

G5. Coordinate celesti

Premessa

Per individuare la posizione di un qualunque oggetto sulla sfera celeste occorrono naturalmente delle coordinate.

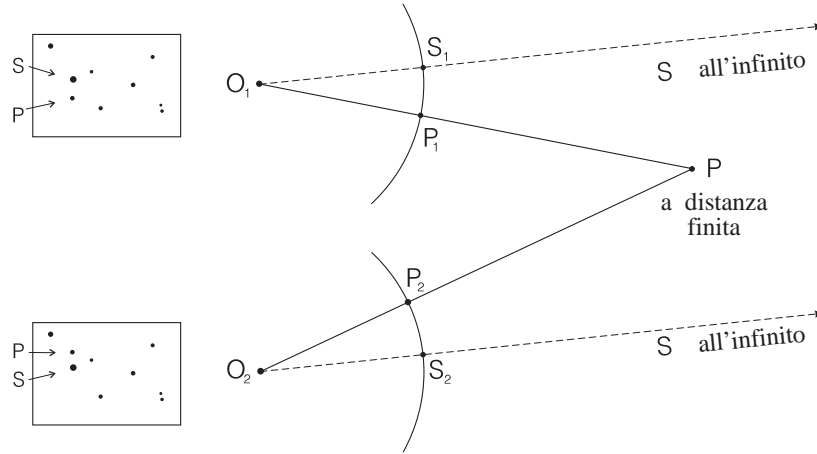


Fig. G5-1

La sfera celeste ha raggio indefinito, ma questo — come vedremo — non ha importanza: essa si suppone centrata nel punto dove sta l'osservatore. Se poi l'oggetto in esame è a distanza finita, ne segue che la sua proiezione sulla sfera varia col punto di osservazione (effetto di *parallasse*, fig. G5-1) per cui sono necessarie opportune correzioni. Torneremo più avanti sugli effetti di un cambiamento del punto di osservazione; per il momento punteremo l'attenzione solo sull'orientamento dei diversi sistemi di coordinate (SC) che verranno introdotti.

Le coordinate sulla sfera celeste sono sempre espresse in archi o in angoli, cioè sono coordinate polari, e ciò dipende sostanzialmente dagli strumenti e da come si usano. In ogni caso si comincia col descrivere sulla sfera un cerchio massimo: su di esso, a partire da un punto origine, e con un certo verso, si conta una prima coordinata. Fissato poi il polo principale, il meridiano che passa per il punto S (fig. G5-2) determina due archi OS' e $S'S$ (quest'ultimo positivo verso il polo principale) che sono le coordinate cercate. Le coordinate celesti sono dunque del tutto simili alle coordinate geografiche.

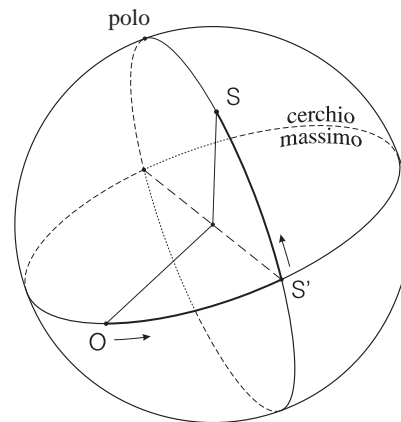


Fig. G5-2

Nota: A differenza delle tradizionali coordinate sferiche usate in matematica, la coordinata polare qui è misurata dal piano equatoriale verso il polo e non viceversa, col conseguente scambio del seno col coseno.

I cinque sistemi

Le coordinate più semplici sono quelle riferite all'orizzonte (coordinate *orizzontali* o *altazimutali*): come cerchio si assume l'orizzonte, come polo lo Zenit, come origine il Nord e come verso quello da Nord a Est (fig. G5-3). La coordinata sul cerchio massimo è detta *azimut* A , l'altra *altezza* h . Si usa anche la *distanza zenitale* z definita da $z = \pi/2 - h$. Il grande svantaggio di queste coordinate pur così immediate è che per uno stesso oggetto esse differiscono, e in modo complicato, da un punto all'altro della superficie terrestre.

