

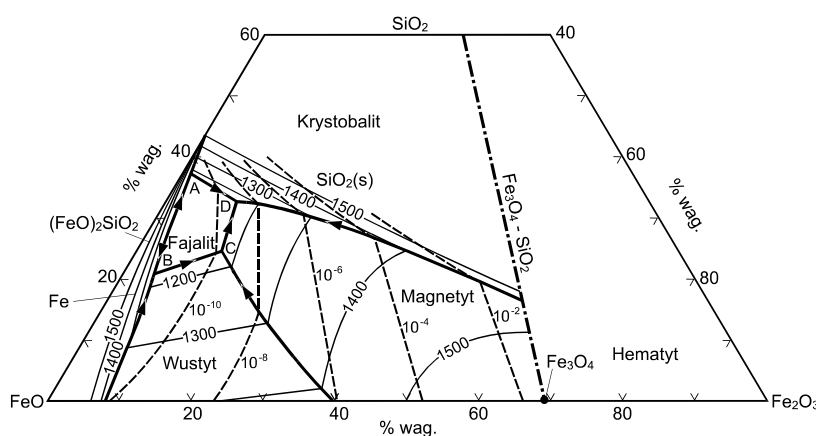
**Osoby przystępujące do egzaminu kwalifikacyjnego na II stopień studiów stacjonarnych na kierunku Metalurgia mają możliwość wyboru jednej z dwóch propozycji pytań dla Metalurgii metali nieżelaznych lub Przeróbki plastycznej**

**METALURGIA – Metalurgia metali nieżelaznych**

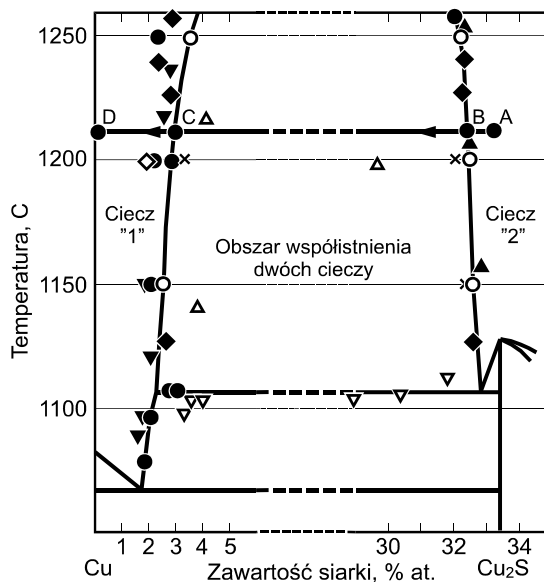
Pytania na rok akademicki 2014/2015

**Pytania kierunkowe**

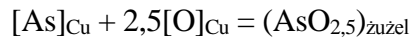
1. Pokaż na rysunku, jaki powinien być skład żużła w temperaturze 1300 °C podczas topienia kamienia miedziewego. Uzasadnij odpowiedź.



2. W oparciu o poniższy wykres, opisz drugi okres konwertorowania kamienia miedziewego.



3. Reakcję tworzenia się pięciotlenku arsenu  $As_2O_5$  można wyrazić równaniem:



Współczynnik podziału arsenu pomiędzy żużłem (w skład którego wchodzi pięciotlenek arsenu i tlenek sodu oraz węglan sodu) i miedzią definiujemy równaniem:

$$L_{As}^{\text{żużel}/Cu} = \frac{(\%As)}{[\%As]} = \frac{K \sum (n)_{\text{żużel}} \gamma_{As} a_O^{2,5}}{\sum [n]_{Cu} \gamma_{AsO_{2,5}}}$$

Dlaczego do usuwania arsenu z miedzi stosujemy sodę ( $Na_2CO_3$ )?

4. Dla reakcji:  $[S]_{Cu} + O_2 = SO_2$  stała równowagi w temperaturze 1473 K wynosi:

$$K = \frac{P_{SO_2}}{[ \%S ] \times P_{O_2}} \approx 10^6$$

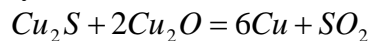
Dlaczego, mimo tak dużej stałej równowagi, nie zachodzi samoistne usuwanie siarki z miedzi?

