

# PRZERÓBKA KOPALIN



Geocentrum L-1

**PRZERÓBKA KOPALIN**

=

**MINERALURGIA**

=

**INŻYNIERIA MINERALNA**

=

**(część Geoinżynierii)**

<http://www.minproc.pwr.wroc.pl/zpkio/student/matstud.htm>

**przeróbka kopalin**

**mineral processing**

**Aufbereitung von Rohstoffen**

**переработка минерального сырья**

**minéralurgie**

Przeróbka kopalin opiera się na wiedzy z zakresu

-chemii

-fizyki

-matematyki

-geologii, mineralogii, petrologii

-biologii

-statystyki

-zarządzania

-ekonomii

-inne



wschód słońca w GC

-inne

Przeróbka kopalin  
ta nauk królowa  
piwo zrobić  
z byle czego  
zawsze jest gotowa

---



(Śpiewamy na melodię „Pije Kuba do Jakuba, Jakub do Michała”)

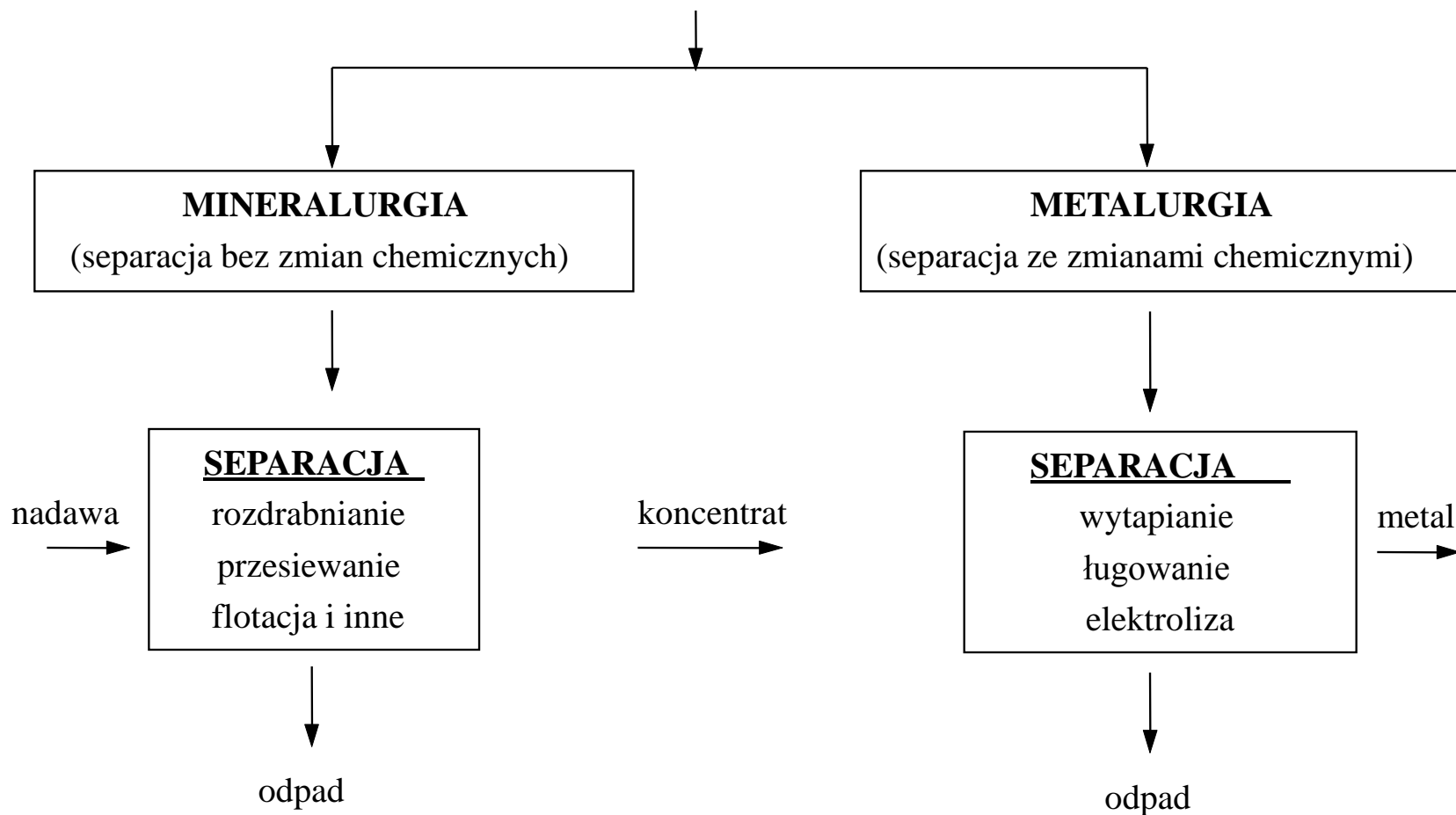
# Górnicy hymn

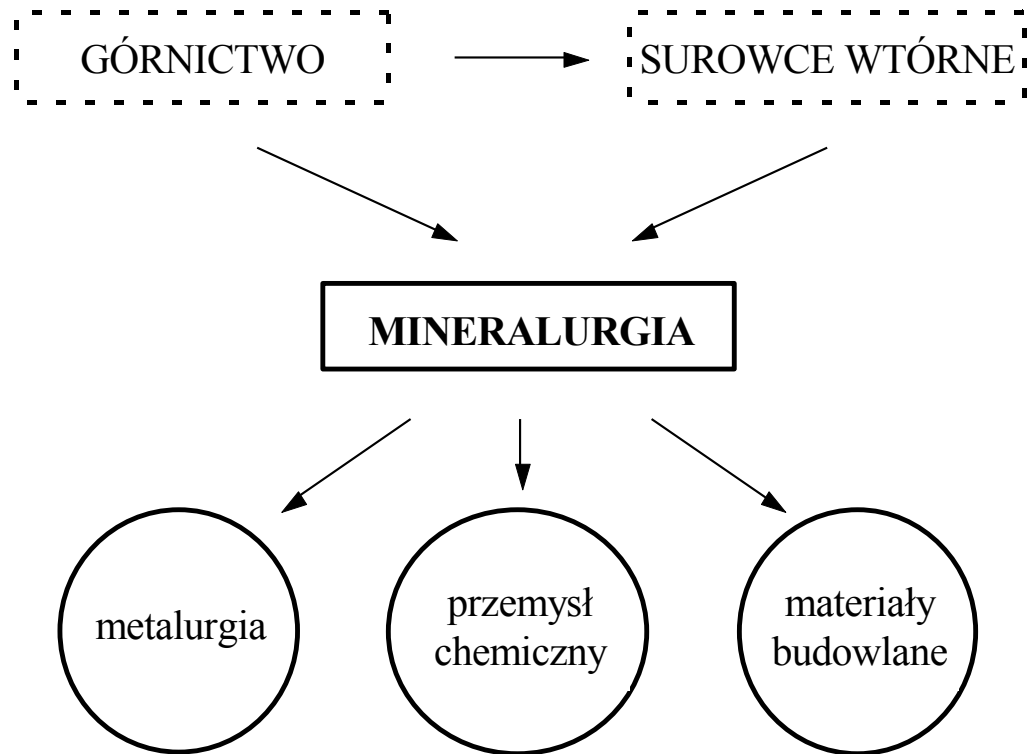


Górnicy Stan niech nam żyje  
Niech żyje nam Górnicy Stan,  
Bo choć przed nami dzieńne światło kryje  
Toć dla ojczyzny trud ten jest nam dan.

Boć synowi podziemnych czarnych światów  
Każdy chętnie poda swą dłoń./ (bis)  
Niech żyje nam Górnicy Stan  
Górnicy Stan niech żyje nam. (bis)

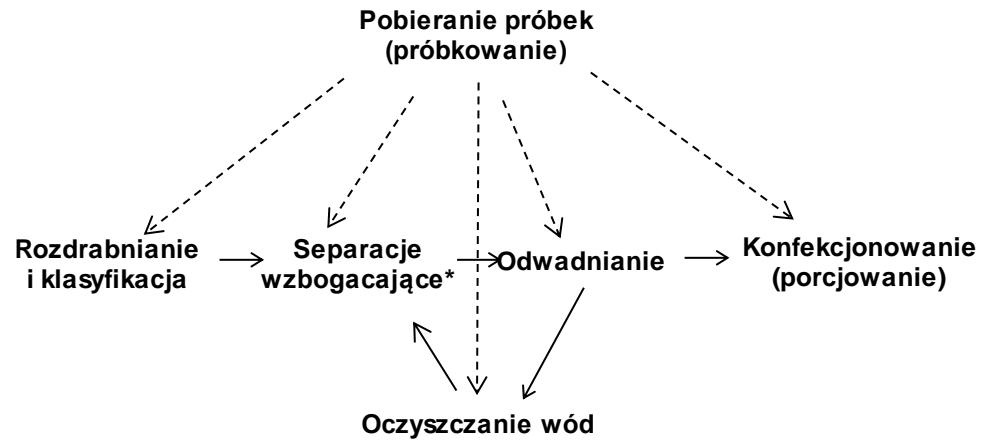
# METALURGIA EKSTRAKCYJNA



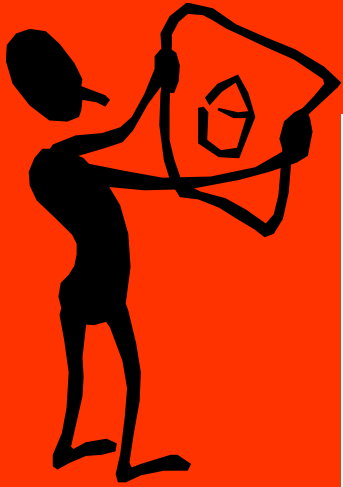




**PROCESY MINERALURGICZNE  
(separacje)**



\* jak separacja grawitacyjna, flotacja, koagulacja, sortowanie itd.



