

De Visibili Conjunctione Inferiorum Planetarum
cum Sole, Dissertatio Astronomica, Authore
E. HALLEY.

Mercurii Venerisq; sidera Solis discum subintrare, ac instar Macularum nigricantium in lucido ejus Orbe aliquando conspici, tam ex verioris Astronomiæ principijs, quam ex indubitata Observantium fide, dudum compertum est. Qua vero lege, quibusq; condicionibus, quantisq; annorum intervallis hæc phænomena nobis spectanda præbentur, nescio an aliquis ex Astronomis hodiernis rite definiaverit: Certe nihil hac de re inter Typis mandata bucusq; mihi visum est: Quapropter non ingratum fore arbitratus, huic inquisitioni serio operam dedi, ac dissertatione hac rem maxime perplexam paucisq; intellectam me plenius enucleaturum confido.

Has Planetarum horum Phaseis semper in retrogradientum cum Sole conjunctionibus fieri, cum scilicet Sol Nodis eorum adeo vicinus sit, ut Planetæ Soli juncti Latitudo Semidiameterum Solis non excedat, per se satis conspicuum est; quo vero facilius limites ac condiciones harum Conjunctionum pervestigem, cumq; calculi elementa omnino diversi sint, uterq; Planeta sigillatim tractandus est: à Mercurio itaq; exordiamur.

Hujus Planetæ Nodum Ascendentem, juxta nuperas & accuratas observationes, prope 15° . Tauri, seu potius ad 0° . 15° . $44'$ à 1^{a} * γ , hoc nostro seculo reperiri, pro comperto habemus. Descendentem vero oppositum ad 6° . 15° . $44'$ à 1^{a} * γ . Angulus autem quo Planum Orbitæ Mercurialis ad Eclipticum inclinatur satis bene se habet apud Keplerum, viz. 6° . $54'$. Jam ex probatissimis Hypothesibus constat Mercurii in Nodo Ascendente

Ascendente constituti distantiam à Sole esse partium 31365, quarum media Solis distantia à Terra fit 100000; dum vero Nodum alterum occupat, distantia ista in iisdem partibus mensurata fit, 45308. Sol vero Nodo Ascendenti oppositus distat à Terrâ eidem junctâ partium istarum 98955: ad Nodum vero alterum eadem intercapedo fit 101007, atq; idcirco Mercurius Soli conjunctus ad Nodum Ascend. distat à Terrâ partibus 67591: ad Nodum vero descend. partibus 55699. Quæ cum inter se valde discrepent, separatim etiam considerandæ veniunt Conjunctiones illæ, quæ ad diversos Nodos fiunt, Calculi elementis compendii gratia Synopticè expõsitis.

Conjungatur Mercurius Retrogradus cum Sole Centraliter ad Nodum Ascendentem, Mense Octobri; ac ex prædictis Hypothesibus habebitur.

	s	o	'	"
L <i>Longitudo Solis à prima Stella Arietis</i>	6	15	44	00
<i>Longitudo Mercurii ex Sole visi</i>	0	15	44	00
<i>Distantia Mercurii à Sole, partium</i>	31365			
<i>Distantia Mercurii à Terra</i>	67591			
<i>Angulus Inclinationis Orbitæ Mercurii</i>	6	54	00	
<i>Motus 6 Horar. Mercurii ex Sole Visi</i>	1	30	58	
<i>Motus Solis in iisdem sex horis</i>		15	5	
<i>Hinc Motus Mercurii à Sole; sex horis</i>	1	15	53	
<i>Et Motus ejus à Sole ex Terra viso, 6 Horis</i>	0	35	12	
<i>Et Angulus vicæ Mercurii intra Solem visæ cum Ecliptica</i> }	8	15	00	
<i>Hinc motus Mercurii in orbitâ suâ visibili 6 Horis</i> }		35	44	
<i>Deinde motus Mercurii in Anno siderio ultrat quatuor revolutiones</i> }	1	24	45	8
<i>In Annis tredecim itaq;</i>	11	21	46	44
<i>Defunt itaq; ad Revolutiones 54 integras</i>	0	8	13	16

