

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Ole Romers opdagelse
af lysets tæven

1915

T.B. Gl.

92 Róm

1915

OM
OLE RØMERS OPDAGELSE
AF LYSETS TØVEN

AF
KIRSTINE MEYER
f. BJERRUM .

MED 1 FACSIMILE
AVEC UN RÉSUMÉ EN FRANÇAIS

D. KGL. DANSKE VIDENSK. SELSK. SKRIFTER, 7. RÆKKE, NATURV. OG MATHEMATISK APD. XII. 3



KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHADEL

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1915

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 6te Række.

Naturvidenskabelig og matematisk Afdeling.

	Kr.	Øre
I , med 42 Tavler, 1880—85	29.	50.
1. Prytz, K. Undersøgelser over Lysets Brydning i Dampe og tilsvarende Vædske. 1880	•	65.
2. Boas, J. E. V. Studier over Decapodernes Slægtskabsforhold. Med 7 Tavler. Résumé en français. 1880	8.	50.
3. Steenstrup, Jap. Sepiadarium og Idiosepius, to nye Slægter af Sepiernes Familie. Med Bemærkninger om to beslægtede Former Sepioloidea D'Orb. og Spirula Lmk. Med 1 Tavle. Résumé en français. 1881	1.	35.
4. Colding, A. Nogle Undersøgelser over Stormen over Nord- og Mellem-Europa af 12 ^{te} —14 ^{de} Novb. 1872 og over den derved fremkaldte Vandflod i Østersøen. Med 23 Planer og Kort. Résumé en français. 1881	10.	•
5. Boas, J. E. V. Om en fossil Zebra-Form fra Brasiliens Campos. Med et Tillæg om to Arter af Slægten Hippidion. Med 2 Tavler. 1881	2.	•
6. Steen, A. Integration af en lineær Differentialligning af anden Orden. 1882	•	50.
7. Krabbe, H. Nye Bidrag til Kundskab om Fuglenes Bændelorme. Med 2 Tavler. 1882	1.	35.
8. Hannover, A. Den menneskelige Hjerneskals Bygning ved Anencephalia og Misdannelsens Forhold til Hjerneskallens Primordialbrusk. Med 2 Tavler. Extrait et explication des planches en français. 1882	1.	60.
9. — Den menneskelige Hjerneskals Bygning ved Cyclopia og Misdannelsens Forhold til Hjerneskallens Primordialbrusk. Med 3 Tavler. Extrait et explic. des planches en français. 1884	4.	35.
10. — Den menneskelige Hjerneskals Bygning ved Synotia og Misdannelsens Forhold til Hjerneskallens Primordialbrusk. Med 1 Tavle. Extrait et explic. des planches en français. 1884	1.	30.
11. Lehmann, A. Forsøg paa en Forklaring af Synsvinklens Indflydelse paa Opfattelsen af Lys og Farve ved direkte Syn. Med 1 Tavle. Résumé en français. 1885	1.	85
II , med 20 Tavler, 1881—86	20.	•
1. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 1 ^{ste} Afhandling. Med 6 Tavler. Résumé et explic. des planches en français. 1881	3.	15.
2. Lorenz, L. Om Metallernes Ledningsevne for Varme og Elektricitet. 1881	1.	30.
3. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 2 ^{den} Afhandling. Med 9 Tavler. Résumé et explic. des planches en français. 1882	5.	30.
4. Christensen, Odin. Bidrag til Kundskab om Manganets Ilt. 1883	1.	10.
5. Lorenz, L. Farvespredningens Theori. 1883	•	60.
6. Gram, J. P. Undersøgelser ang. Mængden af Primitiv under en given Grænse. Résumé en français. 1884	4.	•
7. Lorenz, L. Bestemmelse af Kviksølvvejers elektriske Ledningsmodstande i absolut elektromagnetisk Maal. 1885	•	80.
8. Traustedt, M. P. A. Spolia Atlantica. Bidrag til Kundskab om Salperne. Med 2 Tavler. Explic. des planches en français. 1885	3.	•
9. Bohr, Chr. Om Iltens Afvigelser fra den Boyle-Mariotteske Lov ved lave Tryk. Med 1 Tavle. 1885	1.	•
10. — Undersøgelser over den af Blodfarvestoffet optagne Iltmængde udførte ved Hjælp af et nyt Absorptionsmeter. Med 2 Tavler. 1886	1.	70.
11. Thiele, T. N. Om Definitionerne for Tallet, Talarterne og de tallignende Bestemmelser. 1886	2.	•
III , med 6 Tavler, 1885—86	16.	•
1. Zeuthen, H. G. Keglesnitlæren i Oldtiden. 1885	10.	•
2. Levinson, G. M. R. Spolia Atlantica. Om nogle pelagiske Annulata. Med 1 Tavle. 1885	1.	10.
3. Rung, G. Selvsregistrerende meteorologiske Instrumenter. Med 1 Tavle. 1885	1.	10.
4. Mehnert, Fr. De eucephale Myggelarver. Med 4 dobb. Tavler. Résumé et explic. des planches en français. 1886	6.	75.
IV , med 25 Tavler. 1886—88	21.	50.
1. Boas, J. E. V. Spolia Atlantica. Bidrag til Pteropodernes Morfologi og Systematik samt til Kundskaben om deres geografiske Udbredelse. Med 8 Tavler. Résumé en français. 1886	10.	50.
2. Lehmann, A. Om Anvendelsen af Middelgradationernes Metode paa Lyssansen. Med 1 Tavle. 1886	1.	50.
3. Hannover, A. Primordialbrusken og dens Forbening i Truncus og Extremiteter hos Mennesket før Fødselen. Extrait en français. 1887	1.	60.
4. Lütken, Chr. Tillæg til «Bidrag til Kundskab om Arterne af Slægten <i>Cyamus</i> Latr. eller Hvallusene». Med 1 Tavle. Résumé en français. 1887	•	60.
5. — Fortsatte Bidrag til Kundskab om de arktiske Dybhavs-Tudsefiske, særligt Slægten <i>Himantolophus</i> . Med 1 Tavle. Résumé en français. 1887	•	75.
6. — Kritiske Studier over nogle Tandhvaler af Slægterne <i>Turrops</i> , <i>Orca</i> og <i>Lagenorhynchus</i> . Med 2 Tavler. Résumé en français. 1887	4.	75.
7. Koefoed, E. Studier i Platosforbindelser. 1888	1.	30.
8. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 3 ^{die} Afhandling. Med 12 Tavler. Résumé et explic. des planches en français. 1888	6.	45.
V , med 11 Tavler og 1 Kort. 1889—91	15.	50.
1. Lütken, Chr. Spolia Atlantica. Bidrag til Kundskab om de tre pelagiske Tandhval-Slægter <i>Steno</i> , <i>Delphinus</i> og <i>Prodelphinus</i> . Med 1 Tavle og 1 Kort. Résumé en français. 1889	2.	75.
2. Valentiner, H. De endelige Transformations-Grupper Theori. Résumé en français. 1889	5.	50.
3. Hansen, H. J. Cirrolanidæ et familiæ nonnullæ propinquæ Musei Hauniensis. Et Bidrag til Kundskaben om nogle Familier af isopode Krebsdyr. Med 10 Kobbervavler. Résumé en français. 1890	9.	50.
4. Lorenz, L. Analytiske Undersøgelser over Primitivmængderne. 1891	•	75.

(Fortsættes paa Omslagets S. 3.)

535

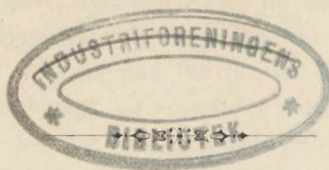
OM
OLE RØMERS OPDAGELSE
AF LYSETS TØVEN

AF

(KIRSTINE MEYER
f. BJERRUM)

MED 1 FACSIMILE
AVEC UN RÉSUMÉ EN FRANÇAIS

D. KGL. DANSKE VIDENSK. SELSK. SKRIFTER, 7. RÆKKE, NATURV. OG MATHEMATISK AFD. XII. 3



KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL

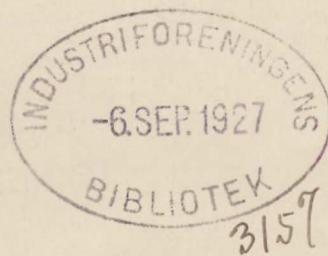
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1915

TB Gl.

92 Rømr

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK



Anledningen til dette Arbejdes Fremkomst er et Fund i Sommeren 1913 paa Universitetsbibliotheket af et Manuskript, et Folioark (se Bilag), skrevet med Ole Rømers Haand og indeholdende Tabeller over Tidspunkter for Formørkelser af Jupitermaanerne 1668—1677. Da nu Observationer af 1ste Jupitermaanes Formørkelser var Grundlaget for Ole Rømers Opdagelse af, at Lyset bruger Tid til at forplante sig gennem Rummet, laa den Tanke nær at undersøge, om der her muligvis forelaa en Del af det Materiale, hvorpaa Opdagelsen er bygget, og som hidtil ikke har været kendt. Rømer har paatænkt Offentliggørelse af sit Materiale, men her som saa ofte i hans Liv er Beslutningen om Offentliggørelse af hans Arbejde ikke bleven realiseret; at en saadan Offentliggørelse af hans Arbejde har været paatænkt, ses af et Brev fra Rømer til Huygens¹⁾ ^{30/12} 1677 i en Korrespondance om Lys-hastighed, hvor Rømer omtaler, at han i meget høj Grad ønsker en Permission fra sit Arbejde paa Observatoriet for at besøge Huygens i Holland, og han tilføjer: „det vilde sikkert være overordentlig nyttigt for mig at conferere med Dig om mit Arbejde, før jeg gør det færdigt til Trykning.“ Permissionen har han ikke faaet, og Trykningen har ikke fundet Sted. Resultatet er derfor blevet, at Ole Rømer vel har faaet Æren for at have opdaget „Lysets Tøven“ og første Gang maalt Lysets Hastighed, men Observationsgrundlaget for Opdagelsen har været forsvundet.

Jeg har nu, vejledet af Tallene paa det fundne Manuskript, af Rømers Ytringer i Breve til Huygens og af tilfældige og spredte Ytringer af samtidige Iagttagere forsøgt at rekonstruere, hvorledes Rømers betydningsfulde Resultat har været underbygget, og skal i det følgende gøre Rede for Resultatet af Undersøgelsen. Tillige har jeg omtalt Anledningen til Opdagelsen, dens teoretiske og praktiske Forudsætninger og dens nærmeste Følger.

I Aaret 1666 stiftedes det franske „Académie Royale des Sciences“. En af de Opgaver, der stilledes dette Akademi, var at forbedre de geografiske Kort; disse var meget mangelfulde og særlig var Længdeangivelserne daarlige og derved Kortenes Udstrækning i Øst—Vest; særlig galt var det med Angivelserne for Landene udenfor Europa. I „Adversaria“ har Ole Rømer²⁾ en lille Redegørelse for disse Fejls Størrelse

¹⁾ Chr. Huygens: Œuvres complètes Tome, VIII. La Haye 1899, S. 54, Brev No. 2114.

²⁾ Adversaria. Kbhvn. 1910. S. 228, f. 129a.

hos „Sansonius¹⁾ og paa Globerne“. Han anfører bl. a., at Længdeforskellen mellem Macao (i Kina ved Kantonbugten) og Mexico paa Kortene er angivet $28\frac{1}{2}^{\circ}$ for lille, mens Forskellen mellem Ormus (ved Indløbet til den persiske Havbugt) og Goa (i Forindien) er angivet 13° større end de forbedrede Maalinger giver; de store Fejl kan ikke undre, naar man hører, at Beliggenheden af Steder som de her nævnte oftest var angivne ved Hjælp af Rejsetiden fra det ene til det andet²⁾. Rømer bemærker, at paa Grund af disse Fejl er Søvejen over Stillehavet langs den 20de Breddegrad paa Kortene angivet 400 tyske Mil kortere end den i Virkeligheden er, og han tilføjer: „Hvad om Hollænderne — eller snarere Portugisere eller Spaniere — med Vilje har indført denne Fejl eller har forsømt at rette den en Gang indførte for at skræmme Europa fra Verdenshandelen.“

Huygens havde Aar 1657 løst den Opgave at konstruere et langt bedre Ur end de hidtil brugte, nemlig det første Pendulur, og havde dermed givet Længdebestemmelserne det nødvendige nøjagtige Maaleapparat, som kunde tjene som Basis for Udarbejdelsen af en Metode til disse Bestemmelser. Det gjaldt da om at finde et Himmelfænomen, der kunde iagttages samtidig fra saadanne Steder, hvis Længdeforskel skulde bestemmes, og som helst nogenlunde hyppig kunde iagttages. Et saadant Fænomen fandt man i Formørkelserne af de 4 Jupitermaaner, som Galilæi havde opdaget, da han som den første rettede en Kikkert mod Himlen; han havde gjort opmærksom paa deres Anvendelighed til Længdebestemmelser, men Tanken var ikke bleven realiseret; for at dette kunde ske, maatte man have Tavler over deres Bevægelser, hvorved deres Stillinger kunde forudberegnes, og dermed de Tidspunkter omtrentlig kendes, der var egnede til Iagttagelse af Formørkelserne. Galilæi bebudede, at han vilde forbedre Iagttagelsesmaterialet over Maanerne, og udarbejde saadanne Tavler, men de blev ikke udgivne i hans Levetid, og efter hans Død gik hans Observationsmateriale tabt. Arbejdet blev da taget op af Cassini i Bologna og udgivet 1668³⁾, umiddelbart før han som Medlem af det franske Akademi tog Ophold i Paris. Cassini bemærker senere²⁾ selv, at Arbejdet var at betragte som et første Hjælpemiddel ved Observation af Maanerne, og det skulde efterfølges af udførligere og nøjagtigere Tavler, men han har foretrukket at offentliggøre den ufuldkomne Form strax fremfor at vente paa de nøjagtigere Iagttagelser, da det var ham magtpaaliggende at give Stødet til, at Astronomerne beskæftigede sig med Observation af disse Maaner. Han haabede nemlig, at det derved kunde blive almindeligt at bruge dem ved Længdebestemmelser, hvad han mente dem særlig egnede til.

Det franske Akademis Metode til Længdebestemmelse blev da: Samtidig Iagttagelse af Tidspunktet for en Jupitermaanes Formørkelse i Paris og paa det Sted,

¹⁾ Sanson (Nicolas) 1600—1667, Geograf, udgiver mange Kort. Sanson (Guillaume), Geograf, udgiver Geografi med Kort, Paris 1681. Nye Udgaver med nye Kort, 1690—1705—1714, i Kvart og Folio.

²⁾ Cassini: *Les Hypothèses et les Tables des Satellites de Jupiter. Reformées sur de nouvelles observations.* Paris 1693.

³⁾ *Ephemerides Bononienses Mediceorum Syderum ex Hypothesibus & Tabulis Io. Dom. Cassini. Bononiæ 1668.* (Jupitermaanerne kaldtes „de mediceiske Stjerner.“)

hvis Længde skulde findes. Først blev Methoden prøvet i Evropa og dernæst, da man fandt den tilfredsstillende, ogsaa i Landene udenfor Evropa.

De første Observationer i Paris ¹⁾ af Jupitermaanernes Formørkelser blev foretagne af Picard i Oktober 1668; han angav, at en Formørkelse af 1ste Maane indtraf 1668 ²²/₁₀ 10^h 41^m 33^s. Denne Formørkelse er opført i Rømers Fortegnelse over Formørkelserne, men med Tilføjelsen: „bør udelukkes efter alles Mening.“ R. har altsaa ikke stølet paa den. Cassini synes derimod at gøre dette ¹⁾.

I 1671 blev Picard af Akademiet sendt til Uranienborg for at bestemme dens geografiske Beliggenhed med større Nøjagtighed, end det hidtil var sket, en Bestemmelse, der havde stor Interesse, da de bedste astronomiske Tavler i Datiden byggede paa Tycho Brahes Observationer, der var henførte til Uranienborgs Meridian. At en Nybestemmelse var i høj Grad paakrævet, ses af den store Forskel i Angivelse af Længdeforskellen Paris—Uranienborg, som fandtes hos ansete Astronomer ²⁾:

Keppler	40 ^m
Longomontanus	49 ^m 20 ^s
M. Bouillaud	48 ^m 0 ^s
Riccioli	45 ^m 36 ^s .

Picard kom til København ²⁴/₈ 1671 og til Uranienborg ⁶/₉ samme Aar. Han bestemte da Uranienborgs Længde ved en Række Observationer af 1ste Jupitermaanes Formørkelser, der tillige iagttoges af Cassini i Paris. De Observationer, der benyttedes til Længdeforskels Bestemmelse, var ³⁾: (I betyder Immersioner, E Emersioner)

			^h	^m	^s		^h	^m	^s		^m	^s
1671	Uranienborg	²⁵ / ₁₀	6	57	20	Morgen I; Paris	6	15	0;	Længdeforskel:	42	20
1672	„	⁴ / ₁	1	24	45	„ E; „	0	42	36;	„	42	9
„	København	¹⁴ / ₃	10	34	10	Aften E; „	9	52	22;	„		
„	Uranienborg	„	10	34	39	„ E; „	9	52	22;	„	42	17
„	{ København }	²⁹ / ₃	2	27	12	Morgen E; „	1	45	39;	„	42	2
„	{ Uranienborg }		2	27	41							
„	{ København }	⁶ / ₄	10	53	2	Aften E; „	10	11	23;	„	42	8
„	{ Uranienborg }		10	53	31							

Heraf angives Længdeforskellen til 42^m 10^s, og Overensstemmelsen mellem de maalte Værdier er jo god i Sammenligning med den store Forskel mellem de hidtil angivne Værdier. Cassini havde d. ¹⁴/₈ 1671 offentliggjort ⁴⁾ en Forudsigelse af, naar Jupitermaanernes Ind- og Udtræden af Jupiterskyggen („Immersio“ og „Emersio“) skulde ses fra Uranienborg i de sidste Maaneder af Aaret 1671; en af hans Forudsigelser

¹⁾ Mém. de l'Acad. d. Sc. 1666—1699. Tome 8. Paris 1730. S. 495.

²⁾ Voyage d'Uranibourg ou Observations Astronomiques faites en Dannemarck par Monsieur Picard, Paris 1680. S. 28.

³⁾ l. c. S. 27.

⁴⁾ Philosophical Transactions, Nr. 34, S. 2238. 1671.

angaar en af de Formørkelser, hvis iagttagne Tidspunkt er opført i ovenstaaende Tabel:

Cassini, beregnet $^{25}/_{10}$		6 ^h 41 ^m	I,
Picard, iagttaget	„		6 ^h 57 ^m 20 ^s I.

Den store Forskel kan ikke forklares ved en Benyttelse af en af de fejlagtige Opgivelser af Længdeforskel, men maa skyldes mangelfuldt Kendskab til Maanens Omløbstid eller Usikkerhed i det til Grund for Beregningen liggende iagttagne Formørkelsestidspunkt.

I København fik Picard Ole Rømer til Assistent, og som bekendt er, førte han i Sommeren 1672 Rømer med til Paris, hvor denne blev Medlem af Akademiet og ansat ved Observatoriet, som Ludvig den 14de havde bygget til Akademiets Brug. Allerede paa Uranienborg har da Rømer assisteret ved Iagttagelse af Jupitermaanernes Formørkelser, og da Kendskabet til deres Bevægelser øjensynlig lod en hel Del tilbage at ønske, har han i de følgende Aar gjort systematiske Iagttagelser over Formørkelsernes Rækkefølge. Det betydningsfulde Hovedresultat af disse Observationer offentliggjordes som et Referat under Titlen:

Démonstration touchant le mouvement de la lumière trouvé
par M. Rømer

i Journal des Sçavans 1676, P. 233 ¹⁾).

Afhandlingen er ganske kort. Den beretter, at Rømer ved Iagttagelse af Formørkelser af Jupiters første Drabant gennem 8 Aar har set, at Omløbstiden for denne beregnet ved Iagttagelse af en Række „Immersioner“ altid var kortere end Omløbstiden beregnet af en tilsvarende Række „Emersioner“ ganske uafhængig af Jupiters Stilling i dens Bane. Da nu Emersionerne altid iagttages, naar Jorden fjerner sig fra Jupiter, Immersionerne, naar Jorden nærmer sig Jupiter, førtes Rømer til at forklare Fænomenet ved at tillægge Lyset en Hastighed; han mente af Iagttagelser gennem flere Aar at kunne slutte, at den var saa stor, at Lyset brugte ca. 22^m om at gennemløbe det dobbelte af Afstanden Jord—Sol. Afhandlingen slutter med at sige ²⁾, at Nødvendigheden af denne nye Rettelse paa Grund af Lysets Tøven „er nylig bleven bekræftet ved Emersionen af 1ste Maane, observeret i Paris sidste 9de Novbr. 1676 Kl. 5^h 35^m 45^s om Aftenen 10^m senere, end man havde kunnet vente den, naar man beregnede den af dem, som var blevene observerede i August Maaned, da Jorden var meget nærmere Jupiter, hvad M. Rømer havde forudsagt Akademiet fra Begyndelsen af September; men for at fjerne enhver Tvivl om, at denne Ulighed er foraarsaget ved Lysets Tøven, beviser han, at den ikke kan stamme fra nogen Excentricitet eller nogen anden af de Grunde, som man i Almindelighed anfører for at forklare Maanens og andre Planeters Uregelmæssigheder. Skønt han er overbevist om, at 1ste Maanes Bane er excentrisk, og at desuden dens Omdrejninger er hurtigere eller langsommere, eftersom Jupiter nærmer sig til eller fjerner sig fra

¹⁾ Oversat i Phil. Trans. $^{25}/_{6}$ 1677, Nr. 136 og optrykt i Mém. de l'Acad. des Sciences 1666—1699, Tome X, S. 575. Paris 1730.

