

Józef Zon
Lublin

ŻYCIE JEST PLAZMĄ: WSPÓŁCZESNA POSTAĆ METAFORY ŻYCIA JAKO OGNIĄ

Innym czynnikiem, który stale pobudzał moje intuicyjne myślenie [...] jest gorączka, przypuszczalnie dlatego, że wysoka temperatura również stwarza stan półświadomości.

[...]

Geniusz buduje mosty pomiędzy instynktem i intelektem, między uczuciem i logiką”.

H.Selye, 1964

UWAGI WSTĘPNE	2
1. RYS HISTORII POGLĄDÓW NA OGIEŃ JAKO CZYNNIK KONSTITUTYWNY ŻYCIA	3
1.1. ŻYCIE JAKO OGIEŃ ROZUMIANY METAFIZYCZNIE	3
1.2. ŻYCIE JAKO OGIEŃ FIZYCZNY	4
2. OGIEŃ - PLAZMA - ŻYCIE: CECHY CHARAKTERYSTYCZNE	5
2.2. PLAZMA FIZYCZNA.....	6
2.3. ŻYCIE - Z PUNKTU WIDZENIA FIZYKOCHEMII ORAZ TEORII EWOLUCJI	7
3. PORÓWNIANIA WŁASNOŚCI	9
3.1. PLAZMA FIZYCZNA I OGIEŃ.....	9
3.1.1. <i>Identyczność: każda plazma jest ogniem, każdy ogień jest plazmą</i>	9
3.1.2. <i>Plazma jako szczególna odmiana ognia</i>	9
3.1.3. <i>Ogień jako szczególna odmiana plazmy</i>	10
3.1.4. <i>Plazma i ogień nie są tym samym, ale mają cechy wspólne</i>	10
3.2. OGIEŃ – ŻYCIE.....	11
3.2.1. <i>Identyczność: życie jest ogniem, ogień jest życiem</i>	11
3.2.2. <i>Ogień jest pewną odmianą życia</i>	11
3.2.4. <i>Życie i ogień mają cechy wspólne</i>	12
3.3. PLAZMA - ŻYCIE.....	13
3.3.1. <i>Tożsamość: każda plazma jest żywa, każde indywiduum żywe jest układem plazmowym</i>	13
3.3.2. <i>Plazma jest pewną odmianą życia</i>	14
3.3.3. <i>Życie jako szczególny rodzaj plazmy</i>	14
4. UŻYTECZNOŚĆ PLAZMOWEJ METAFORY ŻYCIA	14
UWAGI KOŃCOWE	17
PODZIĘKOWANIA	17
LITERATURA	18
SUMMARY	20

Uwagi wstępne

Metafora należy do zespołu najbardziej podstawowych i wydajnych narzędzi języka literackiego oraz retoryki. Odgrywa ona wielką rolę w języku codziennym [Lakoff, Johnson 1988] a także w nauce [Perelman 1971]. Narzędzie to jest szczególnie cenione w jej najbardziej awangardowych dziedzinach [Paton 1992; 1993; 1996; Paton i wsp. 1994]. W tej ostatniej dziedzinie przyznaje się jej szczególną rolę, zwłaszcza w początkowej, heurystycznej, fazie kształtowania się poszczególnych dyscyplin.¹ Do najważniejszych funkcji spełnianych przez metaforę w tej fazie rozwoju badań zalicza się m.in. (Paton 1992; Paton i wsp. 1994): dostarczanie nowych określeń do zasobu terminów teoretycznych (zazwyczaj z powodu ich braku), stwarzanie językowego kontekstu, w jakim można podejmować wyjaśnianie, wpływanie na sposoby interpretowania rzeczywistości, oddziaływania na sposób, w jaki można formułować pytania, sugerowanie nowych hipotetycznych jednostek lub mechanizmów.

Do istoty metaforycznego sposobu wypowiedzi należy to, iż orzeka się cechy jednego przedmiotu w odniesieniu do jakiegoś innego przedmiotu, przy czym wiadomo jest, że w pewnym zakresie cechy te drugiemu przedmiotowi nie przysługują [Ogden, Richards 1972].² Dlatego też mówi się, że w każdym wyrażeniu metaforycznym kryje się pewna doza fałszu czy niedorzeczności, bo gdyby tak nie było, wypowiedź miałaby charakter dosłowny (Black 1983, s.258]. Dzięki metaforze pewne jego cechy zostają zauważone lub uwyraźnione i, zazwyczaj w bardzo zwartej formie, dokonuje się identyfikacja pewnego wspólnego zakresu znaczeniowego.³

Szczególną rolę w literaturze, ale też w minionych fazach rozwoju nauki o życiu, odgrywa metafora życia jako ognia.⁴ Przekonania o własnościach, pochodzeniu i roli ognia, podobnie zresztą jak światła, wody czy powietrza (wiatru), odgrywają również bardzo ważną rolę w większości kultur. Prócz utożsamiania go z żywiołem wszystko niszczącym, pewna jego odmiana była uznawana za siłę żywą, twórczą i rozumną.⁵ Szczególne miejsce zajmują tu poglądy niektórych myślicieli starożytnych: Heraklita i Stoików. Ogień przez tych myślicieli był traktowany nie jako metafora czy porównanie, lecz jako realnie istniejąca i czynna, najgłębsza zasada rzeczywistości, wykrywana tylko dzięki filozoficznej analizie rzeczywistości.⁶ Wątek wiązania ognia z najbardziej istotnymi procesami życia pojawił się także w późniejszym okresie, na co wypadnie tu zwrócić uwagę w pierwszej części opracowania, jednak w czasach współczesnych ustaliło się przekonanie, że mówienie o istotnym podobieństwie, a tym bardziej tożsamości życia i ognia, jest możliwe wyłącznie na zasadzie przenośni literackiej. Jednak wykrycie plazmowego stanu skupienia materii, jego powiązania z ogniem oraz pojawie-

¹ Przykładami metafor, które odegrały wielką rolę w nauce mogą być: konkurencja (przeniesiona z dziedziny ekonomii do biologii (dobór naturalny – w teorii ewolucji); pompa ssąco-tłocząca (– z mechaniki i hydrauliki) do fizjologii (podstawowa funkcja serca); kodowanie (– z teorii przekazu informacji) do genetyki (kod genetyczny); drzewo (– z morfologii roślin) do topologii (graf); ludzkiego umysłu (– z zespołu dziedzin: fizjologia mózgu, psychologia i logika formalna) do obszaru badań nad tzw. sztucznym intelektem; zamka i klucza (– z techniki) do enzymologii (dopasowanie struktury enzymu do struktury substratu); maszyny (– z techniki) do biologii (m.in. organizm jako specyficzny typ automatu); tekstu językowego - do biologii (układ żywy jako jako tekst) [Paton 1992; Harre 1996].

² Nie każda wypowiedź zawierająca komponent metaforyczny ma charakter prostej metafory. By taką być mogła powinna zawierać także wyrażenia niemetaforyczne. Jeśli bowiem wszystkie występuje w niej składniki są metaforami, cała wypowiedź jest przysłowiem, alegorią czy też zagadką (Black 1971 s. 219)

³ A jest w pewnym sensie B czy też (na poziomie struktury głębszej) rzekłbyś, że to nie A lecz B [Bogusławski 1971; Wierzbicka 1971]

⁴ Dobrym tego przykładem jest tytuł książki „Ogień życia” [Kleiber 1968] poświęconej bioenergetyce zwierząt, zawierającej uwagi historyczne odnoszące się do badań nad istotą procesów spalania, energetyki, termochemii i bioenergetyki. Warto przy okazji zauważyć, iż jeden z fragmentów rozdziału 1. tej książki nosi tytuł „Antyteza: różnica między życiem a ogniem” (Op. cit. s. 25), ale zwraca się tu uwagę jedynie na materiały budulcowe i substancje regulujące, które na równi z materiałami dostarczającymi energii są istotne dla organizmu.

⁵ Nosząca też miano ognia metafizycznego.

⁶ Posługując się współczesnym językiem, można by powiedzieć, że dla tych myślicieli określenie „ogień” funkcjonowało jako termin teoretyczny, pozwalające w sposób spójny tłumaczyć różnorodne zjawiska.

nie się hipotez na temat możliwości istotnego powiązania stanu plazmowego z życiem biologicznym, stwarzają nową sytuację. Pytanie o realność czy też metaforyczność powiązania życia tym razem z plazmą fizyczną staje się znów zasadne. W tym kontekście trzeba więc postawić kilka pytań oraz podjąć próbę wyjścia im naprzeciw przez podjęcie próby dopełnienia oraz zaproponowania rozstrzygnięć. To jest głównym zadaniem niniejszego opracowania. Pytania te są następujące:

- 1) na czym polega specyfika tych powiązań i jaka jest ich natura;
- 2) czy rzeczywiście istnieją wystarczające podstawy w dostępnych danych przyrodniczych oraz w tradycji badań przyrodniczych i filozoficznych, by nie odrzucać jako nieużytecznej naukowo tezy o życiu biologicznym jako pewnej odmianie plazmy.

Odpowiedzi na pytanie 1) autor poszukuje w rozdziale drugim niniejszej pracy, gdzie zestawia cechy charakterystyczne ognia, plazmy fizycznej i życia. Na podstawie tych danych w rozdziale trzecim dokonuje on porównań, identyfikuje zasadnicze podobieństwa i różnice, co daje podstawę do zaproponowania, w ostatnim rozdziale, odpowiedzi na powyżej sformułowane pytanie 2). Odpowiedź ta sprowadza się do uznania co najmniej wartości heurystycznej plazmowej metafory życia.

