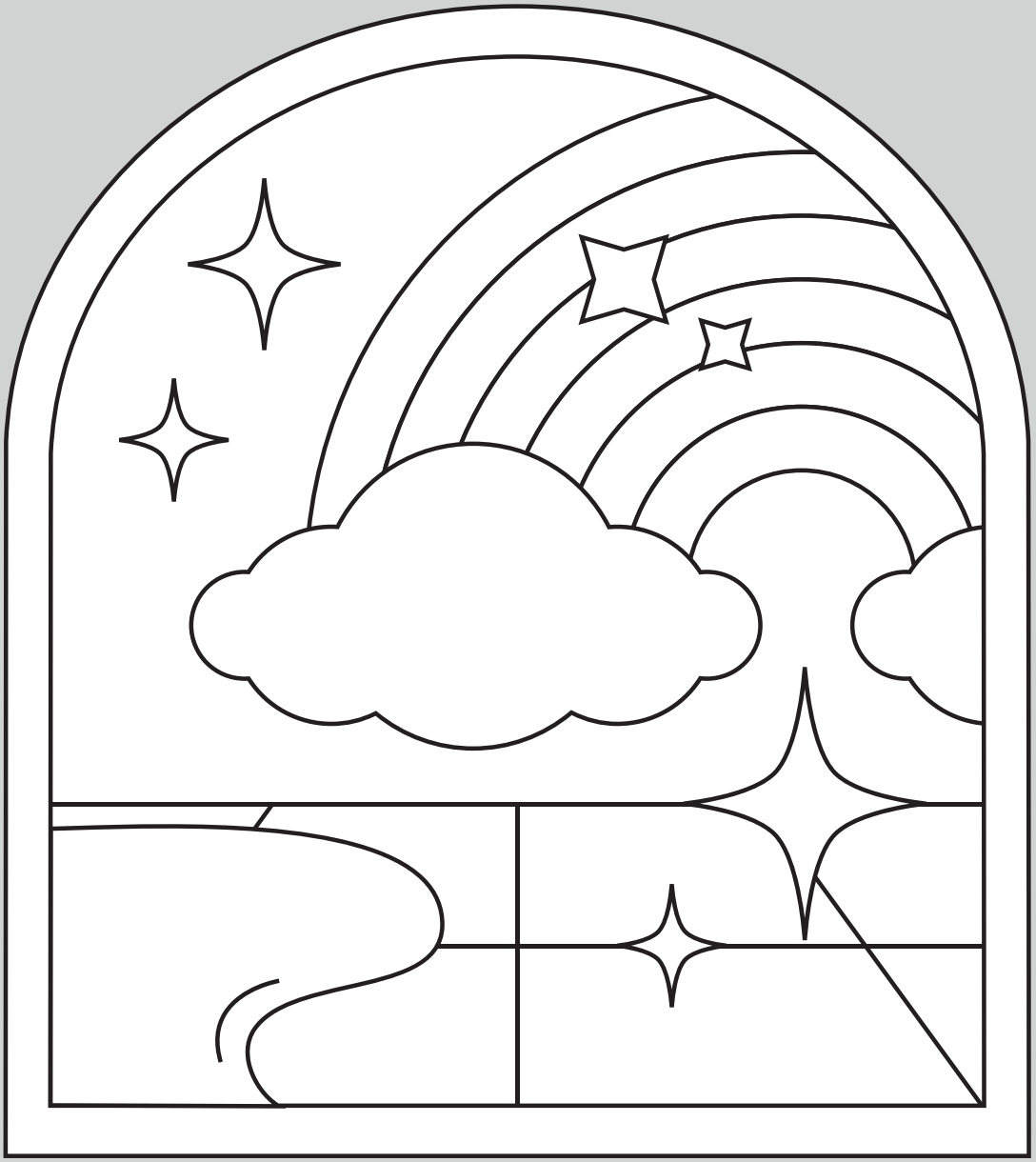
KOLORY CHEMII, CZYLI SUBSTANCJE BARWNE W ŻYCIU CODZIENNYM.



O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

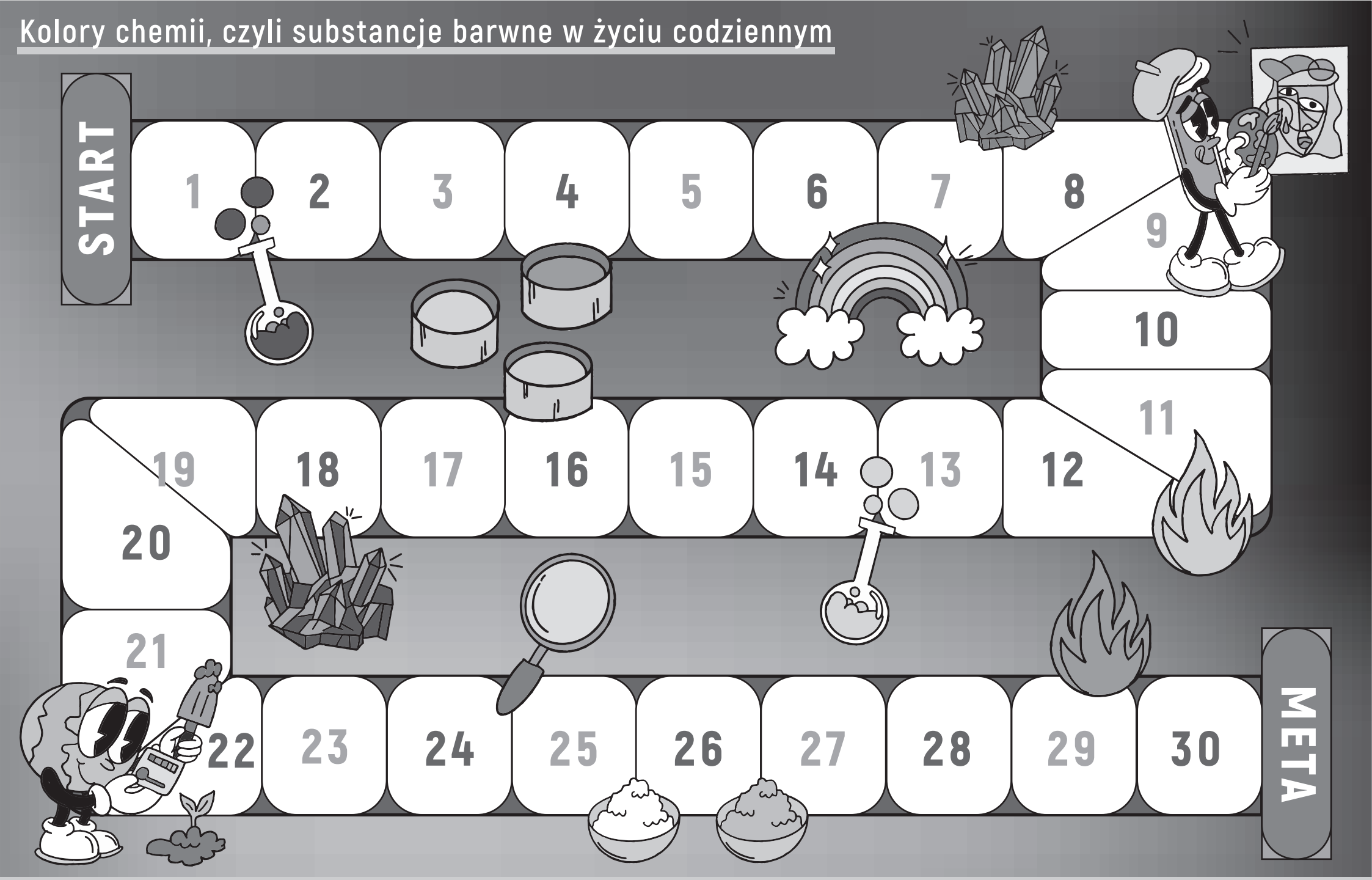
„O nauce w sposób popularny…” – cykl zajęć dla uczniów – przyszłych studentów nauk przyrodniczych, to projekt realizowany przez Wydział Chemii UJ w Krakowie w latach 2021-2023. Projekt jest finansowany przez Ministerstwo Edukacji i Nauki w ramach programu „Społeczna Odpowiedzialność Nauki. Popularyzacja nauki i promocja sportu”.
Ukazanie „ludzkiej twarzy” nauki jest bardzo ważne w budowaniu zaufania do niej; to nauka i jej osiągnięcia pomagają zrozumieć, jak działa otaczający nas świat i kształtują świadomość społeczną.
Głównym celem projektu jest upowszechnienie wiedzy przyrodniczej wśród uczniów klas VII i VIII szkoły podstawowej oraz klas I i II szkoły ponadpodstawowej poprzez ich zaangażowanie w aktywne wykorzystanie przygotowanych materiałów dydaktycznych dotyczących zagadnień przyrodniczych.
Materiały projektowe, czyli gry planszowe z interaktywnymi e-bookami dotyczą następujących interdyscyplinarnych tematów:

1. Kolory chemii, czyli substancje barwne w życiu codziennym.
2. Chemiczne czy ekologiczne porządki domowe?
3. Niezwykłe cechy zwykłej wody.
4. Powietrze w roli głównej.
5. Ad- czy ab-? A może po prostu sorpcja?
6. Zagadki kryminalne… dla chemika.
7. Szybko, szybciej, a może wolniej?
8. Alarm ekologiczny – służby ratownictwa ekologiczno-chemicznego w akcji.
9. Ślady, które widać i te, których nie widać.
10. Co kryje w sobie apteczka domowa?

