

The background of the image is a rich, multi-colored nebula or galaxy. It features a dense field of stars and interstellar dust, with prominent colors of deep blue, purple, magenta, and cyan. The colors are distributed in a somewhat chaotic but rhythmic pattern, creating a sense of depth and movement. The overall effect is that of a vast, colorful cosmic space.

Nauka i sztuka

Fizyka, a sztuka- dawniej..

Na pozór fizyka ma niewiele wspólnego ze sztuką. Jednak znajomość jej praw i zjawisk fizycznych może być bardzo pomocna przy realizacji wizji artystycznych. Już starożytni Grecy wykorzystywali odkrycia fizyczne i konstruowali maszyny proste ułatwiające stawianie wspaniałych budowli i ogromnych posągów. Znajomość zasad fizyki była też przydatna rzeźbiarzom, umożliwiała dobrane materiałów tak aby pogodzić precyzyjność obróbki i trwałość rzeźby, a potem zastosować właściwe narzędzia do wybranego materiału i wyczarować z niego wspaniałe dzieła.

..i dziś.

W ostatnim stuleciu okazało się, że fizyka może oddać sztuce jeszcze wiele usług. Dzięki nowoczesnym metodom fizycznym jesteśmy w stanie: datować dzieła sztuki, analizować ich strukturę i odtwarzać historię ich powstania. Metody te pozwalają też na wybór właściwego sposobu konserwacji, przypisanie dzieł ich rzeczywistym twórcom i unikanie fałszerstw

Należy jednak pamiętać, że nauka i sztuka mają odrębne zadania. Najwspanialsza technika oparta na najnowszych osiągnięciach nauki nie zapewni doskonałości powstającego dzieła. Także odbiór dzieła trudno ograniczyć do naukowego opisu. Nasz wybitny pisarz science fiction i znawca nauki Stanisław Lem zamieścił w jednej ze swych wczesnych książek pouczającą anegdotę. Wielki matematyk przyszłości postanowił wykorzystać doskonałość komputera, aby znaleźć istotę piękną. Zapisywał więc matematycznie tysiące dzieł sztuki i przekazywał je do komputera, aby uzyskać to co dla ludzi jest najważniejszym elementem doskonałości tych dzieł. Komputer długo przetwarzał dane i długo rysował wynik, którym okazał się ukryty w tysiącu szczegółów dobrze znany kształt – koło. Nie należy oczekiwać, że dzięki analizie naukowej odkryjemy wszystkie tajemnice sztuki!

