

Claudio Tolomeo

Claudio Tolomeo fu un astronomo, astrologo e geografo. Egli nacque intorno all'anno 100 d.C., ma il luogo della sua nascita è quanto mai incerto: alcune fonti riportano Alessandria d'Egitto, altre Tolemaide, altre ancora Pelusio.

Della sua vita si hanno poche informazioni: si sa solamente che compì osservazioni astronomiche tra il 127 e il 141, probabilmente operando nel gigantesco Museo di Alessandria.

Egli scrisse diverse opere tra cui la "Geografia", il "Tetrabiblos", l'"Analemma" il "Planisphaerium" e l'"Optica". In tutte queste opere l'argomento principale non è mai una branca della Fisica, se si esclude l'"Optica", tuttavia quest'opera è giunta a noi moderni in maniera del tutto frammentaria, oltretutto in una pessima traduzione, rendendo così impossibile la trattazione delle scoperte contenute in essa.

L'opera più importante di Tolomeo, nonostante abbia scritto poco che riguardi propriamente la Fisica, è proprio un trattato di astronomia, intitolato *Mathematiké syntaxis*. Il suo nome attuale, Almagesto, deriva dall'arabo *al-Magisti*, un adattamento della parola greca *Megiste*, il cui significato è "la massima" e con la quale si era soliti identificare il trattato.

Quest'opera monumentale, costituita da tredici libri, fu per più di dieci secoli la base di tutte le conoscenze astronomiche del mondo Islamico e Cristiano. Con essa Tolomeo si proponeva, secondo le sue stesse parole, sia utilizzando le conoscenze che gli erano state trasmesse dai suoi grandi predecessori, sia apportandovi i propri contributi, di fornire un compendio di nozioni astronomiche atte a spiegare il sistema cosmologico in tutte le sue espressioni. In definitiva, si trattava, a partire dai modelli matematici degli epicicli e degli eccentrici, di produrre, quale risultato finale, una procedura matematica predittiva delle posizioni di ciascun pianeta.

Tolomeo esordì con un'ampia introduzione di natura filosofica nella quale si dichiarava a favore della teoria di Ipparco, un astronomo vissuto tra il 185 a.C. e il 127 a.C., che sosteneva l'immobilità della Terra e la sua centralità e fissità nel Cosmo, e rifiutando con forza la teoria eliocentrica di Aristarco di Samo. Questa seconda teoria, enunciata tre secoli prima che Tolomeo nascesse, tentava di spiegare le osservazioni astronomiche proponendo che tutti i pianeti, Terra compresa, girassero attorno al Sole. La teoria, tuttavia, non enunciava anche la fissità del Sole al centro del Cosmo, al contrario proponeva che esso girasse a sua volta attorno alla Terra.

Nonostante Aristarco fosse riuscito a spiegare, con il suo modello, molti fenomeni come l'alternanza delle stagioni, Tolomeo si scagliò con forza contro la sua teoria muovendo numerose critiche di natura scientifica: in particolare egli chiedeva per quale motivo le stelle fisse non modificassero la propria posizione nella volta celeste nel corso dell'anno, come invece avrebbero dovuto fare se la Terra fosse stata in movimento. Questa obiezione tuttavia era già stata prevista e confutata da Aristarco stesso, secondo il quale le stelle apparivano fisse poiché la loro distanza dalla Terra era troppo elevata perché si potessero apprezzare delle variazioni nella loro posizione, tuttavia il prestigio di Tolomeo riuscì a far prevalere la sua teoria geocentrica.

Dopo questa introduzione, Tolomeo offrì un compendio della cosmologia Aristotelica, che poneva la terra al centro dell'Universo e tutti gli altri pianeti collocati in delle sfere in quest'ordine: Luna, Mercurio, Venere, il Sole, Marte, Giove, Saturno e nell'ultima sfera le stelle fisse.

Il successivo trattato del primo libro è di carattere matematico, infatti l'argomento trattato è il calcolo delle corde, uno dei prodromi della trigonometria moderna. In particolare Tolomeo trattò il



problema di determinare, in un cerchio di raggio dato, la lunghezza di una corda in funzione dell'angolo al centro che sottende la corda stessa (per un cerchio di raggio unitario, la lunghezza della corda relativa a un angolo di ampiezza x , con le notazioni attuali è data da $2 \sin \frac{x}{2}$).

