

Fizyka współczesna a ontologie Demokryta i Platona

- Współczesne interpretacje zjawisk mikroświata niewiele mają wspólnego z prawdziwie materialistyczną filozofią. Można właściwie powiedzieć, że fizyka atomowa sprowadziła naukę z drogi materializmu, którą kroczyła ona w dziewiętnastym stuleciu.
- [...] Według Demokryta atomy są wiecznymi i niezniszczalnymi cząstkami materii, żaden atom nie może przekształcić się w inny atom. Fizyka współczesna zdecydowanie odrzuca tę tezę materializmu Demokryta i opowiada się za stanowiskiem Platona i pitagorejczyków. Cząstki elementarne na pewno nie są wiecznymi i niezniszczalnymi cegiełkami materii i mogą się w sobie nawzajem przekształcać. [...] Podobieństwo poglądów współczesnych do koncepcji Platona i pitagorejczyków nie kończy się na tym. Polega ono jeszcze na czymś innym. „Cząstki elementarne”, o których mówi Platon w *Timajosie*, w istocie nie są materialnymi korpuskułami, lecz formami matematycznymi.

- Werner Heisenberg

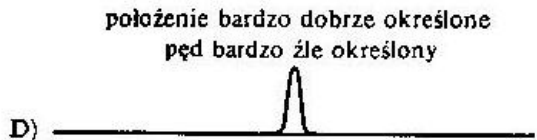
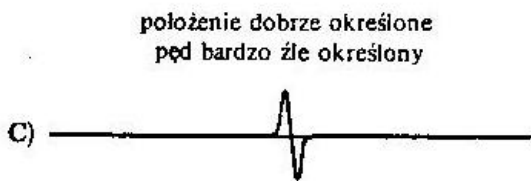
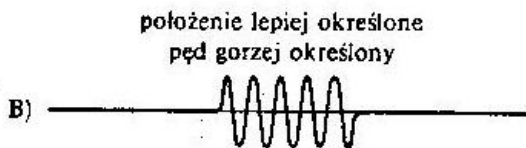
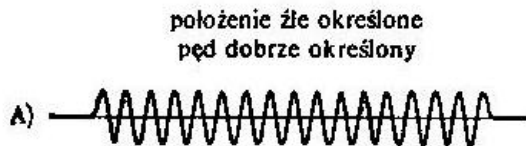
- Początkiem wszechrzeczy są atomy [*ἄτομα*] i próżnia [*κενόν*]. Wszystko inne jest tylko mniemaniem.
- Demokryt
- Owe elementarne składniki są niepodzielne i niezmiennie, skoro całość wszechrzeczy jest zdolna do trwania po rozpadnięciu się ciał złożonych, a bynajmniej nie ginie i nie przechodzi w niebyt; a jest tak dlatego, że owe elementarne składniki mają zwartą budowę i wskutek tego czynniki rozkładu nie mają do nich dostępu. A zatem pierwotne cząstki elementarne muszą być niepodzielnymi ciałkami fizycznymi.
- Epikur
- [...] wydaje mi się prawdopodobne, że na początku Bóg uformował materię w postaci stałych, masywnych, twardych, nieprzenikliwych, ruchomych cząsteczek [...]; te pierwotne cząstki, będące ciałami stałymi, są nieporównywalnie twardsze od jakichkolwiek porowatych ciał z nich zbudowanych; są one tak twarde, że nigdy się nie zużyją ani nie rozpadną na kawałki; żadna zwyczajna siła nie zdoła podzielić tego, co Bóg uczynił całością w pierwszym akcie stworzenia.
- Newton
- Analizy i syntezy chemiczne nie wychodzą poza oddzielenie od siebie cząsteczek i ich połączenie. Żadnego tworzenia ani niszczenia materii nie można osiągnąć w dziedzinie chemii.
- Dalton

Granice ontologii atomizmu

- Wzrost wiedzy sprawia w pewien sposób, że jesteśmy nie coraz bardziej, ale coraz to mniej pewni natury materii. Podczas gdy Dalton i jego szkoła mieli jasny obraz podstawowych cząstek materii jako realnych i niezniszczalnych ciał stałych, ze współczesnej mechaniki falowej wynika bardzo wyraźnie, że w ogóle nie istnieją identyfikowalne jednostki tego typu.

