RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

# BREVET D'INVENTION.

**XII. — Instruments de précision, électricité.**

3. — Poids et mesures, instruments de mathématiques, compteurs et procédés d'essai.

N° 516.480

## Calculateur.

MM. Jules ARNAULT et Louis PAINEAU résidant en France (Vienne).

**Demandé le 5 avril 1919, à $14^h$ $51^m$, à Paris.**

Délivré le 6 décembre 1920. — Publié le 19 avril 1921.

Cette invention a pour objet un calculateur à l'aide duquel les additions, soustractions, multiplications, divisions, racines carrées, racines cubiques et d'autres calculs encore peuvent être faits aisément et rapidement.

Pour que l'invention soit bien comprise, il est annexé au présent mémoire, et seulement pour la démonstration, un dessin dans lequel le calculateur est montré, par la fig. 1, en plan et sur lequel sont portées diverses figures auxiliaires de démonstration.

*Addition.* — En ce qui concerne l'addition, l'appareil est établi d'après cette observation :

Si on considère (fig. 2) sur une ligne indéfinie X-Y, une distance A-B, divisée en dix parties égales et graduée de droite à gauche selon la suite naturelle des chiffres, c'est-à-dire 1, 2, 3, 4, 5, etc., et, glissant contre cette partie de ligne A-B, une autre partie de ligne A'-B', portant les mêmes grandeurs de divisions et les mêmes chiffres, mais dont la graduation va de gauche à droite :

Lorsque, par exemple, le o de A-B coïncide avec le 9 de A'-B', on s'aperçoit ainsi que le o de A-B ou de A'-B' indique la somme de l'addition de tous les chiffres superposés deux à deux.

En effet, dans le prolongement de 1 se trouve 8 et, puisque les deux lignes A-B et A'-B' sont divisées en parties égales, chaque division peut servir d'unité, on a donc sur A-B de o à 1 : une unité, et sur A'-B' de o à 8 : huit unités, donc au-dessus du o de A B, on a bien neuf unités de A'-B', de même au-dessus du o de A'-B', on a neuf unités de A-B.

Cette démonstration se répète pour 2 et 7, 3 et 6, 5 et 4, etc.

Or, toute ligne droite définie pouvant être mise sous forme de circonférence, si on suppose que les distances A-B, A'-B' sont portées sur deux circonférences de même diamètre, la première graduée de gauche à droite et la deuxième tournant contre la première mais graduée de droite à gauche, et chacune divisée en mille parties égales (voir les circonférences extérieures du calculateur de la fig. 1), on obtient l'addition par le même principe que sur les lignes A-B, A'-B'.

Pour plus de facilité de lecture, le o de la circonférence correspondante à la ligne A-B est remplacé par une flèche *a* très visible, qui indique immédiatement le résultat de l'addition.

Il faut remarquer que l'addition des graduations des deux circonférences peut être continuée pour des quantités supérieures à 1000, car passé ce nombre, la flèche *a* indique les unités, dizaines et centaines s'ajoutant à 1000.

Chaque chiffre de 1 à 1 000 pouvant s'additionner avec tous les chiffres de 1 à 1000, le calculateur donne donc 1.000.000 d'additions.

La première graduation de l'addition, c'est-à-dire celle de gauche à droite, est portée sur la partie fixe du calculateur.

La deuxième graduation de l'addition, c'est-à-dire celle de droite à gauche, est portée sur le premier disque mobile *b* du calculateur.

En un mot, pour faire une addition de deux nombres à l'aide du calculateur, on les place l'un sous l'autre et on lit le résultat en regard de la flèche *a*.

*Soustraction.* — Pour la soustraction, si on veut bien se reporter au graphique du calculateur, on remarquera que les mêmes graduations servent en même temps pour l'addition et la soustraction.

La flèche *a*, employée pour l'addition, indique les résultats de la soustraction. Mais les graduations numériques des parties fixe et mobile sont toutes deux dans le même ordre, de gauche à droite.

La fig. 3 donne la disposition théorique des graduations pour la soustraction.