Quod

	d	h	'
<i>Quod spatium percurrit Mercurius in</i>	2	00	13
<i>Quibus promovetur Solis locus; ac ♀ in Nodo</i>	20.	1'	00''
<i>fitus tantundem distat à conjunctione Terræ }</i>			
<i>At arcus iste ex Terrâ spectatus fit</i>	0	56	10
<i>Unde ex dato Angulo viæ visæ 8°. 15' prove-</i>	0	55	34
<i>nit basis, sive distantia à conjunctione visibili }</i>			
<i>Qui arcus percurrerit à Mercurio juxta Ho-</i>	9 ^h	21	
<i>rariam datam horis }</i>			
<i>Excedunt vero 13 Anni Siderii totidem Juli-</i>	8 ^h	00'	
<i>anos cum Intercalationibus tribus, horis }</i>			
<i>Itaque Mercurius revertitur ad Solem post</i>	2 ^d	17 ^h	34'
<i>Annos Julianos 13 atq; insuper }</i>			
<i>Vel cum quatuor intercalationibus, si præce-</i>	1	17	34
<i>dens annus fit tertius à Bissext. }</i>			
<i>Ex arcu vero 56', 10". & angulo dato, fit</i>	0	8'	3''
<i>perpendicularis sive proxima distantia ♀ ii</i>			
<i>à Sole }</i>			
<i>Itaque ♀ post 13 annos intra Solem conspicuus }</i>	8 ¹ .	3''	
<i>8¹. 3'' Borealius incedit }</i>			
<i>Pari Argumento in 46 annis sideriis movetur ♀</i>	11 ^s	28 ^o	36' 8''
<i>Defunt itaq; ad revolutiones 191 integras</i>	0	1	23 52
<i>Hoc est in tempore</i>		8 ^h	12'
<i>Quo promovetur Sol</i>		0 ^o	20' 41''
<i>Hic arcus è Terra visus fit</i>		0	9 36
<i>Basis vero ei competens</i>		0	9 30
<i>Tempus vero quo Mercurius basin percurrit fit</i>		1 ^h	36' 00
<i>Excreunt vero 46 Anni Siderii totidem Juli-</i>	19	3	00
<i>anos cum 11 Intercalationibus, horis }</i>			
<i>Ac Mercurius revertitur ad Solem post 46</i>	1 ^d	4 ^h	51'
<i>annos Julianos atq; insuper }</i>			
<i>Vel cum duodecim intercalationibus, ut fit cum</i>	0	4 ^h	51'
<i>annus præcedens fit secundus vel tertius à</i>			
<i>Bissextili }</i>			
<i>Perpendicularis vero qui Mercurius in Bore-</i>	0 ^o	1'	22''
<i>am provebitur fit }</i>			

<i>Periodus vero maxime accurata Mercurii ad Solem absolvitur annis sideriis 263 atque insuper</i>	} h ' I II $\frac{1}{2}$
<i>Hi vero siderii superant totidem Julianos cum 66 intercalationibus, horis</i>	} IO 20
<i>Unde post 263 Annos Julianos, Mercurius ad Solem revolvitur, tardius vero</i>	} II 3I $\frac{1}{2}$
<i>Quod si præcedens annus Biffextilis fuerit ad dantur</i>	} I ^d II 3I $\frac{1}{2}$

Post hoc demum intervallum Borealius incedit non nisi decem minutis secundis.

Ceteræ vero periodi latiores ex jam inventis facili negotio eruunter, suntq; vel Sex vel Septem Annorum.

Quæ septem annis absolvit, Mercurium deprimit versus Austrum 22'. 47", ac septem dies integros minus 9 minutis citius provenit, si duæ fuerint intercalationis. At cum una intercalatione, cum scil: annus prior Biffextilis fit, 6 dies subducendi sunt, additis tantum 9 minutis, ut prius.

