

Harmonogram postępowania rekrutacyjnego i zakres egzaminów

Harmonogram postępowania rekrutacyjnego do Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkoły Doktorskiej:

Nabór wniosków:	Osobiście – w siedzibie Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN przy ul. Radzikowskiego 152 w Krakowie w Sekretariacie Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkoły Doktorskiej (bud. 5, parter, pok. 5224) w dniach: od 24.08.2026 r. r. do 08.08.2026 r., w godzinach 9.00 – 14.00. Za pośrednictwem pełnomocnika – od 24.08.2026 r. r. do 08.08.2026 r. Kandydaci którzy nie mogą złożyć samodzielnie wniosków (a w szczególności kandydaci zagraniczni) muszą mieć przedstawiciela w PL pełniącego funkcję pełnomocnika do przekazywania i odbierania wszystkich dokumentów (wniosek wraz z załącznikami oraz decyzje administracyjne) w imieniu kandydata. Do dokumentów należy dołączyć podpisane pełnomocnictwo. E-Doręczenia – od 24.08.2026 r. r. do 08.08.2026 r., Adres do Doręczeń Elektronicznych (ADE) Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk: AE:PL-58418-18875-VCRAG-2. Oryginały dokumentów należy okazać w Sekretariacie KISD w celu potwierdzenia zgodności kopii z oryginałem najpóźniej 1 dzień roboczy przed immatrykulacją. Poczta tradycyjna – na adres: Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków w dniach od 24.08.2026 r. r. do 08.08.2026 r.
Weryfikacja wniosków pod względem formalnym:	do 08.09.2026 r.
Publikacja szczegółowego harmonogramu egzaminu kierunkowego:	do 09.09.2026 r.

Egzaminy kwalifikacyjne do KISD (ewentualne zmiany terminu będą umieszczane na stronie szkoły)	10-16.09.2026
Publikacja list rankingowych:	do 18.09.2026 r.
Publikacja listy doktorantów:	do 21.09.2026 r.
Termin na złożenie oświadczenia o niepodjęciu kształcenia w innej szkole doktorskiej:	do 28.09.2026 r. godz.14.00
Ogłoszenie rekrutacji uzupełniającej:	-

Zakres egzaminów / Scope of the examination:

[Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN:](#)

Forma egzaminu kierunkowego:

- rozmowa** na temat pracy magisterskiej kandydata lub ostatnio realizowanego projektu, w którym brał/bierze udział / *an interview on the candidate's thesis or a recently implemented project in which he / she participated;*
- dwa pytania** obejmujące zagadnienia chemii fizycznej z listy zagadnień podstawowych A / *two questions covering the issues of basic scope from the A list below;*
- jedno pytanie** z wybranej przez kandydata listy zagadnień dodatkowych B – H / *one question covering the extra scope of the exam from the B-H lists below.*

Lista A - ZAGADNIENIA PODSTAWOWE / List A - basic scope of the exam

A.1 Budowa cząsteczki i rodzaje wiązań chemicznych

- struktura elektronowa atomu a jego pozycja w układzie okresowym pierwiastków;
- rodzaje wiązań chemicznych, elektroujemność;
- orbitale molekularne układów wieloatomowych;

A.1 Structure of the molecules and types of chemical bonds

- the electronic structure of atoms and their properties vs. position in the periodic table of elements;
- types of chemical bonds, the concept of electronegativity;

- *molecular orbitals of polyatomic systems;*

A.2 Właściwości gazów, termodynamika

- gaz doskonały a gaz rzeczywisty;
- oddziaływania międzycząsteczkowe;
- zasady termodynamiki;
- funkcje termodynamiczne;
- stała równowagi chemicznej (Reguła Le Chateliera-Browna).

