



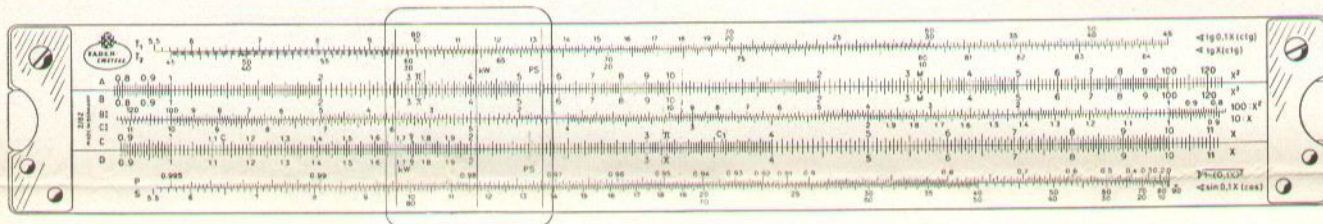
INSTRUCCIONES

CASTELL-BIPLEX

Reglas de cálculo

Nº 2/82 62/82

$$\begin{array}{r} 3 \sqrt{527} \\ 1,32 \\ \hline 3750 \\ 0,25 \cdot 45 \\ \hline 2 \frac{1}{7} \end{array} \quad D = \frac{\pi \cdot 32^2}{4}$$



Texto, ejemplos y grabados de estas instrucciones son de nuestra propiedad exclusiva. Se prohíbe su reproducción total o parcial.

A. W. FABER-CASTELL STEIN bei NÜRNBERG (ALEMANIA)

Instrucciones para las reglas de cálculo dobles de precisión "CASTELL-Biplex"

La regla de cálculo doble es una ampliación práctica del modelo sistema "Darmstadt". La disposición de las escalas fundamentales de este probado y bien acreditado modelo se ha conservado también en la regla BIPLEX, agregándole las escalas adicionales en la más conveniente combinación.

La regla "CASTELL-Biplex" es preferida ante todo por ingenieros y técnicos de actividad científica, acostumbrados a exigir el máximo de un instrumento especial de cálculo.

En vista de la creciente introducción y empleo que las reglas Biplex tienen ahora en las Escuelas de Ingenieros y otros Institutos Técnicos de Enseñanza similares, explicamos también orden y disposición de las divisiones numéricas y la correcta lectura de valores, incluyendo algunos antecedentes de interés sobre el manejo de la regla y modo de operar con ella. Siguen demostraciones prácticas de las funciones que permite el conjunto de escalas de la BIPLEX.

1. Escalas de la regla de cálculo

Cara

1ª escala de tangentes	T_1	$\triangleleft \text{tg } 0,1 x$	} cuerpo superior de la regla
2ª escala de tangentes	T_2	$\triangleleft \text{tg } x$	
escala fija de cuadrados	A	x^2	
escala móvil de cuadrados	B	x^2	} reglilla
escala recíproca de B	Bl	$100 : x^2$	
escala recíproca de C	Cl	$10 : x$	
escala básica móvil	C	x	} cuerpo inferior de la regla
escala básica fija	D	$\frac{x}{\sqrt{1-(0,1x)^2}}$	
escala pitagórica	P	$\sqrt{1-(0,1x)^2}$	
escala de senos	S	$\triangleleft \sin 0,1 x$	

escalas exponenciales para exponentes negativos	LL ₀₃	e ^{-x}	} cuerpo superior de la regla
	LL ₀₂	e ^{-0,1 x}	
	LL ₀₁	e ^{-0,01 x}	
escala cúbica fija	K	x ³	} reglilla
escala cúbica móvil	K'	x ³	
escala logarítmica	L	lg x	
escala para ángulos pequeños	ST	arc 0,01 x	} cuerpo inferior de la regla
escala básica trasladada por π	CF	πx	
escala básica trasladada por π	DF	πx	
escalas exponenciales para exponentes positivos	LL ₁	e ^{0,01 x}	
	LL ₂	e ^{0,1 x}	
	LL ₃	e ^x	

Todas las escalas tienen relación con las escalas básicas C y D y llevan en el extremo derecho de la regla la (denominación de la) fórmula aritmética orientada en los valores numéricos de las escalas fundamentales.

El cursor, que rodea por completo la regla, permite la continuidad de una operación por todas las escalas del lado anterior y posterior de la regla.

Las escalas básicas CF y DF trasladadas por π simplifican los cálculos con π y hacen innecesario el traslado de la reglilla en multiplicaciones sobre las escalas básicas. Con ayuda de las escalas cúbicas pares se pueden sacar fórmulas con factores y raíces cúbicas en una operación directa. La escala ampliada de tangentes T₂ permite cálculos directos hasta un ángulo de 84,3°.

2. La lectura de las escalas

Observación:

La regla de cálculo no indica la cantidad numérica de una cifra. Así por ej. la cifra 6 marcada en una escala puede ser 6; 0,6; 60; 6000 etc. La posición de la coma decimal se establece después, computando con números redondos. En la mayoría de los problemas prácticos se sabe de antemano la posición de la coma, de modo que sobran más reglas sobre este punto.

Para los ejemplos nombramos primero las escalas más importantes: A y B a ambos lados de la ranura superior de la regla, C y D en la ranura inferior, quiere decir: las escalas A y D en la regla y B y C en la reglilla. En posición normal o cero — sin que la reglilla sobresalga por ninguno de los extremos de la regla — coinciden las escalas superiores A y B, y las inferiores C y D.

Siguen algunos ejercicios en las escalas C y D para acostumbrarnos a determinar y leer exactamente las subdivisiones:

4

Las divisiones de la Regla de cálculo Biplex N° 2/82, con escala de 25 cm de largo

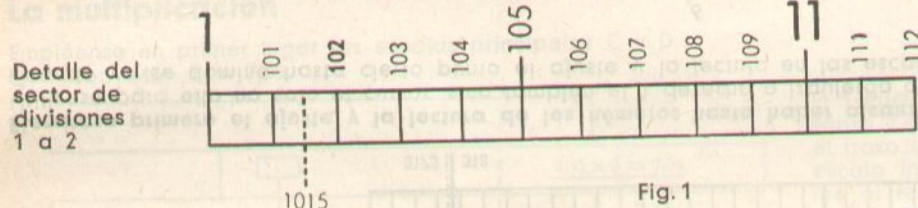


Fig. 1

De cifra 1 a 1.1

10 subsectores con 1 intervalo cada uno (= 1/100 o sea 0,01 por trazo divisor)

Aquí se leen sin más exactamente números de 3 guarismos (por ej. 1-0-1). Partiendo por la mitad el intervalo entre dos trazos divisorios, se pueden establecer con exactitud números de 4 guarismos (por ej. 1-0-1-5). La última cifra en ese caso es siempre 5.