1. Rys historii poglądów na ogień jako czynnik konstytutywny życia

1.1. Życie jako ogień rozumiany metafizycznie

W filozofii europejskiej od Heraklita rozpoczyna się⁷ wątek wiązania specjalnej odmiany ognia - ognia twórczego - z istotą rzeczywistości oraz identyfikowania go z czynnikiem ożywiającym pojedyncze organizmy oraz duszę świata (Verdenius 1976)⁸. Do pełnej postaci doprowadzili go myśliciele starej szkoły stoickiej: Zenon z Kition, Chryzyp i Kleantes. W ich rozumieniu twórczy ogień jest czynnikiem formującym nie tylko byty ożywione, ale wszystkie byty. W odróżnieniu od zwykłego ognia, który jest zdolny jedynie do „pożerania” i unicestwiania, jest on rozumny i twórczo czynny. Konstytuują go z jednej strony ciepło (ogień), w różnych proporcjach zresztą powiązane z powietrzem, z drugiej - wszechprzenikający i wieczny Logos. Rezultatem tego złożenia jest czynna zasada wszelkich bytów - pneuma⁹. Przenikając wszystko co istnieje, ożywia ona także Kosmos, dzięki czemu jest on jedną wielką spójną całością.

Idea ognia jako szczególnej siły rzeczywistości pojawia się także w Odrodzeniu, kiedy ogień traktowano jako najdoskonalszy czynnik oczyszczający (Paracelsus). W XIX w. G. Th. Fechner¹⁰ twierdził, że pierwotny Kosmos jest żywą istotą (stanem kosmoorganicznym), z której - jako produkt odpadowy jej "metabolizmu" - powstała materia nieorganiczna. Także rozżarzona skorupa ziemska i płynne jeszcze wewnątrz Ziemi miały być nośnikami stanu ożywienia, z którego po dostatecznym obniżeniu się temperatury miał wyłonić się "molekularnoorganiczny stan" życia. [Fechner 1873, s. 201t, 205t, 207t¹¹; Hartman 1906, s. 91]

⁷Wiązanie ognia z bóstwem i istotą życia jest także bardzo starym i rozpowszechnionym wątkiem w rozmaitych kulturach. Także w chrześcijaństwie symbolika związana z ogniem odgrywa dużą rolę [Forstner 1990, 72-77].

⁸ Arystoteles, O duszy, 403b 31-404a 5.

⁹Więcej uwag na temat właściwości i roli pneumy zestawionych z uwagami na temat roli i własności przypisywanych bioplazmie można znaleźć w pracach (Zon 1994; Zon 1995).

¹⁰Nie był on pierwszym, który wysunął takie twierdzenie. Jego poprzednikami byli w tym względzie I. Kant, J. G. Herder i F. W. J. Schelling [Hartmann 1906, s. 178]

¹¹Podane z dopiskiem "t" numery stron odnoszą się do tłumaczeń zamieszczonych w opracowaniu zbiorowym: J. Kreiner, S. Skowron (red.), Powstanie życia na Ziemi, t. 2. PWN, Warszawa 1957.

1.2. Życie jako ogień fizyczny

Powiązanie życia z fizycznie rozumianym ogniem było przedmiotem dyskusji datujących swój początek przynajmniej od XVII stulecia. Trzeba bowiem tu wspomnieć o francuskim prekursorze współczesnej fizjologii Jeanie Fernelu, który życie porównywał do bezpłomiennego ognia [za: Bernal 1965]. W XIX stuleciu E. Pflüger zwracał uwagę, że do zachodzącej w organizmach syntezy związków białkowych potrzebne są tak duże energie, iż powstanie pierwotnego życia mogło się dokonać jedynie przy udziale ognia [Pflüger 1875, 142t]. Bardziej radykalny (ale też mocno nacechowany poetycko) pogląd głosił W. Preyer. Uznawał nie tylko istnienie w przeszłości ognistej fazy życia, ale też ogień uznawał za twór żywy. W jego przekonaniu żywioł ten jest obdarzony wszystkimi istotnymi cechami życia: oddycha, rośnie i rozmnaża się. W sprzyjających warunkach pochłania wszystkie dostępne mu materiały i ośrodki, by po ich wyczerpaniu, podobnie jak każdy organizm - zamierać¹² [Preyer 1880, 222/223t]. Z wielkim uznaniem¹³ pisarz ten wyraża się o E. Pflügerze.

W miarę obniżania się temperatury skorupy ziemskiej, „ogniste” życie miało zostać przeniesione także na związki zawierające tlen i duże ilości krzemu. Te ożywione ogniem twory - jego zdaniem - posiadały istotne dla życia zdolności jak: zdolność do oddychania, odżywiania się i rozmnażania przez podział" [Preyer 1880, 224t]. Dopiero na kolejnym, trwającym zresztą do dziś, etapie przekazywania funkcji życia,¹⁴ kiedy temperatura powierzchni Ziemi jeszcze bardziej się obniżyła, w podtrzymywanie i propagację życia zostały zaangażowane związki węglowe. Tak więc zdaniem tego przyrodnika-poety należy zgodzić się z tezą, że wszelkie życie wywodzi się z praognia i że te stare formy życia w dalszym ciągu jeszcze istnieją w postaci gwiazd, w szczególności w Słońcu [Preyer 1880, 227t]. Warto jednak zauważyć, że zarówno Pflüger,¹⁵ jak i Preyer "istotę ognia" upatrują w obfitości energii cieplnej, uznawanej przez nich za swoistą formę ruchu materii.

Wątek dyskusji tak zdecydowanie ukształtowanej poglądami Preyera podjął także W. Roux, ograniczając¹⁶ jednak znaczenie do tego, co istotnego dla życia mogłoby dokonywać się w obecnie

¹² *Ogólnie mówiąc ogień można również nazwać żyjącym. Oddycha on bowiem tym samym powietrzem, którym my oddychamy i gaśnie, kiedy mu je odbieramy. Pożera z nienasyconą pożądlivością wszystko czego dosięgnie i żywi się swoją zdobyczą. Rośnie w powolnym ruchu początkowo w ciemności, niedostrzegalny jako zarodek, następnie tli się, rozwija się rosnąc stale, szybko w sięgający do nieba płomień i rozprzestrzenia się z przerażającą szybkością, syjąc na wszystkie strony iskrami, rodzącymi nowy ogień. Zewsząd płynie strumieniem w górę i w dół, olśniewa potężną energią morza płomieni, które nie oszczędzają ani miast, ani sawann, z równą łatwością ogarniają lasy i flotę w porcie. Ze zdumieniem obserwujemy wspaniały ruch rozpiętych elementów w płomiennym żywiole i słyszymy pęknięcie i trzaskanie, jak gdyby jakiś przejmujący zgrozą głos potwora, donoszącego nam z radością o zniszczeniu. Wkrótce kończy się dzieło ognistej asymilacji, a żar wygasa stopniowo, ponieważ brak mu pożywienia i powietrza. Ten niedawno jeszcze żyjący organizm stygnie, zbliża się jego śmierć. Tylko tu i ówdzie jeszcze migoce. Jedno silniejsze tchnienie rozpala jeszcze raz słaby płomień w płonąca jasną pochodnię, poczem ustaje ruch, ogień zamiera. Węgiel, żużel, popiół - części zwłok - świadczą jeszcze o niedawnym życiu. [Preyer 1880, s. 222/223t [...]] I nie jest żadnym urojeniem sądzić, że my ludzie wywodzimy swój początek z ognia na firmamencie. Nie czujemy już dawnego żaru w żyłach, iskry nie syją się już dokoła nas, ciepło odczuwania nie staje się płomieniem, przebłyśki ducha nie świecą, a żar namiętności nie rozświeca nocy, ale któż może powiedzieć, czy język w swoich obrazach nie daje nam więcej, niż same te obrazy? Od czasu odkrycia tlenu wiemy, że życie wyższych organizmów jest najbardziej podobne do procesu spalania. Krew nasza jest gorąca. Mózg myśli tak długo, dopóki jest ciepły i tylko ciepłe serce może bić. [Preyer 1880, s. 227t].*

¹³ Nie zapominając jednak o zaznaczeniu swojego priorytetu, co do jasnego sformułowania idei [Preyer, 1880, 232t].

¹⁴ *Żywa substancja, jaka teraz znajduje się na powierzchni Ziemi, pochodzi z nieprzerwanej ewolucji od ogniastopłynnych mas, z których składa się kula ziemską. Byłoby samowolą określać masy te jako nie żyjące, ponieważ nie można ustalić wyraźnych granic między nimi. Ponieważ substancje te pochodzą znowu z masy Słońca, które jest tylko częścią materii całego wszechświata, będącą w wiecznym ruchu, zatem życie będące tylko bardzo złożoną formą ruchu byłoby równie stare jak materia. [Preyer 1880 s. 235t] (cytat za: [Vervorn 1922])*

¹⁵ Jest interesujące, że Pflüger organizm żywy porównał do zespołu nastrojonych na różne częstotliwości strun, które - stale pobudzane "uderzeniami" dopływającej energii - wydają tony, które są życiem [Pflüger 1875, s. 144 (w polskim tłumaczeniu)].

¹⁶ Badacz ten przyznaje, iż Pflüger mógł mieć rację, wskazując na możliwość zawiązania się życia w fazie ognistej istnienia Ziemi: "Tak więc podstawowy proces życia istotnie może wywodzić się z płomienia, a więc z czasów, kiedy kula ziemską

istniejących organizmach dzięki występowaniu w nich jakiejś postaci płomienia,¹⁷ doceniając jedynie wartość uchwyconych analogii zachodzących pomiędzy zachowaniem się płomienia oraz żywego układu [Roux 1895, 165t].