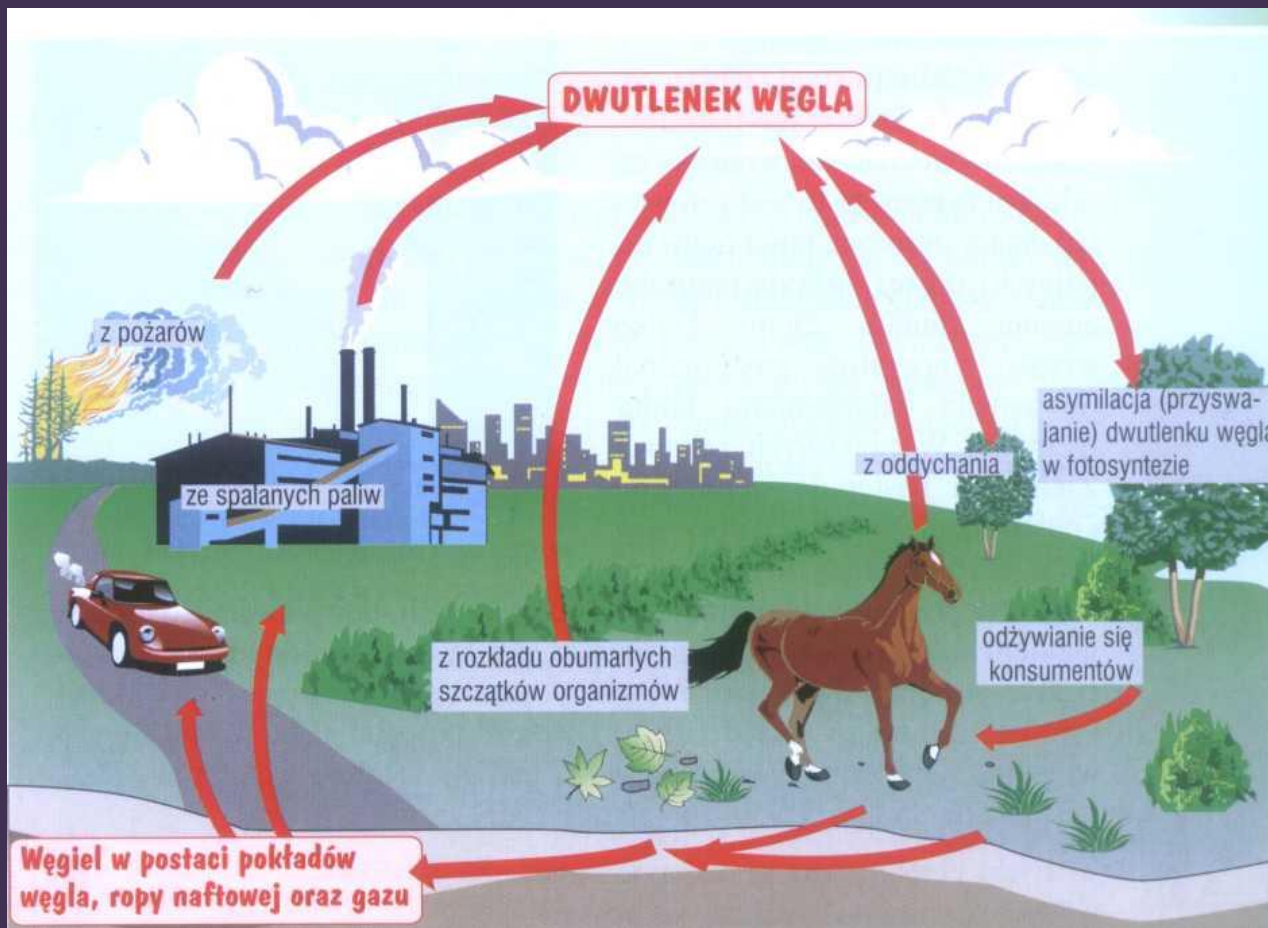
Oryginał, czy falsyfikat?

Przez długie wieki podstawą datowania dzieł sztuki były zapisy i dokumenty. Ludzie używali zapisów kronikarskich, kopii kontraktów zawieranych pomiędzy zamawiającym a artystą, oświadczeń właściciela i świadectw ekspertów porównujących obraz lub rzeźbę z innymi dziełami tego samego twórcy, aby potwierdzić lub zakwestionować autentyczność. Często jednak najwięksi eksperci popełniali błędy. Fałszerze sprzedawali swoje własne obrazy albo malowidła zatrudnianych przez siebie malarzy jako dzieła dawnych mistrzów

Fizyka jądrowa w służbie historii sztuki

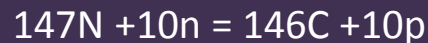
Nasza wielka rodaczka Maria Skłodowska-Curie odkryła naturalne pierwiastki promieniotwórcze: polon i rad. Późniejsze badania wykazały, że pierwiastki znane od dawna i uważane za stabilne mają też radioaktywne izotopy. Radioaktywność każdego izotopu charakteryzuje przede wszystkim czas połowicznego rozpadu $T_{1/2}$. Na wartość $T_{1/2}$ nie mają wpływu warunki fizyczne ani chemiczne. Metody fizyki współczesnej pozwalają nie tylko jednoznacznie zidentyfikować izotopy, ale też zmierzyć proporcję różnych izotopów danego pierwiastka w danej próbce. Dzięki temu można ustalić wiek przedmiotu, z którego pochodzi próbka.

Obieg węgla w przyrodzie



Metoda datowania izotopowego

Do określania wieku roślin, tkanek zwierzęcych lub sporządzonych z nich wyrobów wykorzystuje się węgiel promieniotwórczy o ciężarze atomowym 14. Węgiel ten powstaje w następujący sposób: promieniowanie kosmiczne wyzwala neutrony z jąder atomów. Dostają się one do jąder innych atomów. W ten sposób jądro azotu $^{14}_7\text{N}$, po uwięzieniu neutronu wypromieniowuje proton. Staje się jądrem promieniotwórczego izotopu węgla $^{14}_6\text{C}$. Węgiel ten powstaje w górnych warstwach atmosfery.



