

DISTANCES ZENITHALES.	RÉFRACTIONS CALCULÉES.	RÉFRACTIONS DES TABLES.	DIFFÉRENCES.
$z=9^\circ$	$z=9'',129$	$9'',12$	$0'',009$
$z=10^\circ$	$z=10'',163$	$10'',15$	$0'',013$
$z=11^\circ$	$z=11'',19$	$11'',19$	$0'',00$
$z=20^\circ$	$z=20'',979$	$20'',95$	$0'',029$
$z=30^\circ$	$z=32'',278$	$35'',22$	$0'',058$
$z=40^\circ$	$z=48'',36$	$48'',26$	$0'',10$
$z=50^\circ$	$z=68'',57$	$68'',48$	$0'',09$
$z=60^\circ$	$z=99'',47$	$96'',30$	$0'',14$
$z=70^\circ$	$z=156'',93$	$156'',77$	$0'',16$
$z=80^\circ$	$z=314'',27$	$315'',13$	$0'',86$

Les différences entre les réfractions calculées et celles des tables de *Bessel* sont, comme on voit, aussi petites qu'on peut le désirer. Ainsi les formules générales (16) et (17) sont pleinement confirmées par les recherches profondes et précises de *Bessel*. La formule très-simple (17) peut donc être employée avec confiance depuis  $z=0$  jusqu'à  $z=80^\circ$ ; et depuis  $z=0$  jusqu'à  $z=30^\circ$ , la valeur du second terme n'a qu'une influence presque insensible sur les résultats; car le premier terme seul a donné les réfractions comprises entre les limites désignées ci-dessus.

Sa valeur pour  $z=50^\circ$ , n'est que de  $0'',122$ ; à  $60^\circ$  de distance zénithale, elle est de  $0'',37$ , à  $70^\circ$  elle est de  $1'',51$  et à  $80^\circ$  elle est de  $13'',24$ .

En prenant au lieu de  $0,95234$  le coefficient  $A$  égal à  $0,951$  qui correspond à une valeur de  $A'$  égale à  $0,9976941$  ou simplement à  $0,9977$ , j'ai calculé les réfractions de degrés en degrés depuis  $z=0$  jusqu'à  $z=40^\circ$ , en n'employant que le premier terme de l'équation (17) et la plus grande différence entre les réfractions calculées et celles des tables n'excède pas  $0'',03$ ; elle correspond aux valeurs de  $z=38$ ,  $39$  et  $40$ .

#### XIV. — Notice sur deux petits appareils propres à changer la direction des courants électriques.

1. *Changeur*. Voulant faire, il y a quelques années des recherches sur l'électro-magnétisme, comme force motrice, j'eus besoin d'un Appareil propre à changer la direction des courants électriques dans plusieurs électro-aimants, qui devaient être tantôt mobiles tantôt fixes. Celui que je me suis fait construire et auquel je donne le nom de *Changeur*, diffère de tous ceux que je connais par sa construction et sa grande simplicité; il m'a d'ailleurs si parfaitement servi dans un très-grand nombre d'expériences que je crois utile d'en donner la description en quelques mots: L'appareil est composé 1) d'un disque en cuivre de deux millimètres d'épaisseur, replié d'un centimètre environ à sa circonférence et fixé, à l'aide de petites vis de pression en cuivre, contre un disque en bois très-sec ou mieux contre un disque en ivoire ou en verre. 2) De deux lames ou ressorts en cuivre, qui, fixées sur un pied en bois, communiquent par une de leurs extrémités, avec les deux pôles d'une pile voltaïque, en s'appuyant par l'autre extrémité recourbée sur la circonférence du disque en mouvement. Les disques en cuivre et en ivoire sont percés à leur centre commun et fixés sur un cylindre creux en ivoire, qui est à son tour porté par l'arc horizontal en acier, destiné à être mis en mouvement.

