

Ks Ludwik Kostro

## PRZYCZYNNKI CZESŁAWA BIAŁOBRZESKIEGO DO HYLEMORFISTYCZNEJ INTERPRETACJI MECHANIKI KWANTOWEJ

**Treść:** Wprowadzenie. — I. Dane mechaniki kwantowej, na których Białobrzęski opiera swoją hylemorfistyczną interpretację świata atomowego. — II. Białobrzęski dokonuje hylemorfistycznej interpretacji mechaniki kwantowej przy pomocy pojęć: potencjalności i materii. W jakim znaczeniu używa on wówczas terminów potencjalność i materia? — III. Czy hylemorfistyczna interpretacja mechaniki kwantowej przeprowadzona przez Białobrzęskiego jest słuszna? — IV. Próba rozwinięcia hylemorfistycznej interpretacji mechaniki kwantowej. Resume.

Hylemorfizm, jak dobrze wiemy, to pogląd filozoficzny głoszący, że byty materialne złożone są z dwóch zasad konstytutywnych ontologicznych z materii i z formy. Filozofia arystotelesowsko-tomistyczna, która ten pogląd głosi, mówi o materii pierwszej i formie substancjalnej oraz o materii drugiej<sup>1</sup> i formie przypadłościowej. Pojęcia materii pierwszej i drugiej oraz pojęcia formy substancjalnej i przypadłościowej są pojęciami metafizycznymi, które wprowadzono w celu zrozumienia i wyjaśnienia zmian istniejących w świecie bytów materialnych. Zmiany te dzieli się na substancjalne i przypadłościowe.

Wobec postępu fizyki zrodzić się może pytanie, czy dane mechaniki kwantowej, mechaniki świata cząstek elementarnych, dadzą się zinterpretować hylemorfistycznie. Prof. Czesław Białobrzęski, jeden z najwybitniejszych fizyków polskich XX wieku, który wślawił się przez odkrycie na trzy lata przed Eddingtonem roli ciśnienia światła w równowadze termodynamicznej sfer gazowych<sup>2</sup>, widzi taką możliwość i stara się taką hylemorfistyczną interpretację mechaniki kwantowej przeprowadzić. Jego zdaniem, funkcji stanu, która jest potężnym instrumen-

<sup>1</sup> Ani Arystoteles, ani św. Tomasz nie mówią o materii drugiej. Pojęcie to, drogą analogii, wprowadzono dopiero w czasach nowożytnych (XVI—XVII w.). Jest ono tożsame z pojęciem substancji materialnej. Używać będziemy obu tych terminów.

<sup>2</sup> Wł. Kapuściński, *Kto pierwszy uwzględnił ciśnienie promieniowania w teorii budowy gwiazd* (Czesław Białobrzęski), w: *Wkład Polaków do nauki*, Warszawa 1967, 357—360.

tem matematycznym mechaniki kwantowej, odpowiada w rzeczywistości fizycznej pewna realność, stan kwantowy, który on nazywa potencjalnością. Tę potencjalność, zdaniem fizyka, należy utożsamiać z arystotelesowską formą substancjalną. W niniejszym artykule spróbujemy odpowiedzieć na pytanie, czy takie utożsamienie jest możliwe i czy ono jest słuszne.

#### I. DANE MECHANIKI KWANTOWEJ, NA KTÓRYCH BIAŁOBRZESKI OPIERA SWOJĄ HYLEMORFISTYCZNĄ INTERPRETACJĘ ŚWIATA ATOMOWEGO

Żeby móc odpowiedzieć na wyżej postawione pytanie, musimy najpierw wyjaśnić, czym jest funkcja stanu mechaniki kwantowej. Kiedy mówimy o funkcji stanu mechaniki kwantowej, to mamy do czynienia z pewnego rodzaju funkcją matematyczną oznaczoną literą grecką  $\psi$ , która w swym obrazie geometrycznym, przedstawiana jest jako fala względnie paczka fal w wielowymiarowej, nierealnej, abstrakcyjnej przestrzeni Hilberta. Zaznaczmy tu jeszcze, że składowe wektora, jaki stanowi wspomniana fala, są liczbami zespolonymi, w skład których wchodzi liczby urojone.

Co odpowiada w rzeczywistości funkcji falowej  $\psi$ ? Jak wiemy, według współczesnej fizyki, rzeczywistość materialna posiada dwa aspekty: aspekt korpuskularny i aspekt falowy. Falowa funkcja  $\psi$  wypracowana została w celu matematycznego uchwycenia falowego aspektu materii. Niektórzy fizycy jednakże na podstawie tego, że funkcja  $\psi$  w swoim obrazie geometrycznym jest falą w nierealnej, wielowymiarowej przestrzeni Hilberta i na podstawie tego, że składowe wektora, jaki stanowi ta fala, są liczbami zespolonymi, sądzą, że falowa funkcja  $\psi$  ma charakter subiektywny, że jest ona tylko narzędziem naszego umysłu, przy pomocy którego potrafi on obliczyć prawdopodobieństwo otrzymania takiego czy innego wyniku pomiaru dokonywanego nad cząstką czy nad systemem złożonym z cząstek. Mówią oni o tzw. falach prawdopodobieństwa, które istnieją tylko w umyśle, a nie w rzeczywistości. Białobrzeski sądzi jednakże, że funkcji  $\psi$  musi odpowiadać coś w rzeczywistości. Uznaje on realność nie tylko aspektu korpuskularnego, ale również aspektu falowego. Tę realność, ten charakter obiektywny, przypisuje on jednakże nie fali mechaniki kwantowej, bo ta jest falą w nierealnej, konfiguracyjnej przestrzeni Hilberta, ale stanowi kwantowemu. Zdaniem Białobrzeskiego, pojęcie fali zostało poszerzone i zastąpione przez pojęcie stanu kwantowego. Stan kwantowy jest rzeczywistością *sui generis*. Nie można mu przypisać wartości liczbowych na ten sam sposób jak się to czyni wielkościom fizyki klasycznej dlatego, że jest on przedstawiany matematycznie przez wektor w przestrzeni Hilberta i dla-

tego, że składowe tego wektora są liczbami zespolonymi. Stan kwantowy, jego zdaniem, nie może być przedmiotem obserwacji. Nie jest on wielkością dającą się mierzyć, ma charakter nieprzeustrzenny<sup>3</sup>.