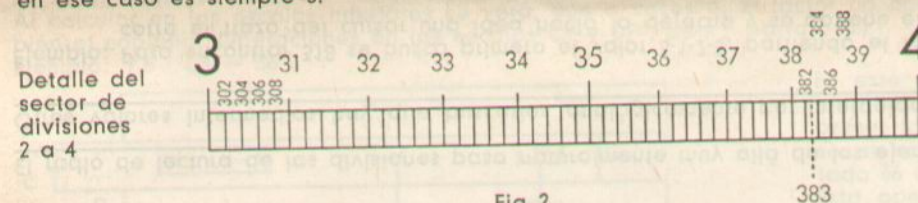


Fig. 2

De cifra 3 a 4

10 subsectores con 5 intervalos cada uno (= 1/50 o sea 0,02 por trazo divisor)

Aquí se leen exactamente números de 3 cifras (3-8-2). La última cifra es siempre un número par (2, 4, 6, 8). Partiendo los intervalos se obtienen las cifras nones 1, 3, 5, 7, 9 (3-8-3).

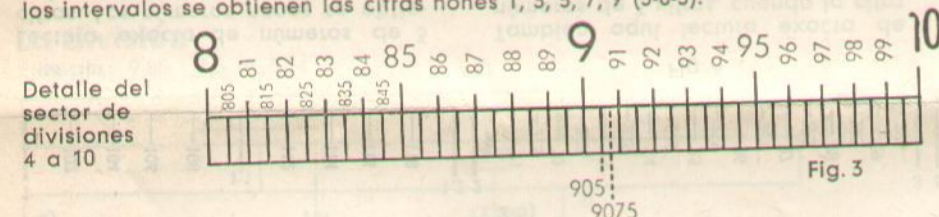


Fig. 3

De cifra 8 a 9

De cifra 9 a 10

10 subsectores con 2 intervalos cada uno (= 1/20 o sea 0,05 por trazo divisor)

Aquí se leen exactamente números de 3 cifras, cuando la última cifra es un 5 (9-0-5). Partiendo los intervalos hasta se obtienen números exactos de 4 cifras. La última cifra también aquí es siempre 5 (9-0-7-5).

Observación: Por interpolación se obtienen en sentido análogo muchos valores más de los aquí establecidos.

5

Las divisiones de la Regla de cálculo de bolsillo N° 62/82, con escala de 12,5 cm de largo

De cifra 1 a cifra 1,2

(Detalle del sector de divisiones 1-2)

De cifra 2 a cifra 3

(Detalle del sector de divisiones 2-5)

De cifra 5 hasta cifra 7

(Detalle del sector de divisiones 5-10)

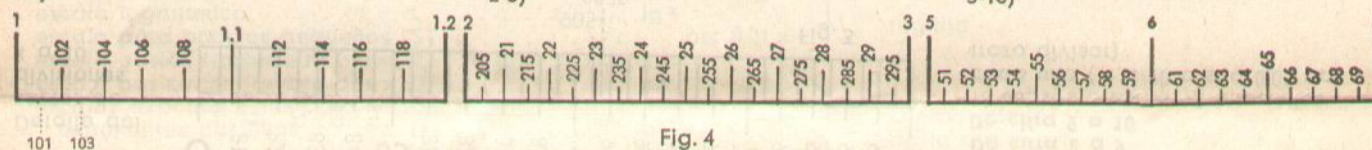


Fig. 4

Lectura exacta de números de 3 cifras. Los números naves se obtienen partiendo los intervalos (101, 103 etc.).

También aquí lectura exacta de números de 3 cifras, cuando la cifra terminal es un 5.

Lectura exacta de números de 2 cifras; van marcados con trazos divisorios.

El radio de lectura de las divisiones pasa naturalmente muy allá de los ejemplos aquí establecidos.

Otros valores intermedios hay que buscarlos analógicamente por interpolación.

Ejemplo: Para encontrar 318 se busca primero el valor 3-1-7-5, partiendo el intervalo entre 3-1-5 y 3-2; enseguida se corre el trazo del cursor una idea hacia la derecha y se obtiene el número 318.

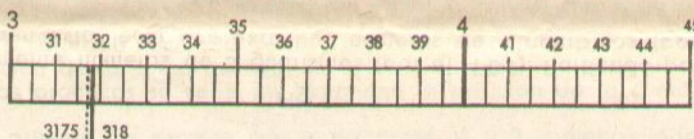


Fig. 5

Ejercítense primero el ajuste y la lectura de los números hasta haber alcanzado alguna seguridad en el manejo.

Utilízese para ello no solo el cursor, sino también el 1 derecho o izquierdo de la reglilla.

Cuando ya se domine hasta cierto punto el ajuste y la lectura en las escalas, puede pasarse a la práctica:

6

La multiplicación

Empléense en primer lugar las escalas principales C y D.

Ejemplo: $2,45 \cdot 3 = 7,35$

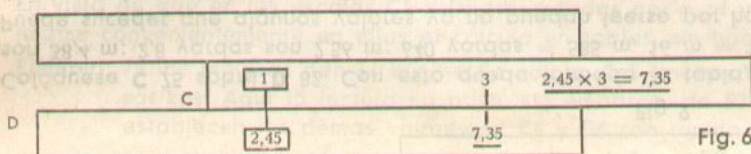


Fig. 6

El 1 inicial de la reglilla (C 1) se coloca sobre 2,45 de la escala inferior (D 245), el trazo del cursor se corre sobre 3 de la escala inferior de la reglilla (C 3) y se lee el resultado 7,35 bajo el trazo del cursor en la escala inferior (D 735).

a · b

En igual forma se puede calcular en las escalas A y B, mas es menor la exactitud en la lectura.

Al calcular en las escalas inferiores se verá, que a veces el 2° factor no cabe dentro de la escala D. (Véase también el capítulo "Operaciones en las escalas CF y DF", pág. 9 párrafo 2.)

Ejemplo: $7,5 \cdot 4,8 = 36$

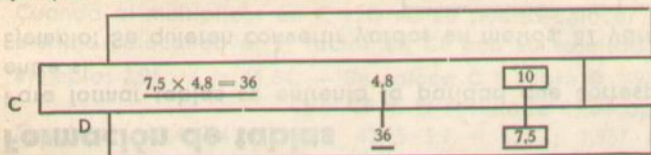


Fig. 7

En este caso hay que correr la reglilla a la izquierda, colocando C 10 sobre el primer factor (7,5 en D). El trazo del cursor se corre sobre C 4,8 y se lee el resultado 36 en D.

