: $$O\ A = x = \frac{2\ Vo^2}{g}\operatorname{sen}\alpha\cos\alpha.$$

Posto, per esempio:

$$Vo = 633 \text{ m. } (1'') \qquad \alpha = 15°25'.$$

Si calcola col regolo sen α = sen 15°25'; quindi si determina sen $(90 - \alpha) = \cos \alpha = \cos 44°35' = 0{,}712$.

Si eseguisce infine il prodotto:

$$\frac{2 \times 633^2}{9{,}81} \times 0{,}265 \times 0{,}712,$$

e si ottiene: $O\,A = 20700$ m. = Km. 20,000.

La portata massima si ha quando l'angolo di gittata è di 45°. Nel nostro caso risulterebbe:

$$\text{sen } \alpha \cos \alpha = {}^1/_2.$$

Quindi: $$O\,A = \frac{Vo^2}{g} = 40\,800 \text{ m.} = \text{Km. } 40{,}800$$

c). *Risoluzione di triangoli piani.*

La più importante e comune applicazione trigonometrica del regolo calcolatore si ha nella risoluzione dei triangoli, ottenendo un grado di approssimazione abbastanza sufficiente, nella maggior parte dei casi, per un calcolo di massima.

Le formule per calcolare gli elementi incogniti di un triangolo rettangolo $(A = 90°)$ si ricavano dalle relazioni seguenti:

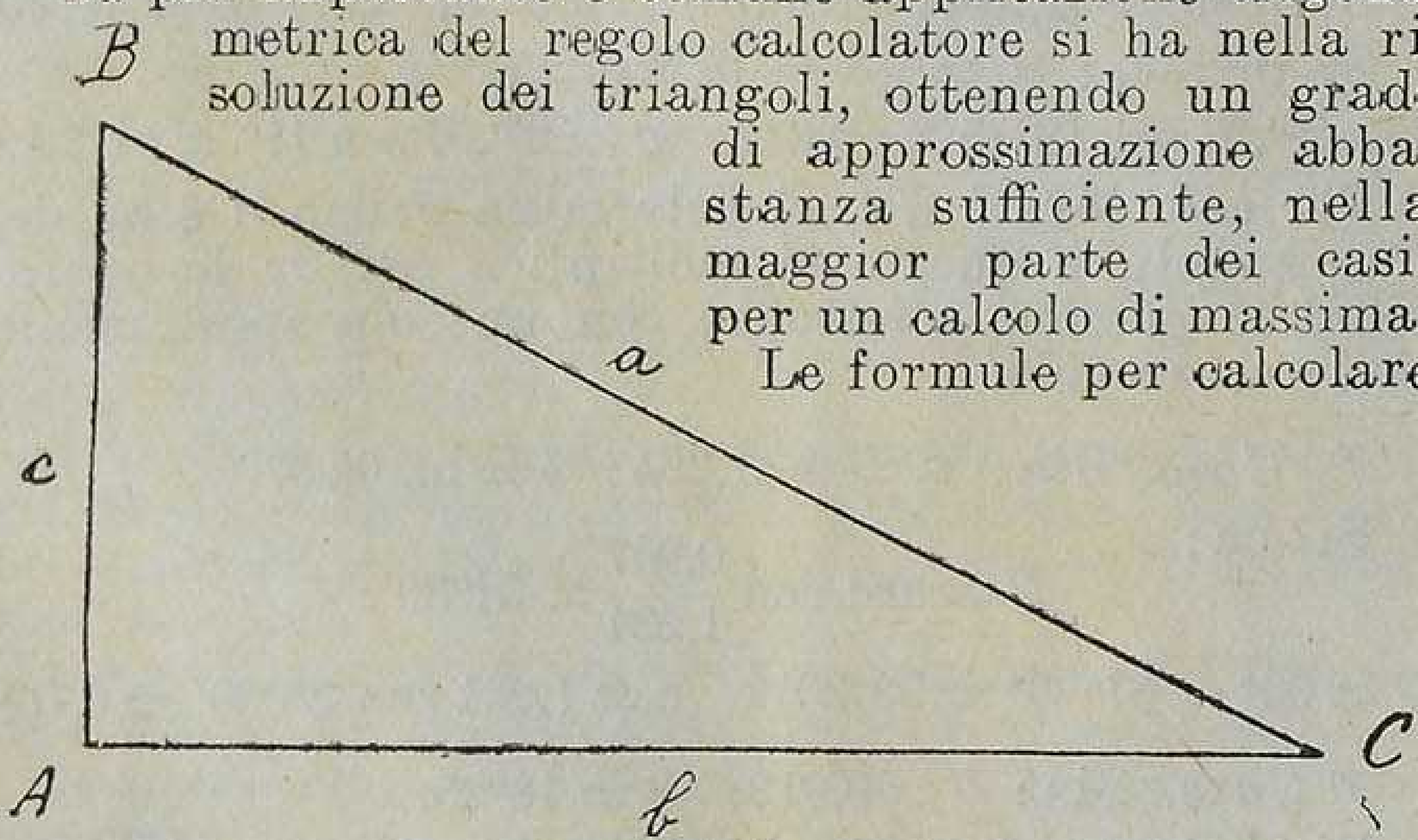


Fig. 48.

$$b = a \text{ sen } B = a \cos C \qquad b = c \text{ tg } B = c \text{ cotg } C.$$

Si presentano quattro casi:

1°. *Caso.* Dato a, B:

$$b = a \text{ sen } B \qquad c = a \cos B \qquad C = 90° - B$$

area triangolo $= S = \dfrac{1}{4}\, a^2 \text{ sen } 2\,B$.

