

Burchardt, Jerzy

O rozszczepieniu przez Witelona światła słonecznego w kryształach na kolory

Analecta 15/1-2(29-30), 199-205

2006

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Jerzy Burchardt
(Wrocław)

O ROZSZCZEPIENIU PRZEZ WITELONA ŚWIATŁA SŁONECZNEGO W KRYSZTALE NA KOLORY

W *Perspektywie* Witelona, przebywającego w Viterbo ze względu na misję zleconą przez książąt wrocławskich i przyznającego się do Polski, swojej ziemi zamieszkania, mamy do czynienia z obszarem starej optyki, zajmowanym przez teorię korpuskularną i w jej ramach badania prostoliniowości rozchodzenia się światła i zjawisk odbicia i załamania w ośrodkach o różnej gęstości optycznej¹.

Witelo mówi, że para jest gęsta i stanowi całość, pełną odrębnych ciałek podobnie jak atomy, wypełniające cały promień słońca².

W przedmowie swego wielkiego dzieła optycznego, nazwanego *Perspektywą* omawia Witelo krótko treść jego księgi dziesiątej. Mówi w niej o trzecim sposobie widzenia, poprzez drugi ośrodek przezroczysty, gdy odbywa się ono przez powietrze pod wodą lub pod szkłem oraz zajmuje się wyjaśnianiem zjawiska tęczy³. Oczywiście omawia tam załamanie się światła na granicy ośrodków o mniejszej i większej gęstości optycznej.

Potem już w przedmowie do ostatniej księgi dziesiątej swego dzieła Witelo informuje, że dalej omówi załamanie, zachodzące w wielu ciałach przezroczystych pomiędzy rzeczą widzianą i wzrokiem, bo wtedy rozmaitymi sposobami zmienia się działanie form przyrody. Moce form naturalnych zgromadzone załamaniem działają z większą siłą i wytłaczają jej więcej w ciałach podległych ich działaniu. Skutkiem tego dzięki promieniom słońca zapala się ogień pod przezroczystą kulą gęstszą od powietrza i wody, kulistym lodem lub kryształem. Najogólniej, nagromadzenie mocy promieni gwiazd, lub innych form w tym samym punkcie przyrody, albo blisko niego ma mocniejsze działanie. Natomiast

rozproszenie mocy form naturalnych osłabia działania przyrody, bo rozproszona moc jest słabsza i może mniej⁴. Znamy ciała przezroczyste wśród kamieni, kryształ, beryl i do nich podobne szkło⁵.

Witelo rozszczepił światło słoneczne na kolory. Dowiadujemy się tego nie tylko z renesansowej edycji Risnera z roku 1572, ale także z rękopisu kantabrygijskiego (Cambridge Emmanuel College Library nr 20), przepisane przez pisarza – kaligrafa, z twierdzeniami numerowanymi przez inną osobę i uzupełnianymi przez samego autora – Witelona. Twierdzenie księgi dziesiątej ma nr 83 u Risnera, a w rękopisie 81 na skutek pomyłki numeratora twierdzeń, nie dostrzeżonej przez autora *Perspektywy*. Jego nagłówek brzmi: **Dzięki kryształowi heksagonalnemu, znajdującemu się naprzeciw słońca, powstają kolory tęczy.**

Tłumaczę to twierdzenie i podaję tytuły poprzednio udowodnionych twierdzeń z ksiąg II i X, na które autor *Perspektywy* się powołuje. A więc: Tego rodzaju kolory powstają skutkiem osłabienia światła przez jego załamanie od prostopadłej poprowadzonej ze środka słońca do powierzchni jednego równoległoboku z boków kryształu. A ponieważ z wyjaśnienia w 27 twierdzeniu drugiej księgi niniejszej nauki stało się oczywistością, że słońce mocniej oświecila więcej niż połowę walca sobie naprzeciwległego, gdy walec jest okrągły. Tak nie jest przy walcu mającym kąty.

