Règle à Calcul No. 37 Electro
Marque « Nestler »

Edition: Albert Nestler A.-G.
Fabrique Spéciale de Règles à Calcul
Lahr (Bade)

Reproduction interdite.

et mesures

www.reglasdecalculo.com

Nous fabriquons depuis 50 ans comme spécialité des

Règles à Calcul de tous Systèmes

et prions de demander **notre tarif** qui contient:

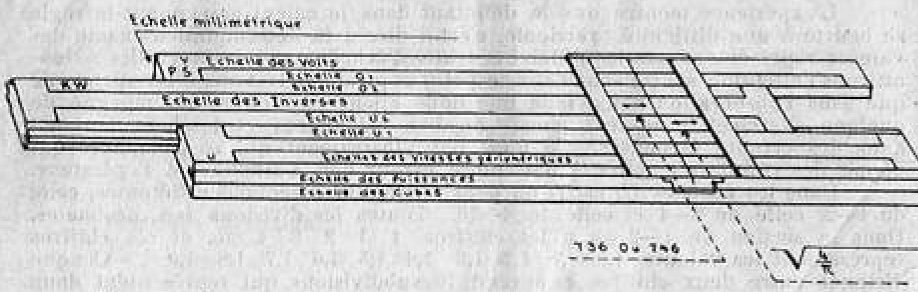
des règles bon marché à l'usage des écoles,
des règles système Mannheim et Rietz,
des règles spéciales à l'usage des ingénieurs-électriciens,
des géomètres,
des ingénieurs-mécaniciens et de chauffage,
des chimistes et des commerçants,
enfin des règles à calcul de poche.

En outre, notre fabrication comprend des articles de dessin technique tels que équerres, tés, échelles, planches à dessin, tables à dessin, rapporteurs et des jalons et mires d'arpenteur.

Se méfier des Contrefaçons et toujours demander la marque „Nestler", garantie de précision absolue.

www.reglasdecalculo.com

La règle à Calcul Nestler Electro No. 37.



Cette règle construite expressément pour les calculs spéciaux de l'électricité a, comme on pourra le voir par le cliché ci-dessus, les échelles suivantes.

Sur la face de la règle:

1) Une échelle marquée «*V*», donnant les valeurs réciproques du minimum de conductibilité du fil cuivre à 15° $\left(\frac{1}{57,2}\right) = 0,0175$ ou exactement 0,017483 pour les calculs rapides des pertes de tension.
2) Une échelle en deux unités logarithmiques marquée *PS*, mais désignée dans la présente instruction comme O_1.
3) Une échelle identique au bord supérieur de la réglette, portant la marque *KW*, mais désignée dans notre instruction comme O_2.
4) Une échelle des inverses au milieu de la réglette, avec les chiffres marqués en rouge. Cette échelle court dans un sens opposé aux autres, c'est à dire de droite à gauche.
5) Une échelle d'une unité logarithmique de 25 cm au bord inférieur de la réglette que nous marquons comme U_2.
6) Une échelle identique sur la règle même, désignée comme U_1.
7) Une échelle marquée «*U*» au bord inférieur de la règle donnant la valeur de $\frac{\pi}{60} = 0,0523$ pour les calculs des vitesses périphériques.

Sur le bord droit de la règle nous avons les échelles suivantes:

1) Une échelle des puissances dont la capacité s'étend de 1,07 à 10 000.
2) Une échelle des cubes rapportée en trois unités logarithmiques.
3) Au dos de la réglette il y a une échelle des Sinus *(S)*, une des Tangentes *(T)* et une des Sinus et Tangentes combinés pour les petits angles.

Au dos de la règle il y a un tableau avec des coëfficients et constantes divers, lequel permet de se passer de la recherche dans les livres etc.

Le Curseur.

Le verre du curseur est muni de trois traits fins, qui sont gravés sur les dessous du verre, pour éviter des parallaxes. Ce curseur se fait avec la distance des traits symétrique aussi bien qu'assymétrique. Le trait du milieu s'emploie pour lire les résultats de divisions et de multiplications, de carrés et racines carrées et pour pouvoir repérer les résultats sur les échelles *V* et *U*. On s'en sert aussi pour déterminer les résultats sur l'échelle des cubes et sur celles de puissance au bord droit de la règle moyennant les deux traits de l'index latéral.

Chez les curseurs avec la distance symétrique des trois traits, tous les deux traits latéraux peuvent s'employer indifféremment relatif au calcul du cercle étant donné qu'ils ont la distance du trait de milieu de $\sqrt{\frac{4}{\pi}}$.

Chez le curseur avec la distance assymétrique des traits, seulement le trait droit correspond à la distance $\sqrt{\frac{4}{\pi}}$ tandis que le trait gauche a celle de 736 ou 746, cette dernière valeur pour les pays, qui ont les poids et mesures anglais. (Transformation des *PS* en *KW* et inversement).

www.reglasdecalculo.com

La Lecture des Echelles.

L'expérience montre que le débutant dans le calcul moyennant la règle se heurte à une difficulté principale, c'est à dire à la détermination exacte des valeurs représentées par les différents traits d'échelles et ses intervalles. Nous attirons l'attention spécialement sur ce point et prions le lecteur, d'être persuadé que sans l'observation des détails que nous allons expliquer, accompagné de quelque exercice, il ne fera jamais un bon calculateur et tombera toujours dans des erreurs fâcheuses. Ce n'est pas l'instrument qui se trompe et qui donne des résultats erronnés, mais toute erreur doit s'attribuer à l'opérateur.

Dans les échelles U_1 et U_2 on peut distinguer 3 sections différentes, celle de 1—2, celle de 2—4 et celle de 4—10. Toutes les divisions sont décimales. Dans la section de 1—2 on a les chiffres **1** 1 2 3 4 etc. et ces chiffres représentent les valeurs 1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2. Chaque distance entre deux chiffres comprend 10 subdivisions qui représentent donc les valeurs 1,0 1,01 1,02 1,03 1,04 1,05 1,06 1,07 1,08 1,09 1,1 1,11 1,12 1,13 1,14 et ainsi de suite jusqu'à 1,98 1,99 2,00.

Dans la deuxième section les principaux intervalles sont marqués de 2 3 4 avec 10 divisions représentant les valeurs de 2,1 2,2 2,3.... 3,1 3,2 3,3 .... et ainsi de suite jusqu'à 4. Entre ces divisions il y a 5 divisions secondaires, donnant ainsi les valeurs de 2,0 2,02 2,04 2,06 2,08 2,1 2,12 2,14 2,16 2,18 2,20 .... 3,0 3,02 3,04 .... 3,9 3,92 3,94 3,96 3,98 4,0.

Dans la section de 4—10 nous avons les chiffres de 4 5 6 7 8 9 10. La distance entre deux chiffres comprend 10 traits de division primaires avec un trait de division secondaire, les traits donnant ainsi les valeurs de 4,0 4,05 4,10 4,15 4,20 4,25 4,30 .... 4,3 et ainsi de suite jusqu'à 9,9 9,95 10,0.

L'échelle U a une division identique aux échelles U_1 et U_2 seulement elle commence par la valeur de $\frac{\pi}{60} = 0,0523$.

L'échelle des inverses au milieu de la réglette également est marquée de la même façon que les échelles susmentionnées avec la seule différence qu'elle commence à droite et se prolonge vers la gauche.

Au sujet des échelles O_1 *(PS)* et O_2 *(KW)* nous faisons remarquer que chacune d'elles est reportée en deux unités logarithmiques absolûment identiques. Vu que les unités de ces échelles n'ont que la moitié de longueur des échelles U_1 et U_2, les valeurs représentées par les traits de ces échelles diffèrent de celles de U_1 et U_2 et se lisent comme suit: Première section de 1—2 dix traits de division primaires, 5 traits de division secondaires, les traits représentent donc les valeurs:

1,02 1,04 1,06 1,08 1,10 1,12 .... jusqu'à 1,9 1,92

et ainsi de suite jusqu'à 1,98 2,0.

Entre 2 et 5 nous avons 10 divisions primaires entre 2 et 3, 3 et 4, 4 et 5 respectivement, chaque division primaire comprenant deux divisions secondaires; par conséquent les traits représentent les valeurs 2,0 2,05 2,1 .... jusqu'à 4,75 4,8 4,85 4,9 4,95 et 5. Entre 5 et 10 il n'y a d'autres subdivisions que celles énumérées comme suit: 5,1 5,2 5,3 jusqu'à 9,5 9,6 9,7 9,8 9,9 10.

L'échelle V étant divisée de manière identique, elle ne se distingue des échelles O_1 et O_2 que par le fait qu'elle commence par 0,0175 $\left(\frac{1}{57,2}\right)$. Pour profiter de tous les avantages que la règle à calcul offre, il est indispensable de se familiariser avec tous ces détails et d'apprendre à lire et à repérer correctement les résultats.

L'Emploi de la Règle à Calcul pour les Opérations Diverses.

Multiplication avec nombres entiers et fractionnaires.

