

PROBLEM SUBSTANCJALIZMU U PODSTAW RZECZYWISTOŚCI FIZYCZNEJ

Niezwykły rozwój fizyki w ostatnich dziesięcioleciach postawił przed filozofią przyrody szereg nowych zagadnień. Jedno z ważniejszych jest zagadnienie substancjalizmu. Chodzi o to, czy fizyka wyeliminowała z obrazu świata materialnego pojęcie substancji dlatego, że nie jest zrealizowane w świecie materialnym, czy też po prostu fizyka współczesna nie interesuje się kwestią substancji. Niektórzy fizycy uważają, że w fizyce nie ma takiego problemu. Zdaniem wielu fizyków pojęcie substancji straciło swój sens na terenie fizyki, a do tego poglądu doprowadziła ich głównie teoria pola.

Jednak zagadnienie substancjalizmu narzuca się w związku z tym, że w podstawach rzeczywistości fizycznej napotykamy różne rodzaje energii. Powstaje pytanie, czy formą urzeczywistnienia substancji nie jest energia. Jedni fizycy nie dają odpowiedzi na to pytanie, inni zaś uważają energię za materię »niesubstancjalną«.

Głos nauk przyrodniczych w tej sprawie nie jest ostateczny, a obrazy świata przez nie nakreślone posiadają luki i niedomówienia, więc nie mogą rościć sobie pretensji do wiernego i zupełnego kopiowania rzeczywistości materialnej. Ideałem naukowego badania jest adekwatne odwzorowanie tych elementów rzeczywistości, które wykroiliły sobie poszczególne gałęzie wiedzy. Do tego ideału zbliżyć się możemy aproksymatywnie, ale wydaje się, że go nigdy nie osiągniemy. Wyniki poznania przedmiotów realnych są właściwie schematami, przybliżonymi obrazami, wśród których wiele luk. Ta okoliczność czyni nam zrozumiałym fakt, że wiele elementów w obrazie świata materialnego, przedstawionego przez nauki

szczegółowe, zostało pominiętych, lub nie nadano im właściwego znaczenia. Takim czynnikiem na terenie fizyki, który wymaga interpretacji, jest pojęcie substancji.

Dla dalszego toku wywodów jest rzeczą ważną zaznaczyć, że weźmiemy pod uwagę wyniki badań fizykalnych, a mniejszą wagę przywiążemy do samej interpretacji tych wyników podawanej przez fizyków. Co innego bowiem wynik badania eksperymentalnego, a co innego jego interpretacja.

Temat artykułu: » Problem substancjalizmu... « nasuwa myśl o ścieraniu się poglądów w odniesieniu do substancjalizmu fizykalnego. W fizyce współczesnej dają się zaobserwować antysubstancjalne objawy. Mówiąc o antysubstancjalizmie fizyki fizyki współczesnej, mam na myśli tendencje do wyeliminowania z obrazu świata materialnego substancji w znaczeniu fizykalnym. Ta eliminacja może być pojmowana w dwojaki sposób:

a) fizyka nie interesuje się problemem substancji;

b) substancja padła ofiarą nowej dynamiki i energetyki¹⁾. Jest bowiem zasadnicza różnica między stanowiskiem, które na początku badań odrzuca zagadnienie substancji, czy też uznaje się jego zbyteczność pod koniec badań. W pierwszym wypadku zagroziłoby się drogę do różnych problemów (postulat) w drugim zaś — substancja okazałaby się czymś zbytecznym²⁾. W toku wywodów eliminację pojmować będę w znaczeniu wskazanym pod literą b.

Autor tego artykułu postawił sobie za cel obronę substancjalizmu na terenie fizyki współczesnej, usiłując wykazać, że substancjalizm tkwi w podstawach rzeczywistości materialnej w zmienionej formie, a mianowicie, w formie różnych rodzajów pól.

Mówiąc o fizyce współczesnej, mam na myśli głównie mechanikę kwantową i teorię względności, które porzuciły myśl o istnieniu eteru jako substancji nieważkiej, wypełniającej wszechświat i wysunęły na czoło badań teorię pola, usiłującą przezwyciężyć dwuczłonowość: materii i energii. Usiłowania te dotąd nie zostały uwieńczone pomyślnymi rezulta-

tami ze względu na trudności w związku ze wzajemnym oddziaływaniem cząstki i pola; fizyka w dalszym ciągu posługuje się pojęciami cząstki materii i pola. Ponieważ w fizyce istnieje nadal »nurt mechanistyczny«, mimo szeroko rozwiniętej teorii pola, uważam za stosowne uwzględnić również mechanistyczny obraz świata, w którym dopatrzeć się można pierwszych antysubstancjalnych prób w fizyce.

I jeszcze jedna końcowa uwaga. Ze względu na to, że na łamach Przeglądu Filoficznego z roku 1935 (z. 1—2) ukazał się artykuł T. Pietrkiewicza p. t. »Antysubstancjalizm fizyki współczesnej«, uważam również za wskazane zaznaczyć, dlaczego podejmuje raz jeszcze zagadnienie substancjalizmu. Otóż Pietrkiewicz usiłował przedstawić w swym artykule jeden z aspektów fizyki współczesnej, mianowicie, formalno-matematyczny, w którym nie ma miejsca na pojęcie substancji.