**Prowadzący**

**prof. dr hab. inż. Jan Drzymała**

**konsultacje: niedziela zjazdowa 10-11**

**pokój 358, L-1**

**[jan.drzymala@pwr.edu.pl](mailto:jan.drzymala@pwr.edu.pl)**

**Na Grobli 15, Wrocław**

## **Materialy do nauki**

Jan Drzymała, Podstawy mineralurgii, Oficyna Wydawnicza PWr. 2001  
wersja tylko drukowana

Jan Drzymała, Podstawy mineralurgii, Oficyna Wydawnicza PWr. 2009  
wersja tylko elektroniczna

Jan Drzymała, Mineral Processing, Oficyna Wydawnicza PWr. 2007  
wersje drukowana i elektroniczna

Biblioteki

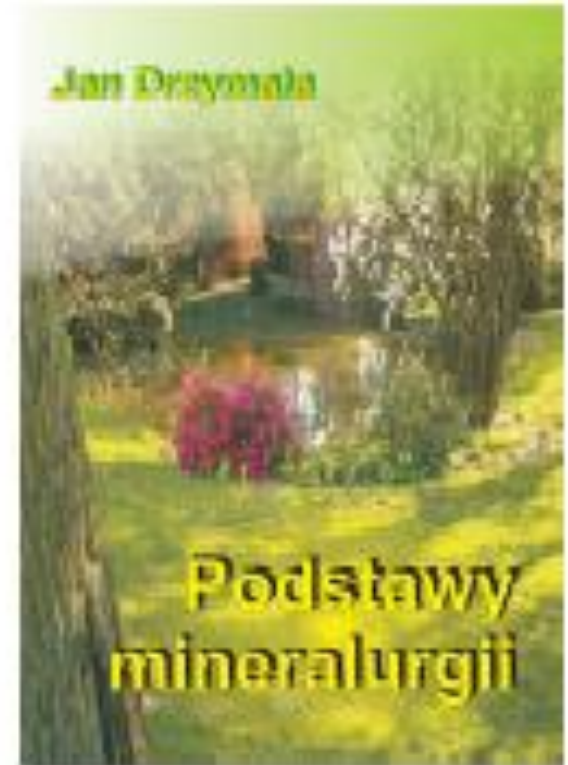
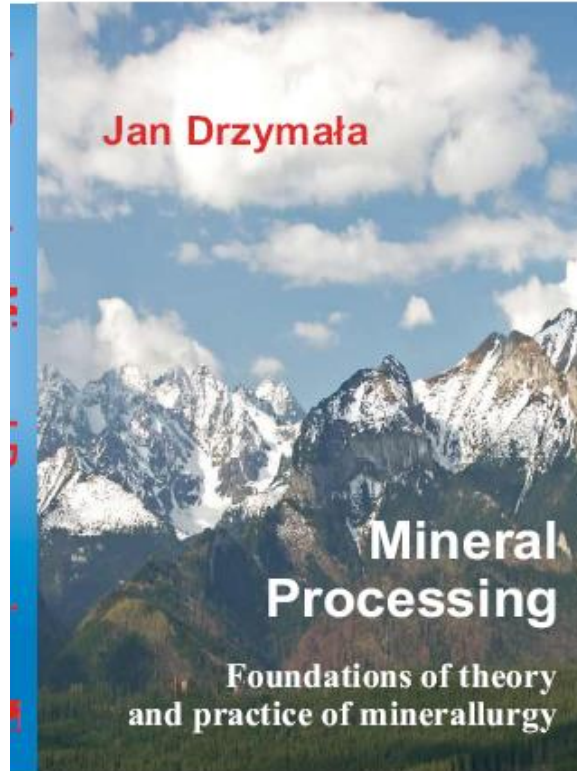
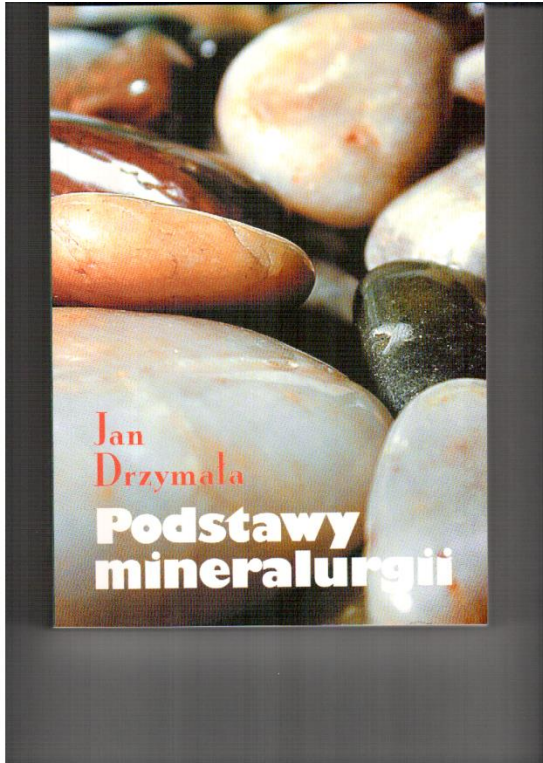
<http://www.dbc.wroc.pl/dlibra/docmetadata?id=3111>

<http://www.minproc.pwr.wroc.pl/zpkio/index.html>

<http://dlib.bg.pwr.wroc.pl/dlibra/doccontent?id=2070&dirids=1>

(507 stron)

książka na życzenie

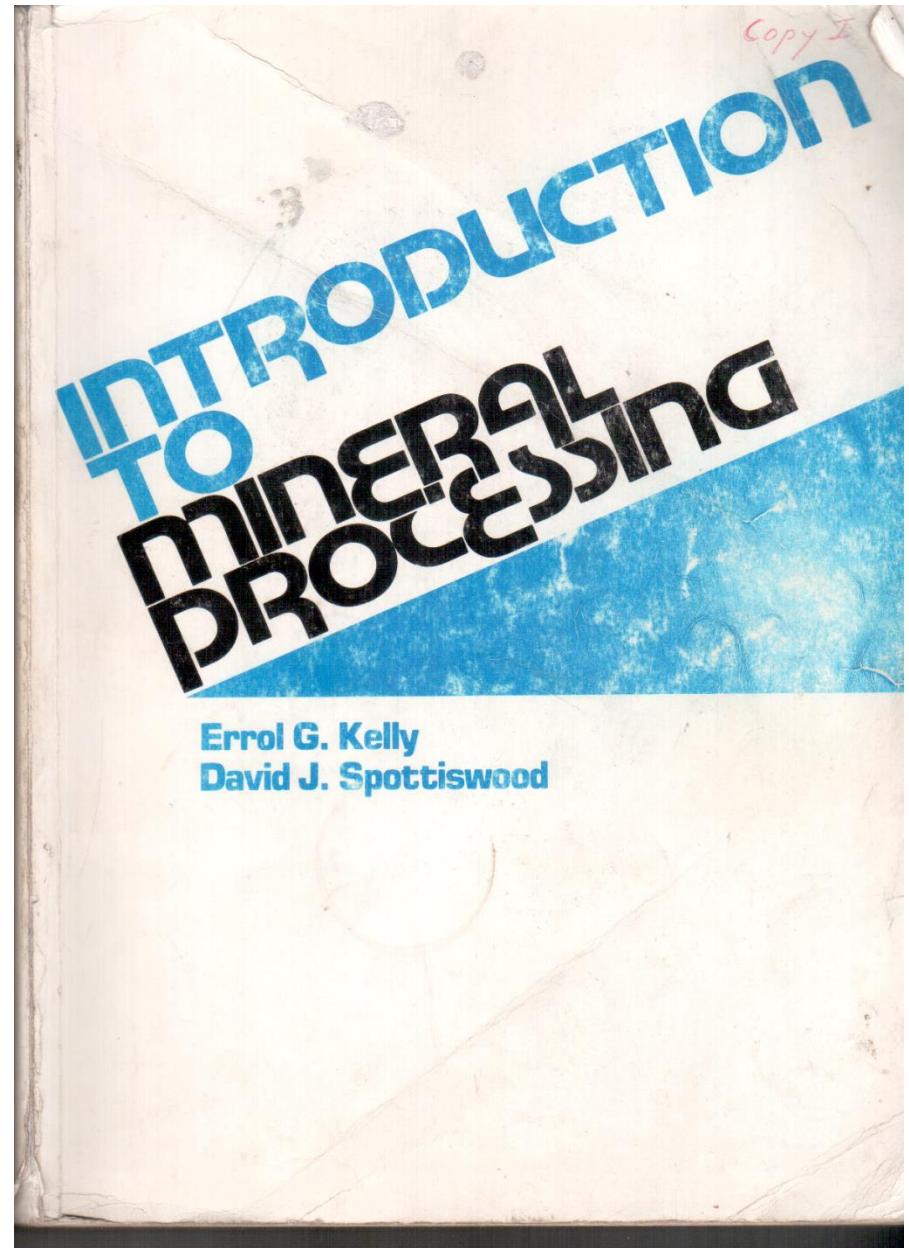
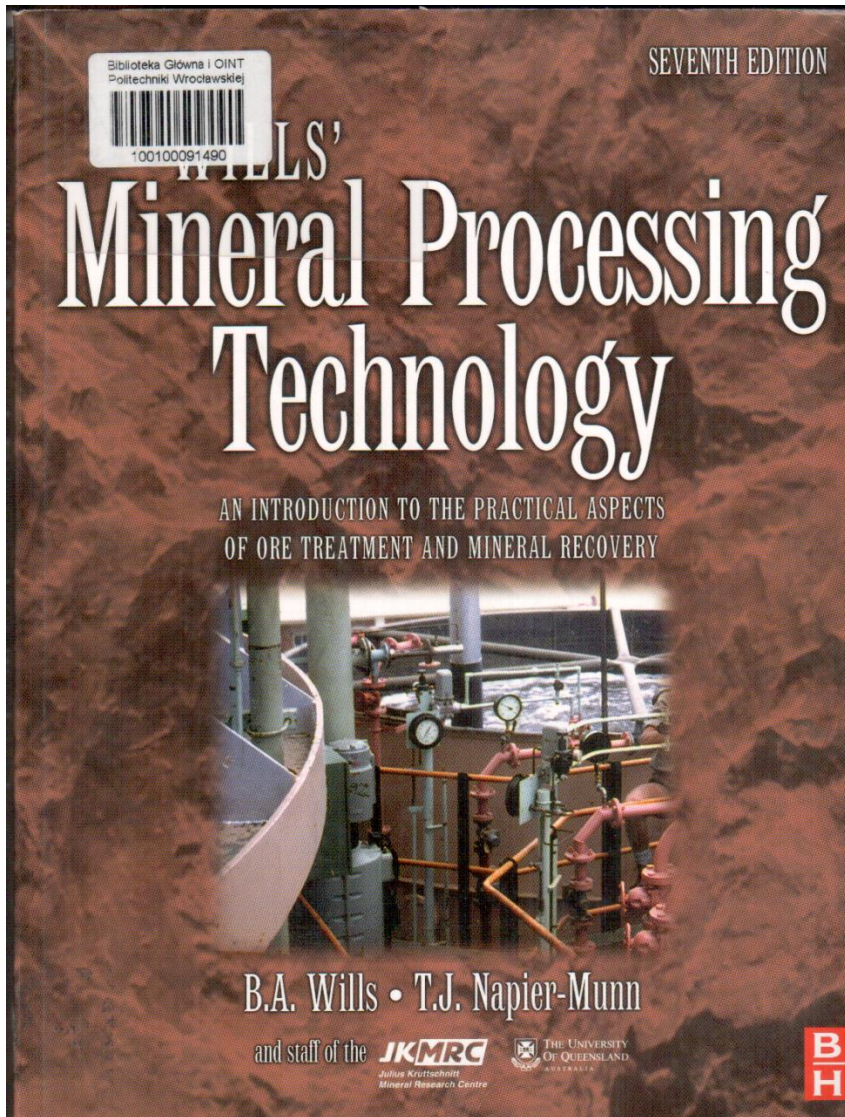