Questo problema era già stato trattato tre secoli prima da Ipparco, il quale aveva tabulato i valori delle corde degli archi circolari inventando così la trigonometria. Anche il matematico greco Menelao, vissuto nel I secolo d.C., aveva prodotto altre tabelle riportanti i valori delle corde in un'opera andata perduta.

Nella risoluzione del problema Tolomeo, oltre a riportare delle tavole sulle corde molto accurate, seguì la tradizione dei Babilonesi, probabilmente seguita anche da Ipparco, dividendo l'angolo giro e il diametro rispettivamente in 360 e 120 parti uguali. Egli, come i suoi predecessori, usò per il calcolo delle corde una variante della relazione fondamentale derivante dal Teorema di Pitagora:

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

Nei calcoli delle corde di Tolomeo ebbe un ruolo centrale una proprietà dei quadrilateri detta oggi *teorema di Tolomeo* (la somma dei prodotti dei lati opposti di un quadrilatero inscrittibile in un cerchio è uguale al prodotto delle diagonali), e giunse a ricavare una formula equivalente a quella di bisezione:

$$\sin \frac{x}{2} = \frac{1 - \cos x}{2}$$

Egli conosceva anche la proprietà che attualmente si esprime con le uguaglianze:

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

dove: a, b, c sono i lati di un triangolo opposti agli angoli A, B, C .

Continuando nella risoluzione del problema Tolomeo inscrisse nel cerchio poligoni di 3, 4, 5, 6 e 10 lati e calcola le corde sottese da angoli di 120, 90, 72, 60 e 36 gradi. Poi utilizzò nelle sue tavole le formule per la corda della somma e della differenza di due angoli applicando un metodo per trovare la corda sottesa dalla metà dell'angolo di una corda data. In questo modo, con un'interpolazione, riuscì a calcolare corde con un buon grado di approssimazione.

Dopo aver risolto questo problema, Tolomeo concluse il primo libro dell'*Almagesto* con un breve compendio di trigonometria sferica, riportando anche i risultati ottenuti sempre da Menelao, tra i quali è presente anche il famoso teorema, noto ora come teorema di Menelao, che nel caso piano afferma che se i lati AB, BC, AC di un triangolo (o i loro prolungamenti) sono tagliati da una trasversale rispettivamente nei punti D, E, F , allora è verificata l'uguaglianza:

$$AD \cdot BE \cdot CF = BD \cdot CE \cdot AF$$

Nel secondo libro Tolomeo iniziò a trattare dei movimenti quotidiani celesti, come la durata del giorno, la determinazione delle latitudini, i punti in cui il sole è verticale, la posizione dell'ombra dello gnomone durante gli Equinozi e i Solstizi.



Nel terzo libro descrisse il moto del Sole, fornendo la durata dell'anno. Inoltre egli espose la scoperta di Ipparco della precessione degli equinozi, ovvero il movimento della Terra attorno al suo asse dovuto alla sfericità imperfetta del pianeta e all'azione combinata dell'attrazione gravitazionale della Luna e del Sole che tende ad allineare il suo asse con la perpendicolare al piano dell'eclittica. Ipparco aveva misurato la longitudine dell'eclittica della stella Spica e di altre stelle luminose durante un'eclissi lunare. Egli aveva già sviluppato un metodo per calcolare la longitudine del Sole in ogni momento del giorno e della notte: bastava quindi sommare a questo dato altri dati opportuni per ricavare la posizione di una stella. Pensò allora di basarsi sulle eclissi lunari che si verificano sempre di notte (quando anche le stelle sono visibili per poterle misurare), durante un plenilunio, in corrispondenza dell'allineamento Luna-Terra-Sole, ovvero al culmine dell'eclissi. A Ipparco bastò semplicemente misurare l'arco longitudinale che separava Spica dalla Luna proprio al culmine dell'eclissi: a questo valore, egli sommò la longitudine che presentava il Sole in quel momento grazie al metodo che aveva sviluppato, più 180° per la longitudine della Luna, in esatta opposizione al Sole. Trovò così che Spica era circa 6° a ovest del punto dell'equinozio autunnale. Confrontando le sue misurazioni con quelle di Timocari di Alessandria, un astronomo contemporaneo di Euclide, e di Aristillo, un altro astronomo vissuto nel III secolo a.C., autori dei primi cataloghi stellari cui si abbia conoscenza, notò che la longitudine di Spica era diminuita di circa 2° in un intervallo di tempo di circa 150 anni. Ipotizzò quindi che solo le stelle dello zodiaco si fossero spostate nel tempo, dopodiché considerando lo spostamento misurato, Ipparco stimò la precessione in $46''$ l'anno, molto vicino al valore effettivo di $50,26''$.

