



1768

Nouvelle manière de perfectionner les verres objectifs des lunettes

Leonhard Euler

Follow this and additional works at: <https://scholarlycommons.pacific.edu/euler-works>

 Part of the [Mathematics Commons](#)

Record Created:

2018-09-25

Recommended Citation

Euler, Leonhard, "Nouvelle manière de perfectionner les verres objectifs des lunettes" (1768). *Euler Archive - All Works*. 355.
<https://scholarlycommons.pacific.edu/euler-works/355>

This Article is brought to you for free and open access by the Euler Archive at Scholarly Commons. It has been accepted for inclusion in Euler Archive - All Works by an authorized administrator of Scholarly Commons. For more information, please contact mgibney@pacific.edu.



NOUVELLE MANIERE

DE

PERFECTIONNER LES VERRES OBJECTIFS
DES LUNETTES.

PAR M. EULER.

I.

La perfection des verres objectifs dépend uniquement de l'ouverture qu'ils admettent, & de deux verres qui ont la même distance de foyer; celui-là est le plus excellent, qui souffre une plus grande ouverture, sans qu'il produise une plus grande confusion. Car c'est la confusion qui met des bornes à l'ouverture des verres, comme nous avons vu que l'espace de diffusion est proportionnel au carré du diamètre de l'ouverture: ainsi, quand un verre produit une trop grande confusion, il en faut rétrécir l'ouverture: mais par ce moyen on perd autant de la clarté, qui est un article presque aussi essentiel que la distinction. C'est donc toujours aux dépens de la clarté qu'on diminue la confusion, & réciproquement aux dépens de la distinction qu'on augmente la clarté. D'où l'on doit conclure, qu'un verre est d'autant plus parfait, qu'il fournit plus de clarté, le degré de confusion étant le même. Or, puisqu'il est presque impossible de délivrer les verres de toute la confusion, on a fixé par l'expérience un certain degré de confusion, dont l'effet dans la vision est insensible: & de là il faut diminuer l'ouverture des verres, jusqu'à ce que la confusion qu'ils produisent soit portée à ce degré.

2. Ce degré fixé de confusion détermine donc l'ouverture des verres objectifs; & chaque verre acquiert par là sa juste ouverture.



Or on trouve que, plus le foyer d'un verre en est éloigné, plus aussi est grande l'ouverture qu'il admet: & c'est la raison, pourquoi on est obligé d'employer des verres objectifs d'une grande distance de foyer, quand on veut grossir beaucoup les objets, & les grandes multiplications ne demandent des verres objectifs d'une grande distance de foyer, qu'entant que ces verres admettent une plus grande ouverture. Car, plus on veut grossir les objets, plus il faut de lumière pour procurer un suffisant degré de clarté; or la quantité de lumière dépend de l'ouverture du verre objectif: de là il est clair, que si l'on avoit deux verres qui admettroient une égale ouverture, quoique leurs distances de foyer fussent différentes, ils pourroient être employés à produire la même multiplication.

3. Donc, pour perfectionner les verres objectifs, il s'agit de trouver de tels verres, qui admettent la plus grande ouverture, ou ce qui revient au même, qui ayant une ouverture donnée produisent la moindre confusion. Or cela doit s'entendre des verres d'une égale distance de foyer, car si l'on vouloit augmenter la distance de foyer, il ne seroit pas difficile d'obtenir une aussi grande ouverture qu'on voudroit. Le plus grand avantage sera donc de trouver de tels verres, qui ayant, une petite distance de foyer, admettent une ouverture aussi grande que les verres ordinaires, dont la distance de foyer est fort grande. Par ce moyen on parviendroit à des lunettes assés courtes, qui produiroient le même effet que les grandes lunettes ordinaires; ce qui seroit le plus grand avantage qu'on puisse souhaiter. On a remarqué, que si l'on veut grossir cinquante fois le diamètre des objets, il faut employer un verre objectif qui admette une ouverture de trois pouces en diamètre; pour cet effet, en se servant des verres ordinaires, l'objectif doit avoir 30 pieds de foyer. On gagneroit donc beaucoup si l'on pouvoit trouver un verre d'une moindre distance de foyer, qui admît la même ouverture, & le profit seroit d'autant plus grand que la distance de ce verre seroit plus petite.