Mnie natomiast chodzi o coś więcej: nie tylko o wskazanie na formuły matematyczne, którymi się fizyka posługuje, a które dalekie są od uwzględnienia substancji w opisie świata materialnego, lecz także o odpowiedź na pytanie, co formułom matematycznym odpowiada w rzeczywistości. Ta odpowiedź potrzebna mi jest do obrony tezy (i to stanowi główne zadanie artykułu), iż nawet u podstaw rzeczywistości fizycznej można bronić pojęcia substancji.

W jaką konstrukcję substancji godzi fizyka?

Jeżeli mamy wskazać na antysubstancjalne tendencje fizyki współczesnej, zachodzi potrzeba odpowiedzi na pytanie, jaka jest treść pojęcia substancji i jaką konstrukcję substancji usiłuje fizyka wyłączyć ze swego obrazu świata materialnego. Ażeby sprostać temu zadaniu, jest rzeczą celową poczynić następujące rozróżnienia.

1. Przednaukowe pojęcie substancji. Nazwa »substancja« nie jest jednoznaczna. Może bowiem znaczyć tyle, co ciało, materia, — słowem to wszystko, co w doświadczeniu codziennym postrzegamy zmysłami i co uważamy za mniej

lub więcej trwałe. Jest to przednaukowe pojęcie substancji, nie sprecyzowane jeszcze i ogólnikowe. Na podstawie tego przedrefleksyjnego pojęcia substancji Arystoteles konstruuje:

2. Filozoficzne pojęcie substancji. To ostatnie pojęcie jest właściwie konkluzją metafizyczną z rozważań nad bytem³⁾. Taka refleksja doprowadziła filozofów do uznania realności, którą scharakteryzowano w określony sposób i nadano jej nazwę »substancja«. Poznana spontanicznie w fazie przedrefleksyjnej jakaś rzecz konkretna poddana jest analizie w fazie refleksyjnej. W rezultacie analizy dostajemy różnicę między substancją i cechami przygodnymi, które nie mają samoistnego bytu, lecz w istnieniu zależą od substancji. Jest to eksperyment myślowy bez uciekania się do metod badania empirycznego.

Przeciwstawienie i wzajemny związek substancji i właściwości stały się nieodzownymi sposobami myślenia starożytnych Greków i podstawą tłumaczenia procesów, w których obok zmienności daje się stwierdzić stałość. W naukach filozoficznych pojęcia substancji i właściwości obok aktu i potencji, materii i formy tłumaczą nam zmiany w przyrodzie, ale ogólnikowo i schematycznie. Nic dziwnego, że taki sposób tłumaczenia na terenie nauk szczegółowych okazał się niewystarczający i niezadowolający, a filozoficzne pojęcie substancji mało użyteczne.

Rozważania metafizyczne kazały również uznać Arystotelesowi różnicę między substancją pierwszą a substancją drugą. Substancja pierwsza to byt ściśle określony, jednostkowy, konkretny, realny, trwały i samoistny, który jest substratem właściwości i cech przygodnych. Tak pojmowana substancja nie może być orzekana o żadnym innym podmiocie; jest bowiem podmiotem dla siebie i nie potrzebuje innego podłoża do swego istnienia. Natomiast substancja druga to substancja pojęciowa, abstrakcyjna, która w rzeczywistości nie istnieje, a zatem nie wymaga podmiotu do istnienia, choć może być orzekana o podmiocie.

Charakterystyką formalną substancji zarówno pierwszej jak drugiej jest to, że nie tkwi w innym podmiocie.

3. Fizykalne pojęcie substancji. Niekiedy fizycy używają pojęcia substancji, ale nie w znaczeniu arystotelesowskim: ani w sensie pierwszej, ani tym bardziej w znaczeniu substancji drugiej. Eksperyment myślowy, którym się filozof posługuje dla rozróżnienia substancji i właściwości lub substancji pierwszej i drugiej, jest w fizyce bezużyteczny, a zdobyte dzięki niemu pojęcie substancji nic jej nie daje. Nie znaczy to jednk, żeby ten eksperyment był bez znaczenia i w ogóle zgoła niepotrzebny.

Zdaniem Czesława Białobrzeskiego kategorie — a do nich należy substancja — służą do »pojęciowego przyswojenia przez umysł świata naszego doświadczenia w tym zakresie, w jakim go bada fizyka... kategorie są narzędziami umysłu w poznawaniu przezeń rzeczywistości« (autor rozważa kategorię substancji tylko w zakresie poznania fizykalnego ⁴).

Substancja lub istota rzeczy w znaczeniu fizykalnym (fizyk lub chemik przypadkowo tylko używa tej ostatniej nazwy) wyznaczona jest odpowiednimi numerami i danymi liczbowymi na tablicy Mendelejewa. Jeżeli badacz przyrody mówi nieraz o strukturze substancji, o istocie pierwiastka, to wskazuje po prostu na jego materialne elementy konstytutywne; na przykład powie, że hel ma kolejny numer w periodycznym układzie pierwiastków 2, a jego ciężar atomowy wynosi 4,003. Chemik, mówiąc o substancji, ma na myśli różne rodzaje materii, jak np. cynk, miedź, ołów, błonnik itd., które posiadają wspólne właściwości: rozciągłość, bezwładność i ciężkość. W sensie fizyko-chemicznym słowo substancja jest równoznaczne z materią lub z jej rodzajami ⁵).

Mechanistyczny obraz świata materialnego.