Przypisanie istnienia rzeczywistego stanowi kwantowemu wydaje się nam być słuszne. Argumentacja Prof. Białobrzeskiego, przy pomocy której stara się on udowodnić to realne istnienie, wydaje się nam być uzasadniona. Falowa funkcja  $\psi$  dostarcza nam w mechanice kwantowej możliwości przewidywania obiektywnego, chociaż probabilistycznego. Tej funkcji zatem musi odpowiadać coś w rzeczywistości, coś co jest źródłem tej możliwości. Gdy rozwija się w czasie paczka fal, w czasie zmienia się też prawdopodobieństwo otrzymania takiego czy innego wyniku pomiaru, którego dokonano nad jakimś układem atomowym. Musi się zatem coś w tym układzie atomowym zmienić, skoro razem z czasem zmienia się prawdopodobieństwo otrzymania takiego czy innego wyniku pomiaru. Paczce fal, przy pomocy której obliczamy stopnie prawdopodobieństwa, musi zatem coś odpowiadać w rzeczywistości.

Jakiemu równaniu czyni zadość funkcja stanu? Czyni ona zadość równaniu Schrodingera. Istnieją dwa równania Schrodingera. Jedno zwane równaniem bez czasu, bo nie uwzględnia się w nim zależności od czasu. To równanie stosuje się do stanów własnych, stanów statecznych układów atomowych. Drugie równanie Schrodingera nazywane jest równaniem z czasem, bo wyraża ono prawo zmienności funkcji  $\psi$  w czasie. To drugie równanie jest ogólniejsze i zawiera pierwsze jako szczególny przypadek. Stosuje się ono do stanów mieszanych, stanów niestatecznych układów atomowych. Dla każdego układu atomowego, którym może być cząstka, np. proton, jądro atomowe bez powłoki elektronowej (np. jądro helu), atom (np. atom wodoru), dla każdego z tych układów można napisać równanie Schrodingera. Czyni się to przez wprowadzenie do ogólnych równań Schrodingera, które można stosować do dowolnego układu atomowego, właściwego danemu układowi operatora  $H$  zwanego hamiltonianem. Od tego operatora zależą indywidualne właściwości badanego układu atomowego<sup>4</sup>.

Obok idei stanu kwantowego, niedającego się obserwować, w mechanice kwantowej spotykamy się z pojęciem wielkości mierzalnych zwanych obserwablami<sup>5</sup>. Każda wielkość fizyczna, której można przypisać wartości liczbowe określone i realne, jest wielkością mierzalną. W mechanice kwantowej poznaje się przedmioty mierzalne danego systemu przy pomocy określonych działań matematycznych dokonywa-

<sup>3</sup> Cz. Białobrzeski, *Podstawy poznawcze fizyki świata atomowego*, Warszawa 1956, 103.

<sup>4</sup> Tamże, 98.

<sup>5</sup> Tamże, 106—107.

nych nad funkcją  $\Psi$ . Te działania matematyczne nazywane są o p e r a t o r a m i. Można zatem przyjąć, że operatory działające na funkcję stanu są obrazami matematycznymi wielkości mierzalnych, podobnie jak funkcja  $\psi$  jest obrazem matematycznym stanu kwantowego. Ogólnie przez operator rozumie się takie działanie matematyczne, które przeobraża daną funkcję na inną funkcję. W mechanice kwantowej chodzi o działanie matematyczne, które przeobraża funkcję stanu ogólnego danego układu atomowego lub danej cząstki elementarnej, na funkcję stanu określonej wielkości mierzalnej, np. energii, pędu. Podajemy tu jeden przykład: operator pędu polega na działaniu różniczkowania w stosunku do odpowiedniej współrzędnej przestrzennej  $q$  i na działaniu mnożenia przez czynnik urojony  $\frac{\hbar}{i}$ , gdzie  $\hbar$  jest stałą Plancka,  $i = \sqrt{-1}$ . Operator pędu przekształca zatem funkcję  $\Psi$  na funkcję  $\frac{\hbar}{2\pi i} \frac{\delta \Psi}{\delta q}$ . Jest to funkcja stanu pędu rozważnego układu atomowego.

Na funkcję  $\psi$  może działać więcej operatorów. Często nie można stosować w mnożeniu operatorów reguły przemienności mnożenia zwykłych wielkości algebraicznych, ponieważ w mechanice kwantowej nieraz  $AB \neq BA$ . To ma swą przyczynę w fakcie istnienia w świecie atomowym wielkości mierzalnych zwanych niezgodnymi. Jako przykład wielkości niezgodnych służyć może współrzędna przestrzeni  $q$  i pęd  $p_q$ . Te dwie wielkości są niezgodne, ponieważ, jak to wyraża zasada nieokreślności Heisenberga, pomiar jednej z tych wielkości pociąga za sobą nieokreślność drugiej. Operatory, które reprezentują wielkości niezgodne nazywane są o p e r a t o r a m i n i e p r z e m i e n n y m i. W wypadku gdzie  $AB = BA$  operatory  $A$  i  $B$  są przemiennymi i wielkości zgodne mogą być mierzone równocześnie.

Należy zrobić jeszcze inne rozróżnienie wśród wielkości mierzalnych. Wśród tych wielkości znajduje się grupa, która charakteryzuje się tym, że wielkości do niej należące nie mogą przybierać wszystkich wartości liczbowych, wyrażalnych przez zbiór ciągły liczb rzeczywistych, ale otrzymuje się zawsze jako rezultat pomiaru wartości liczbowe, które formują serię nieciągłą liczb nazywanych wartościami własnymi wielkości mierzonej. Ta seria nieciągła wartości własnych jest podobna do zbioru liczb całkowitych. Druga grupa wielkości mierzalnych charakteryzuje się tym, że wielkości do niej należące mogą posiadać wszystkie wartości liczbowe wyrażalne przez zbiór liczb rzeczywistych. Wspomnijmy jeszcze, że wśród wszystkich stanów możliwych ustroju atomowego odnośnie do określonej jego indywidualnej wielkości mierzalnej, znajduje się grupa stanów, którymi są stany własne tej wielkości. Jeżeli stan kwantowy systemu odnośnie do tej wielkości nie należy do wspomnianej grupy stanów własnych, to taki stan nazywany jest stanem mieszanym albo

stanem superpozycji, ponieważ można zawsze taki stan przedstawić przez superpozycję stanów własnych, co się wyraża przez równanie

$$\Psi = c_1 \Psi_1 + c_2 \Psi_2 \dots \dots c_n \Psi_n = \sum_n c_n \Psi_n \quad (1)$$

gdzie  $c_1, c_2 \dots \dots c_n$  są współczynnikami stałymi, które na ogół są liczbami zespolonymi, a funkcje  $\Psi_1, \Psi_2 \dots \dots \Psi_n$  są funkcjami własnymi, przedstawiającymi stany własne układu. Dodajmy tu jeszcze, że funkcja stanu mieszanego, w swoim obrazie geometrycznym, stanowi paczkę fal nałożonych na siebie, paczkę fal rozwijającą się w przestrzeni konfiguracyjnej Hilberta. Każda z fal paczki przedstawia jeden ze stanów własnych, których superpozycja tworzy stan mieszany.

