

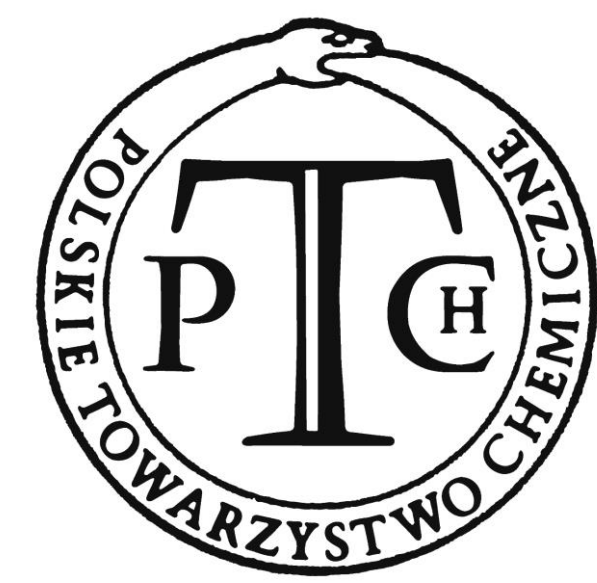


Politechnika Wrocławska

Wydział Chemiczny



WROCLAWSKA RADA  
FEDERACJI STOWARZYSZEŃ  
NAUKOWO-TECHNICZNYCH



# Chemia w malarstwie

## Chemistry of painting

Jednym z patronów roku 2023 był w Polsce **Jan Matejko**, obchodziliśmy bowiem 185 rocznicę jego urodzin i 130 – śmierci. Przypominając sylwetkę tego wybitnego twórcy, którego dzieła kształtowały wyobraźnię historyczną kolejnych pokoleń Polaków, chcielibyśmy zwrócić także uwagę na chemiczne aspekty sztuki malarskiej.

One of the patrons of 2023 in Poland was Jan Matejko, in celebration of the 185th anniversary of his birth and the 130th – of his death. Recalling the profile of this outstanding artist, whose works shaped the historical imagination of subsequent generations of Poles, we would also like to draw attention to the chemical aspects of painting.

**Jan Alojzy Matejko** urodził się w Krakowie 24 marca 1838 roku. Był dziewiątym z 11 dzieci Franciszka Matějki, nauczyciela muzyki, Czecha od ponad 30 lat mieszkającego w Polsce i Joanny Rossberg, pochodzącej ze spolonizowanej, niemieckiej rodziny. Wcześniej zaczął przejawiać zdolności plastyczne, które w latach 1852-1858 rozwijał w Szkole Sztuk Plastycznych w Krakowie, a następnie (1859-1860) w Akademiach Sztuk Pięknych w Monachium i Wiedniu. Za sprawą brata Franciszka zainteresował się także historią, rysując w szkicowniku detale architektoniczne, obiekty muzealne, szczegóły ubiorów. Jego pierwsze obrazy o tematyce historycznej powstały, gdy miał lat 15. Uwagę publiczności i krytyki zwrócił „Stańczyk”, wystawiony w 1863 roku. Pierwszy wielkoformatowy obraz Matejki – „Kazanie Skargi” (1862-1864) przyniósł mu złoty medal na wystawie w Paryżu (1865), co powtórzył dwa lata później „Rejtan – Upadek Polski”, a w 1878 roku – „Bitwa pod Grunwaldem”. Powstawały kolejne wielkie płótna: „Batory pod Pskowem” (1872), „Hołd pruski” (1882), „Bitwa pod Racławicami” (1888). Część z nich upamiętniała ważne wydarzenia: „Unia Lubelska” (1869), „Astronom Kopernik, czyli rozmowa z Bogiem” (1872, z okazji 400. rocznicy urodzin uczonego), „Sobieski pod Wiedniem” (1883 r., подарowany papieżowi Leonowi XIII) czy „Konstytucja 3 maja 1791 roku” (1891).

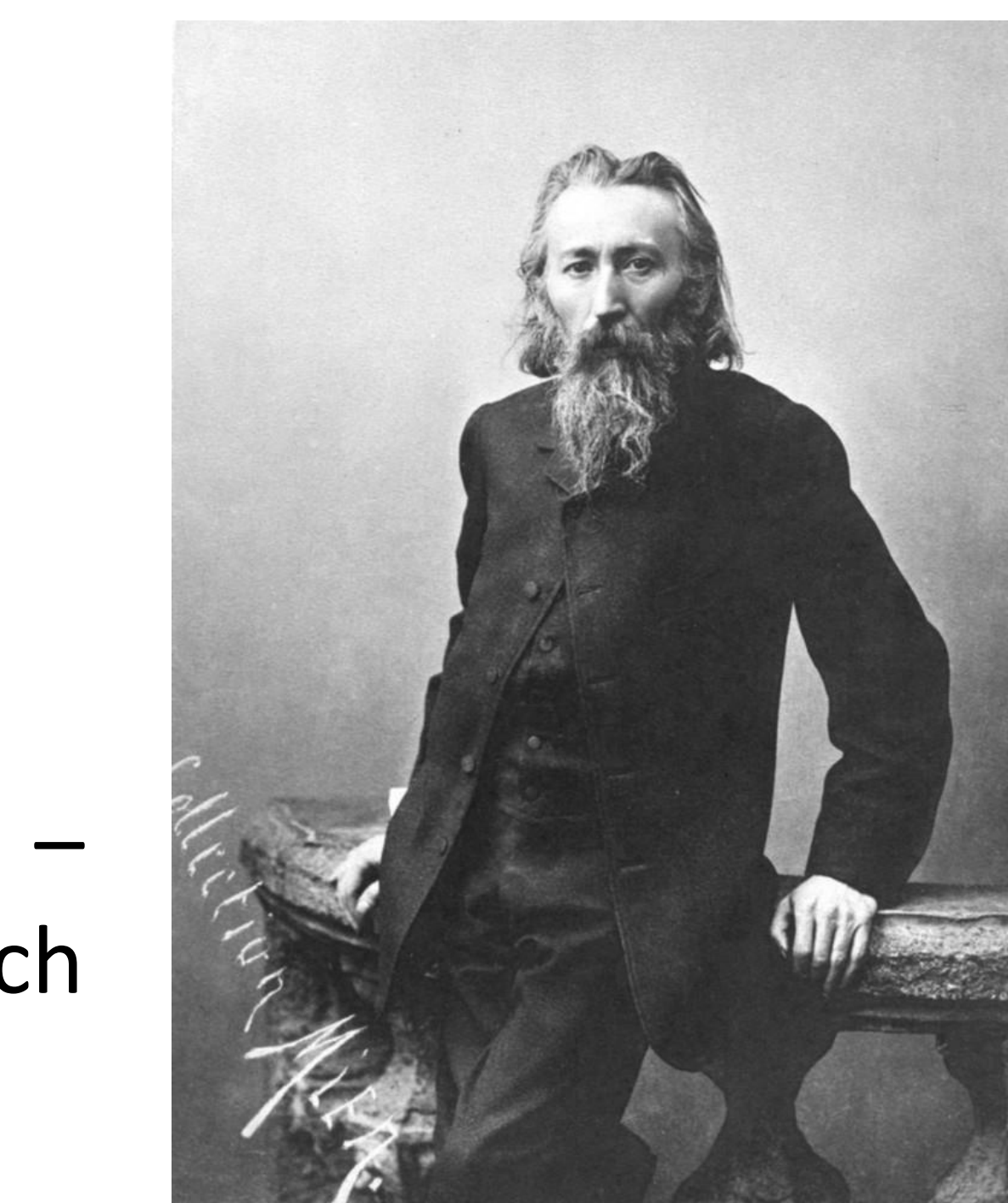
**Jan Alojzy Matejko** was born in Cracow on the 24th of March, 1838 as the seventh of 11 children of Franciszek Matějko, a Czecha music teacher living in Poland for over 30 years, and Joanna Rossberg of a Polonised German family. He developed his artistic talent early, and developed it in the School of Fine Arts in Cracow (1852-1858), and the Academies of Fine Arts in Munich and Vienna (1859-1860). Inspired by his brother, Franciszek he grew interest in history, too, drawing in his sketchbook details of architecture, historical artefacts, and costumes. He painted his first historical works at the age of 15. The historical painting „Stańczyk”, exhibited in 1863, drew the attention of the public and critics alike. His first large canvas „Skarga’s Sermon” (1862-1864) won the gold medal at the exhibition in Paris (1865), a feat repeated two years later by „Rejtan, or the Fall of Poland”, and in 1878 with „The Battle of Grunwald”. Other famous historical canvases included: „Stefan Batory at Pskov” (1872), „The Prussian Homage” (1882), „The Battle of Racławice” (1888). Some of them commemorated momentous events: „Union of Lublin” (1869), „Astronomer Copernicus, or Conversations with God” (1872, coinciding with 400<sup>th</sup> anniversary of the astronomers birth), „John III Sobieski at Vienna” (1883, a gift to the pope Leo XIII) or „Constitution of 3<sup>rd</sup> May 1791” (1891).

Matejko zdobył zasłużoną sławę jednego z największych twórców malarstwa historycznego. Przedstawiając ważne fakty z dziejów Polski, starał się ukazać ich przyczyny i skutki. Nierzadko w tym celu świadomie umieszczał na obrazach postaci, które nie mogły uczestniczyć w danych wydarzeniach. Cieszył się szerokim uznaniem nie tylko w Krakowie czy Galicji, ale także za granicą, miał wystawy w Wiedniu, Rzymie i Paryżu, był honorowym członkiem kilku zagranicznych akademii sztuk pięknych, kawalerem licznych odznaczeń.

Matejko won a well-deserved fame of one of the greatest historical painters. Representing historic events, he also reflected on their background and consequences, intentionally inserting in his paintings historical personages who could not participate in these events. He was revered not only in Cracow or Galicia, but also abroad, with exhibitions in Vienna, Rome and Paris, and honorary membership of foreign artistic societies. He received numerous awards.

Ostatnim dużym dziełem Matejki były „Śluby Jana Kazimierza w Katedrze lwowskiej 1 kwietnia 1656 roku” (1893). Zmarł nagle w wyniku krwotoku wewnętrznego 1 listopada 1893 roku w Krakowie, spoczywa na Cmentarzu Rakowickim. Pozostawił ponad 300 obrazów olejnych, kilkuset akwarel, rysunków i szkiców. Jednym z bardziej znanych dzieł Matejki jest cykl 44 portretów rysowanych ołówkiem – *Poczet królów i książąt polskich* (1890-1892), znajdujący się (podobnie jak „Śluby Jana Kazimierza”) w zbiorach Muzeum Narodowego we Wrocławiu.

Matejko’s last great work was „The Oath of Jan Kazimierz” (1893). He suddenly died of internal hemorrhage on the 1st of November, 1893 in Cracow and was buried at The Rakowice Cemetery. He left more than 300 oil paintings, hundreds of watercolours, drawings and sketches. One of his better known works, a cycle of 44 portraits drawn in pencil „Fellowship of the kings and princes of Poland” (1890-1892) is on display in the National Museum in Wrocław (together with „The Oath of Jan Kazimierz”).



J. Mien – Jan Matejko (ok. 1891/ca. 1891)  
Źródło/Source: [www.polona.pl/dlibra/doccontent?id=9912&from=latest](http://www.polona.pl/dlibra/doccontent?id=9912&from=latest)

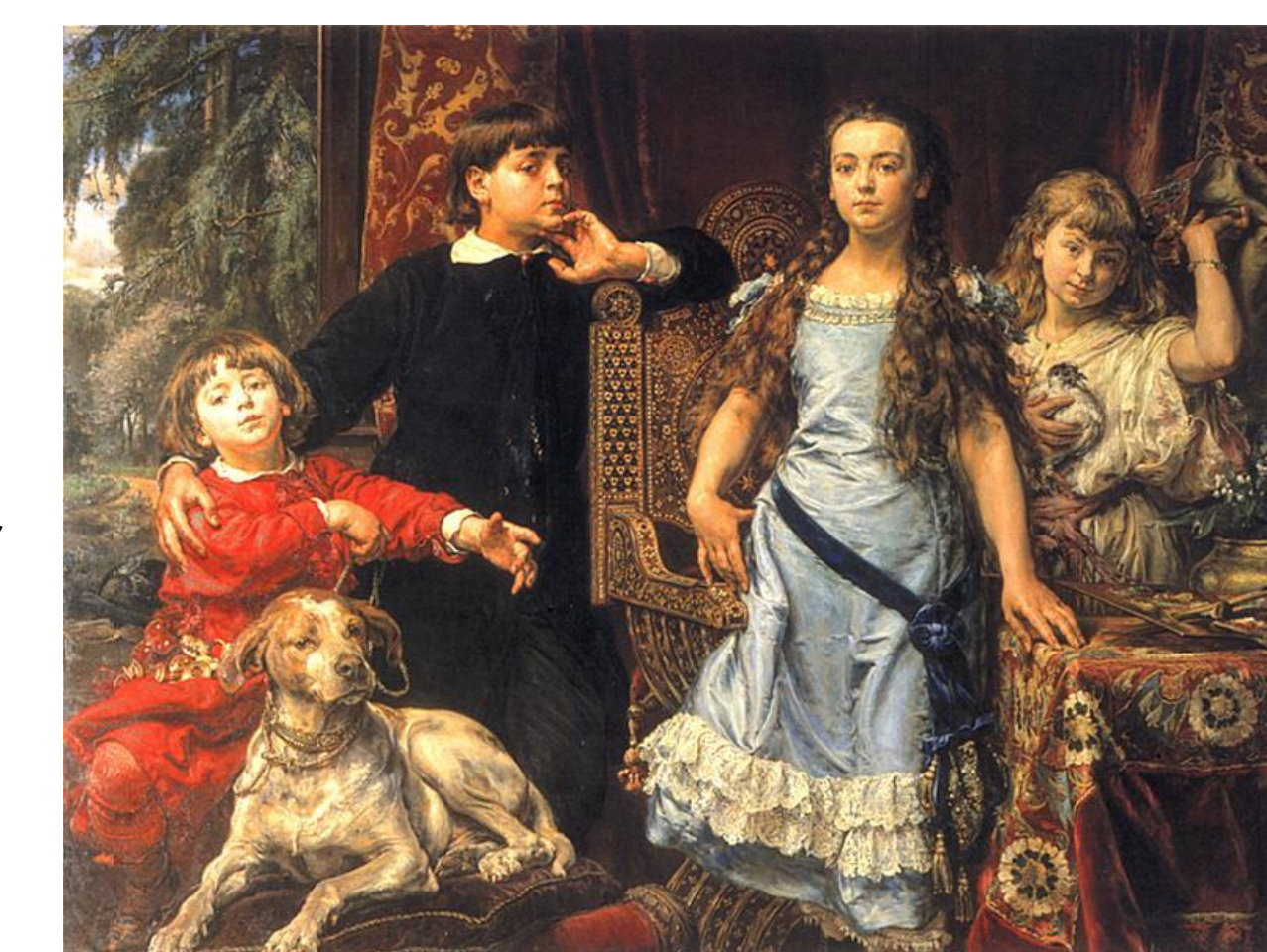
Jan Matejko poślubił w 1864 r. **Teodorę Giebułtowską** (1846-1896). Mieli pięcioro **dzieci**.

Jan Matejko married **Teodora Giebułtowska** (1846-1896) in 1864. They had 5 **children**.



J. Matejko – Teodora Matejkowa z poranną kawą/  
Teodora Matejko with morning coffee.  
Źródło/Source: [www.commons.wikimedia.org/wiki/File:Teodora\\_Matejko\\_z\\_kawq.JPG](http://www.commons.wikimedia.org/wiki/File:Teodora_Matejko_z_kawq.JPG)

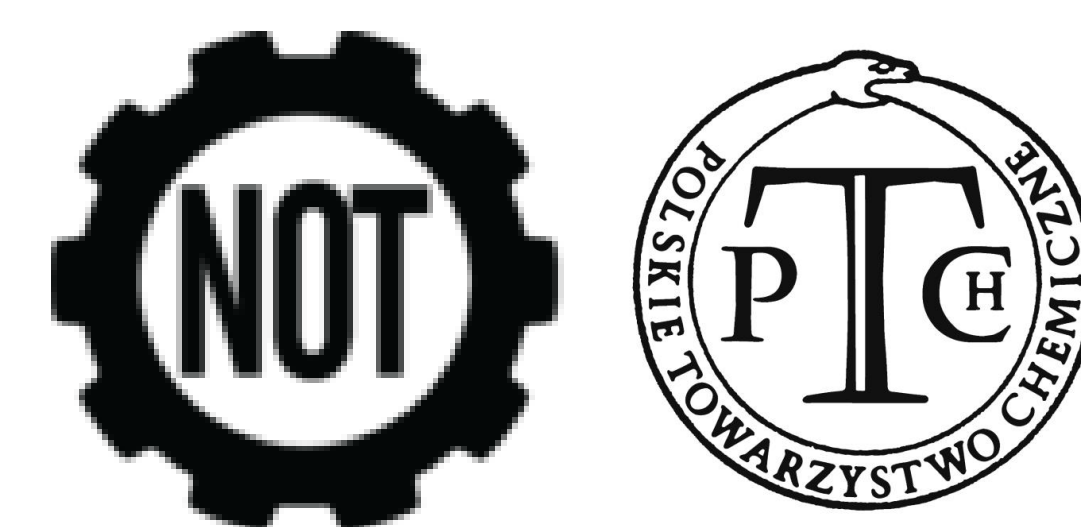
J. Matejko – Portret czworga dzieci artysty/  
Portrait of the artist’s four children (1879).  
Olej na desce/Oil on panel  
Źródło/Source: [www.pinakoteka.zascanek.pl/Matejko/Images/Portret\\_4\\_dzieci.jpg](http://www.pinakoteka.zascanek.pl/Matejko/Images/Portret_4_dzieci.jpg)







# Barwa Colour



Obrazy cieszą nasze oczy paletą barw. Jak powstaje wrażenie barwy?

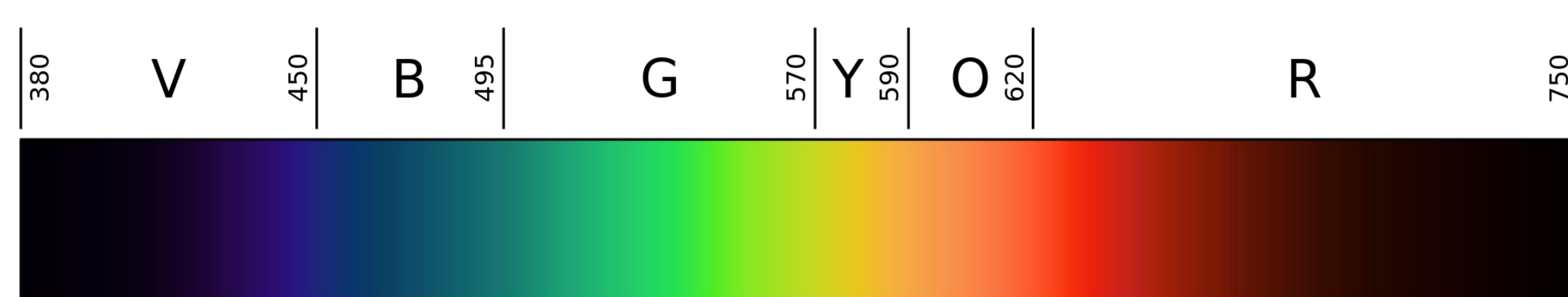
Żebyśmy mogli zobaczyć kolory, na obserwowany obiekt musi padać światło. Tak określamy fale elektromagnetyczne z zakresu długości fal 380-750 nanometrów (1 nm to miliardowa część metra), na które reaguje ludzkie oko. Różnym długościom fal odpowiadają **różne barwy światła**, od fioletu (fale najkrótsze) przez niebieski, zielony, żółty, pomarańczowy do czerwonej. Słońce lub żarówka emituje światło białe, stanowiące mieszaninę fal o różnej długości. Można to zaobserwować, przepuszczając je przez **pryzmat**. W podobny sposób światło słoneczne rozdziela się na poszczególne barwy na kropelkach wody, tworząc **tęczę**.

Jeśli obserwowany obiekt odbija w całości światło słoneczne, widzimy go jako biały. Jeśli pochłania (absorbuje) wszystkie długości fal z zakresu widzialnego, jest dla nas czarny. Najczęściej jednak część fal jest absorbowana, a do naszych oczu docierają pozostałe, składające się na **barwę dopełniającą**. Na przykład zielona barwa liści wynika głównie z obecności chlorofilu *a*, który pochłania przede wszystkim światło czerwone (a także fioletowe).

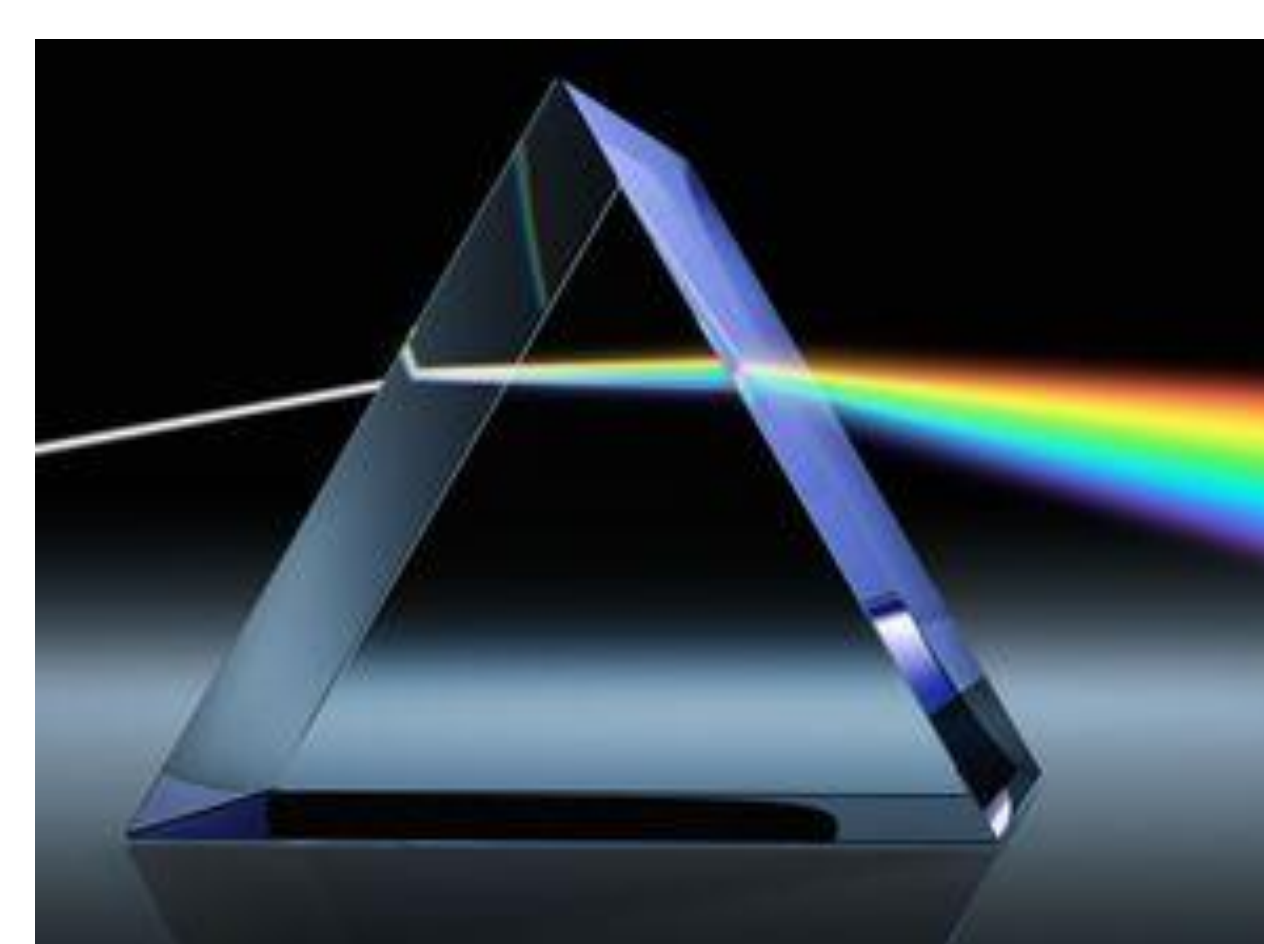
Paintings enchant us with a rich palette of colours. How is the impression of colour created?

To create the impression of colour, light has to fall on the object observed, i.e. electromagnetic waves of the length of 380-750 nanometres (1 nm is a billionth of the metre) which cause the reaction of human eye. Various wavelengths correspond to various **colours of light**: from violet (the shortest waves) through blue, green, yellow, orange to red. The sun or a bulb emit white light, which is a mixture of waves of various lengths. We can observe this if we pass white light through **a prism**. Similarly white light is split into spectral colours in water drops and we see **a rainbow**.