5. Szybkość opadania kropeł miedzi przez warstwę żużła można w przybliżeniu określić za pomocą prawa Stokesa:

$$V = \frac{2}{9} g \times \left( \frac{\rho_{Cu} - \rho_{\text{żużel}}}{\eta_{\text{żużel}}} \right) \times r^2$$

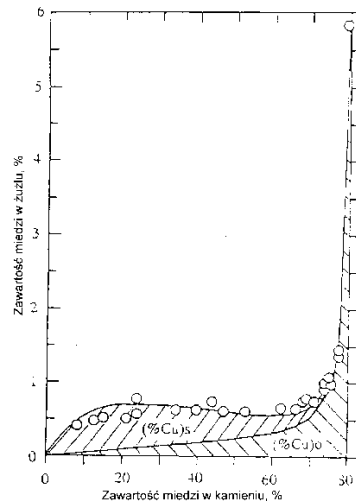
Przeprowadź dyskusję tego wyrażenia pod kątem zminimalizowania strat miedzi w żużłu w formie zawieszonych wydzieleń metalu.

6. W jakich procesach otrzymywania miedzi zachodzi reakcja:

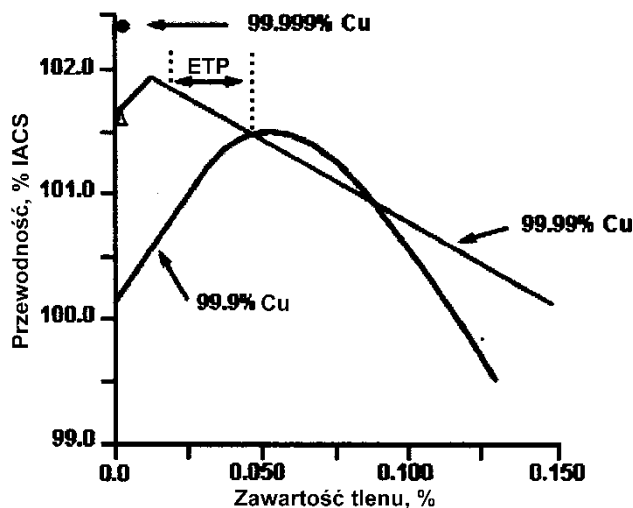


jaki musi być minimalny stopień utlenienia siarki w szybkiej reakcyjnym procesie jednostopniowego?

7. Na czym polega pasywacja anodowa w procesie elektrolizacji miedzi? Jak wpływa obecność S, Ag i As w anodzie na proces pasywacji?
8. W jaki sposób prowadzimy proces elektrolizacji miedzi, aby usunąć z niej pierwiastki bardziej elektropoztywne od miedzi?
9. Miedź występuje w żużlu w formie tlenkowej, jonowej i siarczkowej, jeśli jest on w równowadze z kamieniem miedziowym. Stężenie Cu w żużlu zmienia się w sposób pokazany na rysunku. Jaki praktyczny wniosek został wyciągnięty w praktyce przemysłowej z poniższej zależności?



10. Jak wytłumaczysz zmianę przewodności miedzi od zawartości w niej tlenu?



11. Proces prażenia koncentratów Zn-Pb na taśmie D-L.
12. Proces Imperial Smelting i kondensacja par Zn.
13. Proces ługowania prażonki.
14. Oczyszczanie roztworu  $ZnSO_4$  przed elektrolizą.
15. Rola nadnapięcia wodoru w procesie otrzymywania cynku i wpływ parametrów elektrolizy na nadnapięcie wodoru i wydajność prądową.
16. Rafinacja cynku przez rektyfikację.
17. Ogólna charakterystyka metod otrzymywania ołowiu.
18. Omówić proces odmiedziowania ołowiu.
19. Proces rafinacji ołowiu od As, Sn, Sb i Bi.
20. Odsrebrzanie ołowiu i przerób piany srebronośnej.
21. Uzasadnić, dlaczego aluminium otrzymują się poprzez elektrolizę w stopionych solach fluorkowych zamiast w roztworach wodnych.
22. Charakterystyka surowców glinonośnych na podstawie wartości modułu krzemionkowego.
23. Zasada metody Bayera w układzie  $Na_2O-Al_2O_3-H_2O$ .
24. Własności technicznego tlenku glinowego do procesu elektrolizy.
25. Polaryzacja elektrod w procesie elektrolizy tlenku glinowego i jej przyczyny.

