

# Szczepan W. Ślaga

---

## Komety a życie: przegląd retrospektywny wybranych publikacji

---

*Studia Philosophiae Christianae* 21/1, 199-212

---

1985

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## Z ZAGADNIENŃ FILOZOFII PRZYRODY

SZCZEPAN W. ŚLAGA

### KOMETY A ŻYCIE PRZEGLĄD RETROSPEKTYWNY WYBRANYCH PUBLIKACJI

Od czasów najdawniejszych po dzień dzisiejszy komety wzbudzają zainteresowanie nie tylko astronomów, ale i ogółu ludzi. Zbliżające się kolejne pojawienie się komety okresowej Halleya mobilizuje świat naukowy do nowych badań i intensywnych przygotowań do wystania w jej kierunku aparatury badawczej. Poniższy przegląd publikacji obrazuje wielokierunkowość badań i ogromny postęp dokonany w tym zakresie w ostatnich latach.

1. Komety należą do ciał niebieskich, które przez swą widowiskowość i rzadkość pojawiania się kryją w sobie swoistą tajemniczość i ezoteryczność. Mimo długiej historii poznawania komet i ogólnego nimi zainteresowania, do niedawna wiedza astronomiczna nie dokonała tu takich postępów, jak w innych dziedzinach. Jeszcze w 1956 r. astronom hamburski, specjalista w zakresie komet, M. Beyer zestawił szereg trudności, na jakie natrafiają badania fizycznej natury tych obiektów. Badacz ten wskazuje przede wszystkim na fakt niezbyt wielkiej liczby komet dostępnych dla obserwacji, długie nieraz oczekiwanie na ich pojawienie się a krótki okres dany do dyspozycji badacza, niedogodności związane z badaniami fotograficznymi, obserwacja wyłącznie w strefie perihelium<sup>1</sup>. Wiele z tych trudności istnieje niestety nadal.

Nic więc dziwnego, że w naszym stuleciu ukazało się zaledwie kilka monografii na temat komet: z pierwszego półwiecza znane są właściwie dwie prace — Chambersa i Oliviera<sup>2</sup>. Początek lat 50-tych przynosi wyraźny zwrot w badaniach kometarnych. Pojawia się kilka prac monograficznych: Littletona<sup>3</sup>, Richtera<sup>4</sup>, Dufaya i Petersona<sup>5</sup> oraz szereg artykułów specjalistycznych, z których właściwie trzy niemal dosłownie zapoczątkowują współczesną naukę o kometach. Fred Whipple zarrononował model, według którego jądro komety jest kulą lodu

<sup>1</sup> M. Beyer: *On the present situation in cometary research*, w: *Vistas in astronomy*, ed. by A. Beer, London-New York 1956, v. 2, 949.

<sup>2</sup> C. F. Chambers: *The story of comets*, Oxford 1909, Clarendon Press; C. P. Olivier: *Comets*, Baltimore 1930, Williams and Wilkins.

<sup>3</sup> R. A. Littleton: *The comets and their origin*, Cambridge University Press 1953.

<sup>4</sup> N. B. Richter: *The nature of comets*, London 1964, Methuen.

<sup>5</sup> R. G. Petersen: *A monograph on comets in three parts*, Phoenix, Arizona 1973.

zanieczyszczonego pyłem kosmicznym. Zbliżając się do słońca kula ta sublimuje gazy ze swej powierzchni tworząc wokół głowy komety (coma) oraz ogromnych rozmiarów warkocz<sup>6</sup>. Ludwig Biermann postulował istnienie wiatru słonecznego, współoddziaływującego z gazami (plazmą) warkocza<sup>7</sup>. Wreszcie Jan Oort w oparciu o prace A. J. van Woerkoma (1948) formułuje teorię, w myśl której komety wywodzą się ze sferycznej chmury („chmura Oorta”) istniejącej w dużej odległości od Słońca. Przypadkowe zakłócenie grawitacyjne tego rojowiska komet może „wcisnąć” komętę do wnętrza systemu słonecznego i wtedy może być obserwowana<sup>8</sup>. Na tych trzech teoriach opiera się właściwie cała obecna wiedza o naturze i pochodzeniu komet.

Prawdziwy jednak rozkwit badań, a w konsekwencji i publikacji na temat komet przypada dosłownie na ostatnie kilka lat. Ukazują się liczne artykuły specjalistyczne i monografie zbiorowe, a także prace o charakterze wprowadzającym.

Zanim zapoznamy się z niektórymi z wybranych publikacji, podamy tu kilka podstawowych informacji o kometach.

Komety należą do ciał niebieskich o niewielkich rozmiarach (1—10 km średnicy). Jądro komety, złożone z tlenu, wodoru, węgla, azotu, żelaza, krzemu itp. stanowi konglomerat lodowy, który w trakcie zbliżania się do Słońca wytwarza gazową głowę, która może się rozciągać na odległość od 100 tys. do 1 mln km od jądra, a następnie warkocz (ogon) pyłowo-plazmowy, którego długość może sięgać od 10—100 mln km. Sama plazma złożona z elektronów i jonów tworzy się w głowie od nasłonecznionej strony jądra. Pyły wielkości około 1 mikrona mają naturę krzemowo-węglową. Pod względem składu molekularnego samo jądro komety o masie od  $10^{15}$ — $10^{18}$  g zawiera głównie  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , lecz woda występuje w postaci  $\text{H}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+$  i  $\text{OH}^+$ , warkocz jest względnie jednorodny i zawiera głównie jony ( $\text{CO}^+$ ,  $\text{CO}_2^+$ ,  $\text{OH}^+$ ,  $\text{CH}^+$ ,  $\text{N}_2^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{C}^+$ ,  $\text{CN}^+$ ). Masa jądra waha się od 1 mln ton do 10 trylionów ton, a gęstość  $\leq 2\text{g/cm}^3$  i jest źródłem zarówno głowy, jak i warkocza<sup>9</sup>. Poza  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  do molekuł tzw. macierzystych zalicza się  $\text{HCN}$ ,  $\text{CH}_3\text{CN}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  itp. Z nich przez dysocjację tworzą się — poza wymienionymi jonami — rodniki i atomy ( $\text{C}_2$ ,  $\text{C}_3$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{CN}$ ,  $\text{Cs}$ ,  $\text{NH}$ ,  $\text{MH}_2$  i inne), które wchodzą w skład warkocza razem z szeregiem metali (m.in.  $\text{Na}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Al}$ ). Względne ilości tych różnorodnych składników upodabniają komety do chondrytów węglitych.

<sup>6</sup> F. L. Whipple: *A comet model, I. The acceleration of comet Encke*, *Astroph. J.* 111(1950)375—394; tenże: *A comet model, II. Physical relations for comets and meteors*, tamże, 113(1950)464—474.

<sup>7</sup> L. Bierman: *Kometenschweife und Korpuskularstrahlung*, *Zft Astroph.* 29(1951)274—286.