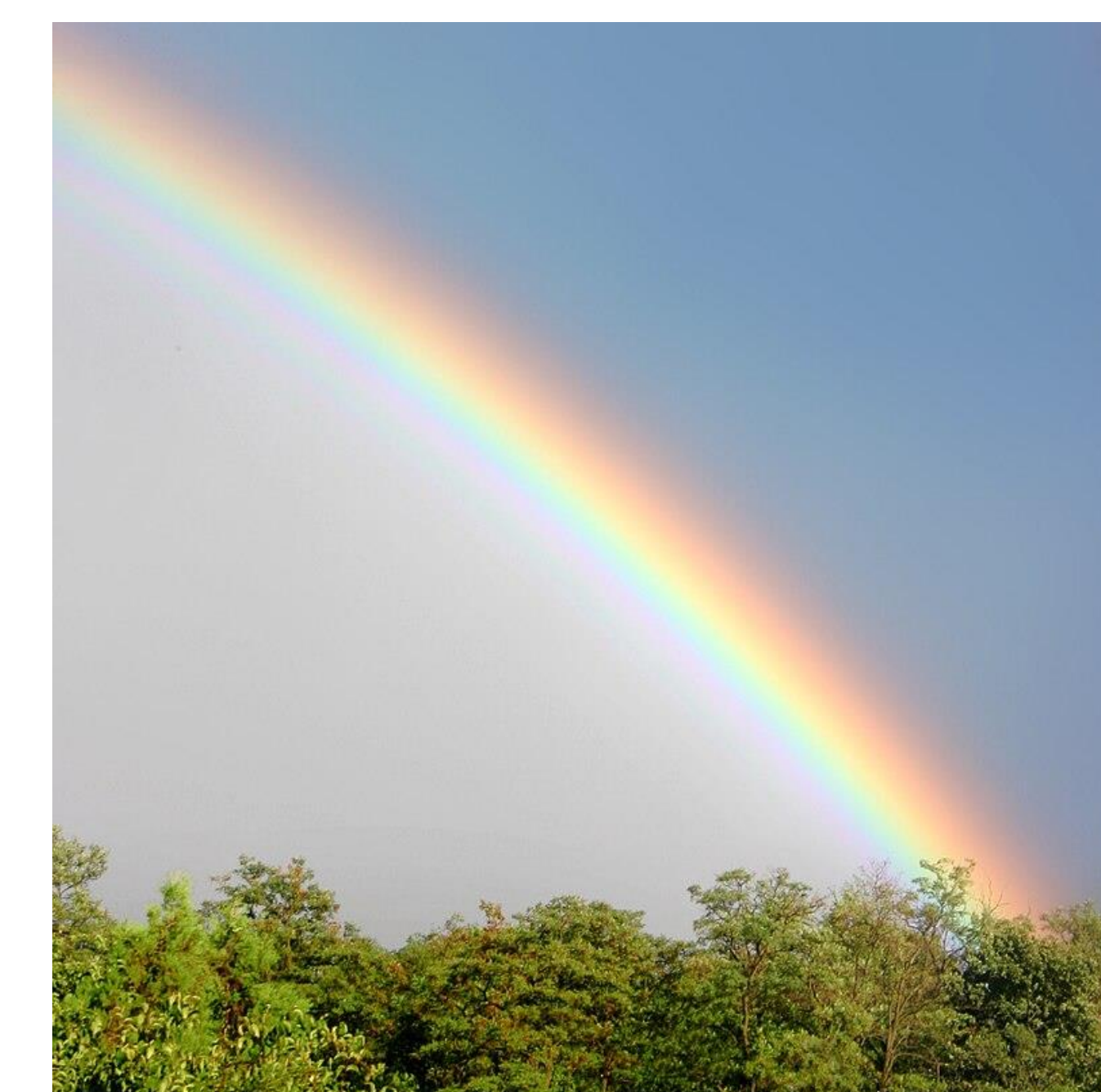
If the object observed reflects all sunlight, we see it as white; if it absorbs all the wavelengths, it looks black to us. In most cases, however, only some of the wavelengths are absorbed and we see the rest as **a complementary colour**. For example, the green of the leaves results from the presence of chlorophyll *a*, which absorbs mostly red light (also some violet).



Różne barwy światła odpowiadające rosnącym długościom fali (podanych w nm)  
Various colours of light corresponding to the increasing wavelengths (given in nm).  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Linear\_visible\_spectrum.svg, Autor/Author: Gringer



Rozszczepienie światła białego przez pryzmat  
Dispersion of white light through a prism  
Źródło/Source: www.britannica.com/technology/prism-optics



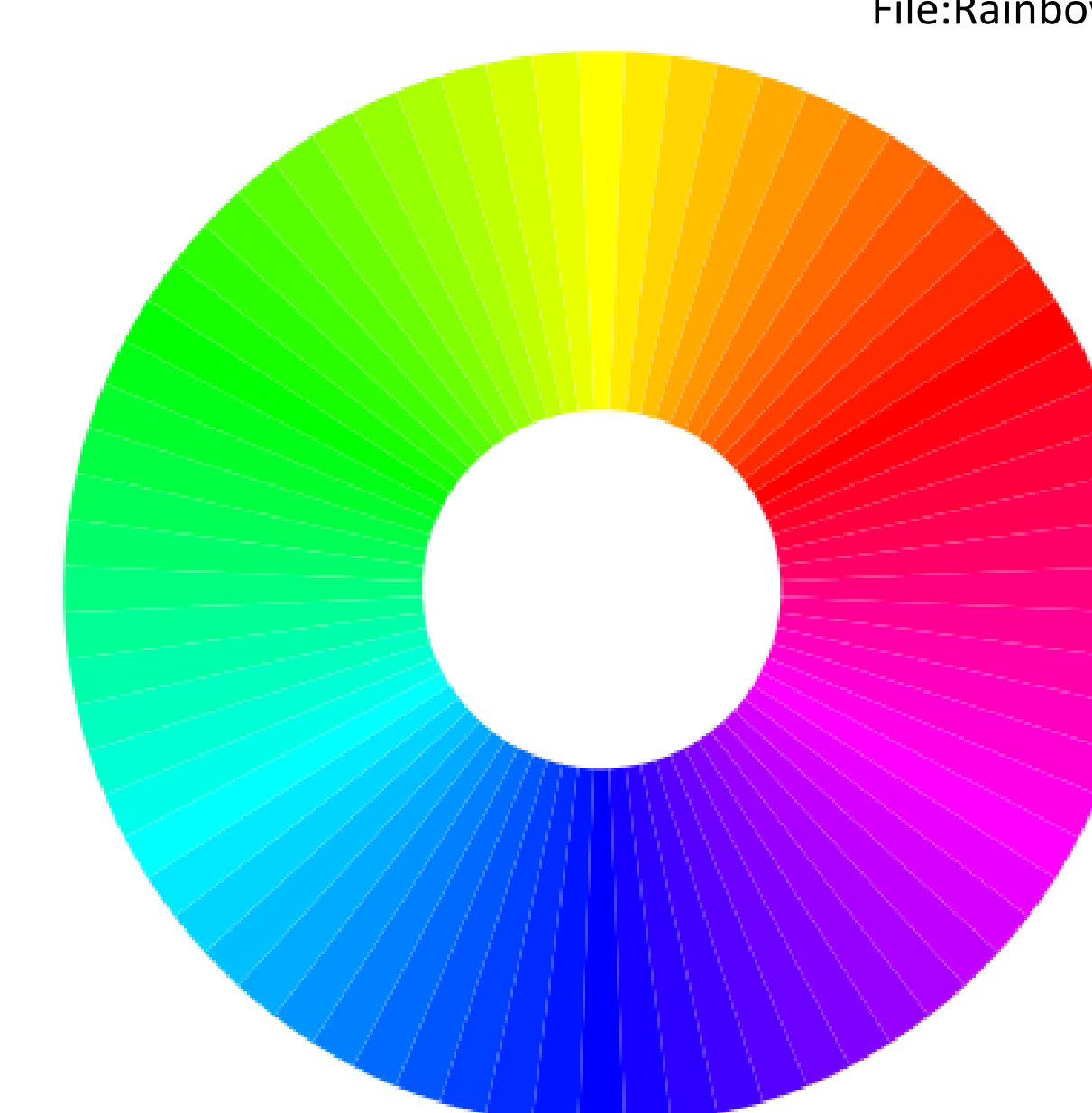
Tęcza/Rainbow  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Rainbow\_in\_Budapest.jpg, Autor/Author: Takkk

Światło wpadające do oka przez źrenicę i soczewkę pada na **siatkówkę**, gdzie **tworzy się zmniejszony i odwrócony obraz** tego, na co patrzymy. Poprzez wiązki nerwowe i dalej nerwy wzrokowe, trafia do mózgu. Tam przekaz z dwojga oczu jest łączony i przetwarzany, a obraz odwracany – nasz mózg uczy się tego od pierwszych dni życia.

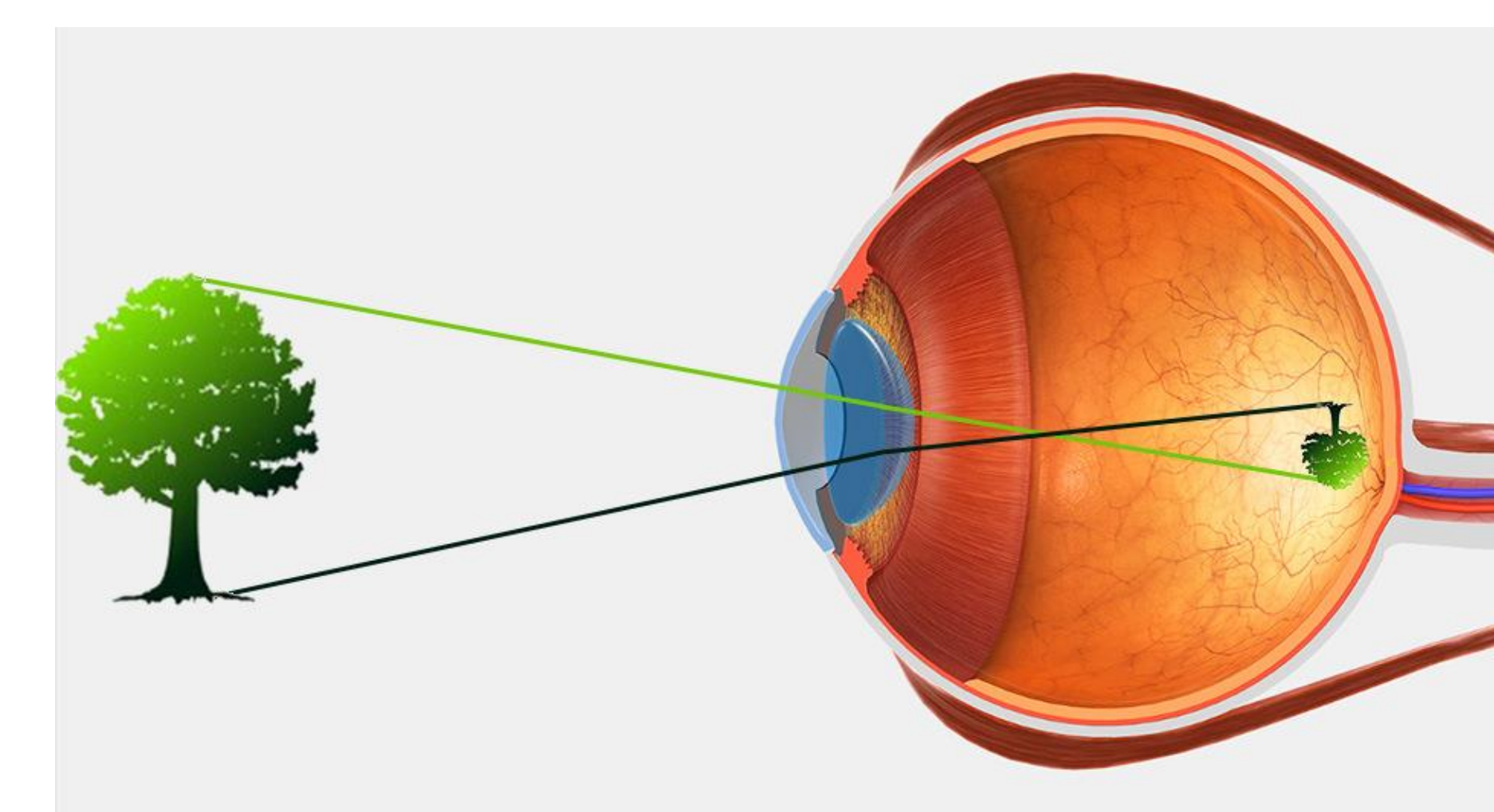
Na siatkówce znajdują się miliony komórek światłoczułych – fotoreceptorów: pręcików (ok. 100 milionów), które odpowiadają za widzenie w warunkach słabego natężenia światła, oraz **czopków** (ok. 6 milionów), dzięki którym widzimy barwy. Wszystkie te neurony zawierają białko – opsynę oraz **retinal**, jedną z form witaminy A. Pod wpływem padającego na siatkówkę światła jedno z podwójnych wiązań C=C w tym związku zmienia swoją konfigurację, co wywołuje serię zmian w strukturze białka i powstanie impulsu nerwowego. Trzy rodzaje czopków pochłaniają inne długości fali światła, odpowiadające głównie barwom niebieskiej, zielonej i czerwonej. Ich odpowiednie pobudzenie składa się na wrażenia poszczególnych kolorów.

Light passing into the eye through the pupil and lens falls on the retina, where **a smaller and reversed image is created** of the object we look at, which through nerve roots and the optic nerve goes to the brain. There the images from both eyes are combined and transformed and the image is reversed once again – our brain learns to do this from the first days of our lives.

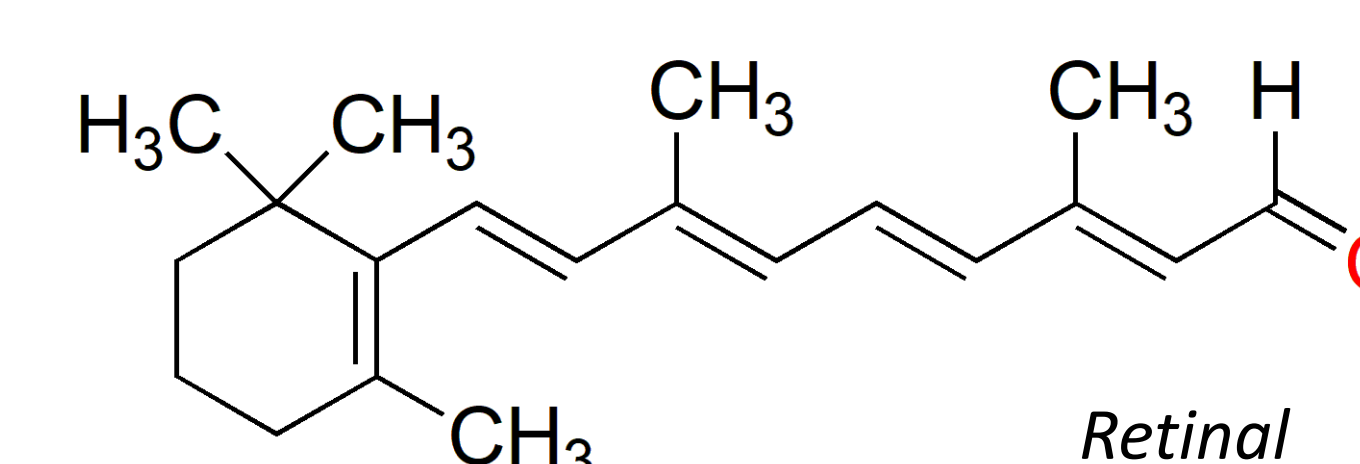
On the retina there are millions of light-sensitive cells (photoreceptors): **rods** (approx. 100 million), which are responsible for seeing in dim light, and **cones** (6 million), which are responsible for colour vision. All those neurons contain proteins, called opsins, and **retinal**, which is a form of Vitamin A. In response to the light falling on the retina one of the double C=C bonds changes its configuration, which triggers a series of changes in the protein structure and a nerve impulse is created. Three types of cones absorb different wavelengths, corresponding mainly to the colours of blue, green and red. Their appropriate stimulation creates the impression of particular colours.



Koło barw; po jego przeciwnych stronach środka znajdują się barwy dopełniające  
Colour wheel; complementary colours are located across each other  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:RGB\_color\_wheel\_72.svg, Autor/Author: László Németh



Powstawanie obrazu na siatkówce ludzkiego oka  
Image formation on the retina of human eye  
Źródło/Source: www.mozaweb.com/pl/Extra-Modele\_3D-Tworzenie\_sie\_obrazu\_w\_oku-147975

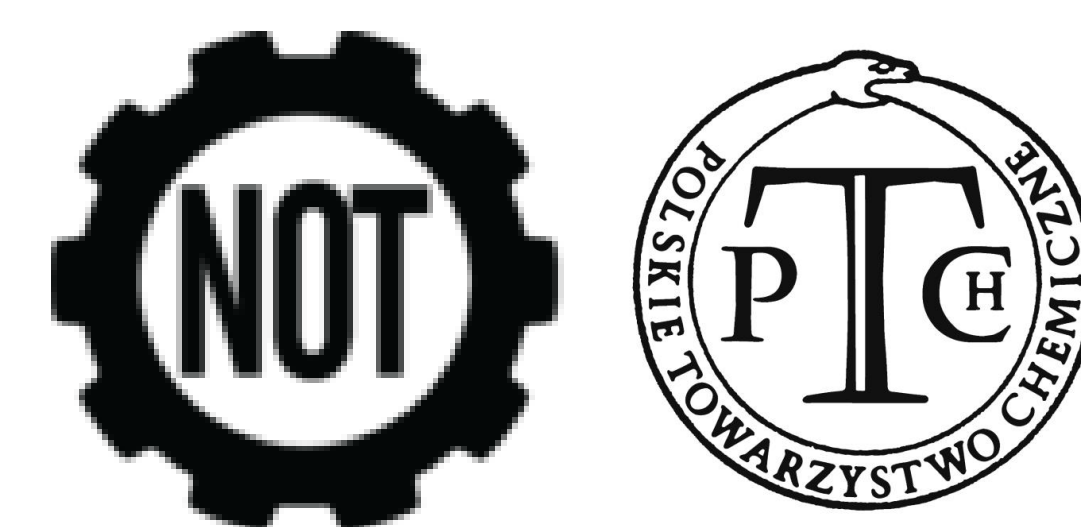






# Farby wodne

## Water-based paints



Farby artystyczne składają się zazwyczaj z zawiesiny pigmentu w odpowiednim rozpuszczalniku oraz spoiwa. **Pigmenty** to nierozpuszczalne substancje barwiące. Zadaniem **spoiwa** jest utrzymywanie spoiwości powłoki malarskiej po odparowaniu rozpuszczalnika, wpływa też na jej połysk oraz odporność na ścieranie i zmywanie. Do ochrony powierzchni obrazu nakłada się na nią **werniks** – roztwór naturalnej lub syntetycznej żywicy w np. oleju terpentynowym, toluenie, alkoholu etylowym. Farby dzielimy na dwie podstawowe kategorie: **wodne** (akwarela, tempera, gwasz, akryl) i **olejne**.

Artistic paints usually consist of a suspension of pigment in a suitable solvent and a binder. **Pigments** are insoluble coloured substances. **Binder** keeps the cohesion of the coating after the solvent evaporates. It also influences the lustre of the painting and its resistance to wear and washing. To protect the surface of the painting, **varnish** is used, i.e. a solution of natural or synthetic resin in e.g. turpentine oil, toluene or ethyl alcohol. Paints can be divided into two main categories: **water paints** (watercolour, tempera, gouache, acrylic paint) and **oil paints**.



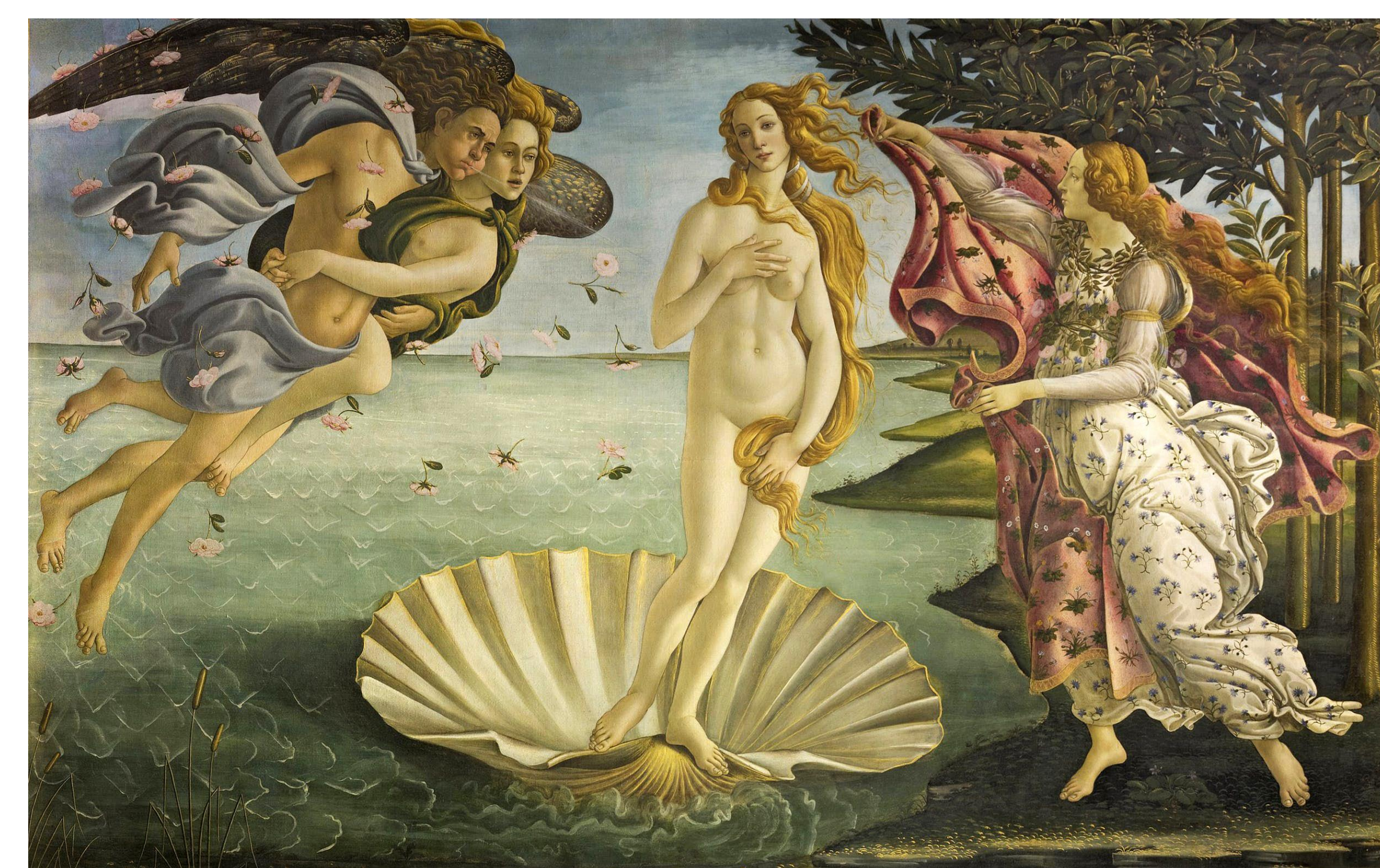
**Akwarele** zawierają wodę, pigment, gumę arabską jako spoiwo i dodatki, takie jak gliceryna, żółć wołowa lub miód. Maluje się nimi zwykle na podłożu papierowym. Są mało kryjące, półprzezroczyste. Znane są od czasów prehistorycznych, zysały popularność zwłaszcza w sztuce Dalekiego Wschodu. W Europie średniowiecznej używane były do iluminowania manuskryptów, w późniejszym okresie zwłaszcza do robienia szkiców obrazów olejnych, w czasach nam bliższych – do malowania pejzaży, martwej natury. **Gwasz** zawiera dodatek kredy lub białego pigmentu, co nadaje farbie właściwości kryjące. **Guma arabska** to wydzielina pni akacji senegalskiej i innych drzew z rodzaju *Accacia*, znana już w czasach starożytnych. Rozpuszcza się powoli w wodzie. Jej głównymi składnikami są polisacharydy powstałe z arabinozy i galaktozy.

J. Matejko Zygmunt III Waza (1861). Akwarela na papierze/Watercolour on paper  
Źródło/Source: [www.pinakoteka.zascianek.pl/Matejko/Images/Zygmunt\\_3\\_Waza.jpg](http://www.pinakoteka.zascianek.pl/Matejko/Images/Zygmunt_3_Waza.jpg)

**Watercolours** contain water, pigment, gum arabic as a binder and additives such as glycerine, ox gall or honey. They are usually used on paper, and are half-transparent. Watercolours have been known since prehistoric times, becoming particularly popular in the art of the Far East. In medieval Europe they were used to illuminate manuscripts and later to make sketches for oil paintings and, more recently, to paint landscapes and still lives. **Gouache** contains also chalk or white pigment, which makes the paint more opaque.

**Gum arabic** is a hardened sap of the Acacia tree from Senegal, already known in antiquity. It slowly dissolves in water and consists mainly of polysaccharides, predominantly polymers of arabinose and galactose.

W przypadku **tempery** spoiwem jest emulsja, stanowiąca połączenie wody, oleju i emulgatora. W roli tego czynnika łączącego fazę wodną i tłuszczową używano żółtek jaj, soku z pędów figowych, niekiedy mleka. Farbami temperowymi można malować na desce, płótnie, papierze, a także świeżym tynku (fresk). Schną stosunkowo szybko. Technika temperowa powstała w starożytności, a swój rozkwit przeżyła w średniowieczu, w okresie późnego renesansu ustępując pierwszeństwa malarstwu olejnemu. Współcześnie używana jest m.in. przez twórców ikon. Popularne **farby plakatowe** to tempera z dodatkiem gumy arabskiej. **Żółtko jaj** jest bogate w składniki odżywcze, niezbędne do rozwoju zarodków ptaków. Zawiera głównie tłuszcze i białka, jest źródłem witamin, składników mineralnych. Właściwości emulgujące wynikają z obecności lecytyn, należących do fosfolipidów. Kolor nadają ksantofile, głównie luteina i zeaksantyna, które mają właściwości przeciwutleniające.