Tolomeo, sempre nel terzo libro, espose i suoi risultati ottenuti continuando l'opera di Ipparco: egli a sua volta aveva misurato la longitudine di Regolo, Spica e altre stelle luminose ma senza basarsi sulle eclissi di Luna come aveva fatto il suo predecessore, bensì misurando al crepuscolo l'arco longitudinale che separava la Luna dal Sole e successivamente misurando dopo il tramonto l'arco longitudinale che separava la Luna dalla stella in considerazione. Usò invece il metodo che aveva sviluppato Ipparco per calcolare la longitudine del Sole operando delle correzioni per tener conto del moto della Luna e della sua parallasse durante il tempo intercorso tra la misura fatta prima del tramonto e quella dopo il tramonto.

Terminando il suo trattato sulla precessione degli equinozi Tolomeo confrontò i suoi dati con quelli di Ipparco, Menelao di Alessandria, Timocari e Agrippa, mettendo in risalto lo spostamento delle stelle di $2^\circ 40'$ in 265 anni, che equivale ad 1° in un secolo, infine osservò che la precessione riguardava, tutte le stelle fisse e non solo quelle vicino all'eclittica, come ipotizzato da Ipparco.

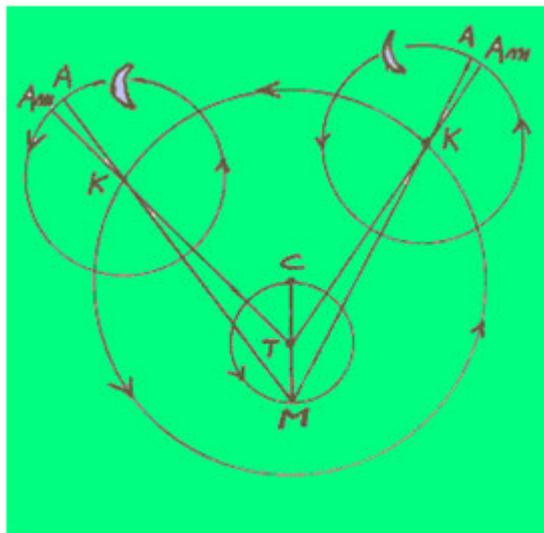
In conclusione del terzo libro espose la teoria degli epicicli, introdotta quattro secoli prima da Apollonio di Perga, con la quale tentò di conciliare il moto retrogrado dei pianeti con il principio dei moti uniformi dei pianeti lungo orbite circolari. Come mostra il modello, riferito al moto geocentrico di Giove, il pianeta si muove con velocità uniforme lungo un cerchio minore, l'epiciclo, che è contemporaneamente trascinato lungo la circonferenza maggiore al cui centro è la Terra. In questo modo, Tolomeo spiegò perché Giove, visto dalla Terra, avanzasse nel cielo, per poi arrestarsi e tornare indietro.

Dopo aver introdotto il concetto di epiciclo Tolomeo introdusse anche quello di equante: le orbite circolari concentriche avevano come centro la Terra previste dal sistema Tolemaico, non si conciliavano affatto con l'osservazione pratica. Il modello geocentrico infatti soffriva sia di errori sistematici tra calcoli e osservazione, sia della mancata spiegazione della variazione di luminosità dei pianeti, imputabile esclusivamente alla variazione di distanza dalla Terra. Per ovviare a questi problemi Tolomeo introdusse dunque l'equante, il quale è un ipotetico punto spostato rispetto al centro della Terra attorno al quale compie la sua rotazione il Sole, mantenendo così costante la sua



velocità angolare rispetto all'equante. Questa soluzione rese quindi le traiettorie delle orbite più simili ad un'ellisse.