Wszyscy lubimy planszówki, a nasz mózg lubi wyzwania. Nauka przez zabawę z naszymi grami planszowymi – to jest to!

Kierownik projektu: dr Małgorzata Krzeczkowska

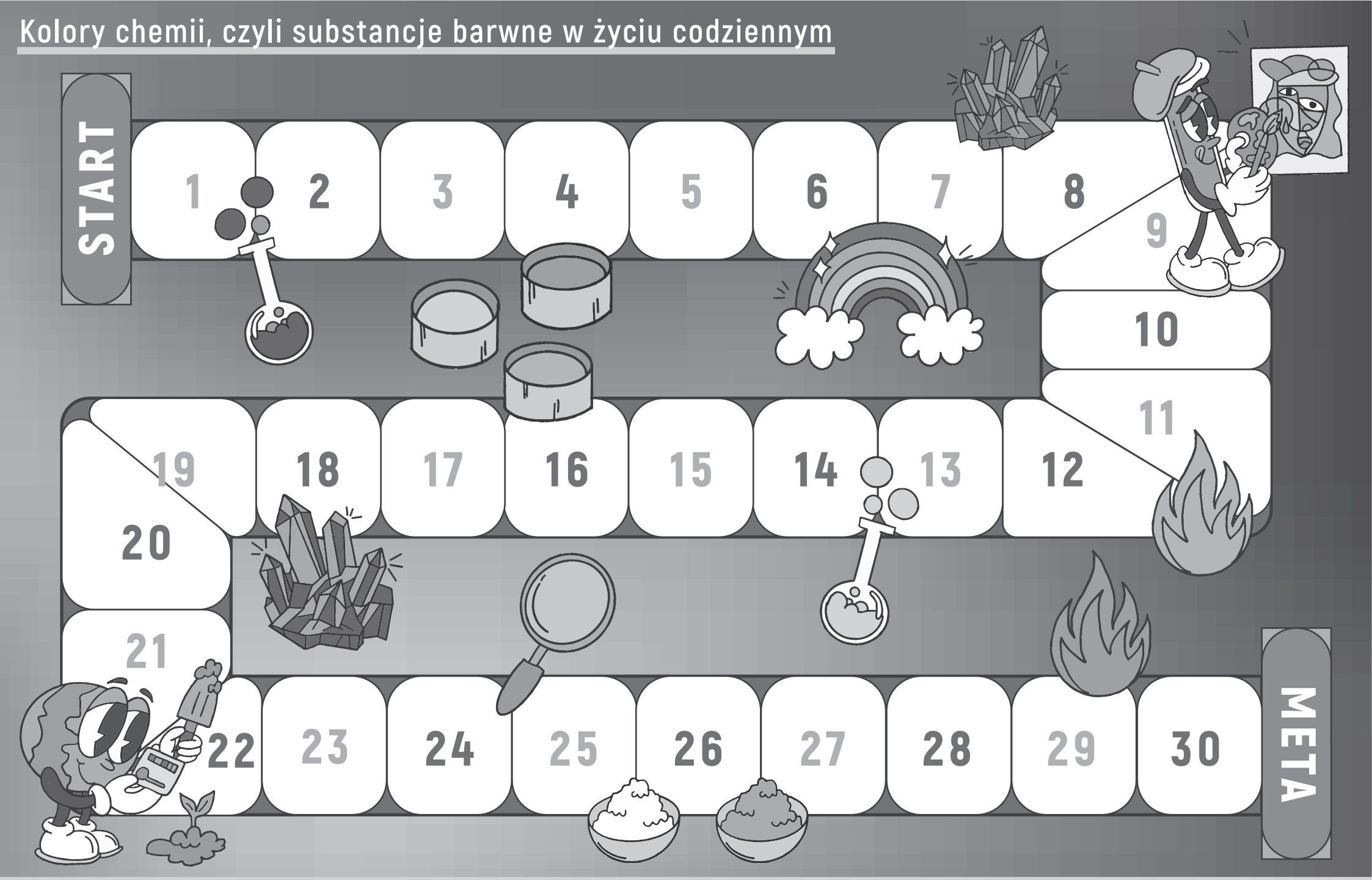
Kolory chemii, czyli substancje barwne w życiu codziennym



W ramach programu „Społeczna Odpowiedzialność Nauki”
„Płatne ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki
na podstawie umowy nr SONP/SP/514547/2021 z dnia 14 lutego 2022;
nazwa projektu „O nauce w sposób popularny ..." ; kwota środków 38 000 zł.”

O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Kolory chemii, czyli substancje barwne w życiu codziennym



W ramach programu „Społeczna Odpowiedzialność Nauki”
„Płatne ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki
na podstawie umowy nr SONP/SP/514547/2021 z dnia 14 lutego 2022;
nazwa projektu „O nauce w sposób popularny ..." ; kwota środków 38 000 zł.”

O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Ale fajnie być badaczem!

Pamiętasz, jak byłeś dzieckiem? Obserwowałeś otaczający Cię świat. Wszystko Cię interesowało, nurtowało,wszystkiego chciałeś dotknąć, powąchać, spróbować, chciałeś wszystko sprawdzić, sprawdzić samemu! Najbardziej ciekawiło Cię to, czego rodzicie nie pozwalali Ci robić, mówiąc: „Nie dotykaj!", „Nie rób tego!", „Proszę, przestań!". A Ty nieustannie wołałeś: „Mamo, tato, ale fajnie!". Jaką radością było skakanie w kałuży, uderzanie dłonią o taflę wody podczas kąpieli, ile siły musiałeś włożyć, aby zanurzyć pod wodę uśmiechniętą kaczuszkę, która towarzyszyła Ci w wanience.

Pamiętasz emocje, odczucia, jakie Ci towarzyszyły? Ciekawość, brak lęku, chęć nieustannego działania, radość z poznawania nowych rzeczy. A pamiętasz chwile, gdy pytałeś:"Co się stanie, gdy...?", „ A dlaczego jest tak?" Nie zawsze zadawalałeś się pierwszymi otrzymanymi odpowiedziami od Rodziców, a potem jak – byłeś starszy – od kolegów czy też nauczycieli w szkole.

Nawet nie wiesz, że już jako dziecko byłeś małym odkrywcą. Twoje przewidywania, testowanie ich, swoje hipotezy potwierdzałeś lub obalałeś, ale – co najważniejsze – działałeś dalej, kombinowałeś, szukałeś – tworzyłeś nowe przewidywania i czułeś, że to nie jest ostateczne wyjaśnienie – byłeś gotowy porzucić te już stworzone, zamienić je na inne, gdy te pierwsze okazywały się fałszywe. Nie bałeś się popełnić błędu. Twoja refleksja i chęć rozwiązania problemu prowadziła Cię dalej. Dzisiaj pewnie już wiesz, że to żaden wstyd; przeciwnie – podstawa Twojego rozwoju.

Chcę obudzić w Tobie to ciekawskie, odważne, nieustannie pytające dziecko, dziecko zdobywające wiedzę o otaczającym go świecie poprzez zadawanie pytań, obserwację i działanie, czyli tak naprawdę stosujące myślenie i metodę naukową.

Czy nie działałeś według schematu: odczuć – pomyśleć– zareagować– działać bezpiecznie? To była Twoja droga zdobywania informacji o świecie; a ja powiem, że to Twoja droga poznawczego opanowywania świata; a jednocześnie droga Twojego rozwoju. Brałeś czynny udział w procesie pogłębiania swojej wiedzy na drodze poznawczo-badawczej działalności w stworzonych, wykreowanych przez siebie sytuacjach. Bo nie jest prawdą, że ciekawość to pierwszy stopień do piekła; gdyby nie Twoja ciekawość, gdyby nie ciekawość naukowców, to nie byłoby nie tylko nas, ale i rozwoju otaczającego świata.

Prześledźmy dokładniej Twoje działania realizowane wg schematu: odczuć – pomyśleć – zareagować – działać bezpiecznie:

- zobaczyć, zauważyć, odczuć problem/trudność,
- zastanowić się, pomyśleć nad znalezionym problemem, trudnością, zadać pytania: czego chcę się dowiedzieć o problemie, co mnie nurtuje, czy „coś" istnieje, jak „coś" się dzieje, dlaczego, tak się dzieje, skąd wiadomo, że…?
- sprawdzić, dowiedzieć się, jak inni poradzili sobie w jakiej sytuacji, jak rozwiązali taki podobny problem,
- zaproponować pomysły na rozwiązanie problemu, sposób pokonania trudności,
- zweryfikować trafność pomysłów rozwiązań, sprawdzić czy w praktyce takie rozwiązanie jest słuszne, czy sposób pokonania trudności zadziałał,
- wcielić plan w życie.

A co na końcu tego łańcucha? Bezcenne korzyści – doświadczenie, zdobyta nowa wiedza rozpoczynająca konfrontację z wiedzą potoczną. Liczę, że udało Ci się tę wiedzę usystematyzować; liczę, że udało się rozwinąć również wiele umiejętności, np. umiejętność zastosowania zdobytej wiedzy w praktyce. A Twoje umiejętności to przecież Twoje kompetencje, które zapewne wykorzystujesz w życiu.