Odnosząc się do powiązania pomiędzy ogniem rozumianym dosłownie a procesami życia, wybitny filozof przyrody E. Hartmann odrzucił możliwość pochodzenia życia od ognia głównie z powodu nieciągłości, jaka - jego zdaniem - musiała wystąpić pomiędzy warunkami, jakich by wymagało życie najpierw "ogniste", później glinokrzemianowe, wreszcie węglowe [Hartmann 1906, s. 406/407]. Podobnie sceptycznie do poglądów Preyera odniósł się M. Verworn wskazując, iż brak jest jakichkolwiek dowodów na to, że zaszło jakieś stopniowe przeniesienie się pierwotnego, ognistego, stanu życia do obecnie istniejącego życia białkowego. I nie ma też jego zdaniem żadnych postaw do dopatrywania się życia nawet w najpotężniejszych i najwspanialszych manifestacjach ognistego żywiołu [Verworn 1922, 236t].

Można więc zadać pytanie, czy po tych zdecydowanie negatywnych odpowiedziach na pytanie o związek ognia i procesów życiowych oraz po około stu latach pełnych wielkich osiągnięć badań naukowych nad światem żywym i jego uwarunkowaniami, ma obecnie sens nawiązywanie do tego wątku dyskusji zarzuconego na stosunkowo długi czas. Odpowiedź jest twierdząca. Okazuje się bowiem, że w wyniku przyrostu wiedzy przyrodniczej ujawniły się nowe właściwości organizmów i poznano dokładniej „stan ognisty”, zidentyfikowano ponadto nowy stan materii - plazmę fizyczną. Stwarza to nową sytuację dla kontynuacji wątku śledzenia powiązań życia z tym wspomnianym ostatnio niezwykle dynamicznym stanem materii; stanem, który na wiele sposobów powiązany jest z ogniem. Można więc powiedzieć, że powrót do odwiecznych intuicji na temat ścisłego związku ognia i życia znalazł nowe uzasadnienia. Zanim jednak podjęty zostanie ten wątek dyskusji, warto poświęcić nieco uwagi sprawie zależności, jakie zachodzą pomiędzy ogniem a plazmą fizyczną. Jeśli będzie można orzec, że plazma fizyczna jest jakąś odmianą ognia i że występowanie plazmy fizycznej w organizmach jest prawdopodobne, tym samym można będzie uznać, iż wiązanie natury ognia z naturą życia było trafną intuicją i że znajduje ona wsparcie w danych współczesnej biofizyki.

2. Ogień - plazma - życie: cechy charakterystyczne

Jest wiele podobieństw i różnic pomiędzy ogniem, plazmą fizyczną i życiem. Te pierwsze stały się podstawą dla funkcjonujących w literaturze i innych działach kultury wielu metafor, wiążących ze sobą ogień i życie. Zachodzi pytanie, czy wskazywanie na związek pomiędzy plazmą fizyczną a życiem ma charakter co najwyżej metafory, czy też przekracza on już tę rangę, ukazując rzeczywisty związek tych dwu stanów. Aby przybliżyć odpowiedź na to pytanie warto najpierw zwrócić uwagę na podstawowe cechy tych trzech stanów.

2.1. Ogień¹⁸

W porównaniach i metaforach wiążących życie z ogniem¹⁹ ma się najczęściej na uwadze spontaniczność propagacji i „wzrostu”, postępujące stale zużywanie materiału, emisję światła i wydzielanie ciepła przez otwarty płomień.

była jeszcze w stadium ognistym. Płomień wykazuje pewne formalne podobieństwo do komórki: [...] jest więc tworem posiadającym typową budowę morfologiczną." [Roux 1905, 171t]

¹⁷"Teorię naszą potwierdza do pewnego stopnia fakt, że owe niższe szczeble występują, jeżeli nie w wolnej naturze, to przynajmniej wewnątrz organizmów jako czyste isoplasy i najniższe automerizony, których słusznie dopatrujemy się w niektórych ziarnistościach komórek." [Roux 1905, str. 181t].

¹⁸ Istnieje wiele wyrażen bliskich znaczeniowo wyrazowi „ogień”, jak m.in. rzeczowniki: iskra, ognisko, płomień, pożar, żar, spalanie; czasowniki: palić się, płonąć, podpalać, rozniecić, rozpalać, żarzyć się, spalać się, tlić się, itp.

Dziś wiadomo, że płomień towarzyszy niektórym tylko procesom spalania, co wiąże się też z wydzielaniem się do otoczenia części energii związanej w określonym materiale²⁰ oraz z promieniowaniem, którego - pod względem energetycznym - największa część przypada na zakres światła widzialnego i podczerwieni. Płomień powstaje w wyniku spalania się gazów.²¹ „Utajonym ogniem” można też nazwać żarzenie się²² cząstek ciała stałego.

Tak więc w czasie spalania zachodzą procesy, powiązane ze sobą czasami w niezwykle złożony sposób, z których jedną część można określać mianem reakcji chemicznych (utlenianie), inną ich część - procesami fizycznymi (m.in. emisja ciepła i światła, pulsacje rozmiarów i jasności, przesuwanie się frontu fazy najintensywniejszego spalania).

Ogień, żarzenie i towarzyszące im procesy utleniania, pojawiają się zawsze, kiedy zostaną spełnione stosunkowo proste wymagania materiałowe i energetyczne: dostępny będzie materiał palny, zapewniony zostanie dostęp substancji utleniającej i zostanie przekroczony tzw. termiczny punkt zapłonu. W zależności od ilościowych zależności charakteryzujących te wymagania, spalanie może przebiegać wolno, w sposób trudno dostrzegalny, bez widocznego płomienia, ale może ono też zachodzić niezwykle szybko - eksplozyjnie.

Poszczególne skupiska ognia (czy to w postaci żarzenia, czy też otwartego płomienia) mogą powstawać po zainicjowaniu ich przez uprzednio istniejące zarodki ognia (np. iskrę), mogą też powstawać całkowicie *de novo* - np. wskutek gwałtownie przebiegającej reakcji egzotermicznej.

2.2. Plazma fizyczna

W przeciwieństwie do ognia, odróżnianego od innych stanów materii już od pradawnych czasów, stan plazmowy został zidentyfikowany i uznany za swoisty dopiero na początku obecnego stulecia [Langmuir 1928; Tonks, Langmuir 1929]. Jednym z koniecznych warunków,²³ dla zaistnienia tego stanu we wcześniej neutralnym elektrycznie gazie, jest dostateczne jego zjonizowanie.²⁴ Można tego dokonywać na wiele sposobów, wszystkie jednak sprowadzają się do nadania cząsteczkom i atomom odpowiednio dużej energii kinetycznej, a więc zwiększania ich temperatury. Skutkiem tego jest najpierw powolne, później coraz gwałtowniejsze narastanie liczby i koncentracji dodatnich jonów oraz tzw. swobodnych elektronów, uwolnionych z neutralnych przedtem albo też słabiej zjonizowanych cząstek gazu.²⁵ Tak powstałe naładowane elektrycznie składniki zbiorowiska oddziałują na siebie polami elektrycznymi²⁶ i magnetycznymi (jeśli mają niesparowane spiny lub poruszają się). Jednym z nieuniknionych skutków tego oddziaływania jest przyłączanie się elektronów do dodatnich jonów (rekombinacja) i "przechodzenie" elektronów ze stanów o energiach wyższych, do stanów o energiach niższych. Każdemu takiemu aktowi towarzyszy wydzielenie kwantu promieniowania elektromagne-

¹⁹ „Metaforyka ogniowa” jest też niezwykle bogata, jeśli chodzi o poetyckie opisy stanów psychicznych.

²⁰ Musi być on palny, poddany działaniu temperatury przekraczającej pewną wartość progową (tzw. punkt zapłonu tej substancji) i musi być zapewniony dopływ substancji utleniającej (najczęściej jest nią tlen).

²¹ Często są nimi pary różnych substancji.

²² A więc przebiegający w danych warunkach samorzutnie proces utleniania, wskutek którego zachodzi dekompozycja objętego żarzeniem materiału. Może ono przenosić się na inne cząstki materiału, a w sprzyjających ku temu warunkach (dopływ odpowiedniego strumienia utleniacza i przekroczenia przez żar tzw. punktu zapłonu) może ono przekształcić się w otwarty płomień.

²³ Jednak nie wystarczających. Zestawienie tych wymagań można znaleźć w różnych opracowaniach [np. Szeffield 1978, s. 9; Liboff 1984; Zon 1986, s. 70n]

²⁴ Generowanie swobodnych nośników ładunku w półprzewodnikach zachodzi w skupiskach zawierających zazwyczaj olbrzymią liczbę atomów. W metalach zdolne do przemieszczania się elektrony istnieją w wyniku "działania" zakazu Pauliego.

²⁵ lub - jeśli chodzi o plazmę w ciałach stałych - z podstawowego pasma energetycznego.

²⁶ W plazmie pola te są kompensowane przez, pochodzące od cząstek przeciwnie naładowanych, pola na odległościach rzędu tzw. promienia Debye-Hückela (osiągając tam wartość bliską 37% ich wartości oryginalnej).

tycznego, który - jeśli ma odpowiednią wielkość - jest kwantem światła widzialnego. Plazma więc świeci.