<sup>8</sup> J. Oort: *The structure of the cloud of comets surrounding the solar system and a hypothesis concerning its origin*, *Bull. Astron. Inst. Neth.* 11(1950)91—110; por. też jego: *Origin and development of comets*, *Observatory* 71(1951)129—144. Por. A. J. van Woerkom: *On the origin of comets*, *Bull. Astron. Inst. Neth.* 10(1948)445—472.

<sup>9</sup> Por. B. Marsden: *Comets*, *Ann. Rev. Astron. Astroph.* 12(1974) 1—21; F. L. Whipple: *Physical processes in comets*, *Ann. Rev. Astron. Astroph.* 14(1975) 143—171; P. D. Feldman: *The composition of comets*, *Amer. Scientist* 65(1977) n.3, 299—303; M. Festou et Ph. Lamy: *Les comètes*, *La Recherches* 12(1981) nr 118, 46—56.

Pod względem wielkości orbit komety można — za Axfordem<sup>10</sup> — podzielić na cztery grupy:

a. krótkookresowe ( $P=3-25$  lat) — obserwowane wielokrotnie, jest ich około 80; należą do nich m.in. komety : Encke (3,3 lat), Tempel — (5,3 lat);

b. średniookresowe ( $P=25-200$  lat) — jest ich około 20, a wśród nich kometa Halleya (76 lat); wykazują one znaczne nachylenie orbit;

c. długookresowe ( $P=200-10^6$  lat) o wydłużonych orbitach eliptycznych sięgających  $10^4$  jednostek astronomicznych (=odległości Ziemia—Słońce). Wykazują zmienne nachylenia orbit;

d. komety „nowe” o orbitach quasi-parabolicznych, rozproszone w systemie słonecznym wskutek zakłóceń spowodowanych przez gwiazdy. Jest ich około 80, a ich aphelia początkowe mogą sięgać 50 tys.j.a.

W sprawie genezy komet istnieje wiele hipotez i modeli. Na ogół przyjmuje się, że te ciała niebieskie utworzone zostały pod wpływem kondensacji i akrecji w okresie formowania się systemu słonecznego. Mogły być utworzone podczas tzw. fazy kolapsu lub też jako część eryferyjna dysku protoplanetarnego, podlegająca w swym ruchu perturbacjom ze strony wielkich planet (Jowisza, Neptuna) czy nawet gwiazd<sup>11</sup>. Tego typu materiał mógł być źródłem tzw. chmury Oort, z której — jak się przypuszcza — wywodzą się „nowe” komety, których obserwuje się około 10 rocznie.

Powszechnie przyjmuje się, że komety jako pierwotne ciała niebieskie nie podlegały znaczącym zmianom od czasu formowania się systemu słonecznego. Stąd też ich pochodzenie z pramłwicy słonecznej ma ogromne znaczenie dla wyświetlenia sposobu powstania i pierwotnej ewolucji naszego systemu planetarnego. Dodajmy też, że bliższe poznanie dróg rozwoju zawartych w kometach pierwiastków biogennych i molekuł organicznych może rzucić zupełnie nowe światło na zagadnienie powstania życia na Ziemi i poza nią.

2. Nasz retrospektywny przegląd rozpoczynamy przypomnieniem niewielkiej pracy Jean Dufaya o kometach<sup>12</sup>, wydanej przed prawie 20 laty w znanej serii „*Que sais-je?*”. Przyznając na wstępie, iż niewiele wiemy jeszcze na temat budowy jądra, powstawania molekuł i gazu tworzących warkocza czy pochodzenia komet, autor daje jednak całościowy obraz ówczesnej wiedzy o kometach. Po krótkim rysie historycznym Dufay omawia badania i obliczenia orbit kometarnych oraz metody obserwacji komet i interpretacji ich widm. Wiele uwagi poświęca opisowi struktury jądra i głowy komet, a następnie mechanizmów tworzenia się i osobliwości warkocza typu zarówno pyłowego, jak i gazowego. Strukturę jądra komety wyjaśniają dwa modele. W myśl pierwszego, nazywanego „modelem ławicy piasku”, jądro komety składa się z mnóstwa małych cząstek bądź połączonych przyciąganiem newtonowskim bądź pojedynczo krążących blisko siebie wokół Słońca. Według Dufaya model ten, rozwijany m.in. przez Lyttletona, nie tłumaczy mechanizmu wytwarzania się gazów warkocza. Kometa tak zbudowana w pobliżu perihelium uległaby całkowitej dezintegracji pod

<sup>10</sup> Por. W. J. Axford: *Comets and cometary missions, An introductory review*, w: *Cometary missions*, ed. W.J. Axford, H. Fechting, J. Rahe, Bamberg 1979, 2—3.

<sup>11</sup> Tamże, 4.

<sup>12</sup> J. Dufay: *Les comètes*, Paris 1966, PUF (seria *Que sais-je?*), ss. 127.

wplywem wysokich temperatur, a cząstki uległyby rozpyleniu. Sugestia Lyttletona, iż rozpylone cząstki poruszające się po tej samej orbicie mogłyby na nowo w krótkim czasie utworzyć jądro komety, wydaje się zupełnie nieprawdopodobna. Według drugiego modelu, sformułowanego przez Whipple'a (1950) jądro komety stanowi zwartą kulę lodową (metan, amoniak, woda) wzbogaconą związkami krzemu, węgla, metali, tlenkami, rodnikami. W pobliżu Słońca ta kula „zabrudzonego lodu” nie traci zbyt szybko swej zawartości gazowej, ponieważ topnienie lodu zużywa znaczne ilości energii słonecznej. Z kolei odparowana część powierzchniowa tworzy rodzaj chmury pyłowo-gazowej chroniącej przed nagrzewaniem wnętrza. Niemniej prowadzi to do powolnego rozpadu jądra, zwłaszcza w przypadku komet krótkookresowych.

W sferze hipotez dotyczących końca istnienia oraz pochodzenia komet mimo postępu badań niewiele zmieniło się od ukazania się pracy Dufaya. Poza normalną ewolucją polegającą na powolnym topnieniu i odparowywaniu jądro komety może ulegać fragmentacji na 2 lub więcej części, które bądź stopniowo oddalają się od siebie bądź krążą jako komety o podwójnym czy potrójnym jądrze. Może zdarzyć się też, choć niezwykle rzadko, zderzenie komety z większym ciałem, np. planetą. W normalnym obiegu komety tracą znaczną część substancji w postaci deszczu meteorowego. Koniec aktywności komety nie musi oznaczać jej całkowitej destrukcji. Być może, iż centralna część jądra nadal krąży wokół Słońca w postaci np. asteroidów.

