DETERMINACIÓ DE L'ÒRBITA DE L'EIXAM DE METEORITS DEL 9 D'OCTUBRE DEL 1933 (*)

Tothom ha tingut ocasió d'observar el fenomen de l'estel fugaç. En una regió qualsevol del cel apareix un punt brillant, es mou amb rapidesa per a disminuir de lluentor tot seguit i desaparèixer al cap de pocs instants. Els antics suposaven que es tractava de veritables estels que es desenganxaven de la volta celeste per a caure del cel; cal, però, repassar la constel·lació d'on ha semblat sortir l'estel fugaç per a comprovar que no n'hi manca cap.

Per a determinar l'altitud del punt d'aparició i del de desaparició del fenomen n'hi ha prou prenent una base d'uns 40 ó 50 Km., des dels extrems de la qual dos observadors fixaran la posició dels punts en qüestió respecte dels estels pròxims, i de llur comparació se'n deduirà l'altitud. Per aquest procediment hom troba que, per terme mig, el punt d'aparició té 120 Km. d'altitud i 80 el de desaparició i que la velocitat mitja de l'estel fugaç és d'uns 40 Km. per segon.

La veritable causa del fenomen són petits corpuscles que circulen a l'entorn del Sol de manera semblant a com ho fan els planetes i els cometes, és a dir, recorrent òrbites el·líptiques més o menys excèntriques el focus de les quals ocupa el Sol.

(*) Conferència del Dr. JOAQUIM FEBRER, 9 de gener del 1934.

Durant llur moviment topen amb l'atmosfera del nostre planeta, que presenta resistència a llur translació. Llur velocitat disminueix i una part de llur força viva es converteix en calor determinant un augment de temperatura suficient per a produir la incandescència de llur superfície i àdhuc llur combustió completa o llur volatilització.

Es comprèn fàcilment que la trajectòria lluminosa aparent d'un estel fugaç ha d'ésser un cercle màxim de l'esfera celeste degut a què, durant el curt període de la seva aparició, es mou sensiblement en línia recta, seguint la direcció de la seva velocitat relativa respecte de l'observador; aquesta recta, amb el punt d'observació, determinen un pla la intersecció del qual amb l'esfera celeste és un cercle màxim de la mateixa que constitueix la trajectòria aparent de l'estel fugaç. Ara bé, hi ha nits en què el fenomen descrit es pot observar vàries vegades per segon, i si sobre una carta del cel es dibuixen les trajectòries aparents albirades, allargant-les, si cal, es veu que totes semblen sorgir d'un mateix punt anomenat punt radiant. El 9 d'octubre de l'any 1933, cap a quarts de set del vespre, el conserge de l'Observatori Fabra ens va avisar que hi havia pluja de meteorits. No havent tingut ocasió anterior de contemplar aquest formós espectacle, creiem inútil remarcar que vàrem dirigir-nos tot seguit a la galeria que circumda la cúpula per a constatar el que ens havien dit. L'espectacle observat és de difícil descripció. Els meteorits sorgien amb gran freqüència d'un punt situat al cap de la constel·lació del Dragó; aquells la velocitat dels quals tenia una direcció coincident amb la visual d'unió del nostre ull amb el punt radiant semblaven immòbils, d'altres n'hi havia la velocitat dels quals, encara que paral·lela a l'anterior, no coincidia amb la visual esmentada i se'ns presentaven recorrent un bell arc de cercle màxim: els més petits, sense deixar senyal de llur pas, altres de més grans sembrant llur trajectòria de pols meteòrica a l'estat d'incandescència. La coloració dels meteorits tampoc era uniforme, i així podríem anar remarcant altres detalls observats si l'objecte d'aquest modestíssim treball nostre no fos de caràcter mecànic més que astrofísic.

Anem, doncs, a exposar en quatre mots l'argument de mètode que vàrem seguir per a calcular els elements parabòlics de l'eixam de meteorits, perquè la deducció detallada de les fórmules que usarem donaria una extensió extraordinària a aquest article, i pel demés no faríem altra cosa que mal copiar el que tant didàcticament explica el Sr. d'Oppolzer en el seu «Tractat de la determinació de les òrbites dels cometes i dels planetes», pàgines 354 a 359.