A.2 Properties of gases, thermodynamics

- *ideal versus real gas;*
- *intermolecular interactions;*
- *laws of thermodynamics;*
- *thermodynamic functions;*
- *chemical equilibrium constant (Le Chatelier-Brown rule).*

A.3 Fizykochemia ciała stałego

- stany skupienia materii, struktury krystaliczne;
- elementy teorii pasmowej;
- diagramy i przemiany fazowe (przykłady);
- defekty struktury krystalicznej.

A.3 Physical chemistry of solids

- *states of matter, crystal structures;*
- *elements of the band theory;*
- *diagrams and phase transitions (examples);*
- *crystal structure defects.*

A.4 Podstawowe metody badania materii

- podstawy dyfraktometrii rentgenowskiej (prawo Bragga);
- podstawy spektroskopii IR i ramanowskiej, (reguły wyboru);
- podstawy spektroskopii UV-vis (Prawo Lamberta-Beera);
- podstawy rentgenowskiej spektroskopii fluorescencyjnej (XRF).

A.4 Basic experimental methods

- *basics of X-ray diffraction (Bragg's law);*
- *basics of IR and Raman spectroscopy (selection rules);*

- *basics of UVvis spectroscopy (Beer-Lambert law); - basics of X-ray fluorescence spectroscopy (XRF).*

Listy B-H - ZAGADNIENIA DODATKOWE / Lists B-H - extra scope of the exam

B. Biokataliza

- hierarchiczna budowa białek;
- budowa i funkcja kwasów nukleinowych (RNA, DNA);
- kataliza enzymatyczna;
- podstawy działania enzymów.

B. Biocatalysis

- *structure of proteins;*
- *structure and function of nucleic acids (RNA, DNA);*
- *enzymatic catalysis;*
- *basics of enzymatic mechanisms.*

C. Fizykochemia bio-nano-struktur

- dyfuzja, współczynnik dyfuzji (dynamiczne rozpraszanie światła);
- zjawiska elektrokinetyczne (potencjał zeta);
- podwójna warstwa elektryczna (modele struktury: Helmholtza, Gouy'a-Chapmana, Sterna).

C. Physicochemistry of bio-nano-structures

- *diffusion, diffusion coefficient (dynamic light scattering);*
- *electrokinetic phenomena (zeta potential);*
- *electrical double layer (structure models: Helmholtz, Gouy-Chapman, Stern).*

D. Metody i zjawiska w fizyce powierzchni

- powierzchniowo czułe metody dyfrakcyjne (LEED, RHEED);
- spektroskopia fotoelektronów w zakresie promieniowania X (XPS);
- mikroskopie ze skanującą sondą (SPM);
- adsorpcja, izotermy adsorpcji.

D. Surface science methods and phenomena

- *surface sensitive diffraction methods (LEED, RHEED);*
- *X-ray photoelectron spectroscopy (XPS);*
- *scanning probe microscopes (SPM);*
- *adsorption, adsorption isotherms.*

E. Właściwości roztworów i elektrolitów

- teorie kwasów i zasad (wg. Brönsteda i Lewisa);
- dysocjacja i przewodnictwo elektrolitów, stopień i stała dysocjacji, reakcje w elektrolitach;
- osmoza i dyfuzja (Prawa Ficka).

E. Properties of solutions and electrolytes

- *theories of acids and bases (according to Brönsted and Lewis);*
- *dissociation and conductivity of electrolytes, degree and constant of dissociation, reactions in electrolytes;*
- *osmosis and diffusion (Fick's laws).*

F. Elementy elektrochemii

- elektroliza i ogniwa elektrochemiczne;
- szereg elektrochemiczny (napięciowy) metali;

F. Elements of electrochemistry

- *electrolysis and electrochemical cells;*
- *electrochemical series of metals;*

G. Zjawiska powierzchniowe gaz/ciało stałe

- adsorpcja, izotermy adsorpcji;
- kataliza heterogeniczna, przykłady reakcji katalitycznych;
- aktywność katalityczna (konwersja, selektywność, TON);

