



## Węgiel – pierwiastek życia

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Węgiel – pierwiastek życia

Trubka Udaczna to wielkie złożo diamentów, czyli minerałów będących najtwardszą substancją występującą w przyrodzie. Diamenty to czysty węgiel.

Źródło: Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Już nasi bardzo odlegli przodkowie korzystali z właściwości węgla przy rozpalaniu ognia. Pierwiastek ten występuje zarówno w związkach nieorganicznych – można go wydobywać np. w kopalniach – jak i organicznych – m.in. w takich cząsteczkach jak cukry czy białka, które są obecne tylko w organizmach. Węgiel stale krąży w środowisku: znajduje się w powietrzu i wodzie jako dwutlenek, w litosferze jako diament czy grafit, a w organizmach żywych jako pierwiastek budujący związki organiczne. Gromadząca się w kominach sadza, czyli węgiel bezpostaciowy, powstaje jako efekt niepełnego spalania paliw zawierających węgiel.

### Twoje cele

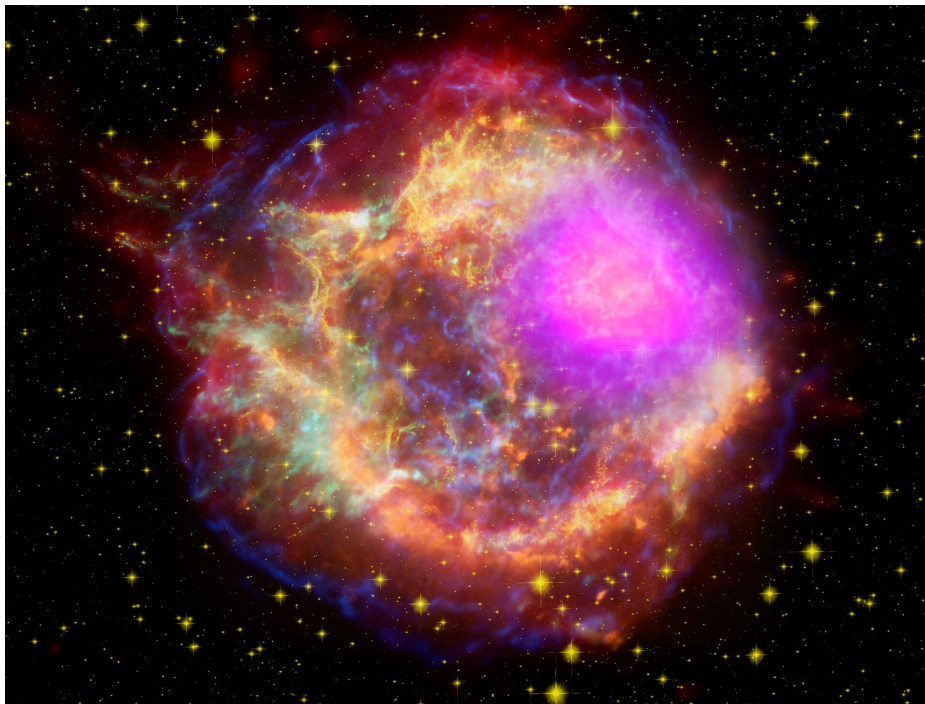
- Przedstawisz różnice między odmianami węgla.
- Zrozumiesz związek między właściwościami węgla a jego rolą w organizmach.
- Sprawdzisz, jak naukowcy ustalają wiek znalezisk archeologicznych.

# Przeczytaj

---

## Jak powstaje węgiel?

Węgiel jest pierwiastkiem powszechnie występującym na Ziemi i najważniejszym budulcem znanych nam form życia. Powstaje we wnętrzu starych gwiazd, w których spaliła się już większość wodoru (w przypadku Słońca stanie się to za mniej więcej 7 mld lat). Nadmiar helu w takich gwiazdach sprawia, że jego atomy się łączą: zachodzi reakcja zwana procesem 3-alfa, w wyniku której powstają atomy węgla. Kiedy gwiazda eksploduje jako supernowa, węgiel staje się częścią kosmicznego pyłu, a wreszcie innych gwiazd i planet. Atomy węgla w naszych ciałach – także pochodzące z dawno nieistniejących gwiazd – mają ok. 5 mld lat i bezustannie krążą pomiędzy ziemią, powietrzem, wodą i organizmami.