4. Ayant donc déterminé non seulement les verres simples qui produisent la plus petite confusion, mais ayant aussi donné la construc-

struc-



struction des verres doubles, triples & quadruples, qui peuvent être substitués à la place des simples, & qui produisent encore une beaucoup plus petite confusion, il sera aisé de tirer de là tout ce qu'il faut pour la perfection des verres objectifs des lunettes. On pourra même donner des verres objectifs triples & quadruples, qui ne produisent point du tout de confusion; & puisque ces verres admettront une aussi grande ouverture que leur figure le permet, ils nous fourniront les verres objectifs les plus parfaits qu'on peut souhaiter.

5. Il est donc clair que la perfection des lunettes dépend de la solution de ce problème: *de trouver parmi tous les verres tant simples que multiples, qui ont la même distance de foyer, celui qui admet la plus grande ouverture.* Or je parle ici des verres dont les faces sont exactement sphériques, puisque c'est la figure qu'il est le moins difficile de donner aux verres. Cependant on s'écarte bien souvent de cette figure, surtout les artistes qui n'apportent pas tous les soins possibles à leur travail; & de là vient qu'un verre n'admet pas souvent une aussi grande ouverture qu'il devrait admettre suivant le calcul. Mais, puisque la figure sphérique n'est pas la plus convenable pour les verres dioptriques, il pourroit bien quelquefois arriver que l'ouvrier s'écartât si heureusement de la figure sphérique, que le verre admettroit encore une plus grande ouverture, ce qui seroit sans doute un grand avantage; mais, puisqu'on ne peut pas compter sur un hazard si heureux, & qu'il semble même impossible de donner aux verres une autre figure prescrite avec exactitude que la sphérique, on est obligé dans la théorie de s'arrêter uniquement à cette figure.

6. Je commencerai donc par les verres simples, & je remarque d'abord, que l'expérience a déjà donné à connoître, qu'il y a une grande différence entre les verres d'une même distance de foyer. Cette distance étant donnée, on peut faire des verres qui sont, ou plano-convexes, ou convexes des deux côtés, ou enfin des ménisques. Or on a observé, que les ménisques n'admettent qu'une très petite ouverture, surtout quand la concavité est considérable; & un verre plano-convexe



verre admet à peu près la plus grande ouverture, quand on tourne sa face convexe vers l'objet. Mais, par ce que j'ai expliqué cy-dessus, on peut conclure qu'un verre convexe des deux côtés, dont un rayon est à l'autre dans la raison de 2 à 17; est le plus propre pour ce dessein, quand on tourne vers l'objet la face la plus convexe. Mr. Huygens avoit mis ce rapport comme 1 à 6, ayant supposé la raison de réfraction de l'air dans le verre comme 3 à 2; mais, puisque ce rapport est plus exactement comme 31 à 20, il s'enfuit de là le rapport comme 2 à 17 à peu près.

7. Quand je traitai cette matière en général, pour la pouvoir appliquer à tous les verres, j'ai nommé la distance de l'objet devant le verre $= a$, & la distance de l'image après le verre $= \alpha$, & en posant le demi-diamètre de l'ouverture du verre $= x$, l'espace de diffusion a été trouvé exprimé en sorte:

$$\frac{\mu x x (a + \alpha)}{a^2 \alpha} (\lambda (a + \alpha)^2 + \nu a \alpha),$$

où j'ai mis pour abrégé $\mu = 0,93819$, & $\nu = 0,23269$: mais la lettre λ dépend de la nature du verre, selon qu'il est simple ou multiple. Or à présent, comme il s'agit seulement des verres objectifs, il faut poser la distance de l'objet $a = \infty$, & partant l'espace de diffusion sera $= \frac{\lambda \mu x x}{\alpha}$. Dans ce cas, la distance de l'image α est égale à la distance de foyer du verre: donc, si nous nommons la distance de foyer du verre $= p$, l'espace de diffusion sera en général $= \frac{\lambda \mu x x}{p}$, d'où je tire la construction des verres suivans, qui sont les plus parfaits dans leur espèce.

I. Des verres objectifs simples.

8. Les plus parfaits de cet ordre donnent $\lambda = 1$, & l'espace de diffusion $= \frac{\mu x x}{p}$. Or la distance de foyer étant donnée

$$= p,$$

$= p$, les deux faces de ce verre doivent être formées en sorte.

Le rayon de la face $\left\{ \begin{array}{l} \text{antérieure} = \frac{p}{1,62740} = 0,61448 p, \\ \text{postérieure} = \frac{p}{0,19078} = 5,24164 p. \end{array} \right.$ Fig. 9.