Esta operación la nombramos "traslado de reglilla".

a · b

La división

Ejemplo: $9,85 : 2,5 = 3,94$

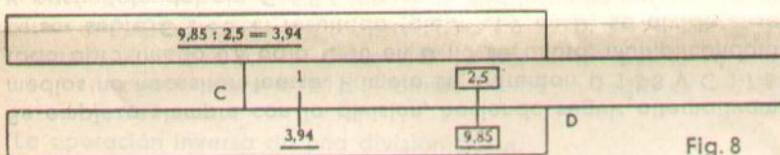


Fig. 8

Con ayuda del trazo del cursor se coloca C 2-5 sobre D 9-8-5 y se lee el resultado 3,94 bajo C 1.

a / b

Naturalmente esta operación también puede hacerse en las escalas superiores. El resultado se lee entonces sobre el extremo derecho o izquierdo de la reglilla (B 1 o bien B 100) en la escala A.

7

Multiplicación y división simultánea

Ejemplo: $13,8 \cdot 24,5 \cdot 3,75$
 $17,6 \cdot 29,6 \cdot 4,96 = 0,491$

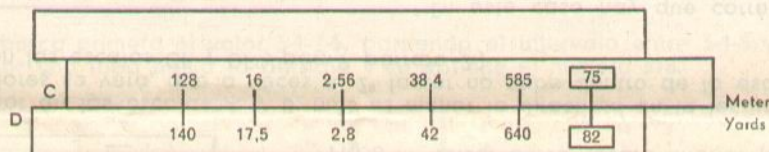
$$\frac{a \cdot b \cdot c}{d \cdot e \cdot f}$$

Se empieza siempre con la división, haciendo seguir alternativamente multiplicación y división. Los resultados intermedios no necesitan leerse. Primero se enfrentan D 1-3-8 y C 1-7-6 con ayuda del trazo del cursor (división). El resultado aproximado 0,8 bajo C 10 en D no se anota, multiplicándolo inmediatamente con 24,5 colocando el trazo del cursor sobre C 2-4-5. El resultado (global 1-9 en D) se divide enseguida por 29,6, dejando parado el trazo del cursor y pasándole debajo C 2-9-6. Sigue la multiplicación del resultado (0,65 bajo C 10 en D) con 3-7-5 y por último la división por 4,96 en igual forma. El resultado 0,491 aparece bajo C 10 en D. En igual forma se puede operar también en las escalas A y B.

Formación de tablas

Para formar tablas se enfrenta la paridad que corresponda, pudiendo convertir medidas, pesos y otras unidades entre sí.

Ejemplo: Se quieren convertir yardas en metros. 82 yardas son 75 metros.



$$\frac{a \cdot c \cdot e}{b \cdot d \cdot f}$$

Fig. 9

Colóquese C 75 sobre D 82. Con esto queda formada la tabla, pudiendo leerse con el trazo del cursor: 42 yardas son 38,4 m; 2,8 yardas son 2,56 m; 640 yardas = 585 m, 16 m = 17,5 yardas, 128 m = 140 yardas, etc.

Puede suceder que algunos valores ya no puedan leerse por haber quedado muy afuera la reglilla. En este caso no es necesario trasladar la reglilla: para continuar se emplean las divisiones CF y DF (véase la pág. siguiente).

8

El cálculo con las escalas CF y DF

1. Formación de tablas

En vista de que en las escalas CF y DF trasladadas por π el valor 1 está más o menos en la mitad, puede continuarse convenientemente en ellas el cálculo en tablas, sin hacer un traslado de reglilla.

Ejemplo: 75 lbs inglesas dan 34 kgs. — Se coloca C 3-4 sobre D 7-5 formándose la tabla de conversión lbs inglesas/kgs. Aquí la lectura no pasa, sin embargo, de 50 kgs (C 5). En ese caso se da vuelta la regla y se establecen los demás valores en CF y DF con ayuda del trazo del cursor.

Si no se conoce la paridad que convenga (por ej. 75 lbs ingl./34 kgs.), antes bien la relación 1 lb ingl = 0,454 kg, basta colocar C 1 sobre D 4-5-4, obteniéndose la misma tabla de conversión lbs/kgs.

$$\frac{a \cdot c \cdot e}{b \cdot d \cdot f}$$

2. Multiplicación

Cuando al multiplicar en C y D no se pueda colocar el 2º factor sin traslado de reglilla, se puede evitar este manejo colocando el 2º factor en CF con su resultado en DF.

Ejemplo: $2,91 \cdot 4 = 11,64$. — Se coloca C 1 sobre D 2-9-1, se da vuelta la regla y se para el trazo del cursor sobre CF 4. El resultado 11,64 aparece debajo en DF.

Ejercicios: $18,4 \cdot 7,4 = 136,1$; $42,25 \cdot 3,7 = 156,3$; $1,937 \cdot 6 = 11,62$

$$a \cdot b$$

3. Multiplicación y división con el valor π

El traspaso de las escalas C y D a las escalas CF resp. DF se efectúa directamente con el cursor y da una multiplicación con el factor π , en sentido contrario se obtiene una división por π con el traspaso de las escalas CF y DF a las escalas C resp. D.

Ejemplo: $1,184 \pi = 3,72$. — En posición cero de la reglilla (C 1 sobre D 1 y C 10 sobre D 10) se corre el trazo del cursor sobre D 1-1-8-4; dando vuelta la regla se lee en DF el resultado 3,72 igualmente bajo el trazo del cursor.

La operación inversa da una división por π .

Ejemplo: $\frac{18,65}{\pi} = 5,94$. — Párese el trazo del cursor sobre DF 1-8-6-5 y léase el resultado 5,94 en D.

$$a \cdot \pi$$

$$\frac{a}{\pi}$$

Ejercicios:

Área de una elipse: $A = a \cdot b \cdot \pi$; $A = 5,25 \cdot 2,22 \cdot \pi = 36,6$.

Se coloca **C** 10 sobre **D** 5-2-5, el trazo del cursor sobre **C** 2-2-2; resultado intermedio 11,65 en D; resultado 36,6 en el dorso de la regla en DF.

Longitud de un arco de círculo: $s = \frac{\pi \alpha r}{180} = \frac{26,2 \times 352 \times \pi}{180} = 161$.

Se empieza con la división, enfrentando **C** 1-8 con **D** 2-6-2 por medio del trazo del cursor; resultado intermedio 0,1455 (bajo C 1). Se multiplica con 352, colocando el trazo del cursor sobre **C** 3-5-2.

(Resultado intermedio 51,2 en D). La multiplicación con π se obtiene como siempre dando vuelta la regla, leyendo el resultado 161 bajo el trazo del cursor en DF.

Operación con la escala recíproca CI

Está subdividida de 1-10, su cuadro corresponde, pues, a las escalas C y D pero en dirección contraria.