<http://www.dbc.wroc.pl/dlibra/docmetadata?id=3111>

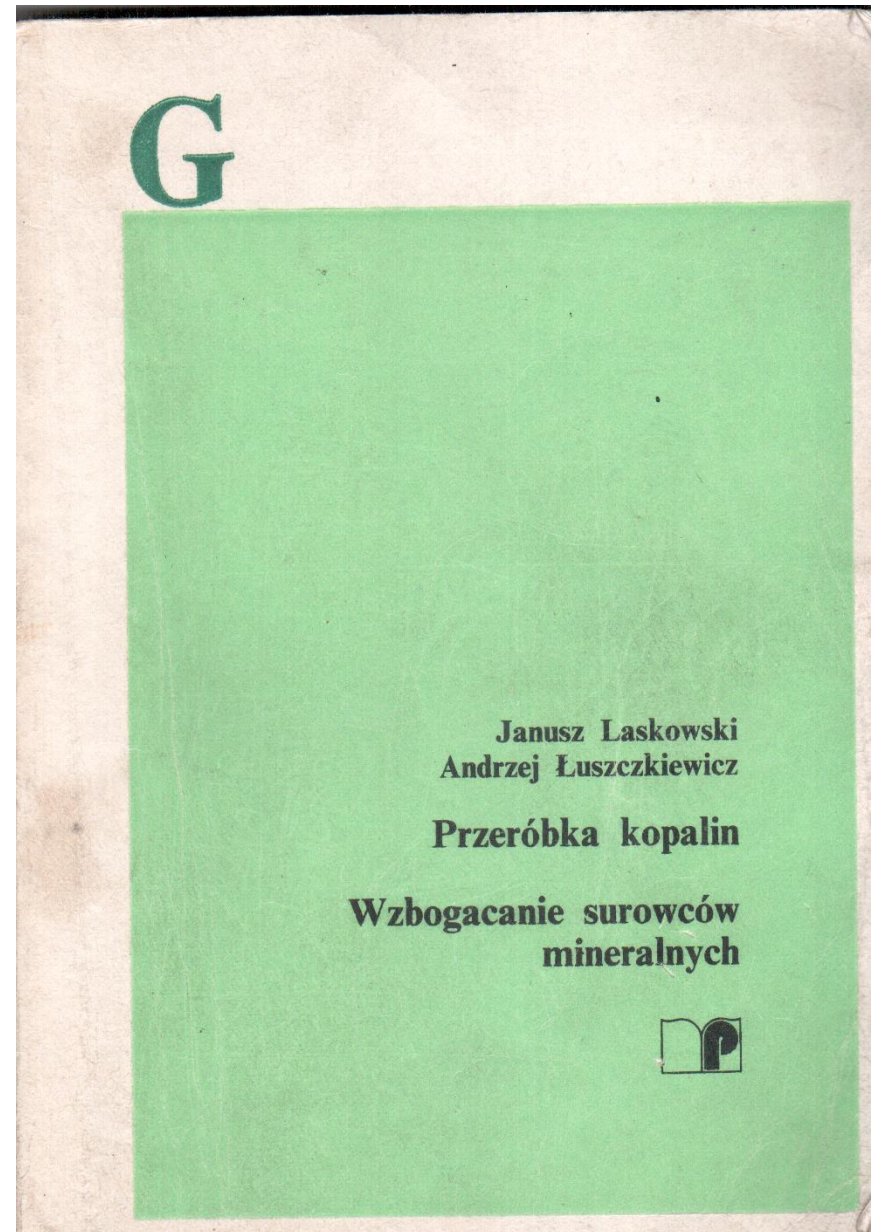
darmowe w Internecie

(free is nice)

# inne książki w świecie



# inne książki w świecie



# **Wymagania niezbędne do zaliczenia przedmiotu**

**zajęcia są obowiązkowe**

- obecności (powyżej 75%)**
- W01, U01, K01 (czyli 3 oceny)**

**WYDZIAŁ GEOINŻYNIERII, GÓRNICCTWA I GEOLOGII**  
**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku polskim: Przeróbka Kopalin 1**

**Nazwa w języku angielskim: Mineral Processing 1**

**Kierunek studiów: górnictwo i geologia**

<b>Stopień studiów i forma</b>	<b>I stopień, niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>GGG5201</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>



<b>Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)</b>	<b>20</b>				
<b>Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)</b>	<b>90</b>				
<b>Forma zaliczenia</b>	<b>Zaliczenie na ocenę</b>				
<b>Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)</b>					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>3</b>				
<b>w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)</b>					
<b>w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)</b>	<b>3</b>				

# **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

- 1. znajomość chemii, fizyki i matematyki**
- 2. ma elementarną wiedzę z zakresu mineralogii i petrologii  
ma opanowane podstawowe pojęcia geologii złożowej i górniczej**

# **CELE PRZEDMIOTU**

**C1 celem przedmiotu jest przygotowanie studentów z zagadnień związanych z podstawami różnych procesów przeróbczych oraz charakterystyki procesów mineralurgicznych polegających na opisie, analizie, ocenie i porównaniu wyników separacji.**

# PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

## **Z zakresu wiedzy**

PEK\_W01 posiada podstawową wiedzę i umiejętności z zakresu charakterystyki procesów przeróbczych

(test zaliczeniowy na ostatnich zajęciach)

## **Z zakresu umiejętności**

PEK\_U01 potrafi prawidłowo dobrać i scharakteryzować metodę przeróbki surowców mineralnych

(zadanie domowe: oddajemy nie później niż na ostatnich zajęciach)

## **Z zakresu kompetencji społecznych**

PEK\_K01 potrafi sformułować i przekazać wiedzę dotyczącą przeróbki oraz wykorzystania surowców mineralnych oraz surowców wtórych

(test zaliczeniowy na ostatnich zajęciach)

## Zadanie domowe

Hipotetyczna ruda zawiera dwa użyteczne minerały, którą należy przekształcić na produkty handlowe. Po zebraniu, z literatury polskiej i światowej, informacji na temat różnorodnych właściwości rozpatrywanych minerałów, szeroko opisz ich właściwości, wybierz cechę pozwalającą na ich rozdział, dokonaj wyboru metody rozdziału oraz rodzaju separatora, dokonaj hipotetycznej separacji na trzy produkty, którą dokładnie opisz, sporządź bilans separacji, przedstaw wyniki w formie tabelarycznej oraz krzywej wzbogacania. Na podstawie krzywej wzbogacania podaj optymalny punkt pracy separatora dla otrzymania dwóch produktów i określ dla tego punktu wychód, uzysk, zawartości rozpatrywanych minerałów oraz współczynnik wzbogacania w obu produktach. Podejmij próbę określenia ceny sprzedażnej otrzymanych produktów.

**Forma zajęć - wykład**

<b>Wy1</b>	<b>Wprowadzenie do zajęć, tryb zaliczania, istota mineralurgii. Od Wielkiego Wybuchu do złóż. Surowce mineralne i ich właściwości mineralogiczno-petrograficzne</b>	<b>2</b>
<b>Wy2</b>	<b>Charakterystyka separacji. Analiza, opis i ocena wyników separacji. Separacja rozpatrywana jako wzbogacanie i klasyfikacja</b>	<b>2</b>
<b>Wy3</b>	<b>Rozdrabnianie. Przesiewanie</b>	<b>2</b>
<b>Wy4</b>	<b>Klasyfikacja hydrauliczna i powietrzna</b>	<b>2</b>
<b>Wy5</b>	<b>Separacja w cienkiej strudze cieczy. Separacja grawitacyjna w cieczach ciężkich</b>	<b>2</b>
<b>Wy6</b>	<b>Separacja magnetyczna</b>	<b>2</b>
<b>Wy7</b>	<b>Separacja elektryczna. Separacja z wykorzystaniem pola wirowego</b>	<b>2</b>
<b>Wy8</b>	<b>Podstawy flotacji. Flotacja substancji mineralnych</b>	<b>2</b>
<b>Wy9</b>	<b>Koagulacja. Flokulacja</b>	<b>2</b>
<b>Wy10</b>	<b>Aglomeracja olejowa + test zaliczeniowy</b>	<b>2</b>
	<b>Suma godzin</b>	<b>20</b>

## **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. wykład tradycyjny, wzbogacony w prezentacje multimedialne i dyskusje**  
**N2. konsultacje**

## **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)</b>	<b>Numer efektu kształcenia</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia</b>
<b>P</b>	<b>W01, U01, K01</b>	<b>Sprawdzian pisemny na koniec zajęć</b>

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Wills B.A., *Mineral processing technology*. Pergamon Press, 1983 (3rd edition) i wszystkie wydania następne)
2. Blaschke Z. i inni, *Górnictwo Cz.V. Zarys technologii procesów przeróbczych*, Skrypt AGH, Kraków, 1983
3. Laskowski J, Łuszczkiewicz A., *Przeróbka kopalin. Wzbogacanie surowców mineralnych*. Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1989
4. Drzymala J., *Podstawy mineralurgii*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2001; 2009

1. Kelly E.G., Spottiswood D.J., 1982. *Introduction to Mineral Processing*, Wiley, New York

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Bolewski A., Manecki A. *Mineralogia szczegółowa*. Wyd PAE, Warszawa, 1993.
2. *Industrial minerals and rocks*, 6th edition, D.D. Carr (editor), Soc. Min, Metall. Explor., Littleton, Col., 1994.
3. Manecki A. *Encyklopedia minerałów*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2004.
4. Strony internetowe
5. Czasopisma mineralurgiczne

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. inż. Jan Drzymala (jan.drzymala@pwr.edu.pl)



---

# ROK AKADEMICKI 2016/2017 – SEMESTR ZIMOWY

---

NIESTACJONARNE STUDIA I STOPNIA (NZ1I)

NIESTACJONARNE STUDIA II STOPNIA (NZ2M)

1. **8,9 – października**  
15,16 – października  
**22,23 - października**
2. 5,6 - listopada  
**19,20 – listopada**  
26,27 - listopada
3. **10,11 – grudnia**  
17,18 - grudnia
4. **14,15 – stycznia**  
21,22 - stycznia

Zjazdy nieparzyste: 8,9.X; 22,23.X; 19,20.XI; 10,11.XII; 14,15.I. 2017 r.

Zjazdy parzyste: 15,16.X; 5,6.XI; 26,27.XI; 17,18.XII; 21,22.I.2017 r.