G. Gas / solid surface phenomena

- *adsorption, adsorption isotherms;*
- *heterogeneous catalysis, examples of catalytic reactions;*
- *catalytic activity (conversion, selectivity, TON);*

H. Zjawiska powierzchniowe ciecz/ciało stałe

- adsorpcja i izotermy adsorpcji;
- koloidy (typy, podział, rozmiar i kształt, podwójna warstwa elektryczna, reguła Schulz-Hardy, punkt izoelektryczny, potencjał zeta);
- surfaktanty (właściwości, micle);
- napięcie powierzchniowe;
- zjawiska kapilarne;

H. Interfacial phenomena liquid/solid

- *adsorption and adsorption isotherms*
- *colloids (types, size, shape, electric double layer, Schulz-Hardy rule, isoelectric point, zeta potential)*
- *surfactants (properties, micelles)*
- *surface tension*
- *capillary action*

Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. Aleksandra Krupkowskiego PAN:

forma egzaminu kierunkowego: **egzamin ustny i prezentacja Kandydata***

zakres pytań/temat prezentacji:

- 1) Prezentacja głównych zagadnień pracy magisterskiej oraz metod badawczych w niej wykorzystywanych (25%)
- 2) Pytania (3) z zakresu podstaw inżynierii materiałowej (75 %):
 - a) Wiązania między atomami
 - b) Krystalografia - podstawy
 - c) Właściwości mechaniczne materiałów
 - d) Dyfuzja i defekty struktury krystalicznej
 - e) Wykresy fazowe
 - f) Przemiany strukturalne
 - g) Metale i ich stopy, ceramiki i szkła, polimery, kompozyty
 - h) Kształtowanie wyrobów
 - i) Własności elektryczne, magnetyczne, optyczne i cieplne
 - j) Korozja materiałów
 - k) Charakterystyka materiałów

Na podstawie książki: M. Blicharski Inżynieria Materiałowa Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2017

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN:

forma egzaminu kierunkowego: **egzamin ustny i prezentacja Kandydata***

Temat prezentacji Kandydata:

Autoprezentacja dotycząca tematyki pracy magisterskiej i/lub zainteresowań naukowych. Max. 5 slajdów przejrzystych w formie wydruków dla każdego członka Komisji Rekrutacyjnej (5 kopii) – czas prezentacji max. 10 minut (30%)

Self-presentation on the subject of the Master thesis or/and scientific interests. 5 transparent slides in the form of printouts for each member of the Recruitment Committee (5 copies) - presentation time max. 10 minutes (30%).

Egzamin ustny - zakres pytań:

Cztery pytania obejmujące zagadnienia inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki z poniższej listy (70%).

Four questions covering the issues of Environmental engineering, mining and energy from the list below (70%).

Pytania dla Kandydata z zakresu odnawialnych źródeł energii:

1. Omów podstawowe surowce energetyczne oraz kierunki i uwarunkowania ich stosowania.

Discuss the basic energy resources as well as the directions and conditions of their use.

2. Omów rynek energii i rynek paliw w Polsce – podstawowe cechy

Discuss the energy market and the fuel market in Poland – basic features.

3. Przedstaw charakterystykę głównych odnawialnych źródeł energii (w tym energii geotermalnej) oraz kierunki i uwarunkowania ich stosowania.

Present the characteristics of the main renewable energy sources (including geothermal energy) and the directions and conditions of their use.

4. Omów zjawisko dywersyfikacji źródeł surowców energetycznych i paliw dla polskiej gospodarki oraz tendencje zmian w tym zakresie.

Discuss the phenomenon of diversification of energy resources and fuels for the Polish economy and the trends of changes in this area.

5. Przedstaw klasyfikację zasobów energii geotermalnej, kryteria klasyfikacji, przykładowy podział zasobów wg wskazanego kryterium. Odniesienie się do warunków Polskich – jakie zasoby występują dla wybranego kryterium.

