

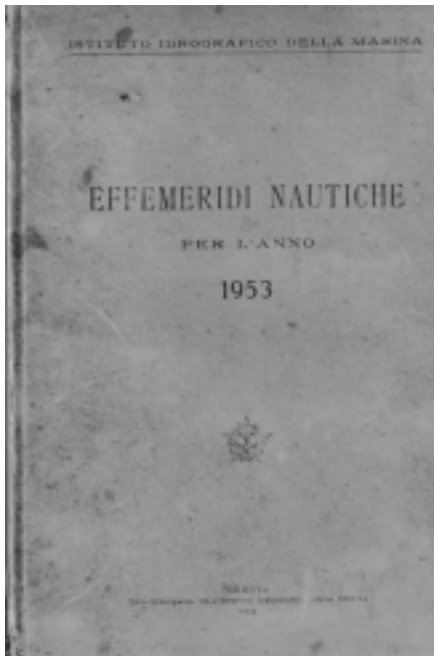
NOTE STORICHE

((1)) EFFEMERIDE NAUTICA E ASTRONOMICA

L'etimologia ci dice l'origine di questa parola: è l'accostamento delle parole greche “*ephemerios-epi-emera*” ovvero “*diario o giornale- sopra- giorno*”, infatti le effemeridi astronomiche (o anche nautiche perché utilizzate nella navigazione) sono pubblicazioni annue che pongono le coordinate degli astri (visibili ad occhio nudo) e altri dati astronomici variabili col tempo, ad intervalli prestabiliti ed uguali fra loro (giorni e ore).

► Riporto il frontespizio delle effemeridi del 1953 e del 1954; esse costituiscono un'epoca storica per la navigazione astronomica perché sono rispettivamente:

- l'ultima edizione nella quale il *tempo dell'astro* è contato a partire dal *mezzocielo inferiore* M_i ,
- la prima edizione nella quale il *tempo dell'astro* è contato a partire dal *mezzocielo superiore* M_s .



■ Invito il lettore a continuare la lettura di questo scritto, anche se non capisce le terminologie “*tempo dell'astro t* ” e “*mezzocielo M_s e M_i* ”, perché avrà l'opportunità di comprenderle rispettivamente nei paragrafi ((17)) e ((18))

NOTA. Severino Giuseppe. Professore di navigazione e astronomia nautica al Nautico di Genova. Presidente di commissione al Nautico Cristoforo Colombo di Camogli nel 1961, anno del mio diploma. Nel 1965 iniziai ad insegnare nello stesso istituto del diploma ed ebbi in quell'anno, e nei successivi, molti contatti con Severino, da cui, in qualità di giovane ed inesperto insegnante, ma pieno di entusiasmo, acquisivo sempre maggiori competenze. Mi regalò l'ultima edizione delle effemeridi in cui l'angolo orario dell'astro veniva contato dal Mezzocielo Inferiore (anno 1953) e la prima edizione in cui tale angolo viene contato dal Mezzocielo Superiore (anno 1954): *sono due ricordi significativi della storia della Nautica*. Il suo testo “*ASTRONOMIA NAUTICA* (elementi di astronomia sferica, cosmografia e navigazione astronomica) in mio possesso è l'edizione del 1962. La prima edizione è del 15 aprile 1957. Gli esercizi sono stati risolti, con l'uso delle

effemeridi del 1957 (anche questa edizione di effemeridi è presente nella mia libreria), dall'allora giovane docente, il prof. Emilio Panarella (*)

Riporto gli ultimi cinque capoversi, molto significativi, della prefazione della sua prima edizione:

Di maggiore interesse potranno invece ritenersi gli argomenti iniziati brevemente esposti nell'appendice della seconda parte, i quali, benché anch'essi essenziali ad una completa intelligenza dei problemi della nautica attuale, pure potranno giovare, come integrazione storico-culturale, a porre in risalto in forma più concreta, la non piccola rinascita operata nella navigazione con l'introduzione dei luoghi di posizione astronomici.

Un lavoro delimitato, dunque, destinato, come si diceva, alla Scuola, ma che potrà forse riuscire di qualche giovamento anche al navigante colto del nostro tempo.

Saremo grati ai Colleghi se vorranno portarci su la Loro attenzione e fornirci qualche suggerimento che possa migliorarla in un'eventuale seconda edizione.

Circa la bibliografia, abbiamo procurato, nel testo, di dare le indicazioni più importanti. Ricorderemo qui ancora, con riferimento agli argomenti della prima parte, le notizie precise e aggiornate tratte dall'opera di G. Arzuffini I fondamenti scientifici dell'Astronomia, Milano, 1947.

Ringraziamo il dott. E. Panarella, che ha voluto cortesemente occuparsi della rivedizione della maggior parte degli esercizi.

Genova, 15 aprile 1957.

G. SEVERINO

(*) **Emilio Panarella**, mio docente al Nautico di Camogli, è uno scienziato: astrofisico e specializzato nella fisica dei plasmi estremamente caldi, dell'ordine di molti milioni di gradi.

((2)) PAGINE INTERNE DELLE EFFEMERIDE NAUTICHE

► Non mi soffermo sul contenuto delle pagine interne dell'edizione del 1954 perché, anche se con qualche lieve modifica di impaginazione, sono analoghe a quelle attuali. Invece hanno interesse le pagine interne dell'edizione del 1953.

- Ed ecco come appare una pagina giornaliera

— 72 — V

1953 - LUGLIO Tempo medio di Greenwich

Variazione della ascensione retta del Sole medio		Data di osservazione	SOLE					LUNA				
			Ascensione retta del Sole medio	Equazione del tempo ϵ_m	Variaz. ϵ_m	Declinazione	Variaz. ϵ_m	Ascensione retta della Luna	Equazione del tempo ϵ_m	Declinazione	Variaz. ϵ_m	Variaz. ϵ_m
h	m	s	h	m	s	°	'	h	m	s	°	'
0	1	0.8	13	0	7 22 18.9	-5 32.0	+21 54.7	8 57 20	110	+16 23.2	11.3	
1	0.2		1	22 38.6	32.6	+21 54.7	0.4	9 1 18	110	15 23.2	11.4	
2	0.5		3	22 58.3	33.3	53.3	0.4	5 14	110	15 23.2	11.5	
3	0.7		5	23 18.1	33.9	53.5	0.4	9 10	110	14 51.8	11.6	
4	0.8		8	23 37.8	34.5	51.8	0.4	13 4	110	28.4	11.7	
5	1.0		10	23 57.5	35.1	51.1	0.4	16 57	110	28.4	11.8	
6	1.1		12	24 17.2	-5 35.7	+21 50.4	0.4	9 20 50	110	+14 4.8	11.9	
7	1.2		14	24 36.9	36.3	49.6	0.4	24 41	110	13 41.0	12.0	
8	1.3		16	24 56.6	36.9	48.9	0.4	28 31	110	13 16.9	12.1	
9	1.5		18	25 16.3	37.5	48.2	0.4	32 19	110	12 52.7	12.2	
10	1.6		20	25 36.0	38.1	47.5	0.4	36 7	110	28.4	12.3	
11	1.8		22	25 55.8	38.7	46.7	0.4	39 54	110	3.8	12.4	
12	2.0		24	26 15.5	-5 39.3	+21 46.0	0.4	9 43 40	110	+11 39.1	12.5	
13	2.2		2	26 35.2	39.9	45.2	0.4	47 35	110	14.3	12.6	
14	2.4		4	26 54.9	40.4	44.5	0.4	51 9	110	10 49.3	12.7	
15	2.6		6	27 14.6	41.0	43.7	0.4	54 52	110	24.1	12.8	
16	2.8		8	27 34.3	41.6	43.0	0.4	58 34	110	9 58.9	12.9	
17	3.0		10	27 54.0	42.2	42.2	0.4	10 2 16	110	33.5	13.0	
18	3.2		12	28 13.8	-5 42.7	+21 41.5	0.4	10 5 57	110	+9 8.0	13.1	
19	3.4		14	28 33.5	43.3	40.7	0.4	9 36	110	8 42.3	13.2	
20	3.6		16	28 53.2	43.8	40.0	0.4	13 16	110	16.6	13.3	
21	3.8		18	29 12.9	44.4	39.2	0.4	16 54	110	7 50.8	13.4	
22	4.0		20	29 32.6	44.9	38.4	0.4	20 32	110	22.0	13.5	
23	4.2		22	29 52.3	45.5	37.7	0.4	24 9	110	6 58.8	13.6	
24	4.4		24	30 12.0	-5 46.0	+21 36.9	0.4	10 27 46	108	+6 39.8	13.7	
25	4.6		2	30 31.7	46.6	36.1	0.4	31 22	108	6.6	13.8	
26	4.8		4	30 51.5	47.1	35.3	0.4	34 57	108	5 49.4	13.9	
27	5.0		6	31 11.2	47.7	34.6	0.4	38 33	107	14.1	14.0	
28	5.2		8	31 30.9	48.2	33.8	0.4	42 7	107	4 47.7	14.1	
29	5.4		10	31 50.6	48.7	33.0	0.4	45 41	107	21.3	14.2	
30	5.6		12	32 10.3	-5 49.2	+21 32.2	0.4	10 49 15	107	+3 54.9	14.3	
31	5.8		14	32 30.0	49.8	31.4	0.4	52 48	107	28.4	14.4	
32	6.0		16	32 49.7	50.3	30.6	0.4	56 21	107	1.9	14.5	
33	6.2		18	33 9.4	50.8	29.8	0.4	59 54	106	2 35.3	14.6	
34	6.4		20	33 29.2	51.3	29.1	0.4	11 3 26	107	8.8	14.7	
35	6.6		22	33 48.9	51.8	28.3	0.4	6 59	107	1 42.2	14.8	
36	6.8		24	34 8.6	-5 52.3	+21 27.4	0.4	11 10 31	106	+1 15.6	14.9	
37	7.0		2	34 28.3	52.8	26.6	0.4	14 2	106	0 49.0	15.0	
38	7.2		4	34 48.0	53.3	25.8	0.4	17 34	106	22.4	15.1	
39	7.4		6	35 7.7	53.8	25.0	0.4	21 6	106	0 4.2	15.2	
40	7.6		8	35 27.4	54.3	24.2	0.4	24 37	106	30.8	15.3	
41	7.8		10	35 47.1	54.8	23.4	0.4	28 9	106	57.3	15.4	
42	8.0		12	36 6.9	-5 55.2	+21 22.6	0.4	11 31 40	105	-1 23.9	15.5	
43	8.2		14	36 26.6	55.7	21.8	0.4	35 12	105	50.4	15.6	
44	8.4		16	36 46.3	56.2	20.9	0.4	38 43	105	2 16.9	15.7	
45	8.6		18	37 6.0	56.7	20.1	0.4	42 15	105	43.4	15.8	
46	8.8		20	37 25.7	57.1	19.3	0.4	45 47	105	3 9.8	15.9	
47	9.0		22	37 45.4	57.6	18.5	0.4	49 19	105	36.2	16.0	

Semidiametro medio 15' 46"

Il valore ϵ_m dell'equazione del tempo aggiunto col proprio segno all'ora media dà l'ora vera.