²⁾ Mém. de l'Acad. des Sciences 1666—1669, Tome X, S. 577. Paris 1730.

Solen, ja endog at Omdrejningerne af denne første Drabant er ulige, saa forhindrer dog disse tre sidste Aarsager til Ulighed aldeles ikke, at den første¹⁾ er aabenbar.“

Der findes altsaa i denne Beretning ikke anført noget af det Observationsmateriale, hvorpaa Rømer har bygget sine Slutninger; kun den ene Observation ^{9/11} 1676, der har tjent som Exempel paa hans Slutningers Rigtighed, er anført. Der findes imidlertid nogle Udtalelser fra Rømers Haand om dette Materiale i en Brevvexling med Huygens, skrevet i 1677, som først er offentliggjort 1899²⁾. Brevvexlingen er af betydelig Interesse. Den begynder med et Brev fra Huygens til Rømer, skrevet i Amsterdam d. ^{16/9} 1677. H. skriver, at han med største Interesse i „Philosophical Transactions“ har læst en Beretning om Rømers „inventum“ angaaende Lysets Hastighed og dens utrolige Størrelse og beder om at faa nærmere Oplysninger. Dette Brev modtager Rømer 12 Dage efter og besvarer det strax; foruden en Beretning om de Indvendinger, som i Akademiet er blevne gjorte mod hans Hypotese samt hans Imødegaaelse af disse, giver Rømer den Oplysning, at han har samlet og undersøgt de Observationer af 1ste Jupitermaanes Formørkelser, som Picard har udført alene eller sammen med Rømer siden 1668 (se Bemærkningerne til Bilaget), og at det er ialt over 70; af disse har han sammenlignet og sammenstillet følgende Intervaller:

Jorden fjerner sig fra Jupiter	Marts 1671—Maj 1671.		I
„ nærmer „ til „	Oktbr. 1671—Febr. 1672.	Immersioner iagttages.	II
„ fjerner „ fra „	Marts 1672—Juni 1672.	Emersioner „	III
„ nærmer „ til „	Novbr. 1672—Marts 1673.	Immersioner „	IV
„ fjerner „ fra „	April 1673—Aug. 1673.	Emersioner „	V
„ „ „ „ „	Juli 1675—Oktbr. 1675.	„ „	VI
„ nærmer „ til „	Maj 1676—Juni 1676.	Immersioner „	VII
„ fjerner „ fra „	Aug. 1676—Novbr. 1676.	Emersioner „	VIII
„ nærmer „ til „	Juni 1677—Juli 1677.	Immersioner „	IX

Han meddeler nu, at Undersøgelse af disse Intervaller har vist, at den Tid, i hvilken et vist Antal Emersioner iagttages, i alle Tilfælde er større end Tidsrummet for det samme Antal Immersioner, samt at Maanens Omløbstid, beregnet som Middelværdi af et større Antal Emersioner, altid er større end Middelomløbstiden, mens den, beregnet af Immersioner, altid er mindre. Han gør opmærksom paa, at Intervallerne ved disse Beregninger maa vælges temmelig lange, thi i de korte gør dels Fejl i Observationerne dels Fejl paa Grund af Luftens Uro de smaa Differenser umærkelige.

Det er nu interessant at se, at de Observationer for 1ste Jupitermaane, der findes opførte paa det fundne Folioark, netop angaar de Intervaller, der er anførte

¹⁾ Referentens Mening er, at „den første“ Aarsag er Lysets Tøven.

²⁾ Chr. Huygens: Œuvres complètes, Tome 8. La Haye 1899. S. 30 o. fl.

i Brevet til Huygens; der er anført 67 Observationer¹⁾, hvoraf de 51 indenfor ovennævnte Intervaller.

Hvis nu virkelig de fundne Tabeller giver Rømers Materiale, maa man paa Grundlag af dem kunne vise:

I. De citerede Udtalelser om Omløbstidens Variation med Immersions- og Emersionsperioderne maa bekræftes ved Tabellens Tal.

II. Formørkelsen d. $9/11$ 1676 skal, beregnet ud fra de i Tabellen anførte Tidspunkter for Formørkelser i August 1676, forventes at indtræffe

ca. $5^h 25^m 45^s$,

der ligger 10^m forud for det Tidspunkt, da den virkelig iagttoges.

III. Ud fra de angivne Data for Formørkelser i 1671—72—73 skal man kunne finde, at Lyset bruger 22^m til at gennemløbe Jordbanediametren. I det ovenfor citerede Brev til Huygens fortæller Rømer nemlig, at det er Iagttagelserne fra disse Aar, han har lagt til Grund ved Beregningen af dette Tal, dels fordi han havde forholdsvis mange Iagttagelser indenfor disse Aar, og dels fordi Jupiters Bevægelse, da denne 1672 var i Aphel, var ensartet og med liden Variation i Afstand fra Solen.

For at kunne undersøge alt dette maa man imidlertid allerførst gøre sig klart, om Tabellens Tidsangivelser er i sand Soltid eller i Middeltid.

I det 17de Aarhundrede var det almindeligst at bruge sand Soltid ved de tabellariske Angivelser af Observationsresultater, og det er ogsaa Tilfældet her. At det er Rømers Sædvane, ses af et Brev til Huygens d. $11/12$ 1677²⁾. Rømer meddeler deri, at det er lykkedes ham at faa en ny Bekræftelse paa sin Teori om, at Lyset bruger Tid til sin Udbredelse. Han beretter, at der d. $12/9$ Kl. $8^h 6^m$ blev iagttaget en Plet paa Jupiters Overflade, og at denne Plet har holdt sig. Rotationstiden for Jupiter var bestemt tidligere af Cassini netop ved Iagttagelse af en Plet paa Jupiters Overflade, og Rømer beregner da, at efter 110 Rotationer af Jupiter skulde man vente d. $8/12$ at se Pletten midt paa Jupiterskiven Kl. $5^h 38^m$, mens han og Cassini først iagttog den $5^h 49^m$, fordi Jorden havde fjernet sig $1\frac{1}{4}$ Jordbaneradius fra Jupiter. De to observerede Tidspunkter er øjensynlig angivne i Soltid, thi da han vil finde den Tid, der er forløben mellem de to Observationer, retter han ved Hjælp af Tidsæqvationen for Soldagenes ulige Længde og beregner saaledes det forløbne Tidsrum i Middeldøgn. Ved denne Rettelse og andre Korrektioner af det observerede Klokkeslet d. $8/12$ faas, at Forsinkelsen, der skyldes Lysets Tøven, er 14^m .

Spørgsmaalet bliver dernæst: Hvilke Tidsæqvationstavler har Rømer brugt? I de forskellige astronomiske Tavler, der stod til Raadighed for ham, findes forskellige indbyrdes afvigende Tidsæqvationstavler, i Almindelighed ordnede saaledes, at Sol-længden er Argument. Et Kriterium for, hvilken Tavle han har brugt 1677, har man i det af ham selv beregnede Tilfælde, der ovenfor citeredes efter Huygens Breve,

¹⁾ Af disse 67 Observationer er 2 ufuldstændige, og nogle giver Iagttagelse af en Maanes Gang forbi Jupiters Skive.

²⁾ Huygens: Œuvres, Tome 8. S. 50.

hvor han anfører, at Rettelsen $^{11/9}-^{8/12}$ paa Grund af Dagenes ulige Længde er $\div 3^m$. Denne Rettelse passer med Tidsæqvationstavlen, som offentliggjordes af Cassini 1693¹⁾, men ikke med de andre gængse Tavler. Efter Cassini har man

$$\left. \begin{array}{l} ^{12/9} 8^h 6^m \text{ Tidsæqv. } \div 4^m 21^s \\ ^{8/12} 5^h 49^m \quad \quad \quad \div 7^m 25^s \end{array} \right\} \text{Rettelse } \div 3^m 4^s.$$

At Cassinis Tavler passer, er ogsaa naturligt, selv om de endnu paa dette Tidspunkt ikke var trykte. Rømer og Cassini arbejdede i disse Aar sammen paa Akademiets Observatorium og har vel der benyttet de samme Tavler, forbedrede i Forhold til de foreliggende ved deres egne Observationer.

Der findes paa selve det fundne Folioark et Kriterium for, at Tabellernes Tal for Formørkelserne er de observerede Soltider, og at Cassinis Tidsækvationstavler kan bruges. Paa 4de Side af Folioarket (F_4) findes en Del Regninger uden Text. De fleste af Regningerne har til Formaal at finde en Middelomløbstid for 1ste Jupitermaane. Det gøres ved at vælge to Observationer, hvorimellem der ligger et Antal Døgn omtrentlig svarende til Jupiters synodiske Omløbstid, og ved Division med Formørkelsernes Antal i dette Tidsrum at finde en Middelværdi af Maanens Omløbstid, uafhængig af Lysets Hastighed, da Tidsrummet omfatter baade en Immersions- og en Emersionsperiode. Regningerne er førte lidt anderledes end her beskrevet, men Resultatet er det angivne.

Af de anførte 6 Formørkelsesdatoer, der begynder og ender de 3 benyttede Perioder, falder 4 sammen med Datoer i Tabellen paa F_1 over 1ste Jupitermaanes Formørkelser, observerede fra Paris, men Klokkeslettene er ikke de samme. De Klokkeslet, der regnes med, maa være Middeltid, da de er benyttede til at beregne et Antal af ligestore Døgn i et vist Tidsrum. Retter jeg nu de her benyttede Klokkeslet ved Hjælp af Cassinis Tidsæqvationstavler til sand Soltid, viser det sig, at de 4 anførte Formørkelsesklokkeslet har en konstant Differens fra Pariserklokkeslettene for de samme Datoer:

$^{3/1}$ 1672	13 ^h 4 ^m 20 ^s	Middeltid
Tidsækvation	5 ^m 36 ^s	subtraheres
$^{3/1}$	12 ^h 58 ^m 44 ^s	Soltid
obs. Paris $^{3/1}$	12 ^h 42 ^m 36 ^s	
	16 ^m 08 ^s	

$^{4/2}$ 1673	18 ^h 2 ^m 10 ^s	Middeltid
Tidsækvation	14 ^m 46 ^s	subtraheres
$^{4/2}$	17 ^h 47 ^m 24 ^s	Soltid
obs. Paris $^{4/2}$	17 ^h 31 ^m 10 ^s	
	16 ^m 10 ^s	

¹⁾ Recueil d'observations faites en plusieurs voyages par ordre de la Majesté ... Avec divers traités astronomiques. Paris 1693. Findes i Mém. de l'Acad. des Sciences, Tome VIII (1666—99). Paris 1730. S. 436 o. fl.

$9/11$ 1676.....	$5^h 36^m 15^s$	Middeltid
Tidsæqvation.....	$15^m 42^s$	adderes
$9/11$	$5^h 51^m 57^s$	Soltid
obs. Paris $9/11$	$5^h 35^m 45^s$	
	$16^m 12^s$	
$4/5$ 1671	$9^h 54^m 0^s$	Middeltid
Tidsæqvation.....	$3^m 43^s$	adderes
$4/5$	$9^h 57^m 43^s$	Soltid
obs. Paris $4/5$	$9^h 41^m 30^s$	
	$16^m 13^s$	

Denne konstante Differens betyder, at Formørkelsesklokkeslettene, der her benyttes, er observerede fra et Sted, der ligger ca. $16^m 11^s$ østlig for Paris.

Den fundne Overensstemmelse, der bringer Mening i Tallene, tyder desuden paa, at de gjorte Antagelser er rigtige. Jeg vil da i det følgende gaa ud fra, at Tabellens Tal er angivne i sand Soltid, og at Rettelserne til Middeltid er foretagne ved Cassinis Tidsæqvationstavler i hvert Fald for de Beregninger, som er udførte i Aarene 1676—1677; dette kan netop antages at være Tilfældet ved Beregningerne paa F_4 , som ovenfor omtales, der øjensynlig er anstillede for at undersøge, om Middelomløbstiden er foranderlig. I Beretningen om Lysets Tøven i Journal des Scavans 1676, der er Referat af Rømers Meddelelse i Akademiet, fremhæves der, at Omløbstiden er noget foranderlig; den samme Ytring fremsætter Rømer flere Gange i Breve til Huygens i 1677, og Sagen spiller en betydelig Rolle for ham som Middel til at forklare de indbyrdes noget afvigende Værdier for Lyshastigheden, som disse Aars lagttagelser giver ham. Det er da rimeligt, at Regninger, der viser dette Forholds Existens, er udførte paa en Tid, da det spillede en betydelig Rolle i hans Tanker.

Idet nu Spørgsmaalene om Tidsangivelserne og Rettelsen fra Soltid til Middeltid hermed er besvarede, skal det undersøges, hvorvidt Rømers Udtalelser om Omløbstidens Variation med Emersions- og Immersionsperioderne bekræftes ved de fundne Observationer. Resultaterne af Undersøgelsen ses af følgende Tabel, der indeholder Beregninger for de af Rømer i 1677 nævnte 8 Perioder.

Beregning af Omløbstid for 1ste Jupitermaane paa Grundlag af
Formørkelsestabellen paa F_1 .

I. Marts 1671—Maj 1671. E.

Tabellen giver:

Observerede Formørkelser:

26 Omløb; Middelomløbstid $1^d 18^h 28^m 47^s$. E.

$$\begin{array}{rcl}
 19/3 \ 9^h \ 1^m 44^s; & 4/5 \ 9^h \ 41^m 30^s; & \text{Soltid} \\
 + \ 8^m \ 2^s; & \div \ 3^m 57^s; & \text{Tidsækv.} \\
 \hline
 19/3 \ 9^h \ 9^m 46^s; & 4/5 \ 9^h \ 37^m 53^s; & \text{Middeltid} \\
 & & \\
 & 46^d \ 0^h 28^m 7^s & \\
 = 26 (\ 1^d 18^h 28^m 47^s) & \} & \text{Tidsmelleumrum}
 \end{array}$$

II. Oktbr. 1671—Febr. 1672. I.

Observerede Formørkelser:

$$\begin{array}{r} {}^{24/10} 18^h 15^m 0^s; {}^{20/2} 7^h 20^m 26^s; \text{Soltid} \\ \div 15^m 46^s; + 14^m 20^s; \text{Tidsæqv.} \end{array}$$

$${}^{24/10} 17^h 59^m 14^s; {}^{20/2} 7^h 34^m 46^s; \text{Middeltid}$$

$$\begin{array}{l} 118^d 13^h 35^m 32^s \\ = 67 (1^d 18^h 28^m 18^s) \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 118^d 13^h 35^m 32^s \\ = 67 (1^d 18^h 28^m 18^s) \end{array}} \right\} \text{Tidsmellemrum}$$

Tabellen giver:

67 Omløb; Middelomløbstid $\overset{d}{1} \overset{h}{18} \overset{m}{28} \overset{s}{18}$. I.

III. Marts 1672—Juni 1672. E.

Observerede Formørkelser:

$$\begin{array}{r} {}^{7/3} 7^h 58^m 45^s; {}^{29/4} 10^h 30^m 6^s; \text{Soltid} \\ + 11^m 18^s; \div 3^m 6^s; \text{Tidsæqv.} \end{array}$$

$${}^{7/3} 8^h 9^m 43^s; {}^{29/4} 10^h 27^m 0^s; \text{Middeltid}$$

$$\begin{array}{l} 53^d 2^h 17^m 17^s \\ = 30 (1^d 18^h 28^m 35^s) \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 53^d 2^h 17^m 17^s \\ = 30 (1^d 18^h 28^m 35^s) \end{array}} \right\} \text{Tidsmellemrum}$$

30 Omløb; Middelomløbstid 1 18 28 35. E.

IV. Novbr. 1672—Marts 1673. I.

Observerede Formørkelser:

$$\begin{array}{r} {}^{24/11} 5^h 37^m 5^s; {}^{24/3} 12^h 24^m 30^s; \text{Soltid} \\ \div 12^m 25^s; + 6^m 26^s; \text{Tidsæqv.} \end{array}$$

$${}^{24/11} 5^h 24^m 40^s; {}^{24/3} 12^h 30^m 56^s; \text{Middeltid}$$

$$\begin{array}{l} 120^d 7^h 6^m 16^s \\ = 68 (1^d 18^h 27^m 27^s) \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 120^d 7^h 6^m 16^s \\ = 68 (1^d 18^h 27^m 27^s) \end{array}} \right\} \text{Tidsmellemrum}$$

68 Omløb; Middelomløbstid 1 18 27 27. I.

V. April 1673—August 1673. E.

Observerede Formørkelser:

$$\begin{array}{r} {}^{18/4} 9^h 22^m 0^s; {}^{4/8} 8^h 30^m 41^s; \text{Soltid} \\ \div 50^s; + 5^m 24^s; \text{Tidsæqv.} \end{array}$$

$${}^{18/4} 9^h 21^m 10^s; {}^{4/8} 8^h 36^m 5^s; \text{Middeltid}$$

$$\begin{array}{l} 107^d 23^h 14^m 55^s \\ = 61 (1^d 18^h 28^m 46^s) \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 107^d 23^h 14^m 55^s \\ = 61 (1^d 18^h 28^m 46^s) \end{array}} \right\} \text{Tidsmellemrum}$$

61 Omløb; Middelomløbstid 1 18 28 46. E.

VI. Juli 1675—Oktbr. 1675. E.

Observerede Formørkelser:

$$\begin{array}{r} {}^{20/7} 8^h 22^m 42^s; {}^{29/10} 6^h 7^m 22^s; \text{Soltid} \\ + 5^m 35^s; \div 16^m 5^s; \text{Tidsæqv.} \end{array}$$

$${}^{20/7} 8^h 28^m 17^s; {}^{29/10} 5^h 51^m 17^s; \text{Middeltid}$$

$$\begin{array}{l} 100^d 21^h 23^m \\ = 57 (1^d 18^h 28^m 48^s) \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100^d 21^h 23^m \\ = 57 (1^d 18^h 28^m 48^s) \end{array}} \right\} \text{Tidsmellemrum}$$

57 Omløb; Middelomløbstid 1 18 28 48. E.

VII. Maj 1676 — Juni 1676. I.

Observerede Formørkelser.

$$\begin{array}{rcl}
 {}^{12/5} 14^h 29^m 42^s; & {}^{13/6} 10^h 56^m 11^s; & \text{Soltid} \\
 \div & 4^m 9^s; & \div & 44^s; & \text{Tidsæqv.} \\
 \hline
 {}^{12/5} 14^h 25^m 33^s; & {}^{13/6} 10^h 55^m 27^s; & \text{Middeltid} \\
 & 31^d 20^h 29^m 54^s & \} \text{ Tidsmellemrum} \\
 = & 18 (1^d 18^h 28^m 20^s) & \}
 \end{array}$$

Tabellen giver:

18 Omløb; Middelomløbstid $1^d 18^h 28^m 20^s$. I.

VIII. August 1676 — Novbr. 1676. E.

Observerede Formørkelser:

$$\begin{array}{rcl}
 {}^{7/8} 9^h 49^m 50^s; & {}^{9/11} 5^h 35^m 45^s; & \text{Soltid} \\
 + & 4^m 58^s; & \div & 15^m 41^s; & \text{Tidsæqv.} \\
 \hline
 {}^{7/8} 9^h 54^m 48^s; & {}^{9/11} 5^h 20^m 4^s; & \text{Middeltid} \\
 & 93^d 19^h 25^m 16^s & \} \text{ Tidsmellemrum} \\
 = & 53 (1^d 18^h 28^m 47^s) & \}
 \end{array}$$

53 Omløb; Middelomløbstid $1^d 18^h 28^m 47^s$. E.

IX. Juni 1677 — Juli 1677. I.

Observerede Formørkelser.

$$\begin{array}{rcl}
 {}^{9/6} 12^h 23^m 24^s; & {}^{25/7} 12^h 37^m 10^s; & \text{Soltid} \\
 \div & 1^m 28^s; & + & 5^m 46^s; & \text{Tidsæqv.} \\
 \hline
 {}^{9/6} 12^h 21^m 56^s; & {}^{25/7} 12^h 42^m 56^s; & \text{Middeltid} \\
 & 46^d 0^h 21^m & \} \text{ Tidsmellemrum} \\
 = & 26 (1^d 18^h 28^m 30^s) & \}
 \end{array}$$

26 Omløb; Middelomløbstid $1^d 18^h 28^m 30^s$. I.

Denne Tabel er, som dens højre Halvdel viser, i fuld Overensstemmelse med Rømers Udsagn i Brevet til Huygens d. ${}^{28/9}$ 1677, at Middelomløbstiden for 1ste Jupitermaane beregnet af en Række Emersioner altid findes større end ud fra en Række Immersioner, og hermed er da Grundlaget fundet for det Existensbevis for Lys hastigheden, som han har uddraget af de 8 Aars Observationer, og man kan da slutte, at det er en Del af disse, der her er optegnede.