II. Des verres objectifs doubles.

9. Les plus parfaits de cet ordre donnent $\lambda = 0,19183$, & partant l'espace de diffusion $= 0,19183 \frac{\mu \cdot x \cdot x}{p}$, qui est plus que 5 fois plus petit que dans le cas des verres simples. Et si la distance de foyer est $= p$, les faces doivent être formées en sorte :

Le rayon de la face

du premier verre $\left\{ \begin{array}{l} \text{antérieure} = \frac{2p}{1,62740} = 1,22896 p, \\ \text{postérieure} = \frac{2p}{0,19078} = 10,48328 p, \end{array} \right.$ Fig. 10.

du second verre $\left\{ \begin{array}{l} \text{antérieure} = \frac{2p}{3,06402} = + 0,65274 p, \\ \text{postérieure} = \frac{-2p}{1,24584} = - 1,60534 p. \end{array} \right.$

III. Des verres objectifs triples.

10. Considérons premièrement ces verres triples, qui produisent encore un espace de diffusion, mais qui est le plus petit dans son espèce. Pour ces verres nous avons $\lambda = 0,04217$, & l'espace de diffusion $= 0,04217 \cdot \frac{\mu \cdot x \cdot x}{p}$, qui est presque 24 fois plus petit,



que si l'on employoit un verre simple. Or les faces de ces verres doivent être formées en sorte :

Le rayon de la face

Fig. 11.

du premier verre	{	antérieure = $\frac{3P}{1,62740} = + 1,84344 P,$
		postérieure = $\frac{3P}{0,19078} = + 15,72492 P,$
du second verre	{	antérieure = $\frac{3P}{3,06402} = + 0,97211 P,$
		postérieure = $\frac{-3P}{1,24584} = - 2,40801 P,$
du troisieme verre	{	antérieure = $\frac{3P}{4,50064} = + 0,66657 P,$
		postérieure = $\frac{-3P}{2,68246} = - 1,11838 P.$

IV. Des verres objectifs triples

qui ne produisent aucune confusion.

11. J'ai trouvé plusieurs especes de verres triples, qui ne produisent point de confusion, puisque la valeur de λ y est égale à zéro. En voici donc les 3 premières especes, que j'ai développées dans le précédent Mémoire, comme les plus propres à la pratique.

PREMIERE ESPECE.

Le rayon de la face

Fig. 12.

du premier verre	{	antérieure = $\frac{P}{2,18016} = + 0,45868 P,$
		postérieure = $\frac{P}{0,25558} = + 3,91267 P,$

du

du second verre	{	antérieure = $\frac{-p}{0,80834} = - 1,23710 p,$
		postérieure = $\frac{-p}{2,24496} = - 0,44544 p,$
du troisieme verre	{	antérieure = $\frac{p}{1,69220} = + 0,59094 p,$
		postérieure = $\frac{p}{0,74354} = + 1,34493 p.$

SECONDE ESPECE.

Le rayon de la face

du premier verre	{	antérieure = $\frac{p}{2,18016} = + 0,45868 p,$	Fig. 13.
		postérieure = $\frac{p}{0,25558} = + 3,91267 p,$	
du second verre	{	antérieure = $\frac{p}{4,10475} = + 0,24362 p,$	
		postérieure = $\frac{-p}{1,66900} = - 0,59916 p,$	
du troisieme verre	{	antérieure = $\frac{p}{1,11624} = + 0,89586 p,$	
		postérieure = $\frac{-p}{4,16955} = - 0,23984 p.$	

TROISIEME ESPECE.

Le rayon de la face

du premier verre	{	antérieure = $\frac{-p}{2,73293} = - 0,36591 p,$	Fig. 14
		postérieure = $\frac{-p}{0,32038} = - 3,12130 p,$	



$$\begin{array}{l}
 \text{du second verre} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{antérieure} = \frac{-P}{0,23238} = - 4,30330 P, \\
 \text{postérieure} = \frac{P}{2,66813} = + 0,37479 P,
 \end{array} \right. \\
 \\
 \text{du troisieme verre} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{antérieure} = \frac{P}{1,69220} = + 0,59094 P, \\
 \text{postérieure} = \frac{P}{0,74354} = + 1,34802 P.
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

V. *Des verres objectifs quadruples
qui ne produisent aucune confusion.*

12. Puisque nous avons déjà des verres triples, qui sont délivrés de toute confusion, il semblera superflu de rapporter des quadruples. Mais, puisque dans les triples il y a des faces dont le rayon est fort petit, on fera souvent mieux de se servir plutôt des quadruples, desquels je n'ai rapporté que les espèces qui ont des faces le moins courbes. En voici donc les deux espèces que j'y ai développées, accommodées à notre dessein.