Eksplozja supernowej. Nałożono obrazy promieniowania gamma (fiolet), rentgenowskiego (błękit, zieleń), radiowego (pomarańczowy), podczerwonego (czerwony) i widzialnego (żółty) z teleskopu Hubble'a.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

## Ciekawostka

Najstarszy znany tatuaż wykonano, wcierając sadzę w nakłutą skórę człowieka znanego jako Ötzi. Jego świetnie zachowane, datowane na 3300 do 5300 lat, szczątki znaleziono w tyrolskich Alpach.

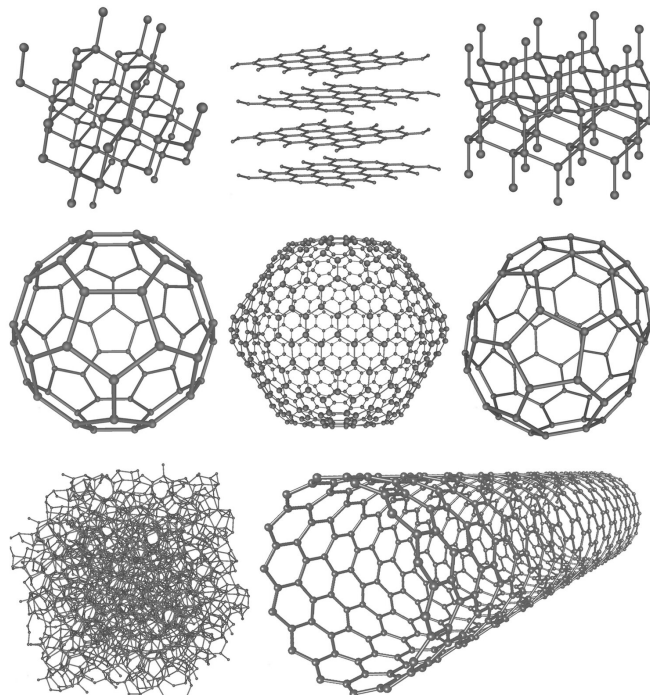


Rekonstrukcja (model) tatuażu Ötziego.

Źródło: Thilo Parg, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

## Odmiany alotropowe węgla

W zależności od ułożenia atomów węgiel ma unikalne właściwości i tworzy zupełnie różne [odmiany alotropowe](#). Przykładem jest jedna z najtwardszych substancji na świecie – krystaliczny [diament](#), który jest izolatorem. Po zmianie struktury wewnętrznej powstaje [grafit](#) – substancja bardzo miękka, o dobrym poślizgu, przewodnik elektryczności. W wyniku kolejnych zmian otrzymamy [grafen](#) (twardszy od stali i elastyczny jak guma), [fulereny](#) (przypominające kształtem piłki futbolowe), [nanorurki](#), węgiel „szklisty” czy węgiel Q (który ma właściwości magnetyczne i fosforyzujące).

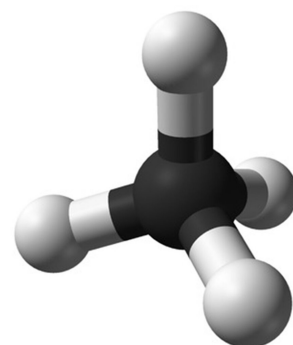
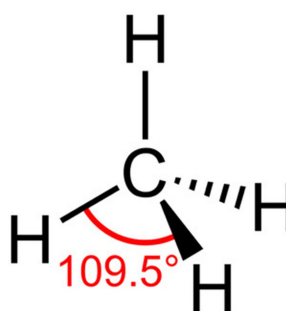


Odmiany alotropowe węgla różnią się strukturą przestrzenną.