1. Al buscar para una cantidad determinada a el valor recíproco $1:a$, se establece ésta en C o CI y se lee encima en CI o debajo en C el valor recíproco. La lectura se hace corriendo únicamente el cursor, sin mover la reglilla.
Ejemplos: $1:8 = 0,125$; $1:2 = 0,5$; $1:4 = 0,25$; $1:3 = 0,333$.

2. Al buscar $1:a^2$, se coloca el cursor sobre a de la escala CI y encima se lee el resultado en B.
Ejemplo: $1:2,44^2 = 0,168$ Cálculo aproximado: menos de $\frac{1}{5} = 0,2$.

3. Al buscar $1:\sqrt{a}$, se coloca el cursor sobre a de la escala B; el resultado está en CI.
Ejemplo: $1:\sqrt{27,4} = 0,191$ Cálculo aproximado: menos de $\frac{1}{5} = 0,2$.

4. **Productos de tres factores** con ayuda de la escala CI, se hacen con una sola colocación de reglilla. Los dos primeros factores se colocan uno bajo otro en D y CI con ayuda del trazo del cursor, se corre el trazo sobre el tercer factor en C, leyendo debajo en D el producto total.

Es importante observar el orden sucesivo de empleo de las escalas: primero D, enseguida CI, por último C; el resultado en D.

Ejemplo: $0,66 \cdot 20,25 \cdot 2,38 = 31,8$.

$$\frac{1}{a}$$

$$\frac{1}{a^2}$$

$$\frac{1}{\sqrt{a}}$$

$$a \cdot b \cdot c$$

10

5. Multiplicación y división compuesta

Pueden resolverse ventajosamente también en la escala CI.

Ejemplo: $\frac{36,4}{3,2 \times 4,6} = 2,472$

Con el trazo del cursor se enfrentan 3-6-4 y 3-2 en D y C, y sin leer el resultado intermedio (11,37) se pasa con el cursor por 4-6 a la escala CI, lo que equivale a una multiplicación por $\frac{1}{4,6}$ (es decir el valor recíproco $\frac{1}{c}$); el resultado 2,472 se encuentra igualmente debajo del trazo del cursor en D.

$$\frac{a}{b \cdot c}$$

Cálculo con la escala recíproca BI

La escala recíproca cuadrada BI representa la inversión de la escala B y funciona como escala de cuadrados junto con CI, como escala recíproca junto con A y B. Esto es muy ventajoso para resolver problemas compuestos.

Se pueden resolver aquí los mismos problemas como bajo 1-5 en pág. 10, solo que en lugar de las escalas A, B, CI, C y D entran en acción D, C, BI, B y A.

Ejemplo N° 1 de pág. 10: $1:8 = 0,125$. — El trazo del cursor se para sobre 8 en BI o B, leyéndose encima en B o debajo en BI el valor recíproco 0,125.

Sigue un ejemplo para un problema compuesto, para el que se puede continuar muy bien la operación en BI, partiendo de A y B.

Ejemplo: $(2,45 \cdot 3)^2 \cdot 2,27 = 122,6$

Se coloca C 1 sobre D 2-4-5, se corre el cursor sobre C 3, se deja a un lado el resultado intermedio 7,35 (en D), encontrando igualmente bajo el trazo del cursor el cuadrado 54,1 en A (elevar al cuadrado v. pág. 12). Este se multiplica por 2,27 pasando BI 2-2-7 bajo el trazo del cursor. Sobre B 1 en A se encuentra el resultado 122,6.

Ejemplo: Se busca la superficie de una esfera con $r = 7,2$ cm.

$S = 4\pi r^2 = 651$ cm². Se coloca BI 4 bajo A π y se lee sobre C 7,2 en A el resultado 651 cm².

11

Cuadrado y raíz cuadrada

La elevación al cuadrado se efectúa por traspaso de la escala C o D a la escala B o A, usando convenientemente para eso el trazo central del cursor. Para extraer raíces, lo que sucede en sentido contrario, es decir pasando de la escala A o B respectivamente a las escalas básicas D o C, hay que cuidar que las cantidades de 1, 3, 5 cifras se coloquen en el espacio izquierdo (1 hasta 10), las de 2, 4, 6 cifras en el espacio derecho (10 hasta 100).

Ejemplo: Se calcula el área de un cuadrado, cuyo lado mide 47 cm.

$A = 47^2 = 2209 \text{ cm}^2$. El trazo del cursor se coloca sobre D 4-7, encontrando inmediatamente debajo del trazo en A el resultado 2209.

Ejercicios: $1,345^2 = 1,81$; $4,57^2 = 20,9$; $0,765^2 = 0,585$; $67,3^2 = 4530$.

Estando la radical bajo 1 o bien sobre 100 hay que trasladarla entre 1 y 100 mediante una pequeña operación.

Ejemplos: $\sqrt{1935}$. Se descompone $\sqrt{1935} = \sqrt{100 \cdot 19,35} = 10 \cdot \sqrt{19,35} = 10 \cdot 4,4 = 44$;

$\sqrt{0,543} = \sqrt{54,3 : 100} = \sqrt{54,3 : 10} = 7,37 : 10 = 0,737$; $\sqrt{0,00378} = \sqrt{37,8 : 10000} = \sqrt{37,8 : 100} = 6,15 : 100 = 0,0615$;

$\sqrt{145,8} = \sqrt{100 \cdot 1,458} = 10 \cdot \sqrt{1,458} = 10 \cdot 1,207 = 12,07$; $\sqrt{507000} = \sqrt{10000 \cdot 50,7} = 100 \cdot \sqrt{50,7} = 100 \cdot 7,12 = 712$.

Cubos y raíces cúbicas

Para las escalas cúbicas K y K' en la ranura superior del lado dorsal de la regla, vale la relación $\lg x^3 = 3 \lg x$, quiere decir que cuentan 3 décadas en el espacio de la década de las escalas básicas. La elevación al cubo se efectúa por traspaso de la escala C o D a la escala K' resp. K.

Ejercicios: $1,54^3 = 3,65$; $2,34^3 = 12,8$; $4,2^3 = 74,1$

La extracción de raíces cúbicas se efectúa por traspaso de las escalas K' y K a las escalas C y D, por medio del trazo del cursor, cuidando de que los números simples se coloquen a la izquierda, los de dos cifras al medio y los de tres a la derecha.

Ejercicios: $\sqrt[3]{4,66} = 1,67$; $\sqrt[3]{29,5} = 3,09$; $\sqrt[3]{192} = 5,77$

La escala cúbica móvil K' ofrece igualmente la ventaja de continuar en ella la operación de problemas compuestos, partiendo de la escala K.

