

Okruhy ke státním závěrečným zkouškám v navazujícím magisterském studijním programu

Studijní program Inženýr chemických technologií

Bez specializací

Zkouška se skládá ze 4 okruhů. Povinné okruhy státní závěrečné zkoušky jsou:

1. **Bezpečnost a rizika chemických výroby** (vychází z předmětů Bezpečnost chemických výroby a bezpečnostní inženýrství a Manažerské rozhodování)
2. **Teoretické základy chemických technologií** (vychází z předmětů Chemická kinetika a reaktorové inženýrství a Chemická termodynamika)
3. **Navrhování procesů chemických technologií** (vychází z předmětů Navrhování procesů a Procesní aparáty a zařízení)

Jako čtvrtý okruh si studenti volí jeden ze skupiny:

4. **Organická technologie a ropa** (vychází z předmětů Technologie ropy, Spalování paliv, Organická technologie, Speciální analýza paliv, Petrochemie)
5. **Anorganická technologie a materiály** (vychází z předmětů Anorganická technologie, Elektrochemická technologie, Výroba polymerů, Reaktivita a struktura povrchů pevných látek)
6. **Životní prostředí a ekologie** (vychází z předmětů Průmyslová toxikologie, Technologie zpracování odpadů, Podniková ekologie, Vodní hospodářství v průmyslu)

Okruh „Bezpečnost a rizika chemických výroby“

1. Rizika plynoucí z chemických výroby, příklady typických zdrojů rizika v chemických výrobních.
2. Nebezpečí a prevence u chemických reaktorů a exotermických procesů.
3. Rizika spojená použitím hořlavých a výbušných látek
4. Únik látek ze zásobníků – rychlost/doba výtoku kapalin a plynů, šíření škodlivých plynů v atmosféře, Měření a regulace s ohledem na bezpečnost výroby
5. Základní pojmy a poznatky rozhodovací analýzy (rozhodovací proces a jeho náplň, základní typy rozhodovacích procesů, princip optimalizace a satisfakce, kvalita rozhodování, informace v rozhodování).
6. Riziko a nejistota v rozhodování (subjektivní pravděpodobnosti, postoj k riziku a funkce užítku, měření rizika).
7. Řešení problémů a hledání příčin problémů. Metody analýzy rozhodovacích problémů.
8. Nástroje, metody a postupy rozhodování za jistoty, vícekritériálního hodnocení.
9. Metody a nástroje rizikového rozhodování: rozhodovací matice.
10. Metody a nástroje rizikového rozhodování: pravděpodobnostní a rozhodovací stromy
11. Metody a nástroje rizikového rozhodování: scénáře a simulace Monte Carlo.
12. Metody a nástroje rizikového rozhodování: pravidla rozhodování za nejistoty, pravidla rozhodování za rizika.
13. Pojetí rizika, jeho klasifikace, měření, analýza a hodnocení.
14. Management rizika, metody ošetření rizik v podnikatelských a investičních činnostech.

Okruh „Teoretické základy chemických technologií“

1. Stavové chování čistých tekutin kritické veličiny, p-Vm diagram čisté látky.

2. Stavové rovnice pro reálné tekutiny a jejich směsi (kubické, viriální, teorém korespondujících stavů).
3. Termodynamika reálných tekutin výpočty tepla a práce při různých dějích. Doplnkové veličiny a jejich použití.
4. Termodynamika směsí. Ideální a reálná směs. Dodatkové veličiny, parciálně molární veličiny.
5. Chemický potenciál, aktivita a aktivitní koeficienty, fugacita, fugacitní koeficienty.
6. Fázové rovnováhy (extenzivní a intenzivní kritéria rovnováhy, orientace v diagramech a princip popisu/výpočtu rovnováhy kapalina-pára, kapalina-kapalina, kapalina-pevná fáze ve dvousložkových směsích).
7. Chemická rovnováha a její řešení stechiometrickou metodou (rovnovážná podmínka a bilance pro reakce v plynné fázi v případě jedné a více reakcí).
8. Chemická rovnováha a její řešení stechiometrickou metodou (rovnovážná podmínka a bilance pro reakce v plynné fázi v případě jedné reakce).
9. Definice reakční rychlosti a jejich vazba na stechiometrické rovnice, kinetické rovnice, vliv koncentrací látek a teploty na rychlost chemických reakcí. Role chemické rovnováhy.
10. Elementární reakce. Soustavy reakcí, definice pojmu selektivita. Bočné, následné a konkurenční reakce
11. Chemické reaktory: pojem dokonalého promíchávání a pístového toku, zásady bilancování hmoty a entalpie.
12. Ideální typy reaktorů a jejich konstrukce a návrh chemických reaktorů