Źródło: Michael Ströck, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

## Cechy węgla ważne biologicznie

Węgiel jako pierwiastek ma unikalne, ważne biologicznie właściwości. Może wiązać się z innymi atomami węgla lub różnymi pierwiastkami, tworząc miliony znanych związków. Dzieje się tak za sprawą jego budowy atomowej: na powłoce zewnętrznej znajdują się cztery elektrony, które uczestniczą w tworzeniu wiązań chemicznych. Mogą to być wiązania **pojedyncze** (z czterema takimi samymi lub różnymi atomami), **podwójne** i **potrójne**. Dzięki temu węgiel tworzy proste lub rozgałęzione łańcuchy – szkielety – oraz pierścienie – związki cykliczne



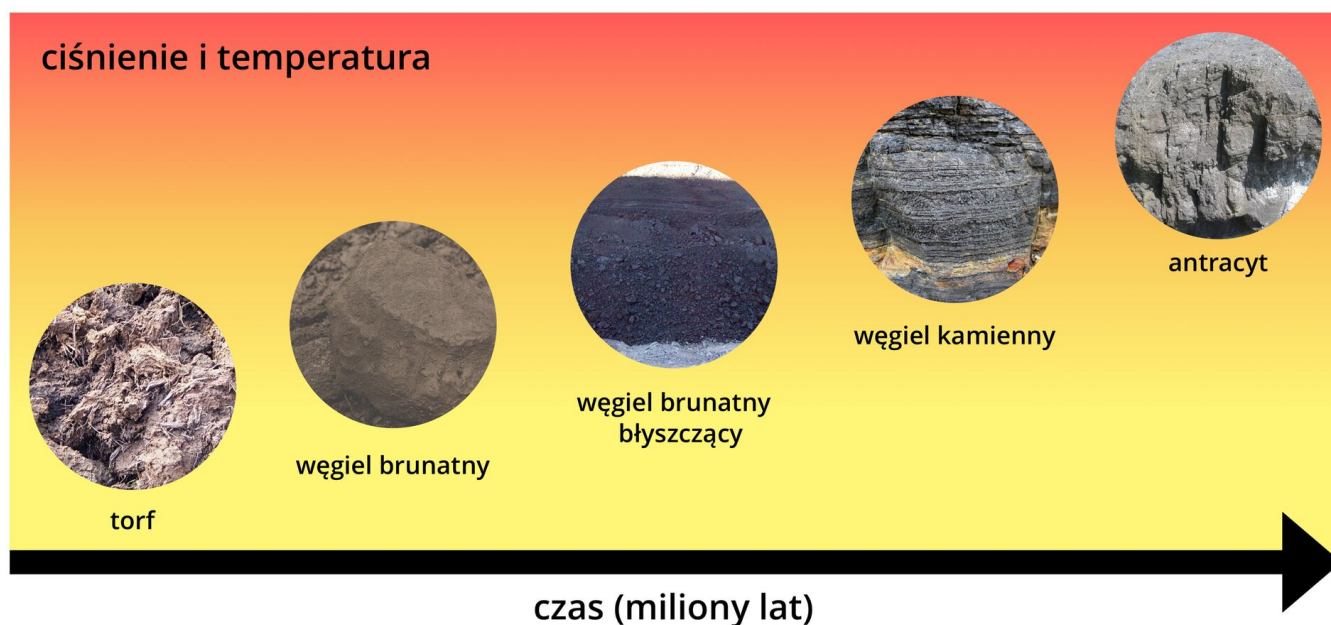
Najprostszym związkiem organicznym jest metan ( $\text{CH}_4$ ), powstający podczas beztlenowego rozkładu roślin. Ma on przestrzenną (geometryczną) formę. Większa liczba atomów węgla i wodoru tworzy dłuższe łańcuchy węglowodorów, obecnych np. w ropie naftowej, która powstaje z rozkładu szczątków organicznych.

i [aromatyczne](#). To z kolei warunkuje tworzenie związków niezbędnych do życia: kwasów nukleinowych, cukrów, białek i tłuszczów. Wiązania między atomami węgla są silne, dlatego związki organiczne zbudowane ze szkieletów węglowych wykazują dużą trwałość i odporność na działanie różnych czynników.

Wiele komórkowych cząsteczek organicznych ma elementy zbudowane z łańcuchów węgla i wodoru – przykładem są tłuszcze.

Źródło: Lumen Candela, licencja: CC BY-SA 4.0.