Sur le calculateur, le premier disque mobile *b* a sa graduation extérieure comportant la numération dont il a été parlé pour l'addition et une deuxième numération d'ordre inverse à la première, c'est-à-dire de même ordre que celle qui est inscrite sur la partie fixe de l'appareil. Donc, pour la soustraction à l'aide de ce dernier, on place le nombre à retrancher de la deuxième numération du premier disque mobile sous celui de la numération de la partie fixe du calculateur et le résultat est indiqué simultanément par les flèches *a* et *c*.

*Multiplication.* — Si on considère une échelle A-B (fig. 4) graduée de droite à gauche depuis 1 jusqu'à 10 de divisions inégales et dont les longueurs A-2, A-3, A-4, etc., A-10 sont comptées depuis le point A proportionnellement aux logarithmes des nombres 2, 3, 4 . . . 10 indiqués par les points de divisions, on peut dire, pour plus de simplicité, que ces longueurs représentent les logarithmes des nombres 2, 3, 4, 5 . . . 10.

Dans le calculateur, la ligne A-B de la fig. 4 est mise sous forme de circonférence tracée sur le premier disque mobile *b* au diamètre extérieur du deuxième disque mobile *d*.

Le point 1 de cette circonférence est le point de départ de la graduation de droite à gauche de la ligne A-B de la fig. 4.

Les points marqués 1, 2, 3, 4, etc., forment les divisions principales de la circonférence ou divisions du premier ordre.

Chacune des divisions principales est, à son tour, divisée en dix parties, appelées divisions du second ordre.

Chacune des divisions du second ordre est elle-même divisée en parties appelées divisions du troisième ordre.

Enfin, les divisions du troisième ordre comprises entre 1 et 2 sont elles-mêmes divisées en deux unités du quatrième ordre.

Les divisions du second ordre représentent des unités dix fois plus petites que celles représentées par les divisions principales. Chaque unité du troisième ordre comprise entre 1 et 2, 2 et 3, 3 et 4, représente une unité dix fois plus petite qu'une unité du second ordre.

Chaque unité du troisième ordre comprise entre 4 et 5, 5 et 6 . . . 9 et 10 représente cinq unités dix fois plus petites qu'une unité du deuxième ordre.

Chaque unité du quatrième ordre comprise entre 1 et 2 représente cinq unités dix fois plus petites qu'une unité du troisième ordre.

De sorte que : entre 1 et 2, on peut lire les nombres : 1; 1,005; 1,01; 1,015; 1,02, etc. . .; 1,090; 1,095; 1,100; 1,105; 1,110; 1,115 et. . . 1,995; 2.

Entre 2 et 4, on lira :

2; 2,01; 2,02; 2,03 et. . . 2,1.
2,11; 2,12; 2,13 . . . jusqu'à 4.

Puis, entre 4 et 10, on pourra lire :

4,05; 4,1; 4,15; 4,2; 4,25 . . . 10.

Comme les nombres dix fois, cent fois plus grands ou plus petits ont la même partie décimale à leurs logarithmes, on pourra lire non seulement les nombres ci-dessus, mais leurs dérivés décimaux, multiples ou sous-multiples, obtenus en multipliant ou en divisant les nombres précédents par 10, 100, 1000.

Le deuxième disque mobile *d* porte une graduation identique à celle du premier disque mobile, mais cette graduation est de gauche à droite du point 1.

Sur ce deuxième disque mobile, se trouve une deuxième graduation; les divisions proportionnelles au rayon de la circonférence sur laquelle elles sont tracées, sont doubles de la graduation déjà existante; c'est-à-dire qu'au 4 de la première graduation du même disque *d*, correspond le 2 de la deuxième graduation; au 9 de la première, correspond le 3 de la deuxième; au 1,6, c'est-à-dire au 16 de la première, correspond 4.

On voit ainsi que, pour une numération de 1 à 10, il faut procéder à une graduation de chaque côté de la circonférence.

Il résulte de ceci que les nombres qui correspondent à un point non marqué, tombant par conséquent, entre deux divisions, doivent être évalués approximativement à vue.

Pour faire le produit de deux nombres $m$ et $n$, on met la division correspondante au nombre $n$ lu sur la première graduation du deuxième disque mobile, dans le prolongement de la division correspondante au nombre $m$ lu sur la deuxième graduation du premier disque mobile, et le nombre $x$, dont le point de division est dans le prolongement de la flèche $e$ (celle-ci étant à l'emplacement du chiffre 1 sur la deuxième graduation du premier disque mobile) est égal au produit $mn$.