Hipotezy dotyczące pochodzenia komet Dufay dzieli na trzy grupy. Pierwsza grupa przyjmuje, że komety mogły wytworzyć się z chmury międzygwiazdowej, pierwotnie jednorodnej, w trakcie tworzenia się systemu słonecznego. Pod wpływem przyciągania słonecznego mogły utworzyć się kondensaty pyłowo-gazowe, które zaczęły krążyć po hiperbolach wokół Słońca, a następnie wskutek zderzeń podlegały aglomeracji zmieniając orbity na paraboliczne czy eliptyczne. Za takim międzygwiazdowym pochodzeniem komet opowiadali się m.in. von Seliger, Lyttleton, McCrea. Drugą grupę tworzą hipotezy przyjmujące planetarne powstanie komet (m.in. Proctor, Tisserand). Komety mogły być „wyrzucone” przez wielkie planety, np. Jowisza czy Saturna. Faktycznie mówi się o rodzinie komet związanych z Jowiszem. Dla przezwyciężenia siły przyciągania planety szybkość wyrzutu musiałaby być bardzo duża (do 67 km/s), stąd niektórzy postulują „wyrzucenie” komet przez satelity takich planet; wówczas wystarczyłaby szybkość 5—6 km/s. Teoria Oorta stanowi trzecią grupę hipotez na temat pochodzenia komet. W oparciu o badania rozmieszczenia orbit Oort przyjął, że wszystkie nowe komety pochodzą z chmury kometarnej otaczającej układ słoneczny w odległości od 30000 do 100000 j.a. Ruch tej chmury może zostać zakłócony przez pobliską gwiazdę i wówczas któraś z komet tego 100-miliardowego ( $10^{11}$ ) rezerwuaru może zmienić orbitę obiegu wokół Słońca i stać się widoczną. Sama zaś chmura Oorta wytworzyła się prawdopodobnie w tym samym rejonie co planety. Po utworzeniu się planet mogła nadal istnieć wielka ilość drobnych kondensatów, asteroidów, komet i innego typu fragmentów krążących po niestabilnych orbitach. Część z nich weszła w skład protoplanet i planet, inne pod wpływem perturbacji planetarnych zostały zepchnięte na krańce systemu słonecznego. Pod względem wieku komety byłyby więc zbliżone do systemu słonecznego, a sama chmura kometarna Oorta mogła kształtować się przez następne pół miliarda lat. Ta hipoteza pochodzenia komet została podbudowana nowymi

faktami w trakcie dalszych badań, wypierając całkowicie hipotezy alternatywne.

3. Dwaj astronomowie z Obserwatorium Paryskiego, Philippe Véron, specjalista w zakresie badania kwazarów i galaktyk oraz Jean Ribes, radioastronom, ogłosili książkę pt. *Komety, od starożytności do ery kosmicznej*<sup>18</sup>. Jest to praca o charakterze popularnonaukowym koncentrująca się w głównej mierze na prezentowaniu rozwoju historycznego badań nad kometami. Ukazuje ona w sposób interesujący, językiem prostym i obrazowym, rozwój poglądów na temat komet i związanych z ich pojawieniem się wierzeń i przesądów oraz stopniowy postęp w naukowych badaniach ich natury i pochodzenia.

Pierwsza z czterech części książki omawia zapatrywania ludzi starożytności, począwszy od Chaldejczyków, Egipcjan, Biblii, Greków (Arystoteles) i Rzymian (Seneka). W drugiej części przedstawiono poglądy uczonych renesansu, G. Peurbacha, Regiomontanus (J. Mullera), J. Fracastora, Kopernika, Tycho Brahe, Keplera, Newtona, w sposób zaś szczególnie badania Edmunda Halleya. Za curiosum uznać trzeba przedstawioną listę kolejnych powrotów komety Halleya począwszy od 239 roku przed Chr. Autorzy analizują też różne dokumenty wskazujące na to, że już w starożytności znano lub domyślano się zjawiska okresowości komet. Podano też wiele szczegółów dotyczących ukazywania się komet krótkookresowych, zanikania niektórych oraz badania nad kometą Encke i w związku z tym odkrycie sił niegravitacyjnych. Część trzecia poświęcona jest astrologii i przesądom współczesnym. Ukazano tu mnóstwo interesujących zdarzeń, które rzekomo wiązały się z pojawieniem się komet np. zarazy, posuchy, przewidywania klęsk (np. Napoleona), różne praktyki astrologiczne, nawet w XX wieku. „Kometomanci” z XVI w. (astrologowie — teologowie widzący w kometach znaki Boże; przepowiadający przyszłość i wreszcie lekarze uzdrawiający ze złych skutków wpływu komet) znajdują obecnie swych kontynuatorów. Powstały nawet sekty np. Dzieci Boga, przepowiadający katastrofalną przyszłość świata w związku z kometą Kohoutka w 1973 r. Pojawiało się też wiele prób interpretacji przez komety różnych zjawisk opisanych w Biblii. Wielokrotnie również odpowiadano na pytanie, czy gwiazda betlejemska była kometą. Nie wyklucza się takiej możliwości, chociaż w związku z niepewnością datowania narodzin Chrystusa nie była to ani kometa Halleya z 12 roku przed Chr., ani dwie inne znane z kronik chińskich (z 5 marca 5 r. i z kwietnia 4 r. przed Chr.). Mógł to być bardzo rzadki (1 na 120 lat) efekt koniunkcji Jowisza i Saturna z 7 r. przed Chr.

Możliwość kolizji komety z Ziemią i dawniej i w nowszych czasach była powodem paniki np. w związku z nadejściem komety Halleya C. Flammarion wiązał groźbę śmiertelnego działania cyjanu lub gigantyczną eksplozję i kataklizm naszego globu. Autorzy szeroko opisują tzw. meteoryt tunguski (Podkamienna Tunguska na Syberii 1908 r.), który dziś uważa się prawdopodobnie za fragment komety Pons-Winnecke. Część poświęconą współczesnej astrologii autorzy zamykają prezentacją poglądów dotyczących możliwości życia na kometach oraz książek typu science-fiction związanych z problematyką kometarną.

Współczesne badania naukowe komet stanowią treść czwartej części

<sup>18</sup> Ph. Véron, J.-C. Ribes: *Les comètes De l'antiquité a l'ère spatiale*. Préface de Ch. Fehrenbach, Paris 1979, Hachette, ss. 235.

książki Vérona-Ribesa. Interesująco przedstawiają sylwetki zarówno profesjonalnych badaczy komet (m.in. Ch. Messiera, J.-L. Ponsa, G. Tempela, K. Ikeya, T. Seki), jak i amatorów; opisują katalogi komet i ich orbit, sposoby odkrywania, badania morfologiczne warkocza, jego współdziałanie z wiatrem słonecznym, a następnie naturę głowy i jądra komet. Po plastycznym przedstawieniu wspomnianych już wyżej hipotez dotyczących pochodzenia komet rysują perspektywy przyszłych misji kosmicznych w kierunku komet, organizowane przez różne ośrodki badawcze (NASA, ESA). Wśród dyskusji i przygotowań szczególne miejsce zajmuje powrót komety Halleya w 1985/86. Znaczenie misji kometarnych polega nie tyle na odkryciu czegoś istotnie nowego, lecz raczej na tym, że poznanie szczegółów natury tych ciał jako pozostałości pierwotnej mgławicy pozwoli zweryfikować dotychczasowe modele oraz lepiej zrozumieć same początki systemu słonecznego.