Mniej więcej do połowy XIX wieku panował wszechwładnie mechanistyczny pogląd na świat materialny. Fizyka klasyczna przyjęła atomistyczną teorię Demokryta z niewielkimi

modyfikacjami. Atomy pojmowano jako kulki sprężyste, pozostające pod działaniem sił. O tym wiedział Demokryt, ale nie zdawał sobie sprawy ze źródła tych sił i ze sposobu ich działania. Dopiero od czasów Galileusza i Newtona po wprowadzeniu do fizyki takich pojęć jak masa, ruch, przyspieszenie i siła, kosmologiczna koncepcja Demokryta zastąpiona została fizyczną teorią atomistyczną. Sprężyste kuleczki, ruch pod wpływem najrozmaitszych sił (sprężystych, grawitacyjnych, magnetycznych, elektrycznych, i innych) miał wyjaśnić wszystko, co działo się w obrębie świata fizycznego. Wyjaśnić jakies zjawisko znaczyło po prostu sprowadzić je do podstawowych elementów masy, ruchu i sił działających zgodnie z prawami mechaniki. I wierzono przy tym, że nie może być innego trafniejszego obrazu świata materialnego. Mechanistyczny obraz świata znalazł swe ukoronowanie w dziełach Laplace'a, a do jego utrwalenia przyczynili się pozytywiści różnych odcieni, którzy ograniczyli zadanie nauk przyrodniczych do roli opisywania faktów doświadczenia, z pominięciem jakichkolwiek prób wnikięcia w wewnętrzną strukturę rzeczy, bo to już – ich zdaniem – metafizyka.

Nasuwa się pytanie, czy i w jakiej mierze mechanistyczny obraz świata eliminuje pojęcie substancji.

Od starczytnych Greków nauczyliśmy się pojmować, że nosicielem zjawisk jest substancja. Procesy fizyczne bez podłoża substancjalnego byłyby niezrozumiałe. Zmiana polegająca na przejściu od jednego stanu do drugiego jest uwarunkowana siłami, których źródłem są substancje materialne.

Tej ogólnikowej koncepcji nadano ściślejszy sens w mechanice klasycznej. Wyobrażano sobie, że świat jest zbiorem punktów masowych, między którymi działają siły o określonej wielkości wzdłuż prostej łączącej te punkty. Było to celowe uproszczenie, ale bynajmniej nie wyłączające z fizyki klasycznej pojęcia grudek materii posiadającej masę i rozciągłość. Punkty masowe zmieniają swe położenie i ruch, ale ich ogólna suma pozostaje taka sama.

Czym jest masa, o której mówi fizyka klasyczna?

Newton masą nazywa »quantitas materiae«, a definiuje ją jako »mensura eiusdem, orta ex illius densitate et magnitudine coniunctim«⁶⁾. Ale znowu gęstości (densitas) nie można inaczej zdefiniować jak tylko w ten sposób, że jest to iloraz masy i objętości. Czyżby Newton popełnił błąd znany pod nazwą błędnego koła. Bavink zauważył, że widocznie Newton inaczej pojmował gęstość. Ponieważ Newton nie znał pojęć współczesnych bo one pochodzą dopiero od Boyle'a, przeto najprawdopodobniej stanął na stanowisku Arystotelesa, który uznawał jedyną materię przybierającą różne formy. Jeżeli ta uwaga jest słuszna, to gęstość byłaby ilością cząstek materii w określonej objętości.

Ażebym masę uczynić czynnikiem operatywnym w fizyce, utożsamiono ją z bezwładnością. Doświadczenie poucza nas, że siły przyłożone do różnych ciał powodują różne przyspieszenia. Gdy usiłujemy zmienić kierunek ruchu ciała, to stawia ono opór. Ciałom materialnym przypisuje się opór bezwładny, a miarę fizykalną tego oporu nazwano masą.

Pojęcie masy mechanicznej przybrało w fizyce klasycznej postać wielkości fizycznej i zastąpiło nieoperatywne na terenie fizyki tradycyjne pojęcie substancji. Był to pierwszy etap antysubstancjalizmu w fizyce.

Jeżeli wspominam na tym miejscu o próbach eliminacji – chociaż pod pewnym tylko względem – substancji w mechanice klasycznej, to jedynie dlatego, że w fizyce współczesnej istnieje nadal »nurt mechanistyczny«, czyli pogląd, według którego cząsteczki materialne podlegają prawom mechaniki.

Polowy obraz świata materialnego.

Celem zorientowania czytelnika w zagadnieniu antysubstancjalizmu w fizyce współczesnej jest rzeczą wskazaną, chociaż pokrótce, przedstawić teorię pola.

Już w obrazie rzeczywistości fizycznej, nakreślonym przez Huyghensa, Faraday'a i Maxwella, daje się zauważyć nurt polowy obok nurtu mechanicznego. Ten wynik nasunął się

w związku z obserwacją zjawisk optycznych i elektromagnetycznych. Coraz wyraźniej zarysowywała się teoria pola. Już falowa teoria światła Huyghensa wskazywała na fakt, że światło ma strukturę falową i może równie dobrze przebiegać przez różne środowiska jak przez próżnię. Z nazwiskami Faraday'a i Maxwella łączą się próby odmiennego sposobu opisywania zjawisk elektrycznych i magnetycznych. Ich zdaniem naelektryzowana kuleczka wytwarza wokół siebie stan naprężenia czyli pole elektryczne⁷). Pole elektryczne oddziaływa na sąsiednie ciała naelektryzowane nie bezpośrednio – jak tłumaczono dawniej – lecz za pośrednictwem fal. Ten stan naprężenia rozchodzi się w przestrzeni z szybkością światła. Mówimy wówczas o rozchodzeniu się fal elektromagnetycznych, jako że każdej zmianie pola elektrycznego towarzyszy pole magnetyczne i na odwrót. Zbiór fal, czy też zjawiska promieniowania zachodzące w przestrzeni, noszą nazwę pola. Teoria pola przyczyniła się do szybkiego rozwoju nauk fizykalnych i techniki, co potwierdza słuszność jej założeń.