## PLAN ROKU AKADEMICKIEGO 2016/2017 semestr zimowy

	PAŹDZIERNIK					LISTOPAD					GRUDZIEŃ				STYCZEŃ				LUTY			
<b>PN</b>		3	10	17	24	<b>31</b>	7	14	21	28	5	12	19	<b>26</b>	<b>2</b>	9	16	23	<b>30</b> pnP	6	13	20
<b>WT</b>		4	11	18	25	<b>1</b>	8	15	22	29	6	13	20	<b>27</b>	<b>3</b>	10	17	24	<b>31</b> wtP	7	14	21
<b>ŚR</b>		5	12	19	26	<b>2</b> srN	<b>9</b> ptN	16	23	30	7	14	21	<b>28</b>	<b>4</b>	11	18	25	<b>1</b> srP	8	15	22
<b>CZ</b>		6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	<b>29</b>	<b>5</b>	12	19	26	<b>2</b> ptN	9	16	23
<b>PT</b>		7	14	21	28	4	<b>11</b>	18	25	2	9	16	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	13	20	27	3	10	17	24
<b>SO</b>	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25
<b>N</b>	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	5	22	9	5	12	19	26
<b>P-PAŹDZYSTY N-NIEPAŹDZYSTY</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>P</b>

Zajęcia zorganizowane rozpoczynają się 3 X 2016 r. tygodniem parzystym i trwają 15 tygodni

(8 tygodni parzystych i 7 nieparzystych) - do 2 II 2017 r.

Zajęcia zorganizowane dla studentów VII semestru studiów I stopnia trwają 10 tygodni

(5 parzystych i 5 nieparzystych) do 14 XII 2016 r.

31 X 2016 r. - dzień wolny od zajęć dydaktycznych

1 XI 2016 r. - Święto Wszystkich Świętych

11 XI 2016 r. - Święto Niepodległości

Ferie świąteczne trwają od 23 XII 2016 r. do 6 I 2017 r.

Sesja egzaminacyjna obejmuje 13 dni roboczych i trwa od 3 II 2017 r. do 21 II 2017 r. plus 3 soboty (4 II, 11 II, 18 II 2017 r.)

Sesja egzaminacyjna dla studentów VII semestru studiów I stopnia obejmuje 13 dni roboczych

i trwa od 15 XII 2016 r. do 17 I 2017 r. plus 2 soboty (17 XII 2016 oraz 14 I 2017 r.)

Przerwa międzysemestralna obejmuje 4 dni robocze i trwa od 22 II 2017 r. do 27 II 2017 r.

### Uwaga zmiany:

2 XI 2016 r. (środa parzystą) zajęcia jak w środę nieparzystą

9 XI 2016 r. (środa nieparzystą) zajęcia jak w piątek nieparzysty

30 I 2017 r. (poniedziałek nieparzysty) zajęcia

jak w poniedziałek parzysty

31 I 2017 r. (wtorek nieparzysty) zajęcia jak we wtorek parzysty

1 II 2017 r. (środa nieparzystą) zajęcia jak w środę parzystą

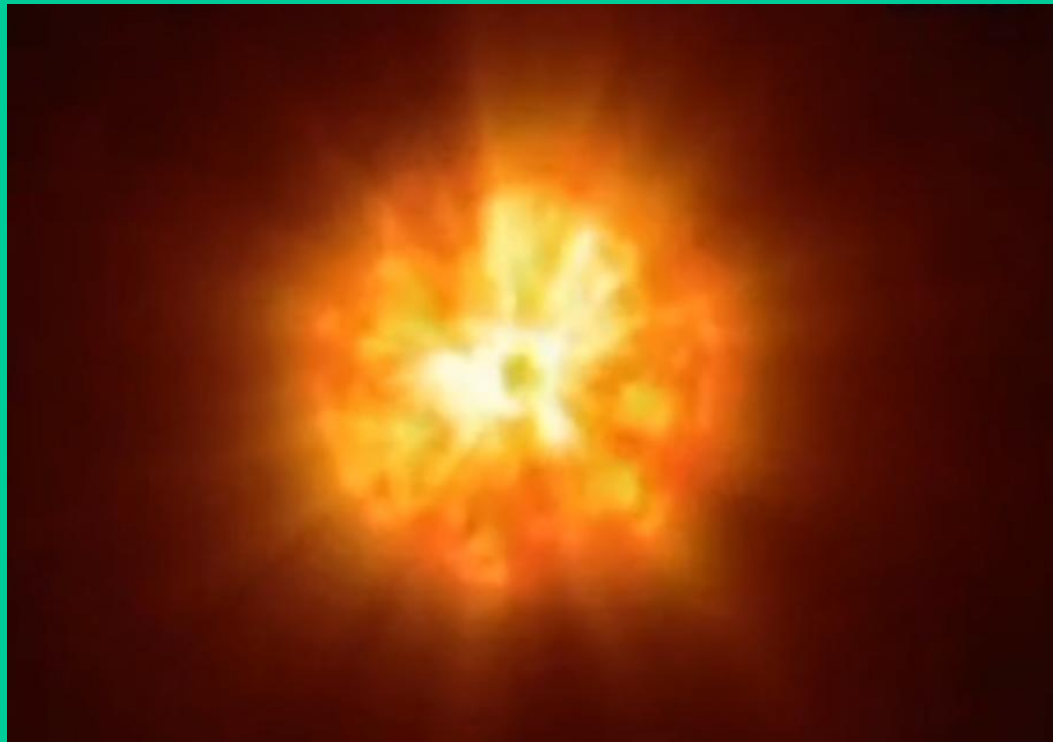
2 II 2017 r. (czwartek nieparzysty) zajęcia jak w piątek

nieparzysty

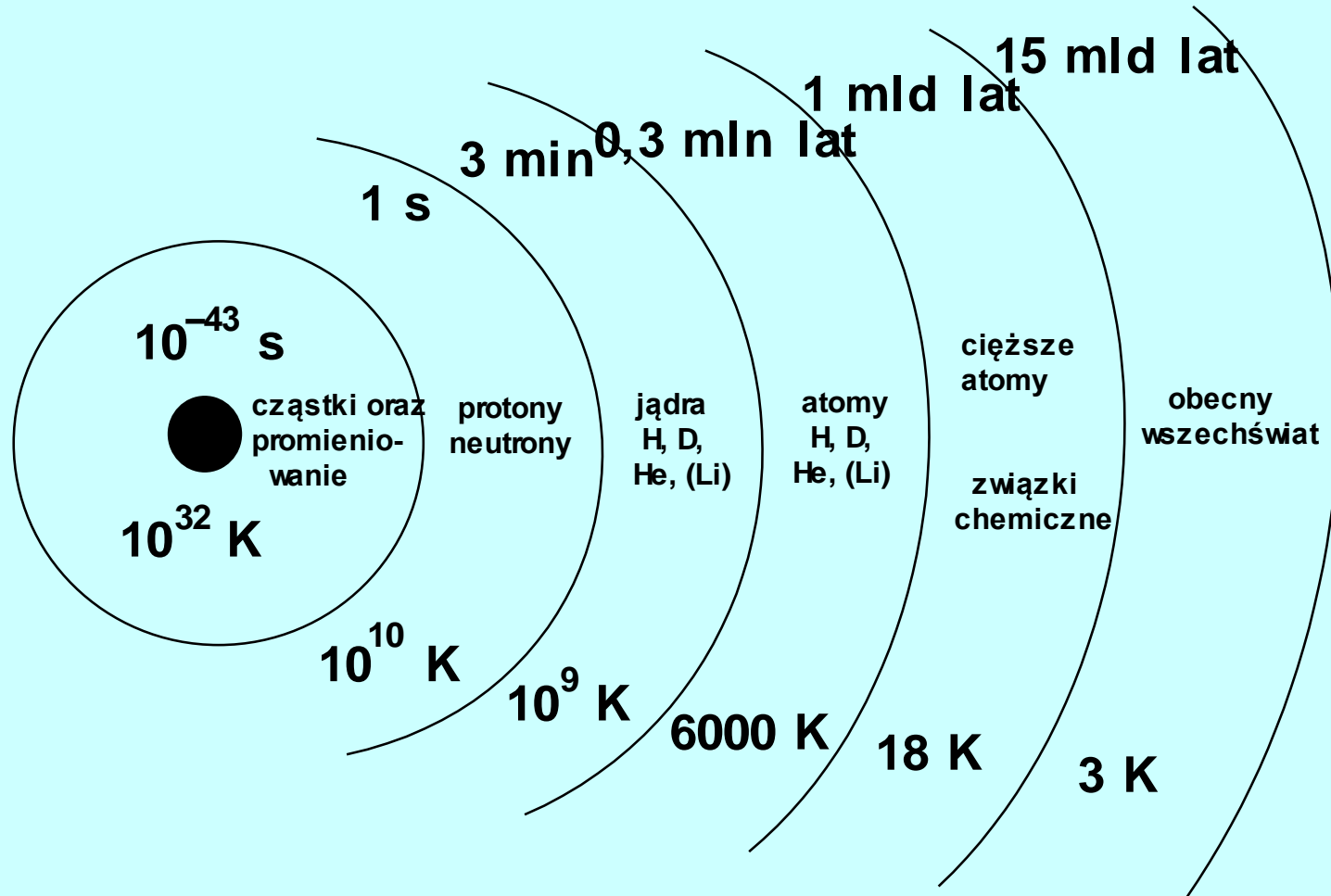
# **Termin zaliczenia**

**Ostania niedziela semestru (22 I 2017) –  
jeden termin, godz. 9:15-11:00 sala A-4  
oraz...**

# Wprowadzenie do mineralurgii



# Wielki Wybuch



# Przyszłość Wszechświata



# Obecnie znane cząstki elementarne

## Cząstki elementarne

Fermiony (nośniki materii)		Bozony (nośniki sił)			
Leptony	Kwarki	Słabe (bozony)	Silne (gluony)	Electro-magnetyczne (fotony)	Grawitacja (grawitony)
neutrino elektronowe	górnny	bozon $W^-$	kolor 1	$E_1 = h\nu_1$	*
electron	dolny	bozon $W_+$	kolor 2	$E_2 = h\nu_2$	
neutrino muonowe	dziwny	bozon $Z_0$	kolor 3	$E_3 = h\nu_3$	
muon	powabny			$E_n = h\nu_n$	
neutrino tau	wierzchni				
cząstka tau	spodni				

bozon  
Higgsa

\* Już trochę wiadomo

**Bozon Higgsa (higson)** - cząstka elementarna, której istnienie jest postulowane przez model standardowy, nazwana nazwiskiem Petera Higgsa.