In essa si notano:

1. tre incavi semicircolari sulla sinistra di tutte le pagine giornaliere, nei quali entra bene il polpastrello di un dito (in genere il pollice) per voltare più agevolmente le pagine;
2. un triangolino dentellato, in alto a sinistra di ogni pagina giornaliera, che veniva strappato al termine di quella giornata per aprire le effemeridi, il giorno dopo, nella pagina del giorno corrente.

In particolare questa pagina, in funzione dell'ora di Greenwich, riporta,:

1. l'*ascensione retta* α e la *declinazione* δ del *Sole medio* e della *Luna* nei giorni Lunedì, Martedì, Mercoledì, Giovedì, di LUGLIO,
2. la variazione dell'ascensione retta del *Sole medio* (vedi par. N).

- Ed ecco come appare una pagina per le correzioni delle altezze

198

Refrazione media per la temperatura di 10° C. e la pressione di 760 mm.

199

Depressione media apparente dell'orizzonte

Correzione alla depressione media apparente dell'orizzonte

Depressione al limite d'una coda

Correzione alla depressione media

Altezza della Luna

■ La scelta di questa ultima pagina è dovuta, ancora una volta, a fatti storici; si notino le intestazioni delle due tabelle di pag. 198: nella dicitura, di entrambe, emerge la parola “*refrazione*”

((3)) RIFRAZIONE

► Da un vecchio vocabolario

Refrazione, Rifrazione

refrazióne e rifrazióne = *lat.* REFRACTIONE(M) da REFRACTUS participio passato di REFRINGERE *rintuzzare* (v. *Rifrangere*).
L'atto di respingere i raggi o anche le onde sonore.

► Dal dizionario della Lingua Italiana di Nicolò Tommaseo e Bernardo Bellini, detto brevemente anche Tommaseo-Bellini che è il più importante dizionario della lingua italiana prodotto durante il Risorgimento italiano, si legge:

“rifrazione (ant. **refrazione**) [ri-fra-zió-ne, dal *lat.* tardo *refractio* -onis, der. di *refractus*: v. rifratto] s.f. (pl. -ni). Fenomeno ottico per il quale un raggio luminoso che vada a colpire la superficie di un mezzo trasparente di densità diversa dal mezzo da cui proviene e con cui è a contatto, devia formando un angolo e apparendo come spezzato nel punto di incidenza: r. della luce. || Indice di ...”

Ed ecco il frontespizio del primo volume (Torino, 1861^(*)) del *Dizionario della lingua italiana*, compilato da Nicolò Tommaseo e Bernardo Bellini.

Fonte: Biblioteca dell'Accademia della Crusca.



(*) Che data il 1861: nel 1861 l'Italia smetteva di essere una semplice penisola formata da sette differenti stati e diventava un paese unitario raccolto sotto uno stesso standard nazionale.

► Ora parlo della “rifrazione” con cenni della sua storia

SULLA TEORIA DELLA REFRAZIONE ASTRONOMICA

NOTA DI A. BEMPORAD

Introduzione

Teorie della rifrazione astronomica ed esposizioni critiche delle teorie medesime si posseggono ormai in numero così grande, che può sembrare ardito l'avanzarsi oggi con un nuovo saggio in questa materia. Le trattazioni di Brünnow ¹⁾, Chauvenet ²⁾, E. v. Oppolzer ³⁾, dal lato didattico, quelle di C. Bruhns ⁴⁾ e Radau ⁵⁾, dal lato più specialmente critico lasciano ben poco a desiderare a chi voglia acquistare una chiara idea delle prin-

cipali teorie della rifrazione. Così, quando l'illustre Prof. Max Wolf mi fece l'onore di propormi la compilazione dell'articolo sulla rifrazione astronomica per una seconda edizione dell'*Handbuch der Physik* del Prof. Winkelmann, ebbi per qualche tempo il timore, che il mio lavoro non potesse riuscire che una riproduzione più o meno felice dalle trattazioni già dette, che non fosse possibile in altri termini trovar qualche cosa di nuovo da dire su teorie così note, così discusse come quelle di Bessel e di Ivory. Uno studio accurato mi ha però in breve convinto, che ancora non è stata detta l'ultima parola, neppure su queste celebri teorie. D'altra parte, anche dopo i lavori relativamente recenti di Radau (1882, 1889) e di E. v. Oppolzer (1899), sono sopravvenuti sensibili progressi nelle nostre cogni-

zioni sulla fisica dell'atmosfera. Le teorie, che sembravano presentare il migliore accordo colle osservazioni di Glaisher sulla costituzione dell'atmosfera (1860-1870), non si accordano più egualmente bene coi risultati delle recenti ascensioni aeree, e quindi anche da questo lato appariva desiderabile una nuova trattazione dell'argomento. Molto di nuovo parvemi infine, che si potesse introdurre nell'ordinamento e nella scelta dell'abbondante materia. Le trattazioni moderne di questa, come di molte altre teorie, mirano in generale piuttosto a giungere per la via più breve, anziché per la via più naturale, allo scopo, e mancano quindi quasi del tutto di quelle notizie storiche, che rendono invece così interessante ed istruttiva la lettura degli antichi trattati di Lalande e Delambre. D'altro canto una esposizione scrupolosamente fedele delle trattazioni originali condurrebbe in molti casi ad una inutile prolissità, poichè, se può interessare il conoscere, quale concetto si formassero Tycho Brahe, Keppler e Cassini del fenomeno fisico della refrazione, di molto minore interesse è il conoscere i procedimenti analitici laboriosi e incompleti, ai quali essi ricorsero per rappresentare il fenomeno stesso. Così mi parve, che per l'esposizione delle teorie della refrazione fosse assai conveniente l'alternare il metodo di svolgimento naturale o storico,

¹⁾ F. BRÜNNOW. *Lehrbuch der sphärischen Astronomie*. Berlin 1871. Pag. 115.

²⁾ W. CHAUVENET. *A Manual of spherical and practical Astronomy*. Philadelphia, 1863. Pag. 128.

³⁾ E. v. OPPOLZER. *Strahlenbrechung, Handwörterbuch der Astronomie*, von W. VALENTINER. Pag. 562.

⁴⁾ C. BRUHNS. *Die astronomische Strahlenbrechung in ihrer historischen Entwicklung*. Leipzig. 1861.

⁵⁾ R. RADAU. *Recherches sur la théorie des réfractions astronomiques*. Annales de l'Observatoire de Paris Mémoires. T. XVI. 1882. Pag. B. 1.

► **Bemporad**, nel precedente brano, cita molti scienziati che hanno trattato questo fenomeno; riporto, per ognuno di essi, alcune notizie.

((4)) Franz Friedrich Ernst Brunnnow (1821-1891) è stato un astronomo tedesco. Diresse dal 1847 al 1851 l'osservatorio di Düsseldorf; successivamente lavorò presso l'osservatorio di Berlino e dal 1854 al 1863 diresse l'osservatorio Detroit ad Ann Arbor, Michigan, e quello di Berlino dal 1866 al 1874. Gli è stato dedicato un asteroide: 6807 Brunnnow.

((5)) William Chauvenet (1820-1870) è stato matematico ed astronomo statunitense. Laureatosi all'età di venti anni, presso la *Yale University* nel Connecticut, insegnò matematica alla United States Navy ovvero nella marina militare degli Stati Uniti d'America; durante il servizio prestato sulla nave USS *Mississippi* (BB-41) si convinse che gli Stati Uniti dovessero dotarsi di una accademia navale; così che, nel 1845, contribuì all'istituzione della United States Naval Academy di Annapolis in cui fu docente di matematica, navigazione e astronomia. Vice Presidente dell'Accademia Nazionale delle Scienze e presidente dell'Associazione per l'avanzamento delle scienze; un cratere lunare porta il suo nome.

((6)) Theodor von Oppolzer (1841-1886) matematico e astronomo austriaco, insegnante di astronomia e geodesia all'Università di Vienna. Presidente dell'Associazione Geodetica Internazionale. Nel 1887 fu pubblicata, come opera postuma, il *Canon der Finsternisse*, una maestosa raccolta contenente gli elementi di tutte le eclissi del Sole e della Luna a partire:

- dal 1500 a.C. sino al 2000 d.C. (valori rilevati dall'enciclopedia Treccani)
- dal 1207 a.C. sino al 2163 d.C. (valori rilevati dall'enciclopedia della scienza e della tecnica Mondadori)

(si tratta, rispettivamente, di circa 8000 e 5200 eclissi; opera che fu riconosciuta come una delle più imponenti imprese di calcolo "computazionale" dell'epoca).

Di seguito il frontespizio di questa opera



Scrisse più di 300 saggi e carteggi, di cui la maggior parte riguardanti le orbite di *comete* e *asteroidi*.

