MÉLANGES ASIATIQUES

TIRÉS DU

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

ST.-PÉTERSBOURG.

(Avec 2 Planches.)

TOME V.

LIVRAISON 1.

ST.-PÉTERSBOURG, 1864.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg	à Riga	à Leipzig
MM. Eggers et Cie,	M. Samuel Schmidt,	M. Léopold Voss.

Prix: 45 Kop. = 15 Ngr.

$\frac{29 \text{ Januar}}{10 \text{ Februar}}$ 1864.

Über ein in der Kaiserlichen Bibliothek zu Paris befindliches arabisches Astrolabium, von F. Woepcke[1]).

(Mit einer Tafel.)

Es besteht dieses Astrolabium aus einer einzigen kreisförmigen Messingscheibe, welche an einem kleinen Theile des Randes in der gewöhnlichen Weise mit einem Ansatze, Bügel und Ringe zum Aufhängen versehen ist. Auf dem Rücken der Scheibe drehet sich, aufliegend,

---

1) In meiner Beschreibung von drei der Kaiserl. öffentl. Bibliothek zu St. Petersburg zugehörigen astronomischen Instrumenten mit arabischen Inschriften war es mir aufgefallen, dass zwei Astrolabien in Paris (S. 3, № 13 u. 15) eine und dieselbe Jahrzahl der Verfertigung 1218 trugen. Das erstere wird in L. Am. Sédillot's: *Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes* (Mém. présentés par divers savants etc. T. I. Paris 1854) als aus der Sammlung des Hrn. Schultz herrührend angegeben, das zweite war nach demselben Eigenthum des Baron Larrey. Da ich glaubte, dass hier möglicher Weise eine Verwechselung vorgegangen sein könnte, so wandte ich mich um gefällige Auskunft an Hrn. Dr. Woepcke in Paris. Dieser Gelehrte hob in seiner Antwort meine Zweifel, wie in der Nachschrift zu meiner Abhandlung näher angegeben ist, und hatte die Güte mir zugleich die höchst interessante und gelehrte Beschreibung des Astrolabiums aus der Sammlung des Hrn. Schultz mitzutheilen, welche hier eben als «Auszug aus einem Briefe» an mich erscheint. Sie muss als ein sehr willkommener Beitrag zur Kenntniss der Astronomie bei den Arabern angesehen werden. Dorn.

eine Alhidade mit zwei Absehen, welche, auch in der gewöhnlichen Weise, mittelst eines durch die Mitte der Scheibe gehenden Bolzens festgehalten wird. Der Durchmesser des kreisförmigen Theils der Scheibe (abgesehen von dem Ansatze, der den Bügel und den Ring trägt) beträgt $22\frac{1}{2}$ Centimeter.

Dem Inventare nach hat Schultz das Instrument zu Constantinopel gefunden, und sollte zu demselben noch eine andere kleinere Scheibe gehören, welche jedoch jetzt nicht mehr vorhanden ist. Auch ist es mir zweifelhaft, ob, wenn früher eine solche andere kleinere Scheibe vorhanden war, diese wirklich als integrirender Theil des Instruments zu der grösseren gehörte.

Was zunächst die Vorderseite der Scheibe anbetrifft, so enthält dieselbe die Zeichnung eines doppelten Netzes von Polarcoordinaten, bezogen auf die Grundebenen des Äquators und der Ecliptik, in welchem die Positionen und Namen einer gewissen Anzahl von Hauptsternen eingetragen sind.

Bei einiger Überlegung erkennt man leicht, dass dies eine stereographische Projection des Äquators, der Ecliptik, der diesen beiden parallelen (kleinen) Kreise, und der auf beiden senkrechten, durch ihre respectiven Pole gehenden grössten Kreise ist, bei welcher zum Augenpunkt einer der Äquinoctialpunkte (gleichviel welcher), und zur Projectionsebne eine die Sphäre in dem andern Äquinoctialpunkte berührende, dem Solstitialkolur parallele, Ebne genommen ist. Da die Projection stereographisch ist, so sind die Projectionen der Kreise wiederum Kreise oder (wie für Äquator und Ecliptik) gerade Linien.