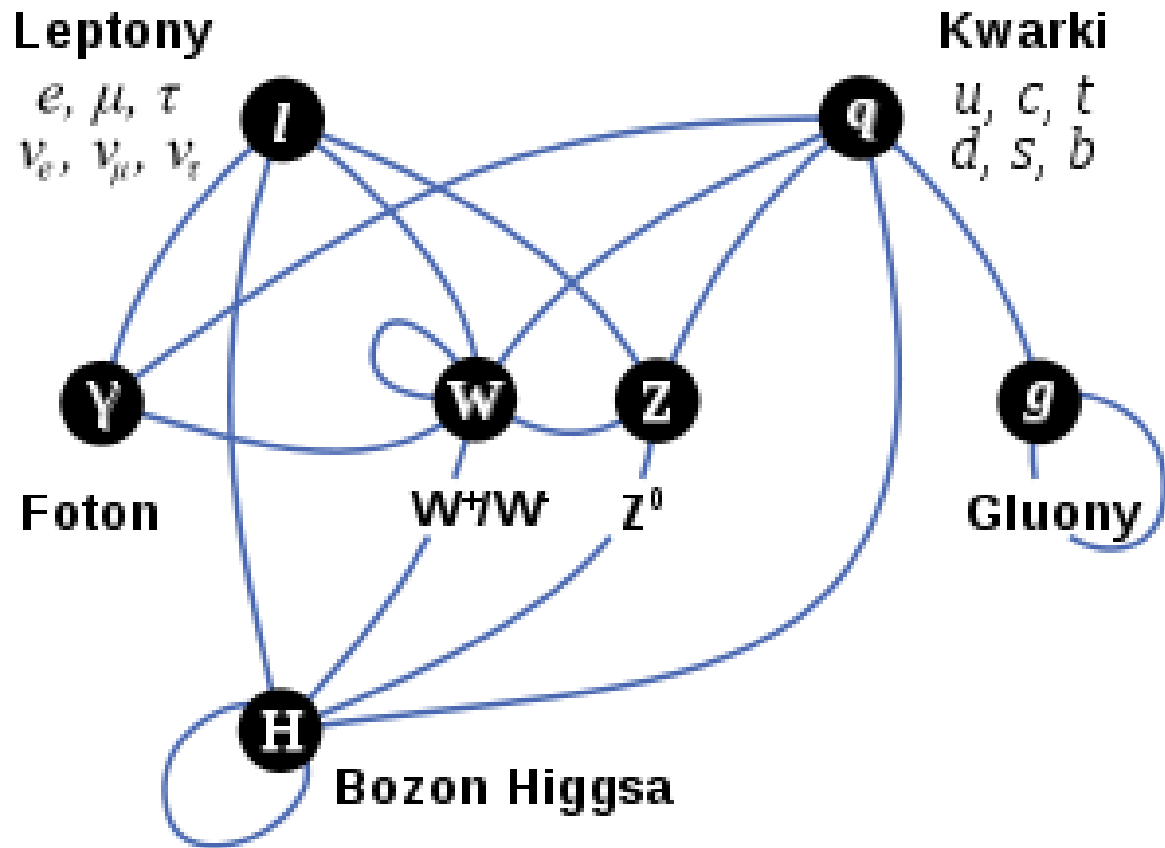
Odkryty 4 lipca 2012 przez eksperymenty ATLAS i CMS, prowadzone przy Wielkim Zderzaczu Hadronów w CERNie.

Masa odkrytej cząstki, wykrycie jej w oczekiwanych kanałach rozpadu oraz jej właściwości stanowiły mocne potwierdzenie, że jest to długo poszukiwany bozon Higgsa

W kwietniu 2013 zespoły pracujące przy detektorach CMS i ATLAS ostatecznie stwierdziły, że cząstka ta jest bozonem Higgsa.

Nagroda Nobla





**Cząstki elementarne z których zbudowana jest znana materia: sześć leptonów i sześć kwarków oraz bozony cechowania przenoszące oddziaływania. Bozon Higgsa nadaje masę cząstkom z którymi oddziałuje**

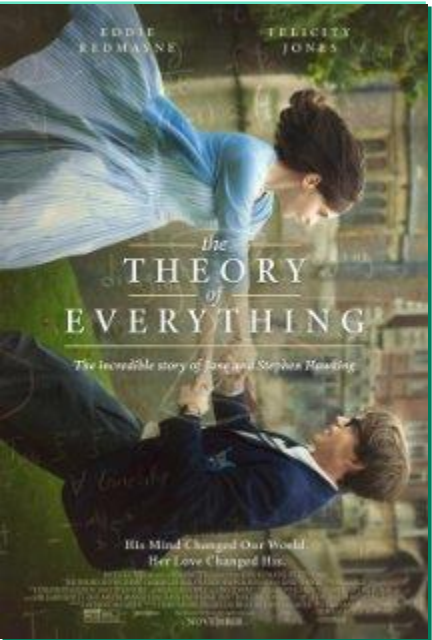
**proton = dwa kwarki górne + jednej dolny ( $2/3 + 2/3 - 1/3 = 1$ )**

**neutron = dwa kwarki dolne + jeden górny ( $-1/3 - 1/3 + 2/3 = 0$ )**



# TOE

**The Theory of Everything requires that the four fundamental forces of the universe be unified. These forces include gravity, electromagnetism, the weak nuclear force, and the strong nuclear force. The fundamental forces must be unified to explain, in principle, all physical phenomenon in the universe, from the birth of the universe to its demise, and ranges from the smallest subatomic particle to the vastness of the cosmos.**



## "The Theory of Everything" (*original title*)

123 min - Biography | Drama | Romance - 30 January 2015 (Poland)  
7,8

Your rating: -/10 )

Ratings: **7,8**/10 from 99 199 users Metascore: 72/100

Reviews: 249 user | 325 critic | 47 from Metacritic.com

A look at the relationship between the famous physicist Stephen Hawking and his wife.

### Director

James Marsh

### Writers

Anthony McCarten (screenplay), Jane Hawkin

### Stars:

Eddie Redmayne, Felicity Jones, Tom Prior

OSKARY 2015



Born Stephen William Hawking

8 January 1942 (age 73)

Oxford, England

Residence United Kingdom

Fields

General relativity

Quantum gravity

Institutions

University of Cambridge

California Institute of Technology

Perimeter Institute for Theoretical Physics

Alma mater

University of Oxford (BA)

University of Cambridge (PhD)[1]

Thesis Properties of Expanding Universes (1965[2])

Doctoral advisor Dennis Sciama[3]

Other academic advisors Robert Berman[citation needed]

Doctoral students

Known for

Hawking radiation

Penrose-Hawking theorems

A Brief History of Time (1988)

Notable awards

Adams Prize (1966)

FRS (1974)[15]

Eddington Medal (1975)

Maxwell Medal and Prize (1976)

Heineman Prize (1976)

Hughes Medal (1976)

Albert Einstein Award (1978)

CBE (1982)

RAS Gold Medal (1985)

Dirac Medal (1987)

Wolf Prize (1988)

CH (1989)

Prince of Asturias Award (1989)

Andrew Gemant Award (1998)

Naylor Prize and Lectureship (1999)

Lilienfeld Prize (1999)

Albert Medal (Royal Society of Arts) (1999)

Copley Medal (2006)

Presidential Medal of Freedom (2009)

Fundamental Physics Prize (2012)

FRSA

Spouse

Jane Wilde (m. 1965; div. 1995)

Elaine Mason (m. 1995; div. 2006)

Children

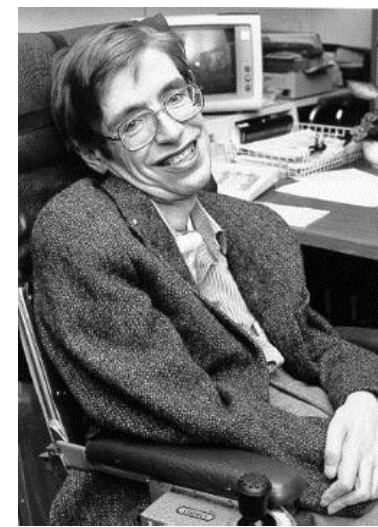
Robert (b. 1967)

Lucy (b. 1970)

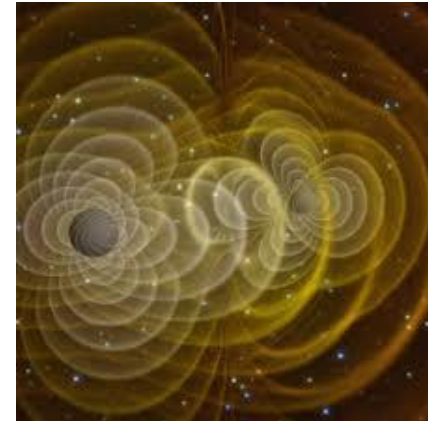
Timothy (b. 1979)

Website

hawking.org.uk



**Fale grawitacyjne** – przemieszczająca się z prędkością światła zmarszczka w czasoprzestrzeni. W mechanice nierelatywistycznej fala ta objawia się jako rozchodzące się drgania pola grawitacyjnego. Źródłem fal grawitacyjnych jest ciało poruszające się z przyspieszeniem. Do uzyskania obserwowalnych efektów ciało musi mieć bardzo duże przyspieszenie i ogromną masę. Obiekt emitujący fale traci energię, która unoszona jest w postaci promieniowania. Kwantem promieniowania grawitacyjnego może być grawiton, hipotetyczna cząstka.



W roku 2034 ESA zamierza wystrzelić zespół sond eLISA. Będą one poszukiwać fal grawitacyjnych. Ich czułość powinna pozwolić na wykrycie zmarszczek czasoprzestrzeni wytwarzanych w układzie J0806 (dwa orbitujące wokół siebie białe karły), co może potwierdzić hipotezy astronomów.