((premessa: col nome *asteroide* (o *planetini* o *piccoli pianeti*) si intende ciascuno dei numerosi e minuscoli pianeti che girano attorno al Sole, restando normalmente fra le orbite di Marte e di Giove)). **Eros** è uno degli asteroidi che più si avvicinano alla Terra con la minima distanza di 22 milioni di chilometri quando viene a trovarsi al perielio della sua orbita e contemporaneamente in opposizione col Sole. Eros presenta variazioni di luminosità con periodo regolare di $5^h 16^m$, nel corso del quale si hanno due oscillazioni complete pur non identiche; pare che la prima informazione inerente alla variabilità dello splendore di questo pianettino sia stata data da Oppolzer.

((7)) Karl Christian Bruhns (1830-1881), astronomo tedesco, lavorò all'osservatorio di Berlino fin dal 1852. Nel 1856 acquisì il dottorato con una tesi che trattava il diametro degli asteroidi. Fu docente di astronomia all'Università di Berlino e successivamente a quella di Lipsia e divenne direttore del nuovo osservatorio, costruito sotto la sua direzione. Individuò cinque comete e, da buon matematico, ne calcolò le orbite. Fu nominato membro dell'istituto "*Sacri Romani Imperii Academia Caesarea Leopoldino-Carolina Naturae Curiosorum*", accademia, istituita nel 1652, che ha preso il nome dall'imperatore Leopoldo I d'Asburgo.

((8)) Maximilian Franz Joseph Cornelius Wolf (1863-1932), astronomo tedesco, precursore dell'*astrofotografia*; è stato il primo astronomo a scoprire, nel 1891, un asteroide per via fotografica: il pianettino Brucia. Nella sua intensa attività ha scoperto ben 228 pianetini, introducendo, nel 1905, l'uso di uno strumento, chiamato *stereocomparatore*, che consente di vedere in rapida successione e alternativamente, due lastre fotografiche della stessa zona stellare catturate in date differenti: se in una delle due lastre compare un corpo estraneo, come un asteroide, l'occhio umano lo percepisce immediatamente. Maximilian Wolf, con la collaborazione dell'astronomo Palisa Johann (1848-1925) stese una "carta celeste" che porta entrambi i nomi. NOTA. Una carta celeste è una mappa nella quale, utilizzando opportune coordinate (ascensione retta e declinazione) e simboli, sono indicate posizione e splendore di stelle. E' noto, oltre che per aver scoperto una cometa periodica che porta il suo nome, anche per l'album di fotografie della via Lattea.

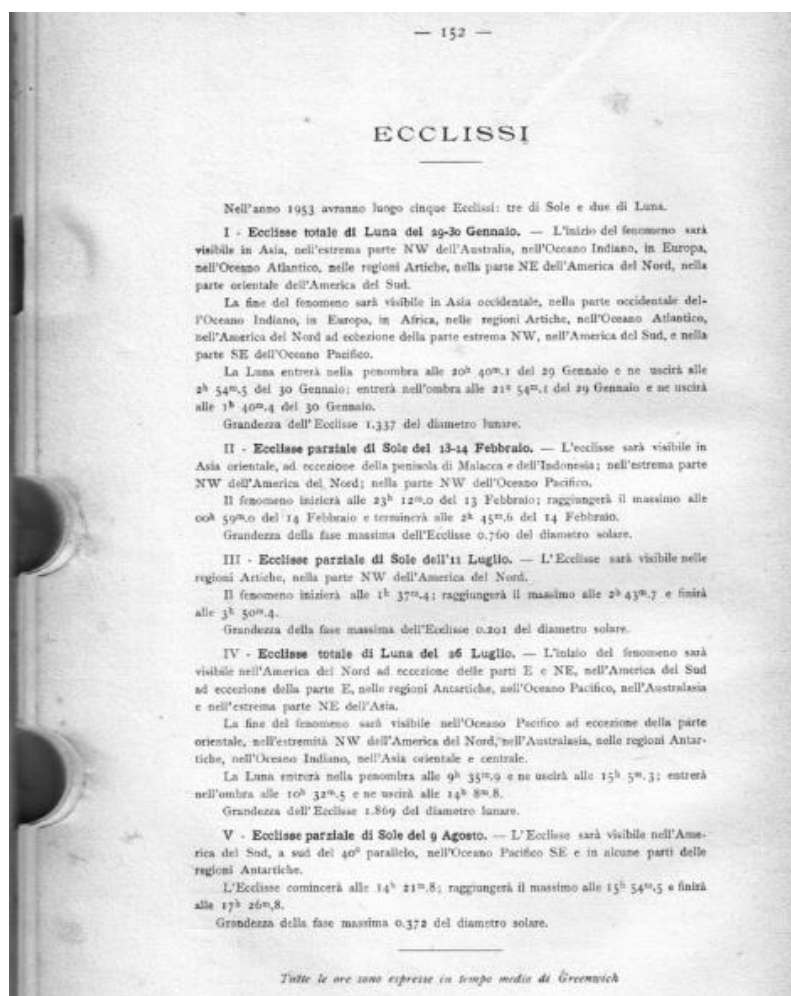
((9)) RADAU Jean-Charles-Rodolphe (Angerburg 1835-Parigi 1911), Astronomo prussiano, frequentò a l'università e l'osservatorio astronomico a Königsberg. Contribuì al calcolo delle osservazioni astronomiche fatte da **Antoine Thomson d'Abbadie** (1810-1897), geografo e astronomo francese e scrisse la teoria della "*refrazione astronomica*"

((10)) Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846), matematico, astronomo e geodeta tedesco. Utilizzò, per primo, la parallasse e quindi poté misurare la distanza di una stella, in particolare, della "61 Cygni", detta perciò "stella di Bessel". Questa stella, visibile nella costellazione del Cigno, è formata da due stelle (poco più piccole del Sole) che orbitano attorno al loro comune centro di massa, in circa 659 anni. Per il calcolo delle eclissi solari ideò un metodo

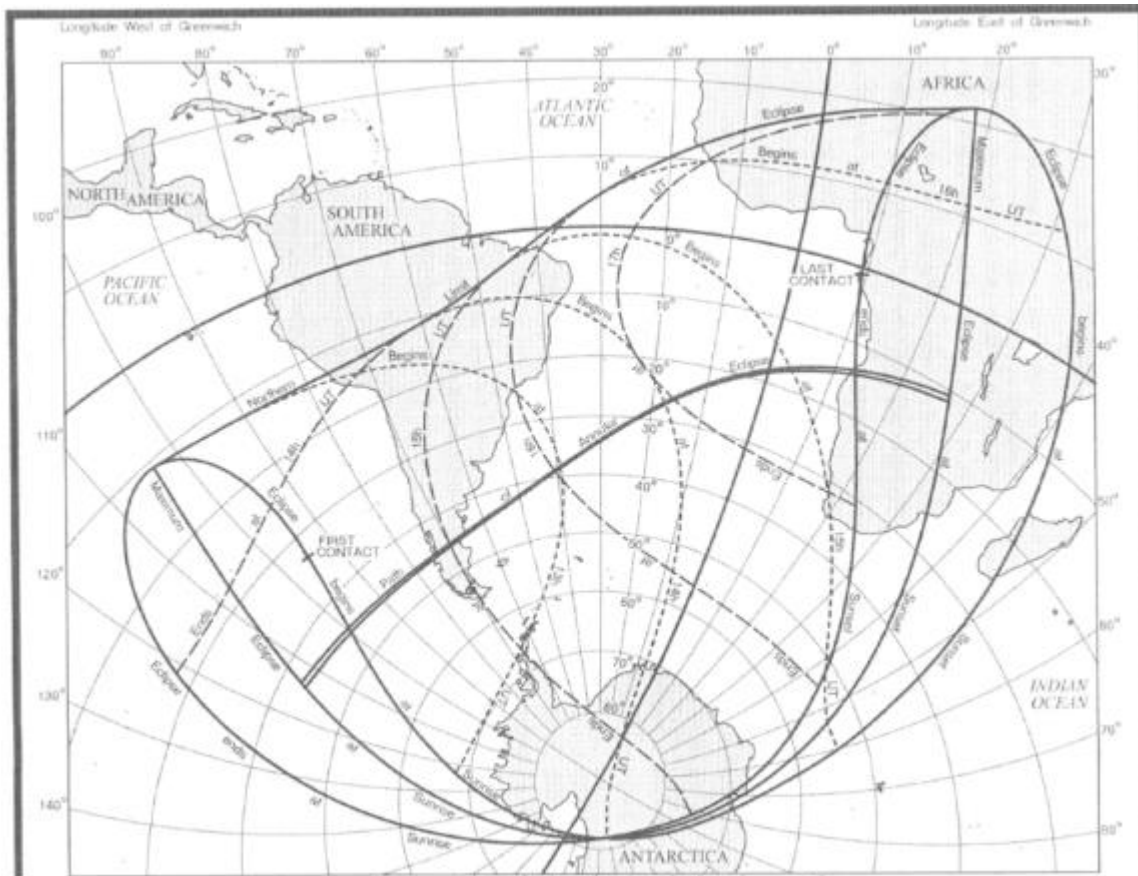
(metodo di Bessel) che consiste in un piano perpendicolare all'asse dell'ombra, detto *piano fondamentale*. E' pur vero che questo piano varia di posizione nello spazio durante il procedere dell'eclisse, ma è anche vero che su di esso si possono

dare rappresentazioni istantanee di quell'avvenimento: così che le circostanze dell'eclisse si possono quantificare in funzione del tempo. Le effemeridi astronomiche riportano, per stabiliti istanti di tempo, le coordinate dell'asse dell'ombra, i raggi dell'ombra e della penombra sul piano fondamentale. Conseguo che si può dedurre lo stato, in funzione del tempo, di ombra per qualunque punto della superficie terrestre coinvolto dall'eclisse.