Rarius vero post sex Annos in Solis disco conspicitur iterum vagus ille Planeta, qui exacta hac periodo 30'. 50" Borealius transit; idq; tardius 8^d. 17^h. 25', si annus præcedens fit secundus vel tertius à Biffextili; aliter 9^d. 17^h. 25' addendi sunt.

Pariter si fiat Conjunctio ad Nodum Descendentem Mense *Aprili*.

	s	o	'	"
L <i>ongitudo Solis à prima stella Arietis</i>	o	15	44	00
<i>Mercurii Longitudo ex Sole visa</i>	6	15	44	00
<i>Distantia planetæ à Sole ut prius</i>		453	08	
<i>Distantia ejus à Terra</i>		556	99	
<i>Motus Mercurii è Sole visus Sex horis</i>		o	43	21
<i>Motus Solis in eodem tempore</i>		o	14	29
<i>Motus Mercurii à Sole</i>		o	28	52
<i>Hinc angulus Viæ Viſæ Mercurii intra Solis dif- cum cum Ecliptica fit</i>	} IO	18	00	
<i>Motus vero visus à Terra in sex horis</i>		o	23	52
				<i>Unde</i>

Unde sequendo methodum calculi præcedentis, evincitur Mercurium post 13 annos atque in super 3d. 7h. 37' ad Solis conjunctionem revolvi; quod si præcedens Annus fuerit tertius à Bissextili, tunc addendi sunt 2d. 7h. 37'. tantum: ac tum Mercurius 16'. 55". Australius incedere reperietur. Post 46 vero annus, cum 12 intercalationibus addantur od. 7h. 14'. & habebitur Mercurius Soli conjunctus in tramite Australiore 2'. 53". si vero annus prior Bissextilis fuerit, vel ab eo primus, addendus est id. 7h. 14'. ut habeatur accurate Synodus. Similiter post 263 annos, quibus Mercurius in Austrum deflectitur 0'. 22". addendus est vel id. 11h. 49', vel 11h. 49'. juxta legem in priori casu præscriptam.

At annis sex vel septem ob viciniam Terræ ac planetæ, atque idcirco ob ampliatos arcus, ad hunc Nodum non revertitur ad Solem, ut intra discum appareat. Post Annos autem 33 Solem transit viâ magis Boreali 14'. 2". ac habetur momentum conjunctionis subducendo à prioris tempore 3d. oh. 23'. si fuerit in anno tertio à Bissextili; aliter subduc 2d. oh. 23'. tantum.

His inventis facile erit continuare calculum pro omnibus hisce conjunctionibus Mercurii cum Sole, idque cum summâ certitudine, ac sine ullâ hæsitatione an omnes possibiles habeantur, necne: Sola Additione obtinentur momenta conjunctionum ac distantia planeta à Centro Solis, unde etiam ope Tabellæ depromuntur durationes harum, ut ita dicum, Eclipsium: ut nihil sit quod in hac re desiderari videatur.

Epochas vero quod spectat, cæ tutius Observatorum industria comparantur, quam Calculi cujusvis Subtilitate: adeoque elegimus in primo casu, notabilem illum transitum Mercurii quem ipse in Insula Sanctæ Helenæ perfectissime observavi, Octob. 28. Anno 1677. St. Vet. & cujus medium ex initio & sine determinavi in prædicta Insula quidem oh. 4'. P. M. Londini vero oh. 28'. P. M. Semita vero qua incedere visus est Planeta 4'. 40". Borealior erat Solis centro. In altero casu, viz. cum Mercurius Soli jungitur

Mense Aprili, Ex Cl. Hevelii Mercurio in Sole viso pag. 72, 75. Epocham desumere placuit; nempe quod Apr. 23. Anno 1661. St. Vet. 6h. 8'. P. M. Gedani, hoc est 4h. 52'. Londini, Mercurius Solis centro proximus apparuit, utpote in medio transitu, simulque distabat ab eodem centro 4'. 27". ad Boream. Hinc juxta præcepta præmissa, omnes ordine visibiles conjunctiones Mercurii cum Sole simul exhibere, exigui laboris opus erit: ac in exemplum quod cuiusvis in posterum imitari licet, accipe hujus seculi ab invento Telescopio quotquot usquam apparuere hujusmodi Phænomena vel quæ etiam insequentis seculi posteris apparitura sunt.