Vu la différence dans les subdivisions des échelles O_1 et O_2 et U_1 et U_2, il est évident que les résultats s'obtiennent avec la plus grande précision en faisant usage des échelles U_1 et U_2 pour ce genre d'opérations. On procède comme suit: On fait coïncider le trait initial ou final de l'échelle U_2 avec le multiplicand sur l'échelle U_1 et on lit le résultat en face du multiplicateur repéré sur U_2 sur U_1.

www.reglasdecalculo.com

Exemple No. 1. Nombres entiers avec le trait initial:

$$175 \times 46 = 8050.$$

Calcul moyennant la règle: On met le trait initial de U_2 en face de 175 de U_1 et lit le résultat sur l'échelle U_1 en face de 46 de l'échelle U_2.

Exemple No. 2. Avec le trait final:

$$475 \times 24 = 11400.$$

Cacul moyennant la règle: Mettre le trait final de l'échelle U_2 en face de 475 sur l'échelle U_1 et lire le résultat sur l'échelle U_1 en face de 24 de l'échelle U_2.

Fractions décimales:

Exemple No. 1. Avec le trait initial:

$$1{,}04 \times 1{,}75 = 1{,}82.$$

Comme c'est expliqué dans l'exemple précédent, No. 1 on met le trait initial de l échelle U_2 en face de 1,04 de U_1 et lit le résultat en face de 1,75 de l'échelle U_2 sur l'échelle U_1.

Exemple No. 2. Avec le trait final:

$$7{,}5 \times 1{,}64 = 12{,}3.$$

Calcul moyennant la règle: Comme dans l'exemple précédent No. 2 on met le trait final de l'échelle U_2 en face de 7,5 de l'échelle U_1 et on lit le résultat en face de 1,64 de l'échelle U_2 sur l'échelle U_1.

Nombre de chiffres entiers dans les résultats.

Le nombre de chiffres entiers s'obtient par évaluation ou en observant la règle suivante: Si les résultats se lisent à gauche du placement, ils ont autant de chiffres entiers que les deux facteurs ensemble et s'ils se lisent à droite du placement, le nombre de chiffres est égal au total des nombres de chiffres entiers dans les deux facteurs moins 1.

Voir exemple No. 2 nombres entiers. Le nombre de chiffres entiers dans les deux facteurs est 5 (3 plus 2) le résultat par conséquent aura 5 chiffres entiers = 11400.

Voir exemple No. 1 nombres entiers. Le nombre de chiffres entiers dans les deux facteurs est 3 plus 2 = 5, mais comme le résultat se lit à droite du placement, il faut en soustraire 1, le résultat aura donc 5—1 chiffres entiers et sera = 8050.

Pour les nombres entiers avec une fraction décimale, les mêmes règles sont valables, seulement dans ce cas on ne tient compte que des chiffres entiers sans considérer les fractions décimales. Toutefois on peut aussi déterminer le nombre de chiffres entiers en se basant sur le chiffre entier sans tenir compte de la virgule, laquelle se pose après calcul. Si nous ne tenons compte dans l'exemple No. 2 fractions décimales que de la suite de chiffres sans considérer la virgule, nous avons 2 plus 3 = 5 chiffres et comme la règle à calcul nous donne la suite de chiffres 1 2 3, il faut que nous y ajoutions deux zéros pour obtenir 12300. Maintenant nous mettons la virgule pour les trois décimales, obtenant ainsi 12,3. Dans l'exemple No. 1 fractions décimales nous avons 1 plus 1 chiffres et de ce nombre de chiffres il faut déduire, comme nous venons de l'expliquer 1, obtenant ainsi comme résultat définitif 1,82. Faisant abstraction de la virgule, nous obtenons d'abord un résultat de 5 chiffres entiers soit 18200. Si nous déduisons maintenant les 4 décimales, nous obtenons le même résultat soit 1,82.

Pour les calculs simples il est toujours très facile d'évaluer le nombre de chiffres entiers sans difficulté aucune et s'il s'agit de problèmes plus compliqués on traite les facteurs comme puissances de 10. Les facteurs 475×24 peuvent aussi être exprimés comme $4{,}75 \times 10^2 \times 2{,}4 \times 10^1$. Du fait que $4 \times 3 \times 10^3 = 12000$, il résulte indubitablement que la suite de chiffres que nous lisons sur la règle à calcul ne peut être que 11400. L'exemple 175×46 peut aussi s'écrire comme $1{,}75 \times 10^2 \times 4{,}6 \times 10^1$ dont résulte $1{,}75 \times 4{,}6 \times 10^3$. La multiplication de $4 \times 2 \times 10^3$ nous donne la valeur rapprochée de 8000 et comme la règle à calcul nous indique la suite de chiffres 805, le résultat exact doit être 8050.

www.reglasdecalculo.com

Il va sans dire que seulement des exercices continuées le font possible au calculateur d'éviter des erreurs en exécutant des multiplications successives de plusieurs facteurs, chaqun d'eux ayant plusieures décimales. Aussi la détermination de la quatrième chiffre que nous ne pouvons lire directement sur la règle à calcul ne s'acquiert que par des calculs répétés.

Exemple No. 1. $0{,}000221 \times 0{,}017 = 0{,}000003757$.

En exprimant les facteurs comme puissances de 10. nous avons: $2{,}21 \times 10^{-4} \times 1{,}7 \times 10^{-2} = 2{,}21 \times 1{,}7 \times 10^{-6}$. Pour l'évaluation nous multiplions en chiffres ronds $2 \times 2 \times 10^{-6}$ et comme la règle à calcul nous donne la suite de chiffres 3 5 7, nous constatons que le résultat exact doit être 0,000003757. D'après ce que nous venons d'expliquer, le nombre de chiffres entiers dans le résultat doit être $(-3) + (-1)$ et comme addition (-1), ce que fait donc en tout 5 zéros à droite de la virgule. La détermination du quatrième chiffre est très facile, même si l'on ne veut pas interpoler c'est à dire évaluer les intervalles entre deux traits. Il faut seulement tenir compte des derniers deux chiffres des deux facteurs pour savoir quel doit être le quatrième chiffre du résultat. $(7 \times 1 = 7)$. En général les résultats de trois chiffres précis suffissent largement pour tous les besoins de la vie pratique.

Exemple No. 2. $0{,}000815 \times 0{,}0175 = 0{,}0000142625$. Comme puissances de dix nous aurons la forme suivante:

$$8{,}15 \times 10^{-4} \times 1{,}75 \times 10^{-2} \text{ ou bien } 8{,}15 \times 1{,}75 \times 10^{-6}.$$

Pour déterminer la valeur rapprochée nous calculons $8 \times 2 \times 10^{-6}$. En repérant exactement sur la règle nous obtenons les chiffres 1 4 2 6 et en tenant compte des deux derniers chiffres des deux facteurs comme nous venons de l'expliquer, deux autres chiffres et de cette façon le calculateur experimenté pourra déterminer des résultats exacts jusqu'à 6 chiffres. En tenant compte de la règle pour la détermination des nombres de chiffres entiers nous obtenons la valeur exact du résultat même plus rapidement qu'en écrivant les nombres comme puissances de 10.

Nous avons $(-3) + (-1) = -4$.

Exemple No. 3. $815 \times 17 = 13855$.

Cet exemple se calcule comme les autres que nous venons d'expliquer avec placement du trait final. La règle nous donne comme suite de chiffres 1 3 8 5, mais le résultat doit avoir 5 chiffres entiers vu que les deux facteurs ont 3 plus 2 chiffres. Le cinquième chiffre résulte des deux chiffres finaux des deux facteurs et de cette façon nous pouvons déterminer le résultat exactement comme 13855.

Division avec Nombres entiers et Fractions décimales.

Pour ces opérations aussi, les échelles U_1 et U_2 donnent le maximum de précision. On procède pour ces opérations comme suit:

On repère le dividende sur l'échelle U_1, met en face le diviseur sur l'échelle U_2 et lit le résultat de la multiplication sur l'échelle U_1 au trait initial ou final de l'échelle U_2. Le résultat ne peut jamais tomber au dela des échelles comme c'est quelquefois le cas avec les multiplications où il faut souvent transposer la réglette pour pouvoir lire le résultat

Nombres entiers.

Exemple No. 1. Lecture à gauche du placement $450 : 15 = 30$.

Procédé: On met 15 de l'échelle U_2 en face de 450 de l'échelle U_1 et lit le résultat en face du trait initial de l'échelle U_2 sur l'échelle U_1.

Exemple No. 2. Lecture à droite du placement $736 : 8 = 92$.

Procédé: On met 8 sur l'échelle U_2 en face de 736 sur l'échelle U_1 et lit le résultat en face du trait final de l'échelle U_2 sur l'échelle U_1.

Fractions décimales.

Exemple No. 1. Lecture à gauche du placement: $1{,}68 : 1{,}4 = 1{,}2$

Procédé: Mettre 1,4 de l'échelle U_2 en face de 1,68 de l'échelle U_1 et lire le résultat au trait initial de U_2 sur l'échelle U_1.

Exemple No. 2. Lecture à droite du placement: $0{,}0136 : 0{,}016 = 0{,}85$.

Procédé: Mettre 0,016 sur l'échelle U_2 en coïncidence avec 0,0136 sur l'échelle U_1 et lire le résultat au trait final de U_2 sur U_1.

www.reglasdecalculo.com

Il va sans dire qu'on fait toujours usage du curseur soit pour repérer, soit pour déterminer les résultats des diverses opérations.

Nombre de chiffres entiers des résultats.