M.Krzeczkowska

Zeskanuj kod QR
i przeczytaj
cały artykuł

Instrukcja

Celem gry jest utrwalenie podstawowych wiadomości z chemii, biologii i fizyki związanych z tematem gry oraz poznanie nowych zagadnień z perspektywy ich zastosowań w życiu codziennym.

Liczba graczy:

- dowolna (najlepiej 2-4)

Ta gra planszowa wymaga dodatkowo:

- pionki: 1 sztuka dla każdego gracza
- kostki: 1 zwykła
- indywidualnej karty odpowiedzi (wydruk dla każdego gracza)

Zasady gry

Planszę należy ustawić na środku stołu/biurka/ławki. Na początku gracze ustawiają swoje pionki na polu START, a następnie każdy z graczy kolejno rzuca kostką. Jako pierwsza przesuwa swój pionek osoba, która wyrzuci najwięcej oczek na kostce i odpowiada na pytanie z pola, na którym się znalazła. Jeżeli udzielona odpowiedź jest poprawna, to kolejna osoba (z największą liczbą oczek) przechodzi na odpowiednie pole i odpowiada na pytanie. W przypadku nieudzielenia poprawnej odpowiedzi na pytanie, gracz cofa się na poprzednie pole; a jeżeli spośród pozostałych graczy ktoś poda poprawną odpowiedź, to przechodzi na to pole. W pozostałych sytuacjach, kolejka przechodzi na gracza po prawej stronie poprzednio odpowiadającej osoby. Wejście na pole META kończy grę, nawet jeśli gracz wyrzucił więcej oczek niż potrzeba do wejścia na to pole.

Legenda



Karta z tym znakiem zawiera pytania do Ciebie. Gdy na nie odpowiesz możesz przesunąć swój pionek na następne pole.



Karta z tym znakiem zawiera Twoje odpowiedzi na pytania, możesz na niej również zapisywać swoje spostrzeżenia.



Karta z tym znakiem to karta doświadczenia, które możesz wykonać własnoręcznie! Super,prawda?

O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

ROZWIĄŻ

Odpowiadaj po kolei na poniższe pytania, gdy odpowiesz prawidłowo to przesuwaj swój pionek na kolejne pola.

1. Połącz barwnik (I – V) ze źródłem jego pochodzenia (1 – 5) oraz jego barwą (A – E) i przykładowym produktem, w którym jest stosowany (a – e).

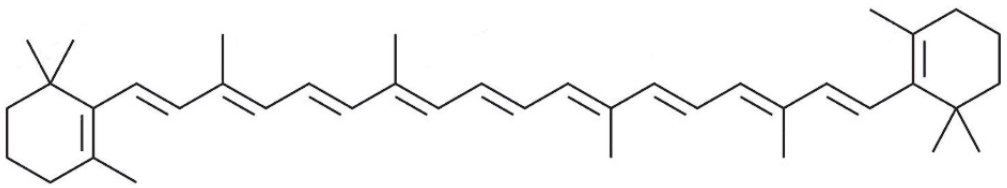
	Barwnik		Źródło pochodzenia		Barwa		Produkt, w którym jest stosowany
I	koszenila	1	czerwona kapusta	A	żółta/ pomarańczowa	a	henna do barwienia włosów i skóry
II	błękit cyjan	2	marchew	B	zielona	b	jogurt truskawkowy
III	karoteny	3	łupiny niedojrzałych orzechów włoskich	C	ciemnoczerwona	c	margaryna
IV	chlorofil	4	owady (pluskwiaki) – czerwce kaktusowe	D	niebieska	d	niebieski shake
V	juglon	5	lucerna	E	brązowa	e	lemoniada

2. Dopasuj cyfrę (1–7) widoczną na obręczach tęczy do opisu doświadczenia (A–G), w wyniku którego w układzie badanym zaobserwujemy pojawienie się produktu barwy zbliżonej do danego koloru obręczy.

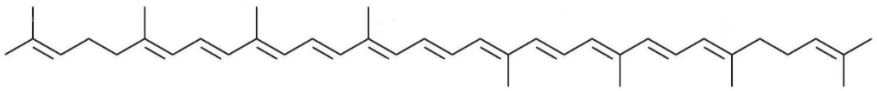
A. Rozpuszczanie $KMnO_4$ w wodzie lub sublimacja jodu.
B. Zmieszanie roztworu chlorku miedzi(II) z zasadą potasową.
C. Zmieszanie jodku potasu z azotanem(V) ołowiu(II).
D. Korozja miedzi.
E. Wprowadzenie oranżu metylowego do kwasu solnego.
F. Dodanie jodyny do roztworu skrobi.
G. Wprowadzenie Cl_2 do probówki zawierającej mieszaninę wodnego roztworu KBr i chloroformu (pełniącego funkcję rozpuszczalnika organicznego).



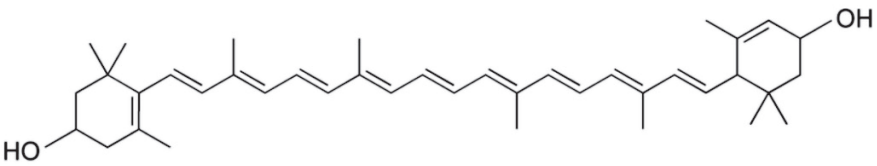
3. Karotenoidy to naturalne barwniki roślinne, które nadają żywności kolory od żółtego do czerwonego. Są to pochodne węglowodorów nienasyconych, posiadające sprzężone wiązania podwójne. Wiązania sprzężone to wiązania nienasycone oddzielone jednym wiązaniem pojedynczym. Poniżej przedstawiono struktury chemiczne trzech karotenoidów: β-karotenu, likopenu i luteiny.



β-karoten



likopen



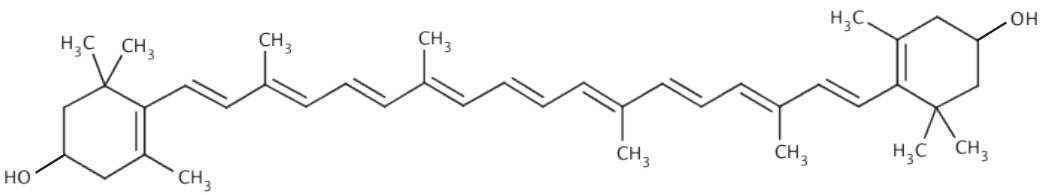
luteina

Wskaż zdania prawdziwe dotyczące struktury i budowy chemicznej karotenoidów.
A. Likopen i β-karoten mają jednakową liczbę sprzężonych wiązań podwójnych.
B. Likopen posiada 13 sprzężonych wiązań podwójnych.
C. Luteina ma 11 wiązań podwójnych, w tym 10 wiązań sprzężonych.
D. Luteinę można zaliczyć do alkoholi polihydroksylowych.

4. Koszenila jest naturalnym barwnikiem pochodzenia zwierzęcego, o ciemnoczerwonej barwie. Stosowana jest m.in. w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym. Otrzymuje się ją z owadów – czerwców kaktusowych, ale obecnie jest już znana metoda całkowicie syntetycznego otrzymywania tego barwnika. Podaj nazwę grupy funkcyjnej występującej w tym związku, jeżeli wiadomo, że inna jej nazwa to kwas karminowy.

5. Spośród podanych stwierdzeń dotyczących barwników, wskaż zdanie/zdania nieprawdziwe.
A. Beta-karoten to naturalny barwnik występujący w pomarańczach, który nadaje im pomarańczowy kolor.
B. Chlorofil to zielony barwnik, który występuje głównie w nadziemnych częściach roślin (liściach i łodygach), odpowiadający za ich zielony kolor.
C. Osoby z wysoką zwartością naturalnego barwnika (melaniny) w skórze posiadają jasną karnację i są bardziej narażone na promieniowanie UV.
D. Ze względu na swoje właściwości rozjaśniające i wybielające tlenek tytanu(IV) jest stosowany jako barwnik w kosmetykach, farbach i lekach w celu uzyskania czystej bieli.
E. Szafran to jedna z najdroższych przypraw, która poza walorem smakowym nadaje pożywieniu piękny złocistożółty kolor.
F. Koszenila, inaczej kwas karminowy lub karmina, to organiczny związek chemiczny, a zarazem naturalny ciemnoczerwony barwnik pochodzenia roślinnego.

6. Zeaksantyna, związek o wzorze sumarycznym $C_{40}H_{56}O_2$, to żółtoczerwony barwnik występujący w ziarnach kukurydzy, owocach dzikiej róży i rokitnika zwyczajnego. Poniżej podano wzór zeaksantyny.



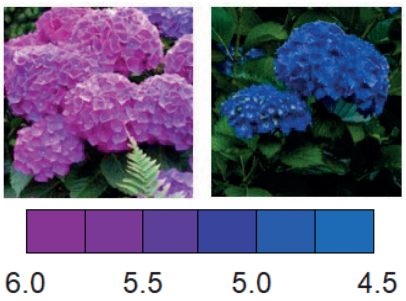
Wybierz zdania prawdziwe dotyczące tego związku.
A. Jest związkiem nienasyconym.
B. Związek ten należy do alkoholi polihydroksylowych.
C. Stosunek masowy pierwiastków w tym związku wynosi C : H : O = 20 : 28 : 1.
D. Do jednej cząsteczki tego związku można przyłączyć maksymalnie 9 cząsteczek wodoru.