Die Principien der Construction sind ganz diejenigen, die ich pag. 7 — 10 der Ihnen bekannten Abhandlung entwickelt habe. Was dort die dem Horizont parallelen Kreise sind, sind hier die dem Äquator und der Ecliptik parallelen Kreise. Was dort die auf dem Horizont senkrecht stehenden Verticalkreise sind, sind hier die auf Äquator und Ecliptik senkrecht stehenden Declinations- und Breitenkreise. Das graphische Verfahren zur Zeichnung der Projection ergiebt sich daher unmittelbar, nur dass es hier noch einfacher ist, als dort.

Dieses graphische Verfahren ist in dem lateinischen Auszuge, p. 187, lin. 1 — 31 des Sédillot'schen Mémoire, richtig, obwohl etwas dunkel, beschrieben[2]). Doch scheinen einige Lesefehler in dem Auszuge zu stecken; so muss es z. B. p. 187, lin. 11 u. 20 statt *IG* lineas und *IG* lineae offenbar heissen 17 lineas und 17 lineae, welches in der That die zwischen Äquator und Pol, oder zwischen zwei Kolure, von 5 zu 5 Graden, fallende Anzahl von Kreisen ist. Die Art wie die Grade der Rectascension, die Zeichen der Ecliptik und die Sterne eingeschrieben werden, und wie man sich einrichtet um mit der Projection einer (durch den Solstitialkolur abgeschnittenen) Hemisphäre für die ganze Sphäre auszureichen, ist in dem weiteren lateinischen Auszuge, ibid. pag. 189, lin. 5 («longitudines») bis pag. 190, lin. 1 («partem») beschrieben. Von dem äussern Anblick des Projectionsnetzes giebt die Fig. 95 desselben Mémoire eine ziemlich getreue

2) Dieses in dem lateinischen Manuscripte beschriebene Verfahren lässt jedoch in so fern zu wünschen übrig, als es die zu zeichnenden Kreise mittelst dreier Punkte ihrer Peripherie bestimmt, statt direct deren Radius und Mittelpunkt zu geben.

Darstellung. Nur muss man sich die Sterne mit ihren Namen noch hineingeschrieben denken.

Die Vorderseite des Instruments bildet demnach einen Sternkatalog für die Hauptsterne, aus welchem sofort deren Länge, Breite, Rectascension und Declination abgelesen werden können.

So giebt z. B. das Instrument für النير من الفكة und راس الغول

Für das Jahr 1218:

α Coronae Länge = 210°, Breite = 45°, Rectascension = 225°, Declination = 30°

β Persei Länge = 45°, Breite = 23°, Rectascension = 35°, Declination = 38°

Hierbei bemerke ich, dass auf dem Instrumente die Längen in Wirklichkeit abgelesen werden als Scorpion, 0° u. Stier 15°, was auf 210° + 0° u. 30° + 15° hinauskommt; und die Rectascensionen als 315° und 125°, weil die Araber den Anfangspunkt der Rectascensionen um 90° weiter zurück legen, als wir.

Die Rückseite des Instrumentes enthält zunächst, auf dem Ansatze unter dem Ringe, die Inschrift, welche den Namen des Künstlers und Ort und Zeit der Verfertigung angiebt; sie lautet:

صنع هاذه الصفيحة محمد بن فتوح الخمايرى
بمدينة اشبيلية امنها الله فى سنة خيه الهجرة

Verfertigt hat diese Scheibe Muhammed ibn Fatuh el-Chamaïri, in der Stadt Sevilla, Gott nehme sie in seinen Schutz, im Jahre 615 der Hedschra = 1218, 9.

Die von Sédillot (pag. 184 Note 2) angegebene Lesung ist also richtig, mit Ausnahme des عمرها, welches irrig ist. Es steht ganz deutlich da: امنها. Das امن

hat vielleicht in den Zeitverhältnissen, kurz nach der grossen Niederlage der Almohaden bei Tolosa, seinen Grund. (615 Hedschra = 1218 März 30 — 1219 März 18).