S. Botticelli Narodziny Wenus/The Birth of Venus (ok. 1485/ca. 1485).  
Tempera na płótnie/Tempera on canvas

Źródło/Source: [www.wikipedia/commons/6/61/El\\_nacimiento\\_de\\_Venus%2C\\_por\\_Sandro\\_Botticelli.jpg](http://www.wikipedia/commons/6/61/El_nacimiento_de_Venus%2C_por_Sandro_Botticelli.jpg)

In the case of **tempera** the binder is an emulsion, a mixture of water, oil and an emulsifier. In the past it was often egg yolks, the milky sap of the fig plant, sometimes milk. The tempera paint can be applied on wood, canvas, paper or fresh plaster (fresco). It dries relatively quickly. The tempera technique was developed in antiquity and flourished in the Middle Ages and late Renaissance before giving way to oil painting. At present it is used by icon painters. What is known as **poster paint** is in fact tempera with the addition of gum arabic.

**Egg yolk** is rich in nutrients indispensable for the development of embryos of birds. It contains mainly fats and proteins, as well as vitamins and minerals. Containing lecithin belonging to phospholipids, it has emulsifying qualities. The colour results from xanthophylls, mainly lutein and zeaxanthin, which have antioxidant properties.



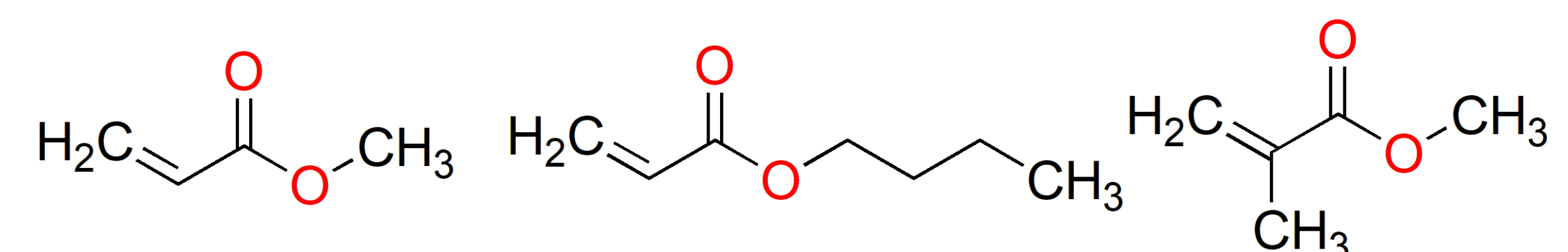
Wynalazkiem XX-wiecznym są **farby akrylowe**, których spoiwem jest rozpuszczony w wodzie polimer powstały z **akrylanów** (zwykle **metylu** lub **butylu**) lub **metakrylanu metylu**. Ich zalety to krótki czas schnięcia, bogactwo żywych kolorów, możliwość stosowania na różnej powierzchni oraz zmywania wodą. Są dostępne również w formie sprayu.

**Acrylic paint** is a 20<sup>th</sup> century invention whose binder is water-soluble acrylic polymer of **methyl acrylate**, **butyl acrylate**, or **methyl methacrylate**. They are fast-drying with a variety of vivid colours, which can be applied to various surfaces and easily wiped by water. They are also available as aerosol sprays.

E. Sanchez Popołudnie w dolinie/Afternoon in the valley (1989).

Akryl na płótnie/Acryl on canvas

Źródło/Source: [www.commonswiki.org/wiki/File:Una\\_Tarde\\_en\\_el\\_Valle\\_85x110cm.jpg](http://www.commonswiki.org/wiki/File:Una_Tarde_en_el_Valle_85x110cm.jpg)



Akrylan metylu  
Methyl acrylate

Akrylan butylu  
Butyl acrylate

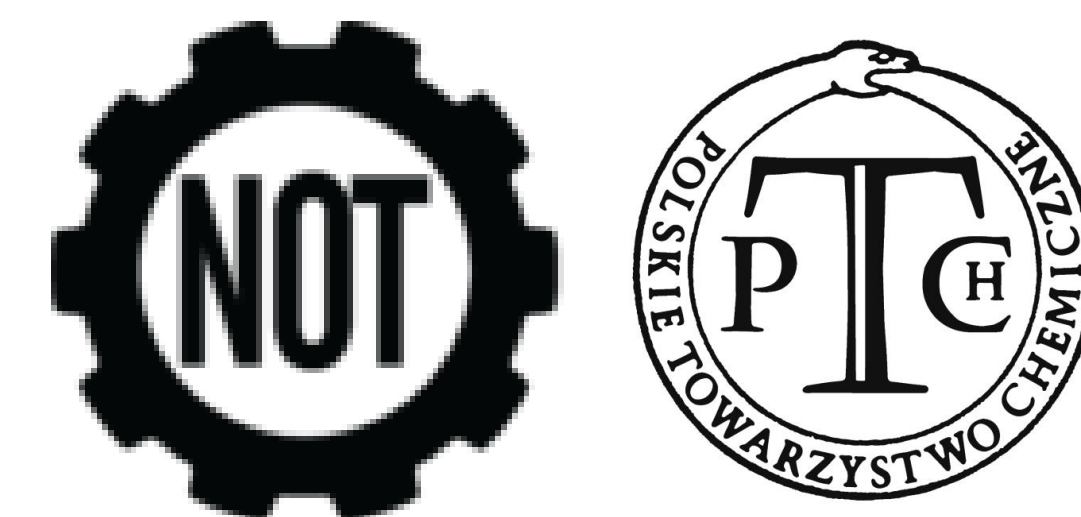
Metakrylan metylu  
Methyl methacrylate





# Farby olejne

## Oil paints



Chociaż początków techniki olejnej można doszukać się kilka wieków wcześniej, zaczęła ona zyskiwać popularność w XV stuleciu. Spoiwem farb olejnych są oleje schnące, najczęściej olej lniany, rzadziej szafranowy (krokoszowy), makowy czy z orzecha włoskiego. Charakteryzuje je duża zawartość estrów **nienasyconych kwasów tłuszczowych: oleinowego, linolowego,  $\alpha$ -linolenowego**. W kontakcie z powietrzem i w obecności światła ulegają one utlenianiu, co prowadzi do tworzenia się połączeń między ich łańcuchami – sieciowania. Powstaje elastyczna i przezroczysta błona (linoksyd). Proces schnięcia trwa w zależności od grubości warstwy farby od kilkunastu godzin do kilku miesięcy (można to przyspieszyć dodając tzw. sykatywy).

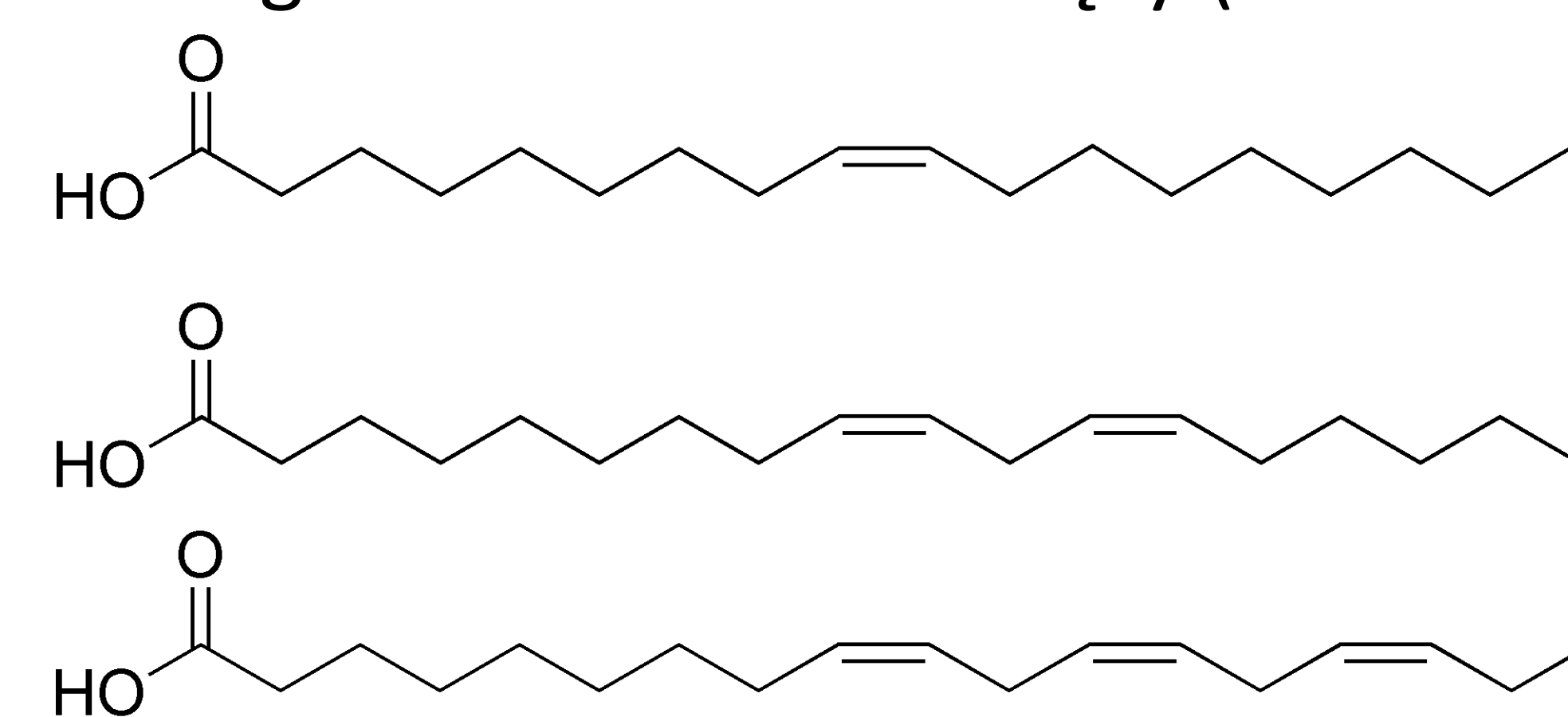
Even though the oil technique can be traced back to the Middle Ages, it started to gain popularity in the 15<sup>th</sup> century. In this case the binder is a drying oil: linseed oil, or saffron, poppyseed or walnut oil. They are characterised by a significant amount of esters of **unsaturated fatty acids: oleic, linoleic,  $\alpha$ -linolenic**. They are oxidised in contact with air, which leads to the creation of bonds between their chains – networking. A flexible and transparent film emerges (linoxide). The process of drying lasts, depending on the thickness of the paint layer, from hours to months (it can be accelerated by adding the so-called siccatives).

Technika olejna zdominowała malarstwo europejskie na stulecia, a jej podstawowe walory: duże bogactwo pigmentów i ich trwałość, łatwość mieszania barw, nanoszenia poprawek są nadal doceniane przez większość malarzy.

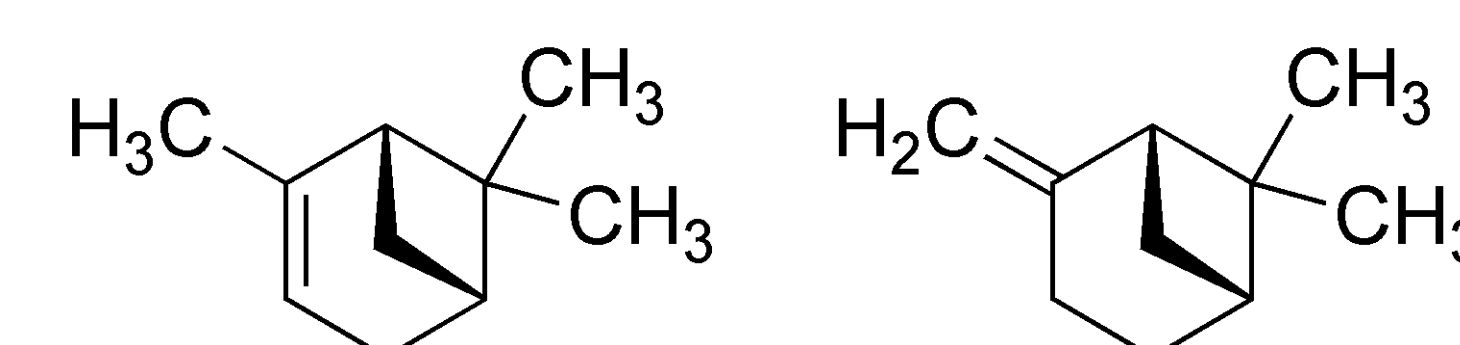
Do zmywania farb olejnych używa się **terpentyny** – rozpuszczalnika otrzymywanego m.in. w wyniku destylacji z parą wodną żywicy drzew iglastych (gatunków sosny). Jej głównymi składnikami są monoterpeny – **izomery pinenu**. W ostatnim okresie pojawiły się farby olejne, które dzięki dodatkowi emulgatorów lub odpowiedniej modyfikacji łańcuchów kwasów tłuszczowych są wodorozcieńczalne, można dzięki temu usunąć zabrudzenia czy umyć pędzle używając wody.

The oil technique has dominated European painting for centuries, thanks to a rich variety of pigments, which can be easily mixed or added to the canvas to make necessary corrections. These features are still appreciated by many painters.

Oil paints can be washed by **turpentine** – a solvent obtained from steam distillation of pine resin. It consists mainly of the monoterpenes, **isomers of pinene**. Recently, a new type of oil paints has been developed, which thanks to the addition of emulsifiers or modification of chains of fatty acids, are soluble in water, which allows easy removal of stains or washing brushes in water.



Nienasycone kwasy tłuszczowe – główne składniki trójglicerydów występujących w oleju lnianym (od góry): kwas oleinowy (ok. 20%), kwas linolowy (ok. 15%) i kwas  $\alpha$ -linolenowy (ponad 50%).  
Unsaturated fatty acids – main components of triglycerides present in linseed oil (from the top): oleic acid (ca. 20%), linoleic acid (ca. 15%) and  $\alpha$ -linolenic acid (over 50%)



Główne składniki terpentyny -  $\alpha$ -pinen (z lewej) i  $\beta$ -pinen (pokazano po jednym z tzw. izomerów optycznych – enancjomerów)  
Main components of turpentine -  $\alpha$ -pinene (left) and  $\beta$ -pinene (one of optical isomers/enantiomers is shown in each case)

### Mniej znane dzieła Jana Matejki/Less known Jan Matejko's works



*Dziewica Orleańska (1883). Olej na desce. Dom Jana Matejki w Krakowie. Szkiełko do największego pod względem powierzchni obrazu Matejki pod tym samym tytułem, który znajduje się w Galerii Rogalińskiej – filii Muzeum Narodowego w Poznaniu*  
Maid of Orléans (1883). Oil on panel. Jan Matejko House in Cracow. A sketch to the greatest (in terms of surface area) of Matejko's paintings which is located in the Rogalin Gallery (a branch of the National Museum in Poznań)  
Źródło/Source: [www.pinakoteka.zaspcianek.pl/Matejko/Images/Dziewica\\_Orleanska\\_2.jpg](http://www.pinakoteka.zaspcianek.pl/Matejko/Images/Dziewica_Orleanska_2.jpg)



*Widok Bebeku pod Konstantynopolem (1872). Olej na płótnie. Lwowska Galeria Sztuki. The view of Bebek near Constantinople (1872). Oil on canvas. Lviv National Art Gallery*  
Źródło/Source: [www.pinakoteka.zaspcianek.pl/Matejko/Matejko\\_18.htm](http://www.pinakoteka.zaspcianek.pl/Matejko/Matejko_18.htm)

*Paleta, pędzle i kasetka z pigmentami, którymi posługiwał się Jan Matejko – eksponaty w Domu Jana Matejki przy ul. Floriańskiej 41 w Krakowie, oddziale Muzeum Narodowego w Krakowie*  
Palette, paintbrushes, and a casket with pigments used by Jan Matejko – exhibits in the Jan Matejko House at 41 Floriańska St. In Cracow, a branch of the National Museum in Cracow

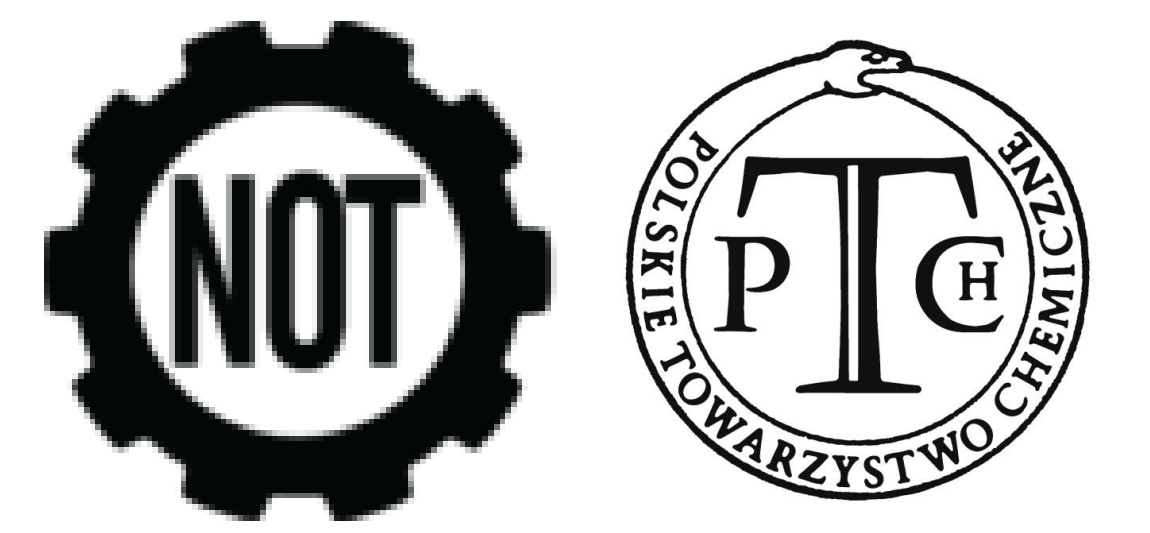






# Początki malarstwa

## The beginnings of painting



Już kilkadziesiąt tysięcy lat temu *Homo sapiens* zaczął tworzyć dzieła plastyczne. Malowidła, które przetrwały do dziś w jaskiniach, najczęściej są koloru czarnego i czerwonego. Ludzie wykorzystywali wówczas to, co było łatwo dostępne, czyli **węgiel** (drzewny lub kostny) oraz **ochrę**. Malowidła były rysowane kawałkiem węgla czy skały, a później rozartym pigmentem z dodatkiem spoiwa – takie pierwsze farby najczęściej były nakładane palcami lub prostym pędzlem wykonanym z sierści zwierząt.

*Homo sapiens* began to paint a few thousand years ago. Paintings discovered in caves are usually in black and red. People used the readily available materials, such as **coal** (charcoal or bone coal) and **ochre**. Pictures were drawn with a piece of coal or rock, and later with ground pigment grinded with a binder; those early paints were put on with fingers or a primitive brush made of animal hair.

**Ochra** to rodzaj gliny powstałej w wyniku wietrzenia skał o barwie od żółtej poprzez czerwoną do brązowej, która pochodzi głównie od tlenków żelaza i manganu. Bezwodny tlenek żelaza(III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , jest głównym składnikiem minerału **hematytu**, najczęściej o czerwonym zabarwieniu, natomiast żółty **limonit** to skała, która zawiera głównie uwodniony tlenek wodorotlenek żelaza(III),  $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Dodatek tlenków manganu daje barwy ciemniejsze, aż do ciemnobrązowej (umbra). W wyniku prażenia żółtej ochry zawierającej głównie limonit następuje utrata wody i zmiana barwy na czerwoną pochodzącą od hematytu. Do odmian ochry zaliczamy także takie brązowe pigmenty, jak siena czy ugier.

**Węgiel drzewny** jest produktem suchej destylacji drewna, czyli jego wygrzewania w wysokiej temperaturze bez dostępu powietrza. Ten używany do celów artystycznych otrzymywany jest najczęściej z gałązek wierzby lub winorośli. Węgiel stanowi 60-80% jego masy. **Czerń kostna (węgiel kostny)** powstaje w wyniku suchej destylacji odfuszczonej kości zwierzęcych. Głównymi składnikami są hydroksyapatyt (fosforan wapnia) i węgiel wapnia, zawartość węgla osiąga 10%.

Źródłem czarnego (lub brązowego) pigmentu były także dwutlenek manganu,  $\text{MnO}_2$  (używany dziś jako **czerń manganowa**) oraz inny tlenek żelaza – magnetyt ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , **czerń żelazowa/marsowa**).

**Ochre** is a natural clay earth pigment from weathered rock ranging in colour from yellow through red to brown, originating from iron or manganese oxides. Anhydrous iron oxide (III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , is the main component of the mineral hematite, mostly of reddish colour, while the yellow limonite is a rock containing iron(III) oxide-hydroxide  $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . The addition of manganese oxide gives darker colours all the way to the dark-brown umbra. As a result of heating yellow ochre containing mainly limonite, water evaporates and the colour changes into red from hematite. Among the varieties of ochre a brown pigment called burnt sienna can be found.

**Charcoal** is produced by dry distillation of wood, i.e. strongly heating wood with limited access of air. It is usually obtained from branches of willow or grapevine, with carbon making up 60-80% of its mass. **Bone char** is produced by a similar heating fat free animal bones. Its main components are calcium phosphate and calcium carbonate, the amount of carbon is up to 10%. Another source of black (or brown) pigment was **manganese black** (manganese dioxide,  $\text{MnO}_2$ ), and another oxide of iron – magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , **iron black** or **Mars black**).



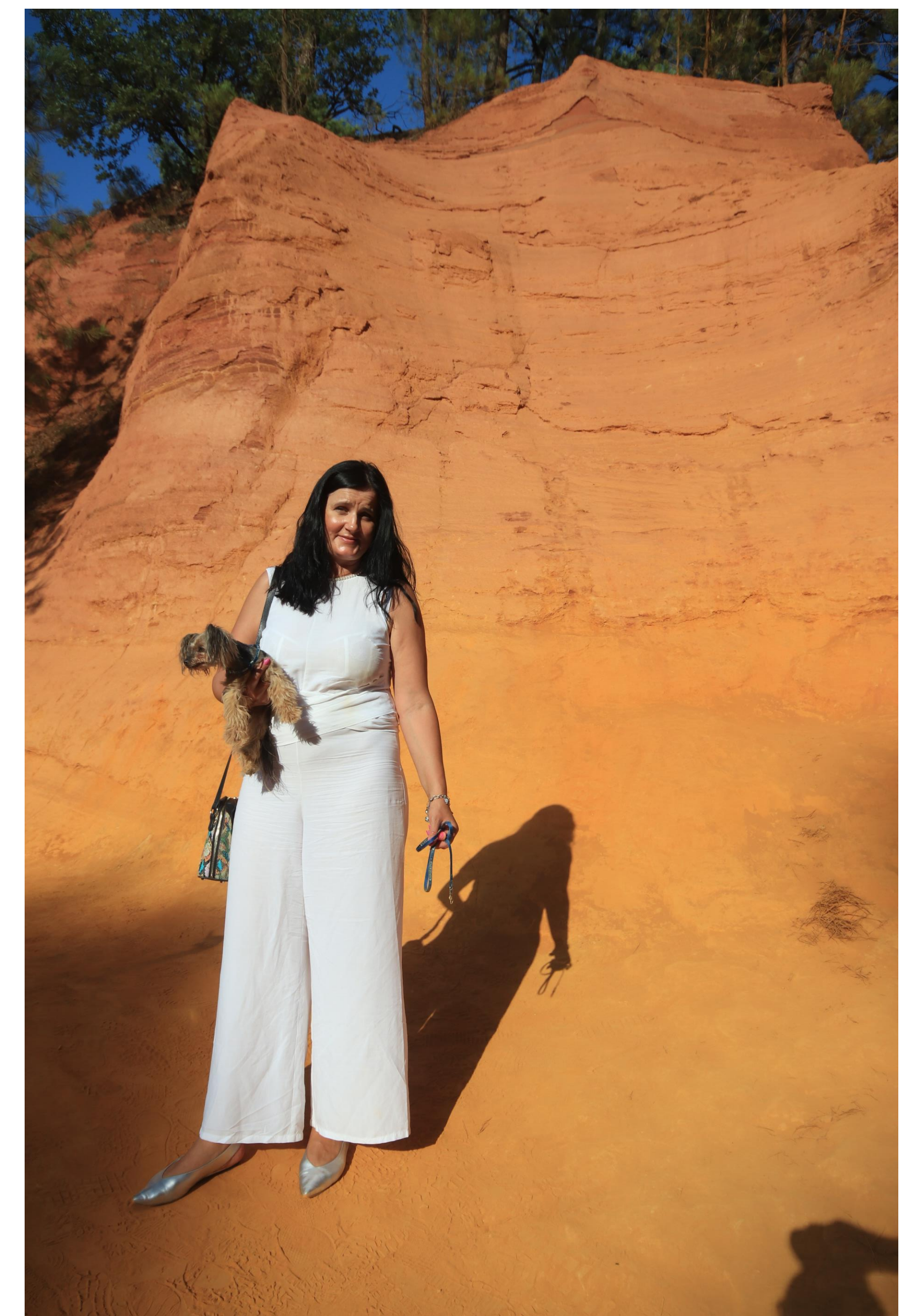
Obraz ludzkiej dłoni w jaskini Pech Merle (Francja, ok. 25000 lat p.n.e.)  
Image of a human hand in Pech Merle cave, France (25,000 BC).  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Pech\_Merle\_main.jpg



Wizerunek konia z jaskini Lascaux (Francja, ok. 17300 lat p.n.e.)  
Image of a horse (17,300 BC) from Lascaux cave, France.  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Lascaux2.jpg



Różne odcienie ochry  
Various shades of ochre  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Drei\_versehiedene\_Ockertöne.JPG,  
Autor/Author: Marco Almbauer



W okolicach Roussillon w Prowansji znajdują się eksploatowane przez wieki jedne z największych złóż ochry w Europie.  
One of the greatest deposits of ochre in Europe, exploited for centuries, can be found near Roussillon in Provence.