Zaznaczmy, że równanie (1) reprezentuje stan mieszany systemu odnośnie do wielkości mierzalnej, której wartości liczbowe, jakie ona może przybrać, stanowią zbiór nieciągły. Gdy jednakże będziemy mieli do czynienia z wielkością mierzalną, której wartości liczbowe stanowią serię ciągłą, wtedy sumę  $\sum_n$  z równania (1) należy zastąpić przez całkę, co piszemy następująco:

$$\Psi = \int C_A \Psi_A d\tau \quad (2)$$

gdzie  $\Psi_A$  reprezentuje funkcje własne wielkości mierzalnej, a  $C_A$  stanowią odpowiednie współczynniki. Przypomnijmy, że funkcje własne  $\Psi_A$  i współczynniki  $C_A$ , stanowią zbiór ciągły. Ponieważ wielkości mierzalne pierwszej grupy i drugiej grupy współlistnieją na ogół w tym samym systemie atomowym, funkcje stanu tego systemu należy napisać w sposób następujący <sup>6</sup>:

$$\Psi = \sum_n c_n \Psi_n + \int C_A \Psi_A d\tau \quad (3)$$

Załóżmy teraz, że badany przez nas ustrój atomowy, który w chwili  $t_1$  znajduje się w stanie mieszanym przedstawionym matematycznie przez równanie (1), został w tejże chwili  $t_1$  poddany działaniu zaburzającemu otoczenia, np. przez akt pomiaru. Jako rezultat pomiaru otrzymamy w chwili  $t_2$  jedną z wartości własnych wielkości mierzonej. Ale jaką z tych wartości otrzymamy, nie można przewidzieć, jak tylko z pewnym prawdopodobieństwem. Prawdopodobieństwo otrzymania, np. jako rezultatu  $n$ -tą wartość, związaną z funkcją własną  $\Psi_n$ , równe jest kwadratowi bezwzględnej wartości współczynnika  $c_n$  z równania (1), co piszemy  $|c_n|^2$ .

W wypadku gdy wartości własne wielkości mierzalnej stanowią zbiór ciągły, można obliczyć prawdopodobieństwo rezultatu pomiaru tylko w pewnych przedziałach. Na przykład: w wypadku gdy chodzi o stan mieszany wielkości mierzalnej  $A$ , przedstawionej w równaniu (2), praw-

<sup>6</sup> Tamże, 146.

dopodobieństwo otrzymania jako rezultatu pomiaru stanu własnego, przedstawionego przez funkcję  $\Psi_A$ , jest obliczane w przedziale  $A$  i  $dA$  i równa się  $|C_A|^2 dA$ .

## II. BIAŁOBRZESKI DOKONUJE HYLEMORFISTYCZNEJ INTERPRETACJI MECHANIKI KWANTOWEJ PRZY POMOCY POJĘĆ: POTENCJALNOŚCI I MATERII

Jak już wiemy, Prof. Białobrzęski, tę rzeczywistość, która odpowiada funkcji stanu, nazywa potencjalnością. Ponieważ w filozofii arystotelesowsko-tomistycznej słowo potencjalność używane jest na ogół w znaczeniu pasywnym, żeby nie było nieporozumień, podkreślamy mocno, że Białobrzęski używa słowa „potencjalność” w znaczeniu aktywnym. Dla Białobrzęskiego potencjalność jest zasadą czynną, jest czystą aktywnością. Nie można tu prof. Białobrzęskiemu zarzucać nieścisłości w używaniu terminologii, bo słowo *potentia* w swoim pierwszym i podstawowym znaczeniu oznacza czynną zasadę działania, oznacza możliwość czynną, zdolność do działania. Wszystkie inne znaczenia słowa *potentia* są definiowane przez odniesienie, przez analogię do tego pierwszego znaczenia. Ten fakt, odnośnie do terminu *dynamis*, greckiego odpowiednika słowa łacińskiego *potentia*, został dobrze dostrzeżony przez Arystotelesa. Żeby o tym się przekonać, można przejrzeć następujące teksty Arystotelesa: *Metaf.* Θ 1, 1046a, 4—28 i *Metaf.* Δ 12, 1019a, 15—33. To samo stwierdzają tomiści. U prof. Arnou, w jego *Metaphysica generalis* czytamy:

„*Nomen vero potentiae, quod primo impositum fuit ad significandum principium actionis, translatum est ad hoc ut illud etiam quod recipit actionem agentis potentiam habere dicatur*”<sup>7</sup>.

Jak już wiemy, Białobrzęski utożsamia potencjalność z formą substancjalną. Zanim odpowiemy na pytanie, czy takie utożsamienie jest możliwe i słuszne, musimy jeszcze przedstawić, co Białobrzęski rozumie pod słowem „materia”? U niego materia jest często synonimem terminu „rzeczywistość fizyczna”. Gdy mówi on np., że materia posiada dwa aspekty: korpuskularny i falowy, pragnie on przez to powiedzieć, że rzeczywistość fizyczna charakteryzuje się tymi dwoma aspektami. Inne znaczenia przypisywane są słowu materia przez Białobrzęskiego, gdy dodaje on do niego przedrostek „pra”. Termin „pramateria” u Białobrzęskiego ma dwa znaczenia. W pierwszym znaczy on nukleony, tzn. neutrony i protony, które mogą zmieniać się jedne w drugie. Nasz uczyony nazywa je „pramaterią”, ponieważ według nowych teorii kos-

<sup>7</sup> R. Arnou, *Metaphysica generalis*, ed. 3, Romae 1955, 20.

mogenicznych inne cząstki, takie jak mezony, elektrony, neutrina, fotony itp., rodzą się z nukleonów lub sukcesywnie z cząstek, które z nukleonów wzięły swój początek. Nasz fizyk używa też terminu „pramateria”, gdy twierdzi, że materia jest substancją ciał materialnych. Ten drugi sens słowa pramateria, wydaje się jest poszerzeniem pierwszego. Do takiego twierdzenia skłania nas nie tylko fakt, że Białobrzescki używa słowa „pramateria” w tych dwóch znaczeniach, nie siląc się by je rozróżnić, prawie na tej samej stronie, jak również i ten fakt, iż jest on zdania, że:

„Aspekt korpuskularny daje wyraz pojęciu materii jako substancji świata zewnętrznego”<sup>8</sup>.