Det næste Spørgsmaal bliver nu: Kan man ud fra Augustobservationerne i 1676 forudberegne Tidspunktet for 9de November-Formørkelsen til at blive $5^h 25^m 45^s$, som af Rømer angivet i Begyndelsen af September samme Aar.

I Tabellen er der opført 3 iagttagne Formørkelser for August Maaned: ${}^{7/8}$ — ${}^{14/8}$ og ${}^{23/8}$; da Rømer først meddeler Akademiet sit Resultat i Begyndelsen af September, er det vel rimeligt at mene, at den sidste Observation har været anvendt. For ud fra denne med Rømer at kunne forudberegne November-Formørkelsen maa man vide, hvilken Middelværdi af Omløbstiden for Maanen han har benyttet. Som tidligere omtalt har Bestemmelsen af denne voldt ham Vanskelighed; han har erkendt, at denne Omløbstid er foranderlig efter Jupiters Stilling til Solen, men desuden ogsaa af andre ubekendte Aarsager. De tidligere omtalte Beregninger paa F_4 til Bestem-

melse af Middelomløbstiden indenfor et synodisk Omløb for Jupiter giver for de to Perioder, der ligger forud for 1676:

1671 $\frac{4}{5}$ Kl. 9^h 54^m 0^s til 1672 $\frac{22}{5}$ Kl. 10^h 58^m 46^s
 Forløben Tid: 384 Døgn 1^h 4^m 46^s ¹⁾ = 217 (1 18 28 30).

1672 $\frac{3}{1}$ Kl. 13^h 4^m 20^s til 1673 $\frac{4}{2}$ Kl. 18^h 2^m 10^s
 Forløben Tid: 398 Døgn 4^h 57^m 50^s = 225 (1 18 28 31).

Paa samme Maade faar man for Perioderne i 1673—1674:

1673 $\frac{2}{5}$ Kl. 13^h 9^m 16^s til 1674 $\frac{6}{6}$ Kl. 12^h 32^m 41^s
 Forløben Tid: 399 D. 23^h 23^m 25^s = 226 (1 18 28 31).
 1673 $\frac{11}{5}$ Kl. 9^h 13^m 32^s til 1674 $\frac{15}{6}$ Kl. 8^h 55^m 55^s
 Forløben Tid: 399 D. 23^h 42^m 23^s = 226 (1 18 28 36).

For Perioden 1674—1675 faas:

1674 $\frac{15}{6}$ Kl. 8^h 55^m 55^s til 1675 $\frac{20}{7}$ Kl. 8^h 28^m 17^s
 Forløben Tid: 399 D. 23^h 32^m 22^s = 226 (1 18 28 33).

Heraf ses altsaa, at man maa regne med følgende Middelomløbstider for 1ste Jupitermaane:

	D.	h	m	s
1671—1672:	1	18	28	30
1672—1673:	1	18	28	31
1673—1674:	1	18	28	33 (Middeltal af de to Bestemmelser)
1674—1675:	1	18	28	33.

Disse Tal viser, at Omløbstiden har været stigende fra 1671—1675, mens Jupiter har nærmet sig Solen; er der nogen Aarsagsforbindelse til denne Afstandsforandring, skulde man vente Stigningen yderligere fortsat i de følgende Aar. Vender vi os nu til Aaret 1676, ses det, at hvis man ud fra Formørkelsesobservationen d. $\frac{23}{8}$ forudberegner Formørkelsen d. $\frac{9}{11}$, vil man faa den opgivne Forsinkelse ca. 10^m, hvis man benytter Omløbstiden 1 18 28 34:

	Dag i Aaret	h	m	s	
44 Omløb à 1 18 28 34 =	1676 $\frac{23}{8}$ Nr. 236	8	13	„	Middeltid
		77	D.	20	51 56
	Nr. 314	5	9	56	Middeltid
		+	15	41	Tidsæqvation
	1676 $\frac{9}{11}$ Nr. 314	5	25	37	Soltid,

der ligger, som forlangt i Beretningen af 1676, ca. 10^m (10^m 9^s) forud for det iagttagne Tidspunkt 5 35 45. Hvorfra Rømer har denne Middelomløbstid, 1 18 28 34, kan ikke ses. Beregner man den for Perioden:

¹⁾ Paa F₄ staar ved R.'s Fejlskrift 45^s.

1675 $^{20/7}$ Kl. 8^h 28^m 17^s til 1676 $^{23/8}$ Kl. 8^h 13^m 00^s,
der indeholder:
399 D. 23^h 44^m 43^s.

og som ligger umiddelbart op til det betragtede Tidsinterval, faas 1 18 28 36. Der er nu to Muligheder. Enten har Rømer haft en tidligere Beregning for Middelomløbstiden for Maanen i 1675—76, som sammen med denne giver en Middelværdi 1 18 28 34 paa lignende Maade som det fandtes af nærliggende Observationspar i 1673—74, eller han har foretaget Forudberegningen med Værdien 1 18 28 36, der giver ca. 9^m Forsinkelse i Stedet for ca. 10^m. I saa Fald maa man forudsætte, at Angivelsen i Beretningen 1676 blot er et rundt Tal for Forsinkelsen, hvilket efter Beretningens summariske Karakter ikke er helt usandsynligt.

Disse Undersøgelser af Middelomløbstiden viser i hvert Fald, at for at finde en Værdi af denne Størrelse, der kan bruges til at forudberegne Maanens Formørkelser uden Hensyn til „Lysets Tøven“, maa man for at komme i Overensstemmelse med Rømers Regninger finde den indenfor synodiske Omløb for Jupiter nær op til det Tidsrum, for hvilket Beregningen skal foretages, da den ikke er konstant, og der ingen Lovmæssighed er funden for dens Variation.

Vi gaar dernæst over til at undersøge, om man, med Rømer, ud af de opgivne Observationer af 1ste Maanes Formørkelser i Aarene 1671—72—73 kan beregne, at den Tid, som Lyset bruger om at gennemløbe Jordbanens Diameter, er ca. 22^m. Vi har i det foregaaende gjort Rede for, hvorledes han maa antages at have beregnet Forsinkelsen i Formørkelserne under en Emersionsperiode og Fremskyndelsen under Immersionsperioden og mangler nu for at kunne løse den stillede Opgave at finde den under E- eller I-perioden stedfindende Forandring i Afstand mellem Jorden og Jupiter.

Følgende Spørgsmaal rejser sig da: Hvilke astronomiske Tavler har han benyttet til at bestemme de to Kloders indbyrdes Stillinger, hvilken Beregningsmaade har han anvendt for at finde dem, og hvilken Nøjagtighed har han krævet i Afstandsangivelsen?

Det er paa Forhaand sandsynligt, at han har brugt de rudolphinske Tavler, da det af „Adversaria“ fremgaar, at han endnu saa sent som i 1707 ved Beregning af en Merkurpassage lægger disse Tavler til Grund og sammenholder det Resultat, han faar ud fra dem, med det Resultat, som han faar ved Hjælp af la Hires, der udkom 1702, mens han slet ikke benytter andre Tavler, som der i denne Sammenhæng kunde være Grund til at benytte¹⁾. I 1657 udkom der i Paris en bekvem Udgave af de rudolphinske Tavler ved Morinus. Denne Udgave²⁾ har jeg benyttet; den er som Keplers henført til Uranienborgs Meridian.

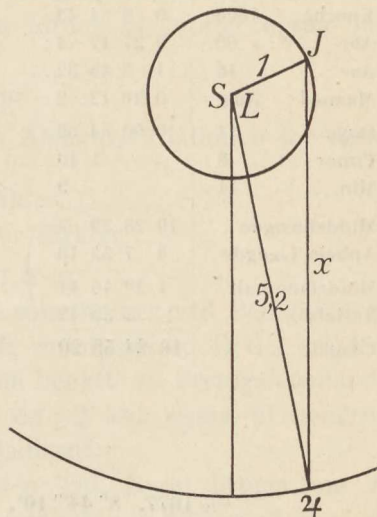
Jeg antager dernæst, at jeg kommer hans Beregningsmaade nærmest ved at følge de samtidige Tabellers Anvisninger, tilmed da deres Fremgangsmaade stemmer

¹⁾ van Briesbroeck et A. Tiberghien: Adversaria d'Ole Rømer, S. 261, Anm. Vidensk. Selsk. Overs. 1913, Nr. 4.

²⁾ Tabulæ Rudolphinæ ad Meridianum Uraniburgæ a Joanne Baptista Morino redactæ. Paris 1657.

overens med en af dem, Rømer anvender ved Beregningen af Merkurs Stilling til Jorden og Solen i 1706—1707.

Jeg foretager da med dette Grundlag først en tilnærmet Bestemmelse af Afstanden Jorden—Jupiter, idet jeg antager, at de to Planeters Baner er Cirkler, der ligger i samme Plan og har Radierne henholdsvis 1 og 5,2, og beregner den søgte Afstand af en Trekant med Vinkelspidser i Sol—Jord—Jupiter (Fig.), i hvilken Trekant den ene Vinkel L , der er Forskellen mellem Jordens og Jupiters heliocentriske Længde, kan beregnes. Hvorvidt man ved denne Fremgangsmaade faar Værdier for den søgte Afstand, der i Nøjagtighed passer med Rømers, kan der faas et Kriterium for. I et tidligere omtalt Brev til Huygens af $^{11/12}$ 1677 skriver Rømer om to nye Bekræftelser paa sin Antagelse om en Hastighed for Lyset, og han nævner der to bestemte Tidspunkter, mellem hvilke han angiver, at Jorden har fjærnet sig $1\frac{1}{4}$ Jordbaneradius (r) fra Jupiter. Jeg vil da ved ovennævnte Fremgangsmaade beregne denne Afstandsforandring og se, om den stemmer med Rømers Angivelse. De angivne Tidspunkter er:



$^{12/9}$ 1677 8 ^h 6 ^m	og $^{8/12}$ 1677 5 ^h 49 ^m	sand Soltid, Paris
÷ 4 ^m	÷ 7 ^m 20 ^s	Tidsækvation
8 ^h 2 ^m	5 ^h 41 ^m 40 ^s	Middeltid, Paris
+ 42 ^m 10 ^s	+ 42 ^m 10 ^s	Uranienborgs østl. L. efter Picard.
$^{12/9}$ 1677 8 ^h 44 ^m 10 ^s	og $^{8/12}$ 1677 6 ^h 23 ^m 50 ^s	Middeltid, Uranienborg.

Jordens og Jupiters Stillinger paa disse Tidspunkter bestemmes paa følgende Maade: Jupiters Længde er givet paa „Epochen“ d. $^{1/1}$ 1600 e. Chr. ved Middag, samt dens Mittelbevægelse for Aar, Maaneder, Dage, Timer og Minutter i Tabelform; dens Aphels Længde paa Epochen samt dets Bevægelse. Man finder da Middellængden for begge paa det givne Tidspunkt; derved beregnes Middelanomalien, og med denne som Argument findes, hvilken Rettelse der skal tilføjes paa Middellængden for at faa den sande Længde. Analoge Regninger gennemføres for Solen; dennes Længde + 6 Tegn giver Jordens sande Længde, og Længdeforskellen mellem Jorden og Jupiter giver Afstanden mellem de to Kloder.

Det ses af Beregningerne (S. 120) for de her betragtede to Tidspunkter, at Afstanden mellem Jorden og Jupiter i det givne Tidsrum forandres meget nær i Overensstemmelse med Rømers Angivelse, $1\frac{1}{4}$ Jordbaneradius; idet Beregningerne giver 1,22 Jordbaneradius for den søgte Størrelse. Hvis jeg gennemfører Beregningerne, idet Hensyn tages til Jordens og Jupiters varierende Afstande fra Solen, og regner med de Værdier for disse Afstande, som efter de rudolphinske Tavler svarer til de fundne Stillinger i Banerne, faas 1,21 Jordbaneradius for Afstandsforandringen.

Jupiters Længde

¹² / ₉ 1677. 8 ^h 44 ^m 10 ^s .						⁸ / ₁₂ 1677. 6 ^h 23 ^m 50 ^s .															
Tidspunkt		S.				Aphel				Tidspunkt		S.				Aphel					
Epoche	1600	5	9	54	43	;	6	6	52	0	Epoche	1600	5	9	54	43	;	6	6	52	0
Aar ...	60	0	21	47	4	;	0	0	47	11	Aar ...	60	0	21	47	4	;	0	0	47	11
Aar ...	16	4	5	48	32	;	0	0	12	35	Aar ...	16	4	5	48	32	;	0	0	12	35
Maaned	Aug.	0	20	12	2	;	32				Maaned	Novbr.	0	27	45	55	;	44			
Døgn ..	11	0	00	54	52	;	6	7	52	18	Døgn ..	7	34 55				;	6	7	52	30
Timer ..	8	1 40									Timer ..	6	1 15								
Min....	44	9									Min....	24	5								
Middellængde ...		10	28	39	2	<					Middellængde ..		11	5	52	29	<				
Aphels Længde ..		6	7	52	18						Aphels Længde ..		6	7	52	30					
Middelanomali ..		4	20	46	44						Middelanomali ..		4	27	59	59					
Rettelse		÷	3	39	42						Rettelse		÷	3	4	59					
Længde		10	24	59	20						Længde		11	2	47	30					

Solens Længde

12/9 1677. 8 ⁿ 44 ^m 10 ^s .						8/12 1677. 6 ^h 23 ^m 50 ^s .													
Tidspunkt		S. ° ' ''				Apogæum				Tidspunkt		S. ° ' ''				Apogæum			
Epoche	1600	9	11	4	0;	3	5	44	6	Epoche	1600	9	11	4	0;	3	5	44	6
Aar ...	60	0	0	27	12;	0	1	1	38	Aar ...	60	0	0	27	12;	0	1	1	38
Aar ...	16	0	0	7	15;	0	0	16	26	Aar ...	16	0	0	7	15;	0	0	16	26
Maaned	Aug.	7	29	30	44;	43				Maaned	Novbr.	10	29	12	22;	57			
Døgn ..	11	0	10	50	32;	3	7	2	53	Døgn ..	7	6 53 58;				3	7	3	7
Timer ..	8	19 43								Timer ..	6	14 47							
Min....	44	1 48								Min....	23	56							
Sek....	10	0								Sek....	50	2							
Middellængde ...		5	22	21	14					Middellængde ...		8	18	0	32				
Apog.'s Længde ..		3	7	2	53					Apog.'s Længde ..		3	7	3	7				
Middelanomali ..		2	15	18	21					Middelanomali ..		5	10	57	25				
Rettelse		÷	1	59					Rettelse		÷	41	13						
Længde		5	20	22	14					Længde		8	17	19	19				

S. ° ' '' Jordens Længde
11 20 22 14

10 24 59 20 Jupiters Længde

25 22 54 Længdeforskel Jorden—Jupiter

$$x = \sqrt{5,2^2 + 1^2} \div 2 \cdot 5,2 \cdot \cos 25^\circ 22' 54'' = 4,318$$

giver Afstanden Jorden—Jupiter d. ¹²/₉.

S. ° ' '' Jordens Længde
14 17 19 19

11 2 47 30 Jupiters Længde

3 14 31 49 Længdeforskel Jorden—Jupiter

$$y = \sqrt{5,2^2 + 1^2} \div 2 \cdot 5,2 \cdot \cos 104^\circ 31' 49'' = 5,536$$

giver Afstanden Jorden—Jupiter d. ⁸/₁₂.

$$y - x = 1,22.$$

Denne Forskel er i den givne Sammenhæng ligegyldig, da den kun svarer til nogle faa Sekunders Forskel i Formørkelsernes Forsinkelse — en Nøjagtighed, som Rømer slet ikke kunde regne med paa Grund af Usikkerheden i Maanens Middelomløbstid. At han heller ikke har tillagt den nogen Betydning fremgaar af, at han i en Skrivelse til det franske Akademi¹⁾, hvori han omtaler de Bekræftelser, som hans Teori om Lysets Tøven har faaet i 1677, siger, at Afstanden fra Jorden til Jupiter ogsaa har forandret sig $1\frac{1}{4}$ Jordbaneradius i Tiden:

$$^{11/9} 1677 \ 9^h 55^m \text{ til } ^{6/12} 5^h 4^m.$$

Gennemføres nu Beregninger som ovenfor til at finde Afstandsvariationen for dette Interval, faas:

$$\begin{array}{ll} 1,20 \ r, & \text{hvis Banerne regnes for Cirkler,} \\ 1,18 \ r, & \text{,, ,, ikke regnes for Cirkler,} \end{array}$$

d. e. han identificerer $1,22 \cdot r$ og $1,20 \cdot r$ eller $1,21 \cdot r$ og $1,18 \cdot r$.

Heraf slutter jeg da: for at naa samme Resultat som Rømer ved Beregning af Afstanden mellem Jorden og Jupiter kan jeg bruge de rudolphinske Tavler til Bestemmelse af de to Planeters indbyrdes Stilling; jeg kan benytte en Fremgangsmaade som ovenfor anvendt til at bestemme deres Længder, og jeg kan regne, at Banerne er Cirkler i samme Plan med Forholdet 5,2 mellem Radierne.

Jeg vender mig da til den Opgave at finde den Tid, Lyset bruger om at gennemløbe Jordbanens Diameter ved Hjælp af de foreliggende Observationer fra Aarene 1671—72—73.

I Tiden efter d. $^{24/10}$ 1671 er der anført en Række iagttagne Immersioner, af hvilke den sidste d. $^{20/2}$ 1672; ved denne sidste og den nærmest foregaaende staar der, at iagttagelsen var tvivlsom, jeg vælger da at bruge iagttagelsen d. $^{12/1}$ 1672.

$$\begin{array}{rcl} ^{24/10} 1671 \text{ Kl. } 18^h 15^m & \text{Soltid} & \text{til} & ^{12/1} 1672 \text{ Kl. } 8^h 59^m 22^s \text{ Soltid} \\ \div 15^m 45^s & \text{Tidsæqvation} & & + 9^m 23^s \\ \hline \text{Dag i Aaret: } 297 \text{ Kl. } 17^h 59^m 15^s & 1671 \text{ Middeltid} & & \text{Dag i Aaret: } 12 \text{ Kl. } 9^h 8^m 45^s + 365 \\ & & & \div 297 \quad 17^h 59^m 15^s \\ \hline & & & \text{Forløben Tid: } 79 \text{ D. } 15^h 9^m 30^s \end{array}$$

I Tiden 1671—1672 er Middelomløbstiden beregnet at være:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ D. } 18^h 28^m 30^s \text{ (Se S. 117). Antal af Omløb er 45.} \\ 45 (1 \text{ D. } 18^h 28^m 30^s) = 79 \text{ D. } 15^h 22^m 30^s. \end{array}$$

Altsaa er Formørkelsen (Immersionen) d. $^{12/1}$ 1671 indtruffet 13^m før det beregnede Tidspunkt. I den Tid, der er forløben mellem de to Formørkelser, er Afstanden mellem Jorden og Jupiter formindsket med $1,21 \ r$ (se S. 122), og man faar da, at den Tid, Lyset har brugt til at gennemløbe r , er

$$\frac{13^m}{1,21} = 10^m 45^s.$$

¹⁾ Offentliggjort første Gang i Huyghens: (Œuvres, Tome VIII, S. 56 (1899).

Afstandsforandring Jorden—Jupiter $^{24/10}$ 1671— $^{12/1}$ 1672.