Ejemplo: $\frac{3,09^3}{2,1} = 14,05$. — Se coloca el trazo del cursor sobre D 3-0-9, se vuelve la regla y debajo del trazo en K se encuentra la cantidad cúbica (29,5) que se divide inmediatamente por 2,1 pasando K' 2-1 bajo el trazo del cursor. Sobre K' 1 se lee el resultado 14,05 en K.

12

Ejercicios:

Conocido: $Q = 4,4 \text{ m}^3/\text{seg.}$; $C_q = 4,37$; $n = 1460 \text{ rpm}$

Se busca: diámetro de la rueda motriz

Solución: $D = C_q \sqrt[3]{\frac{Q}{n}} = 0,63 \text{ m}$

Los valores Q se dividen por n, colocando K' 1-4-6 bajo K 4-4 por medio del trazo del cursor. Bajo C 1 aparece la raíz cúbica del cociente, que no necesita considerarse. Con esta colocación tenemos inmediatamente la base para la multiplicación por 4,37, quiere decir, basta correr el trazo del cursor sobre C 4-3-7 y enseguida se lee el resultado 0,63 debajo en D.

Conocido: $h = 18,5$; $b = 10,7$.

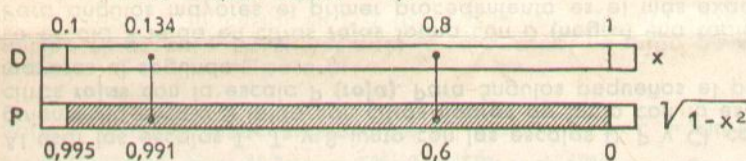
Se busca: Momento de inercia de una sección rectangular $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$

El trazo del cursor se coloca sobre D 1-8-5, se vuelve la regla y se pasa K' 1-2 bajo el trazo; sobre K' 1-0-7 se lee inmediatamente $I = 5650 \text{ cm}^4$.

Operaciones con la escala pitagórica P

Esta escala representa la función $y = \sqrt{1-x^2}$; opera junto con D ($= x$), cuyos valores deben leerse de 0,1 hasta 1. La escala es invertida, por eso, de color rojo.

Ejemplo: $x = 0,8$ $y = 0,6$
 $\sin \alpha = 0,134$ $\cos \alpha = 0,991$



Se coloca C 35 sobre D 10 y se lee en D 8 (para $\cos \varphi = 0,8$) en C el valor 28 para J_u ; bajo D 8 se encuentra al mismo tiempo en P el valor 0,6 (eso es $\sin \varphi = 0,6$). Al correr ahora el cursor sobre D 6, se tiene encima en C el valor 21 para J_r .

Fig. 10

Ejemplo:
Cálculase la potencia útil y reactiva de un circuito que recibe 35 A en $\cos \varphi = 0,8$

reactiva $J_u = J \cdot \sin \varphi = 35 \cdot 0,6 = 21 \text{ (A)}$;
útil $J_r = J \cdot \cos \varphi = 35 \cdot 0,8 = 28 \text{ (A)}$;

Operación con las escalas trigonométricas S, T₁, T₂ y ST

Las escalas S y T₁, T₂

Las escalas trigonométricas T₁, T₂ y S tienen división decimal e indican en relación con las escalas básicas C y D las funciones angulares o bien, en lectura inversa, los ángulos.

Al usar las escalas T₁, T₂ y S junto con las escalas D, P y CI como tablas trigonométricas, hay que observar lo siguiente: la escala S leída con cifras **negras** da junto con la escala D (**negra**) una **tabla de senos**, lo mismo leída en cifras **rojas** con la escala P (**roja**). Para ángulos pequeños el primer procedimiento es el más exacto, para ángulos mayores el segundo.

La escala S leída en cifras **rojas** forma con D (**negra**) una **tabla de cosenos**, lo mismo en cifras **negras** con P (**roja**). Para ángulos mayores el primer procedimiento es el más exacto, para ángulos menores el segundo.

Las dos escalas T en cifras **negras** forman con la escala D (**negra**) una **tabla de tangentes** hasta 84,28°, lo mismo en cifras **rojas** junto con CI (**roja**).

Las dos escalas T leídas en cifras **rojas**, forman con la escala D (**negra**) una **tabla de cotangentes**, lo mismo en cifras **negras** junto con CI (**roja**).

Ejemplos:

sin 13° = 0,225	/	S 13° (negro) — D 0,225 (negro)
sin 76° = 0,9703	/	S 76° (rojo) — P 0,9703 (rojo)
cos 11° = 0,9816	/	S 11° (negro) — P 0,9816 (rojo)
cos 78° = 0,208	/	S 78° (rojo) — D 0,208 (negro)
tg 32° = 0,625	/	T ₁ 32° (negro) — D 0,625 (negro)
tg 57° = 1,54	/	T ₂ 57° (negro) — D 1,54 (negro)
ctg 18° = 3,08	/	T ₂ 18° (rojo) — D 3,08 (negro)
ctg 75° = 0,268	/	T ₁ 75° (rojo) — D 0,268 (negro)

Estas colocaciones se hacen en posición cero de la regla, solo con ayuda del trazo del cursor.

sin α

cos α

tg α

ctg α

Si se quiere pasar del seno de un ángulo a su coseno (o en sentido contrario) no es necesario leer el ángulo. El par de valores aparece en D y P uno bajo otro. También pasando de tangente a cotangente sobre la lectura del ángulo, pues este par de valores aparece en C y CI uno bajo otro. Solo cuando haya que pasar de seno o coseno a tangente o cotangente, hay que leer el ángulo entre la operación. Ya que para leer las funciones éstas no se obtienen en D o CI, en muchos casos se pueden agregar inmediatamente multiplicaciones y divisiones. Solo cuando la lectura sea en P, hay que trasladar el valor a las escalas principales.

Otros ejemplos para la aplicación de las escalas pitagóricas y trigonométricas en el **triángulo rectángulo**:

14

1er ejemplo: Dado: a = 2; b = 3

$$\text{Fórmula: } a \cdot \frac{1}{b} = \text{tg } \alpha; \quad a \cdot \frac{1}{c} = \sin \alpha;$$

Se busca: c y α.

C 1 sobre D 2, cursor en CI 3, lectura en escala tan = 33,75 para α. Córrese el cursor a 33,75 de la escala sin, leyendo el resultado en CI = 3,6 para c.

2º ejemplo: Dado: a = 8; b = 20;

Se busca: c y α.

C 10 sobre D 8, cursor en CI 20, lectura en escala tan = 21,83 para α.
Cursor en 21,83 de la escala sin, lectura en CI = 21,54 para c.

3er ejemplo: Dado: a = 20; b = 8

Se busca: c y α.

C 1 sobre D 20, cursor en CI 8, lectura en escala tan (T₂) = 68,17 para α.
Cursor en 68,17 de la escala sin y lectura en CI = 21,54 para c.