Okruh „Navrhování procesů chemických technologií“

1. Procesní pojetí chemické výroby - simulace složitého chemického procesu, struktura univerzálních simulačních programů, jednotkové operace.
2. Vývoj procesu s použitím počítačových simulací - technologické schéma, bilanční schéma, látková a energetická bilance složitého chemického procesu, obsah pojmu know-how.
3. Základní konstrukční prvky aparátů a zařízení v chemickém průmyslu. Technologičnost konstrukce a materiálové provedení zařízení s ohledem na jejich provoz a údržbu, části a mechanismy strojů.
4. Základní modely chemických reaktorů, výběr chemického reaktoru, reakční schéma, základní pojmy reaktorového inženýrství (kinetická rovnice, řád reakce, konverze, rozsah reakce, chemická rovnováha, katalytický proces,...).
5. Výměna tepla a výměníky. Koeficient přestupu a prostupu tepla, základní uspořádání a typy výměníků, teplotní profily, využití tepla v chemickém procesu, odparky a krystalizátory, sušárny
6. Rektifikace, typy kolon a jejich konstrukční uspořádání, rovnováha kapalina-pára, rovnováha kapalina-kapalina-pára, tenze nasycených par.
7. Absorpce, typy kolon a jejich konstrukční uspořádání, rozpustnost plynu v kapalině, fázové rozhraní kapalina-plyn, koeficient přenosu hmoty.
8. Extrakce, typy extraktorů, odparky, krystalizátory
9. Hydromechanické separační procesy a zařízení pro dělení heterogenních směsí (filtrace, usazovák, odstředivky, cyklony).
10. Potrubí, potrubní sítě - provedení a armatury, doprava tekutin (čerpadla a kompresory)