La position théorique est indiquée par la fig. 5.

On peut voir que les distances $1$-$m$ et $1$-$n$ s'ajoutent, la figure donne :

$$\log. x = \log. m + \log. n = \log. mn$$

d'où $x = mn$.

Le dernier chiffre d'un nombre qui correspond à un point non marqué est souvent le dernier chiffre de la multiplication des chiffres de droite des deux nombres donnés.

Exemple : $46 \times 59$.

Pour le produit de ces deux nombres, le prolongement de la flèche $e$ sera entre 2710 et 2720, mais l'on sait que dans $46 \times 59$ l'on a $6 \times 9 = 54$, nombre qui se termine par un 4.

Le produit de 46 par 59 sera donc 2714.

*Division.* — Soit à calculer le quotient $\frac{m}{n}$.

On peut écrire $x = \frac{m}{n}$, d'où $m = nx$; $m$ étant le produit de $n$ par $x$, on appliquera donc la règle suivante :

Pour trouver le quotient de $m$ par $n$, on met la flèche $e$ dans le prolongement de $m$ et le nombre $x$, dont le point de division est dans le prolongement de la division correspondante ou nombre $n$, est le quotient cherché.

En effet, d'après ce qui a été vu pour la multiplication, on aura bien, selon la fig. 6 :

$$\log. m = \log. x + \log. n$$

$$\text{d'où } m = xn, \text{ d'où encore } x = \frac{m}{n}.$$

*Carré d'un nombre et racine carrée.* — On a vu précédemment que les longueurs portées sur la circonférence tracée sur le deuxième disque mobile étaient doubles des longueurs correspondantes de la première graduation du même disque. Ces longueurs étant proportionnelles aux logarithmes, et le logarithme du carré d'un nombre étant double du logarithme de ce nombre, il en résulte que :

Les nombres lus sur la première graduation sont les carrés des nombres correspondants lus sur la deuxième graduation, et inversement, les nombres lus sur la deuxième graduation du deuxième disque mobile $d$ sont les racines carrées des nombres correspondants lus sur la première graduation.

On remarquera que l'appareil comporte deux graduations pour l'extraction des racines carrées; la première sert à extraire la racine de tout nombre ayant un nombre de chiffres impairs et la deuxième pour tout nombre ayant un nombre de chiffres pairs.

*Cube d'un nombre.* — La ligne C et la ligne D de la fig. 7 étant les deux graduations du deuxième disque mobile $d$, on a vu plus haut que $x^2$ est dans le prolongement de $x$; donc, si on dispose $x$ sous le même $x$ de la graduation de la multiplication du premier disque mobile $b$, on obtiendra la multiplication de $x^2$ par $x$, c'est-à-dire :

$$x^2 \times x = x^3.$$

*Racine cubique.* — La fig. 7 donne la solution pour trouver la racine cubique d'un nombre; on place ce nombre dans le prolongement de la flèche indicatrice $e$ de la multiplication et l'on cherche, sur la graduation de la multiplication du premier disque mobile $b$ et sur celle des racines carrées du deuxième disque $d$ mobile, les deux traits qui, se correspondant, indiquent le même nombre : ce nombre est la racine cubique cherchée.

*Circonférence et cercle.* — Les calculs relatifs aux mesures des circonférences et du cercle se présentent par les diverses formules :

| | |
|---|---|
| Longueur de circonférence | $L = \pi D$ |
| Diamètre | $D = \frac{L}{\pi}$ |
| Surface du cercle | $S = \pi R^2$ |
| Rayon du cercle | $R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$ |

$\pi$ est invariable $= 3,14159$.

Pour les diverses opérations résultant de ces formules, on a tracé, sur la graduation de la multiplication, une flèche $f$ bien visible à 3,1416.

*Arcs, rayons, angles au centre.* — On sait que :

1° La longueur d'un arc intercepté quelconque est proportionnelle au rayon de la circonférence dont l'arc fait partie et à son angle au centre ;

2° Dans une circonférence quelconque, la valeur d'un angle au centre quelconque est proportionnelle au rayon de la circonférence dont l'angle fait partie et à la longueur d'arc qu'il détermine sur celle-ci ;

3° Pour un arc dans une circonférence quelconque, le rayon est proportionnel à l'angle au centre qui détermine l'arc et à la valeur de la longueur de cet arc.