Der kreisförmige Theil der Rückseite (Taf. № 1) enthält, in concentrischen Ringen, von der Peripherie nach der Mitte zu gehend, der Reihe nach Folgendes:

1) In den Theilen *ac* und *bc* zwei Höhenquadranten, mit den Zahlbuchstaben 5 bis 90, von 5 zu 5 Graden, versehen. In den Theilen *da* und *db* zwei (mit einander identische) Tangenten-Tafeln, welche, in Zwölftheilen des Radius ausgedrückt, folgende Werthe geben:

1.. 4°8	5..22°7	9..36°9	14..49°4	22..61°4	33..70°0	48..76°0
2.. 9,5	6..26,6	10..39,9	16..53,2	24..63,5	36..71,8	60..78,9
3..14,0	7..30,3	11..42,5	18..56,3	27..66,2	40..73,3	
4..18,5	8..33,8	12..45,0	20..59,1	30..68,2	44..74,7	

Die Zehntheile der Grade sind hierbei nach dem Augenmaasse geschätzt.

2) Eine Theilung der Peripherie in 360 Grade.
3) Zahlbuchstaben von 5 bis 30, von fünf zu fünf Theilen; 12mal wiederholt.
4) Die Namen der zwölf Zeichen der Ecliptik.
5) Eine Theilung der Peripherie in 365 (Tage).
6) Zahlbuchstaben, von fünf zu fünf Theilen, von 5 bis respective 28, oder 30, oder 31; 12mal. (Die Tage der Monate).
7) Die Namen der zwölf Monate des julianischen Jahres.

Die Ringe 4°, 5°, 6°, 7° zeigen, dass der Verfertiger des Instruments die Äquinoctien und Solstitien auf folgende Zeitpunkte legte:

März 13,3; Juni 14,8; September 16,0; December 14,5 wo wiederum die Zehntheile der Tage mittelst des Augenmaasses geschäzt sind. Diese Data geben eine ganz vortheilhafte Meinung von damaligen Beobachtungen der Äquinoctien und Solstitien; denn mittelst der kleinen Largeteau'schen Tafeln finde ich dieselben für das Jahr 1218 und für den Meridian von Sevilla folgendermaassen:

1218	März	13,	6 Uhr	9	Minuten	Abends.
	Juni	15,	1 Uhr	32	Minuten	Morgens.
	Sept.	16,	8 Uhr	5	Minuten	Morgens.
	Dec.	14,	3 Uhr	37	Minuten	Nachmitt.
1219	März	13,	11 Uhr	58	Minuten	Nachts.

Diese mittelst der Largeteau'schen Tafeln berechneten Werthe darf man nur als bis auf ungefähr 1 Stunde genau betrachten; sie stimmen hinlänglich mit dem Instrument überein, wenn man bei diesem den Tagesanfang, nach dem Gebrauche der meisten arabischen Astronomen, auf den Mittag gelegt annimmt.

8) Zahlbuchstaben von fünf zu fünf, in dem Halbkreise *dac* von 5 bis 180, in jedem der Quadranten *cb* und *db* von 5 bis 90 gehend.

9) Noch eine Theilung der Peripherie in 360 Grade.

10) Den ganzen noch übrigen innern Raum in der Mitte der Rückseite des Instruments nimmt eine Projection ein, von welcher Sie eine Zeichnung in natürlicher Grösse auf der Tafel N° II finden; wobei ich nur noch hinzufüge, dass auf dem von dem Mittelpunckte nach *c* gehenden Halbmesser die

Zahlen 5, 10, 15 etc. in Zahlbuchstaben bei den Theilpunkten angeschrieben sind, und ebenso längs des von dem Mittelpunkte nach *d* gehenden Halbmessers, so dass bei *c* und *d* die Zahl 60 steht.

Es kommt darauf an die Bedeutung und den Gebrauch dieser Zeichnung zu erklären.