Discuss the classification of geothermal energy resources, classification criteria, an exemplary of resources types according to the indicated criterion. Reference to Polish conditions - what resources are there for the selected criterion.

6. Omów definicję i podaj przykłady pośredniego i bezpośredniego wykorzystania energii geotermalnej. Jakie są ograniczenia związane z pośrednim i bezpośrednim wykorzystaniem energii geotermalnej.

Discuss the definition and give examples of indirect and direct use of geothermal energy. What are the limitations associated with the indirect and direct use of geothermal energy?

7. Omów definicję zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną.

Discuss the definition of the demand for useful, final and primary energy.

8. Przedstaw sposoby sterowania mocą dostarczoną dla instalacji grzewczych - zalety i wady.

Present the methods of controlling the power supplied for heating installations - advantages and disadvantages.

9. Omów zagadnienie strat energii cieplnej dla typowego obiektu komunalnego, udział procentowy poszczególnych mechanizmów na które obiekt wymienia energię z otoczeniem. Stosowane sposoby redukcji strat ciepła wraz z oceną efektów ich stosowania.

Discuss the issue of heat energy losses for a typical municipal facility, the percentage share of individual mechanisms for which the facility exchanges energy with the environment. The methods of reducing heat losses with the assessment of the effects of their application.

10. Pompy ciepła – definicja, krajowy rynek pomp ciepła, rodzaje stosowanych pomp ciepła, zalety i wady dla dwóch wybranych, najbardziej popularnych technologii. Ocena ilościowe efektów wykorzystania pomp ciepła, mierniki efektywności, zakresy wartości jakie mierniki te przyjmują.

Heat pumps – definition, domestic market of heat pumps, types of heat pumps used, advantages and disadvantages for the two selected, most popular technologies. Quantitative assessment of the effects of using heat pumps, efficiency measures, ranges of values that these measures take.

Pytania dla Kandydata z zakresu inżynierii środowiska:

1. Przedstaw obowiązki przedsiębiorcy górniczego w zakresie rekultywacji terenów pogórnich w Polsce. Zagadnienie przedstaw opierając się na przykładach.

Describe the responsibilities of a mining entrepreneur regarding the reclamation of post-mining areas in Poland. Use examples to illustrate this issue.

2. Scharakteryzuj główne kierunki rekultywacji i zagospodarowania terenów pogórnich w Polsce opierając się na przykładach z górnictwa odkrywkowego i podziemnego

Characterize the main directions of reclamation and development of post-mining areas in Poland, based on examples from open-pit and underground mining.

3. Rekultywacja i rewitalizacja – scharakteryzuj pojęcia i podaj przykłady.

Reclamation and revitalization – characterize the concepts and provide examples.

4. Omów metody oczyszczania ścieków – fizyczne, chemiczne, biologiczne. Podaj przykłady wykorzystania dla różnych strumieni ścieków.

Discuss the methods of wastewater treatment - physical, chemical, biological. Give examples of use for different waste water streams.

5. Przedstaw metody uzdatniania oraz odzysku wody. Przedstaw ich wady i zalety oraz podaj przykłady instalacji odzysku wody w Polsce i na świecie.

Present the methods of water treatment and recovery. Present their advantages and disadvantages and give examples of water recovery installations in Poland and in the world.

6. Wymień grupy krzemianów i glinokrzemianów i omów szczegółowo budowę wewnętrzną glinokrzemianów przestrzennych.

List the groups of silicates and aluminosilicates and discuss in detail the internal structure of spatial aluminosilicates.

7. Omów zjawisko sorpcji z wyróżnieniem sorpcji chemicznej i fizycznej, wyjaśnij różnicę pomiędzy adsorpcją i absorpcją.

Discuss the sorption phenomenon with the distinction of chemical and physical sorption, explain the difference between adsorption and absorption.