En prenant une longueur de circonférence qui aurait 100 mètres de rayon, cette longueur sera

$$2 \times 100 \times \pi = 628{,}32$$

et celle d'un degré mesuré sur cette circonférence sera

$$\frac{628{,}32}{360} = 1{,}745.$$

Sur la circonférence de la multiplication du disque $b$, est tracée une flèche $g$ à la division correspondante à 1,745.

Partant des principes ci-dessus rappelés, on peut, avec le calculateur :

*Ayant le diamètre, trouver la longueur de la circonférence.* — On place le nombre donné comme diamètre sous la flèche $f$ et, dans le prolongement de la flèche $e$ de la multiplication, se trouve le résultat.

*Ayant la longueur de la circonférence, trouver le diamètre.* — On dispose le nombre donné comme longueur de circonférence sous la flèche $e$ de la multiplication, et dans le prolongement de la flèche $f$, se trouve le résultat.

*Ayant le rayon, trouver la surface du cercle.* — On élève au carré le nombre donné comme rayon, et l'on met ce nombre trouvé dans le prolongement de la flèche $f$, puis, dans le prolongement de la flèche $e$ de la multiplication, se trouve le résultat.

*Ayant la surface du cercle, trouver le rayon.* — On place le nombre donné comme surface dans le prolongement de la flèche $e$, et on extrait la racine carrée du nombre qui est indiqué sous la flèche $f$.

*Connaissant le rayon et l'angle au centre, trouver la longueur de l'arc sous tendu.* — On multiplie l'angle par le rayon divisé par 10, on dispose ce nombre trouvé dans le prolongement de la flèche $h$ et, dans le prolongement de la flèche $e$ de la multiplication, se trouve le nombre correspondant à la longueur d'arc cherchée.

*Connaissant l'angle au centre et la longueur d'arc, trouver le rayon.* — On divise la longueur de l'arc par l'angle divisé par 10, on met ce nombre trouvé sous la flèche $e$ de la multiplication, et immédiatement dans le prolongement de la flèche $h$, on a le rayon cherché.

*Connaissant le rayon et la longueur d'arc, trouver l'angle au centre.* — On divise la longueur de l'arc par le rayon divisé par 10, on place ce nombre trouvé sous la flèche $e$ de la multiplication et, immédiatement dans le progement de la flèche $h$, on obtient l'angle au centre cherché, mais divisé par 10.

Il suffit donc de multiplier ce résultat par 10.

Il est bien entendu que, dans la pratique, les appareils seront pourvus avantageusement, pour une plus grande facilité de lecture, des numérations de couleurs diverses et que, de même, les différentes flèches portées sur les divers disques fixes et mobiles varieront de couleur.

Il faut encore observer que pour :

*Élever un nombre à la puissance quatrième :*

1° On peut procéder par multiplications successives ;

2° On prend le nombre donné sur la graduation des racines, et l'on met le nombre correspondant à son carré dans le prolongement du même nombre de l'autre graduation de la multiplication. La flèche $e$ indique le résultat de l'opération.

*Extraire la racine quatrième d'un nombre.* — On extrait la racine carrée de ce nombre, et l'on extrait à nouveau la racine carrée du résultat que l'on avait obtenu. Cette deuxième racine carrée est la racine quatrième cherchée, et ceci sans aucun déplacement des disques du calculateur.

*Extraire la racine sixième d'un nombre.* — On extrait la racine carrée de ce nombre, et l'on extrait ensuite la racine cubique du résultat que l'on avait obtenu. Cette dernière racine est la racine sixième cherchée.

*Extraire la racine huitième d'un nombre.* —

On extrait successivement trois fois la racine carrée de ce nombre.

*Extraire la racine neuvième d'un nombre.* — On extrait la racine cubique de ce nombre et l'on extrait à nouveau la racine cubique du résultat que l'on avait obtenu.