Okruh „Organická technologie a ropa“

1. Hydrogenace, dehydrogenace, Oxidační reakce (rovnováha, kinetika), technické vedení, příklady procesů.

2. Halogenace, Sulfonace a sulfatace, nitrace – příklady procesů, využití produktů.
3. Amonolýza, hydrolýza, Esterifikace, Alkylace - příklady procesů.
4. Základní zpracování (odsolení, atmosférická a vakuová destilace) a využití primárních produktů destilace ropy.
5. Rafinace ropných frakcí (hydrogenační rafinace a zpracování sulfanu, procesy odstraňování thiolů), Štěpení vakuových destilátů a ropných zbytků (termické krakování, katalytické krakování, hydrokrakování).
6. Výroba a vlastnosti automobilových benzínů (izomerace, reformování, alkylace, jakostní parametry autobenzínů), Výroba a vlastnosti motorových naft a leteckých petrolejů (ropné frakce pro jejich výrobu, rafinační procesy, jakostní parametry finálních produktů).
7. Výroba a vlastnosti mazacích olejů (rafinace, odparafinování, dorafinace) a využití zbytkových ropných frakcí (parciální oxidace, oxidace asfaltů, výroba topných olejů).
8. Vlastnosti, výroba a využití biopaliv (např. etanol, ETBE, FAME, HVO) a ostatních obnovitelných paliv pro pohon spalovacích motorů.
9. Plynová a kapalinová chromatografie v analýze paliv (princip, omezení, základní instrumentace, detektory, kolony, nosné plyny, aplikace).
10. Hmotností spektrometrie v analýze paliv, Spektroskopie v ultrafialové a viditelné oblasti, UV fluorescence, Infračervená spektrometrie v analýze paliv (princip, základní instrumentace, aplikace).
11. Výroba lehkých alkenů (ethylen, propylen) - Pyrolýza uhlovodíků (suroviny, typy reakcí, reakční podmínky, popis procesu, čištění a dělení pyrolýzních produktů), katalytické krakování vysokovroucích ropných frakcí, dehydrogenace propanu, metateze alkenů a konverze metanolu na alkeny (MTO, MTP) (suroviny, reakce, popis procesů, podmínky, katalyzátory).
12. Výroba aromátů BTX - katalytické reformování těžkého benzínu, selektivní hydrogenace pyrolýzního benzínu, azeotropní destilace, extrakce, extraktivní destilace, disproportionace toluenu, transalkylace, hydrodealkylace. Dělení C8 frakce, izomerace xylenů, kryogenní a adsorpční izolace p-xyleny, použití jednotlivých xylenů (suroviny, reakce, popis procesů).
13. Využití ethyleny - výroba polyethyleny (druhy PE, technologie, reakce, podmínky, katalyzátory), vinylchloridu a PVC, etylenoxidu, vinylacetátu, alk-1-enů (suroviny, reakce, technologie, podmínky, využití).
14. Využití propyleny - výroba polypropyleny (druhy PP, technologie, podmínky, katalýza), propylenoxidu, akrylonitrilu, oxoalkoholů, kyseliny akrylové, metylmetakrylátu a izopropylalkoholu (suroviny, reakce, technologie, podmínky, využití).
15. Izolace C4 frakce a petrochemické využití C4 uhlovodíků – butadien, izobuten, n-buteny (suroviny, reakce, popis procesů, využití), výroba etherů (ETBE, MTBE), výroba kaučuků.
16. Využití aromátů – výroba a využití styrenu, polystyrenu a dalších kopolymerů styrenu (suroviny, reakce, popis procesů, využití), polyamidů, kumenu, fenolu, polykarbonátů, anilinu, diizokyanátů (MDI, TDI), poly(etylentereftalátu) a ftalanhydridu (suroviny, reakce, podmínky, technologie)
17. Výroba vodíku a syntézních plynů – parciální oxidace, parní reformování zemního plynu, zplyňování uhlí, Fischer-Tropschova syntéza, výroba a využití methanolu, výroba amoniaku z ropných zbytků a ze zemního plynu, využití amoniaku (suroviny, reakce, popis procesů, reakční podmínky).

Okruh „Anorganická technologie a materiály“

1. Výroba kyseliny sírové ze síry, podmínky katalytické oxidace SO_2 , dvoustupňová konverze, absorpce SO_3 .

2. Příprava syntézního plynu z plynných a kapalných paliv, syntézní okruh pro výrobu amoniaku, Výroba kyseliny dusičné, katalytická oxidace amoniaku.
3. Výroba sody amoniakálním postupem, přepracováním trony.
4. Minerální hnojiva, Výroba termické a extrakční kyseliny trihydrogenfosforečné.
5. Elektrolýza vody, výroba vodíku a kyslíku, vodíková ekonomika.
6. Elektrolýza roztoků alkalických kovů, výroba Al_2O_3 , technologie výroby hliníku.
7. Galvanické a chemické pokovování, základní složení galvanické lázně a vliv provozních podmínek na kvalitu vyloučené vrstvy, čištění procesních a odpadních vod.
8. Surovinová základna polymerní chemie, monomery s násobnými vazbami (alkeny, styren, vinylhalogenidy, akryláty, dieny), cyklické monomery (cyklické estery, laktamy, cyklické siloxany), monomery s funkčními skupinami pro stupňovité polyreakce (isokyanáty, polykarboxylové kyseliny, polyoly, diaminy).
9. Základní typy polymeračních reaktorů, základní dělení polymerního procesu. Polymerace v monomerní fázi.
10. Polyolefiny, polydieny, vinylové polymery, Polyacetal, polyethery, polyestery.
11. Polyamidy, polyuretany, Polysiloxany, Fenol-formaldehydové pryskyřice
12. Texturní charakteristiky porézních látek, teorie adsorpce na tuhých površích, typy adsorpčních izoterem.
13. Adsorpční metody stanovení měrného povrchu, izoterma Langmuirova, izoterma BET, Stanovení distribuce pórů, rozdělení metod podle velikosti pórů.
14. Instrumentální metody charakterizace pevných látek: ESCA, Augerova spektroskopie, elektronová mikroskopie, TPR, TPD, FTIR, UV-VIS.

