Praktická maturitní zkouška z chemie

Obor a zaměření: Aplikovaná chemie (Farmaceutické substance, Analytická chemie)

Analýza potravin

Minimální standard teoretických znalostí a dovedností

Obecná chemie

- Správně používat chemické názvosloví, značky, vzorce, skupenství, jednotky a odborné pojmy; z názvu vytvořit vzorec a ze vzorce název běžné anorganické i organické látky.
- Zapsat a vyčíslit molekulovou a iontovou rovnici děje použitého v úloze; u oxidačně-redukčních dějů sestavit poloreakce a provést elektronovou bilanci.
- Pracovat s látkovým množstvím, molární hmotností, molárním objemem, stechiometrickými koeficienty, ekvivalentním poměrem, limitujícím činidlem, přebytkem činidla a teoretickým i praktickým výtěžkem.
- Rozlišit a převádět látkovou koncentraci, hmotnostní koncentraci, hmotnostní a objemový zlomek, případně další způsob vyjádření složení; využít hustotu, čistotu suroviny, ředění a směšování roztoků.
- Vysvětlit souvislost mezi strukturou, vazbou, polaritou, mezimolekulovými interakcemi, rozpustností, těkavostí, bodem varu či tání a volbou pracovního nebo čisticího postupu.
- Vysvětlit a k výpočtům využít pH silných kyselin a zásad.ředění
- Určit oxidační čísla, oxidující a redukující činidlo, směr přenosu elektronů a význam redoxního potenciálu pro průběh analytické nebo syntetické reakce.
- Vysvětlit vliv koncentrace, teploty, tlaku, míchání, povrchu, katalyzátoru na reakční dobu reakce, vliv externích vlivů na složení rovnovážné směsi a diskutovat základní termochemické aspekty chemických reakcí.

Chemické výpočty

- Bez nápovědy zvolit správný vztah, uvést známé a hledané veličiny, převést jednotky, dosadit s jednotkami a zkontrolovat řád i fyzikální smysl výsledku.
- Vypočítat navážku a objem pro přípravu roztoku; provést výpočet ředění, směšování, standardizace a korekce na čistotu nebo obsah účinné složky.
- Ze stechiometrie reakce vypočítat spotřebu činidel, obsah analytu, koncentraci odměrného roztoku, zvolit přepočet na celý vzorek a uvést výsledek v požadované jednotce nebo procentuálním vyjádření.
- U syntézy určit limitující činidlo, teoretickou hmotnost produktu, praktický výtěžek a procentuální výtěžek; podle potřeby sestavit jednoduchou látkovou bilanci.

- U měření zpracovat kalibrační závislost, směrnici, rovnici přímky a koeficient determinance nebo jiný vztah dané metody; správně zahrnout slepý pokus, ředění (faktor ředění), navážku.
- Zaokrouhlovat až konečný výsledek, používat přiměřený počet platných číslic a uvádět jednotku, podmínky měření a identifikaci vzorku.

Analytická chemie a Metody analýzy potravin

- Zapsat a vyčíslit rovnici standardizace a stanovení, pojmenovat výchozí látky a produkty, určit stechiometrický poměr.
- Vysvětlit principy analytických technik a metod, umět pojmenovat dílčí laboratorní nádobí či jednotlivé části přístrojů a vysvětlit jejich funkci.
- Navrhnout vhodný odměrný roztok, základní látku a indikátor nebo jiný vhodný způsob indikace bodu ekvivalence pro konkrétní volumetrické stanovení.
- Zvolit vhodné rozpouštědlo, mobilní a stacionární fázi v chromatografických metodách.
- Umět popsat vliv interferentů a podmínek měření na výsledek.
- Popsat parametry a závislosti pro kvalitativní a kvantitativní vyhodnocení vybraných instrumentálních metod (kapalinová a iontová chromatografie, atomová spektrofotometrie, molekulová spektrofotometrie, polarimetrie, refraktometrie, konduktometrie a potenciometrie).
- Aplikovat výpočty a základní chemické znalosti viz výše uvedené kapitoly.

