

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCCXV.

1918

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXVII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1918

Astronomia. — *Sul prevalente addensamento degli afeli delle orbite cometarie intorno all'antiapice.* Nota del prof. P. BURGATTI, presentata dal Corrisp. A. DI LEGGE ⁽¹⁾.

Il chiar. prof. Armellini in un bell'articolo « *Le comete e il calcolo delle probabilità* » ⁽¹⁾ ha preso in esame il problema dell'origine delle comete; e, discutendolo ampiamente dal lato matematico e meccanico con la scorta delle ricerche antiche e moderne, è giunto alla conclusione che l'astronomia matematica non offre ragioni sufficienti per una sicura scelta fra la *teoria solare* e la *teoria stellare particolare*; le sole che possano contendersi il campo. Quest'ultima, ch'io proposi nel 1915 ⁽²⁾, offre nondimeno il vantaggio sull'altra di dar più facile ragione del fenomeno dell'addensamento degli afeli intorno all'antiapice, conformemente a quanto l'osservazione sembra indicare. A questo proposito il prof. Armellini ha dimostrato non potersi accettare l'ipotesi d'un « vento etereo » proposta dal Pickering; onde al presente non esiste alcuna spiegazione puramente meccanica di quel singolare fenomeno. In questa Nota io ne propongo una basata sopra certe considerazioni, che possono acquistare anche per sè sole una qualche importanza. Tale spiegazione è indipendente da qualunque ipotesi sull'origine delle comete; e però, confacendosi a tutte e due le teorie di sopra citate, non costituisce un mezzo per vagliarle; talchè rimane intatta per ora la menzionata conclusione dell'Armellini.

Nell'ordinaria meccanica celeste, che studia il movimento dei corpi costituenti il sistema solare, si trascura senz'altro l'attrazione delle stelle, giudicandola insensibile a cagione della loro enorme distanza. A questo si può obiettare che il numero delle stelle è anche straordinariamente grande, oltre che moltissima altra materia oscura è sparsa ovunque nell'universo; per modo che il numero potrebbe, per così dire, compensare la piccolezza delle singole attrazioni e dare una risultante piccola sì, ma non del tutto trascurabile. Come scoprire l'esistenza di tale forza? Si ammette, in seguito alle moderne ricerche astronomiche, che il Sole, come tutte le stelle, descriva nello spazio una immensa orbita a spirale. Se ciò è, e pare non potersi ormai porre in dubbio, l'esistenza di quella forza risulta palese, non potendo accadere un moto curvilineo senza l'azione d'una forza. Ma una forza della stessa natura agirà pure sopra un pianeta. Indicando con **F**

⁽¹⁾ Pervenuta all'Accademia il 22 ottobre 1917.

⁽²⁾ *Scientia*, vol. XXII, 1917. Ed. Zanichelli, Bologna.

⁽³⁾ *Acc. Scienze di Bologna: Osservazioni sull'origine delle comete*, 1915.

(vettore) la forza agente sull'unità di massa situata nel centro del Sole, con F_1 quella relativa alla stessa unità, ma situata in un pianeta, è visibile che, per l'estrema vicinanza del pianeta al Sole in paragone alle distanze stellari, le F e F_1 differiranno di tanto poco, che le perturbazioni da esse prodotte nei riguardi del moto del pianeta rispetto al Sole saranno *ultra-secolari*; e però, se pure avranno contribuito per un passato di migliaia di secoli a dare al sistema solare l'assetto presente, non possono essere poste in rilievo attraverso la breve storia astronomica che noi conosciamo. È dunque giustificato il loro abbandono tanto nello studio dei moti interni del sistema solare quali apparirono all'uomo nei pochi secoli di sua civiltà, quanto nelle previsioni degli stessi moti per parecchi altri secoli ancora. Ma per le comete si può affermare altrettanto? Se la cometa proviene dagli spazi interstellari; o se, pur appartenendo al sistema solare, ha lunghissimo periodo; quando essa si trova verso gli estremi confini della sfera d'azione del Sole, la sua distanza da noi è grandissima e tale permane per lungo tempo; perciò la F_1 ad essa relativa potrà differire dalla F , tanto in grandezza quanto in direzione, di quantità non del tutto trascurabile.

Indichiamo con f la forza con cui il Sole in S attrae la cometa in C , e con M e m le loro masse rispettivamente. Le equazioni del moto assoluto saranno

$$M \frac{d^2 S}{dt^2} = f + MF$$

$$m \frac{d^2 C}{dt^2} = -f + mF_1;$$

dalle quali si trae

$$\frac{Mm}{M+m} \frac{d^2(C-S)}{dt^2} = f - \frac{Mm}{M+m} (F - F_1).$$

Questa è l'equazione del moto di C rispetto ad S , equivalente al moto di una massa $Mm : (M+m)$ attratta da un centro con la forza f e sollecitata da un'altra forza

$$\frac{Mm}{M+m} (F - F_1).$$

Ora si può fare l'ipotesi semplificatrice che quest'ultima forza non varii in grandezza e direzione lungo un certo tratto dell'orbita cometaria molto lontano dal Sole; perchè, pur potendo quel tratto essere di lunghezza considerevole, sarà sempre piccolo appetto alle distanze delle stelle dalla cometa e dal Sole. Con ciò il moto della cometa lungo il tratto in discorso (rispetto al Sole) sarà definito dall'equazione

$$(1) \quad \frac{Mm}{M+m} \frac{d^2(C-S)}{dt^2} = f - \frac{Mm}{M+m} a,$$

ove a è un vettore costante.