7. Podaj nazwę barwnika, o którym wiadomo, że:
- należy do najstarszych i najbardziej popularnych barwników używanych do farbowania tkanin na całym świecie;
- jest naturalnym barwnikiem, który można pozyskać z kilku różnych gatunków roślin, na przykład z urzetu barwierskiego; obecnie może być także syntezowany na drodze reakcji chemicznej;
- jego barwa jest mieszanką głębokiego niebieskiego i fioletowego koloru;
- powszechnie znany jest jako główny barwnik dżinsów.

8. Błękit Thénarda ($Co(AlO_2)_2$) to niebieski pigment stosowany do wyrobu farb używanych do malowania szkła i porcelany. Można go otrzymać w wyniku stapiania dwóch tlenków, z których jeden to tlenek metalu dwuwartościowego. Podaj wzory i nazwy systematyczne tych tlenków, oraz określ typ reakcji w której powstaje błękit Thénarda.

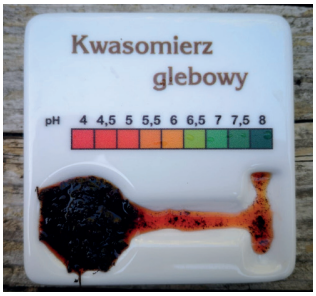
9. Mama Karola zasadziła w swoim ogrodzie hortensję, jednak barwa niebieska jaką przyjęły jej kwiaty nie przypadła jej do gustu. Postanowiła zakupić preparat, który pozwoli jej zmienić kolor płatków na fioletowy. W doborze właściwego preparatu miała jej pomóc skala dostarczona przez sprzedawcę kwiatów, obrazująca, jaką barwę przyjmują płatki hortensji w zależności od pH podłoża. Wskaż, który z produktów dostępnych na rynku, wymienionych poniżej powinna kupić mama Karola do nawiezienia ziemi pod hortensją.

kwasek cytrynowy
wapno nawozowe
piasek
ocet
sól kuchenna



10. Niezapominajki najczęściej kojarzą się z niebieską barwą kwiatów. Jednak są one bardzo wrażliwe na odczyn gleby. Rośliny o kwiatach niebieskich rosną na glebie o odczynie obojętnym, natomiast na glebie o odczynie kwaśnym niezapominajka ma kwiaty różowe.
Wybierz w każdym zdaniu właściwe uzupełnienie, tak aby zdania były prawdziwe.
Gleba na pewnym polu uprawnym ma pH równe 7,0. Niezapominajki rosnące na tym polu będą miały kolor (niebieski / różowy). Jeżeli ogrodnik chce hodować kwiaty w innym kolorze, to musi zastosować nawóz, który (obniży / podwyższy) pH gleby. Może w tym celu zastosować (saletrę amonową – nawóz, który zawiera azotan(V) amonu / wapniak – nawóz zawierający węglan wapnia).

11. Policja odebrała zgłoszenie o popełnieniu wykroczenia. Po dotarciu na miejsce okazało się, że zgłoszenia dokonał jeden z sąsiadów, który twierdził, że z jego posesji skradziono ziemię do kwiatów, którą kilka dni wcześniej wapnował. Policjanci pobrali próbkę ziemi „skradzionej", a następnie przeprowadzili test, którego wynik pokazano na rysunku obok. Uzasadnij, czy oskarżenie sąsiada było słuszne.



https://www.magdalenamarkiewicz.com/blog/test-kwasomierzy-ogrodowych/

12. Barwa wywaru z czerwonej kapusty zmienia się w zależności od pH roztworu, do którego jest dodany. Poniżej podano skalę barw wywaru z czerwonej kapusty oraz pH roztworów wybranych produktów.



Produkt	pH	Produkt	pH
sok cytrynowy	2,4	napar z herbaty czarnej	5,5
napój typu cola	2,5	mleko	6,5
ocet	2,9	woda morska	8,4
sok pomarańczowy	3,5	mydło	9–10
napar z kawy	5,0	kret do rur	≈13,5

Skala barw wywaru z czerwonej kapusty.
(Źródło:http://www.foton.if.uj.edu.pl/documents/12579485/f0c56df0-90 5b-4ef4-af0b-dcc2395edebf)

Zosia postanowiła namalować „chemiczny obraz". W tym celu arkusz bibuły filtracyjnej zamalowała wywarem z czerwonej kapusty i zostawiła do wyschnięcia. Odpowiedz na pytanie: Roztworów których substancji z życia codziennego powinna użyć, jeżeli na obrazie ma być bukiet czerwonych tulipanów w niebieskim wazonie i żółte motyle.

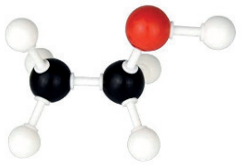
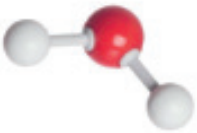
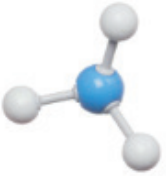
13. Poniżej podano przykłady różnych przemian fizycznych i chemicznych. Spośród nich wybierz reakcje chemiczne w trakcie których następuje zmiana barwy.

rdzewienie żelaza | dodanie wody bromowej do smalcu | dodanie kryształków $KMnO_4$ do wody | sublimacja jodu | wprowadzenie kilku kropel kwasu solnego do zasady sodowej | dodanie cukru do wody | ogrzewanie cukru | dodanie stężonego roztworu HNO_3 do wełny | ogrzewanie wodorotlenku miedzi(II) | dodanie gipsu krystalicznego do roztworu HCl

14. Do barw podstawowych, czyli takich, których nie można otrzymać poprzez mieszanie innych kolorów, należy barwa czerwona, żółta i niebieska. Spośród podanych niżej substancji wybierz kolejno metal, niemetal, związek nieorganiczny i organiczny, które mają taką samą barwę zaliczaną do barw podstawowych

ozon | miedź | rtęć | siarka | chlor | złoto | tlenek miedzi(I) | siarczan(VI) miedzi(II) – woda(1/5) | jodek ołowiu(II) | etanol | nitrobenzen

15. W tabeli poniżej znajdują się modele kulkowe 5 cząsteczek.

				
MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5

W każdym zdaniu wybierz właściwe uzupełnienie, tak, aby zdania były prawdziwe. Przyjmij, że do danego koloru kuli można przypisać tylko jeden atom pierwiastka.

Cząsteczka przedstawiona na modelu (2 / 5) tworzy w wodzie jon NH_4^+. Kolor biały można przypisać atomom (wodoru / chloru), czerwony atomom (azotu / tlenu) a czarny atomom (węgla / siarki). Model 1 odzwierciedla budowę cząsteczki (metanu / czterochlorku węgla). Roztwór wodny w którym znajdują się cząsteczki siarkowodoru przedstawione na modelu (3 / 4) ma odczyn (kwasowy / obojętny / zasadowy). Cząsteczkę alkoholu przedstawia model (1 / 2).

16. Niektóre pierwiastki np. miedź tworzą związki chemiczne o różnych barwach. Połącz barwy związków miedzi (1 – 5) z ich nazwami systematycznymi (A – E) oraz podaj wzory chemiczne tych związków.

	Barwa
1.	CZARNA
2.	ZIELONA
3.	CEGLASTOCZERWONA
4.	BIAŁA
5.	NIEBIESKA

	Nazwa związku miedzi
A.	tlenek miedzi(I)
B.	tlenek miedzi(II)
C.	azotan(V) miedzi(II)–woda(1/3)
D.	węglan miedzi(II)
E.	siarczan(VI) miedzi(II)

17. Poniżej pokazano, na jaki kolor zabarwi się płomień po wprowadzeniu do niego jonów pewnych metali. Na podstawie opisu odgadnij o jakich metalach jest mowa. Podaj ich nazwę.

	Barwa płomienia	Opis pierwiastka
1.		W atomie tego pierwiastka elektrony obsadzają 6 powłok elektronowych, a na ostatniej z nich znajdują się dwa elektrony.
3.		Jony tego pierwiastka można znaleźć w wodzie wapiennej.
5.		Najbardziej aktywny metal czwartego okresu.

	Barwa płomienia	Opis pierwiastka
2.		Jeden z pierwiastków, którego jony wchodzą w skład głównego składnika soli kuchennej.
4.		Najlżejszy metal.
6.		Ten metal nie wypiera wodoru z roztworów kwasów i jest dobrym przewodnikiem prądu oraz ciepła. Przedmioty wykonane z tego metalu na powietrzu pokrywają się patyną.

!

18. W poniższej tabeli podano nazwy sześciu pierwiastków chemicznych. Uzupełnij tę tabelę: podaj stan skupienia danego pierwiastka w temperaturze pokojowej, określ jego barwę oraz rodzaj substancji (metal/niemetal).

Barwy dopasuj z podanych: zielonożółta, żółta, różowa, srebrzystobiała, brunatnoczerwona.