# Dawne pigmenty nieorganiczne

## Old inorganic pigments



W starożytnym Egipcie sproszkowane minerały, rozcierane z tłuszczem lub gumą arabską wykorzystywano do zdobienia ścian budynków, kamiennych płyt, naczyń, statuetek, ale także do wytwarzania kosmetyków. Egipcjanie używali czerwonej i żółtej **ochry**, a ponadto m.in. żółtego **aurypigmentu** (siarczek arsenu  $As_2S_3$ ), zielonego **malachitu** (hydroksowęglan miedzi,  $Cu_2CO_3(OH)_2$ ) niebieskich **chryzokoli** (uwodniony krzemian miedzi i glinu), **azurytu** (inny hydroksowęglan miedzi,  $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ ) oraz **lapis lazuli**. Czerń dawała **sadza**, ale także **galena** (siarczek ołowiu  $PbS$ ) czy **antymonit** (siarczek antymonu,  $Sb_2S_3$ ), biel – **cerusyt** (**biel ołowiowa**, hydroksowęglan ołowiu  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ ), skały zawierające **kalcyt** (węglan wapnia  $CaCO_3$ ), takie jak kreda czy wapień, albo **gips** (uwodniony siarczan wapnia,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ).

Starożytnych Egipcjan uważa się za twórców pierwszego syntetycznego pigmentu, nazwanego w XIX wieku  **błękitem egipskim** (krzemian miedzi i wapnia,  $CaCuSi_4O_{10}$ ), który otrzymywali ucierając i prażąc mieszaninę piasku, wapienia i minerału zawierającego sole miedzi(II).

In ancient Egypt powdered minerals, mixed with fats or gum arabic, were used to decorate walls of buildings, stelae, vessels, statues, or to make cosmetics. Egyptians used red and yellow **ochre**, as well as yellow **orpiment** (arsenic sulphide mineral  $As_2S_3$ ), green **malachite** (copper carbonate hydroxide  $Cu_2CO_3(OH)_2$ ), blue **chrysocolla** (hydrated copper and aluminium silicate) and **azurite** (another copper carbonate hydroxide  $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ ), as well as **lapis lazuli**. Black was from **soot**, but also **galena** (lead sulphide  $PbS$ ) or **antimonite** (antimony sulphide  $Sb_2S_3$ ), white from **cerussite** (white lead, basic lead carbonate  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ ) or rocks containing **calcite** (calcium carbonate  $CaCO_3$ ), such as chalk or limestone, or **gypsum** (hydrated calcium sulphate,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ).

Ancient Egyptians were also the makers of the first synthetic pigment, named in the 19<sup>th</sup> century **Egyptian blue** (calcium and copper silicate,  $CaCuSi_4O_{10}$ ), which they obtained by grinding and heating the mixture of sand, limestone and a mineral containing copper(II) salts.

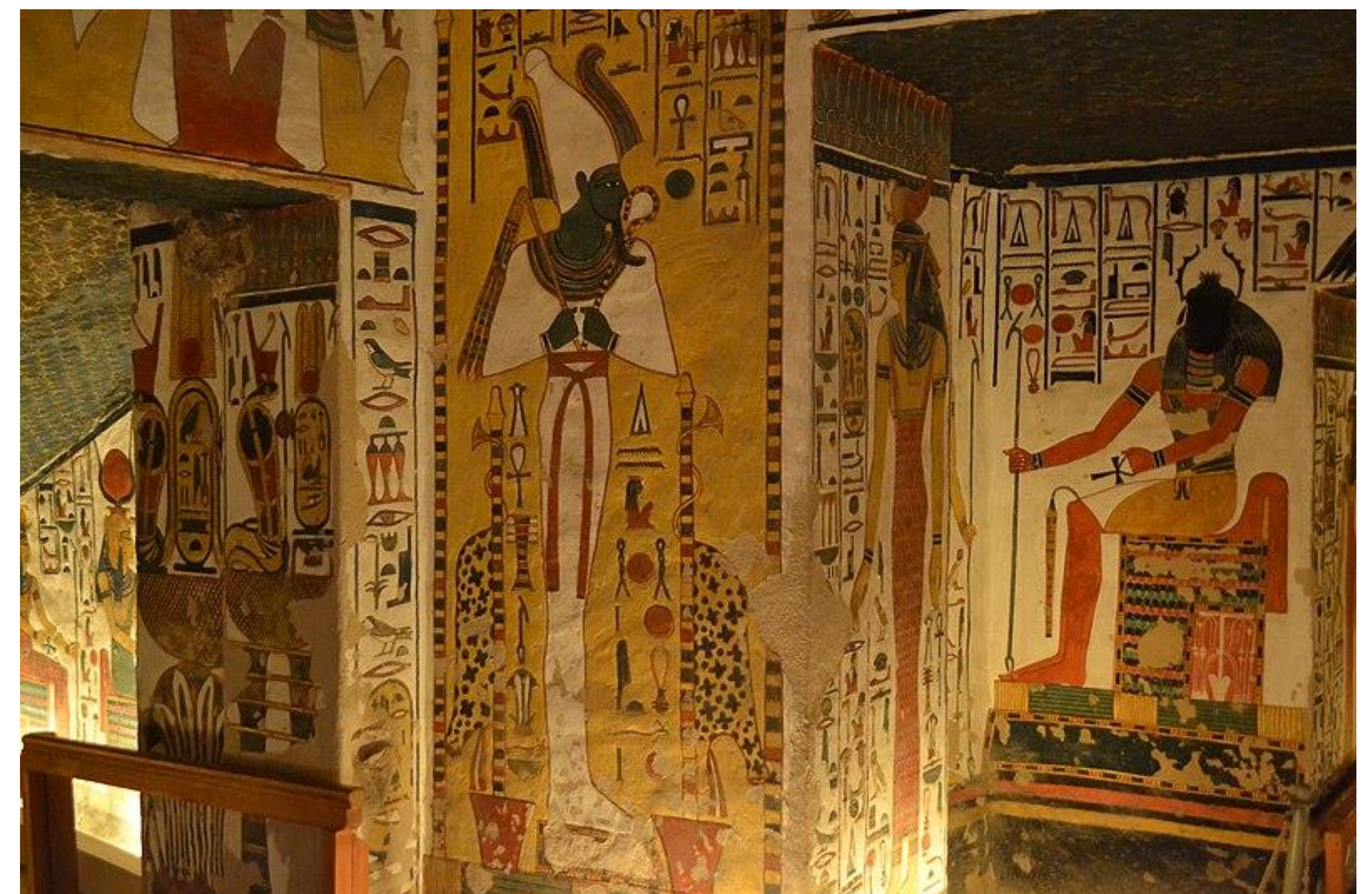
Starożytni używali również innych czerwonych pigmentów. Najbardziej znane z nich to **realgar** (inny z siarczków arsenu,  $As_4S_4$ ), **cynober** (siarczek rtęci,  $HgS$ ) oraz **minia** (jeden z tlenków ołowiu,  $Pb_3O_4$ ), używana do dziś jako składnik farby antykorozyjnej.

Ważnym, używanym do dziś niebieskim pigmentem znanym już w czasach starożytnych jest **ultramaryna**, pozyskiwana ze wspomnianego już **lapis lazuli**, a właściwie z barwnego składnika tej skały – minerału lazurytu. Jej nazwa oznacza zamorskie pochodzenie, bo materiały do jej produkcji sprowadzano z Afganistanu. Był to pigment drogi i ceniony przez artystów, stosowany w wyjątkowych okazjach, np. do malowania szat Maryi, świętych i aniołów. Cena ultramaryny spadła znacząco, gdy w XIX wieku nauczono się go wytwarzać syntetycznie. Głównym składnikiem są glinokrzemiany sodu, a niebieskie zabarwienie powodują jony trójsiarczkowe  $S_3^-$ . Modyfikując warunki syntezy, produkuje się też zieloną odmianę pigmentu.

The ancients used also red pigments, of which the best known **realgar** (another arsenic sulphide  $As_4S_4$ ), **cinnabar** (**vermilion**, mercury sulphide  $HgS$ ) and **minium** (one of lead oxides  $Pb_3O_4$ ), used to this day in the manufacture of rustproof paint. Another popular pigment used to this day is **ultramarine**, obtained from the already mentioned **lapis lazuli** or, more precisely, from the blue component of that rock - lazurite. The pigment's name means 'beyond the seas', as rocks indispensable for its manufacture were imported from Afghanistan. It was expensive and valued by artists, who used it to paint the robes of the Virgin Mary, angels and saints. The price of ultramarine dropped significantly when it became possible to synthesise it in 19<sup>th</sup> century. Ultramarine is composed basically of sodium aluminosilicate, while the blue colour comes from trisulfide ions  $S_3^-$ . By modifying conditions of the synthesis, a green variety of the pigment is produced.

Związki kobaltu (tlenek  $CoO$ , węglan  $CoCO_3$ ) używane były w starożytności do barwienia szkła na kolor niebieski. Po sproszkowaniu otrzymywano pigment nazywany **smaltą**, stosowany w malarstwie zwłaszcza w okresie renesansu, aż do XIX wieku. **Żółcień neapolitańska** (antymonian ołowiu,  $Pb_2Sb_2O_7$ ), również wykorzystywana od wieków w ceramice, w malarstwie europejskim pojawiła się w XVI w. Wcześniej, od XIII wieku, używano też **żółcieni cynowo-ołowiowej** (cynian ołowiu,  $PbSnO_4$ ).

Compounds of cobalt (oxide  $CoO$ , carbonate  $CoCO_3$ ) were used in antiquity to dye glass blue. After grinding, the pigment called **smalt** was obtained, applied in painting (particularly in the Renaissance), until the 19<sup>th</sup> century. **Naples yellow** (lead antimonate yellow  $Pb_2Sb_2O_7$ ), long used in ceramics, was introduced in European painting from the 16<sup>th</sup> century; earlier (since 13<sup>th</sup> century), **tin-lead yellow** (lead stannate  $PbSnO_4$ ) was also used.



Bogowie Osyrys i Chepri oraz Nefertari przedstawieni na ścianach jej grobowca

The gods Osiris and Khepri alongside Nefertari in her tomb

Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Osiris,\_Khepri\_and\_Nefertari\_in\_her\_tomb.jpg?uselang=pl, Autor/Author: Darer101



Fajansowe skrzydło skarabeusza barwione błękitem egipskim  
Scarab wing from Egyptian blue-dyed pottery

Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Ala\_di\_scarabeo\_faience\_prov\_sconosciuta.JPG, Autor/Author: Sailko



Lapis Lazuli z Afganistanu  
Lapis Lazuli, Afghanistan

Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Lapis\_Lazuli\_Afganistan.jpg, Autor/Author: Chris Oxford



Ultramaryna naturalna  
Natural ultramarine

Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Natural\_ultramarine\_pigment.jpg



Ultramaryna syntetyczna  
Synthetic ultramarine

Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Ultramarinepigment.jpg



Smalta/Smalt

Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Smalte-Historische\_Farbstoffsammlung.jpg, Autor/Author: Shisha-Tom





# Historia pigmentów nieorganicznych



## History of inorganic pigments

Rozwój chemii w XVIII i XIX wieku doprowadził do znacznego rozszerzenia zestawu dostępnych pigmentów. W XVIII w wprowadzano na przykład: The progress in chemistry in the 18th and 19th centuries led to the development of new pigments. In the 18th century new additions included:

- **błękit pruski** – forma nierozpuszczalna w wodzie to heksacyjanożelazian(II) żelaza(III),  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ /**Prussian blue** (the form insoluble in water is iron(III) hexacyanoferrate(II))
- **biel cynkową** – tlenek cynku  $\text{ZnO}$ /**zinc white** (zinc oxide)
- **biel barytową** – siarczan baru  $\text{BaSO}_4$ /**baryte** (barium sulphate)

Odkrycie kobaltu w 1735 roku zaowocowało otrzymaniem na przełomie wieków XVIII i XIX szeregu trwałych i stosunkowo mało toksycznych pigmentów, takich jak:

The discovery of cobalt in 1735 led to the development, at the turn of the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries, of a variety of not relatively toxic pigments, such as:

- **zieleń kobaltowa** (Rinmana, złożona z tlenków kobaltu(II) i cynku)/**cobalt green** (Rinman's green, composed of cobalt(II) and zinc oxides),
- **błękit kobaltowy** (Thénarda,  $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )/**cobalt blue** (Thénard's blue)
- **ceruleum** (niebieski cynian(IV) kobaltu(II),  $\text{CoSnO}_3$ )/**cerulean** (blue cobalt(II) stannate)
- **aureolina** (żółcień kobaltowa,  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ), pierwszy raz otrzymana przez N. F. Fischera we Wrocławiu/**aureolin** (cobalt yellow), first obtained by N. F. Fischer in Breslau (Wrocław)
- **fiolet kobaltowy** (fosforan kobaltu(II),  $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_3$ )/**cobalt violet** (cobalt(II) phosphate)



Błękit pruski oraz biel cynkowa/Prussian blue and zinc white  
Źródło/Sources: commons.wikimedia.org/wiki/File:Pigment\_Berliner\_Blau.JPG, Autor/Author: Saalebaer  
commons.wikimedia.org/wiki/File:Zinc\_oxide\_sample.jpg, Autor/Author: Adam Rędzikowski

W tym samym okresie wprowadzono do produkcji kilka zielonych pigmentów na bazie miedzi i chromu:

In the same period, several green pigments based on copper and chromium were introduced:

- **zieleń Scheelego** (mieszanka różnych form arsenianu(III) miedzi(II), głównie  $\text{CuHAsO}_3$ )/**Scheele's green**, mainly a cupric hydrogen arsenite,
- **zieleń paryska** (arsenian(III)/octan miedzi,  $\text{Cu}_4(\text{As}_3\text{O}_6)_2(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ); obie okazały się toksyczne i wycofano je z użytku/**Paris green** (copper arsenite acetate; both were found toxic and were withdrawn from use)
- **zieleń szmaragdowa** (**viridian**, uwodniony tlenek chromu(III))/**viridian** (hydrated chromium(III) oxide)
- **zieleń chromowa** (bezwodny tlenek chromu(III),  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )/**chrome green** (anhydrous chromium(III) oxide)



Zieleń kobaltowa i aureolina/Cobalt green and aureolin  
Źródło/Sources: commons.wikimedia.org/wiki/File:Zinkgruen2.jpg,  
Autor/Author: oguenther; commons.wikimedia.org/wiki/  
File:Cobalt\_yellow.jpg, Autor/Author: W. Oelen



Viridian  
Źródło/Source: www.atlantisart.co.uk/  
kremer-pigments-viridian-green-100g/



Zieleń chromowa/Chrome green  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/  
wiki/File:Chromium(III)-oxide-sample.jpg,  
Autor/Author: Benjah-bmm27

W drugiej połowie XIX wieku i na początku XX wieku pojawiły artyści zaczęli używać nowych pigmentów zawierających kadm i mangan. Były to:

In the second half of the 19<sup>th</sup> century artists started to use pigments containing cadmium and manganese:

- **żółcień kadmowa** (siarczek kadmu  $\text{CdS}$ ; w połączeniu z selenkiem  $\text{CdSe}$  daje odcienie od pomarańczowego do czerwonego, a z siarczkiem cynku  $\text{ZnS}$  – odcień zielonkawy)/**cadmium yellow** (cadmium sulfide which combined with cadmium selenide gives shades from orange to red, and, in combination with zinc sulfide – greenish).
- **fiolet manganowy** (pirofosforan amonu manganu(III)  $\text{NH}_4\text{MnP}_2\text{O}_7$ )/**manganese violet** (ammonium magnesium(III) pyrophosphate)
- **błękit manganowy** ( $\text{BaMnO}_4 \cdot \text{BaSO}_4$ )/**manganese blue**

Wynalazkami XX-wiecznymi są też **biel tytanowa** (dwutlenek tytanu  $\text{TiO}_2$ ), **żółcień tytanowa** (połączenie tlenków niklu, antymonu i tytanu,  $\text{NiO} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot 20\text{TiO}_2$ ) i **żółcień bizmutowa** (wanadan bizmutu  $\text{BiVO}_4$ ). Other pigments developed in the 20<sup>th</sup> century are **bismuth yellow** (bismuth vanadate  $\text{BiVO}_4$ ) and **titanium yellow** (a combination of oxides of nickel, antimony, and titanium,  $\text{NiO} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot 20\text{TiO}_2$ ).



Fiolet manganowy/Manganese violet  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/  
File:Manganese\_violet.jpg, Autor/Author: W. Oelen



Żółcień kadmowa/Cadmium yellow  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/  
File:Cadmiumgelb\_Pigment.JPG, Autor/Author: Marco Almbauer



Biel tytanowa/Titanium white  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/  
File:Titanium(IV)\_oxide.jpg, Autor/Author: Walkerma



Błękit YInMn/YInMn blue  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/  
File:YInMn\_Blue\_-\_cropped.jpg, Autor/Author: Mas Subramanian

Stopniowe zastępowanie pigmentów naturalnych (np. sproszkowanych minerałów i skał) syntetycznymi wynikało z dążenia do zmniejszenia kosztów ich wytwarzania, a także do większej czystości materiału i powtarzalności barwy. Wprowadzano do użytku substancje mniej toksyczne, których produkcja była mniej uciążliwa dla środowiska. Nadal poszukiwane są nowe materiały, które można by zastosować jako pigmenty. Jednym z najnowszych odkryć w tej dziedzinie jest **błękit YInMn**, otrzymany po raz pierwszy w 2009 roku w laboratoriach Uniwersytetu Stanu Oregon w wyniku ogrzewania tlenków itru, indu i manganu w temperaturze ok. 1200 °C.

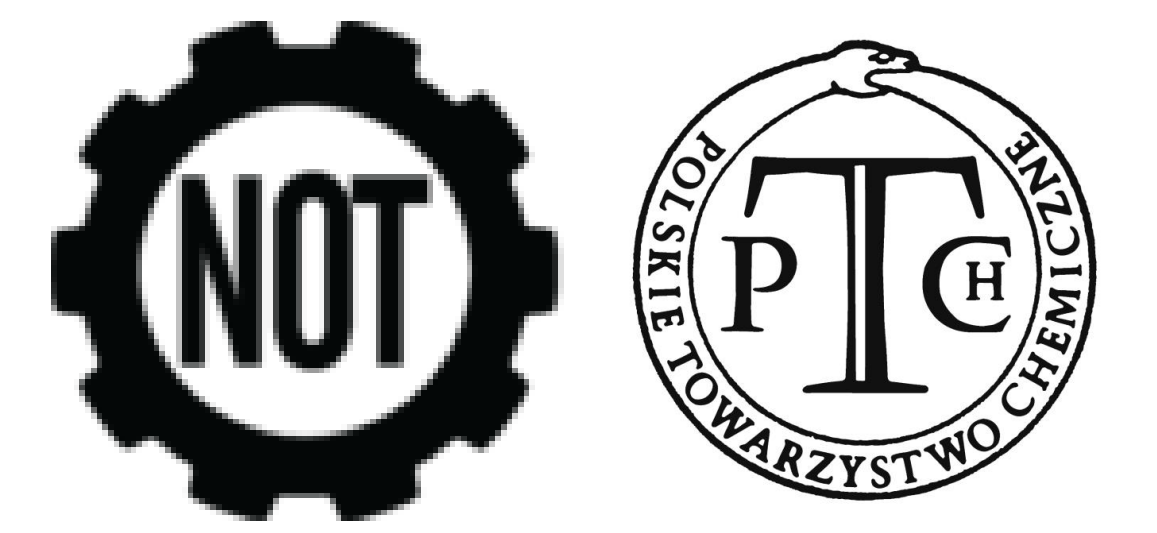
The gradual replacement of natural pigments (e.g. powdered minerals and rocks) with synthetic ones was motivated by the desire to reduce the cost of their manufacture, and to obtain greater purity and repeatability of the colour. New substances were less toxic and their manufacture less harmful to the environment. Still new materials are being developed that can be used as pigments. One of the latest achievements is **YInMnblue**, obtained in 2009 in the laboratories of Oregon State University by heating oxides of yttrium, indium, and manganese at ca. 1200 °C.





# Pigmenty organiczne

## Organic pigments



Oprócz skał i ziem ważnym dla człowieka źródłem pigmentów stały się także rośliny i zwierzęta. Jedną z najstarszych znanych ludzkości roślin barwierskich był **urzet barwierski**. W jego liściach znajduje się niebieski barwnik – **indygo**. Bardziej ceniony ze względu na większą zawartość barwnika był **indygowiec**, rosnący w tropikach. Używany był głównie do farbowania tkanin, np. opatentowanych w 1873 roku dżinsów. W tym samym okresie A. von Baeyer przeprowadził pierwszą syntezę indyga i określił jego strukturę, wkrótce rozpoczęto otrzymywanie barwnika na skalę przemysłową. Indygo stanowiło podstawę  **błękitu majańskiego** – intensywnie niebieskiego pigmentu opracowanego prawdopodobnie w początkach naszej ery przez Majów i Azteków. Odporność na działanie warunków atmosferycznych zapewniało wbudowanie indyga w strukturę włóknistego minerału z grupy krzemianów.

Apart from rocks and minerals, plants and animals were also an important source of pigments. One of the oldest plants used for this purpose was **dyer's woad**. A blue dye – indigo – can be found in its leaves. Even better in that respect was indigofera, **true indigo**, growing in the tropical climate. It was used mainly to dye textiles, e.g., blue jeans, patented in 1873. At the same time A. von Baeyer performed the first synthesis of indigo and described its structure, which soon allowed for the mass production of the dye. Indigo was the main constituent of **Maya blue**, an intensely blue pigment, developed most probably in pre-Columbian times by the Mayans and Aztecs. It was extremely resistant to atmospheric conditions, as indigo was embedded in palygorskite, a silicate mineral.

Roślinnym źródłem czerwonego barwnika nazywanego **kraplakiem** są kłącza **marzanny barwierskiej**. W 1826 roku ustalono, że głównym barwnym składnikiem jest **alizaryna**. W roku 1868 C. Graebe i C. Liebermann opracowali syntezę alizaryny jako pierwszego naturalnego barwnika otrzymanego w laboratorium. Jest pigmentem nadal stosowanym przez malarzy, mimo ograniczonej trwałości.

An organic red dye, **Turkish red**, was derived from the roots of plants of the **madder** genus. In 1826 P.-J. Robiquet found that the madder roots contained **alizarin** as a major colorant. In 1868, C. Graebe and C. Liebermann synthesised alizarin as the first natural dye to be artificially manufactured. It is still used by painters, in spite of its limited stability.

W malarstwie stosunkowo rzadko stosowano **purpurę tyryjską**, uważaną za najcenniejszy barwnik starożytności, wytwarzany z wydzieliny drapieżnych ślimaków żyjących w Morzu Śródziemnym – rozkolców. Używana była do barwienia szat dostojników, np. rzymskich cesarzy. Strukturę głównego składnika barwnego, **6,6'-dibromoindygo**, określono na początku XX wieku.

