

INSTRUCTIONS POUR L'EMPLOI DE

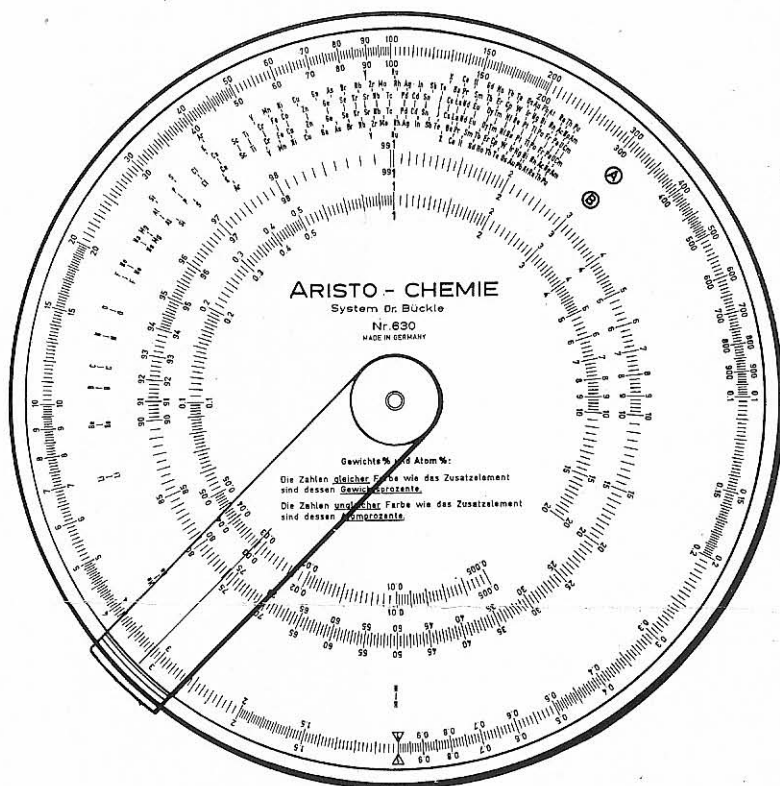


CHIMIE

630

DENNERT & PAPE · *ARISTO* -WERKE · HAMBURG

Disque à calculer ARISTO-CHIMIE 630



Le disque à calculer ARISTO-Chimie fait ses preuves pour tous les calculs avec poids atomiques et moléculaires. Tandis que toutes les règles spéciales pour chimistes connues jusqu'ici ne présentent que des repères spéciaux pour poids atomiques et moléculaires, le disque à calculer ARISTO-Chimie donne les poids atomiques pour tous les éléments, rend possible les calculs avec poids atomiques, la lecture de rapports de poids atomiques et moléculaires de deux substances et facilite la transformation délicate de pourcentages atomiques ou moléculaires en pourcentages pondéraux.

Le disque à calculer ARISTO-Chimie se compose de deux disques à graduations identiques, soit un disque fixe de base (gravé en noir et désigné par (A) ) et un disque tournant (gravé en rouge et désigné par (B) ).

Les échelles circulaires extérieures forment deux échelles logarithmiques identiques chiffrées de 0,1 à 1000 avec lesquelles il est possible de faire toutes les multiplications et divisions, mais qui représentent en même temps des échelles de poids atomiques pour les éléments indiqués dans l'anneau suivant. Dans cet anneau, les éléments sont gravés sous forme de repères dans l'ordre de leurs poids atomiques et désignés par leurs symboles (échelle des éléments), si bien qu'en amenant le curseur rotatif sur le repère d'un élément, son poids atomique apparaît sur l'échelle extérieure sous le trait du curseur.

Les deux anneaux intérieurs représentent les échelles des pourcentages, permettant, en liaison avec les échelles des éléments, d'effectuer la transformation % at.  $\leftrightarrow$  % en poids.

### 1. Table des poids atomiques

Pour lire le poids atomique d'un élément il suffit d'amener le trait de l'index rotatif sur le trait repère noir ou rouge de l'élément en question, le poids atomique sera alors lu sur l'échelle extérieure de même couleur sous le trait de l'index tournant.

### 2. Rapport de poids atomiques

Pour établir le rapport des poids atomiques de deux éléments X et Y, les repères de ces deux éléments seront placés l'un en face de l'autre en faisant tourner le disque transparent. Ainsi les poids atomiques de ces éléments sont l'un en face de l'autre sur les échelles logarithmiques extérieures.

