

SZIGORLATI TÉTELEK

analitikai, környezeti és magkémiából

vegyész mesterszakos hallgatók részére

Megjegyzés: a vizsgázó az 1–17. számú tételek közül hűz egyet, és a 18–29. számú tételek közül hűz egyet. A részletezés azokat a kérdésköröket tartalmazza, amelyek lényegre törő kifejtése elvárt a hallgatótól. A vizsga alkalmával további kérdések és részek is felmerülhetnek.

1. Szervetlen és szerves savak, illetve bázisok meghatározási lehetőségei I.
Neutralizációs analízis: sav és bázis mérőoldatok, faktorozás, titrálási görbék, végpontjelzés, indikátorok, indikátorhiba és műszeres végpontjelzés. Példák és alkalmazások: erős, gyenge és többértékű savak és bázisok meghatározása, titrálások nemvizes közegben.
Minőségi analízis: az I. kationosztály reakciói.
2. Szervetlen és szerves savak, illetve bázisok meghatározási lehetőségei II.
A pH és számítása. A pH jelentősége a neutralizációs analízisben. Sók meghatározása. Szén-dioxid és ammónia meghatározása buborékmentes desztillációval. Szerves anyagok szén- és nitrogéntartalmának meghatározása.
Minőségi analízis: a III.. kationosztály reakciói.
3. A komplexképződés szerepe az analitikai kémiában I.
Komplekképződési egyensúlyok, stabilitási állandók, a komplexek stabilitását befolyásoló tényezők, látszólagos stabilitási állandók. A komplexek szerepe a kvalitatív analitikában. Nem kelatometriás komplexometriás titrálási módszerek.
Minőségi analízis: az I. anionosztály reakciói.
4. A komplexképződés szerepe az analitikai kémiában II.
Kelatometriás komplexometriás titrálási módszerek, titrálási görbék, a komplexometriás indikátorok működési mechanizmusa. Példák és alkalmazások: közvetlen, visszaméréses és közvetett eljárások, egymás melletti meghatározások.
Minőségi analízis: a II. anionosztály reakciói.
5. Oxidimetria és reduktometria I.
A redoxpotenciál és a redoxpotenciált befolyásoló tényezők. Látszólagos standardpotenciál. Redox titrálási görbék. Végpontjelzés, redox indikátorok és indikátorhiba. A permanganometria rövid ismertetése és példák a módszer alkalmazására.
Minőségi analízis: a III. és a IV. anionosztály reakciói.