Dla naszego uczonego zatem „pramateria”, którą na pierwszym miejscu stanowią nukleony, znajduje swój konkretny wyraz także w cząstkach, które biorą swój początek z nukleonów. Można zatem twierdzić, że dla naszego uczonego „pramateria” (lub na ogół „materia”), substancja ciał materialnych, przypomina w pewnym sensie materię pierwotną czy elementy pierwotne starożytnych filozofów greckich (np. cztery elementy pierwotne Arystotelesa), z których cała rzeczywistość fizyczna jest ukształtowana. Można zaryzykować twierdzenie, że nasz fizyk, gdy używa terminu „pramateria”-substancja ciał, chce przez to określenie wyrazić *explicite* element pierwotny wszystkich ciał (który dla niego jest jedyny, a nie poczwórny, jak u Arystotelesa), a *implicite* różne formy pierwotne tego elementu (cząstki elementarne), które w wypadku nukleonów wyraża *explicite*. Ponieważ mowa tu była o materii, jako o substancji ciał, zaznaczmy, że u Białobrzesckiego można przez uważną analizę tekstów wyróżnić dwa pojęcia substancji: pojęcie substancji jedynej „pramaterii” (lub „materii”)-substancji wszystkich ciał i pojęcie substancji jednostkowej, którą jest jego zdaniem każda cząstka materialna, a w sensie względnym, także każdy ustrój złożony z cząstek. Białobrzescki w swych pismach jednakże nie rozróżnia wyraźnie dwóch pojęć substancji. Pochodzi to stąd, naszym zdaniem, że według niego substancja jedyna materia (pramateria) znajduje swój konkretny wyraz w substancjach jednostkowych. Można zatem zaryzykować twierdzenie, że według naszego fizyka „materia-substancja ciał”, jest tylko wtedy substancją rzeczywistą i jednostkową, gdy jest konkretną cząstką elementarną.

Wydaje się nam, że pojęcie materii-substancji ciał Białobrzesckiego jest pojęciem rodzajowym, w którym różne gatunki substancji jednostkowych zawarte są *implicite*. Przypomnijmy tu też, że Białobrzescki utożsamia materię-substancję ciał z energią. Pojęcie energii jest rów-

<sup>8</sup> Cz. Białobrzescki, *Problem uwarstwienia rzeczywistości, Wybór pism*, Warszawa 1964, 131.

nież pojęciem rodzajowym, które zawiera w sobie *implicite* wszystkie gatunki energii.

U Białobrzeskiego spotykamy się jeszcze z innym znaczeniem terminu materia. Dla niego słowo materia nieraz znaczy podłoże (*substratum*) stanu kwantowego i wielkości mierzalnych. Białobrzeski widzi analogię pomiędzy tym pojęciem materii a pojęciem materii pierwszej Arystotelesa. Zdaniem jego, fizyka współczesna pozostawia to podłoże stanu kwantowego (potencjalności) i wielkości mierzalnych tak samo nieokreślone, jak Arystoteles swą materię pierwszą. U Białobrzeskiego zatem słowo materia znaczy też nieraz podłoże bytów atomowych, podłoże, które rozważane w oderwaniu od stanu kwantowego (od potencjalności) i od wielkości mierzalnych tychże bytów, jest czymś całkowicie nieokreślonym.

### III. CZY HYLEMORFISTYCZNA INTERPRETACJA MECHANIKI KWANTOWEJ PRZEPROWADZONA PRZEZ BIAŁOBRZESKIEGO JEST SŁUSZNA?

Spróbujmy teraz odpowiedzieć na pytanie postawione na początku naszego artykułu, czy potencjalność Białobrzeskiego, można utożsamić z formą substancjalną? Wydaje się, że na to pytanie należy odpowiedzieć: i tak, i nie. Jeśli przez potencjalność rozumiemy stan kwantowy, stan fizyczny jakiegoś układu atomowego, to odpowiedź musi być negatywna. Jeśli jednakże, jak wskazuje wiele tekstów i kontekstów pism Białobrzeskiego, przez potencjalność rozumieć należy wewnętrzną zasadę bytu materialnego, różną od stanu kwantowego, ale przez którą stan kwantowy jest określony, to wtedy możliwa jest odpowiedź pozytywna. Najpierw podamy główne racje, które skłaniają nas do odpowiedzi negatywnej. Stan kwantowy wyraża stan fizyczny systemu atomowego i jako taki jest rzeczywistością fizyczną, co zresztą Białobrzeski nieraz zaznacza. Tymczasem forma substancjalna jest zasadą konstytutywną metafizyczną, wprowadzoną dla zrozumienia zmienności bytów materialnych. Nie można zatem utożsamiać stanu kwantowego z formą substancjalną. Powtórzmy to jeszcze raz. Stan kwantowy, wyrażający stan fizyczny zbioru wielkości mierzalnych, operatywnie definiowanych, systemu atomowego jest rzeczywistością fizyczną i jako taki nie może zostać utożsamiony z formą substancjalną, która jest zasadą konstytutywną metafizyczną bytów materialnych.