Czas istnienia określonego skupiska plazmy może być znikomo krótki, może być też niesłuchanie długi. Zależy on przede wszystkim od stanu zrównowżenia termodynamicznego określonego skupiska plazmy z jej otoczeniem. Jeśli oddaje ono więcej energii do otoczenia, niż jej stamtąd otrzymuje - następuje jej ochładzanie, tzw. degradacja plazmy. Polega ona przede wszystkim na spadku koncentracji i zmniejszaniu się średniej energii kinetycznej naładowanych cząstek, kresem tych zmian jest zanik plazmy.²⁷ Jeśli z kolei do plazmy dopływa²⁸ więcej energii, niż odpływa - zachodzą przemiany plazmy w kierunku wzrostu jej gęstości i składu.²⁹

Plazma jest ośrodkiem samoorganizującym się. Główną rolę odgrywają tutaj pola magnetyczne i elektryczne. Źródłem tych pierwszych w zbiorowisku naładowanych cząstek są prądy elektryczne, które powstają wskutek przemieszczania się pojedynczych cząstek, a przede wszystkim - ich strumieni. Z kolei źródłem pól elektrycznych jest obecność, związanych lub zdolnych do przemieszczania się, nośników ładunku elektrycznego. Nie wszystkie jednak skupiska naładowanych cząstek są plazmą. Muszą one spełniać pewną liczbę warunków, o czym już wcześniej wspomniano.

Podobnie jak ogień, plazma może być wygenerowana w układach nie znajdujących się uprzednio w stanie plazmowym. Możliwe jest więc „samoródtwo” plazmy wszędzie tam, gdzie - spowodowane jakimikolwiek czynnikami - jonizacja ośrodka i wzrost energii kinetycznej jego naładowanych składników są dostateczne.

2.3. Życie - z punktu widzenia fizykochemii oraz teorii ewolucji

Powszechne jest obecnie przekonanie, że życie może tylko wtedy istnieć, jeśli nośnikiem i realizatorem jego zasadniczych funkcji są związki chemiczne zawierające węgiel, jako główny składnik, oraz struktury wyższego rzędu, których podstawowym składnikiem są związki węgla. Za konstytuujące dla pojedynczego układu żywego cechy i funkcje przyjmuje się obecnie następujące: bycie układem otwartym,³⁰ nie zrównoważonym termodynamicznie z otoczeniem, zdolnym do samonaprawy, złożonym, będącym ogniwem łańcucha przekazu (i to rozciągającego się od momentu zaistnienia życia) tego samego wzorca struktury i funkcji (co obecnie dokonuje się poprzez nośnik³¹ jakim są kwasy nukleinowe), posiadanie subukładu pełniącego funkcje nadrzędnego koordynatora, reagowanie na zmiany otoczenia oraz dostatecznie wydajne powielanie się [Miller 1971, s. 59-60]. Jeśli z kolei chodzi o ponadosobniczy poziom organizacji życia, to musi być ono zdolne do nie tylko do utrzymania się w stale zmieniających się warunkach otoczenia, ale - w miarę zwiększania się liczebności populacji świata żywego - stale też musi przyrastać liczba tych przystosowań.

Można jednak zapytać czy lista warunków konstytuujących jest już pełna albo czy ta - jaką obecnie się dysponuje - nie zawiera fałszywej kwalifikacji, a więc takiej, która uchodzi za konieczną, a taką w gruncie rzeczy nie jest. Wątpliwość ta będzie zasadna przynajmniej dopóty, dopóki nie uda

²⁷ Odnosi się to do plazmy klasycznej (w gazach i w półprzewodnikach). W metalach, gdzie występuje plazma zwyrodniała, energia kinetyczna cząstek naładowanych nie może zmniejszać się wskutek podlegania przez nie tzw. zakazowi Pauli'ego. Tak więc pomimo obniżania się temperatury otoczenia plazma taka nie może zanikać. Ten rodzaj plazmy jest jednak brany pod uwagę, gdyż nie rozpatruje się tu kwestii istnienia plazmy zwyrodniałej w bioukładach.

²⁸ Z jej otoczenia, albo jest uwalniane z cząsteczek i atomów, wchodzących w skład skupiska.

²⁹ Obecnie znanym kresem może być plazma kwarkowo-gluonowa.

³⁰ tzn. pochłaniającym materiały i energię, transformującym je i wydalającym do otoczenia materiały już bezużyteczne lub szkodliwe

³¹ Jak wynika z ostatnich badań, kwasy nukleinowe (zarówno niektóre RNA jak i odcinki DNA) mają własności katalityczne, stąd można by sądzić, że mogą one przekazywać nie tylko informację, ale i funkcje pozwalające na epigenezę.

się³² sztucznie stworzyć życia według "recepty" obejmującej wszystkie przytaczane dotąd kwalifikacje. Szczególnie interesujące i ważne są tu trzy pytania:

- czy życie mogło zaistnieć tylko na substracie związków węgla;
- czy życie mogło i może istnieć niezależnie od substratu cząsteczkowego;³³
- czy protoforma³⁴ żywa-przodek obecnego życia nie mogło zaistnieć przy decydującym udziale oddziaływań dotąd nie branych pod uwagę.

W odniesieniu do pierwszego pytania należy stwierdzić, iż rolę obecnie spełnianą przez związki węgla przypisywano m.in. związkom krzemu [Sedlak 1967³⁵]. Związki krzemu w takiej sytuacji byłyby tymi, za pośrednictwem których na substrat węglowy została przeniesiona funkcja życia, która albo zawiązała się po raz pierwszy w tego typu związkach, albo też istniała jeszcze wcześniej. Ta ostatnia możliwość wiąże się z drugim z postawionych wyżej pytań. Okazuje się bowiem, że brano już wcześniej pod uwagę tę możliwość, upatrując istoty życia w specyficznej formie ruchu i przemian materii.

Rozpatrywanie tych dwu możliwości było konsekwencją wyboru dokonanego pomiędzy dwiema wykluczającymi się możliwościami. Pierwsza z nich polegała na przyjęciu tezy o powstaniu życia, na pewnym etapie historii Wszechświata, z materii nie obdarzonej tą własnością. Druga natomiast opierała się na przeświadczeniu, iż życie nie mogło powstać samorodnie z układów prostszych, nieożywionych.³⁶ Skoro jednak jego istnienie jest faktem, to w przypadku odwiecznego istnienia życia czy też jego istnienia jeszcze przed jego fazą węglową należy postawić pytanie jaka jest natura życia, czy związki chemiczne (węglowe czy też inne) są konieczne dla istnienia i trwania życia. Choć obecnie na terenie czystego przyrodoznawstwa nie stawia się pytania³⁷ - o naturę życia, o jej stałość w czasie lub zmienność, to jednak ich stawianie jest uzasadnione zarówno w obszarze biologii teoretycznej,³⁸ jak i filozofii przyrody.³⁹

³²Na marginesie można tu zauważyć, że jeśli uda się sztucznie stworzyć układ żywy, to fakt ten przybliży znacznie udzielenie odpowiedzi na pytanie o powstanie życia na Ziemi.

³³Pytanie to jest analogiczne do pytania o umysł, świadomość i rozumność, rozumiane funkcjonalnie. Niestychanie trudne i bardzo intensywnie dziś prowadzone dyskusje na tym polu pokazały, że możliwe jest skonstruowanie układów spełniających wiele funkcji do niedawna jeszcze przypisywanych jedynie ludzkiemu mózgowi (np. rozwiązywanie przez tzw. sieci neuronalne bardzo złożonych problemów). Można oczekiwać, że tak, jak dzięki tym osiągnięciom można konstruować układy naśladujące myślenie i całkiem poważnie rozważać możliwość konstruowania układów hybrydowych elektroniczno-biologicznych, tak w wyniku badań nad życiem jako funkcją, rozpatrywanym w oderwaniu od organicznego substratu, może będzie uzyskać układy quasi-żywe, które mogą zastępować lub wspierać funkcje układów żywych.

³⁴Nie musi być to indywiduum. Może to być populacja układów protożywych.

³⁵i zawarte tam odsyłacze do prac innych autorów.

³⁶Podstawowe znaczenie miało tu szereg rozstrzygnięć przyrodniczych XIX w, w wyniku których tezę o niemożliwości pochodzenia życia z materii nieożywionej zamknięto w postaci haseł: *Omnis cellula e cellula* (Virchow 1855), *Omne vivum e vivo* (Pasteur 1861).

³⁷Głównie z racji powszechnie akceptowanego stanowiska, iż należy badać możliwość spontanicznego powstania życia takiego, jakie znamy.

³⁸Jest wiele sposobów rozumienia przedmiotu, celu i metod tej dziedziny. Tutaj chodzi o takie jej ujęcie, gdzie istotną rolę odgrywa tworzenie nowych pojęć, hipotez i teorii, które można testować teoretycznie i empirycznie oraz w zależności od wyników tych testów modyfikować lub porzucić wysunięte nowe propozycje.

³⁹W tej dziedzinie do standardu należy stawianie fundamentalnych pytań, z których świadomie rezygnuje współczesne przyrodoznawstwo. Jest bardzo dobrze, jeśli pytania odnoszące się do problematyki życia biologicznego są podejmowane w kontekście wyników badań przyrodniczych i ze świadomością organiczeń dotyczących zarówno filozofii, jak i przyrodoznawstwa.

3. Porównania własności

Interesujące tu będą przede wszystkim podobieństwa, jednak trzeba będzie też zwrócić uwagę na różnice, gdyż właśnie one – przy istnieniu licznych podobieństw – wykluczają tezę o tożsamości, a sformułowania stwierdzające taką tożsamość, każą traktować jako co najwyżej przenośnię. Ponadto z czysto teoretycznej analizy możliwych zależności wynika, że trzeba rozważyć trzy sytuacje:⁴⁰ zachodzi identyczność, jeden z rozpatrywanych stanów jest szczególnym przypadkiem drugiego, drugi stan jest szczególnym przypadkiem pierwszego, wreszcie, że obydwie stany będąc specyficzne względem siebie, mają cechy wspólne.