Si potrà poi pensare tutta l'orbita divisa opportunamente in tanti tratti; per modo che \mathbf{a} , pur variando da tratto a tratto e convergendo rapidamente a zero passando dall'afelio (reale o ipotetico) al perielio, resti approssimativamente costante lungo ciascun tratto. Allora il ragionamento che si fa per un tratto, vale per tutti gli altri. Questo artificio, oltrechè essere suggerito dalla ragione sopra detta, è imposto dalla nostra ignoranza circa la legge di variazione della forza \mathbf{F} .

La (1) definisce il moto d'una massa $Mm : (M + m)$ attratta da un centro S con la legge di Newton e sollecitata da una forza di grandezza e direzione costante. Orbene, il prof. Armellini in una bella ricerca - *Sopra un'ipotesi del Pickering relativa alla frequenza degli afeli delle orbite cometarie nelle vicinanze dell'antiapice* - ⁽¹⁾ si è trovato a dover discutere quella medesima equazione, onde determinare l'effetto che potrebbe avere sulle comete la resistenza offerta dall'etere al moto traslatorio di tutto il sistema solare attraverso lo spazio. Egli ha concluso (e qui sarebbe inutile ripetere i suoi calcoli) che tale resistenza, equivalente in ultima analisi all'azione d'una forza costante $-\rho v$ agente sulla cometa insieme all'attrazione solare, avrebbe per effetto di addensare gli afeli delle orbite cometarie — di quelle almeno che si sviluppano in piani passanti per la linea degli apici — di addensarli, dico, non già intorno all'antiapice, come supponeva il Pickering, bensì lungo un cerchio massimo avente per poli l'apice e l'antiapice; ossia normale a \mathbf{v} (cosa appunto che sembra contraria alla realtà). Nel caso presente, dunque, *gli afeli delle orbite cometarie situate in piani passanti per \mathbf{a} , e assai prossimi a quelli, tenderanno ad addensarsi verso un piano (P) normale ad \mathbf{a} .*

Se è vera l'osservazione degli addensamenti degli afeli lungo la linea degli apici (che è la direzione dell'attuale movimento del Sole); per poter attribuire il fenomeno all'azione delle stelle, bisognerebbe anzitutto, dopo quanto si è detto, che il piano (P) passasse per la tangente alla traiettoria del Sole; ossia, che il vettore \mathbf{a} , applicato in S , giacesse nel piano normale alla detta traiettoria; o, per lo meno, che la componente tangenziale di \mathbf{a} fosse piccolissima rispetto alla componente normale ⁽²⁾. Essendo $\mathbf{a} = \mathbf{F} - \mathbf{F}_1$, dovrebbero essere o piccolissime separatamente le componenti tangenziali di \mathbf{F} e \mathbf{F}_1 , oppure piccolissima la loro differenza. Posto che una intera spira dell'orbita solare sia quasi circolare (come quasi circolari sono le orbite dei pianeti rispetto al Sole), la componente tangenziale di \mathbf{F} è certamente piccolissima; e tale pure sarebbe quella di \mathbf{F}_1 , perchè un altro Sole situato nel luogo della cometa dovrebbe descrivere, per l'azione delle

(1) Rend. Acc. Lincei, 1916, pag. 622.

(2) E se ciò accade in un momento, accadrà pure per lunghissimo tempo, data l'immensa ampiezza dell'orbita solare.

stelle, una spirà simile a quella del Sole vero (con condizioni iniziali pochissimo diverse). Orbene, l'ipotesi di un'orbita solare quasi circolare (s'intende una spirà) essendo plausibilissima, si vede come l'addensamento degli afeli di certe orbite cometarie verso un piano passante per la linea degli apici acquisti una notevole probabilità; in contrapposto all'ipotesi del Pickering, la quale, oltre che essere poco plausibile in se stessa per varie ragioni, condurrebbe invece, applicata alle comete, ad un addensamento in un piano normale a quello. In conclusione, *nell'ipotesi della quasi rotondità dell'orbita solare o di un suo grandissimo arco, l'azione delle stelle durante il soggiorno delle comete a grande distanza dal Sole avrebbe per effetto di avvicinare gli afelii delle loro orbite a un piano passante per la linea degli apici e normale al piano dell'orbita solare* (questo vuol dire che in massima una cometa apparirebbe a noi, quando s'approssima al perielio, come proveniente da una regione non molto discosta dal detto piano).

Amnesso ciò, come si potrebbe spiegare l'ulteriore addensamento intorno alla linea degli apici? Manifestamente con l'ipotesi che i piani delle orbite cometarie passassero in prevalenza per la linea degli apici, che diverrebbe così l'intersezione di questi piani col piano (P). Ma, poichè le nostre considerazioni riguardano le orbite contenute in piani passanti per *a*, occorrerà ammettere infine che tali comete si muovino nel piano stesso dell'orbita solare o in piani poco discosti da quello. Allora la conclusione diventa questa: *nell'ipotesi plausibilissima della quasi rotondità dell'orbita solare o d'un suo grand'arco, l'azione delle stelle avrebbe per effetto di addensare intorno alla linea degli apici gli afelii di quelle orbite cometarie che si sviluppano nel piano stesso dell'orbita solare, o in piani poco discosti da quello.*

Perchè questa legge assuma un valore meno particolare, basta ritenere che la maggior parte delle comete (o almeno di quelle visibili) si muovino effettivamente in piani assai prossimi al piano dell'orbita solare; il che non reca difficoltà di sorta, e può armonizzare pienamente tanto con la teoria solare dell'origine delle comete, quanto con la teoria stellare particolare.

In ogni modo resta provato che la plausibilissima ipotesi della quasi rotondità di una spirà dell'orbita solare reca un mutamento nell'apparente direzione della linea degli apsi delle orbite cometarie.