6. Oxidimetria és reduktometria II.
Bromatometria, kromatometria, jodometria. Mérőoldatok, végpontjelzés, faktorozás és indikátorok. A felsorolt módszerek rövid ismertetése, valamint példák a módszerek alkalmazására.
Minőségi analízis: a IV. és az V. kationosztály reakciói.
7. Csapadékos analízis. A csapadékok oldhatósága, és az oldhatóságot befolyásoló tényezők. A csapadékok jelentősége az analitikai kémiában. Minőségi és mennyiségi analízis. Argentometria és argentometriás titrálási görbék. Az argentometria végpontjelző módszerei. A felsorolt módszerek ismertetése példákkal.
Minőségi analízis: a II. kationosztály reakciói.
8. Elektroanalitikai módszerek. Potenciometria: a galvánecellák típusai, indikátor- és referenciaelektrodok, ionszelektív elektrodok. Direkt potenciometria és potenciometriás titrálás. Voltametria: áram-feszültség görbék, polarográfia, leválási potenciál, diffúziós határáram, maradékáram, ciklikus és inverz voltametria. Amperometria: titrálás egy és két polarizálható elektróddal, dead stop módszer. Konduktometria.
9. Optikai atomspektroszkópiai módszerek. Atomspektroszkópia, atomizálás, gerjesztés, ionizálás és hibaforrások. Az atomabszorpciós eljárás és a készülék felépítése (AAS). Emissziós atomspektroszkópiai módszerek, lángfotometria. Induktív csatolású plazma optikai emissziós módszer és a készülék felépítése (ICP-AES). AAS és ICP-AES összehasonlítása az analitikai teljesítményjellemzők szempontjából.
10. Tömegspektrometria alapjai, a tömegspektrométerek általános felépítése és a tömegspektrum keletkezése. Ionforrások (EI, CI, ESI, APCI, FAB és MALDI) és analizátor típusok (kvadrupol, ioncsapda és TOF). Kapcsolt technikák alkalmazásai (ICP-MS, GC-MS, LC-MS).
11. Molekulaspektroszkópiai módszerek alapjai. Az anyag és az elektromágneses sugárzás közötti kölcsönhatás jellemzése, a fényelnyelés, elektrongerjesztésű spektrofotometria. Koncentráció mérés, a Lambert-Beer törvény, többkomponensű rendszerek fényelnyelése. A látható és UV spektrofotometria gyakorlata (egyfényutas és kétfényutas spektrofotométer, mennyiségi elemzés). Fluoreszcenciás mérések az analitikában.
12. Kromatográfiás folyamatok általános jellemzése, az elválasztás mechanizmusa és hajtóereje. Általános kromatográfiás fogalmak (t_R , t'_R , K , β , α , k , N , H , R_s) definíciója. Sebességi elmélet. Van Deemter-egyenlet és grafikus ábrázolása.
13. Adszorpciós- ioncserés- és gélkromatográfia jellemzése (álló- és mozgó fázis típusok, eluotróp sorok, az elválasztás mechanizmusa). Kapilláris elektroforézis: a CE készülék felépítése, elektroforetikus mobilitás, elektroozmotikus áramlás, kapilláris zónaelektroforézis, kapilláris gélelektroforézis, micelláris elektrokinetikus kromatográfia.

14. Papír- és vékonyréteg kromatográfia. A kapilláris jelenség leírása, R_f értelmezése, álló- és mozgófázis típusok, impregnált rétegek és elválasztási módszerek. Kromatogramok előhívása és mennyiségi kiértékelésük. A VRK előnyei és alkalmazási területei. Több dimenziós meghatározások fajtái. HPTLC és OPTLC technikák jellemzése.
15. Gázkromatográfia. A gázkromatográf felépítése: vívőgázok, injektálási technikák, a kolonnák típusai, GSC és GLC állófázisok fajtái, izoterm és programozott hőmérsékletű GC. Lángionizációs és elektronbefogási detektorok. Minőségi azonosítás, a Kováts-féle retencióindex meghatározása és jelentősége. Gázkromatográfias származékképzés főbb típusai.
16. Nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia. A HPLC rendszer felépítése: szivattyúk, gradiens képzők, injektorok, oszlopok. Álló- és mozgófázis jellemzése az NP- és RP-HPLC technikáknál. Gradiens elúció. Detektorok; UV/VIS, fluoreszcenciás, vezetőképességi, fényszórás-mérésen alapuló és tömegszelektív módszerek.
17. Elemek kémiai formáinak meghatározására alkalmas kapcsolt mérés technikák (GC, HPLC és CE kapcsolása ICP-hez). Ón, arzén, higany és króm speciációs analízise (HG-ICP/AAS /AFS, GC-AAS, HPLC-FAAS). Analitikai mérések rendszeres és véletlenszerű hibái. Analitikai módszerek teljesítményjellemzői: szelektivitás, specifikusság, érzékenység, kimutatási – és meghatározási határ, helyesség (visszanyerés), precizitás (ismételhetőség és reprodukálhatóság) és robusztusság.
18. A Föld energiamérlege. Az üvegházhatás kémiai és fizikai alapjai. Az éghajlati rendszer és kialakulása. Az üvegház hatású gázok időtrendjei. Az éghajlati kényszer. A globális éghajlatváltozás jelei és következményei. Várható éghajlatváltozás a Kárpát-medencében. Felkészülés az éghajlatváltozásra.
19. A víz környezeti szempontból fontos tulajdonságai. Kémiai folyamatok a felszíni és felszín alatti vizekben. A víz környezeti kölcsönhatása szilárd, folyékony és gáznemű anyagokkal. A víz körforgása. A vízminőség: vizek szennyezőinek típusai, az ivóvíz minősítési rendszere, fontosabb szennyvíztisztítási eljárások elve.
20. A sztratoszféra kémiája. Az ózon keletkezése és bomlása a Chapman-modell szerint. Az ózon koncentrációjának magassági eloszlása. Az ózonréteg kialakulása és jelentősége. Katalitikus vegyületcsaládok (ClO_x , NO_x , HO_x) és körfolyamatok. Az ózon koncentrációjának időtrendje. Heterogén fázisú körfolyamatok: az ózonlyuk kialakulása és kiterjedése.
21. A troposzféra kémiája. A légszennyező anyagok fő forrásai, globális térbeli eloszlása és fő nyelői. A levegő oxidációs tulajdonsága. A hidroxil-gyök keletkezése, jelentősége és reakciói. A savas eső. A kulcsfontosságú levegőszennyező anyagok mérési és megfigyelési (monitorozási) módszerei.