Węgiel wchodzi w skład **grup funkcyjnych**, czyli grup atomów warunkujących funkcje związku chemicznego i jego reaktywność, czyli zdolność do udziału w reakcjach chemicznych. Przykładem grupy funkcyjnej jest grupa karboksylowa  $-COOH$  w kwasach lub grupa aldehydowa  $-CHO$  w cukrach. Do szkieletów węglowych mogą się przyłączać atomy innych pierwiastków, tworząc makrocząsteczki o zróżnicowanej strukturze przestrzennej. Ma to znaczenie gdy dwa białka – np. enzym i substrat – dopasowują się do siebie.



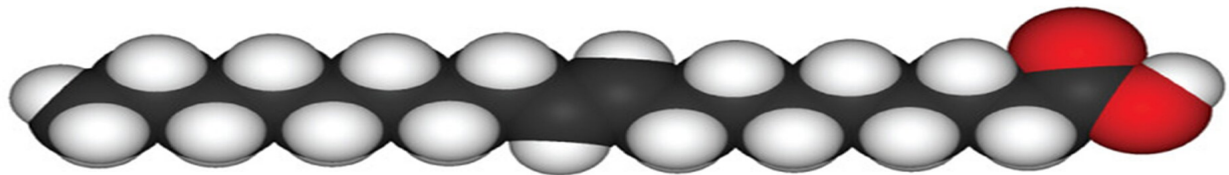
Temperatura i ciśnienie przyczyniają się do zmiany stopnia uwęglenia materiału organicznego. W ciągu milionów lat z miękkich, wilgotnych roślin o niskiej zawartości węgla powstał wysokoenergetyczny, twardy węgiel kamienny, o bardzo wysokiej zawartości tego pierwiastka.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

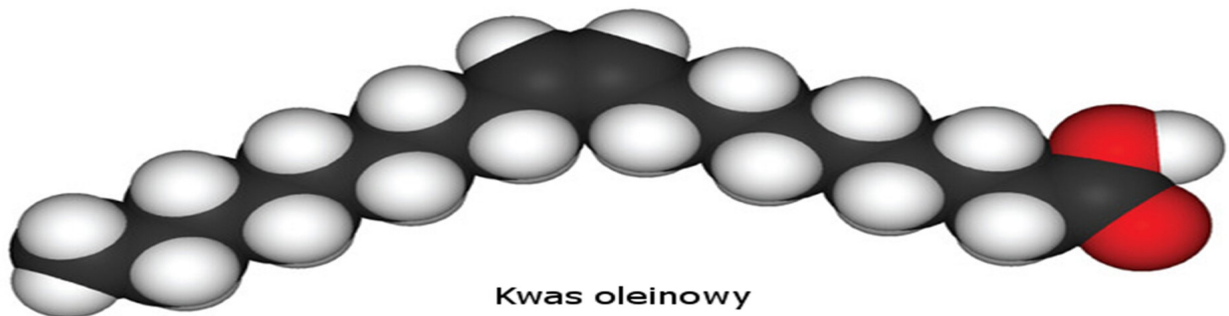
W wyniku łączenia i rozbudowy prostych cząsteczek powstają formy o różnych właściwościach chemicznych. Mogą to być np. ważne biologicznie [izomery](#).

przestrzenne:

- formy *cis* i *trans*, różniące się położeniem grup funkcyjnych;
- [enanjomery](#), czyli lustrzane odbicia cząsteczek (jak prawa i lewa ręka).