Le nombre de chiffres entiers se détermine d'une façon analogue comme pour les multiplications, soit par évaluation, soit par une règle déterminée laquelle est la suivante:

Le quotient contiendra autant de chiffres entiers que comporte la différence de chiffres dans le dividende et le diviseur si les résultats se lisent à droite du placement. Si les résultats se lisent à gauche, la différence est la même, mais plus 1. Voir exemple 2 nombres entiers. Le dividende contient 3 chiffres et le diviseur en a deux, la différence sera donc 2, le résultat se lira comme 92.

Pour l'exemple No. 1 nombres entiers nous avons dans le dividende 3 chiffres et dans le diviseur 2 chiffres, il y a donc une différence d'un chiffre à laquelle il faut ajouter plus 1 ce qui fait donc 2 chiffres entiers dans le résultat.

Des valeurs se composant exclusivement de fractions décimales sont considérées comme ayant des chiffres minus selon le nombre des zéros.

Voir exemple No. 2 fractions décimales. Le dividende contient un zéro après la virgule et le diviseur autant et par conséquent il n'y a pas de différence et le résultat sera 0,85. Dans les cas où il s'agit de nombres entièrs avec une fraction décimale on ne tient compte que des nombres entiers. Voir exemple No. 1 fraction décimales. Le dividende a 1 chiffre et le diviseur autant, la différence donc est 0. Mais comme le résultat se lit à la gauche du placement il faut ajouter 1 pour le nombre de chiffres entiers et le résultat exact sera donc 1,2.

Evaluation: L'évaluation est possible pour les petits quotients, mais dans les cas où la détermination n'est pas possible au premier coup d'œil, il faut marquer les nombres comme puissances de 10, simplifiant ainsi considérablement les problèmes.

Exemple: 0,00000285 : 0,000197 = 0,01446. Le résultat s'obtient à 4 chiffres précises par interpolation et nous allons transformer la formule comme suit:

$$\frac{2{,}85 \times 10^{-6}}{1{,}97 \times 10^{-4}} = \frac{2{,}85}{1{,}97} \times 10^{-2}$$

Au premier coup d'œil, nous constatons que le résultat de la fraction sera environ $\frac{3}{2}$ et comme la virgule est déplacée par la multiplication avec 10^{-2} par deux chiffres vers la gauche, le résultat doit être environ 0,015. Vu que la suite de chiffres que nous donne la règle à calcul est 1446, le résultat doit être définitivement 0,01446.

Proportions et Multiplications et Divisions combinées.

Des calculs selon les formules suivantes $d = \frac{b \times c}{a}$ et $x = \frac{a \times b \times c \times d \times e}{f \times g \times h \times i}$ peuvent facilement se résoudre moyennant la règle à calcul.

Exemple No. 1. $\frac{0{,}00275 \times 4350}{0{,}0369} = 324.$

Le nombre de chiffres entiers selon l'explication page 5—7 est $-2 + 4 - (-1) = +3$.

Exemple No. 2.

$$\frac{\overset{(1)}{0{,}00376} \times \overset{(9)}{0{,}853} \times \overset{(7)}{11270} \times \overset{(3)}{53{,}2} \times \overset{(5)}{0{,}987}}{\underset{(6)}{0{,}0165} \times \underset{(2)}{0{,}422} \times \underset{(4)}{955000} \times \underset{(8)}{18{,}33}} = 0{,}01556$$

Des calculs pareils s'exécutent de préférence avec les échelles U_1 et U_2 en combinaison avec l'échelle des inverses. On choisira un tel arrangement des opérations qui permet d'exécuter les calculs avec le minimum de mouvements de la réglette. Dans l'exemple No. 2, nous avons désigné l'ordre à suivre par des petits chiffres entre paranthèse et de cette façon on obtiendra le minimum

www.reglasdecalculo.com

de changement de placement entre le trait initial et le trait final de la réglette. Dans cet exemple le nombre de chiffres entiers est le suivant:

$$\begin{array}{l} -2+0+5+2+0=+5 \\ -1+0+6+2 \quad\quad =-7 \\ \hline \quad\quad\quad\quad\quad\quad =-2 \end{array}$$

A cela il faut ajouter —1 et le nombre de chiffres entiers sera donc — 1.

Carrés et Racines Carrées.

Voir aussi la partie qui traite des racines et puissances de degré supérieur, pages 11.

Les carrés et les racines carrées se déterminent moyennant le trait du curseur et on peut employer soit les échelles O_1 et U_1, soit O_2 et U_2. Comme les deux unités logarithmiques des échelles O n'ont que la moitié de longueur des échelles U_1 et U_2, il est évident que les valeurs sous le même trait de curseur représentent sur O les carrés de celles sur U_1 et U_2 inversement.

Exemple No. 1. Carré. $0{,}0204^2 = 0{,}000416$ (0,00041616).

Procédé: On met le trait du curseur sur le nombre 204 de l'échelle U_1 et on lit le résultat sous le même trait dans la première unité de l'échelle O_1.

Exemple No. 2. Carré. $40{,}8^2 = 1664$ (1664,64). On met le trait du curseur au nombre 408 de l'échelle U_1 et on lit le résultat dans la deuxième unité logarithmique sur l'échelle O_1.

Nombre de chiffres entiers des carrés.

Les valeurs qui se lisent dans la première unité logarithmique comme carrés ont toujours un nombre de chiffres impair, qui est égal au double nombre des chiffres de la base moins 1. Dans l'exemple No. 1 nous avons un nombre de base minus 1 chiffre. Par conséquent le carré aura donc $2 \times -1 -(-1)$ donc —3 chiffres. Les chiffres du résultat qui se lisent sur la règle étant 4 1 6 nous avons le résultat de minus 3 chiffres donc 0,000416.

Exemple No. 2. Cet exemple nous montre que le nombre a deux chiffres à gauche de la virgule et que le résultat se lit dans la deuxième unité logarithmique et doit donc avoir un nombre de chiffres pair et égal au double de chiffres entiers de la base donc 4 chiffres. Comme la règle nous donne la suite des chiffres 1 6 6 4, le résultat définitif doit être 1664.

Dans les exemples que nous venons de donner, les résultats ont été déterminés avec la plus grande précision sans faire usage d'une loupe, c'est à dire l'exemple No. 1 avec 3 chiffres entiers et celui No. 2 avec 4 chiffres. Cependant le résultat exact de No. 1 a 5 chiffres et celui No. 2 en a 6. En général les résultats de trois chiffres exacts suffissent pour tous les besoins de la pratique, mais il sera toujours possible au calculateur expérimenté d'évaluer les résultats à un ou plusieurs chiffres de plus et surtout les déterminer en fonction des chiffres finaux des nombres de la base. On ne peut lire par exemple le carré de 204 dans la première unité logarithmique qu'avec 3 chiffres exacts, mais nous voyons que le résultat qui aura 5 chiffres entiers, doit avoir comme chiffres finaux 1 6 et ainsi il est possible de déterminer le résultat à 5 chiffres précis. Des exercices pareils, de déterminer les résultats avec une précision au dessus de celle qui donne la règle à calcul directement se recommandent à chaque calculateur et sont très utiles pour donner en très peu de temps la faculté de déterminer les résultats même de calculs compliqués ave une rapidité et sûreté absolues, qui ne connaissent plus des obstacles. Comme exercice pour un placement exact de la réglette nous pouvons recommander le procédé suivant: 408^2. En mettant le trait initial de l'échelle U_2 à 204 de l'échelle U_1, on obtient en face du nombre 2 de U_2 un placement exact pour 408 sur U_1. Le carré se lit alors sous le trait du curseur sur l'échelle O_1.

Plus les résultats se lisent vers la droite des échelles, plus il devient nécessaire d'évaluer les résultats ou de se servir des procédés sus-mentionnés pour obtenir les résultats avec le plus de chiffres possible.

Racines. Nombres entiers.

Exemple No. 3. $\sqrt{538} = 23{,}195.$

Pour constater dans quelle unité logarithmique nous devons repérer le nombre dont il faut extraire le carré, nous le divisons en groupes de 2 chiffres

www.reglasdecalculo.com

à gauche de la virgule, dans notre exemple 5'38, nous avons deux groupes et le groupe extrême de gauche est le déterminant. Des carrés ayant le groupe déterminant d'un seul chiffre se repèrent dans la première unité logarithmique, et ceux qui en ont deux dans la deuxième unité.

Exemple No. 4. Racine. Carré de fractions décimales: $\sqrt[2]{0,0000697} = 0,008349$.

Pour pouvoir déterminer dans quelle unité il faut repérer sur l'échelle O_1 pour des fractions décimales, nous divisons le nombre en groupes de deux chiffres à droite de la virgule et dans le présent exemple cela sera 0,00'00'69'7. Le premier groupe vers la droite qui n'est pas un groupe qui ne contient que des zéros, détermine le placement. Dans notre exemple le groupe déterminant a deux chiffres et le placement par conséquent doit se faire dans la deuxième unité logarithmique des échelles O_1 ou O_2.

Quant au nombre de chiffres entiers, nous le déterminons du nombre de groupes à gauche de la virgule pour les nombres entiers et pour les fractions décimales du nombre complet des groupes de zéros. L'exemple No. 3 a deux groupes et par conséquent la racine carrée aura deux chiffres. Dans l'exemple No. 4 nous avons deux groupes complets de zéros et la racine aura donc deux zéros à droite de la virgule.