Okruh „Životní prostředí a ekologie“

1. Klasifikace látek - kategorie nebezpečnosti na základě údajů o fyzikálně-chemických vlastnostech, toxicitě a ekotoxicitě. Orientace ve správném nakládání s nebezpečnými látkami a směsmi v chemickém provozu, Klasifikace, označování a balení chemických látek či směsí (CLP) - povinnosti výrobce, dovozce či spotřebitele, P-věty, H-věty, symboly nebezpečnosti. Orientace v technické dokumentaci a ve značení chemických látek. Bezpečnostní listy (BL) - zisk a výběr dat, pravidla pro tvorbu BL. Expoziční scénáře, analýza rizik.
2. Metody pro hodnocení vlastností chemických látek - rozdělení, výběr vhodných metod, alternativní testy toxicity. Toxicita. Design testů toxicity. Základní ekotoxikologické parametry. Vztah struktury látky a toxicity. Odhady toxických účinků látek na základě strukturní analýzy. Biotest. Členění testů toxicity Správná laboratorní praxe. Orientace v technikách ochrany životního prostředí při nakládání s chemickými látkami.
3. Autorizace a restrikce - identifikace SVHC látek, proces autorizace, SEA, metodiky zvážení benefity vs. rizika, substituce látek, dopady na dodavatelský řetězec. Orientace v právních předpisech k chemickým látkám a směsím dle nařízení REACH a CLP.
4. Ukládání odpadu na skládky, konstrukce a provoz skládky, plynné a kapalné emise.
5. Energetické využití odpadů, spalovny komunálního a průmyslového odpadu, Komunální odpad a způsoby jeho využití a odstranění, separovaný sběr.
6. Recyklace kovů, plastů, papíru.
7. Fyzikálně-chemické metody nakládání s odpady. Stabilizace/solidifikace nebezpečných odpadů.
8. Prevence závažných havárií – zákon č. 224/2015 Sb. (vymezení osob a objektů, umístění nebezpečné látky, seznam nebezpečných látek umístěných v objektu, zařazení objektu do

skupiny A nebo B). Ekologická újma – zákon č. 167/2008 Sb. (preventivní a nápravná opatření).

9. Problematika využití a ochrany vod (zranitelné oblasti, základní nakládání se závadnými látkami, havarijný plán, zacházení se zvláště nebezpečnými nebo nebezpečnými látkami, povinnosti vlastníků).
10. Ochrana ovzduší (zdroje znečišťování, kategorizace, sčítání, povinnosti provozovatele stacionárních zdrojů, zjišťování emisí, evidence a poplatky) a základní kritéria pro hodnocení kvality vnitřního prostředí.
11. Integrovaná prevence, IRZ, ISPOP, EIA.
12. Systém a řešení vodního hospodářství průmyslových podniků: obecné zásady nakládání s vodou v průmyslu, zdroje vody pro průmysl, požadavky na její kvalitu, řešení odvádění a čištění průmyslových odpadních vod.
13. Chladicí vody
14. Vodní hospodářství chemického a petrochemického průmyslu