PREMIERE ESPECE.

Le rayon de la face

Fig. 15.

$$\begin{array}{l}
 \text{du premier verre} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{antérieure} = \frac{P}{0,53642} = + 1,86421 P, \\
 \text{postérieure} = \frac{P}{0,06288} = + 15,90367 P,
 \end{array} \right. \\
 \\
 \text{du second verre} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{antérieure} = \frac{P}{0,75081} = + 1,33190 P, \\
 \text{postérieure} = \frac{-P}{0,44103} = - 2,26742 P,
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

du

du troisieme verre	{	antérieure = $\frac{P}{1,25473} = + 0,79700 P,$
		postérieure = $\frac{-P}{0,65542} = - 1,52576 P,$
du quatrieme verre	{	antérieure = $\frac{P}{1,46912} = + 0,68069 P,$
		postérieure = $\frac{-P}{1,15934} = - 0,86257 P.$

SECONDE ESPECE.

Le rayon de la face

du premier verre	{	antérieure = $\frac{P}{0,27728} = + 3,60647 P,$	Fig. 16.
		postérieure = $\frac{P}{0,03250} = + 30,76923 P,$	
du second verre	{	antérieure = $\frac{P}{0,78119} = + 1,28010 P,$	
		postérieure = $\frac{-P}{0,18189} = - 5,49783 P,$	
du troisieme verre	{	antérieure = $\frac{P}{0,99059} = + 1,00950 P,$	
		postérieure = $\frac{-P}{0,68580} = - 1,45817 P,$	
du quatrieme verre	{	antérieure = $\frac{P}{1,49950} = + 0,66689 P,$	
		postérieure = $\frac{-P}{0,90020} = - 1,11085 P.$	



13. Voici donc cinq verres objectifs qui ne produisent aucune confusion, trois triples & deux quadruples. Si la pluralité des verres ne semble pas convenable, les triples mériteront la préférence, mais, si l'on demande une grande ouverture, on emploiera avec plus de succès les quadruples. Car, si l'on ne veut admettre qu'une ouverture, qui ne comprenne que 60 degrés de la face la plus courbée, le demi-diamètre de l'ouverture de la première espèce des verres triples sera $\equiv 0,2227 p$, ou $\equiv \frac{2}{9} p$; & de la seconde espèce $\equiv 0,1199 p$, ou $\frac{1}{8} p$; & de la troisième espèce $\equiv 0,1830 p$, ou $\frac{1}{5} p$. Or, en se servant des verres quadruples, la première espèce admettra une ouverture, dont le demi-diamètre sera $\equiv 0,340 p$, & de la seconde espèce $\equiv 0,3334 p$, ou de l'une & de l'autre à peu près $\equiv \frac{1}{3} p$. Or, dans les lunettes qui doivent grossir beaucoup, il y a encore d'autres circonstances auxquelles on peut satisfaire par une moindre ouverture, & dans ces cas on pourra se servir avec le même succès des objectifs triples.



Fig. 1.

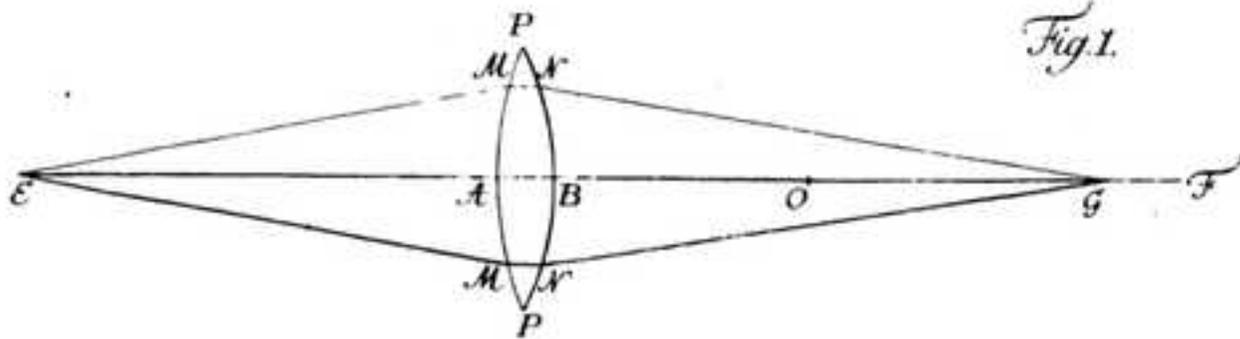


Fig. 2.