■ Di seguito la pagina, presa dalle effemeridi del 1953, riguardante le eclissi del **Sole** e della **Luna**



■ Di seguito la pagina, presa dalle effemeridi del 2017 (le più recenti in mio possesso), riguardante l'eclisse del Sole del 26 febbraio di quell'anno; in essa viene rappresentato lo spostamento del cono d'ombra e di penombra sulla fascia di superficie terrestre interessata e in cui l'eclisse è visibile.



《11》 Maria Margarethe Winckelmann Kirch (1670-1720) era astronoma alemanna

ricorda come la prima donna ad avere scoperto, nel 1702, una cometa. Nel 1710 il marito scrisse: *“La mattina presto il cielo era limpido e stellato. Alcune notti prima avevo osservato una stella variabile, e mia moglie voleva trovarla e vederla di persona. Così facendo trovò una cometa nel cielo. A quel tempo mi svegliai e scoprii che era davvero una cometa Sono rimasto sorpreso dal fatto di non averlo visto la sera prima”*.

Tra le sue pubblicazioni emergono:

- nel 1707 le sue osservazioni sull'aurora boreale,
- nel 1709 l'opera *“Von der Conjunction der Sonne des Saturni und der Venus”* sulla congiunzione di Saturno e Venere col Sole che si verificò, successivamente, nel 1712,
- nel 1712 l'articolo sulla congiunzione di Saturno e Giove che si verificò, successivamente, nel 1714.

Gottfried Wilhelm von Leibniz (filosofo, matematico, scienziato, logico, teologo, linguista, glottoteta, diplomatico, giurista, storico, magistrato tedesco) **sostenne la richiesta di** Margarethe Kirch alla presidenza dell'Accademia che, però, le fu negata perché donna. Ecco come fu presentata la Kirch da Leibniz: *“C'è una donna più istruita che potrebbe passare come una rarità. Il suo successo non è nella letteratura o nella retorica, ma nelle dottrine più profonde dell'astronomia”*

《12》 James Ivory (1765-1842), matematico e astronomo scozzese, insignito:

- nel 1826 della Medaglia Royal (o medaglia della regina della Royal Society, istituita da re Giorgio IV nel 1826),
- nel 1814 della Medaglia Copley (**premio scientifico per il lavoro in un qualsiasi campo della scienza**, il più importante premio assegnato dalla Royal Society di Londra).

Nel 1796 determinò l'espressione analitica della rettificazione dell'ellisse comparsa nelle *Transactions of the Royal Society of Edimburgo* (è la prima rivista al mondo, fondata nel 1665, rivolta totalmente alla scienza; è ancora in pubblicazione tale da essere il periodico scientifico di più lunga vita); nel 1799 scrisse un articolo sulle equazioni cubiche; nel 1802 studiò il *“problema di*

Keplero” ovvero del problema che studia la posizione e la velocità, in ogni istante, di due (o più) corpi di data massa che si muovono sotto la forza di reciproca attrazione (vedi par. n). I suoi successivi articoli pubblicati su *Transactions* trattano le rifrazioni astronomiche di perturbazioni planetarie, dell'equilibrio di masse di fluido (con perturbazione si intendono le alterazioni dell'orbita di un corpo causate da interazioni di altri oggetti)

((13)) James Glaisher (1809-1903), astronomo, meteorologo e aeronauta inglese. E' uno dei pionieri della *scienza meteorologica* e dell'*aeronautica*. Si interessò di umidità dell'aria e pubblicò, nel 1845, delle tabelle dei punti di rugiada per la misurazione dell'umidità, anche in quota raggiungendo, con un pallone aerostatico, quasi fino a 10000 m.

((14)) Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande (1732-1807), direttore dell'osservatorio di Parigi dal 1795, grazie all'introduzione del cannocchiale, compilò il suo **catalogo astronomico** (*) di 47390 stelle, pubblicato col titolo *Histoire Celeste Française*. E' ricordato anche per una pubblicazione riguardante le costellazioni nella quale aveva apportato una sostanziale aggiunta di costellazioni alle precedenti 48 antiche. Una stella da lui messa a catalogo oggi porta il suo **nome**: è la **stella Lalande 21185**. Tra i tanti suoi calcoli astronomici ricordiamo anche la sua misura, fatta nel 1810, dell'inclinazione dell'eclittica sul piano equatoriale: **obliquità eclittica = 23°27'57"**.

Frequento l'astronomo italiano **Giuseppe Antonio Slop** (1740-1808) che considerava uno degli astronomi più preparati dell'epoca. Quest'ultimo viene ricordato, in particolare:

- per i calcoli di due comete del 1769 e del 1770 pubblicati sotto il titolo “*Teoria Comentarum*”,
- per l'osservazione di Urano, considerato da Herschel una cometa, che invece stabilì, per primo, che si trattava di un pianeta.

(*) I cataloghi astronomici sono elenchi in cui sono riportate le coordinate celesti, ad una determinata epoca, di un certo numero di stelle. Nei cataloghi antichi erano riportate, per ognuna stella di quell'elenco, le coordinate *uranografiche eclittiche* (*latitudine celeste β* e *longitudine celeste λ*); nei cataloghi attuali sono riportate le coordinate *uranografiche equatoriali* (*ascensione retta α* e *declinazione δ*).

((15)) Giovanni Domenico Cassini (1625-1712) astronomo e ingegnere italiano. Scopri quattro satelliti del pianeta Saturno e notò la divisione degli anelli dello stesso pianeta detta “Divisione Cassini”. Costruì una carta topografica della Francia, dove si era stabilito. La fine del secolo XVII vide la fondazione di due importanti osservatori astronomici: quello di Greenwich e quello di Parigi; Cassini fu direttore del secondo dal 1672 al 1712.

((16)) Galilei Galileo (1564-1642), matematico, fisico, astronomo e accademico italiano, fu allievo del matematico **Ostilio Ricci** (1540-1603) (a sua volta allievo di Nicolò Fontana (Tartaglia)) che lo indirizzò ad uno studio volto all'aspetto applicativo della materia.

Nel suo trattato “*Il Saggiatore*” pubblicato nel 1623, scrive di avere saputo che un olandese aveva costruito un particolare occhiale che consentiva di vedere cose lontane come fossero vicine, così che fu invogliato a costruirne uno personalmente; dopo tanti tentativi ne costruì uno che consentiva di ingrandire le cose fino a quasi mille volte e ad avvicinarle più di trenta volte: era così nato il “*cannocchiale*” e conseguentemente la rivoluzione della ricerca astronomica. Nel seguente affresco di Giuseppe Bertini (1825-1898, pittore milanese e direttore dell'Accademia di Belle Arti di Brera), è immortalato Galileo Galilei che presenta il suo cannocchiale al doge Leonardo Donati.



Galilei è considerato il padre della scienza moderna, è infatti il fulcro della *rivoluzione scientifica* per avere dato chiaramente inizio al metodo scientifico detto per l'appunto "*metodo galileiano*". Di grande valore scientifico e filosofico è il suo trattato "*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*" nel quale, in particolare, viene respinto il sistema tolemaico-aristotelico a favore di quello copernicano. Riporto il frontespizio della prima edizione del "Dialogo"



► Galilei astronomo.

Tra le tante esplorazioni del cielo, scoprì i satelliti di Giove, le fasi di Venere, le macchie solari; si interessò anche della *selenologia* (studio delle caratteristiche della superficie della Luna) e, nel 1609, disegnò una mappa del nostro satellite; questo studio continuò con l'utilizzo di sempre più sofisticati telescopi, arrivando ad ottenere mappe precise grazie anche all'impiego dei satelliti artificiali.

► Galilei matematico.

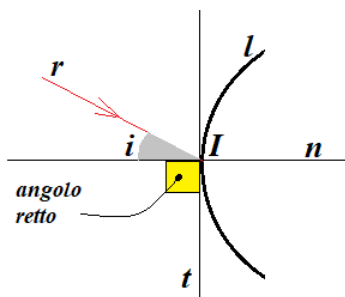
- fu il precursore del "*teorema degli zeri delle funzioni continue*" (determinazione dello zero di una funzione continua f , in un suo intervallo $[a, b]$, tale che $f(a)$ e $f(b)$ assumano valori numerici con segno opposto). Oggi facilmente risolvibile con l'uso di metodi delle successive approssimazioni (reso veloce e sicuro con l'uso di opportuni software), argomento facente parte del "*calcolo numerico*"

- contribuì allo studio sui fondamenti dell'analisi infinitesimale; è pur vero che nei suoi scritti non emergono grandi idee su questo argomento, ma è presumibile che abbia suggerito oralmente le sue idee a colleghi e discepoli perché intorno a lui si sviluppò una scuola di validi analisti: Bonaventura Francesco Cavalieri (1598-1647), Isaac Barrow (1603-1677), Evangelista Torricelli (1608-1647), Michelangelo Ricci (1619-1682), Vincenzo Viviani (1622-1703). Tra i tanti argomenti fu trattata la determinazione di aree, ma fu Pietro Mengoli (1626-1686) a dare la prima rigorosa definizione, per così dire, di integrale definito come limite di una successione di somme integrali per eccesso e per difetto, precisamente dell'integrale che oggi rappresentiamo col simbolo $\int_a^b f(x)dx$, anticipando in tal modo di più di un secolo e mezzo la definizione attuale dovuta a Augustin-Louis Cauchy (1789-1857). Evangelista Torricelli è il precorritore di una delle questioni più significative dell'analisi funzionale: la proprietà, per l'operazione della derivazione, di essere l'inversa dell'operazione di integrazione.

► Galilei fisico.