8. Omów zjawisko eutrofizacji, strategie ochrony wód przed zanieczyszczeniem surowcami biogenicznymi ze źródeł antropogenicznych oraz kierunki przeciwdziałania eutrofizacji.

Discuss the phenomenon of eutrophication, strategies of water protection against contamination with biogenic raw materials from anthropogenic sources and the directions of counteracting eutrophication.

9. Omów zjawisko dyfrakcji rentgenowskiej oraz znaczenie techniki pomiarowej metodą dyfrakcji niskokątowej.

Discuss the phenomenon of X-ray diffraction and the importance of the measurement technique using the low-angle diffraction method.

10. Scharakteryzuj metody analiz ilościowych i jakościowych oraz podaj przykłady technik pomiarowych.

Characterize the methods of quantitative and qualitative analysis and give examples of measurement techniques.

11. Scharakteryzuj budowę wewnętrzną minerałów ilastych i zeolitów oraz jej wpływ na właściwości sorpcyjne, jonowymienne i katalityczne.

Characterize the internal structure of clay minerals and zeolites and its influence on sorptionion exchange and catalytic properties.

12. Scharakteryzuj typy reakcji chemicznych oraz podaj przykłady i istotę tych reakcji ze szczególnym omówieniem reakcji syntezy.

Characterize the types of chemical reactions and give examples and the essence of these reactions with a special discussion of the synthesis reactions.

Pytania dla Kandydata z zakresu górnictwa

1. Omów klasyfikację zasobów kopalin w Polsce i porównaj ją do innych klasyfikacji obowiązujących w Europie i na świecie.

Discuss the classification of mineral resources in Poland and compare it to other classifications in force in Europe and in the world.

2. Omów podstawowe założenia polityki surowcowej Polski w kontekście bezpieczeństwa surowcowego kraju zgodnie z ostatnim obowiązującym dokumentem.

Discuss the basic assumptions of Poland's raw material policy in the context of the country's raw material security in accordance with the last document in force.

3. Przedstaw charakterystykę surowców krytycznych dla Unii Europejskiej w kontekście ich znaczenia gospodarczego.

Present the characteristics of critical raw materials for the European Union in the context of their economic importance.

4. Scharakteryzuj potencjał zasobowy Polski.

Characterize the resource potential of Poland.

5. Scharakteryzuj potencjał zasoby Polski w kontekście dostaw surowców krytycznych dla UE

Characterize Poland's resource potential in the context of the supply of critical raw materials for the EU.

6. Scharakteryzuj potencjał zasobowy Polski w kontekście polityki energetycznej Polski i UE

Characterize Poland's resource potential in the context of Polish and EU energy policy.

7. Omów stan górnictwa w Polsce z uwzględnieniem kopalin skalnych, energetycznych, chemicznych i metalicznych

Discuss the state of mining in Poland, taking into account all types of extracted minerals.

8. Potencjał Polski w zakresie surowców metalicznych – stan obecny i perspektywy rozwoju.

Poland's potential in the field of metallic raw materials - current status and development prospects.

9. Scharakteryzuj strukturę importu i eksportu gazu ziemnego, ropy naftowej, miedzi i żelaza do Polski w ostatnim pięcioleciu.

Characterize the structure of imports and exports of natural gas, crude oil, copper and iron to Poland in the last five years.

10. Bariery rozwoju górnictwa w Polsce i UE.

Barriers to the development of mining in Poland and the EU.

Pytania dla Kandydata do z zakresu gospodarki o obiegu zamkniętym:

1. Omów pojęcie, zakres i filozofię gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) w kontekście gospodarki surowcami pierwotnymi i wtórnymi, w szczególności w kontekście implementacji GOZ w Polsce.

Characterize the concept, scope and philosophy of the circular economy (CE) in the context of primary and secondary raw materials management, in particular in the context of the implementation of circular economy in Poland.

