

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXII.

1915

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIV.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1915

Freiburg i. Br. 2 (1886); *c*, idem., *Untersuchungen etc. Dritte Mittheilung: Ueber den zeitlichen Verlauf summirter Zuckungen*. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1888, pag. 537.

(⁶) *a*, M. von Frey, *Reizungsversuche am unbelasteten Muskel*. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1887, pag. 195; *b*, idem., *Versuche zur Auflösung der tetanischen Muskelcurve*. Beiträge zur Physiologie C. Ludwig gewidmet (Leipzig, 1887); *c*, idem., *Ueber zusammengesetzte Muskelzuckungen*. Archiv. f. (Anat. u.) Physiol., 1888, pag. 213.

(⁶) L. Wolff, *Versuche über Doppelreizung bei isometrischer Muskelthätigkeit*. Diss., Würzburg 1889.

(⁷) F. Schenck, *Beiträge zur Lehre von der Summation der Zuckungen*. I. Pflüger's Arch. 96, pag. 399 (1903).

(⁸) M. Ishihara, *Ueber Zuckungssummation bei Krötenmuskeln und bei abgekühlten und erwärmten Froschmuskeln*. Pflüger's Arch. 111, pag. 567 (1906).

(⁹) G. R. Mines, *On the summation of contractions*. Journ. of physiol. 46, pag. 1 (1913). [L'A. crede che i tetani, coi quali von Frey paragonava le sue contrazioni « sostenute », non fossero massimali].

(¹⁰) J. Ranke, *Tetanus: eine physiologische Studie*. Leipzig, 1865.

(¹¹) F. Brailsford Robertson, *On the biochemical relationship between the « staircase » phenomenon and fatigue*. Bioch. Zeit. 2, pag. 287 (1908).

(¹²) G. Fano, *Ueber die Tonusschwankungen der Atrien des Herzens von « Emys europaea »*. Beitr. zur Physiologie C. Ludwig gewidmet, pag. 287. Leipzig, 1887.

(¹³) Fil. Bottazzi, *Ricerche sulla muscolatura cardiaca dell' « Emys europaea »*. Zeit. f. allg. Physiol. 6, pag. 140 (1906).

(¹⁴) G. A. Buckmaster, *Ueber eine neue Beziehung zwischen Zuckung und Tetanus*. Arch. f. (Anat. u.) Physiol., 1886, pag. 459.

(¹⁵) Fil. Bottazzi, *Ricerche sulla genesi del tetano muscolare*. Atti della Soc. lig. di scienze nat. e geogr. 15 (1904). [Arch. ital. de biol. 42, pag. 169 (1904)].

(¹⁶) Ved. anche: *a*, Chr. Bohr, *Ueber den Einfluss der tetanisirenden Irritanten auf Form und Grösse der Tetanuscurve*. Arch. f. (Anat. und) Physiol. 1882, pag. 233; *b*, F. B. Hoffmann, *Studien über den Tetanus*. [Pflüger's Arch. 93, pag. 186 (1902); 95, pag. 484 (1903); 103, pag. 291 (1904)].

Meccanica celeste. — Ricerche sopra le perturbazioni del satellite di Nettuno. Nota preliminare di G. ARMELLINI, presentata dal Corrispondente E. ALMANI.

1. Il satellite di Nettuno, come è noto, fu scoperto a Starfield, presso Liverpool, nell'agosto 1847, dall'astronomo Lassell, il quale si servì di un riflettore newtoniano di m. 0,61 di apertura e di m. 6,15 di distanza focale. L'ingrandimento adoperato era da 205 a 370 volte (¹).

Il satellite fu successivamente osservato, nel settembre dello stesso anno, da Otto Struve a Poulkowo, e quindi da Bond a Cambridge negli Stati Uniti (²).

(¹) F. Arago, « *Astronomie* », tom. IV, pag. 526.

(²) Sopra le osservazioni del Bond si vedano i « *Proceedings of the American Academy*, II, 1847-1848.

Più tardi, nel 1852, lo stesso Lassell fece a Malta una seconda serie di osservazioni, le quali servirono a completare le prime e ad assegnare in modo approssimato gli elementi dell'orbita ⁽¹⁾.

Anche Otto Struve tornò a completare le sue prime osservazioni del 1847-48, istituendone una seconda serie nel 1871-72, e più tardi una terza nel 1873-76. Abbiamo poi quattro serie di osservazioni dell'astronomo A. Marth, eseguite le prime a Malta nel 1852 e nel 1864; le altre a Washington nel 1873 e nel 1883.