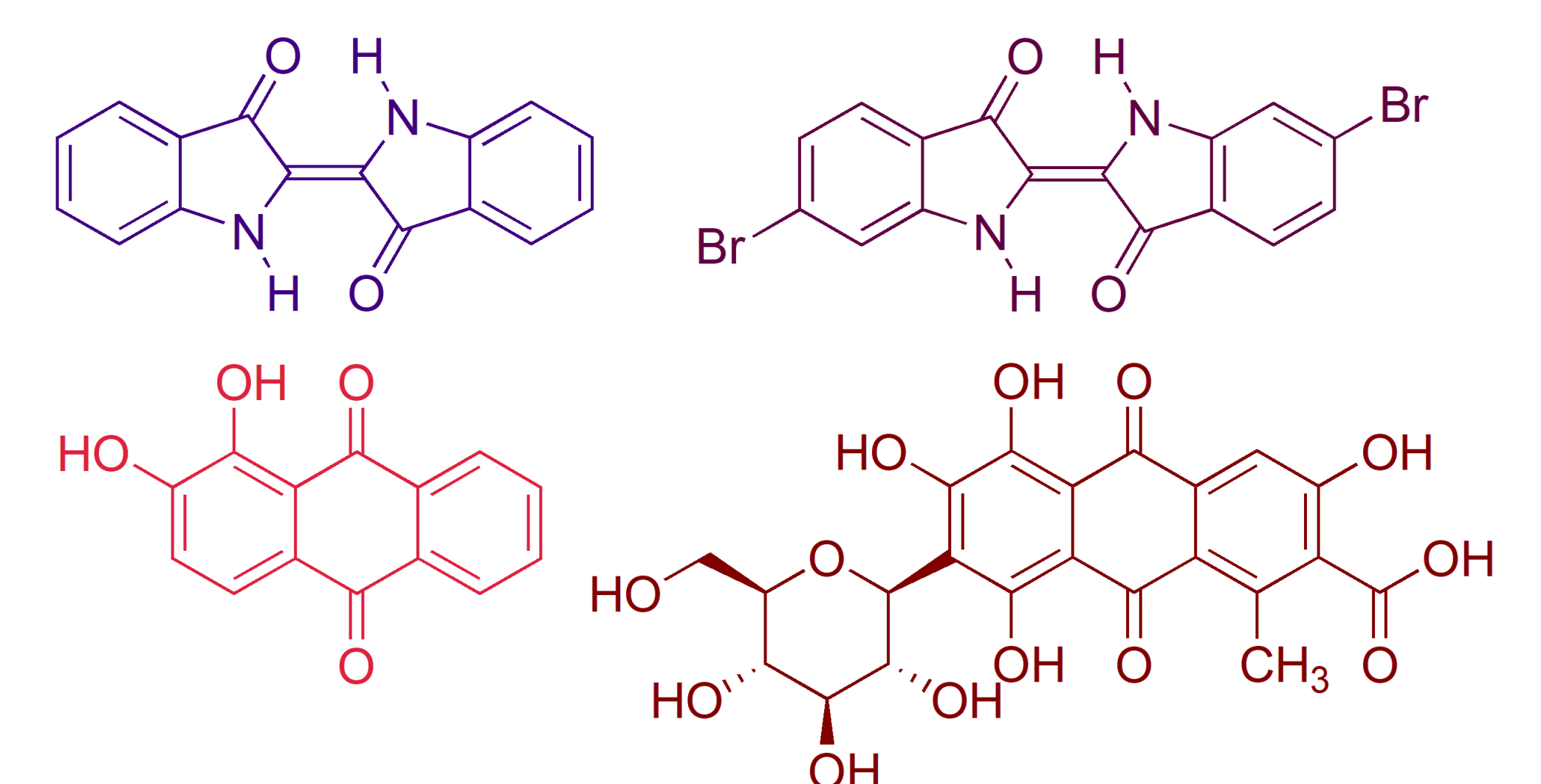
Another organic dye, **Tyrian purple**, was regarded as the most precious dye in antiquity, produced from the mucus of mollusc living in the Mediterranean Sea. It was used to dye textiles (the robes of dignitaries, e.g. Roman emperors), rather than in painting. The structure of its main constituent **6,6'-dibromoindigo** was discovered in the beginning of the 20<sup>th</sup> century.

**Kermes** był pigmentem pozyskiwanym z pluskwiaków pasożytujących na dębie skalnym, rosnącym w obszarze śródziemnomorskim. Z czasem został wyparty przez zbliżony kolorystycznie, a tańszy **karmin (koszenilę)** otrzymywany z czerwców polskich, żerujących na czerwcu trwałym. Ten barwnik do tkanin stał się jednym z głównych towarów eksportowych Polski w XV i XVI wieku. W późniejszym okresie zastąpiony został przez importowaną z Ameryki koszenilę pozyskiwaną z czerwców kaktusowych żerujących na opuncji, używaną już przez Majów i Azteków. Głównym składnikiem odpowiedzialnym za barwę jest **kwas karminowy**. Ma on ograniczoną trwałość – blaknie pod wpływem światła, stosowany jest dziś jako naturalny barwnik spożywczy (E120).

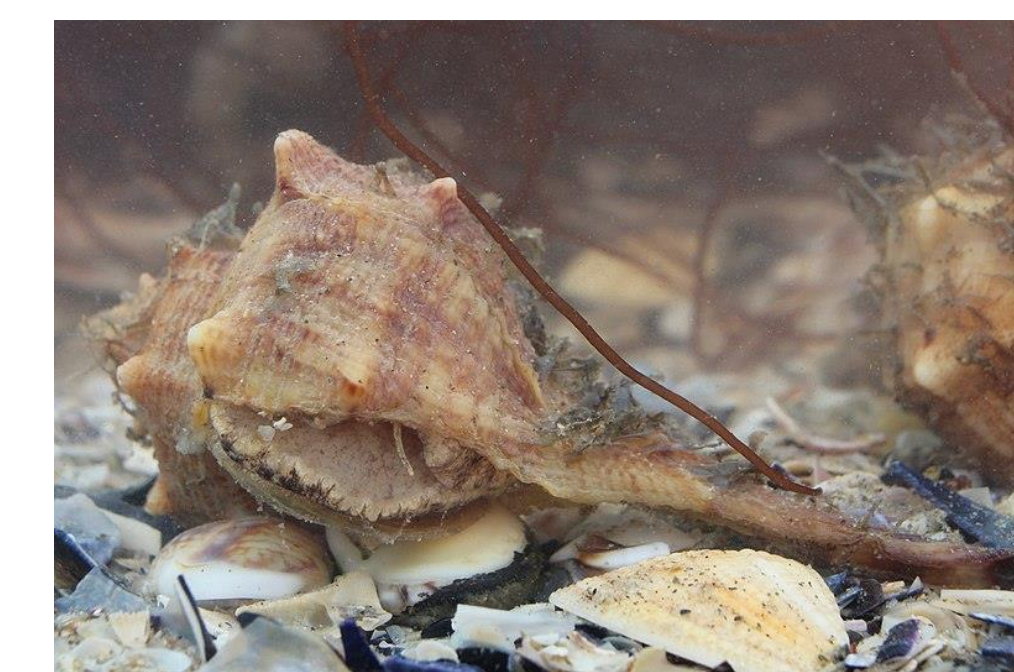
**Kermes** was a pigment derived from the dried bodies of a scale insect living on the sap of the Palestine oak. In time it was replaced by a similar in colour but cheaper **carmine (cochineal)**, derived from Polish cochineal living on the roots of the perennial knawel, which in the 15<sup>th</sup> and the 16<sup>th</sup> century became one of the main commodities exported by Poland. Later it was replaced by Mexican cochineal, imported from America, living on cacti in the genus opuntia, used already by the Mayans and Aztecs. The main colorant is **carmine acid**, which fades under the influence of light and is used today in food processing as a natural dye (E120).

Współcześnie używane pigmenty organiczne mają większą trwałość od tych znanych od tysięcy lat. Dostępnych jest kilkaset odcieni o barwach od fioletu do czerwieni, natomiast odpowiednie farby są często mniej kryjące od tych zawierających pigmenty nieorganiczne. Przykładowe związki chemiczne należące do różnych grup przedstawiono poniżej.

Modern organic pigments last longer than those known since the ancient times and are available in a few hundred shades from violet to red. The paints are often less opaque than those containing inorganic pigments. The examples of compounds used belonging to various groups are shown below.



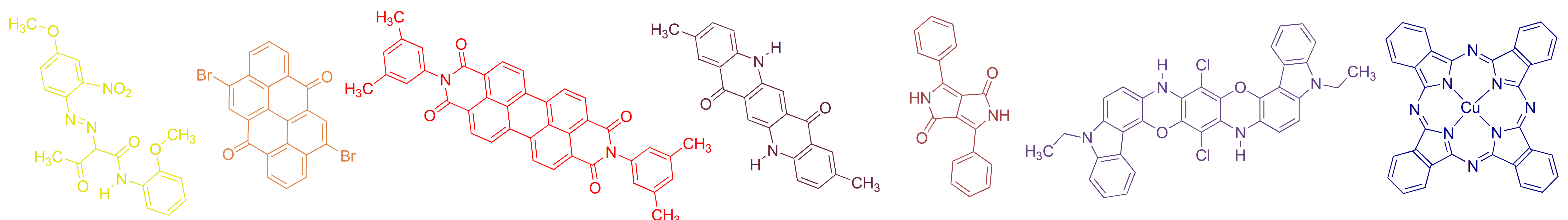
Rząd górny: indygo i dibromoindygo, dolny: alizaryna, kwas karminowy  
Upper row: indigo, dibromoindigo, lower row: alizarin, carmine acid



Rozkolec farbierski/*Bolinus brandaris*  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Brandhorn\_Bolinus\_brandaris\_2.jpg  
Autor/Author: Holger Krisp



Czerwce kaktusowe na opuncji  
*Cochineals on opuntia*  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Dactylopius\_coccus\_(8410000864).jpg  
Autor/Author: Dick Culbert







# Toksyczność pigmentów

## Toxicity of pigments



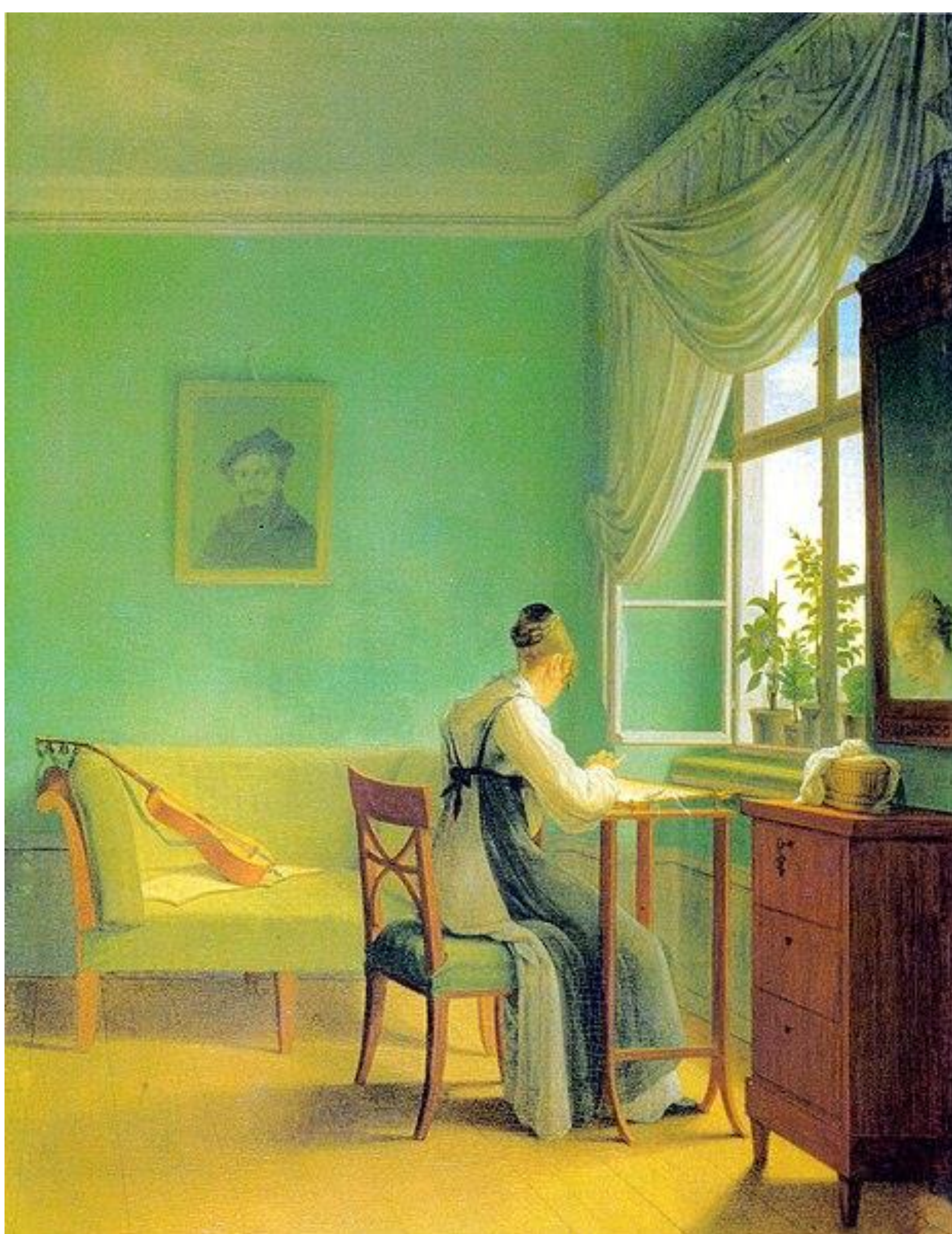
Wiele pigmentów używanych przez stulecia przez artystów zostało wycofanych z użycia ze względu na ich szkodliwość. Związki arsenu i metali ciężkich: ołowiu, rtęci, kadmu, są niebezpieczne dla zdrowia, a zarówno podczas przygotowywania farb (np. rozcierania pigmentów), jak i ich późniejszego używania mogą dostać się do ludzkiego organizmu przez skórę, w wyniku inhalacji lub drogą pokarmową. Na szczęście w większości przypadków te barwne związki chemiczne są bardzo słabo rozpuszczalne w wodzie, co powoduje zarazem, że w niewielkim stopniu są przyswajane przez człowieka. Mogą się jednak akumulować, a skutki ich działania mogą być odczuwalne po dłuższym czasie.

Część z tych substancji może ulegać w określonych warunkach rozkładowi z wytworzeniem toksycznych produktów, na przykład **cynober** (HgS) w wysokiej temperaturze uwalnia pary rtęci. W niektórych przypadkach sól może rozтворzyć się pod działaniem kwasu solnego w żołądku – dotyczy to np. **bieli ołowiowej**. Był to pigment stosowany od czasów starożytnych w celach zdobniczych, ale także kosmetycznych – elegantki aż do XIX wieku używały go (pod nazwą **bieli weneckiej** lub **cerusytu**) do rozjaśniania cery, niekiedy w nadmiernych ilościach, co widać np. na **portretach Elżbiety I Tudor** (1533-1603). Długotrwałe stosowanie powodowało różne problemy zdrowotne dotyczące cery, włosów, zębów, a nawet płuc. Znane były przypadki zatruc wśród robotników, którzy pracowali przy produkcji białych farb, używających ich malarzy (kolka ołowiana). Spekuluje się, że pogorszenie stanu zdrowia pod koniec życia znanych malarzy – Francisco Goya i Vincenta van Gogha – mogło mieć związek z używaniem pigmentów zawierających ołów (również **żółcieni chromowej**).

Many of the pigments used for centuries by artists have gone into disuse because of their toxicity. Compounds of arsenic and heavy metals: lead, mercury, cadmium are dangerous to health, as they can penetrate to the organism through the skin or the respiratory or digestive systems in the process of preparing the paint (e.g. grinding of pigments) or its use. Fortunately, in most cases, these colorants are hardly soluble in water and as such less likely to be absorbed by human body. They can, however, accumulate in time.

Some of those substances decay in particular circumstances, emitting toxic compounds; for instance, **cinnabar** (HgS) can in high temperatures liberate mercury vapour. In some cases salt can degrade in the stomach under the influence of hydrochloric acid. This can be the case with **white lead**. It was a pigment used since antiquity for decorative and cosmetic purposes by elegant ladies till the 19<sup>th</sup> century (under the name of **Venetian white** or **cerussite**), in particular to brighten the face, as shown in **portraits of Queen Elisabeth I of England**. Prolonged use caused various health hazards to the skin, hair, teeth, or even lungs. Both manufacturers and artists were frequently poisoned by white paints containing lead. It is speculated that the sudden deterioration of the health of Francis Goya and Vincent van Gogh can be attributed to their using of pigments containing lead as well as **chrome yellow**.

W wieku XIX w Europie popularność zyskały zielone pigmenty: **zieleń Scheelego** i **zieleń paryska**. Ulegając modzie na ten piękny kolor i nie zdając sobie sprawy z ich szkodliwości, używano ich do barwienia odzieży, **tapet**, zasłon, świec, zabawek, a nawet żywności. Dochodziło do licznych zatruc, również śmiertelnych, wywołanych uwalnianiem się arsenu. Stopniowo zaczęto sobie uświadamiać przyczynę tych tragicznych zdarzeń, co doprowadziło do zaprzestania używania trujących pigmentów.



Wśród historycznych pigmentów nieorganicznych, dziś już nieużywanych, warto też zwrócić uwagę na chromiany, takie jak **żółcień chromowa**, które mają stwierdzone działanie rakotwórcze. Widoczna jest tendencja do zastępowania dawnych pigmentów przez mniej toksyczne odpowiedniki organiczne, często z zachowaniem oryginalnej nazwy, ponieważ określa ona znany już kolor.

In the 19<sup>th</sup> century Europe the green pigments **Scheele's green** and **Paris green** were widely used to dye textiles, **wallpaper**, curtains, candles, toys, and even food. Enchanted by its beautiful colour and oblivious to health hazards, the users were often poisoned, sometimes fatally, by arsenic. When the cause of the poisonings was realized, the pigments went into disuse. Additionally, some of the inorganic pigments, no longer used, such as chromates, e.g. chrome yellow are now known to be carcinogenic. They tend therefore to be replaced by organic equivalents, retaining however the original names by which the particular colours have come to be known.

G. F. Kersting *Hafciarka/Embroidery Woman* (1812). Olej na płótnie/Oil on canvas.  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Kersting\_-\_Die\_Stickerin\_-\_3\_-\_Fassung.jpg



Czerwone szaty malowane cynobrem  
Red robes painted with cinnabar  
Tycjan/Titian *Assunta/Assumption of Virgin Mary* (1518).  
Olej na desce/Oil on panel.  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/File:Tizian\_041.jpg



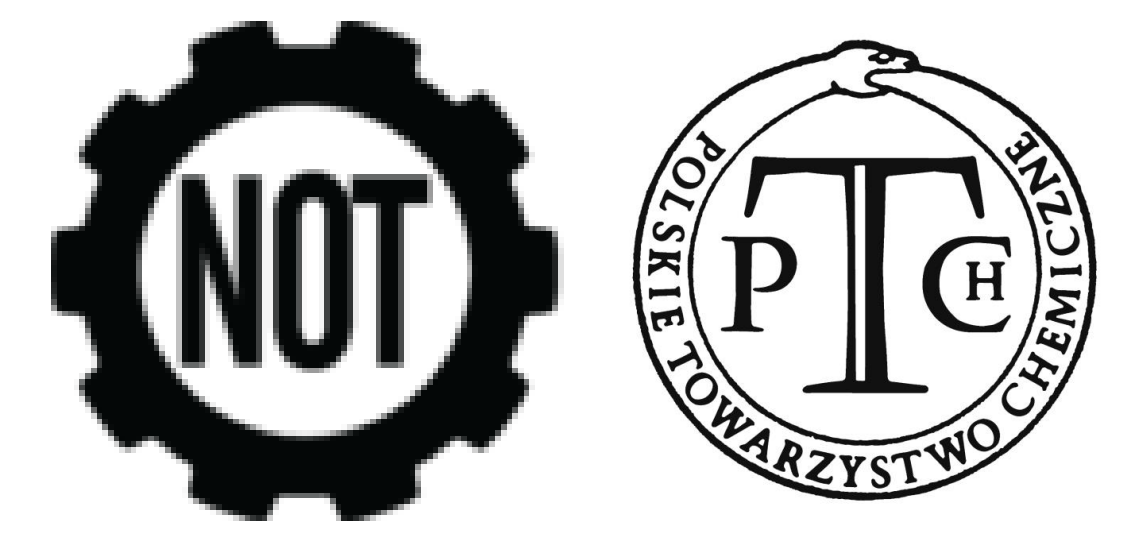
N. Hilliard *Królowa Elżbieta I* (1533-1603).  
Queen Elizabeth I (1533-1603).  
Olej na dębowej desce/Oil on oak panel.  
Źródło/Source: commons.wikimedia.org/wiki/  
File:Nicholas\_Hilliard\_Elizabeth\_I.jpg





# Trwałość pigmentów

## Stability of pigments



Dawne dzieła plastyczne podlegały długotrwałemu działaniu światła, wilgoci, gazów zawartych w powietrzu. Również reakcje z podłożem (np. zaprawą wapienną w przypadku fresku) i składnikami powłoki malarskiej mogą prowadzić do rozkładu lub przekształceń pigmentów, co powoduje zmianę barwy fragmentów obrazu – czasem blaknięcie, czasem ciemnienie.

Old works of art were susceptible to the harmful effects of light, humidity and gases contained in the air. Also reactions with the ground (e.g. lime mortar in the case of frescoes), or with components of the paint coating, can lead to the decay or transformation of the pigment, which causes a change in the colours of particular fragments of the painting, fading or darkening.

Siarczki arsenu – żółty aury pigment i czerwony realgar – pod wpływem tlenu zawartego w powietrzu i światła przekształcają się w tlenki arsenu, rozpuszczalne w wodzie, która stopniowo je wymywa. Błękitna smalta stopniowo szarzeje. Podobny efekt ma „**choroba ultramarynowa**”, powodowana działaniem wilgoci i kwasów (np. kwasów tłuszczowych zawartych w oleju lnianym) prowadzącego do zmiany struktury pigmentu, która umożliwia utlenianie jonu  $S_3^-$  i utratę barwy (np. blaknięcie nieba w dawnych freskach).

Arsenic sulphides – yellow orpiment or red realgar turn, under the influence oxygen in the air and light, into arsenic oxides, soluble in water which gradually washes them out. Blue smalt gradually fades, while “**ultramarine disease**”, caused by humidity and acids (e.g. fatty acids in linseed oil) alters the structure of the pigment, allowing for oxidising of the  $S_3^-$  ion and the loss of colour (e.g. fading of the sky in old frescoes).

Z kolei pigmenty zawierające ołów (np. biel ołowiana) stopniowo ciemnieją, co wynika z ich reakcji z siarkowodorem, znajdującym się w niewielkich ilościach w powietrzu. Powstaje wówczas czarny siarczek ołowiu(II) (PbS). Najbardziej znanym przykładem zmian barwy, widocznym na przykład w dziełach Van Gogha (np. słynnych „**Słoneczników**”) jest zielenienie i brązowienie żółceni chromowej – w części to też wynik powstawania PbS, a w części redukcji chromianu(VI) do zielonych związków chromu(III). Problem dotyczy też innych żółceni zawierających chromiany (barytowa  $BaCrO_4$ , **cynkowa  $ZnCrO_4$** ), których używali impresjoniści i postimpresjoniści (Claude Monet, **Georges Seurat**).

Pigments containing lead (e.g. lead white) gradually darken, as a result of their reaction with hydrogen sulphide that can be found, in low quantity, in the air. The result is black lead(II) sulphide. The best known example of colour change, visible, for instance, in van Gogh's works (e.g. the famous “**Sunflowers**”) is the greening and browning of chrome yellow, partially the result of the emerging PbS, partially of the reduction of the chromate (VI) to the green compounds of chromium. The same applies to other yellow pigments containing chromates (baryte yellow,  $BaCrO_4$ , **zinc yellow  $ZnCrO_4$** ), used by the Impressionists and post-Impressionists (Claude Monet, **Georges Seurat**).

Ograniczona trwałość barwników organicznych wynika głównie z ich rozkładu pod działaniem światła. Przykładowo, koszenila i eozyna używane m.in. przez van Gogha stopniowo tracą swój czerwony kolor – **różowe róże stały się białe, irysy z purpurowych – niebieskie**.

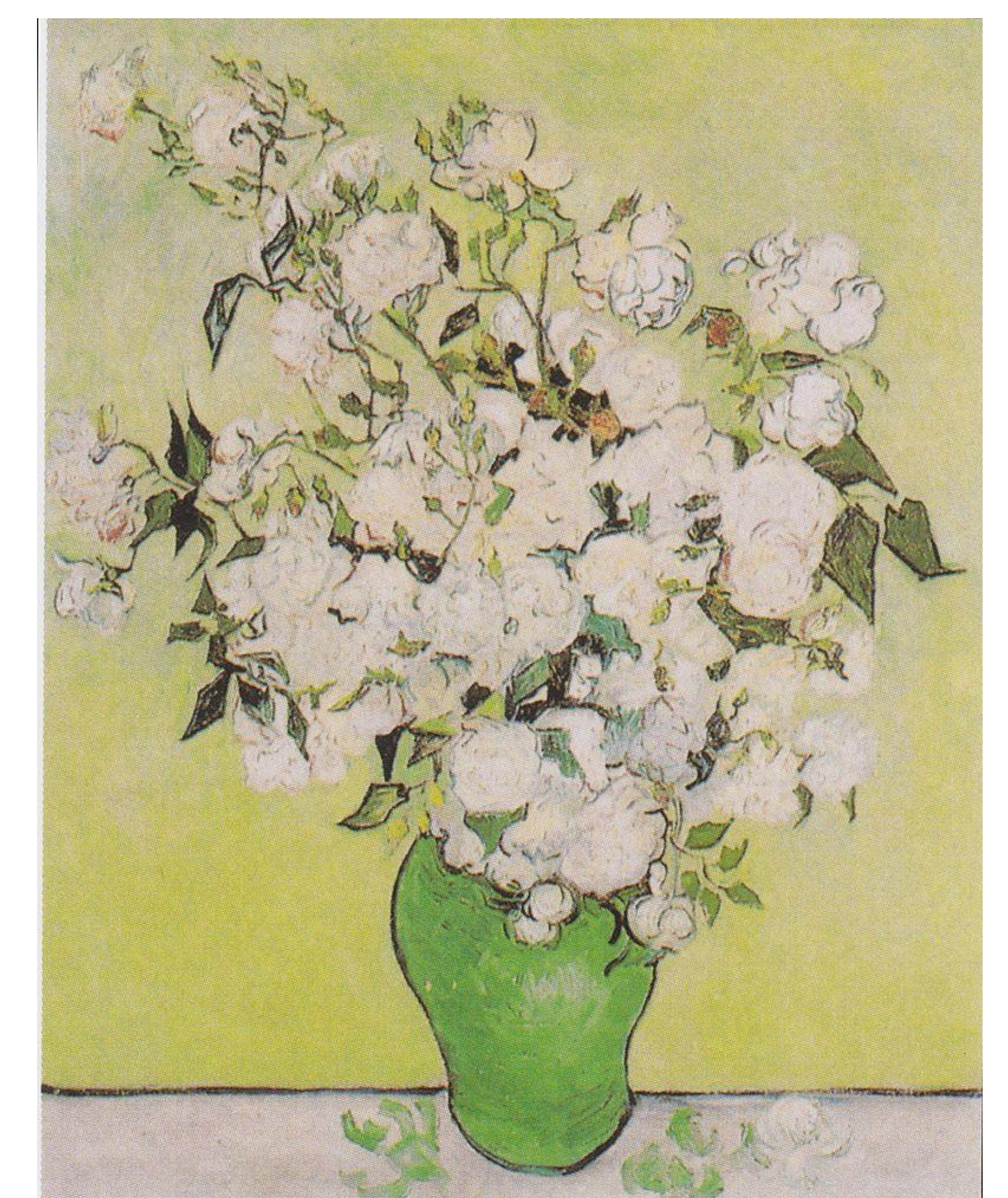
The limited durability of organic pigments is a result of their degradation under the influence of light. For instance, cochineal and eosin used by van Gogh gradually lose their red colour: **pink roses turned white, and purple irises turned blue**.