22. A fotokémiai szmog kialakulásának feltételei, kémiai mechanizmusa, fő termékei, valamint környezeti és egészségügyi hatásai különböző térbeli skálán. Intézkedések a szmog kialakulása ellen. Az Országos Levegőminőségi Mérőhálózat felépítése és működése.
23. A légköri aeroszol. Az aeroszol rendszer fontosabb tulajdonságai és folyamatai. A részecskék keletkezési mechanizmusai. A részecskék méreteloszlásai. Ekvivalens átmérők. A módusok kémiai összetétele. Az aeroszol egészségügyi, környezeti és éghajlati jelentősége és hatásai.
24. A radioaktív bomlások. A bomlások hajtóereje. Geiger-Nuttal-szabály az alfa-bomlás esetében. A különböző béta-bomlások (pozitív, negatív és elektronbefogás) lényege. A keletkező részecskék, energiaspektrum, elhelyezkedés a nuklidtérképen, a béta-stabilitás völgye. A gamma-bomlás okai és energetikája. A spontán maghasadás.
25. A radioaktív bomlásokat kísérő másodlagos effektusok. Karakterisztikus röntgensugárzás, konverziós elektronok, Auger-effektus. A mag-visszalökődés és következményei. A radioaktív bomlás kinetikája, a bomlási állandó és a felezési idő. A véletlen szerepe, a bomlás statisztikája. Radioaktív kormeghatározás.
26. Az alfa-, a béta- és a gamma-sugárzás kölcsönhatása az anyaggal. Az energiatranszfer formái, szerepük a különböző sugárzások esetében. A sugárzások hatása az anyag szempontjából, ionizáció, LET-érték. A magreakciók lényege és típusai, az átmeneti mag, direkt reakciók, rezonancia. Reakciógátak.
27. Neutronokkal kiváltott magreakciók. A neutronaktiváció alkalmazása az analitikában. A neutronaktivációs analízis összehasonlítása a prompt-gamma aktivációs analízissel. Neutronokkal kiváltott magreakciók szerepe az energiatermelésben. Atomerőművek.
28. A gázionizációs, szcintillációs és félvezető detektorok működési elvei. Detektálási határfok, energiaszelektivitás. Részecskedetektorok, nyomdetektorok.
29. Dozimetriai fogalmak: elnyelt, egyenérték- és effektív dózis, dózisteljesítmény. A radioaktív sugárzás élettani hatásai, külső és belső sugárforrások, háttérsugárzás. A magsugárzások elleni védekezés: árnyékolás, az ALARA-elv. A hatóságok szerepe.