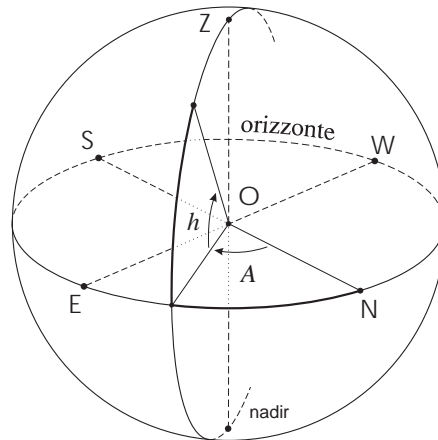


Fig. G5-3

Le coordinate che si riferiscono all'equatore sono di due tipi: *equatoriali meridiane* ed *equatoriali equinoziali*. Entrambe hanno come cerchio base l'equatore celeste e come polo il Polo Nord Celeste. Le prime hanno l'origine fissata al Mezzocielo Superiore (punto d'intersezione fra il meridiano sud e l'equatore); la coordinata lungo l'equatore è detta *angolo orario* H (oppure t) misurato in senso retrogrado (cioè verso Ovest), mentre l'altra, sull'arco di meridiano per il polo, è detta *declinazione* δ (fig. G5-4). Le coordinate equinoziali prendono invece come origine il punto d'Ariete e sono orientate in verso diretto. Sull'equatore si misura così l'*ascensione retta* α ; l'altra coordinata è ancora la declinazione (fig. G5-5). Da notare che a differenza delle equatoriali meridiane, le coordinate equinoziali di un corpo celeste non variano per effetto della rotazione terrestre.

H e α si misurano usualmente in unità di tempo, in quanto hanno un'immediata interpretazione in termini di intervalli di tempo: l'angolo orario di un astro dà il tempo (siderale) trascorso dall'ultimo suo passaggio al meridiano locale, l'ascensione retta di una stella che passa al meridiano dà il tempo trascorso dall'ultimo passaggio del punto γ . A ogni istante la somma dell'ascensione retta e dell'angolo orario di un corpo qualsiasi è indipendente dal corpo:

$$\alpha(t) + H(t) = \text{cost.} \quad (\text{G5.1})$$

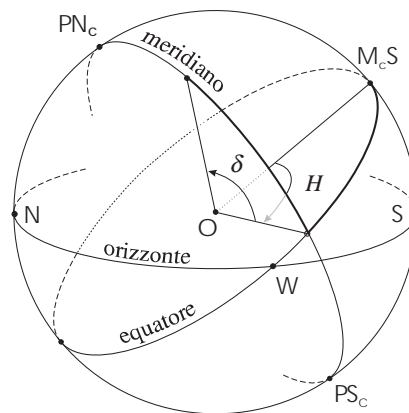


Fig. G5-4

G5-2

Tale somma è solo funzione del tempo, e anzi, come vedremo meglio al Cap. G9, essa definisce una scala di tempo, il *Tempo Sidérale* (TS) a quell'istante:

$$TS = \Theta(t) = \alpha(t) + H(t). \quad (G5.2)$$

Dalla definizione appare chiaro che il TS può essere pensato come angolo orario di una stella con ascensione retta uguale a zero, cioè posta sul cerchio orario del punto γ ; oppure come ascensione retta di una stella avente angolo orario uguale a zero, che sta cioè passando in quel momento al meridiano del luogo.

Le coordinate equinoziali sono le più usate e le più importanti in quanto non dipendono dal luogo di osservazione. Purtroppo per periodi lunghi dipendono dal tempo, a causa della *precessione degli equinozi*, del variare cioè della posizione del punto γ , e sono anche soggette alla *nutazione*, di cui riparleremo. Ciò comporta che si debba sempre specificare, oltre alla data di osservazione di un astro o di un fenomeno, anche la data di riferimento delle coordinate, che dà la posizione esatta dell'equinozio (punto γ).

Se le due date coincidono si parla di *coordinate* (più precisamente di *equatore ed equinozio della data* (sottinteso: di osservazione); altrimenti, la data di riferimento delle coordinate viene definita *epoca* delle coordinate. Ad esempio le osservazioni di un pianeta visibile per un certo periodo dell'anno vengono riferite a un'epoca opportunamente scelta entro l'anno; le posizioni delle stelle contenute nei cataloghi, e quindi utilizzate per molti anni, fanno riferimento a epoche concordate in sede di comunità scientifica, e dette perciò *epoche standard*. Attualmente l'UAI (Unione Astronomica Internazionale) raccomanda l'uso dell'epoca standard J2000.0, corrispondente alla posizione dell'equatore e dell'equinozio il giorno 1° Gennaio 2000 a mezzogiorno (locale) di Greenwich.

Le coordinate riferite all'eclittica (*eclittiche*) hanno importanza per lo studio del moto dei pianeti, proprio perché questi seguono all'incirca l'eclittica. Il polo è il polo nord dell'eclittica. I nomi delle coordinate sono *longitudine eclittica* λ e *latitudine eclittica* β ; l'origine della longitudine è ancora il punto γ

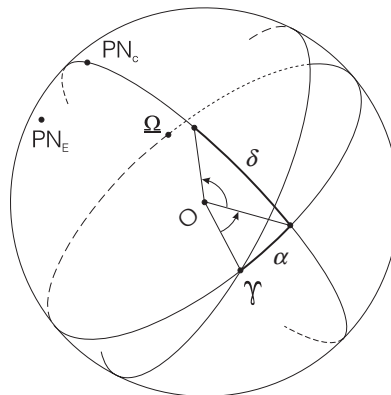


Fig. G5-5

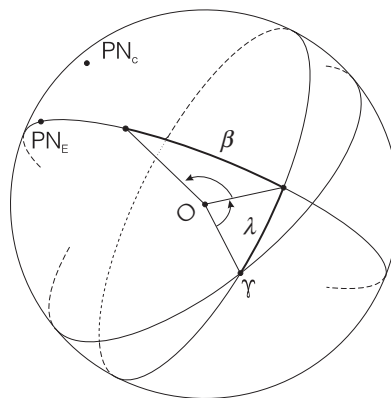


Fig. G5-6

(fig. G5-6). Anche le coordinate eclittiche risentono dello spostamento del punto γ (precessione e nutazione) e anche per esse si distingue quindi tra coordinate della data e coordinate riferite a una particolare epoca, eventualmente un'epoca standard.

