



TOMASZ
ROŻEK

 **Nauka**
to lubię
*Od ziarnka
piasku do
gwiazd*

tvn

dzień
dobry
tvn

TOMASZ
ROŻEK

Nauka
 **to lubię**
*Od ziarnka
piasku do
gwiazd*



TOMASZ ROŻEK (ur. 1976) – dziennikarz naukowy, doktor fizyki. Artykuły popularnonaukowe publikował m.in. w „Rzeczpospolitej”, „Wiedzy i Życiu”, „Gazecie Wyborczej”, „Przekroju” czy „National Geographic Polska”. Kierownik działu Nauka i Gospodarka w tygodniku „Gość Niedzielny”. Autor programu „Kawiarnia Naukowa” emitowanego w TVP Kultura. Współpracuje z telewizją TVN: przybliża zagadnienia naukowe w sobotnim programie „Dzień dobry TVN”. Założyciel stowarzyszenia Śląska Kawiarnia Naukowa. W 2008 roku otrzymał tytuł „Popularyzatora nauki” przyznawany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz PAP. Autor książki *Nauka – po prostu. Wywiady z wybitnymi* (2011), uznanej przez Instytut Książki, redakcję czasopisma „Nowe Książki” oraz Warszawski Festiwal Nauki za najlepszą publikację popularnonaukową w sezonie wydawniczym 2010/2011. Mieszka na Śląsku z żoną Anną i siedmioletnimi bliźniętami: Zuzią i Jasiem.

TOMASZ
ROŻEK

Nauka



to lubię

Od ziarnka piasku

do gwiazd

Ilustracje:

ALEKSANDRA NAŁĘCZ-JAWECKA

TOMASZ KĘDZIERSKI



TEKST © GRUPA WYDAWNICZA FOKSAL, MMXII

WYDANIE I

WARSZAWA

Moim Kochanym dzieciom
Chciałbym, żebyście zawsze do mnie przychodzili pytać...