Terminato il terzo libro con questo trattato, Tolomeo occupò i due tomi successivi esponendo la sua teoria lunare. Questa teoria era molto accurata per l'epoca per ciò che riguardava la previsione delle posizioni. Secondo quanto scritto nel trattato la Luna circolava su un epiciclo il cui centro, K circolava su un deferente, il centro del quale, a sua volta, circolava su un cerchio avente centro nel centro della Terra (eccentrico mobile). La linea degli apsidi dell'epiciclo lunare passava per un punto M che, rispetto al centro della Terra T, si trovava alla stessa distanza del centro C da T. Tuttavia il modello lunare di Tolomeo, costituito come si vede di un deferente, di un epiciclo e di una specie di meccanismo a manovella, aveva il difetto di presentare una grande variazione tra le distanze minima e massima della Luna dalla Terra ad ogni lunazione, infatti i due valori avevano un rapporto di 2:1, un rapporto totalmente in contrasto con la variazione delle dimensioni del diametro apparente lunare.



Nel sesto libro Tolomeo fornì una descrizione delle eclissi solari e lunari, mentre nel settimo libro inserì il monumentale catalogo stellare nel quale assegnò un valore di magnitudo compreso tra 1, valore alla stella più luminosa, e 6, valore della stella visibile a occhio nudo con la minore luminosità.

In questo catalogo Tolomeo riportò le posizioni generalmente in sestanti di grado (10' d'arco), eccetto che per alcune latitudini, riportate in quarti di grado (15' d'arco), e coprì una zona di cielo che va dal Polo Nord fino a circa 52° di declinazione Sud (per il 150 a.C.), che corrisponde praticamente al limite di osservabilità dalla latitudine di Alessandria (31° Nord).

Un elemento molto importante è quello di stabilire l'epoca a cui le posizioni erano riferite. Benché la compilazione del catalogo da parte di Tolomeo risalga circa all'anno 138 d.C., il riscontro con le moderne osservazioni fornisce come epoca l'anno 43 d.C. Questo si spiega con il fatto che Tolomeo probabilmente usò le posizioni date da Ipparco, e poi correggendole tenendo conto della precessione dell'asse terrestre per riportarle ai suoi giorni, aggiungendo 2°40' a ogni longitudine. Ma poiché egli usò il valore erroneo per la precessione pari a 1°/secolo dato da Ipparco, anziché il valore reale pari a 1.4°/secolo, errò per difetto nel calcolare le longitudini. Se si ripristinano i valori originali del catalogo di Ipparco, sottraendo 2°40' da tutte le longitudini di Tolomeo, i valori che risultano corrispondono ad un'epoca attorno al 140 a.C., abbastanza compatibile con le date in cui sappiamo che Ipparco ha eseguito le sue osservazioni.

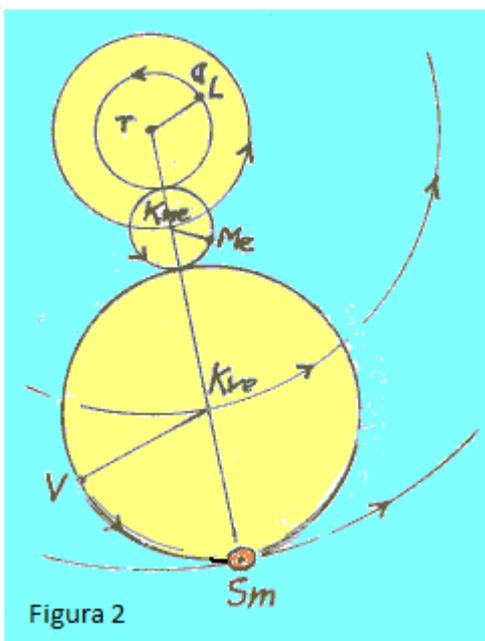


Figura 2

Gli ultimi libri dell'Almagesto Tolomeo li dedicò alla descrizione della sua cosmologia. In essa l'universo è descritto in due dimensioni, anche se confrontando con le idee di base tolemaiche si scopre come esso sia sostanzialmente tridimensionale.

