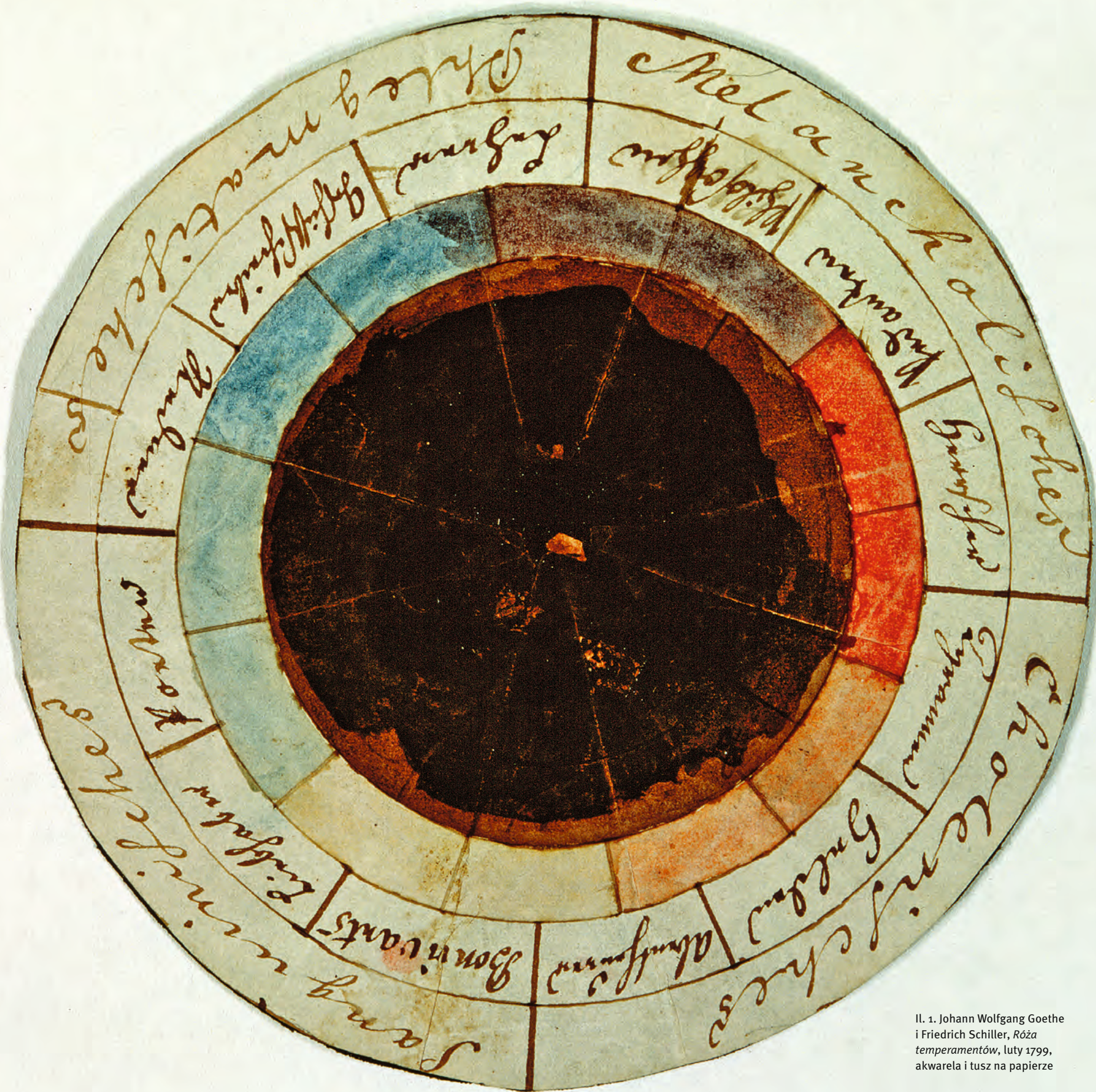




Il. 1. Johann Wolfgang Goethe
i Friedrich Schiller, *Róza
temperamentów*, luty 1799,
akwarela i tusz na papierze

Olaf Müller

GOETHE I ZASADY ŚWIATA BARW

Johann Wolfgang Goethe jest jedynym poetą na kuli ziemskiej, który odważył się dokonać zamachu na ugruntowaną teorię z dziedziny nauk przyrodniczych. W swoim najobszerniejszym dziele *Farbenlehre* (*Nauka o barwach*) z 1810 roku przeprowadza atak na *Optykę* (1704) Isaaca Newtona.

Farbenlehre składa się z trzech części: w *dydaktycznej* Goethe opisuje niezmiernie bogactwo zjawisk barwnych i eksperymentów z kolorami. Już w ten sposób pragnie podważyć teorię Newtona, ponieważ – zdaniem autora – opiera się ona jedynie na niewystarczającym, wybiórczym, jednostronnym podejściu do zjawisk kolorystycznych. W części *polemicznej* zamieszcza tłumaczenie najistotniejszej rozprawy Newtona, i to celowo jak najdrobniejszym drukiem, po czym tuż pod nim, **dużą czcionką**, przedstawia własną krytykę powyższego

wycinka. W części *historycznej* pisze o dziejach myśli naukowej dotyczącej barw – od antyku po początek XIX wieku. Chwali licznych prekursorów własnych teorii i opisuje, jak niecnym sposobem imali się zwolennicy szkoły Newtona, by na siłę przekonać do swojej teorii barw.

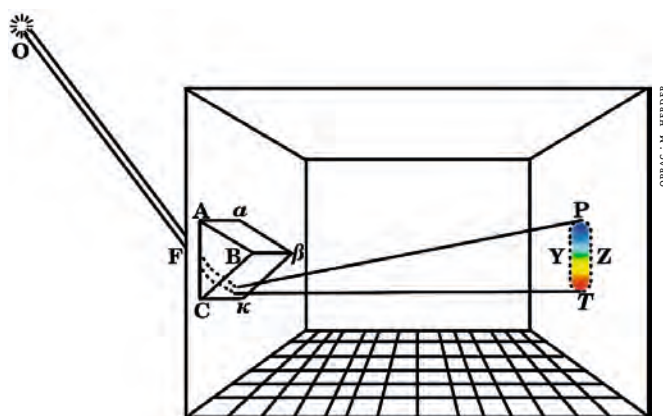
Choć na rozprawę Goethego ciskają gromy rozżłoszczeni fizycy, ignorują ją miłośnicy poezji, a psychoanalitycy najchętniej zobaczyliby jej autora u siebie na kozetce, on sam uważał *Farbenlehre* za ważniejsze od wielu swoich dramatów. Miał rację.

Goethe nie był szalony. Co prawda zgłaszał estetyczny, a nawet moralny sprzeciw wobec eksperymentów Newtona z białym i barwnym światłem; uważał że męczenie natury, którego tamten się w nich dopuszczał, jest nie w porządku. Nie zaprzeczał jednak niepodważal-

nym spostrzeżeniom, jakich można dokonać chłodnym okiem empirycznego badacza. Podważył natomiast zasadność wniosków wysnuwanych z owych spostrzeżeń. I chociaż, podobnie jak Newtona, Goethego interesowały także farby z warsztatu malarskiego, kolory powierzchni przedmiotów, przede wszystkim koncentrował się na przemijających, nietrwałych barwach, które rejestruje wzrok: na błękicie nieba, zachodach słońca, barwnych cieniach, na tęczy i kolorowych zjawiskach, jakie można wyczarować za pomocą szklanego i wodnego pryzmatu.

PODSTAWOWY EKSPERYMENT NEWTONA

Zajrzyjmy Newtonowi przez ramię podczas jego pracy w laboratorium (il. 2). W piękny słoneczny dzień zaciemnia on położony od południa pokój, wywierca w drewnianej okiennicy maleńką okrągłą dziurkę, bezpo-



Il. 2. Podstawowy eksperyment Newtona (opracowanie kolorystyczne na podstawie rysunku ze szkicownika Newtona)

średnio za tak uzyskaną przysłoną ustawia szklany pryzmat i – w odległości dwudziestu dwóch stóp od niego – białą tablicę, na której w odpowiednim miejscu stara się pochwytać światło słoneczne, które przedostało się przez otwór i zgodnie z prawem odbicia (prawo Snelliusa) zmieniło kierunek padania. Newton dostrzega dwie rzeczy: pochwycona świetlna plama nie jest biała, lecz tęczęwobarwna, ponadto nie jest okrągła, lecz jej długość staje się pięciokrotnie większa od szerokości. Na jednym końcu ów pasek jest ciemnoniebieski, na drugim czerwony. Pomiędzy tymi dwoma kolorami pojawia się błękit, zieleń i żółć. Oczywiście przejścia między nimi są płynne, lecz aby nie wspominać za każdym razem rozmaitości odcieni, przyjmijmy, że schematycznie spektrum to wygląda następująco:



Il. 3. Spektrum Newtona

Dzięki skrupulatnym pomiarom i obliczeniom Newton odkrywa, że szerokość pochwyconego widma zachowuje się w przewidywalny sposób, czyli daje się wyliczyć z geometrycznych parametrów, takich jak wymiary Słońca, promień przesłony czy odległość od tablicy. Dziwi go jedynie długość widma i jego barwność. A jeśliby przesunąć po nim oczyma wyobraźni, przespacerować się wzrokiem po przechodzących jedne w drugie kolorowych obszarach, nasunie się przypuszczenie, że różnokolorowe promienie musiały się wydostać z pryzmatu w nieco odmiennych kierunkach (il. 2).

Pryzmat rozszczepia zatem bezbarwne światło (promień słońca padający nań przez przesłonę) na promienie świetlne o różnych kolorach, przy czym ciemnoniebieski pokonuje dłuższą drogę niż błękit, błękit niż zielony i tak dalej. W skrócie – białe światło słoneczne okazuje się mieszaniną promieni o różnych barwach, które po drodze przez pryzmat załamują się na różne sposoby. Aby sprawdzić tę teorię w praktyce, Newton stara się z powrotem połączyć różnorodne promienie w jeden, skupiając je w mrocznych warunkach swej ciemni za pomocą soczewki. Wynikiem jest biała plamka świetlna, która wobec tego musi stanowić mieszaninę rozmaitych barw (jest to tak zwana synteza bieli). Tyle Newton.

ODWROTNY EKSPERYMENT GOETHEGO
Non sequitur! – wykrzykuje Goethe. Lecz zamiast, niczym wieczni sceptycy, narzekać, siedząc w wygodnym fotelu, podrywa

się z niego i zaczyna przeprowadzać własne doświadczenia, różnicując parametry Newtonowskiego eksperymentu.

Dokonuje przy tej okazji zdumiewającego odkrycia: jeśliby konsekwentnie zamienić pozycje światła i ciemności w eksperymencie Newtona, czyli zamiast przez przesłonę do ciemni (jak Newton) przepuścić światło słoneczne przez odwrotność przesłony – nazwijmy ją zacieniaczem – pojawi się różnokolorowe spektrum, równie barwne i intensywne jak u fizyka, lecz w odmiennych kolorach! Precyzując – Goethe otrzymuje dokładne przeciwieństwo widma Newtonowskiego, jego negatyw. Zamiast spektrum w kolorach:



ciemnoniebieskim, błękitnym, zielonym, żółtym, czerwonym (il. 4 u góry i il. 12)

Goethe uzyskuje (przy zamianie pozycji światła i ciemności) spektrum komplementarne, w kolorach:



żółtym, czerwonym, purpurowym, ciemnoniebieskim, błękitnym (il. 4 u dołu i il. 13).

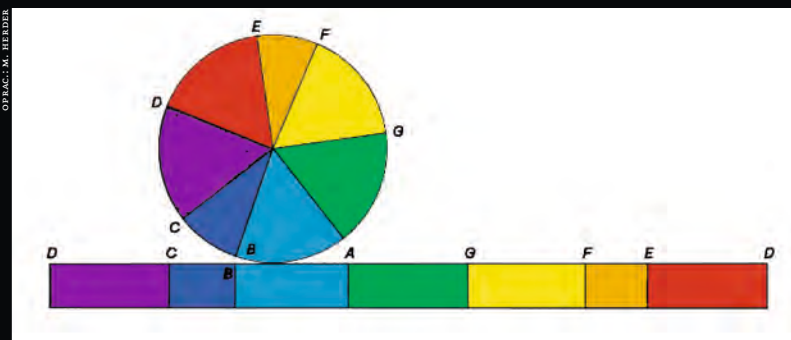
cd. artykułu na s. 10



Il. 4. U góry: spektrum Newtona, fragment akwareli Goethego (zob. il. 10).

Poniżej: komplementarne spektrum Goethego, fragment akwareli Goethego (zob. il. 10).

Il. 5. Powstawanie koła barw Newtona z podłużnego widma barwnego

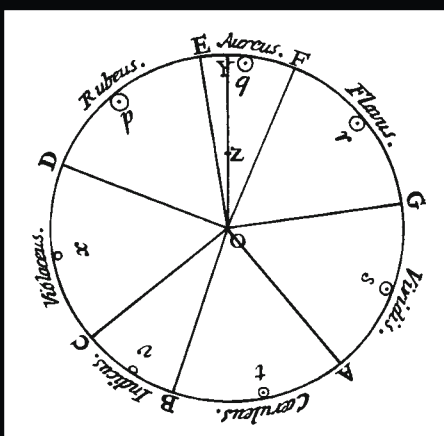


KOŁO BARW NEWTONA

Autorem jednego z pierwszych kół barw jest Isaac Newton. W *Optyce* buduje koło z siedmiu oddzielnych kolorów, które wybiera z podłużnego pasa uzyskanego przez siebie widma. Liczba barw, na które się zdecydował i granice między nimi wydają się wynikiem nieco apodyktycznej decyzji (zob. ramka *Okrężna odpowiedź poety*). Newton starał się nawiązać siódmką kolorów do harmonijnych proporcji siedmiu tonów z muzycznej oktawy. Prócz tego koło miało pomóc malarzom w mieszaniu farb.

W jaki sposób Newton utworzył koło barw? To łatwe: podłużne spektrum potraktował niczym rozwałkowane ciasto i zlepił je zgrabnie w precel. Kraniec czerwonopomarańczowy (*Rubeus*) połączył prawie na siłę z niebieskofioletowym (*Violaceus*) w punkcie D (il. 5). Tam spotykają się z sobą kolory, które – według niego – nie są sobie bliskie i tylko na pierwszy rzut oka wydają się bardziej spokrewnione niż w rzeczywistości. W schemacie zabrakło miejsca na ulubioną przez Goethego purpurę – co ma on za złe obojętnemu fizykowi. Podobnie jak to, że ów nie tylko ma ją za nic, ale także pozwala jej przepaść w arbitralnie wyznaczonym punkcie D swego barwnego koła (jeśli wyobraźmy sobie je jako tarczę zegarową, punkt D znajdzie się tam, gdzie krótka wskazówka o godzinie 10.40).

Il. 6. Koło barw Newtona z 1704 roku



1. NEWTON, OPTICS OR, A TREATISE OF THE REFLECTIONS, REFRACTIONS, INFLECTIONS AND COLOURS OF LIGHT, 1704 [W:] OPERA QUAE EXTANT OMNIA, STUTTGART 1964

OKRĘŻNA ODPOWIEŹ POETY

Koło barwne Goethego (il. 7) zawiera o jeden kolor mniej niż Newtonowskie, przy czym przypatrzwszy mu się dokładnie, możemy stwierdzić, że jest to tylko kwestia podziałów; w istocie roztacza ono szerszą paletę barw. Goethe redukuje liczbę kolorów do pięciu, jako że w miejsce trójki: ciemnoniebieski – błękit – fiolet (*Caeruleus*, *Indicus*, *Violaceus*) rozróżnia tylko dwa: ciemnoniebieski i fiolet, a w miejsce Newtonowskiej pary kolorów: czerwony – pomarańczowy (*Rubeus*, *Aureus*), proponuje jeden: czerwonopomarańczowy. Miejsca cięć są jednak sprawą umowną; w przypadku tonów czerwonych i błękitnych badacze przystali na różniące się konwencje, natomiast przy żółci i zieleń – na taką samą.

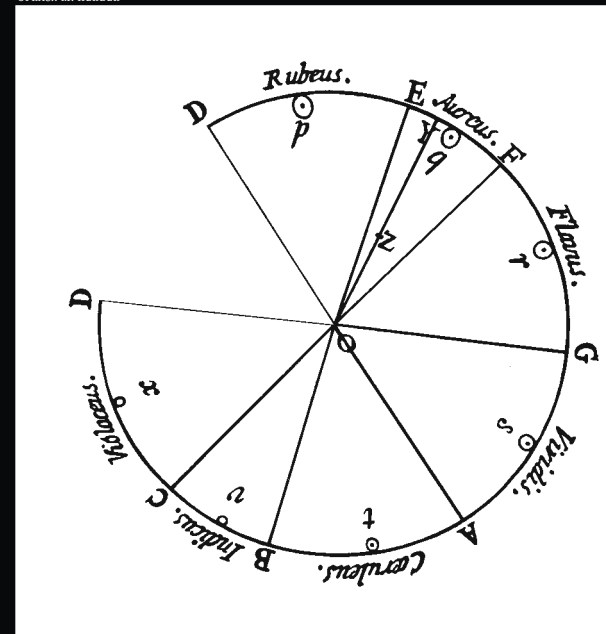
Mimo redukcji podyktowanej konwencją, z siedmiu do pięciu kolorów, Goethe pozwala sobie wprowadzić swój własny, ulubiony, którego brak u Newtona – purpurę. To znacznie więcej niż przyjęcie innej konwencji – to rewolucja. Można by rzec, że Goethe rozcina Newtonowskie koło kolorów, by zrobić w nim miejsce – w znajomym już punkcie D (il. 8) – swojemu pupilkowi: purpurze. Ponadto tak przekręca swoje koło, by znalazła się ona nie, jak u fizyka, na jakiejś tam 10.40, lecz w najważniejszym punkcie zegarowej tarczy: w samo południe, na godzinie 12.00. Z pełną świadomością zwieńcza swe koło purpurą. U jej stóp, też w ważnym miejscu, plasuje się zieleń. Aby zrozumieć dlaczego, trzeba się nieco zagłębić w *Naukę o barwach* (zob. ramka *Koło barw Goethego w świetle jego własnej o barwach nauki*).

J. W. GOETHE, DIE SCHRIFTEN ZUR NATURWISSENSCHAFT, LEOPOLDINA-AUSGABE, WEIMAR 1947



Il. 7. Koło barw Goethego. Rekonstrukcja: Rupprecht Matthaei, 1932

OPRAC.: M. HERDER



Il. 8. Aby stworzyć z koła barw Newtona (il. 6) koło Goethego (il. 7), należy je rozciąć w punkcie D i rozdzielić, uzyskując miejsce na kolor purpurowy



Il. 9. Ośmiokęściowe koło barw Goethego, akwarela Goethego, 5 lutego 1829

– wcale nie doprowadziłoby go to do bankructwa. Być może da się wytłumaczyć tę decyzję hipotezą, że nie chciał się narażać współczesnym sobie malarzom, którzy właśnie rozsmakowali się w bardzo oszczędnej, zredukowanej palecie? Newton poszukiwał popleczników i miał nadzieję znaleźć ich wśród malarskiej braci, stojącej znacznie bliżej nauk przyrodniczych niż dziś. Zależało mu, by zrobić wrażenie, że jego teoria bazuje na zredukowanej liczbie kolorów podstawowych, z których wynika cała reszta, podczas gdy tak naprawdę – jeśli wolno się tak wyrazić – drobnym drukiem postuluje nieskończoną liczbę podstawowych barw.

O NIESKOŃCZONOŚCI ODCIENI W KOŁACH BARW

Trudno jest wydrukować bogactwo odcieni; za czasów Goethego i Newtona było to praktycznie niemożliwe. Czy fakt ten tłumaczy, dlaczego koła obu badaczy są zredukowane do sześciu czy siedmiu barw? Nie. Newton w ogóle nie opublikował swego koła drukiem, był na to o wiele za, hmm... oszczędny. Przynajmniej w czarno-białym, które opublikował, mógł przecież sobie pozwolić na bardziej szczegółowy podział i szal barw

Nie inaczej podchodzi do nich Goethe, i to nie tylko w teorii. W swoim wydrukowanym w kolorze kole barwnym nie mógł przedstawić ciągłego przechodzenia jednej barwy w drugą. Zrobił to natomiast na rysunku odręcznym. Ilustracja 9 przedstawia akwarelę, którą osiemdziesięcioletni Goethe namalował 5 lutego 1829 roku. Archiwiści w Weimarze mylnie nazwali ją *Ośmiokęściowe koło barwne*. Proszę policzyć: ile kolorów chciał pokazać nam Goethe?

KOŁO BARW GOETHEGO W ŚWIELE JEGO WŁASNEJ O BARWACH NAUKI

Goethe stworzył swe koło barw, by zaprowadzić porządek w chaosie świata barw i czytelnie przedstawić własne teorie. Ma ono niewiele wspólnego ze spektrum Newtona. Po prawej, na ilustracji 10 widać nieoficjalną, próbną wersję koła z ilustracji 7. Rysunek nosi enigmatyczny tytuł *Symboliczne przybliżanie magnesu* i sugeruje, że Goethe starał się przypisać barwom strukturę dwubiegunową, taką samą, jaka istnieje przy zjawiskach magnetycznych zachodzących w polu pomiędzy północnym a południowym biegunem magnetycznym.

Dwa równorzędne bieguny, pomiędzy którymi zawiera się cały świat barw, to dla Goethego białe światło i czarna ciemność. Zjawiska kolorystyczne biorą w nich swój początek, powstając w obecności elementów przyćmiewających, tak jak mleczne szkło, mgła, mętna woda, cienki papier. Czynniki te utrudniają przepływ światła, jednocześnie go nie blokując. Goethe proponuje dwa sposoby wyczarowywania kolorów: patrzeć w ciemność przez półprzeźroczystą, podświetloną substancję, aby zobaczyć niebieskość; patrzeć w światło przez niepodświetloną półprzeźroczystą substancję – by zobaczyć żółć.

To pierwsze zdarza się choćby w górach porośniętych ciemnym lasem, który w dni o niewielkiej przejrzystości powietrza z dala wydaje się niebieski. W tym wypadku potrzebnym elementem jest powietrze, które staje na drodze między patrzącym a ciemnością lasu.

Il. 10. *Symboliczne przybliżenie magnezu*. Akwarela Goethego, Jena, 15 listopada 1798

Kiedy patrząc z większym dystansem, zwiększa się też nieprzejrzystość substancji, w wyniku czego góry zbledną, pojaśnią, choć nie utracą błękitnawego odcienia. Jeśli natomiast substancja się rozrzedzi, błękit nasyci się, zmieniając w – jak mówi poeta – „przepiękny fiolet”. Po prawej stronie akwareli Goethego (il. 10) widać barwny pasek, na którym rozgrywają się opisane wyżej efekty kolorystyczne: od jasnobłękitnego na górze, aż po nasyczone fiolet na dole. Czy Goethe ma rację? Kto widział fioletowe góry? Czy niebo nie powinno, jeśli poeta się nie mylił, w wyjątkowo pogodny dzień wydawać się fiołkowe? A zwłaszcza gdy patrzeć na nie z Mount Everestu? Nie bądźmy jednak dla Goethego zbyt surowi; Newton nie znalazł odpowiedzi nawet na pytanie, dlaczego w słoneczne południe niebo jest niebieskie.

Obok Goethe przedstawił kolejny przypadek: wrażenie barwne, jakie powstaje, kiedy patrzymy poprzez element przyćmiewający na światło białe (czyli słoneczne). W ciągu dnia, przy zamglonym powietrzu Słońce wydaje się bladożółte, wieczorem natomiast pomarańczowe (kiedy stoi nisko, dzielą nas od niego dodatkowe warstwy powietrza, czyli nieprzeźroczystość substancji wzrasta). Zdarza się, że ten pomarańczowy przechodzi aż w rubinowo-czerwony, jak widać u góry barwnego paska. (Z punktu widzenia współczesnej fizyki wyjaśnienie Goethego jest absurdalne, preferuje ona posługiwanie się teorią Newtona).

Przyjrzyjmy się teraz czterokrotnie przerwemu owalowi. Jego dwa dłuższe boki już poznaliśmy: to ciemność lub światło,

postrzegane przez element przyćmiewający. Goethe ustawił go tak, że nasilające się zjawiska barwne (fiolet lub rubinowa czerwień) znajdują się na górze, a słabnące na dole (jasnobłękitny lub bladożółty). Układ ten odpowiada kolorystycznym preferencjom poety: im ładniejszy, tym wyżej.

Dalej Goethe łączy obydwa oddzielne zjawiska: wygina i układa obok siebie końce kolorowych rzędów. Na górze miesza nasyczone barwy: fiolet i rubinową czerwień, co sprawia, że stają się one jeszcze bardziej

intensywne, aż przechodzą w upragnioną purpurę. Na dole dzieje się podobnie: jasnobłękitny i bladożółty łączą się w kolor, który według Goethego pochodzi z mieszanina, a według Newtona występuje tylko jako podstawowy: zieleń.

Skoro tylko zdołamy choćby raz prześledzić opisane powyżej procesy, przerwy w owalu zasklepią się i otrzymamy rozciągnięte koło kolorów o analogicznym porządku jak oficjalne koło Goethego (il. 7).

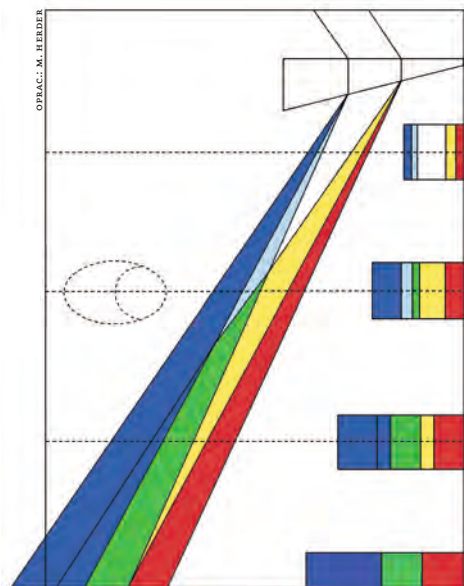


KLASSIK STIFTUNG WEIMAR/HERZOGIN ANNA AMALIA BIBLIOTHEK

Newtonowskie pary kolorów: czerwony i żółty, tudzież ciemnoniebieski i błękitny pojawiają się w obu widmach, choć na różnych pozycjach. Zielony w ogóle nie występuje w drugim widmie, zamiast niego pojawia się nowy kolor, którego u Newtona brak i który według niego nie mógł istnieć jako kolor podstawowy – purpura. I był to, nawiasem mówiąc, ulubiony kolor Goethego.



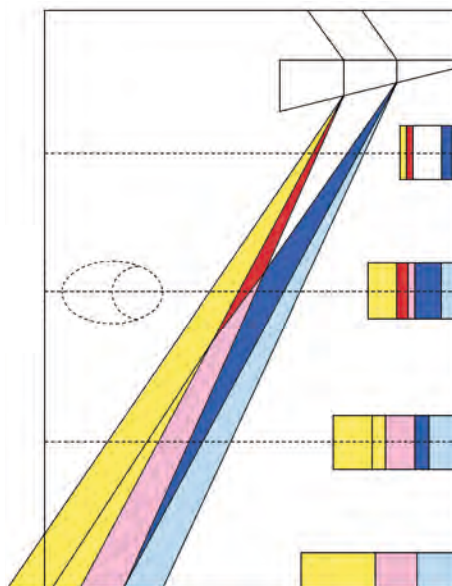
Il. 11. Purpura – ulubiony kolor Goethego. Nie pojawia się w spektrum Newtonowskim; powstaje dopiero przy – jakby to wyrazić – współudziale ludzkiego ducha. U Newtona możemy zakładać występowanie purpury pomiędzy czerwonym a ciemnoniebieskim, natomiast u Goethego zajmuje ona centralne miejsce spektrum.



Il. 12

Goethe z trudem ukrywa uczucie tryumfu, kiedy komentuje przebieg swojego doświadczenia: „Zjawiska te zachodziły u mnie dokładnie tak samo. To, co słusznym było w wyjaśnieniu pierwszego, wydało się właściwe i przy drugim. Stąd wyciągnąłem konkluzję, że jeśli [Newtonowska – O. M.] szkoła skłonna była twierdzić, że biały obraz na czarnym tle poprzez refrakcję zostaje rozniesiony, pocięty, rozbity na barwy, przyznać musiała by i przyznać miałyby powinność, że czarny obraz poprzez załamanie na sposób podobny rozproszy się, podzieli, roztrzaska”¹.

¹ J. W. Goethe, *Die Schriften zur Naturwissenschaft*, cz. I, t. 7, Weimar 1947, s. 86, przekład tłum.



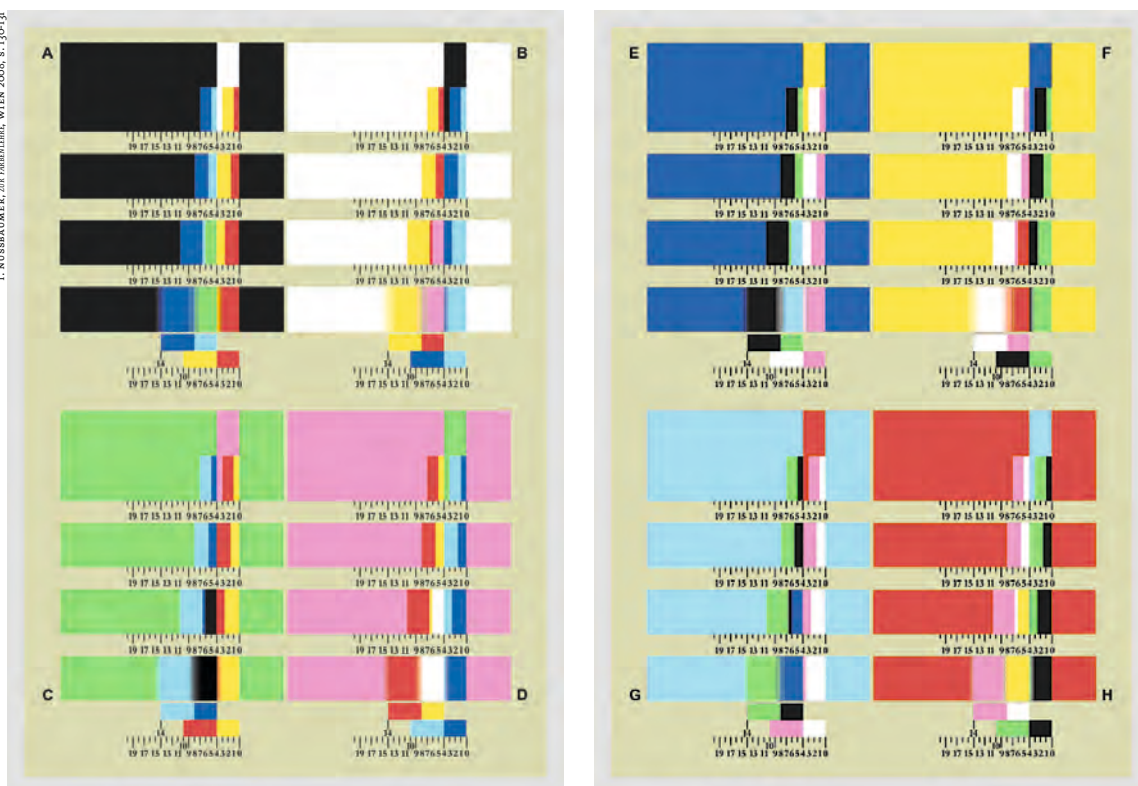
Il. 13

REMIS TEORII

Mamy zatem dwie teorie kolorów. Według Newtona barwy spektralne są zawarte w świetle słonecznym, według Goethego można zaobserwować coś całkiem przeciwnego i za ryzykować stwierdzenie, że wszystkie barwy (spektrum komplementarnego) są zawarte w ciemności. Aby sprawdzić tę teorię w praktyce, możemy, analogicznie jak Newton, skupić kolory widma komplementarnego na białym tle. Uzyskamy czarną plamę (synteza czerni). Ciemność i czerni są zatem złożone, zgodnie z teorią, z promieni o różnych kolorach.

Goethe nie podpisuje się pod tą tezę, proponuje ją jedynie na użytek argumentu, by przez prezentację równorzędnej alternatywy podważyć absolutne panowanie teorii Newtona. Nie uważa obu teorii za równie dobre, lecz równie nietrafione. W jego mniemaniu kolory nie powstają ani ze światła białego, ani z czerni, lecz z *p r z e n i k a n i a* się, z gry ciemności i światła przy obecności elementu przyćmiewającego. (Trudno dziś sprecyzować, co dokładnie miał w tym wypadku na myśli).

Podstawowy eksperyment Newtona (il. 12) i przeciwny eksperyment Goethego (il. 13) – pojawianie się kolorów po załamaniu światła w pryzmacie, zależne od odległości między pryzmatem a tablicą. Rysunki są oparte na ilustracjach Goethego, lecz jako że oryginały wyblakły, musieliśmy odtworzyć kolory na nowo. Interesująca jest pozycja części tła (tablicy), na które pada rozszczepiona wiązka światła – miejsce zaznaczone owalem. To punkt, w którym Newton zarejestrował swoje spektrum; w nim w obu przypadkach szczególnie wyraźnie są widoczne niuanse barwne.



Il. 14. Pojawianie się barw w widmie Newtona (tabl. A) i w widmie Goethego (tabl. B). Barwy z sześciu eksperymentów Ingo Nussbaumera (tabl. C, D, E, F, G, H). Na każdej tablicy widać w górnej części: punkt wyjściowy (na przykład dla tabl. A – biała plama świetlna w czarnym otoczeniu). W rzędach poniżej znajdują się widma powstające po refrakcji w pryzmacie, dostrzeżone lub sfotografowane. W górnych rzędach widać spektra „klasyczne”, powstające przy niewielkiej odległości od pryzmatu, poniżej ich rozwijanie się w miarę oddalania się od pryzmatu. Trzeci rząd przedstawia spektrum uzyskane przy odległości stosowanej w ciemni przez Newtona.

Jeśli jednak do wyjaśniania eksperymentów z rozszczepianiem światła możemy się posłużyć aż dwiema równoprawnymi teoriami, co będzie, jeśli okaże się, że może być ich jeszcze więcej?

Aby to sprawdzić, wiedeński malarz i eksperymentator Ingo Nussbaumer przeprowadził niedawno szereg doświadczeń, radykalizując tok myślenia Goethego. Jak widzieliśmy, Goethe zamienił rolami światło i ciemność – Nussbaumer próbuje rozpostrzeć całą paletę kolorów. Interesuje go pytanie: co się stanie, jeśli zastąpimy światło białe żółtym, a czerń ciemnoniebieskim – jego kolorem komplementarnym? I co, jeśli następnie zamienimy je rolami? I jakie wyniki uzyskamy, posługując się innymi parami kolorów komplementarnych?

SZEŚĆ NOWYCH WIDM

Wyniki serii eksperymentów Nussbaumera zapierają dech. Przy każdym z podjętych doświadczeń powstają widma barwne, zawsze inne i za każdym razem pojawia się w nich nowy „kolor” – biały albo czarny.

Wiązka żółtego światła tworzy na ciemnoniebieskim tle spektrum w następujących kolorach:



czarnym, zielonym, błękitnym, białym, purpurowym.

Ciemnoniebieska wiązka na żółtym tle tworzy widmo w kolorach:



białym, purpurowym, czerwonym, czarnym, zielonym.

Podobne zjawisko występuje przy użyciu innych par kolorów komplementarnych. Oto cztery inne widma barwne, które otrzymał malarz:



cd. artykułu na s. 14

Il. 15.
Wodny
pryzmat
Goethego



KLASSIK STIFTUNG WEIMAR/HERZOGIN ANNA AMALIA BIBLIOTHEK

PRYZMAT WODNY GOETHEGO

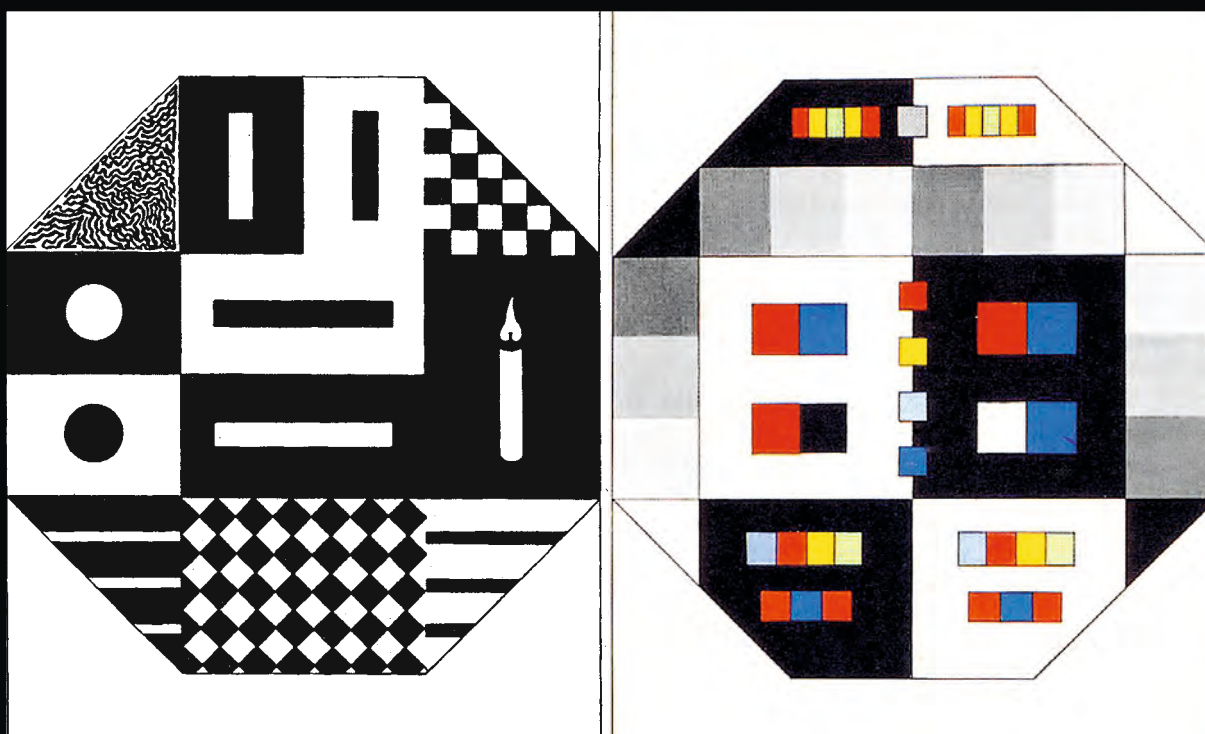
Ilustracja 15 przedstawia pusty pryzmat o wysokości 34 centymetrów. Goethe sam zlecił jego wykonanie i używał go do swych eksperymentów. Takie pryzmaty napełniano wodą; niesłychanie ułatwiały one doświadczenia, zastępując niewielkie pryzmaty szklane. Przy subiektywnych eksperymentach można przezeń patrzeć obojętnie, co decyduje o dokładności i komforcie oglądu (nie trzeba, jak przy małym szklanym pryzmacie, zmrużyć jednego oka). Dodatkowo, przy obiektywnych eksperymentach można pozwolić sobie na znacznie większe optyczne konstelacje. Dlaczego nie produkowano wówczas szklanych pryzmatów w tak dużych rozmiarach? Byłyby za ciężkie, za mętne i za drogie. Newton, nawiasem mówiąc, także posługiwał się pryzmatem wodnym.

TABLICE GOETHEGO JAKO CZĘŚĆ SPRZĘTU DO EKSPERYMENTÓW

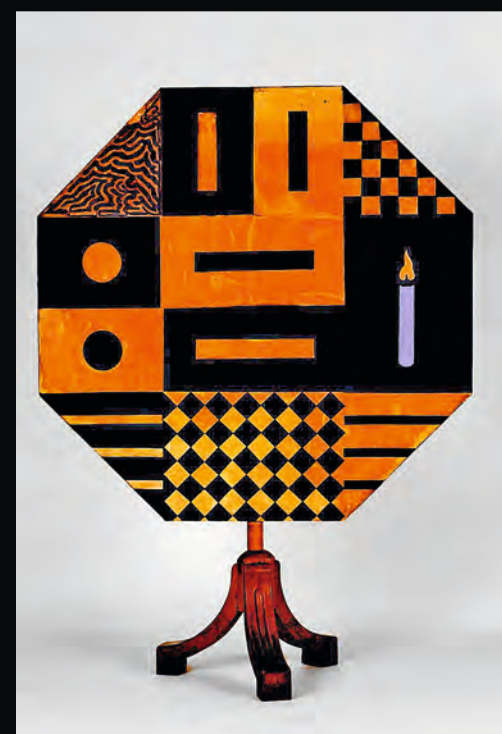
Liczne eksperymenty Goethego kończą się na przyglądaniu się określonym tablicom przez pryzmat. Goethe musiał go długo szlifować, zanim uznał za odpowiadający jego przedstawieniu (patrz na przykład tablice 2a i 3, il. 16). Za ich pomocą można obserwować sytuacje optyczne w uporządkowanej, systematycznej kolejności. Goethe nie zważał na koszty druku, byleby dostarczyć swoim czytelnikom materiałów dla własnych eksperymentów. Jak wyobrażał to sobie, pokazuje ilustracja 16 (tablica z edycji *Farbenlehre* i ta sama, już wyblakła tablica będąca integralną częścią eksperymentalnego sprzętu Goethego). Pierwotnie Goethe planował każdemu nabywcy swojej *Farbenlehre* dostarczyć wraz z dziełem także pryzmat, ale zbuntował się przeciw-

ko temu udręczony wydawca. Tym usilniej nalegał Goethe na swych czytelników, by zechcieli się osobiście zapoznać z wątpliwymi eksperymentami. Proszę spróbować samemu – wystarczy rozebrać jakąś nieużywaną lornetkę lub stary mikroskop, których i tak Państwo od dawna nie używają, i wyjąć z nich jeden z pryzmatów. Proszę spojrzeć przez pryzmat na prawą czerwono-niebieską smugę na czarnym tle w ilustracji 16. Jeśli Państwo trzymają pryzmat tak, by pola chromatyczne przesuwwały się pionowo, widzą Państwo dokładnie to, co zakładał Newton w swojej teorii: niebieska smuga jest o wiele silniej przesunięta niż czerwona. Teraz proszę spojrzeć na lewą czerwono-niebieską smugę na białym tle. Niespodzianka: nagle odwracają się relacje! (Zadanie domowe dla pilnych czytelników: jak Newton wyjaśniłby ten fenomen?)

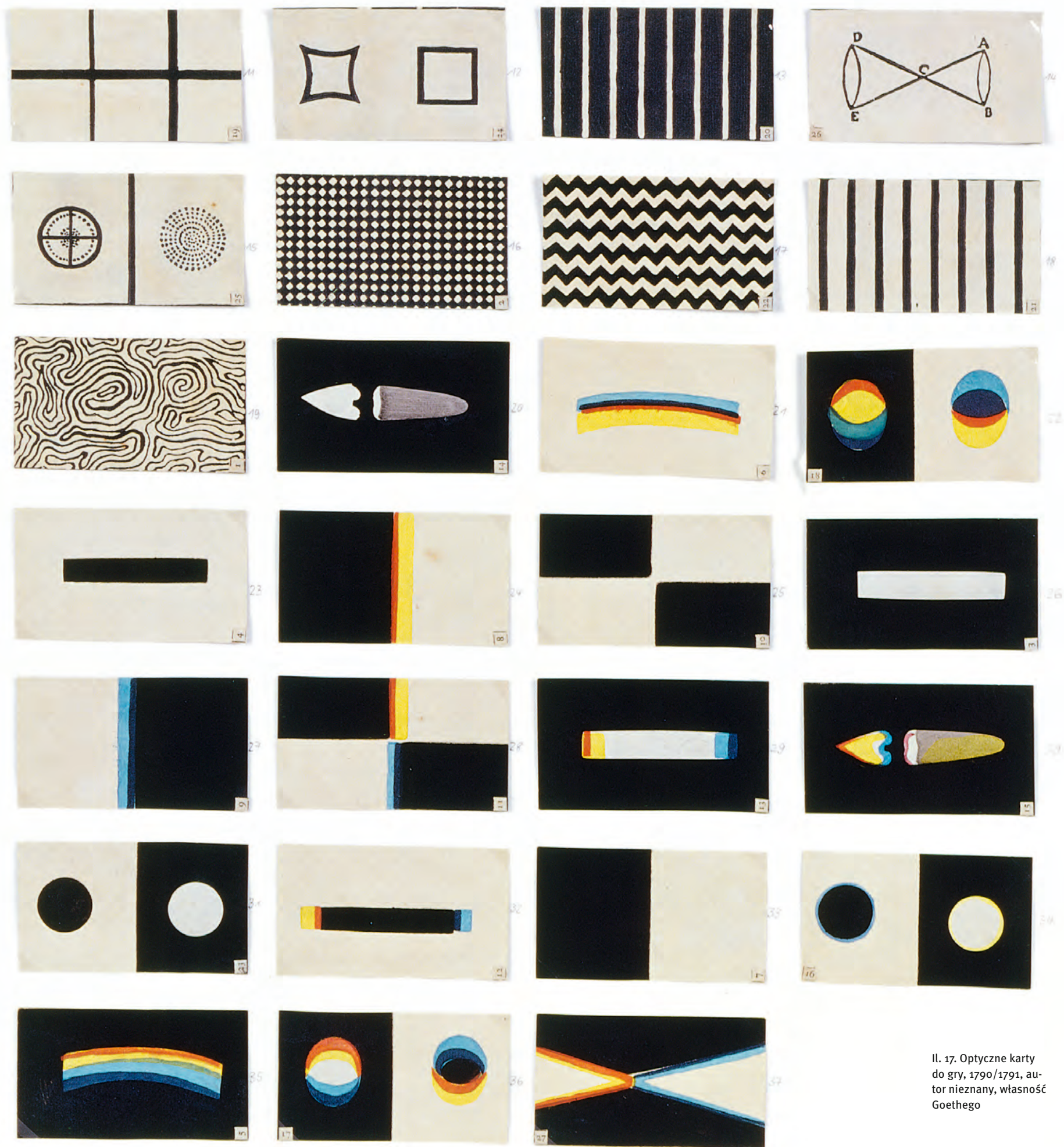
Il. 16. Od lewej:
Tablica 2a
Goethego;
Tablica 3
Goethego;
Tablica 2a
Goethego jako
część ekspery-
mentu



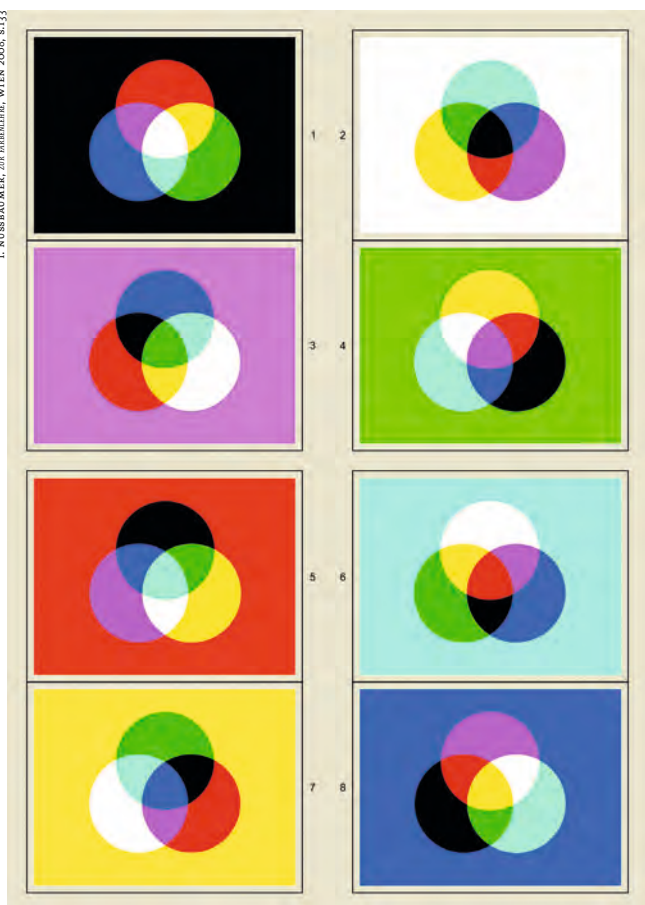
J. W. GOETHE, DIE SCHRIFTEN ZUR NATURWISSENSCHAFT, LEOPOLDINA-AUSGABE, WEIMAR 1947



KLASSIK STIFTUNG WEIMAR/HERZOGIN ANNA AMALIA BIBLIOTHEK



Il. 17. Optyczne karty
do gry, 1790/1791, au-
tor nieznan, własność
Goethego



Il. 18. Dwa znane i sześć nowych sposobów mieszania (nakładania) barw. W wypadku mieszania addytywnego różnobarwne promienie świetlne zostają nałożone na siebie. W ten sposób, dysponując światłem w kolorze czerwonym, żółtym i ciemnoniebieskim, możemy stworzyć wszystkie inne kolory (tabl. 1). Nakładając czerwień na zieleń, uzyskamy kolor żółty; dodając zieleń do ciemnoniebieskiego – błękit. Biel otrzymamy jako sumę czerwieni, zieleni i ciemnoniebieskiego. Nawiasem mówiąc, na podstawie kompozycji addytywnej funkcjonują kolorowe monitory.

Mieszanie subtraktywne jest nam znane z malarstwa. Tu mamy do czynienia z łączeniem pigmentów, które jakby odbierają sobie wzajemnie światło. Stąd wyniki

NOWE REGUŁY MIESZANIA KOLORÓW
Wyżej opisane wyniki znajdują zastosowanie nie tylko w teorii. Są w stanie zrewolucjonizować nasze pojęcie o mieszanii barw. Dotychczas znane nam są dwa schematy mieszania barw: addytywny i subtraktywny. Ten pierwszy opiera się na spektrum Newtonskim, a drugi na widmie Goethego (il. 18, tabl. 1 i 2).

Co się stanie, jeśli wykorzystamy do mieszania sześć innych widm? Wypróbował to Ingo Nussbaumer. Wyświetlił barwy swych pozaporządkowych widm i zmieszał w odpowiednich warunkach kolorystycznych otoczenia. Syntezy żółcieni i ciemnoniebieskiego, o których była wcześniej mowa, są tylko pierwszymi wynikami owych nieortodoksyjnych reguł mieszania kolorów, a zarazem czubkiem tęczowobarwnej góry lodowej.

Szczegóły przedstawiają tablice 3-6 na il. 18. Kto się im przyjrzy, popadnie w zdumienie: światem naszych barw rządzi skomplikowana, systematyczny porządek o niezwyklej urodzie. Jakimi sposobami nasza percepcja i mózg tworzą te cudowne struktury – nie wiemy. To przedmiot badań z zakresu fizjolo-

mieszania subtraktywnego są z reguły ciemniejsze niż poszczególne użyte składniki (tabl. 2). Błękit i żółty mieszane subtraktywnie dadzą zieleń; rezultatem połączenia błękitu, żółtego i purpury będzie czerń. Ten rodzaj mieszania jest dokładnym przeciwieństwem addytywnego, jego negatywem kolorystycznym. Odkrycie Goethego bierze się z faktu, że wynik mieszania subtraktywnego można uzyskać nie tylko przez zastosowanie pigmentów, ale także przez nakładanie barwnego światła ze spektrum Goethego. Podczas mieszania kolorowego światła spoza porządkowych widm Nussbaumera uzyskujemy sześć kolejnych sposobów mieszania barw (tabl. 3-8).

gii zmysłów. Do odkrycia tych zadziwiających struktur nie były potrzebne żadne skomplikowane urządzenia. Wystarczył „najdoskonalniejszy instrument”, jaki według Goethego posiadamy: oczy.

Szczęśliwym zbiegiem okoliczności ktoś potraktował poważnie rozważania Goethego i za ich pomocą kontynuuje badania – to szczęście i zarazem niewielka sensacja.

TLUMACZENIE Z NIEMIECKIEGO: SYLWIA TRZASKA

WYBRANA LITERATURA:

- J. W. Goethe, *Farbenlehre* [w:] tegoż, *Die Schriften zur Naturwissenschaft*, H. I, Bd. 4-7, Weimar 1947.
- O. Müller, *Goethes philosophisches Unbehagen beim Blick durchs Prisma*, [w:] *Farben*, hrsg. S. Glasauer, J. Steinbrenner, Frankfurt 2007, s. 64-101.
- I. Newton, *A New Theory About Light and Colours*, „Philosophical Transactions of the Royal Society” 1671/72, no. 80.
- I. Newton, *Optics: or A Treatise of the Reflections, Refractions and Colours of Light* [w:] tegoż, *Opera quae extant omnia*, Stuttgart 1964.
- I. Nussbaumer, *Zur Farbenlehre. Entdeckung der unordentlichen Spektren*, Wien 2008.

Wszystkie nowo odkryte widma Nussbaumer określa jako pozaporzędkowe, chociaż tworzą one przecież zadziwiający porządek (il. 14, tablice C do H).

Ten, kto przyznał rację pierwotnemu dowodowi Newtona, musi pójść za jego logicznym tokiem rozumowania i stwierdzić, że na przykład światło żółte albo ciemnoniebieskie zawiera wszystkie inne kolory swojego widma. Sprawdzenie teorii w praktyce przebiega dokładnie tak samo jak w wypadku eksperymentu Newtona i przeciweksperymentu Goethego. (Jego wynikiem będzie synteza żółcieni albo ciemnoniebieskiego – oczywiście w wypadku wybrania do eksperymentu wymienionych powyżej barw).

KARO, KIER, PIK I TREFL – A DO TEGO GZY NEWTONA

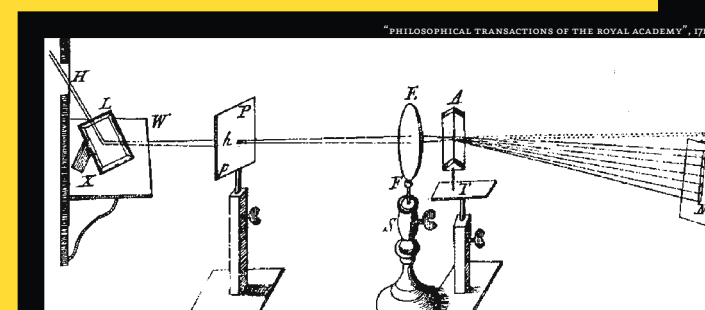
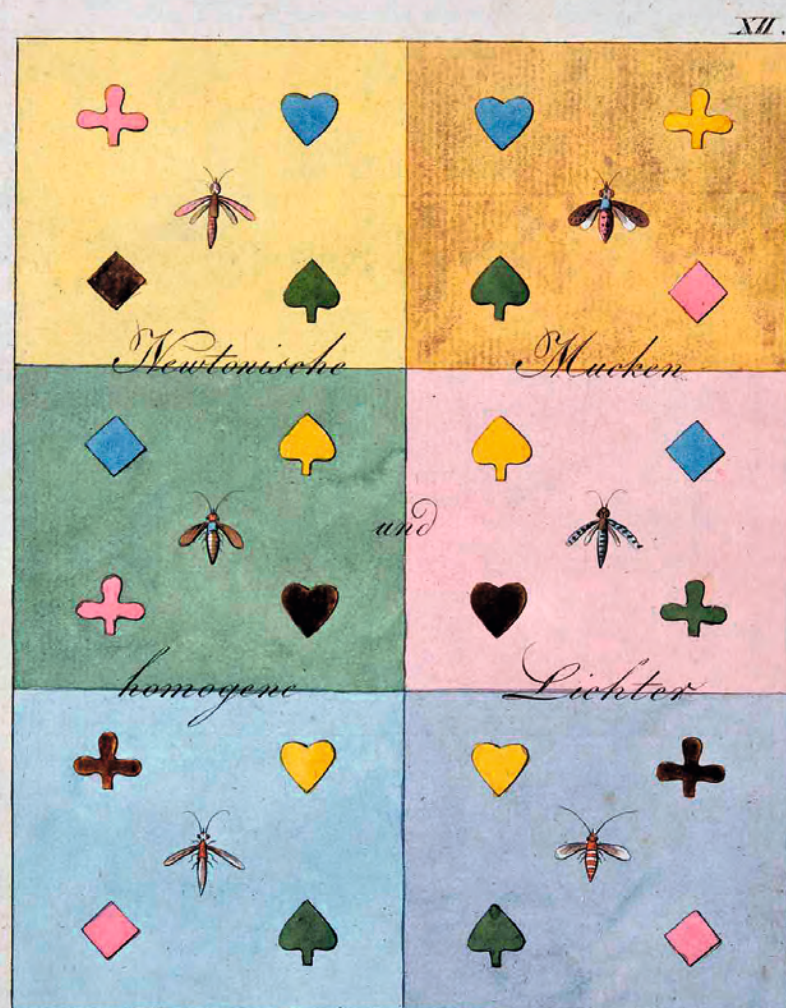
Ilustracja 19 przedstawia pierwotną wersję dwunastej tablicy Goethego. Autor polemizuje nią z czternastą próbą z pierwszej części pierwszej książki *Optyki*, w której Newton przygląda się „muchom i inszym małym przedmiotom” poprzez pryzmat, to przy heterogenicznym świetle słonecznym, to przy jednorodnym. Newton spostrzegł, że przy świetle homogenicznym nawet najdrobniejsze szczegóły nie tracą ostrości, podczas gdy przy słonecznym krawędzie się zacierają.

Powodem tego jest rozpraszalność heterogenicznego światła, które na nie pada i w dużej części zostaje przez nie odbite. Goethe powtarza ów eksperyment i umieszcza rysunki much na sześciu planszach barwnych. „Popatrzymy na nie poprzez pryzmat, a rozmyją się kontury i kanty” – triumfuje poeta. Czy przy okazji odrobinę nie oszukuje? Newton w opisie doświadczenia wyraźnie tłumaczy, w jak skomplikowany sposób uzyskujemy światło homogeniczne; potrzebne są przesłony, lustro, soczewki, pryzmaty i tak dalej (il. 18). Nie wystarczy, jak Goethe, namalować sześć

barwnych pól, ponieważ w tym wypadku, poeta, mimo że dobrze znał wskazówki Newtona, zagrał trochę za wysoko. Z grą o wysoką stawkę kojarzą się symbole, których użył: pik, karo, kier i trefl – był to prawdopodobnie żartobliwy ukłon w stronę warsztatu, w którym drukował tablice, słynącego z produkcji kart do gry.

Symbole te mają przeważnie inne kolory niż w kartach. Dzięki temu tworzą się nowe konstelacje barwne, które, widziane przez pryzmat, prezentują najrozmaitsze widma – widma poza porządkowe! Chociażby: ciemnoniebieski kier na żółtym tle w górnej lewej części daje ten sam rezultat, co drugi eksperyment Nussbaumera (s. 11, i tablica F na il. 14). Podobnie zielony trefl na tle purpurowym (tablica D na il. 14).

Czy Goethe w swoich obserwacjach antycypuje pozaporzędkowe widma Nussbaumera? Trudno powiedzieć, bo nic o tym nie napisał, jednak przynajmniej ilustracja 19 wskazuje, że miał ku temu przesłanki, i to takie, które fikuśnością kształtów biją na głowę powściągliwe prostokąty malarza.



Powyżej: Il. 18. Newton uzyskuje promień światła jednorodnego: przez otwór w okiennicy H wpada światło słoneczne Si odbija się w lustrze L, przechodzi przez otwór w przesłonie h, pada na soczewkę EF, potem przechodzi przez pryzmat A i stamtąd rozprasza się na wiązki homogeniczne. Skomplikowane!

Po lewej: Il. 19. *Gzy Newtona i światła jednorodne*. Tablica nr 12 Goethego, próbnie pokolorowana odbitka (grafika: J. C. E. Mueller, kolor K. F. C. Steiner)