

**Lista pytań na egzamin dyplomowy magisterski
na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej
Politechniki Warszawskiej**

(obowiązujące dla studiów w języku polskim, rozpoczynających się w roku akademickim 2024/25 i później, oraz dla studiów w języku angielskim, rozpoczynających się w roku akademickim 2023/24 i później)

Pytania kierunkowe dla specjalności polskojęzycznych

1. Omówić metody badania i opisu matematycznego właściwości dynamicznych obiektów fizycznych w instalacjach przemysłowych.
2. Omówić zasadę działania i właściwości dynamiczne dowolnego układu regulacji automatycznej stosowanego w procesach inżynierii chemicznej.
3. Omówić zasadę działania i właściwości dynamiczne regulatorów stosowanych w układach regulacji automatycznej procesów przemysłowych.
4. Wyjaśnić na czym polega koncepcja elementarnych członów dynamicznych. Omówić zastosowanie tej koncepcji do opisu dynamiki rzeczywistych obiektów fizycznych w instalacjach przemysłowych.
5. Omówić typowe zadania optymalizacyjne – podać przykłady.
6. Omówić składniki modelu optymalizacji i wskazać metody rozwiązania dla różnych problemów inżynierii chemicznej – podać przykłady.
7. Przedstawić hipotezę Reynoldsa i hipotezę ergodyczności oraz podstawowe koncepcje uśredniania przepływu burzliwego oparte na tych hipotezach. Wymienić niezmienniki procedury uśredniania, a następnie wyjaśnić, jakie cechy powinien mieć przepływ burzliwy, aby różne metody uśredniania prowadziły do tego samego wyniku.
8. Zbadać wpływ zmiany skali oraz prędkości translacyjnej układu przepływowego na niezmienniczość równań Eulera i Naviera–Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Wymienić warunki, które muszą być spełnione, aby każde z tych równań zachowało niezmienniczość po transformacji.
9. Na przykładzie symulacji pracy kolumny rektyfikacyjnej przy pomocy aparatu Tower omówić kolejne kroki tworzenie projektu w programie Chemcad.
10. Omówić kolejne etapy rozwiązywania problemów inżynierskich przy użyciu obliczeniowej mechaniki płynów.
11. Wymienić i omówić podstawowe modele przepływów wielofazowych wykorzystywanych w obliczeniowej mechanice płynów.
12. Opisać metodę objętości skończonej na przykładzie równoważnych form równań bilansu energii dla warunków ustalonych w przestrzeni dwuwymiarowej:

$$\rho c_p \left(u_x \frac{\partial T}{\partial x} + u_y \frac{\partial T}{\partial y} \right) = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + S_v$$

$$\int_A n(\rho c_p u T) dA = \int_A n(\lambda \nabla T) dA + \int_V S_v dV$$

Pytania specjalnościowe - specjalność Bioinżynieria

1. Jakie są rodzaje produktów przemian metabolicznych? Podać przykłady takich produktów oraz zaproponować sposób matematycznego opisu szybkości ich wydzielania.
2. W jakim celu stosuje się w praktyce laboratoryjnej plany eksperymentów DOE. Przedstawić i porównać założenia planów Placketta-Burmana (PB) i Boxa-Behnkena (BB).
3. Omówić modele kinetyki wzrostu biomasy i podać ich klasyfikację.
4. Omówić cele i specyfikę zacierania słoju jęczmiennego, porównać przykładowe programy temperaturowe zacierania metodami infuzyjnymi i dekokcyjnymi.
5. Scharakteryzować procesy koagulacji białka zachodzące podczas biotechnologicznego przetwarzania mleka.
6. Omówić ograniczenia procesowe systemów biologicznego usuwania azotu ze ścieków wykorzystujących procesy nitryfikacji i denitryfikacji.
7. Omówić efektywność termodynamiczną wzrostu mikroorganizmów.
8. Omówić koncepcję bezwzględnych i względnych stopni redukcji w opisie bioprocessów.
9. Omówić podobieństwa i różnice w modelach Herberta i Pirta.
10. Omówić parametry procesowe wpływające na aktywność enzymów.
11. Omówić wpływ metody immobilizacji enzymów na transport masy w układach biologicznych.
12. Omówić kinetykę śmierci termicznej mikroorganizmów.
13. Wymienić rodzaje oraz źródła kontaminacji chemicznych i biologicznych w hodowlach komórkowych in vitro. W jaki sposób można im przeciwdziałać? Omówić wybrane rodzaje zakażeń
14. Wymienić i scharakteryzować wybrane techniki sortowania komórek, które można przeprowadzić przy użyciu typowych sprzętów obecnych w laboratorium hodowli komórkowej.
15. Omówić typowe sposoby wytwarzania aerozoli stosowane w inhalatorach medycznych.
16. Omówić wpływ hydrodynamiki przepływu powietrza i krwi oraz stanu zdrowia na transport tlenu do komórek w organizmie człowieka.
17. Opisać metody otrzymywania, właściwości i zastosowania nanomateriałów węglowych.
18. Omówić metody otrzymywania i zastosowania medyczne nanocząstek.
19. Opisać procesy zachodzące podczas uszkodzenia mechanicznego i kontaktu z obiektami sztucznymi (implantami) tkanek miękkich zawierających naczynia krwionośne.
20. Omówić na czym polega biogodność implantu, jak można ją poprawiać i jakie testy zgodnie z odpowiednimi przepisami prawnymi są wymagane przed dopuszczeniem implantu do stosowania.
21. Wymienić i scharakteryzować metody podawania leków do organizmu.
22. Omówić znaczenie i podać przykłady zastosowań inżynierii produktu farmaceutycznego w procesach wytwarzania leków.
23. Omówić klasyfikację oddziaływań między organizmami w kulturach mieszanych.
24. Przedstawić bilans bioreaktora przepływowego z enzymem natywnym i immobilizowanym.