4º ejemplo: Dado: c = 5; α = 36,87°;

$$\text{Fórmula: } a = c \cdot \sin \alpha; \quad b = c \cdot \cos \alpha.$$

Se busca: a y b

C 5 sobre D 10, cursor en 36,87 de la escala sin, lectura en C del valor 3 para a. Leer al mismo tiempo 0,8 para cos α en escala P y parar el cursor en D 8. Lectura en escala C = valor 4 para b.

5º ejemplo: Dado: c = 21,54; b = 20;

Se busca: a y α.

C 2154 sobre D 10, cursor en C 2 (para b = 20) y lectura en escala cos del valor 21,8° para α, pero leer al mismo tiempo en escala P 0,372. Trasladar la reglilla por un largo de escala hacia la izquierda. Correr el cursor en D 0,372 y leer en C el valor 8 para a.

Para el **triángulo oblicuángulo** vale la relación a : b : c = sin α : sin β : sin γ

Ejemplo: Dado: a = 38,3; α = 52°; β = 59°; γ = 69°;

Se busca: b = 41,65; c = 45,4.

Colóquese C 383 sobre S 52°. Con ayuda del trazo del cursor se pueden leer sobre S 59° y S 69° en C los resultados 41,65 y 45,4 cm.

La escala ST para ángulos menores

Para los **valores funcionales de ángulos menores** de 0,58 hasta 5,7° existe la escala ST ($\angle \text{arc } 0,01 x$) en el dorso de la reglilla, con la relación

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \text{arc } \alpha = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha = \rho \cdot \alpha$$

La escala ST entra en función junto con la escala C (o bien D). Todas las operaciones siguientes en esta sección se hacen únicamente con ayuda del trazo del cursor (con D en posición cero de la regla).

Ejercicios:

$$\sin 2,5^\circ \approx \tan 2,5^\circ \approx \text{arc } 2,5^\circ = 0,0436; \sin 0,4^\circ \approx \tan 0,4^\circ \approx \text{arc } 0,4^\circ = 0,00698; \sin 0,0052^\circ \approx \tan 0,0052^\circ \approx \text{arc } 0,0052^\circ = 0,0000907$$

Colocación de los valores angulares en la escala arc ST, lectura de los valores funcionales en escala C o (en posición cero) en D (con el trazo del cursor).

Para el **cálculo de las funciones coseno y cotangente de ángulos mayores de 84,5°**

$$\text{Ejemplo: } \cos 88^\circ = \sin 2^\circ \approx \text{arc } 2^\circ = 0,0349$$

$$\cot 86,5^\circ = \tan 3,5^\circ \approx \text{arc } 3,5^\circ = 0,0612$$

Se para el trazo del cursor sobre el valor angular en la escala ST y se lee dando vuelta la regla en C o bien (en posición cero) en D el resultado bajo el trazo del cursor.

Los **valores funcionales de ángulos menores** se pueden establecer también con ayuda de la marca $\rho = \frac{\pi}{180} = 0,01745$ según la relación $0,01745 \cdot \alpha = \rho \cdot \alpha$.

$$\text{Ejemplo: } \sin 3^\circ \approx \tan 3^\circ \approx \text{arc } 3^\circ = 0,0524.$$

Se coloca el principio de la reglilla C 1 sobre D 3 y el resultado se lee bajo $\rho = 0,0524$.

Para cálculos sucesivos colocación de C 1 sobre ρ en D y bajo el valor funcional en C lectura del resultado en D.

$$\text{Ejemplo: } \cos 88^\circ = \sin 2^\circ \approx \text{arc } 2^\circ = \rho \cdot 2 = 0,0349$$

$$\cot 86,5^\circ = \tan 3,5^\circ \approx \text{arc } 3,5^\circ = \rho \cdot 3,5 = 0,0612$$

Esto es una sencilla multiplicación, se coloca pues el C 1 de la reglilla sobre ρ en D, después trazo del cursor sobre segundo factor en C: resultado debajo en D.

Para la **conversión de medida de arco en grados de ángulo**

$$\text{Ejercicios: } \widehat{6,28} = 360^\circ; \widehat{1,11} = 63,5^\circ; \widehat{0,04} = 2,29^\circ; \widehat{0,007} = 0,402^\circ; \widehat{0,64} = 36,7^\circ; \widehat{0,32} = 18,35^\circ.$$

Colocación de la medida de arco en escala C o D, lectura del valor angular en la escala arc ST (con ayuda del trazo del cursor).

Colocación de la marca ρ sobre D 1 o D 10, trazo del cursor sobre medida de arco en C, lectura de los grados de ángulo debajo en D.

Operaciones con la escala de mantisas L

Funciona junto con C o bien (en posición cero) con D y permite la lectura de los logaritmos decadarios.

El índice se establece en la forma conocida, por ejemplo:

	Índice
lg x	
lg 1,35	(1-1 = 0)
lg 57,3	(2-1 = 1)
lg 1938	(4-1 = 3)

Ejercicios:

	C	1,35	1938	57,3
Colocación	L	0,1303	0,287 (+3)	0,758 (+1)
		0,1303	3,287	1,758
Resultado				

Explicación detallada del ejemplo $\lg 57,3 = 1,758$ (véase columna 3).

Para encontrar el logaritmo decadario de 57,3 se para el cursor en C 573 y se lee en L, en el dorso de la reglilla la mantisa 0,758. Ya que la cantidad 57,3 es de dos cifras, el logaritmo recibe el índice (2-1 = 1) y se llama entonces $0,758 + 1 = 1,758$.

Al buscar el número para el logaritmo 1,758 se separa el índice 1 y se para el cursor en L 0,758. En la escala C se encuentra 5-7-3, lo que considerando el índice da el valor 57,3.

Con ayuda de los logaritmos se pueden rebajar por una categoría las operaciones: las multiplicaciones y divisiones se hacen adiciones y sustracciones, los cálculos de potencias y raíces se hacen multiplicaciones y divisiones.

$$\text{Por ejemplo: } \lg (245^{3,24}) = 3,24 \cdot \lg 245 = 3,24 \cdot 2,389 = 7,74; 245^{3,24} = 55\,000\,000$$

$$420^x = 10\,000; x \cdot \lg 420 = \lg 10\,000; x = \frac{\lg 10\,000}{\lg 420} = \frac{4,0}{2,623} = 1,525$$

Las escalas exponenciales LL_1, LL_2, LL_3 para exponentes positivos $LL_{01}, LL_{02}, LL_{03}$ para exponentes negativos

La regla de cálculo BIPLEX posee en el lado dorsal de la regla dos grupos de escalas triples para las funciones exponenciales, que están en relación con la escala básica C. Las escalas para exponentes positivos (negro) llegan de 1,0101 hasta 22000 y las para exponentes negativos (rojo) de 0,00002 hasta 0,99. Las escalas e^{-x} son escalas recíprocas para las escalas e^x . Aquí hay que observar, que los valores numéricos marcados en las escalas exponenciales son invariables en su posición decimal, es decir, el valor 1,04 por ej. representa siempre 1,04 y nunca por extensión 10,4 o bien 104, etc.