Okres połowicznego rozpadu (czyli czas w którym z określonej masy pierwiastka rozpada się połowa liczby jego atomów) wynosi 5692/ 5720 lat. Natychmiast po utworzeniu się atomu węgla promieniotwórczego utlenia się on do CO_2 i dlatego atmosferyczny dwutlenek węgla zawiera nikłą, ale o stałej wartości domieszkę promieniotwórczego dwutlenku.

Dwutlenek węgla jest asymilowany przez rośliny, wchodzi w skład ich tkanek. Pośrednio bierze udział w budowie tkanki zwierzęcej. Świeża tkanka organiczna wykazuje promieniotwórczość pochodzącą od węgla $^{14}_6\text{C}$.

Ze względu na krótki okres połowicznego rozpadu, węgiel ten zanika z czasem i tkanka organiczna bardzo stara nie zawiera węgla promieniotwórczego, ponieważ tkanka martwa nie może pobierać węgla promieniotwórczego z atmosfery.

Pomiaru wieku starych wyrobów z drewna lub skóry dokonuje się obecnie przez stwierdzenie jak daleko posunął się w nich zanik promieniotwórczości pochodzącej od węgla $^{14}_6\text{C}$. Pomiar stosunku $^{14}_6\text{C}$ do $^{12}_6\text{C}$ (lub inaczej mówiąc: aktywności $^{14}_6\text{C}$ na gram węgla) w przedmiocie pochodzenia organicznego, po uwzględnieniu poprawek, pozwala ocenić wiek przedmiotu. Metoda ta pozwala na datowanie obiektów nie starszych niż 70 tys. lat

Metoda spektrometrii mas

Współcześnie do precyzyjnych pomiarów wieku próbki używa się w innej metody – spektrometrii mas, która pozwala na ustalenie, w jakich proporcjach występują izotopy wszystkich pierwiastków obecnych w próbce. Metoda ta polega na wpuszczeniu do odpowiednio ukształtowanego pola elektrycznego i magnetycznego jonów atomów próbki (otrzymanych przez ogrzanie do wysokich temperatur, odparowanie lub rozpylenie wiązką elektronów albo znanych jonów). Pomiar zakrzywienia torów jonów różnego typu pozwala na wyznaczenie ich ładunków elektrycznych i mas. Zliczając liczbę tych jonów ^{14}C możemy ustalić skład izotopowy próbki. Oczywiście tą metodą da się w szczególności sprawdzić stosunek liczby atomów izotopu ^{14}C do liczby wszystkich atomów węgla w próbce dokładniej niż za pomocą pomiaru liczby rozpadów, nawet dla bardzo małych próbek. Spektrometria mas jest jednak o wiele droższa niż zwykły pomiar aktywności

Metoda spektrometrii mas może być używana do analizy izotopów dowolnych pierwiastków. Można więc wybrać izotopy o czasie połowicznego rozpadu porównywalnym z przypuszczalnym wiekiem próbki. Jeśli znamy pierwotny skład materiału porównamy go z obecnym jesteśmy w stanie określić czas jaki upłynął od powstania nie tylko dzieł sztuki, ale i wszystkich wyrobów człowieka i tworów przyrody. Wybór izotopów o bardzo długim czasie połowicznego rozpadu pozwala wyznaczyć nawet czas tworzenia się formacji geologicznych i przedstawić historię Ziemi z czasów jej powstawania. Wiek rzędu miliardów lat możemy obecnie zmierzyć z dokładnością rzędu milionów lat!

Fizyka współczesna, a obraz przedmiotu

Do XIX wieku słowo "obrazy" miało tylko jedno znaczenie - odtworzone przez malarza widoki krajobrazu, istot lub przedmiotów. Rozwój fotografii i druku barwnego w XX wieku pozwolił na wierne utrwalanie takich widoków na zdjęciach. Dzieła sztuki można było oglądać bez podróżowania do odległych zakątków świata, w których znajdowały się oryginały. Rzeźby i elementy architektury dało się fotografować z różnych ujęć, aby odtworzyć strukturę trójwymiarową. Oczywiście w warunkach ułomnej techniki drukarskiej obraz był czasem tak przekłamany, że dzieło trudno było rozpoznać.