Series momentorum quibus Mercurius Soli conjunctus intra discum ejus conspicitur, per præsens & futurum seculum, cum distantiiis Planetæ à Solis centro.

A P R I L I.

Ann.	Temp. Conj.			Dist à centr. ☉.		
	d.	h.		'	"	
1615	22	21	38**	7	20	B
1628	25	5	15*	9	35	A
1661	23	4	52*	4	27	B
1674	26	12	29	12	28	A
1707	24	12	6	1	34	B
1720	26	19	43*	15	21	A
1740	21	11	43	15	36	B
1753	24	19	20*	1	19	A
1786	22	18	57*	12	43	B
1799	26	2	34**	4	12	A

OCTOBRI.

O C T O B R I.

Ann.	Temp. Conj.			Dist à centr. ☉.		
	d.	h.	′	′	″	○.
1605	22	8	29	12	48	A
1618	25	2	3*	4	45	A
1631	27	19	37*	3	18	B
1644	30	13	11	11	21	B
1651	23	13	20	11	26	A
1664	25	6	54*	3	23	A
1677	28	0	28**	4	40	B
1690	30	18	2*	12	43	B
1697	23	18	11*	10	4	A
1710	26	11	45	2	1	A
1723	29	5	19*	6	2	B
1730	22	5	28	16	45	A
1736	30	22	53**	14	5	B
1743	24	23	2**	8	42	A
1756	26	16	36	0	39	A
1769	29	10	10	7	24	B
1776	22	10	19	15	23	A
1782	Nov. 1	3	44*	15	27	B
1789	25	3	53*	7	20	A

Transitus qui signo * notantur, Londini ex parte visibiles sunt, qui vero signo **, toti conspici possunt.

Notandum vero est Solis Diametrum ad Nodum ☿ ii Ascendentem Mense Octobri occupare 32'. 34' atq; adeo maximam durationem centralis transitus esse 5^h. 29': Mense vero Aprili Diameter Solis fit 31'. 54"; unde ob tardiores Planetæ motum oritur duratio maxima 8^h. 1'. Quod si obliquè incidat Mercurius, durationes hæc breviores redduntur pro ratione distantie à centro Solis: Quoq; perfectior calculus hic reddatur, sequentes Tabellas adjunxi quibus exhibentur dimidiatæ durationes harum Eclipsium ad singula minuta distantie visæ à centro Solis; quæ additæ ac sublatæ à conjunctionis momento in priori Tabula invento, initium ac finem totius Phænomeni designant.

Octobri.

Min. Dist.	Semi- durat. H.
0	2 44 $\frac{1}{2}$
1	2 44
2	2 43
3	2 41 $\frac{1}{2}$
4	2 39 $\frac{1}{2}$
5	2 36 $\frac{4}{2}$
6	2 33
7	2 28 $\frac{1}{2}$
8	2 23
9	2 17
10	2 10
11	2 1
12	1 51
13	1 39
14	1 24
15	1 4
15 $\frac{1}{2}$	0 50
16	0 30

Aprili.