**RÉSUMÉ.**

Le calculateur est caractérisé par :

1° La graduation portée par un disque fixe divisé en parties égales, et dont la numération progresse de gauche à droite, en regard de laquelle peut être déplacée angulairement une même graduation portée par un disque mobile, mais dont la numération progresse de droite à gauche, pour pouvoir faire les additions;

2° La graduation portée par un disque fixe, divisé en parties égales et dont la numération progresse de gauche à droite, en regard de laquelle peut être déplacée angulairement une même graduation portée par un disque mobile dont la numération progresse également de gauche à droite, pour pouvoir effectuer les soustractions;

3° La graduation portée par le disque mobile servant déjà pour l'addition et la soustraction, ce disque étant, dans cette graduation, divisé en parties proportionnelles aux logarithmes des nombres et sa numération progressant de droite à gauche; une autre même graduation portée par un deuxième disque mobile, mais dont la numération progresse de gauche à droite, pouvant être déplacée en regard de celle du premier disque, pour effectuer les multiplications, les divisions;

4° La combinaison des graduations proportionnelles aux logarithmes des nombres et portées par les deux disques mobiles avec une troisième graduation portée par le deuxième de ces disques mobiles extérieurement et intérieurement à une même circonférence, et de valeur angulaire double des deux autres graduations pour effectuer les carrés, les cubes, les racines carrées et cubiques;

5° La combinaison des graduations logarithmiques, des deux disques mobiles avec des repères convenablement placés sur ces mêmes disques pour effectuer divers calculs relatifs à la circonférence et au cercle.

J. ARNAULT ET L. PAINEAU.

Par procuration :

BORAMÉ et JULIEN.