4. Popularyzacja wiedzy naukowej, dziś w sposób szczególny potrzebna ze względu na ogromną specjalizację badań, należy do przedsięwzięć niezwykle trudnych, wymagających zarówno dobrego przygotowania w danej dziedzinie, jak i odpowiedniego talentu. Wydaje się, że warunki te całkowicie spełnia autor książki *Kometa nadchodzi*, Nigel Calder<sup>14</sup>, przyrodnik z wykształcenia a zarazem dziennikarz, przez szereg lat redaktor czasopisma *New Scientist*, autor kilkunastu książek przyrodniczych przeznaczonych dla szerokiego kręgu odbiorców. W 1972 r. UNESCO przyznało mu nagrodę Kalingi za popularyzację nauki.

Książka *Kometa nadchodzi*, zamówiona a następnie w połowie 1981 r. przedstawiona w programie telewizyjnym BBC2, utrzymana jest w stylu iście dziennikarskim nie tracąc nic ze ścisłości informacji. Jest niejako podróżą poprzez wieki historii, wierzeń, zabobonów, spekulacji i odkryć dotyczących komet. Zgodnie z podtytułem podkreślona została rola badań E. Halleya nad kometa nazwaną jego imieniem. Po historycznym rysie przedstawiającym dokonania tego badacza i jego kontynuatorów, zwłaszcza w zakresie orbit kometarnych, autor omawia próby systematyzacji komet a następnie hipotezy dotyczące ich genezy. Wkład E. Öpika i J. Oorta wyraża się w sformułowaniu przyjmowanej dziś teorii wyjaśniającej mechanizm tworzenia się komet w trakcie kształtowania się systemu słonecznego oraz ich przemieszczania się na jego peryferie. Ten proces stopniowego „oczyszczania” systemu słonecznego nigdy właściwie nie został zakończony.

Poza rozważaniami na temat natury warkocza i jądra komety niezwykle interesujące są rozdziały dotyczące wpływu komet na wyginięcie dinozaurów 65 mln lat temu (badania J. Smitha, J. Hertogena, K. Hsü, W. Napiera, V. Clube'a) oraz na powstawanie chorób epidemicznych. Ta ostatnia hipoteza, sformułowana przez Hoyle'a i C. Wickramasinha'a zakłada, że z istniejących w jądrach komet związków organicznych wytworzyły się wirusy i bakterie, które następnie przedostają się na Ziemię powodując różne epidemie i pandemie. Tworzy te doprowadziły niegdyś do zapoczątkowania na pierwotnej Ziemi życia, które ewoluowało dzięki otrzymywaniu coraz to nowych genów wirusowych i bakteryjnych pochodzących także z komet. Te nieprawdopodobne pomysły Calder ocenia zdecydowanie negatywnie wskazując m.in. na to, że już samo zidentyfikowanie przez tych badaczy celu-

<sup>14</sup> N. Calder: *The comets is coming, The Feverish legacy of Mr Halley*, Harmondsworth Middlesex 1982, Penguin Books Ltd, ss. 160.

lozy w pyłe międzygwiazdowym jest wynikiem błędnego odczytania linii widmowych.

5. Kalifornijskie wydawnictwo Freeman and Company opublikowało interesującą książkę pt. *Komety*<sup>15</sup> będącą wypisami zawierającymi 10 artykułów na temat komet, wydanych w *Scientific American* w okresie od 1909 do 1981 r. Redaktor zbioru, John C. Brandt z NASA-Goddard Space Flight Center i University of Maryland, opatrzył książkę w przedmowie, wstęp ogólny pt. *Astronomia komet* (s. XI—XXIII) ukazujący w przystępnej formie aktualny stan wiedzy kometarnej, wprowadzenie (s. XXV—XXXI) do artykułów zasadniczych oraz (s. 85—86) do krótkich sprawozdań o obserwacji nowszych komet.

Artykuł Roberta Olsona *Giotta portret komety Halleya* (s. 1—9) omawia fresk Giotto di Bondone *Pokłon Trzech Króli* z Padwy, na którym gwiazda betlejemską przedstawiona jest w postaci komety. Nie wątpliwie jest to obraz komety Halleya z 1301 roku.

W następnej części (s. 11—28) pomieszczono 10 krótkich doniesień dotyczących m.in. osoby Halleya oraz ukazanie się w 1910 r. komety jego imienia. Jest to zaledwie drobna cząstka z ogromu publikacji, jakie pojawiły się przy tej okazji.

Artykuł *Komety* (s. 29—33) to pionierska praca Freda Whipple'a z 1951 r., w której sformułowano nowy model jądra komety jako „brudnej kuli śniegowej” będącej konglomeratem cząstek pyłowo-łodowych. Dalsze dwie prace tegoż autora: *Natura komet* z 1974 (s. 47—55) i *Spin komet* z 1980 (s. 56—64) dotyczą komet Kohoutka i Encke i stanowią pogłębione rozważania nad wskazanym modelem, obecnością zamrożonej wody w jądrze oraz działaniem sił niegrawitacyjnych. L. Bierman i R. Lüst w artykule *Warkocz komet* z 1958 (s. 39—46) rozwijają oryginalne badania pierwszego z autorów, opublikowane także w 1951, na temat wiatru słonecznego (korpuskularne promieniowanie słoneczne = zjonizowany gaz). Wiatr ten wykryty został w trakcie obserwacji pewnych zjawisk w warkoczu plazmowym komety. Z kolei poznanie natury tego wiatru przyczyniło się do pogłębienia naszej wiedzy o samych warkoczach komet. Szerzej o tym traktuje praca E.N. Parkera z 1964 *Wiatr słoneczny* (s. 75—84). Obecność wiatru słonecznego związanego z aktywnością korony Słońca, została potwierdzona także w badaniach nad fluktuacjami ziemskiego pola magnetycznego. James Newman w *Recenzji pracy R. Lyttletona „Komety i ich pochodzenie”* (s. 35—38) podejmuje krytyczną ocenę wysuniętego przez Lyttletona w 1953 r. opozycyjnego modelu natury komet („sand-bank” model) i ich pochodzenia. Model luźno krążących po takich samych orbitach cząstek pyłu kosmicznego okazał się nie do utrzymania w świetle dalszych badań.

Dołączenie do omawianego wyboru pracy A. Camerona z 1975 pt. *Powstanie i ewolucja systemu słonecznego* (s. 65—73) można usprawiedliwić o tyle, że model wyjaśniający procesy akrecji pierwotnej chmury pyłowo-gazowej odnosi się nie tylko do Słońca i wielkich planet, ale także małych ciał niebieskich, w tym i komet. Cameron (s. 72) dzieląc w całej rozciągłości model Oorta genezy komet, wysuwa własną hipotezę, w myśl której komety mogły utworzyć się poza samą chmurą Oorta z małych fragmentów obłoku okrążających większy fragment stający się chmurą proto-słoneczną.

<sup>15</sup> *Comets*, Readings from *Scientific American*, ed. by J.C. Brandt, San Francisco 1981, ss. XXXI+92, W. H. Freeman and Company Ltd.