Pomimo tego zwróćmy uwagę, że można mówić o pewnej proporcjonalności lub odpowiedności między stanem kwantowym ogólnym (stanem fizycznym zbioru wszystkich wielkości mierzalnych) systemu atomowego a formą substancjalną tego systemu oraz o pewnej proporcjonalności czy odpowiedności między stanem kwantowym poszczególnej wielkości

mierzalnej a formą przypadłościową. Dwom rodzajom zmian, substancjalnej i przypadłościowej, odpowiadają dwa rodzaje zmian stanu kwantowego: istotna i przypadłościowa. Zmiany istotne stanu kwantowego ogólnego systemów atomowych mają miejsce, np. przy przemianie jednych cząstek w drugie. Gdy np. para elektron-pozytron, zamieniają się w foton względnie w dwa fotony<sup>9</sup>, mamy do czynienia ze zmianą istotną stanu kwantowego ogólnego. Stan kwantowy fotonu nie wyraża już więcej stanu fizycznego elektronu czy pozytronu, ale stan kwantowy fotonu. Tej zmianie istotnej stanu kwantowego odpowiada zmiana formy substancjalnej. Materia pierwsza, która posiadała formę substancjalną elektronu i pozytronu, posiada teraz formę substancjalną fotonu (fotonów). Można zatem nawet powiedzieć, że zrodzenie się nowego stanu kwantowego ogólnego wskazuje na zrodzenie się nowej formy substancjalnej. Zmiany istotne stanu kwantowego ogólnego świadczą o zmianie substancjalnej.

Analogicznie, zmianom przypadłościowym stanu kwantowego odpowiadają zmiany form przypadłościowych. Gdy np. system atomowy podlega zmianie stanu kwantowego energetycznego, to tej zmianie towarzyszy zmiana przypadłościowa tego systemu. Można nawet powiedzieć, że zmiana przypadłościowa stanu kwantowego jakiegoś systemu atomowego wskazuje na zmianę formy przypadłościowej tegoż systemu. Konkludując należy powiedzieć, że istnieje jakaś proporcjonalność, jakaś odpowiedniość pomiędzy stanem kwantowym a formą arystotelesowską. Nie można jednakże tych rzeczywistości utożsamiać.

Zwróćmy teraz uwagę na teksty i konteksty znajdujące się w pismach prof. Białobrzeskiego, które umożliwiają nam odpowiedź pozytywną na pytanie postawione na początku naszego artykułu. Nasz fizyk, który dosyć często utożsamia stan kwantowy z potencjalnością, w niektórych wypadkach, w niektórych tekstach i kontekstach rozróżnia potencjalność od stanu kwantowego. Oto kilka cytatów, które potwierdzają to nasze ostatnie twierdzenie:

„Czynnikiem realnym determinującym stan i uporządkowanie ustroju jest potencjalność”<sup>10</sup>.

W innym miejscu pisze Białobrzeski

„O stanie jako wyrazie potencjalności”<sup>11</sup>.

Na podstawie tych cytatów widzimy, że Białobrzeski twierdząc, iż potencjalność określa stan kwantowy, i że ten stan kwantowy jest wyrazem

<sup>9</sup> Jeśli tzw. anihilacja pary elektron-pozytron ma miejsce w polu atomu, to powstaje jeden foton; jeśli natomiast odbywa się to w przestrzeni swobodnej, to powstają dwa fotony. Por. *Mezony, grawitacja, antymateria*, Warszawa 1962.

<sup>10</sup> Cz. Białobrzeski, *Podstawy poznawcze fizyki*, 305 oraz *Wybór pism*, 122.

<sup>11</sup> Cz. Białobrzeski, *Podstawy poznawcze fizyki*, 330.

potencjalności, rozróżnia potencjalność od stanu kwantowego. Dodajmy tutaj cytat, który mówi o roli formującej potencjalności w stosunku do materii, o roli którą w filozofii arystotelesowskiej przypisuje się formie substancjalnej:

„Uważamy potencjalność za czynnik pierwotny, aktywny i kształtujący materię zbudowaną atomistycznie”<sup>12</sup>.

Zaznaczmy tu jeszcze, że w wielu miejscach swych pism, jak o tym świadczy kontekst, nasz fizyk przez potencjalność rozumie nie tyle stan fizyczny ustrojów atomowych, ale coś bardziej głębokiego i istotnego w tych ustrojach. Przypomnijmy tu dla przykładu jego twierdzenie, że potencjalność stanowi „istotę wewnętrzną” ustrojów atomowych oraz jego twierdzenie,

„Iż poza zjawiskami przyrody ukrywa się — jako podstawa — byt pokrewny naszej duszy”<sup>13</sup>.

Poza tym zwróćmy uwagę, że Białobrzeski kładzie mocny nacisk na rozróżnienie pomiędzy potencjalnością, rozumianą jako rzeczywistość nieprzestrzenną, a wielkościami mierzalnymi ulokowanymi w czasie i przestrzeni. Jak widzimy, dla naszego uczonego, potencjalność nie jest zwykłym stanem fizycznym, ale rzeczywistością mającą głębszy sens. Biorąc to pod uwagę, jak również pogląd Białobrzeskiego o materii podłożu zupełnie nieokreślonym potencjalności, spróbujmy sformułować hylemorfistyczną interpretację mechaniki kwantowej. Wydaje nam się bowiem, że opinie Białobrzeskiego, odpowiednio rozjaśnione, skorygowane i uzupełnione, dają mocne podstawy do hylemorfistycznej interpretacji mechaniki kwantowej. Wydaje się nam, że odróżniwszy jasno i wyraźnie stan kwantowy od potencjalności, można tę ostatnią utożsamzić z formą substancjalną. Jakie racje skłaniają nas do tego utożsamienia? Przy pomocy funkcji stanu, obrazu matematycznego potencjalności, można opisać wszystkie przymioty własne ustroju atomowego. Skoro tak jest, świadczy to, że przymioty te w jakiś sposób zależą od potencjalności. Ten fakt przemawia na korzyść utożsamienia potencjalności z formą substancjalną, bo według filozofii arystotelesowsko-tomistycznej (cytuję tu św. Tomasza):

„Przypadłości własne są skutkami form substancjalnych”<sup>14</sup>.

Potencjalność, która determinuje stan układu atomowego, usuwa się nam spod obserwacji. Przy pomocy funkcji stanu, która jest obrazem matematycznym potencjalności i która zawiera w sobie symbole matematyczne całego zespołu wielkości mierzalnych w postaci operatorów tych wielkości, poznajemy wszystkie przymioty własne systemu atomo-

<sup>12</sup> Tamże, 329.

<sup>13</sup> Cz. Białobrzeski, *Wybór Pism*, 46.

<sup>14</sup> *Summa theol.* I, 29, 1 ad 3.

wego. Przemawia to również za utożsamieniem potencjalności z formą substancjalną, bo (cytuję tu znów św. Tomasza):

„Formy substancjalne, które same przez się nam są nieznanne, poznawane są przez przypadłości”<sup>15</sup>.