2013. április

**THEMES FOR RIGOROUS EXAM
in analytical, environmental and nuclear chemistry
for chemistry master students**

April 2013

Note: The examinee obtains one theme from no. 1–17, and one theme from no. 18–29.
The topics indicated are expected to be discussed at the exam, and additional questions or details can also arise.

1. Determination of inorganic and organic acids and bases I.
Neutralization analysis: volumetric solutions, standardization, titration curves, end point determination, examples for applications, titrations in non-aqueous media.
Qualitative analysis: reactions of the cation group I.
2. Determination of inorganic and organic acids and bases II.
Calculation of pH. Determination of carbon dioxide and ammonia by bubble-free distillation. Determination of the carbon and nitrogen content of organic compounds.
Qualitative analysis: reactions of the cation group II.
3. The role of complex formation in analytical chemistry I.
Complex equilibria, stability constants, factors influencing stability, apparent stability constants. The role of complexes in qualitative and quantitative analysis.
Qualitative analysis: reactions of the anion group I.
4. The role of complex formation in analytical chemistry II.
Chelatometric titrations, titration curves, complexometric indicators. Examples for applications: direct and indirect determinations, back titrations, simultaneous determinations.
Qualitative analysis: reactions of the anion group II.
5. Oxidimetry and reductometry I.
Redox potential, factors influencing redox potential, apparent standard potential. Titration curves, end point determination, indicators. Short summary of permanganometry with examples.
Qualitative analysis: reactions of the anion group III–IV.
6. Oxidimetry and reductometry II.
Bromatometry, chromatometry, iodometry. Volumetric solutions, end point determination, indicators, standardization. Examples for the listed methods with applications.
Qualitative analysis: reactions of the cation group IV–V.

7. Application of precipitation reactions in analytical chemistry. Solubility, factors influencing solubility. Argentometry, argentometric titration curves. Methods for end point determination in argentometry. Examples for applications.
Qualitative analysis: reactions of the cation group II.
8. Electroanalytical methods of analytical chemistry. Potentiometry, types of galvanic cells, indicator and reference electrodes, ion selective electrodes. Direct potentiometry and potentiometric titration. Voltammetry, polarography. Amperometry: dead stop titrations. Conductometry.
9. Optical Atomic Spectroscopy. Principles of Atomic Spectroscopy: atomization, excitation, ionization. Atomic Absorption Spectrometry (AAS) and instrumental setup. Atomic Emission Spectrometry (AES) and Flame Photometry. Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) and instrumental setup.
10. Principles of Mass Spectrometry and general instrumental setup. Ion sources: EI, CI, ESI, APCI and MALDI. Analyzers: quadrupole, ion trap and TOF. Principles of coupling techniques: ICP-MS, GC-MS and HPLC-MS.
11. Principles of Molecular Spectroscopy. Interaction of Electromagnetic Radiation and Matter. Molecular Absorption- (UV-VIS) and Molecular Fluorescence Spectrometry (FI). Concentration measurements based on Lambert-Beer's Law and calibration methods (external-, internal- and standard addition). Practice of UV-VIS Spectrometry: instrumental setup.
12. General description of chromatography processes based on the course of separation forces and the mechanism of separations. Definition of retention time (t_R), adjusted retention time (t'_R), partition coefficient (K), retention factor (k), selectivity (α), efficiency (measured by the theoretical plate number N), theoretical plate height (H) and resolution (R_s). Van Deemter's equation and plot.
13. Principles of Adsorption-, Ionexchange- (IEC), Ion- (IC)- and Gel Permeation Chromatography (GPC or SEC): stationary- and mobile phases, mechanisms of separation. Capillary electrophoresis: instrumental setup, electrophoretic- and electroosmotic mobility, capillary zone electrophoresis (CZE), capillary gel electrophoresis (PAGE), micellar electrokinetic chromatography (MEKC).
14. Principles of Paper- and Thin Layer Chromatography (TLC). Capillary action as the driving force of eluent moving. Retention factor (R_f). Sorbents and Precoated Layers in TLC. Detection and quantification in TLC. Overpressured Layer Chromatography.