Pytania specjalnościowe - specjalność Inżynieria procesów przemysłowych

1. Omówić metody szacowania kosztów aparatury i instalacji przemysłowych z wykorzystaniem indeksów inflacyjnych.
2. Omówić metody szacowania zapotrzebowania na siłę roboczą podczas eksploatacji instalacji przemysłu przetwórczego.
3. Omówić cel i sposób sporządzania wykresu równowagi technoeconomicznej.
4. Omówić procedurę projektowania reaktorów chemicznych.
5. Omówić wyzwania związane z powiększaniem skali reaktorów chemicznych i bioreaktorów oraz podać podstawowe kryteria powiększania skali.
6. Omówić zasadę projektowania wielostopniowych, adiabatycznych reaktorów kontaktowych w zależności od typu reakcji.
7. Omówić bilans biomasy, substratu i produktu dla bioreaktora okresowego oraz chemostatu.
8. Omówić wykorzystanie równania bilansu populacji do opisu układów rozproszonych.
9. Etapy procesu inwestycyjnego - wymienić w odpowiedniej kolejności i każdy krótko scharakteryzować.
10. Omówić zasady zagospodarowania odpadów produkcyjnych stałych, ciekłych i gazowych.
11. Wymienić i omówić postaci leków wytwarzanych przez przemysł farmaceutyczny.
12. Wymienić i omówić metody granulacji proszków na potrzeby produkcji stałych form leków.
13. Omówić rodzaje warunków brzegowych dla równań dyfuzji, podać przykłady procesów, w których mogą występować warunki danego typu.
14. Przedstawić równania konstytutywne dyfuzji wieloskładnikowej (bez termodyfuzji) oraz omówić założenia uproszczające prowadzące do I prawa Ficka.
15. Wyjaśnić konieczność wprowadzenia warunku określoności do równań dyfuzji wieloskładnikowej, podać przykłady szczególnych przypadków warunków określoności.
16. Omówić cele inżynierii systemów w kontekście inżynierii chemicznej
17. Omówić aktywne i pasywne metody zwiększania niezawodności systemów procesowych.
18. Omówić problem symulacji procesów inżynierii chemicznej w warunkach niepewności danych.
19. Omówić cele i metody intensyfikacji procesów inżynierii chemicznej. Na przykładzie wybranych procesów omówić zastosowanie tej koncepcji i stosowane w nich aparaty.
20. Omówić koncepcję reaktorów wielofunkcyjnych i scharakteryzować realizowane w nich procesy.
21. Omówić wieloskalowe podejście do projektowania reaktorów katalitycznych.
22. Omówić modelowanie wieloskalowe w aspekcie formułowania III paradygmatu inżynierii chemicznej.
23. Podać definicję i omówić zjawisko efektu cieplarnianego. Przedstawić rolę i znaczenie: wody, ditlenku węgla oraz pozostałych podstawowych gazów cieplarnianych w efekcie cieplarnianym.
24. Omówić na czym polegają „zasady zrównoważonego rozwoju” i przedstawić możliwości ich wdrożenia w przemyśle chemicznym w oparciu o „zieloną chemię” i „czystsza produkcję”.