#### IV. NASZA PRÓBA ROZWINIĘCIA HYLEMORFISTYCZNEJ INTERPRETACJI MECHINIKI KWANTOWEJ

Utożsamiając potencjalność prof. Białobrzeskiego z formą substancjalną, rozróżniając jasno między stanem kwantowym a potencjalnością i biorąc pod uwagę to, co powiedzieliśmy o proporcjonalności, jaka zachodzi między stanem kwantowym a formą arystotelesowską, można sformułować następujące twierdzenia i następnie podać hylemorfistyczną interpretację mechaniki kwantowej.

Stan kwantowy ogólny systemu atomowego jest wyrazem fizycznym formy substancjalnej (potencjalności w terminologii Białobrzeskiego). Stan kwantowy jakiejś wielkości operatywnie zdefiniowanej, np. stan energetyczny, jest wyrazem fizycznym formy przypadłościowej energetycznej systemu atomowego. Matematycznie stan kwantowy ogólny jest przedstawiony przy pomocy funkcji stanu  $\psi$ . Stan szczegółowy jest reprezentowany przez funkcję stanu  $\psi$  gdy ta jest zmieniona przez operator przedstawiający jakąś wielkość mierzalną. Obecność funkcji stanu  $\psi$  w równaniu jakiejś wielkości mierzalnej przedstawia nam matematycznie rolę czynną determinującą formy substancjalnej (potencjalności w terminologii Białobrzeskiego) w stosunku do stanów kwantowych szczegółowych, które są wyrazem form przypadłościowych własnych.

Spróbujmy teraz hylemorfistycznie zinterpretować dane fizyki kwantowej. Według fizyki współczesnej atomowej rzeczywistość fizyczna zbudowana jest z cząstek elementarnych, które mogą być wolne lub hierarchicznie uporządkowane w całości, takie jak jądro atomowe, atomy, cząsteczki, kryształy itp. Cząstki elementarne mogą się zmieniać jedne w drugie. Fakt ten, że cząstki mogą się zmieniać, świadczy, że są one złożone z podłoża, tworzywa, które pozostaje pod zmianami, i z formy, która się zmienia. Bez przyjęcia istnienia tych dwóch zasad konstytutywnych, wyjaśnienie zmiany cząstki w cząstkę jest niemożliwe. To podłoże, które pozostaje pod zmianami, nazywamy *materia pierwszą*. Forma, która się zmienia, jest formą substancjalną (potencjalnością Białobrzeskiego). W przypadku szczegółowym zmiany pary elektron-pozytron w foton (lub dwa fotony) rzeczy mają się następująco: elektron i pozytron złożone z materii pierwszej i formy substancjalnej lub — mówiąc

<sup>15</sup> Tamże, I, 77, 1 ad 7.

językiem Białobrzeskiego — z materii nieokreślonej i z potencjalności w momencie spotkania się działają wzajemnie na siebie. Skutkiem tego działania jest to, że z ich materii pierwszej wyłoniona zostaje nowa forma substancjalna, której wyrazem fizycznym jest stan kwantowy ogólny fotonu. Nowa forma substancjalna, nowa potencjalność była zawarta wirtualnie w materii pierwszej elektronu i pozytronu, w podłożu potencjalności tych dwóch cząstek. Wzajemne oddziaływanie elektronu i pozytronu przeprowadziło formę fotonu z potencji do aktu. Proces opisany jest opisem zmiany substancjalnej. W opisie matematycznym zmiany pary elektron-pozytron w foton trzeba napisać nową funkcję stanu dla fotonu, która w żaden sposób nie jest sumą funkcji stanu elektronu i pozytronu. Zmiana substancjalna ma również miejsce w wypadku uformowania się ustrojów złożonych z cząstek elementarnych (atom, cząsteczki itp.). Potencjalność-forma substancjalna ustroju złożonego zostaje wyprowadzona z potencji materii cząstek elementarnych, które w momencie powstania ustroju złożonego tracą swą indywidualność. Formy substancjalne cząstek elementarnych nie zostają jednakże unicestwione, pozostają one w ustroju złożonym wirtualnie i w momencie dezintegracji ustroju złożonego powracają do aktu.

Matematycznie potencjalność-forma substancjalna, której wyrazem fizycznym jest stan kwantowy ogólny systemu, jest przedstawiona przez superpozycję, nałożenie stanów, które wyrażają potencjalność cząstek składowych; przymioty ustroju złożonego nie są w ten sposób sumą przymiotów cząstek składowych, ale są bogatsze.

W zmianach substancjalnych, które mają miejsce, gdy cząstki zmieniają się w inne cząstki lub gdy powstają ustroje złożone z cząstek, materia pierwsza jest czynnikiem konstytutywnym, który zostaje określony. Przeciwnie, potencjalność-forma substancjalna jest czynnikiem determinującym.

Cząstki i ustroje atomowe, złożone z materii i formy, są substancjami, które mogą podlegać dalszej determinacji. Wszystkie dalsze determinacje są przypadłościowe. Cząstki i ustroje złożone mogą być w tym lub innym stanie indywidualnym w stosunku do tej lub innej wielkości mierzalnej. Potencjalność-forma substancjalna (której wyrazem fizycznym jest stan kwantowy ogólny) określa materię pierwszą istotnie. Formy przypadłościowe (które znajdują swój wyraz fizyczny w stanach kwantowych indywidualnych) determinują przypadłościowo byt materialny złożony już z materii pierwszej i potencjalności-formy substancjalnej. Formy przypadłościowe (których wyrazami fizycznymi są stany kwantowe indywidualne) determinują zatem substancje (cząstki i systemy z nich złożone). Te determinacje, które te substancje mogą przyjąć, są ściśle określone. Zna się wszystkie stany własne wielkości mierzalnej, które system

atomowy może przyjąć. Ponieważ chodzi o determinacje przypadłości własnych systemu, których wyrazem fizycznym są stany własne, te przypadłości własne zależą od potencjalności-formy substancjalnej.