Die 60 in dem Quadranten *bd* gezogenen Parallellinien bilden eine graphische Tafel, welche für beliebige Bögen die Sinus, Cosinus und Sinus versus in Sechzigtheilen des Radius ausgedrückt giebt, und umgekehrt für gegebene, in Sechzigtheilen des Radius ausgedrückte Sinus, Cosinus oder Sinus versus die entsprechenden Bögen.

In der die drei andern Quadranten einnehmenden Zeichnung sehe ich eine Projection des Äquators (*cd*), der Parallelkreise und der Stundenkreise auf die Ebene des Meridians. Die Projection ist hier *nicht* stereographisch, sondern orthogonal, wie augenblicklich daraus ersichtlich ist, dass die Parallelkreise sich sämmtlich als gerade Linien, und die Stundenkreise nicht als Kreise, sondern als Ellipsen projiciren.

Hierbei ist zu bemerken, dass die Parallelkreise, welche sich in ungleichen, von dem Äquator nach dem Pol abnehmenden Distanzen projiciren, auf der Sphäre äquidistant sind, also den Declinationen 5°, 10°, 15°, 20° etc. entsprechen; dagegen die projicirten Stundenkreise, welche den projicirten Äquator in gleiche Segmente theilen, ebendeshalb nicht gleichen Stundenwinkelintervallen entsprechen; doch findet man mittelst der Parallellinien des Quadranten *bd* sogleich, welchen Stundenwinkeln die mit ihnen, längs des nach *d* gehenden Halbmessers, zusammenstossenden projicirten Stundenkreise entsprechen.

Die vorstehende Erklärung wird durch eine Theilung bestätigt, welche auf der Schärfe der Alhidade eingravirt ist, und von welcher eine Zeichnung in natürlicher Grösse sich auf der Tafel N° III findet. Diese Theilung stimmt genau mit der des Durchmessers *ab* überein, bedeutet aber auf der Alhidade die Projection der Theilpunkte eines in gleiche Azimutalbögen von je fünf Graden getheilten Horizontes auf die Ebene des Meridians[3]).

Legt man nun die Alhidade auf die Projection, so dass die Pfeilspitze auf den Mittelpunkt des Kreises *acbd* fällt[4]), und die Schärfe der Alhidade *ef* mit dem Durchmesser *ab* einen Winkel bildet, welcher der Breite irgend eines gegebenen terrestrischen Ortes gleich ist, so zeigt das Instrument unmittelbar: unter welchen Azimuten sowohl die Parallelkreise als auch die Stundenkreise den Horizont treffen; wie gross für den gegebenen Horizont die irgend welchen gegebenen Declinationen entsprechenden Tagebögen sind, sei es für die Sonne, sei es für die Sterne, deren Declination man auf der Vorderseite des Instruments findet; welche Sterne für den gegebenen Horizont Circumpolarsterne sind, etc. etc.

---

3) Die beiden letzten Striche bei *e* und *f* sind jeder als aus zwei zusammenfallenden Theilstrichen bestehend zu denken. Bei dem hier stattfindenden Maassstabe der Projection kann der 85° entsprechende Theilstrich von dem 90° entsprechenden Grenzstriche der Theilung in der Zeichnung nicht mehr deutlich unterschieden werden.

4) Dies ist in dem Instrumente schon von selbst der Fall, durch die Art wie die Alhidade mittelst des Bolzens befestigt ist; man braucht sie nur noch um diesen zu drehen.

Es ist schliesslich nur noch der kleine Kreis zu erklären, welcher über einem Theile des von dem Mittelpunkte der Projection nach *d* gehenden Halbmessers beschrieben ist, und welcher eine ganz ingeniöse Vorrichtung bildet, um mittelst einer leichten Hülfsconstruction die Declination der Sonne aus deren Länge (welche der in den Ringen 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7° enthaltene Kalender giebt) zu finden.