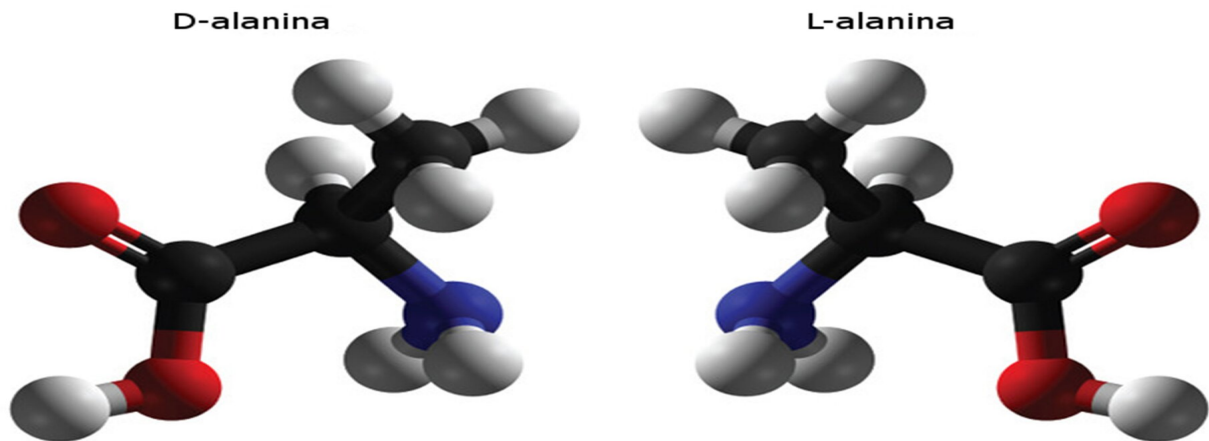
**Kwas elaidynowy**



**Kwas oleinowy**

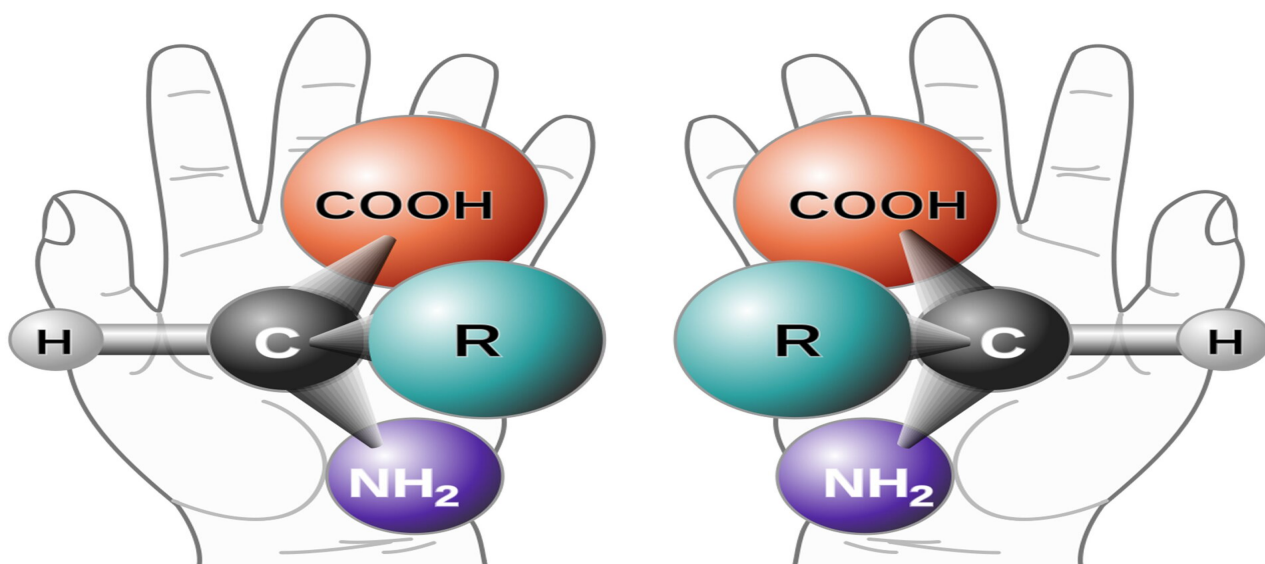
Forma *cis* oznacza, że dwie identyczne grupy znajdują się po tej samej stronie węglowego wiązania podwójnego lub cyklicznego. Na przykład kiedy tłuszcz ma konfigurację *cis*, łańcuchy kwasów tłuszczowych są „pozaginane” i nie mogą być ściśle upakowane. To oznacza, że tłuszcz jest płynny w temperaturze pokojowej (np. oleje). Tłuszcze o konfiguracji *cis* to zdrowy element naszej diety. Forma *trans* powstaje, gdy dwie grupy znajdują się po przeciwnych stronach wiązań. Ma ona proste łańcuchy kwasów tłuszczowych, które ściśle do siebie przylegają, dlatego tłuszcze te zachowują formę stałą w temperaturze pokojowej. Są z reguły niezdrowe dla człowieka.

Źródło: Lumen Candela, licencja: CC BY-SA 4.0.