Cubes et Racines Cubiques.

Voir aussi Puissances et Racines Supérieures.

Les cubes se déterminent moyennant la règle No. 37 de la façon suivante. On met le trait moyen de curseur au nombre sur l'échelle U_1 dont on veut déterminer le cube et lit le résultat sur l'échelle des cubes sur le bord droit de la règle en faisant coïncider les deux valeurs par le trait du curseur et le trait d'index qui se trouve sur la languette latérale du curseur. Voir diagramme sur page 3.

Exemple No. 1. $1,64^3 = 4,41$. On met le trait de curseur sur le nombre 1,64 de l'échelle U_1 et on lit le résultat dans la première unité logarithmique de l'échelle des cubes sous le trait d'index.

Exemple No. 2. $0,0043^3 = 0,0000000795$.

On met le trait de milieu du curseur sur 43 de l'échelle U_1 et lit le résultat dans la deuxième unité logarithmique de l'échelle des cubes sous le trait d'index.

Exemple No. 3. $655^3 = 281\,000\,000$.

Le même procédé nous donne le résultat dans la troisième unité logarithmique de l'échelle des Cubes.

Nombre de chiffres des résultats.

Il résulte de la longueur limitée des échelles des cubes que les résultats ne peuvent se lire qu'avec trois chiffres maximum. Le nombre de chiffres dans le résultat dépend de l'unité dans laquelle ils sont lus. Dans la première unité les résultats ont trois fois le nombre de chiffres de la base moins 2, dans la deuxième unité trois fois le même nombre moins 1 et dans la troisième unité trois fois le nombre sans déduction. Dans l'exemple No. 1 le résultat tombe dans la première unité, la base a un chiffre entier et le résultat aura donc $3 \times 1 - 2 = 1$ chiffre. Comme la règle nous donne la suite de chiffres 4 4 1, le résultat exact sera 4,41. L'exemple No. 2 tombe dans la deuxième unité et aura donc $3 \times (-2) - 1$ chiffres donc minus 7 chiffres.

Dans l'exemple No. 3 le résultat se lit dans la troisième unité et la règle nous donne les chiffres 2 8 1. Le nombre de chiffres dans le résultat sera trois fois celui de la base par conséquent 9.

Les racines cubiques se calculent de la façon suivante:

On divise le nombre dont on veut extraire la racine cubique en groupes de trois chiffres à gauche de la virgule pour les nombres entiers et à droite de la virgule pour les fractions purement décimales.

Pour les nombres entiers, le groupe extrême de gauche est le groupe déterminant et pour les fractions purement décimales c'est le premier groupe à droite qui n'est pas un groupe complet de zéros.

Ce groupe déterminant indique si le nombre dont on veut extraire la racine cubique doit se repérer dans la première, deuxième ou troisième unité logarithmique de l'échelle des cubes.

www.reglasdecalculo.com

On repère dans la première unité pour les nombres ayant le groupe déterminant d'un chiffre, dans la deuxième pour ceux en ayant un de deux et dans la troisième unité pour ceux ayant le groupe déterminant de trois chiffres. La même règle s'applique aux fractions décimales, avec la modification que le groupe déterminant est le premier à droite de la virgule qui n'est pas un groupe complet de zéros.

Exemple No. 1. $\sqrt[3]{5832000} = 180$.

En divisant ce nombre en groupes de 3 chiffres nous obtenons 5'832'000'. Le groupe déterminant ne contient qu'un chiffre et il faut donc repérer dans la première unité de l'échelle des cubes. Comme le nombre a trois groupes, le résultat aura trois chiffres.

Exemple No. 2. $\sqrt[3]{28094464} = 304$.

En divisant ce nombre en groupes de trois chiffres, nous avons 28'094'464'. Comme le groupe déterminant contient 2 chiffres, il faut repérer dans la deuxième unité et du fait que le nombre a trois groupes, il s'en suit que le résultat aura trois chiffres entiers.

Exemple No. 3. $\sqrt[3]{340068392} = 698$.

En divisant en groupes de trois nous avons 340'068'392' et comme le groupe déterminant a trois chiffres, il faut repérer dans la troisième unité et le résultat aura trois chiffres, vu que le nombre a trois groupes.

Exemple No. 4. $\sqrt[3]{0{,}00000144} = 0{,}01128$.

En divisant le nombre en groupes de trois à droite de la virgule, nous avons 000'001'44. On repérera dans la première unité de l'échelle des cubes, vu que le groupe déterminant n'a qu'un chiffre et le résultat aura un zéro après la virgule, comme le nombre n'a qu'un groupe complet de zéros.

Exemple No. 5. $\sqrt[3]{0{,}0349} = 0{,}327$.

Ce nombre se présente avec ses groupes de trois chiffres comme '084'9. On repère dans la deuxième unité vu que le groupe déterminant a deux chiffres et le résultat a zéro chiffres entiers vu qu'il n'y a dans le nombre à extraire le cube aucun groupe de zéros complet.

Exemple No. 6. $\sqrt[3]{0{,}000\,000\,000\,329} = 0{,}000\,691$.

Ce nombre se divise en groupe de trois comme suit: '000'000'000'329. Le nombre doit se repérer dans la troisième section, le groupe déterminant ayant 3 chiffres, et le résultat aura trois zéros après la virgule, comme le nombre a trois groupes de zéros complets.

L'Echelle des Inverses.

Comme on voit par le diagramm page 3, il y a au milieu de la réglette une échelle qui court dans un sens opposé aux autres c'est à dire de droite à gauche. L'avantage de cette échelle consiste non seulement en ce qu'on peut déterminer sans autre la valeur réciproque de n'importe quel nombre $\left(\frac{1}{n}\right)$, mais qu'on peut aussi exécuter des multiplications sans transposer la règle, comme c'est quelquefois le cas en se servant des échelles U_1 et U_2. Le résultat se lit au trait final ou initial de l'échelle des inverses après avoir fait coïncider les deux facteurs sur l'échelle des inverses et sur l'échelle U_1. D'autres avantages résultent pour l'emploi dans les opérations combinées de plusieurs multiplications et divisions, règles de trois etc.

Exemple No. 1. $786 \times 225 = 165\,600$. On place le trait du curseur sur 786 de l'échelle U_1 et fait coïncider 225 sur l'échelle des inverses avec cette valeur. Le résultat se lit au trait initial de l'échelle U_2 sur l'échelle U_1.

Le nombre de chiffres entiers se détermine d'après les règles données pages 5.

Exemple No. 2. $296 \times 275 = 81\,400$. On met le trait du curseur au nombre 296 de l'échelle U_1 et fait coïncider la valeur 275 de l'échelle des inverses avec ce nombre. Le résultat se lit au trait final de l'échelle U_2 sur l'échelle U_1

www.reglasdecalculo.com

Exemple No. 3 (en faisant usage des échelles ordinaires et de l'échelle des inverses). $344 \times 375 \times 469 = 60\,500\,000$ Placer le trait du curseur sur 344 de l'échelle U_1 faire coïncider 375 de l'échelle des inverses avec le trait dans cette position, ensuite faire passer le curseur sur 469 de l'échelle U_2 et lire le résultat sur l'échelle U_1 sous le trait du curseur dans cette position.

Exemple No. 4. $\frac{386 \times 246}{143} = 664$. Mettre le trait du curseur sur 386 de l'échelle U_1, faire coïncider 246 de l'échelle des inverses avec le trait du curseur dans cette position, ensuite faire passer le curseur sur 143 de l'échelle des inverses et lire le résultat sous le trait du curseur dans cette position sur l'échelle U_1.

Pour l'usage des échelles des inverses pour les racines et puissances voir page 13.

Racines et Puissances de Degré Supérieur.

Il va sans dire que les racines carrées peuvent être extraites aussi avec les échelles U_1 et U_2. Il n'y a qu'à déplacer la réglette de façon à obtenir la même valeur sous le nombre à extraire sur l'échelle U_2 et au trait final ou initial de la réglette sur U_1.

Exemple: $\sqrt{3249} = 57$. On déplace la réglette de façon à ce qu'en face du nombre 3249 sur l'échelle U_1 et sous le trait final de la réglette nous ayons les mêmes valeurs. Ce procédé n'offre pas de difficultés pour la détermination du nombre de chiffres. On procède d'après les règles données page 8.

Le carré s'obtient aussi en multipliant le nombre par soi-même.

Les cubes et racines cubiques aussi peuvent se calculer sans les échelles spéciales en faisant seulement usage des échelles U_1, O_1 et O_2. Cette méthode permet de repérer les résultats avec plus d'exactitude et est aussi utile pour acquérir la pratique nécessaire pour la détermination des racines et puissances de degré supérieur sans faire usage des échelles des puissances.

Exemple. $\sqrt[3]{19683} = 27$. Le nombre de chiffres entiers et l'unité dans laquelle il faut repérer se règlent selon les instructions que nous avons données page 9. On met le trait du curseur sur le nombre 19683 de la première unité logarithmique de l'échelle O_1 et on déplace la réglette de manière à ce que sous le trait du curseur sur O_2 et en face du trait final de U_2 sur U_1 apparaissent les mêmes valeurs.