Man bemerkt zunächst, dass die Peripherie des kleinen Kreises in gleiche Theile von je 15 Graden getheilt ist. Denkt man sich nun in demselben einen Durchmesser $\alpha\beta$ gezogen, welcher den Theilpunkten für 90° und 270° entspricht und dem Durchmesser *ab* der grossen Projection parallel ist, und zieht man dann aus dem Mittelpunkte *m* der letzteren durch α und β zwei Radien $m\alpha A$ und $m\beta B$, so findet sich, dass diese auf dem Halbkreise *adb*, von *d* nach *a* und *b* hin, zwei Bögen *dA* und *dB* abschneiden, deren jeder gerade gleich der Schiefe der Ecliptik ε ist. Daher Winkel $\alpha m\mu = \varepsilon$ (siehe die Figur N° IV der Tafel).

Will man nun für irgend eine gegebene Länge der Sonne z. B. $l = 20°$ die Declination δ finden, so wird man den Bogen *l* auf dem kleinen Kreise von dem Punkte δ an nehmen, z. B. als $\delta\lambda$, hieraus aus λ mit dem Halbmesser $\delta\mu$ eine Parallele ziehen, die man bis zu der Peripherie eines aus dem Mittelpunkte *m* mit dem Halbmesser $m\alpha$ beschriebenen Bogens $\alpha\pi\beta$ verlängert, und hierauf durch den Schneidungspunkt π einen Radius $m\pi p$ ziehen; dieser Radius schneidet dann auf der Peripherie *dA* einen der gesuchten Declination δ gleichen Bogen *dp* ab, dessen Betrag in Graden man auf der Theilung des Ringes 9° abliest, während die Parallelen des Halbkreises *dac* der Projection zugleich unmittelbar angeben, auf welchem Parallele die Sonne sich dann befindet.

Beweis. (Taf. N° V.) Bezeichnet man den Radius des kleinen Kreises durch r und fällt aus λ und π auf md die Senkrechten $\lambda\lambda'$ und $\pi\pi'$, so ist in dem Dreiecke $\lambda\lambda'\mu$ die Seite $\lambda\lambda' = r \,.\, \sin l$, weil Winkel $\lambda\mu\lambda' =$ der Länge l. Ferner in dem Dreiecke $m\pi\pi'$ der Sinus des Winkels $\pi m \pi' = \frac{\pi\pi'}{\pi m} = \frac{\lambda\lambda'}{\pi m} = \frac{r . \sin l}{\pi m} = \frac{r . \sin l}{a m}$. Endlich in dem Dreiecke $m\alpha\mu$ die Seite $am = \frac{\alpha\mu}{\sin \alpha m \mu} = \frac{r}{\sin \varepsilon}$, und dies in den gefundenen Werth von $\sin \pi m \pi'$ eingesetzt giebt $\sin \pi m \pi' = \frac{r . \sin l}{r : \sin \varepsilon} = \sin l . \sin \varepsilon$. In dem sphärischen Dreiecke (Taf. N° VI) dessen Seiten die Länge, Declination und Rectascension der Sonne sind, hat man aber (wie bekannt) $\sin \delta = \sin l . \sin \varepsilon$, somit $\sin \pi m \pi' = \sin \delta$, oder Winkel $\pi m \pi' = \delta$, was zu beweisen war. Die Operation erscheint übrigens in der vorstehenden Auseinandersetzung und Demonstration weit complicirter, als sie in Wirklichkeit ist; sie ist in der That höchst einfach, und eigentlich sieht man alles dies auf einen Blick, obwohl es etwas umständlich zu beschreiben ist.

Die so eben angegebene Construction, bei der man aus dem Punkte des kleinen Kreises, welcher der Länge der Sonne entspricht, eine mit md parallele gerade nach dem mit dem Radius $m\alpha$ beschriebenen Kreisbogen zieht, um auf diesem den erforderlichen Punkt π zu bestimmen, giebt, wie man sieht, die Declination δ in aller Strenge.