I. Solens Længde.

 $^{24/10}$ 1671. $18^h 41^m 25^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Apogæum	
		S. ° ' "	S. ° ' "
Epoche	1600	9 11 4 0;	3 5 44 6
Aar ...	60	0 0 27 12;	0 1 1 38
Aar ...	10	11 29 34 58;	0 0 10 16
Maaned	Septbr.	8 29 4 54;	46
Døgn ..	23	0 22 40 12;	4
Timer ..	18	44 21;	
Min....	41	1 44;	
Sek....	25	1;	
Middellængde ...		7 3 37 19←	3 6 56 50
Apogæums L....		3 6 56 50	
Middelanomali ..		3 26 40 29	
Rettelse		÷ 1 51 41	
Solens Længde ..		7 1 45 38	
Jordens Længde ..		1 1 45 38	

 $^{12/1}$ 1672. $9^h 50^m 55^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Apogæum	
		S. ° ' "	S. ° ' "
Epoche	1600	9 11 4 0	3 5 44 6
Aar ...	60	0 0 27 12	0 1 1 38
Aar ...	11	11 29 20 38	0 0 11 18
Døgn ..	11	0 10 50 32	2
Timer ..	9	0 22 11	
Min....	50	2 3	
Sek....	55	2	
Middellængde ...		9 22 6 38←	3 6 57 4
Apogæums L....		3 6 57 4	
Middelanomali ..		6 15 9 34	
Rettelse		+ 33 2	
Solens Længde ..		9 22 39 40	
Jordens Længde ..		15 22 39 40 =	
		3 22 39 40	

II. Jupiters Længde.

 $^{24/10}$ 1671. $18^h 41^m 25^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Aphel	
		S. ° ' "	S. ° ' "
Epoche	1600	5 9 54 43	6 6 52 0
Aar ...	60	0 21 47 4	0 0 47 11
Aar ...	10	10 3 35 20	0 0 7 52
Maaned	Septbr.	0 22 41 40	35
Døgn ..	23	1 54 43	3
Timer ..	18	3 44	
Min....	41	8	
Middellængde ...		16 29 57 22←	6 7 47 41
Aphels Længde ..		6 7 47 41	
Middelanomali ..		10 22 9 41	
Rettelse		+ 3 13 58	
Jupiters Længde		5 3 11 20	
Jordens Længde ..		1 1 45 38	
Længdeforskel			
Jorden—Jupiter		4 1 25 42	
		= 121 25 42	

 $^{12/1}$ 1672. $9^h 50^m 55^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Aphel	
		S. ° ' "	S. ° ' "
Epoche	1600	5 9 54 43	6 6 52 0
Aar ...	60	0 21 47 4	0 0 47 11
Aar ...	11	11 3 55 53	0 0 8 39
Døgn ..	11	0 0 54 52	1
Timer ..	9	1 52	
Min....	51	10	
Middellængde ...		17 6 34 34←	6 7 47 51
Aphels Længde ..		6 7 47 51	
Middelanomali ..		10 28 46 43	
Rettelse		+ 2 44 17	
Jupiters Længde		5 9 18 51	
Jordens Længde ..		3 22 39 40	
Længdeforskel			
Jorden—Jupiter		1 16 39 11	
		= 46 39 11	

$$x = \sqrt{5,2^2 + 1} - 10,4 \cos 121^\circ 25' 42'' = 5,785 \quad y = \sqrt{5,2^2 + 1} - 10,4 \cos 46^\circ 39' 11'' = 4,572$$

$$x - y = 1,21 = \text{Forandring i Afstand Jorden—Jupiter.}$$

For Aaret 1673 er der opført mange iagttagne Formørkelser. Vi benytter Emer-
sionsperioden:

$$\begin{array}{rcl}
 {}^{18/4} 1673 \text{ Kl. } 9^h 22^m 0^s & \text{til} & {}^{4/8} 1673 \text{ Kl. } 8^h 30^m 41^s \text{ Soltid} \\
 \div 50^s \text{ Tidsækvation} & & + 5^m 24^s \\
 \hline
 {}^{18/4} 1673 \text{ Kl. } 9^h 21^m 10^s \text{ Middeltid} & & {}^{4/8} 1673 \text{ Kl. } 8^h 36^m 5^s \\
 \text{Tidsmellemrum: } 107 \text{ Døgn } 23^h 14^m 55^s; \text{ Antal af Omløb } 61. \\
 \text{Middelomløbstid } 1673 \text{ er } 1 \text{ D. } 18^h 28^m 31^s; 61 (1 \ 18 \ 28 \ 31) \\
 = 107 \text{ Døgn } 22^h 59^m 31^s.
 \end{array}$$

Formørkelsen $\frac{4}{8}$ er altsaa indtruffet med en Forsinkelse af $15^m 24^s$. Den samtidige
Forøgelse i Afstand Jorden—Jupiter er $1,38 \cdot r$ (se S. 124). Den Tid, Lyset bruger om
at gennemløbe Jordradien, er da

$$\frac{15^m 24^s}{1,38} = 11^m 9^s.$$

Ser vi endelig paa Immersionsperioden:

$${}^{4/2} 1673 \text{ Kl. } 17^h 31^m 10^s \text{ til } {}^{24/3} 1673 \text{ Kl. } 12^h 24^m 30^s,$$

faas, at den sidste Formørkelse indtræffer $4^m 56^s$ før det beregnede Tidspunkt, og
da samtidig Afstanden Jord—Jupiter formindskes med $0,43 r$ (se S. 125), faas, at Lyset
bruger $11^m 28^s$ til at gennemløbe r . Dette Resultat er dog mere usikkert end de to
første, da Intervallet er for kort — kun 27 Omløb. I hvert Fald viser disse Exempler,
hvorledes Rømer af sine Observationer har kunnet finde Tallet 11^m for den Tid,
Lyset bruger om at gennemløbe Jordradien.

Hvorledes de af Rømer selv fundne Tal har svinget omkring de 11^m , kan man
muligvis se paa F_4 . Ud for de to synodiske Omløbsperioder, han der behandler,
nemlig

$${}^{4/5} 1671 - {}^{22/5} 1672 \text{ og } {}^{3/1} 1672 - {}^{4/2} 1673,$$

staar der skrevet nogle smaa Tal, der ligger nær over og under 11, og paa hvert

Sted er deres Middeltal fundet. Ud for den første Periode staar der $\frac{10 \ 9}{21 \ 10}$, ud for
den anden $\frac{10 \ 29}{11 \ 15}$. Jeg antager, at muligvis de 4 Tal: 10 9 11 11 samt 10 29 og 12 2

betyder den Tid, Lyset bruger til at gennemløbe r , funden ved lagttagelse af For-
sinkelse eller Fremskyndelse af Formørkelserne indenfor de to Perioder af Emersioner
og Immersioner, som hver af de store Perioder omslutter, det ses, at Middelværdien
af Tallene er omtrent 11^m , men at Afvigelsen mellem Tallene indbyrdes er stor.
Udfor Perioden ${}^{9/11} 1676 - {}^{21/12} 1677$ staar der lignende smaa Tal som de ovenfor

omtalte, nemlig $\frac{5 \ 0}{4 \ 13}$. Er disse Tal af lignende Betydning som de andre, skulde
hvert af dem give den Tid, Lyset bruger om at gennemløbe $\frac{1}{2} r$ (saaledes som jeg

¹⁾ Utvivlsomt Skrivefejl for 10 40.

Afstandsforandring Jorden—Jupiter $^{18/4} 1673 - ^{4/8} 1673$.

I. Solens Længde.

 $^{18/4} 1673$. $10^h 3^m 20^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		S. ° ' "				Apogæum			
Epoche	1600	9	11	4	0	3	5	44	6
Aar ...	60	0	0	27	12	0	1	1	38
Aar ...	12	0	0	5	26	0	0	12	20
Maaned	Marts	2	28	42	30			15	
Døgn ..	17	0	16	45	22			3	
Timer ..	10			24	38				
Min....	3				8				
Middellængde ...		12	27	29	16	3	6	58	22
Apog.'s Længde ..		3	6	58	22				
Middelanomali ..		9	20	30	54				
Rettelse		+	1	55	4				
Solens Længde ..		0	29	24	20				
Jordens Længde ..		6	29	24	20				

 $^{4/8} 1673$. $9^h 18^m 15^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		S. ° ' "				Apogæum			
Epoche	1600	9	11	4	0	3	5	44	6
Aar ...	60	0	0	27	12	0	1	1	38
Aar ...	12	0	0	5	26	0	0	12	20
Maaned	Juli	6	28	57	26			36	
Døgn ..	3			2	57			25	
Timer ..	9				22			11	
Min....	18^{15}				45				
Middellængde ...		4	13	54	25	3	6	58	40
Apog.'s Længde ..		3	6	58	40				
Middelanomali ..		1	6	55	45				
Rettelse		÷	1	12	58				
Solens Længde ..		4	12	41	27				
Jordens Længde ..		10	12	41	27				

II. Jupiters Længde.

 $^{18/4} 1673$. $10^h 3^m 20^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		S. ° ' "				Aphel			
Epoche	1600	5	9	54	43	6	6	52	0
Aar ...	60	0	21	47	4	0	0	47	11
Aar ...	12	0	4	21	24	0	0	9	26
Maaned	Marts	0	7	28	54			11	
Døgn ..	17			1	24			1	
Timer ..	10				2			5	
Min....	3				0				
Middellængde ...		6	14	58	57	6	7	48	49
Aphels Længde ..		6	7	48	49				
Middelanomali ..				7	10			8	
Rettelse				÷	39			2	
Jupiters Længde		6	14	19	55				
Jordens Længde ..		6	29	24	20				
Længdeforskel ..				15	4			25	

 $^{4/8} 1673$. $9^h 18^m 15^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		S. ° ' "				Aphel					
Epoche	1600	}	S.	°	'	"	S.	°	'	"	
Aar ...	60		6	6	3	11	6	7	48	37	
Aar ...	12										
Maaned	Juli		0	17	37	24				27	
Døgn ..	3				14	58					
Timer	9				1	52					
Min. ...	18 ¹⁵				4						
Middellængde ...			6	23	57	29	←	6	7	49	4
Aphels Længde ..			6	7	49	4	)				
Middelanomali ..				16	8	25					
Rettelse			÷	1	27	1					
Jupiters Længde			6	22	30	28					
Jordens Længde ..			10	12	41	27					
Længdeforskel ..			3	20	10	59	=	110	10	59	

$$x = \sqrt{5,2^2 + 1 - 10,4 \cdot \cos 15^\circ 4' 25''} = 4,243$$

$$= \text{Afstand Jorden—Jupiter } ^{18/4} 1673.$$

$$y = \sqrt{5,2^2 + 1 - 10,4 \cos 110^\circ 10' 59''} = 5,624$$

$$= \text{Afstand fra Jorden—Jupiter } ^{4/8} 1673.$$

$$x - y = 1,38.$$

Afstandsforandring Jorden—Jupiter $^{4/2}$ 1673— $^{24/3}$ 1673.

I. Solens Længde.

$^{4/2}$ 1673. $18^h 28^m 5^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Apogæum			
Aar ...	1672	S. ° ' "	3 6 58 4		
Maaned	Januar	1 0 33 18	5		
Døgn ..	3	0 2 57 25			
Timer ..	18	44 21			
Min....	28	1 9			
Middellængde ...		10 15 52 51←	3 6 58 9		
Apog's Længde ..		3 6 58 9			
Middelanomali ..		7 8 54 42			
Rettelse		+ 1 19 11			
Solens Længde ..		10 17 12 2			
Jordens Længde		4 17 12 2			

$^{24/3}$ 1673. $13^h 12^m 46^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Apogæum			
Aar ...	1672	S. ° ' "	3 6 58 04		
Maaned	Februar	1 28 9 11	10		
Døgn ..	23	0 22 40 12	4		
Timer ..	13	32 2			
Min....	12 ⁴⁶	32			
Middellængde ...		12 2 58 35←	3 6 58 18		
Apog's Længde ..		3 6 58 18			
Middelanomali ..		8 26 0 17			
Rettelse		+ 2 3 38			
Solens Længde ..		0 5 2 13			
Jordens Længde.		6 5 2 13			

II. Jupiters Længde-Afstandsbestemmelse.

$^{4/2}$ 1673. $18^h 28^m 5^s$, Uranienborgs Tid.

Jupiters Længde	S. ° ' "	6 8 49 56
Jordens Længde		4 17 12 2
Længdeforskel Jorden—Jupiter.		1 21 37 54
		= 51 37 54

$^{24/3}$ 1673. $13^h 12^m 46^s$, Uranienborgs Tid.

Jupiters Længde	S. ° ' "	6 12 25 44
Jordens Længde		6 5 2 13
Længdeforskel Jorden—Jupiter.		7 23 31

$$x = \sqrt{5,2^2 + 1 - 10,4 \cos 51^\circ 37' 54''} = 4,615$$

$$y = \sqrt{5,2^2 + 1 - 10,4 \cos 7^\circ 23' 31''} = 4,211$$

$$x - y = 0,43$$

Forskel i Afstand Jorden—Jupiter.

i den korte Immersionsperiode i 1673 fandt Tiden $4^m 56^s$ til at gennemløbe $0,43 r$), og i saa Fald viser det fundne Middeltal, at blandt de Værdier, som Rømer har fundet for Lysets Tid til at gennemløbe r , er ogsaa den rigtige — ca. 8^m . Da de benyttede Perioder har været korte, har dette Resultat vel syntes ham for usikkert. — Der er ogsaa andre og sikrere Tegn paa, at Rømer har en betydelig Usikkerhed i det fundne Tal for Lysets Forplantningstid. I 1677 i de to omtalte Breve til Huygens og i Beretningen til Akademiet meddeler han, at han ved Iagttagelse af en Plet paa Jupiters Overflade har fundet, at Lyset bruger 14^m til at gennemløbe $1\frac{1}{4} r$, og at han ved Iagttagelse af en Formørkelse i December af Jupitermaanen har fundet, at det bruger 12^m for den samme Vejstrækning, hvilket giver henholdsvis $11\frac{1}{4}^m$ og $9\frac{3}{5}^m$ for Tiden til at gennemløbe r , og han betragter begge Resultater som en Bekræftelse paa sin Teoris Hovedpunkt: at Lyset bruger Tid til sin Udbredelse, idet han bemærker, at Usikkerheden i Kendskabet til Omløbstiden gør en nøjagtig Bestemmelse af Forplantelsestiden umulig.

Det mærkeligste ved denne Sag er imidlertid den Formørkelsesperiode, som omtales i Rømers offentliggjorte Beretning 1676. Formørkelsen d. $9/11$ 1676 iagttoges efter Beretningens Angivelse 10^m senere end beregnet ud fra Augustformørkelser samme Aar. Vi har fundet denne Forsinkelse ved at gaa ud fra Formørkelsen den $23/8$ (se S. 117). Beregner man nu Forandringen i Afstanden Jorden—Jupiter mellem $23/8$ og $9/11$ 1676, er den $1,14 r$ (se Side 127), hvilket giver en Forplantelsestid for Lyset af ca. $8\frac{1}{2}^m$ til Jordbaneradien. Mærkeligt er det dog, at det ikke med et Ord berøres, at der er en stor Uoverensstemmelse mellem det Tal, man saaledes vil finde for Forplantelsestiden ud fra selve den Formørkelse, der anføres som et Kriterium for, at Teorien om en Forplantelsestid for Lyset er rigtig, og den Værdi, der i samme Beretning anføres, som fundet ud fra Iagttagelser i 1671—72—73.

Der er imidlertid en Mulighed for, at den Værdi for Forplantelsestiden, der kan findes ved Hjælp af de i Beretningen af 1676 omtalte Formørkelser, har faaet historisk Betydning. I Newtons Optik¹⁾ staar der, at Rømer har fundet, at Lyset bruger Tid til sin Udbredelse, og at denne Tid er 8^m til at gennemløbe Jordradien. Rømer noterer i „Adversaria“ efter et Referat af Newtons Værk i „Nouvelles de la république des lettres“ Maj 1706, at denne tilskriver ham Opdagelsen af „Lysets Tøven“, men at Newton sætter Tiden til at gennemløbe Afstanden Jorden—Solen til 8^m . Da Rømer noterer dette, maa Tallet have gjort Indtryk paa ham; han har da sandsynligvis ikke set det fremsat fra anden Side, og da det eneste Talmateriale til dets Bestemmelse, der var offentliggjort, er Beretningen af 1676, er det muligt, at Newton har beregnet det ud fra de deri fundne Opgivelser og har foretrukket dette Tal for det Tal, Rømer angiver som fundet ud fra Iagttagelser i 1671—1673, som han ikke nærmere oplyser noget om. Gennem Newtons berømte Værk er da Tallet 8^m gaaet over i Literaturen.

Spørger man dernæst om den nærmeste Følge af Rømers Opdagelse, er Svaret

¹⁾ „Opticks“, London 1704, latinsk Oversættelse 1706, Liber II, Prop. XI.

I. Solens Længde.

$^{23}/_8$ 1676. $8^h 13^m$, Middeltid Paris
 $42^m 10^s$, Uranienborgs Længde

$^{23}/_8$ 1676. $8^h 55^m 10^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Apogæum			
Epoche	1600	S. ° ' "	S. ° ' "		
Aar ...	60	9 11 4 0	3 5 44 6		
Aar ...	15	0 0 27 12	0 1 1 38		
Maaned	Juli	11 29 22 27	0 0 15 25		
Døgn ..	22	6 28 57 26	0 36		
Timer ..	8	0 21 41 3	3		
Min....	55	0 0 19 43			
Sek....	10	2 16			
Middellængde ...		5 1 54 7	3 7 1 48		
Apog.'s Længde..		3 7 1 48			
Middelanomali ..		1 24 52 19			
Rettelse.....		÷ 1 39 54			
Sand Længde....		5 0 14 13			
Jordens Længde..		11 0 14 13			
Jupiters Længde.		9 21 14 3			
Længdeforskel					
Jorden—Jupiter		1 9 0 10			

$^{9}/_{11}$ 1676. $5^h 20^m 4^s$, Middeltid Paris
 $42^m 10^s$, Uranienborgs Længde

$^{9}/_{11}$ 1676. $6^h 2^m 14^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Apogæum			
Epoche	1600	S. ° ' "	S. ° ' "		
Aar ...	60	9 11 4 0	3 5 44 6		
Aar ...	15	0 0 27 12	0 1 1 38		
Maaned	Oktbr.	11 29 22 27	0 0 15 25		
Døgn ..	8	9 29 38 12	52		
Timer ..	6	0 7 53 7			
Min....	2	0 0 14 47			
Sek....	14	5			
Middellængde ...		7 18 39 50	3 7 2 1		
Apog.'s Længde..		3 7 2 1			
Middelanomali ..		4 11 37 49			
Rettelse.....		÷ 1 33 57			
Sand Længde....		7 17 5 53			
Jordens Længde..		13 17 5 53			
Jupiters Længde.		9 27 55 42			
Længdeforskel					
Jorden—Jupiter		3 19 10 11			

$$* x = \sqrt{5,2^2 + 1} - 2 \cdot 5,2 \cos 39^\circ 10' = 4,467$$

giver Afstanden Jorden—Jupiter $^{23}/_8$.

$$y = \sqrt{5,2^2 + 1} - 2 \cdot 5,2 \cos 109^\circ 10' 11'' = 5,609$$

giver Afstanden Jorden—Jupiter $^{9}/_{11}$.

$$y - x = 1,14$$

giver Forandring i Afstanden Jorden—Jupiter.

II. Jupiters Længde.

$^{23}/_8$ 1676. $8^h 55^m 10^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Aphel			
Epoche	1600	S. ° ' "	S. ° ' "		
Aar ...	60	5 9 54 43	6 6 52 0		
Aar ...	15	0 21 47 4	0 0 47 11		
Maaned	Juli	3 5 23 1	0 0 11 47		
Døgn ..	22	0 17 37 2	427		
Timer ..	8	1 49 43	4		
Min....	55	1 40			
		11			
Middellængde ...		9 26 33 46	6 7 51 29		
Aphels Længde..		6 7 51 29			
Middelanomali ..		3 18 42 17			
Rettelse.....		÷ 5 19 43			
Jupiters Længde		9 21 14 3			

$^{9}/_{11}$ 1676. $6^h 2^m 14^s$, Uranienborgs Tid.

Tidspunkt		Aphel			
Epoche	1600	S. ° ' "	S. ° ' "		
Aar ...	60	5 9 54 43	6 6 52 0		
Aar ...	15	0 21 47 4	0 0 47 11		
Maaned	Oktbr.	3 5 23 1	0 0 11 47		
Døgn ..	8	0 25 16 17	40		
Timer ..	6	0 0 39 54			
Min....	2	0 0 1 15			
		0			
Middellængde ...		10 3 2 14	6 7 51 38		
Aphels Længde..		6 7 51 38			
Middelanomali ..		3 25 10 36			
Rettelse.....		÷ 5 7 32			
Jupiters Længde		9 27 55 42			

let at give. Den blev den umiddelbare Forudsætning for Fremsættelsen af de to frugtbringende Lysteorier, Huygens og Newtons. Før Rømers Opdagelse herskede Descartes Anskuelse, at Lyset fra Himmellegemerne forplanter sig instantant; denne Antagelse maa bortryddes, før baade Newtons og Huygens Teorier kan fremsættes. For Huygens Teori er Forbindelsen med Rømers Opdagelse direkte paaviselig. I 1677 falder Huygens Brevvexling med Rømer om Lyshastigheden, i 1678 fremsætter han sin Bølgeteori for Lyset i Akademiet, og da han i 1680 udgiver sin „*Traité de la lumière avec un discours de la pesanteur*“, hvori Teorien udformes, begynder han den med at sige, at Betingelsen for, at han kunde fremsætte sin Teori, var, at Lyset maatte bruge Tid til sin Udbredelse, og denne Forudsætnings Rigtighed fik han bevist gennem „*l'ingénieuse démonstration de Mr. Rømer*“¹⁾. Hvor interesseret Rømer har været i Huygens teoretiske Arbejder ses af et Brev fra ham til Huygens²⁾ dateret ³⁰/₁₂ 1677, der er mere personligt end hans andre Breve. Han skriver deri³⁾: „Allerførst venter jeg noget fra Dig angaaende Forklaring af Brydning. Jeg haaber, at hele Udstraalingens Hemmelighed derved kan blive afsløret. Hvor det vilde være udmærket! Om hint Naturens Mirakel kunde forklares ad simpel mekanisk Vej! Derefter vilde vi paa sikkert Grundlag kunne efterforske hele Verdensbygningens Indretning, som jeg vil tro kan forstaas helt (saavidt som menneskelig Forstand kan trænge igennem), naar vi har faaet Indsigt i Lysets og Vægtens Natur. For paa anden Maade at udtrykke min Sindsstemning overfor dette Haab, saa er det for mig det samme som det, med hvilket Kemikerne eftertragte og efterstræbe deres Sten. — Jeg ønsker intet mere end at være sammen med Dig og personligt, bekvemmere end gennem Breve, lære dine Tanker at kende, for at jeg med dem som Norm saavel kan ordne, hvad jeg har observeret, eller hvad jeg har tænkt over, som indrette nye Forsøg til yderligere Fuldkommengørelse af Filosofien.“

Rømers Samarbejde med Huygens kom imidlertid ikke i Stand; hans Arbejde kom ikke til at udrette noget for Videnskabens Teori ud over det Grundlag, hans Opdagelse af Lyshastigheden gav den; hans Kræfter blev beslaglagt til mere praktiske og praktisk videnskabelige Arbejder baade i Frankrig og efter et Par Aars Forløb i hans Fædreland.