Racine quatrième. En général on détermine des racines et puissances de degré supérieur avec l'échelle des puissances, laquelle offre quelques avantages en comparaison avec les échelles ordinaires; le procédé en est expliqué pages 13. Mais il est bien possible de déterminer des racines et des cubes du quatrième dégré à l'aide des échelles ordinaires comme nous allons le montrer dans les exemples suivants:

Exemple. $7^4 = 2401$. Le résultat s'obtient en déterminant le carré du nombre et le carré de ce carré. En faisant usage des échelles ordinaires de la règle on procède comme suit: On met le trait final de U_2 en face de 7 de U_1, le trait du curseur sur 7 de l'échelle U_2 et lit le résultat sous le même trait du curseur sur l'échelle O_1.

Exemple. Racine quatrième. $\sqrt[4]{0{,}03685} = 0{,}438$.

Pour déterminer le nombre de chiffres entiers, on procède comme pour les racines de degré inférieur, c'est à dire on divise le nombre en groupes de 4 chiffres pour des nombres entiers en partant de la droite vers la gauche et pour des fractions décimales à partir de la virgule vers la droite; dans le présent exemple donc 0,0368'5. Il s'en suit que le résultat doit avoir zéro chiffres entiers, parcequ'il n'y a pas un groupe complet de zéros. Du fait que le groupe déterminant est impair, il résulte qu'il faut repérer dans la première unité logarithmique. On procède donc comme suit pour ce problème: On met le trait du curseur au nombre 3685 de la première unité logarithmique de O_1 et glisse la réglette jusqu'à ce que les mêmes valeurs apparaissent sous le trait du curseur sur les échelles O_2 et U_1. Le même nombre doit se lire au trait final de O_2 sur O_1. Enfin on obtient deux chiffres identiques sous le trait du curseur sur U_2 et en face du trait final de U_2 sur U_1 et ces chiffres donnent la quatrième racine

www.reglasdecalculo.com

Nous donnons ce procédé pour le faire possible au calculateur qui ne s'est pas encore familiarisé parfaitement avec son instrument, de controller les résultats et d'éviter ainsi les erreurs. Il va sans dire que la quatrième racine et la quatrième puissance peuvent se déterminer aussi sans mouvement de la réglette en se servant du curseur seul. Ce procédé a seulement l'inconvenient de ne pas exclure des erreurs dans le placement dans la deuxième ou première unité de l'échelle U_1.

Cinquième Puissances et cinquième Racine.

Il est très facile de les déterminer avec les échelles ordinaires de la règle sans faire usage des échelles de puissances.

Exemple. Cinquième puissance. $7^5 = 16807$. En multipliant le carré par le cube, on obtient la cinquième puissance et le procédé est le suivant: On fait coïncider le trait final de l'échelle U_2 avec 7 de l'échelle U_1, met le trait du curseur sur 7 de l'échelle O_2, obtenant ainsi le cube de 7 sous le trait du curseur sur l'échelle $O_1 = 343$. Mettant ensuite le curseur sur cette valeur sur l'échelle O_2, nous obtenons avec cette position du curseur la cinquième puissance soit 16807. Le nombre de chiffres sera 5 d'après les règles que nous avons données page 9.

Exemple. Cinquième racine. $\sqrt[5]{59049} = 9$.

Pour extraire la cinquième racine, on la partage en groupes de 5 chiffres comme nous l'avons expliqué pour les autres degrés. Dans le présent exemple, le résultat n'aura qu'un chiffre entier, étant donné que le nombre n'a qu'un groupe de 5 chiffres. Le placement doit se faire dans la première unité logarithmique de O_1 vu que le groupe déterminant contient un nombre de chiffres impair. On met le trait du curseur sur le nombre correspondant de l'échelle O_1 et glisse la réglette jusqu'à ce que les valeurs suivantes s'obtiennent: Sous le trait du curseur sur O_2 même nombre que sur O_1 qui s'obtient si le nombre en coïncidence sur O_2 est le même que celui qui se lit en face du trait final de U_2 sur U_1.

Sixième puissance et sixième racine: Comme le carré du cube ou le cube du carré donnent la sixième puissance, il est très facile de se servir pour ces opérations des échelles ordinaires de la règle sans faire usage des échelles des puissances.

Exemple. $9^6 = 531441$.

On met le trait final de U_2 en face de 9 sur U_1 et le curseur sur 9 de O_2 obtenant ainsi le cube de $9 = 729$. Ensuite on glisse le curseur sur le même nombre 729 sur l'échelle U_1 et lit la sixième puissance sous le trait du curseur.

Exemple. Sixième racine. $\sqrt[6]{15625} = 5$.

On divise le nombre en groupes de 6 chiffres comme c'est indiqué pour les puissances de degré inférieur; dans notre exemple le résultat aura un chiffre entier, vu qu'il n'y a qu'un seul groupe. On repère dans la première unité logarithmique de O_1 et glisse la réglette de façon à ce que le même nombre s'obtient sous le trait du curseur sur l'échelle U_2 et sur O_1 au trait final de O_2.

La sixième racine se lit au trait final de U_2 sur U_1.

Les exemples que nous venons de donner sont une preuve suffissante de la capacité de nos instruments. Un calculateur habile trouvera de nombreux avantages pour ses calculs spéciaux et il n'aura pas à se repentir d'avoir sacrifié quelques heures pour se familiariser avec l'instrument. Aucun autre appareil lui offre les mêmes avantages à un prix si modeste, aucun autre dispositif peut s'employer dans toutes les circonstances soit au bureau, soit au chantier, en voyage, sans encombrer les poches.

Les Échelles de Puissances ou log. log.

Comme le montre le diagramme page 3 il y a au bord droit de la règle une échelle des puissances de 1,07 à 10000. Elle sert pour la détermination de puissances et racines de n'importe quel degré.

L'avantage de cette échelle réside en ce que les résultats s'obtiennent directement et que l'opération de l'élévation aux puissances est transformée dans

www.reglasdecalculo.com

une simple multiplication et celle de l'extraction des racines dans une simple division à l'aide d'échelles logarithmiques. Le procédé naturellement est plus simple qu'avec l'usage des échelles de mantisses, mais il faut repérer très exactement surtout dans les cas où il faut interpoler.

Exemple No. 1. Puissances. $1{,}57^{3,2} = 4{,}23$.

On met le trait d'index du curseur sur 1,57 de l'échelle des puissances, ensuite le trait initial de la réglette sous le trait de milieu du curseur. Ensuite on glisse le curseur sur 3,2 de l'échelle O_2 et lit le résultat sous le trait d'index du curseur sur l'échelle puissances.

Exemple No. 2. Puissances. $2{,}2^{7,3} = 318$.

Comme dans l'exemple précédent on met le trait d'index latéral sur 2,2 de l'échelle des puissances, et le trait initial de O_2 sous le trait de milieu du curseur et lit le résultat sur l'échelle des puissances après avoir mis le trait du curseur au nombre 7,3 de l'échelle O_2.

Exemple No. 3. Racines. $\sqrt[4,31]{580} = 4{,}38$.

On met le trait d'index latéral sur 580 de l'échelle des puissances, ensuite 4,31 de la première unité de O_2 sous le trait de milieu du curseur, ensuite on glisse le curseur au trait initial de O_2 et le résultat se lit sous le trait d'index sur l'échelle des puissances.

Exemple No. 4. Racines. $\sqrt[5,2]{67} = 2{,}245$.

On met le trait d'index au nombre 67 de l'échelle des puissances et 5,2 de l'échelle O_2 sous le trait de milieu du curseur. Après avoir glissé le trait du curseur sur le trait initial de O_2 on lit le résultat sous le trait d'index sur l'échelle des puissances.

Exemple No. 5. Exposants négatifs. $8{,}3^{-2,4} = 0{,}00625$.

Emploi de l'échelle des inverses. On repère 8,3 sur l'échelle des puissances avec le trait d'index et fait coïncider le trait initial avec le trait du milieu du curseur. Après avoir mis le trait du curseur sur 2,4 de O_2 sous le trait d'index on lit le chiffre 16 sur l'échelle des puissances, cette valeur se repère alors sur l'échelle U_1 avec le trait du curseur et sous le trait dans cette position on obtient le résultat sur l'échelle des inverses.

Exemple No. 6. Elévation aux puissances et extraction des racines combinées. $\sqrt[-3,4]{5{,}24^{7,3}} = 0{,}0286$. On met l'index latéral sur 5,24 de l'échelle des puissances et ensuite 34 de la première unité logarithmique de l'échelle O_2 sous le trait du milieu du curseur, ensuite on glisse le curseur sur 73 de la même échelle et unité et lit les chiffres 3 5 sur l'échelle des puissances sous le trait d'index. Après avoir mis le curseur au nombre 35 de l'échelle U_2 résultat se lit sur l'échelle des inverses comme 286 ou précisement comme 0,0286.

L'emploi des échelles V et U est expliqué pages 14 etc.

Marques et Constantes.

Sur les échelles O_1 et O_2 nous trouvons les marques suivantes:

$\pi = 3{,}14$ (3,14159...) pour les calculs des circonférences et surfaces du cercle.

$Cu = 572$ pour le minimum de conductibilité du cuivre à 15°.