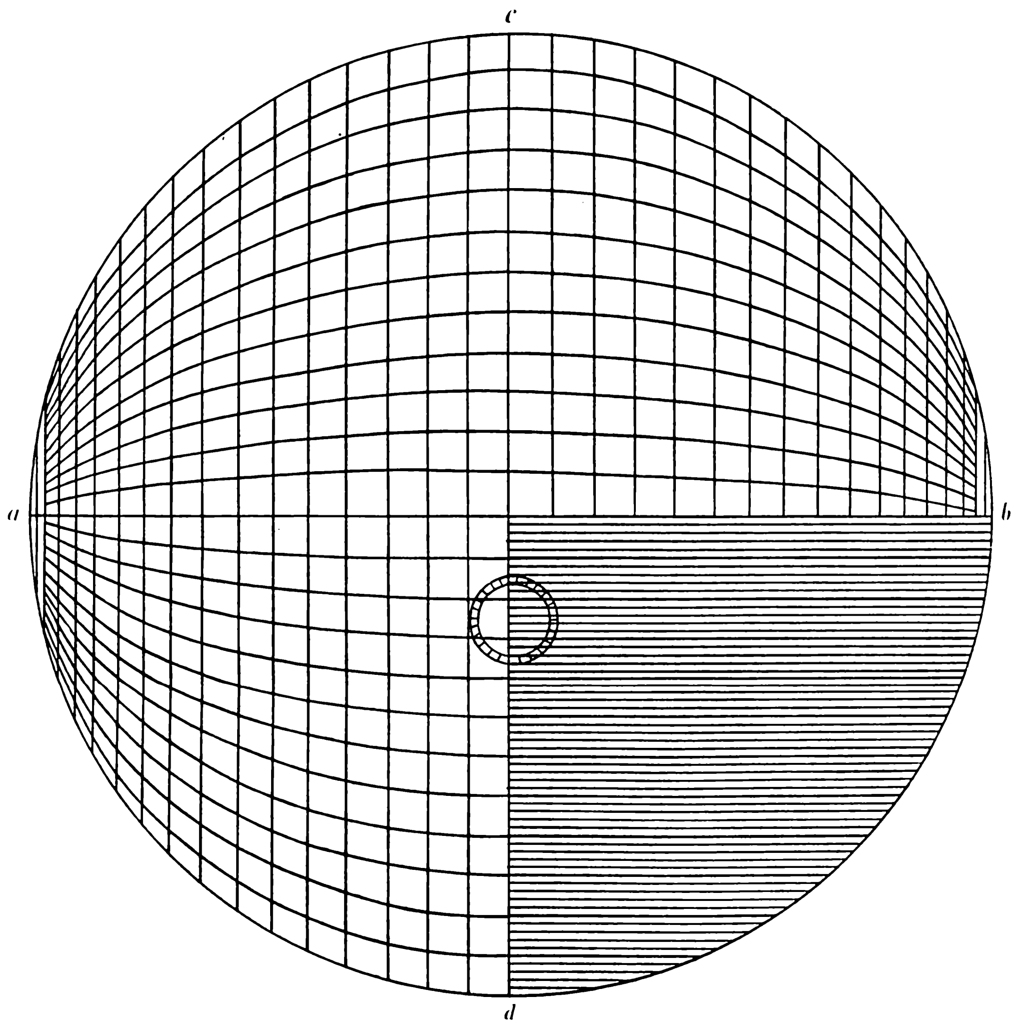
Verlangt man aber nur eine grobe Annäherung, so genügt es, den aus m nach dem Bogen dA oder dB zu ziehenden Radius, statt durch den so bestimmten Punkt des mit dem Radius $m\alpha$ beschriebenen Kreisbogens, einfach durch den Punkt des kleinen Kreises zu legen, welcher der Länge der Sonne entspricht, eine Operation, welche die Schärfe der Alhidade unmittelbar ausführt. Es ist in diesem Falle vortheilhafter, die Länge der Sonne, statt auf der ganzen Peripherie des kleinen Kreises herum, nur auf dem nach d hin liegenden Halbkreise, zuerst von δ nach α, dann zurück von α nach β, und dann wieder von β nach δ zu zählen. Bezeichnet man eine auf diese Weise bestimmte, angenäherte Declination mit δ', so ist der Irrthum $\delta - \delta'$, den man begeht, und dessen Maximum für $l = 50^\circ 12'$[5]) stattfindet, stets kleiner als $3^\circ 12' 45''$, in der Nähe von $l = 0^\circ$ und $l = 90^\circ$ aber sehr unbedeutend.