Cztery końcowe szkice dotyczą: 1. obserwacji i wyjaśnienia anty-warkocza komety Arend-Rolanda (1957); 2. dowodów istnienia „trans-nep-tunowego pasa komet” (1964); 3. zdjęć meteoru z satelity; 4. pierwszego doniesienia na temat kometarnej natury i genezy tzw. meteorytu tuncuskiego.

Przedstawiony zbiór, niezwykle bogato ilustrowany, zaopatrzony w podstawową bibliografię i indeks imiennie-rzeczowy, stanowi swoistą dokumentację rozwoju wiedzy astronomicznej w zakresie komet w naszym stuleciu, a w szczególności ukazuje wpływ idei Whipple'a, Oorta i Biermana na obecny stan tej wiedzy.

6. Książka Brandta-Chapmana mimo tytułowego określenia<sup>16</sup> jest nie tylko wprowadzeniem, ale monografią całościowo obejmującą wielorakie dziedziny i aspekty badania komet. Jak przystało na pracę o charakterze wprowadzającym, w pierwszym dziale (rozd. 1—2) autorzy przedstawiają w perspektywie historycznej rozwój poglądów i badań nad kometami, od czasów starożytnych poprzez prace Keplera, Newtona, Halleya i innych aż do mniej więcej połowy naszego stulecia, kiedy to nastąpił wyraźny zwrot w badaniach kometarnych dzięki wspomnianym pracom Whipple'a nad strukturą fizyczną komet, Ópika — van Woerkoma-Oorta nad ich pochodzeniem, oraz Biermana — nad wiatrem słonecznym i jego wpływem na charakter i ukierunkowanie warkocza plazmowego. Model konglomeratu lodowego został uzupełniony w 1956 przez B. Donna i H.C. Ureya (eksplozyjne reakcje chemiczne) oraz A. Delsemme'a (porowate struktury krystaliczne zatrzymujące cząstki gazu).

*Współczesna perspektywa* to tytuł drugiego działu książki (rozd. 3—6) traktującego w sposób pogłębiony o kometach i ich współdziałaniu z innymi ciałami systemu słonecznego, a więc o dynamice i statystyce orbit, o siłach niegrawitacyjnych, spektroskopii, jasności, wielkiej chmurze wodoru atomowego wokół jasných komet, czy o ich współdziałaniu z promieniowaniem słonecznym korpuskularnym i elektro-magnetycznym. Komety podlegają także siłom grawitacyjnym ze strony Słońca, planet, a w pewnym okresie ich istnienia również ze strony innych gwiazd. Autorzy dają przegląd różnych modeli procesów fizycznych, poprzez które komety współdziałują ze swym środowiskiem, modeli reakcji chemicznych w pobliżu perihelium i procesów tworzenia jonów i rodników wskutek rozpadu niewidzialnych molekuł macierzystych spowodowanego przez fotodysocjację i fotojonizację.

Dział trzeci książki (rozd. 7—8) obrazuje ogromne postępy w dziedzinie kometologii, wywołane badaniami obserwowanych w ostatnich latach komet: Kohoutek (1973), Kobayashi-Berger-Milon (1975), West (1975) Bradford (1979). Nowe badania, m.in. odkrycie otaczającej komety chmury wodorowej, inspirowa do dyskusji i przygotowywania nowych obserwacji, zarówno naziemnych, jak i z przestrzeni kosmicznej za pomocą wysyłanych statków bezzałogowych. Dział czwarty książki (rozd. 9—10) stanowi swego rodzaju dodatek traktujący o ewentualnych niebezpieczeństwach kolizji komety z Ziemią, o szkodliwym wpływie gazów toksycznych pochodzących z warkocza itp. Zbyt rozrzedzony stan tych substancji, wielka odległość od nas orbit komet, istnienie pola magnetycznego Ziemi i samej atmosfery odsuwają zu-

<sup>16</sup> J. C. Brandt and R. Chapman: *Introduction to comets*, Cambridge 1982, ss. VIII+246, Cambridge University Press.

pełnie tego typu obawy. Autorzy dają przegląd wierzeń i zabobonów związanych z kometami oraz szkicują wpływ tych ciał niebieskich na literaturę i sztukę. Bibliografia podzielona na części odpowiadające działom książki oraz wykaz omawianych komet i indeks imiennorzeczowy zamykają książkę.

Praca Brandta-Chapmana, wyposażona w liczne rysunki, tabele i reprodukcje, spełnia rolę dobrego i zwartego wprowadzenia w wiedzę o kometach, chociaż niektóre jej części są dość trudne dla początkujących, wymagają znajomości przynajmniej podstaw algebry. Niektóre problemy potraktowane zostały zbyt szkicowo, np. pewne hipotezy dotyczące pochodzenia komet (m.in. S. K. Wszechświatskiego z 1977 r.), a niemal zupełnie pominięto rozwijaną m.in. przez wspomnianego A. Delsemme'a teorię traktującą komety (podobnie także meteoryty, pył kosmiczny) jako pierwotne tworzywo systemu słonecznego i pozostałość sprzed okresu akrecji planet. Nie umniejsza to wartości pracy, świadczącej o zafascynowaniu jej autorów przedmiotem swoich badań, a dołączone w wielu miejscach własne badania i interpretacje zapewniają jej wysoką lokatę w ocenie specjalistów.

7. W perspektywie zbliżających się odwiedzin komety Halleya narasta zainteresowanie kometami jako niezwykłymi ciałami niebieskimi. Uwidacznia się to oczywiście przede wszystkim wśród specjalistów. Wyrazem wzmoczonej ich aktywności było m.in. odbyte w marcu 1981 roku 61-sze Kolokwium Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Tucson w Arizonie, poświęcone specjalnie badaniu komet. Uczestniczyło w nim 175 uczonych z różnych stron świata. Materiały z tego Kolokwium zebrał i wstępem opatrzył Laurel L. Wilkening<sup>17</sup>. Ten imponujący zbiór 29 artykułów traktuje wszechstronnie o aktualnych badaniach nad strukturą i fizykochemicznymi właściwościami jądra, głowy i warkocza komet, o ich relacji do meteorów, meteorytów i wiatru słonecznego, o ewolucji i pochodzeniu komet czy wreszcie o ich stosunku do genezy życia. Ograniczmy się w tym miejscu do podania autorów i tytułów zamieszczonych w zbiorze prac:

S. Wyckoff: *Przegląd obserwacji komet*; L. Kresák: *Odkrycia, statystyka i selekcja obserwacyjna komet*; A. H. Delsemme: *Skład chemiczny jąder komet*; J. M. Greenberg: *Z czego zbudowane są komety? Model oparty o pył międzygwiazdowy*; U. Fink i G. Sill: *Spektralne właściwości zimnych gazów*; B. Donn i J. Rahe: *Struktura i pochodzenie jąder kometarnych*; F. L. Whipple: *Rotacja jąder komet*; Z. Sekanina: *Przegląd problemu komet rozdwójonych*; P. Kamoun: *Wykrywalność radarowa komet*; G. Wetherill i D. ReVelle: *Zależności między kometami, wielkimi meteorami i meteorytami*; E. Ney: *Obserwacje optyczne i w podczerwieni świecących komet w zakresie 0,5 do 20  $\mu\text{m}$* ; H. Campins i M. Hanner: *Interpretacja właściwości cieplnych pyłu kometarnego*; M. Wallis: *Dynamika gazu pyłowego w kometach*; H. Fechtig: *Pył kometarny w systemie słonecznym*; P. Fraundorf, D. Brownlee i C. Walker: *Badania laboratoryjne pyłu międzyplanetarnego*; D. Meisel i C. Morris: *Fotometria głowy komety — przeszłość, teraźniejszość i przyszłość*; M. A'Hearn: *Spektrofotometria komet przy optycznych długościach fal*; P. Feldman: *Spektroskopia UV głowy komety*; W.