Sous forme de rapport le problème s'écrit:

$$\frac{X}{Y} = \frac{?}{\triangle} = \frac{\triangle}{?}$$

On reconnaît aussitôt une règle simple pour le choix des couleurs: pour l'établissement d'un rapport  $X : Y$ , le résultat apparaît sur l'échelle ayant la même couleur que celle du repère X, en face du repère triangulaire  $\triangle$  ayant la même couleur que Y.

Il est indifférent que l'élément X soit lu sur le disque (A) et l'élément Y sur le disque (B) ou que les disques soient permutés pour la lecture des éléments.

Tous les rapports de poids atomiques supérieurs à 0,1 seront directement lus avec la position correcte de la virgule. Pour des valeurs inférieures à 0,1 le résultat est de 4 décimales trop grand car l'échelle circulaire représente un anneau fermé comprenant 4 puissances du système décimal.

#### Exemple 1: Rapport des poids atomiques des éléments Na et Cl

En opposant le repère de Na, lu sur l'échelle noire, à celui de Cl, lu sur l'échelle rouge, le rapport Na : Cl apparaît sur l'échelle extérieure noire en face du repère triangulaire rouge  $\triangle$ .

On lit Na : Cl = 0,648. Avec la même disposition des échelles on peut lire le rapport Cl : Na = 1,542 sur l'échelle extérieure rouge en face du repère triangulaire noir.

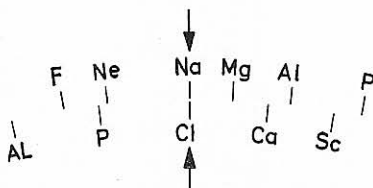


Fig. 2



Fig. 3

Exemple 2: Le rapport des poids atomiques C (12) : U (238) n'est naturellement pas 504 comme on le lit directement mais 0,0504; par contre, le rapport U : C apparaît directement avec la position exacte de la virgule 19,83.

### 3. Rapport de poids moléculaires

Le mode de calcul est tout-à-fait analogue à celui indiqué pour la détermination de rapports de poids atomiques, seulement on oppose l'un à l'autre les poids moléculaires avec les échelles extérieures. En passant le raccord des échelles circulaires (0,1/1000) il faut tenir compte du déplacement de la virgule de 4 décimales. Un calcul approché évite toute erreur de lecture.

Exemple: on cherche le rapport des poids moléculaires de  $Al_2O_3$  et  $SiO_2$ . Les poids atomiques de O, Al et Si se lisent sur la "table des poids atomiques" comme décrit sous 1, on a 16, 26,9 et 28,1. Ce qui donne comme poids moléculaires 101,8 pour  $Al_2O_3$  et 60,1 pour  $SiO_2$ . Ces nombres sont placés l'un en face de l'autre sur les échelles extérieures; en face du repère triangulaire on lit :  $Al_2O_3 : SiO_2 = 1,692$  ou  $SiO_2 : Al_2O_3 = 0,592$ .

### 4. Transformation de % At. ou % Mol en % poids et inversement dans le cas d'un système binaire

Les composantes peuvent être soit 2 éléments (système binaire, p.ex. Fe-C), ou deux combinaisons (système quasibinaire, p.ex.  $Al_2O_3-SiO_2$ ).

a) Système binaire (les deux composantes sont deux éléments)

Comme la somme des pourcentages des deux composantes d'un système binaire est toujours égale à 100, il suffit de considérer la transformation d'un des deux éléments. Cet élément sera désigné par élément d'addition.

La disposition de base des disques est la même que celle décrite sous 2 : les deux éléments sont placés l'un en face de l'autre sur

les échelles des éléments. Sur les échelles intérieures ("échelles des pourcentages"), tous les pourcentages atomiques se trouvent maintenant face aux pourcentages pondéraux correspondants. Les nombres ayant la même couleur que celle de l'élément d'addition sont toujours ses pourcentages pondéraux, les nombres de couleur opposée, ses pourcentages atomiques. Ainsi avec cette disposition unique il sera donc possible de lire directement toutes les concentrations en pour-cents d'un système donné de deux éléments.

Les deux échelles pour-cents situées près du centre sont une reproduction de l'autre paire d'échelles extérieure, cependant elles sont un prolongement de celles-ci vers des petites teneurs en-dessous de 1% jusqu'à 0,005%.