Ci sono infine le coordinate *galattiche*, usate nello studio dei corpi fuori del sistema solare. Tenuto conto della forma della Galassia e della sua approssimativa simmetria, è naturale assumere il piano di simmetria come piano dell'equatore galattico. Resta il fatto tale piano non è però ben individuato e quindi non è facile definire operativamente l'equatore galattico; si procede allora per convenzione.

Si fissano dunque (fig. G5-7) le coordinate equinoziali del polo galattico: $\alpha = 12^{\text{h}}49^{\text{m}}$, $\delta = 27^{\circ}.4$ (equinozio 1950) da cui seguono l'ascensione retta del nodo ascendente dell'equatore galattico sull'equatore celeste $\alpha_{\Omega} = 18^{\text{h}}49^{\text{m}}$ e l'inclinazione $i = 62^{\circ}.6$. Occorre ancora fissare l'origine sul piano equatoriale: essa è definita in modo che la longitudine galattica del nodo ascendente sia $l_{\Omega} = 33^{\circ}$, ciò che fisicamente corrisponde a scegliere la direzione del centro della Galassia. Le coordinate equatoriali del centro galattico risultano allora $\alpha \simeq 17^{\text{h}}43^{\text{m}}$, $\delta \simeq -28^{\circ}.9$. Fatto questo si definiscono nel modo usuale la *longitudine* l e la *latitudine* b galattiche.

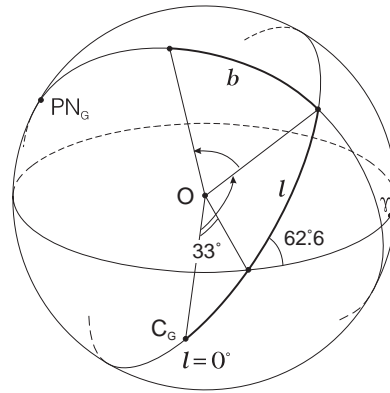


Fig. G5-7

Riassumiamo quanto si è detto in uno schema:

COORDINATE	Circolo fondam.	Origine	Verso	Polo	Nomi	Simboli
Orizzontali (Altazim.)	orizzonte	Nord	N \rightarrow E	zenit	azimut altezza	A h
Equatoriali Meridiane	equatore	Mezzocielo superiore	retr.	P. Nord	ang. orario declinazione	H, t δ
Equatoriali Equinoziali	equatore	Υ	dir.	P. Nord	asc. retta declinazione	α δ
Eclittiche	eclittica	Υ	dir.	P. N. ecl.	long. ecl. lat. ecl.	λ β
Galattiche	eq. gal.	def. conv.	dir.	def. conv.	long. gal. lat. gal.	l b

Scelta dell'origine

Torniamo adesso a parlare dell'origine del SC che, come detto, coincide spesso con il punto di osservazione. A parte i casi di osservazioni da satellite o da sonda spaziale, il punto di osservazione è normalmente un punto della superficie terrestre: le coordinate così definite sono dette *topocentriche* e dipendono ovviamente dalla località cui si riferiscono, anche in modo notevole per oggetti vicini come la Luna e i satelliti artificiali. Esclusi appunto questi casi, in generale le differenze sono molto piccole e vengono trattate come correzioni alle coordinate *geocentriche*, la cui origine è posta nel centro della Terra.

È ben noto però che nello studio del sistema solare un SC geocentrico crea inutili complicazioni: la rivoluzione copernicana prima di rappresentare una diversa visione cosmologica fu una tecnica astuta per semplificare i calcoli delle posizioni planetarie. Un SC la cui origine coincide con il centro del Sole è detto *eliocentrico*; attualmente però nello studio del sistema solare, essendo necessario basarsi su un riferimento inerziale, si fissa l'origine nel *baricentro* del sistema solare. La differenza non è irrilevante: il baricentro del sistema solare è approssimativamente sulla superficie del Sole.

Con ciò chiaramente non si esauriscono le possibili scelte: tra queste ci limitiamo a segnalare le coordinate *galattocentriche*, riferite al centro della Galassia.

Concludiamo sottolineando che sebbene in linea di principio la scelta dell'origine sia indipendente dalla scelta dell'orientamento del SC, in pratica non tutte le combinazioni hanno senso (ad es. non si parlerà mai di coordinate *altazimutali eliocentriche*).