$\left.\begin{matrix}736\\ \textit{Mot}\end{matrix}\right\}$ pour les calculs de KW et HP d'après le système métrique ou

$\left.\begin{matrix}746\\ \textit{Mot}\end{matrix}\right\}$ pour les mêmes calculs d'après le système anglais.

$Dyn =$ la valeur réciproque de 0,736 ou 0,746 selon le système métrique ou anglais.

Sur les échelles U_1 et U_2 nous avons les marques suivantes:

$c = \sqrt{\dfrac{4}{\pi}} = 1{,}128$ pour les surfaces des cercles.

$\pi = 3{,}14$ (3,14159) voir remarque ci-dessus.

"$\sqrt{\ }$" $= \sqrt{2g} = 4{,}43$ (4,429 447) pour les calculs kinetiques d'après le système métrique. D'après le système anglais la valeur de $\sqrt{2g}$ est 8,025. Cu et 736 ou 746 comme c'est mentionné pour les échelles O_1 et O_2.

www.reglasdecalculo.com

Les Echelles Trigonométriques au Dos de la Réglette.

Ces échelles s'emploient en combinaison avec l'échelle U_1 et les valeurs correspondantes peuvent se lire soit en tirant la réglette pour les sinus et les sinus et tangentes combinées des petits angles vers la droite ou pour les tangentes vers la gauche et en repérant des angles au trait d'index dans les échancrures et en lisant les valeurs correspondantes au trait initial ou final de l'échelle U_1 sur l'échelle U_2. On peut aussi retourner la réglette et obtient ainsi une table complete de toutes les valeurs trigonométriques. Nous donnons ici quelques exemples pour la lecture des valeurs trigonométriques avec la réglette retournée.

Trait du curseur sur échelle S	Lecture sur échelle U_1	Trait du curseur sur échelle T	Lecture sur échelle U_1	Trait du curseur échelle et petits angles	Lecture sur échelle U_1
6° 20′	0,1103	16° 20′	0,293	40′	0,0116
8° 50′	0,1536	17° 40′	0,318	50′	0,0145
10° 10′	0,1765	23° 30′	0,435	1° 0′	0,0174
13° 10′	0,228	24°	0,445	1° 30′	0,0262
22° 20′	0,38	38° 10′	0,786	3° 20′	0,0581
32° 10′	0,532	43° 20′	0,943	5° 10′	0,0900

Emploi des Échelles Spéciales de la Règle No. 37.

1) Quelle est la résistance ohmique w d'un conducteur en cuivre de $d = 3$ mm de diamètre et d'une longueur simple de $l = 250$ m?

$$w = c \times \frac{2l}{q} = \frac{1}{f} \times \frac{2l}{q} = \frac{1}{57{,}2} \times \frac{2 \times 250}{7{,}06} = \textbf{1,24 Ohms.}$$

$f = 57{,}2$ = conductibilité, $\frac{1}{f} = c = 0{,}0175$ = résistance spécifique en ohms.

Calcul au moyen de la règle. Opération: Avant tout, il faut trouver la section $q = 7{,}06$ qmm du conducteur, ce qui s'obtient, au moyen d'un seul déplacement de la réglette avec le repère »c« ou, avec le curseur à 3 traits, par un seul déplacement de ce curseur. Puis on amène le trait $q = 7{,}06$ qmm de l'échelle O_2 sous le trait 500 de l'échelle O_1 et on obtient, par ce seul mouvement, la résistance w sur l'échelle »V« au trait final de la réglette sur »V«.

2) Quelle est la perte de tension sur une ligne de $l = 600$ m de longueur simple, le conducteur ayant un diamètre de $d = 9$ mm (section $q = 63{,}62$ mm²) lorsque la densité du courant est de $J = 95$ ampères?

$$V = \frac{1}{f} \times \frac{2l \times J}{q} = \frac{1}{57{,}2} \times \frac{2 \times 600 \times 95}{63{,}62} = \textbf{31,4 Volts.}$$

Opération. Après avoir déterminé q en fonction de d, comme précédemment, on amène sous le trait $2 \times 600 = 1200$, de l'échelle O_1 le chiffre 63,62 de l'échelle O_2 et on trouve, en amenant le trait du curseur sur le trait 95 de O_2, et après un seul mouvement de la réglette, la perte $V = 31{,}4$ volts, sur l'échelle »V«.

3) Si la perte de tension doit être de 25 volts seulement, quelle doit être la section q de la ligne fonctionnant dans les conditions ci-dessus?

$$q = \frac{1}{f} \times \frac{2l \times J}{V} = \frac{1}{57{,}2} \times \frac{1200 \times 95}{25} = \textbf{79,7 mm}^2.$$

Au moyen de l'index »c« ou par déplacement du curseur, on trouve:

$d = \textbf{10,1 mm.}$

Opération. On note la position finale de la réglette de l'opération précédente, puis on amène le trait du curseur sur le trait 25 de l'échelle »V«, le trait 95 de l'échelle O_2 sous ce même trait du curseur et on lit sous le trait

www.reglasdecalculo.com

1200 de l'échelle O_1, sur l'échelle O_2 de la réglette, la section du conducteur q = 79,7 mm². L'opération n'exige qu'un seul déplacement de la réglette.

Remarque: Une méthode simple et pratique de calculer la section et le diamètre d'un fil, pour réduire une tension donnée à une autre également donnée est la suivante: On met le curseur sur la perte de tension de l'échelle »V« et le trait initial ou final de l'échelle O_2 sous le trait du curseur. En déplaçant le curseur sur la valeur de la perte de tension demandée sur l'échelle »V« on peut lire la section du fil sous le trait droit du curseur sur l'échelle U_1. Pour l'exemple No. 2 le procédé serait le suivant: On place le trait de milieu du curseur sur 314 de l'échelle »V«, puis le trait final de l'échelle O_2 sous le trait du curseur, ensuite le curseur sur 25 de l'échelle »V« après quoi on lira la section exigée sous le trait du curseur sur l'échelle O_2 = 79,7 mm² Le diamètre correspondant à cette section se détermine facilement sur l'échelle U_1 sous le trait droit du curseur. L'exemple nous montre qu'en employant le trait final pour le placement, le diamètre correspondant à la section peut se lire sans autre. Si nous avions fait emploi du trait de milieu, cela n'avait pas été le cas. Il se recommande de choisir pour tout placement toujours le trait qui permet d'exécuter le calcul sans transposer la réglette.

4) Un feeder de $l = 560$ m de longueur simple est soumis à une tension de $E = 480$ volts à une de ses extrémités, pour transmettre une puissance continue de $W = 70$ KW. Quelle section q doit avoir ce feeder pour que la perte sur la ligne p soit de 8%?

$$q = \frac{2l \times W}{f \times \frac{p}{100} \times E^2} = \frac{2 \times 560 \times 70000}{57{,}2 \times \frac{8}{100} \times 480^2} = \mathbf{74{,}74\ mm^2.}$$

Le repère »c« ou le déplacement du curseur, comme dans l'exemple 1, donne le diamètre $\boldsymbol{d = 9{,}7}$ ***mm.***

Opération. On place sous le trait $2l = 2 \times 560 = 1120$ de l'échelle O_1, le trait 8 de l'échelle O_2 et le trait du curseur sur le trait 70000 de l'échelle O_2. On amène ensuite sous ce même trait du curseur, le chiffre 480 de l'échelle U_2 et le trait du curseur sur le trait initial »1« ou »10« de l'échelle O_2. On lit alors sur l'échelle »V« la section du feeder $q = 74{,}4$ mm². Ce calcul exige, par suite, deux déplacements successifs de la réglette, mais il est inutile de procéder à aucune lecture intermédiaire.

Il va sans dire que ce problème peut se calculer aussi d'après un autre procédé, mais nous nous bornons d'indiquer pour chaque exemple la voie la plus simple et la plus directe. Vu que la section de fil se lit ici sur l'échelle »V«, le diamètre correspondant ne peut être lu directement, mais s'obtient néanmoins de la façon expliquée page 14 en multipliant les résultats obtenus sur l'échelle »V« simplement par 175. Ce résultat se lit sous le trait final de l'échelle O_2, ensuite on place le trait central de O_2 sous le trait du curseur et déplace ce dernier sur 175 de la deuxième unité logarithmique. Par cette opération la section du fil est transposée automatiquement de l'échelle »V« sur l'échelle O_1 et le diamètre peut se lire sur U_1 sous le trait droit du curseur d étant = 9,7 mm. La précision de ce résultat suffira pour tous les besoins de la pratique.