Herr Sédillot hat in diesem kleinen Kreise den Epicykel erblickt, in welchem Arzachel annahm, dass der Mittelpunkt des excentrischen Kreises der Sonne sich bewegte (siehe Mémoire, p. 36, lin. 23—28 und pag. 191, lin. 11—15). Ich kann dieser Ansicht nicht beistimmen, da ich keinen hinreichenden Grund sehe, weshalb dieses ganz specielle Detail der *theoretischen* Astronomie isolirt in das Astrolabium kommen sollte, und weshalb gerade an dieser Stelle. Was die beiden Citate aus Delambre's Hist. de l'astr. au moyen âge, in der Note 2 zu pag. 191 betrifft, so findet man auf pag. 286 durchaus nichts Näheres über die Natur des fraglichen Epicykels, und auf pag. 213 überhaupt gar nichts; vielleicht soll es statt 213 heissen 176, wo von dem erwähnten Epicykel die Rede ist, aber auch ohne jede nähere Angabe, nur ganz im Allgemeinen. Purbach III, prop. 13 habe ich nicht nachsehen können.

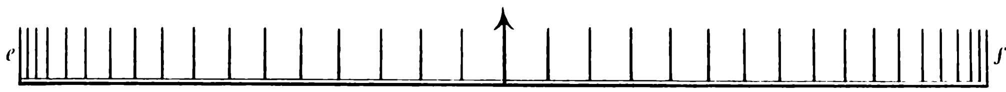
5) Wenn die Schiefe der Ecliptik gleich 23° 35′ gesetzt wird, wie sie der Astronom Abûl Hassan Ali von Marocco, ein Zeitgenosse des hier besprochenen Astrolabiums, annimmt.

(Aus dem Bulletin, T. VII, p. 220 – 227.)

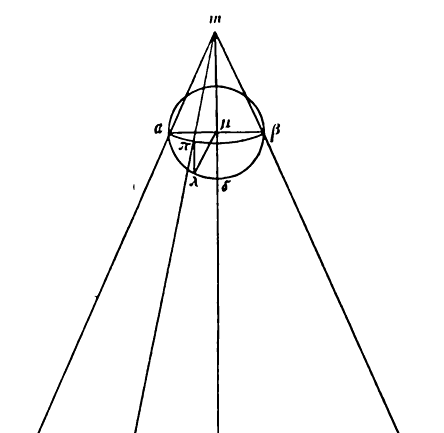
II.



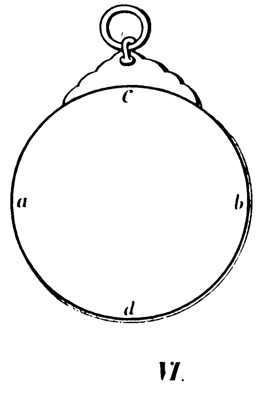
III.



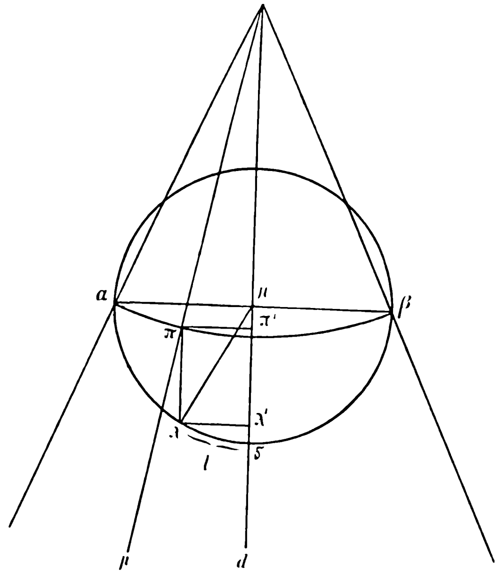
IV.



I.



V.



VI.