Si interessò di balistica (il primo a trattare teoricamente questo problema fu Nicolo Fontana) e nella sua pubblicazione “*Quesiti ed invenzioni diverse*”, dimostrò che la traiettoria di un corpo lanciato in alto, soggetto all'azione della gravità, è una parabola. Trattò il problema della determinazione del massimo e del minimo di una funzione e, in particolare:

- trovò che la gittata di una palla che viene sparata da un cannone dipende dall'angolo di inclinazione del mortaio rispetto al terreno e che, nel vuoto, la massima gittata si ottiene quando quest'angolo è 45° ; trovò anche le massime altezze raggiunte dalle palle in funzione dei vari angoli di inclinazione;
- intuì per primo che una palla sparata da un cannone avanza sotto l'azione di una velocità verticale e di una orizzontale, indipendenti l'una dall'altra e il vettore velocità (risultante delle due precedenti velocità) è tangente, istante dopo istante, alla traiettoria del proiettile; Galilei aveva raggiunto un memorabile risultato: aveva collegato la geometria pura con la dinamica. Pertanto un arco di curva poteva essere determinato non solo per punti, ma anche per tangenti.
- studiò il moto dei pianeti intorno al Sole per cercare la loro minima e massima distanza dal Sole.
- Ovviamente si interessò di rifrazione al fine di studiare il passaggio di un raggio luminoso attraverso una lente; quindi nasceva il problema di trovare la tangente t ad una curva (nel caso dell'ottica è la lente l) perché l'angolo che interessa è l'angolo i formato dal raggio r con la normale n , perpendicolare alla tangente t nel punto di incidenza I .



► La creazione dell'*analisi infinitesimale*, di cui Galilei ne fu il pioniere, è l'opera più maestosa di tutta la matematica. Considerato che la matematica è “*scienza pura*” e quindi si può studiare indipendentemente dalle sue applicazioni, il calcolo infinitesimale, nel XVII secolo, nacque per studiare determinati problemi scientifici. Oggi, risistemato dai matematici dei secoli successivi, è alla portata di studenti ed amatori, inoltre aggiornato col metodo delle successive approssimazioni (*calcolo numerico*) consente di risolvere problemi tecnici ottenendo i risultati desiderati ovvero affetti da un errore minore del massimo prestabilito.

► Riguardo alla rappresentazione di un arco continuo di curva per punti o per tangenti riporto il seguente:

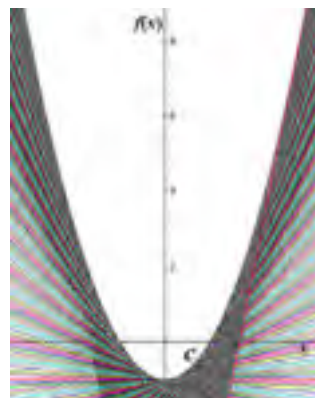
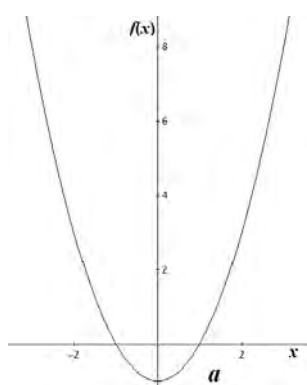
ESEMPIO.

La funzione $f(x) = x^2 - 1$ è quella della parabola avente asse coincidente con l'asse delle ordinate, vertice $V(0, -1)$ e concavità rivolta verso l'alto; il suo grafico è riportato in figura *a*.

il programma VECTOR (DERIVE.6) #1: VECTOR($[\alpha, \alpha^2 - 1], \alpha, -3, 3, 0.05$), in esecuzione porge le coordinate di 121 punti della parabola (figura *b*).

Tenuto conto che è:

$f'(x) = 2 \cdot x$, segue che la generica retta tangente alla parabola nel punto corrente di ascissa α , è $y - (\alpha^2 - 1) = 2 \cdot \alpha \cdot (x - \alpha)$, ovvero $y = 2 \cdot \alpha \cdot x - \alpha^2 - 1$.
il programma #2: VECTOR($2 \cdot \alpha \cdot x - \alpha^2 - 1, \alpha, -3, 3, 0.01$), in esecuzione porge le equazioni di 601 rette tangenti alla parabola (figura *c*).

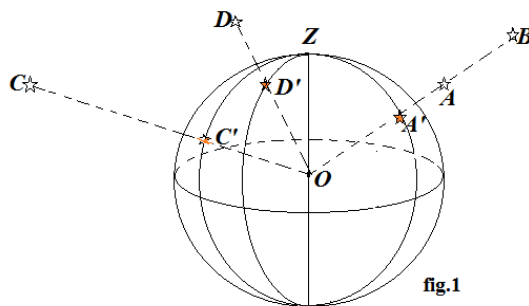


NOTA. Per inquadrare in un corretto contesto storico-culturale-scientifico la figura di questo scienziato, invito il lettore a documentarsi sulla pubblicazione “Galileo Galilei” del matematico, filosofo, epistemologo Ludovico Geymonat (1908-1991), accademico italiano tra i più importanti del 900.

☐ **Prima di continuare con gli astronomi citati nel brano di Bemporad, ritengo opportuno presentare la “sfera celeste” e le “coordinate” che, su di essa, vengono usate.**

((17)) LA SFERA CELESTE

Un qualunque osservatore che guardi, di notte, il cielo stellato, vede gli astri visibili come fossero posti tutti alla stessa distanza dal suo occhio, anche se, come è in realtà, essi hanno distanze molto differenti dalla Terra.



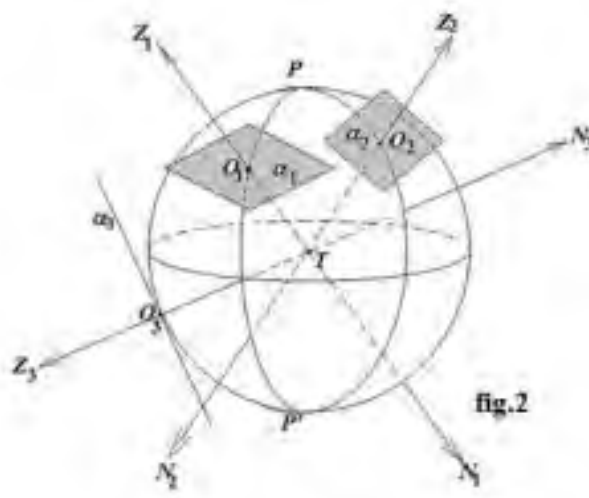
Così, in fig.1, l'osservatore *O*, posto in un certo punto della superficie terrestre, vede:

- l'astro *A* in *A'*, e non può vedere l'astro *B*, coperto da *A* ;
- l'astro *C* in *C'*;
- l'astro *D* in *D'*.

Pertanto non si è interessati alle distanze delle stelle, ma solo alle loro **direzioni**. Questa illusione ottica (si sa, infatti, che i limiti di distanza visuale dell'uomo sono dovuti al divario trasversale dei propri occhi e che quindi egli vede la sua massima distanza, in tutte le direzioni, in modo da creare il luogo di ugual distanza che è proprio una superficie sferica) ha suggerito all'uomo di immaginare l'esistenza di una sfera sulla cui superficie siano disseminati tutti i corpi celesti.

Nasce così l'**astronomia sferica**.

Nella fig.2 sono riportati tre osservatori O_1, O_2, O_3 , posti sulla superficie sferica terrestre, a cui corrispondono i propri piani orizzontali $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, le cui verticali segnano le direzioni con verso dei rispettivi **zenit** Z_1, Z_2, Z_3 e dei rispettivi **nadir** N_1, N_2, N_3 (avendo indicato i poli genericamente con P e P' , gli osservatori O_1 e O_2 sono nell'*emisfero boreale* ed O_3 è nell'*emisfero australe* se P è il *polo nord*; è il contrario se P è il *polo sud*).



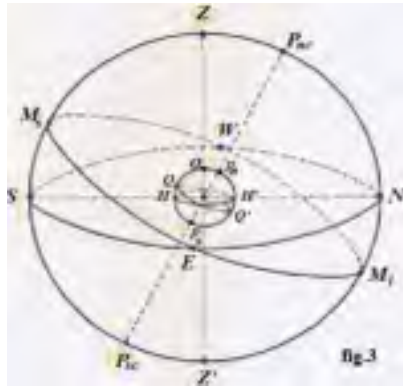
Lo zenit è quindi il punto della superficie sferica celeste in corrispondenza biunivoca con l'osservatore. Essendo la Terra una figura tridimensionale convessa è giustificata la corrispondenza biunivoca prima citata.

Zenit e nadir sono parole che provengono dall'arabo e precisamente:

- *zenit* proviene da *AS-SUMUT = DIREZIONE DELLA TESTA*
- *nadir* proviene da *NAZIR AL-SAMT = corrispondente dello zenit*

La **sfera celeste** è quindi una sfera immaginaria, di raggio arbitrario, avente centro nell'occhio di un osservatore e viene rappresentata con disegni indicativi; solitamente si considera il piano del disegno coincidente col piano meridiano dell'osservatore (in fig.3 il piano del meridiano $P_{nc}ZP_{sc}$).

Allo scopo di spiegare la nascita della sfera celeste, considero per ora quella che ha per centro il centro della Terra (sfera geocentrica),



In fig. 3 sono rappresentate due sfere concentriche, la Terra e la sfera celeste (di raggio arbitrario); gli elementi geografici della Terra determinano gli elementi astronomici sulla sfera celeste:

- l'osservatore O determina lo zenit Z ,
- l'equatore terrestre QQ' determina l'equatore celeste $M_s M_i$,
- l'orizzonte HH' determina l'orizzonte vero od astronomico SN ,
- il meridiano $p_n Op_s$ dell'osservatore individua il meridiano celeste $P_{nc} Z P_{sc}$ detto meridiano superiore dell'osservatore.

Come si rileva, gli elementi astronomici della sfera celeste sono proiezioni degli elementi geografici della sfera terrestre; così che, essendo l'arco QO uguale alla latitudine φ dell'osservatore, anche l'arco $M_s Z$ è uguale alla latitudine φ (il *nadir*, nelle figure che rappresentano sfere celesti, è uso indicarlo con la lettera Z' perché la lettera N esprime il punto cardine nord).

Le precedenti considerazioni ci consentono di considerare la Terra puntiforme, ed in tale punto sia posto l'osservatore.