La localització del punt radiant ens permet d'obtenir les seves coordinades uranogràfiques, ascensió recta i declinació, referint la seva posició a la dels estels pròxims, la qual cosa pot fer-se, amb suficient aproximació, servint-se d'una carta del cel ben traçada com és ara l'Atlas de Dien, per exemple. Del coneixement d'aquestes coordinades se'n dedueix la direcció de la velocitat relativa de l'eixam respecte de l'observador, que és la recta d'unió del punt radiant amb l'ull de l'observador. La magnitud d'aquesta velocitat relativa s'obté considerant que l'eixam descriu una òrbita parabòlica a l'entorn del Sol. Per altra banda, hom determina fàcilment la velocitat de l'observador respecte del Sol; la composició d'ambdues velocitats ens fa conèixer la velocitat de l'estel fugaç respecte del Sol, la direcció de la qual serà la de la tangent a l'òrbita que descriu, en el punt on es troba, el qual pot considerar-se com coincident amb la posició que ocupa la Terra en aquell instant respecte del Sol. Resumint, coneixem el focus de la paràbola (posició del Sol), un punt de la corba (posició de la Terra), la tangent en aquest punt (direcció de la velocitat de l'estel respecte del Sol) i la magnitud d'aquesta velocitat. Tenim, doncs, les dades necessàries per a la determinació dels elements de l'òrbita que són: inclinació (i) del pla de l'òrbita respecte de l'eclíptica, longitud (Ω) del punt d'intersecció de l'òrbita de l'eixam amb l'eclíptica, o sigui posició respecte de l'equinocci de primavera, del punt per on l'eixam passa de l'hemisferi austral al boreal (node ascendent); longitud (π) del periheli, és a dir, posició respecte de l'equinocci de primavera, del punt de l'òrbita de l'eixam més pròxim del Sol, i finalment distància perihèlica (q) o sigui la distància mínima de l'eixam al Sol.

El camí a seguir per a determinar aquests elements és el següent. Es transformen les coordinades uranogràfiques α i δ en coordinades eclíptiques λ i β mitjançant les fórmules del grup de Bessel:

$$\begin{aligned} \sin\lambda \cos\beta &= \cos\alpha \cos\delta \\ \sin\lambda \cos\beta &= \sin\alpha \cos\delta \cos\varepsilon + \sin\delta \sin\varepsilon \\ \sin\beta &= -\sin\alpha \cos\delta \sin\varepsilon + \sin\delta \cos\varepsilon . \end{aligned}$$

Si es disposa d'aritmòmetre es poden usar directament aquestes fórmules, on ε representa l'obliqüitat de l'eclíptica que podrà copiar-se de qualsevol anuari astronòmic de l'any (Anuario del Observatorio de Marina de San Fernando, Connaissance des temps, Berliner Jahrbuch, etc.). Pel demés, tractant-se d'obtenir una primera aproximació creiem que es pot considerar suficient $\varepsilon = 23^{\circ}\ 27'$. Si no es disposa d'aritmòmetre cal fer logarítmiques les fórmules del grup de Bessel posant

$$\operatorname{tg} N = \frac{\operatorname{tg}\delta}{\sin\alpha}; \quad \operatorname{tg}\lambda = \frac{\cos(N-\varepsilon)}{\cos N}\operatorname{tg}\alpha; \quad \operatorname{tg}\beta = \sin\lambda \operatorname{tg}(N-\varepsilon).$$

A continuació, qualsevol dels Anuaris abans esmentats ens permetrà d'obtenir la longitud del Sol a l'època d'existència del punt radiant així com la distància geocèntrica del Sol a la mateixa època. Designarem aquestes dues magnituds per L i R respectivament. La constant e' que figura en les fórmules té per valor $\log e' = 1{,}7609$. La longitud del perigeu es calcularà per la fórmula $\pi' = 280^\circ\, 21' + 1',03\ (t - 1850)$ on t representa l'any de l'observació. A continuació es calcula $L' - L = e' \sin (\pi' - L)$. Obtindrem $L' - L$ en minuts d'arc, deduint-ne el valor de L', puix que, per les taules de l'Anuari, coneixem L. Seguidament calcularem l'angle auxiliar z donat per $\cot z = \frac{1}{R} \cos \beta \sin (\lambda - L')$ on $z < 180^\circ$, a fi que γ (relació entre la velocitat relativa dels meteorits i la constant d'atracció de Gauss) sigui positiva

$$\gamma = \operatorname{tg} \frac{1}{2} z. \quad \text{Posem} \quad f = R\gamma.$$

Ara: si $\sin \beta > 0$, $\Omega = L$, és a dir, que la longitud del node ascendent de l'òrbita (arc $\gamma\,\Omega$) serà igual a la longitud del Sol i $\sqrt{2q} \sin i = f \sin \beta$, on q és la distància perihèlica del meteorit i i la inclinació del pla de la seva òrbita respecte del pla de l'eclíptica.

$$\text{Si} \quad \beta < 0, \Omega = L + 180^\circ \quad \text{i} \quad \sqrt{2q} \sin i = -f \sin \beta.$$

La segona fórmula del primer o la del segon cas, junt amb la $\sqrt{2q} \cos i = 1 + f \cos \beta \sin (\lambda - L)$, ens permetrà calcular la distància perihèlica q i la inclinació i.

Definida ja la posició del pla de l'òrbita parabòlica pels elements Ω i i, així com la forma de la paràbola per la distància perihèlica q, ens cal esbrinar ara la posició que l'eixam ocupa a l'òrbita, per al qual calcularem l'anomalia vera o sigui l'angle que fa el radi vector Sol-eixam amb el radi vector Sol-periheli, mitjançant de la fórmula:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v = \frac{f \cos \beta \cos (\lambda - L) - \sin (L' - L)}{\sqrt{2q}}.$$

Prendrem sempre $\frac{1}{2} v < \pm 90°$ segons que el signe de tg $\frac{1}{2} v$ sigui positiu o negatiu.

Finalment, per a determinar la longitud π del periheli aplicarem la fórmula $\pi = L - v + 180$. Si en lloc de donar la longitud del periheli volem obtenir l'argument de latitud ω del mateix, posarem

$$\begin{array}{ll} \text{per al cas } \sin\beta > 0 & \omega = 180 - v \\ \text{per al cas } \sin\beta < 0 & \omega = -v. \end{array}$$

Acabat el càlcul, i a fi de saber si l'hem portat correctament, farem la prova i haurà de verificar-se que

$$q = R \cos^2 \frac{1}{2} v.$$

A continuació, i per via d'exemple, fem, primer, el càlcul aritmomètric dels elements parabòlics de l'eixam observat el 9 d'octubre del 1933.

Posició estimada per al punt radiant $\begin{cases} \alpha = 17^h\,40^m = 265° \\ \delta = +54° \end{cases}$

$$\begin{aligned} \sin\alpha &= -0{,}9962 \\ \cos\alpha &= -0{,}08716 \\ \sin\delta &= 0{,}8090 \\ \cos\delta &= 0{,}5878 \\ \sin\varepsilon &= 0{,}3979 \\ \cos\varepsilon &= 0{,}9174 \\ \cos\lambda\cos\beta &= -0{,}05123 \\ \sin\alpha\cos\delta &= -0{,}5856 \\ \sin\alpha\cos\delta\cos\varepsilon &= -0{,}5372 \\ \sin\delta\sin\varepsilon &= 0{,}3219 \\ \sin\lambda\cos\beta &= -0{,}2153 \\ \operatorname{tg}\lambda &= 4{,}2021 \end{aligned}$$

$$\boxed{\lambda = \begin{array}{c} 76°\,37' \\ 256°\,37' \end{array}}$$

$$\sin\lambda = -0{,}9728$$

$$\begin{aligned} \cos\lambda &= -0{,}2315 \\ \cos\beta &= 0{,}2213 \\ \cos\beta &= 0{,}2213 \\ -\sin\alpha\cos\delta\sin\varepsilon &= 0{,}2330 \\ \sin\delta\cos\varepsilon &= 0{,}7422 \\ \sin\beta &= 0{,}9752 \\ \operatorname{tg}\beta &= 4{,}4071 \end{aligned}$$

$$\boxed{\beta = 77°\,13'}$$

Càlcul dels elements:

$$\begin{aligned} e' &= 57',664 \\ t &= 1933 \\ t - 1850 &= 83 \\ 1',03\,(t - 1850) &= 1°\,26' \\ \pi' &= 281°\,47' \end{aligned}$$

$$L = 196^\circ\ 4'$$
$$\pi' - L = 85^\circ\ 43'$$
$$\sin(\pi' - L) = 0{,}9972$$
$$L' - L = 0^\circ\ 57'$$
$$L = 196^\circ\ 4'$$
$$L' = 197^\circ\ 1'$$
$$\lambda = 256^\circ\ 37'$$
$$\lambda - L' = 59^\circ\ 36'$$
$$R = 0{,}9984$$
$$\sin(\lambda - L') = 0{,}8625$$
$$\cos\beta = 0{,}2213$$
$$\cos\beta \sin(\lambda - L') = 0{,}19083$$
$$\cot z = 0{,}19113$$
$$z = 79^\circ\ 11'$$
$$\frac{z}{2} = 39^\circ\ 35'$$
$$\gamma = 0{,}8270$$
$$f = 0{,}8257$$

$$\boxed{\Omega = 196^\circ\ 4'}$$

$$\lambda = 256^\circ\ 37'$$
$$L = 196^\circ\ 4'$$
$$\lambda - L = 60^\circ\ 33'$$
$$\sin(\lambda - L) = 0{,}8708$$
$$\cos(\lambda - L) = 0{,}4916$$
$$\sqrt{2q}\sin i = 0{,}8052$$
$$f\cos\beta = 0{,}1827$$
$$f\cos\beta\sin(\lambda - L) = 0{,}1591$$
$$\sqrt{2q}\cos i = 1{,}1591$$
$$\operatorname{tg} i = 0{,}6947$$

$$\boxed{i = 34^\circ\ 47'}$$

$$f\cos\beta\cos(\lambda - L) = 0{,}08982$$
$$\sin(L' - L) = 0{,}01673$$
$$f\cos\beta\cos(\lambda - L) - \sin(L' - L) = 0{,}07309$$
$$\sin i = 0{,}5705$$
$$\cos i = 0{,}8213$$
$$\sqrt{2q} = 1{,}4113$$
$$\sqrt{2q} = 1{,}4113$$
$$\operatorname{tg}\frac{V}{2} = 0{,}05179$$
$$\frac{V}{2} = 2^\circ\ 58'$$

$$\boxed{V = 5^\circ\ 56'}$$

$$L = 196^\circ\ 4'$$
$$L - V = 190^\circ\ 8'$$

$$\boxed{\pi = 10^\circ\ 8'}$$

$$180^\circ - V = \omega = 174^\circ\ 4'$$

Prova:

$$\cos\frac{1}{2}V = 0{,}9987$$
$$\cos^2\frac{1}{2}V = 0{,}9973$$
$$R\cos^2\frac{1}{2}V = 0{,}9957$$
$$2q = 1{,}9918$$

$$\boxed{q = 0{,}9959}$$

Com sigui que els lectors disposaran més fàcilment d'unes taules de logaritmes que no pas d'un aritmòmetre, reproduïm a continuació el mateix càlcul, però, aquesta vegada, servint-nos dels logaritmes.

Posició estimada per al punt radiant $\begin{cases} \alpha = 17^h\ 40^m = 265^\circ \\ \delta = 54^\circ \end{cases}$

Pas de coordinades uranogràfiques a eclíptiques:

$\log \operatorname{tg} \delta \ldots\ 0{,}1387$
$\log \sin \alpha \ldots\ \bar{1}{,}9983$ n
$\log \operatorname{tg} N \ldots\ 0{,}1404$ n

$$N = \begin{matrix} 24^\circ\ 6' \\ 125^\circ\ 54' \end{matrix}$$

$\varepsilon = 23^\circ\ 27'$
$N - \varepsilon = 102^\circ\ 27'$
$\log \cos (N - \varepsilon) \ldots\ \bar{1}{,}3336$ n
$\operatorname{colog} \cos N \ldots\ 0{,}2318$ n
$\log \operatorname{tg} \alpha \ldots\ 1{,}0580$
$\log \operatorname{tg} \lambda \ldots\ 0{,}6234$

$$\boxed{\lambda = \begin{matrix} 76^\circ\ 37' \\ 256^\circ\ 37' \end{matrix}}$$

$\log \operatorname{tg} (N - \varepsilon) \ldots\ 0{,}6560$ n
$\log \sin \lambda \ldots\ \bar{1}{,}9880$ n
$\log \operatorname{tg} \beta \ldots\ 0{,}6440$

$$\boxed{\beta = 77^\circ\ 13'}$$

Càlcul dels elements parabòlics:

$\log e' = 1{,}7609$
$t = 1933$
$t - 1850 = 83$
$\pi' = 281^\circ\ 47'$
$L = 196^\circ\ 4'$
$\pi' - L = 85^\circ\ 43'$
$\log e' \ldots\ 1{,}7609$
$\log \sin (\pi' - L) \ldots\ \bar{1}{,}9988$
$L' - L = 0^\circ\ 57',5$
$L = 196^\circ\ 4'$
$L' = 197^\circ\ 1'\ 5$
$\lambda = 256^\circ\ 37'$
$\alpha - L' = 59^\circ\ 35',5$
$\log \cos \beta = \bar{1}{,}3449$
$\log \sin (\lambda - L') = \bar{1}{,}9357$
$\operatorname{colog} R = 0{,}0007$
$\log \cot z = \bar{1}{,}2813$
$z = 79^\circ\ 11'$

$$\frac{z}{2} = 39^\circ\ 35',5$$

$\log \gamma = \bar{1}{,}9175$
$\log R = \bar{1}{,}9993$
$\log f = \bar{1}{,}9168$

$$\boxed{\Omega = 196^\circ\ 4'}$$

$\lambda = 256^\circ\ 37'$
$L = 196^\circ\ 4'$
$\lambda - L = 60^\circ\ 33'$
$\log f = \bar{1}{,}9168$
$\log \cos \beta = \bar{1}{,}3449$
$\log \cos (\lambda - L) = \bar{1}{,}6917$
$\log f \cos \beta \cos (\lambda - L) =$
$= \bar{2}{,}9534$
$f \cos \beta \cos (\lambda - L) = 0{,}08983$
$\log f = \bar{1}{,}9168$
$\log \cos \beta = \bar{1}{,}3449$
$\log \sin (\lambda - L) = \bar{1}{,}9399$
$\log f \cos \beta \sin (\lambda - L) =$
$= \bar{1}{,}2016$
$f \cos \beta \sin (\lambda - L) = 0{,}1591$
$\sqrt{2\,q} \cos i = 1{,}1591$
$\log \sqrt{2\,q} \cos i = 0{,}0641$
$\log \sqrt{2\,q} \sin i = \bar{1}{,}9059$
$\log \operatorname{tg} i = \bar{1}{,}8418$

$$\boxed{i = 34^\circ\ 47'}$$

$\log \cos i = \bar{1}{,}9145$
$\log \sqrt{2\,q} = 0{,}1496$
$\log 2\,q = 0{,}2992$
$\log 2 = 0{,}3010$
$\log q = \bar{1}{,}9982$

$$\boxed{q = 0{,}9959}$$

$\log \sin (L' - L) = \bar{2}{,}2234$
$\sin (L' - L) = 0{,}01673$
$f \cos \beta \cos (\lambda - L) = 0{,}08983$

$f \cos\beta \cos(\lambda - L) -$
$- \text{sen}\,(L' - L) = 0{,}07310$
$\log\,[f \cos\beta \cos(\lambda - L) -$
$- \text{sen}\,(L' - L)] = \bar{2}{,}8639$
$\log \sqrt{2q} = 0{,}1496$
$\log \text{tg}\,\frac{V}{2} = \bar{2}{,}7143$
$\frac{V}{2} = 2^\circ 58'$
$V = 5^\circ 56'$

$$\boxed{\pi = 10^\circ\, 8'}$$

Prova:

$\log \cos \frac{V}{2} = \bar{1}{,}9994$
$\log \cos^2 \frac{V}{2} = \bar{1}{,}9988$
$\log R = \bar{1}{,}9993$
$\log q = \bar{1}{,}9981$

Els resultats, perfectament coincidents per ambdós mètodes, l'aritmomètric i el logarítmic, permeten d'establir els següents elements parabòlics per a l'eixam observat el 9 d'octubre del 1933:

$$\begin{aligned} \Omega &= 196^\circ\, 4' \\ \pi &= 10^\circ\, 8' \\ i &= 34^\circ\, 47' \\ q &= 0{,}996 \end{aligned}$$

Si, per altra banda, consultem la llista dels elements dels cometes periòdics, ja catalogats per haver-se pogut observar el seu retorn, hi veiem el cometa Giacobini-Zinner amb els següents elements:

$$\begin{aligned} \Omega &= 195^\circ\, 57' \\ \pi &= 7^\circ\, 41' \\ i &= 30^\circ\, 43' \\ q &= 0{,}994 \end{aligned}$$

La semblança entre els uns i els altres no deixa lloc a dubtes i ens mostra ben pregonament l'existència d'una connexió entre el cometa Giacobini-Zinner i l'eixam de les Dracò nides observat el 9 d'octubre de l'any passat. Pel demés, no és certament aquesta la primera relació que trobem entre els eixams i els cometes. Ja Schiaparelli, cap a la segona meitat del segle XIX, descobreix aquesta connexió. Veiem, per exemple, que les Persèides, així anomenades perquè llur punt radiant es troba a la constel·lació de Perseus, segueixen la mateixa òrbita del gran cometa III del 1862. Aquest eixam va originar una espessa pluja de meteorits l'any 1848. Generalment, cada any, entre el 9 i el 22 d'agost, poden veure's bon nombre de meteorits que pertanyen a l'eixam de les Persèides i que el poble ha batejat amb el nom de llàgrimes de Sant Llorenç.

Les Leònides sembla que segueixen la mateixa òrbita d'un cometa descobert per Tempel, el període de revolució del qual a l'entorn del Sol és de 33 anys. Varen produir abundoses pluges de meteorits pels anys 1766, 1799, 1833, 1866 i 1899, si bé la intensitat d'aquestes pluges s'ha manifestat francament decreixent.

Un cas ben típic és el del cometa de Biela. Descobert l'any 1826 hom calculà la seva òrbita, que resultà ésser elíptica amb un període de 6,6 anys. Olbers, havent calculat el seu retorn per a l'any 1832, remarcà que el cometa de Biela passaria molt prop de l'òrbita terrestre i àdhuc era de témer una topada de la nostra Terra, si no amb el nucli, almenys amb la nebulositat del cometa. No obstant, els càlculs d'Olbers demostraren que la Terra passaria un mes més tard que el cometa de Biela pel punt d'encreuament d'ambdues òrbites, com així va succeir. Les condicions de visibilitat éssent ben poc favorables, aquest cometa no va poder observar-se en el seu retorn del 1839. Novament va ésser vist l'any 1845, però aleshores es produí un fenomen sense exemple anterior. El cometa es veié únic durant bon nombre de dies del mes de desembre, però d'un plegat, el 29 del mateix mes, apareix doble, és a dir, seccionat en dos trossos de magnitud diferent i presentant tots dos una petita cua en direcció oposada al Sol. Així va continuar veient-se durant aquesta aparició. L'any 1852, al seu retorn, encara es veia doble, però la distància entre els dos fragments s'havia fet deu vegades més gran. Posteriorment, i malgrat les nombroses recerques portades a cap, no ha pogut observar-se mai més. No obstant, l'any 1872, quan hom esperava el retorn d'un d'aquests fragments no observats des del 1852, veié produir-se una pluja de meteorits el punt radiant dels quals es trobava a la constel·lació d'Andròmeda i el càlcul s'encarregà de demostrar que aquests meteorits segueixen la mateixa òrbita que el cometa de Biela. La Terra passa per l'encreuament de la seva òrbita amb la d'aquest cometa el 27 de novembre, i és per això que aquest dia es veuen molts meteorits sorgint de la constel·lació d'Andròmeda.

Amb els exemples esmentats, que posen ben palesament de manifest la connexió entre els eixams de meteorits i els cometes, no volem pas dir que hi hagi una correspondència biunívoca entre cometes i eixams. D'aquests últims se'n coneixen molts, i per a donar-ne una idea direm que Denning ha catalogat 4367 punts radiants.

Quan els meteorits són de petites dimensions creuen l'atmosfera i donen lloc a l'estel fugaç. Però és també freqüent que el meteorit arribi a terra abans de produir-se la seva combustió completa, en forma d'aeròlits o pedres caigudes del cel. D'aquestes pedres n'hi han que pesen centenars de quilograms i que sens dubte són d'origen extra-terrè. Les més grosses apareixen semblant globus inflamats i de vegades exploten com si fossin bombes, anomenant-se aleshores bòlids.

El nostre col·lega i benvolgut amic Dr. Faura i Sans va publicar un fascicle sobre els meteorits caiguts a la Península Ibèrica, on es llegeixen curioses particularitats dels exemplars trobats.