Uno dei principi della teoria di Tolomeo era l'assenza di spazi inutilizzati nell'universo: come si vede nella figura 1 ogni epiciclo doveva essere infatti tangente all'epiciclo successivo. In particolare la figura 1 mostra il sistema dei pianeti superiori (Marte, Giove e Saturno) e la sfera delle stelle fisse, mentre la figura 2 illustra i pianeti minori. Il collegamento dei pianeti con il Sole è indicato dal fatto che i raggi dei tre pianeti

si mantenevano sempre paralleli al raggio Terra-Sole, come già aveva affermato Apollonio. Nel primo cerchio che circonda la Terra, T, era ospitato il sistema dei pianeti interni. Qui il collegamento del Sole con i pianeti interni era dato dal fatto che i centri degli epicicli di Mercurio e Venere si trovavano sempre sulla congiungente Terra-Sole medio (i pianeti interni accompagnavano sempre il Sole).

Sebbene Tolomeo avesse trattato la sua visione cosmologica, nel primo libro dell'*Almagesto*, questa trattazione era stata molto essenziale; egli tuttavia dedicò un'altra opera, composta di due libri, a questo argomento: le *Ipotesi Planetarie*. Soltanto la prima parte del primo libro è disponibile nella versione greca mentre l'opera completa è disponibile soltanto in una versione araba medioevale. Tolomeo, esponendo la sua visione presenta due assiomi. Il primo consiste nel concetto di "sfere celesti solide portanti i pianeti". Ciascun deferente e ciascun epiciclo si materializzava in un "circolo equatoriale" di una sfera celeste solida (invisibile agli uomini, costituita del quinto elemento, l'etere cristallino). Il pianeta, trovandosi fissato in un punto qualsiasi del circolo equatoriale di una certa sfera (di un certo epiciclo o di un certo deferente) riceveva il movimento dal movimento della sfera stessa. Queste idee erano circa identiche alle antiche enunciazioni sulle sfere materiali di Eudosso, consacrate da Aristotele, che erano rimaste a uno stato latente per circa mezzo millennio, poiché la preoccupazione principale degli astronomi-matematici era stata quella della produzione di costruzioni geometriche bidimensionali: Tolomeo le riprese come a voler dare l'assicurazione che la sua opera era un'opera continuatrice della tradizione.

Un fatto che colpisce un lettore moderno dell'Opera di Tolomeo è la totale assenza di un minimo tentativo di spiegazione delle cause che avrebbero potuto produrre tutti quei movimenti: alcuni studiosi hanno dato una loro interpretazione della questione ammettendo che Tolomeo abbia lasciato l'onere di una tale spiegazione alle generazioni future.

La seconda concezione cosmologica riguarda il fatto che nel cosmo non si ha spazio vuoto (più propriamente, spazio non utilizzato). Si aveva quindi una sequenza di meccanismi annidati l'uno nell'altro, secondo la successione standard dei corpi celesti, a partire dalla Terra, senza spazi inutilizzati tra un sistema di sfere e i due adiacenti. Si potrebbe dire in conclusione che la cosmologia di Tolomeo operi una sintesi delle sfere solide di Eudosso e Aristotele con le costruzioni geometriche degli epicicli e deferenti.

La figura di Tolomeo, nel corso dei secoli, è stata oggetto di numerose controversie: la principale è senza dubbio quella che riguarda il suo catalogo stellare contenuto nell'*Almagesto*. La domanda che sollevarono i suoi detrattori fu sostanzialmente questa: "Fu veramente Tolomeo a compilare il catalogo, in base a sue osservazioni, o non fece altro che copiare il catalogo precedentemente compilato da Ipparco quasi trecento anni prima?"

Nel XIX secolo tra gli storici dell'ellenismo fu in auge una tesi nella quale era sostenuto che le più note figure del pensiero filosofico e scientifico greco non avevano fatto altro che elaborare concetti che erano stati enunciati da precursori dei quali non erano fin da allora più disponibili gli scritti originali, o perché non erano nemmeno stati lasciati, o perché erano andati perduti. Questa tesi venne applicata in maniera veramente accanita nei confronti di Tolomeo. Si riteneva che il vero genio dell'astronomia greca fosse stato Ipparco, del quale si sapeva pochissimo, oltretutto le uniche informazioni su di lui erano dovute a Tolomeo, suggerendo implicitamente che quest'ultimo potesse aver eseguito un'azione di filtraggio sulle notizie riguardanti Ipparco, in modo da sminuirne il valore, a tutto vantaggio suo. Tolomeo, invece, le cui opere del quale ci sono giunte fortunatamente intiere, non avrebbe fatto altro che un lavoro di ricompilazione e di sintesi delle opere dei suoi predecessori, in particolare di Ipparco.