Byt atomowy (cząstka lub ustrój złożony z cząstek) jest dysponowany przez swą potencjalność-formę substancjalną do przyjęcia form przypadłościowych własnych, których wyrazami fizycznymi są stany własne ściśle określone. Ponieważ chodzi o determinacje wielkości mierzalnych, które wyrażają przypadłości własne, jest rzeczą jasną, że w tych determinacjach przypadłościowych w stosunku do wielkości mierzalnych potencjalność-forma substancjalna gra rolę aktywną. Przypadłości bowiem własne są skutkami form substancjalnych. Przypomnijmy tu jeszcze inne twierdzenie św. Tomasza z Akwinu:

„...Podmiot o tyle, o ile jest w potencji, jest przyjmującym formę przypadłościową; o tyle, o ile jest w akcie, tę przypadłość produkuje. A mówię o przypadłości własnej...”<sup>16</sup>

Byty atomowe są bytami dynamicznymi, a nie statycznymi. Charakteryzują się one aktywnością wewnętrzną i zewnętrzną. Potencjalność-forma substancjalna jest zasadą aktywną tej aktywności. Gdy działanie zaburzające środowiska nie działa na byt atomowy, mamy do czynienia z aktywnością wewnętrzną. Stan kwantowy (wyraz fizyczny potencjalności-formy substancjalnej) rozwija się zgodnie z równaniem Schrödingera. W czasie tego rozwoju i z powodu tego rozwoju dyspozycje bytu atomowego do przyjęcia tej czy innej formy przypadłościowej własnej, której wyrazem fizycznym jest ten czy inny stan kwantowy własny jakiejś wielkości mierzalnej, zmieniają się. W pewnym momencie byt atomowy jest lepiej dysponowany do przyjęcia takiego stanu własnego, w innym momencie jest on dysponowany lepiej do przyjęcia innego stanu własnego. Przy pomocy funkcji stanu można obliczyć stopień prawdopodobieństwa, że byt atomowy w momencie działania zaburzającego zewnętrznego przyjmuje ten czy inny stan własny. Potencjalność-forma substancjalna jest zasadą determinującą, jest źródłem wspomnianych dyspozycji. Matematycznie wyraża się to w fakcie, że wspomniane prawdopodobieństwo zależy od rozwoju w czasie paczki falowej, która jest obrazem matematycznym stanu kwantowego (wyrazu fizycznego potencjalności). Byt atomowy złożony z materii pierwszej i potencjalności-formy substancjalnej jest obdarzony także potencjami aktywnymi. Pomędzy tymi potencjami aktywnymi znajdują się potencje do autodeterminacji. Taka autodeterminacja jest możliwa, ponieważ byt atomowy złożony jest z aktu i potencji, z zasady aktywnej i pasywnej. Potencje aktywne bytu atomowego mają swe źródło w zasadzie aktywnej, w potencjalności-formie substancjalnej. Matematycznie objawia się to w

<sup>16</sup> Tamże, I, 77, 6.

fakcie, że funkcja stanu (obraz matematyczny stanu kwantowego, który wyraża fizycznie potencjalność) określa wielkości mierzalne przedstawione matematycznie przez operatory.

Byt atomowy zawiera w sobie wiele możliwości autodeterminacji. Te możliwości jednakże, które są uzdolnieniami aktywnymi, są ściśle określone. Znamy wszystkie stany własne (wyrazy fizyczne form przypadłościowych), w jaki byt atomowy może siebie umieścić, gdy zostanie on pobudzony do autodeterminacji przez wpływ zewnętrzny. W momencie działania zaburzającego (którym może być akt pomiaru) byt atomowy dokonuje aktu wyboru pomiędzy stanami własnymi możliwymi (tj. pomiędzy formami przypadłościowymi własnymi możliwymi, których wyrazami fizycznymi są te stany). Nie można przewidzieć, który ze stanów własnych byt atomowy wybierze. Można tylko obliczyć prawdopodobieństwo tego wyboru. Potencjalność-forma substancjalna, będąc aktywną zasadą wewnętrzną, jest źródłem tego wyboru. Byt atomowy dąży do wyboru takiego stanu własnego, do którego przyjęcia w momencie działania zaburzającego środowiska, jest najlepiej dysponowany. Ta dyspozycja zależy, jak już zaznaczyliśmy, od rozwoju stanu kwantowego mieszanego (przedstawionego przez superpozycję stanów własnych) przed wpływem zaburzającym zewnętrznym. W momencie tego wpływu byt atomowy zmienia nagle sposób swej aktywności wewnętrznej (nie rozwija się już więcej według równania Schrodingera), ale reaguje raptownie, dokonując aktu autodeterminacji. Matematycznie zobrazowane jest to w redukcji paczki falowej.

Akt autodeterminacji jest skutkiem aktywności, która ma swe źródło w formie substancjalnej. Ta aktywność ma też swój skutek zewnętrzny, to jest wymianę energii i innych wielkości fizycznych z otoczeniem. Po raptownym zadziałaniu, wyżej omówionym, byt atomowy rozwija się znowu zgodnie z równaniem Schrodingera. Gdy byt atomowy, pod wpływem działania zaburzającego otoczenia, przyjmuje jakąś formę przypadłościową własną, której wyrazem fizycznym jest stan własny odnośnie do jednej ze swych wielkości mierzalnych, to taki byt przyjmuje w tym samym czasie formę przypadłościową nie całkowicie zdefiniowaną, której odpowiada stan mieszany odnośnie do tej wielkości mierzalnej, która jest niezgodna (*incompatibile*) z tą pierwszą.

Byt atomowy pozostaje zawsze w stosunku do pewnych wielkości mierzalnych w stanie, który nie jest jednoznacznie określony. Ponieważ jednak stan mieszany jest przedstawiony matematycznie przez superpozycję stanów własnych, których liczba i wartości numeryczne są ściśle określone, można powiedzieć, że byt atomowy w stosunku do niektórych ze swych wielkości jest przynajmniej określony niejednoznacznie. Ta determinacja niejednoznaczna pochodzi ostatecznie także od formy sub-

stancjalnej zasady determinującej. Potencjalność-forma substancjalna, wykonując swą rolę determinującą w stosunku do materii pierwszej, już istotnie określonej przez nią, dysponuje byt atomowy, materię drugą, np. atom, do przyjęcia pewnej liczby form przypadłościowych własnych, których wyrazami fizycznymi są stany własne mające wartości liczbowe, które są jednoznacznie określone. Zaznaczmy, że wspomniana determinacja wieloznaczna stanu kwantowego daje nam możliwość obliczenia wartości średnich tych wielkości w stosunku do których byt atomowy znajduje się w stanie mieszanym (który jest wyrazem fizycznym formy przypadłościowej określonej wieloznacznie). Mechanika kwantowa potrafi obliczać te wartości średnie. W takim obliczeniu wzięte są pod uwagę wszystkie stany własne, których nałożenie (superpozycja) stanowi stan mieszany. Ponieważ jednak byt atomowy w rzeczywistości nie znajduje się w żadnym ze stanów własnych, trzeba powiedzieć, że znajduje się on w tych stanach wirtualnie. Charakteryzuje się on brakiem jednoznacznej determinacji. Stany własne (które są wyrazem formy przypadłościowej określonej wieloznacznie) nie są *in actu*, ale *in potentia*. Skąd pochodzi ta nieokreśloność? Odpowiedzi należy szukać z złożeniu hylemorfistycznym rzeczywistości fizycznej.