Las escalas exponenciales dan al trasladar de una escala interior a la siguiente exterior potencias de diez, por ej.:
 $0,955^{10} = 0,631$; $0,631^{10} = 0,01$; $0,924^{10} = 0,454$; $0,454^{10} = 3,7 \cdot 10^{-4} = 0,00037$
 $1,0472^{10} = 1,585$; $1,585^{10} = 100$; $1,08^{10} = 2,16$; $2,16^{10} = 2,2 \cdot 10^3 = 2200$

El traslado a la escala subsiguiente da potencias de cien, por ej.:
 $0,955^{100} = 0,01$; $1,0472^{100} = 100$; $0,924^{100} = 3,7 \cdot 10^{-4} = 0,00037$; $1,08^{100} = 2200$

Trasladando de afuera hacia adentro se obtienen las raíces correspondientes, por ej.:

$$\begin{aligned} \sqrt[10]{0,25} &= 0,8705; \sqrt[10]{0,8705} = 0,9862; \sqrt[100]{0,25} = 0,9862; \sqrt[10]{0,00007} = \sqrt[10]{7 \cdot 10^{-5}} = 0,384; \sqrt[10]{0,384} = 0,9087; \sqrt[100]{0,00007} = 0,9087; \\ \sqrt[10]{4} &= 1,149; \sqrt[10]{1,149} = 1,014; \sqrt[10]{4} = 1,014; \\ \sqrt[10]{15000} &= \sqrt[10]{1,5 \cdot 10^4} = 2,62; \sqrt[10]{2,62} = 1,101 \\ \sqrt[100]{15000} &= 1,101 \end{aligned}$$

Observación: En 100 de la escala LL_3 figura en LL_{03} el valor $\frac{1}{100} = 0,01$
 En 1,25 de la escala LL_2 figura en LL_{02} el valor $\frac{1}{1,25} = 0,8$ } ya que $e^{-x} = \frac{1}{e^x}$

18

Potencias de e

Las potencias de e (base del logaritmo natural $e = 2,71828 \dots$) se obtienen colocando el exponente mediante el cursor en la escala D. La potencia e se lee enseguida en la escala LL. En esto vale para la escala D el espacio 1-10 en LL_3 , el espacio 0,1-1 en LL_2 y el espacio 0,01-0,1 en LL_1 .

Ejemplos: $e^{1,61} = 5$; $e^{0,161} = 1,175$; $e^{0,0161} = 1,01625$; $e^{6,22} = 5 \cdot 10^2 = 500$; $e^{0,622} = 1,862$; $e^{0,0622} = 1,0642$;

$$e^{-1,61} = \frac{1}{e^{1,61}} = 0,2; \quad e^{-0,161} = 0,8512; \quad e^{-0,0161} = 0,984;$$

$$e^{-6,22} = \frac{1}{e^{6,22}} = 2 \cdot 10^{-3} = 0,002; \quad e^{-0,622} = 0,537; \quad e^{-0,0622} = 0,9396;$$

$$e^{12,5} = e^{10 + 2,5} = e^{10} \cdot e^{2,5} = 22000 \cdot 12,2 = 268400$$

e^n

Para la formación de **funciones hiperbólicas** el argumento x se fija con el cursor en la escala D.

En las escalas e^x y e^{-x} pueden leerse enseguida las potencias e. La media suma (diferencia) indica entonces el cosh (sinh respectivamente). Por ejemplo:

$$\cosh 35^\circ = \cosh 0,61 = \frac{e^x + e^{-x} \cdot \frac{1,8}{2}}{2} = \frac{1,84 + 0,543}{2} = 1,1915$$

$$\sinh 35^\circ = \sinh 0,61 = \frac{e^x - e^{-x} \cdot \frac{1,8}{2}}{2} = \frac{1,84 - 0,543}{2} = 0,6485$$

Raíces de e

Se anota la raíz como potencia con exponentes recíprocos y se opera según se indica arriba.

$$\begin{aligned} \text{Ejemplos: } \sqrt[4]{e} &= e^{0,25} = 1,284; \quad \sqrt[0,25]{e} = e^4 = 55; \quad \sqrt[8]{e} = e^{0,125} = 1,133; \quad \sqrt[0,125]{e} = e^8 = 3050 \\ \sqrt[12,5]{e} &= e^{0,08} = 1,0834; \quad \sqrt[0,06]{e} = e^{16,66} = e^{8,33} \cdot e^{8,33} = 4165 \cdot 4165 = 17350000 \end{aligned}$$

$\sqrt[n]{e}$

Los logaritmos naturales

Los logaritmos naturales se establecen, pasando de las escalas LL a la escala básica. Para los espacios de valores de la escala básica vale en sentido análogo lo dicho más arriba.

Ejemplo: $\ln 25 = 3,22$; $\ln 145 = 4,97$; $\ln 1,3 = 0,262$; $\ln 0,04 = -3,22$; $\ln 0,66 = -0,415$; $\ln 0,98 = -0,0202$.

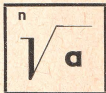


Raíces de cantidades indiferentes

El exponente de raíz se convierte en un exponente de potencia, según $\sqrt[n]{a} = \frac{1}{a^{1/n}}$ o bien se emplea inmediatamente la escala recíproca CI en la colocación; por ejemplo:

$\sqrt[4,4]{23} = 2,04$; colóquese CI-10 sobre LL₃-23 y léase con CI-4,4 en LL₂ el resultado 2,04.

Ejemplos: $\sqrt[2,08]{1,068} = 1,0322$ (posición CI-1 sobre LL₁-1,068; lectura en LL₁)



$\sqrt[0,6]{15,2} = 93,5$ (posición CI-10 sobre LL₃-15,2; lectura en LL₃)

$\sqrt[20]{4,41} = 1,077$ (posición CI-10 sobre LL₃-4,41; lectura en LL₁)

$\sqrt[5]{0,5} = 0,8705$ (posición CI-1 sobre LL₀₂-0,5; lectura en LL₀₂)

$\sqrt[50]{0,5} = 0,9862$ (posición CI-1 sobre LL₀₂-0,5; lectura en LL₀₁)

Otros ejemplos: $\sqrt[5]{2} = 1,149$; $\sqrt[5]{20} = 1,82$

$\sqrt[0,06]{2,42} = 2,42^{16,66} = 2,42^{8,33} \cdot 2,42^{8,33} = 1580 \cdot 1580 = 2495000$

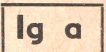
Los logaritmos decadarios

Se corre la reglilla algo a la derecha, hasta que C-1 quede sobre LL₃-10 y se obtiene una tabla de los logaritmos decadarios.