Comme la "règle des couleurs" citée ci-dessus est valable dans tous les cas, non seulement le choix du disque pour l'élément d'addition est sans importance mais aussi le choix de l'élément d'addition parmi les deux éléments importe peu; on emploie l'expression "élément d'addition" uniquement pour formuler la "règle des couleurs" en termes simples. Il en découle donc ce qui suit:

Pour un système binaire donné, une seule disposition de base, avec un choix quelconque des couleurs, suffit toujours pour lire directement la transformation dans tout le domaine des échelles de 0,005% à 99,995%, et ceci, quoique les pourcentages supérieurs à 99% ne soient pas enregistrés sur le disque. Si l'on a besoin de ces hautes teneurs on considère tout simplement l'autre élément comme "élément d'addition" dont la teneur comme complément à 100. va de 1% à 0,005%.

Il est vrai qu'il faut faire attention aux transgressions des échelles qui, cependant, ne se présentent que dans les cas extrêmes et qui, dans la pratique, sont très facilement reconnaissables, d'autant plus qu'elles sont marquées volontairement par des interruptions dans les échelles. Il est avantageux de s'habituer à une certaine règle de travail, par exemple de lire toujours, pour autant que ce soit possible, les petites teneurs sur l'échelle intérieure, de prendre toujours, l'élément d'addition sur le disque (A), etc. ...

Exemple Fe-C: Il est dans ce cas plus raisonnable de choisir C comme élément d'addition car dans la pratique les teneurs maximum que l'on rencontre en C ne dépassent pas en poids 6,7% de C. On place C et Fe l'un en face de l'autre. Si l'on prend C sur l'échelle noire, sur les échelles intérieures d'après la règle des couleurs les nombres noirs sont les pourcentages pondéraux de C et les rouges ses pourcentages atomiques.

Sur la paire d'échelles circulaires la plus au centre on a les unes en face des autres - pour ne citer que quelques valeurs - :

0,0466% At C (rouge) = 0,01 % en poids C (noir)

0,1 % At C (rouge) = 0,0215% en poids C (noir)

20,0 % At C (rouge) = 5,1 % en poids C (noir)

Les teneurs supérieures à 20% At. de C se trouvent sur l'anneau extérieur des échelles des pourcentages. Par exemple, pour le carbure  $\text{Fe}_3\text{C}$  avec 25% At. de C on lit 6,68% en poids.

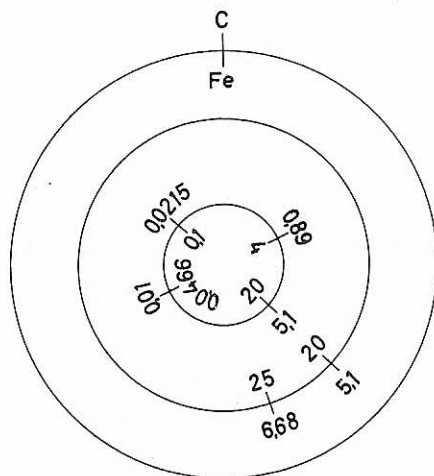


Fig. 4

Si, restant sur les échelles extérieures, on passe de la valeur précédemment citée 25% At. de C (rouge) vers les valeurs plus petites, on reconnaît entre 5 et 4% At. de C (rouge) le début d'une transgression inadmissible. Alors que 5% At. de C peut être correctement lu sur le cercle intérieur et extérieur, il est clair que 4% At. de C ne correspond pas à 98,89% en poids de C comme on lit sur le cercle extérieur mais à 0,89% en poids de C comme on le lira correctement sur le cercle intérieur.

Les teneurs inférieures à 0,005% en poids de C ( $\approx 0,0232\%$  At. de C) ne peuvent plus être lues directement. Mais dans cette région les valeurs atomiques sont en très bonne approximation proportionnelles aux teneurs en poids, de telle sorte que l'on peut considérer les valeurs 10 ou 100 fois plus grandes et le résultat est alors à diviser par 10 ou 100. On a donc de façon analogue aux exemples ci-dessus: 0,001% en poids de C = 0,00466% At. de C ou 0,001% At. de C = 0,000215% en poids de C.

b) Système quasibinaire (au moins une composante est une combinaison)

Le maniement du disque à calculer est entièrement semblable au cas décrit précédemment avec la différence qu'au lieu des poids atomiques interviennent les poids moléculaires. Disposition de départ sur les échelles extérieures. Sur les échelles des pour-cents, les pourcentages moléculaires et les pourcentages pondéraux sont les uns en face des autres. Là aussi, la règle des couleurs est valable en toutes circonstances.