Chemická syntéza

- Zapsat rovnici syntézy, pojmenovat výchozí látky, meziprodukty a produkt, určit stechiometrický poměr a rozlišit hlavní produkt, vedlejší produkty a možné nečistoty.
- Vysvětlit funkci každého činidla, rozpouštědla, katalyzátoru, kyseliny či zásady, sušidla a promývacího roztoku; určit, která složka je limitující a která se používá v přebytku.
- Rozlišovat a umět odhadnout polaritu jednotlivých látek a rozpouštědel a na základě polarity zvolit vhodné rozpouštědlo pro danou laboratorní operaci.
- Určit typ reakce a vysvětlit její princip nebo základní mechanismus, zejména u substituce, adice, eliminace, kondenzace, hydrolýzy, esterifikace, oxidace, redukce a acidobazických dějů.
- Zdůvodnit pořadí přidávání, teplotu, dobu, způsob míchání, koncentraci, pH, použití refluxu, chlazení, inertní atmosféry nebo regulovaného dávkování, pokud jsou pro úlohu relevantní.
- Navrhnout, objasnit nebo zdůvodnit extrakci, promývání, filtraci, krystalizaci či rekrystalizaci, destilaci, odpaření, sublimaci a sušení podle vlastností produktu a nečistot.
- Uvést a realizovat vhodný způsob sledování reakce a ověření produktu, například změnu vzhledu, pH, TLC, teplotu tání či varu, hustotu, index lomu nebo dostupnou spektrofotometrickou metodu.

Fyzikální chemie

- Popsat princip refraktometrie, definovat index lomu, popsat jeho závislost na složení vzorku, koncentraci a teplotě a objasnit význam teplotní kompenzace při měření.
- Vysvětlit princip spektrofotometrie, definovat transmitanci a absorbanci a popsat jejich vzájemný vztah; vysvětlit význam absorpčního spektra a volby vhodné vlnové délky pro kvantitativní stanovení.
- Zapsat a k výpočtům využít Bouguer-Lambert–Beerův zákon, charakterizovat význam jednotlivých veličin.

- Vysvětlit základní pojmy chemické kinetiky, zejména reakční rychlost, rychlostní konstantu, řád reakce a poločas reakce, a popsat jejich význam pro charakterizaci průběhu chemické reakce.
- Popsat a vyhodnotit vliv koncentrace, teploty a katalyzátoru na rychlost chemické reakce; z experimentálních dat určit požadované kinetické veličiny a graficky znázornit průběh reakce.
- Rozlišit reakce nultého, prvního a druhého řádu, znát příslušné integrované rychlostní rovnice a na základě experimentálních dat nebo vhodné linearizace určit řád reakce a rychlostní konstantu.
- Vysvětlit závislost rychlostní konstanty na teplotě pomocí Arrheniovy rovnice, charakterizovat aktivační energii.
- Vysvětlit princip kryoskopie, definovat kryoskopické snížení teploty a objasnit souvislost mezi teplotou tuhnutí roztoku, koncentrací rozpuštěné látky a kryoskopickou konstantou rozpouštědla.

Mikrobiologie

- Určit správné živné médium pro kultivaci mikroorganismů vyšetřovaných v potravinách a zvolit správné metody inokulace a podmínky inkubace.
- Popsat typické kolonie druhu nebo skupiny mikroorganismů na živných půdách využívaných pro kultivaci mikroorganismů v potravinách.
- Bez nápovědy použít správný vztah pro výpočet množství mikroorganismů, dosadit správné hodnoty pro výpočet a výsledek uvádět dle normy ve správných jednotkách.