Gran parte di questo enorme materiale scientifico (escluse naturalmente le osservazioni posteriori al '73) fu accuratamente discusso da Simon Newcomb, in una elaborata Memoria ⁽²⁾ nella quale egli riporta anche alcune osservazioni fatte da lui stesso, a Washington, nella opposizione del 1873.

Più tardi l'astronomo Hall fece altre tre serie di osservazioni nel 1875-76, nel 1881-82 e nel 1883-84 e le discusse egli stesso mettendole anche a confronto con le antiche del Lassell e del Marth ⁽³⁾.

2. Giungiamo così alla classica Memoria di Hermann Struve ⁽⁴⁾, pubblicata nel 1893 negli Atti dell'Accademia imperiale di Pietroburgo, la quale segna un progresso notabilissimo nello studio della questione che ci occupa.

Hermann Struve riprende in esame tutte le osservazioni già fatte dall'epoca della scoperta del satellite, e le discute insieme con altre quattro serie di osservazioni eseguite da lui stesso, con straordinaria diligenza, negli anni 1887-89-90-92. Lo Struve si servì, a tale scopo, del grande equatoriale di Poulkowo, operando sia col reticolo illuminato su campo oscuro, sia col reticolo oscuro su campo illuminato, ora a luce gialla, ora a luce rossa chiara, ed ora a luce rossa oscura.

3. Riferendoci all'equatore, e chiamando con N ed I il nodo ascendente e l'inclinazione dell'orbita del satellite, abbiamo la seguente

⁽¹⁾ La prima serie delle osservazioni del Lassell è pubblicata nella Rivista « Monthly Notices of the Royal Astronomical Society », VIII e XII; la seconda, ivi, XIII.

⁽²⁾ Simon Newcomb, « *The Uranian and Neptunian systems* », Washington, Observations for 1873. Appendix I.

⁽³⁾ Hasaph Hall, « *Orbite of the satellite of Neptune* », Washington, Observations, II Appendix.

⁽⁴⁾ « *Beobachtungen des Neptunstrabanten am 30-zölligen Poulkowaer Refraktor, von Hermann Struve* ». Mémoires de l'Académie impériale des sciences de S. Petersbourg.

TABELLA I.

OSSERVATORI	Epoca media	N	Errore probabile	C - Oss. ΔN	I	Errore probabile	C - Oss. ΔI
Bond	1848,8	178,37	$\pm 0,86$	$+ 0,61$	145,05	$\pm 0,45$	$+ 1,18$
Otto Struve	1848,6	182,39	1,00	- 3,37	126,24	0,48	- 0,06
Lassell (a Starfield)	1849,8	176,70	0,50	$+ 2,50$	126,55	0,21	- 0,57
Lassell (a Malta) .	1852,9	179,02	0,59	$+ 0,64$	126,21	0,39	- 0,74
Otto Struve	1863,6	181,33	0,77	- 0,09	124,22	0,32	- 0,51
Marth	1864,5	181,65	0,42	- 0,27	124,19	0,28	- 0,63
S. Newcomb	1874,5	183,04	0,14	- 0,17	121,70	0,10	- 0,21
Hall	1876,3	183,47	0,33	- 0,35	121,64	0,19	- 0,03
Holden	1876,5	182,79	0,30	$+ 0,36$	121,04	0,18	$+ 0,54$
Hall	1882,1	184,05	0,15	- 0,07	120,03	0,11	$+ 0,62$
Hall	1883,8	184,67	0,21	- 0,44	120,13	0,23	$+ 0,24$
Hermann Struve . .	1887,6	184,48	0,15	$+ 0,32$	119,38	0,13	$+ 0,36$
Hermann Struve . .	1889,0	185,05	0,11	- 0,05	119,53	0,09	- 0,01
Hermann Struve . .	1890,6	185,51	0,12	- 0,27	119,26	0,10	- 0,01
Hermann Struve . .	1892,6	185,56	0,18	- 0,03	119,06	0,15	- 0,14
Hall	1892,0	185,73	0,45	- 0,28	118,55	0,45	$+ 0,47$

4. Per ciò che riguarda l'eccentricità e , e la posizione del periastro Q, i dati sono assai incerti, come almeno risultano dalla seguente

TABELLA II.

