

Lösningar till: Tentamen i Tillämpad Kärnkemi den 25 maj 1993

1. a. Beskriv gasdiffusionsmetoden för anrikning av uran i teknisk skala. (max 2p), b. Förklara hur isotopi-effektens storlek beräknas (max 3p). Svar: a) Se läroboken §2.8.4 på sid. 34-35. b) Isotopieffekten beror på skillnaden i hastighet mellan molekyler av $^{235}\text{UF}_6$ och $^{238}\text{UF}_6$ vid samma temperatur och energi.

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \text{ varför } v_1/v_2 = \alpha = (m_2/m_1)^{1/2}.$$

2. Av vilken anledning finns betydande mängder ^{134}Cs i använt reaktorbränsle men bara mycket små mängder i återstoden från kärnladdningsexplosioner? (max 5p). Svar: ^{134}Cs bildas under reaktordrift genom neutroninfångning i stabilt ^{133}Cs , som inte är en primär klyvningsprodukt utan bildas genom söndefall av andra nuklider i isobarkedjan 133. Vid en kärnladdningsexplosion hinner bara mycket små mängder sönderfalla till ^{133}Cs innan n-flödet försvunnit.

3. a. Vad menas med ett fördröjt kritisk system? (max 2p), b. Varför bör en reaktor drivas som ett fördröjt kritiskt system? (max 2p), c. När bör man vara speciellt uppmärksam på detta? (max 1p). Svar: a) Ett system där keff-1 är mindre än β . b) Fördröjt kritiska system har en reaktorperiod i sekundområdet i motsats till prompt kritiska system där reaktorperioden är i millisekundområdet eller kortare. Härigenom blir reaktoreffekten lätt reglerbar. c) Vid start och effekttökningar.

4. Ange hur mycket (i % av 2200 m/s värdet) neutrontvärsnittet för en (n, γ)reaktion (vars tvärsnitt antages variera normalt med n-energin) avviker från 2200 m/s värdet om reaktionen sker med neutroner som står i termisk jämvikt med en moderator med medeltemperaturen 275 C. (max 5p). Lösning:

$$\frac{m_n \cdot v^2}{2} = k \cdot T \quad \text{där} \quad k := 1.38066 \cdot 10^{-23} \cdot \text{joule} \cdot \text{K}^{-1} \quad m_n := 1.6749286 \cdot 10^{-27} \cdot \text{kg}$$

$$T := (275 + 273.15) \cdot \text{K} \quad v := \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot T}{m_n}} \quad v = 3.006 \cdot 10^3 \cdot \text{m} \cdot \text{sec}^{-1}$$

men enligt 1/v-lagen gäller att σ är proportionellt mot 1/v $v_0 := 2200 \cdot \text{m} \cdot \text{sec}^{-1}$

$$\text{Faktorn} = \frac{\frac{\sigma_0}{v}}{\frac{\sigma_0}{v_0}} \quad \text{Faktorn} := \frac{v_0}{v} \quad \text{Faktorn} = 0.732 \quad \text{Svar: 73.2\%}$$

5. Vad är aktinidkontraktion och hur påverkar den kemin hos aktinider i samma valenstillstånd? (max 4p). Svar: Eftersom aktinidernas elektroner hamnar i f-orbitaler kommer den ökade kärnladdningen att medföra att radien hos samtliga elektronorbitaler minskar. Härigenom minskar jonradien för ett visst oxidationstillstånd med ökande atomnummer i aktinidserien. Eftersom aktiniderna bildar hårda joner som i huvudsak binder elektrostatiskt till ligander i komplex ökar stabiliteten med ordningsnumret på grund av att jonladdningen är konstant medan jonradien minskar.

6. a. Vilka faktorer ingår i 4-faktor formeln? (max 2p), b. Vilken av dessa påverkas mest av styrtavar i en termisk reaktor? (max 2p). Svar: a) η = fissionsfaktorn, dvs neutronutbytet per absorption, ϵ = snabbfissionsfaktorn, dvs andelen neutroner som ger snabb fission innan de modererats, p = resonansöverlevnads-sannolikheten, dvs sannolikheten för att neutronen skall överleva medan dess energi sjunker genom resonans området, f = termiska utnyttjandefaktorn, dvs sannolikheten för att neutronen skall absorberas i en klyvbar atom. b) f.

7. Hur ser flödeschemat ut för den version av PUREX-processen som vanligen används vid upparbetning av höganriktat U-bränsle? (max 5p). Svar: Se utdelade blad, PUREX Early Split II.

8. Beskriv kortfattat pågående verksamhet och framtida plan för hantering och slutlagring av utbränt kärnbränsle från svenska kärnkraftverk i form av ett flödesschema med angivande av viktigare anläggningar och operationer. (max 6p). Svar: Se utdelade kopior på overheadblad.

9. Vad betyder NIMBY ? (max 1p). Svar: **Not In My Back Yard** (Uttrycket kommer från en film som visades i bussen ett otal gånger under årets studieresa)