- *Erwin Schrödinger*

Cząstki kwantowe nie są obiektami dobrze zlokalizowanymi czasoprzestrzennie

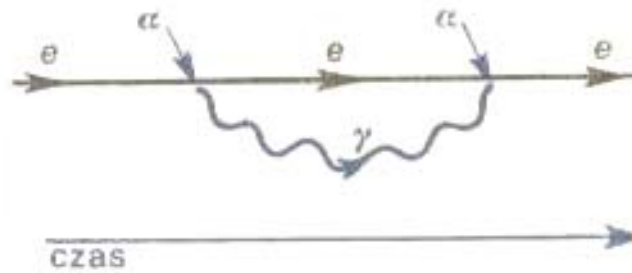


Rys. 5ABCD. Rysunek ilustrujący zasadę nieoznaczoności dla pędu i położenia. Dobrze określone położenie wymaga krótkiego ciągu fal. Dobrze określony pęd wymaga wielu pełnych cykli fali sinusoidalnej. Wymagania te są ze sobą sprzeczne.

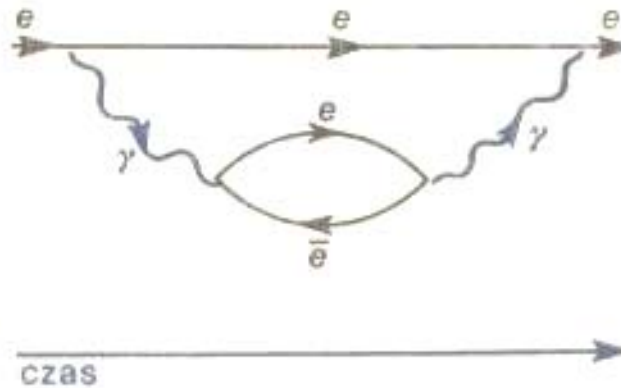
$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$$

Rys. 3. Prawdopodobieństwo pochłonięcia fotonu przez ten sam elektron jest rzędu α_{el}^2



Rys. 4. Prawdopodobieństwo zajścia takiego procesu jest rzędu α_{el}^4



Cząstki kwantowe nie są obiektami absolutnie trwałymi i niezniszczalnymi

rozpad swobodnego neutronu:

$$n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$$

anihilacja pary elektron-pozyton

$$e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma$$

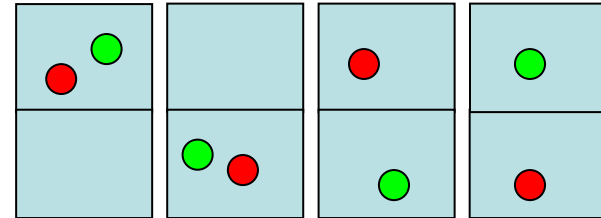
kreacja par:

$$\gamma \rightarrow e^+ + e^-$$

Cząstki identyczne w mechanice kwantowej są nierozróżnialne

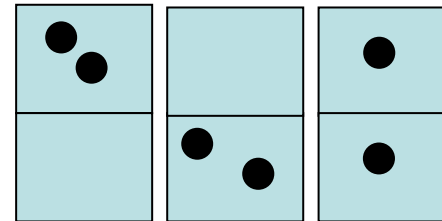
statystyka Maxwella – Boltzmannna
(cząstki klasyczne, rozróżnialne)

$$N_{M-B}(n, m) = m^n$$



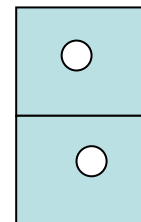
statystyka Bosego – Einsteina
(cząstki kwantowe, nierozróżnialne – bozony)