Exemple: On cherche les rapports en poids des composantes de la mullite de formule  $(3. \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2. \text{SiO}_2)$ . Les composantes sont

$Al_2O_3$  (60% At.) et  $SiO_2$  (40% At.), de poids moléculaires 101,8 et 60,1. Considérant  $Al_2O_3$  comme composante d'addition, on trouve 71,7% en poids de  $Al_2O_3$  et prenant  $SiO_2$  comme composante d'addition, on lit 28,3% en poids de  $SiO_2$ .

Contrôle: la somme des teneurs est égale à 100.

## 5. Système ternaire

On sait que, par principe, la transformation dans les systèmes avec plus de deux composantes ne peut plus être résolue avec une seule position de base à moins que l'on emploie une table de calculs avec une composante mobile supplémentaire.

Cependant la transformation peut être notablement simplifiée à l'aide du présent disque calculateur, comme nous allons l'expliquer avec l'exemple du système ternaire.

Aux trois composantes de poids atomiques ou moléculaires A, B, C, correspondent les pourcentages pondéraux a, b, c, et les pourcentages atomiques ou moléculaires  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . La relation entre % en poids et % At. peut s'écrire:

$$\frac{a}{100 - a} = \frac{A}{B} \cdot \frac{\alpha}{\beta + C/B \cdot \gamma}$$

(resp.  $\frac{\alpha}{100 - \alpha} = \frac{B}{A} \cdot \frac{a}{b + B/C \cdot c}$  )

Les équations pour b et c s'obtiennent par permutation circulaire.

On fait remarquer que le disque à calculer est construit de telle sorte que les valeurs x et  $x/(100-x)$  se trouvent sur le même rayon, à savoir: x sur les échelles des pourcentages,  $x/(100-x)$  sur les échelles extérieures. Si donc la valeur du côté droit de l'équation ci-dessus est connue, il suffit de placer le trait du curseur tournant sur cette valeur, lue sur l'anneau extérieur, pour pouvoir lire directement la valeur de x sous le trait du curseur, sur l'échelle des pourcentages de même couleur.

Pour le calcul de la valeur du côté droit de l'équation, on combine l'établissement des rapports des poids atomiques avec le calcul des produits et quotients, en utilisant les échelles extérieures comme règle à calculer.

Exemple: On cherche les pourcentages pondéraux des composants de la combinaison ternaire  $Fe-Si_2Al_4$ . Les pourcentages atomiques des composants sont donnés par la formule de la combinaison:  $\alpha = 14,29\%$  At. de Fe;  $\beta = 28,57\%$  At. de Si;  $\gamma = 57,14\%$  At. d'Al. On calculera a (% de Fe en poids) d'après l'équation ci-dessus.

Mettre l'un en face de l'autre les éléments Al ("C") et Si ("B") respectivement sur les échelles noires et rouges.

Sur l'échelle extérieure noire lire le résultat intermédiaire  $C/B \cdot \gamma = 55,0$  en face de la valeur rouge  $\gamma = 57,14$ . En ajoutant  $\beta = 28,57$  on a  $\beta + C/B \cdot \gamma = 83,57$ . Calculer le quotient  $14,29 : 83,57$  avec les échelles extérieures et laisser sans le bouger l'index tournant sur le résultat (en face du repère triangulaire rouge); ce résultat intermédiaire n'a pas besoin d'être relevé.

Placer les éléments Fe ("A") lu sur l'échelle rouge et Si ("B") lu sur l'échelle noire l'un en face de l'autre et lire le résultat final  $a = 25,4\%$  en poids de Fe sous le trait du curseur sur l'échelle rouge des pourcentages. De la même façon on trouve  $b = 25,5\%$  en poids de Si et  $c = 49,1\%$  en poids d'Al ( $a + b + c = 100$ ).

Il est bien évident que l'exemple décrit ci-dessus permet d'autres variantes. Le calcul pour systèmes avec plus de trois composantes n'est pas essentiellement plus compliqué. Pour chaque composante supplémentaire il est nécessaire de faire une lecture supplémentaire, car le dénominateur du côté droit de l'équation de transformation comprend alors un terme supplémentaire ayant la forme  $D/B \cdot \delta$ .