Rzeczywistość fizyczna złożona z formy substancjalnej, to jest z czynnika determinującego, i z materii pierwszej, to jest czynnika potencjalnego nieokreślonego, nie jest nigdy całkowicie i doskonale *in actu*, ale stale i koniecznie częściowo *in actu* i częściowo *in potentia*. To objawia się też w problemie tu rozważanym. Materia pierwsza bytu atomowego, gdy jest już istotnie określona przez formę substancjalną, stanowiąc wtedy substancję materialną, materię drugą, jest jeszcze w stanie potencjalnym i nieokreślonym w stosunku do różnych form przypadłościowych, których wyrazem fizycznym są stany kwantowe własne indywidualne. Materia pierwsza bytów atomowych jest zatem źródłem podstawowym ich nieokreśloności. Zaznaczmy jednak, że nieokreśloność, o której tu mowa nie jest czystą nieokreślonością. Substancja materialna, która stanowi element potencjalny w stosunku do form przypadłościowych, jest złożona nie tylko z materii, pierwszej zasady nieokreśloności, ale także z formy substancjalnej, zasady aktualności i określności.

Byt atomowy konkretny (substancja materialna konkretna) zatem o tyle, o ile jest w możności, jest zdolny do dalszych determinacji przypadłościowych, o tyle, o ile jest w akcji, jest zdolny, między innymi, także do autodeterminacji przypadłościowych. Zawiera w sobie zatem nie tylko zdolności do tego, by zostać określonym, ale także zdolności do określenia. Forma substancjalna (potencjalność Białobrzeskiego) jest oczywiście źródłem, zasadą aktywną tych ostatnich zdolności. Ona jest także w pewien sposób źródłem uzdolnienia do tego, by zostać określo-

nym, bo jest źródłem dyspozycji bytu atomowego do przyjęcia form przypadłościowych własnych, których wyrazem fizycznym są stany kwantowe własne indywidualne ściśle określone. Ta dyspozycja zależy od „struktury” wewnętrznej formy substancjalnej-potencjalności. Potencjalność-forma substancjalna jest zatem fundamentem realnym, który daje nam możliwość określenia, jakie z form przypadłościowych (które ze stanów kwantowych) byt atomowy jest zdolny przyjąć. Ona także jest fundamentem realnym, który daje nam możność obliczenia prawdopodobieństw zaktualizowania tych form przypadłościowych. Jak widzimy, utożsamienie potencjalności, której wyrazem fizycznym jest stan kwantowy ogólny bytów atomowych z formą substancjalną służy dobrze do zinterpretowania mechaniki kwantowej. Ten fakt świadczy, wydaje nam się, że takie utożsamienie jest słuszne i że interpretacja hylemorfistyczna danych mechaniki kwantowej jest możliwa. Prof. Białobrzeski zatem ma wielką zasługę w tej sprawie.

Zaznaczmy jednak na końcu, że interpretację podaną wyżej uważamy za hipotezę. Racją, która nas skłania do takiego traktowania tej interpretacji jest fakt, że mechanika kwantowa nie jest teorią fizyczną już na zawsze ustaloną. Ona może ulec jeszcze wielkim przemianom. Wystarczy tu wspomnieć, że tacy sławni fizycy jak Louis de Broglie, Bohm, Vigier usiłują podać interpretację deterministyczną danych świata atomowego. Taka interpretacja stoi w opozycji do interpretacji prof. Białobrzeskiego, która jest zasadniczo indeterministyczna. Zaznaczmy jeszcze, że sam Białobrzeski traktował swoją interpretację jako hipotezę<sup>17</sup>.

## RÉSUMÉ

### CONTRIBUTION DE CZESŁAW BIAŁOBRZESKI A UNE INTERPRÉTATION HYLÉMORPHIQUE DE LA MÉCANIQUE QUANTIQUE

L'Hylémorphisme, comme nous le savons, est une théorie philosophique affirmant que les êtres matériels sont composés de deux principes constitutifs ontologiques: de la matière et de la forme. Prenant en considération le progrès admirable de la physique de notre temps, on peut se demander si les données de la mécanique quantique, mécanique du monde des particules élémentaires, peuvent être interprétées à l'aide de la théorie hylémorphique.

Czesław Białobrzeski, un des plus renommés physiciens polonais du XX siècle, affirme que telle interprétation est possible et, dans beaucoup de ses oeuvres,

---

17 Cz. Białobrzeski, *Wybór pism*, 102.

assaie à la faire. Dans notre article, nous présentons son interprétation (voir I et II), nous la critiquons (voir III) et essayons à développer (voir IV).

D'après Białobrzewski, à la fonction d'état, qui est un instrument mathématique puissant de la mécanique quantique, correspond, dans la réalité, quelque chose réelle qu'il appelle état quantique ou le plus souvent potentialité. Selon lui, cette réalité doit être identifiée avec la forme de la philosophie aristotélicienne. La potentialité, conçue par lui comme un principe constitutif actif (voir II) est le facteur formant la matière conçue comme le substratum (voir II) totalement indéterminé, de la potentialité. Faisant la critique des opinions de Białobrzewski, nous indiquons que l'identification de l'état quantique avec la forme, est inadmissible parce que l'état quantique est une réalité physique, tandis que la forme est un principe métaphysique. Nous remarquons, toutefois, qu'on peut parler d'une correspondance, d'une proportionalité entre l'état quantique et la forme. On peut dire que l'état quantique est une expression physique de la forme. Beaucoup de textes et contextes des oeuvres de Białobrzewski justifient une distinction entre l'état quantique et son concept de potentialité. Cette distinction et le fait que Białobrzewski assigne à la potentialité de même rôle qui est joué par la forme dans la philosophie aristotélicienne, nous apportent le fondement pour une identification de la potentialité avec la forme d'Aristote. Telle identification acceptée, on peut à notre avis, bien développer une interprétation hylémorphique des données de la mécanique quantique.