$$N_{B-E}(n, m) = \binom{n+m-1}{n}$$



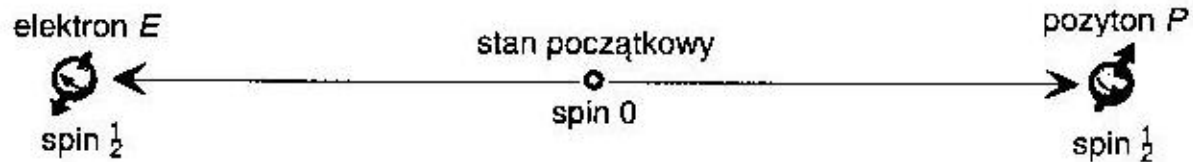
statystyka Fermiego – Diraca
(cząstki kwantowe, nierozróżnialne – fermiony)

$$N_{F-D}(n, m) = \binom{n}{m}$$



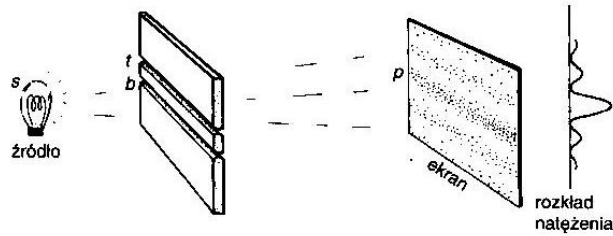
Cząstki kwantowe nie są niezależnie od siebie istniejącymi obiektami nawet wówczas, gdy są odseparowane przestrzennie

Eksperyment Einsteina, Podolskiego i Rosena (EPR) – 1935
Nierówność Bella - 1964
Doświadczenia Aspecta - 1982

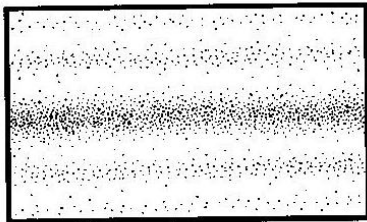


Rys. 6.30. Cząstka z zerowym spinem rozpada się na dwie cząstki o spinie połówkowym: elektron E i pozyton P . Pomiar spinu jednej z cząstek *natychmiast* określa spin drugiej

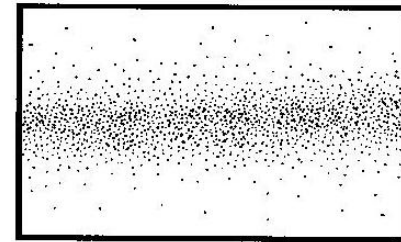
Cząstki kwantowe nie są klasycznymi korpusekami, ponieważ przejawiają własności falowe (dualizm korpuskularno-falowy)



Rys. 6.3. Eksperyment z dwiema szczelinami; używamy światła monochromatycznego

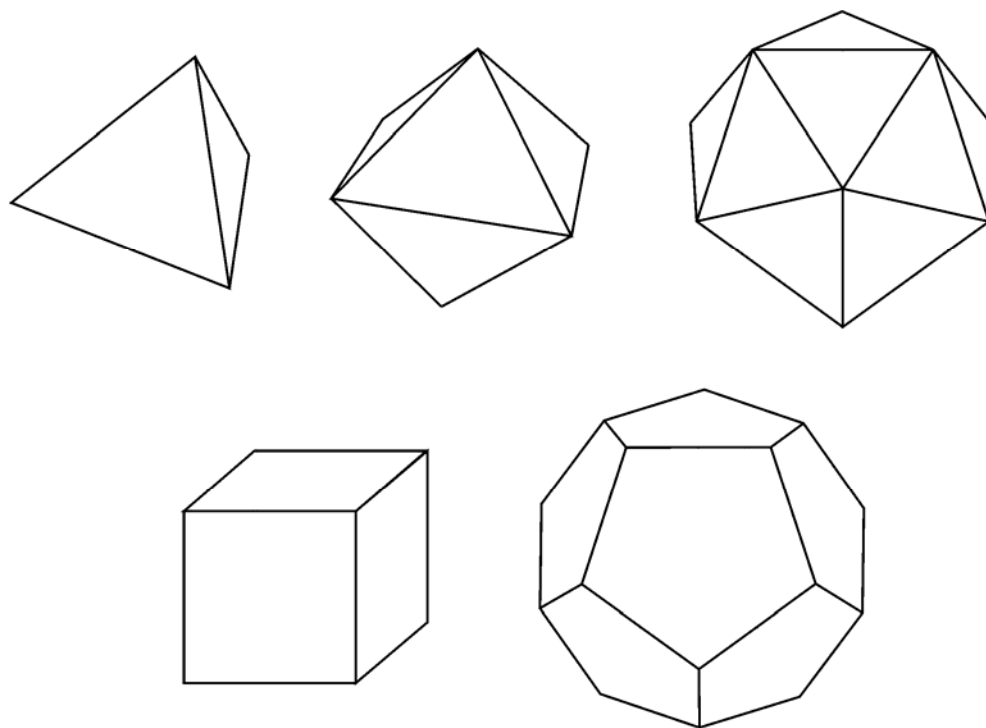


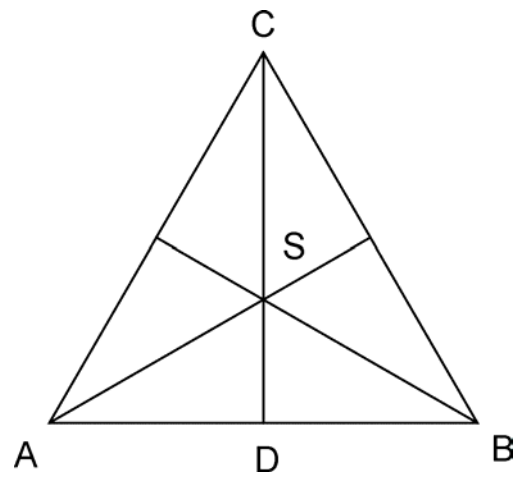
Rys. 6.5. Rozkład natężenia światła na ekranie, gdy otwarte są obie szczeliny. Widzimy obraz interferencyjny

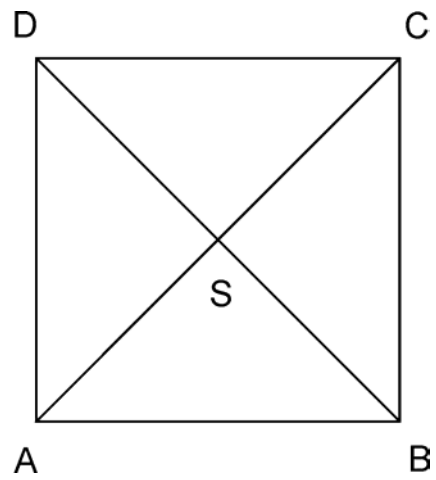


Rys. 6.4. Rozkład natężenia światła na ekranie, gdy otwarta jest tylko jedna szczelina