Fig. 1

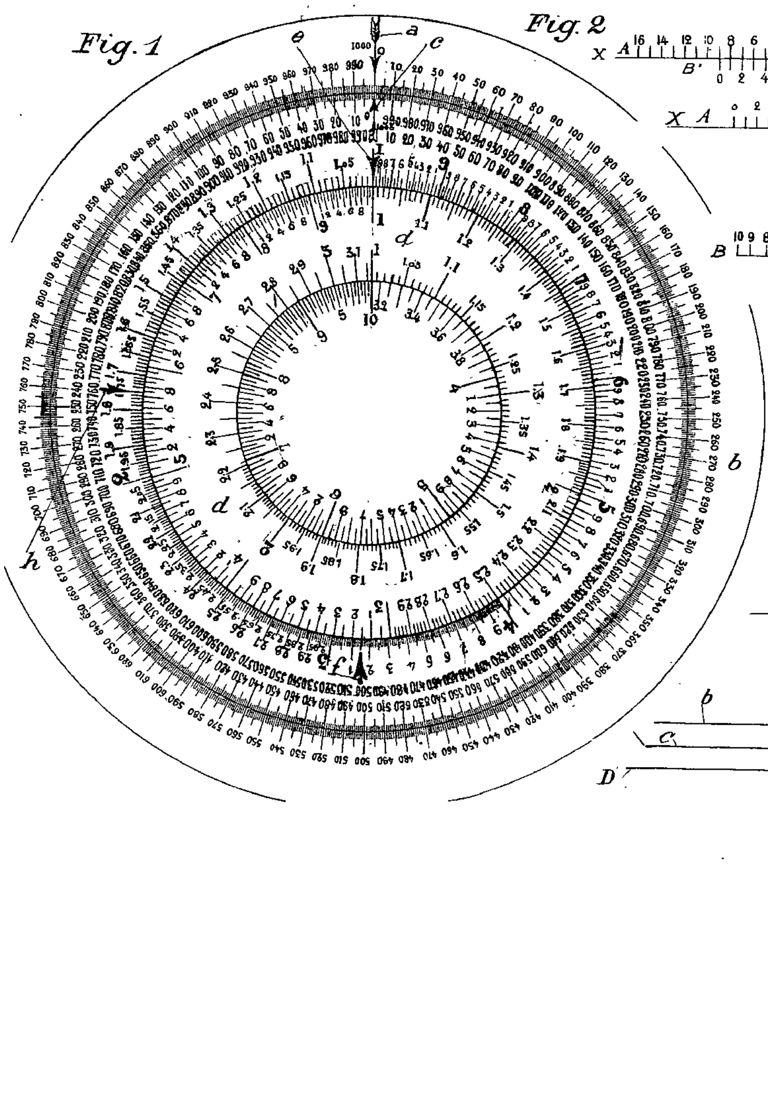


Fig. 2

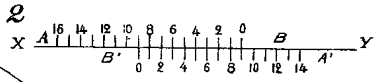


Fig. 3

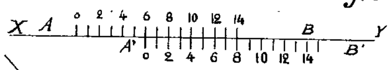


Fig. 4

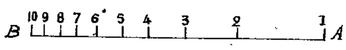


Fig. 5

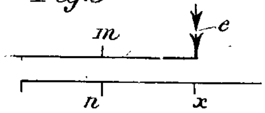