I det Brev til Huygens, der ovenfor er citeret, er det, at Rømer udtaler Ønsket om at forelægge det Materiale, hvorpaa han bygger sin Teori, for Huygens inden dets Udgivelse; som tidligere nævnt er det aldrig kommet frem. Jeg haaber nu, at jeg i det foregaaende har godtgjort, at i hvert Fald en Del af det findes paa det fundne Folioark, og at have gjort Rede for, hvorledes Rømer har benyttet det til at udlede sin epokegørende Opdagelse.

¹⁾ *Traité de la lumière*, edidit W. Burekhardt, Lipsiae, S. 8.

²⁾ *Œuvres*, T. VIII, S. 53.

Obs. Quarta. Journalium

1673.

Mar. 20. ^H 17.0.0.

Coniunctio superior 18.

1677.

25.

1673.

^H 1. "

9.22.0 Emerio -

11.18.5 Emer.

13.12.40 Emer.

9.17.39 Emer.

11.32.44 Emer.

8.30.41 Emer.

17.6.39 14 Imm.

1674 ^{8.47.48}

31.9.19 2 Emer.

1675.

20.8.22.42 Emer.

Observationes Ma

in medio Aprilis

7.10.17.31 Emer.

1675

9.6.7.22 Emer.

Jul. 6. ^H 11.29.0.

1676 ^{29.}

2.14.42 Imm.

1677

3.10.56.11 Imm.

Sept. 12. ^H 8.7.0.

9.49.50 Emer.

Sept. 14. 9.46.0.

7.11.45.55 Emer.

Dec. 27. 6.3.0.

2.8.11.13 Emer.

obser. suarhi.

1673.

Marhij 20. $17^{\circ} 0' 0''$ 
omni undio superum

1677.

Janij 25. $19^{\circ} 25' 20''$ Em. de bade

observationes maculop
in medio d. p. 45.

Jul. 6. $11^{\circ} 29' 0''$

1677

Sept 12. $8^{\circ} 7' 0''$

Sept 14. $9^{\circ} 46' 0''$

Dec 27. $6^{\circ} 3' 0''$

71. Mai 4. $9^{\circ} 54' 0''$
72. Mai 22. $10^{\circ} 58' 46''$
10. 35.

384 1. 4. 45

407 1 54 45

76. Nov. 9. $5^{\circ} 36' 15''$
Dec: 21. $7^{\circ} 30' 0''$

4. 13.

Rev. 13. $23^{\circ} 0' 12''$
46 0 35
92 0 50
184 1. 40. 0
368 3 20 0

407 1 50 0

391 3 32 30
315 22 17 30

1672. Jan. 3. $13^{\circ} 4' 20''$
73. Feb. 4. $18^{\circ} 2' 10''$
31
366 4. 57. 50
398 4 57 50

384 1. 7. pm. 34. 1. 5.

off.

23 0 10 34
46 0 21 8
92 0 42 16
184 1 24 32
368 2 49 4
736 4 57 50

18 5 10 25 6 57 30
17 16 28 10 11
16 42 10 10
15 2 10 10

6. min. 12 34 42
15. h. 8 56 15.

obser. primi Journalium
parihij.

1668. exclud. debet
omni in p. 45. 36
Oct. 22. $10^{\circ} 41' 33''$ Immerho

1669.
No. 26. $16^{\circ} 26' 46''$ Imm

1671.
Marhij 19. $9^{\circ} 1' 44''$ Emerho de v. 45.

Apr. 27. $7^{\circ} 42' 30''$ Em.

Maij 4. $9^{\circ} 41' 30''$ Emer.

Oct. 18. $18^{\circ} 15' 0''$ Imm

1672.
Jan. 3. $12^{\circ} 42' 36''$ Imm

Jan. 10. $14^{\circ} 32' 14''$ Imm

Jan. 12. $8^{\circ} 59' 22''$ Imm.

Feb. 11. $10^{\circ} 57' 6''$ Imm. dub.

Feb. 20. $7^{\circ} 20' 26''$ Imm. dub.

Mar. 7. $7^{\circ} 58' 25''$ Emer.

Mar. 14. $9^{\circ} 52' 30''$ Emer.

Mar. 23. $6^{\circ} 18' 14''$ Emer.

Mar. 28. $13^{\circ} 45' 30''$ Emer.

Mar. 30. $8^{\circ} 14' 46''$ Emer.

Apr. 6. $10^{\circ} 11' 22''$ Emer.

Apr. 13. $12^{\circ} 8' 8''$ Emer.

Apr. 22. $8^{\circ} 34' 28''$ Emer.

Apr. 29. $20^{\circ} 30' 6''$ Emer.

Nov. 28. $5^{\circ} 37' 5''$ Imm.

1673.
Feb. 4. $17^{\circ} 31' 10''$ Imm.

Feb. 6. $12^{\circ} 0' 0''$ Imm.

Feb. 13. $13^{\circ} 53' 20''$ Imm.

Feb. 27. $17^{\circ} 40' 10''$ Imm.

Mar. 1. $12^{\circ} 9' 1''$ Imm.

Mar. 15. $16^{\circ} 0' 48''$ Imm.

Mar. 17. $10^{\circ} 28' 16''$ Imm.

Mar. 24. $12^{\circ} 24' 30''$ Imm.

1673.
Apr. 18. $9^{\circ} 22' 0''$ Emerho

Apr. 25. $11^{\circ} 18' 5''$ Emer.

Maij 2. $13^{\circ} 12' 40''$ Emer.

Maij 11. $9^{\circ} 17' 39''$ Emer.

Maij 18. $11^{\circ} 32' 44''$ Emer.

Aug. 4. $8^{\circ} 30' 41''$ Emer.

Decem. 17. $6^{\circ} 39' 14''$ Imm.

1674. $8^{\circ} 27' 48''$
Mar. 23. $16^{\circ} 41' 12''$
Jul. 31. $9^{\circ} 19' 2''$ Emer.

1675.
Jul. 20. $8^{\circ} 22' 42''$ Emer.

Julij 27. $10^{\circ} 17' 31''$ Emer.

Oct. 29. $6^{\circ} 7' 22''$ Emer.

1676. 29°
Maj 12. $14^{\circ} 49' 42''$ Imm.

Jun. 13. $10^{\circ} 56' 11''$ Imm.

Aug. 7. $9^{\circ} 49' 50''$ Emer.

Aug. 14. $11^{\circ} 45' 55''$ Emer.

Aug. 23. $8^{\circ} 11' 13''$ Emer.

Nov. 9. $5^{\circ} 45' 35''$ Em.

1677.
Junij 9. $12^{\circ} 23' 24''$ Imm.

Junij 16. $14^{\circ} 16' 14''$ Imm.

Jul. 9. $14^{\circ} 21' 54''$ Imm.

Jul. 19. $10^{\circ} 47' 0''$ Excluse facie

Jul. 25. $12^{\circ} 37' 10''$ Imm.

Aug. 26. $11^{\circ} 31' 50''$ Emer.

Sept. 11. $9^{\circ} 54' 30''$ Emer.

Sept. 18. $8^{\circ} 41' 0''$ Contachy prim

$8^{\circ} 46' 0''$ Volus l. 46. Emer.

$11^{\circ} 51' 46''$ Emer.

Sept. 19. $8^{\circ} 14' 0''$ Contachy facie

$8^{\circ} 18' 30''$ Volus l. 46. Emer.

1678.
Jan. 6. $5^{\circ} 25' 47''$ Emer.

Unani b. et. p. unj. d. ff. mens 42' 10"
 Unani et Haf. — 30
 Haf. et Par. 41. 40.

1674.
 Jun. 3. H. 10 8 0
 enefi Lem. 

1674.
 Jun. 2. H. 10 9 6. enefi III.


1674
 Maj. 21 H. 14 13.
 Enafis 

Secundi Journal

1671.
 No. 18. 18 25 22. Imm. in bmb.
 Dec. 13. 15 20 10. Imm. dub.

1672.
 Feb. 22. 16 42 38 Imm.
 Mar. 29. 8 29 31. Emer.
 Apr. 5. 11 5 31. Emer.
 Apr. 30. 8 10 43. Emer.

1673.
 Feb. 15. 15 21 55. Imm.
 Mar. 5. 9 53 18 Imm.
 Maij 8. 11 58 55. Emer.
 Junij 9. 11 30 53. Emer.

1675.
 Jul. 6. 11 0 16. Emer.
 Sep 1. 7 58 39. Emer.

1676.
 Aug. 7. 12 18 3. Emer.
 Sept 11. 7 32 20 Emer.

1677.
 Sept. 18. 7 1 0. Ingress. in faciem
 10 1 0 Exitus

Tertij Journal

1668.
 No. 12. 10 40 0. Imm. in bmb.
 No. 20. 14 38 30 Imm.

1671.
 Apr. 27. 8 12 30 Emer.
 Maij 4. 8 54 0 Imm.

1672.
 Martij 7. 14 38 55. Emer.

1673.
 Maij 4. 8 34 20 Em.
 Maij 11. 10 16 37. Imm.

1675.
 Maij 19. 11 26 44 Imm.

1677.
 Jul. 8. 14 41 26 Imm.
 Jul. 19. 10 16 0. Vndra in medio
 11 0 0 prim. contraluf
 11 4 0 afflufus contri.

Sept. 18. 10 28 15 Emer.

Secundi Journal

1671.
No. 18. ^H 1' 22" Imm. in bulb.
Dec. 13. 15. 20 10. Imm. dub.

1672.
Feb. 22. ^H 1' 38" Imm.
Mar. 29. 8 29 31. Emer.
Apr. 5. 11. 5. 31. Emer.
Apr. 30. 8 10 43. Emer.

1673.
Feb. 13. ^H 1' 55" Imm.
Mar. 5. 9 53 18 Imm.
Maij 8. 11 58 55. Emer.
Junij 9. 11 30 53. Emer.

1675.
Jul. 6. ^H 1' 16" Emer.
Sep 1. 7 58 39. Emer.

1676.
Aug. 7. ^H 1' 3" Emer.
Sept 11. 7. 32 20 Emer.

1677.
Sept. 18. ^H 1' 0" Ingress in faciem
10. 1. 0 Exitus

Tertij Journal

1668.
No. 12. ^H 10 40' 0" Imm in bulb.
No. 20. 14. 38 30 Imm.

1671.
Apr. 27. ^H 128' 30" Emer.
Maij 4. 8 54 0. Imm.

1672.
Martij 7. ^H 14 38 55" Emer.

1673.
Maij 4. ^H 8 34 20 Em.
Maij 11. 10 16 37. Imm.

1675.
Maij 19. ^H 11 26 44" Imm.

1677.
Jul. 8. ^H 14 41' 26" Imm.
Jul. 19. 10. 16. 0. Umbra in medio
11. 0. 0 prim. contralup
11. 4. 0 appulsi contri.

Sept. 18. ^H 10 28' 15" Emer.

Bemærkninger til det foranstaaende Facsimile af Rømers Optegnelser.

Anm. til F₁.

Observationerne maa antages udførte af Picard eller Rømer (se Afh. S. 111).

1668 $\frac{22}{10}$ er observeret af Picard i Paris (se Afh. S. 109).

1671 $\frac{18}{10}$ er ufuldstændig; paa F₄ er Tidspunktet beregnet ud fra en Observation paa Uranienborg til at være: 4^h 28' 10".

1671 $\frac{11}{12}$ er ufuldstændig; paa F₄ er Tidspunktet beregnet ud fra en Observation paa Uranienborg til at være: 12^h 46'.

Observationerne $\frac{18}{10}$ 1671 — $\frac{29}{4}$ 1672 maa være foretagne paa Uranienborg eller i København, da Picard kom til Kbhvn. d. $\frac{24}{8}$ 1671 og blev der og paa Uranienborg til Sommeren 1672. Observationerne er af Rømer henførte til Paris' Meridian ved Subtraktion af Længdeforskellen Paris—Uranienborg eller Paris—København; F₂ viser, at Rømer sætter den første til 42' 10", den sidste til 41' 40", idet han sætter Længdeforskellen København—Uranienborg til 30". Picard har regnet med 29", hvilket ses af Formørkelsesopgivelser i hans «Voyage d'Uranibourg» (se Afh. S. 109). Picard opgiver 3 Formørkelsesobservationer fra Uranienborg og København i dette Tidsrum.

$\frac{14}{3}$ har Rømers Tabel 9^h 52' 30", beregnet ud fra Observationen i København
10^h 34' 10" ved Subtraktion af 41' 40".

$\frac{14}{3}$ har Cassini fundet 9^h 52' 22" i Paris.

$\frac{28}{3}$ har Rømers Tabel 13^h 45' 30", beregnet ud fra Obs. paa Uranienborg
14^h 27' 41" ved Subtraktion af 42' 10". (30" burde være 31").

$\frac{28}{3}$ har Cassini fundet 13^h 45' 39" i Paris.

$\frac{6}{4}$ har Rømers Tabel 10^h 11' 22", beregnet ud fra Obs. i København
10^h 53' 2" ved Subtraktion af 41' 40".

$\frac{6}{4}$ har Cassini fundet 10^h 11' 23" i Paris.

1672 Novbr. 28 skal sikkert være 24.

1674. Observationerne er føjet ind i Tabellen senere end de andre Tal. $\frac{6}{6}$ og $\frac{15}{6}$ er derved glemt og tilføjet i Hjørnet ved Overskriften med en Henvisning.

1676. 9 Novbr. er overstreget. Observationen er forkert indført; den gav 5^h 35' 45" (se Afh. S. 110).

1677 $\frac{19}{7}$ angiver ikke en Formørkelse, men det Tidspunkt, da Maanen træder ud fra Jupiterskiven.

1677 $\frac{18}{9}$ angiver, naar Maanen træder ind bag Jupiterskiven.

» $\frac{19}{9}$ » » » ses at berøre »

Anm. til F₂.

Længdeforskel København—Uranienborg, se Anm. ovenfor.

De tre Formørkelsesangivelser hører til paa F₃ ved NB.



Anm. til F₄.

Regningerne paa nederste Halvdel er Forsøg paa at finde Antallet af Omløb (Revolutioner — Rev.) med en Middelomløbstid for 1ste Jupitermaane i 3 Perioder 76—77, 71—72, 72—73; de 3 angivne Tidsrum mellem to Formørkelser indeholder hver omtrent et synodisk Omløb for Jupiter.

76—77 regnes med 221 Omløb à 1 Døgn 18^h 28' 39"

+ 9 » » 1 » 18^h 28' 37".

Det beregnede Tidsrum bliver kortere end det observerede; den benyttede Middelomløbstid er da lidt for kort.

71—72 regnes med 208 Omløb à 1 D. 18^h 28' 30"

+ 9 » à 1 » 18^h 28' 39".

Det beregnede Tidsrum bliver længere end det observerede; den benyttede Middelomløbstid er da lidt for lang.

72—73 regnes med 221 Omløb à 1 D. 18^h 28' 29,5"

+ 4 » à 1 » 18^h 28' 40".

Det beregnede Tidsrum bliver kortere end det observerede; den benyttede Middelomløbstid er da lidt for kort.

Der findes nogle uvæsentlige Skrivefejl.

De nederste, omvendte Linier indeholder Beregninger af Formørkelser i Paris ud fra observerede Formørkelser paa Uranienborg (se Anm. til F₁).

Rettelser.

S. 112 L. 26 fr. o. 110 læs 210

S. 113 L. 1 fr. o. $\frac{11}{9}$ læs $\frac{12}{9}$

S. 123 L. 10 og L. 19 fr. o. Jordradien læs Jordbaneradien

Remarques relatives à la feuille insérée ci-contre, qui est un fac-similé
des notes de Rømer.

Remarques relatives à F₁.

Les observations inscrites à la première page (F₁) de la feuille (F) ont sans doute été faites par Picard ou par Rømer (voir plus loin p. 136).

Celle de 1668, oct. 22, a été faite par Picard à Paris (voir la p. 135).

Celle de 1671, oct. 18, est incomplète: à la quatrième page (F₄), l'heure est fixée à 4^h 28' 10" d'après une observation faite à Uranibourg.

L'observation de 1671, déc. 11, est incomplète; sur F₄ l'heure est fixée à 12^h 46' d'après une observation faite à Uranibourg.

Les observations comprises entre 1671 oct. 18, et 1672 avril 29, ont dû être effectuées à Uranibourg ou à Copenhague. En effet, Picard arriva à Copenhague le 24 août 1671 et resta en Danemark jusqu'en été 1672, séjournant tantôt à Copenhague, tantôt à Uranibourg. Les observations ont été rapportées par Rømer au méridien de Paris, en retranchant, soit la différence de longitude: Paris—Uranibourg, soit celle de Paris—Copenhague; il résulte des notes inscrites sur F₂ que Rømer évalue à 42' 10" la première de ces différences, et à 41' 40" la dernière, en estimant à 30" la différence de longitude Copenhague—Uranibourg. Picard de son côté l'estime à 29"; c'est ce qui ressort des heures d'éclipses relevées dans son *Voyage d'Uranibourg* (voir la p. 109). Picard donne en tout 3 observations d'éclipses faites à Uranibourg et à Copenhague pendant l'espace de temps en question.

Pour 1672 mars 14, la table de Rømer donne l'heure: 9^h 52' 30" d'après une obs. faite à Copenhague, soit 10^h 34' 10", en retranchant 41' 40".

Pour 1672 mars 14, Cassini a obtenu l'heure: 9^h 52' 22", à Paris.

Pour 1672 mars 28, la table de Rømer donne l'heure: 13^h 45' 30" d'après une obs. faite à Uranibourg, soit 14^h 27' 41" en retranchant 42' 11".

Pour 1672 mars 28, Cassini a obtenu l'heure: 13^h 45' 39" à Paris.

Pour 1672 avril 6, la table de Rømer donne l'heure: 10^h 11' 22" d'après une obs. faite à Copenhague, soit 10^h 53' 2" en retranchant 41' 40".

Pour 1672 avril 6, Cassini a obtenu l'heure: 10^h 11' 23" à Paris.

1672 nov. 28; lisez: 24.

1674, les observations ont été ajoutées après coup, à l'exception toutefois de deux qui, oubliées d'abord, ont été inscrites en haut et à gauche avec un renvoi.

1676, l'observation du 9 novembre a été raturée; l'heure portée est erronée; c'est 5^h 35' 45" qu'il faut lire (voir la p. 135).

1677 juil. 19, l'heure relevée n'est pas celle d'une éclipse; elle indique le moment où le satellite sort du disque de Jupiter.

1677 sept. 18, l'heure relevée est le moment où le satellite disparaît derrière le disque de Jupiter.

1677 sept. 19, l'heure est celle du contact entre Jupiter et le satellite.

Remarques relatives à F_9 .

Pour la différence de longitude Copenhague—Uranibourg, voir les remarques ayant trait à F₁.

Les trois heures d'éclipses se rapportent à F_3 où leur place est marquée par un NB.

Remarque relatives à F_4 .

Les calculs qui remplissent la moitié inférieure de la page ont pour objet d'obtenir, à l'aide d'une hypothétique durée moyenne de révolution du premier satellite de Jupiter, les nombres de révolutions connus pour les 3 périodes 76—77, 71—72, 72—73; les 3 intervalles choisis entre deux éclipses observées représentent à peu près la durée d'une révolution synodique de Jupiter.

La période 76—77 est calculée dans l'hypothèse de 221 révolutions de 11 18^h 28' 39"
+ 9 " de 11 18^h 28' 37"

L'espace de temps calculé est inférieur à celui obtenu par les observations; donc, la durée moyenne de révolution a été choisie trop petite.