2°. Caso. Dato a, b:

$$\operatorname{sen} B = \frac{b}{a} \qquad C = 90° - B$$

$$b = \sqrt{(a+b)(a-b)} \qquad S = \frac{1}{2} b \sqrt{(a+b)(a-b)}$$

3° Caso. Dato b, B:

$$a = \frac{b}{\operatorname{sen} B} \qquad c = b \operatorname{cotg} B = \frac{b}{\operatorname{tg} B}.$$

$$C = 90° - B \qquad S = \frac{1}{2} b^2 \operatorname{cotg} B$$

4° Caso. Dato b, c:

$$\operatorname{tg} B = \frac{b}{c} \quad C = 90° - B \quad a = \frac{b}{\operatorname{sen} B} \quad S = \frac{1}{2} b\, c.$$

Esempi:

1° Caso. Sia, per esempio: $a =$ m. 2,57; $B = 18°25'$
Si deduce: $C = 90° - 18°25' = 71°35'$

$b = 2^m{,}57 \operatorname{sen} 18°25' = 0{,}812 \qquad c = 2^m{,}57 \operatorname{sen} 71°35' = 2{,}42$

Per calcolare b e c, si determina prima il seno dei due angoli, e questo si moltiplica per a; le operazioni si possono effettuare con un solo spostamento dello scorrevole.

2°. Caso. Sia: $a =$ m. 1,234; $b =$ m. 0'967
Si ha:

$$B = \operatorname{arc\,sen} \frac{0{,}967}{1{,}234} = 51°30'$$

$C = 90° - 51°30' = 38°30' \qquad c = 1{,}234 \operatorname{sen} 38°30' = 0{,}768$

3° Caso. Sia: $b = 0{,}812$; $B = 18°25$.
Si deduce: $C = 90° - 18°25' = 71°35'$

$$a = \frac{0{,}812}{\operatorname{sen} 18°25'} = 2^m{,}57 \qquad c = \frac{0{,}812}{\operatorname{tg} 18°25'} \text{ m. } 2{,}42.$$

4° Caso. Sia: $b = 0{,}967$; $c = 0{,}768$

$$C = \operatorname{arc\,tg} \frac{0{,}763}{0{,}967} = 38°30'$$

$$B = 90° - 38°30' = 51°30'$$

$$a = \frac{0{,}768}{\operatorname{sen} 38°70'} = 1{,}234.$$

AVVERTENZE.

Non tutti i regoli calcolatori messi in commercio sono egualmente buoni: alcuni presentano difetti di graduazione o di costruzione che possono diminuire di molto la precisione dei risultati del calcolo, fino a rendere lo strumento del tutto inservibile. Prima di acquistare un regolo, è dunque indispensabile di verificare l'esattezza delle graduazioni, ciò che si può fare assai rapidamente con le regole seguenti:

Per verificare le scale aritmetiche, si fa coincidere le graduazioni del fisso con quelle dello scorrevole, e ci si assicura che i tratti che si corrispondono sulle due scale adiacenti coincidono perfettamente.

Si pone l'estremo sinistro dello scorrevole sul 2 della scala inferiore del fisso, e si verifica se i tratti corrispondenti a tutte le cifre segnate sopra una scala sono in esatta coincidenza con i tratti della scala adiacente; si ripete poi la prova con altri numeri semplici come 3, 4, e così via.

Per verificare le altre scale, si fa la ricerca della radice quadrata e cubica di qualche numero semplice, come 9, 27, ecc.; quindi si cerca il seno di 30°, e si dovrà trovare eguale a 0,5. Per la verifica della scala logaritmica, basterà cercare il logaritmo di 2, e si dovrà trovare 0,301.

In un buon istrumento, lo scorrevole deve scivolare facilmente senza però essere troppo dolce; esso non deve scorrere spontaneamente, cioè senz'essere spinto dalla mano.

Il regolo va conservato nel proprio astuccio, difeso dagli urti e da una eccessiva umidità o secchezza; lo si deve estrarre dall'astuccio solo al momento dell'impiego.

La linea, tracciata col diamante sul vetro del corsoio, deve essere sottilissima e uniforme, e ben perpendicolare all'asse del regolo.

Quando, in seguito all'umidità, lo scorrevole scivola difficilmente nel fisso, si passa con della sottil tela sulle linguette dello scorrevole con vasellina, avendo cura di non toccare i lembi graduati. Non si debbono mai raschiare i lembi per fare scivolare meglio lo scorrevole, poichè facilmente, con la siccità, si formano degli allentamenti che vanno a scapito della precisione dello strumento.