	Nazwa pierwiastka chemicznego	Stan skupienia w temp. pokojowej	Barwa	Rodzaj substancji (metal/niemetal)
1.	SÓD			
2.	SIARKA			
3.	BROM			
4.	RTĘĆ			
5.	MIEDŹ			
6.	CHLOR			

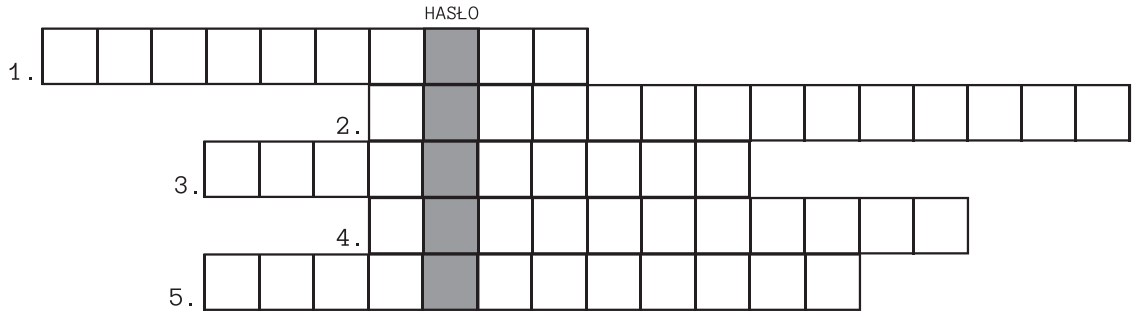
19. Poniżej podano dwie informacje o pewnym pierwiastku.

a. Pierwiastek ten jest niemetalem.

b. Spala się niebieskim płomieniem (reakcja 1), a w trakcie tego spalania wydziela się gaz o nieprzyjemnym zapachu. Wydzielany gaz wprowadzony do wody (reakcja 2) z dodatkiem oranżu metylowego zmienia zabarwienie roztworu na kolor czerwony.

Podaj symbol i barwę tego pierwiastka oraz zapisz równania reakcji 1 i 2.

20. Grecka nazwa pewnego pierwiastka chemicznego oznacza „kolor", ponieważ jego związki są barwne. Rozwiąż logogryf, którego hasłem jest polska nazwa tego pierwiastka.



1. Metoda rozdziału, która polega na częściowym odparowaniu składników ciekłej mieszaniny a następnie ich skropleniu. Proces ten stosowany jest przy produkcji barwników.
2. Metoda rozdziału mieszanin, która wykorzystuje różnice w powinowactwie (ruchliwości) składników mieszaniny do fazy ruchomej i nieruchomej. Pozwala np. na identyfikację składników czarnego tuszu.
3. Nazwa procesu wykorzystywanego do otrzymywania koszenili. Wysuszone i sproszkowane owady (czerwce kaktusowe) zalewa się gorącą wodą, a następnie roztwór zawierający barwnik odparowuje się do suchej masy.
4. Naczynie laboratoryjne, służące do rozdzielania dwu niemieszających się cieczy.
5. Sproszkowany malachit (w starożytnym Egipcie był stosowany jako barwnik kosmetyczny do tworzenia cieni do powiek) dodano do wody i wytrząśnięto. Po pewnym czasie substancja stała opadła na dno naczynia. Wpisz do logogryfu nazwę tego procesu.

21. Zielony odcień szkła jest skutkiem dodania do masy szklanej pewnego związku nieorganicznego X_nY_m. Podaj wzór sumaryczny i nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że:
- jest to związek jonowy,
- w jonie prostym jednego z pierwiastków są 24 cząstki naładowane dodatnio i 21 cząstek naładowanych ujemnie,
- odmianą alotropową pierwiastka Y jest ozon.

22. Uwodniony siarczan(VI) miedzi(II) tworzy niebieskie kryształy, natomiast kryształy bezwodnego siarczanu(VI) miedzi(II) są koloru białego. Poniżej przedstawiono schemat odwracalnych reakcji: odwodnienia hydratu siarczanu(VI) miedzi(II) i uwodnienia bezwodnego siarczanu(VI) miedzi(II).



https://www.tutormyself.com/edexcel-igcse-2017chem-318/

W wyniku ogrzewania uwodnionego siarczanu(VI) miedzi(II) o masie 12,5 g otrzymano bezwodną sól $CuSO_4$ o masie 8,0 g.
Na podstawie schematu reakcji oraz podanych informacji określ, czy poniższe zdania są prawdziwe czy fałszywe.
1. x we wzorze $CuSO_4 \cdot xH_2O$ wynosi 5.
2. Należy ogrzać białe kryształy związku, aby otrzymać kryształy niebieskie.
3. Zawartość procentowa jonów miedzi(II) w związku barwy niebieskiej jest mniejsza niż w związku barwy białej.
4. Podczas dodawania wody do białych kryształów bezwodnego $CuSO_4$ energia na sposób ciepła jest przekazywana z otoczenia do układu.

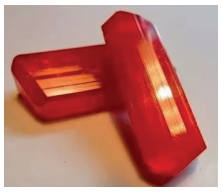
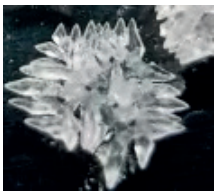
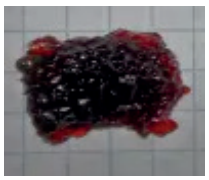
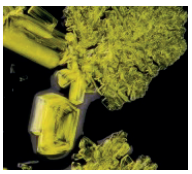
23. Dopasuj wzory poniższych soli do właściwego ich opisu i zdjęcia kryształu.

$MnCO_3$ | K_2CrO_4 | KI | $Co(NO_3)_2$ | $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ |
$K_2Cr_2O_7$ | $Ni(NO_3)_2 \cdot 7H_2O$ | $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

KRYSZTAŁ 1	OPIS	KRYSZTAŁ 2	OPIS
	W sieci krystalicznej tej soli występują dwudodatnie jony metalu, dwuujemne jony oraz cząsteczki wody. Każdy z kationów ma 24 elektrony.		W sieci krystalicznej tej soli występują dwudodatnie jony metalu i jednoujemne jony oraz cząsteczki wody.
KRYSZTAŁ 3	**OPIS**	**KRYSZTAŁ 4**	**OPIS**
	W sieci krystalicznej tej soli występują dwudodatnie jony metalu i dwuujemne jony.		W sieci krystalicznej tej soli występują dwudodatnie jony metalu, dwuujemne jony oraz cząsteczki wody.

cd.23 Dopasuj wzory poniższych soli do właściwego ich opisu i zdjęcia kryształu.

$MnCO_3$ | K_2CrO_4 | KI | $Co(NO_3)_2$ | $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ |
$K_2Cr_2O_7$ | $Ni(NO_3)_2 \cdot 7H_2O$ | $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

KRYSZTAŁ 5	OPIS	KRYSZTAŁ 6	OPIS
	W sieci krystalicznej tej soli występują jednododatnie jony metalu i dwuujemne jony. Stosunek anionów do kationów w tym krysztale wynosi 1 : 2.		W sieci krystalicznej tej soli występują jednododatnie jony metalu i jednoujemne jony.
KRYSZTAŁ 7	**OPIS**	**KRYSZTAŁ 8**	**OPIS**
	W sieci krystalicznej tej soli występują dwudodatnie jony metalu i jednoujemne jony.		W sieci krystalicznej tej soli występują jednododatnie jony metalu i dwuujemne jony. Stosunek kationów do anionów w tym krysztale wynosi 2 : 1.

Źródła zdjęć:
Kryształ 1, 2, 4, 5, 6, 7 – https://en.crystalls.info
Kryształ 3 – http://www.galleries.com/rhodochrosite
Kryształ 8 – http://www.envisioningchemistry.com/crystals

24. Na zdjęciu obok pokazano barwę roztworu pewnej prostej soli nieorganicznej. Sól ta jest stosowana m.in. do produkcji pigmentów oraz barwienia glazury. Podaj nazwę systematyczną i wzór tej soli jeżeli wiadomo że:

- jest to sól kwasu tlenowego,
- kationy budujące kryształ tej soli są dwudodatnie,
- liczba elektronów kationu jest 5 razy większa niż liczba elektronów atomu boru,
- stosunek kationów do anionów w tej soli wynosi 1 : 1,
- liczba atomów tlenu w anionie wynosi 4,
- spośród trzech pierwiastków budujących tę sól, dwa należą do tej samej grupy układu okresowego.



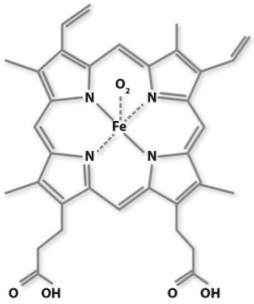
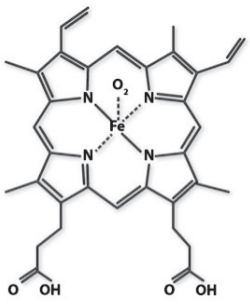
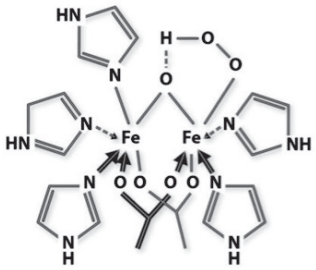
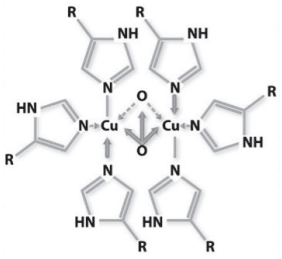
25. Rubin i szafir to kamienie szlachetne, które są odmianami korundu (tlenku glinu – Al_2O_3). Rubin jest czerwony, a szafir niebieski. Barwa danego minerału wynika z domieszki jonów metali, które zastępują jony glinu w sieci krystalicznej. Określ, jakie jony odpowiadają za czerwony kolor rubinu, jeżeli wiadomo, że jon M^{x+} ma 24 protony i 21 elektronów.