OSSERVATORI	Epoca media	e	Errore probabile	Q	Errore probabile
Newcomb	1874,5	0,0088	$\pm 0,0020$	182°	$\pm 7°$
Hall	1876,3	0,0090	0,0031	202	14
Holden	1876,5	0,0051	0,0020	88	36
Hall	1882,1	0,0034	0,0014	124	24
Hall	1883,8	0,0100	0,0021	150	11
Hermann Struve . .	1887,6	0,0050	0,0013	267	13
Hermann Struve . .	1889,0	0,0075	0,0011	248	8
Hermann Struve . .	1890,6	0,0072	0,0009	271	6
Hall	1892,0	0,0090	0,0029	201	16
Hermann Struve . .	1892,6	0,0083	0,0014	248	8

La difficoltà e l'incertezza del calcolo della posizione del periastro Q dipende sopra tutto dal valore estremamente piccolo dell'eccentricità e dell'orbita.

Tenendo presenti infatti i metodi della teoria dei minimi quadrati, si vede immediatamente che, in tal caso, un leggiero errore d'osservazione nella posizione del satellite, porta con sè un errore molto più grave nel calcolo di Q .

5. Mentre, come ho detto, i risultati della tabella II sono incertissimi, dalla tabella I appare evidente un *moto secolare nella linea dei nodi*, e una *diminuzione dell'inclinazione*, presso che proporzionali al tempo.

Hermann Struve trova che, prendendo come origine dei tempi l'anno 1890, i due movimenti risultanti dalla tabella I, sono dati, con sufficiente approssimazione, dalle formole:

$$(1) \quad \begin{cases} N = 185^{\circ},15 + 0^{\circ},148(t - 1890) \\ I = 119^{\circ},35 - 0^{\circ},165(t - 1890) \end{cases} .$$

6. Dopo lo Struve, il Dyson eseguì molte osservazioni servendosi del grande equatoriale fotografico di 26 pollici dell'osservatorio di Greenwich, e occultando il pianeta per mezzo di uno schermo (Month. Not. 1903-04). Egli le discusse più tardi in un importante lavoro (¹), e adoperando i simboli dello Struve, giunse ai risultati seguenti per l'epoca 1903, 1:

$$2) \quad N = 187^{\circ},58 \quad I = 117^{\circ},40 \quad e = 0,0008 \quad Q = 17^{\circ} .$$

Il Dyson spiega la differenza dei suoi valori di e e di Q con quelli dello Struve, ammettendo un leggiero errore personale nelle osservazioni di quest'ultimo; errore da cui sono immuni le osservazioni fotografiche. Egli assegna infine ai movimenti secolari $\frac{dN}{dt}$ e $\frac{dI}{dt}$ per l'epoca 1896, 7 i valori:

$$3) \quad \frac{dN}{dt} = 0^{\circ},182 \quad \frac{dI}{dt} = - 0^{\circ},138 .$$

Il Dyson, esaminando poi il problema del moto *dal lato puramente cinematico*, chiama con α e δ l'ascensione retta e la declinazione del polo P dell'orbita del satellite: e proietta stereograficamente dal polo sud della sfera celeste la curva descritta da P sul piano tangente al polo nord. Prendendo come asse delle x la linea che ha un'ascensione retta di 270° , egli giunge alla seguente

(¹) *Discussion of the observations of the satellite of Neptune, made at the Royal Observatory of Greenwich, in the years 1902-1903-1904, by F. W. Dyson.* Monthly Notices, 1905, pp. 570 e 850.

TABELLA III.

EPOCHE	α	$D = 90 - \delta$	y	x
1849,9	269,12	54,00	- 0,008	+ 0,510
1864,0	271,49	55,80	+ 0,014	+ 0,529
1875,8	273,10	58,83	+ 0,030	+ 0,574
1883,0	274,36	59,92	+ 0,044	+ 0,574
1890,4	275,27	60,83	+ 0,054	+ 0,585
2903,1	277,58	62,60	+ 0,081	+ 0,608

dove si ha:

$$4) \quad x = \text{tang} \frac{D}{2} \cos(\alpha - 270) \quad ; \quad y = \text{tang} \frac{D}{2} \text{sen}(\alpha - 270).$$

7. L'equazione approssimata della curva luogo dei punti $x y$ è un cerchio di equazione:

$$(1) \quad (x - 0,453)^2 + (y - 0,152)^2 = (0,165)^2.$$

Ne segue che il polo P dell'orbita del satellite descrive sulla sfera celeste, con grande approssimazione, un cerchio avente per centro il punto S di coordinate $\alpha = 288^\circ$ e $\delta = 40^\circ$; e per raggio $r = 16^\circ$ circa.

Se si ammette che S sia il polo dell'equatore di Nettuno, l'inclinazione del piano dell'orbita del satellite sul piano equatoriale di Nettuno sarebbe di 16° circa.