Fig. 6

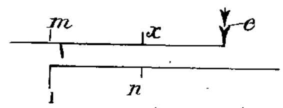


Fig. 7

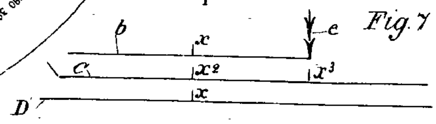

Fig. 1

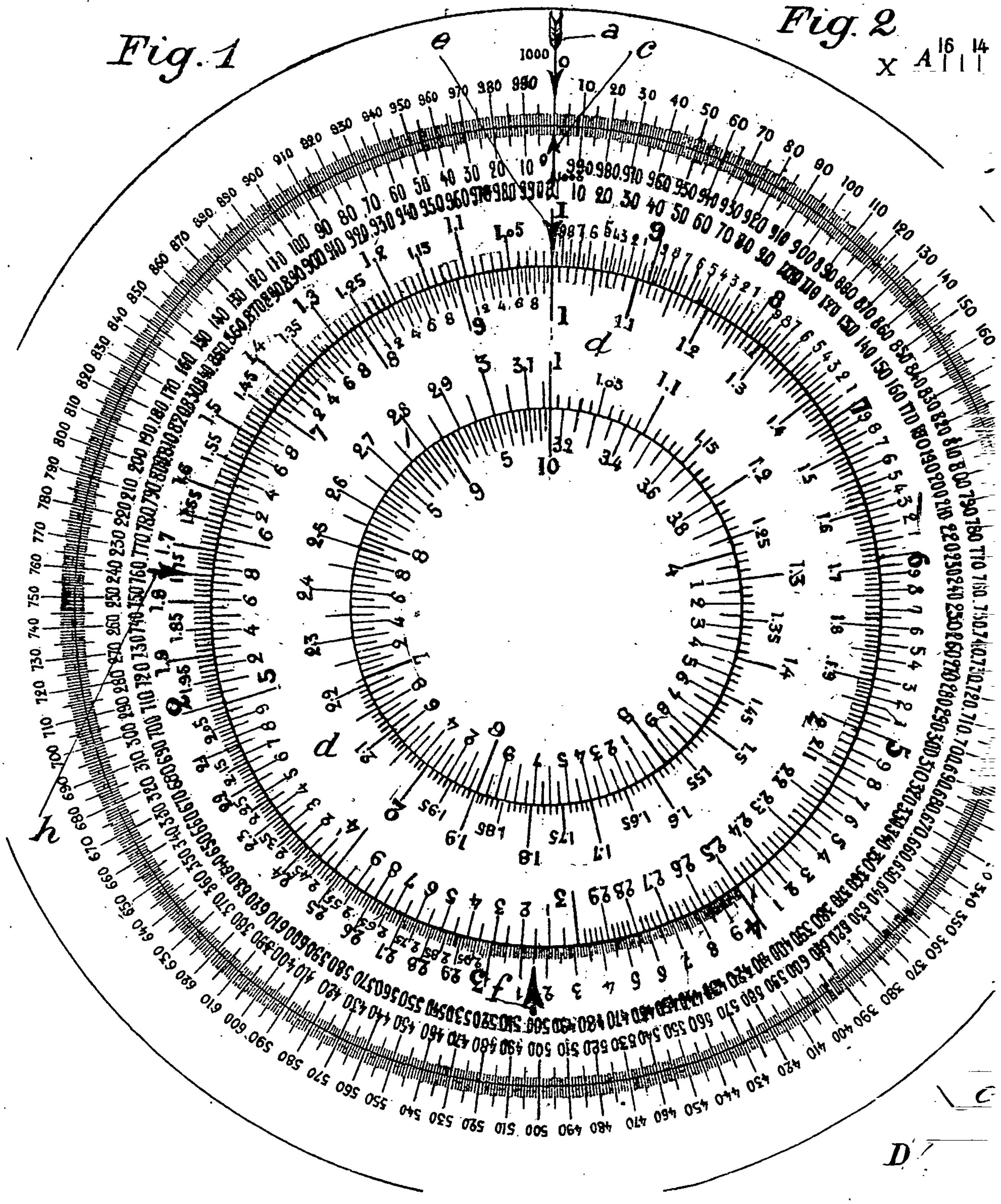

Fig. 2

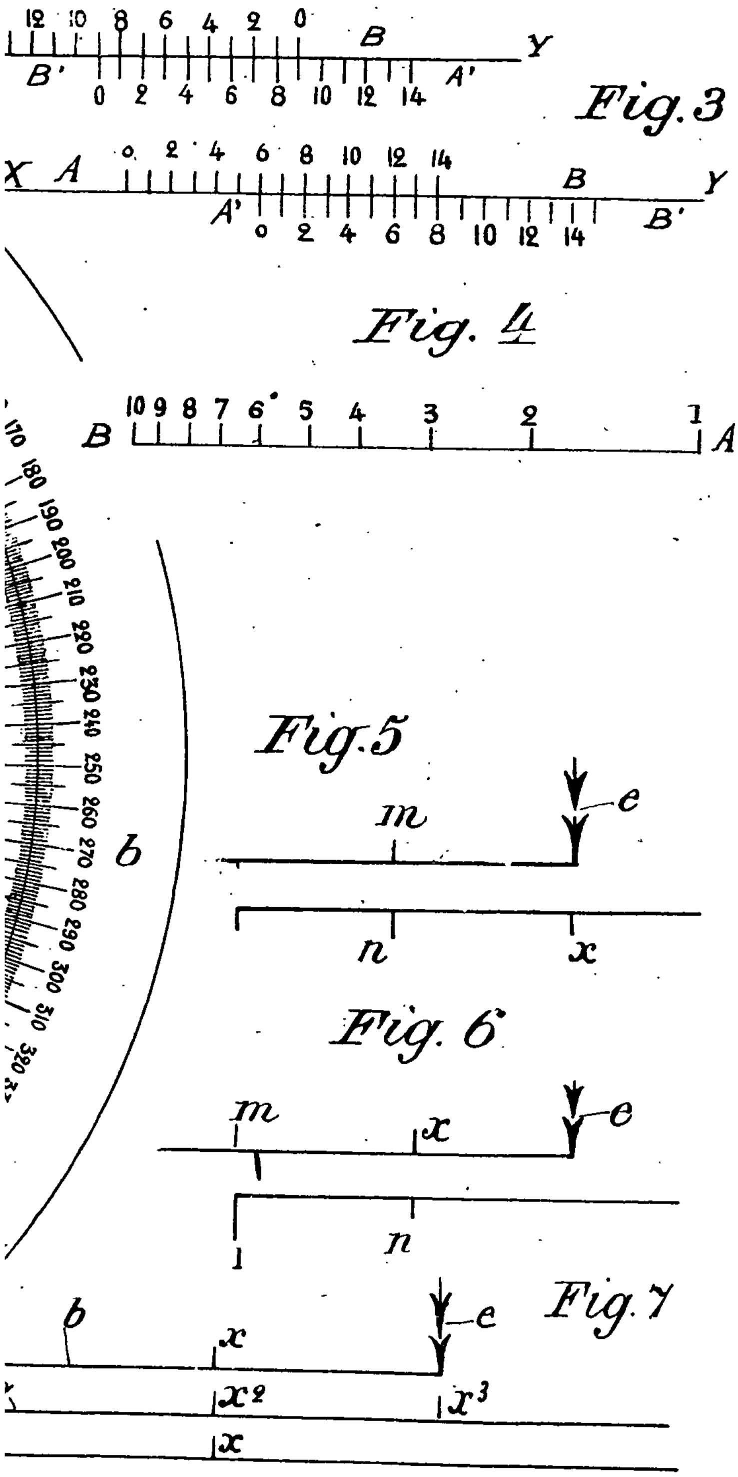


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7