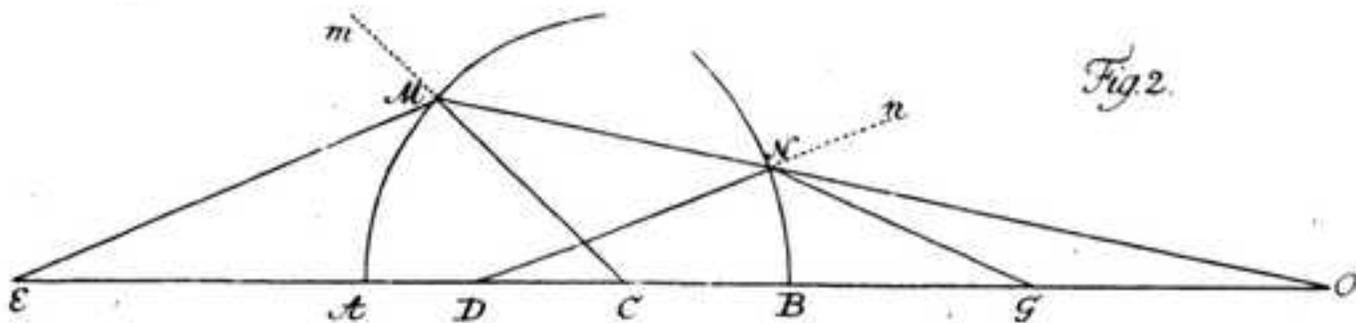


Fig. 3.



Fig. 4.

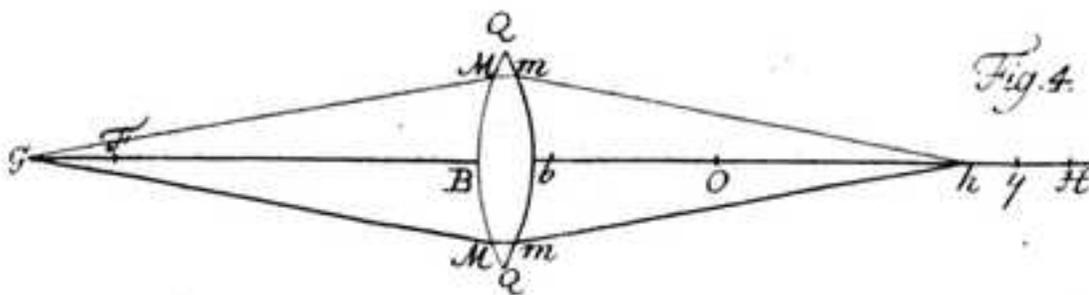
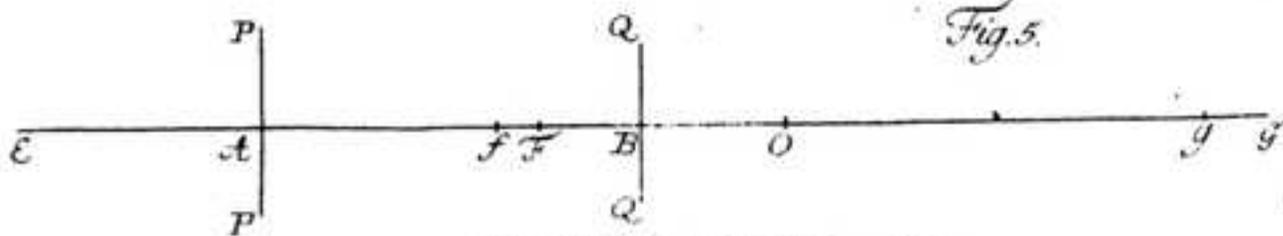


Fig. 5.