Związki chiralne (z gr. *cheir* – ręka) to cząsteczki stanowiące swoje lustrzane odbicie. Występują w formie izomerów optycznych, czyli enancjomerów, które skręcają kąt padania światła w prawo (związki D) lub lewo (związki L). To, że dana cząsteczka wiąże się np. z określonym białkiem, nie oznacza, że jej enancjomer też będzie wykazywał takie właściwości – podobnie jak prawa rękawiczka nie pasuje do lewej dłoni. Zróżnicowanie to jest podstawą działania wielu enzymów i feromonów. Aminokwasy w białkach mają zawsze formę L, choć w ścianach bakterii mogą mieć formę D. Glukoza z fotosyntezy ma zawsze konfigurację D – sztucznie wytworzona forma L mimo słodkiego smaku jest nieprzyswajalna dla organizmów. Nasz węch odróżnia formę L limonenu (zapach cytryny) od formy D (zapach pomarańczy). DNA ma strukturę helisy prawoskrętnej. Są też związki, które w zależności od chiralności mogą mieć zupełnie inne właściwości biologiczne, np. mogą leczyć albo szkodzić.

Źródło: Lumen Candela, licencja: CC BY-SA 4.0.



Cząsteczki chiralne – enancjomery – stanowią swoje lustrzane odbicie, jak lewa i prawa dłoń.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

## Słownik

### allotropia

(gr. *állos* – obcy, inny; *trópos* – sposób, postać) występowanie tego samego pierwiastka w różnych odmianach, w tych samych warunkach temperatury i ciśnienia, np. tlen i ozon, siarka rombowa i jednoskośna, fosfor biały, czerwony, fioletowy i czarny

### aromatyczne związki

(gr. *aroma* – zapach) trwałe, płaskie, zwykle pierścieniowe (cykliczne) związki organiczne z pojedynczymi i podwójnymi wiązaniami

### diament

forma występowania; każdy atom węgla jest w nim otoczony czterema innymi atomami, a wiązania między nimi mają jednakową długość

### enancjomery

(gr. *enantios* – położony naprzeciw; *meros* – część) związki chemiczne o układzie cząsteczek będącym ich wzajemnym odbiciem lustrzanym; izomery optyczne

### **fulereny**

nazwane na cześć amerykańskiego konstruktora Richarda B. Fullera; jedna z postaci węgla, o cząsteczkach z parzystą liczbą atomów (najczęściej 60 i 70), tworzących pustą w środku bryłę

### **grafen**

forma występowania węgla; jest płaską strukturą, w której atomy węgla połączone są w sześciokąty

### **grafit**

forma występowania węgla; jest strukturą warstwową i miękkim materiałem

### **izomery**

(gr. *isos* – równy; *meros* – część) cząsteczki składające się z tej samej liczby atomów tych samych pierwiastków, ale w innym układzie

### **izotopy**

(gr. *isos* – równy; *topos* – miejsce); atomy tego samego pierwiastka mające taką samą liczbę elektronów, różniące się liczbą neutronów w jądrze

### **nanorurki węglowe**

walce, których ścianki zbudowane są z jednowarstwowego grafitu (grafenu), zwiniętego cylindrycznie

# Film samouczek

## Polecenie 1

Obejrzyj film, a następnie uzasadnij, dlaczego węgiel jest tak ważny dla życia na Ziemi.

W odpowiedzi uwzględnij zdolność węgla do tworzenia różnorodnych wiązań chemicznych.

## Węgiel - charakterystyka

1																	2
H																	He
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	.	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88		104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr	Ra	...	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
			57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
			89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

## ANALIZA

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1TpThHoAkHbf>

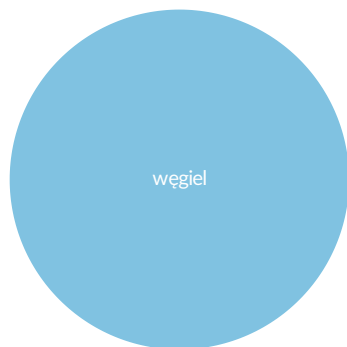
Węgiel – pierwiastek życia.

Źródło: Inga Wójtowicz, reż. Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film pod tytułem: „Węgiel - pierwiastek życia”




## Polecenie 2

Na podstawie filmu stwórz mapę pojęć związanych z węglem.



# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Spośród podanych czynników przyczyniających się do powstawania węgla kamiennego wybierz trzy najbardziej istotne.

temperatura

dostępność wody

porowatość

upływ czasu

ciśnienie

## Ćwiczenie 2



Spośród stwierdzeń dotyczących obiegu węgla w przyrodzie wybierz zdanie fałszywe.

- W skałach i paliwach kopalnych znajduje się węgiel pochodzący z rozkładu organizmów.
- Producenci i konsumenci pobierają  $\text{CO}_2$  do wytwarzania substancji organicznych w swoich komórkach.
- Podstawową formą węgla w organizmach są związki organiczne o szkielecie węglowym.
- Fotosynteza i oddychanie to procesy odpowiedzialne za obieg węgla w skali globalnej.

## Ćwiczenie 3



Przyporządkuj definicje do odpowiednich odmian alotropowych węgla.

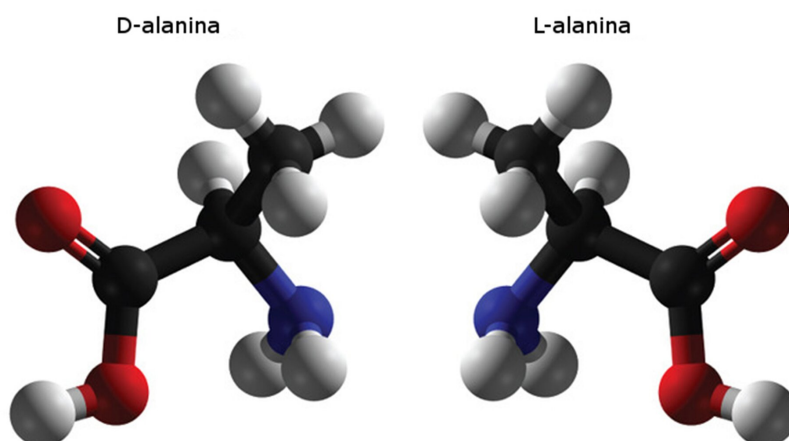
Grafit	W jego sferycznym wnętrzu można zamykać małe cząsteczki, np. w celach leczniczych.
Grafen	Stosuje się go jako suchy smar.
Fuleren	Jest jednocześnie twardy i elastyczny.
Diament	Ma strukturę krystaliczną i jest bardzo twardy.

## Ćwiczenie 4



Wyjaśnij, na czym polega chemiczne podobieństwo między węglowodorami (np. zawartymi w ropie naftowej) a tłuszczami.

## Ćwiczenie 5



Źródło: Lumen Candela, licencja: CC BY-SA 4.0.

Przyjrzyj się ilustracjom. Obie cząsteczki aminokwasu alaniny są złożone z tych samych atomów. Podaj różnicę między nimi i uzasadnij jej znaczenie.

## Ćwiczenie 6



Proces widzenia polega na absorpcji światła, które przesuwa jedno wiązanie w retinalu z formy izomerowej *cis* do *trans*, zmieniając kształt cząsteczki z ukośnego na prosty. Ta zmiana aktywuje białko rodopsynę, co skutkuje powstaniem impulsu nerwowego.

Na podstawie tekstu uzasadnij prawdziwość stwierdzenia: „Różnica w kształcie pomiędzy izomerami *cis* i *trans* warunkuje aktywność biologiczną cząsteczek organicznych”.

## Ćwiczenie 7



Rybiki cukrowe to owady bezskrzydłe, które są zdolne do trawienia celulozy.

Zaproponuj sposób zbadania, czy stwierdzenie to jest prawdziwe. Masz do dyspozycji celulozę znakowaną izotopem węgla C-14, kilka owadów, miernik promieniowania i duży pojemnik.

## Ćwiczenie 8



Naukowcy otrzymali do zbadania kość dinozaura z pustyni Gobi. Według metody stratygraficznej (warstwowej) określono jej wiek na ok. 70 mln lat. Jak uczeni mogą inaczej i z mniejszym błędem określić wiek znaleziska? Uzasadnij odpowiedź.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** biologia

**Temat: Węgiel – pierwiastek życia**

**Grupa docelowa:** uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

**Podstawa programowa:**

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

1. Składniki nieorganiczne. Uczeń:

1) przedstawia znaczenie biologiczne makroelementów, w tym pierwiastków biogennych;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

1. Składniki nieorganiczne. Uczeń:

1) przedstawia znaczenie biologiczne makroelementów, w tym pierwiastków biogennych;

**Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- kompetencje obywatelskie;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

### **Cele operacyjne (językiem ucznia):**

- Przedstawisz różnice między odmianami węgla.
- Zrozumiesz związek między właściwościami węgla a jego rolą w organizmach.
- Sprawdzisz, jak naukowcy ustalają wiek znalezisk archeologicznych.