Zpracování a odborná interpretace výsledků

- Vést průběžný laboratorní záznam obsahující čísla vzorků, skutečně naměřené hodnoty, časy, teploty, objemy, navážky, pozorování a odchylky od postupu; údaje nedopisovat zpětně pouze z paměti.
- Zpracovat výsledek přehledným výpočtem se vzorcem, dosazením, jednotkami, ředicími a přepočítávacími faktory; uvést výsledek ve formě požadované zadáním. Pokud se jedná o výpočet provedený logickou úvahou, bude jednoznačně naznačena nebo uvedena trojčlenka s označením druhu úměry a jednotkami.
- Rozlišit přesnost, správnost a opakovatelnost; určit aritmetický průměr, odchylku nebo jinou požadovanou statistickou charakteristiku a odhalit zjevně chybný nebo fyzikálně nemožný výsledek.
- Porovnat výsledek s teoretickou, deklarovanou nebo referenční hodnotou, zhodnotit výtěžek či čistotu a uvést konkrétní zdroje chyb včetně jejich pravděpodobného směru působení.
- Formulovat stručný odborný závěr odpovídající cíli práce; neomezit se na opis výsledku a neuvádět tvrzení, která z měření nevyplývají.

Kompetence v rámci bezpečnosti práce v laboratoři

Před zahájením práce

- Přečíst celé zadání před zahájením práce, určit pořadí kroků, kritická místa, potřebné vybavení, místa vzniku odpadu a způsob ukončení nebo bezpečného přerušení práce.
- Zkontrolovat označení látek a směsí; pracovat s výstražnými symboly, signálním slovem a H- a P-větami. a podle potřeby dohledat relevantní údaje v bezpečnostním listu.
- Určit cesty expozice, hořlavost, těkavost, žíravost, akutní či chronickou toxicitu, reaktivitu a vzájemnou neslučitelnost používaných látek; zohlednit také rizika vznikajícího meziproduktu nebo odpadu.
- Zvolit vhodné osobní ochranné pracovní prostředky a technická opatření, zejména čistý laboratorní plášť, laboratorní brýle, vhodnou obuv, odpovídající rukavice a digestoř; uvázat dlouhé vlasy a odstranit volné části oděvu.
- Ověřit stav skla, aparatury, elektrických přístrojů, tlakových a vakuových částí; vadné, prasklé nebo znečištěné vybavení nepoužít.
- Znát umístění a způsob přivolání pomoci, nouzového vypnutí energií, oční sprchy, bezpečnostní sprchy, lékárničky, hasicích prostředků a prostředků pro likvidaci úniku.

Během práce

- Dodržovat laboratorní řád, pracovní návod a pokyny; každou nutnou změnu postupu nejprve bezpečnostně posoudit a konzultovat s vyučujícím/dozorem. Neprovádět neautorizované pokusy ani nezvyšovat svévolně množství látek.
- Používat pouze jednoznačně označené nádoby; na pracovním místě neponechávat neoznačené roztoky, vzorky ani odpady. Chemikálie nevracet do zásobních obalů.
- Nikdy nepipetovat ústy, neochutnávat látky a neověřovat zápach přímým přičichnutím. Mimo vyhrazené prostory nejíst, nepít ani nepoužívat kosmetiku.
- Minimalizovat množství látek a otevřených nádob; těkavé, toxické, zapáchající nebo prašné látky zpracovávat v zapnuté digestoři a udržovat čisté společné pracovní plochy.
- Při ředění a mísení zohlednit vývoj tepla a plynu; koncentrovanou kyselinu přidávat do vody řízeně a za chlazení, pokud je to nutné. Nezahřívat uzavřený systém a nepoužívat otevřený plamen v přítomnosti hořlavin.
- Při práci s tlakem, vakuem, plyny, elektrickým zařízením, horkými povrchy a kryogenními nebo silně reaktivními látkami použít odpovídající ochranu a zařízení určené pro dané zatížení.
- Rukavice nepovažovat za univerzální ochranu. Zvolit materiál podle chemikálie, po kontaminaci nebo poškození rukavice ihned vyměnit a v rukavicích se nedotýkat klik, telefonu, klávesnice, obličeje ani čistých pomůcek; tím se předchází sekundární kontaminaci a falešnému pocitu bezpečí.
- Udržovat pracovní místo přehledné; průběžně odstraňovat nepotřebné pomůcky, rozlité kapky a kontaminaci řešit určeným postupem a chránit čisté zóny před přenosem chemikálií.

Mimořádná událost a první pomoc

- Každý úraz, zasažení, rozlití, požár, prasknutí skla, poruchu přístroje nebo neobvyklý průběh reakce ihned oznámit vyučujícímu/dozoru; nezamlčovat ani zdánlivě drobnou událost.
- Při ohrožení nejprve zastavit práci, varovat okolí, podle možností bezpečně odpojit zdroj energie nebo uzavřít přívod a opustit nebezpečný prostor. Zásah provádět pouze v rozsahu školení a bez dalšího ohrožení.
- Při zasažení očí nebo kůže bez prodlení zahájit výplach určeným zařízením, odstranit kontaminovaný oděv, přivolat pomoc a řídit se povahou látky, bezpečnostním listem a školním nouzovým postupem.
- Při nadýchání zajistit bezpečný přesun na čerstvý vzduch bez vstupu zachránce do kontaminované zóny; při požití nevyvolávat automaticky zvracení a postupovat podle pokynů odborné pomoci a bezpečnostního listu.
- Při rozlití neznámé nebo vysoce nebezpečné látky neprovádět samostatný úklid. Ohraničit místo, zabránit vstupu dalších osob a použít pouze určený sorbent nebo neutralizační postup na výslovný pokyn.
- Výše neuvedené mimořádné události jsou řešeny v souladu se školením žáků z předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví, o požární ochraně a k nakládání s chemickými látkami a směsmi klasifikovanými podle nařízení CLP (č. 1272/2008).

Odpady a ukončení práce

- Třídit odpady podle určených kategorií a kompatibility; oddělovat zejména halogenovaná a nehalogenovaná organická rozpouštědla, vodné odpady, pevné kontaminované odpady, těžké kovy a ostré předměty podle pravidel laboratoře.
- Do výlevky nevylévat chemický odpad bez výslovného povolení. Odpadní nádoby nepřeplňovat, správně je označit a při vkládání odpadu zamezit nežádoucí reakci.
- Po práci bezpečně odstavit aparaturu, uzavřít vodu, plyn a elektrické zdroje, dekontaminovat nebo umýt pomůcky, uklidit pracoviště, odstranit rukavice bez kontaminace rukou a ruce umýt.

Kompetence v rámci laboratorní techniky

Organizace práce a základní návyky

- Připravit si logické a bezpečné uspořádání pracoviště; oddělit čistou, pracovní a odpadní zónu a ponechat volný přístup k ovládacím prvkům a únikovým cestám.
- Vybrat laboratorní nádobí podle objemu, přesnosti, chemické a tepelné odolnosti; rozeznat odměrné a neodměrné sklo a pomůcky určené k odměření, vylití nebo přibližnému odhadu objemu.
- Před použitím zkontrolovat čistotu, suchost a neporušenost pomůcek; posoudit, zda zbytky vody nebo rozpouštědla ovlivní koncentraci, reakci či výtěžek.
- Provést kvantitativní převod látky, používat vhodnou nálevku, střičku, skleněnou tyčinku a promytí nádoby; zabránit ztrátám na stěnách, rozstřiku, odpaření nebo záměně vzorku.
- Zvolit vhodný způsob míchání, rychlost přidávání a chlazení nebo ohřevu; sledovat vzhled, teplotu, vývoj plynu, tvorbu sraženiny a další změny důležité pro bezpečnost i výsledek.
- Pracovat samostatně, neinteragovat s dalšími žáky vykonávajícími zkoušku, využívat pouze povolené pomůcky.

Vážení, měření objemu a příprava roztoků

- Vážení. Je třeba zvolit předvážkové nebo analytické váhy podle požadované přesnosti, správně tárovat, vážit přímo nebo diferenčně, chránit vzorek před vlhkostí, těkáním a kontaminací a nevkládat na váhy horké předměty.
- Odměrné sklo. Je třeba správně používat odměrnou baňku, pipetu a byretu: kondicionovat je příslušným roztokem, odstranit bubliny, odečítat meniskus bez paralaxy[1], respektovat kalibraci a dobu vytékání a zabránit zředění roztoku zbytkovou vodou.
- Příprava roztoku. Je třeba rozpustit navážku, provést kvantitativní převod do odměrné baňky, doplnit po rysku při odpovídající teplotě a dokonale promíchat; rozlišit roztok přibližné a přesné koncentrace.
- Ředění. Použít správný ředicí postup a evidovat všechny dílčí objemy tak, aby bylo jednoznačné výsledné ředění (faktor ředění).

Sestavování aparatur a práce s teplem, tlakem a vakuem

- Sestavit stabilní aparaturu od pevného bodu, správně použít stojany, svorky, držáky, zábrusy, hadice a těsnění; nepřenášet pnutí do skla a ponechat možnost rychlého odstranění zdroje tepla.
- Před spuštěním zkontrolovat průchodnost aparatury, směr toku vody nebo plynu, těsnost, polohu teploměru, předlohy a odvod par; chladicí vodu vést do chladiče zdola nahoru.
- Použít vhodný způsob ohřevu nebo lázně, zabránit utajenému varu, varné kamínky přidat před ohřevem a nikdy nezahřívat aparaturu uzavřenou proti atmosféře bez zařízení určeného pro tlak.
- Při práci za vakua použít nepoškozené silnostěnné sklo a ochranné prvky, regulovat připojení i zavzdušnění a před demontáží bezpečně vyrovnat tlak.

[1] **Odečítat meniskus bez paralaxy** znamená měřit objem kapaliny tak, že vaše oči jsou přesně v úrovni hladiny.

- U refluxu, destilace a řízeného dávkování udržovat předepsanou teplotu a rychlost; při neočekávaném varu, pěnění nebo růstu tlaku nejprve bezpečně odstavit zdroj energie.

Dělicí, izolační a čisticí operace

- Filtrace a dekantace. Je třeba zvolit gravitační nebo vakuovou filtraci podle cíle, správný filtrační materiál a velikost; kvantitativně převést sraženinu, promýt ji vhodnou kapalinou a omezit její rozpouštění nebo průchod filtrem.
- Krystalizace a rekrystalizace. Je třeba zvolit rozpouštědlo, použít přiměřené množství, provést případnou horkou filtraci, řídit ochlazení, oddělit a promýt krystaly a usušit je do stavu vhodného k vážení nebo charakterizaci.
- Extrakce. Je třeba zvolit vhodné rozpouštědlo, bezpečně pracovat s dělicí nálevkou a pravidelně odpouštět přetlak, určit polohu vrstev, provést účelné opakované extrakce, vrstvy správně označit, promýt a vysušit organickou fázi.
- Destilace a odpařování. Je třeba zvolit jednoduchou, frakční, vakuovou nebo parní destilaci podle vlastností látek; správně umístit teploměr, zajistit chlazení, sledovat frakce a nedestilovat aparaturu do sucha, pokud to postup výslovně nevyžaduje a není to bezpečné.
- Další operace. Je třeba podle zadání zvládnout sublimaci, odstřeďování, sušení, vysolování, adsorpci a zahušťování a vysvětlit, na které fyzikální nebo chemické vlastnosti je operace založena.