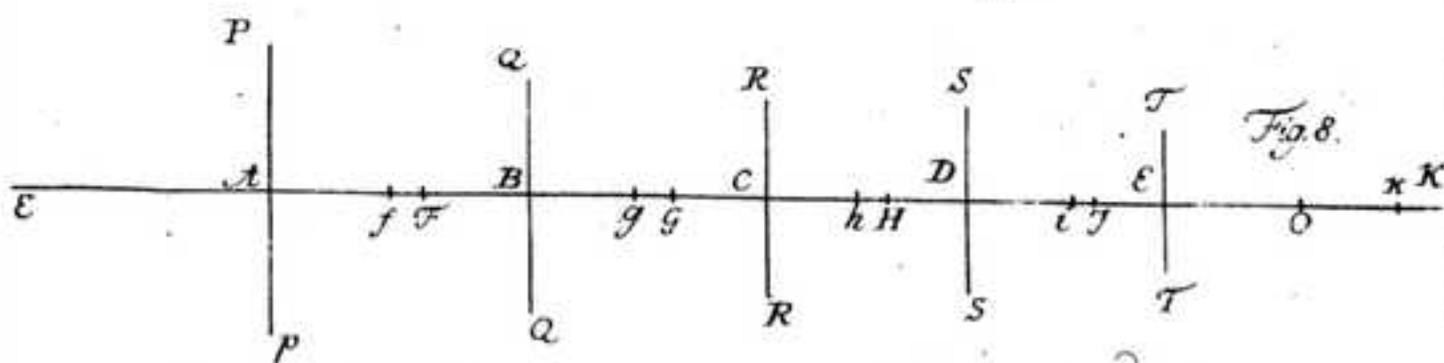
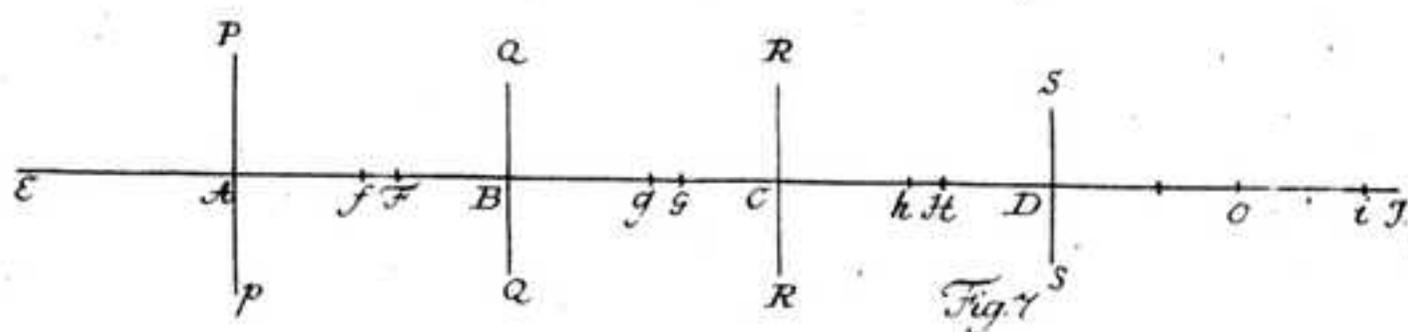
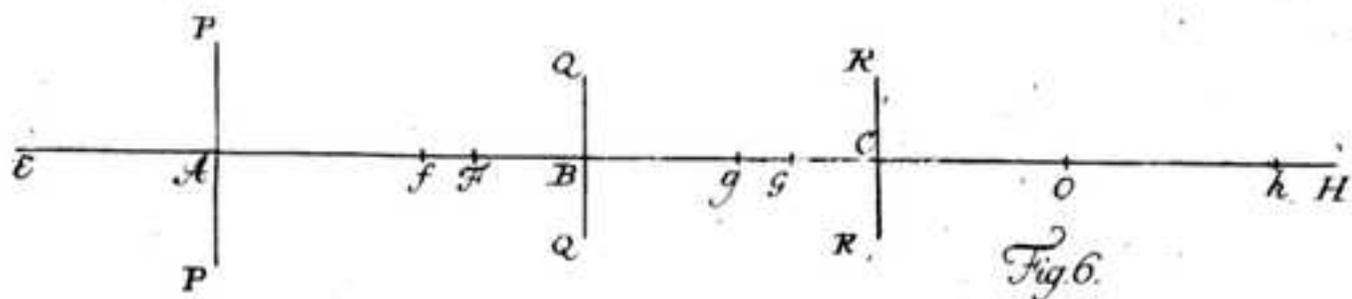


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