<sup>17</sup> *Comets*, edited by Laurel L. Wilkening, University of Arizona Press, Tucson, Arizona 1982, ss. 766.

Jackson: *Zjawiska fotochemiczne i spektroskopowe w odniesieniu do komet*; W. Huebner i in.: *Procesy fotochemiczne na zewnątrz głowy*; J. Brandt: *Obserwacje i dynamika warkoczy plazmowych*; H. Schmidt i R. Wegmann: *Strumień plazmy a pole magnetyczne komet*; C. Russell i in.: *Współdziałanie wiatru słonecznego z kometami*; W. Ip i W. Axford: *Teorie procesów fizycznych w głowie i warkoczu jonowym komet*; P. Weissman: *Dynamiczna historia chmury Oorta*; E. Everhart: *Ewolucja długo- i krótkookresowych orbit*; J. Degewij i E. Tedesco: *Czy komety ewoluują w asteroidy? Dowody z badań fizycznych*; C. Pomamperuma i E. Ochiai: *Komety a powstanie życia*; B. Marsden i E. Roemer: *Appendix: Podstawowe informacje i bibliografia*.

Przykładowo zatrzymajmy się nad dwoma artykułami. A. H. Delsemme (s. 85—130) wskazuje na to, że o ile tradycyjnie badania komet koncentrowały się na jakościowym opisie przejściowych zjawisk, o tyle w ostatnich latach dane ilościowe pozwalają głębiej ująć chemiczną naturę jądra. W tworzywie kometarnym wyróżnia się frakcję lotną, złożoną z wody (w postaci lodu lub śniegu) zmieszanej z pyłem, tlenku węgla, dwutlenku węgla, oraz część refrakcyjną w postaci drobnych ziaren pyłu (sporadycznie większe ziarna). Szereg danych wskazuje na to, że taki skład jądra komet świadczy o niezróżnicowanym i pierwotnym charakterze komet. Materiał kometarny z różnych „głębokości” jądra wykazuje te same cechy, m.in. taki sam wzór rozmieszczenia pyłu i gazu, taki sam skład frakcji lotnej, taką samą strukturalną odporność na rozdrabnianie itp. Dla ilościowego oszacowania konglomeratu lodowego konieczne jest określenie stosunku masy gazowej do pyłowej, także wysublimowanej, a następnie szybkości sublimacji. Autor formułuje teorię parowania (sublimacji) jądra i próbuje skonfrontować ją z obserwacjami. Dalsze badania nad chemiczną naturą komet będą mieć znaczenie także dla poznania ich pochodzenia i rozwoju.

J. Mayo Greenberg (s. 131—163) formułuje model pierwotnego składu komet w oparciu o analizę pyłu międzygwiazdowego. Obserwacje rozwoju chmury pyłu i cząsteczek w fazie obłoku molekularnego oraz rozważania teoretyczne prowadzą do ustalenia składników fizykochemicznych pyłu prekometarnego. Autor podaje wyniki interesujących badań laboratoryjnych symulujących ewolucję fotochemiczną materiału pyłowego: pomiary absorpcji w podczerwieni mieszaniny zawierającej lód wodny wskazują, iż 27 % objętości komety stanowi amorficzny lód  $H_2O$ , a 21% — to zespół lotnych substancji organicznych typu prebiotycznego. Wyniki te zestawia z danymi obserwacyjnymi uzyskując w ten sposób obraz ewolucji pyłów aż do koagulacji prowadzącej do utworzenia kometezymali a w końcowej fazie — samych komet.

Opracowany po raz pierwszy przez Greenberga model składu chemicznego pyłu międzygwiazdowego zastosowano tu do wyjaśnienia chemicznej struktury samych komet. Wszystkie podstawowe składniki przyjęte w modelu „lodowym” komet wywodzi się ostatecznie ze składu zagregowanego pyłu międzygwiazdowego. Poza amorficznym lodem wodnym przyjmuje się obecność  $CO_2$ ,  $CO$ , a być może także  $O_2$  oraz frakcję złożoną z molekuł organicznych.

W sumie omawiana publikacja stanowi wszechstronne przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat fizykochemicznej natury oraz pochodzenia komet. Niemal wszystkie prace przeznaczone są dla specjalistów chociaż Wilkening w przedmowie adresuje książkę także dla

początkujących w dziedzinie wiedzy kometarnej. Każdy artykuł zaopatrzonej został w obszerny zestaw bibliograficzny.

8. Spośród prac odnoszących się bezpośrednio do przygotowywanych misji kometarnych wybieramy jedną pt. *Cometary Missions*<sup>18</sup>, która jest owocem obrad grupy roboczej zorganizowanej w Bambergu przez Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Erlangen-Nürnberg. Ta grupa badawcza jest odrębna od powstałych wcześniej podobnych grup (NASA 1977, ESA 1978), które prowadzą teoretyczne i eksperymentalne badania i przygotowania do wysłania misji-sondy w kierunku komet Halleya i Tempel-2 (*Halley Fly-by* i *Tempel-2 Rendezvous*). Zamierzeniem przyswiecającym tym przygotowaniom jest wysłanie pojazdów bezzałogowych zaopatrzonej w rozmaite urządzenia pomiarowe (radiosondy, spektrometry, analizatory itp.), które będą pracować zbliżając się do komety i ewentualnie w ostatniej fazie przechodząc przez głowę komety w pobliżu jądra. Dokonane pomiary mają przyczynić się do poznania stanu fizycznego i składu jądra komet, ich atmosfery pyłowo-gazowej oraz interakcji komet z ich środowiskiem, zwłaszcza wiatrem słonecznym (Przedmowa, s. VII).