Z tego względu niezwykle ważne stają się warunki ekspozycji obrazów w muzeach i galeriach: właściwe oświetlenie, utrzymywanie odpowiedniej temperatury i wilgotności. Niekiedy konieczne jest zmniejszenie liczby zwiedzających i ograniczanie używania fleszy albo czasu ekspozycji, tak jak to jest z cyklem rysunków „Poczet królów i książąt polskich” Matejki, który można oglądać co kilka lat we wrocławskim Muzeum Narodowym (ostatnio w 2023 roku).

This highlights the importance of the conditions, under which paintings are exhibited in museums and galleries: maintaining proper lighting, temperature and humidity. In some cases it is necessary to reduce the number of visitors, the use of flashes, or the time of the exhibition, as is the case with Jan Matejko's collection of the portraits of the kings and princes of Poland, exhibited every few years (recently in 2023).



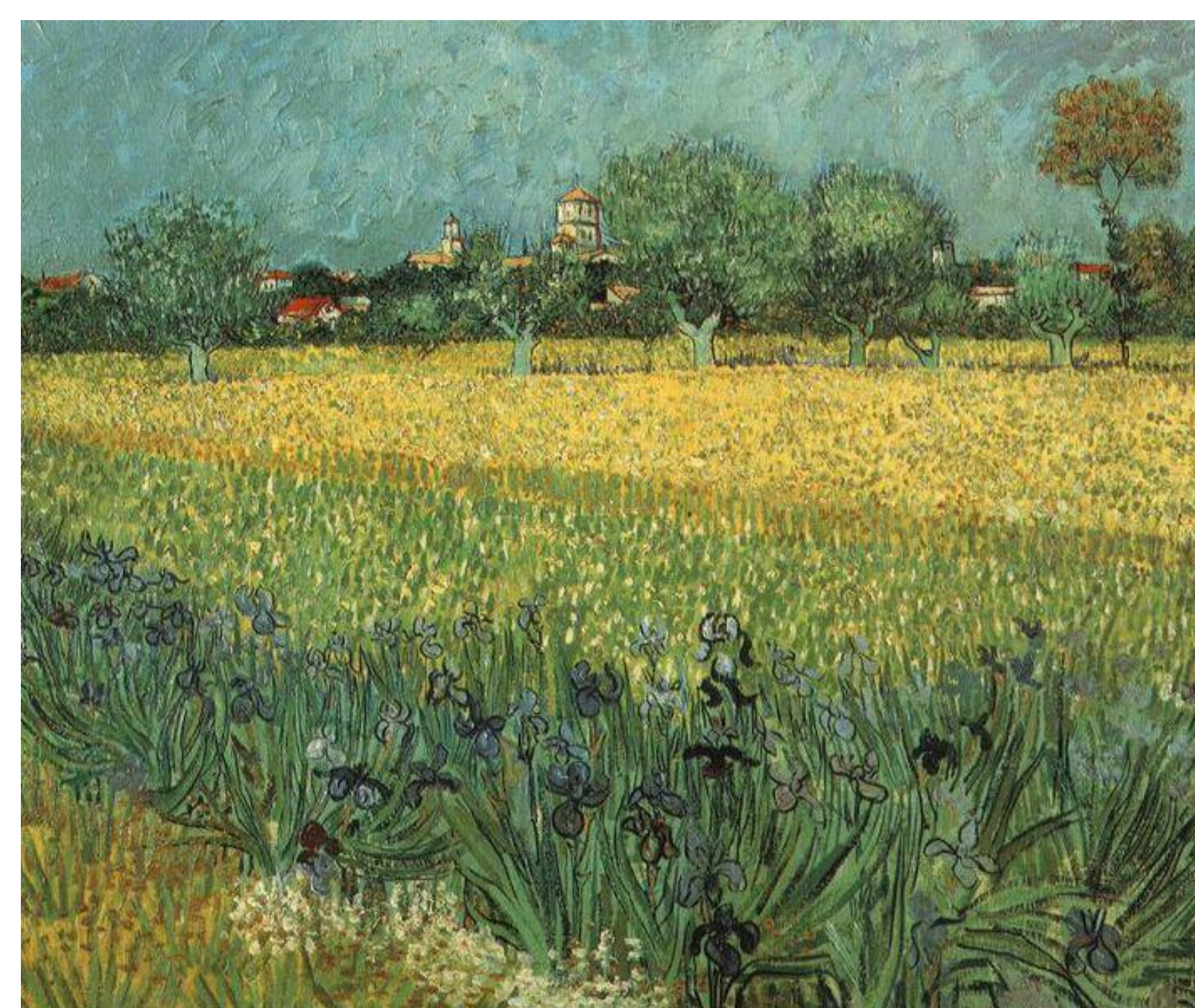
V. van Gogh Martwa natura: wazon z piętnastoma słonecznikami/Vase with fifteen sunflowers (1888). Olej na płótnie/Oil on canvas. Źródło/Source: [www.commons.wikimedia.org/wiki/File:Vincent\\_Willem\\_van\\_Gogh\\_127.jpg](http://www.commons.wikimedia.org/wiki/File:Vincent_Willem_van_Gogh_127.jpg)



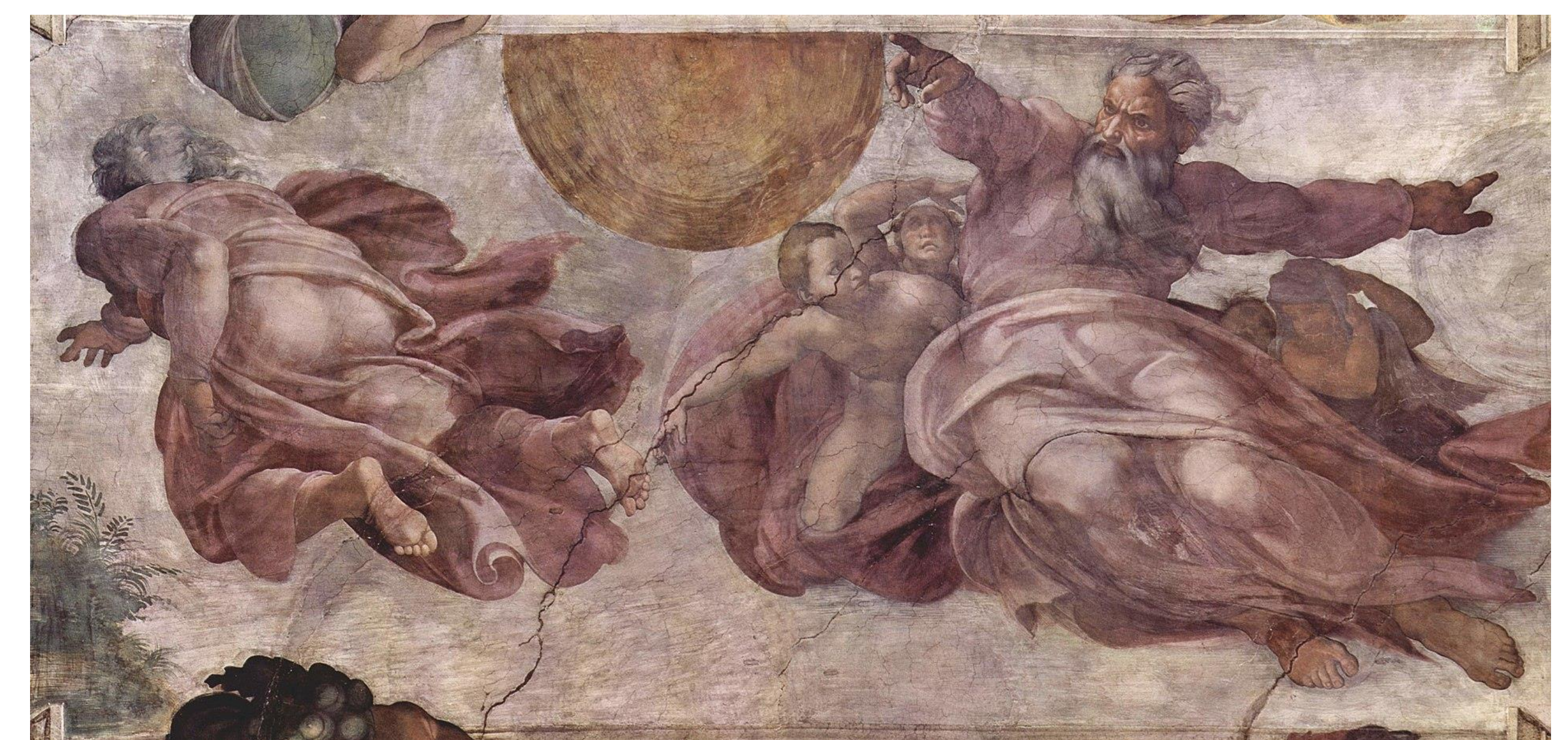
V. van Gogh Martwa natura: różowe róże w wazonie/Vase of roses (1890). Olej na płótnie/Oil on canvas. Źródło/Source: [www.commons.wikimedia.org/wiki/File:Van\\_Gogh\\_-\\_Vase\\_mit\\_Rosen1.jpeg](http://www.commons.wikimedia.org/wiki/File:Van_Gogh_-_Vase_mit_Rosen1.jpeg)



G. Seurat Niedzielne popołudnie na wyspie Grande Jatte/A Sunday on La Grande Jatte (1884-1886). Olej na płótnie/Oil on canvas. Źródło/Source: [commons.wikimedia.org/wiki/File:A\\_Sunday\\_on\\_La\\_Grande\\_Jatte\\_Georges\\_Seurat\\_1884.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_Sunday_on_La_Grande_Jatte_Georges_Seurat_1884.jpg)



V. van Gogh Widok na Arles z irysami na pierwszym planie/View of Arles with Irises in the foreground (1888). Olej na płótnie/Oil on canvas. Źródło/Source: [www.commons.wikimedia.org/wiki/File:VanGogh-View\\_of\\_Arles\\_with\\_Irises.jpg](http://www.commons.wikimedia.org/wiki/File:VanGogh-View_of_Arles_with_Irises.jpg)



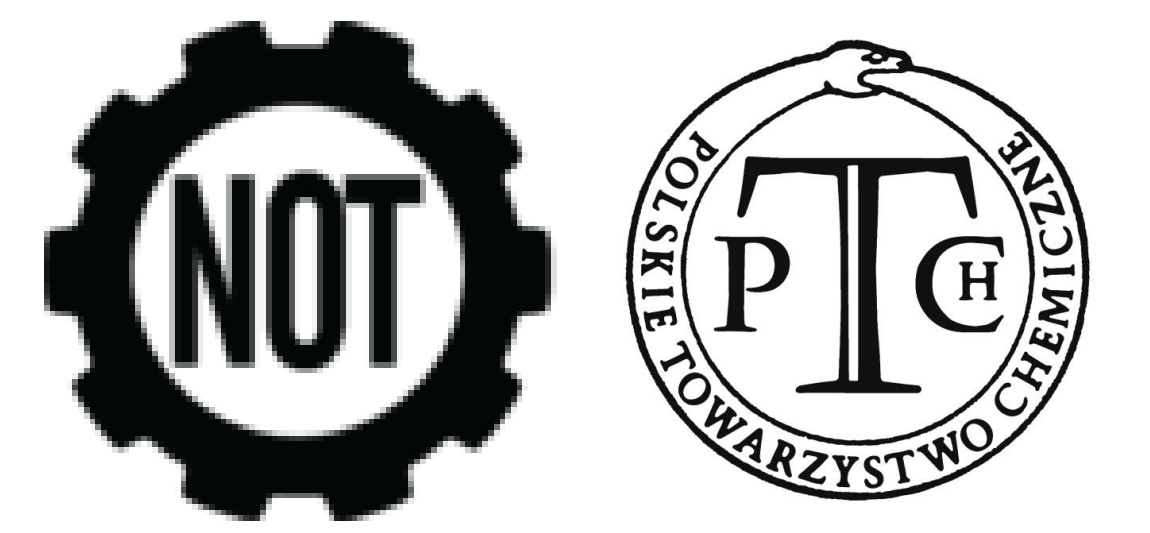
Michał Anioł/Michelangelo Stworzenie Słońca i Księżyca/The Creation of the Sun and the Moon (1508-1512). Fresk w Kaplicy Sykstyńskiej/Fresco in the Sistine Chapel. Widok sprzed prac restauracyjnych z lat 1979-1999/Before the restoration in 1979-1999. Źródło/Source: [commons.wikimedia.org/wiki/File:Michelangelo\\_Buonarroti\\_018.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Michelangelo_Buonarroti_018.jpg)





# Analiza dzieł sztuki

## Analysis of works of art



Obrazy i inne dzieła sztuki są badane przez specjalistów w celu określenia ich **stanu zachowania** i ewentualnej konieczności dokonania **zabiegów konserwatorskich**. Dzięki identyfikacji użytych materiałów, np. pigmentów i spoiwa, można potwierdzić czas powstania, prawdopodobnego autora i wykryć fałszerstwo. Badania ujawniają historię obrazu – można prześledzić zmiany wprowadzane przez jego twórcę oraz w późniejszym okresie.

Paintings and other works of art are examined by specialists to determine their **state of preservation** and the possible need for **conservation procedures**. Thanks to the identification of the materials used, e.g. pigments and binders, it is possible to confirm the time of creation, the probable author, and detect a forgery. The studies show the painting's history – it is possible to track the changes introduced by the creator and later by others.

Obecnie analizy dzieł sztuki prowadzi się głównie za pomocą technik nieniszczących, niewymagających pobierania próbek farby. Zaliczamy do nich **fotografię analityczną** wykonaną w różnych zakresach promieniowania elektromagnetycznego (promienie Rentgena, nadfiolet, podczerwień), **techniki mikroskopowe** i **spektroskopowe**. Przenośna aparatura umożliwia badania dzieł sztuki, których nie można przewieźć do laboratorium – wielkich obrazów, fresków. Uzyskane dane na temat użytych materiałów i stopnia ich degradacji pozwalają m.in. na podjęcie działań konserwatorskich z myślą o długotrwałym zachowaniu badanych arcydzieł.

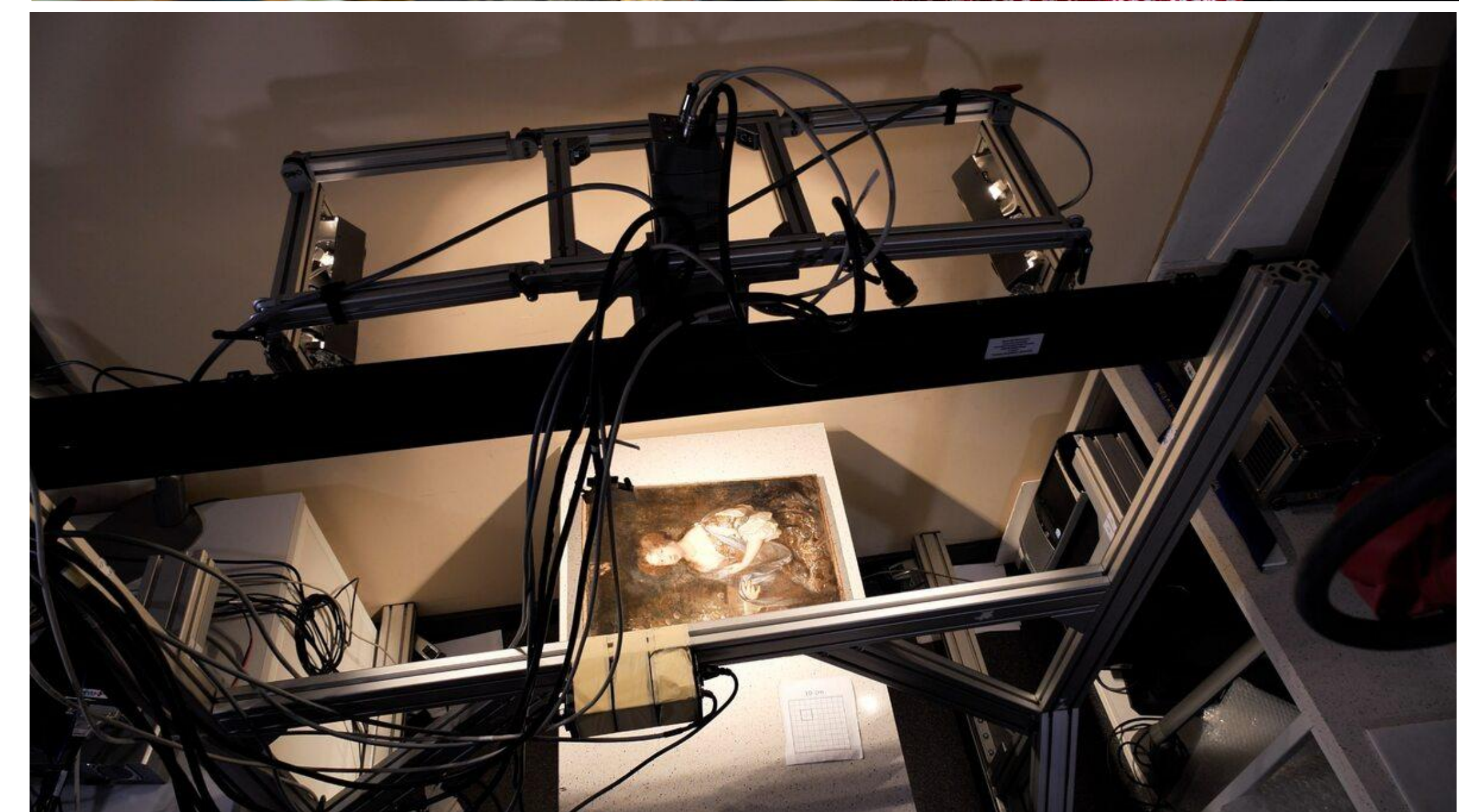
Nowadays, analysis of works of art is mainly performed using non-destructive techniques, which do not require taking samples of paint. They include **analytical photography**, taken in various range of electromagnetic radiation (X-rays, ultraviolet, or infrared), **microscopic and spectroscopic techniques**. The mobile equipment allows for the examination of works of art that cannot be transported to the laboratory, including big paintings and frescoes. The obtained data on the materials used and the degree of their degradation allow e.g. undertaking conservation procedures with a long-term preservation of the studied masterpieces in mind.

Za pomocą wymienionych metod dokonano analizy kilku dzieł Jana Matejki, co pozwoliło na identyfikację stosowanych przez niego pigmentów, np. bieli ołowiowej, ochry, cynobru, ultramaryny, smalty, malachitu, ceruleum, ale i nowszych pigmentów kobaltowych i kadmowych.

The above mentioned methods were applied to the analysis of several Jan Matejko's works which allowed identification of pigments used by the painter, e.g. lead white, ochre, vermillion, ultramarine, smalt, malachite, ceruleum, but also newer cobalt and cadmium pigments.

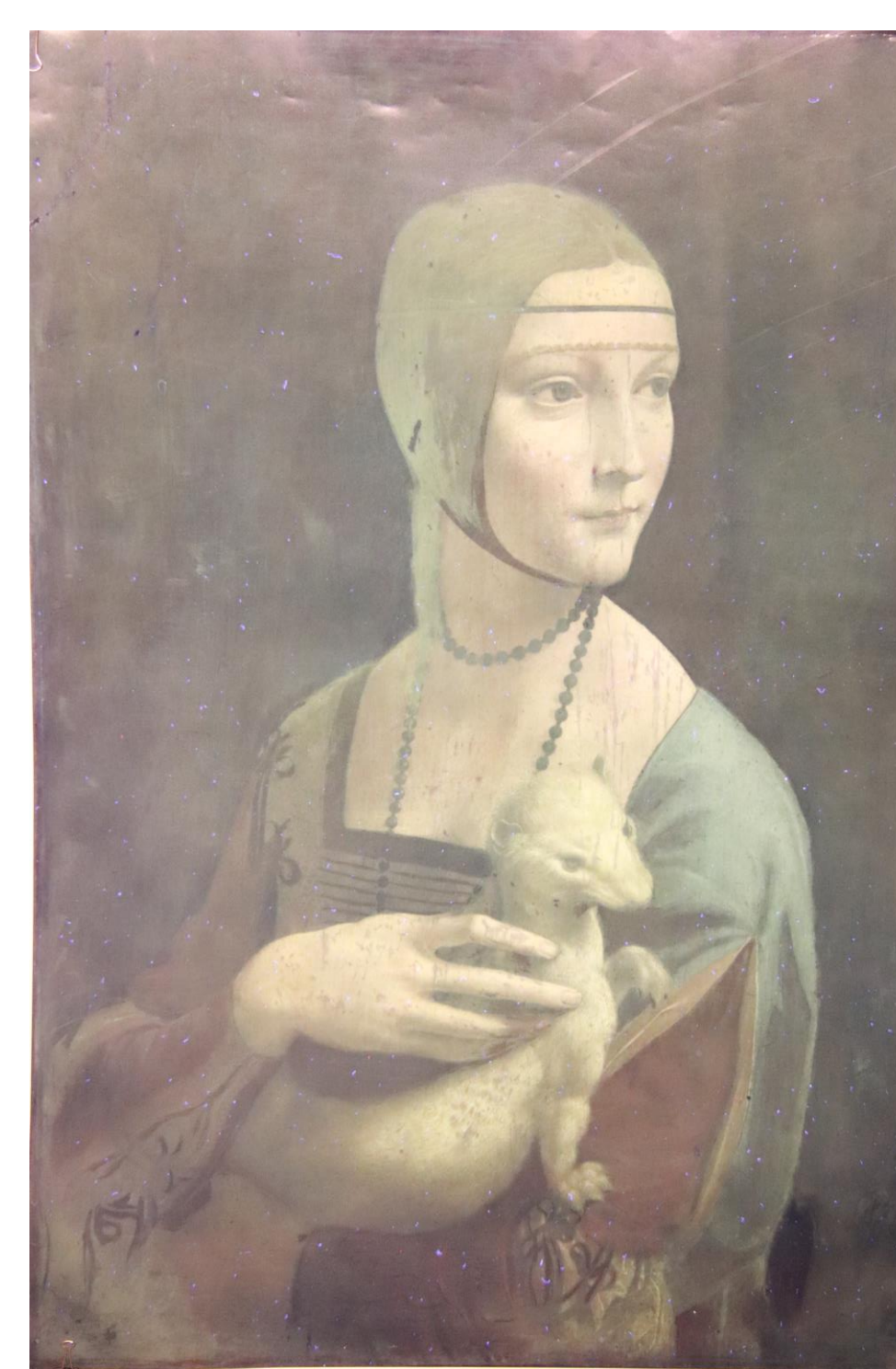
W laboratorium LABNOZ Muzeum Narodowego w Krakowie przeprowadzono szczegółowe badania „**Damy z gronostajem**” Leonarda da Vinci, jedyne go obrazu tego artysty w polskich zbiorach. Portret namalowany techniką olejną z dodatkiem temperry na orzechowej desce ok. roku 1489 jest jednym z jego najlepiej zachowanych dzieł: twarz i ręce modelki i zwierzę nie noszą śladów obcych ingerencji, przemalowane zostało natomiast tło, w oryginale wyraźnie jaśniejsze.

In the LABNOZ laboratory of the National Museum in Cracow a detailed investigation of „**Dame with Ermine**” by Leonardo da Vinci was performed, the only painting of the artist in Polish collections. The portrait painted in oil with an addition of tempera on the walnut panel in ca. 1489 constitutes one of better Leonardo's works: both face and hands of the model as well as an animal do not bear any traces of later interventions, but the background, clearly brighter in the original, was repainted.