Queste figure sono dette *proiezioni scenografiche*; in esse non si possono fissare o rilevare tutti gli elementi del triangolo ZAP , con le rispettive reali misure, tranne quelle che si misurano sul circolo meridiano (declinazione δ , distanza polare p , altezza h , distanza zenitale z , latitudine φ , colatitudine c ; nel caso della figura, è:

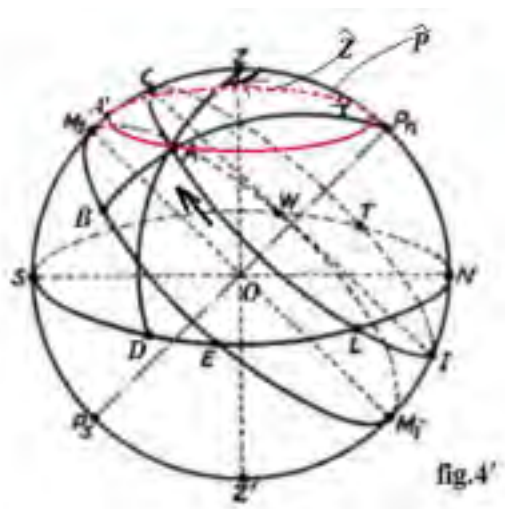
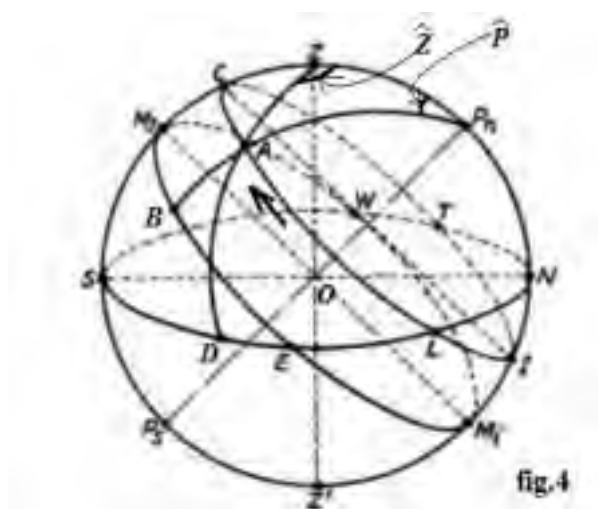
$$\delta = \text{arco} BA = \text{arco} M_s C, \quad p = \text{arco} P_n A = \text{arco} P_n C, \quad h = \text{arco} DA = \text{arco} SA', \\ z = \text{arco} ZA = \text{arco} ZA' \quad (\text{per } h \text{ e } z \text{ vedi fig. 4'}) \quad \varphi = \text{arco} M_s Z, \quad c = \text{arco} Z P_n$$

Ma cosa sono tutti questi elementi?

- φ è la **latitudine** ovvero una delle coordinate della superficie terrestre (l'altra, come è noto, è la longitudine), la cui definizione è: *distanza sferica di un punto della superficie terrestre dall'equatore terrestre* (nel nostro caso il punto è l'osservatore O il cui zenit è Z), *contata dall'equatore da 0° a 90° , positivamente verso il polo nord geografico, negativamente verso il polo sud geografico*.
- c è la **colatitudine** definita come il complemento della latitudine: $c = 90^\circ - |\varphi|$.
- δ è la **declinazione** dell'astro la cui definizione è: *distanza sferica dell'astro dall'equatore celeste, contata dall'equatore celeste da 0° a 90° , positivamente verso il polo nord celeste, negativamente verso il polo sud celeste*.
- p è la **distanza polare** dell'astro la cui definizione è: *distanza sferica dell'astro dal polo elevato* (è il polo celeste omonimo alla latitudine dell'osservatore), *contata da 0° a 180° , sempre positivamente*. La

relazione tra δ e p è $p = 90^\circ - (\pm \delta)$ nella quale si sceglie il segno “+” se φ e δ sono omonime ed il segno “-” se φ e δ sono eteronime.

- h è l'**altezza** dell'astro la cui definizione è: *distanza sferica dell'astro dall'orizzonte astronomico, contata dall'orizzonte astronomico da 0° a 90° , positivamente verso lo zenit (elevazione), negativamente verso il nadir (depressione).*
- z è l'**distanza zenitale** dell'astro la cui definizione è: *distanza sferica dell'astro dallo zenit, contata da 0° a 180° , sempre positivamente.* La relazione tra h e z è $z = 90^\circ - (\pm h)$ nella quale si sceglie il segno “+” se l'astro è elevato (sopra all'orizzonte) ed il segno “-” se l'astro è depresso (sotto all'orizzonte).



OSSERVAZIONE. E' noto che il luogo di punti della superficie terrestre di egual latitudine si chiama **parallelo** (sarebbe più corretto chiamarlo *parallelo di latitudine*). Allo stesso modo dell'esistenza del parallelo di latitudine sulla superficie terrestre, esistono paralleli, sulla superficie celeste, rispettivamente all'equatore celeste e all'orizzonte celeste, e precisamente:

- il luogo di punti della superficie celeste di egual declinazione si chiama **parallelo di declinazione** (in fig.4' il cerchio minore *ILCT*),
- il luogo di punti della superficie celeste di egual altezza si chiama **almicantarato** che sta per **parallelo d'altezza** (in fig.4' il cerchio minore rappresentato in colore rosso)

Al fine di dare al lettore una più adeguata delucidazione, ripeto quanto segue:

Nella fig.4, è:

- l'*osservatore* O posto al centro della sfera,
- Z lo *zenit*,
- P_n il *polo elevato*; ciò significa che l'osservatore è posto ad una latitudine φ di nome nord, ovvero è situato in un punto dell'emisfero boreale; come abbiamo detto, è $\varphi = M_s Z$, per cui, per una nota proprietà geometrica, è: $NP_n = \varphi$, ovvero l'altezza del polo elevato è uguale alla latitudine dell'osservatore. Questa considerazione fa capire come, anche anticamente, il navigante potesse avere informazioni sulla propria latitudine, misurando l'altezza della stella Polare, essendo quest'ultima molto prossima al polo nord.

- M_sEM_iW l'equatore celeste; M_s è detto *mezzo cielo superiore* ed è il punto di intersezione tra il meridiano superiore P_nZP_s dell'osservatore con l'equatore celeste.

((18)) COORDINATE LOCALI DEGLI ASTRI

► Coordinate altazimutali ortogonali:

- **azimut**: arco di orizzonte (indicato con la lettera α) compreso tra il punto cardine N e il verticale dell'astro, contato da 0° a 360° nel senso orario, per un ipotetico osservatore che posto allo zenit guardi l'orizzonte (in figura è l'arco di orizzonte AD)
- **altezza**; già definita.

► Coordinate orarie ortogonali:

- **angolo orario o tempo dell'astro**: arco di equatore (indicato con la lettera t) compreso tra il mezzocielo superiore M_s e il meridiano dell'astro, contato da 0° a 360° (o da 0^h a 24^h) nel senso orario per un ipotetico osservatore che posto al polo celeste nord guardi l'equatore (in figura è l'arco di orizzonte M_sWM_iB).

OSSERVAZIONE. Questa definizione nasce nel 1954, infatti le effemeridi degli anni precedenti contavano il tempo dell'astro a partire dal mezzocielo inferiore; questo fatto è stato l'input di questa trattazione.

- **Declinazione**; già definita.

■ In navigazione astronomica si lavora nel triangolo sferico, detto *triangolo di posizione*, avente per vertici lo zenit, il polo elevato e l'astro (in figura è il triangolo ZP_nA); nasce quindi l'esigenza di definire i sistemi di coordinate polari:

► Coordinate altazimutali polari:

- **angolo azimutale**: è l'angolo sferico (indicato con il simbolo $\hat{Z}$), minore od uguale a 180° , avente per vertice lo zenit, compreso tra il verticale del polo elevato e quello dell'astro. Ha il prefisso N o S a seconda che il polo elevato sia il polo nord o il polo sud e il suffisso E o W a seconda che l'astro sia nell'emisfero est od ovest rispetto al meridiano dell'osservatore (in figura approssimativamente potrebbe essere $\hat{Z} = N120^\circ E$)
- **distanza zenitale**; già definita.

► Coordinate orarie polari:

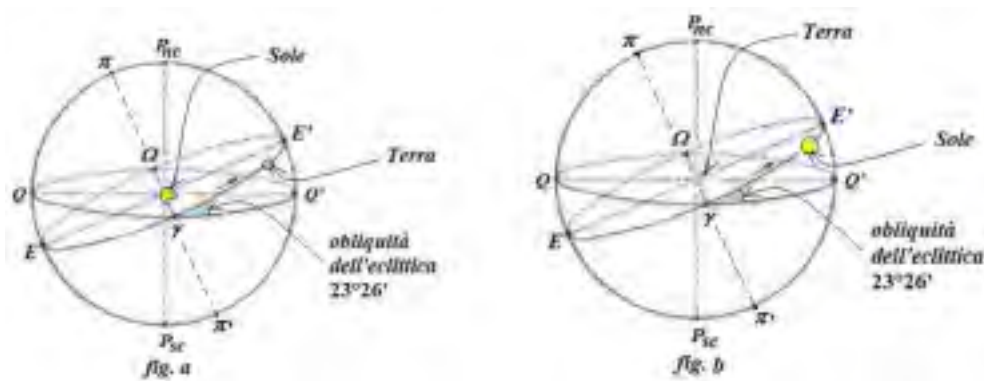
- **angolo al polo**: è l'angolo sferico (indicato con il simbolo $\hat{P}$), minore od uguale a 180° (o da 0^h a 12^h), avente per vertice il polo elevato, compreso tra il meridiano superiore dell'osservatore (quello che passa dallo zenit) e quello dell'astro (in figura approssimativamente potrebbe essere $\hat{P} = 30^\circ E$),
- **declinazione**; già definita.

((19)) COORDINATE URANOGRAFICHE DEGLI ASTRI

Sono coordinate indipendenti dall'osservatore, proprio in contrapposizione alle coordinate orarie ed altazimutali che cambiano di luogo in luogo.