La période 71—72 est calculée dans l'hypothèse de 208 révolutions de $11^{\text{h}} 18^{\text{m}} 28^{\text{s}} 30''$
+ 9 " de $11^{\text{h}} 18^{\text{m}} 28^{\text{s}} 39''$

L'espace de temps calculé dépasse celui fourni par les observations; donc, la durée moyenne de révolution a été choisie trop élevée.

La période 72—73 est calculée dans l'hypothèse de 221 révolutions de $11^{\text{h}} 18^{\text{m}} 28^{\text{s}} 29,5''$
 + 4 " de $11^{\text{h}} 18^{\text{m}} 28^{\text{s}} 40''$

L'espace de temps calculé est inférieur à celui fourni par les observations; donc, la durée moyenne de révolution a été choisie trop petite.

Par-ci par-là, un *lapsus calami* sans importance.

Les lignes renversées, au bas de la page, contiennent des calculs ayant trait à des éclipses observables à Paris et basés sur des éclipses observées à Uranibourg (voir les remarques relatives à F_1).

Sur la découverte par Ole Rømer du „retardement de la lumière“.

Par

KIRSTINE MEYER,
née BJERRUM.

En été 1913, on a mis au jour à la Bibliothèque de l'Université de Copenhague une feuille in-folio manuscrite dont l'écriture était celle d'Ole Rømer et où avaient été dressées des tables d'observations contenant les heures d'éclipse des satellites de Jupiter observées pendant les années 1668—1677. Comme on le sait, ce sont les éclipses du premier satellite de Jupiter qui ont donné lieu à la découverte par Ole Rømer du temps que met la lumière à se propager à travers l'espace; j'ai donc été naturellement amenée à me demander si, par hasard, je me trouvais là en présence d'une partie des matériaux qui avaient servi de fondement à la découverte et qui étaient restés inconnus. Ces matériaux, Rømer se proposait de les faire paraître, mais, comme il lui arrivait souvent, ses intentions de publication n'ont pas été réalisées. Qu'ils les ait eues, c'est ce qui ressort d'une de ses lettres à Huygens¹⁾, datée du 30 décembre 1677 et qui fait partie de leur correspondance relative à la vitesse de la lumière. Rømer y exprime le désir d'obtenir un congé qui lui permettrait de quitter ses travaux à l'Observatoire de Paris et de venir voir Huygens en Hollande; il ajoute: „il me serait certainement très utile de vous consulter sur mon travail avant de le mettre sous presse.“ Ce congé n'a pas été accordé à Rømer, l'ouvrage projeté ne fut jamais publié. Jusqu'à ce jour, tout le monde a su qu'Ole Rømer avait découvert le „retardement“ de la lumière et mesuré le premier sa vitesse de propagation; mais les observations sur lesquelles se basait sa découverte avaient disparu.

La trouvaille du manuscrit Rømerien (voir le fac-similé inséré entre les pages 128 et 129) m'a donné envie de tâcher de reconstruire, avec les chiffres fournis par cette feuille volante et avec des remarques faites par Rømer dans ses lettres à Huygens aussi bien qu'avec d'autres que j'ai trouvées éparses dans les auteurs contemporains, les bases de l'importante découverte de Rømer. Les lignes qui suivent contiennent le résultat de mes recherches à ce sujet et, en outre, quelques remarques sur les circonstances qui ont dû provoquer la découverte, sur les données théoriques et pratiques qui la conditionnaient et sur ses conséquences immédiates.

En 1666, l'Académie Royale des Sciences fut fondée. Parmi les tâches dévolues à la savante Compagnie était le dressage de cartes géographiques moins défectueuses que celles déjà existantes où les longitudes et, partant, les distances est—ouest étaient particulièrement, incorrectes, — c'était surtout le cas pour les pays situés en dehors de l'Europe. Ole Rømer

¹⁾ Voir Chr. Huygens: *Œuvres complètes*. La Haye 1899. Tome VIII, p. 54. Lettre n° 2114.

donne dans ses *Adversaria*¹⁾ un aperçu des fautes relevées par lui „dans Sansonius²⁾ et sur les globes.“ Il y signale entre autres choses que, sur les cartes, la différence en longitude entre Macao (en Chine, sur la baie de Canton) et Mexico est trop petite de $28\frac{1}{2}^{\circ}$ tandis que celle qui séparerait, toujours d'après les cartes, Ormus, au détroit du golf Persique, de Goa (Inde) dépasse de 13° la distance qui résulte des mesures corrigées. Pour s'expliquer la grandeur des écarts on n'a qu'à considérer que généralement la position des villes situées sur les grandes routes est-ouest était calculée d'après le temps qu'on mettait à se transporter de l'une à l'autre; Rømer observe que grâce à ces écarts le chemin maritime qui traverse le Pacifique le long du 20^e parallèle se trouve sur les cartes raccourci de 400 milles allemands; il ajoute: „On dirait que les Hollandais, ou plutôt les Espagnols ou les Portugais, aient fait exprès d'introduire cette faute, ou du moins qu'une fois la faute commise ils se soient dispensés de la corriger afin de détourner l'Europe du commerce mondial.“

En 1657, Huygens était parvenu à construire une horloge très supérieure à tout ce qu'on avait connu jusqu'alors: son *horloge à pendule* représentait enfin un appareil mesureur susceptible de servir de base à une méthode pour effectuer les déterminations de longitude. Il s'agissait maintenant de trouver un phénomène céleste pouvant être observé simultanément des lieux dont la longitude devait être déterminée, et se prêtant à des observations assez fréquentes. Un tel phénomène, les astronomes le trouvaient tout indiqué dans les éclipses des quatre satellites de Jupiter, découverts par Galilée quand il dirigea le premier une lunette vers le ciel. Galilée avait fait observer que ces satellites devaient être particulièrement utilisables dans les déterminations de longitude, mais son idée n'avait pas été réalisée faute de Tables relatives aux mouvements des quatre satellites et qui auraient permis de prévoir leurs positions et connaître ainsi approximativement les moments favorables à l'observation des éclipses. Galilée annonçait qu'il se proposait de corriger les matériaux d'observations des satellites en question. Il élaborait en effet des Tables, qui toutefois ne furent pas publiées de son vivant, et après sa mort ses matériaux d'observations n'ont pas été conservés. Le travail fut repris par Cassini, à Bologne, qui publia ses résultats en 1668³⁾, immédiatement avant d'aller s'établir à Paris où il avait été élu membre de l'Académie des Sciences. Dans un ouvrage postérieur, Cassini dit lui-même⁴⁾ que cette première publication doit être considérée comme un auxiliaire provisoire dans l'observation des satellites et qu'elle sera suivie par des Tables plus complètes et de plus grande précision; il dit en outre que s'il a préféré donner son travail sous cette forme imparfaite plutôt que d'attendre, pour la publier, de disposer d'observations plus exactes, c'est qu'il désirait vivement engager les astronomes à s'occuper de l'observation de ces satellites. Il entendait donner ainsi la première impulsion à leur emploi dans la détermination des longitudes, auquel usage il les considérait comme très appropriés.

La méthode adoptée par l'Académie des Sciences fut donc: observation simultanée, à Paris et au lieu dont il s'agissait de déterminer la longitude, de l'éclipse d'un satellite de Jupiter. Cette méthode fut expérimentée d'abord en Europe et ensuite, quand les résultats avaient été reconnus comme satisfaisants, hors de l'Europe.

Les premières observations, entreprises à Paris⁵⁾, des éclipses des satellites jupitériens,

¹⁾ Ole Rømer, *Adversaria*. Copenhague 1910. P. 228, f. 129a.

²⁾ Sanson (Nicolas) 1600—1667, géographe, a publié plusieurs cartes. Sanson (Guillaume), géographe, a publié une *Géographie accompagnée de cartes*. Paris 1681. Nouvelles éditions, in-quarto et in-folio, avec des cartes nouvelles, 1690—1705—1714.

³⁾ *Ephemerides Bononienses Mediceorum Syderum ex Hypothesibus & Tabulis Io. Dom. Cassini. Bononiæ 1668.* (On appliquait aux satellites de Jupiter le nom d'*astres médicéens*.)

⁴⁾ Cassini: *Les Hypothèses et les Tables des Satellites de Jupiter. Reformées sur de nouvelles observations.* Paris 1693.

⁵⁾ *Mém. de l'Acad. d. Sc.* 1666—1699, tome VIII. Paris 1730, p. 495.

furent effectuées par Picard en octobre 1668. D'après lui, une éclipse du premier satellite aurait eu lieu à la date 1668 octobre 22^j 10^h 41^m 33^s. Cette éclipse figure parmi celles enregistrées par Røemer, mais avec cette mention: „*excludi debet omnium suffragio*.“ Røemer n'a donc pas regardé l'heure indiquée comme exacte. Cassini, au contraire, paraît en tenir compte¹⁾.

En 1671, l'Académie envoya Picard à Uranibourg dont il avait mission de déterminer la position géographique avec plus de précision qu'on n'avait pu le faire jusqu'alors. Cette détermination était d'un grand intérêt, les meilleures Tables astronomiques de l'époque étant basées sur les observations de Tycho Brahe qui se rapportaient toutes au méridien d'Uranibourg. Que le besoin se soit fait sentir d'une nouvelle détermination c'est ce qui ressort des écarts considérables qu'offraient les longitudes Paris—Uranibourg données par des astronomes de marque²⁾:

Kepler	40 ^m
Longomontanus	49 ^m 20 ^s
Bouillaud	48 ^m 0 ^s
Riccioli	45 ^m 36 ^s .

Picard arriva à Copenhague le 24 août 1671 et à Uranibourg le 6 septembre de la même année. Il y détermina la différence en longitude d'Uranibourg et de Paris au moyen d'une série d'observations des éclipses du premier satellite de Jupiter qu'observait en même temps Cassini à Paris (résultat: 42^m 10^s). L'accord des valeurs obtenues est bon si l'on considère les écarts de celles antérieurement établies³⁾.

À Copenhague, Picard eut pour assistant Ole Røemer. On sait que l'été suivant il l'emmena à Paris, où Røemer fut reçu membre de l'Académie des Sciences et attaché à l'observatoire que Louis XIV avait fait construire et mis à la disposition de l'Académie. Røemer a donc dû assister à l'observation des satellites jupitériens à Uranibourg, et comme la connaissance de leurs mouvements laissait évidemment beaucoup à désirer, il a fait, pendant les années qui suivirent, des observations systématiques de la succession des éclipses. L'important résultat de ses recherches a été rapporté dans une Note publiée dans le Journal des Scavans, 1676 p. 233⁴⁾; sous le titre de

Démonstration touchant le mouvement de la lumière trouvé par M. Røemer.

Le compte rendu est très succinct. On y relate que des observations faites depuis 8 ans des éclipses du premier satellite de Jupiter ont permis à M. Røemer de constater que la durée de révolution du dit satellite était toujours plus courte quand on la calculait d'après une série d'immersions que lorsque les calculs se basaient sur une suite d'émersions, et cela indépendamment de l'endroit où Jupiter avait été rencontré dans son orbite. Or, les émersions s'observant toujours pendant que la Terre s'éloigne de Jupiter, et les immersions, au contraire, lorsqu'elle s'en rapproche, Røemer avait été amené à voir dans le phénomène observé une preuve que la lumière demande du temps pour traverser l'espace. D'après ses observations poursuivies pendant plusieurs années il se croyait fondé à évaluer à 22^m le temps employé par la lumière à parcourir une distance double de celle qui sépare la Terre du Soleil. On termine⁵⁾ en disant que: „la nécessité de cette nouvelle équation du retardement de la lumière ... a été confirmée nouvellement par l'émersion du premier Satellite observée à Paris le 9 Novembre dernier à 5 heures 35 minutes 45 secondes du soir, 10 minutes plus tard qu'on ne l'eut dû attendre,

¹⁾ Mém. de l'Acad. d. Sc. 1666—1699. Paris 1730. Tome VIII, p. 495.

²⁾ Voyage d'Uranibourg ou Observations Astronomiques faites en Dannemarck par Monsieur Picard, Paris 1680, p. 28.

³⁾ Voir la page 5 du texte danois.

⁴⁾ La Note, dont on trouvera une traduction dans les Philosophical Transactions du 25 juin 1677, n° 136, a été réimprimée dans les Mém. de l'Acad. des Sciences 1666—1699, tome X, p. 575. 1730.

⁵⁾ Mém. de l'Acad. des Sciences 1666—1669, tome X, p. 577. Paris 1730.

en la déduisant de celles qui avoient été observées au mois d'Aoust, lorsque la Terre étoit beaucoup plus proche de Jupiter, ce que M. Romer (*sic*) avoit prédit à l'Académie dès le commencement de Septembre; mais pour ôter tout lieu de douter que cette inégalité soit causée par le retardement de la lumière, il démontre qu'elle ne peut venir d'aucune excentricité, ou autre cause de celles qu'on apporte ordinairement pour expliquer les irrégularitez de la Lune & des autres Planetes. Bien que néanmoins il se soit apperçû que le premier Satellite de Jupiter étoit excentrique, & que d'ailleurs ses révolutions étoient avancées ou retardées à mesure que Jupiter s'approchoit ou s'éloignoit du Soleil, & même que les révolutions du premier mobile étoient inégales, sans toutesfois que ces trois dernières causes d'inégalité empêchent que la première ne soit manifeste¹⁾."

Ce rapport ne contient donc rien des matériaux d'observations sur lesquels se fondaient les conclusions de Rømer; la seule observation dont il soit fait mention est celle du 9 nov. 1676 qui a été alléguée à l'appui de sa théorie. Mais dans une correspondance de Rømer et de Huygens datant de 1677 et publiée en 1899²⁾, quelques remarques de Rømer relatives à ces matériaux nous ont été conservées. Cette correspondance est d'un intérêt considérable. Elle s'ouvre par une lettre de Huygens à Rømer, datée d'Amsterdam, le 16 septembre 1677. Huygens y dit qu'il a lu avec le plus grand intérêt le rapport donné par les Philosophical Transactions de l'*inventum* de Rømer concernant la vitesse incroyable de la lumière et il demande des informations plus détaillées. A cette lettre, reçue 12 jours plus tard, Rømer répond aussitôt. Après avoir rendu compte des objections faites à l'Académie contre son hypothèse, il les réfute et fait savoir à Huygens qu'il a recueilli et étudié de plus près les observations d'éclipses du premier satellite jupitérien qui avaient été faites par Picard, seul ou en collaboration avec Rømer, depuis 1668 (voir les remarques relatives au facsimilé de la feuille in-folio), et dont il y a en tout plus de 70. Dans ces observations il a relevé et comparé entre eux les intervalles suivants:

La Terre s'éloigne de Jupiter	Mars 1671—Mai 1671.		I
" s'approche "	Oct. 1671—Fevr. 1672.	Immersion observée.	II
" s'éloigne "	Mars 1672—Juin 1672.	Émersions "	III
" s'approche "	Nov. 1672—Mars 1673.	Immersion "	IV
" s'éloigne "	Avril 1673—Août 1673.	Émersions "	V
" " "	Juil. 1675—Oct. 1675.	" "	VI
" s'approche "	Mai 1676—Juin 1676.	Immersion "	VII
" s'éloigne "	Août 1676—Nov. 1676.	Émersions "	VIII
" s'approche "	Juin 1677—Juil. 1677.	Immersion "	IX

Rømer expose que l'examen de ces intervalles a donné pour résultat que la durée globale d'un certain nombre d'émersions observées dépasse *toujours* celle d'un nombre égal d'immersions, et aussi, que la durée moyenne de la révolution du satellite, calculée d'après un assez grand nombre d'émersions, dépasse toujours la durée moyenne des révolutions observées tandis qu'une moyenne déduite des immersions lui est toujours inférieure. Il fait remarquer que les intervalles employés dans ces calculs doivent avoir une certaine étendue sans quoi les erreurs d'observation et celles qui sont dues aux perturbations de l'atmosphère empêcheraient l'établissement des petites différences.

Notons que les observations du premier satellite qui ont été relevées sur la feuille in-folio récemment découverte, et que nous désignerons par F, se rapportent pour la plupart aux intervalles indiqués par Rømer dans sa lettre à Huygens: sur 67 observations citées³⁾ il y en a 51 qui tombent dans ces intervalles, dont nous venons de donner la liste.

¹⁾ Par la „première cause“ le rapporteur entend le retardement de la lumière.

²⁾ Chr. Huygens: Œuvres complètes, tome VIII. La Haye 1899, p. 30 sqq.

³⁾ Sur 67 observations, 2 sont incomplètes; d'autres sont relatives à la marche du satellite à travers le disque de Jupiter.

Supposé maintenant que les tables nouvellement mises au jour sont bien les matériaux employés par Rømer, nous devons être à même de montrer:

1^o Que les remarques déjà citées sur la variation de la durée de révolution suivant les périodes d'immersions et d'émersions se trouvent confirmées par les chiffres contenus dans les tables;

2^o Qu'en se basant sur les observations d'éclipses enregistrées pour le mois d'août 1676, on doit s'attendre à voir se produire l'éclipse du 9 novembre 1676 à

5^h 25^m 45^s environ,

10 minutes avant l'heure où elle fut en réalité observée;

3^o Que les éclipses observées en 1671—1672—1673 fournissent des données permettant de conclure que la lumière met 22 minutes à parcourir le diamètre de l'orbite terrestre. — Dans sa lettre à Huygens, dont nous venons de parler, Rømer raconte en effet que pour l'établissement de cette valeur de 22^m il avait choisi de préférence les observations faites pendant les trois années en question, d'abord parce qu'il avait à sa disposition un assez grand nombre d'observations datant de cette période et aussi parce qu'en 1672, pendant son passage à l'aphélie, Jupiter n'offrait que peu de variation dans son mouvement et dans sa distance au Soleil.

Avant d'entreprendre la vérification de ces trois points, nous devons reconnaître si les heures d'observation portées sur la table sont données en temps vrai ou en temps moyen.

Au XVII^e siècle, les moments d'observation étaient généralement consignés dans les Tables en temps solaire vrai, et tel est aussi le cas pour la table qui nous occupe. Au surplus, il ressort d'une lettre de Rømer à Huygens, en date du 11 décembre 1677¹⁾, qu'il avait l'habitude de les noter ainsi. Rømer y annonce qu'il a vu de nouveau se vérifier son hypothèse selon laquelle la lumière demanderait du temps pour se propager. Il relate que le 12 septembre, à 8^h 6^m, une tache fut observée sur la surface de Jupiter et que cette tache s'y est maintenue. Alors, la durée de rotation de Jupiter ayant déjà été établie par Cassini, à l'aide d'une autre tache jupitérienne, Rømer a calculé qu'après 210 rotations de la planète on devait s'attendre à retrouver la tache au centre du disque de Jupiter le 8 décembre à 5^h 38^m, au lieu que lui et Cassini ne l'y ont observée qu'à 5^h 49^m, parce que, entre temps, la Terre s'était éloignée de Jupiter de $1\frac{1}{4}$ rayon de l'orbite terrestre. Ici, les deux heures d'observation sont exprimées en temps solaire vrai; la preuve, c'est que pour trouver le temps écoulé entre les deux observations, Rømer fait usage de l'équation de temps, à l'aide de laquelle il arrive à calculer, en jours moyens, l'intervalle considéré. — A l'aide de cette correction et d'autres encore, apportées à l'heure observée le 8 décembre, Rømer trouve que le retard dû à l'accroissement de la distance, est de 14 minutes.

La question se pose ensuite de savoir quelles sont les tables d'équations de temps dont s'est servi Rømer. La plupart de celles qui se trouvent contenues dans les Tables astronomiques que Rømer avait à sa disposition, ont pour argument la longitude du Soleil, mais présentent d'ailleurs entre elles des divergences notables. Un moyen d'établir quelle a été la Table employée par Rømer en 1677, nous est fourni par les calculs qui se rattachent à la lettre dont nous venons de parler et où il est dit que la correction nécessitée par la longueur inégale des jours est de $\div 3^m$ pour la période septembre 12—décembre 8. Cette remarque est en accord avec la Table d'équations de temps publiée par Cassini en 1693²⁾ et, chose remarquable, elle ne s'applique à aucune des autres Tables qui étaient d'usage courant à cette époque. D'après Cassini on a:

¹⁾ Huygens, Œuvres, t. VIII, p. 50.

²⁾ Recueil d'observations faites en plusieurs voyages par ordre de Sa Majesté... Avec divers traités astronomiques. Paris 1693. Voir Mém. de l'Acad. des Sciences (1666—1699). Paris 1730. Tome VIII, p. 436 sqq.

$$\begin{array}{lcl} \text{Septembre } 12^{\text{h}} 8^{\text{m}} & 6^{\text{m}} \text{ équ. de temps} & = \div 4^{\text{m}} 21^{\text{s}} \\ \text{Décembre } 8^{\text{h}} 5^{\text{h}} 49^{\text{m}} & & = \div 7^{\text{m}} 25^{\text{s}} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Septembre } 12^{\text{h}} 8^{\text{m}} \\ \text{Décembre } 8^{\text{h}} 5^{\text{h}} 49^{\text{m}} \end{array}} \right\} \text{correction} = \div 3^{\text{m}} 4^{\text{s}}.$$

Cette conformité avec les Tables encore inédites de Cassini n'a rien qui puisse nous étonner. A l'époque qui nous occupe, Rømer et Cassini travaillaient ensemble à l'Observatoire de l'Académie où ils ont sans doute employé les mêmes Tables, corrigées à mesure, cela va sans dire, par les deux astronomes et représentant ainsi un état avancé parmi Tables d'alors.