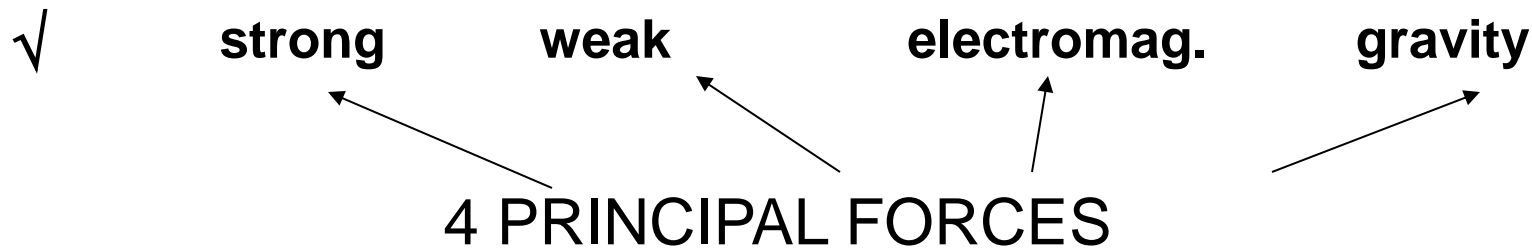
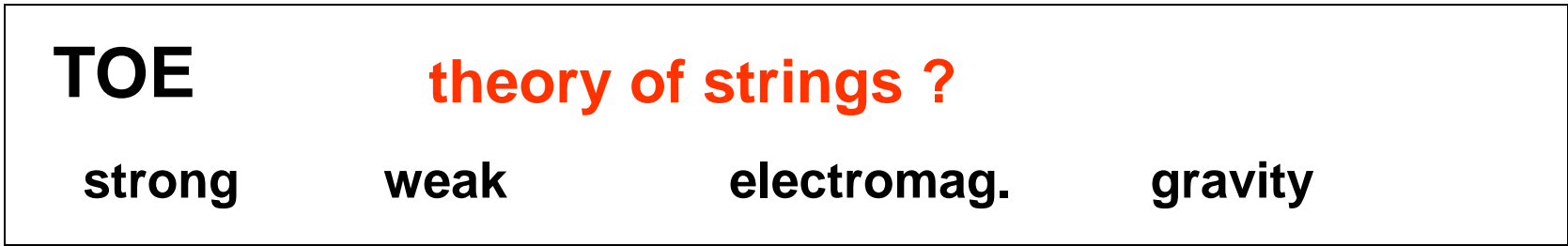
**Równanie Einsteina** – równanie pola ogólnej teorii względności, zwane też równaniem pola grawitacyjnego.

Równanie to ma następującą postać:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R + \Lambda g_{\mu\nu} = -\frac{8\pi}{c^4}GT_{\mu\nu}$$

gdzie:  $R_{\mu\nu}$  - tensor krzywizny Ricciego,  $R$  - skalar krzywizny Ricciego,  $g_{\mu\nu}$  - tensor metryczny,  $\Lambda$  - stała kosmologiczna,  $T_{\mu\nu}$  - tensor energii-pędu,  $\pi$  - liczba pi,  $c$  - prędkość światła w próżni,  $G$  - stała grawitacji. Natomiast  $g_{\mu\nu}$  opisuje metrykę rozmaitości i jest tensorem symetrycznym 4 x 4, ma więc 10 niezależnych składowych.

Where are we?





**TOE**

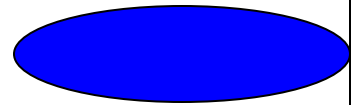
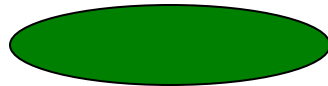
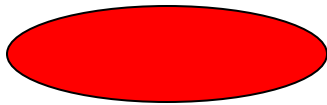
**theory of superstrings?**