2. Przedstaw przykłady zastosowań wybranych materiałów odpadowych w inżynierii i ochronie środowiska (w tym np. odpadów komunalnych, osadów ściekowych, popiołów ze spalania osadów ściekowych, popiołów lotnych i innych nośników krzemionki).

Present examples of possible applications of selected waste materials in engineering and environmental protection (including, for example, municipal waste, sewage sludge, ashes from sewage sludge incineration, fly ash and other silica carriers).

3. Omów podstawowe założenia dla wody w gospodarce o obiegu zamkniętym (GOZ).

Discuss the basic assumptions of water in a circular economy (CE).

4. Omów technologie odzysku surowców z odpadów, ze szczególnym uwzględnieniem surowców biogenicznych. Przedstaw ich wady i zalety oraz podaj przykłady w Polsce i na świecie.

Discuss the technologies of raw material recovery from waste, with particular emphasis on biogenic raw materials. Present their advantages and disadvantages and give examples of water recovery installations in Poland and in the world.

5. Omów możliwości wykorzystania odpadów wydobywczych. Podaj przykłady z Polski i świata.

Discuss the potential uses of mining waste. Provide examples from Poland and in the world.

6. Opisz możliwości odzysku metali ze źródeł odpadowych opierając się na przykładach z Polski i Europy.

Describe the possibilities of recovering metals from waste sources, based on examples from Poland and Europe.

7. Omów bariery rozwoju odzysku metali ze źródeł odpadowych w Polsce i na świecie.

Discuss the barriers to the development of metal recovery from waste sources in Poland and in the world.

8. Podaj i scharakteryzuj podstawowe źródła wtórne surowców krytycznych i możliwości ich odzysku.

List and characterize the main secondary sources of critical raw materials and the possibilities of their recovery.

9. Scharakteryzuj stan rozwoju odzysku metali, w tym surowców krytycznych w Polsce i UE.

Characterize the state of development of metal recovery, including critical raw materials, in Poland and the EU.

Pytania dla Kandydata z zakresu energetyki:

1. Scharakteryzuj strukturę zużycia nośników energii pierwotnej oraz strukturę wytwórczą energii elektrycznej w Polsce. Omów bilans podstawowych nośników energii (produkcja krajowa, import/eksport, etc.).

Characterize the structure of consumption of primary energy carriers and the structure of electricity production (energy mix) in Poland. Discuss the balance of the main primary energy carriers (domestic production, import/export, etc.).

2. Scharakteryzuj koszty stałe i koszty zmienne w górnictwie węgla kamiennego i energetyce.

Characterize fixed and variable costs in hard coal mining and power generation sectors.

3. Omów wybrane technologie kogeneracji i trigeneracji stosowane w energetyce i ich rolę w dekarbonizacji gospodarki.

Discuss the selected cogeneration and trigeneration technologies used in the energy sector and their role in the decarbonisation of the economy.

4. Scharakteryzuj rolę indeksów (wskaźników) cenowych na globalnym rynku surowców – podstawowe indeksy cenowe dla węgla kamiennego, ropy naftowej i gazu ziemnego.

Characterize the role of price indices on the global commodity market – basic price indices for hard coal, crude oil and natural gas.

5. Przedstaw najważniejsze aspekty funkcjonowania rynku energii elektrycznej oraz rynku mocy w Polsce.

Present the main aspects of the of the electricity market and the capacity market functioning in Poland.

6. Wymień najważniejsze regulacje/polityki klimatyczno-energetyczne funkcjonujące na poziomie Unii Europejskiej i omów ich wpływ na sektor paliwowo-energetyczny.

Give examples of the most important climate and energy regulations/policies functioning at the European Union level and discuss their impact on the fuel and energy sector.

7. Omów najważniejsze ograniczenia rozwoju krajowego systemu elektroenergetycznego w podziale na czynniki zasobowe, technologiczne, regulacyjne/prawne, środowiskowe oraz społeczne.