Pytania specjalnościowe - specjalność Inżynieria układów rozproszonych

1. Wymienić i krótko omówić metody elektronowe wykorzystywane w charakterystyce mikro- i nanocząstek.
2. Omówić metody wyznaczania koncentracji cząstek aerozolu w powietrzu (podać zasadę działania poszczególnych technik pomiarowych oraz zakres ich stosowalności).
3. Omówić opis oddziaływania między cząstkami układów rozproszonych (aerozoli, koloidów) wykorzystywany w metodzie elementu dyskretnego.
4. Omówić związek metod lattice gas i lattice-Boltzmann oraz sposób redukcji złożoności operatora Boltzmann.
5. Omówić techniki filtracji membranowej (przedstawić parametry procesowe i zastosowanie).
6. Metody membranowego rozdzielania mieszanin gazów. Wskaż metody poprawiania właściwości rozdzielczych i transportowych membran polimerowych względem składników gazowych.
7. Przyczyny zmian wartości strumienia filtracji w procesach membranowych, sposoby zapobiegania tym zmianom oraz sposoby przywracania wysokich wartości strumienia filtracji.
8. Omówić proces elektrodializy (ED) i elektrodializy odwracalnej (EDR) – aparatura, membrany, zależność $U=f(I)$.
9. Omówić sposób projektowania instalacji oczyszczania gazów przy wykorzystaniu oprogramowania SuperPro Designer, opisując kolejno wykonywane czynności.
10. Omówić metody zmian konstrukcyjnych aparatury mających na celu zwiększenie skuteczności odpylania gazów w odpylaczach odśrodkowych.
11. Omówić budowę, zasadę działania i zastosowanie elektrofiltrów.
12. Dokonać przeglądu odpylaczy mokrych. Omówić konstrukcję oraz zasadę działania jednego z nich.
13. Omówić czynniki decydujące o efektywnym usuwaniu zanieczyszczeń gazowych z gazów poprzez spalanie.
14. Omówić rolę związków powierzchniowo-czynnych dla przebiegu procesów wytwarzania oraz stabilności układów rozproszonych.
15. Podaj przykłady zastosowania pian w wybranych produktach i procesach. Wyjaśnij sens stosowania i znaczenie użytkowe tego układu rozproszonego.
16. Podaj przykłady zastosowania dyspersji ciecz-ciecz w wybranych produktach oraz procesach. Wskaż, jakie cechy tych dyspersji sprawiają, że są one korzystne w omawianym zastosowaniu.
17. Omówić ogólną charakterystykę układów koloidalnych.
18. Omówić podstawowy model opisujący lepkość zoli i jego modyfikacje.
19. Omówić proces koagulacji brownowskiej w układach aerozolowych w ujęciu Smoluchowskiego.
20. Omówić przebieg sedymentacji grawitacyjnej w układach rzeczywistych w zależności od stężenia i podatności cząstek na flokulację.
21. Przedstawić metodę opisu matematycznego przebiegu sedymentacji cząstek zawiesiny w wirówce rurowej.
22. Omówić podstawowe parametry charakteryzujące jonity. Wymienić i omówić etapy przebiegu procesu regeneracji jonitów.
23. Omówić przebieg procesu utleniania chemicznego zanieczyszczeń w ściekach i określić na czym polega utlenianie zaawansowane.
24. Omówić metody realizacji procesu utleniania biologicznego zanieczyszczeń.