Teoria pola odrzuca ośrodek materialny (hipotetyczny eter mechaniki klasycznej), w którym rzekomo miałyby się rozchodzić fale elektromagnetyczne, lub promieniowanie. Ale pozostają do wytłumaczenia takie elementarne cząstki jak np. elektron, pozyton, mezon, nukleon (proton i neutron). W fizyce współczesnej mówi się o cząstkach materii, ale pojęcie cząstki jest tu inne, niż w fizyce newtonowskiej. W fizyce klasycznej elementarna cząstka miała określone położenie w przestrzeni, określony pęd, krótko mówiąc posiadała niewielką liczbę stopni swobody. Natomiast teoria względności i mechanika kwantowa burzy takie pojęcie cząsteczki. Według Einsteina masa cząsteczki nie jest stała, lecz zmienia się wraz z prędkością zgodnie ze wzorem:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad 8)$$

Co więcej, de Broglie wysunął śmiałą hipotezę, do której fizycy odnieśli się początkowo nieprzychylnie, a mianowicie,

że każda cząsteczka materii wytwarza pole i nazywał je polem fal materii. Każdej cząsteczce o określonym pędzie ($p = mv$) i całkowitej energii ($E = mc^2$) odpowiada fala o długości Λ lambda i częstości drgań n .

Okazało się, że nie tylko, światło, ale i materia w zwykłym znaczeniu ma podwójne oblicze korpuskularne i falowe, co potwierdziły liczne eksperymenty i obliczenia matematyczne. Austriacki fizyk Schrödinger opracował matematycznie hipotezę de Broglie'a, a fizycy Davisson i Germer wykryli istnienie fal materii w związku z elektronami; niezależnie od nich Heisenberg ze stanowiska kwantowego doszedł do tych samych rezultatów⁹⁾. Dwuczłonowość materii – cząstka i pola – budziła pewne zastrzeżenia. Próbowano ją usunąć, mimo to podwójne oblicze promieniowania i materii nie zostało dotąd przezwyciężone. Chociaż rozwój fizyki współczesnej idzie po linii połowego traktowania materii, nie może się ona obejść bez pojęcia cząsteczki. Co innego, że cząsteczkę tę ujmuje się z punktu widzenia teorii pola. Nie da się utrzymać dawnego przeciwstawienia pola i cząstki. Takiego zdania jest również radziecki fizyk Blochincew¹⁰⁾.

Czy pole jest realnością fizyczną?

Pod pojęcie substancji fizycznej podpada zespół czynników. Powiadamy, że substancja fizyczna jest czymś względnie trwałym, niezmiennym, realnym czyli rzeczywistym i materialnym. Zwróćmy uwagę na jeden z tych czynników, a mianowicie na realność, odpowiadającą polu.

Fizyka współczesna stoi na stanowisku, że promieniowanie jest zjawiskiem, któremu towarzyszy przepływ energii. Według teorii względności energia reprezentuje masę i na odwrót, masa reprezentuje energię. Wobec tego można powiedzieć, że i pole, reprezentuje energię, a więc czynnik realny i materialny, co potwierdził już sam Maxwell¹¹⁾ Energię traktuje się we współczesnej fizyce jako przymiot materii, zatem pole posiada atrybut materii. Fizycy zastanawiają się nad

tym, czy istnieje różnica między materią w postaci falowej i materią w formie cząsteczkowej. Na to pytanie odpowiadają oni, że pole posiada niewielką masę (małą ilość energii), natomiast w cząsteczce materialnej skoncentrowany jest olbrzymi zapas energii¹²). To, co odpowiada przednaukowemu pojęciu materii, byłoby w rzeczywistości olbrzymią koncentracją energii. Z polem zaś mamy do czynienia tam, gdzie jest stosunkowo mało energii. Elementarna cząstka materii byłaby w teorii pola skwantowanym stanem wzbudzenia, któremu towarzyszy pojawienie się cząsteczek: elektrony i pozytony byłyby skwantowaniem pola elektronowo-pozytonowego, nukleony jako stany wzbudzenia pola nukleonowego itd. W wypadku, gdy pole jest nie wzbudzone, mamy do czynienia z próżnią, ale nie pojmowaną w sensie fizyki klasycznej. Obecnie próżni przypisuje się tzw. »zerowe drgania elektromagnetyczne«, a więc pojmuje się ją jako realność fizyczną¹³).