26. Wpływ liczby kriolitowej na temperaturę topnienia elektrolitu i rozpuszczalność tlenku glinowego.
27. Wpływ zawartości tlenku glinowego na składowe napięcia elektrolizera do otrzymywania aluminium.
28. Wpływ napięcia elektrolizera oraz wydajności prądowej na zużycie energii elektrycznej w procesie elektrolizy tlenku glinowego.
29. Zastosowanie reguły przekory do procesu otrzymywania bezwodnego  $MgCl_2$  z biszofitu.
30. Podstawy termodynamiczne otrzymywania magnezu metodą silikotermiczną.
31. Omów zasady termodynamiki: pierwszą i drugą.
32. Omów różnicę między potencjałem termodynamicznym Gibbsa, a potencjałem chemicznym ( $\mu$ ).
33. Wyprowadź i omów równanie Clausiusa-Clapeyrona.
34. Omów pojęcia izotermy i izobary van't Hoffa.
35. Wyjaśnij regułę faz Gibbsa.
36. Równanie Gibbsa-Duhema i jego zastosowanie.
37. Przedstaw prawo Raoult'a i prawo Henry'ego oraz omów standardy aktywności.
38. Definicja szybkości reakcji chemicznej.
39. Omów zachowanie elektrody w warunkach równowagi i w warunkach polaryzacji.
40. Na przykładzie prostego układu eutektycznego omów metodę jego obliczenia.
41. Omów mechanizmy transportu ciepła, masy i pędu. Przedstaw zapis matematyczny prawa Fick'a, prawa Fourier'a i prawa Newton'a.
42. Przedstaw i omów znaczenie fizyczne równań opisujących nieizotermiczny przepływ płynu nieściśliwego.
43. Zdefiniuj pojęcie warstwy przyściennej w przepływie izotermicznym i nieizotermicznym, omów jej znaczenie w analizie zjawisk wymiany masy i energii.
44. Zdefiniuj: pojęcie laminarnego i turbulentnego przepływu płynu, pojęcie płynu doskonałego i rzeczywistego, pojęcie płynu nieściśliwego. Omów znaczenie tych pojęć w analizie zjawisk transportu masy, ciepła i energii.
45. Zdefiniuj pojęcie liczby podobieństwa, omów znaczenie fizyczne liczb Reynolds'a, Nusselt'a, Biot'a. Omów zastosowanie liczb podobieństwa w analizie zagadnień transportu.
46. Zdefiniuj pojęcia absorpcyjności i rozpraszania energii promienistej, podaj przykłady gazów o zerowej i niezerowej absorpcyjności. Jakiego typu gazy obecne w atmosferze ziemskiej odpowiedzialne są za występowanie tzw. efektu cieplarnianego?
47. Sformułuj prawo promieniowania ciał doskonale czarnych, omów pojęcia transmisyjności, refleksyjności i absorpcyjności powierzchni ciał stałych.
48. Zdefiniuj pojęcie zmiennej i danej statystycznej oraz pojęcie rozkładu statystycznego (w tym pojęcie gęstości rozkładu i dystrybuanty rozkładu statystycznego).
49. Zdefiniuj pojęcie testu statystycznego. Omów zastosowanie testów statystycznych w analizie danych empirycznych.
50. Omów teoremat Czebyszew'a i jego znaczenie w badaniach eksperymentalnych. Skonfrontuj wnioski z teorematu Czebyszew'a z pojęciem przedziału ufności rozkładu statystycznego Gauss'a.

## Pytania uzupełniające

1. Rodzaje oddziaływań podstawowych i wiązań międzyatomowych oraz ich konsekwencje dla ciała stałego – sprężystość kryształów.
2. Struktura i sieć krystaliczna – opis matematyczny elementów i zespołów elementów sieci.
3. Defekty struktury krystalicznej – podział, opis i właściwości.
4. Dyfuzja i samodyfuzja w ciele stałym – istota, opis i zależności od parametrów termodynamicznych.
5. Krystalizacja – mechanizmy, zależności od szybkości zmian temperatury. Tworzenie mono- i polikryształów.
6. Stopy metali – definicje i określenia elementów oraz pojęcia i rodzaje faz w stopach z uwzględnieniem układów równowagi faz.
7. Umocnienie metali i stopów i ich związek z procesami strukturalnymi w ciele stałym.
8. Strukturalne skutki deformacji plastycznej – mechanizmy deformacji plastycznej.
9. Podział i zasady obróbek cieplnych uplastyczniających w metalach i stopach.
10. Ulepszanie cieplne i utwardzanie wydzieleniowe w metalach i stopach.
11. Definicja naprężenia i stanu naprężenia, aksjator i dewiator stanu naprężenia, przykłady.
12. Kryterium plastyczności Tresca, kryterium Hubera-Misesa. Interpretacja geometryczna.
13. Krzywa umocnienia. Konstrukcja krzywej umocnienia. Praca czystego odkształcenia plastycznego.
14. Prędkość odkształcenia i jej rola w procesach przeróbki plastycznej metali.
15. Modele tarcia w procesach przeróbki plastycznej. Współczynnik tarcia. Czynniki tarcia.
16. Warunki ograniczające proces walcowania w pojedynczych klatkach oraz w układzie ciągłym.
17. Metody ciągnięcia rur i uzyskiwane wartości  $\lambda$ .
18. Procesy kształtowania blach – otrzymywanie wyrobów o powierzchni nierozwijalnej (wymienić, narysować schematy, krótko scharakteryzować).
19. Idealna przedkuwka i etapy jej konstruowania.
20. Przebiegi sił w procesach wyciskania współbieżnego i przeciwbieżnego.