La terminologia di queste coordinate deriva dalla parola *uranografia*, derivante dalla parola greca *ouranographia* ottenuta dall'accostamento delle parole *ouranós* e *graphia* che significano rispettivamente *cielo* e *grafia* cioè il cielo che viene scritto.

Prima di definire queste coordinate presento l'**eclittica**: sulla sfera celeste è la circonferenza massima $E\gamma E'\Omega$, inclinata di circa $23^\circ 26'$ sull'equatore $Q\gamma Q'\Omega$ ovvero è la proiezione, sulla sfera celeste, dell'orbita che descrive la Terra, nel suo moto di rivoluzione, attorno al Sole (fig. a). In apparenza è il Sole che descrive l'eclittica nel senso antiorario per un ipotetico osservatore che, posto al polo nord, guardi l'eclittica (fig. b).



- il punto γ è detto *equinozio^(I) di primavera* o *punto equinoziale di primavera*, o *primo punto di Ariete*, o *punto vernale* (dalla parola latina “ver” la cui traduzione in italiano è “primavera”)
- il punto Ω è detto *equinozio^(I) di autunno* o *punto equinoziale di autunno*, o *primo punto della Bilancia*.

(I) Dal latino “*aequinoctium*”, derivato a sua volta dalla locuzione “*aequa nox*”, cioè «notte uguale (per durata) al dì»); gli equinozi si verificano, durante il moto di rivoluzione della Terra, quando il Sole si trova allo zenit dell'equatore.

► I due punti E ed E' , con *distanza sferica^(II)* di 90° dagli equinozi e di $23^\circ 26'$ dall'equatore sono detti *punti solstiziali*, e precisamente:

- il punto E , situato nell'emisfero sud, è detto *solstizio^(III) d'inverno*,
- il punto E' , situato nell'emisfero nord, è detto *solstizio^(III) d'estate*.

(II) Si dice *distanza sferica* fra due punti su una superficie sferica l'arco di circonferenza massima, minore di mezza circonferenza, avente per estremi quei punti. La *distanza sferica* viene normalmente misurata in gradi e corrisponde all'angolo al centro sotteso dal sopradetto arco.

DISTANZA. Deriva dalla parola latina *distantia*, derivante, a sua volta, da *distare*. In *matematica*, parlando di distanza tra i punti A e B , occorre che sia chiaro quale è lo spazio S su cui stiamo considerando i punti A e B e come è stata definita la *distanza*, intesa come funzione che a due punti di S associa un numero *reale non negativo*. Sul piano la distanza tra due punti A e B si dice *distanza euclidea*: due punti di una retta dividono quella retta in tre parti: un segmento e due semirette; è la lunghezza di quel segmento che ci porge la distanza euclidea e quindi la strada più corta, in cui lo spazio S è il piano. Sulla superficie sferica due punti su un circolo massimo lo dividono in due archi non uguali, se i punti non sono diametralmente opposti; ed è il *minore* dei due archi che esprime la *distanza* tra i due punti: essa, come sappiamo, è detta *distanza sferica*, in cui lo spazio S è la superficie sferica; in nautica questa distanza e si dice *ortodromia*. Gli antichi greci avevano chiaro il concetto di distanza sferica tanto che l'arco di circolo massimo, minore di 180° , l'hanno chiamato *ortodromia* che proviene dall'accostamento delle due parole *ορθος-δρομια* che significano rispettivamente *diritto - corsa*, avendo ben chiaro il fatto che la circonferenza massima su di una superficie sferica è l'equivalente della retta sul piano.

(III) Dall'accoppiamento delle parole latine “*Sol -sistere*” che tradotte in italiano significano “*Sole-fermare*”; infatti il Sole brilla, alla latitudine di $45^\circ N$ (latitudine di **Camogli**, mia città natale e di residenza) per circa 15 ore e mezza, dando vita così al di più lungo dell'anno, tal che all'indomani inizierà il processo inverso.

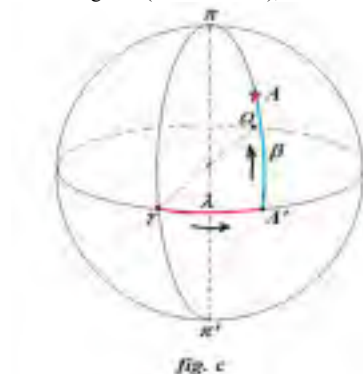
► *coordinate uranografiche eclittiche:*

è un sistema di coordinate sferiche ortogonali, aventi per base l'*eclittica* e per origine il *meridiano d'eclittica* passante per il punto γ ; esse sono:

- la *latitudine celeste* o *latitudine eclittica* β ; essa è l'arco di meridiano di eclittica compreso tra l'eclittica e l'astro, misurata da 0° a 90° dall'eclittica verso i poli celesti ed ha nome nord o sud, a seconda che l'astro sia nell'emisfero nord o sud, rispetto all'eclittica stessa; in particolare, è:
 - la latitudine celeste del polo nord π d'eclittica è: $\beta = 90^\circ N$,
 - la latitudine celeste del polo sud π' d'eclittica è: $\beta = 90^\circ S$,
 - tutti i punti dell'eclittica hanno latitudine celeste nulla: $\beta = 0^\circ$.
- la *longitudine celeste* o *longitudine eclittica* λ ; essa è l'arco di eclittica, compreso tra il punto γ e il piede del meridiano d'eclittica passante per l'astro; si misura da 0° a 360° nel senso diretto (ovvero antiorario) per un ipotetico osservatore che, posto al polo nord π , guardi l'eclittica.

OSSERVAZIONE. La latitudine celeste è pressoché costante per le stelle per un durevole periodo di tempo (alcuni anni), mentre la

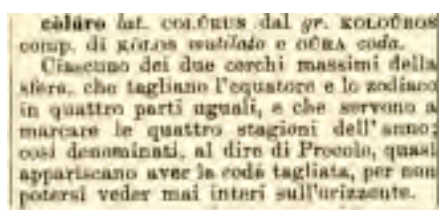
longitudine celeste aumenta, per le stelle, ogni anno di $50.25''$; questo aumento è provocato dalla precessione degli equinozi, evento per cui il punto γ si sposta annualmente, nel senso retrogrado (ovvero orario), sull'eclittica di $50.25''$.



NOTA. Nei cataloghi astronomici antichi (vedi par.14) erano riportate, per ognuna stella di quell'elenco, le coordinate *uranografiche eclittiche* (latitudine celeste β e longitudine celeste λ)

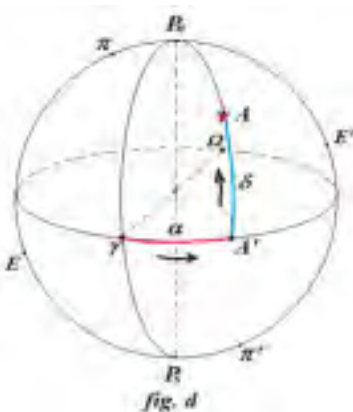
► coordinate uranografiche equatoriali:

è un sistema di coordinate sferiche ortogonali, aventi per punto fondamentale il *polo celeste nord* P_{nc} , per base l'*equatore celeste* e per origine il *meridiano* passante per il punto γ (detto *coluro degli equinozi*);



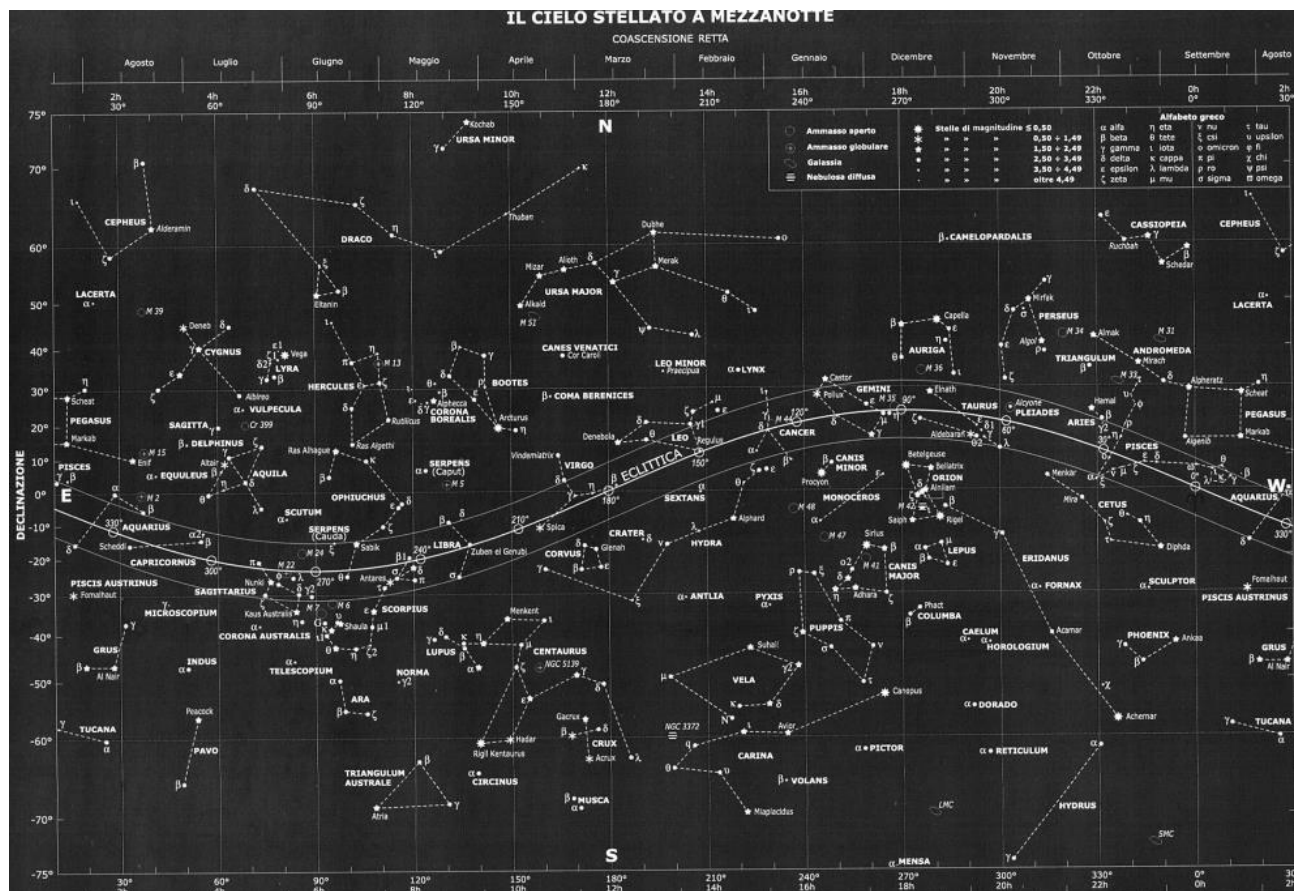
esse sono:

- l'**ascensione retta** α ; essa è l'arco di equatore celeste compreso tra il punto γ e il piede A' del meridiano passante per l'astro A , misurato da 0° a 360° (o da 0^h a 24^h) nel senso diretto (o antiorario) per un ipotetico osservatore che, posto in P_{nc} , guardi l'equatore celeste,
- la **declinazione** δ , già definita nel sistema di coordinate locali orarie ortogonali.