**strong**

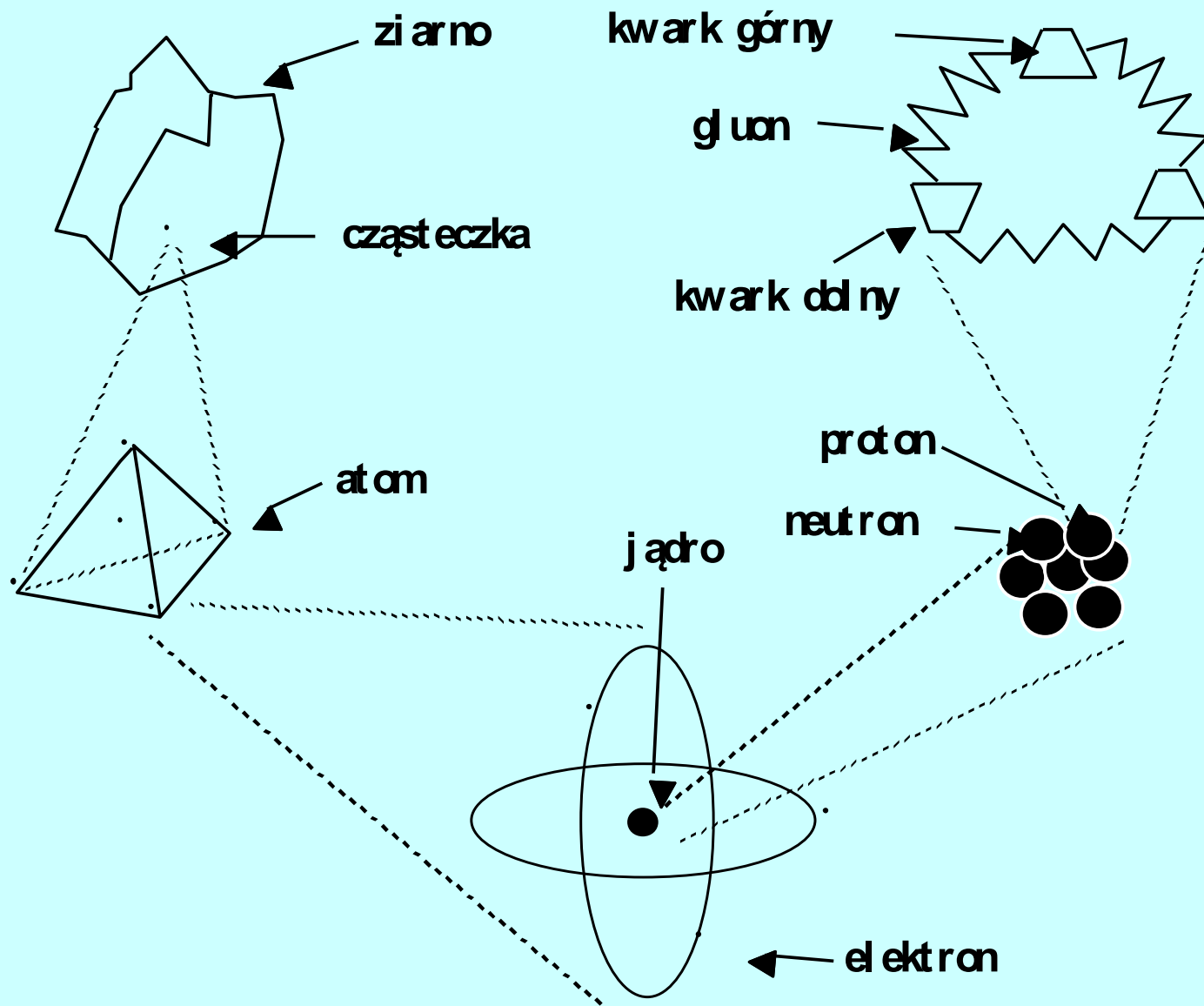
**weak**

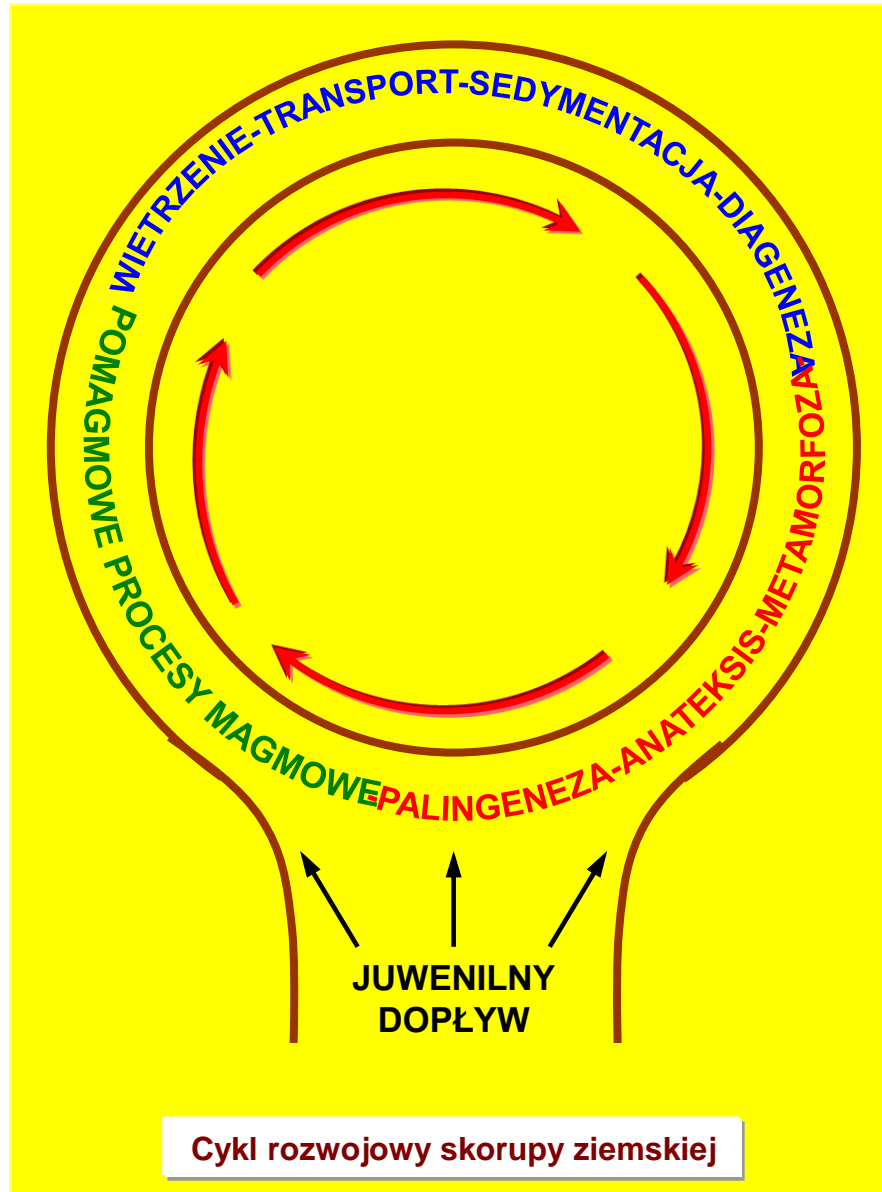
**electromag.**

**gravity**



**separation theory**

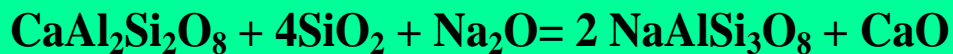




Serkies, 1972



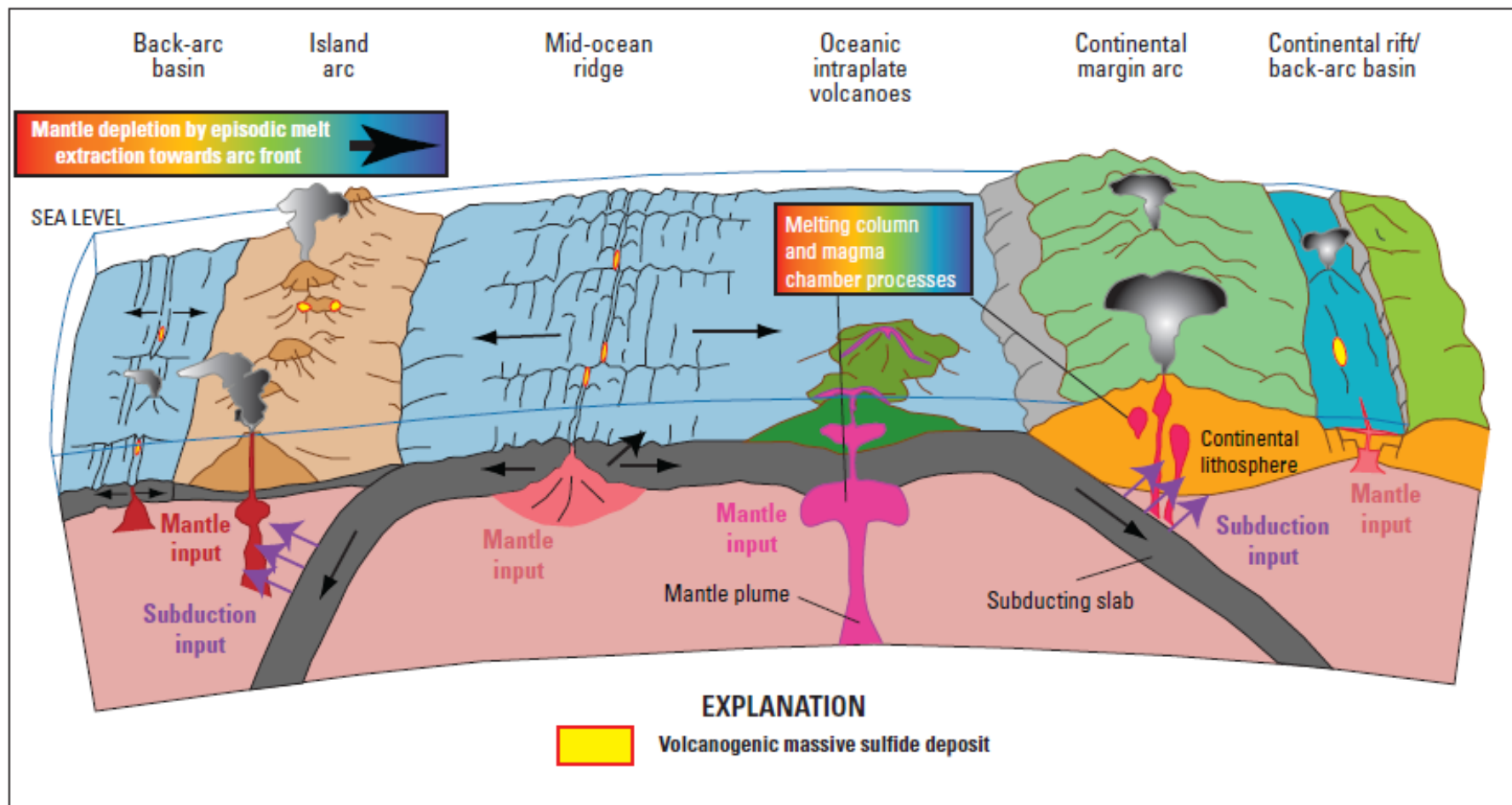
Powstawanie skaleni w wyniku bardzo wolnej równowagowej krystalizacji magmy



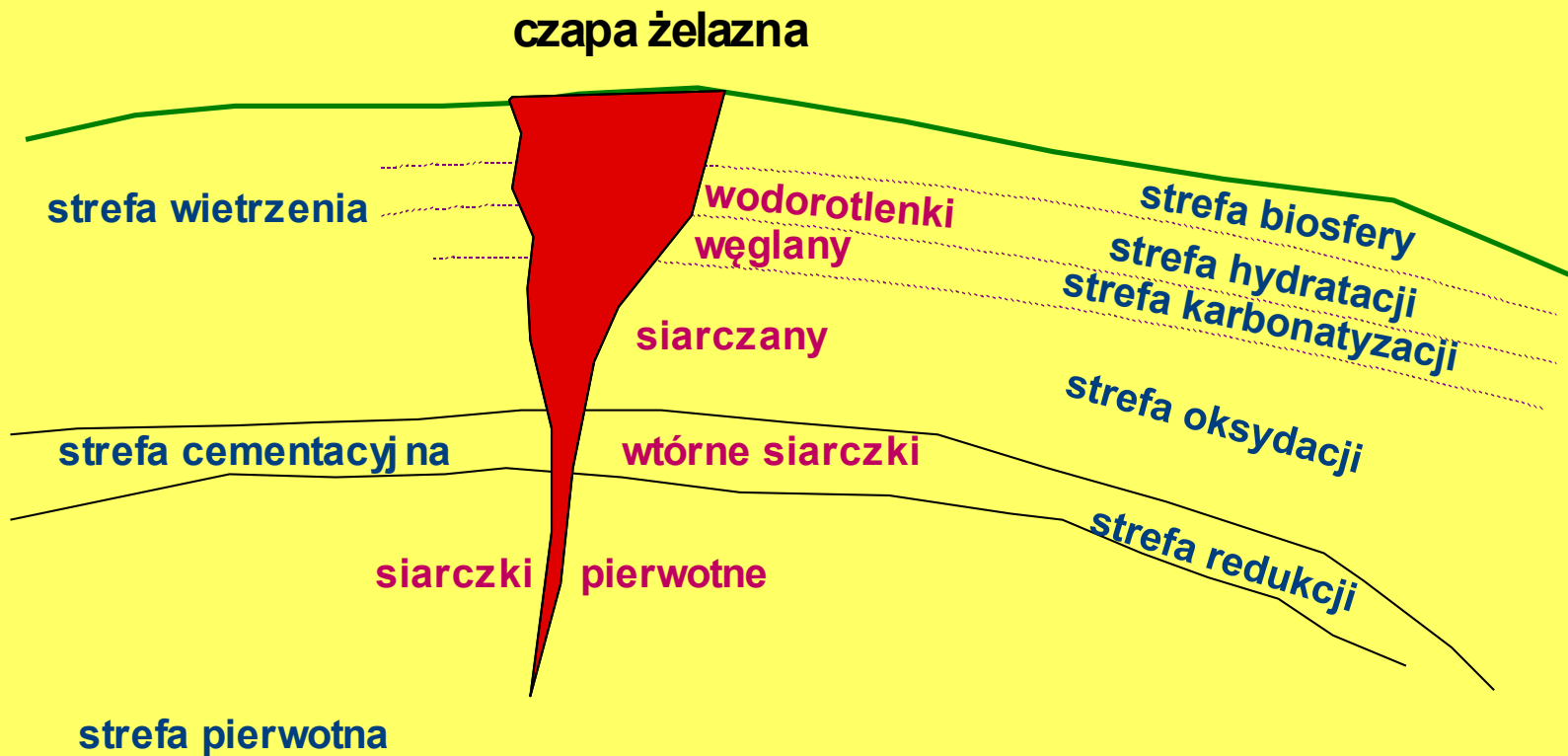


Związek pierwiastków z typami skał magmowych

# 15. Petrology of Associated Igneous Rocks, By W. Ian Ridley 15 of 21, Volcanogenic Massive Sulfide Occurrence Model



**Figure 15–1.** Schematic diagram showing the principal components and processes involved in the production of island-arc and back-arc volcanics that are major lithostratigraphic units associated with volcanogenic massive sulfide deposits. Subduction input includes (1) fluids released at shallow depths due to dehydration reactions, and (2) silicate melts released during partial melting at greater depths. These two processes metasomatize the overlying mantle, adding distinct trace-element assemblages. Movement of the asthenosphere is in response to the subduction process and may involve arc-parallel and arc-oblique movement. Two different mantle domains have been recognized in the western Pacific arcs—“Indian” and “Pacific”—based on isotopic systematics (Klein and others, 1988). Mantle melt extraction at shallow levels and subsequent mixing and fractionation produces a wide variety of volcanics at the surface, most of which are characterized by their hydrous nature. Island-arc volcanics are fundamentally different from back-arc volcanics because of the different inputs from the subducting oceanic crust. Modified from Pearce and Stern (2006).

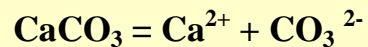


**Podział środowiska wietrzeniowego na strefy**

# wietrzenie, transport, sedymentacja

## Wietrzenie: rozpuszczanie

Iloczyn rozpuszczalności:



jest zdefiniowany jest jako:

$$K = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] / [\text{CaCO}_3]$$

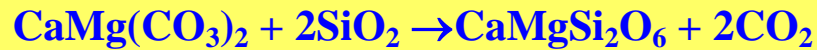
$$L = K [\text{CaCO}_3] = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] \quad L=5 \times 10^{-9} \text{ (20}^\circ\text{C)}$$

Związek	iloczyn rozpuszczalności (L)
CaF <sub>2</sub> (fluoryt)	4x10 <sup>-11</sup>
AgCl (chlorargyryt)	1.8x10 <sup>-10</sup>
Cu <sub>2</sub> S (chalkozyn)	7.2x10 <sup>-49</sup>
BaSO <sub>4</sub> (baryt)	9.8x10 <sup>-11</sup>
CaSO <sub>4</sub> (gips)	9.1x10 <sup>-6</sup>
CaCO <sub>3</sub> (kalcyt)	5x10 <sup>-9</sup>
MgCO <sub>3</sub> (magnezyt)	2x10 <sup>-8</sup>
Ca(OH) <sub>2</sub>	4.68x10 <sup>-6</sup>



**Metamorfoza: najważniejszą rolę odgrywają temperatura i ciśnienie.**

**W tym warunkach skały węglanowe reagują z krzemionką i zachodzi reakcja:**



dolomit

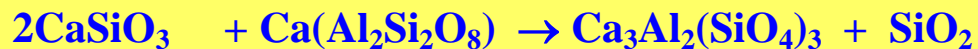
kwarc

diopsyd

dwutlenek węgla

**Ciśnienie wynika z ciężaru nadkładu.**

**Podwyższone ciśnienie prowadzi do tworzenia minerałów o większej gęstości.  
(reguła przekory LeChaterliera-Brauna)**



wolastonit

anortyt

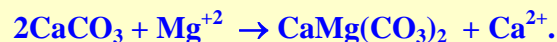
granat

kwarc

**Objętość molowa lewej strony równania wynosi 180,1 a dla prawej zaś 150.5.**

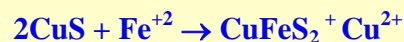
## DIAGENEZA

Pierwotnie strącony w morskim osadzie węglan wapnia wskutek długotrwałego oddziaływania zawartych w wodzie morskiej jonów magnezu ulega reakcji następczej:

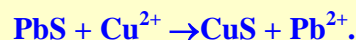
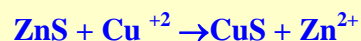


Zjawisko to często prowadzi do całkowitej dolomityzacji osadu.