Questi risultati, come vedremo, sono assai differenti da quelli ottenuti dal Tisserand ⁽¹⁾. Per non prostrarre eccessivamente questa Nota preliminare, mi limiterò soltanto a citare le recentissime osservazioni del Barnard ⁽²⁾, del Rice e Hammon ⁽³⁾, del Wirtz ⁽⁴⁾, molte delle quali non sono ancora discusse.

8. Messo ormai fuori di dubbio il movimento del polo dell'orbita del satellite, resta da indagarne le cause. Il Tisserand ⁽⁵⁾ ha creduto scorgere nel rigonfiamento equatoriale di Nettuno, troppo piccolo per essere esatta-

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, CVII e CXVIII.

(2) Astronomical Journal, n. 581.

(3) Astronomical Journal, n. 574.

(4) Astronomische Nachrichten, 4035.

(5) Op. cit. e *Mécanique céleste*, IV, pag. 141 e segg.

mente misurabile con i nostri strumenti ⁽¹⁾, ma forse sufficiente a produrre notevoli perturbazioni.

Dai suoi calcoli risulterebbe che l'orbita del satellite è inclinata sul piano equatoriale di Nettuno di un angolo i compreso tra 32° e 88° , mentre, secondo la discussione del Dyson, i risulterebbe di circa 16° .

I calcoli del Tisserand debbono quindi, in ogni caso, essere ripresi su basi più sicure.

Ma vi è di più. *Sembra che Hermann Struve dubitasse, almeno in parte, della spiegazione del Tisserand, giacchè egli, pure ammettendo la possibilità dell'ipotesi ora accennata, assegna senza specificare, come causa di questo movimento, l'esistenza di una massa perturbatrice.*

«... Deren Ursache — egli dice — in einer störenden Masse zu suchen ist, welche in einer gegen die Trabantenbahn geneigten Ebene liegt » ⁽²⁾.

S. Partendo da questo concetto, io mi sono proposto la seguente questione:
« È possibile di spiegare le perturbazioni secolari (le sole fin qui conosciute) del satellite di Nettuno, ammettendo l'esistenza di un secondo satellite, la cui massa sia tanto piccola da sfuggire alle nostre osservazioni? ».

Questo problema, la cui importanza è manifesta, non è stato fin qui esaminato da alcuno.

Se la risposta sarà negativa, allora l'ipotesi del Tisserand acquisterà un alto grado di probabilità; se invece essa fosse affermativa, allora dovremo discutere con la massima cura le osservazioni dell'ultimo ventennio, per dedurne, in quanto è possibile, anche le perturbazioni periodiche onde risalire agli elementi del secondo satellite perturbatore.

È quel che faremo in altre Note, che spero di far apparire tra breve.

⁽¹⁾ Le osservazioni fatte da Hermann Struve (Mem. cit.) col grande equatoriale di Poulkowo sui diametri di Nettuno, ci danno, per due angoli di posizione differenti di 90° , i valori $\delta_1 = 2''.183$ e $\delta_2 = 2''.238$. Il logaritmo della distanza ρ è 1,4742. Inutile di aggiungere che queste osservazioni sono molto incerte, tanto più che sembra che anche la colorazione del campo vi abbia grande influenza. Hermann Struve trova infatti, col campo giallo, $2''.120$; col campo rosso chiaro $2''.197$; col campo rosso oscuro, $2''.273$.

E. E. Barnard nelle sue osservazioni sulla forma di Nettuno, fatte all'osservatorio Lick nel 1894-95 col grande rifrattore di 36 pollici, non notò alcuno schiacciamento apprezzabile. Ad un simile risultato, giunse anche il Wirtz, dell'osservatorio di Strasburgo, il quale, malgrado molte ricerche, non potè stabilire una differenza sensibile tra i vari diametri del pianeta.

Dobbiamo infine notare le recentissime osservazioni del prof. G. Abetti, fatte in Roma, all'osservatorio del Collegio Romano, con l'equatoriale Steinheil-Cavignato di 38 cm. Esse sono state pubblicate in un importante lavoro (Memorie della Soc. degli Spettr. Ital. 1912, I), dove il prof. Abetti discute tutte le osservazioni già pubblicate sull'argomento. L'autore esamina anche l'influenza dell'apertura e dell'amplificazione dello strumento sul diametro osservato, e costruendo opportuni diagrammi, giunge infine al valore $2''.29$ riferendosi sempre alla distanza media del pianeta.

⁽²⁾ Memoria citata.