NOTA. Nei cataloghi astronomici attuali (vedi par.14) sono riportate, per ognuna stella di quell'elenco, le coordinate *uranografiche equatoriali* (ascensione retta α e declinazione δ)

Riporto la carta stellare, presa dalle effemeridi nautiche, corredata dalla spiegazione per la conseguente lettura:



The Star Chart has been worked out in Mercator projection, for a limited range of declination from 75° N to 75° S. The observer being located in the Northern hemisphere, the chart should be consulted by looking South.

First of all the observer's Zenith position should be established, at 00° 00' (midnight) it may be determined on the chart by reading the appropriate date on the Abacus and the latitude (ordinate) on the declination scale. For times other than midnight, the Zenith should be moved along the declination parallel by a length, to be read on the right ascension scale, equal to the difference between the local time and midnight, respectively.

Example Pick, on the chart, the Zenith position at 0000 hours, local time, on December 1, at the latitude of 45° N.

The Midnight Zenith is located on the declination parallel at 45° N and on the ascension meridian at 1900 hrs (corresponding to December 1); at 0000 hrs local time it will be indicated by 0 hours sidereal time, corresponding to 1300 hrs on the right co-ascension meridian, close to "Ursa Major".

Once the Zenith position at a definite time has been fixed, if the observer faces South and looks at his Zenith, while holding the chart up against the sky with the meridians placed North-South, and the Zenith on the chart pointing to his Zenith, he will see Eastwards the stars that on the chart are on the left side of the Zenith and Westwards those that are on the right, Northwards those above it, and Southwards the stars shown below the Zenith, in the area between the Zenith parallel on the chart (corresponding to the observer's latitude) and the parallel deriving from the position of the observer's (or the Zenith) latitude minus 90°.

Example An observer situated at a latitude of approx. 35° N facing South, will be able to see the sky portion between the 35° N parallel and the zero parallel (minus 90°), equal to 55° S.

* This Star Chart can be used also for observing being placed in the Southern Hemisphere with suitable changes North being open the chart.

La carta del cielo stellato è costruita in rappresentazione cilindrica, limitata per paralleli di declinazione 75° Nord e 75° Sud.

Per un osservatore posto nell'emisfero Nord la carta deve essersi consultata rivolgendosi lo sguardo verso Sud (*).

La prima operazione da compiere è quella di stabilire e fissare la posizione dello Zenit dell'osservatore che alla 00° 00' locali (mezzanotte), sulla carta è corrispondente dalla scala (ascissa) al data (latitudine) (ordinate). Per altri orari dovrà essere derivato lo sguardo verso Sud (*).

Per ore diverse dalle mezzanotte, lo Zenit deve essere spostato lungo il (parallelo) di declinazione di una quantità, letta sulla scala delle ascendenze rette, pari alla differenza di ore, verso West (ora precede la mezzanotte) verso Est (ora segue la mezzanotte).

Esempio Trovare sulla carta la posizione dello Zenit alle ore 0000 locali del gennaio 1 osservato in latitudine 45° Nord.

Lo Zenit a mezzanotte si trova sul parallelo di declinazione 45° Nord e sul meridiano retto di ascensione retta 13° 00' (corrispondente al 5 dicembre), alle ore 0000 locali si trova spostato verso l'Est, segnato sulla carta di 0 ore, ossia sul meridiano di ascensione retta 13° 00' in prossimità della costellazione dell'Ursa Major.

Una volta fissata la posizione dello Zenit per l'ora scelta, sempre con le spalle a Nord e lo sguardo al proprio Zenit, tenendo la carta del cielo stellato in alto, sollevata e colorata, con i meridiani in direzione Nord-Sud e con lo Zenit segnato sulla carta in direzione del proprio Zenit, si vedranno verso Est (ovvero la stella che sulla carta sono segnate a sinistra dello Zenit), verso ponente quelle segnate a destra dello Zenit, verso Nord le stelle segnate al di sopra dello Zenit e verso Sud quelle stelle segnate al di sotto dello Zenit in una fascia compresa fra il parallelo dello Zenit segnato sulla carta (che coincide con la latitudine dell'osservatore) e il parallelo risultante dalla differenza fra la latitudine dell'osservatore (o dello Zenit) meno 90°.

Esempio per un osservatore posto in un luogo in cui la latitudine è circa 35° Nord, rivolto verso Sud, la fascia di cielo visibile verso Sud sarà quella compresa fra il parallelo 35° Nord e quello di 35° N - 90° = 55° Sud.

* La carta del cielo stellato può essere consultata anche da un osservatore nell'emisfero Sud ma questa volta rivolgendosi verso Nord.

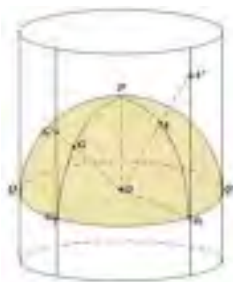
Questa carta stellare è in **rappresentazione cilindrica**.

► Sono sempre stato attratto dalla **cartografia terrestre**: ogni carta ha la propria caratteristica che dipende dall'uso che uno deve farne (per esempio la carta dell'ONU o **proiezione di Gall-Peters** è un particolare tipo di proiezione della Terra su un cilindro che, per non far torto a nessun paese, conserva le aree). Indubbiamente tutte hanno la stessa proprietà che consiste nella corrispondenza biunivoca tra i punti della superficie terrestre e quelli della carta, in modo tale che dalle note coordinate di un punto della Terra si possa determinare il punto sulla carta e viceversa le coordinate di un punto sulla carta si possa determinare il punto sulla Terra. La **proiezione cilindrica centrale** è l'anticipatrice della *carta di Mercatore*, per antonomasia *carta nautica* perché isogona (da *“iso – gono” = “uguale angolo”*)

Si considera:

___ la sfera terrestre di centro O e di raggio unitario per convenzione (in figura è $OA_1 = 1$),

___ un cilindro retto tangente all'equatore.



Con punto di vista nel centro della Terra, si proiettano tutti i punti della superficie terrestre sulla superficie cilindrica: per esempio il punto G (Greenwich) va nel punto G' , il punto A va nel punto A' e così via.

La carta cilindrica si ottiene sviluppando la superficie cilindrica su un piano; in essa l'equatore è rappresentato da una retta e i meridiani da rette ad esso perpendicolari e quindi tra loro parallele.



Assunti per assi cartesiani:

_____ la retta equatoriale (sviluppo dell'equatore), indicata con la lettera x ,

_____ la proiezione del meridiano di Greenwich, indicata con la lettera y ,

è $A(x, y)$.

Voglio scrivere la relazione che hanno le coordinate cartesiane sulla carta cilindrica con le corrispondenti coordinate geografiche.

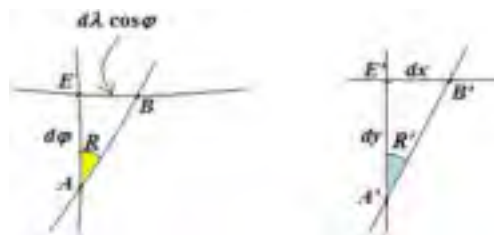
Nello sviluppo del cilindro l'equatore non subisce nessuna deformazione e quindi è:

$$x = \lambda;$$

dal triangolo rettangolo $OA_1 A'$, essendo $\angle A_1 \hat{O} A' = \varphi$, è:

$$A_1 A' = OA_1 \cdot \tan \varphi = 1 \cdot \tan \varphi \Rightarrow y = \tan \varphi$$

Verifico che questa carta non è isogona; allo scopo, considero i due seguenti triangoli infinitesimi, rispettivamente sulla superficie terrestre e sulla carta:



Dal primo, sulla sfera terrestre, si ha:

$$\tan R = \frac{d\lambda \cdot \cos \varphi}{d\varphi} \quad (1)$$

dal secondo, corrispondente del primo, sulla carta, essendo il differenziale $dy = d(\tan \varphi) = \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi}$.

si ha:

$$\tan R' = \frac{dx}{dy} = \frac{d\lambda \cdot \cos^2 \varphi}{d\varphi} \quad (2)$$

Dal confronto della (1) con la (2) ottengo:

$$\tan R' = \tan R \cdot \cos \varphi. \quad (3)$$

La (3) manifesta la non isogonia della carta cilindrica centrale tranne sull'equatore dove $\cos \varphi = 1$.

► Ebbene nella **carta stellare** si ha la stessa cosa, avendo l'avvertenza di sostituire:

- l'*equatore terrestre* con l'*equatore celeste*,
- i *meridiani terrestri* con i *meridiani celesti*,
- la *latitudine* φ e la *longitudine* λ di un punto della Terra rispettivamente con la *declinazione* δ e l'*ascensione retta* α di una stella.