L'argomentazione accusatoria poggiava su di un errore sistematico di circa un grado nelle longitudini delle stelle del catalogo. Ipparco aveva osservato intorno all'anno 130 a.C. mentre Tolomeo osservò intorno all'anno 137 d.C. Come già spiegato precedentemente, Tolomeo diceva di aver trovato per la precessione il valore di 1° per secolo, e quindi di $36''$ all'anno, quindi, per lui le

longitudini delle stelle dall'epoca di Ipparco erano aumentate di $2^{\circ} 40'$, tuttavia noi sappiamo che la precessione annua ha il valore di $50''$, per cui la variazione in 266 anni fu effettivamente di $3^{\circ} 42'$. Allora, il ragionamento dell'accusa era il seguente: questo errore sistematico di 1° di cui erano affette tutte le longitudini del catalogo era spiegabile con il fatto che Tolomeo, il quale disponeva del catalogo di Ipparco e attribuiva alla precessione annua il valore di $36''$, per compilare il proprio catalogo non fece altro che aggiungere $2^{\circ} 40'$ alle longitudini di tutte le stelle del catalogo di Ipparco, producendo quindi valori erronei di circa 1° . Evidentemente il ragionamento avrebbe ricevuto una forte credibilità se il catalogo di Ipparco fosse stato disponibile. Comunque, dopo estenuanti indagini dei massimi specialisti, alla fine del secolo l'opinione della copiatura del catalogo si consolidò abbastanza saldamente.

Nel 1901 Franz Boll, tramite un manoscritto del 1400 da lui scoperto, intitolato "*Dalle stelle di Ipparco*", stabilì che il catalogo compilato da Ipparco doveva essere stato costituito al massimo da 850 stelle. Il manoscritto non elencava le stelle individualmente ma ne dava il numero per costellazione: "L'Orsa maggiore 24 stelle, l'Orsa minore 7 stelle, il Drago tra le Orse 15, ecc.". Questo incominciava a sollevare dei dubbi sull'ipotesi della copiatura perché si aveva un primo reperto scritto che stabiliva che, anche se aveva copiato, Tolomeo aveva aggiunto di suo almeno 175 stelle.

Negli anni 1917 - 1918, il famoso storico dell'astronomia J.L.E. Dreyer pubblicò due articoli sulla possibile origine dell'errore sistematico di 1° . Dreyer argomentò che la causa più notevole di errore poteva essere un difetto della teoria solare di Tolomeo che portava a un errore di 1° circa nella longitudine del Sole per l'anno 137. Questo errore era dovuto a un calcolo erroneo che Tolomeo aveva commesso sull'equinozio dell'anno 132, l'anno scelto da Tolomeo per stabilire la longitudine epocale media del Sole. Bisogna infatti tenere conto che Tolomeo eseguiva le misure di longitudine di una stella sommando alla longitudine del Sole (calcolata tramite la teoria solare) diverse misure di differenze di longitudine. Se la longitudine del Sole era affetta da un errore, questo si ripercuoteva sistematicamente a tutte le stelle. Dreyer concluse che, poiché l'errore di calcolo di Tolomeo per l'equinozio dell'anno 132 era sicuramente avvenuto, non c'era ragione di dubitare dell'affermazione di Tolomeo di avere eseguito personalmente le osservazioni che avevano portato alla compilazione del suo catalogo.

Un ulteriore apporto alla riabilitazione di Tolomeo venne da un articolo pubblicato nel 1925 da H. Vogt. Malgrado il catalogo di Ipparco non ci sia pervenuto, oggi possediamo diverse centinaia di dati relativi a osservazioni di coordinate di stelle eseguite da Ipparco dall'unica sua opera esistente il "*Commentario*" su "*I Fenomeni*" di Arato ed Eudosso. Le coordinate contenute non sono per la maggior parte longitudini effettive di stelle ma longitudini di punti di eclittica che sorgono, tramontano o culminano assieme a certe stelle (secondo il complicato modo di indicare le longitudini di Ipparco). Dopo gli accurati calcoli di conversione, la conclusione definitiva di Vogt fu che Tolomeo non aveva plagiato i dati di Ipparco, ma aveva eseguito sue osservazioni.