Pour les calculateurs qui préfèrent traiter le problème comme puissance de 10, nous indiquons la formule correspondante comme suit:

$$q = \frac{2 \times 5{,}6 \times 10^2 \times 7 \times 10^4}{5{,}7 \times 10^1 \times \frac{8}{10^2} \times (4{,}8 \times 10^2)^2} = \left(\frac{2 \times 5{,}6 \times 7}{5{,}7 \times 8 \times 4{,}8^2}\right) 10^3$$

$$q = 0{,}0744 \times 10^3 = 74{,}4\ mm^2$$

les puissances de 10 se calculant comme suit

$$\frac{10^2 \times 10^4}{10^1 \times \frac{1}{10^2} \times (10^2)^2} = \frac{10^6}{10^3} = 10^3$$

5) On admet que la perte sur la ligne de 3×3 fils dans un conducteur à haute tension est égale à $p = 6$%. La longueur simple de ce conducteur est de $l = 35$ km, la puissance à transmettre est de 2500 chevaux sous une

www.reglasdecalculo.com

tension de $E = 15000$ volts. Quelle doit être la section q du conducteur si le facteur de puissance $\cos\varphi = 0{,}85$?

$$q = \frac{1{,}75 \times l \times W}{p \times E^2 \times \cos^2\varphi} = \frac{1{,}75 \times 35\,000 \times 2500 \times 736}{6 \times 15\,000^2 \times 0{,}85^2} = 115{,}5 \ mm^2$$

ou, en exprimant les facteurs en fonction des puissances de 10,

$$q = \frac{1{,}75 \times 3{,}5 \times 10^4 \times 2{,}5 \times 10^3 \times 7{,}36 \times 10^2}{6 \times 1{,}5^2 \times 10^8 \times 0{,}85^2} = \frac{1{,}75 \times 3{,}5 \times 2{,}5 \times 7{,}36}{6 \times 1{,}5^2 \times 0{,}85^2} \times 10^1$$

$$q = 11{,}55 \times 10^1 = 115{,}5 \ mm^2.$$

La ligne se compose de 3 fils de 38,5 mm² ayant, par suite, un diamètre de $d = 7$ mm.

Opération. Remarquons tout d'abord que les positions de la réglette et du curseur sont les mêmes quelle que soit la façon d'écrire les facteurs, en fonction des puissances de 10 ou non. On amène le trait initial de la réglette sous le trait 7,36 de l'échelle O_1, puis le curseur sur le trait 2,5 de l'échelle O_2. On peut alors, si cela est intéressant à connaître, lire la puissance en watts $W = 1840\ KW$. On amène ensuite sous le trait du curseur le chiffre 6 de l'échelle O_2, puis le trait du curseur sur le trait 3,5 de l'échelle O_2. Puis, on place le chiffre 0,85 de l'échelle U_2 sous le trait du curseur et on ramène ce trait du curseur sur le trait initial »1« ou »10« de l'échelle O_2 supérieure de la réglette. Enfin, on amène sous ce même trait du curseur le chiffre 1,5 de l'échelle U_2 et le trait du curseur sur le trait initial »1« ou »10« de cette dernière. On lit alors le résultat final 115,5 sur l'échelle des »V«.

6) Si l'on conserve cette même section, quelle doit être la tension E pour que, les autres conditions restant les mêmes, les pertes sur la ligne soient réduites à $p = 4\%$?

$$E = \sqrt{\frac{1{,}75 \times l \times W}{q \times p \times \cos^2\varphi}} = \sqrt{\frac{1{,}75 \times 35\,000 \times 2500 \times 736}{115{,}5 \times 4 \times 0{,}85^2}}$$

$$\boldsymbol{E = 18\,390 \ Volts}$$

ou, en fonction des puissances de 10

$$E = \sqrt{\frac{1{,}75 \times 3{,}5 \times 10^4 \times 2{,}5 \times 10^3 \times 7{,}36 \times 10^2}{11{,}55 \times 10^1 \times 4 \times 0{,}85^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1{,}75 \times 3{,}5 \times 2{,}5 \times 7{,}36}{11{,}55 \times 4 \times 0{,}85^2} \times 10^8} = 1{,}839 \times 10^4 = 18\,390 \ \text{Volts}.$$

Opération. On amène le repère 57,2 de l'échelle O_2 sous le trait 3,5 de l'échelle O_1, puis le trait du curseur sur le trait 2,5 de l'échelle O_1, puis successivement, le trait 11,55 de O_2 sous le trait du curseur et ce dernier sur le chiffre 7,36 de l'échelle O_2, le trait 4 de l'échelle O_2 sous le trait du curseur, puis ce trait du curseur sur le trait initial ou moyen de la réglette et enfin le trait 0,85 de l'échelle U_2 sous ce trait du curseur. On peut alors lire le résultat au trait initial de U_2, sur l'échelle U_1. Comme le nombre sous le radical ne comporte qu'un seul chiffre à la première tranche, on doit lire ce résultat sous le trait initial de la réglette qui se trouve entre les limites de la première unité logarithmique de l'échelle.

Exemple No. 7. Une poulie de 0,8 m de diamètre fait 350 rotations par minute. Indiquer la vitesse périphérique *(P.V.)*

(a) en mètres par seconde
(b) „ pieds par seconde
(c) „ „ „ minute.

Par la multiplication des rotations par d (diamètre) et par $\frac{\pi}{60}$ nous obtenons la vitesse en mètres par seconde.

La multiplication de ce résultat par 3,048 nous donne la vitesse en pieds anglais par seconde.

Par la multiplication de la vitesse en pieds par seconde par 182,9, nous obtenons celle de pieds par minute. Voir les formules suivantes:

(a) $P.V. = \frac{\pi}{60} \times r \times d = \frac{\pi}{60} \times 350 \times 0{,}8 = 14{,}65$ m/sec.

www.reglasdecalculo.com

(b) $P.V. = \frac{\pi}{60} \times r \times d \times 3{,}048 = \frac{\pi}{60} \times 350 \times 8 \times 3{,}048 = 44{,}65$ pieds par seconde

(c) $P.V. = \frac{\pi}{60} \times r \times d \times 182{,}9 = \frac{\pi}{60} \times 350 \times 8 \times 182{,}9 = 2679$ pieds par minute.

Après avoir suivi attentivement les explications concernant les multiplications et divisions, l'exécution de ces exemples n'offrira pas les moindres difficultés.

Opération. Placer le trait du curseur sur le trait 350 de l'échelle U_1, amener sous ce trait le trait final de la réglette, puis le trait du curseur sur le trait 0,8 de l'échelle U_2. On lit alors directement en un seul déplacement de cette réglette, la vitesse périphérique sur l'échelle »U«.

8) Si le nombre de tours $n = 420$ par minute, quelle sera la tension de la courroie $T = 2P$, P étant l'effort tangentiel, en admettant que la puissance à transmettre est égale à $N = 27$ chevaux et que le diamètre de la poulie est de $D = 1{,}2$ m? Quelle largeur faut-il donner à la courroie si son épaisseur est de 6 mm, pour une tension unitaire du cuir à courroie de 12 kg/cm²? (Voir au dos de la règle).

$$P = \frac{N \times 75}{U} = \frac{N \times 75}{\frac{\pi}{60} \times n \times D} = \frac{27 \times 75}{\frac{\pi}{60} \times 420 \times 1{,}2} = \mathbf{76{,}7\ kg.}$$

Opération. On détermine, par le procédé ci-dessus et par un seul déplacement de la réglette, la vitesse périphérique »U«, en fonction du nombre de tours $n = 420$ et du diamètre $d = 1{,}2$ m et on fait passer sous le trait du curseur et sans lire la valeur de cette vitesse, le trait 75 de l'échelle U_2, puis on place le trait du curseur sur le trait 27 de l'échelle »U« et on lit sur l'échelle U_2 le résultat 76,7. Pour avoir ce dernier deux déplacements de la réglette suffisent.

On a donc: $T = 2P = \mathbf{153{,}4\ kg}$ tension de la courroie

$$q = \frac{T}{12} = \frac{153{,}4}{12} = \mathbf{12{,}8.\ cm^2}$$

et on en déduit la largeur $B = \frac{12{,}8}{0{,}6} = 21{,}4\ cm$ de la courroie et de celle-ci celle de la poulie:

$$b = 1{,}1\ B + 1 = 23{,}8 + 1 = \approx 25\ cm.$$

(Voir le tableau de la face dorsale de la règle.)

9) Quel diamètre faut-il donner à un arbre devant transmettre une puissance $N = 35$ chevaux, à une vitesse de $n = 950$ tours par minute?

Au dos de la règle on trouve la formule

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \text{ à } d = 12 \sqrt[4]{\frac{N}{n}};\ d = 16 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \text{ pour arbres d'induits.}$$

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{35}{950}} = 12 \sqrt[3]{0{,}036'85} = \mathbf{4\ cm} \text{ pour arbres ordinaires}$$

$$d = 16 \sqrt[3]{0{,}036'85};\ d = \mathbf{5{,}33\ cm} \text{ pour arbres d'induits.}$$

Opération. On détermine d'abord le rapport $\frac{N}{n} = \frac{35}{950} = 0{,}036'85$, dont la première tranche comporte 2 chiffres seulement. Pour en extraire la racine cubique, on marque avec le trait de l'index du curseur, entre les limites de la deuxième unité logarithmique de l'échelle des cubes, le chiffre 36,85 et on amène le trait initial de l'échelle de la réglette sous le trait du curseur, sans faire aucune lecture. Si alors on ramène le trait du curseur sur le trait 12 de l'échelle U_2, on lit sur l'échelle U_1, le résultat $d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$, et sans modifier la position de la réglette, sous le trait 16 de cette réglette, on lit de même le résultat $d = 16 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$ pour induits. Une fois le rapport $\frac{N}{n}$ déterminé, on obtient le résultat cherché par un seul déplacement de la réglette.

www.reglasdecalculo.com

D'autre part, on a

$$d = 12 \sqrt[4]{\frac{35}{950}} = 12 \sqrt[4]{0,0368'5} = \mathbf{5,25\ cm}$$

$$\text{soit } d = \mathbf{4,0 \text{ à } 5,25\ cm \approx 5\ cm.}$$

Opération. Le premier groupe de 4 chiffres du nombre sous le radical comprend 3 chiffres utiles, donc un nombre impair de ces chiffres. On amène le trait du curseur sur le trait 3685 de la première unité logarithmique de l'échelle O_1 et on cherche à déterminer au moyen du trait initial de la réglette, sur l'échelle U_1, un nombre tel que ce même nombre apparaisse aussi sous le trait du curseur, sur l'échelle U_2. Lorsqu'on a trouvé cette position, on multiplie le nombre correspondant, sans le lire, par 12, chose souvent possible sans autre déplacement de la réglette, notamment dans le cas où le trait 12 de l'échelle inférieure de la réglette ne tombe pas en dehors des limites de la règle.