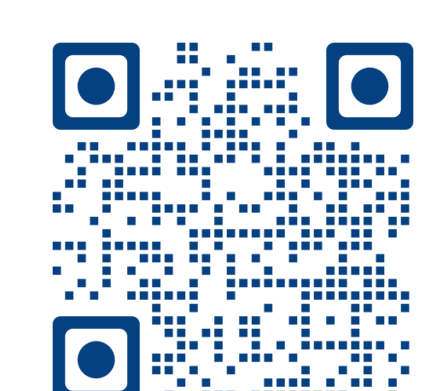
Badania i wyposażenie Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych LANBOZ Muzeum Narodowego w Krakowie  
Investigation and equipment of the Laboratory for Analysis and Non-Destructive Testing of Historical Objects LANBOZ of the National Museum in Cracow

Źródło/Source: M. Zaremba, Sztuka i zabytki w laboratorium. „Naszym celem jest lepsze zrozumienie dziedzictwa”, <https://historia.wprost.pl/> (dostęp/ accessed 15/01/2024).



Zdjęcia „Damy z gronostajem” wykonane z wykorzystaniem (od lewej): promieniowania rentgenowskiego (radiogram), nadfioletu i podczerwieni (reflektografia)

Photographs of „Dame with Ermine” taken with the use (left to right): X-rays (a radiograph), ultraviolet and infrared radiation (reflectography)



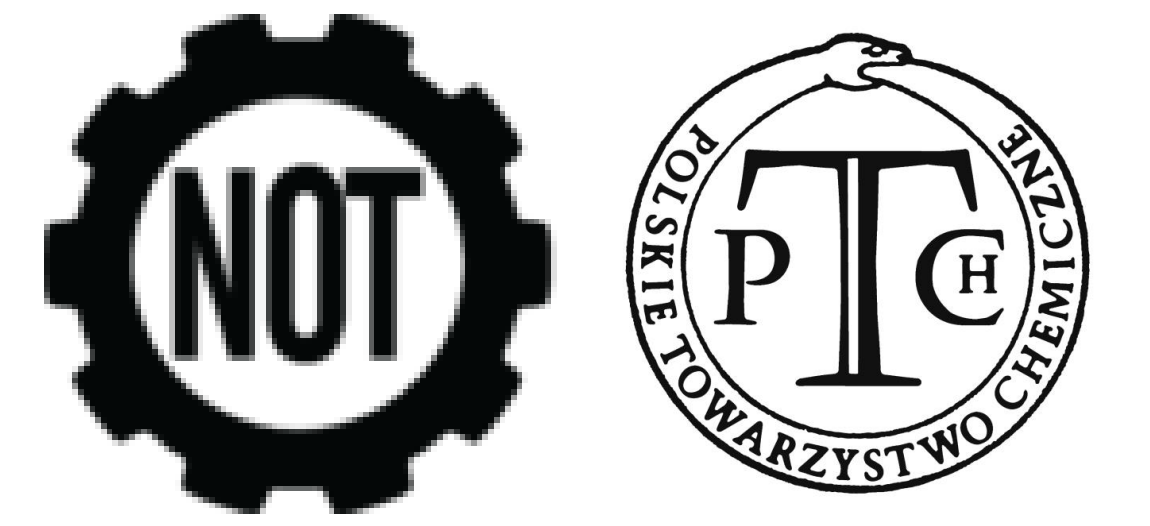
<https://mnk.pl/lanboz>





# Konserwacja obrazów

## Conservation of paintings



Obrazy i freski wymagają konserwacji z powodu uszkodzeń mechanicznych (przypadkowych lub celowych), niewłaściwego przechowywania czy działania czynników atmosferycznych (wilgoć, światło, gazy zawarte w powietrzu), a także szkodników (insektów i gryzoni). Powszechnym efektem jest żółknięcie werniksu. Słynny obraz Rembrandta z 1642 roku znany jako „Straż nocna” zyskał tę nazwę w XIX w., gdy warstwa ochronna wraz z pokrywającym ją kurzem zbrązowiły. W rzeczywistości scena rozgrywa się przy świetle dziennym. Dzieło to było poddawane wielokrotnym zabiegom konserwatorskim, również z powodu trzykrotnych prób jego zniszczenia (ataki nożem i kwasem). Konserwacja obrazu często obejmuje **usunięcie werniksu**, a po uzupełnieniu ubytków warstwy malarskiej nakłada się świeżą powłokę ochronną. W przypadku **akwarel** można rozjaśnić fragmenty, w których pigmenty zawierające ołów przekształciły się w czarny PbS – utlenia się go do białego siarczanu ołowiu ( $PbSO_4$ ).

Paintings and frescoes require conservation due to mechanical damage (accidental or intentional), improper storage or the effects of atmospheric factors (moisture, light, gases present in the air), as well as pests (insects or rodents). Yellowing of varnish is a common effect. Rembrandt's famous 1642 painting "The Night Watch" gained this name in the 19<sup>th</sup> century when a protective layer and the dust covering it had already turned brown. In fact, the scene takes place in the daylight. This work was subjected to repeated conservation procedures, not least because of three attempts to destroy it (knife and acid attacks).

Painting conservation often involves **varnish removal**, and then filling in any gaps, a fresh protective layer is applied. In the case of **watercolours**, it is possible to lighten the fragments in which lead-containing pigments have converted to black PbS – it is in this case oxidised to white lead sulphate ( $PbSO_4$ ).

Oczywiście podobrazie – zwykle płótno czy deska – również wymaga odpowiednich zabiegów. Koncentrując się na technikach malarskich, pigmentach, spoiwach nieraz zapominamy, że ta baza dzieła ma znaczenie dla jego trwałości. Najstynniejsza deska topolowa, na której Leonardo da Vinci namalował Giocondę, stanowi integralną część historii tego arcydzieła. Wybór odpowiedniego typu płótna może wpływać na to, jak obraz będzie reagować na wilgoć i zmiany temperatury. Drewno jest z kolei podatne na pęknięcie i wypaczenia w zależności od warunków otoczenia. Ważna jest też rama, która nie tylko uzupełnia dzieło, ale także chroni je przed uszkodzeniami mechanicznymi. Analiza chemiczna i konserwatorska pomagają w ocenie stopnia degradacji materiałów celulozowych, wywołanej ekspozycją na światło, wilgocią i czynnikami biologicznymi, dzięki czemu możliwy jest wybór odpowiednich metod i materiałów do restauracji.

Certainly, a support – typically canvas or wood panel – also requires a proper treatment. When we focus on painting techniques, pigments, and binders, we sometimes forget that this basis of the work is crucial for its life-span. For instance, the most famous wood panel in art history – the poplar panel on which Leonardo da Vinci painted his *Gioconda*, is of paramount importance for its survival. Likewise, the choice of a proper type of canvas can influence the painting's reaction to moisture and temperature changes. The wooden panel is, in turn, prone to cracking and distortions depending on environmental conditions. The frame is important as well, as it not only complements the work, but also protects it against mechanical damage. Chemical analysis helps assess the degree of degradation of cellulose materials caused by exposure to light, moisture, and biological factors, which makes possible to select suitable methods and materials for restoration.

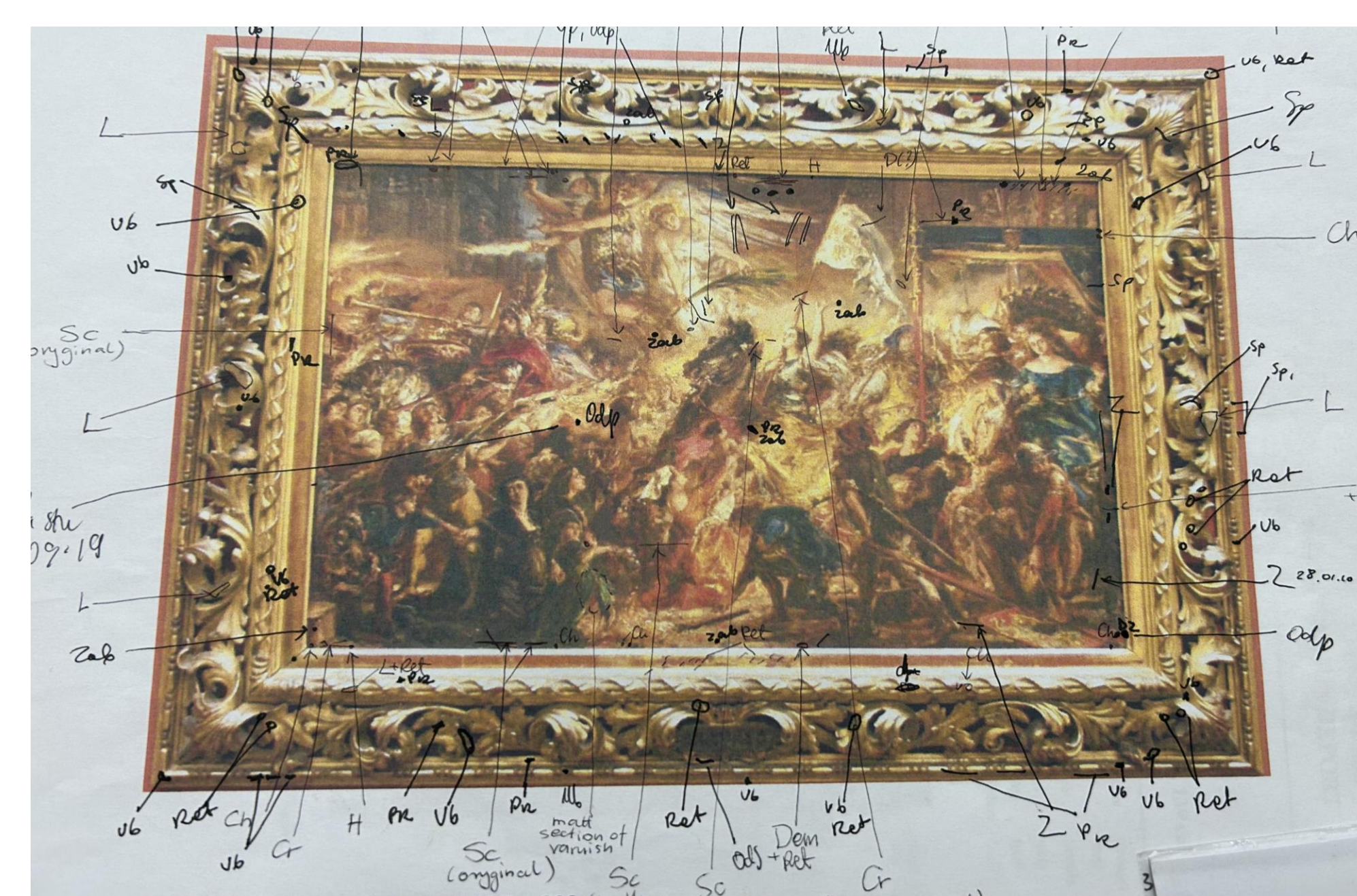
Działania konserwatorskie obejmują również prewencję, a w tym stworzenie zaleceń i kontrolowanie warunków ekspozycji. Pozwala to na zahamowanie procesów naturalnej degradacji materiałów, z których wykonano dzieła sztuki. Dzięki temu będą trwały dłużej w dobrej kondycji, ciesząc widzów pełnią walorów estetycznych.

Conservation work also includes prevention, e.g. formulating recommendations and control of the conditions of exhibition. This slows down the natural degradation of materials used for works of art. Thanks to this, they will last longer in good condition, pleasing viewers with full aesthetic value.



Renowacja ilustracji wykonanej akwarelą w Pracowni Konserwacji Zbiorów Zabytkowych Biblioteki Elbląskiej  
Renovation of a watercolour illustration in the Conservation Studio of Historic Collections of the Elbląg Library

Źródło/Source: [www.pracownia-konserwacji.blogspot.com/2019/07/o-bieli-oowianej-sow-kilka.html](http://www.pracownia-konserwacji.blogspot.com/2019/07/o-bieli-oowianej-sow-kilka.html)



Graficzny rejestr stanu zachowania obrazu Jana Matejki „Dziewica Orleańska”  
A graphical register of the preservation state of Maid of Orléans by Jan Matejko

Więcej o konserwacji dzieł Jana Matejki:

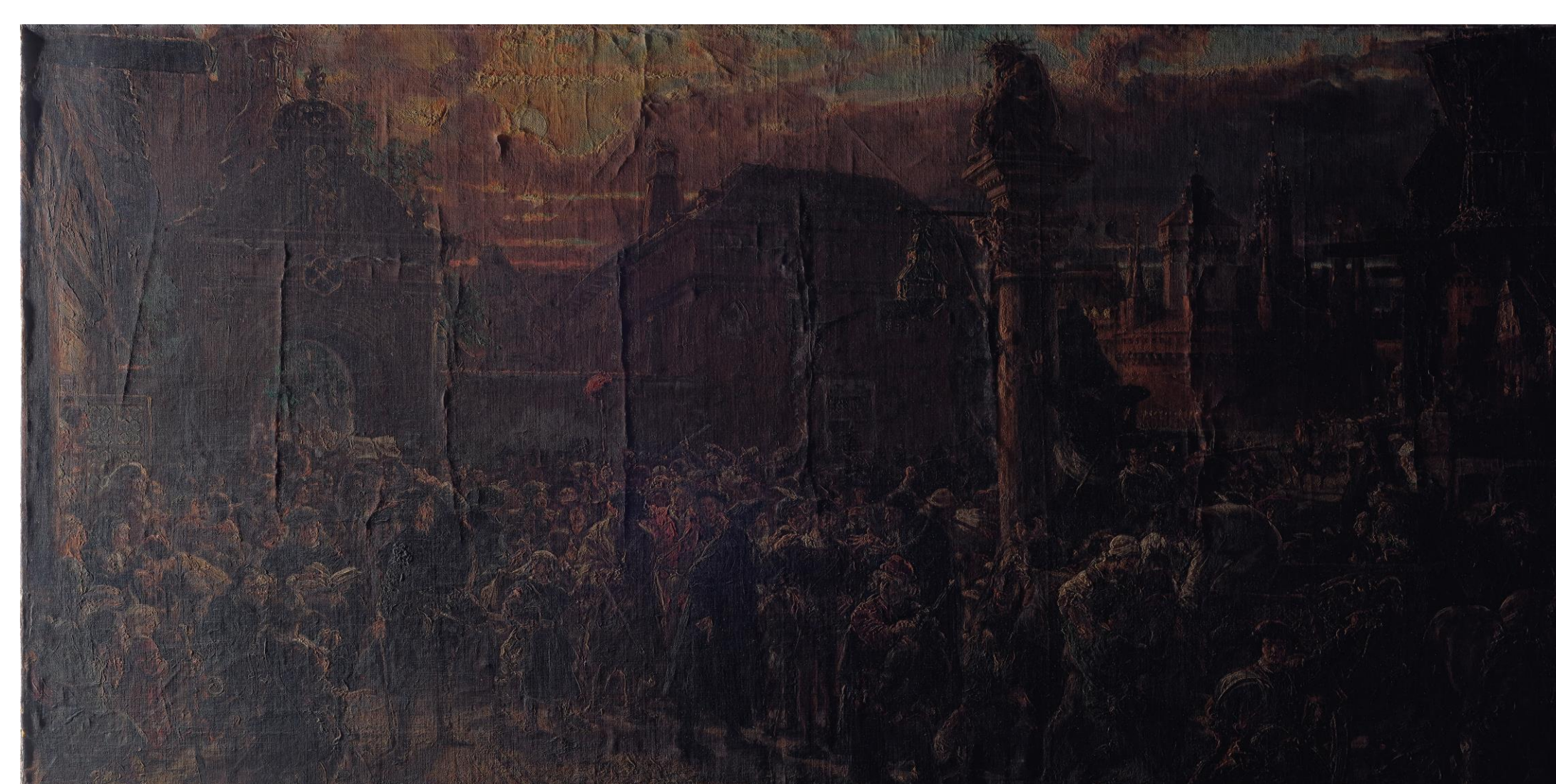
More about conservation of Jan Matejko's works:

D. Sarkowicz, M. Sieklucka, *Przywracanie utraconych walorów*

– *obrazy Jana Matejki w Pracowni Konserwacji Malarstwa i Rzeźby w Sukiennicach*.

Katalog wystawy - Matejko. Malarz i Historia, Kraków 2023.

A. Orłowski Scena batalistyczna/Battle scene (przed 1802/before 1802). Olej na płótnie/  
Oil on canvas. Muzeum Narodowe w Krakowie/The National Museum in Cracow.  
Obraz w trakcie usuwania zabrudzeń i pociemniałego werniksu. Konserwacja – M. Sieklucka  
The painting during removal of dirt and darkened varnish. Conservation – M. Sieklucka



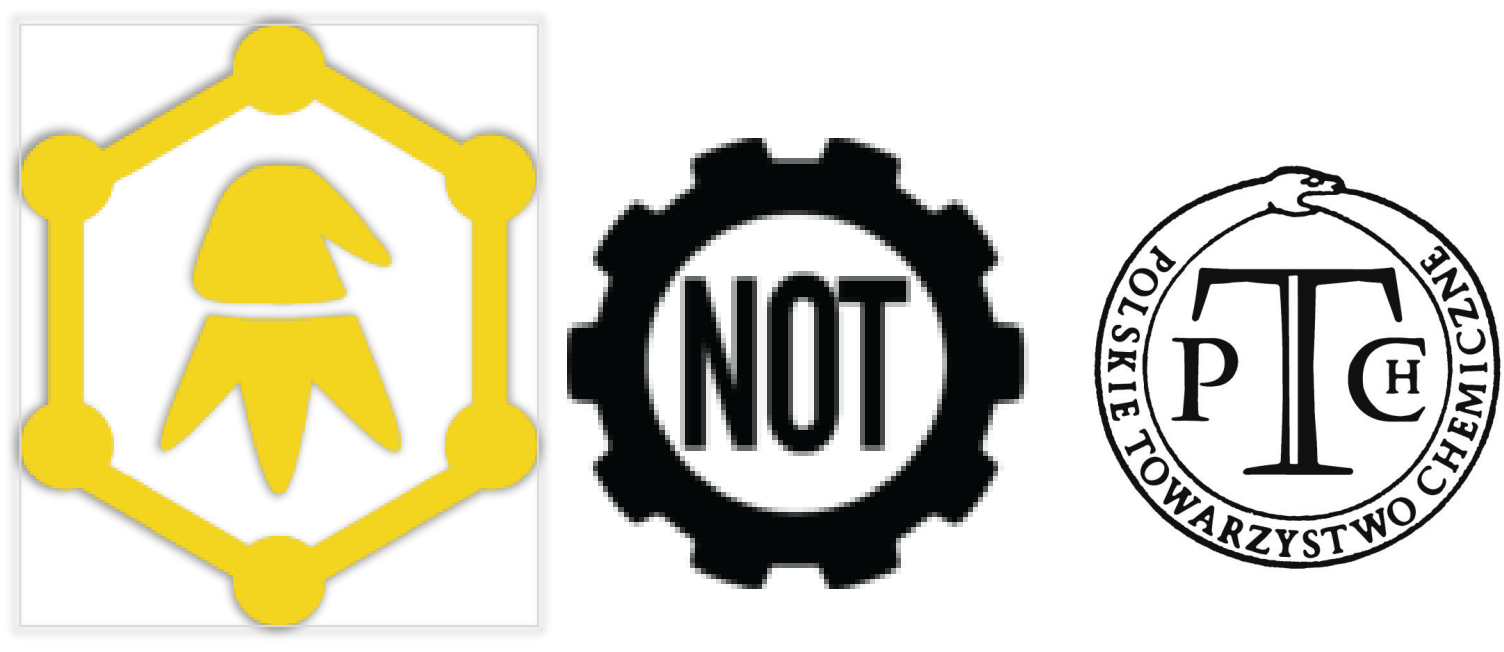
J. Matejko Wyjście żaków z Krakowa w 1549 r. (1892). Olej na płótnie. Dom Jana Matejki w Krakowie. Z lewej wygląd obrazu w 2021 r., z prawej – po konserwacji dokonanej w Muzeum Narodowym w Krakowie w latach 2022-2023 przez Dominikę Sarkowicz i Marzenę Sieklucką.  
J. Matejko Students leaving Cracow in 1549. (1892). Oil on canvas. The Jan Matejko House in Cracow. Left – the painting in 2021, right – the work after conservation performed in the National Museum in Cracow in 2022-2023 by Dominika Sarkowicz and Marzena Sieklucka.



Więcej na temat badania i konserwacji materiałów celulozowych:  
More on studies and conservation of cellulose materials:







# Wywiad z Wojciechem Siudmakiem, mistrzem realizmu fantastycznego



Wojciech Siudmak (2021)  
Fot./Photo Justyna Radzyńska

**EW: Skąd pomysł na wybór drogi życiowej? Co Pana ukształtowało?**

WS: Myślę, że mojej drogi nie wybierałem sam i świadomie, ponieważ to była autentyczna pasja, która towarzyszyła mi od wczesnego dzieciństwa. Z pewnością to był dar, pewnych zdolności nie można się nauczyć w szkole, a szczególnie wyobraźni, która jest otoczona jakąś niezrozumiałą tajemnicą. Studia na Akademii nie były ciekawym okresem dla mnie. Panował tam wówczas styl realizmu socrealistycznego. Sposób nauczania w tym okresie pozbawił nas rzetelnej wiedzy na temat anatomii i technologii malarstwa. Ten okres zdrwił sobie z całej spuścizny, jaką pozostawiły nam wieki historii sztuki i odrzucił doświadczenia przeszłości, jakby wraz z wątpliwymi teoriami "awangardy" świat nagle się ponownie narodził i ruszył od nowa na zupełnie innych zasadach. Kpiono z wielkich mistrzów, z warsztatu i z historii sztuki. Było to niemądre, a mówiąc dosadniej – głupie.

**EW: Czy wszystko, czego Pan używa w swoim warsztacie: farby, rozpuszczalniki, jest bezpieczne dla Pańskiego zdrowia?**

WS: Bardzo wcześnie zdałem sobie sprawę z niebezpieczeństw, jakie kryły w sobie produkty chemiczne dostępne w latach powojennych. „Na szczęście” miałem uczulenie na większość chemicznych produktów artystycznych z wyjątkiem oleju. W tym czasie zachodni producenci farb akrylowych stworzyli całą gamę doskonałych produktów pozbawionych substancji niebezpiecznych i powodujących alergie. Pionierem była firma amerykańska *Liquitex*. Obecnie nowi producenci udoskonaliли farby akrylowe tak bardzo, że zbliżyły się do farb olejnych. Zaletą tej techniki był bardzo szybki proces wysychania malowanej powierzchni. Muszę powiedzieć, że my jako studenci dodatkowej specjalizacji, malarstwa ściennego, mogliśmy jako pierwsi w Polsce używać akrylowego medium. Był to produkt nowy i otoczony jakąś tajemnicą. Pierwsze próby nie były zadowalające, ponieważ samo medium było zbyt rzadkie i wymieszane z pigmentami w proszku nie tworzyło odpowiedniej konsystencji, jaką stosujemy dzisiaj, używając tego typu farb. Niemniej było to interesujące doświadczenie i miło wspominać to borykanie się z trudnościami i nowymi efektami.

**EW: Czy eksperymentuje Pan w malarstwie?**

WS: Kiedyś tak i to bardzo dużo. Powodem był brak dojrzałości mojej osobowości i łudziłem się nadzieją, że techniczne rozwiązanie stanie się moim osobistym artystycznym przekazem. Jednak od dawna pragnęłam przekazać moją filozofię i przemyślenia w formie jak najczytelniejszej dla widza i technikami sprawdzonymi, które mogą przetrwać bez problemu setki lat.

**EW: Co przyniosło Panu największą sławę, sprawiło, że stał się Pan rozpoznawalny?**

WS: To był powolny proces i mozolna krystalizacja osobowości, co małymi krokami doprowadziło mnie do roku 1975, kiedy poproszono mnie o realizację obrazu, który miał stać się plakatem – wizerunkiem Festiwalu w Cannes. I ten właśnie moment, to właśnie zamówienie stało się przełomem dla mnie, ale i dla samego Festiwalu, ponieważ stanowiło zerwanie z tradycją francuskiego plakatu filmowego i wprowadzenie malarstwa w tę dziedzinę grafiki. We Francji plakat zawsze był podporządkowany uwarunkowaniom komercyjnym i miał być pomocą handlową. I nagle... pojawiło się coś innego, mój plakat był obrazem, wizerunkiem, światowym ewenementem, który podobnie jak film był dziełem artystycznym i nie miał żadnej roli handlowej. W Polsce natomiast plakat był traktowany jako odrębny gatunek artystyczny.

**EW: Skąd czerpie Pan inspiracje?**

WS: Bardzo wcześnie zafascynował mnie Kosmos, jego nieskończoność i nasza drobniotka w nim obecność. Ten temat stał się bogactwem mojego życia artystycznego.

**EW: Czy stan emocjonalny ma wpływ na czas i rodzaj powstającego dzieła?**

WS: Z pewnością tak, ale dość wcześnie zrodziła się struktura intelektualna moich przemyśleń i myślę, że ona dominowała nad nagłym, może niespodziewanym stanem emocjonalnym, choć on nadawał pewną głębię artystyczną moim realizacjom i to nawet dość często.

**EW: Jaką rolę odgrywają tytuły Pana dzieł, czy noszą w sobie odbicie stanu emocjonalnego, jakich przeżyć, obserwacji, doświadczeń?**

WS: Tytuł jest kwintesencją stworzonego dzieła i nie jest tylko zabawnym dodatkiem do obrazu. Dojrzewa równolegle z realizacją obrazu.