3.1. Plazma fizyczna i ogień

Analiza tych powiązań jest o tyle interesująca, że wykazanie tożsamości pomiędzy ogniem a plazmą mogłoby pozwolić na przeniesienie wszystkich ustaleń i skojarzeń, jakie ustanowiono pomiędzy życiem a ogniem. Taki sam skutek mogłoby pociągnąć wykazanie, iż każdy ogień (dokładniej mówiąc układ, w jakim dokonują się procesy spalania) jest plazmą.

3.1.1. Identyczność: każda plazma jest ogniem, każdy ogień jest plazmą

Tożsamość taka nie zachodzi, choćby z tej racji, iż istnieje np. plazma międzygalaktyczna, której średnia energia kinetyczna cząstek jest niezwykle mała - odpowiada jej temperatura zaledwie kilku kelwinów. Jest ona układem termodynamicznie zrównoważonym ze swoim otoczeniem, co także różni ją od ognia. Również niektóre rodzaje spalania, którym nie towarzyszy generacja dostatecznie energetycznych i licznych zbiorowisk cząstek naładowanych, nie są plazmą. Trzeba więc wykluczyć branie pod uwagę tej bardzo atrakcyjnej możliwości „przeniesienia” na plazmę fizyczną całego istniejącego już kontekstu związków rzeczywistych i językowych, jakie wykształciły się wokół pary życie-ogień.

3.1.2. Plazma jako szczególna odmiana ognia

Jedną z najpospolitszych w warunkach ziemskich sytuacji, kiedy - prócz innych procesów fizykochemicznych - następują zjawiska jonizacji ośrodka gazowego, jest spalanie materiałów, spontanicznie „napędzane” energią zawartą w wiązaniach związków chemicznych tworzących te materiały. Cechą zbliżającą własności płomienia i plazmy jest to, iż zarówno w przypadku plazmy, jak i w przypadku ognia musi występować nadwyżka energii kinetycznej w ośrodku. Przez dostarczenie odpowiednio dużej energii do układu⁴¹ może dojść do zapłonu materiału palnego.

Podobnie sytuację przedstawia się z plazmą: energia dostarczona do układu zwiększa⁴² w nim koncentrację naładowanych elektrycznie cząstek, co - przy osiągnięciu pewnego jej poziomu - doprowadza do pojawienia się plazmy i nabycia przez ośrodek nowych właściwości.

Można jednak postawić pytanie czy wszystkie procesy spalania, którym towarzyszy płomień są jednocześnie procesami, w trakcie których powstaje i utrzymuje się stan plazmowy. Choć samo w sobie jest ono interesujące, nie ma ono dla niniejszych rozważań zasadniczego znaczenia. Wystarczy

⁴⁰ Pomijając możliwość braku cech wspólnych oraz, że obydwie stany są manifestacją jeszcze głębszej rzeczywistości.

⁴¹ Dokładniej mówiąc dostatecznej mocy. Nie jest to oczywiście wystarczający warunek powstania ognia. Prócz materiału palnego musi istnieć też dostateczny dopływ utleniacza (z otoczenia albo też z zapalonego materiału).

⁴² Zakładając oczywiście, że tempo jej dostarczania jest odpowiednio wysokie, gdy działają mechanizmy konwersji na inne, nietermiczne, jej formy lub przy odpływie energii do otoczenia.

tu jedynie stwierdzić, że przynajmniej niektóre rodzaje ognia są⁴³ jednocześnie układami plazmowymi: a więc skupiskiem naładowanych elektrycznie cząstek, jako całość spełniającym warunek neutralności elektrycznej⁴⁴ oraz generującym i pochłaniającym promieniowanie (przez układ jako całość oraz jego składniki). Skupisko to, jak długo istnieje, jest układem otwartym i nie zrównoważonym termodynamicznie z otoczeniem.⁴⁵

Szczególnym rodzajem plazmy, o której trudno powiedzieć, że ma właściwości bliskie właściwościom otwartego ognia, jest plazma występująca w ciałach stałych. Jej "tworzywo" stanowią wzbudzone elektrony (w półprzewodnikach) lub zajmujące wysokie stany energetyczne⁴⁶ elektrony w metalach i półmetalach. Nie występuje tutaj sprzężenie procesów fizycznych z chemicznymi, tak charakterystyczne i istotne dla ognia.

Istotnym i wspólnym warunkiem dla wytwarzania odpowiedniej koncentracji swobodnych nośników ładunku w płamie gazowej i plazmie półprzewodników jest dopływ energii, pozwalający na przejście cząstek do stanów wzbudzonych. Jednak w półprzewodnikach swobodne nośniki ładunku mogą być generowane poprzez wprowadzanie do nich materiałów obcych czy to jako tzw. domieszek, czy to działających poprzez zmniejszanie szerokości pasma energii wzbronionych [np. Rosenberg, Postow 1969].

W zawierających plazmę anizotropowych ciałach stałych sposób jej przemieszczania się i inne właściwości są silnie uzależnione od struktury wewnętrznej ciała. Można powiedzieć, że dzięki tej strukturze jest ona dodatkowo⁴⁷ uorganizowana. Łatwość przemieszczania się nośników ładunku, siła oddziaływania elektrostatycznego między nimi samymi oraz między nimi a przeciwnym ładunkiem naładowanym elektrycznie otoczeniem, są uzależnione od kierunku, wzdłuż którego zachodzi oddziaływanie. Istnieje także możliwość, o której niedługo będzie mowa, iż w niektórych ciałach stałych może występować plazma, nie dość że anizotropowa i niejednorodna, to także bardzo silnie sprzężona z procesami chemicznymi. Układy takie, ze względu na tę ostatnio wymienioną cechę byłyby zbliżone do własności ognia.

3.1.3. Ogień jako szczególna odmiana plazmy

Jak już wcześniej stwierdzono, nie można uznać za plazmę każdego spalającego się materiału. Plazmę stanowią będą te układy, gdzie skutek reakcji egzotermicznych będą dostatecznie wydajnie generowane cząstki naładowane i wysokoenergetyczne. Stan plazmowy nie „zawiąże się” w układzie, w którym bilans pomiędzy procesami generacji i zubożniania tych cząstek będzie ujemny, albo nawet niewystarczająco dodatni. Układ może więc generować ciepło i świecić - nie będzie jednak plazmą.

3.1.4. Plazma i ogień nie są tym samym, ale mają cechy wspólne

Z przedstawionych powyżej uwag wynika, że istnieje wiele cech wspólnych ognia i plazmy. Mogą więc istnieć układy będące jednocześnie plazmą i ogniem. Odnosi się to szczególnie do sytuacji, kiedy zachodzi intensywne spalanie, któremu towarzyszy płomień. Zestawienie niektórych cech charakterystycznych wspólnych ognia i plazmy zawiera Tab. 1.

⁴³Tu należy podać charakterystyki fizyczne płomieni i ocenę stopnia spełniania przez nie warunków istnienia plazmy.

⁴⁴Na dostatecznie dużych odległościach w układzie i w dostatecznie dużych odcinkach czasu.

⁴⁵Nie odnosi się to do plazmy w przestrzeniach kosmicznych - ona wystarczająco spełnia ten warunek.

⁴⁶Wskutek obowiązywania zakazu Pauli'ego

⁴⁷Dodatkowo, gdyż podstawowym czynnikiem organizującym skupisko naładowanych cząstek są siły elektryczne i magnetyczne działające na dystansach przekraczających rozmiary atomów.

3.2. Ogień – życie

Podobnie jak w wypadku ognia i plazmy, tak i w tym wypadku należy rozpatrzeć trzy sytuacje: ogień i życie są w gruncie rzeczy tym samym, ogień jest pewną odmianą życia, życie jest pewnym typem ognia i - co może wydawać się dziwne w kontekście współczesnego sposobu dyskusji o tzw. „życiu biologicznym”, a nie jest dziwne w kontekście wspomnianej wcześniej tradycji myśli herakli-tejskiej - że zarówno ogień jak i życie są manifestacjami jeszcze głębszej rzeczywistości.

Tab.1. Cechy wspólne ognia i plazmy

Ogień i plazma - cechy wspólne	Uwagi
Układ znajdujący się w stanie dalekim od równowagi termodynamicznej z otoczeniem. Konieczny jest bezustanny dopływ energii z otoczenia, równoważący jej straty	Nie odnosi się to do plazmy kosmicznej oraz do plazmy w metalach i półmetalach
Dzięki energetycznemu wzbudzeniu, jonizacji i wytwarzaniu rodników dokonują się bezustanne procesy fizyczne i chemiczne, które nie są możliwe w stanie zrównoważenia termodynamicznego materiału spalanego (podtrzymującego plazmę)	Nie odnosi się to do plazmy w metalach, półmetalach i półprzewodnikach. Tutaj generacji nośników ładunku nie towarzyszy powstawanie wspomnianych po lewej stronie czynnych „indywiduów” fizykochemicznych
Skupisko naładowanych elektrycznie cząstek i pól elektromagnetycznych	W plazmie cząstki zachowują się kolektywnie
Dostarczenie z odpowiednią prędkością energii do układu może spowodować jego zapalenie się i/lub powstanie stanu plazmowego	

3.2.1. Identyfikacja: życie jest ogniem, ogień jest życiem

Tezy tej nie można utrzymać, jeśli dosłownie odnosić ją do rzeczywistości. Gdyby bowiem była słuszna, ogień cechowałby się m.in. takimi własnościami jak: międzypokoleniowy przekaz informacji dziedzicznej, a każde obecnie istniejące skupisko ognia, byłoby kolejnym ostatnim ogniwem nieprzerwanego ciągu „bytów ognistych” rozpoczynających się od jakiegoś pierwotnego „praognia”. Nie zachodzenie choćby tylko tych związków wskazuje, że taką tożsamość trzeba odrzucić. Można natomiast stawiać znak równości pomiędzy życiem a ogniem jedynie w dziedzinie wypowiedzi literackiej czy sformułowaniach heurystycznych na terenie nauki. Czynieć to jednak można z pełną świadomością siły twórczej tego zabiegu oraz ryzyka poznawczego wynikającego z nieostrożnego⁴⁸ posługiwania się „ognistą metaforą życia”.