10) Quel doit être l'écartement des poteaux a, pour la suspension d'un fil de cuivre $d = 7$ mm de diamètre, si la flèche $f = 0{,}5$ m et si la tension admise ne doit pas être supérieure à $k = 500$ kg/cm²? (Voir le tableau au dos de la règle.)

$$S = \frac{g \times a^2}{8f}; \quad a = \sqrt{\frac{8\,f\,S}{g}}.$$

Opération. On a $S = q \times k = 0{,}385 \times 500 = \mathbf{193\ kg.}$

$$g = \frac{q}{100} \times 10 \times \gamma = \frac{0{,}385}{100} \times 10 \times 8{,}9 = \mathbf{0{,}342\ kg} \textit{ par m.}$$

On trouve ces deux résultats par un seul déplacement de la réglette, en amenant le trait droit du curseur sur le trait 7 de l'échelle U_1 et, en faisant passer le trait final sous le trait de milieu du curseur. On lit alors, sans plus, la tension du fil sous le trait 500 et sans changer la position de la réglette, le poids g au trait 8,9 de l'échelle O_2 sur l'échelle O_1.

$$a = \sqrt{\frac{8 \times 0{,}5 \times 193}{0{,}342}} = \sqrt{\frac{4 \times 193}{0{,}342}} = \mathbf{47{,}5\ m.}$$

On place ensuite le trait du curseur sur le chiffre 193 de l'échelle O_1, on amène le trait 0,342 de l'échelle O_2 sous ce trait du curseur et on ramène ce dernier trait au-dessus du trait 4 ou 40 de l'échelle O_2. Sous le trait du curseur, on lit alors, sur l'échelle inférieure de la règle, le résultat $a = 47{,}5$. Comme la première tranche de chiffres du nombre sous le radical en comprend deux seulement, on lira ce résultat sous celui des nombres 4 ou 40 qui se trouvera entre les limites de la 2e unité logarithmique de l'échelle supérieure de la règle. Le résultat final est donc obtenu par un seul déplacement de la réglette quand on connait les deux valeurs S et g.

11) Quelle sera, dans les mêmes conditions, la flèche f du fil, si l'écartement entre les mats $a = 35$ m?

$$f = \frac{g \times a^2}{8 \times S} = \frac{0{,}342 \times 35^2}{8 \times 193} = \mathbf{0{,}271\ m.}$$

Opération. On place le trait du curseur sur le trait 35 de l'échelle U_1, on amène le trait 8 de l'échelle O_2 sous le trait du curseur, puis ce dernier trait sur le trait 0,342 de l'échelle O_2 et on ramène le trait 193 de l'échelle supérieure de la réglette sous le trait du curseur. On lit alors au trait final, le résultat 0,271 sur l'échelle O_1.

12) Quelle serait la tension unitaire dans le fil qui, dans les mêmes conditions, aurait une flèche $f = 0{,}3$ m?

$$S = \frac{g\ a^2}{8\,f}$$

$$k = \frac{S}{q} = \frac{g \times a^2}{8\,f \times q} = \frac{\frac{q}{100} \times 10 \times 8{,}9 \times 35^2}{8 \times 0{,}3 \times q}$$

$$k = \frac{0{,}89 \times 35^2}{8 \times 0{,}3} = \frac{0{,}89 \times 35^2}{2{,}4} = \mathbf{455\ kg/cm\ .}$$

Opération. On place le trait du curseur sur le trait 35 de l'échelle U_1, on amène sous ce trait du curseur le trait 2,4 de l'échelle O_2 de la réglette, puis le trait du curseur sur le trait 0,89 de l'échelle O_2, après quoi on peut lire le résultat k; l'opération ne nécessite qu'un seul déplacement de la réglette.

www.reglasdecalculo.com

Ces quelques exemples bien qu'incomplets montrent la multiplicité des emplois auxquels se prête la règle à calcul »Electro No. 87«. La même règle également permet la solution d'un très grand nombre d'autres problèmes techniques importants auxquels se rapportent les formules données dans le tableau du dos de la règle.

13) *Rendements.* Pour faciliter et accélérer les calculs de rendements des dynamos et des moteurs électriques, on a inscrit sur l'échelle supérieure de la règle PS, la marque »*Dyn*« = 1,359 et sur l'échelle supérieure de la réglette *KW*, le repère »*Mot*« = 736. En utilisant le repère »*Dyn*«, l'échelle *KW* devient immédiatement une échelle de rendements pour les dynamos et si l'on lit sur l'échelle *PS* au trait correspondant au repère »*Mot*«, de l'échelle *KW*, cette échelle *KW* devient l'échelle des rendements des moteurs.

Exemple. Une turbine actionnant une dynamo développe 122 chevaux; la dynamo donne 83 *KW*. Quel est le rendement du groupe électrogène?

Opération. Conformément aux indications des échelles, on place le chiffre 83 de l'échelle des *KW* de la réglette sous le chiffre 122 de l'échelle *PS* de la règle après quoi on lit, directement au droit de la marque »*Dyn*«, le rendement $\eta = 0{,}924 = 92{,}4\,\%$

On peut, en amenant deux traits des échelles *KW* et *PS* dans la position correspondante à un rendement quelconque, trouver, sans déranger la réglette, toutes les valeurs conjuguées de *KW* et de *PS* qui donnent ce rendement.

Exemple. Le rendement d'une dynamo est de 0,895, à quelles valeurs de *KW* et de *PS* correspond ce rendement?

On place la marque »*Dyn*« au droit du trait 895 de l'échelle et on lit
$$\left.\begin{cases} PS = 100 & 45 & 22 & 137 \text{ etc.} \\ \sim & \sim & \sim & \sim \\ KW = 65{,}8 & 29{,}6 & 14{,}5 & 90 \text{ etc.} \end{cases}\right\} \text{pour } \eta = 0{,}895.$$

Exemple. Une ligne de transport délivre une puissance de *70 KW* à un moteur qui développe 91 chevaux. Quel est le rendement η?

Opération. Conformément aux indications des échelles, on place le trait 91 de l'échelle *PS* de la règle sur le trait 70 de l'échelle *KW* de la réglette et on lit, sans plus, au trait »*Mot*« le rendement du moteur sur l'échelle *PS*, $\eta = 0{,}957 = 95{,}7\,\%$.

Ici encore, on peut, comme tout à l'heure, trouver pour un même rendement les diverses consommations et productions d'énergie correspondantes à ce rendement.

Exemple. Le rendement d'un moteur est de 86,9 %, quelles sont les valeurs correspondantes de *PS* et de *KW* qui donnent ce rendement?

Opération. On amène le repère »*Mot*« sous le trait 869 de l'échelle *PS* et on lit
$$\left.\begin{cases} PS = 9{,}44 & 11{,}8 & 31{,}9 & 86{,}2 & 173{,}5 \text{ etc.} \\ \sim & \sim & \sim & \sim & \sim \\ KW = 8 & 10 & 27 & 73 & 147 \text{ etc.} \end{cases}\right\} \text{für } \eta = 0{,}869$$

Ces exemples montrent clairement avec quelle facilité, les problèmes ci-dessus peuvent être résolus sans les échelles spéciales que l'on retrouve sur toutes les autres règles à calcul, avec la nouvelle règle à calcul »Electro No. 87«.

Pour les rendements très élevés que l'on désire connaître très exactement, il vaut mieux avoir recours au procédé suivant:

Soit *V* la perte en watts occasionné par la transmission d'une puissance *P*. Le rendement de la machine est alors donné par la formule

$$\eta\,\% = \frac{P-V}{P} \times 100 = 100 - \frac{V}{P} \times 100.$$

Le rapport $\frac{V}{P}$ s'obtient très exactement avec la règle, parce que *V* est toujours très petit par rapport à *P*.

Exemple. Une dynamo ou un moteur absorbent une puissance effective de $P = 105000$ watts ou 105 *KW* et la perte correspondante est $V = 1210$ watts ou 1,21 *KW*. Quel est le rendement?

$$\eta\,\% = 100 - \frac{1{,}21}{105} \times 100 = 100 - 0{,}01152 \times 100 = \mathbf{98{,}848}\,\%.$$

Une telle précision ne pourrait être obtenue directement avec les repères »*Dyn*« et »*Mot*« on n'obtient cela qu'en répartissant en divisions séparées.

www.reglasdecalculo.com