Bryły Platónskie







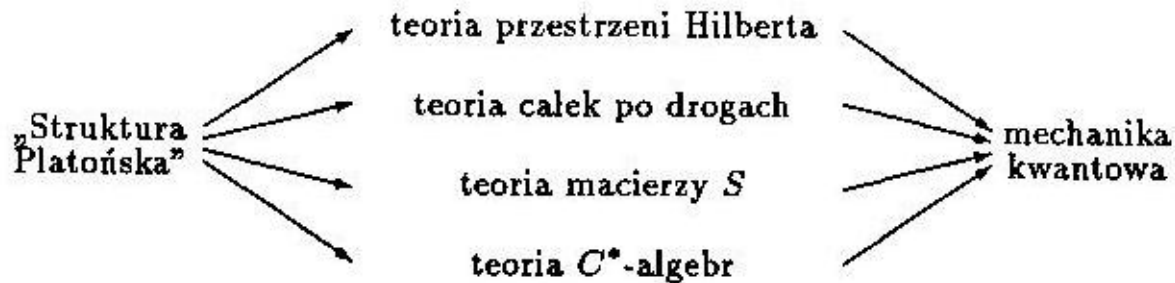
Renesans platonizmu w filozofii fizyki

- Wprawdzie w czasach Platona nie było teoretycznej fizyki, ale to, o czym Platon mówi w *Timajosie*, możemy traktować jako odpowiednik dzisiejszej fizyki teoretycznej. Tak na przykład współczesna fizyka mówi o atomie wodoru. Co się za tym atomem kryje? Matematyczna forma, tak jak w przypadku okręgu
- Carl F. von Weizsäcker
- Mechanika kwantowa [...] zmieniła cały system pojęć, jakich używamy do opisu przyrody: zamiast mówić o cząstkach z dobrze określonym położeniem i prędkością, mówimy teraz o funkcjach falowych i prawdopodobieństwach. Synteza teorii względności z mechaniką kwantową doprowadziła do powstania nowego obrazu świata, w którym materia nie odgrywa już głównej roli. Jej miejsce zajęły zasady symetrii, choć niektóre z nich w obecnym stanie wszechświata pozostają ukryte
- Steven Weinberg
- Jedną z zadziwiających cech zachowania świata stanowi jego nadzwyczajna zgodność z prawami matematycznymi. Im lepiej rozumiemy świat fizyczny, im głębiej poznajemy prawa natury, tym bardziej wydaje się nam, że świat fizyczny gdzieś wyparowuje i pozostaje nam tylko matematyka. Im głębiej rozumiemy prawa fizyki, tym dalej wkraczamy w świat matematyki i matematycznych pojęć
- Roger Penrose

Platońska struktura świata

- Załóżmy, że istnieje – w sensie Platońskim – pewna abstrakcyjna struktura, do której nie mamy bezpośredniego dostępu poznawczego. Możemy jedynie konstruować matematyczne struktury, które są „cieniami”, lub – używając mniej poetyckiego języka – reprezentacjami tamtej Platońskiej struktury.

- Michał Heller



Fizyka nie jest nauką o materialnym świecie

- Pojęcie materii we współczesnej fizyce zdecydowanie przestało odpowiadać filozoficznemu lub potocznemu pojęciu materii. [...] Okazuje się więc, że określenie fizyki jako „nauki o materialnym świecie”, lub krócej jako „nauki o materii”, jest niczym innym, jak tylko nawykiem myślowym, który utracił obecnie jakiegokolwiek uzasadnienie. Termin „materia” nie występuje w słowniku fizyki. [...] Znacznie bardziej zgodnym z „danymi” współczesnej fizyki byłoby wyobrażenie sobie nie materii, lecz czystej formy jako tworzywa świata. [...] Jeśli nawet rzeczywisty świat zawiera coś oprócz formy, to metoda dzisiejszej fizyki nie jest w stanie sięgnąć do tego czegoś; to coś niezauważalnie przepływa przez oka sieci matematyczno-empirycznej metody. W tym sensie świat fizyki jest czystą formą.

- Michał Heller

Realizm w odniesieniu do przedmiotów teorie naukowe jako modele

- Fizyka eksperymentalna dostarcza najbardziej przekonujących argumentów na rzecz realizmu naukowego. Przedmiotami, których w zasadzie nie można obserwować, można po prostu manipulować, aby wytwarzać nowe zjawiska i badać inne aspekty przyrody. Stają się one narzędziami, instrumentami nie naszego myślenia, lecz działania. [...] Eksperymentowanie na przedmiocie nie zobowiązuje do wiary w jego istnienie. Dopiero manipulowanie przedmiotem, w celu eksperymentowania na czymś innym, jest do tego potrzebne. [...] Elektrony nie są już środkami organizującymi nasze myślenie lub zachowującymi zjawiska, które zostały zaobserwowane. One same stanowią teraz sposób kreowania zjawisk w innych obszarach przyrody. Elektrony stały się narzędziami.

- *Ian Hacking*