**EW: Czy wykorzystuje Pan rady innych?**

WS: Raczej nie, bo mój bagaż artystyczny jest dość duży i mam w czym wybierać. Cenię sobie uwagi córek, które mają wielką wrażliwość artystyczną, ale cała reszta jest moją wewnętrzną walką i wysiłkiem, aby sprostać rodzającym się wizjom, które są darem i są nieustannie obecne w mojej pracy. To nie sen, a jeśli już trzeba użyć tego określenia, to sen na jawie, lub inaczej nieustanna chemia skojarzeń i rozmyślań.

**EW: Kiedy czuje Pan największe natchnienie do tworzenia?**

WS: Mogę powiedzieć, że natchnienie jest u mnie procesem stałym. Nie czekam na jakieś specjalne okoliczności przy pracy. Mówiąc inaczej, moja osobowość już nosi w sobie element natchnienia. Jest to ważna część mojej wewnętrznej struktury. Mam wrażenie, że ten płomień twórczy stale istnieje i czeka na nowe wyzwania.

**EW: Czy zdarza się Panu zniszczyć lub wyrzucić namalowany obraz?**

WS: Nie, bo nie mam odwagi, aby niszczyć tak duży wkład pracy, natomiast po dłuższym okresie "dojrzewania", odrzucenia ten mało zadawalający obraz staje się punktem wyjścia do nowego rozwiązania i jest swego rodzaju wyzwaniem, aby znaleźć lepsze wyjście z trudności. Prawie każdy obraz podlega wielu przeróbkom, jeśli taka konieczność zaistnieje.

**EW: Czy czasem czuje się Pan zmęczony, wyczerpany, wypalony?**

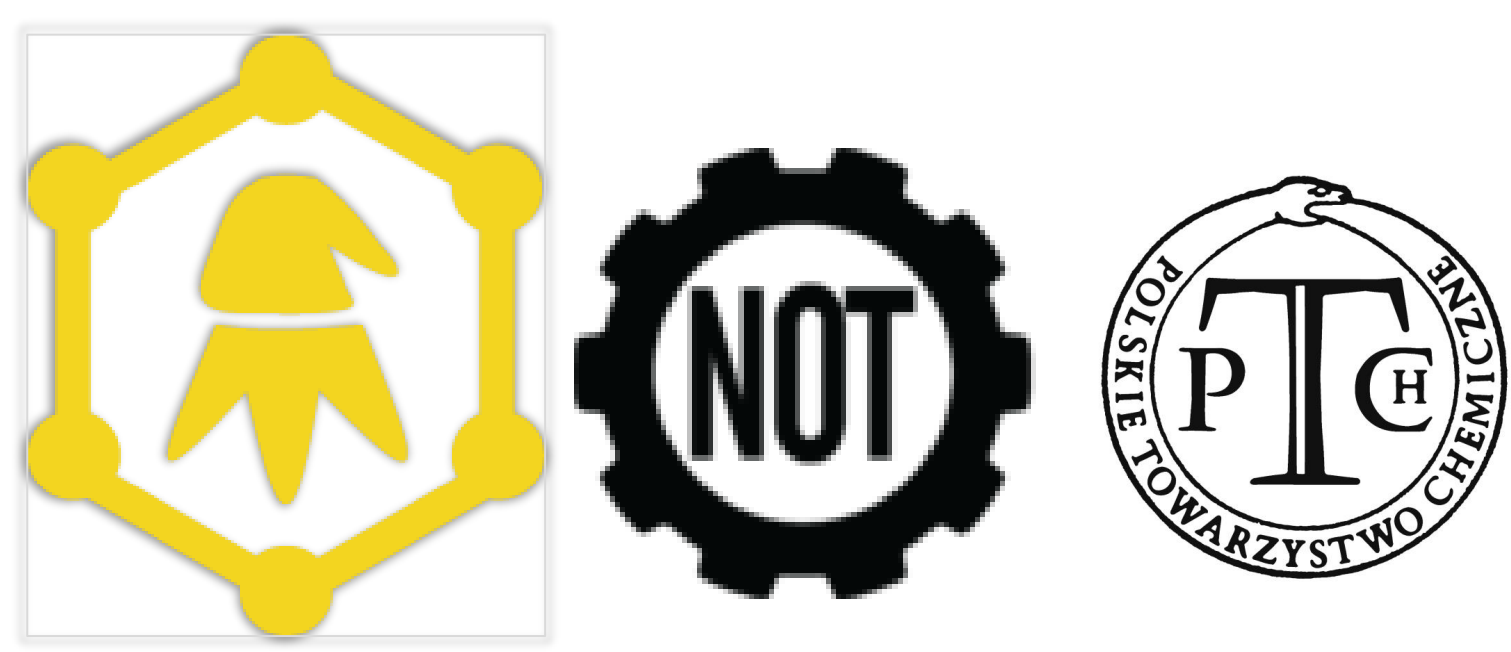
WS: Wypalony nie, natomiast zmęczony fizycznie tak, bo tworzenie to duży wysiłek fizyczny, dla mnie bardzo podobny do swego rodzaju wyczynu sportowego, gdzie nie ma publiczności ani oklasków.

**EW: Dziękuję bardzo za rozmowę.**

**Rozmawiała Elżbieta Wojaczyńska.**

**Wojciech Siudmak** urodził się w 1942 roku w Wieluniu. Ukończył Akademię Sztuk Pięknych w Warszawie i École de Beaux Arts w Paryżu. Od lat mieszka i tworzy we Francji. Jego twórczość obejmuje malarstwo, rysunek, rzeźbę i wzornictwo. Jako jedyny artysta na świecie trzykrotnie projektował plakat Festiwalu Filmowego w Cannes. Reprodukacje jego prac zdobią okładki książek klasyków literatury fantastyczno-naukowej. Jego dzieła inspirowały innych twórców, m.in. reżysera oscarowej „Diuny”, Denisa Villeneuve’a.





# An interview with Wojciech Siudmak, a master of phantastic realism



Wojciech Siudmak (2021)  
Fot./Photo Justyna Radzymińska

**EW: Where has the idea to choose the life path come from? What has shaped you ?**

WS: I think I have not chosen my life path myself and consciously, since it was a real passion that has accompanied me from early childhood. For sure it was a gift, certain skills cannot be learned at school, particularly imagination, which is shrouded in some incomprehensible mystery. My studies at the Academy were not an interesting time for me. At that time, the style of socialist realism prevailed there. The methods of teaching during this period deprived us of reliable knowledge about anatomy and painting technology. This period in art made a mockery of all the legacy that centuries of art history had left us, rejected experiences of the past, as if – along the dubious theories of "avant-garde" – the world had suddenly been reborn and started anew on completely different principles. Great masters, craftsmanship, and art history were mocked. It was foolish, or – to put in bluntly – stupid.

**EW: Is everything that you use in your work: paints, solvents save for you health?**

WS : I realised very early the hazards hidden in chemical products available in the post-war years. "Luckily", I had an allergy to majority of chemical artistic products except oil. At this time, Western acrylic paint manufacturers have created a whole range of excellent products completely free of hazardous and allergy-causing substances. The pioneer was an American company named *Liquitex*. Nowadays, new manufacturers have mastered acrylic paints so much that they are close to oil paints. The advantage of this technique was the very fast drying of the painted surface. I have to say that we as students of the additional specialisation, wall painting, could use the acrylic medium as the first in Poland. It was a new product, veiled in certain secrecy. First attempts were not satisfactory, because the medium itself was too thin and mixed with powdered pigments did not yield the appropriate consistency which we use today working with this type of paints. Nevertheless, it was an interesting experience, and I have fond memories of struggling with difficulties and new effects.

**EW: Do you experiment in painting?**

WS: I used to do, quite a lot. This was caused by the immaturity of my personality, and I deceived myself with the hope that the technical solution would become my personal artistic message. However, I desired to convey my philosophy and thoughts in a form that is as clear as possible to the viewer and using proven techniques that can easily survive for hundreds of years.

**EW: What brought you the greatest fame, made you recognizable?**

WS: It was a slow process, a laborious crystallisation of personality which, step by step, led me to 1975, when I was asked to prepare a painting, which would turn into a poster – an image of the Cannes Film Festival. And that very moment, that order was a breakthrough for me, but also for the Festival itself, because it broke with the tradition of the French film poster and an introduction of painting into this field of graphics. In France, posters had been always ancillary to commercial conditions, and were intended to be trade aid. And suddenly... something different appeared, my poster was a painting, an image, a global phenomenon, which like the movie was an artistic work and had no commercial role. In Poland, however, the poster was treated as a separate artistic genre and grew into an exuberant graphic form, a kind of additional field.

**EW: Where do you get you inspiration from?**

WS: Very early on, I became fascinated by the Universe, its infinity and our tiny presence in it. This theme has become a wealth of my artistic life.

**EW: Does your emotional state (this is also chemistry) influence the time and kind of work being created ?**

WS: Certainly, yes, but the intellectual structure of my reflections was born quite early, and I think it dominated over the sudden, perhaps unexpected emotional state, although it gave a certain artistic depth to my works, even quite often.

**EW: What is the role of the titles of your works, do they reflect an emotional state, some experiences, observations?**

WS: The title is the essence of the created work, not just a funny addition to the image. It matures in parallel with the realisation of the painting.

**EW: Do you follow the advice of others?**

WS: Rather not, as my artistic baggage is quite large and I have got a lot to choose from. I appreciate the comments of my daughters, who have a great artistic sensitivity, but everything else is my struggle and effort to meet the visions that are born, which are a gift and are constantly present in my work. This is not a dream, or if you have to use this word, it is a daydream, or a continuous chemistry of associations and thoughts.

**EW: When do you feel most inspired to create?**

WS: I can say that inspiration is a constant process for me. I do not wait for any special circumstances to work. In other words, my personality already carries an element of inspiration. It is an important part of my inner structure. I have an impression that this creative flame is still present, ready for new challenges.

**EW: Do you ever destroy or throw away a ready painting?**

WS: Never, since I have no courage to destroy such a large amount of work, but after a longer period of "maturation", casting aside this unsatisfactory painting becomes a starting point for a new solution, and is a kind of challenge to find a better way out of the difficulties. Almost every picture undergoes many modifications if necessary.

**EW: Do you sometimes feel tired, exhausted, or burned out?**

WS : Burned out – no, but physically tired - yes, because creation is a great physical effort, for me it is comparable with a kind of a sport achievement without audience and applause.

**EW: Thank you very much for the interview.**

Interview by Elżbieta Wojaczyńska

**Wojciech Siudmak** was born in 1942 in Wieluń. He graduated from the Academy of Fine Arts in Warsaw and École de Beaux Arts in Paris. He lives and works in France. His artistic work includes painting, drawing, sculpture, and design. As the only artist in the world, he designed the Cannes Film Festival poster three times. Reproductions of his work are used in covers of classics of science-fiction. His works inspired other artists, e.g., the director of Oscar-winning "Diuna", Denis Villeneuve.



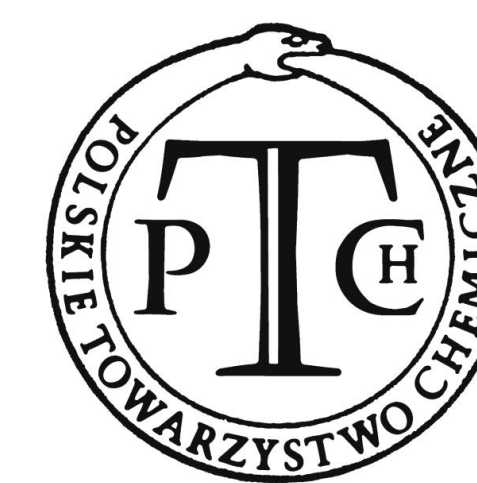






# Multichromia

## Multichrome painting



Rozwój nauki i techniki otwiera nowe możliwości również przed artystami. Dostępne są farby o szczególnych właściwościach, np. fluorescencyjne, świecące w ciemności, zapachowe, a także zmieniające barwę. Pigmenty mogą zmieniać swą barwę nie tylko z powodu starzenia się, lecz także pod wpływem czynników zewnętrznych. Bodźcem zmieniającym kolor może być temperatura lub światło.

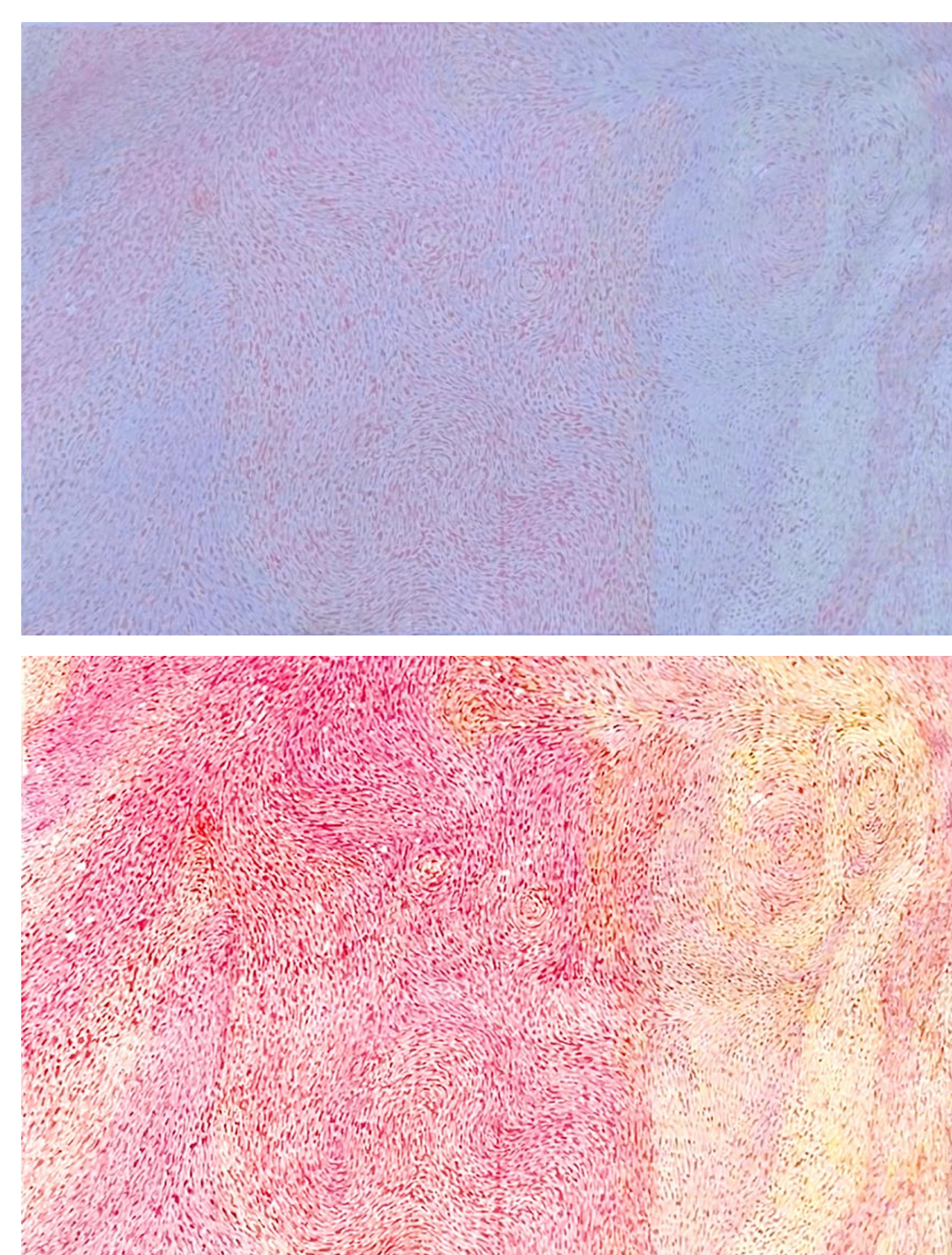
The development of science and technique opens new possibilities to artists. Special paints are available, with unique properties, e.g. fluorescent, glowing in the dark, scented as well as colour-changing paints. Pigments can change their color not only due to aging but also under the influence of external factors. The stimulus that changes the colour can be temperature or light.

**Termochromia** - indukowana zmianą temperatury odwracalna zmiana zabarwienia substancji. Pigment pochłania inne światło w niższej, a inne – w wyższej temperaturze, w której następuje zmiana struktury cząsteczki. Mechanizmy rządzące procesami termochromowymi są bardzo różne: przemiana fazowa, zmiana geometrii ligandu, czy też liczby cząsteczek rozpuszczalnika w sferze koordynacyjnej (np. w kompleksach metali przejściowych) lub złożone procesy w układach wieloskładnikowych.

**Thermochromism** is the reversible change in the colour of a substance induced by a change in temperature. Pigment absorbs a different light in lower temperature and in higher temperature in which its molecular structure is changed. The mechanisms governing thermochromic processes can vary widely and include phase transitions, changes in ligand geometry, variations in the number of solvent molecules in the coordination sphere (e.g., for transition metal complexes), or complex processes in multicomponent mixtures.

**Fotochromia** - zjawisko polegające na odwracalnej przemianie struktury związku chemicznego pod wpływem naświetlania. Promieniowanie użyte do wywołania reakcji fotochromowej może pochodzić zarówno z zakresu światła widzialnego, ultrafioletu oraz podczerwieni. Zmiany, które występują w strukturze, wywołane są przez zmianę energetycznego stanu cząsteczki.

**Photochromism** is a phenomenon characterized by the reversible transformation of a chemical compound's structure under the influence of illumination. The radiation used to induce photochromic reactions can come from the visible light spectrum, ultraviolet, or infrared. Changes in the molecular structure are caused by alterations in the energetic state of the molecule.



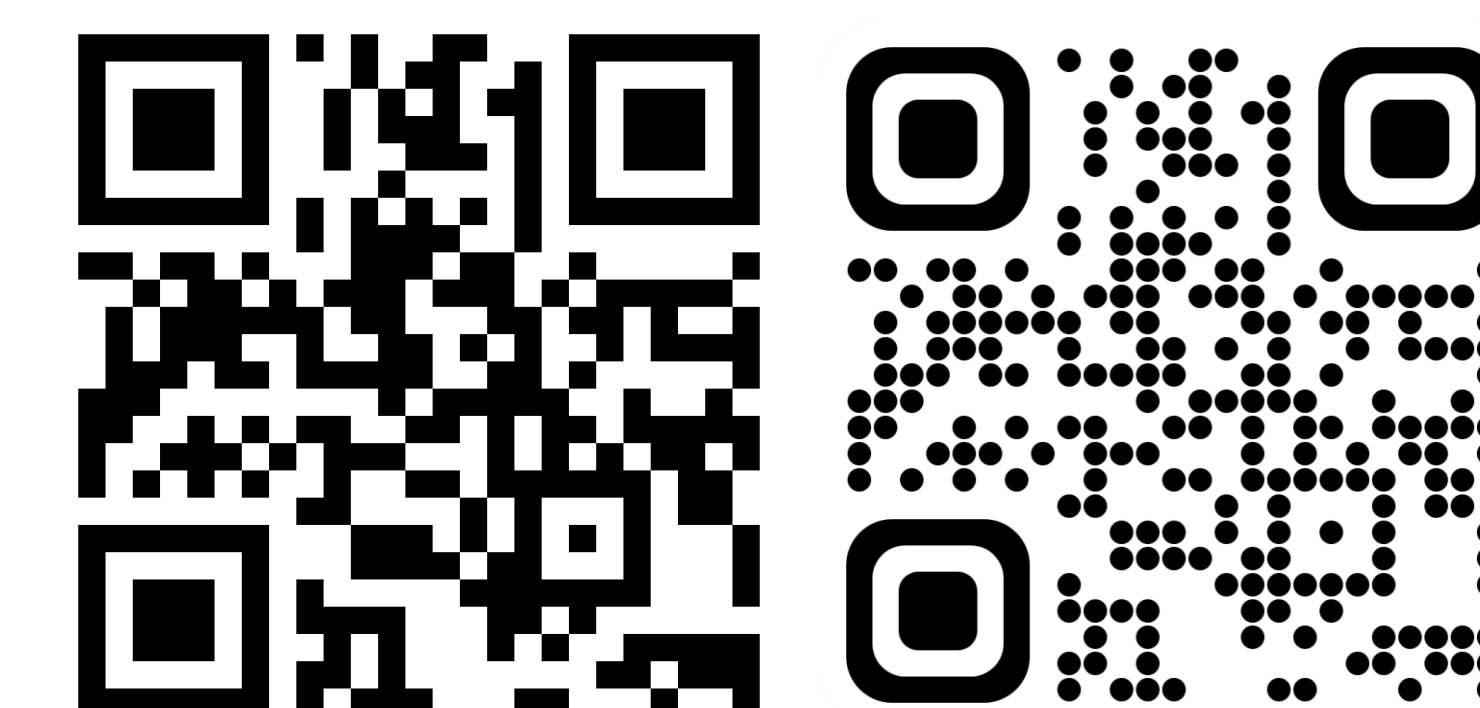
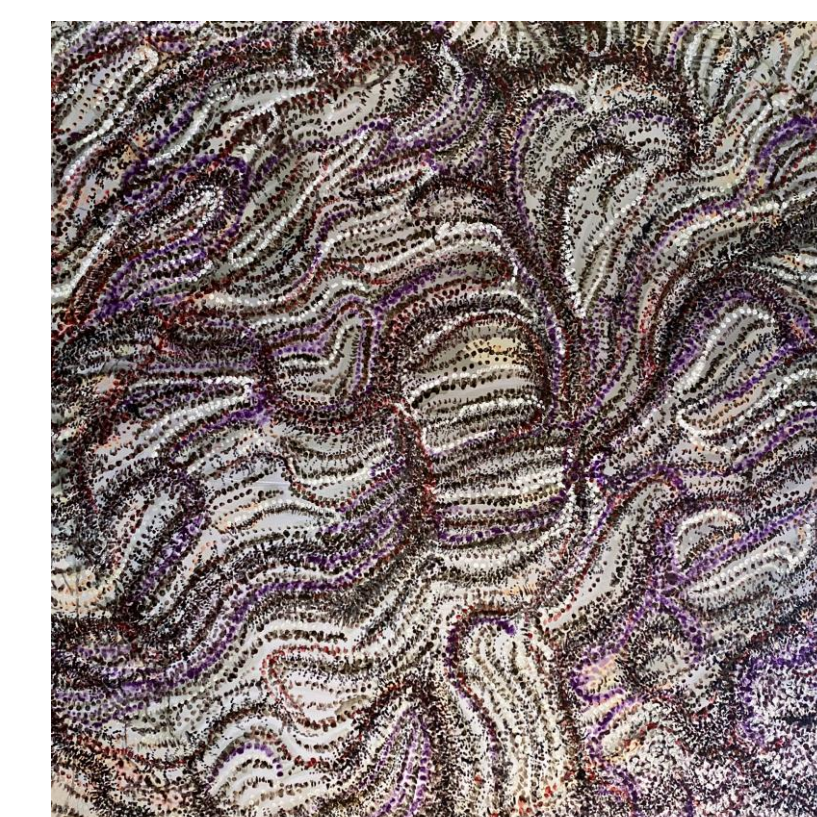
Jedną z nielicznych twórczyń wykorzystujących dynamiczne procesy multichromowe jest Agata di Masternak, malarka, rzeźbiarka, artystka multimedialna. Jest absolwentką warszawskiej Akademii Sztuk Pięknych i Central Saint Martins College w Londynie.

One of the few creators utilizing dynamic multichromatic processes is Agata di Masternak, a painter, sculptor, and multimedia artist. She is a graduate of the Warsaw Academy of Fine Arts and Central Saint Martins College in London.

*Histologia duszy nr 17, 153x107cm, farba fotochromowa na płótnie*  
*Histology of the soul nb17, photochromic paint on canvas*

*Histologia duszy nr 20, 117x117cm, farba termochromowa na jedwabiu*  
*Histology of the soul nb20, thermochromic paint on silk*

*Histologia duszy nr 15, 153x107cm, farba fotochromowa na płótnie*  
*Histology of the soul nb15, photochromic paint on canvas*



<https://www.agatadimasternak.me>

**Autorzy wystawy:** prof. **Elżbieta Wojaczyńska**, inż. **Rafał Różycki** (Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej) **Tłumaczenie:** dr Tomasz Niedokos (Katolicki Uniwersytet Lubelski). Autorzy dziękują: Wojciechowi Siudmakowi – za wywiad i inspirujące rozmowy, Dorocie Pieńkos z Fundacji Wojciecha Siudmaka – za udostępnienie kopii prac artysty, Agacie di Masternak, prof. Stanisławowi Bartkiewiczowi (Wydział Chemiczny PWr) – za planszę o multichromii, prof. Jeanette Jacqueline Łucejko (Uniwersytet w Pizie) – za informacje o badaniu i konserwacji materiałów celulozowych, dr Dominice Sarkowicz, mgr Marzenie Siekluckiej z Pracowni Konserwacji Malarstwa i Rzeźby w Sukiennicach i dr. Julio del Hoyo-Meléndezowi z LANBOZ (Muzeum Narodowe w Krakowie) – za informacje na temat badań i konserwacji dzieł sztuki oraz udostępnienie materiałów, a także dr. hab. Jackowi Wojaczyńskiemu z Uniwersytetu Wrocławskiego za pomoc w realizacji wystawy. Wykorzystano ponadto zdjęcia z podanych stron internetowych i ze zbiorów własnych.

**Drogi maturzysto!**

**Chemia jest wszędzie wokół nas. Jeśli chcesz ją lepiej poznać – zapraszamy do studiowania na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej.**

<https://wch.pwr.edu.pl>