W spotkaniu w Bambergu (20–22 luty 1979) wzięło udział 57 uczonych z krajów Europy Zachodniej oraz z USA, Chile i Izraela. Ogółem przedstawiono 30 referatów, z których większość ma charakter specjalistyczny i dotyczy różnych aspektów badań nad kometami. Są to jednak analizy bardziej teoretyczne niż technologiczne i z tego względu mogą zainteresować nie tylko wąskie grono specjalistów. Poruszone problemy można by pod względem treściowym zgrupować następująco:

a. Opisy dokonywanych w ostatnich latach różnych badań i eksperymentów m.in. badania optyczne pyłu in situ, gazów, pola magnetycznego i jonizacyjnego, plazmy kometarnej, badania maso-spektrograficzne, pomiary gęstości oraz szybkości rozprzestrzeniania się jonów i innych cząstek. Tym problemom poświęcona jest największa ilość referatów.

b. Modele i rozważania teoretyczne dotyczące składu i struktury jądra, głowy i warkocza kometarnej (m.in. W. J. Axford, D. Beard, K. Jockers, M. Belton). Tu można zaliczyć także rozważania wokół genezy jądra (L. Bierman), źródeł protostellarnych ziaren i pyłu międzygwiazdowego zawartych w kometach (H. Volk), powstania światła zodiakalnego (J. Greenberg) i wreszcie wokół interakcji gazu kometarnej z wiatrem słonecznym (A. Ershkovich) i środowiskiem kosmicznym (R. Zerull, W. Ip, K. Hsieh, P. Lamy).

c. Kilka referatów dotyczy bezpośrednio przygotowywanych misji kometarnych. Poza przeglądem wstępnym Axforda podsumowania badań proponowanej misji *ESA/NASA Halley Fly-by* i *Tempel-2 Rendezvous* dokonują D. Dab i G. Haskell, a M. Neugebauer omawia ideę strategii i eksperymentów tych dwu misji. J. Rahe i G. Schnur traktują o naziemnych i pozaziemskich obserwacjach komet. Inni badacze (m.in. D. Krasnowsky, K. Mauersberger, G. Braun, U. van Zahn) zajmują się szczegółowymi metodami badania komet, np. spektroskopią masową, analizą cząstek, kinetyką gazów i cząstek neutralnych itp.

Wielość problemów teoretyczno-badawczych, fizycznych, chemicznych.

<sup>18</sup> *Cometary missions*, ed. by W. J. Axford, H. Fechtig, J. Rahe, Bamberg 1979, ss. VII+230.

nie mówiąc już o czysto technicznych, wskazuje na ogromne trudności związane z planowanym wysłaniem zasobników z urządzeniami pomiarowymi.

Najbliższe spotkanie z kometą Halleya i Tempel-2, niezwykle starannie przygotowywane, pozwoli na bezpośrednie poznanie natury fizykochemicznej tych obiektów i być może, zmieni gruntownie nasz obecny ich obraz. Sprzyja temu aktualny rozwój metod i narzędzi badania, m.in. nowa technika spektroskopowa (*Secondary Ion Mass Spectroscopy*) o wysokim stopniu czułości pozwalająca badać nawet pojedyncze warstwy cząstek pyłu liczących 0,1  $\mu\text{m}$ . Zdaniem B. Dalmanna, H. Fechtiga i D. Bahra (s. 193—195) badanie takie może dostarczyć informacji na temat składu pierwiastkowego i molekularnego ziaren pyłu kometarnego, ilości izotopów oraz pozwolić na dokładne wyodrębnienie frakcji organicznej. Niektórzy badacze (np. M. J. Belton, s. 211—223) wypowiadają się dość sceptycznie na temat zaplanowanych na szeroką skalę badań związanych z omawianymi wyprawami w kierunku komet. Zdaniem Beltona, zanim lądownik będzie mógł pobrać próbki jądra komety, trzeba sprawdzić model kometarny Whipple'a i dobrze będzie, jeśli te pierwsze misje dostarczą danych dotyczących składu fizykochemicznego chmury pyłowo-gazowej i mechanizmów jej powstawania w jądrze komety. Nie ma też pewności, czy jądro to nie uległo zmianom od czasu swej akrecji i aglomeracji np. przez procesy fragmentacji, dezintegracji czy rozpadu pierwiastków radioaktywnych.

9. Dokonany przegląd publikacji na temat komet nie uzasadnia jeszcze tytułowego sformułowania naszych uwag na temat relacji tych obiektów kosmicznych do życia ziemskiego. Poza ukazywaniem wpływu pojawienia się komet na wierzenia i przesady ludzi jedynie Calder omawia wyginiecie dinozaurów prawdopodobnie wskutek działania pyłu kometarnego oraz o koncepcji powstawania w kometach wirusów i bakterii, zasiedlających następnie naszą planetę. Do tej ostatniej nawiązują C. Ponnamperuma i E. Ochial w zbiorze Wilkeninga. Koncepcja ta, rozwijana przez F. Hoyle'a i C. Wickramasinghe'a w szeregu prac<sup>19</sup>, przyjmuje jako założenia wyjściowe, iż a. w przestrzeni kosmicznej występują liczne związki organiczne (kuleczki grafitu, celuloza), które weszły w skład komet, b. materia organiczna komet może z łatwością przedostać się na Ziemię. Z tej materii wytworzyły się w jądrach komet bakterie i wirusy, które w przeszłości zapoczątkowały życie na Ziemi. Autorzy ci wykluczają wszelkie inne możliwości powstania życia, przyjmowane dziś w teoriach abiogenezy, dowodząc, że warunki hydro- atmosferyczne na pierwotnej Ziemi były całkowicie destrukcyjne i niesprzyjające dla jakiegokolwiek przekształcania się materii nieorganicznej w organiczną i biotyczną. Konsekwencją tego typu twierdzeń jest całkowita negacja podstaw teorii ewolucji darwinowskiej. Omawiane koncepcje genezy życia wraz z hipotezą kometarnego pochodzenia epidemii i innymi pomysłami pomocniczymi spotkały się z ostrym sprzeciwem ze strony świata nauki. W innym miejscu dokonałem<sup>20</sup> oceny krytycznej całości tych poglądów od strony treściowej, metodologicznej i filozoficznej.

<sup>19</sup> Oto kolejne tytuły książek tych autorów: *Lifecloud*, London 1978; *Diseases from space*, London 1979; *Evolution from space*, London 1981; *Space travellers: the bringers of life*, London 1981, oraz F. Holye: *The intelligent univers*, London 1983.

10. Wydaje się, że książki Hoyle'a i Wickramasinghe'a, niezależnie od ich krytycznej oceny, zainspirowały nowy kierunek badań dotyczący relacji komet do genezy życia, a w konsekwencji pojawienie się szeregu publikacji<sup>21</sup>. Wśród nich na szczególną uwagę zasługuje praca zbiorowa pod redakcją C. Ponnamperry *Komety a pochodzenie życia*<sup>22</sup>, obejmująca materiały z sympozjum, które odbyło się w październiku 1980 r. na Uniwersytecie w Maryland. Z 17 prac składających się na książkę jedynie część próbuje odpowiedzieć i to w sposób pośredni na pytanie, czy komety mają jakieś odniesienie do genezy życia.