Okrycie przez Wilhelma Rontgena promieniowania X rozszerzyło możliwości badania dzieł sztuki. Można było zajrzeć w głąb przedmiotu nieprzezroczystego dla promieniowania widzialnego. Tak zwane miękkie promieniowanie X o częstotliwości nadfioletu, pozwala zobaczyć pod zewnętrzną warstwą farby poprzedni szkic lub poprzednią wersję dzieła. Szczególnie dobrze widoczna w promieniu X jest biel ołowiowa. Była ona często używana do szkicowania, gdyż łatwo pokrywa się ją później farbami. Węgiel, inny typowy materiał stosowany do robienia szkiców, jest bardzo dobrze widoczny w promieniowaniu podczerwonym. Można więc odtworzyć historię powstawania dzieła, zmiany koncepcji artysty wynikłe ze zmian jego nastroju albo z nacisków zewnętrznych. Analiza struktury płótna pozwala na dostrzeżenie uszkodzeń wewnętrznych, które można poddać zabiegom konserwatorskim, zanim staną się widoczne na powierzchni obrazu.

Szczególnie efektowne bywają odkrycia dzieł zamalowanych nowym dziełem, co zdarzało się malarzom oszczędzającym na płótnie. W 2009 roku badając obraz van Gogha Grassgrond prześwietlono go promieniowaniem X. Zarejestrowano fluorescencję wywołaną tym promieniowaniem i uzyskano precyzyjny portret ukryty pod obrazem łąki pokrytej trawą

Twarde promieniowanie X służy do prześwietlania brył i pozwala np. na zbadanie struktury mumii bez rozcinania, które mogłoby bezpowrotnie uszkodzić szczegóły jej strojów czy ozdób. Można też zbadać odlewy rzeźbiarskie, strukturę detali architektonicznych czy też wyrobów rękodzielniczych.

Rękopisy naświetla się także falami elektromagnetycznymi spoza zakresu widzialnego, co umożliwia np. odkrycie pierwotnych zapisów, wymazanych lub zakrytych później wpisanym tekstem. Szczególnie cenne jest to dla zapisów nutowych, gdyż pozwala na odtworzenie zmian wprowadzanych przez kompozytora podczas tworzenia dzieła. Ale i poprawki w tekstach literackich bywają niekiedy widoczne dopiero w promieniowaniu X, nadfioletowym lub podczerwonym.

Zobaczyć z całego świata!

Rewolucja internetowa została zapoczątkowana przez fizyków, którzy chcieli przekazywać w sposób ogólnie dostępny dane z prowadzonych eksperymentów. Dzisiaj wszyscy chętni mogą tworzyć strony internetowe dostępne dla internautów z całego świata. Nie ma więc nic dziwnego w fakcie, że tworzą je niemal wszystkie muzea i wielkie biblioteki. Dokumentacja dzieł sztuki i rękopisów może być darmowo dostępna badaczom z całego świata- bez konieczności odwiedzania muzeum czy biblioteki. Nie trzeba wypożyczać cennych eksponatów i przeprowadzać samodzielnych analiz, aby poznać szczegóły wyglądu wyglądu obiektów i ich wewnętrzną strukturę. Historyk muzyki może zbadać poprawki dokonywane podczas dokonywania utworu, biograf- zmiany charakteru pisma pisarza, historyk sztuki- ewolucję obrazu od pierwszego szkicu do ostatnich dotknięć pędzlem.

Co więcej, zapis komputerowy umożliwia znacznie szerszy zakres badań niż zwykłe oglądanie zdjęć obiektów. Jesteśmy w stanie porównać szczegółowo różnice kształtu liter tekstu, śladów pędzla albo dłuta znacznie dokładniej niż przy optycznym porównywaniu obrazów. Można wręcz zaryzykować, stwierdzenie, że analiza zapisu komputerowego na stronie internetowej daje czasami więcej niż bezpośrednie badanie obiektu.

Okrycia współczesnej fizyki pozwalają na niezwykle zobrazowanie rzeźb i innych obiektów trójwymiarowych. Za pomocą laserów można tworzyć obrazy w pełni trójwymiarowe- hologramy. Holografię wynalazł w 1947 roku brytyjski fizyk Dennis Gabor, który otrzymał za to Nagrodę Nobla w 1971 roku. Korzystał przy tym z prac teoretycznych polskiego fizyka Mieczysława Wolfkego datowanych na rok 1920. Pierwsze optyczne hologramy powstały w 1962 w USA i ZSRR. Początkowo odtwarzanie trójwymiarowego obrazu wymagało oświetlenia hologramy także światłem laserowym, ale obecnie fizycy potrafią również tworzyć hologramy do oglądania w zwykłym świetle. W płaskim obrazie można więc przekazać wszystkie szczegóły trójwymiarowego obiektu.