Min. Dist.	Semi- durat. "
0	4 0 $\frac{1}{2}$
1	4 0
2	3 58 $\frac{1}{2}$
3	3 56
4	3 53
5	3 48 $\frac{1}{2}$
6	3 43
7	3 36
8	3 28
9	3 18 $\frac{1}{2}$
10	3 7
11	2 54
12	2 38
13	2 19
14	1 55
15	1 21 $\frac{1}{2}$
15 $\frac{1}{2}$	0 56

Observationes omnes hucusq; habitas rite repræsentant hi numeri, nec est quod dubitem de futuris, cum ex omnibus Planetis Mercurius Soli proximus ejus centro adeo vicinus sit, ut aliorum centrorum interventu minime cieatur, nec deviationibus illis quæ à cæterorum systemate oriuntur quibusq; Superiores præsertim Saturnus obnoxii sunt, quod sentiri possit interturbetur.

Parallaxes consultò omisi, ut perexiguas, quæq; locis diversis diversæ obvenientes generaliori calculo immisceri non debent; quodq; etiam quantæ sint non satis adhuc constat, sed potius ex hujusmodi Observatis tutissime derivari possint: Diametri etiam Mercurii rationem non habui, quia supra fidem parvus per paucula

paucula solum minuta limbo adhærere videtur. Ex observatione accuratissimâ deprehendi vix duo minuta elapsa dum totus è Sole egrederetur Octob. 28^{vo}. 1677, unde conclusi Diаметrum ejus 0'. 11", ac juxta rationem distantiarum à Terra ad Nodum alterum esse, 0'. 13" $\frac{1}{2}$ fere, adeoq; tunc 3' $\frac{1}{2}$ temporis minuta insumi, dum totus planeta Solis limbum directè pervadit: Oblique vero transiens paulo diutius hæret, secundum ac Secantes angulorum incidentiæ augentur. Æquationes etiam Temporis haud opus est ut æstimemus, quia per plures dies hinc inde in utroq; mense constantes ac quasi invariatae persistunt.

De Visibili Veneris cum Sole Conjunctioe.

Venus quamvis syderum omnium speciosissima, more sexus sui, sine mutuato cultu ac splendore asscitiio in conspectum prodire veretur: Hoc etenim spectaculum inter Astronomica longè nobilissimum, instar Ludorum secularium, integri seculi Mortalibus invident motuum arctæ Leges. Unico vero hoc Observato summa cum certitudine distantiam Solis à Terra determinari posse, quæ ob Parallaxin alius prorsus insensibilem vagis terminis hucusq; definita est, post hæc declarabitur. Periodos vero quod attinet, illæ non adeo accurate ac Mercuriales describi possunt, cum Venus semel tantum ob Orbe condito, idq; ab Horroxio nostro, intra Solis discum deprehensa sit: Correctis autem motibus quantum per rudiores Veterum observationes licet accipe jam summam Calculi.

	s o ' "
Longitudo Nodi Ascendentis Veneris a prima } Stella Arietis	1 15 16 00
Sol itaq; ei jungitur in puncto opposito, hoc est, } per hæc secula, circa finem Novembris	7 15 16 00
Distantia Veneris à Sole partium	71997
Distantia Veneris à Terra	26438
Inclinatio Orbitæ Veneris ad Eclipticam	3°. 23'

Motus

Motus Veneris in O \acute{c} to Annis sydereis, supra tredecim Revolutiones	} s o ' "	o I 30 28;
Motus Veneris in 235 Annis sydereis supra 381 Revolutiones		
Motus veneris in 243 Annis sydereis supra 395 Revolutiones	} o o 48 8	II 29 17 39

Ex his principiis, inito calculo juxta methodum in Mercurio expositam, proveniunt intervalla temporum ac distantiarum ut sequitur.

Post o \acute{c} to annos Venus revolvitur ad Solem, scilicet sublatis à prioris transitus momento 2 d . 10 h . 52' $\frac{1}{2}$. Incedit vero Planeta semitá 24'. 41". priore magis Australi.

Post annos 235, additis 2 d . 10 h . 9', Venus iterum Solem ingredi potest, sed viá 11'. 33" Borealiori: Quod si præcedens annus Biffextilis fuerit 3 d . 10 h . 9' addendi sunt.

Post annos 243, Venus etiam Solem transire potest, auferendo tantum 0 h . 43' a prioris tempore, Australius vero incedit 13'. 8": Quod si præcedens annus Biffextilis fuerit, adde 23 h . 17'.

Et in omnibus his appulsibus Veneris ad Solem, Mense Novembri, Angulus viæ visæ Veneris cum Ecliptica fit 9 $^{\circ}$. 5', ac motus ejus Horarius intra Solem 4'. 7"; cumq; semidiameter Solis fit 16'. 21", provenit maxima duratio transitus centri Veneris 7 h . 56".

Deinde conjungantur Sol & Venus ad Nodum Descendentem Mense Maio; ac juxta numeros eosdem supputantur intervalla eadem. Post o \acute{c} to Annos auferendi sunt 2 d . 6 h . 55", ac Venus orbitá 19'. 58" Borealiori pertransibit.

Post annos 235 adde 2 d . 8 h . 18', vel si prior annus Biffextilis fuerit, 3 d . 8 h . 18' & habebis Venerem Australiorem 9'. 21".

Deniq; post 243 annos; adde 0 d . 1 h . 23'; vel si prior annus Biffextilis fuerit 1 d . 1 h . 23" & reperietur Venus iterum Soli conjuncta sed in tramite 10'. 37" magis Boreali.

In omni ad hunc Nodum transitu intra Solem, angulus viæ visæ Veneris cum Ecliptica fit 8 $^{\circ}$. 28; ac Horarius ejus motus 4'. 00"; ac Solis semidiametro subtendente 15'. 51", provenit duratio maxima centralis transitus etiam 7 h . 56'; præcisè eadem ac ad Nodum alterum.

Quod

Quoad Epochas: Ex ingressu quem solum vidit Horroxius in Sole jamjam occasuro, concluditur, Venerem Soli junctam fuisse Londini 1639. Novemb. 24. 6^h. 37'. sed versus austrum incessisse 8'. 30". Mensè Maio vero à nemine Mortalium bucusque intra Solem visa est, sed ex numeris meis quos non multum à cælo ablusuros confido, constat Venerem proximâ vice Solem subituram An. 1761. Maii 25^d. 17^h. 55', mediâ scil. Eclipsi, ac tunc distare à centro ejus versus Austrum 4'. 15".

Hinc & ex præmissis revolutionibus facili negotio omnia hujus generis Phenomena per Millenium integrum computavi, ut in sequenti Tabella exhibentur.

Mensè Novembri.

Ann.	Temp. Conj.			Dist. à Cent.		
	d.	h.	'	'	"	
918	20	21	53	6	12	B
1161	20	21	10	6	55 ^½	A
1396	23	7	20	4	38	B
1631	26	17	29	16	11	B
1639	24	6	37	8	30	A
1874	26	16	46	3	3	B
2109	29	2	56	14	36	B
2117	26	16	3	10	5	A

Mensè Maio.

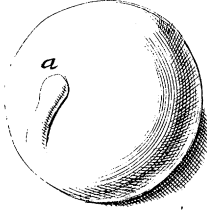
Ann.	Temp. Conj.			Dist. à Cent.		
	d.	h.	'	'	"	
1048	24	13	45	3	50	B
1283	23	8	14	5	31	A
1291	25	15	9	14	27	B
1518	25	16	32	14	52	A
1526	23	9	37	5	6	B
1761	25	17	55	4	15	A
1769	23	11	00	15	43	B
1996	28	02	13	13	36	A
2004	25	19	18	6	22	B

Durationses harum Veneriarum Eclipsium quod attinet, respectu centri eodem modo supputari possunt ac Mercuriales; sed cum Diameter Veneris satis ampla sit, cumq; Parallaxes etiam differentiam valde notabilem quoad tempus ingerere possint, calculus peculiaris pro locis singulis necessario subeundus est.

Veneris autem Diameter tanta est, ut dum limbo Solis adhæret, ferme 20 temporis minuta præterfluunt; cum scilicet Solem directe aggreditur; oblique vero incidens, etiam diutius limbo immoratur. Occupat autem diameter ista, juxta Horroxii observationem 1'. 18", dum ad Nodum Ascend. Soli jungitur; ac 1'. 12" ad Nodum alterum. Præcipuus autem harum conjunctionum usus est, Solis à Terra distantiam sive parallaxin ejus accurate determinare, quam quidem frustra variis methodis tentaverunt Astronomi; dum instrumenta quantumvis subtilia angulorum quesitorum minutæ facile eludunt. At in observando Veneris in Solem ingressu & ab eodem egressu, spatium temporis inter momenta contactuum interiorum, ad ipsum temporis minutum secundum, hoc est, ad $\frac{2}{3}$ minuti secundi sive 4" arcus observati, ope mediocris Telescopii, & Horologii Oscillatorii per 6 vel 8 horas accurate sibi constantis, obtineri potest. Ex duabus autem talibus observationibus in Locis idoneis debite institutis, intra quingentesimam partem certè concludi Solis distantiam proximâ occasione commonstrabo.

Ne quid obscuri Lectoribus Astronomicè minus doctis videretur, Schemata pro utriusq; Planetæ transitu delineavi, Fig. 12, 13, quibus rem oculis subijcere conatus sum.

Fig: i.



193

Fig: 4.

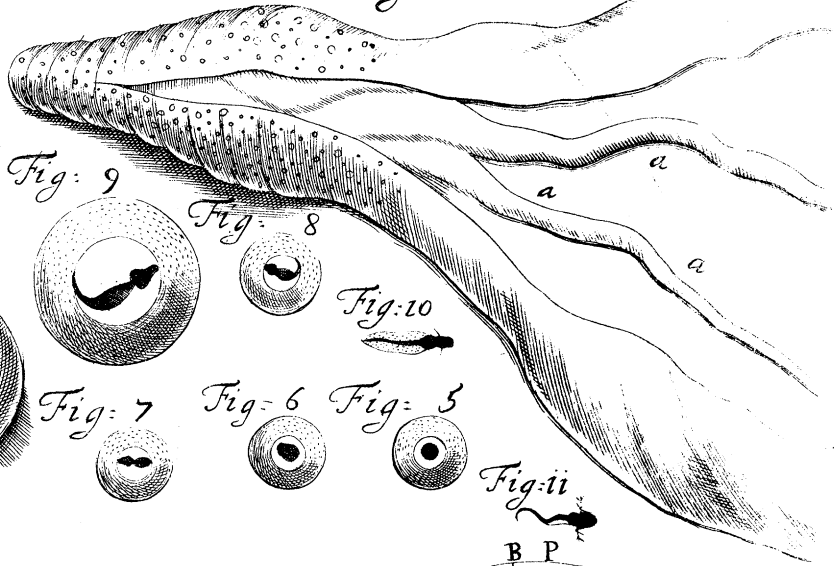


Fig: 2.

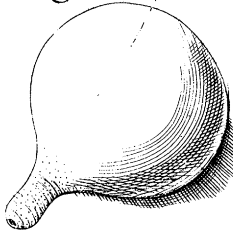


Fig: 9

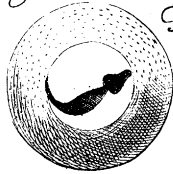


Fig: 8



Fig: 10



Fig: 7



Fig: 6



Fig: 5



Fig: ii

B P

Fig: 3.

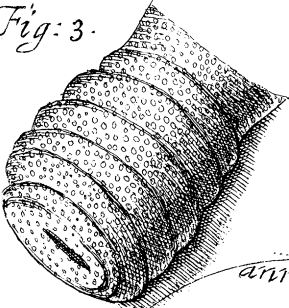


Fig: 12



Fig: 13