3.2.2. Ogień jest pewną odmianą życia

Teza ta jest jeszcze bardziej skrajna niż poprzednia. Gdyby bowiem ją przyjąć, akceptowałyby się stwierdzenie, że wszelkie odmiany ognia są jednocześnie jakimiś odmianami życia. Teza ta ulega falsyfikacji na podobnej zasadzie jak poprzednia: ponieważ nie istnieje międzypokoleniowy przekaz informacji dziedzicznej pomiędzy różnymi jednostkami ognia - nie są one żywe. Nie ma tu istotnego znaczenia dopuszczalna możliwość, iż poza przypadkami istnienia „ognistego życia”, mogłoby istnieć także życie „pozaogniste”.

3.2.3. Życie jest odmianą ognia

⁴⁸ Trzeba tu zauważyć, że w metaforze zawsze ma się na uwadze podobieństwo między rzeczami lub stanami rzeczy pod pewnym względem. Nie chodzi o stwierdzanie identyczności.

Jest to o tyle interesująca możliwość, że można ją odnieść do wspomnianych wcześniej historycznych już twierdzeń o udziale żywiołu ognistego w powstaniu życia. Dobrze korespondowałyby też ona ze starożytnymi przekonaniem o powiązaniu poziomu ciepła życiowego z poziomem witalności oraz ze śmiercią organizmu spowodowaną wyczerpaniem się tego ciepła⁴⁹ (np. Arystoteles, O życiu i śmierci, 479a,b; O częściach zwierząt, 648b; Solomson 1957]. Jedyną możliwością w miarę sensownego obecnie głoszenia wspomnianej w podtytule tezy jest taka, przy której pod pojęciem ognia rozumiałoby się tylko procesy utleniania substancji,⁵⁰ ale jak wiadomo, same procesy oksydoredukcyjne, ani nawet metabolizm nie wyczerpują istotnych cech życia. Trzeba więc uznać, że tezą o życiu, jako odmianie ognia można posługiwać się wyłącznie jako metaforą.

3.2.4. Życie i ogień mają cechy wspólne

Teza ta jest najmniej kontrowersyjna, ale też - trzeba przyznać - najmniej twórcza. Procesy życiowe możliwe są bowiem tylko wtedy, kiedy następuje „spalanie” (tj. ich utlenianie i rozkład) substancji pokarmowych, czemu towarzyszy uwalnianie niewielkiej ilości światła [np. Sławiński 1984] i ciepła. Spalanie to jednak jest kontrolowane zarówno jeśli chodzi o jego tempo, jak też jakość materiałów i mikroprzestrzenie, w jakich się ono odbywa. Podobnie jak płomień, życie jest procesem termodynamicznie niezrównoważonym z otoczeniem. Inne podobieństwa pomiędzy życiem a ogniem zestawiono w Tab. 2.

Tab.2. Cechy wspólne życia i ognia

Ogień i życie - cechy wspólne	Uwagi
Dynamiczny stan materii i promieniowania	W przypadku organizmów żywych istotną rolę odgrywają dodatkowe czynniki oddziałujące regulacyjnie i przenoszące informację
Musi być dostępny materiał i zawarta w nim energia podtrzymujący trwanie i propagację	W organizmach materiał służy jako źródło energii i materiału zużywanego na tworzenie/odnawianie struktury. W przypadku ognia - wyłącznie jak źródło energii
W warunkach nadmiaru materiału podtrzymującego następuje rozrost	W przypadku pojedynczego organizmu jest on zawsze ograniczony. Stan ten jednak zwykle sprzyja zwiększeniu ⁵¹ liczby indywiduali. W przypadku ognia - „indywiduum” wzrasta do możliwe największych rozmiarów, stwarzając przy okazji „zarodki ognia” (iskry, żagwie, żar)
Istnieją w stanach dalekich od równowagi termodynamicznej	Odchylenie to w przypadku płomieni jest daleko większe, niż w przypadku procesów życiowych
Ścisłe powiązanie ze sobą procesów fizycznych (generowanie ciepła, światła, powstawanie i wygaszanie stanów wzbudzonych, oscylacje) i chemicznych (utlenianie, powstawanie nowych ugrupowań atomowych)	Ogół tych procesów w organizmach (przy zwracaniu uwagi prawie wyłącznie na przemiany chemiczne) przyjęto określać mianem metabolizmu. Wszystkie one wprężnięte są w daleko bogatszy niż w przypadku ognia zestaw procesów, które jako całość można określić mianem „procesów życiowych”

Istnieją jednak też znaczne różnice pomiędzy ogniem i procesami życiowymi. Najważniejsze z nich zestawiono w Tab. 3.

⁴⁹ Trzeba tu jednak zauważyć, że Arystoteles posługuje się terminami: „ciepło”, „ciepłota”, „ciepło wrodzone”, „ogień”, „płomień”, „gorący” w takich znaczeniach, które należałoby obecnie przypisywać takim fizycznym terminom, jak: „ciepło”, „temperatura”, „pojemność cieplna”, „palność” czy „ciepło właściwe”.

⁵⁰ Co zresztą uważa się za istotę spalania.

⁵¹ Jeśli, oczywiście, nie działają czynniki środowiskowe ograniczające ten przyrost.

Tab.3. Najistotniejsze różnice pomiędzy ogniem a życiem biologicznym

Ogień	Życie
Przy niedostatku materiału podtrzymującego (materiał palny, tlen, odpowiednio wysoka temperatura) ulega stłumieniu i całkowitemu zanikowi	W warunkach niedostatku pożywienia i niesprzyjających warunków ⁵² zwykle ulega stłumieniu, ale liczba potomnych indywidualów może ulec zwiększeniu, mogą też wytworzyć się formy przetrwalnikowe zachowujące informację dziedziczną
Łatwo spełnić warunki konieczne dla jego zaistnienia (odpowiednio wysoka temperatura, tlen, materiał palny). Powstaje spontanicznie i w sposób zamierzony	Warunki do zaistnienia życia <i>de novo</i> są bardzo trudne do spełnienia. Nowy układ żywy powstaje wyłącznie dzięki innemu układowi żywemu. Przyjmuje się, ⁵³ że pierwsza żywa istota powstała spontanicznie
Nie istnieje w postaci indywidualów	Istnieje w indywidualach o olbrzymim zakresie wzajemnego zróżnicowania. Podlegają one doborowi naturalnemu, dzięki któremu następuje coraz lepsze ich dopasowywanie do różnorodnych warunków otoczenia
W trakcie jego trwania, z powodu wysokiej temperatury układu, wydzielane są bardzo duże ilości energii do otoczenia. Jej część czasami inicjuje palenia się dostępnego materiału	W trakcie istnienia tracone są stosunkowo nieznaczne ilości energii do otoczenia. Procesy życiowe mogą przebiegać nawet w temperaturach poniżej 0° C. Wydzielana do otoczenia energia nie wystarcza do zainicjowania nowego życia
Jedynym czynnikiem ograniczającym zasięg spalania jest jakość materiału, jego ilość i dostępność tlenu	Jest bardzo wiele czynników ograniczających tempo i zasięg życia
Nie ma żadnego czynnika regulującego (poza stosunkowo prostymi prawami przyrody) regulacji tempa i „jakości” płomienia. ⁵⁴	Aby mógł istnieć organizm musi być spełnionych bardzo wiele warunków fizycznych, chemicznych i biologicznych, spośród których większość można opisać podaniem zakresu dopuszczalnych dolnych i górnych wartości. Zakresy te są zazwyczaj bardzo wąskie.
Brak stabilnych struktur - niemożliwe jest uprawianie „morfologii” ani „anatomii ognia”	Stabilne ustrukturyzowanie, przy zachodzeniu także zmian struktury. Zazwyczaj wielopoziomowe

3.3. Plazma - życie

Podobnie jak w poprzednim wypadku trzeba rozpatrzyć cztery możliwe warianty.

3.3.1. Tożsamość: każda plazma jest żywa, każde indywidualum żywe jest układem plazmowym

⁵² Którego zestaw jest daleko bogatszy niż w odniesieniu do ognia.

⁵³ Tak można powiedzieć, biorąc pod uwagę jedynie płaszczyznę naukową dyskusji o powstaniu i naturze życia.

⁵⁴ Aby mógł trwać płomień, muszą być spełnione jedynie trzy podstawowe warunki: 1) koncentracja mieszaniny materiału palnego i utleniacza musi mieścić się pomiędzy dolną i górną granicą zapłonu 2) jej temperatura musi przekroczyć graniczną wartość; 3) musi być uwalniane ciepło i światło, jako całościowy rezultat reakcji chemicznych zachodzących podczas spalania.

Należy od razu zdyskwalifikować poważne traktowanie takiej możliwości, jeśli nie chce się uznać za twór żywy plazmy kosmicznej czy też plazmy wypełniającej metale. Niezwykle ostrożnie należy się też odnieść do zaistnienia takiej tożsamości na „plazmowym” etapie ewolucji kosmicznej, kiedy życie miało się po raz pierwszy zawiązać się we wszechświecie stanowiącym jeden i jedyny układ plazmowy. Gdyby tym zawiązanym wtedy życiem miało być to życie, jakie znamy obecnie trzeba by - po pierwsze - wykazać, że koniecznym dla istnienia życia jest stan plazmowy, co zresztą wcale nie zatrąca o fantastykę naukową, i - po drugie - że plazma może przenosić informację dziedziczną. Przy obecnym stanie wiedzy o plazmie fizycznej i o sposobach zapisywania informacji dziedzicznej w układach żywych, spełnianie drugiego warunku jest niewykonalne.

3.3.2. Plazma jest pewną odmianą życia

W tym wypadku również trzeba negatywnie ocenić szanse obronienia takiej tezy. Oznaczałoby to nie tylko przyjęcie istnienia ożywionej części wszechświata (albo nawet jego całości), którego częścią byłyby wszystkie znane układy ożywione i wszystkie układy plazmowe. Należy odrzucić tę możliwość z podobnego względu jak poprzednio: nie można uznać za żywą grudki metalu, pioruna czy jąder gwiazd.

3.3.3. Życie jako szczególny rodzaj plazmy

Pomimo zaskakującego efektu, jaki sprawia na niektórych przyrodnikach, i sprzeciwu znajdującego uzasadnienie najczęściej w ich ograniczonej wiedzy na temat plazmy ciała stałego i wykrytych stosunkowo niedawno własności biostruktur, możliwość ta zasługuje na poważne potraktowanie.

Obecnie wiadomo, że plazma jest najbardziej rozpowszechnionym stanem materii we Wszechświecie: stanowi bowiem ok. 99.999% jego obserwowalnej masy [Alfven 1987; Peratt 1995]. Do niedawna sądzono, że organizmy żywe należą do wyjątkowego fragmentu Wszechświata, z którym stan plazmowy nie ma bezpośredniego związku. Istnieją jednak racje, by sądzić, że układy żywe mogą być siedliskiem typu plazmy fizycznej ciała stałego [np. Zon 1986; Wnuk 1987].

Aby usprawiedliwić tezę, iż życie jest szczególnym typem plazmy fizycznej należałoby - po pierwsze - wykazać, że warunkiem koniecznym istnienia stanu żywego jest plazma fizyczna, po drugie należałoby wykazać, że najbardziej znaczące cechy układów żywych są w istocie cechami plazmy, a nie życia rozumianego w dotychczasowy sposób. Wykonanie zwłaszcza drugiej części zadania wydaje się zadaniem bardzo trudnym, zwłaszcza, że jest uwarunkowane realizacją zadania pierwszego. Na obecnym etapie badań i dyskusji nie ma jednak istotnej potrzeby stawiania aż tak ambitnego i ryzykownego celu. Wystarczy bowiem, jeśli wyrażenie „życie jest plazmą” i jemu podobne, będące skrótem wyrażenia: „życie jest szczególnym typem plazmy fizycznej”, będą traktowane wyłącznie jako metafora.

4. Użyteczność plazmowej metafory życia

Zanim jeszcze nie udało się uzyskać rozstrzygnięcia pytania o istnienie plazmy fizycznej w biostrukturach, należy zachować krytyczny dystans wobec zbyt pospiesznego utożsamiania stanu ożywienia ze stanem plazmowym.⁵⁵ Można jednak wyrażenia typu: *układ żywy jest specyficznym typem plazmy fizycznej, organizm to bioplazma, stan żywy jako bioplazma* itp. traktować jako wypowied-

⁵⁵ Kwestią nadającą się do oddzielnej dyskusji jest znaczenie, jakie należy wiązać z określeniami: „bioplazma” „plazma fizyczna w układach żywych”, „specyficzny dla organizmów typ plazmy fizycznej”. To ostatnie znaczenie podklądane jest tutaj pod termin „bioplazma”.

dzi metaforyczne. Trzeba je uznać za potencjalnie bardzo użyteczne dla głębszego poznania życia, identyfikacji jego nowych aspektów, powiązań z abiotycznym otoczeniem, pochodzenia i mechanizmów je urzeczywistniających.

Z całą pewnością bowiem plazma fizyczna związana z żyjącymi biostrukturami musi cechować się własnościami daleko różniącymi ją od znanych dotąd kategorii plazmy fizycznej: gazowej i ciała stałego. Ta specyfika może być tak znaczna, że słuszne może okazać nadawanie takiej plazmie miana bioplazmy - piątego stanu materii [Sedlak 1972; Iniuszyn 1974]. Zanim jednak prowadzone badania i dyskusje uprawomocnią takie stanowisko, wystarczy mieć świadomość, że mówiąc o układzie żyjącym jako o bioplazmie, czy też o specyficznym dla życia stanie plamy je współkonstytuującym, że używa się przenośni. Świadomość ta w żadnym wypadku nie powinna hamować rozpoczętych badań i dyskusji, dzięki którym prawdopodobnie uda się ubogacić opis układów żywych i prawidłowości, jakie nimi rządzą. Posługując się tym narzędziem można więc hipotetycznie twierdzić, że plazma fizyczna jest czynnikiem determinowanym (organizowanym) przez środowisko wewnętrzne układu żywego i równocześnie determinującym jego własności (organizującym). Ważne jest tutaj tylko to, że omawiana tu metafora, spełniwszy swą rolę w heurystycznej fazie tworzenia określonej dyscypliny, powinna „przekształcić się” w wyrażenia techniczne właściwe nauce, takie jak hipotezy, modele, czy prawa ogólne [Perelman 1971].

Przesunięcie znaczenia terminu „bioplazma” poza znaczeniowy jego związek z plazmą fizyczną powoduje, że nieużyteczna się staje wiedza z zakresu fizyki plazmy, a zasadne stają się obawy, że kwestia bioplazmy staje się raczej zagadnieniem tzw. paranauki, ale już nie nauki.

Metafora plazmowa życia wnosi wiele nowego do programu badań nad organizmami. Skoro bowiem czynnikami konstytuującymi i organizującymi plazmę są pola elektryczne i magnetyczne, a także źródła tych pól, którymi są cząstki, to należy przyjąć przynajmniej jako hipotezę, że czynniki te muszą być bardzo istotne dla wszelkich tworów żywych. Procesy organizowania układu żywego mogą dokonywać się nie od poziomu cząsteczkowego, lecz od submolekularnego: skupisk swobodnych elektronów i dziur. Podobnie skala czasowa istotnych dla życia zjawisk ulegałaby przesunięciu ku zjawiskom o charakterystycznym okresie czasu znacznie mniejszych, niż te w których przebiegają reakcje chemiczne. Podczas gdy te ostatnio wspomniane mogą dokonywać się w skali mikrosekundowej, zjawiska np. oscylacji plazmowych mogą zachodzić w okresach o kilka rzędów wielkości krótszych, że będą one porównywalne z czasami np. przemian konformacji biomolekuł.

Plazma występująca w biostrukturach może pełnić rolę ośrodka, w którym zachodzi bardzo szybki i wydajny (duża przepustowość kanału) przekaz informacji oddziałujących na tempo i jakość metabolizmu. Spełniając taką rolę byłaby ona ośrodkiem jednocześnie uorganizowanym i organizującym, jak sugerują to badacze z Kazachstanu [Iniuszyn i wsp. 1968; Iniuszyn i wsp. 1992].

Nie mniej znaczące, przede wszystkim z filozoficznego punktu widzenia, jest widzenie układów żyjących jako systemów istotnie powiązanych poprzez stan plazmowy z całym Wszechświatem i to zarówno w przeszłości, jak i obecnie. Wszechświat jako całość znajdował się bowiem kiedyś w stanie gorącej i gęstej plazmy. W stanie plazmowym znajduje się też większość obserwowalnej jego masy i w plazmowym stanie znajdują się gazy stanowiące najwyższe warstwy atmosfery - jonosferę i spulapkowane przez ziemskie pole magnetyczne cząstki kosmiczne stanowiące magnetosferę [Cowley 1991]. Nie można więc wykluczyć, że w przeszłości, kiedy „zawiazywało się” życie, także stan plazmowy odgrywał istotną rolę. Podobnie jeśli chodzi o obecne życie, w całym jego bogactwie osobniczym i gatunkowym, ono także – gdyby w jego podtrzymywaniu brał udział także stan plazmowy – musiałoby być uwrażliwione na polowe oddziaływania docierające z Kosmosu. Tak więc zespół czynników wpływających na ewolucję życia musiałby zostać poszerzony o pochodzące z Kosmosu pola, które mogą być pochłaniane przez plazmę w biostrukturach.

Heurystyczna funkcja plazmowej metafory życia nie różniłaby się zatem od innych metafor tak bardzo cenionych we współczesnych naukach o życiu i powiązanych z nimi technologii czy medycyny, np. sztucznej inteligencji (AI), sztucznego życia (AL), sieci neuronalnych, biosensorów, itp. Idea bowiem poznawczego splecenia ze sobą plazmy i życia, której głównym celem byłoby identyfikowanie nowych sposobów poznawania własności i uwarunkowań życia powinna być uznana za obiecującą

dla postępu badań naukowych. I to nawet wtedy, kiedy niektórzy krytycy - w intencji zdeprecjonowania tak nakierowanych poszukiwań, mających w Polsce światowy priorytet - zechcą posłużyć się epitetem „spekulacja”.