Pytania egzaminacyjne - specjalność Green Technologies in Chemical Engineering

1. Outline the key properties of turbulent flow that distinguish it from laminar flow. Discuss how the transition from laminar to turbulent flow affects the resistance to fluid motion in pressurized pipes.
2. Define the boundary layer in fluid flow. Explain the phenomenon of boundary layer separation from a surface over which the fluid flows. Discuss how boundary layer separation influences the drag coefficient.
3. Characterize heat transfer processes according to the mechanism – i.e., heat conduction, convective transport, and thermal radiation. For each mechanism, show how to calculate the heat flux. Indicate the most important parameters characterizing each process, as well as methods for intensifying heat transfer.
4. Characterize the mass transfer processes according to the mechanism – i.e., diffusion and convection. For each mechanism, show how to calculate the mass flux. Indicate the most important parameters characterizing each process, as well as methods for intensifying mass transfer.
5. Describe the following heat exchanger types: shell & tube, plate, and spiral. Provide construction details, principles of operation, flow arrangement, and typical operating parameters.
6. Characterize absorption columns and their process principles, considering the following aspects: column types (bubbling, spray, packed, and tray); flooding point in packed columns (column diameter sizing); internals, including liquid distributors, redistributors, packing support grids, and liquid outlet (hydraulic closure).
7. Name and briefly describe five basic separation methods.
8. Describe the procedure for scaling up from a small laboratory centrifuge to a large production centrifuge.
9. Describe the concept of the effectiveness factor in gas-phase reactions on solid catalysts. Provide its definition and explain how it is influenced by the catalyst particle size.
10. Explain how thermal runaways occur in chemical reactors. Illustrate it using the Semenov diagram (q vs. T).
11. Name the four basic criteria used as a starting point for selecting the reactor type for the given process.
12. What is the principle of operation of a feedback control system? Provide a block diagram, explain the roles of the components of the system, and name the signals present in the system.
13. Compare the mathematical model of a 1st order inertial object in the physical domain and in the Laplace domain, and present the application of the transfer function of this object for the prediction of its response to a specific input signal.
14. Characterize raw molasses and discuss the preparation of molasses-based substrates suitable for yeast biomass propagation and bioethanol production. Based on the physiological phenomena exhibited by yeast, explain the need for the final dilution of substrates for biomass propagation and bioethanol production.
15. Discuss methods of balancing biomass and substrate in batch, continuous, and semi-batch bioreactors.
16. What process parameters are controlled in bioreactors? Describe the methods used to measure and control these parameters.
17. Provide a definition and discuss the non-renewable, renewable, and unconventional energy sources, as well as the basic methods of energy storage.
18. Why do stationary electric energy storage systems based on galvanic cells appear to be a very promising solution in the renewable energy production chain?
19. Why is hydrogen production/consumption in electrochemical energy conversion devices considered a promising technology in the context of renewable energy production?

20. Provide a definition and discuss the greenhouse effect. Present the role and importance of water, carbon dioxide, and other basic greenhouse gases in this effect.
21. Discuss what the “principles of sustainable development” are and present the possibilities of their implementation in the chemical industry based on “green chemistry” and “cleaner production”.
22. Describe design methods for industrial installations, simulation of process flows (including recirculation), and calculation of apparatus dimensions.
23. Describe RANS turbulence models and provide examples of such models implemented in the ANSYS Fluent solver.
24. What is the definition of multiphase flow based on the CFD method, and what types of multiphase flow can be modelled in ANSYS Fluent?
25. Classify and discuss typical optimization problems, providing examples from chemical engineering.
26. Discuss the elements of an optimization model and indicate methods of solving various chemical engineering problems, providing examples from chemical engineering.
27. Discuss the key factors influencing the photocatalytic activity of TiO_2 . Explain how these factors can be controlled or modified to enhance the photocatalytic performance of TiO_2 .
28. Discuss the four main types of plastic waste recycling. For each type, describe its advantages and disadvantages, outline the necessary preliminary steps before the recycling process, and identify the processing equipment typically used for the most common recycling method.
29. Which engineering methods are used to generate aerosols in medical inhalations?
30. Name and briefly discuss the four generic principles (goals) of Process Intensification.
31. Name four different electricity-based energy transfer methods that can be used to intensify chemical reactors. Explain how each of them works.
32. Combining reaction and separation in so-called “reactive separation” presents one of the Process Intensification approaches in the functional (SYNERGY) domain. Explain the most important incentives for such a combination and discuss the two factors influencing its feasibility.
33. You have a reacting system in which a nanocatalyst is used – e.g., nanoparticles of Pt are immobilized on the Al_2O_3 support. Explain how the reaction progress is modeled at the nanoscale level, why multiscale modelling is necessary when modelling the reactor performance, and what the essential concept of the multiscale modelling is.
34. Discuss methods for estimating the costs of industrial equipment and installations using a dedicated inflation index.
35. Discuss methods for estimating labor requirements during the operation of production plants.
36. Discuss the purpose and method of drawing a techno-economic equilibrium graph – the Break-Even Chart.