$\lg 10 = 1$; $\lg 100 = 2$; $\lg 1000 = 3$; $\lg 200 = 2,301$
 $\lg 20 = 1,301$; $\lg 2 = 0,301$; $\lg 1,1 = 0,0414$.

con ayuda de la escala LL₀₃:

$\lg 0,1 = -1$; $\lg 0,01 = -2$; $\lg 0,001 = -3$.
 $\lg 0,2 = -0,699 = 0,301-1$; $\lg 0,05 = -1,301 = 0,699-2$.



Si se prefiere no dar vuelta la regla, se puede emplear también la escala CF, colocando CF-1 sobre LL₃-10.

Potencias de cantidades indiferentes

Potencias de la forma a^n se obtienen, colocando C-1 sobre el valor base a de la correspondiente escala LL, corriendo después el cursor a C-n. En LL se puede leer enseguida a^n ; por ej.:

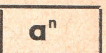
$3,75^{2,96} = 50$; colóquese C-1 sobre LL₃-375 y léase en LL₃ con C-296 el valor 50.

Otros ejemplos:

$4,2^{2,16} = 22,3$; $4,2^{0,216} = 1,364$; $4,2^{0,0216} = 1,0315$
 $4,2^{-2,16} = 0,045$; $4,2^{-0,216} = 0,734$; $4,2^{-0,0216} = 0,9695$

Con ayuda de la escala LL₀₃:

$0,05^{2,16} = 1,55 \cdot 10^{-3} = 0,00155$
 $0,05^{0,216} = 0,524$; $0,05^{0,0216} = 0,9374$
 $0,05^{-2,16} = \frac{1}{0,05^{2,16}} = 646$ (lectura en escala LL₃)
 $0,05^{-0,216} = \frac{1}{0,05^{0,216}} = 1,91$ (lectura en escala LL₂)



El principio de la escala C se coloca sobre la base en la escala LL y se obtiene una tabla de los logaritmos correspondientes; por ej.: ${}^2\log 200 = 7,65$; ${}^2\log 22 = 4,46$; colóquese C-10 sobre LL₂-2; léase en C con LL₃-200 el valor 7,65 y con LL₃-22 en C el valor 4,46.

Otros ejemplos: ${}^2\log 1,2 = 0,263$; ${}^{0,2}\log 10 = -1,431$; ${}^{0,8}\log 2 = -3,11$
 ${}^5\log 25 = 2$; ${}^{0,5}\log 25 = -4,65$;

¡Atencion! ${}^a\log a = 1$; por ej.: ${}^2\log 2 = 1$; ${}^2\log 4 = 2$; ${}^2\log 8 = 3$
 ${}^{0,5}\log 0,5 = 1$; ${}^{0,5}\log 4 = -2$; ${}^{0,5}\log 8 = -3$
 ${}^{0,5}\log 0,25 = 2$; ${}^{0,5}\log 0,125 = 3$

Explicación de los signos de las escalas

En las escalas A y B van grabados los signos π y M, en las escalas básicas C y D los signos ϱ , π , C y C₁.

Significan: $\pi = 3,14159 \dots$; $M = \frac{1}{\pi}$; $C = \sqrt{4:\pi}$; $C_1 = \sqrt{40:\pi}$; $\varrho = \frac{\pi}{180}$

Los signos π y $\frac{1}{\pi} = M$ facilitan la operación con π . El signo C y C₁ sirve para el cálculo del área de un círculo. Se coloca el signo "C" sobre el diámetro en la escala D y se lee sobre B-1 en A el área; por ej.: para $d = 2,5$ cm; $A = 4,91$ cm². (Empleando el signo "C₁" se lee sobre B-10).

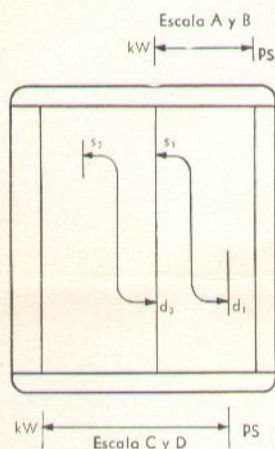


Fig. 10

El cursor

El cursor de ventanilla doble lleva en ambos lados el trazo principal central, además en el borde derecho e izquierdo los trazos laterales rojos, para leer los valores en las subdivisiones que no estén al alcance del trazo principal.

Aplicación y posibilidades de los trazos restantes se pueden apreciar en el dibujo contiguo. Para calcular el área de círculos (d , q) se coloca el diámetro (d_1 , d_2) en la escala D, pudiendo leerse en la escala A la sección transversal (q_1 , q_2).

La disposición doble de los signos área del círculo permite establecer el peso por metro de hierros redondos. Se coloca d_1 sobre el diámetro del acero en D y en q_2 se lee su peso por metro.

La conversión de kW en PS y viceversa es posible con los trazos marcados con PS y kW en las escalas A y B, así como C y D.

Fig. 11

El cursor de ventanilla doble puede desprenderse fácilmente sin menoscabo de su perfecto ajuste

Para este fin se separan los bordes inferiores blancos del cursor, cuidando de empujar primero hacia abajo con el pulgar en la muesca el borde más ancho, para que el cierre se abra correctamente. Enseguida se entreabre el cursor solo lo suficiente, para poder sacarlo de la regla moviéndolo hacia arriba. Cuando se vuelva a colocar, téngase cuidado de que la ventanilla con los cinco trazos quede en la parte delantera de la regla.

Cuidado de la regla Biplax

Las reglas de cálculo Biplax son valiosos instrumentos de precisión y deben tratarse con algún cuidado. Son del material plástico ideal Geroplast. El geroplast es altamente elástico y no propenso a quebrarse tratándolo con cuidado. No presenta alteraciones bajo influencias climáticas, es insensible contra la humedad, inflamable y resistente contra la mayoría de las sustancias químicas. No es conveniente, sin embargo, exponer las reglas de geroplast a la acción de líquidos cáusticos o disolventes fuertes que, aún no perjudicando el material, atacarían por lo menos el tinte de color del grabado de las escalas. Donde haga falta, puede aplicarse un poco de vaselina pura o de aceite silicon a la reglilla, para su mejor desplazamiento. Para conservar la nitidez del grabado, se recomienda proteger las escalas y cursores contra polvo y rasguños y limpiarlas con el líquido especial CASTELL N° 211 o bien la pasta N° 212.



*Quien trabaja con FABER-CASTELL,
se queda con él*