Sembrava che la faccenda fosse stata definitivamente risolta quando nuove accuse contro Tolomeo vennero levate da R. Newton, un geofisico che stava conducendo studi sulle conseguenze delle accelerazioni gravitazionali tra la Terra e la Luna. (A causa di queste, si ha un progressivo aumento del raggio medio dell'orbita lunare, un progressivo allungamento della durata del giorno e un progressivo allungamento della durata del mese lunare). Nel corso dei suoi studi Newton volle fare uso di antiche osservazioni di Luna, specialmente quelle contenute nell'*Almagesto*. Studiando quei dati Newton si convinse sempre più che le coordinate riportate nel catalogo erano state copiate da quelle del catalogo di Ipparco, aumentandole di $2^{\circ} 40'$ per la variazione della precessione. Il ragionamento di Newton aveva certamente una solida base. Egli fece uno studio statistico dei valori delle frazioni di grado delle longitudini e latitudini del catalogo di Tolomeo. Per le latitudini le frazioni di grado più frequenti erano 0 e $\frac{1}{2}$ che corrispondevano a $0'$ e a $30'$. E questo era ciò che ci si poteva aspettare immaginando che Tolomeo avesse osservato le latitudini con una sfera armillare con cerchio graduato a gradi interi o a mezzi gradi. Ma per le longitudini le cose si complicavano

grandemente perché, di tutte le possibili frazioni (0, 1/6, 1/3, 1/2, 2/3, 5/6, cioè, in primi: 0', 10', 20', 30', 40', 50'), la più frequente, anziché essere 0' o 30' come per le latitudini (come sarebbe stato logico attendersi, perché anche il cerchio armillare delle longitudini doveva essere graduato a gradi interi o a mezzi gradi) era 40'. Newton si chiese perché proprio 40' e concluse affermando che la ragione era dovuta al fatto che mentre i valori di Ipparco avevano frazioni di grado logicamente con frequenza maggiore a 0', Tolomeo aveva aggiunto ai valori di Ipparco 2° 40'.

L'accusa di Newton riuscì a convincere un certo numero di storici. Un'altra argomentazione contro Tolomeo venne sollevata da D. Rawlins. Egli notò che la più meridionale delle stelle del catalogo di Tolomeo aveva un'altezza meridiana di circa 6° ad Alessandria, e si chiese come mai Tolomeo non aveva osservato stelle di altezza inferiore. Egli notò anche che la stessa stella, a Rodi (località di osservazione di Ipparco, circa 5° a nord di Alessandria) aveva una altezza meridiana di 1°. Ciò indusse Rawlins a sostenere che se il catalogo di Tolomeo non elencava stelle con altezza meridiana inferiore ai 6° voleva dire che il catalogo stesso non era opera di Tolomeo.

L'ultima argomentazione a favore di Tolomeo venne dai valori di grandezza (luminosità) che Tolomeo assegnò alle stelle osservate. E' noto che la luminosità con cui ci appaiono le stelle è inversamente proporzionale all'altezza poiché una stessa stella appare meno luminosa quando è bassa sull'orizzonte rispetto a quando non si trovi ad altezza maggiore, a causa della quantità maggiore di aria attraverso cui deve passare la sua luce. Alle stelle osservate a Rodi (5° circa a nord di Alessandria) dovrebbe essere assegnata una luminosità minore di quella assegnata alle stesse stelle (alle stesse altezze) osservate ad Alessandria. Uno studio accurato delle grandezze stellari assegnate nel catalogo ha indicato che quei valori sono effettivamente congruenti con valori di luminosità riscontrabili ad Alessandria e non a Rodi.

Oggi quindi si ritiene definitivamente che il catalogo dell'Almagesto sia stata effettiva opera di Tolomeo, pur ammettendo, come del resto ammise lui stesso, che nella sua monumentale sintesi egli fece uso dei progressi ottenuti dai suoi predecessori.