Biorąc pod uwagę różnicę, jaka zachodzi między nagromadzoną energią w polu i energią w cząsteczce, fizycy uznający dialektyczne prawa twierdzą, że mamy tu do czynienia z przechodzeniem ilości — w jakość. Sprawa ta nie jest należycie wyjaśniona i stanowi problem fizyki współczesnej streszczający się w pytaniu, jaki jest stosunek cząstki materialnej do pola (cząstki pojmowanej nawet jako koncentrację energii). Czy materia ma oblicze dualistyczne, tj. cząsteczkowe i polowe, którego szczególnym przypadkiem jest cząstka o wielkim nagromadzeniu energii? Polowy obraz rzeczywistości fizycznej usiłuje zatrzeć granicę między cząstkami i polami. Pole jako realność materialna wypełnia przestrzeń jak hipotetyczny eter. Zdaniem fizyków Einsteina, Diraca, Frenkla rozwój fizyki idzie w kierunku sprecyzowania teorii polowej czyli jednolitego traktowania świata materialnego, chociaż dotąd fizyka posługuje się jeszcze pojęciem cząstki.

Mimo wysiłku fizyków próby całkowitego przewyciężenia mechanistycznego i polowego obrazu świata materialnego nie zostały uwieńczone powodzeniem. Poważną przeszkodą na drodze do osiągnięcia tego celu jest trudność określenia

wzajemnego oddziaływania pola i koncentracją energii – »cząstką«. Ażeby ten połowy obraz świata opisać i przedstawić w języku matematycznym, należało by Maxwellowskie prawa pola tak przebudować, iżby do nich stosowały się również olbrzymie koncentracje energii. Dotychczas nie udało się połowego obrazu ująć w ramy logiczne uporządkowanej teorii. Z tego powodu w teoretycznych rozważaniach fizyka na razie posługujesz się koncepcją pola i cząstki materialnej¹⁴⁾.

Czy teoria pola oznacza rzeczywiście zmierzch substancjalizmu?

Ogólnie twierdzi się, że podstawy wiedzy fizykalnej tak wielkim uległy zmianom, że można dziś mówić o antysubstancjalnym charakterze poznania fizykalnego¹⁵⁾. Na dowód antysubstancjalnego obrazu świata przytacza się wyniki mechaniki kwantowej i teorii względności. Twierdzi się, że z chwilą zrównania masy i energii ($E = mc^2$) fizycy operują podstawowym pojęciem energii występującej w różnych postaciach. W matematycznym obrazie świata materialnego energię przedstawia się jako falowanie czyli periodyczną zmianę wielkości matematycznej występującej we wzorach. Wielkościom figurującym we wzorach możemy nadać różne znaczenie. Tak więc fizyka współczesna zrywa z pojęciem czegoś substancjalnego. Wobec takiego obrazu świata fizycznego pytanie o podłoże, o substancję, o środowisko, w którym działanie zachodzi, nie ma znaczenia. W ten sposób zdaniem wielu autorów wyeliminowano z fizyki współczesnej to, co substancjalne nawet w znaczeniu fizykalnym, wyżej określonym. Jeżeli fizyka ma do czynienia tylko z kwantytatywnym i formalnym ujęciem rzeczywistości fizycznej, to to ma oznaczać, że pojęcie substancji jest dla fizyki obojętne.

Powstaje pytanie, czy takie ujęcie świata materialnego oznacza rzeczywiście zmierzch substancjalizmu.

Wydaje się, że pojęcie realności i substancjalności nie zostało wyeliminowane z fizyki, lecz nabrało innego znaczenia,

niż w doświadczeniu przednaukowym i w mechanice klasycznej. Substancja w sensie fizykalnym występuje we współczesnej fizyce w innej niż dawniej postaci. W rozwoju badań przyrodniczych pojęcie substancji materialnej ulegało modyfikacjom. Pojmowano ją bądź jako substancję ciągłą, bądź nieciągłą czyli zatomizowaną. W pierwszym wypadku była reprezentowana przez cieplik, fluid elektryczny i eter, w drugim zaś – przez cząsteczki materialne rządzone prawami mechaniki.

W fizyce współczesnej różnego rodzaju pola jak elektryczne, magnetyczne, grawitacyjne, nukleonowe, elektronowo-pozytonowe i inne posiadają wiele cech właściwych środowisku, substancji. Rzecznikiem takiego poglądu jest również fizyk radziecki J. Terlecki¹⁶⁾. Podobnie twierdzi J. Frenkel, który pojmuje pole jako »rzeczywisty rozkład materii«. Jeżeli bowiem pole jest realnością reprezentowaną przez energię, to musi ono mieć charakter materialny. Każde pole ma swą strukturę materialną dającą się ująć w formie wzorów matematycznych, a więc w formie praw. Prawa zaś są wyrazem prawidłowości zjawisk przyrody. Wobec tego te struktury materialne miałyby charakter substancjalny mniej lub więcej niezmienny.

Sięgając do podstaw rzeczywistości fizycznej natrafiamy na tzw. stałe fizykalne, z którymi są związane prawa fizyczne, świadczące również o prawidłowości rzeczywistości fizycznej. Dla przykładu wystarczy wskazać na stałą fizykalną wyrażającą stosunek Kulombowskiego przyciągania protonu i elektronu do przyciągania Newtonowskiego. Stosunek ten wyraża się liczbą $2,29 \cdot 10^{39}$ ¹⁷⁾. Możliwość ujęcia pola w formie równań świadczyo strukturalnym charakterze pola, a zatem o pewnej prawidłowości. Ta prawidłowość nasuwa myśl o czymś realnym mniej więcej trwałym, co jest właściwością substancji. Każda wielkość fizyczna jak energia, masa, pęd w jakiś sposób są nam dane, choćby nawet jako funkcje stanowiska obserwacji nego – utrzymuje Einstein – a więc choćby nie były wielkościami danymi nam bezpośrednio. Kwantów działania, którekonstituują czaso-przestrzeń, my nie tworzymy, lecz w przyrodzie zastajemy.