Oddziaływania jonów żelaza zawartych w wodzie morskiej na świeżo strącony siarczek miedzi może dojść do powstania siarczku mieszanego -chalkopiryty:



Strącone siarczki cynku, ołowiu i miedzi w osadzie mogą ulec przejściu wyłącznie w siarczek miedzi, którego jony dyfundując z wyższych warstw roztworu oddziałują na osad:



Zmiana warunków fizykochemicznych w osadzie zachodzić może w wyniku reakcji biochemicznych.

Syderytyzacja osadu tzn. wypieranie z węglanu wapnia jonów  $\text{Ca}^{2+}$  przez jony  $\text{Fe}^{2+}$  i powstanie syderytu:


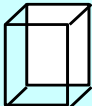
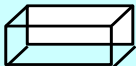


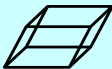
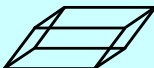
Fosfatyzacja osadu tzn. wypieranie węglanów przez fosforyty

Sylifikacja osadu tzn. wypieranie węglanów przez krzemionkę

Pirytyzacja osadu .....

# Substancje krystaliczne

Tabela 1.1. Krystalograficzna klasyfikacja krystalicznych ciał stałych

Układ	Kształt komórki elementarnej	Minerały
1	2	3
1. Regularny ( <i>C</i> ) 	sześcián $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	halit (NaCl) galena (PbS) fluoryt (CaF <sub>2</sub> ) sfaleryt (ZnS)
2. Tetragonalny ( <i>Q</i> ) 	prostopadłościan o podstawie kwadratowej $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	rutil (TiO <sub>2</sub> ) cyrkon (ZrSiO <sub>4</sub> ) hausmanit (Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) kasyteryt (SnO <sub>2</sub> )
3. Rombowy ( <i>O</i> ) 	prostopadłościan o podstawie prostokątnej $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	siarka (S) baryt (BaSO <sub>4</sub> ) stybнит (Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> ) anhydryt (CaSO <sub>4</sub> )
4. Heksagonalny ( <i>H</i> ) 	prostopadłościan o podstawie romboidalnej $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$	grafit (C) wurcyt (ZnS) korund (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) kowelin (CuS)
5. Trygonalny ( <i>T</i> ) (romboedryczny) 	romboedr $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$	$\alpha$ -kwarc (SiO <sub>2</sub> ) kalcyt (CaCO <sub>3</sub> ) dolomit (MgCa(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) hematyt (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )
6. Jednoskośny ( <i>M</i> ) 	równoległościan $a \neq b \neq c$ $\beta = \gamma = 90^\circ, \alpha \neq 120^\circ$	arsenopiryty (FeSAs) gips (CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O) kryolit (Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> ) diopsyd (CaMgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )
7. Trójskośny ( <i>A</i> ) 	równoległościan $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	albit (NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ) mikroklin (KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ) anortyt (CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ) kaolinit (Al <sub>4</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub> )

**7 układów krystalograficznych (a, b, c,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ )**

**14 typów sieci przestrzennej (a, b, c,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , P, C, I, F)**

**32 klasy symetrii (, , , , ,  )**

## **230 grup przestrzennych**

**Dowolny minerał musi należeć do jednej z 230 grup przestrzennych**

Symbolika grup przestrzennych:

międzynarodowa - np. NaCl - Fm3m

Fiodorowa-Schoenfliesa - np. NaCl - O<sub>h</sub><sup>5</sup>

# Stale indywidualne chemiczne występujące w przyrodzie noszą nazwę minerałów

Odkryto dotąd około **4 000** minerałów

Zaleca się stosownie nazw zatwierdzonych przez Komisję Nazw Minerałów i Nowych Minerałów Międzynarodowej Asocjacji Mineralogicznej adoptowanych do języka polskiego

Polecane źródło: A. Bolewski, A. Manecki *Mineralogia szczegółowa*

Przykłady: carnallit (nie karnalit)  
montmorillonit (nie montmorylonit)  
goethyt (nie getyt)

# Pamiętaj

**Naucz się nazw 100  
najważniejszych minerałów**



## Minerały miedzi

miedź rodzima	Cu
chalkopiryt	$\text{CuFeS}_2$
bornit	$\text{Cu}_2\text{S}\cdot(\text{Fe,Cu})\text{S}$
covellin	CuS
chalkozyn	$\text{Cu}_2\text{S}$
tetraedryt	$\text{Cu}_3\text{SbS}_{4-5}$
energit	$\text{Cu}_3\text{AsS}_4$
kupryt	$\text{Cu}_2\text{O}$
tenoryt	CuO
malachit	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$
azuryt	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$
chryzokola	$\text{CuSiO}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$

## Minerały srebra

srebro rodzime	Ag
elektrum	(Au, Ag)
argentyt	$\text{Ag}_2\text{S}$
pirargyryt	$\text{Ag}_3\text{SbS}_3$
chlorargyryt	AgCl

## Minerały złota

złoto rodzime	Au
sylvanit	$\text{AuAgTe}_4$
calaveryt	$(\text{Au,Ag})\text{Te}_2$

## Minerały ołowiu

galena	PbS
cerusyt	$\text{PbCO}_3$
anglezyt	$\text{PbSO}_4$
bietiechtinit	$\text{Pb}(\text{Cu, Fe})_{21}\text{S}_{15}$

## Minerały cynku

<b>sfaleryt</b>	<b>ZnS</b>
<b>smitsonit</b>	<b>ZnCO<sub>3</sub></b>
<b>willemit</b>	<b>Zn<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)</b>
<b>franklinit</b>	<b>ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub></b>

## Minerały glinu

<b>diaspor</b>	<b>α-AlOOH</b>
<b>boehmit</b>	<b>γ-AlOOH</b>
<b>gibbsyt</b>	<b>γ-Al(OH)<sub>3</sub></b>
<b>leucyt</b>	<b>K(AlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>)</b>

## MINERAŁY NIKLU

**pentlandyt – (Fe,Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>**

**milleryt – β-NiS**

**gersdorfit – NiAsS**

**nikiel-skutterudyt**

**(dawniej chloantyt) – (Ni,Co)As<sub>3-2</sub>**

**nikielin – NiAs**

**annabergit - Ni<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 8H<sub>2</sub>O**

## MINERAŁY KOBALTU

**linneit – Co<sub>3</sub>S<sub>4</sub>**

**cobaltyn –CoAsS**

**skutterudyt –CoAs<sub>3</sub>**

**asbolan – m(Co, Ni)O · MnO<sub>2</sub> · nH<sub>2</sub>O**

**erytryn – Co<sub>3</sub>[AsO<sub>4</sub>]<sub>2</sub> · nH<sub>2</sub>O**



# Minerały żelaza

## Pierwiastki rodzime

Magnetyt	$\text{Fe}_3\text{O}_4$		
Hematyt	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Grafit	C
Goethyt	$\alpha\text{-FeOOH}$	Diament	C
Syderyt	$\text{FeCO}_3$	Fulleryt	C
Szamozyt	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_5\text{Al}[(\text{O}, \text{OH})_8 \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$	Siarka	S
Żelazo rodzime	Fe	Złoto	Au
Pirytyt (regularny)	$\text{FeS}_2$	Srebro	Ag
Markasyt (rombowy)	$\text{FeS}_2$	Żelazo	Fe
Pirotyn	FeS	Miedź	Cu
Ilmenit	$\text{FeTiO}_3$	Platyna	Pt

**Minerały typu sole  
łatwo rozpuszczalne**

**Minerały typu sole  
trudno rozpuszczalne**

**Villiaumit**

**NaF**

**Fluoryt**

**CaF<sub>2</sub>**

**Sylvin**

**KCl**

**Kryolit**

**Na<sub>3</sub>[AlF<sub>6</sub>]**

**Halit**

**NaCl**

**Baryt**

**BaSO<sub>4</sub>**

**Carnalit**

**KMgCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O**

**Anhydryt**

**CaSO<sub>4</sub>**

**Salmiak**

**NH<sub>4</sub>Cl**

**Gips**

**CaSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O**

**Bischofit**

**MgCl<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O**

**Celestyn**

**SrSO<sub>4</sub>**

**Kizeryt**

**MgSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O**

**Kizeryt**

**MgSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O**

**Kalcyt**

**CaCO<sub>3</sub>**

**Dolomit**

**CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**

**Magnezyt**

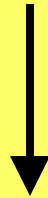
**MgCO<sub>3</sub>**

## Minerały skałotwórcze

<b>Kwarc</b>	<b><math>\text{SiO}_2</math></b>
<b>Opal</b>	<b><math>\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}</math></b>
<b>Ortoklaz (jednoskośny)</b>	<b><math>\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]</math></b>
<b>Mikroklin (trójskośny)</b>	<b><math>\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]</math></b>
<b>Albit</b>	<b><math>\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]</math></b>
<b>Anortyt</b>	<b><math>\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]</math></b>
<b>Muskowit</b>	<b><math>\text{K}(\text{Al})_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]</math></b>
<b>Biotyt</b>	<b><math>\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]</math></b>
<b>Oliwiny</b>	<b><math>(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]</math></b>
<b>Kaolinit</b>	<b><math>\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]</math></b>
<b>Illit</b>	<b><math>\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]</math></b>
<b>Magnesiohornblenda</b>	<b><math>\text{Ca}_2\text{Mg}_4(\text{Al., Fe}^{3+})[\text{OH}]_2[(\text{AlSi}_7\text{O}_{22})]</math></b>
<b>Augit</b>	<b><math>(\text{Ca, Mg, Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3}, \text{Ti, Al})_2[(\text{Si, Al})_2\text{O}_6]</math></b>

## Obecnie pokutujące spojrzenie

**Rozdrabnianie**



**Klasyfikacja**



**Wzbogacanie**

- flotacyjne
- grawitacyjne
- magnetyczne
- itd.



**Konfekcjonowanie**

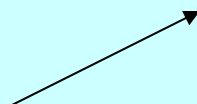
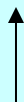
- suszenie
- pobieranie prób
- porcjowanie
- itd.

# Proponowane spojrzenie na procesy mineralurgiczne

## SEPARACJE

(operacje główne)

**Separacja mechaniczna**  
(Rozdrabnianie)



**Separacja ziarnowa**  
(Klasyfikacja)

(operacje przygotowawcze)

### SEPARACJA

- flotacyjna
- grawitacyjna
- magnetyczna
- itd.



### SEPARACJA

- suszenie
- pobieranie prób
- porcjowanie
- itd.

(operacje  
uzupełniające)