### **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

### **Metody i techniki nauczania:**

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem samouczkiem;
- mapa pojęć.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

## Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

## Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.
2. Chętne osoby przynoszą różne postacie węgla: miał lub bryłę węgla kamiennego, kawałek węgla brunatnego, węgiel drzewny (np. do grilla), węgiel apteczny (aktywny), grafit (ołówki), sadzę (np. z komina).

## Przebieg lekcji

### Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel nawiązuje do szybkiego cyklu węglowego – przypomina schemat z lekcji „Obieg węgla w przyrodzie” (nawiązanie do oddychania i spalania). Następnie inicjuje pogadankę, zadając pytania, np.: „Z jaką postacią węgla się spotkaliście?”, „Czy ktoś z was zażywał węgiel podczas biegunki?”, „Gdzie – poza jubilerstwem – wykorzystuje się diamenty?”. Uczniowie swobodnie się wypowiadają. Na koniec fazy wstępnej lekcji wystawiają przyniesione okazy węgla (rozpoznawanie; podsumowanie pogadanki nt. form występowania węgla).

### Faza realizacyjna:

1. **Praca z filmem samouczkiem pt. „Węgiel – pierwiastek życia”.** Uczniowie zapoznają się z materiałem udostępnionym przez nauczyciela. Następnie w parach wykonują polecenie nr 1: „Uzasadnij, dlaczego węgiel jest tak ważny dla

życia na Ziemi. W odpowiedzi uwzględnij zdolność węgla do tworzenia różnorodnych wiązań chemicznych”. Wybrane osoby przedstawiają odpowiedź na forum klasy.

2. Uczniowie, pracując samodzielnie, na podstawie e-materiału tworzą mapę pojęć związanych z węglem, z uwzględnieniem właściwości węgla i jego roli w organizmach. Do tego celu wykorzystują generator w poleceniu nr 2. Chętne osoby przedstawiają swoją mapę na forum klasy.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie samodzielnie wykonują ćwiczenie nr 6 (w którym mają za zadanie, na podstawie przedstawionego fragmentu tekstu, uzasadnić prawdziwość stwierdzenia: „Różnica w kształcie pomiędzy izomerami *cis* i *trans* warunkuje aktywność biologiczną cząsteczek organicznych”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie w 4-osobowych grupach omawiają prawidłowe rozwiązanie. Po upływie wyznaczonego czasu wskazany przez nauczyciela przedstawiciel grupy prezentuje odpowiedź wraz z jej uzasadnieniem. Klasa ustosunkowuje się do niej. Nauczyciel udziela uczniom informacji zwrotnej.
4. Uczniowie wykonują w parach ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie, w odniesieniu do przedstawionych informacji, wyjaśnić, jak uczeni mogą inaczej i z mniejszym błędem określić wiek znaleziska), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Podczas wspólnych dyskusji rozwiązują zadanie, następnie łączą się z inną parą i kontynuują swoją dyskusję, uzasadniając swój wybór.

### Faza podsumowująca:

1. Uczniowie dzielą się na pary. Nauczyciel rozdaje każdej z nich listę stwierdzeń (zob. materiały pomocnicze), których prawdziwość uczniowie mają sprawdzić w e-materiale. Następnie wybrane osoby przedstawiają swoje odpowiedzi, a inni oceniają ich prawdziwość.
2. Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań: „Dziś nauczyłem/nauczyłam się...”, „Zrozumiałem/zrozumiałam, że...”, „Zaskoczyło mnie...”, „Dowiedziałem/dowiedziałam się...”.

### Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 5 oraz 7 z sekcji „Sprawdź się”.

### **Materiały pomocnicze:**

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu samouczka:**

- Uczniowie mogą przed lekcją zapoznać się z filmem samouczkiem, aby przygotować się do późniejszej pracy na zajęciach.