Tata

SPIS TREŚCI

WSTĘP » 10

ROZDZIAŁ 1

Kolor, co to takiego? » 13

CIEKAWOSTKI

Bioniczne oko » 22

Widzieć muzykę » 24

Światło żywi... » 26

1 DIALOG

Kolor jesieni » 28

EKSPERYMENT

Jak wymieszać kolory? » 30

ROZDZIAŁ 2

Dźwięki uchem fizyka » 33

CIEKAWOSTKI

Muzyka zer i jedynek » 42

Ryby głosu nie mają... » 44

Dziecko płacze w języku matki » 46

2 DIALOG

Uszy mogą widzieć? » 48

EKSPERYMENT

Jak „zobaczyć” dźwięk? » 50

ROZDZIAŁ 3

Łatwiej się schłodzić niż ogrzać » 53

CIEKAWOSTKI

*Jak wysoką temperaturę można
wytworzyć na Ziemi?* » 64

Co zamrznie najpierw? » 66

Co z ociepleniem klimatu? » 68

3 DIALOG

Upał na Wenus » 70

EKSPERYMENT

*Co się dzieje z gazem
po ogrzaniu?* » 72

ROZDZIAŁ 4

Mydło myje, ściereka ściera, antybiotyk... wymiata » 75

CIEKAWOSTKI

Kranówka zdatna do picia » 84

Brud to zdrowie? » 86

Powierzchnia samoczyszcząca » 88

4

DIALOG

Jak prać, żeby wyprać? » 90

EKSPERYMENT

Jak zrobić dziurę w wodzie? » 92

ROZDZIAŁ 5

Fizyk w kuchni » 95

CIEKAWOSTKI

Geny goryczy » 104

Nos i język z krzemu » 106

Wędliny czy lekarstwa? » 108

5

DIALOG

Jajecznicza na teflonie » 110

EKSPERYMENT

Po co w cieście drożdże? » 112

ROZDZIAŁ 6

Jak budować zamki z piasku? » 115

CIEKAWOSTKI

Jak powstają wydmy? » 124

Czy wydmy potrafią śpiewać? » 126

Jak mieszać... żeby wymieszać? » 128

6

DIALOG

Co to jest piasek? » 130

EKSPERYMENT

Złamana czy w całości? » 132

ROZDZIAŁ 7

Kontynenty jak tratwy » 135

CIEKAWOSTKI

Ciepłej przed trzęsieniem » 146

Czy Polska może się zatrzęść? » 148

Plusk, i powstało morze » 150

7

DIALOG

Raz ogrzeją, raz ochłodzą » 152

EKSPERYMENT

Jak ruszyć kontynenty? » 154

ROZDZIAŁ 8

Obłąd (z) czasem » 157

CIEKAWOSTKI

Samoa: raz tu, raz tam » 166

Wścibscy fizycy » 168

Kto szybszy? » 170

8

DIALOG

Wskazówki w lewo, wskazówki w prawo » 172

EKSPERYMENT

Jak zrobić zegar słoneczny? » 174

ROZDZIAŁ 9

Latawiec, lotnia, samolot » 177

CIEKAWOSTKI

Skok (prawie) z kosmosu » 186

Samolot przyszłości » 188

Cygara wracają do łask » 190

9

DIALOG

Jestem, choć mnie nie widać » 192

EKSPERYMENT

Domowy „poduszkowiec” » 194

ROZDZIAŁ 10

Pogoda nas przerasta » 197

CIEKAWOSTKI

Kręcenie pogodą » 206

Nieziemska pogoda » 208

Czy piorun przyniósł życie? » 210

10

DIALOG

Czasami lepiej zostać w domu » 212

EKSPERYMENT

Czarodziejski balon » 214

ROZDZIAŁ 11

Śnieg – magia kształtów » 217

CIEKAWOSTKI

Kryształ wikingów działa! » 226

Komety przyniosły nam wodę » 228

Ciekła woda zimniejsza niż lód » 230

11

DIALOG

Śnieg z armaty » 232

EKSPERYMENT

Wyhoduj sobie kryształ » 234

ROZDZIAŁ 12

Mgła niezwykłych kropelek » 237

CIEKAWOSTKI

Dlaczego przez mgłę nic nie widać? » 246

Jak się tworzy deszcz? » 248

Wiatr w łaskach » 250

DIALOG

Po co nam woda? » 252

EKSPERYMENT

Silnik wodny » 254

ROZDZIAŁ 13

Miejsce Ziemi » 257

CIEKAWOSTKI

Burza magnetyczna » 268

Planeta z waty » 270

Latający pociąg » 272

DIALOG

Ogień północy » 274

EKSPERYMENT

Zbuduj sobie kompas » 276

ROZDZIAŁ 14

Jesteśmy dziećmi gwiazd » 279

CIEKAWOSTKI

Kto pierwszy badał Słońce? » 288

Zgaście światło! » 290

Meteoryt tunguski » 292

DIALOG

Księżyc się urwał » 294

EKSPERYMENT

Jak policzyć gwiazdy? » 296

ROZDZIAŁ 15

Kosmos nie dla ludzi » 299

CIEKAWOSTKI

Winda na orbitę » 308

Operacja w nieważkości » 310

Kosmiczny latawiec » 312

DIALOG

Orbitalne śmietnisko » 314

EKSPERYMENT

Zróbmy sobie raketę » 316

WYKAZ ILUSTRACJI » 318

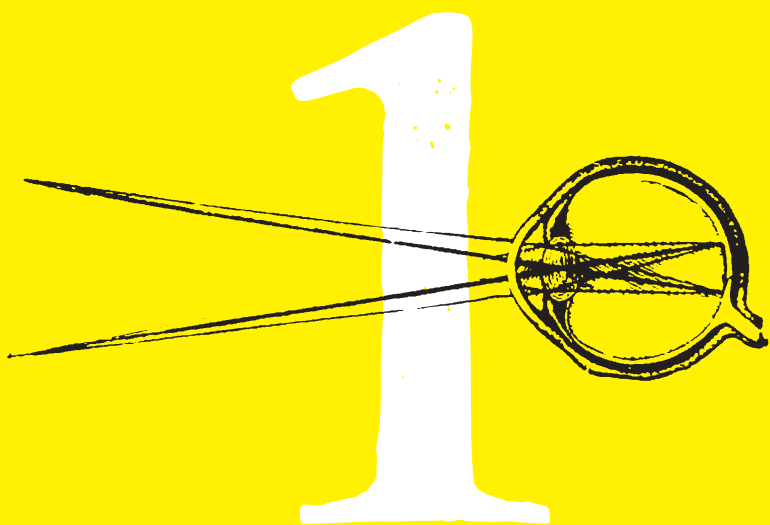
WSTĘP

- ✘ Co różni dorosłego od dziecka? Ciekawość świata. Dziecko pyta o wszystko. Dorosły – z reguły – tylko o to, co jest mu niezbędne.
- ✘ Czemu pomidor jest czerwony? Dlaczego błyskawice mają zygzakowaty kształt? Jak to możliwe, że ciężki samolot lata? Czym różni się lód od śniegu? Dziecko chce to wiedzieć. A dorosły? Najczęściej nawet nie zdaje sobie sprawy z tego, że nie wie. No chyba, że ktoś zapyta. – Co za głupie pytanie! Przecież wszyscy wiedzą, że piasek to... eee... hmm... No właśnie, co to jest piasek? Jak powstaje mgła? Albo chmura? Czy woda może pozostać płynna w ujemnej temperaturze? A liście – po co zmieniają kolor jesienią?
- ✘ Od wielu lat popularyzuję naukę. I ciągle nie mogę zrozumieć, skąd wzięło się głębokie przekonanie niektórych (a właściwie większości) dorosłych, że dziecko rodzi się z konkretnymi predyspozycjami. Że jedni to przyszli matematycy i fizycy, a inni to na pewno rzeźbiarze, malarze i poeci. W końcu są – podobno – i tacy, którzy nie mają żadnych talentów. Swoją drogą ci ostatni to dosyć ciekawa grupa. Słyszałem o nich, ale jeszcze nigdy nikogo takiego nie spotkałem. Każdy człowiek rodzi się po to, by się uczyć, by poznawać. I o ile zostaną mu do tego stworzone warunki, to się rozwija, co dzień zdobywa nową wiedzę.
- ✘ Napisałem książkę dla dorosłych, którzy chcą poznawać świat tak, jak to robią dzieci. Może czasami nieco naiwnie, czasami niedoskonalie, ale na pewno skutecznie.

- ✕ Napisałem książkę dla dzieci, które chcą być traktowane jak dorośli – poważnie. Chcą, by ktoś udzielił im odpowiedzi.
- ✕ Każdy rozdział tej książki składa się z tekstu głównego, w którym staram się możliwie szeroko wyjaśnić opisywane zagadnienie, z ciekawostek i z dialogu dwójki dociekliwych dzieci z Profesorem. Większości tych rozmów doświadczyłem na własnej skórze. Oj, bywało ze mną krucho. Czasami odpowiedzi szukaliśmy razem z dziećmi. To ważne, bo dzieci uważają swoich opiekunów (rodziców, dziadków, nauczycieli) za wszechwiedzących. Dorośli uwielbiają zresztą sprawiać takie wrażenie. Jak czuje się człowiek w towarzystwie kogoś, kto wie wszystko? No właśnie, kiepsko. Myślę, że niewiele rzeczy skuteczniej podnosi samoocenę dziecka niż dochodzenie do sedna wspólnie z dorosłym. Dorosły nie wie wszystkiego, tak samo jak ja musi się uczyć – dla wielu dzieci to będzie istotne odkrycie. Każdy rozdział uzupełniłem też o doświadczenie. Można je z łatwością przeprowadzić za pomocą przedmiotów, które prawie każdy ma w domu.

Miłego czytania i dobrej zabawy

TOMASZ ROŻEK



KOLOR, CO TO TAKIEGO?

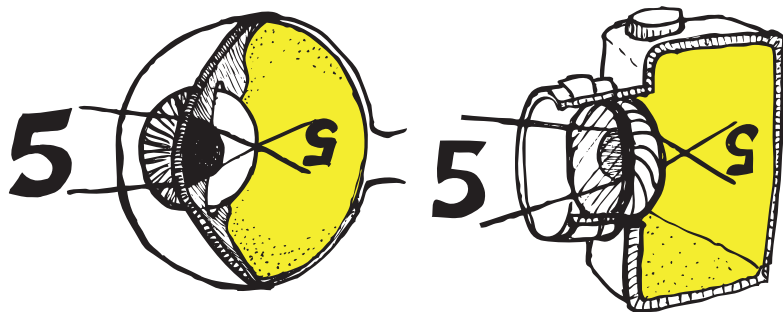
W CIEMNYM POMIESZCZENIU NIE MA KOLORÓW.
TE POWRACAJĄ, GDY POJAWI SIĘ ŚWIATŁO.
TYLKO CO TO WŁAŚCIWIE ZNACZY? DLACZEGO
POMIDOR JEST CZERWONY, A OGÓREK ZIELONY?
DLACZEGO JEŻ ROZRÓŻNIA TYLKO KOLOR BRĄZOWY,
A OWADY TO NAJLEPSI IMPRESJONIŚCI? I CO APARAT
CYFROWY MA WSPÓLNEGO Z NASZYM OKIEM?