La feuille F vient apporter des preuves que les chiffres de la table d'éclipses représentent les heures solaires observées et que les Tables d'équations de Cassini ont pu être celles employées par Rømer. A la quatrième page de cette feuille (F₄), se trouvent plusieurs calculs non accompagnés de texte. La plupart de ces calculs ont pour objet de trouver une durée moyenne de révolution du premier satellite de Jupiter. A cet effet, on a choisi deux observations séparées par un nombre de jours qui correspond à peu près à la durée de la révolution synodique de Jupiter et, en divisant par le nombre des éclipses ayant eu lieu pendant ce temps, on essaye de trouver une valeur moyenne de la durée de révolution du satellite, valeur qui ne dépendrait pas de la vitesse de la lumière, puisque l'espace de temps choisi comprend une période d'immersions et une période d'émersions. Les calculs ne suivent pas tout à fait l'ordre dans lequel je les résume, mais le but final est bien celui que je viens d'indiquer.

Sur 6 dates qui ouvrent et terminent les trois périodes d'éclipses employées, il y en a 4 qui coïncident avec des dates d'éclipses observées à Paris et contenues dans la table de la première page (F₁); mais, contrairement à ce qu'on devait attendre, les heures relevées ne sont pas les mêmes. Les heures consignées sont sans doute données en temps moyen, puisqu'on s'en est servi pour calculer un nombre de jours de longueur égale compris dans l'espace de temps considéré. Et si maintenant on emploie des Tables d'équations du temps de Cassini pour convertir ces heures en heures solaires vraies, on verra que les quatre heures d'éclipses inscrites sur la table présentent avec celles relevées aux mêmes dates à Paris une différence constante de 16^m 11^s environ (voir la page 9 du texte danois), ce qui revient à dire que les heures d'éclipses en question ont été observées dans un lieu situé à 16^m 11^s à l'est de Paris.

Cette explication qui rend compte de l'écart des heures notées semble en outre militer en faveur des hypothèses ci-dessus émises. Dans ce qui suit, j'admettrai donc que les heures de la table sont des heures solaires vraies et que les conversions en temps moyen ont été effectuées à l'aide des Tables d'équations de temps de Cassini, ou du moins que tel est le cas pour les conversions faites pendant les années 1676—1677; or c'est précisément à ces années-là qu'il faut probablement rapporter les calculs de la quatrième page (F₄) dont il a été question plus haut et qui ont évidemment été faits dans le but de reconnaître si la durée moyenne de la révolution est variable. Le rapport sur le retardement de la lumière qui a été publié dans le Journal des Scavans, 1676, et qui résume la communication faite par Rømer à l'Académie des Sciences, insiste sur ce fait que la durée de révolution présente une certaine variation, et cette remarque a été faite à plusieurs reprises par Rømer dans ses lettres à Huygens datant de 1677. Rømer attache à cette circonstance une assez grande importance, y voyant l'explication possible des valeurs assez divergentes que lui avaient fournies les observations des dernières années concernant la vitesse de la lumière. Il est donc très naturel que des calculs tendant à montrer l'existence de ce phénomène aient été exécutés à une époque où ce problème occupait beaucoup les pensées de Rømer.

Après avoir répondu aux questions relatives aux valeurs horaires de la table et à la conversion des heures solaires vraies en heures solaires moyennes, nous allons examiner si les remarques faites par Rømer sur le rapport supposé entre la variation de la durée de révolution et les périodes d'émersions ou d'immersions, se trouvent confirmées par les observations inscrites sur la feuille F. Le tableau qui suit (voir les pages 10 sqq. du texte danois) fournit la réponse en donnant les résultats de calculs que j'ai effectués en me basant sur les 8 périodes indiquées par Rømer.

Durée moyenne de la révolution du premier satellite de Jupiter, déduite
de la table d'éclipses de F₁.

		j	h	m	s	
I	Mars 1671—Mai 1671	1.	18.	28.	47.	Émersions
II	Oct. 1671—Févr. 1672	1.	18.	28.	18.	Immersion
III	Mars 1672—Juin 1672	1.	18.	28.	35.	Émersions
IV	Nov. 1672—Mars 1673	1.	18.	27.	27.	Immersion
V	Avril 1673—Août 1673	1.	18.	28.	46.	Émersions
VI	Juil. 1675—Oct. 1675	1.	18.	28.	48.	„
VII	Mai 1676—Juin 1676	1.	18.	28.	20.	Immersion
VIII	Août 1676—Nov. 1676	1.	18.	28.	47.	Émersions
IX	Juin 1677—Juil. 1677	1.	18.	28.	30.	Immersion

Ce tableau est en parfaite conformité avec cette remarque de Rømer, dans sa lettre à Huygens datée du 28 septembre 1677, selon laquelle la durée moyenne de révolution du premier satellite de Jupiter, calculée d'après une série d'émersions, sera toujours trouvée plus considérable que celle qu'on pourrait baser sur une suite d'immersions, — remarque qui constitue le fondement de sa démonstration touchant la vitesse de la lumière, déduite de 8 années d'observations; il est donc permis de croire que nous nous trouvons ici en présence d'une partie de ces observations.

Ensuite nous allons chercher si, avec les observations données par Rømer pour le mois d'août 1676, l'éclipse du 9 novembre se laisse fixer à 5^h 25^m 45^s, heure prédite par Rømer au début de septembre de la même année.

La table contient 3 éclipses observées les 7, 14 et 23 août et, Rømer n'ayant fait sa communication qu'au commencement du mois de septembre, on a peut-être quelque droit de penser que c'est cette dernière observation qui a servi de base aux calculs de Rømer. Cela posé, nous devons, pour nous mettre en état de prédire, avec Rømer, l'éclipse de novembre, connaître la durée moyenne de révolution dont il s'est servi. Comme nous l'avons dit plus haut, la détermination de cette valeur lui a paru difficile. Rømer se rendait compte que la durée de révolution variait avec la position occupée par Jupiter par rapport au Soleil, et qu'il devait y avoir en outre des causes inconnues à cette variation. Les calculs ci-dessus mentionnés que nous trouvons à la quatrième page (F₄) de la feuille volante et qui ont trait à la détermination de la durée moyenne de révolution à l'intérieur d'une révolution synodique de Jupiter, donnent, pour les deux périodes antérieures à 1676¹⁾:

	j	h	m	s
1671—1672:	1.	18.	28.	30
1672—1673:	1.	18.	28.	31

De même, on aurait:

1673—1674:	1.	18.	28.	33	(moyenne de deux déterminations)
1674—1675:	1.	18.	28.	33	

Ces valeurs nous montrent que la durée de révolution est allée en augmentant depuis 1671 jusqu'en 1675, pendant que Jupiter s'approchait du Soleil. A supposer maintenant qu'il existe entre les deux faits une relation causale, on doit s'attendre à voir continuer l'augmentation au cours des années qui suivirent. Et, en effet, si nous considérons l'année 1676, nous constatons que lorsqu'on calcule d'avance l'éclipse du 9 novembre, en partant de celle observée le 23 août de la même année et en évaluant à 1^h 18^m 28^s 34^s la durée de révolution, on obtient le retard indiqué par Rømer, soit 10^m environ:

¹⁾ Voir à la page 13 du texte danois.

	Jour de l'année	h	m	s	
1676 Août 23, n° 236		8.	13.	0	en temps moyen
44 révolutions de 1j 18h 28m 34s =		77j	20.	51.	56
	n° 314	5.	9.	56	en temps moyen
		+	15.	41	équ. de temps
1676 Nov. 9, n° 314		5.	25.	37	(temps vrai);

l'heure obtenue, on le voit, est en avance sur l'heure observée (5h 35m 45s) d'environ 10 minutes (10m 9s), comme le veut le Rapport de 1676. Quant à la durée moyenne de révolution, estimée par Rømer à 1j 18h 28m 34s, on ne voit pas comment elle a été trouvée. En la calculant pour la période

1675 Juil. 20j 8h 28m 17s — 1676 Août 23j 8h 13m 0s

qui contient:

399j 23h 44m 43s

et qui est immédiatement voisine de l'intervalle qui nous intéresse ici, on aurait: 1j 18h 28m 36s. De deux choses l'une: ou Rømer avait déjà calculé à une occasion antérieure, la durée moyenne de la révolution du satellite pour 1675—76, et cette valeur donnait, combinée avec celle que je viens d'indiquer, la moyenne 1j 18h 28m 34s, de même que nous avons combiné, pour 1673—74, les résultats de calculs relatifs à deux périodes synodiques voisines (voir la p. 13 du texte danois), — ou bien il a employé dans ses calculs la grandeur 1j 18h 28m 36s, qui donne un retard d'à peu près 9 minutes, et non pas celui (de 10 minutes environ) qu'il annonce. Dans cette dernière hypothèse, la valeur attribuée au retard dans le Rapport de 1676 ne serait qu'un nombre rond, et, à en juger par le caractère assez sommaire du compte rendu, cette possibilité n'est pas tout à fait exclue.

Quoi qu'il en soit, il ressort de notre recherche relative à la durée moyenne de révolution que pour trouver une valeur de cette grandeur, susceptible d'avoir été employée par Rømer en vue de calculer d'avance, et sans tenir compte du retardement de la lumière, les heures des éclipses du satellite, il faudrait la chercher à l'intérieur de révolutions synodiques de Jupiter pas trop distantes de la période pour laquelle il s'agit de la déterminer, pour cette raison que la moyenne en question n'est pas constante et qu'on n'avait pas pu établir les lois qui régissent ses variations.

Nous allons maintenant examiner s'il est possible de conclure avec Rømer, c'est-à-dire en nous basant sur les éclipses observées par lui en 1671, 1672 et 1673, à un espace de temps d'environ 22m qu'emploierait la lumière à parcourir le diamètre de l'orbite terrestre.

Nous avons expliqué plus haut comment Rømer a dû s'y prendre, selon toute probabilité, pour calculer le retard des éclipses pendant une période d'émersions et, d'autre part, leur avance pendant les périodes d'immersions; il nous reste donc, pour résoudre le problème que nous nous sommes posé, de déterminer la variation que subit la distance de la Terre à Jupiter pendant les périodes d'émersions ou d'immersions.

Pour y arriver, nous devons répondre aux trois questions suivantes: Quelles sont les Tables astronomiques employées par Rømer pour la détermination des positions relatives des deux astres; de quelle méthode s'est-il servi pour les calculer; et avec quelle approximation donnait-il les distances?

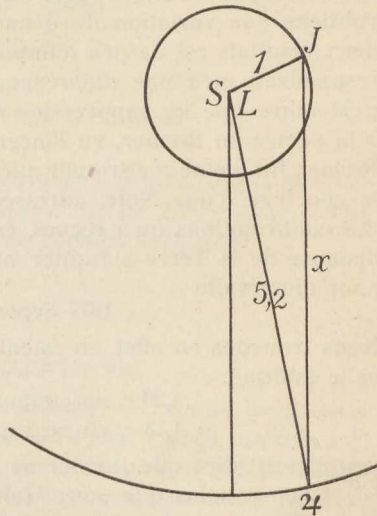
A priori, il paraît vraisemblable que Rømer s'est servi des Tables Rodolphiennes: ses *Adversaria* nous apprennent que plusieurs années plus tard, en 1707, pour calculer un passage de Mercure sur le Soleil, c'est ces Tables qu'il a prises comme base de ses calculs, comparant ensuite le résultat ainsi obtenu avec celui que lui fournissaient les Tables de La Hire, publiées

en 1702, et laissant de côté d'autres Tables qui méritaient cependant d'être prises en considération¹⁾.

En 1657, une édition, d'usage commode, des Tables Rodolphiennes avait été publiée par les soins de Morin. C'est de cette édition-là²⁾ que je me suis servie; comme celle de Kepler, elle se rapporte au méridien d'Uranibourg.

Pour ce qui est de la méthode adoptée par Rømer dans ses calculs, j'ai pensé que je ferais bien de suivre les indications qui peuvent être tirées des Tables d'alors, d'autant plus que leur procédé est identique à l'une de celles employées par Rømer pour calculer, en 1706—1707, la position de Mercure par rapport à la Terre et par rapport au Soleil.

J'entreprends donc d'abord, en me basant sur ces données, une détermination approximative de la distance de la Terre à Jupiter; j'admets que les orbites des deux planètes soient des cercles situés dans un même plan et ayant les rayons 1 et 5,2, respectivement, et je trouve la distance en question à l'aide d'un triangle dont les sommets sont le Soleil, la Terre et Jupiter (voir la figure ci-contre) et dont par conséquent un angle L peut être calculé comme étant la différence entre les longitudes héliocentriques de la Terre et de Jupiter. Que les valeurs de la distance ainsi obtenues soient d'une approximation voisine de celle des calculs de Rømer, nous pouvons le vérifier. Dans sa lettre à Huygens, datée du 11 décembre 1677, Rømer lui parle de deux observations qui sont venues confirmer son hypothèse du retardement de la lumière, et il indique deux dates entre lesquelles il énonce que la Terre s'est éloignée de Jupiter de $1\frac{1}{4}$ rayon (r) de l'orbite terrestre. Nous allons donc nous servir du procédé ci-dessus indiqué pour calculer cet accroissement de distance et nous assurer que le résultat ainsi obtenu s'accorde avec celui trouvé par Rømer. Les dates relevées par Rømer sont les suivantes:



1677 Septembre 12 ^j 8 ^h 6 ^m	et 1677 Décembre 8 ^j 5 ^h 49 ^m	Temps vrai de Paris
÷ 4 ^m	÷ 7 ^m 20 ^s	Équ. du temps
8 ^h 2 ^m	5 ^h 41 ^m 40 ^s	Temps moyen de Paris
+ 42 ^m 10 ^s	+ 42 ^m 10 ^s	Longitude Est d'Uranibourg d'après Picard
1677 Septembre 12 ^j 8 ^h 44 ^m 10 ^s et 1677 Décembre 8 ^j 6 ^h 23 ^m 50 ^s Temps moyen d'Uranibourg.		

Les positions respectives de la Terre et de Jupiter à ces dates se déterminent ainsi: la longitude de Jupiter nous est connue pour l'époque du 1 janvier 1600 apr. J.-C. à midi; ses moyens mouvements se trouvent également notés pour les ans, les mois, les jours, les heures et les minutes, dans les Tables, où l'on trouve en outre la longitude de son aphélie à l'époque, et le mouvement de son aphélie. Avec ces données on obtient la longitude moyenne à l'heure donnée; et à l'aide de la valeur obtenue on calcule l'anomalie moyenne qui, prise pour argument, permet de déterminer la correction qu'il faut ajouter à la longitude moyenne pour

¹⁾ Voir G. van Briesbroeck et A. Tiberghien, Études sur les Notes astronomiques contenues dans les *Adversaria* d'Ole Rømer, p. 261, note. Bulletin de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark. 1913. N° 4.

²⁾ Tabulæ Rudolphinæ, ad Meridianum Uraniburgæ, a Joanne Baptista Morino redactæ. Paris 1657.

trouver la longitude vraie. Des calculs analogues sont effectués pour le Soleil; la longitude du Soleil, plus 6 Signes, donne la longitude vraie de la Terre, et la différence des longitudes de la Terre et de Jupiter fournit la distance entre les deux planètes.

D'après mes calculs relatifs aux deux dates en question (p. 120), la distance de la Terre au Soleil aurait subi dans l'intervalle considéré un accroissement de 1,22 rayon d'orbite terrestre, accroissement très voisin de celui indiqué par Rømer, qui était, nous venons de le dire, de $1\frac{1}{4}$ rayon d'orbite terrestre. Si je fais les calculs en tenant compte des distances variables de la Terre et de Jupiter au Soleil, et en introduisant les valeurs de ces distances qui correspondraient, d'après les Tables Rodolphiennes aux positions trouvées sur les orbites, j'obtiens une variation de distance égale à 1,21 rayon d'orbite terrestre. L'écart entre les deux résultats est de peu d'importance dans l'ordre d'idées qui nous intéresse ici; il ne correspondrait qu'à une différence de quelques secondes dans le retard de l'éclipse observée, c'est-à-dire que sa suppression supposerait une précision des déterminations qui n'était pas à la portée de Rømer, vu l'incertitude de la durée moyenne de révolution du satellite. Que Rømer lui-même n'attribuât aucune importance à un écart de cette grandeur, nous pouvons le conclure d'une Note, adressée par lui à l'Académie des Sciences¹⁾, où il dit, en parlant des confirmations qu'a reçues, en 1677, sa théorie sur le retardement de la lumière, que la distance de la Terre à Jupiter offre également une variation de $1\frac{1}{4}$ rayon d'orbite terrestre pour l'intervalle

1677 Septembre 11^j 9^h 55^m — Décembre 6^j 5^h 4^m.

Nous trouvons en effet, en calculant comme plus haut la variation de la distance dans l'intervalle indiqué:

1,20 r , en supposant que les orbites sont des cercles,

1,18 r , en ne supposant pas que les orbites sont des cercles,

ce qui veut dire que Rømer ne distingue pas $1,22 \cdot r$ de $1,20 \cdot r$ ni $1,21 \cdot r$ de $1,18 \cdot r$.

J'en conclus que pour arriver au même résultat que Rømer en calculant la distance de la Terre à Jupiter, je pourrai me servir des Tables Rodolphiennes dans la détermination des positions relatives des deux planètes; que je pourrai faire usage du procédé ci-dessus indiqué pour en déterminer les longitudes; et que je pourrai avoir recours à cette hypothèse que leurs orbites sont des cercles situés dans un même plan et que le rapport de leurs rayons est égal à 5,2.

Je vais donc entreprendre de trouver le temps qu'emploie la lumière à parcourir le diamètre de l'orbite terrestre, en me servant pour cela des observations que possédait Rømer pour les années 1671—1672—1673.

A partir du 24 octobre 1671 il y a d'abord une série d'immersions observées dont la dernière est celle du 20 février 1672. Cette observation et celle qui la précède immédiatement ayant été caractérisées par Rømer, dans une remarque marginale, comme douteuses, je préfère employer celle du 12 janvier 1672.

1671 Octobre 24 ^j 18 ^h 15 ^m Temps solaire	—	1672 Janvier 12 ^j 8 ^h 59 ^m 22 ^s Temps solaire
÷ 15 ^m 45 ^s Équ. de temps		+ 9 ^m 23 ^s
(1671) 297 ^j 17 ^h 59 ^m 15 ^s Temps moyen		(1672) 12 ^j 9 ^h 8 ^m 45 ^s + 365
		÷ 297 ^j 17 ^h 59 ^m 15 ^s

Intervalle 79^j 15^h 9^m 30^s

Pour la période 1671—1672 la durée moyenne de révolution a été calculée comme suit:

1^j 18^h 28^m 30^s (voir p. 139). Les révolutions ont été au nombre de 45.

45 (1^j 18^h 28^m 30^s) = 79^j 15^h 22^m 30^s.

¹⁾ Cette Note a été publiée pour la première fois dans Huygens: Œuvres, Tome VIII, p. 56 (1899).

Donc, l'éclipse (immersion) du 12 janvier 1671 a eu lieu 13 minutes avant l'heure calculée. Pendant l'intervalle qui sépare les deux éclipses, la distance Terre—Jupiter a diminué de 1,21 r (voir p. 122), d'où il résulte que le temps employé par la lumière à parcourir r est égal à

$$\frac{13^m}{1,21} = 10^m 45^s.$$

Pour l'année 1673 un grand nombre d'observations ont été notées. Nous allons nous occuper d'abord de la période d'émersions qui va de

$$\begin{array}{rcl} 1673 \text{ Avril } 18^j 9^h 22^m 0^s & \text{à} & 1673 \text{ Août } 4^j 8^h 30^m 41^s \text{ Temps solaire} \\ \div 50^s \text{ Équ. de temps} & & + 5^m 24^s \end{array}$$

$$1673 \text{ Avril } 18^j 9^h 21^m 10^s \text{ Temps moyen} \quad 1673 \text{ Août } 4^j 8^h 36^m 5^s$$

Intervalle: **107^j 23^h 14^m 55^s**; nombre de révolutions: 61.

Durée moyenne de révol. en 1673: **1^j 18^h 28^m 31^s**; 61 (1. 18. 28. 31)
= **107^j 22^h 59^m 31^s**.