Discuss the most important constraints on the development of the national power system broken down by resource, technological, regulatory/legal, environmental and social factors.

8. Wymień i krótko scharakteryzuj istniejące technologie energetyczne. Jakie są główne elementy składające się na system wytwarzania energii elektrycznej?

What types of power generation technologies exist? What are the major elements of a power system?

9. Omów główne cechy charakteryzujące model rynku doskonale konkurencyjnego.

What are the major forces that drive a perfectly competitive market?

10. Scharakteryzuj i wykaż różnice w stosowanych w modelach optymalizacyjnych systemów wytwarzania energii elektrycznej podejściach: ekonomicznego rozdziału obciążeń (economic dispatch) oraz doboru jednostek (unit commitment).

Characterize and discuss what is the difference between economic dispatch and unit commitment optimization models?

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki:

- **nauki inżynieryjno-techniczne, dyscyplina inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka:**

forma egzaminu kierunkowego: **egzamin ustny/prezentacja Kandydata***

Form of the examination: **oral exam** / ~~Candidate's presentation~~

Lista pytań:

1. Jak nazywa się obieg cieplny wykorzystywany w klasycznych elektrowniach parowych i z jakich elementów się składa?
2. Jak definiuje się ciepło właściwe?
3. Jaka jest zależność między temperaturą nasycenia wody, a jej ciśnieniem?
4. Jak definiuje się sprawność energetyczną obiegu termodynamicznego?
5. Jakie zanieczyszczenia wody powodują jej korozyjne działanie na ścianki stalowe?
6. Jakie zjawisko odpowiada za główne ograniczenia technologiczne elektrowni węglowych w kontekście szybkiej regulacji mocy w systemie elektroenergetycznym?
7. Jakimi parametrami muszą cechować się zbiorniki ciśnieniowe?
8. Z czym jest związane zjawisko stratyfikacji termicznej w zbiorniku ciepłej wody użytkowej?
9. W jaki sposób wyznacza się długość promienia hydraulicznego przy całkowitym napełnieniu kanału o przekroju kołowym?
10. Jakie są główne różnice pomiędzy budową i zasadą działania obiegów elektrowni jądrowych wykorzystujących reaktory PWR oraz reaktory BWR?

Literatura

1. F. Strzelczyk, M. Pawlik "Elektrownie", PWN, 2016.
2. P. Orłowski, W. Dobrzański, E. Szwarc "Kotły parowe konstrukcja i obliczenia", WNT, 1979.

3. J. Taler, P. Duda "Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła", WNT, 2003.
4. M. Fulcher "Handbook of Nuclear Power Plants", CLANRYE INTERNATIONAL, 2015.

List of questions:

1. *What is the name of the thermal cycle used in classic steam power plants and what elements does it consist of?*
2. *How is specific heat defined?*
3. *What is the relationship between the saturation temperature of water and its pressure?*
4. *How is the energy efficiency of a thermodynamic cycle defined?*
5. *What water contaminants cause its corrosive effect on steel walls?*
6. *What phenomenon is responsible for the main technological limitations of coal-fired power plants in the context of rapid power regulation in the power system?*
7. *What parameters must pressure vessels have?*
8. *What is the phenomenon of thermal stratification in a domestic hot water tank related to?*
9. *How is the length of the hydraulic radius determined when a circular cross-section channel is completely filled?*
10. *What are the main differences between the design and operation of nuclear power plant circuits using PWR reactors and BWR reactors?*

Literature

1. F. Strzelczyk, M. Pawlik, "Power Plants," PWN, 2016.
2. P. Orłowski, W. Dobrzański, E. Szwarc "Steam boilers: design and calculations", WNT, 1979.
3. J. Taler, P. Duda, "Solving Simple and Inverse Heat Conduction Problems," WNT, 2003.
4. M. Fulcher, Handbook of Nuclear Power Plants, CLANRYE INTERNATIONAL, 2015.

**niepotrzebne skreślić*