Artykuły F. Whipple'a (s. 1—20) i B. Donna (s. 21—29) przedstawiają aktualny stan badań nad naturą komet i ich jąder. W oparciu o badania struktury komet, obserwowanych wybuchów, podziału jąder, tworzenia obłoku wodorowego i ewentualnie nagrzewania radioaktywnego i reakcji egzotermicznych Whipple dochodzi do wniosku, że komety, nie zawierając rdzenia asteroidalnego, nie ewoluują w asteroidy. Donn omawia wpływ na komety promieni kosmicznych pochodzenia słonecznego i galaktycznego. Nie powodują one zasadniczych zmian w jądrach komet, jedynie na ich powierzchni. Badania przy pomocy spektroskopii ultrafioletowej mają, zdaniem P. Feldmana (s. 31—41) ogromne znaczenie w poznaniu głowy komet i składu lodu kometarnego. K. Krishna Swamy (s. 43—51) stosuje metodę rezonansu fluorescencyjnego i obliczenia statystyczne do linii widmowych szeregu molekularnych zachodzących w obserwowanych rejonach komet. Składem chemicznym komet zajmuje się M. A'Hearn (s. 53—61). Wykorzystując badania fotoelektryczne i spektrometryczne utrzymuje, że tempo tworzenia się w jądrze substancji pochodnych (CN, OH, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>) w perihelium jest jednakowe u wszystkich komet, choć nie wiadomo jesz-

<sup>20</sup> Por. Sz. W. Ślaga: *Ewolucjonizm-kreacjonizm a panspermia*, *Studia Philos. Christ.*, 20(1984) nr 2.

<sup>21</sup> Por. m.in. S. Chang: *Comets, cosmic connections with carbonaceous meteorites, interstellar molecules and the origin of life*, w: *Space missions to comets*, ed. by M. Neugebauer, NASA, Washington 1979, 59—111; Z. Ilczuk: *Cosmic seeds of life*, *Post.Astron.* 12(1979) 25—35; E. Khare and C. Sagan: *Organic chemistry of cosmic dust and cometary ices*, w: *Experimental Approaches to Comets*, ed. by J. Oró, Houston Tx 1979, 60—65; J. Oró, G. Holzer, A. Lazcano-Araujo: *Organic cosmochemistry, comets, and life*, tamże, 54—59; J. Oró, G. Holzer, A. Lazcano-Araujo: *The contribution of cometary volatiles to the primitive Earth*, w: *Life Science and Space Research*, v. 18(1980) 67—82, ed. R. Holmquist, Pergamon Press; L. L. Wilkening: *Carbonaceous material in the solar system*, *Naturwissenschaften* 65(1978)73—79; A. Bar-Nun, A. Lazcano-Araujo, J. Oró: *Could life have evolved in cometary nuclei?*, *Orig. Life* 11(1981)387—394; A. H. Delsemme: *Nature and origin of organic molecules in comets*, w: *Origin of life*, Proc. 3rd ISSOL Meeting, ed. Y. Wolman, Dordrecht 1981, 33—42; tenże: *Les comètes et l'origine de la vie*, *L'Astronomie* 95(1981)293—304 i 381—395.

<sup>22</sup> *Comets and the origin of life*, edited by C. Ponnamperry, Proceedings of the Fifth College Park Colloquium on Chemical Evolution, University of Maryland, Oct. 1980, Dordrecht 1981, D. Reidel, ss. VII + 282.

cze, czy ta jednorodność charakteryzuje wnętrze jądra czy wynika z typu reakcji w głowie czy raczej implikuje, że wszystkie komety utworzyły się w jednorodnym rejonie obłoku protosolarnego.

D.E. Brownlee (s. 63—70) podaje wyniki swoich badań nad cząstkami pozaziemskimi zebranych w stratosferze przez specjalny samolot U 2 oraz na dnie morza. W swym składzie pierwotnym zbliżają się one do chondrytów węglistych, różnią się jedynie strukturą i mineralogią. Jeśli są to typowe cząstki międzyplanetarne, zdają się być materiałem kometarynym podobnym do tego, jaki docierał do atmosfery ziemskiej od początku istnienia systemu słonecznego. Te ziarna krzemowo-węglowe wielkości kilku mikronów, nie ulegające zniszczeniu w czasie wejścia w atmosferę, mogły dostarczyć niegdyś Ziemi kometarynego materiału organicznego. Problem ten podejmuje J. Mayo Greenberg (s. 111—122) rozważając różne sposoby wzbogacenia pierwotnej Ziemi przez materiał prebiotyczny. Jego zdaniem bezpośrednia akrecja pyłu międzygwiazdowego w trakcie przejścia systemu słonecznego poprzez gęsty obłok międzygwiazdowy wydaje się być bardziej prawdopodobnym źródłem molekuł-prekursorów życia, aniżeli akrecja materiału kometarynego. Inne prace dotyczą współdziałania komet ze środowiskiem międzyplanetarnym, przede wszystkim z wiatrem słonecznym i UV promieniowaniem słonecznym (D. A. Mendis, s. 71—89), kinetyki chemicznej w głowie komety (W.F. Huebner, s. 91—103), pola magnetycznego i elektrycznego w warkoczu (A. J. Ershkovich, s. 105—109). P. Abel i inni (s. 129—139) podejmują wstępne sugestie dotyczące konieczności stosowania porównawczych badań izotopowych dla rozwiązania problemu stosunku komet do genezy życia.

W odpowiedzi na pytanie o związek komet z genezą życia A. Delsemme (s. 141—153) utrzymuje, że molekuly kometarne jako odpowiednie dla ewolucji prebiotycznej, mogły dostarczyć aminokwasów, puryn i pirymidyn. Część pierwotnej atmosfery można również uważać za wynik wczesnego „bombardowania” przez komety w końcowym stadium akrecji planet. Autor rozważa ewolucję orbit komet i ich związek z powstaniem systemu słonecznego, a następnie strukturę chemiczną komet w relacji do molekuł międzygwiazdowych wskazując, że prawdopodobnym miejscem „chemii prebiotycznej” mogły być: a. obłok międzygwiazdowy, b. chmura protosolarna, c. komety w trakcie przebywania w chmurze Oorta, d. komety periodyczne po „przechwyceniu”, e. pierwotna Ziemia. Z dużym prawdopodobieństwem można komety uważać za „posłańców” przynoszących na Ziemię kosmiczną chemię prebiotyczną.

Według J. Levine'a i współprac. (s. 161—190) ozon ma istotne znaczenie w rozważaniach nad fotochemią paleoatmosfery i ewolucją chemiczną w kierunku powstania życia. W oparciu o obliczenia modelowe autorzy wskazują na to, że napływ kometarynej  $H_2O$  odegrał znaczną rolę w fotochemicznych procesach paleoatmosfery; wyrażało się to uformowaniem się w górnych rejonach atmosfery warstwy chmur kryształków lodu utrzymującego się w trakcie intensywnego bombardowania przez komety. Ta warstwa mogła chronić Ziemię przed wpływem szkodliwych promieni UV jeszcze przed wytworzeniem się osłony ozonowej oraz wpływać decydująco na pierwotny klimat ziemski.

Komety jako najbardziej pierwotne małe ciała systemu słonecznego zawierają w swym składzie wszystkie pierwiastki organogenne, z wyjątkiem fosforu, a zawartość związków organicznych ocenia się na po-