15. Principles of Gas Chromatography (GC). Instrumental setup: carrier gases, injection techniques, types of GC columns, stationary phases in GSC and GLC. GC detectors (FID and EC). The significance of Kovats Retention Indices in qualitative analysis.
16. Principles of High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Instrumental setup: syringe type pumps, mixer, injector and column types. Description of the stationary- and mobile phases in case of normal- and reversed phase (NP and RP) HPLC. Gradient- and isocratic elutions. HPLC detectors: UV-VIS, FI, conductivity, evaporative light scattering (ELSD).
17. Hyphenated techniques for elemental speciation: GC-ICP-AES, GC-ICP-MS, HPLC-FAAS, HPLC-ICP-MS. Speciation of arsenic, chromium, lead and mercury. Analytical Performance Parameters: Selectivity, Linearity, Sensitivity, Precision, Reproducibility Systematic error, Reproducibility, Limit of Detection, Limit of Quantitation, Robustness.
18. Energy balance of the Earth. Physical and chemical background of the greenhouse effect. Climate system. Time trends of greenhouse gases. Climate forcing. Evidences and implications of global climate change. Mitigation policies.
19. Environmental properties of water. Chemical processes in surface and underground water bodies. Interaction of water with solid, liquid and gaseous substances. Cycling of water. Major pollutants of water. Chemical treatments for drinking water.
20. Chemistry of the stratosphere. The Chapman model and its consequences. Distribution of ozone in the total air column. The ozone layer and its importance. Catalytic (ClO_x , NO_x , HO_x) cycles for ozone depletion. Time trend for stratospheric ozone. Heterogeneous ozone cycles. The ozone hole.
21. Chemistry of the troposphere. Air pollutants, their major sources, global distributions and sinks. Oxidation property of the atmosphere. Formation, importance and reactions of the hydroxi radical. Acid precipitation.
22. Photochemical smog. Preconditions, chemical formation mechanism and important products on various spatial scales. Health and environmental effects. Measures against smog periods.
23. Atmospheric aerosol, its importance for human health, environment and climate. Main properties of and processes in the aerosol system. Formation mechanisms of aerosol particles. Size distributions and equivalent diameters. Chemical compositions of particles.

24. Radioactive decays. Causes of decays. Geiger-Nuttal law for alpha decay. Beta decays (positive, negative decays and electron capture). Energy spectrum of emitted particles. Chart of nuclei, valley of beta stability. Causes and energy balance of gamma radiation. Spontaneous fission.
25. Secondary effects of radioactive decays. Characteristic x-ray radiation, conversion electrons, Auger effect. Recoil of daughter nucleus and its effects. Kinetics of radioactive decay. Decay constant and half life. Random character of radioactive decay and decay statistics. Radioactive dating.
26. Interaction of alpha and beta radiations with matter. Forms and role of energy transfer of various radiations. Ionisation, excitation and LET values. Types of nuclear reactions. Compound nuclei. Direct nuclear reactions. Resonance reactions. Reaction barriers.
27. Nuclear reactions induced by neutrons. Applications of neutron activation in analytical chemistry. Radioactive and prompt-gamma neutron activation analysis. Importance of nuclear reactions in energy production. Nuclear power plants.
28. Operation principles for gas ionisation, scintillation and semiconductor radiation detectors. Detection efficiency and energy resolution. Particle and track detectors.
29. Basic quantities of radiation dosimetry. Absorbed, equivalent and effective doses, dose rate. Health effects of ionisation radiations for external and internal radioactive sources. Background radiation. Protection against radiation hazards, shielding. Radiation safety and ALARA principle. Role of regulatory bodies.