On divise le disque en cuivre et sa circonférence en un nombre de parties égales au nombre de fois qu'on veut changer la direction du courant électrique pour chaque révolution entière de l'axe: par exemple, en deux parties égales, si l'on veut changer la direction du courant deux fois par rotation entière, c'est-à-dire si l'on veut employer un seul aimant fixe et un seul électro-aimant; et en six secteurs égaux si l'on veut employer trois aimants fixes et trois électro-aimants mobiles ou réciproquement. Le diamètre du changeur doit être proportionné au nombre des secteurs: pour six je lui ai donné la longueur de 8 centimètres en remplaçant, par de petites lames, les espaces vides, de trois millimètres d'épaisseur, qui sépa-

rent les secteurs les uns des autres. La circonférence doit être parfaitement unie et polie, de manière que l'axe étant en mouvement les ressorts fixes en cuivre puissent s'appliquer exactement et partout également sur le changeur.

Ceci admis désignons les secteurs par les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6; appliquons deux petits anneaux en cuivre, de diamètres différents, à la surface extérieure du disque en ivoire; faisons communiquer l'un de ces anneaux, à l'aide de petites vis de pression en cuivre, avec les secteurs impairs et l'autre avec les secteurs pairs, et prenons les deux ressorts verticaux tels que l'un touchant sur un secteur impair, l'autre soit en contact avec un secteur pair, précisément pendant le même temps; de sorte que leurs extrémités passent dans le même instant de deux secteurs aux deux suivants. Les deux bouts du fil conducteur de l'électro-aimant devront communiquer l'un avec un secteur pair et l'autre avec un secteur impair du changeur, et y être fixés à l'aide de vis de pression. Voilà tout l'instrument propre à changer la direction des courants électriques et par suite les pôles des électro-aimants mobiles.

On voit sans peine que si l'on voulait employer pour force motrice l'action réciproque de 50 aimants fixes et de 50 électro-aimants, on devrait diviser le disque en cuivre en 50 secteurs égaux et lui donner par conséquent des dimensions en rapport avec ce nombre.

Dans le cas, où l'on voudra changer la direction des courants dans des électro-aimants fixes et employer des aimants ordinaires à la place des électro-aimants mobiles, on fixera sur l'axe en acier à mettre en mouvement un cylindre en ivoire et sur celui-ci deux anneaux en cuivre qui, isolés l'un de l'autre, communiquent, à l'aide de deux fils en cuivre, l'un avec un secteur pair et l'autre avec un secteur impair du changeur. Contre ces deux anneaux presseront pendant le mouvement deux ressorts verticaux en cuivre, lesquels étant fixés sur un pied en bois, communiquent par leurs extrémités inférieures avec les deux bouts du fil ou des fils des électro-aimants fixes. Le courant électrique passera de la pile aux ressorts en contact avec l'appareil qui en change la direction et le transmet aux deux anneaux, lesquels le conduisent dans le fil des électro-aimants. En déplaçant petit à petit le changeur sur son axe, on reconnaît facilement par l'expérience la position à lui donner pour produire le maximum d'effet ou de vitesse.

2. *Changeur plongeant dans du mercure.* Cet appareil est composé de deux changeurs semblables à celui que nous venons de

décrire et qui sont fixés sur l'axe à mouvoir à une distance de 2 à 3 centimètres l'un de l'autre, mais de manière que les secteurs qui portent le même numéro soient en regard et qu'en outre un secteur pair de l'un des changeurs communique avec un secteur impair de l'autre, à l'aide d'un gros fil en cuivre. Au-dessous de chaque changeur on fixe un petit vase en verre à parois relevées contenant un peu de mercure. Un des deux vases communique avec le pôle positif d'une pile, l'autre avec le pôle négatif. La quantité de mercure doit être telle que les deux secteurs qui portent le même numéro plongent à la fois et pendant le même temps dans le mercure, et que ceux-ci étant sortis deux autres y pénètrent immédiatement et ainsi de suite. Ce dernier changeur produit, pour la même intensité de courant, plus de vitesse que le premier; mais il est indispensable d'employer du mercure très-pur et de l'empêcher de s'échapper des vases en donnant à leurs parois des hauteurs suffisantes et des formes convenables. Cet appareil convient parfaitement pour étudier les raies dans le spectre-électrique, surtout si l'on remplace les secteurs par de gros fils terminés en pointes. Pour observer les raies on n'a qu'à regarder les étincelles à travers un prisme en flint placé devant l'œil. Je ne pense pas que des figures soient nécessaires pour donner une idée plus exacte des deux petits appareils que je viens de décrire.