26. Padaj w jaki sposób sprawdzisz, czy banan zawiera skrobię. Potrzebny odczynnik wybierz spośród podanych poniżej.

$NaOH_{(aq)}$ | $CuSO_{4(aq)}$ | płyn Lugola | $KMnO_{4(aq)}$ | alkoholowy roztwór fenoloftaleiny | $Br_{2(aq)}$ | $HNO_{3(stęż.)}$

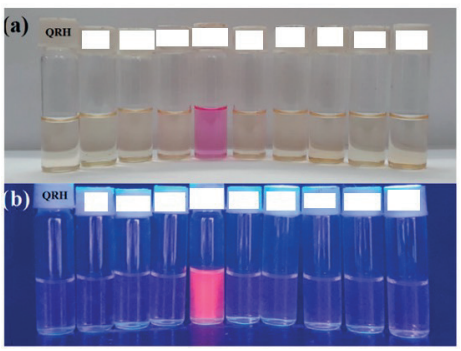
27. Hemoglobina jest czerwonym barwnikiem krwi. Jest związkiem białka i hemu, który zawiera kation żelaza(II) umożliwiający jej wiązanie cząsteczek tlenu. Podaj liczbę protonów, neutronów i elektronów w kationie żelaza(II), który powstał z izotopu ^{56}Fe.

28. Gdy słyszymy słowo krew, większości z nas przychodzi na myśl skojarzenie z kolorem czerwonym. Ale nie wszystkie stworzenia żyjące na ziemi mają krew zabarwioną na ten sam kolor, co ludzie. Krew występuje również w odmianach niebieskich (ośmiornice), zielonych (pijawki), a także fioletowych (sikwiaki), co wiąże się z obecnością w niej specyficznych pigmentów barwiących. Barwa krwi może się zmieniać ze zmianą stężenia tlenu w organizmie, prowadząc niekiedy do całkowitego zaniku koloru krwi. Czerwony kolor krwi pochodzi od hemoglobiny, niebieski od hemocyjaniny, zielony od chlorokruoryny, a fioletowy od hemoerytryny. Wskaż rysunek przedstawiający cząsteczkę hemocyjaniny, jeżeli wiadomo, że występują w niej atomy pierwiastka, którego jony zabarwiają roztwory soli na kolor niebieski.

A.	B.	C.	D.
			

29. Bioluminescencja to emisja światła widzialnego przez organizmy żywe. Znanym przykładem tego zjawiska jest emisja żółto-zielonego światła przez świetliki (robaczki świętojańskie). Bioluminescencję wykazują również niektóre gatunki grzybów. 0,2 g owocującej masy grzyba *Panellus stipticus* wysyła około $2 \cdot 10^{10}$ fotonów na sekundę nieustannie przez wiele dni. Jeżeli założymy, że podana masa grzyba *Panellus stipticus* wysyła światło przez 1 miesiąc, to czy liczba wyemitowanych fotonów będzie większa czy mniejsza niż 1 mol?

30. Chemosensory kolorymetryczne to cząsteczki, które mogą służyć m.in. do wykrywania śladowych ilości jonów (kationów lub anionów) w układzie badanym. Ich działanie polega na selektywnym wiązaniu danego typu jonów w wyniku czego powstaje produkt o charakterystycznej barwie. Poniżej pokazano, jak zachowuje się roztwór metanolowy pewnego chemosensora (oznaczonego w skrócie QRH) po wprowadzeniu do niego jonów: CH_3COO^-, Br^-, SCN^-, PF_6^-, F^- , Cl^-, HSO_4^-, ClO_4^-, I^-.



Rys 1. Wizualna zmiana koloru po dodaniu anionów do QRH w roztworze metanolu odpowiednio w świetle (a) dziennym i (b) UV. https://doi.org/10.3390/compounds1010004

Wskaż na które aniony czuły jest sensor, jeżeli wiadomo, że:

- aniony te występują w roztworze kwasu tlenowego
- w skład tych anionów wchodzą atomy pierwszej i szesnastej grupy układu okresowego
- aniony te mogą ulegać dalszej dysocjacji

ODPOWIEDZI

1. I 4 C b | II 1 D d | III 2 A c | IV 5 B e | V 3 E a
2. A 7 | B 5 | C 3 | D 4 | E 1 | F 6 | G 2
3. A | C | D
4. grupa karboksylowa
5. C | F
6. A | B
7. indygo lub błękit indygowy
8. CoO – tlenek kobaltu(II) | Al_2O_3 – tlenek glinu | reakcja syntezy
9. wapno nawozowe
10. niebieski, obniży, saletrę amonową
11. Nie było słuszne, gdyż ziemia pobrana do badań miała odczyn kwasowy, czyli inny niż powinna mieć gleba poddana wapnowaniu.
12. sok cytrynowy lub coca-cola (kwiaty) / mydło (łodygi, liście) / woda morska (wazon) / kret do rur (motyle)
13. rdzewienie żelaza, ogrzewanie cukru, dodanie stężonego roztworu HNO_3 do wełny, ogrzewanie wodorotlenku miedzi(II)
14. złoto, siarka, jodek ołowiu(II), nitrobenzen
15. 5, wodoru, tlenu, węgla, czterochlorku węgla, 3, kwasowy, 2
16. 1 B CuO | 2 D $CuCO_3$ | 3 A Cu_2O | 4 E $CuSO_4$ | 5 C $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$
17. 1 – bar | 2 – sód | 3 – wapń | 4 – lit | 5 – potas | 6 – miedź
18. 1 sód – stały, srebrzystobiała, metal | 2 siarka – stały, żółta, niemetal | 3 brom – ciekły, brunatnoczerwona, niemetal | 4 rtęć – ciekły, srebrzystobiała, metal | 5 miedź – stały, różowa, metal | 6 chlor – gazowy, zielonożółta, niemetal
19. siarka – barwa żółta;
    Równanie reakcji 1: $S + O_2 \longrightarrow SO_2$
    Równanie reakcji 2: $SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$
20. 1.Destylacja | 2. Chromatografia | 3. Ekstrakcja | 4. Rozdzielacz | 5. Sedymentacja
21. Cr_2O_3 – tlenek chromu(III)
22. 1 P | 2 F | 3 P | 4 F

ODPOWIEDZI

23. kryształ 1 – $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ | kryształ 2 – $Ni(NO_3)_2 \cdot 7H_2O$ | kryształ 3 – $MnCO_3$ | kryształ 4 – $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ | kryształ 5 – $K_2Cr_2O_7$ | kryształ 6 – KI | kryształ 7 – $Co(NO_3)_2$ | kryształ 8 – K_2CrO_4

24. $CoSO_4$ – siarczan(VI) kobaltu(II)

25. Jony Cr^{3+} odpowiadają za czerwony kolor rubinu.

26. Na plasterek banana należy nanieść kilka kropli płynu Lugola (roztwór I_2 w KI) i obserwować zmiany zabarwienia. Zmiana zabarwienia na kolor niebieskofioletowy świadczy o obecności skrobi w produktach.

27. liczba protonów = 26 | liczba neutronów = 30 | liczba elektronów = 24

28. D

29. mniejsza

30. HSO_4^-

ZAPISZ

Twoja indywidualna karta odpowiedzi

Pytanie	Odpowiedź	Twój komentarz / zanotuj nowe pojęcia, pojęcia do sprawdzenia

O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

ZAPISZ

Twoja indywidualna karta odpowiedzi

Pytanie	Odpowiedź	Twój komentarz / zanotuj nowe pojęcia, pojęcia do sprawdzenia

ZAPISZ

Twoja indywidualna karta odpowiedzi

Pytanie	Odpowiedź	Twój komentarz / zanotuj nowe pojęcia, pojęcia do sprawdzenia

O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

WYKONAJ

Doświadczenie

Podróżujące roztwory – tęcza barw

Odczynniki

- ciekła woda
- barwniki spożywcze (czerwony, żółty, niebieski)

Sprzęt

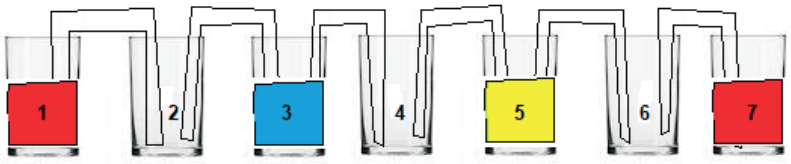
- 7 szklanek
- ręcznik papierowy
- dzbanek na wodę
- tacka plastikowa
- 7 łyżeczek plastikowych
- notes i długopis

Sposób przygotowania

1. Ustaw w linii obok siebie siedem szklanek, tak jak pokazano na rysunku poniżej.



2. Szklankę 1, 3, 5 i 7 uzupełnij do połowy wodą z dzbanka (uwaga poziom wody nie musi być odmierzany dokładnie; ważne, by był porównywalny pomiędzy naczyniami), a szklanki 2, 4 i 6 pozostaw puste.
3. Do szklanek 1 i 7 dodaj barwnik czerwony, do szklanki 3 niebieski, a do szklanki 5 żółty. Zapisz w notesie barwy roztworów widoczne w poszczególnych szklankach.
4. Z ręcznika papierowego wyrwij 6 pojedynczych listków papieru. Każdy listek złóż dwukrotnie na połowę, a następnie umieść złożone listki w szklankach, tak jak pokazano na rysunku poniżej



5. Obserwuj zachodzące w szklankach zmiany.
6. Po zakończeniu eksperymentu wyjmij listki papieru ze szklanek i ułóż je obok siebie na tacy plastikowej w takiej samej kolejności, w jakiej zanurzone były wcześniej do roztworów. Zamieszaj łyżeczką każdy roztwór.
7. Odnotuj, jaką barwę przyjmują roztwory w poszczególnych szklankach oraz jakie barwy widoczne są na wysuszonych listkach papieru.
8. Udziel odpowiedzi na poniższe pytania.