- × Światło to fala. Niby jasne, ale co z tego wynika? Każda fala ma swoją długość. Najłatwiej to sobie wyobrazić, patrząc na fale na wodzie. Te mają „górkę” i „dolinę”. Odległość między dwiema „górkami” (albo dwiema „dolinami”) jest nazywana długością fali. Czemu to takie ważne? Cierpliwości, bez tego nie da się zrozumieć, dlaczego widzimy kolory.
- × Falę można łatwo stworzyć samemu, przywiązując długi sznurek jednym końcem na przykład do krzesła albo drzewa, a drugi koniec trzymając w ręku. Gdy poruszamy dłonią góra–dół, na sznurku

powstaje fala. Jeśli machamy ręką szybko, to „górkę” tej fali są bliżej siebie. Fala jest „gęstsza”. Kiedy machamy wolniej, fala robi się „rzadsza”. Raz tworzymy więc falę krótszą (to ta „gęstsza”), a raz falę dłuższą.

Jak widzimy kolory

- ✕ Światło słoneczne, czy takie, którego źródłem jest żarówka, stanowi mieszaninę fal różnej długości. Wyobraźmy sobie, że z tej całej mieszaniny udaje nam się odfiltrować falę tylko jednej długości. Najdłuższa fala, jaką rejestruje nasze oko, ma długość 0,0007 milimetra. Innymi słowy, na dystansie zaledwie jednego milimetra zmieściłoby się ponad 1400 „górek” i ponad 1400 „dolenek” tej fali. Gdy taka fala wpada do ludzkiego oka, jest tam zamieniana na sygnał elektryczny, który komórki nerwowe przekazują do mózgu. I tak naprawdę dopiero od tego momentu można mówić o kolorach. Fale świetlne nie mają zabarwienia. Kolory nadaje mózg. Fali o długości 0,0007 milimetra mózg każdego (zdrowego) człowieka nadaje kolor czerwony. Gdy do oka trafia fala o długości 0,0004 milimetra, mózg nadaje jej kolor fioletowy. Fala fioletowa jest najkrótszą z fal, wychwytywanych przez ludzkie oko. Między falą czerwoną a fioletową są takie, które w mózgu



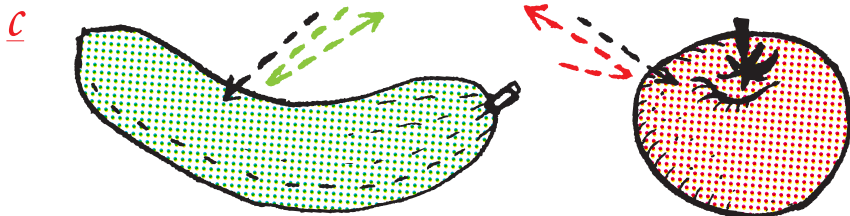


b

FIGURA
NIEMOŻLIWA

„sprawiają wrażenie” koloru pomarańczowego, żółtego, zielonego, niebieskiego i błękitnego (indygo). Fale świetlne różnią się więc od siebie długością.

- ✕ To, co robi ludzki mózg, człowiek potrafił wykorzystać w technice. Cyfrowy aparat fotograficzny działa tak samo jak ludzkie oko *a*. Do wnętrza aparatu światło wpada przez obiektyw (do oka – przez źrenicę) i przechodzi przez soczewki. W oku też znajduje się soczewka. Soczewki skupiają i wystrzają obraz na elemencie światłoczułym. W oku tym elementem jest grupa komórek na siatkówce, w aparacie – tak zwany przetwornik CCD, czyli urządzenie elektroniczne zamieniające światło na prąd elektryczny. Na końcu tej drogi są mózg albo mikroprocesor, które falom odpowiedniej długości nadają kolory.
- ✕ W mózgu nie tylko są nadawane kolory, lecz także powstaje trójwymiarowy obraz tego, co widzimy za pomocą oczu. Ponieważ światło wpada przez dwoje oczu, które są od siebie oddalone, więc do mózgu trafia nie jeden, ale dwa różne obrazy tego samego przedmiotu. Na podstawie tych subtelnych różnic mózg „buduje” trzeci wymiar *b*. Dzięki temu potrafimy dokładnie ocenić nie tylko kształty, lecz także odległości od obiektu. O tym, jakie to ważne, można się łatwo przekonać, oglądając zdjęcia, na których ktoś „oszukał” perspektywę.



Ogórek z pomidorem

- ✘ No tak, wiadomo już, dlaczego widzimy wiele barw, ale nie wyjaśniono, czemu przedmioty mają różne kolory. Dlaczego pomidor jest czerwony, a ogórek zielony? Wszystko przez barwniki.
- ✘ Białe światło padające na pomidora zostanie częściowo pochłonięte, a częściowo odbite. Od powierzchni dojrzałego pomidora odbije się tylko i wyłącznie światło czerwone. Fale o innych długościach (charakterystycznych dla światła pomarańczowego, żółtego, zielonego, niebieskiego i błękitnego) zostaną przez pomidora, a właściwie przez barwniki w jego skórce, pochłonięte. Podobnie jest z zielonym ogórkiem. Nawet jeżeli na jego powierzchnię będzie padało „różnokolorowe światło” (o różnej długości fal), to barwniki w skórce ogórka pochłoną wszystko z wyjątkiem światła zielonego. Gdy patrzymy na pomidora, do naszych oczu trafia więc tylko światło czerwone, a gdy patrzymy na ogórka, tylko światło zielone **C**.
- ✘ Kiedy natomiast widzimy przedmioty czarne? Wtedy, gdy powierzchnia obiektu pochłonie wszystkie fale świetlne i nie odbije niczego. Z kolei przedmioty białe to takie, od których powierzchni odbijają się wszystkie fale. Jedne kwiaty mają białe płatki. Inne są czerwone (maki) albo niebieskie (chabry). Gdy patrzymy na łąkę, do naszych

d



e



f



g

oczu trafiają różne kolory, odbite od różnych obiektów. I dlatego widzimy, że świat jest kolorowy. To widzimy my, ludzie *d*. A co ze zwierzętami?

Koty z psami i ptakami

- ✘ Moglibyśmy się naprawdę zdziwić, wiedząc, jak świat postrzegają niektóre zwierzęta. Ich oczy nieraz są inaczej zbudowane niż ludzkie. Zwierzęcy mózg falom o różnej długości nadaje czasem inne kolory niż mózg człowieka. Poza tym zwierzęce oczy bywają wrażliwe na fale, których ludzkie oko i mózg w ogóle nie rejestrują.
- ✘ Ewolucja nie lubi rozrzutności, bo to powoduje straty energii, a więc mniejsze szanse na przetrwanie. Dlatego zwierzęta widzą tylko to, co powinny widzieć, by przeżyć i wydać zdrowe potomstwo.

Różnice w widzeniu kolorów są gigantyczne, nawet wśród zwierząt tak sobie bliskich jak ssaki.

- ✘ Jeż postrzega świat w odcieniach szarości *e*. Jego mózg nie nadaje kolorów falom różniącym się długością. Z jednym wyjątkiem. Jeże widzą kolor brązowy, bo takiej barwy są ślimaki i dżdżownice. Dzięki temu jeż bez problemu zauważa to, co może zjeść. Cała reszta go w zasadzie nie interesuje.
- ✘ Pies, choć dziś kojarzy się z kanapowcem, jest drapieżnikiem. Ewolucja premiowała osobniki, które z dużej odległości potrafiły dostrzec poruszającą się ofiarę. Dlatego psy są mistrzami w wypatrywaniu niewielkich poruszających się obiektów. Pewne rasy zauważają drobne szczegóły z odległości prawie kilometra. Świat psów nie jest barwny. Zwierzęta te widzą trzy kolory: żółty, niebieski i fioletowy. Cała reszta jest dla nich tylko odcieniem szarości. Może stąd powiedzenie: „pieskie życie”, oznaczające smutną, pełną wyrzeczeń egzystencję.
- ✘ Koty widzą w ciemnościach. No prawie. W zupełnie ciemnym pomieszczeniu kot staje się „ślepy”. Za to świetnie sobie radzi w warunkach, w których człowiek już nic nie widzi. A wszystko dlatego, że kocie oko zostało wyposażone w „lustro”. To zaledwie kilkanaście warstw komórek o właściwościach odbijających, ale dzięki temu nawet najmniejsza ilość światła, która wpadnie do kociego oka, jest odbijana tam i z powrotem, i zwielokrotniana. Jednak coś za coś. W ciągu dnia, gdy słońce jasno świeci, koty widzą gorzej niż ludzie. Wtedy lepiej czują się w zacienionych miejscach.
- ✘ Wydaje się, że koci mózg nie rozróżnia kolorów, za to reaguje na nawet najmniejszy ruch. Podobnie zresztą mózg drapieżnych ptaków *f*. W ich oczach znajduje się znacznie więcej światłoczułych



komórek niż w oku człowieka, dzięki czemu ptaki widzą więcej szczegółów. Ptaki mogą zmieniać kształt całej gałki ocznej (człowiek tego nie potrafi), co pozwala im przybliżyć obraz. Dokładnie tak samo jak w aparacie fotograficznym z funkcją zoom. Jastrzębie umieją powiększyć obraz nawet dwuipółkrotnie. Nic dziwnego, że w czasie lotu są w stanie wypatrzeć mysz z wysokości kilkudziesięciu metrów.

Owad impresjonista

- × Najbardziej od naszego różni się jednak obraz świata owadów *g*. Konstrukcja owadziego oka jest inna niż ludzkiego. Składa się ono z wielu „małych oczek”, *h* tak zwanych omatydów (fasetek). W mózgu owada obrazy z każdego z oczek są łączone w jeden. Dlatego to, co widzi owad, stanowi zbiór kropek i przypomina mozaikę albo

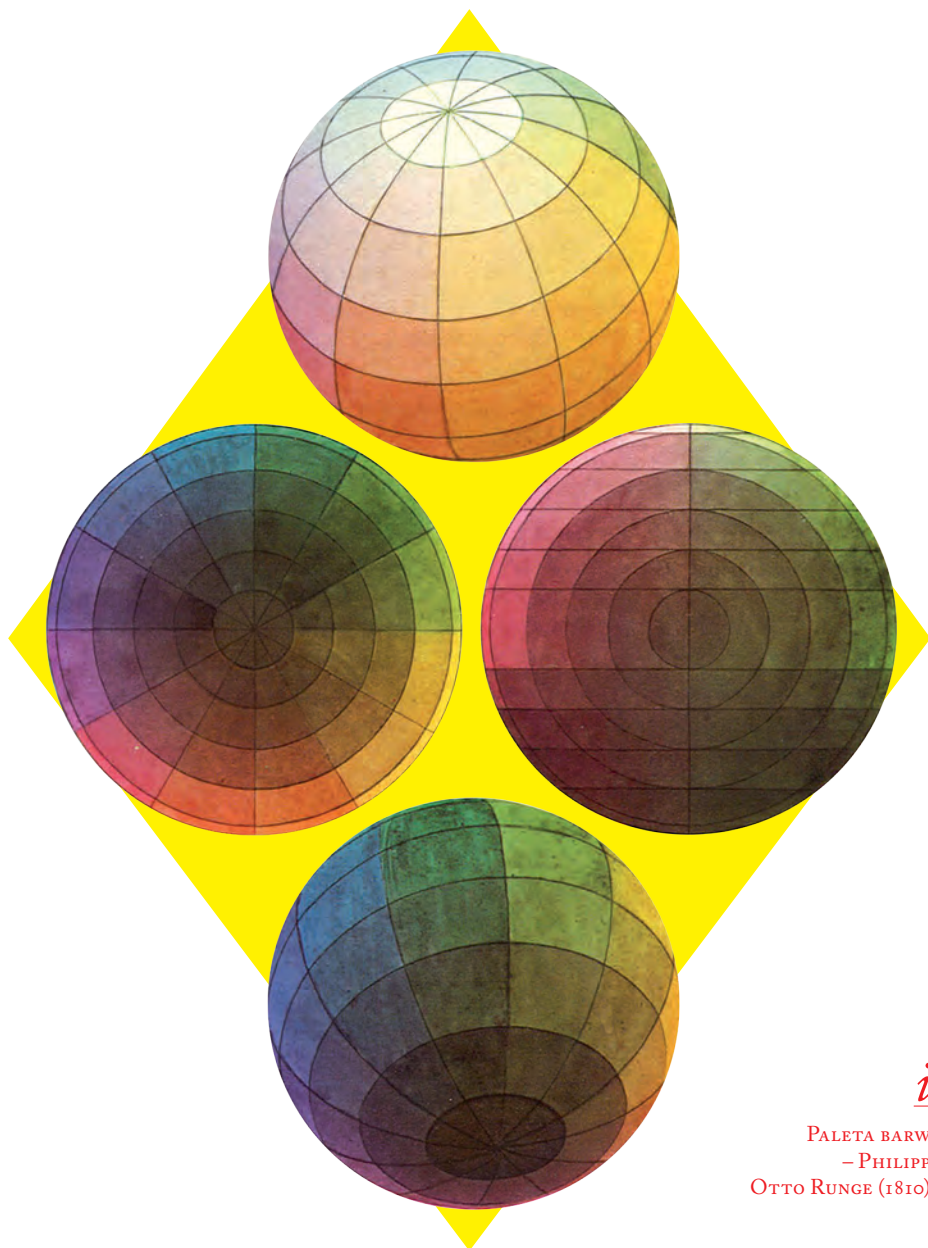
pejzaż namalowany przez impresjonistę. Najlepiej ze wszystkich owadów widzi ważka, bo każde jej oko składa się z kilkudziesięciu tysięcy oczek. Mucha domowa ma kilka tysięcy omatidiów, a mrówka robotnica zaledwie kilka. Jej wystarczy informacja o tym, gdzie jest ciemno, a gdzie jasno. W mrowisku każdy ma ściśle przydzielone zadania. Robotnice wykonują prace fizyczne, a do tego nie potrzeba im sokolego wzroku.

- ✘ Owady widzą świat inaczej niż ludzie nie tylko ze względu na różnice w budowie oczu, lecz także dlatego, że są wrażliwe na ultrafiolet. To, co dla nas jest białe, na przykład płatki pewnych kwiatów, dla niektórych owadów (motyli i pszczoł) może być wzorzyste.

Różnokolorowe postrzeganie

- ✘ Kolory *i* każdy widzi inaczej – zwierzęta, ale także ludzie. Komórki siatkówki są wrażliwe na światło dzięki białkom, które je budują. Te białka nie są jednak u wszystkich identyczne. Z tego powodu to, co dla jednej osoby jest fioletem, dla innej może być różem. To, co dla jednej jest pomarańczem, dla drugiej okazuje się już brązem. Kolory różnie postrzegają także kobiety i mężczyźni. Panie widzą znacznie więcej odcieni niż panowie. I dlatego dla mężczyzny „śliwka” to owoc, a nie kolor.
- ✘ Czy mózg człowieka potrafi interpretować kolory od razu po urodzeniu? Nie wiadomo. Ale wiadomo, że niemowlęta widzą do góry nogami, bo soczewka w oku odwraca obraz. Dopiero w pierwszych tygodniach życia dziecięcy mózg uczy się ten obraz modyfikować. I całe szczęście. Inaczej chodzilibyśmy do góry nogami.

Kolor, co to takiego?



i

PALETA BARW
- PHILIPP
OTTO RUNGE (1810)

BIONICZNE OKO

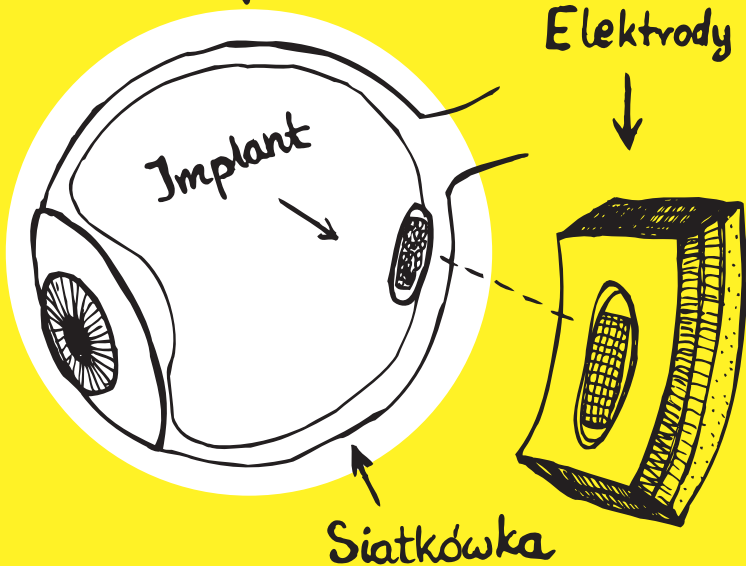
- × Choć ponad trzydzieści lat temu stracił wzrok, dzisiaj znowu widzi. Dla kogoś, kto od trzech dekad żył w całkowitej ciemności, to cud.
- × Brytyjczyk, którego tożsamości nie ujawniono, chorował na zwyrodnienie barwnikowe siatkówki – chorobę genetyczną czasem prowadzącą do ślepoty. Na początku 2009 roku został poddany pierwszej tego typu operacji, w czasie której lekarze z Moorfields Eye Hospital stworzyli mu bioniczne oko. Częściowo jest ono sztuczne, a częściowo prawdziwe. W efekcie zabiegu pacjent zaczął widzieć. Rozróżnia kolory, kształty, odcienie.
- × Obraz jest rejestrowany przez kamerę umieszczoną w okularach, a następnie przetwarzany przez mikroprocesor przytworzony na przykład do paska od spodni. Ten bezprzewodowo wysyła informacje do odbiornika, który znajduje się we wnętrzu gałki ocznej pacjenta. Odbiornik odtwarza obraz na siatkówce chorego. Informacja o obrazie wędruje później nerwem wzrokowym do mózgu. Tam powstaje wrażenie widzenia. Do siatkówki trzeba było wszczepić elektrody, ponieważ zwyrodnienie barwnikowe siatkówki powoduje, że odwzorowany na niej obraz nie zamienia się na sygnał nerwowy.
- × Podobną operację przeszło już kilkanaście osób. Wszystkie one były niewidome

z powodu zwyrodnienia siatkówki. Opisana metoda niestety nie pomoże pacjentom, których ślepota została spowodowana na przykład uszkodzeniem nerwu wzrokowego. Bioniczne oczy dają jednak nadzieję, że z czasem technologia będzie mogła pomóc także innym chorym.





Kamera w okularach



Elektrody

Implant

Siatkówka



WIDZIEĆ MUZYKĘ

- × Czy można poczuć smak głosu lub kolorów, albo zapach wyrazów? Czy można zobaczyć barwy liter, widzieć kształt muzyki, kolor dźwięku? Okazuje się, że średnio jedna na dwieście osób ma takie zdolności.
- × Synestezja to występowanie różnego rodzaju wrażeń zmysłowych pod wpływem bodźca, który powinien działać tylko na jeden zmysł. Tyle definicja, ale co to właściwie znaczy? Dla większości czytających te słowa litery mają znaczenie, o ile łączą się w konkretne wyrazy. Ale być może kilka osób, które kupiły tę książkę, czytając, będzie widziało kolory liter, a może nawet poczuje ich zapach. Nie zapach farby drukarskiej, tylko zapach liter. Litera „u” może pachnieć jak pomarańcza, a „o” – jak czekolada. Wrażenie smaku niektórzy synesteci mogą odczuwać, patrząc na różne kolory. To współodczuwanie jest u nich mimowolne i automatyczne. Może dotyczyć wszystkich zmysłów (słuchu, węchu, smaku, dotyku i wzroku) albo tylko wybranych.
- × Najczęściej spotykane jest tak zwane barwne słyszenie. Podczas słuchania muzyki przed oczami pojawiają się wtedy wrażenia świetlne. Czasem działa to też w odwrotną stronę. Widząc kolory, można usłyszeć przyporządkowane im dźwięki. Co ważne, opisywane zdolności nie zaburzają kondycji psychofizycznej człowieka.
- Innymi słowy, synesteci nie są osobami chorymi. To raczej ludzie obdarzeni nieprzeciętnymi zdolnościami.
- × Jak nauka tłumaczy te zdolności? Na razie nie tłumaczy, a właściwie tłumaczy na wiele sprzecznych ze sobą sposobów. Według najbardziej rozpowszechnionej teorii synesteci rodzą się z dodatkowymi połączeniami w mózgu między obszarami odpowiedzialnymi za różne zmysły. To ważne: rodzą się. Synestezji się nie nabyma, człowiek przychodzi z nią na świat. A właściwie dziedziczy po rodzicach.
- × Synestetą był rosyjski pisarz Vladimir Nabokov. Rzadkie predyspozycje przekazała mu matka. Nabokov ożenił się z również synestetką, a ich syn przejawiał „zmiksowane” zdolności po rodzicach. Z relacji artysty wynika, że dla niego litera „m” zawsze była różowa, a z kolei jego żonie kojarzyła się z kolorem niebieskim. U syna pisarza przyjmowała za to barwę intensywnie purpurową.
- × Synestezję opisał po raz pierwszy, na przełomie XIX i XX wieku, podróżnik i antropolog Francis Galton. Jego badania jednak zignorowano. Uznano, że litery kojarzą się z kolorami osobom o bardzo dobrej pamięci, a zarazem tym, którzy jako dzieci, ucząc się alfabetu, zapamiętali, jakiego koloru były literki w pierwszym elementarzu.
- × Abstrakcyjne postrzeganie świata powoduje, że synesteci mają ogromny potencjał



twórczy. Wielu kompozytorów, poetów, malarzy i rzeźbiarzy najprawdopodobniej odczuwało te same bodźce wieloma zmysłami. Oprócz Nabokova synestetami byli kompozytor Olivier Messiaen (fragmenty swoich utworów określał kolorami) i Aleksandr Skriabin – konstruktor organów, które nie tylko grały, lecz także emanowały barwami odpowiadającymi poszczególnym dźwiękom. Później nazwano je „świelnymi organami”. Kolory i dźwięki równocześnie powstawały także w głowie węgierskiego kompozytora i pianisty, Ferencza Liszta, a rosyjski kompozytor Nikołaj Rimski-Korsakow stworzył nawet „muzyczny alfabet barw”.



ŚWIATŁO ŻYWI...

× ...nie tylko rośliny, lecz także niektóre zwierzęta. Zaczniemy jednak od roślin. W ich liściach, łodygach, a nawet szpilkach znajduje się zielony barwnik – chlorofil. To związek chemiczny, który potrafi wytwarzać elektrony pod wpływem światła słonecznego. Po co roślinom elektrony? Potrzebują ich, by zaszła fotosynteza, czyli proces, w trakcie którego – w skrócie – z wody, dwutlenku węgla i światła powstają cukry i tlen. Tlen jest usuwany do atmosfery, a cukry stanowią pożywienie dla roślin.

× Istnieje wiele gatunków zwierząt korzystających z fotosyntezy, zazwyczaj robią to tylko w początkowej fazie życia. Na przykład w skrzeku ptaków rosną glony, które przeprowadzając fotosyntezę, dostarczają tlen ptakom zarodkom. Światłem potrafi się żywić całkiem spora grupa zwierząt. Nie produkują one jednak chloroplastów, w których chlorofil przeprowadza fotosyntezę, tylko przejmują te minielektrony od glonów. Wiele zwierząt „żyjących się światłem” nie jest w stanie utrzymać pracujących chloroplastów zbyt długo i muszą je co jakiś czas wymieniać. Jedynym znanym ślimakiem, który przez całe swoje życie pobiera energię ze słońca, jest *Elysia chlorotica*. Prawie nic nie je, a jednak żyje. Nie tylko z wyglądu przypomina liść, lecz także funkcjonuje jak roślina. Za młodu objada się glonami

i zatrzymuje w swoim organizmie zawarte w nich chloroplasty. *Elysia chlorotica* – dosłownie – konsumuje światło, a chloroplasty dawniej zjedzonych glonów pracują na niego czy dla niego.

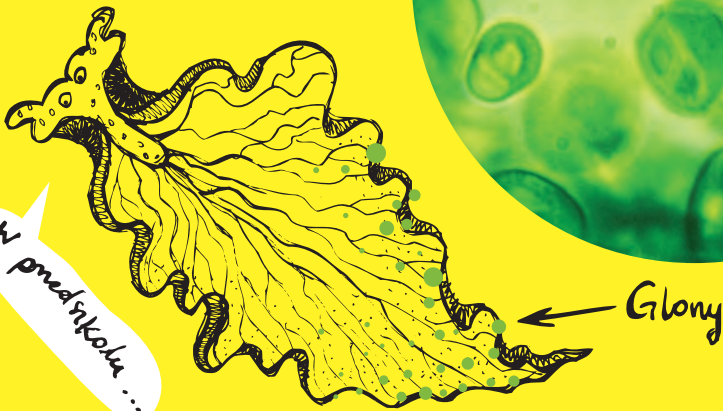
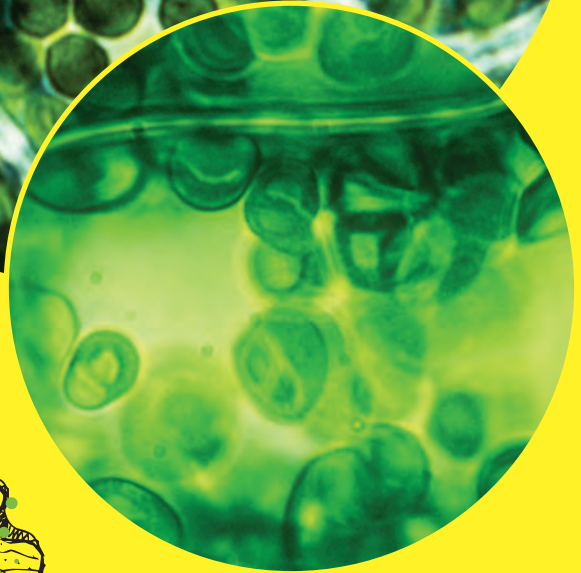
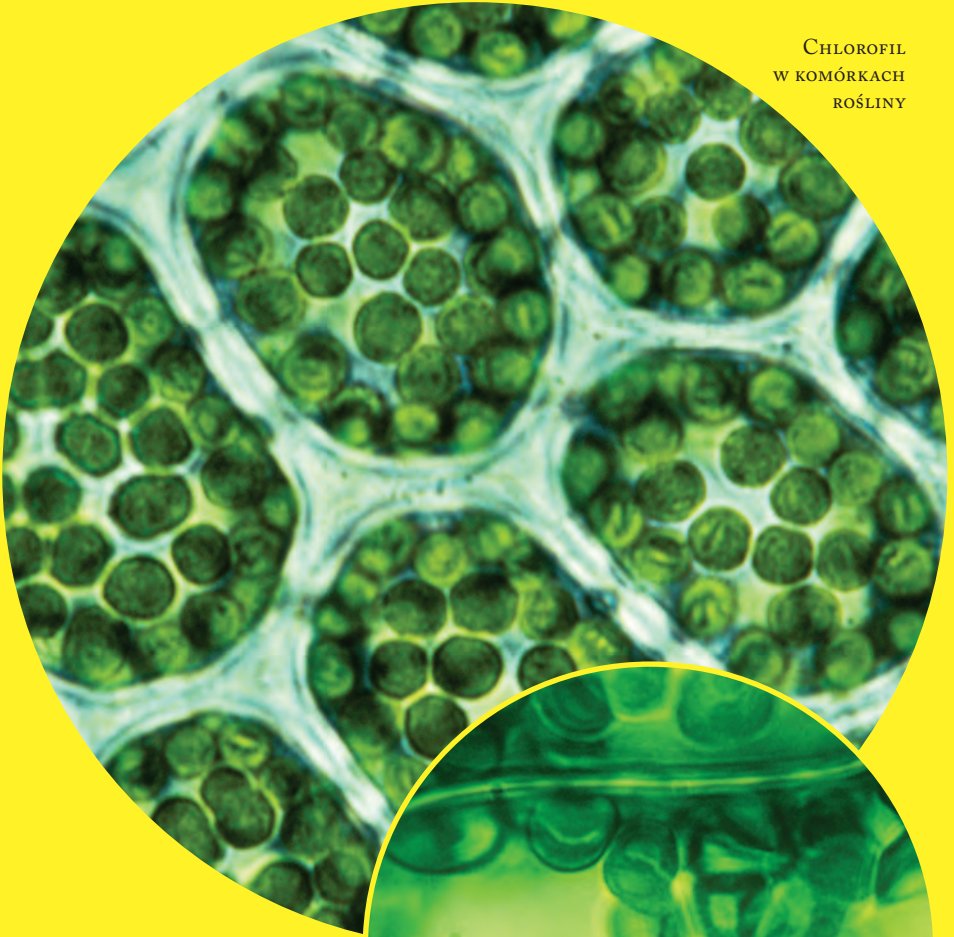
× A gdyby tak nauczyć zwierzęta odżywiać się światłem? Takie zwierzęta jak ryby czy nawet ssaki. Nie musiałyby jeść, a energię pobierałyby ze słońca. Takie rozwiązanie z wielu powodów jest niemożliwe. Po pierwsze, fotosynteza działa tylko u zwierząt małych i przezroczystych, inaczej światło nie dostarczy im odpowiedniej ilości energii. Po drugie, energia słoneczna jest „przerabiana” tylko na cukry. Białka i tłuszcze, które są bardzo ważnym elementem diety kręgowców, trzeba by dostarczać z zewnątrz. Pojawia się i problem czysto praktyczny. Takie zwierzęta mogłyby żyć tylko tam, gdzie jest sporo światła słonecznego.

*Elysia
chlorotica*

Stony, kiedy się tak objadłeś?!



CHLOROFIL
W KOMÓRKACH
ROŚLINY



W przedstolek...

Chlony

KOLOR JESIENI

JANEK: Tydzień temu to miejsce wyglądało zupełnie inaczej.

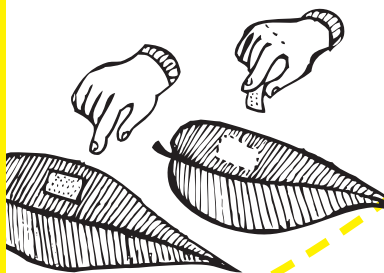
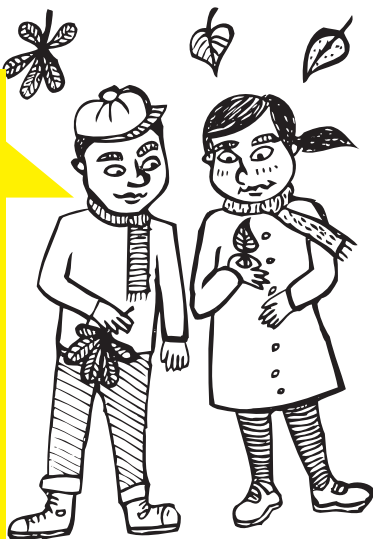
ZUZIA: Niemożliwe. Co się zmieniło?

JANEK: Wszystko było zielone, a teraz pełno tu kolorów. Skąd one się wzięły, Profesorze?

PROFESOR: Liście są zielone, bo znajdują się w nich zielony barwnik – chlorofil, związek, który ze światła, wody i dwutlenku węgla produkuje energię. Gdy jesienią dzień staje się krótszy i brakuje światła, rośliny wiedzą, że zbliża się zima, i przestają wytwarzać chlorofil.

ZUZIA: Wtedy liście produkują barwniki żółte, złote i pomarańczowe?

PROFESOR: Nie, one są w liściach cały czas, ale wiosną i latem, gdy słońce mocno świeci, chlorofilu jest tak dużo, że przysłania inne barwniki. Możecie to sprawdzić w domu. Naklejcie kawałek nieprzezroczystej taśmy na liść którejś z roślin doniczkowych. Po kilku dniach, gdy odkleicie taśmę, zobaczycie, jaki kolor miałyby roślinka, gdyby nie było w niej chlorofilu.





JANEK: Liście mają tyle kolorów. Tych barwników musi być bardzo dużo.

PROFESOR: Nie aż tak wiele, ale masz rację: na jednym drzewie można znaleźć liście o różnych kolorach. Barwniki mogą się łączyć. Pamiętasz, jak mieszałeś farby? Z trzech kolorów stworzyłeś kilka innych. Podobnie jest z liśćmi. Za ich kolory odpowiadają te same barwniki, które nadają kolor marchewce i skórce pomarańczy.

ZUZIA: Czemu rośliny, które w domu uprawia mama, nie zmieniają koloru?

JANEK: Bo w domu świecą lampy.

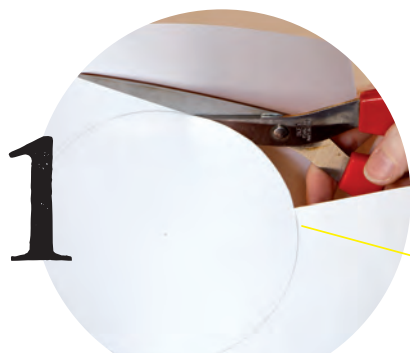
PROFESOR: To prawda, ale niecała. Rośliny przestają wytwarzać zielony barwnik także dlatego, że obniża się temperatura. A w domu jest ciągle ciepło, bo działa ogrzewanie.

JANEK: A dlaczego drzewa zrzucają liście?

PROFESOR: Bo w zimie ich nie potrzebują. Przyroda nie lubi marnować energii. A takim marnotrawstwem byłoby trzymanie liści, które i tak by jej nie wytwarzały. Przecież wtedy przez większość doby panuje półmrok lub ciemność. Na równiku, gdzie światła jest stale tyle samo, drzewa nie zrzucają liści.

JAK WYMIESZAĆ KOLORY?

- ✘ Białe światło to mieszanina światła różnokolorowego. Łatwo można to sprawdzić, rozkładając światło na części składowe, na przykład przy pomocy pryzmatu, ostro ściętego kawałka szkła czy... kropelek wody. Gdy tych ostatnich jest dużo, na niebie powstaje wielobarwna tęcza. Skoro białe światło można rozłożyć na różne kolory, to czy da się przeprowadzić odwrotną operację? Czy można wymieszać różne barwy i w ten sposób otrzymać kolor biały? Sprawdźmy.
- ✘ Co będzie potrzebne? BIAŁY KARTON, NOŻYCZKI, FARBY lub KREDKI, MIKSER lub WIERTARKA albo OŁÓWEK.



1

Z białego kartonu wytnij koło.



2

Podziel je na siedem równych części.

3



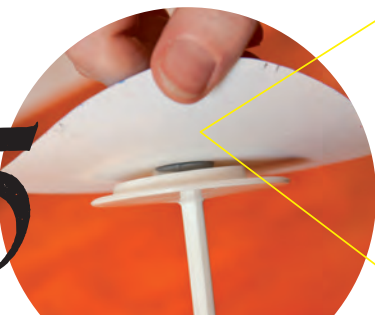
Dokładnie pomaluj na następujące kolory: czerwony, fioletowy, granatowy, błękitny, zielony, żółty i pomarańczowy.

4



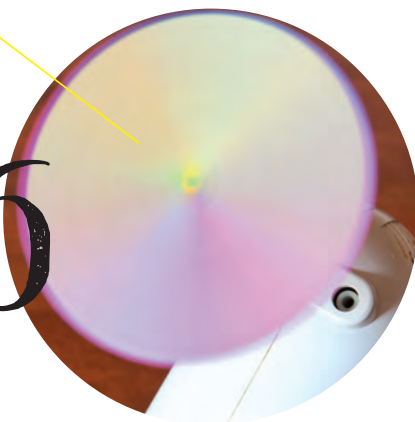
Wbijając i przyklejając w sam środek okręgu ostro zakończony ołówek...

5



...lub przyklejając go do łopatki miksera bądź wiertarki, możesz zrobić kolorowego bączka.

6



✕ Miłej zabawy!

KOORDYNACJA ZE STRONY TVN:

Bożena Samojułuk-Ślusarska

REDAKCJA:

Elżbieta Olczak

KOREKTA:

Katarzyna Pawłowska, Elżbieta Jaroszuk

PROJEKT OKŁADKI, OPRACOWANIE GRAFICZNE, ILUSTRACJE I SKŁAD:

Aleksandra Nałęcz-Jawecka, Tomasz Kędziński — to/studio

FOTOGRAFIA WYKORZYSTANA NA I STRONIE OKŁADKI:

Courtesy of SOHO/NASA Solar and Heliospheric Observatory
Collection consortium. SOHO is a project of international cooperation
between ESA and NASA.

FOTOGRAFIA AUTORA:

© Roman Koszowski

KSIĄŻKĘ ZŁOŻONO PISMEM:

Adobe Caslon Pro, Iwona

GRUPA WYDAWNICZA FOKSAL SP. Z O.O.

ul. Foksal 17, 00-372 Warszawa

tel.: 22 828 98 08, 22 894 60 54

biuro@gwfoksal.pl

www.gwfoksal.pl

ISBN 978-83-7747-394-8