Obrazy w komputerach i obrazy z komputerów

Komputery mogą służyć nie tylko do zapisywania dzieł sztuki, ale mogą też być podstawowym narzędziem do tworzenia takich dzieł. W połowie XX wieku Desmond Paul Henry, wykładowca filozofii na uniwersytecie w Manchester, skonstruował pierwszą maszynę rysującą. Paradoksalnie jej sercem było urządzenie zupełnie niezwiązane ze sztuką- analogowy (czyli mechaniczny) komputer wojskowy służący do wyznaczenia momentu zrzucenia bomby tak, aby trafiła w wyznaczony cel.

Maszyna Henry'ego bardzo różniła się od ówczesnych komputerów i maszyn służących do wykreślania linii opisanych wzorami matematycznymi. Kształt linii kreślonych przez tę maszynę zależał od ustawienia wielu elementów. Pierwotnie w komputerach zainstalowanych w samolotach wojskowych ich położenie zależało od prędkości samolotu i wiatru, wysokości lotu i położenia samolotu względem otoczenia.

Obecnie ustawienie dobiera się losowo, a wynik pracy komputera zależy także od siły dokręcenia śrub i obciążenia. Zatem nawet przy ustalonym ustawieniu wyniki mogły być różne. Artysta nie był w stanie przewidzieć dokładnie, jaki kształt narysuje maszyna. Mógł za to reagować na pierwsze pojawiające się linie, zmieniając ustawienia i dobierając kolory. Wyniki takiej „współpracy” były zadziwiające.

Współczesne komputery są wyposażane w programy imitujące działanie maszyny Henry’ego. Ustawienie zapisuje się w nich cyfrowo, a nie nastawia mechanicznie. Program używa też losowo wybranych liczb, które decydują o szczegółach rysunku. Zatem twórca nie może dokładnie zaplanować szczegółów obrazu, ale może on nadal ingerować w jego kształt, zmieniając ustawienia podczas pracy programu.

Innym rodzajem plastycznej sztuki komputerowej jest wykorzystywanie linii fraktalnych. Fraktale to linie, w których ten sam kształt powtarza się wielokrotnie w coraz mniejszej skali. Wybierając odpowiednio pierwotny wzór i nakładając właściwie dobrane kolory, można uzyskać piękne imitacje rzeczywistych pejzaży.

Idea wielokrotnego składania małego elementu wybranego przez artystę może też służyć do tworzenia obrazów abstrakcyjnych naśladujących znane dzieła. Program komputerowy analizuje zapis cyfrowy obrazu, kataloguje jego elementy a następnie układa je w inny sposób i w innych kolorach. Niemal równocześnie z pierwszymi obrazami Henry'ego pojawiły się imitacje obrazów Pieta Mondriana autorstwa amerykańskiego inżyniera A. Michaela Nolla wykonane przy użyciu komputera

Obrazy komputerowe mogą być oczywiście także w pełni realistyczne. Za pierwotny wzór może wtedy służyć zdjęcie, które jest odpowiednio przetwarzane, aby nie było tylko mechanicznym odwzorowaniem rzeczywistości. Twórca wybiera oświetlenie i rozmycie imitujące mgłę lub mżawkę, uzyskując efekty impresjonistyczne. Może też zmienić kąt widzenia i stworzyć wizję ekspresjonistyczną, jeśli dysponuje kilkoma zdjęciami jednego obiektu. Może zestawić elementy w obraz surrealistyczny, zniekształcający magicznie rzeczywistość

Oprócz grafik i obrazów statycznych programy komputerów potrafią produkować filmy. Pierwotnie główne zastosowanie komputerów polegało na animacji, zmieniającej nieznacznie na kolejnych klatkach elementów rysunku, aby stworzyć wrażenie ruchu. Potem rola artysty ograniczyła się do rysunku postaci i tła, a program układał je w sceny filmowe. Obecnie w podobny sposób można przetwarzać zdjęcia żywych aktorów, powielać ich w wielkotysięczne armie, łączyć z rysunkami i zdjęciami ożywianych stworów i urządzeń w filmach fantasy i science fiction. Odrębną kategorię stanowią filmy abstrakcyjne, w których ożywia się komputerowe grafiki, tworząc przy użyciu komputera ruchome fantastyczne formy.

Co dalej?



Dziękuję za uwagę 😊

Opracowała:
Natalia Halecka

- <http://www.cda.pl/video/92720e0/Prosta-maszyna-rysujaca>