Uwagi ogólne

- doświadczenie wykonuj tylko w obecności osoby dorosłej
- zachowaj ostrożność podczas wszelkich czynności
- uzupełniaj na bieżąco kartę pracy

O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

WYKONAJ

Doświadczenie

Podróżujące roztwory – tęcza barw

Pytania

1. Co zaobserwowano po umieszczeniu ręczników papierowych w szklankach?
2. Jaką barwę przyjmują roztwory w szklankach po zakończeniu eksperymentu?
3. Jakie barwy są widoczne na ręcznikach papierowych wyciągniętych ze szklanek?
4. Dlaczego kolory roztworów w szklankach 2, 4 i 6 są inne od kolorów roztworów w szklankach 1, 3, 5 i 7?

Wyjaśnienie

Woda dzięki swojej budowie polarnej posiada właściwości kohezyjne i adhezyjne. Właściwości kohezyjne, których źródłem jest obecność w wodzie oddziaływań międzycząsteczkowych (wiązań wodorowych) pozwalają cząsteczkom wody niejako związać się samym ze sobą. Z kolei adhezja pozwala cząsteczkom wody oddziaływać z innymi cząsteczkami, dlatego dzięki siłom adhezji woda oddziałuje z cząsteczkami barwnika spożywczego oraz cząsteczkami włókien, z których zbudowany jest ręcznik papierowy, powodując ich przyciąganie. Siła adhezyjna między ręcznikiem papierowym a wodą i cząsteczkami barwnika jest silniejsza, niż siła kohezyjna wewnątrz samej wody. Powoduje to, że woda może przemieszczać się przez szczeliny we włóknach, które działają jak rurki kapilarne i ciągną wodę w górę. W ten właśnie sposób ręcznik papierowy „podciąga” wodę z barwnikiem, działając niejako jak gąbka, a podnoszenie to nosi nazwę zjawiska kapilarnego. Gdy nie ma suchego obszaru, który mógłby wchłonąć zabarwioną wodę, proces przemieszczania roztworu zwalnia. Kiedy zabarwiona woda spotyka się z wodą z innej szklanki, płyny mieszają się ze sobą, czego efektem jest zabarwienie roztworu w szklance na kolor będący mieszanką dwóch kolorów podstawowych. Woda nie będzie kontynuować wędrówki od szklanki do szklanki bez suchego ręcznika papierowego. Ponieważ kolorowa woda nie przechodzi od szklanki do szklanki, jesteśmy w stanie stworzyć tęczę kolorów.

O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

ZAPISZ

Indywidualna karta pracy do doświadczenia

Podróżujące roztwory – tęcza barw

Schematyczny rysunek

Obserwacje

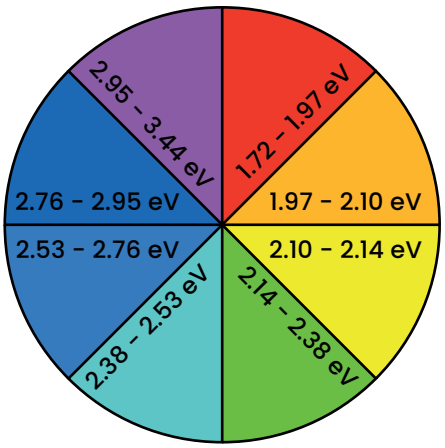
Co się wydarzyło?

Jak myślisz, dlaczego tak się wydarzyło?

Wnioski podsumowujące

Artykuł popularno-naukowy

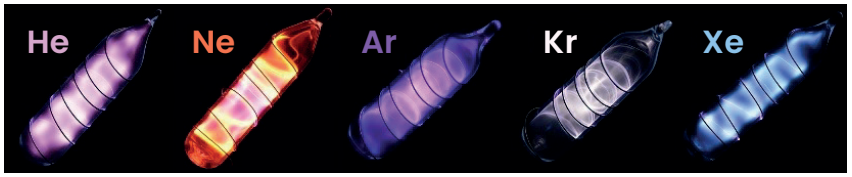
Zgodnie z zasadą zachowania energii, energia może być przekształcana z jednej postaci w drugą, ale nie może powstawać z niczego ani nie może znikać. W konsekwencji tej zasady podczas pochłaniania (absorpcji) światła przez materię (atom, cząsteczkę, jon), materia ta zyskuje energię. Natomiast, gdy materia emituje promieniowanie, uwalnia energię do otoczenia. Stan, w którym materia pochłonęła energię z układu, nazywamy w chemii stanem wzbudzonym. Emisja energii z takiego układu pozwalająca materii na powrót do stanu początkowego (przed absorpcją), nazywana jest powrotem do stanu podstawowego. Ponieważ w naszym oku znajdują się receptory światłoczułe, energia uwolniona do układu w postaci promieniowania może zostać przez nas „dostrzeżona". Warunkiem koniecznym dla oka ludzkiego jest jednak to, by energia wyemitowanego promieniowania obejmowała zakres promieniowania widzialnego. Na rysunku poniżej (rys. 1.) przedstawiono koło obrazujące jaką barwę zarejestruje nasz wzrok, gdy skierujemy na niego promieniowanie o danej wartości energii z zakresu



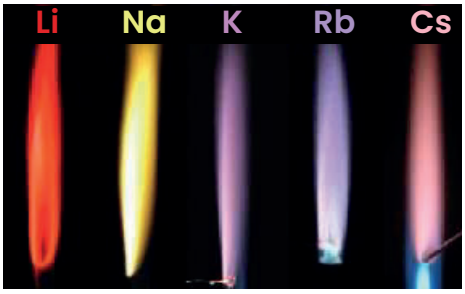
Rys. 1. Koło barw obrazujące barwę i energię wyemitowanego światła.

Najprostszym przykładem przejścia energetycznego, jakie możemy zaobserwować jest emisja światła z rozgrzanego przedmiotu (np. żarówki), zachodząca, gdy gorąca materia uwalnia część swojej energii termicznej drgań w postaci promieniowania.
Emitować energię w postaci promieniowania widzialnego mogą też wzbudzone elektrycznie pierwiastki lub jony (patrz rys. 2).

A). https://pl.wikipedia.org/wiki/Helowce



B). https://pre-epodreczniki.open.agh.edu.pl/tiki-index.php?page=Litowce

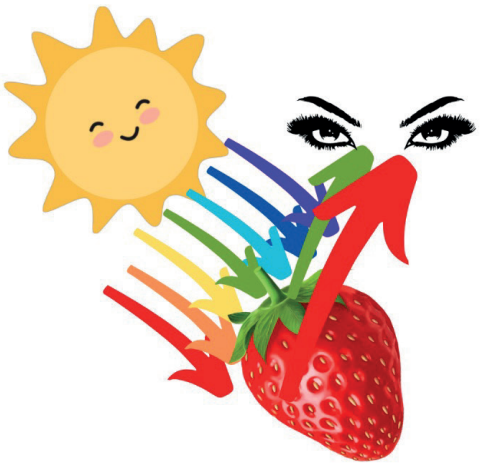


Rys. 2. a) gazy szlachetne emitujące światło widzialne w polu elektrycznym i b) jony litowców emitujące światło w płomieniu palnika.

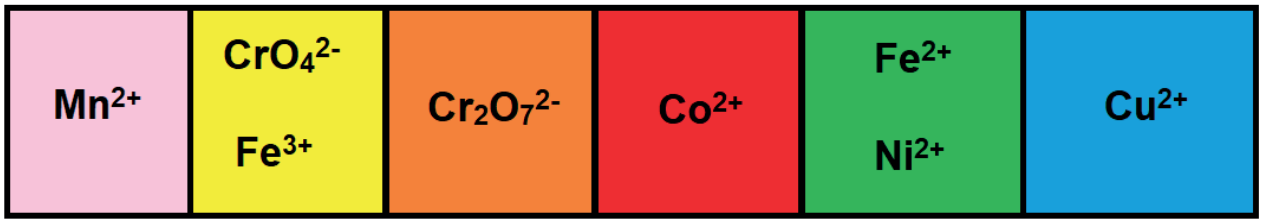
Omówione na poprzedniej stronie przykłady odnosiły się do rejestracji barw substancji, które poddano wzbudzeniu energetycznemu pod wpływem działania wysokich temperatur lub pola elektrycznego. Wiemy jednak, że w otaczającym nas świecie istnieje wiele obiektów o temperaturze otoczenia, z których jedne posiadają barwę, a inne jej nie posiadają. Dlaczego w takim razie nasze oko postrzega te obiekty inaczej?

Dzieje się tak dlatego, że otaczające nas substancje poddawane są nieustannie działaniu promieniowania m.in. z zakresu światła widzialnego okiem ludzkim. Część tego promieniowania może zostać pochłonięta przez substancję, na którą pada promień, a część ulega odbiciu. Wynikiem odbicia światła niezaabsorbowanego przez substancję będzie rejestracja naszym okiem barwy promienia odbitego od przedmiotu (patrz rys. 3) [1].