To prawda, że we współczesnym obrazie świata fizycznego rzeczywistość materialna przedstawia się jako »forma niezliczonych procesów«, a niezmienność jest sumą właściwości procesów. Weźmy pod uwagę matematyczne formuły fal stojących. Wyrażają one pewną właściwość procesu, węzły, fale o określonej amplitudzie i długości. Na tej podstawie twierdzą fizycy, że właściwości badane zależą jedynie od »formy« procesu, a nie od jakiegoś środowiska, podłoża.

Należy raz jeszcze zaznaczyć, że ujęcie rzeczywistości materialnej z punktu widzenia fizykalnego nie jest adekwatne. Jeżeli fizyka ze swego stanowiska nie interesuje się substancją, to nie znaczy, że z innego punktu widzenia problem substancji nie istnieje. Nie powinniśmy zapominać, że co innego jest opis, schemat, obraz, a co innego opisywana rzeczywistość. Schemat jest tylko jednym z aspektów świata materialnego i nie może rościć sobie pretensji do jego wiernego odwzorowania.

Rozwój fizyki w ostatnich dziesiątkach lat poszedł w kierunku »formalnego« badania świata materialnego. Podmiot, jako nosiciel właściwości, jest dla fizyki obojętny, nie ma dla niej znaczenia. Co więcej, rozplýwał się w ostatnich podstawach badania fizykalnego. Ta okoliczność żywo przypomina problem poznawalności materii pierwszej jako podmiotu form substancjach w filozofii tradycyjnej.

Błędem byłoby twierdzić o zasadniczej niepoznawalności nosiciela procesów i własności. Z pewnością poznajemy związki między procesami, ale i podmioty tych procesów możemy stwierdzić. Wszak w fizyce daje się skonstatować, że zmiany dotyczą czegoś realnego, daje się stwierdzić stałość i ilościową niezmienność w procesach.

Wydaje się, że w fizyce matematyczny obraz świata przesłonił samą rzeczywistość. Każda nauka realna opisuje określony obszar rzeczywistości przy pomocy zdań, które są przyporządkowane tej rzeczywistości. Jeżeli opis w języku matematycznym dotyczy zjawisk makroskopowych, nie trudno jest odpowiedzieć na pytanie, co jest przedmiotem tego opisu:

zjawiska bowiem makroskopowe są dostrzegalne zmysłami. Natomiast matematyczny opis świata mikroskopowego jest niewyobrażalny. Pozornie znika nam przed oczu świat materialny jako kunsztowny mechanizm, a jego miejsce zajmuje świat symboli, znaków pisanych, wchodzących w skład równań matematycznych. W konsekwencji takiego stanu rzeczy wydaje się nam, że świat rzeczywisty został zastąpiony relacjami symbolicznymi reprezentującymi nasze myśli i to szczególnego rodzaju, bo myśli w formie matematycznej. Ilustracją takiego stanu rzeczy może być geometryzacja przestrzeni — czasu dokonana przez Minkowskiego, który transformacjom Lorentza nadał interpretację geometryczną. Okazało się, że przekształcenia Lorentza można uważać za przesunięcie układu Kartezjańskiego o urojony kąt alfa.

Tak więc Minkowski wpłynął na zmianę terminologii w opisie zjawisk fizycznych. Każdemu zjawisku jest przyporządkowany punkt o czterech współrzędnych w cztero-wymiarowym kontinuum. Zachodzące w przyrodzie zjawiska przedstawiają się wtedy w postaci punktów, linii, a związki między nimi są matematycznym obrazem relacji między zjawiskami. Świat Minkowskiego to zbiór linii w cztero-wymiarowym kontinuum. Badanie rzeczywistości fizycznej zeszło więc do roli badań stosunków geometrycznych. Okazuje się, że zjawiska fizyczne dają się odwzorować przy pomocy czterech współrzędnych, przy czym trzy osie współrzędnych są rzeczywiste, a czwarta oś jest urojona.

W geometrycznym obrazie świata materialnego nie ma miejsca na zjawiska fizyczne, a tym bardziej na substancję w sensie fizykalnym. By ustrzec się błędu i idealistycznych koncepcji należy z naciskiem powiedzieć, że co innego jest język, w którym opisujemy przedmiot badany, a co innego sam przedmiot. Język może być różny, a przedmiot jest takim, jakim jest.

Matematyczny opis świata stosowany przez fizykę współczesną nie jest adekwatnym przedstawieniem rzeczywistości fizycznej. Język nie powinien nam przesłonić przedmiotu ba-

danego, który w naukach realnych jest czymś rzeczywistym, istniejącym niezależnie od naszego poznania.

Energia jako forma urzeczywistnienia substancji.

Ważność fizykalnego pojęcia substancji zależy od tego, czy temu pojęciu odpowiada jakaś forma urzeczywistnienia. Wiemy, że substancja występowała w fizyce w różnych postaciach. Ze względu na to, że w fizyce współczesnej wysuwa się na czoło teoria pola, a pole traktuje się jako realność, jako strukturę materialną, można powiedzieć, iż współcześnie formą urzeczywistnienia substancji jest energia pola. Nie brak jednak przedstawicieli fizyki teoretycznej, którzy opowiadają się nadal za dwuczłonowością rzeczywistości fizycznej – cząstki i pola i za substancjalnością cząstek materii. Do nich należy Białobrzęski, który swój pogląd na strukturę materii wyraża w sposób następujący: »Za bezsporny uważać można charakter substancjalny elementarnych składników materii, przysługują im bowiem w stopniu większym lub mniejszym cechy substancji.... Upadła bezwzględna niezmienność atomu, ale mimo tego substancjalność atomu w znaczeniu względnym może być utrzymana. Posiada on samodzielność zachowując ją w pewnym stopniu nawet wtedy, gdy wchodzi w związek z innymi atomami w cząsteczkach chemicznych.... Cechy pramaterii zdają się przynależać nukleonom, cząsteczkom, z których są utworzone jądra atomowe. W jądrze występuje nukleon w dwu postaciach, neutronu i protonu, które mogą się przekształcać jeden w drugi. Mimo tej proteuszowej właściwości możemy uznać nukleon za podstawowy element substancjalny świata fizyki współczesnej«¹⁸.

Nawet gdyby fizyka traktowała świat materialny z punktu widzenia teorii pola, wydaje się, że pojęcie substancji materialnej i jej realny odpowiednik nie byłyby przez to zniweczone. Jak powiedziano wyżej formą urzeczywistnienia substancji będzie wtedy energia, reprezentowana przez pole. Pole zaś ma

swą strukturę. Na przykład na podstawie równań Maxwella da się określić elektromagnetyczną strukturę pola dla dowolnego punktu przestrzeni i dowolnej chwili¹⁹⁾.

Substancjalność energii lub pola byłaby »sui generis«. Wprawdzie energia odpowiada pewnym warunkom, które pozwalają uznać ją za substancję:

- 1) energia jest czymś realnym i materialnym,
- 2) posiada masę, ciężar i strukturę,
- 3) jest czymś względnie trwałym,
- 4) jest strukturą samoistną,²¹⁾ ale nie możemy doszukać się w niej elementu biernego i czynnego, podłoża i cech przynależnych.

Z tym stanowiskiem nie godzi się większość filozofów neotomistycznych, zabierających głos w tej sprawie, odrzucając twierdzenie o substancjalnym charakterze energii i przypisując jej rolę przypadłości (J. M. Schneider, J. Donat;²¹⁾ energię uważają za pewnego rodzaju jakość, której nie można utożsamiać z masą jako czynnikiem ilościowym. Ale znowu gdybyśmy energię traktowali jako przypadłość, dla wyjaśnienia rozprzestrzeniania się energii musielibyśmy powrócić znowu do hipotetycznego eteru. Przy takim założeniu nie podobna twierdzić, że energia rozchodzi się w przestrzeni bez jakiegoś podłoża czyli środowiska.

Wobec tego trzeba uznać, że energia jest postacią materii. Takiego zdania są niektórzy autorzy o orientacji tomistycznej jak Z. Bucher, G. Esser²²⁾. Zaznacza się przy tym, że przemiana materii w promieniowanie i promieniowania w materię jest dowodem, że te dwa czynniki są tego samego rodzaju. Jeżeli materia jest substancją to i promieniowanie być nią musi.

W teorii względności energia jest połączona znakiem równości z masą. Energia i masa byłyby dwiema formami urzeczywistnienia substancji. Dziś masę uważa się za formę energii. Masa jest olbrzymim – w stosunku do innych form – zagęszczeniem energii. Ta okoliczność tłumaczy nam fakt, dla czego temu, co pospolicie nazywamy materią, przypisywano charakter realny i substancjalny, a nie energii. Gdybyśmy

odrzućli substancjalny charakter energii, równoważność masy i energii byłyby dla nas zagadką.

Wreszcie nasuwa się uwaga, czy teoria pola nie prowadzi do monistycznego traktowania świata materialnego?

Jak wszystko co materialne w potocznym znaczeniu nie powoduje zatarcia granicy między różnymi ciałami, tak również energetyczny obraz rzeczywistości fizycznej nie jest podstawą do twierdzenia, że świat materialny jest monistyczny, ponieważ istnieją różne rodzaje energii. Jeżeli różne ciała materialne są różnymi strukturami energii, to te struktury materialne można traktować jako przedmioty fizyczne, które fizyka dokładnie precyzuje i wyraża w języku matematycznym.

PRZYPISY

¹⁾ Por. Julius Seiler, *Philosophie der unbelebten Natur*, Verlag Otto Walter AG Olten (Switzerland), 1948, 370.

²⁾ Por. Bernhard Bavink, *Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften*, 6. Aufl. Leipzig 1940, 216.

³⁾ Por. Suzanne Mansion, *La première doctrine de la substance: la substance selon Aristote*, art. zam. w *Revue Philosophique de Louvain*, Aout 1946.

⁴⁾ Dzieło przygotowane do druku pod zamierzonym tytułem: *Epistemologiczne podstawy fizyki współczesnej*, s. 194.

⁵⁾ Por. B. Bavink, *Hauptfragen der heutigen Naturphilosophie*, Berlin 1928, II, 8 i n.

⁶⁾ *Philosophiae naturalis principia mathematica*, Londo 1833, 1.

⁷⁾ Por. L. Infeld i L. Soszowski, *O rozwoju pojęcia materii w fizyce*, w *Myśli Filozof.*, 1952, 2 (4), 48.

⁸⁾ W podanym wzorze: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ m_0 — oznacza masę spoczynkową, m — masę w ruchu, v — prędkość masy, c — prędkość światła.

⁹⁾ Por. Arkadiusz Piekara, *Elektryczność i budowa materii*, Kraków 1948, 481 — 2,

¹⁰⁾ *Zagadnienia filozoficzne mechaniki kwantowej*, (Praca zbiorowa przetłumaczona z języka rosyjskiego przez S. Czarneckiego, P. Jaszczyna i Z. Kopcia), Warszawa 1953, 86: "...klasyczny podział na pole i na cząstki, który obowiązywał jeszcze w nierelatywistycznej mechanice kwantowej, okazuje się teraz nie do utrzymania".

¹¹⁾ Por. A. Einstein i L. Infeld, *The Evolution of Physics*, tłum. na jęz. niem. przez W. Preusera, Wien 1950, 174.

¹²⁾ Por. tamże, 285

¹³⁾ Szczepan Szczeniowski, Pojęcie pola i cząstki, w *Myśli Filoz.*, 1952, 4 (6), 194 — 197.

¹⁴⁾ A. Einstein a. L. Infeld, dz. cyt., 169.

¹⁵⁾ Por. B. Ravink, dz. cyt. (*Ergebnisse...*), 210 — 211.

¹⁶⁾ Cyt. praca zbiorowa fizyków radzieckich, 31: „...zgodnie z poglądem współczesnym, pole przybiera szereg cech charakterystycznych dla środowiska, dla substancji (np. polaryzacja „próżni”. „fluktuacje zerowe” i t. p.).

¹⁷⁾ Kulombowskie przyciąganie protonu i elektronu wyraża się wzorem $F = \frac{e^2}{r^2}$, gdzie e oznacza nabój elektryczny, r odległość między nimi. Siła zaś przyciągania newtonowskiego wyraża się wzorem:

$$p = \frac{m_p m}{r^2}, \text{ gdzie } m_p \text{ oznacza}$$

masę protonu, m — masę elektronu, r — odległość między masami, k jest współczynnikiem proporcjonalności. Okazuje się, jak to z obliczeń wynika, że:

$$\frac{e^2}{m_p m} : k = 2, 29 \cdot 10^{39} \text{ (przy tej samej odległości).}$$

¹⁸⁾ Dz. cyt., 200 — 201.

¹⁹⁾ A. Einstein i L. Infeld, dz. cyt., 178 — 180.

²⁰⁾ Por. L. Rougier, *La materialisation de l'énergie*, Paris 1919, 3 — 20.

²¹⁾ Por. J. M. Schneider, *Die Einsteinische Relativitätstheorie*, Divus Thomas (Fr) 9 (1922), 162.

Por. także J. Donat, *Cosmologia*¹⁰, Barcelona 1944, 114.

²²⁾ For. Zeno Bucher, *Die Innenwelt der Atome* (Luzern 1941), 192, Por. także Gerard Esser, *Cosmologia*, Techny 1939, 113.

Ks. STANISŁAW MAZIERSKI

ABKÜRZUNG

SUBSTANTIALISMUS, EIN VERSUCH DIE GRUNDLAGEN DER PHYSISCHEN WIRKLICHKEIT ZU ERKLÄREN

Die ungeheure Entwicklung der Physik in den letzten Jahrzehnten hat vor Philosophie der unbelebten Natur eine Reihe neuer Probleme gestellt. Zu wichtigeren gehört das

Substanzproblem. Es handelt sich nämlich darum, ob die Physik aus dem materiellen Weltbilde den Begriff der Substanz deshalb ausgeschlossen hat, weil er nicht in der materiellen Welt verwirklicht wird, oder weil gegenwärtige Physik sich für die Frage der Substanz nicht mehr interessiert.

Der Verfasser des Artikels setzte sich zum Ziele den Standpunkt des Substantialismus in der gegenwärtigen Physik zu verfechten, in dem er zu beweisen versucht, das die Substanz in den Grundlagen der materiellen Wirklichkeit in veränderter Form steckt, d. h. in der Form verschiedener Gattungen von Feldern.

Das Feld ist eine physische Realität von bestimmten Eigenschaften. Jedes Feld hat seine materielle Struktur, welche man in der Gestalt mathematischer Formeln fassen kann, also in der Form von Gesetzen. Gesetze sind nämlich der Ausdruck der Regelmässigkeit der Naturerscheinungen. Diese Regelmässigkeit bringt auf den Gedanken über etwas Reales mehr oder weniger Dauerhaftes, welches die Eigenschaft der Substanz ist. Da man das Feld in der gegenwärtigen Physik als Realität, als materielle Struktur behandelt, kann man sagen, dass gegenwärtig als Form, vermittels welcher die Substanz verwirklicht wird, die Energie des Feldes ist.

Das Substantielle der Energie wäre »sui generis«. Zwar entspricht die Energie einigen Bedingungen, weiche sie als Substanz anzuerkennen erlauben:

1. die Energie ist etwas Reales und Materielles,
2. sie besitzt Masse, die der Energie gleichwertig ist ($E = mc^2$),
3. sie ist etwas verhältnismässig Dauerhaftes,
4. sie ist eine selbständige Struktur, doch können wir passive und aktive Elemente in ihr nicht unterscheiden.