L'observation de l'éclipse a donc été en retard de **15^m 24^s**. L'accroissement qu'a subi la distance Terre—Jupiter pendant l'intervalle qui sépare les deux éclipses, est de 1,38 r (voir p. 124). D'où le temps employé par la lumière à parcourir le rayon de l'orbite terrestre:

$$\frac{15^m 24^s}{1,38} = 11^m 9^s.$$

En considérant enfin la période d'immersions

$$1673 \text{ Février } 4^j 17^h 31^m 10^s \text{ — } 1673 \text{ Mars } 24^j 12^h 24^m 30^s,$$

nous voyons que la dernière éclipse a lieu **4^m 56^s** avant l'heure calculée, et comme la distance Terre—Jupiter diminue en même temps de 0,43 r (voir p. 125), il s'ensuit que la lumière met **11^m 28^s** à parcourir r . Cependant, ce résultat est moins certain que les deux précédents, l'intervalle étant relativement court, de 27 révolutions seulement. En tout cas, ces exemples montrent comment Rømer a pu tirer de ses observations le temps de 11^m comme étant employé par la lumière à parcourir le rayon de l'orbite terrestre.

Il se pourrait bien d'ailleurs que les valeurs originelles, trouvées par Rømer lui-même, nous aient été conservées à la page 4 (F₄) de la feuille in-folio, où nous lisons, en regard des deux révolutions synodiques y considérées, à savoir:

$$1671 \text{ Mai } 4 \text{ — } 1672 \text{ Mai } 22 \text{ et } 1672 \text{ Janv. } 3 \text{ — } 1673 \text{ Févr. } 4,$$

quelques petits chiffres voisins de 11; aux deux endroits, la moyenne de ces chiffres a été

trouvée. En face de la première période on lit: $\frac{10 \ 9}{11 \ 11}$ et à hauteur de la seconde: $\frac{10 \ 29}{12 \ 2}$. Je

regarde comme probable que les quatre chiffres: 10 9, 11 11 et 10 29, 12 2 représentent le temps mis par la lumière à parcourir r , temps trouvé par Rømer par l'observation du retard ou de l'avance des éclipses à l'intérieur des deux périodes d'émersions et d'immersions comprises dans chacune des grandes périodes. La moyenne de ces chiffres est bien 11 environ, mais ils présentent entre eux des écarts assez considérables. En regard de la période 1676 Nov. 9 — 1677 Déc. 21, on lit quelques petits chiffres pareils à ceux dont je viens de parler, ce sont:

$$\frac{5 \ 0}{3 \ 26}$$

En interprétant ces chiffres dans un sens analogue, on pourrait y voir des valeurs du temps employé par la lumière à parcourir $\frac{1}{2} r$ (voir plus haut où je trouvais, en me basant sur la plus courte des périodes d'immersions de 1673, qu'il lui fallait **4^m 56^s** pour parcourir 0,43 r); dans cette hypothèse, la moyenne établie montrerait que parmi les valeurs trouvées

¹⁾ C'est sans doute 10 40 qu'il faut lire.

par Rømer pour le temps qu'il faut à la lumière pour traverser la distance r , se trouve la vraie, qui est de 8^m environ. Si Rømer n'a pas osé s'arrêter à ce résultat, c'est probablement que les périodes considérées étaient relativement courtes. D'autres indices, et plus convainquants ceux-là, semblent montrer une oscillation considérable des résultats obtenus par Rømer au cours de ses calculs relatifs à la vitesse de la lumière. En 1677, il annonce, dans ses deux lettres à Huygens, dont il a été question plus haut, et dans sa Note présentée à l'Académie des Sciences, que ses observations d'une tache sur la surface de Jupiter lui ont permis de conclure que la lumière demande 14^m pour parcourir $1\frac{1}{4} r$ et que, d'après une observation qu'il a faite en décembre du satellite de Jupiter, le même trajet demanderait 12^m, ce qui donnerait, pour le parcours r , les espaces de temps respectifs de $11\frac{1}{4}$ et de $9\frac{3}{5}$ minutes, et Rømer voit dans les deux résultats des vérifications du point capital de sa théorie selon lequel la lumière demande du temps pour se propager; il ajoute que l'incertitude dans laquelle nous sommes au sujet de la durée de révolution ne permet pas une détermination exacte du temps de transmission.

Ce qui me paraît surtout curieux à cet égard c'est la période d'éclipses mentionnée par Rømer dans sa communication à l'Académie, en 1676. D'après le rapport de cette communication, l'éclipse aurait été observée 10 minutes plus tard que ne le prédisaient les calculs basés sur des éclipses du mois d'août de la même année. Et ce retard est bien celui que nous avons trouvé en partant de l'éclipse du 23 août (voir p. 140). Or, si l'on entreprend de calculer l'accroissement qu'a subi la distance Terre—Jupiter entre le 23 août et le 9 novembre 1676, on aura $1,14 r$, ce qui donne un temps de transmission de la lumière de $8\frac{1}{2}$ minutes environ par rayon d'orbite terrestre. Il y a donc un assez grand écart entre, d'un côté, le chiffre résultant de l'éclipse invoquée à l'appui de la théorie de Rømer et, d'autre part, la valeur donnée dans le même Rapport comme déduite des observations faites en 1671—1672—1673; on se demande pourquoi Rømer a passé sous silence cet écart considérable.

Il est d'ailleurs très possible que les éclipses mentionnées dans le Rapport de 1676 et la valeur du temps de transmission de la lumière qui en résulte, aient joué un rôle dans l'histoire de la science. Dans l'Optique de Newton¹⁾, nous lisons que Rømer a reconnu qu'il faut du temps à la lumière pour se propager et que ce temps est de 8 minutes par rayon d'orbite terrestre. Rømer de son côté note dans ses *Adversaria*²⁾ que, d'après un compte rendu de l'ouvrage de Newton, dans les Nouvelles de la République des Lettres, mai 1706, celui-ci lui attribue la découverte du retardement de la lumière (*mora luminis*), tout en évaluant à 8 minutes le temps employé à parcourir la distance Terre—Soleil. Il faut donc que Rømer ait été frappé par ce chiffre que, probablement, il n'avait pas vu proposer par ailleurs, et comme les matériaux pour sa détermination contenus dans le Rapport de 1676, étaient les seuls publiés jusqu'alors, il se peut que Newton ait déduit de ces données la valeur qu'il indique et qu'il a dû préférer au chiffre tiré par Rømer, sans informations plus précises, d'observations datant de 1671—1673. De l'ouvrage célèbre de Newton, la valeur de 8^m aurait ensuite passé dans la littérature.

Que si l'on tâche de se rendre compte des conséquences immédiates qu'a eues la découverte de Rømer, la réponse est vite trouvée. Cette découverte a suscité deux théories fécondes de la lumière: celle de Huygens et celle de Newton. Avant Rømer, l'opinion qui domine est celle de Descartes, suivant laquelle la lumière des astres aurait une propagation instantanée. Cette conception devait être écartée avant que les théories de Huygens et de Newton pussent naître; en ce qui concerne la première de ces deux hypothèses, nous sommes même en mesure de constater le rapport de liaison qui la rattache à la découverte de Rømer. La

¹⁾ Opticks, London 1704, traduction latine 1706, Liber II, Prop. XI.

²⁾ *Adversaria Rømeri*, p. 4.

correspondance des deux savants au sujet de la vitesse de la lumière eut lieu en 1677; en 1678, Huygens soumet à l'Académie sa théorie sur les ondes lumineuses et, lorsqu'en 1680 il publie son *Traité de la lumière avec un discours de la pesanteur* où sa théorie se trouve développée, il commence par dire que cette théorie est fondée sur l'hypothèse que la lumière demande du temps pour se propager et que cette hypothèse vient d'être vérifiée par „l'ingénieuse démonstration de M. Rømer.“¹⁾

L'intérêt que prenait Rømer aux travaux théoriques de Huygens apparaît dans une lettre adressée par lui à Huygens, à la date du 30 décembre 1677, et présentant un caractère plus personnel que les autres lettres de Rømer qui nous aient été conservées. Il y écrit: „J'attends avec impatience quelque chose de votre main touchant l'explication de la réfraction. J'espère, en effet, que par là tout le mystère du rayonnement se trouvera révélé. Quelle admirable chose, si ce miracle de la nature pouvait être ramené à la simplicité mécanique. Alors nous pourrions, en toute sécurité, étudier la constitution de tout cet édifice du monde que nous arriverons sans doute à comprendre — pour autant du moins qu'il est en l'esprit humain — quand nous aurons compris la nature de la lumière et de la pesanteur. Si je devais exprimer mes sentiments au sujet de cet espoir, je dirais qu'il est pour moi ce qu'est au yeux des chimistes cette pierre qui fait l'objet de tous leurs vœux et de toutes leurs aspirations. — Il n'y a rien que je désire autant que de vous voir et d'apprendre de vive voix, mieux que par les lettres, vos pensées, afin de régler sur elles non seulement ce que j'ai observé ou médité jusqu'ici, mais aussi les nouvelles expériences que je pourrai entreprendre en vue du perfectionnement ultérieur de la philosophie.“

Cette collaboration avec Huygens, que rêvait Rømer, ne fût pas réalisée; sur la base jetée par sa découverte de la vitesse de la lumière il ne lui fut pas donné de faire progresser ultérieurement la théorie de la science; ses riches facultés furent engagées dans des travaux d'ordre plus pratique, en France d'abord, et, quelques années plus tard, dans sa patrie.

La lettre à Huygens d'où nous avons tiré les lignes ci-dessus citées est la même où Rømer exprime le désir de soumettre à son savant ami, avant leur publication, les matériaux sur lesquels il fonde sa théorie. Ces matériaux, nous l'avons déjà dit, n'ont pas été imprimés; qu'ils se trouvent contenus, en partie du moins, dans la feuille in-folio qui vient d'être mise au jour, c'est ce que les lignes qui précèdent ont eu pour but de démontrer. J'espère avoir rendu compte en outre de la manière dont Rømer s'est servi de ces données pour en déduire la découverte qui devait faire époque dans l'histoire de la science.

¹⁾ *Traité de la lumière*, edidit W. Burckhardt, Lipsiae, p. 8.

VI, med 4 Tavler. 1890—92	13.	75.
1. Lorenz, L. Lysbevægelsen i og uden for en af plane Lysbølger belyst Kugle. 1890	2.	"
2. Sørensen, William. Om Forbeninger i Svømmeblæren, Pleura og Aortas Væg og Sammensmeltningen deraf med Hvirvelsøjlen særlig hos Siluroiderne, samt de saakaldte Weberske Knoglers Morfologi. Med 3 Tavler. Résumé en français. 1890	3.	80.
3. Warming, Eug. Lagoa Santa. Et Bidrag til den biologiske Plantegeografi. Med en Fortegnelse over Lagoa Santas Hvirveldyr. Med 43 Illustrationer i Texten og 1 Tavle. Résumé en français. 1892	10.	85.
VII, med 4 Tavler. 1890—94	13.	75.
1. Gram, J. P. Studier over nogle numeriske Funktioner. Résumé en français. 1890	1.	10.
2. Prytz, K. Metoder til korte Tiders, særlig Rotationstiders, Udmaalning. En experimental Undersøgelse. Med 16 Figurer i Texten. 1890	1.	50.
3. Petersen, Emil. Om nogle Grundstoffers allotrope Tilstandsformer. 1891	1.	60.
4. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 4de Afhandling. Med c. 185 mest af Forfatteren tegnede Figurer i 34 Grupper. Résumé et explication des figures en français. 1891	1.	50.
5. Christensen, Odin T. Rhodauchromammoniakforbindelser. (Bidrag til Chromammoniakforbindelsernes Kemi. III.) 1891	1.	25.
6. Lütken, Chr. Spolia Atlantica. Scopelini Musei Zoologici Universitatis Hauniensis. Bidrag til Kundskab om det aabne Havs Laxesild eller Scopeliner. Med 3 Tavler. Résumé en français. 1892	3.	50.
7. Petersen, Emil. Om den elektrolitiske Dissociationsvarme af nogle Syrer. 1892	1.	25.
8. Petersen, O. G. Bidrag til Scitamineernes Anatomi. Résumé en français. 1893	2.	75.
9. Lütken, Chr. Andet Tillæg til «Bidrag til Kundskab om Arterne af Slægten <i>Cyamus</i> Latr. eller Hval-lusene». Med 1 Tavle. Résumé en français. 1893	"	85.
10. Petersen, Emil. Reaktionshastigheden ved Methylætherdannelsen. 1894	1.	50.
VIII, med 3 Tavler. 1895—98	12.	25.
1. Meinert, F. Sideorganerne hos Scarabæ-Larverne. Les organes latéraux des larves des Scarabés. Med 3 Tavler. Résumé et explication des planches en français. 1895	3.	30.
2. Petersen, Emil. Damptryksformindskelsen af Methylalkohol. 1896	1.	"
3. Buchwaldt, F. En mathematisk Undersøgelse af, hvorvidt Vædske og deres Damppe kunne have en fælles Tilstandsligning, baseret paa en kortfattet Fremstilling af Varmetheoriens Hovedsætninger. Résumé en français. 1896	2.	25.
4. Warming, Eug. Halofyt-Studier. 1897	3.	"
5. Johannsen, W. Studier over Planternes periodiske Livsytringer. I. Om antagonistiske Virksomheder i Stofskiftet, særlig under Modning og Hvile. 1897	3.	75.
6. Nielsen, N. Undersøgelser over reciproke Potenssummer og deres Anvendelse paa Rækker og Integraler. 1898	1.	60.
IX, med 17 Tavler. 1898—1901	17.	"
1. Steenstrup, Japetus, og Lütken, Chr. Spolia Atlantica. Bidrag til Kundskab om Klump- eller Maanediskene (<i>Molidæ</i>). Med 4 Tavler og en Del Xylografer og Fotogravurer. 1898	4.	75.
2. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 5te Afhandling. Med 42 Figurgrupper. Résumé en français. 1899	1.	60.
3. Meyer, Kirstine. Om overensstemmende Tilstande hos Stofferne. En med Videnskabernes Selskabs Guldmedaille belønnet Prisaafhandling. Med en Tavle. 1899	2.	60.
4. Jørgensen, S. M. Om Zeise's Platosemiæthylen- og Cossa's Platosemiaminsalte. Med 1 Tavle. 1900	"	75.
5. Christensen, A. Om Overbromider af Chinaalkaloïder. 1900	1.	"
6. Steenstrup, Japetus. Heteroteuthis Gray, med Bemærkninger om Rossia-Sepiola-Familien i Almindelighed. Med en Tavle. 1900	"	90.
Gram, Bille. Om Proteinkornene hos oliegivende Frø. Med 4 Tavler. Résumé en français. 1901	2.	50.
8. Meinert, Fr. Vandkalvelarverne (<i>Larvæ Dytiscidarum</i>). Med 6 Tavler. Résumé en français. 1901	5.	35.
X, med 4 Tavler. 1899—1902	10.	50.
1. Juel, C. Indledning i Læren om de grafiske Kurver. Résumé en français. 1899	2.	80.
2. Billmann, Einar. Bidrag til de organiske Kvægsølvforbindelsernes Kemi. 1901	1.	80.
3. Samsøe Lund og Røstrup, E. Marktidseelen (<i>Cirsium arvense</i>). En Monografi. Med 4 Tavler. Résumé en français. 1901	6.	"
4. Christensen, A. Om Bromderivater af Chinaalkaloïderne og om de gennem disse dannede brintfattigere Forbindelser. 1902	1.	40.
XI, med 10 Tavler og 1 Kort. 1901—03	15.	05.
1. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 6te Afhandling. Med 47 Figurgrupper. Résumé en français. 1901	2.	15.
2. Ravn, J. P. J. Molluskerne i Danmarks Kridtaflejringer. I. Lamellibranchiater. Med 1 Kort og 4 Tavler. 1902	4.	"
3. Winther, Chr. Rotationsdispersionen hos de spontant aktive Stoffer. 1902	2.	"
4. Ravn, J. P. J. Molluskerne i Danmarks Kridtaflejringer. II. Scaphopoder, Gastropoder og Cephalopoder. Med 5 Tavler. 1902	3.	40.
5. Winther, Chr. Polarimetriske Undersøgelser II: Rotationsdispersionen i Opløsninger	1.	60.
6. Ravn, J. P. J. Molluskerne i Danmarks Kridtaflejringer. III. Stratigrafiske Undersøgelser. Med 1 Tavle. Résumé en français. 1903	3.	85.
XII, med 3 Tavler og 1 Kort. 1902—04	10.	50
1. Forch, Carl, Knudsen, Martin, og Sørensen, S. P. L. Berichte über die Konstantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen. Gesammelt von Martin Knudsen. 1902	4.	75.
2. Bergh, R. Gasteropoda opisthobranchiata. With three plates and a map. (The Danish expedition to Siam 1899—1900, I.) 1902	3.	45.
3. Petersen, C. G. Joh., Jensen, Søren, Johansen, A. G., og Levinson, J. Chr. L. De danske Farvandes Plankton i Aarene 1898—1901. 1903	3.	25.
4. Christensen, A. Om Chinaalkaloïdernes Dibromadditionsprodukter og om Forbindelser af Alkaloïdernes Chlorhydrater med højere Metalchlorider. 1904	1.	35.

Mathematiske og astronomiske Skrifter

udgivne af det Kgl. danske Videnskabernes Selskab

(udenfor Skrifternes 6. Række, se Omslagets S. 2—3):

	Kr.	Øre
Braae, Joh. Meridianbeobachtungen von 304 B- und M-Sternen. 1914	"	65.
Hansen, C. Recherches sur les singularités de certaines séries spéciales sur leur cercle de convergence. 1908	1.	20.
Hansen, P. C. V. En Sætning om den Eulerske Faktor svarende til Differentialligningen $M + N \frac{dy}{dx} = 0$. 73.	"	65.
Hansteen, C. Den magnetiske Inclinations Forandring i den nordlige tempererte Zone. I, med et Kort. 55.	2.	"
— II. 57.	1.	15.
Hertzsprung, S. Reduktion af Maskelynes lagttagelser af smaa Stjerner. 65.	1.	15.
Hjelmslev, J. Om Regning med lineære Transformationer. 1911	"	90.
— Grundlag for Fladernes Geometri. 1914.	1.	65.
Juel, C. Om ikke-analytiske Kurver. 1906	1.	95.
— Om simple cykliske Kurver. 1911	"	65.
— Einleitung in die Theorie der ebenen Elementarkurven 3. und 4. Ordnung. 1914.	1.	75.
Nielsen, N. Recherches sur une classe de fonctions méromorphes 1904.	1.	45.
— Recherches sur les fonctions sphériques. 1906.	1.	75.
— Recherches sur quelques généralisations d'une identité intégrale d'Abel. 1907.	1.	20.
— Recherches sur les nombres de Bernoulli. 1913.	2.	40.
— Recherches sur les fonctions de Bernoulli. 1915	1.	65.
Norlund, N. E. Ueber lineare Differenzgleichungen. 1911.	"	65.
— Untersuchungen über die Eigenbewegungen für 140 Sternen des IV. Secchischen Typus mittels älterer und eigener Beobachtungen. 1912	1.	40.
Ramus, C. Undersøgelse af Resten i Lagranges Række, samt: Om en Egenskab ved de lineære Differential-Ligninger med 2 Variable. 42	"	65.
— Om nogle Curvers Rectification ved elliptiske Functioner. 45	"	50.
— Om Ellipsoiders Tiltrækning og om de ellipsoide Ligevægtsfigurer af flydende Masser. 45	1.	65.
Schjellerup, H. C. F. C. Tycho Brahes Original-Observationer benyttede til Banebestemmelse af Cometen 1580. 54.	1.	"
Steen, A. Hovedsætninger om de overelliptiske Funktioner og: Om dobbelte bestemte Integraler. 49.	"	65.
— Om Integrationen af Differentialligninger. Résumé en français. 68	"	35.
— Om Ændringen af Integraler af irrationale Differentialer. 69.	"	40.
— Læren om homogene tunge Vædskers Tryk paa plane Arealer, m. 1 Tavle. Résumé en français. 72.	"	75.
— Om Muligheden af et Par lineære Differentialligningers Integration ved endelige explicite Funktioner. 75.	"	75.
Strömgren, E. Ueber den Ursprung der Kometen. 1914	2.	"
Thiele, T. N. Om Anvendelse af mindste Kvadraters Methode i nogle Tilfælde, hvor en Komplikation af visse Slags uensartede tilfældige Fejkilder giver Fejlene en «systematisk» Karakter. 80	"	85.
Zeuthen, H. G. Almindelige Egenskaber ved Systemer af plane Kurver, m. 5 Tavler. Résumé en français. 73.	3.	60.
d'Arrest H. L. Siderum nebulosorum observationes Havnienses. 67	12.	"
Hansen & Olufsen. Tables du soleil. 53	4.	"
— Supplément aux tables du soleil. 57.	"	35.
Jürgensen, Chr. Sur le mouvement du pendule. 53	"	65.
Schjellerup, H. C. F. C. Stjernefortegnelse, indeholdende 10,000 Positioner og teleskopiske Fixstjerner imellem — 15 og + 15 Graders Deklination. Med 1 Tavle. 64	7.	"