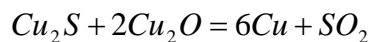
## **Pytania kierunkowe**

1. Definicja odkształcenia. Odkształcenie względne i rzeczywiste, relacje między nimi.
2. Prawo stałości objętości, objętość przemieszczona, równanie ciągłości strugi.
3. Definicja naprężenia i stanu naprężenia, aksjator i dewiator stanu naprężenia, przykłady.
4. Klasyfikacja stanów naprężenia, naprężenie oktaedryczne.
5. Niezmienniki stanu naprężenia. Przykłady i ich interpretacja.
6. Układ główny naprężeń, naprężenia główne, równanie wiekowe.
7. Kryterium plastyczności Tresca, kryterium Hubera-Misesa. Interpretacja geometryczna.
8. Granica plastyczności. Interpretacja w pojęciu energetycznego kryterium plastyczności.
9. Zmiana własności mechanicznych i fizycznych metalu podczas przeróbki plastycznej na zimno.
10. Próba jednoosiowego rozciągania. Parametry krzywej rozciągania i ich interpretacja.
11. Krzywa umocnienia. Konstrukcja krzywej umocnienia. Praca czystego odkształcenia plastycznego.
12. Prędkość odkształcenia i jej rola w procesach przeróbki plastycznej metali.
13. Modele tarcia w procesach przeróbki plastycznej. Współczynnik tarcia. Czynniki tarcia.
14. Stan naprężenia i odkształcenia w procesie płaskiego walcowania blach.
15. Stan naprężenia i odkształcenia w procesie kołowo-symetrycznego ciągnięcia i wyciskania.
16. Idea podstawowych metod walcowania i uzyskiwane wyroby finalne.
17. Warunki ograniczające proces walcowania w pojedynczych klatkach oraz w układzie ciągłym.
18. Definicja zjawiska poszerzenia i wpływ czynników na jego wartość.
19. Zjawisko wyprzedzenia, jego rola w procesie walcowania oraz wpływ czynników na jego wartość.
20. Nacisk jednostkowy i jego rozkład na długości łuku styku pod wpływem warunków realizacji procesu walcowania.
21. Siła w klasycznym procesie ciągnięcia i metody jej zmniejszenia.
22. Metody ciągnięcia rur i uzyskiwane wartości  $\lambda$ .
23. Naszkicować zestaw narzędzi do ciągnięcia rur na korku pływającym, omówić proces.
24. Porównać metody ciągnięcia liniowego i bębnowego.
25. Metody intensyfikacji procesu ciągnięcia.
26. Siły występujące w procesie cięcia nożycami i ich skutki praktyczne.
27. Wpływ luzu na przebieg cięcia i stan powierzchni rozdzielania w procesie wykrawania.
28. Zjawiska towarzyszące procesowi gięcia plastycznego metali na zimno.
29. Procesy kształtowania blach – otrzymywania wyrobów o powierzchni nierozwijalnej (wymienić, narysować schematy, krótko scharakteryzować).
30. Zjawiska ograniczające proces wytlaczania blach i sposoby jego intensyfikacji.
31. Wyroby kute i metody ich otrzymywania.
32. Projektowanie odkuwki matrycowej na tle rysunku wyrobu gotowego.
33. Istotne różnice w technologii kucia odkuwek okrągłych i wydłużonych.
34. Idealna przedkuwka i etapy jej konstruowania.
35. Stopień przekucia wlewków i jego wpływ na osiągnięte własności mechaniczne.
36. Wyroby wyciskane i sposoby ich otrzymywania.
37. Przebiegi sił w procesach wyciskania współbieżnego oraz przeciwbieżnego.
38. Narzędzia przeznaczone do wyciskania różnych wyrobów.
39. Metody regulacji płynięcia metalu stosowane w procesach wyciskania.