Analytická laboratorní technika

- Při titraci správně připravit byretu, pipetu a titrační baňku, odstranit bubliny, přesně odečíst počáteční a konečný stav, vhodně přidat indikátor, před koncem titrovat po kapkách a rozlišit bod ukončení od bodu ekvivalence.
- Provést standardizaci odměrného roztoku a opakovaná stanovení tak, aby bylo možné posoudit jejich shodu; nevybírat pouze hodnoty, které se zdají vyhovující, bez odborného zdůvodnění.
- U instrumentální metody přístroj správně zapnout a připravit, zkontrolovat nulu nebo slepý pokus, provést kalibraci, dodržet pracovní rozsah, správně ošetřit kyvety, elektrody, kolony či senzory a zaznamenat podmínky měření.
- U spektrofotometrie připravit slepý roztok (blank) a kalibrační roztoky, pracovat s čistými kyvetami ve stejné orientaci a vyhodnotit vhodnou vlnovou délku pro stanovení a kalibrační závislost;
- U chromatografie nanést přiměřený vzorek, u TLC zabránit ponoření startu do mobilní fáze, vyznačit čelo rozpouštědla a vyhodnotit retenční údaje; u přístrojové chromatografie zkontrolovat základní parametry a provést kvalitativní a kvantitativní vyhodnocení.
- U elektrochemických metod správně kondicionovat a oplachovat elektrody, počkat na ustálení signálu, sestavit a vyhodnotit grafické závislosti a odečíst příslušnou spotřebu odměrného roztoku. U potenciometrické titrace provést první a druhou derivaci titrační křivky.

Syntetická laboratorní technika

- Dodržet vypočtená množství, pořadí přidávání, rychlost dávkování, míchání, teplotní režim a reakční dobu; rozpoznat, kdy se průběh reakce odchyluje od očekávání.

- Pracovat bezpečně pod zpětným chladičem, při řízeném zahřívání nebo chlazení a při přidávání přes přikapávací nálevku; aparaturu před spuštěním zkontrolovat a průběžně sledovat.
- Provést pracovní zpracování reakční směsi, oddělení produktu, promytí, neutralizaci pouze podle postupu, sušení a čištění; minimalizovat mechanické a rozpustnostní ztráty.
- Zvážit suchý produkt, vypočítat výtěžek, posoudit vzhled a čistotu a provést dostupnou charakterizaci; nízký nebo nereálný výtěžek vysvětlit konkrétními příčinami, nikoli obecnou formulací.

Mikrobiologická laboratorní technika

- Pracovat asepticky po celou dobu mikrobiologického vyšetření vzorku.
- Odebrat asepticky a vhodným způsobem vzorek ke kontrole.
- Po vhodné úpravě vzorku provést kultivační vyšetření, volit k vyšetření mikroorganismů správné živné půdy, metody inokulace a podmínky inkubace.
- Provést identifikaci kultivovaných mikroorganismů s využitím znalostí o typickém růstu kolonií na živných půdách použitých ke kultivaci.
- Bez nápovědy použít správný vztah pro výpočet množství mikroorganismů ve vyšetřovaném vzorku, dosadit správné hodnoty pro výpočet a výsledek uvádět dle normy ve správných jednotkách.
- Posoudit výsledky vyšetření dle platných norem a v souladu s nimi výsledky interpretovat.

Laboratorní záznam, protokol a předání pracoviště

- Zapisovat údaje čitelně a průběžně; opravy provádět dohledatelně, původní údaj neznečitelnit[2] a uvést důvod významné změny postupu nebo přepočtu.
- Protokol strukturovat na cíl, princip, rovnice, chemikálie a pomůcky, postup, naměřené hodnoty, výpočty, výsledky, diskusi chyb a závěr; tabulky a grafy opatřit názvem, veličinami a jednotkami.
- Psát protokol dle obecných a typografických pravidel pro psaní protokolu.
- Po skončení předat vzorek nebo produkt řádně označený, aparaturu bezpečně rozebrat a očistit, přístroje uvést do požadovaného stavu, správně uložit chemikálie a odpady a zanechat čisté pracoviště.

[2] **Neznečitelnit** znamená přeškrtnout původní text jedinou čarou, nikdy jej nezamazávat bělidlem, korekčním lakem ani jej úplně nezamalovávat.