Uwagi końcowe

Tematem odrębnego opracowania może być opracowanie pominiętego tutaj drugiego wątku merytorycznego i językowego, jakim jest powiązanie życia z elektrycznością i magnetyzmem, które wraz z wątkiem „ognia jako zasady życia” zbiegają się w dyskusji o bioplazmie i plazmie fizycznej w układach żywych.

Podziękowania

Autor uprzejmie dziękuje dr Marianowi Wnukowi za zwrócenie mu uwagi na prace R.C. Patona. Niniejsza publikacja została przygotowana w ramach badań własnych autora, prowadzonych w Katedrze Biologii Teoretycznej dzięki finansowaniu z Ministerstwa Edukacji Narodowej w 1996 r.

Literatura

- Alfvén H. 1987. Plasma universe. *Physica Scripta* T18: 20-28.
- Bernal J. D. 1965. Molecular structure, biochemical function, and evolution. W: *Theoretical and Mathematical Biology*. T. H. Waterman, H. J. Morowitz, (eds.), 96-135. New York: Blaisdell Publ. Comp.
- Black M. 1983. Jeszcze o metaforze. *Pamiętnik Literacki* 74, z. 2: 255-81.
- Black M. 1971. Metafora. *Pamiętnik Literacki* 62, z. 3: 217-34.
- Bogusławski A. 1971. O metaforze. *Pamiętnik Literacki* 62, z. 4: 113-26.
- Cowley S. W. H. 1991. The plasma environment of the Earth. *Contemporary Physics* 32, 4: 235-50.
- Fechner G. Th. 1873. *Einige Ideen zur Schöpfungs- und Entwicklungsgeschichte der Organismen*. Leipzig: Breitkopf und Härtel.
- Forstner D. 1990. *Świat symboliki chrześcijańskiej*. (tłum. z ang.). Warszawa: IW PAX.
- Harre R. 1996. Recenzja książki: D.E. Leary. Metaphor in the history of psychology, *British Journal for the Philosophy of Science* 47, 1: 141-45.
- Hartmann von E. 1906. *Das Problem des Lebens. Biologische Studien*. Bad Sachsa im Harz: H. Haacke.
- Iniuszyn W. M., W. S. Griszczenko, N. A. Worobiew, N. N. Szujkij, N. N. Fedorowa, F. F. Gibadulin. 1968. *O biologiczesczej suszczności efekta Kirlian. (Koncepcja biologiczesczej plazmy)*. Alma-Ata: Kazach. Gosud. Uniw.
- Iniuszyn W. M. 1974. Bioplazma i jeje izluczenia. W: *Psichiczeskaja samoregulacja.*, 330-335. Ałma-Ata: Kazach. Gosud. Uniw.
- Iniuszyn W. M., G. U. Iliasow, I. A. Niepomnjaszczich. 1992. *Bioenergeticzeskije struktury - teoria i praktyka*. Ałma-Ata: Kazachstan.
- Kleiber M. 1968. *Ogień życia. Zarys bioenergetyki zwierząt*. PWRiL.
- J. Kreiner, S. Skowron (red.) 1957. *Powstanie życia na Ziemi. Próby wyjaśnienia pochodzenia Życia na Ziemi*. Seria: Wypisy z Ewolucjonizmu, T I. K. Petruszewicz (red. Serii). Powstanie i właściwości żywej materii. z. 1., cz. 2. Warszawa: PWN.
- Lakoff G., M. Johnson. 1988. *Metafory w naszym życiu*. (tłum. z ang.) Warszawa: PIW.
- Langmuir I. 1928. Oscillations in ionized gases. *National Academy of Sciences Proceedings*, 14: 627-637.
- Liboff R. L. 1984. Criterie for physical plasma domains in laboratory and solid-state plasmas. *Journal of the Applied Physics*. 56, nr 9: 2530-2535.
- Miller J. G. 1971. Living systems. *Currents in Modern Biology* 4: 55-256.
- Ogden C.K., A. I. Richards 1972¹⁰ *The Meaning of Meaning. A Study of the Influence of Language upon Thought and of The Science of Symbolism* London: Routledge & Kegan Paul, Ltd.
- Paton R. 1996. Metaphors, models and bioinformation. *Biosystems* 38, nr 2-3: 155-162.
- Paton R. C. 1992. Towards a metaphorical biology. *Biology & Philosophy* 7: 279-94.
- Paton R. C. 1993. Some D.E. Leary c D.E. Leary computational D.E. Leary models at the cellular level. *Biosystems* 29, nr 2-3: 63-75.
- Paton R. C., H. S. Nwana, M. J. R. Shave, T. J. M. Benchcapon. 1994. An examination of some metaphorical contexts for biologically motivated computing. *British Journal for the Philosophy of Science*. 45, nr 2: 505-25.
- Peratt A. L. 1995. Plasma and the universe: Large scale dynamics, filamentation, and radiation. *Astrophysics and Space Science* 227, nr 1-2: 97-107.

- Perelman Ch. 1971. Analogia i metafora w nauce, poezji i filozofii. *Pamiętnik Literacki* 62, z. 3: 247-57.
- Pflüger E. 1875. Beitrage zur Lehre von der Respiration (1) Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen. *Pflügers Archiv fuer die Gesammte Physiologie des Menschen und Thiere* 10: 251-69, 641-644. (Cyt. za: J. Kreiner, S. Skowron 1957)
- Preyer W. 1880. *Die Hypothesen über den Ursprung des Lebens. Naturwissenschaftliche Tatsachen und Probleme. Populäre Vorträge*. Berlin. (Cyt. za: J. Kreiner, S. Skowron 1957).
- Rosenberg B., E. Postow. 1969. Semiconduction in proteins and lipids: Its possible biological import. *Annals of the New York Academy of Science* 158: 161-90.
- Roux W. 1905. *Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. I. Die Entwicklungsmechanik*. Leipzig. (Cyt. za: J. Kreiner, S. Skowron 1957)
- Sedlak W. 1967. *Rola krzemu w ewolucji biochemicznej życia*. Warszawa: PWN.
- Sedlak W. 1972. Joga w świetle współczesnej biofizyki, *Zeszyty Naukowe KUL*. 15, nr 2, 43-52.
- Sherrington C. S. 1946. *The Endeavour of Jean Fernel*. London: Pergamon Press.
- Sławiński J. 1984. Generowanie i emisja fotonów w układach biologicznych. *Perspektywy bioelektroniki*. J. Zon, M. Wnuk, (red.) 27-41. Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL.
- Solomsen F. 1957. The vital heat, the inborn pneuma and the aether. *Journal of the Hellenic Studies* 77: 119-23.
- Szeffiöld Dż. 1978. *Rassiejanie elektromagnitnego izluczenia w płazmie*. (tłum. z ang.), Moskwa: Atomizdat.
- Tonks L., J. Langmuir. 1929. Oscilations in ionised gases. *Physical Review* 23: 195-210.
- Verdenius W. J. 1976. Some aspects of Heraclitus' anthropology. *Images of Man in Ancient and Medieval Thought. Studies Dedicated to Gerard Verbeke*. C. Laga et al. (eds), 29-35. Leuven: Leuven Univ. Press.
- Verworn M. 1922. *Allgemeine Physiologie*. Jena. (Cyt. za: J. Kreiner, S. Skowron 1957)
- Wierzbicka A. 1971. Porównanie-gradacja-metafora. *Pamiętnik Literacki* 62, z. 4: 127-47.
- Wnuk M. 1987. *Rola układów porfirynewych w ewolucji życia*. Z Zagadnień Filozofii Przyrodoznawstwa i Filozofii Przyrody, M. Lubański, S. W. Ślaga (red.), T. IX. Warszawa: Akademia Teologii Katolickiej.
- Zon J. 1986. *Plazma elektronowa w błonach biologicznych*. Lublin: Red. Wyd. KUL.
- Zon J. 1994. Starostoicka doktryna pneumy a koncepcja bioplazmy. I. Własności pneumy i plazmy fizycznej w świecie 'nieożywionym'. *Roczniki Filozoficzne*, 42, z. 3.: 35-64.
- Zon J. 1995. Doktryna pneumy a koncepcja bioplazmy. II. Własności i funkcje pneumy i plazmy fizycznej w świecie ożywionym. *Roczniki Filozoficzne*, 43, z. 3.: 99-125.

Life is plasma.

A modern formulation of the life-as-fire metaphor

Summary

In the antiquity, the essence of life processes was considered a kind of creative fire (Heraclitus, the Stoa). Also, in modern times, some concepts were formulated according to which a common fire was supposed to be essential for life (E. Pflüger, W. Preyer). However, results of some investigations carried out in the last decades indicate that the range of essential factors constituting life is richer and involves many physical processes, as well as chemical and informational ones. Although combustion may not be considered as the basic factor constituting life, the phrase "life is fire" may now be regarded as a heuristically {very} fruitful metaphor.

It has been shown that both fire and physical plasma share many features. Moreover, there are also properties that are common to fire, plasma and life (Tables 1, 2, and 3). In this regard, no wonder that concepts were put forward, claiming the existence of a specific type of physical plasma unique to life itself. This new state of matter was termed bioplasma (W. Sedlak 1967, W. M. Inyushin et al. 1968). So far, the existence of this specific type of plasma has not yet been proven experimentally. Therefore, in the present work the following objectives were set: 1) identifying the common as well as differentiating features of fire, plasma and life and, on the basis of these data, 2) showing that if the claim of the existence of bioplasma was a metaphor only, it may function as a modern and deepened re-formulation of the ancient life-as-fire metaphor. This life-as-plasma metaphor should give rise to a new class of models of the living systems. It may be hoped that by providing even such results, the value of the bioplasma concept will be established in modern science.

Summarized by Józef Zon