40. Sposoby osiągnięcia izotermicznych warunków wyciskania.
41. Czynniki decydujące o szybkości rekrytalizacji i końcowej strukturze metali i stopów poddanych wyżarzaniu (po odkształceniu „na zimno”).
42. Wzajemne oddziaływanie procesów wydzielania i rekrytalizacji podczas wyżarzania stopów przesyconych i odkształconych (odkształconych „na zimno”).
43. Wpływ zdrowienia dynamicznego na krzywą  $\sigma$ - $\epsilon$ , strukturę i własności odkształconego materiału.
44. Strukturalne i mechaniczne skutki rekrytalizacji dynamicznej.
45. Związek między naprężeniem uplastyczniającym, wielkością ziarna (podziarna) a temperaturą i prędkością odkształcania podczas wysokotemperaturowego odkształcania.
46. Wpływ warunków odkształcenia (temperatury, prędkości i stopnia odkształcenia) na procesy zachodzące w czasie wyżarzania po wysokotemperaturowym odkształceniu.
47. Strukturalne czynniki, powodujące umocnienie metali i stopów.
48. Zmiany strukturalne podczas starzenia stopów aluminium serii 2000 (Al-Cu,Mg) i ich wpływ na własności wyrobów.
49. Wpływ warunków obróbki cieplnej na zmiany strukturalne i własności stopów aluminium serii 7000 (Al-Zn,Mg,Cu).
50. Obróbka cieplna stopów aluminium serii 6000 (Al-Mg-Si) – procesy strukturalne i ich wpływ na własności wyrobów.

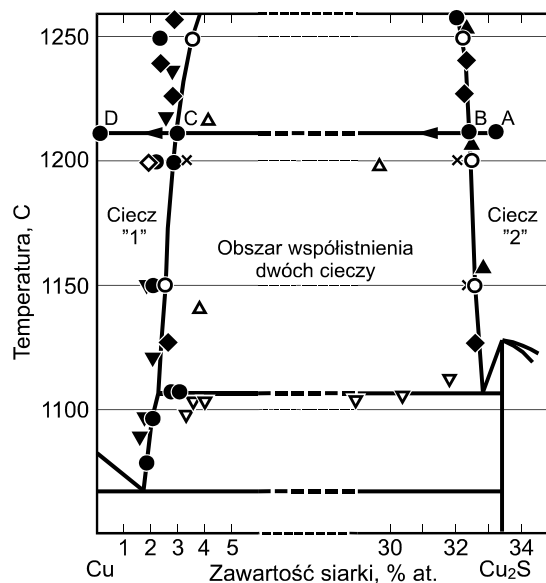
### **Pytania uzupełniające**

1. Definicja szybkości reakcji chemicznej.
2. Wyjaśnij regułę faz Gibbsa.
3. Ogólna charakterystyka metod otrzymywania ołowiu.
4. Uzasadnij, dlaczego aluminium otrzymuje się poprzez elektrolizę w stopionych solach fluorkowych zamiast w roztworach wodnych.
5. Wpływ napięcia elektrolizera oraz wydajności prądowej na zużycie energii elektrycznej w procesie elektrolizy tlenku glinowego.
6. Proces prażenia koncentratów Zn-Pb na taśmie D-L.
7. Rafinacja cynku przez rektyfikację.
8. W jakich procesach otrzymywania miedzi zachodzi reakcja:



jaki musi być minimalny stopień utlenienia siarki w szybie reakcyjnym procesu jednostopniowego?

9. W jaki sposób prowadzimy proces elektrorafinacji miedzi, aby usunąć z niej pierwiastki bardziej elektroujemne od miedzi?
10. W oparciu o poniższy wykres, opisz drugi okres konwertowania kamienia miedziowego.



11. Rodzaje oddziaływań podstawowych i wiązań międzycząsteczkowych oraz ich konsekwencje dla ciała stałego – sprężystość kryształów.
12. Struktura i sieć krystaliczna – opis matematyczny elementów i zespołów elementów sieci.
13. Defekty struktury krystalicznej – podział, opis i właściwości.
14. Dyfuzja i samodyfuzja w ciele stałym – istota, opis i zależności od parametrów termodynamicznych.
15. Krystalizacja – mechanizmy, zależności od szybkości zmian temperatury. Tworzenie mono- i polikryształów.
16. Stopy metali – definicje i określenia elementów oraz pojęcia i rodzaje faz w stopach z uwzględnieniem układów równowagi faz.
17. Umocnienie metali i stopów i ich związek z procesami strukturalnymi w ciele stałym.
18. Strukturalne skutki deformacji plastycznej – mechanizmy deformacji plastycznej.
19. Podział i zasady obróbek cieplnych uplastyczniających w metalach i stopach.
20. Ulepszanie cieplne i utwardzanie wydzieleniowe w metalach i stopach.

*Kandydat udziela pisemnej odpowiedzi na dwa pytania kierunkowe i jedno uzupełniające.*