Księga II *Perspektywy* z doskonałymi objaśnieniami prof. dra Andrzeja Bielskiego, dzięki przekładowi prof. dra Witolda Wróblewskiego, jest dostępna fizykom polskim, interesującym się historią swojej dyscypliny naukowej. Twierdzenie 27 znajduje się w *Studia Copernicana*, tom XXIX, na s. 125–126. Tytuł twierdzenia: Jeżeli średnica kulistego ciała świecącego jest większa od średnicy oświetlanego ciała kulistego, to oświetlona jest więcej niż połowa ciała, a podstawa cienia jest mniejsza od wielkiego koła ciała oświetlanego. Linie ograniczające cień przecinają się w jednym punkcie za ciałem. Witelo wziął dowód tego twierdzenia z pracy Arystarcha z Samos, *O wielkości i odległościach Słońca i Księżycy*. Komentarz pana Prof. Bielskiego znajduje się na s. 161–162.

Tak nie jest przy walcu z kątami, gdyż pojedyncze promienie wpadają do punktu średnicy ciała, na równe części przecinającej podstawę. Wtedy zaś jedynie tylko połowa, jakżeśmy tam powiedzieli, oświetlona jest przez padanie promieni. Ale gdy taki walec mający kąty jest przezroczysty, wówczas jest taka na skutek załamania się promieni również druga połowa ciała. Ale gdy jak w ciałach czworokątnych jest jedna tylko powierzchnia przezroczystego ciała wystawiona na słońce, następuje jedno mocne załamanie światła, które w postaci światła przejdzie do przeciwległej strony ciała i zgromadzi się w tej postaci już poza ciałem.

Zjawisko to zaznacza się jeszcze mocniej w przezroczystym, nie wklęsłym ciele kulistym, ponieważ od większej części całej kuli następuje załamanie do

prostopadłego promienia, padającego na powierzchnię styczną z powierzchnią kuli, równoległą do powierzchni przecinającej środek ciała słońca i wiodącej do oświetlanego ciała tak, jak to wykazaliśmy w 46 twierdzeniu niniejszej księgi.

Podaję więc tytuł 46 twierdzenia księgi dziesiątej, dotąd jeszcze nie skomentowanej przez historyków optyki: Gdy kulisty kryształ wystawić na słońce, można zapalić ogień w rzeczy palnej znajdującej się już poza kryształem.

Chodzi tutaj o kryształ przezroczysty. W wydaniu Risnera jest to twierdzenie 48. W rękopisie kantabrygijskim pod numerem 46, na prawym marginesie znajduje się uzupełnienie samego Witelona, wykonane jego lewoskłonny piśmem, zdecydowanie różnym od prostego i wyraźnego pisma jego pisarza, przepisywającego *Perspektywę* z brulionu autora.

Kontynuuję przekład: Na skutek tylu i tak wielu nagromadzonych promieni, chociaż nie po jednej stronie, co jest niemożliwe przy różnych powierzchniach padania, światło gromadzi się w jednym miejscu naturalnym, nie nabierając zabarwienia, trwając przy swojej postaci. To nagromadzone światło rozgrzewa przylegające do kuli ciało wystawione na promienie i po chwili zapala ciało palne, takie jak pakuły albo też inną rzecz, mającą w sobie czynną możliwość zapłonu.

Natomiast kiedy ciało przezroczyste, wystawione na słońce posiada więcej powierzchni, niż tylko jedną płaską albo kolistą od strony wystawionej na słońce, a mianowicie gdy czworokątne ciało kątem kieruje się ku słońcu, wtedy następuje załamanie promieni trafiających w jedną powierzchnię do obu powierzchni pod spodem. To samo załamanie odbywa się w promieniach padających na drugą powierzchnię.

Gdy ze strony naprzeciwległej padaniu promieni ukaże się powietrze, ciało o rzadszej przezroczystości, to padające promienie załamią się na obu wspomnianych powierzchniach od prostopadłej, poprowadzonej od kąta u góry do kąta na spodzie, dzielącej podstawę kryształu na dokładne połowy albo również od innej, do niej równoległej. Wtedy w innym, gęstym ciecie, znajdującym się pod tym przezroczystym ciałem, na ziemi lub na innym ciecie niekiedy ukażą się dwa jasne światła, a kiedy indziej kolory, i to wtedy, gdy to przezroczyste ciało ma równe kąty i powierzchnie. To jest oczywiste dla doświadczalnika. Stwierdza się ukazywanie dwóch kolorów niewyraźnych, ale nie ma ich więcej – koloru czerwonego i drugiego, zmaconego, jakby zielonego. Ich intensywność jest większa lub mniejsza zależnie od właściwości kryształu lub innego przezroczystego ciała, używanych w doświadczeniu.

Kiedy ciało przezroczyste wystawione ku słońcu posiada trzy powierzchnie jak w kryształach heksagonalnym, wtedy z trzech tych powierzchni odebrane światło u góry kryształu kieruje się do naprzeciwległego ciała, ziemi lub innego jakiegokolwiek ciała. Ukazują się wówczas trzy światła ze środkowym z nich, znajdującym się na prostopadłej kolumny kryształu, dzielącej jego podstawę na

połowy albo na prostopadłej do niej równoległej. To widać, gdy słońce nie przeszkadza. Dwa inne światła załamują się od tej prostopadłej na skutek natury drugiego, rzadszego ciała przezroczystego, a mianowicie powietrza.

Powiedziano bowiem w 4 twierdzeniu niniejszej księgi, że gdy światło napotka na drugi, rzadszy, ośrodek przezroczysty, załamanie przebiega od prostopadłej.

Komentarz. Księga X, twierdzenie 4, tytuł: Przy każdej postaci widzianej w jej załamaniu, jeżeli ono odbywa się w miejscu przezroczystym ku wzrokowi, gęstszemu od pierwszego, widać że zachodzi to w stronę prostopadłej, poprowadzonej z punktu załamania do powierzchni, od której załamanie się odbywa. Natomiast gdy załamanie zachodzi przy rzadszym ośrodku przezroczystym, widać, że zmierza w kierunku odwrotnym niż miejsce tej prostopadłej. A jest to jakby **rozszczepienie się promieni** (*dispersio radiorum*).

W tych światłach ukazują się kolory na skutek domieszki czerni barwy kryształu do przenikającego światła oraz przymieszki cieni kryształowych, pochodzących z wystawiania ostrzy kątów, które na mocy 11 twierdzenia drugiej księgi niniejszego dzieła przerzucają na stronę przeciwną ciała świecącemu.

Komentarz: tłumaczenie 11 twierdzenia księgi drugiej *Perspektywy* jest opublikowane w tomie XXIX *Studia Copernicana* na stronach 111–112 i pochodzi od znakomitego filologa klasycznego, prof. Witolda Wróblewskiego. Jego tytuł brzmi: Wszystkie gęste ciała nieprzezroczyste rzucają cień w stronę przeciwną ciała świecącemu aż do miejsca padania promienia przeprowadzonego przez wierzchołek gęstego ciała. Na stronie 159 znajduje się objaśnienie terminów łacińskich Witelona. Gęste ciała w dzisiejszej terminologii fizycznej nazywane są ciałami sztywnymi, a ciemne ciała ziemi są przykładem poglądu uczonych starożytnych, przejętego przez Witelona. Domieszka ziemi koloru ciemnego sprawiała, że ciała były gęste i twarde.

Kontynuuję mój przekład: Liczba tych cieni wyodrębnia poszczególne kolory, gdy one mieszają się ze światłem. Tam, gdzie blisko jest padającemu prostopadle promieniowi na powierzchni padania i gdzie w sąsiedztwie gromadzi się wiele promyków, odbija się kolor kryształu z domieszką cienia, stąd też promień jest bardziej świetlisty i wtedy powstaje kolor czerwony. Inne promienie są słabsze, mają przymieszkę barwy ciała i wielu cieni i z nich powstają inne kolory ośrodka. Powstają zaś trzy kolory, gdyż z trzech powierzchni górnych promienie gromadzą się na odpowiadających im powierzchniach dolnych. A kolor czerwony zawsze widać od tej strony, gdzie znajduje się prostopadła do powierzchni kryształu, naprzeciwległa słońcu w już powstałej tęczy zgromadziwszy wszystkie promienie swojej powierzchni tam, gdzie padają promienie po załamaniu się na styku z przezroczystością przylegającego powietrza. A wtedy często powstają trzy tęcze na skutek potrójnej natury załamania w drugim, rzadszym ośrodku przezroczystym, tak jak już poinformowano.

Trzy razy trzy dają kwadrat czyli dziewięć, więc powstaje z osobna dziewięć jednostek kolorów. Pomnożywszy trzy górne powierzchnie przez trzy dolne pozostaną trzy gatunkowo odrębne kolory. Rozszczepiane są te kolory zmysłem wzroku po kątach ciała, bo z samej linii kątów, aktualnej i niepodzielnej – promienie odbite lub załamane, a niepodzielne nie wytwarzają niczego do odbioru zmysłem wzroku. Kolory tej tęczy nie powstają wewnątrz kryształu skutkiem natury rzeczywistej tęczy, wyodrębnianej formalnie tylko ze wzroku, a tworzą się poprzez naturę odbicia światła od figury tego ciała. Dlatego ich przyczyną nie jest odbicie do wzroku, gdyż nie widać ich jako odbitych, tylko sposobem prostego widzenia jak widoczne są pozostałe rzeczy widziane, pojawiające się przed oczami. Każdy widzi je na swoim miejscu.

Rozróżnienie kolorów odbywa się dzięki figurze ciała, bo w innym kryształach albo przezroczystym ciele wyodrębniają się na skutek jej kształtu inne kolory, nie rozróżniane zgodnie z położeniem kolorów.

A znakiem tego jest, że gdy weźmie się kryształ o sześciu kątach (*cristallus exagona*) i pokryje się dwie jego powierzchnie czerwonym lub innym woskiem, ale tak, żeby między tymi dwiema nie zaciąć trzeciej wtedy także z trzech pozostałych, wystawionych ku słońcu przez niewielki otwór i gdy miejsce doświadczenia nie jest poza tym zbyt jasne i coś czarnego na kryształ położyć, ukaże się poprzez kryształ odpowiednia, bardzo wielka tęcza, przepiękna, o bardzo jasnych kolorach. A dzieje się to dzięki skupieniu się całego światła z wszystkich górnych powierzchni, padającego w dół i zbierającego się w jednym miejscu.

Jeżeli trzy powierzchnie, dotychczas wystawione na słońce, znajdują się na dole, a inne trzy, odwrotnie niż te, u góry, wtedy nieraz ukaże się jedna tęcza, a kiedy indziej jej nie będzie.

Kto się tym wesoło pobawi przekona się o tym, com tu napisał. Znajdzie także wiele tego, cośmy tu dla swojej przyjemności odkryli.

A jeżeli przeprowadzający doświadczenie zasłoni jedną z sześciu wymienionych powierzchni, wtedy przez obrót kryształu ku różnym miejscom odkryje różne zjawiska. Gdy więc ustawi kryształ naprzeciw oczom tak, aby trzy nie zacięte powierzchnie ustawiły się naprzeciw wzroku to przez nie ujrzy czerwony wosk. Gdy będzie obracał kryształ przed oczami, znajdzie wiele rozmaitych położań, związanych z powstawaniem kolorów z dopuszczeniem do tego domieszki cieni, ponieważ taka jest natura odbicia formy do oczu i światła, które do nich wpada. Albowiem kolor i forma docierają oczami do wzroku dzięki naturze światła im towarzyszącego. Do tego, com napisał, mógłby pilny badacz dodać sporo poprzez próby. Twierdzenie jest więc oczywiste⁶.

Witelo w przetłumaczonym twierdzeniu wymienił trzy kolory tęczy, a wyszczególnił precyzyjnie tylko kolor czerwony, ponieważ już wcześniej, w twierdzeniu 65 dziesiątej księgi wedle rękopisu kantabrygijskiego (w wydaniu Risnera

ze słusznym numerem 67) zajął się kolorami tęczy na niebie i tam je wymienił. Kolor górny, to u niego słuszenie, kolor czerwony (*puniceus*), lokujący się najbliżej prostopadłej padania promieni światła słonecznego, a pod nim coraz bardziej od niej się odchylające kolory – zielony, nazwany tak od barwy pędu poru ogrodowego (*prasinus*), a na końcu kolor błękitny morza, nad którym autor *Perspektywy* był (*alurgus*) lub synonimicznie nazwany od modrego kamienia lapis lazuli, podwójnego krzemienia glinu i sodu z dodatkiem siarki, lazurowym (*lazurius*).

Kolor żółty (*xanthus*) był również znany Witelonowi, ale w widywanej przezeń tęczy jakby całkowicie pochłonęła go zieleń.

Nieco wcześniej, przed omawianiem kolorów tęczy, Witelo przekazał swoje spostrzeżenie, że gdy w przezroczystych wodach morskich wraz z głębokością rośnie czern, to podczas burz zamiast niej pojawia się zieleń wód.

Daleko więc jeszcze Witelonowi do spektrum kolorów, ustalonego w roku 1666 przez I. Newtona, a przedstawionemu publicznie w r. 1672 łącznie z kolorem fioletowym, który pominął potem w swej angielskiej *Opticks* z roku 1704. W XVII wieku Newton pisał wszystkie swe prace po łacinie. Nigdy wbrew popularnym pracom historyczno-fizycznym nie pisał o fotonach, terminie dwudziestowiecznym w fizyce.

PRZYPISY

¹ Szczepan Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, cz. IV, *Optyka*, Warszawa 1983, s.17.

² Witelo, *Perspectiva*, edidit F. Risner, Basileae 1572 (Rękopis kantabrygijski, Cambridge, Emmanuel College Library ms. 20 ma wszystkie twierdzenia, ale w liber X, po opuszczeniu przez numeratora twierdzeń 11 i 17 ma numer prop. 70) lib. X. prop. 72: *Uapor, quo ad consistentiam sui totus est integer, plenus corpusculis distinctis, sicut videntur atomi totum solis radium implere.*

³ Witelonis *Perspectivae prologus*, [w:] Clemens Baeumker, *Witelo, ein Philosoph und Naturforscher des XIII Jahrhunderts*, Münster 1908, p. 131, 3–10.

⁴ Witelo, *Perspectiva*, edidit F. Risner, Basileae 1572, lib. X, *prologus*, p. 403–404.

⁵ Tamże, p. 404.

⁶ Tamże, lib. X, prop. 83 (w rękopisie kantabrygijskim, oczywiście, lib. X prop. 81), p. 473–474.

Relations between Duke Włodzisław and Witelo

SUMMARY

Peter Lombard's *Sententiae* of the 12th century contained rigorous rules on the ordination of priests, which were followed by popes. The regulations also concerned the Piast Duke of Wrocław and Archbishop of Salzburg, Włodzisław, as well as his peer from the time of their studies at the

faculty of liberal arts at Paris, master Witelo. The current paper deals with the relations between Duke Włodzisław and Witelo. It also presents the whole of the duke's life and, in the case of Witelo, gives a detailed account of the period of his studies. Details of Witelo's later life are presented in a book by the author of the article, entitled *Witelo filosofo dalla natura del XIII sec. Una Biografia*, Wrocław 1984.