Przejdźmy do kolejnych ciekawych przykładów rejestracji barw okiem ludzkim. Jak wiemy zdecydowana większość kryształów soli jest przez nas postrzegana jako bezbarwna. Dzieje się tak dlatego, że substancje te nie pochłaniają światła z zakresu widzialnego. Istnieje jednak szczególna grupa pierwiastków, których obecność w kryształach soli sprzyja selektywnemu pochłanianiu i odbiciu światła widzialnego, a co za tym idzie pozwala dostrzec barwę kryształów soli. Pierwiastkami tymi są tzw. metale przejściowe, a w szczególności: chrom, mangan, żelazo, kobalt, nikiel i miedź (patrz rys. 4).

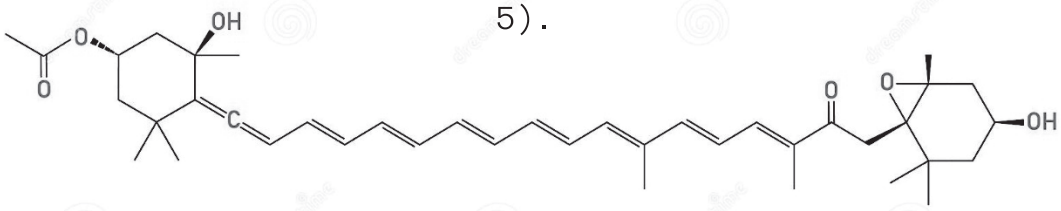


Rys. 3. Rejestracja barwy przedmiotu okiem ludzkim



Rys. 4. Przykładowe barwy kryształów zawierające w sieci krystalicznej wskazane jony.

Kolejną rodziną substancji barwnych absorbujących światło z zakresu widzialnego są związki organiczne posiadające układ wiązań sprzężonych (łańcuch atomów połączonych naprzemiennie wiązaniami pojedynczymi i podwójnymi, jak np. w ugrupowaniu –CH=CH–CH=CH–CH=CH–). Wśród związków tego typu znajdziemy wiele barwników i pigmentów występujących powszechnie w królestwie roślin i zwierząt, a także w nowoczesnym przemyśle syntetycznym (rys. 5).

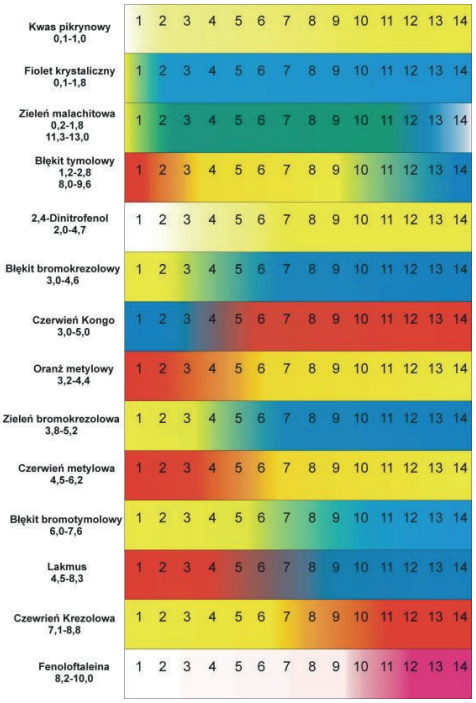


Rys. 5. Cząsteczka naturalnego barwnika fukoksantyny i jej układ wiązań sprzężonych.

Barwa niektórych barwników zarówno występujących naturalnie, jak i zsyntezowanych sztucznie, może ulegać zmianie pod wpływem dodatku do nich kwasu lub zasady. Barwniki takie nazywamy w chemii wskaźnikami (indykatorami) odczynu [2-3]. Cechą wspólną wskaźników jest to, że w obecności wody ulegają one dysocjacji kwasowej bądź zasadowej i są słabymi elektrolitami. Równanie ogólne dysocjacji indykatorów, które są słabymi kwasami można zapisać w postaci:

$$HIn + H_2O \rightleftarrows In^- + H_3O^+$$

gdzie HIn i In^- oznaczają odpowiednio formę kwasową i zasadową wskaźnika. Formy te różnią się między sobą barwą w roztworze, co stanowi podstawę oznaczenia pH (patrz rys. 6).



Rys. 6. Zmiana barwy wybranych wskaźników kwasowo-zasadowych w zależności od pH

https://www.umb.edu.pl/photo/pliki/WF_jednostki/zaklad-chemii-nieorganicznej/analityka_%28chemia_analityczna%29_2019_2020/%28am%29_cwiczenie_3_%28alkacymetria%29_2019-2020.pdf

Oddziaływanie światła ze zdelokalizowaną chmurą elektronów obecnych w kryształach metalicznych jest też powodem, dla którego obserwujemy charakterystyczny połysk i barwę metali. Strumień światła, padając na powierzchnię metalu, przekazuje energię znajdującym się tam elektronom, wprawiając je w ruch oscylacyjny. Zabsorbowana energia jest następnie całkowicie lub częściowo wyemitowana z metalu w postaci światła, nadając mu charakterystyczny efekt połysku i barwę [4].



Rys. 7. Metale - barwa i połysk.
https://www.morincorp.-com/us/en/design-options/natural-metals/

ŹRÓDŁA:
1.Światło – czym jest, jak się rozprzestrzenia i jakie są jego rodzaje I ArtCrystal.pl
2.Wskaźniki kwasowo-zasadowe (mlodytechnik.pl)
3.Przeczytaj – Zintegrowana Platforma Edukacyjna (zpe.gov.pl)
4.https://www.google.pl/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fzpe.gov.pl%2Fpdf%2FPKtAKrplT&psig=AOvVaw0U1S9a4pvuodtmHsExx95e&ust=1682858519730000&source=images&cd=vfe&ved=0CBQQ3YkBahcKEwjIrq6PkM_-AhUAAAAAHQAAAAAQHw

O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Polecane linki do zagadnień z wybranych pytań:

Pytanie 1:
https://foodfakty.pl/naukowcy-odkryli-nowy-naturalny-niebie-
ski-barwnik-spozywczy-z-czerwonej-kapusty

https://wegepedia.pl/niebieski-barwnik-z-kapusty

Pytanie 3:
https://motywatordietetyczny.pl/2020/05/karotenoidy-wszystko-co-musisz-wiedziec/

https://pl.dreamstime.com/barwa-czerwona-likopenu-pomi-
dor%C3%B3w-wz%C3%B3r-chemiczny-e-d-i-struktura-szkieletu-jasnoczerwony-karoten-zna
leziony-w-pomidorach-image211352417
https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-lu-
tein-and-zeaxanthin_fig1_281437014

Pytanie 24:
https://en.crystalls.info/
https://www.envisioningchemistry.com/crystals Jak rosną kryształy
https://weirdscience.eu/Niezwyk%C5%82e%20barwy.html
https://www.sciencebuddies.org/blog/color-science-experiments

https://www.projektpulsar.pl/struktura/2101407,1,wszystkie-barwy-krwi.read
https://www.thoughtco.com/chromatography-with-candy-and-coffee-filters-604269

Pytanie 29:
https://weglowy.blogspot.com/2020/05/mol-moli.html
https://ecowater.pl/blog/bioluminescencja-dlaczego-niektore-stworzenia-swieca-pod-woda/

https://www.naukowiec.org/wiedza/biologia/bioluminescencja_2795.html
http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Pliki/Luminescencja.pdf

Inne ciekawe artykuły:
TAJEMNICE BARW (katowice.eu)
Artykuł dla uczniów LO (bardzo szeroko wyjaśnia zagadnienia związane z rejestracja barw)
https://home.agh.edu.pl/~tarasiuk/dydaktyka/doc/GFK/S/03.pdf
Artykuł dla uczniów LO zapisany w formie prezentacji - Barwy w chemii
http://212.191.81.131/acch/prezentacje/Prezentacja_kolory.pdf
Jakie barwy przybierają wskaźniki?
https://zpe.gov.pl/pdf/P1FcffEFy

Ciekawe artykuły, których przeczytanie pozwoli nam nieco inaczej i szerzej spojrzeć na postrzeganie kolorów.
25 faktów o kolorach, których nie wiedziałeś (womanadvice.pl)

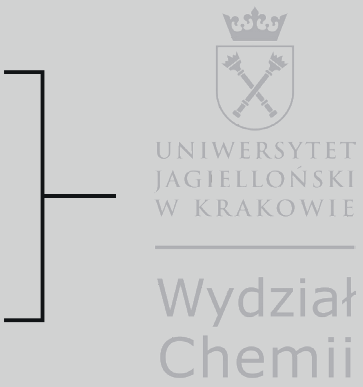
Ciekawe fakty na temat kolorów (pieknoumyslu.com)

Quizy o kolorach dla uczniów na różnym poziomie szkoły podstawowej:
Quiz kolory - Materiały dydaktyczne (wordwall.net)

Autor:
dr hab. Elżbieta Szostak
dr Ewa Odrowąż
dr hab. Joanna Hetmańczyk

Redakcja: dr Małgorzata Krzeczkowska

Redakcja językowa: dr Alicja Wang



Wydanie I
Kraków, 2023

Szata graficzna:
Hanna Siata | SiatArt

Grę udostępniono na licencji Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne – Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-NC-SA 4.0).

numer ISBN 978-83-963504-97



O NAUCE W SPOSÓB POPULARNY
Ministerstwo Edukacji i Nauki
Rzeczpospolita Polska
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE