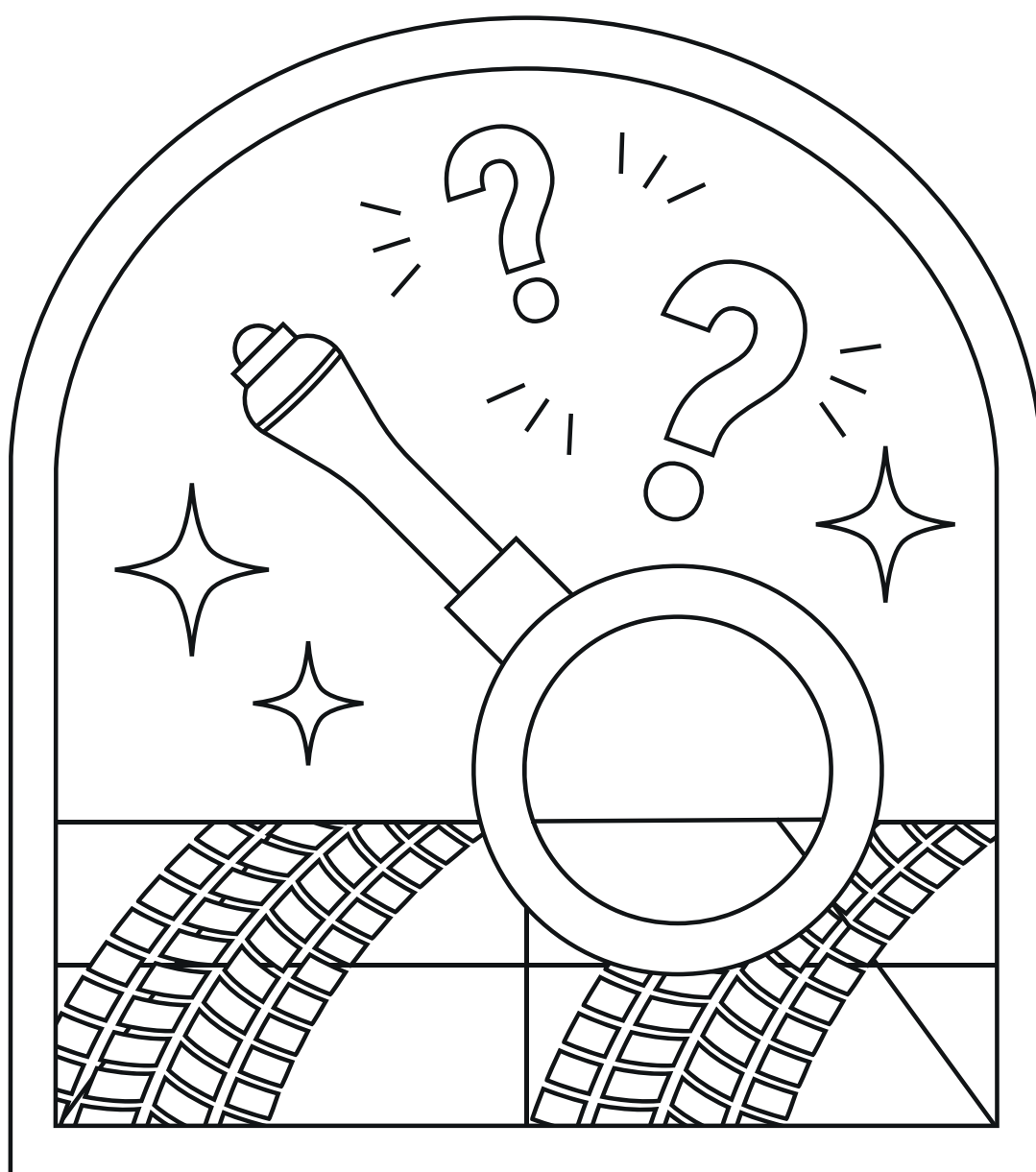


ŚLADY, KTÓRE WIDAĆ I TE, KTÓRYCH NIE WIDAĆ



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 Krzeczowska



Ślady, które widać i te, których nie widać



W ramach programu „Społeczna Odpowiedzialność Nauki”
„Piątne ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki
na podstawie umowy nr SOMP/SP/514547/2021 z dnia 14 lutego 2022;
nazwa projektu „0 nauce w sposób popularny ...” ; kwota środków 38 000 zł.”



Ministerstwo
Edukacji i Nauki

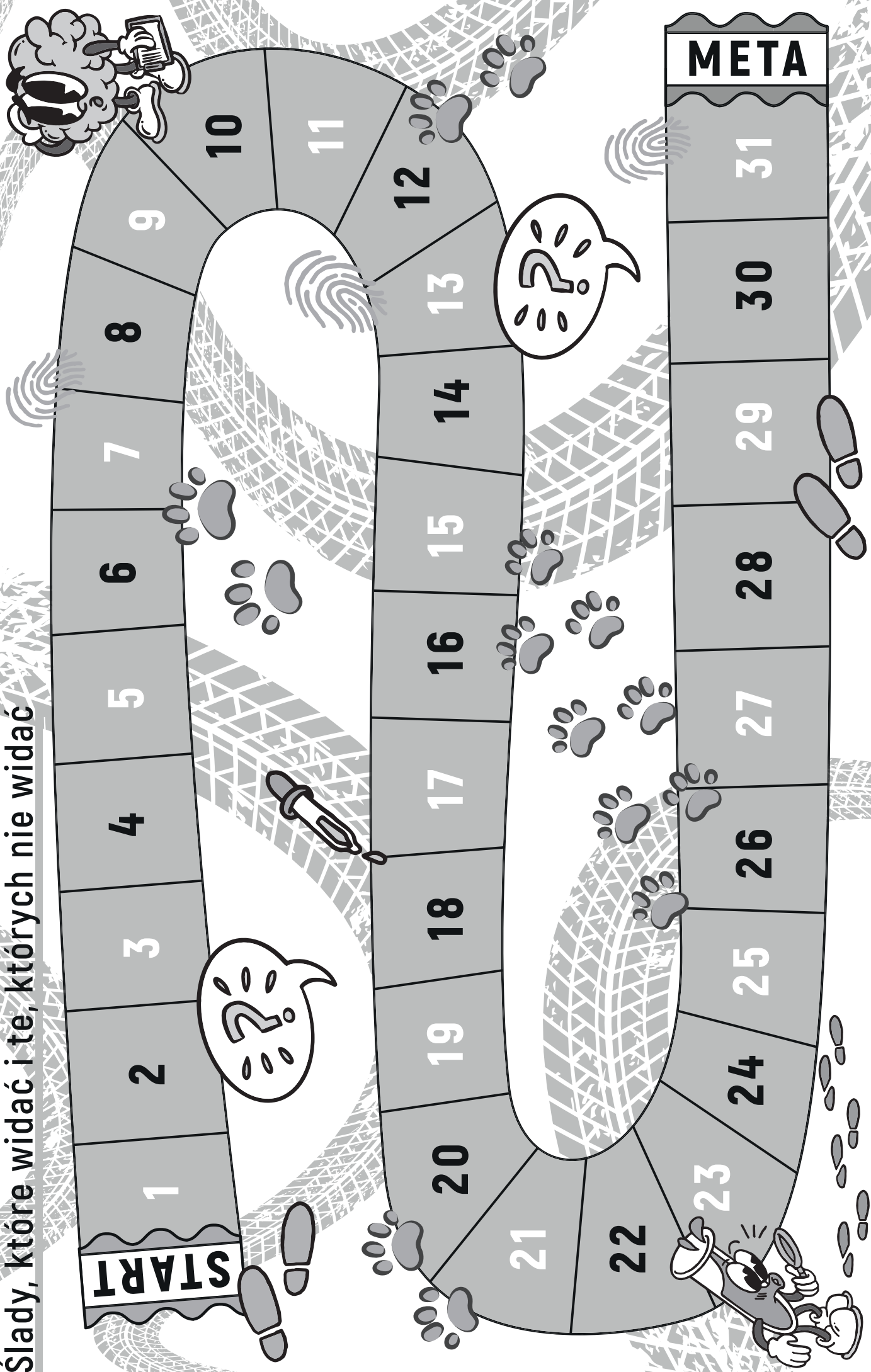


Rzeczpospolita
Polska



UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Ślady, które widać i te, których nie widać



W ramach programu „Społeczna Odpowiedzialność Nauki”
„Piątne ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki
na podstawie umowy nr SOMP/SP/514547/2021 z dnia 14 lutego 2022;
nazwa projektu „0 nauce w sposób popularny ...” ; kwota środków 38 000 zł.”



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 zadawałeś 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.Krzczkowska

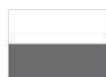
Zeskanuj kod QR
i przeczytaj
cały artykuł



O NAUCE
W SPOSÓB
POPULARNY



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



Rzeczpospolita
Polska



UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

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?

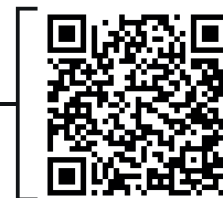


Odpowiadaj po kolei na poniższe pytania, gdy odpowiesz prawidłowo to przesuwaj swój pionek na kolejne pola.

- Po powrocie do domu zauważasz, że twój współlokator leży nieprzytomny na podłodze w pokoju. Drzwi do łazienki są uchylone, a piecyk gazowy (zasilany gazem ziemnym) jest włączony. Podaj potencjalne zagrożenie, które mogło spowodować omdlenie współlokatora oraz sposób udzielenia mu pierwszej pomocy.
- Astrobiolodzy i astrochemicy poszukują na innych ciałach niebieskich śladów obecności życia. Jak nazywają się takie ślady?
- Jesteś archeologiem i znajdujesz w Dolinie Królów w Egipcie nieodkryty grobowiec. W środku zauważasz wiele przedmiotów oraz sarkofag z mumią. Jakiej metody użyjesz, by poznać wiek znalezionych artefaktów i szczątków? Na czym polega ta metoda?

Ciekawostka:

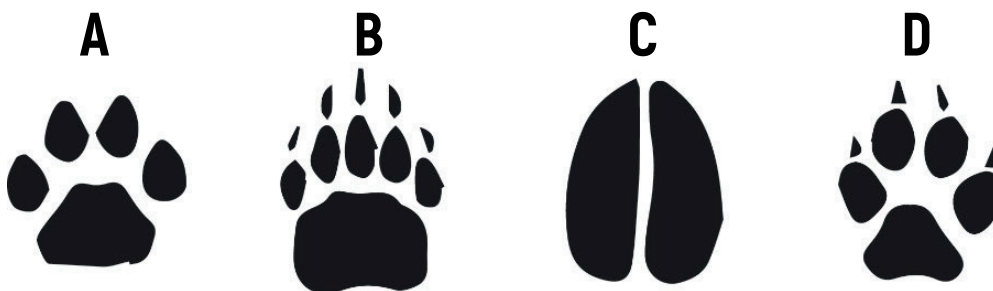
<https://archeologia.com.pl/po-co-datowanie-radiowęglowe/>



- Jako prezent urodzinowy dostałeś czarną, kamienną bryłę. Kilka dni później przypadkiem upuszczasz bryłę, która pęka na pół. Ku swojemu zaskoczeniu zauważasz wewnątrz prezentu odciski liści i pędów. Czym była bryła, którą otrzymałeś i z jakiego pierwiastka się składa? Jak wewnątrz kamiennej bryły znalazły się odciski roślin?
- Przypisz opisane ślady (1-3) do pojazdu, który je zostawił.

1	Kilwater	A	SAMOLOT
2	Smuga kondensacyjna	B	SAMOCHÓD
3	Podwójne, równoległe ślady opon	C	OKRĘT

- Przypisz narysowane tropy (A-D) do zwierząt (wilk, krowa, niedźwiedź, kot), które je zostawiają.



7. Technik kryminalistyki podejrzewa, że na miejscu zbrodni sprawca zostawił swoje odciski palców. Podaj przykłady trzech technik mogących posłużyć do pobrania odcisków.

Ciekawostka:

<https://naukatolubie.pl/junior/jak-utrwalic-odcisk-palca/>



<https://smartbee.club/zestaw/genetyka/badanie-odciskow-palcow/>



<https://www.infor.pl/prawo/prawo-karne/ciekawostki/87642,Jak-ujawnia-sie-slady-linii-papilarnych.html>



8. Atrament sympatyczny – odwołanie do szpiegów i Pliniusza Starszego. W I wieku p.n.e. grupa senatorów zawiązała spisek mający na celu obalenie władzy Juliusza Cezara. Której z poniższych substancji użyjesz jako niewidzialnego atramentu, będąc jednym ze spiskowców? Co będzie musiał zrobić odbiorca by odczytać wiadomość?

- SOK Z CYTRYNY
 - WINO
 - WODA
- ROZTWÓR CUKRU
- SOK Z WILCZOMLECZA

9. Będąc poza miastem w miejscu o niewielkim zanieczyszczeniu światłem można w niektóre noce dostrzec pędzący po niebie „światlisty pociąg” wyglądający jak sznur gwiazd. Czym jest to zjawisko?
10. Przemek przygotowywał eksperyment w niedawno umytej probówce, w której wykonywano wcześniej badanie odczynu roztworu. Z jakiegoś powodu mieszanina reakcyjna zabarwiła się na kolor malinowoczerwony po dodaniu zasady. Jaka mogła być tego przyczyna?
11. Podaj przykład płynu ustrojowego, który można wykryć, mając do dyspozycji lampę UV.
12. W czasie obserwacji nocnego nieba niekiedy można zobaczyć kometa z ciągnącym się za nią charakterystycznym warkoczem. Ile typów warkoczy może mieć kometa?



13. Pozostałościami po krążących w Układzie Słonecznym i spadających na Ziemię niewielkich ciał niebieskich są meteoryty. Wskaż pierwiastki, z których zbudowane są meteoryty:
1. Żelazo
 2. Krzem
 3. Brom
 4. Rtęć
 5. Nikiel
14. Krew skrzypłoczy posiada bardzo ciekawą właściwość sprawiającą, że w obecności endotoksyn bakterii Gram ujemnych tworzy widoczne gołym okiem agregaty. Oprócz tego, podobnie jak krew innych skorupiaków, krew skrzypłoczy jest niebieska. Jaki związek chemiczny odpowiada za kolor krwi skrzypłoczy? Podaj jego nazwę.
15. Zaproponuj doświadczenie, które może posłużyć do wykrycia skrobi w próbkach spożywczych.
16. 21 lipca 1969 Neil Armstrong jako pierwszy człowiek w dziejach postawił stopę na Księżycu. Biorąc pod uwagę warunki panujące na jedynym naturalnym satelicie naszej planety, czy możliwe jest zobaczenie śladów pozostawionych przez astronautów z programu Apollo?
17. W szklance znajduje się nieznaną roztwór. Jak sprawdzisz odczyn tego roztworu, jeśli dysponujesz cytryną, mydłem w kostce i sokiem z czerwonej kapusty.
18. Które z poniższych urządzeń zabierzesz na wycieczkę do Czerwonego Lasu w pobliżu miasta Prypeć, by wykryć promieniowanie jonizujące i uniknąć wejścia w tzw. „gorącą strefę”? Możesz wybrać więcej niż jedną odpowiedź.
1. Radiometr Crookesa
 2. Dozometr Sosna
 3. Granatnik przeciwpancerny
 4. Licznik Geigera
 5. Spektrofotometr
19. W trakcie poszukiwania i analizowania różnych śladów niekiedy konieczne staje się zastosowanie tzw. olfaktometrii. Podaj, jaki przyrząd pomiarowy wykorzystywany jest w czasie olfaktometrycznego wykrywania zapachów.
20. W krakowskim Archiwum X stosuje się innowacyjne podejście do badania śladów – metodę impresjonistyczną. Na czym opiera się idea tej metody?
21. W analizie jakościowej śladowe ilości jonów żelaza(III) w roztworze można wykryć odczynnikami, który dodany (nawet jedna kropla) do analizowanej próbki spowoduje pojawienie się krwisto-czerwonej barwy roztworu. Podaj nazwę użytej substancji.
22. Odżywianie się, podróżowanie, ogrzewanie domu, robienie zakupów, to czynności, które wykonujemy w naszym życiu. Każda z tych czynności nie pozostaje bez wpływu na otaczające nas środowisko, pozostawiając pewien ślad. Podaj nazwę tego śladu.

Ciekawostka na następnej stronie...



cd.
22. Ciekawostka:

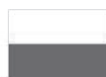
https://youth.europa.eu/get-involved/sustainable-development/how-reduce-my-carbon-footprint_pl




23. Kupiłeś nowe mydło i chcesz sprawdzić, czy zawiera formaldehyd. W tym celu przeprowadzasz próbę Tollensa. Zapisz w sposób jonowy skrócony, równanie reakcji potwierdzające obecność poszukiwanej substancji w próbce Tollensa.
24. Dzięki metodzie barwienia Grama, większość bakterii można podzielić na Gram dodatnie oraz Gram ujemne. Bakterie Gram dodatnie barwią się na fioletowo, natomiast Gram ujemne barwi się na czerwono lub różowo. Co jest przyczyną różnic w wybarwianiu? Jakie związki wykorzystuje się do wybarwiania?
25. Łaziki marsjańskie zostały wyposażone w urządzenia umożliwiające poszukiwanie biosygnatur. Podaj przykład takiego urządzenia.
26. Podaj nazwy trzech gazów, których emisję obejmuje ślad węglowy.
27. Podaj miarę śladu węglowego.
28. Podczas prowadzenia badań eksperymentalnych, badacza interesują zmienne, które są mierzone oraz zmienne, które są kontrolowane. Podaj definicję zmiennej niezależnej oraz zmiennej zależnej.
29. Czy poniższa definicja hipotezy jest poprawna?
- „Twierdzenie wyrażające przypuszczenie badacza co do wyniku eksperymentu/badania oparte na dotychczas zdobytych wiadomościach”.
30. Wymień trzy rodzaje śladu wodnego.
31. Podaj co najmniej dwie cechy dobrze sformułowanego pytania badawczego?

ODPOWIEDZI

1. Współlokator mógł zatruć się tlenkiem węgla(II), czyli czadem. W podanym przypadku należy otworzyć wszystkie drzwi i okna aby maksymalnie zwiększyć przepływ powietrza; a osobę, wyprowadzić lub przenieść do dobrze wentylowanego pomieszczenia. Należy również zadzwonić na numer alarmowy 112.
2. Biosygnatury.
3. Do wyznaczenia wieku artefaktów używa się metody datowania radioizotopowego. Polega ona na pomiarze proporcji między promieniotwórczymi izotopami niektórych pierwiastków oraz ich izotopami trwałymi.
4. Prezentem jest bryła węgla kamiennego; to skała osadowa zawierająca około 85% masowych węgla. Odciski roślin pochodzą najprawdopodobniej z ery karbońskiej, kiedy w strefie tropikalnej na bagnach rosły duże ilości roślin. Po zatopieniu w bagnie i zajściu odpowiednich procesów geochemicznych z tych roślin powstały złoża węgla kamiennego.
5. 1C | 2A | 3B
6. A – kot | B – niedźwiedź | c – krowa | d – wilk
7. 1. Wykorzystanie proszku daktyloskopijnego.
2. Użycie czerwieni węgierskiej.
3. Zastosowanie par jodu.
8. Można użyć każdej z wymienionych substancji oprócz wody. By odczytać wiadomość należy umieścić kartkę nad świecą się świeczką lub użyć żelazka. Podgrzanie kartki powoduje utlenienie substancji organicznej, przez co zyskają ciemne zabarwienie.
9. Tzw. „kosmiczny pociąg” to grupa satelitów Starlink krążąca na orbicie.
10. Probówka mogła być niedokładnie umyta i zawierać resztki fenoloftaleiny.
11. Przy pomocy UV można wykryć np. krew.
12. Dwa typy – ogon złożony z gazów i drugi złożony z materiałów łatwo lotnych.
13. 1 | 2 | 5
14. Hemocyjanina
15. Można użyć jodiny lub płynu Lugola – w przypadku obecności skrobi pojawia się ciemnogrnatowa/czarna barwa.
16. Jest to możliwe. Na Księżycu nie występują procesy (np. ruchy płyt tektonicznych) i zjawiska (np. wiatr), które powodowałyby naruszenie księżycowego regolitu i zatarcie śladów.



ODPOWIEDZI

17. Użyjesz soku z czerwonej kapusty, który stanowi domowy wskaźnik kwasowo-zasadowy. Najpierw należy wykonać tzw. próby kontrolne – sprawdź jaką barwę przyjmuje sok w roztworze o odczynie kwasowym (sok z cytryny), o odczynie zasadowym (roztwór mydła w kostce) oraz o odczynie obojętnym (woda); następnie dodać 2,3 krople soku do badanego roztworu. Na podstawie barwy roztworu określ odczyn.
18. 2 | 4
19. Detektorem jest ludzki nos. Pomiarów dokonują specjalnie dobrane do tego celu osoby.
20. „Nawiązuje ona do nurtu w malarstwie, a chodzi o to, by wszystkie ślady potraktować jak plamy. Same w sobie nic nie znaczą na konkretnym obrazie. Jeżeli jednak będziemy je interpretować, analizować i badać jako całość, to obraz stanie się czytelny, a one zyskają wartość zarówno wykrywczą, jak i dowodową”.
21. Tiocyjanian (rodanek) np. sodu, potasu.
22. Jest to ślad węglowy. Obecnie istnieje wiele możliwości obliczenia śladu węglowego. Liczne przedsiębiorstwa obliczają go np. dla konkretnego produktu.
23. $2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{HCHO} + 3\text{OH}^- \rightarrow 2\text{Ag} \downarrow + \text{HCOO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_3$
24. Różnice w wybarwianiu wynikają z różnic w budowie ściany komórkowej. Bakterie G+ mają grubą ścianę komórkową, natomiast G- mają cienką ścianę komórkową oraz dodatkową, zewnętrzną błonę. Barwnikami są fiolet krystaliczny oraz safranina lub fuksyna.
25. Łaziki wyposażone są np. w spektrometry IR.
26. Metan, tlenek węgla(IV), tlenek azotu(I).
27. Tona ekwiwalentu tlenku węgla(IV).
28. Zmienna niezależna – badany czynnik wywołujący zmiany. Zmienna zależna – zmienna, którą badacz chce wyjaśnić, zmienia się pod wpływem badanego czynnika.
29. Tak.
30. Zielony, niebieski i szary ślad wodny.
- Ciekawostka: <http://www.waterfootprint.org/>
- 
31. Pytanie badawcze musi być jednoznaczne i powinno zawierać co najmniej jedną zmienną niezależną oraz co najmniej jedną zmienną zależną.



WYKONAJ

Doświadczenie

Przełącz tajną wiadomość...

Potrzebne materiały

- cytryna
- nóż, deska do krojenia
- wyciskarka do cytrusów
- słoiczek / szklanka
- wykałaczka, patyczek do uszu, pędzelek
- papier (różne rodzaje: gładki, w kratkę, matowy, błyszczący, o różnej gramaturze)
- świeczka, zapałki, żelazko

Kroki

1. Świeżo wyciśnięty sok z cytryny umieść w słoiczku. Przy pomocy wykałaczki zapisz na kratce papieru tajną wiadomość. Oczekaj do wyschnięcia kartki. W celu odczytania napisu zapal świeczkę i przyłóż kartkę blisko płomienia.

Obserwacje

Napis wyłania się w postaci ciemnobrązowych znaków.

Wnioski

- Wiadomość zapisana na kartce sokiem z cytryny pozostaje niewidzialna do momentu zbliżenia zapisanego fragmentu strony do płomienia. W wyniku podgrzania substancje zawarte w soku z cytryny utleniają się przybierając ciemne zabarwienie widoczne na kartce.

Zastanów się:

- Czy każdy rodzaj papieru jest dobry do pisania na nim wiadomości?
- Czy gramatura papieru ma znaczenie?
- Co warto stosować do pisania wiadomości: wykałaczkę, patyczek do uszu czy po prostu pędzelek?
- Czy istnieje inny sposób odczytania zapisanej wiadomości?

Uwagi ogólne

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



O NAUCĘ
W SPOSÓB
POPULARNY



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



Rzeczpospolita
Polska



UNIwersytet JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



Indywidualna karta pracy do doświadczenia

Przełącz tajną wiadomość...

Schematyczny rysunek

Obserwacje

Co się wydarzyło?

Jak myślisz, dlaczego tak się wydarzyło?

Wnioski podsumowujące



Artykuł popularno-naukowy

Ślad, cytując słownik PWN, jest to “znak pozostawiony na podłożu po przejściu lub przejeździe kogoś lub czegoś” oraz “znaki świadczące o tym, że coś istniało lub działo się”. Śladem może więc być ułamana gałązka, plama oleju na koszulce, szybsze tętno, ale także promieniowanie reliktowe czy obecność niektórych związków chemicznych w danym miejscu. Ze śladami mamy więc do czynienia setki, jeśli nie tysiące razy w ciągu każdego dnia. Na część zwracamy uwagę bardziej świadomie (ot, choćby patrzymy w niebo po wyjściu z domu by sprawdzić, czy na horyzoncie nie widać chmur burzowych), na inne nieco mniej (jak wielu z nas zastanawia się włączając światło w pokoju, że jest to ślad dziesiątek lat wysiłków najtęższych umysłów ludzkości, by stworzyć tak prostą rzecz, jak zapalana przez nas żarówka oraz trudu, którego potrzeba było by zbudować całą infrastrukturę konieczną do wytworzenia prądu, dzięki któremu mamy światło nocą?). Każdy ślad prowadzi więc do innego, który prowadzi do kolejnego i tak dalej. W ten sposób moglibyśmy poprowadzić całą ścieżkę śladów prowadzących aż do Wielkiego Wybuchu.

Niezwykle istotnym śladem, o którym wspomina się w mediach, jest tzw. ślad węglowy. Jest to całkowita suma emisji gazów cieplarnianych, wywołanych pośrednio lub bezpośrednio przez daną osobą, organizację, wydarzenie bądź produkt. Ślad węglowy obejmuje emisję takich gazów jak m.in. dwutlenek węgla, metan czy podtlenek azotu. Aktualnie ludzkość intensywnie pracuje nad zmniejszeniem śladu węglowego co pozwoliłoby spowolnić zmiany klimatyczne. Unia Europejska wyznaczyła nawet cel, jakim jest osiągnięcie „neutralności klimatycznej” do 2050 roku w trosce o środowisko.

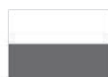
Śladów jest więc bardzo dużo i można je klasyfikować na najróżniejsze sposoby. Na tej podstawie możemy wnioskować, że sposoby wykrywania śladów są równie liczne. Skupmy się na kilku wybranych detektorach pozwalających na detekcję (wykrycie) różnorodnych śladów.

Najprostszymi, a zarazem najczęściej wykorzystywanymi detektorami, są nasze zmysły – wzrok, słuch, węch, smak, itp. Choć nasze zmysły nie są tak zaawansowane jak zmysły innych zwierząt, wciąż są ważnymi detektorami i znajdują zastosowanie w nauce, będąc czasami lepszymi od zaawansowanych maszyn. Analiza sensoryczna jest jednym z głównych narzędzi materiałoznawstwa i towaroznawstwa. Jest również niezastąpiona w czasie oceny jakości artykułów spożywczych i innych artykułów



codziennego użytku (np. kosmetyków). Znalazła także zastosowanie w badaniach jakości elementów środowiska (np. zanieczyszczeń wody i powietrza). Ciekawymi detektorami, które niecałą dekadę temu doprowadziły do nagrodzonego nagrodą Nobla przełomu, są detektory fal grawitacyjnych. Fale grawitacyjne to do niedawna hipotetyczne odkształcenia czasoprzestrzeni, które poruszają się z prędkością światła w próżni. W uproszczeniu można powiedzieć, że jest to zmarszczka rozchodząca się w czasoprzestrzeni. Jak zmierzyć więc falę, która wpływa również na detektor służący do jej pomiaru? Konieczna jest w tym celu specyficzna instalacja składająca się z dwóch stykających się pod kątem prostym rur o długości 4 km każda. Każde z ramion zbudowane jest z dwóch rur: betonowej i umieszczonej w jej wnętrzu drugiej ze stali nierdzewnej, w której panuje niemal całkowita próżnia. W miejscu połączenia rur znajduje się laser oraz dzielnik wiązki światła, dzięki któremu wiązka lasera trafia do każdego z ramion jednocześnie. Na końcu każdej z rur znajduje się zwierciadło odbijające światło, które potem kierowane jest do fotodetektora. Następnie komputer wylicza różnicę dróg przebytych przez obie wiązki. Gdy w czasie pomiaru do urządzenia dociera fala grawitacyjna, powinna pojawić się różnica w przebytych przez laser drogach. Jak widać, konstrukcja ogólna detektora jest relatywnie prosta, jednak by zarejestrować falę grawitacyjną konieczna jest niezwykle dokładność. Zmiana długości ramion detektora wynosi mniej niż jedną tysięczną części średnicy protonu, co jest wielkością niemal niemożliwą do zarejestrowania. Ponadto, pomiar może zaburzyć nawet przelatujący wiele kilometrów wyżej samolot. Dlatego istnieją dwie instalacje LIGO (Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory), oddalone od siebie o 3000 km. Trwają również prace nad budową innego detektora fal grawitacyjnych, tym razem umieszczonego w przestrzeni kosmicznej.

Innymi niezwykle ciekawymi detektorami są detektory promieniowania jonizującego. Służą one, jak wskazuje nazwa, do detekcji promieniowania jonizującego, czyli takiego, którego przeniknięcie przez materię powoduje powstanie w niej jonów. Wbrew powszechnej opinii nie występuje ono tylko w elektrowniach jądrowych, miejscach katastrof jądrowych czy poligonów, na których testowano broń atomową. Jak jednak zmierzyć to promieniowanie? Detektory promieniowania jonizującego dzielą się na dwie grupy: pasywne i aktywne. W detektorach aktywnych informacja o przejściu cząsteczek pojawia się natychmiast, natomiast w detektorach pasywnych informacja o przejściu wymaga obróbki.



Prawdopodobnie najbardziej znanym detektorem promieniowania jonizującego jest licznik Geigera – Müllera. Można nim zliczyć niemal całkowity poziom czynników jonizujących w otoczeniu. Dodatkowo, licznikiem Geigera można oceniać także liczbę fotonów światła i promieniowania rentgenowskiego.

Źródła:

<https://www.carbontrust.com/what-we-do/assurance-and-labelling/product-carbon-footprint-label>



„Geiger Muller Tubes; issue 1” published by Centronics Ltd, UK.
<https://www.admnucleartechnologies.com.au/blog/geiger-counters>



Ciekawostki

Próba Tollensa –
<https://www.youtube.com/watch?v=7I-y3I3VzM8>



Zasada działania licznika Geigera – Müllera
<https://www.youtube.com/watch?v=hWaJaQ9NJG8>



Artykuł
<https://www.conrad.pl/pl/strefa-porad/technika-pomiarowa-i-zasilanie/jak-dziala-miernik-promieniowania-radioaktywnego>



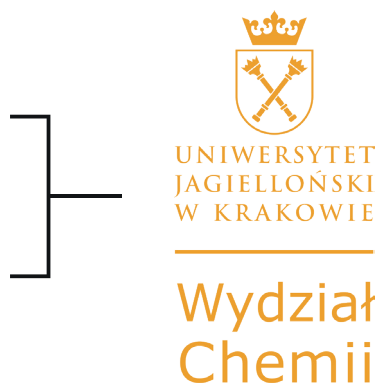
<https://web.swps.pl/strefa-prawa/artykuly/20012-brak-sladow-jest-sladem-jak-rozwiazuje-sie-sprawy-nie-do-rozwiazania?dt=1683002967727>



Autor: mgr Krystian Latos

Redakcja: dr Małgorzata Krzeczowska

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 978-83-963504-66

ISBN 978-83-963504-6-6



O NAUCE
W SPOSÓB
POPULARNY



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



Rzeczpospolita
Polska



UNIwersYTET JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE