

# Testi del Syllabus

Resp. Did. **ADAMI GIANPIERO** **Matricola: 005831**

Docente **ADAMI GIANPIERO, 8 CFU**

Anno offerta: **2018/2019**

Insegnamento: **005SM - CHIMICA ANALITICA I CON LABORATORIO**

Corso di studio: **SM10 - CHIMICA**

Anno regolamento: **2018**

CFU: **8**

Settore: **CHIM/01**

Tipo Attività: **B - Caratterizzante**

Anno corso: **1**

Periodo: **Secondo Semestre**

Sede: **TRIESTE**



## Testi in italiano

**Lingua insegnamento** italiano

**Contenuti (Dipl.Sup.)**

Introduzione alla chimica analitica.  
Tecnica analitica, metodo analitico, procedura e protocollo analitico.  
Classificazione dei metodi analitici: metodi classici (gravimetria e volumetria) e metodi strumentali (spettroscopia, cromatografia, metodi elettrochimici).  
Scelta del metodo migliore in base all'analisi da effettuare.  
Come presentare correttamente un risultato analitico.  
Come affrontare una procedura analitica: capire il problema, come fare il campionamento, quale metodo seguire, come elaborare i dati.  
Certezza del risultato. Media, deviazione standard, teorema del limite centrale, intervallo di fiducia. Dati anomali.  
Test di Significatività: t test e F test. Paired t-test, test Q, test chi quadro. Esempi ed applicazioni.  
Selettività e specificità: definizione ed esercizi su casi di studio.  
Qualità del dato. Considerazioni sui possibili errori commessi durante una misura.  
Esattezza e precisione.  
Confronto dei risultati interlaboratorio ed intralaboratorio per verificare la qualità dei dati. LOD e LOQ.  
Curve di calibrazione e metodo dei minimi quadrati, regressione lineare.  
Ripasso dei concetti di chimica di base.  
Le unità di misura e le cifre significative.  
La stechiometria chimica.  
Concentrazioni e diluizioni.  
Equilibrio chimico.  
Costanti di equilibrio:  $K_{ps}$ ,  $K_a$ ,  $K_b$ ,  $K_{complessometrica}$ ,  $K_{redox}$   
Reattività e forza ionica. Bilanci di massa, di carica e bilanci elettronici  
Forza di acidi e basi. Calcolo delle  $pK_a$  di acidi forti e deboli.  
Calcolo del pH: soluzione acida o basica generica, soluzioni tampone, miscele di acidi e basi. Applicazioni del calcolo del pH.  
Metodi gravimetrici e volumetrici di analisi. Aspetti generali delle tecniche di analisi gravimetrica.

Titolazioni acido-base.  
Titolazioni precipitometriche.  
Titolazioni complessometriche.  
Reazioni redox e titolazioni redox.  
Potenzi standard di riduzione.  
L'equazione di Nernst. Concetto di f.e.m. Pile e celle galvaniche.  
Potenzi elettrodo.  
Definizione dei diversi tipi di elettrodi; elettrodo a vetro.  
Il pHmetro.  
Sicurezza in laboratorio e vetreria nel laboratorio di analisi chimica classica.  
Esempi reali di titolazioni.  
Le relazioni di laboratorio.  
Esercitazioni in laboratorio: standardizzazione HCl, durezza dell'acqua, Salinità dell'acqua, acidità dell'aceto, calcare attivo nei terreni, 'spot test'.  
Discussione sui dati raccolti in laboratorio.

## Testi di riferimento

E. Desimoni, "Chimica Analitica: equilibri ionici e fondamenti di analisi chimica quantitativa", Clueb, Bologna, 1996  
A.D. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, "Fondamenti di Chimica Analitica", Edises, ed II/2005.  
A.D. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, "Fundamentals of Analytical Chemistry", Saunders College Publ. Int. Ed., New York, 2003.  
Harris Daniel C., "Elementi di chimica analitica", Zanichelli, 1999.  
Harris D.C., "Analisi chimica quantitativa", Zanichelli Ed., Bologna 2005.  
Materiale didattico presente sul sito: <http://moodle2.units.it/>

## Obiettivi formativi

D1. Conoscenza e capacità di comprensione: Al termine del corso lo studente deve dimostrare di conoscere i principi fondamentali della chimica analitica con particolare riguardo ai parametri di qualità del risultato analitico ed ai principi di base della statistica. Deve conoscere gli aspetti qualitativi e quantitativi dell'equilibrio chimico in soluzione acquosa, le principali tecniche di analisi volumetrica e gravimetrica e i principi di base dell'analisi chimica strumentale.  
D2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Al termine del corso lo studente deve saper applicare le conoscenze acquisite al punto D1 per risolvere problemi ed esercizi di stechiometria applicati alla chimica analitica. Deve inoltre saper utilizzare i fogli di calcolo per l'elaborazione e l'analisi dei dati. Deve saper applicare i test di significatività e rappresentare con chiarezza dati sperimentali in tabelle e grafici. Deve saper prevedere l'andamento degli equilibri in situazioni analitiche reali e saper utilizzare le principali tecniche analitiche volumetriche.  
D3. Autonomia di giudizio: Al termine del corso lo studente saprà giudicare le metodiche più elementari della trattazione degli equilibri chimici in soluzione acquosa. Deve essere in grado di operare in autonomia utilizzando le tecniche analitiche classiche per l'analisi di sostanze chimiche ed elementi in matrici semplici o complesse. Deve proporre idee e soluzioni ad un problema analitico e scegliere la tecnica analitica più appropriata per perseguire un determinato obiettivo.  
D4. Abilità comunicative: Al termine del corso lo studente deve saper esporre chiaramente i concetti acquisiti al punto D1, saper documentare l'analisi chimica eseguita e presentare il risultato analitico in modo corretto. Deve anche saper intervenire in una discussione critica su argomenti del corso dando validi suggerimenti.  
D5. Capacità di apprendimento: Al termine del corso lo studente deve essere in grado di approfondire autonomamente gli argomenti trattati, inoltre deve essere in grado di trasferire le nozioni imparate nei successivi corsi, saper progettare e proporre un'analisi chimica quantitativa classica.

## Prerequisiti

Chimica generale ed inorganica con laboratorio

## Metodi didattici

lezioni frontali, esercitazioni di laboratorio e attività didattiche in modalità interattiva ("blended") integrando formazione d'aula con l'e-learning e l'attività di apprendimento a distanza. Il materiale didattico, comprensivo di esercizi e problemi, viene messo a disposizione degli studenti tramite

Moodle.

## Altre informazioni

nessuna

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso un test scritto intermedio e la valutazione delle attività di approfondimento su argomenti del corso svolte durante le lezioni e delle esperienze di laboratorio con relative relazioni scritte. Sono previste delle attività in gruppi di lavoro e la presentazione di un progetto finale in campo analitico-ambientale. Viene infine svolto un esame orale che riguarda l'intero programma del corso e consiste in domande con quesiti sia di tipo teorico sia concernenti la risoluzione di problemi analoghi a quelli svolti in aula. La prova punta ad accertare le conoscenze dello studente sugli aspetti teorici della materia, anche tramite esercizi numerici ed applicazioni a casi reali.

## Programma esteso

Introduzione alla chimica analitica.  
Tecnica analitica, metodo analitico, procedura e protocollo analitico.  
Classificazione dei metodi analitici: metodi classici (gravimetria e volumetria) e metodi strumentali (spettroscopia, cromatografia, metodi elettrochimici).  
Scelta del metodo migliore in base all'analisi da effettuare.  
Come presentare correttamente un risultato analitico.  
Come affrontare una procedura analitica: capire il problema, come fare il campionamento, quale metodo seguire, come elaborare i dati.  
Certezza del risultato. Media, deviazione standard, teorema del limite centrale, intervallo di fiducia. Dati anomali.  
Test di Significatività: t test e F test. Paired t-test, test Q, test chi quadro. Esempi ed applicazioni.  
Selettività e specificità: definizione ed esercizi su casi di studio.  
Qualità del dato. Considerazioni sui possibili errori commessi durante una misura.  
Esattezza e precisione.  
Confronto dei risultati interlaboratorio ed intralaboratorio per verificare la qualità dei dati. LOD e LOQ.  
Curve di calibrazione e metodo dei minimi quadrati, regressione lineare.

Ripasso dei concetti di chimica di base.  
Le unità di misura e le cifre significative.  
La stechiometria chimica.  
Concentrazioni e diluizioni.  
Equilibrio chimico.  
Costanti di equilibrio:  $K_{ps}$ ,  $K_a$ ,  $K_b$ ,  $K_{complessometrica}$ ,  $K_{redox}$   
Reattività e forza ionica. Bilanci di massa, di carica e bilanci elettronici  
Forza di acidi e basi. Calcolo delle  $pK_a$  di acidi forti e deboli.  
Calcolo del pH: soluzione acida o basica generica, soluzioni tampone, miscele di acidi e basi. Applicazioni del calcolo del pH.  
Metodi gravimetrici e volumetrici di analisi. Aspetti generali delle tecniche di analisi gravimetrica.  
Titolazioni acido-base.  
Titolazioni precipitometriche.  
Titolazioni complessometriche.  
Reazioni redox e titolazioni redox.  
Potenziali standard di riduzione.  
L'equazione di Nernst. Concetto di f.e.m. Pile e celle galvaniche.  
Potenziali elettrodo.  
Definizione dei diversi tipi di elettrodi; elettrodo a vetro.  
Il pHmetro.  
Sicurezza in laboratorio e vetreria nel laboratorio di analisi chimica classica.  
Esempi reali di titolazioni.  
Le relazioni di laboratorio.  
Esercitazioni in laboratorio: standardizzazione HCl, durezza dell'acqua, Salinità dell'acqua, acidità dell'aceto, calcare attivo nei terreni, 'spot test'.



## Testi in inglese

italian

Introduction to analytical chemistry.  
 Analytical technique, analytical method, procedure and protocol.  
 Classification of analytical methods: classical methods (gravimetric and volumetric) and instrumental methods (spectroscopy, chromatography, electrochemical methods).  
 Choosing the best method based on the analysis to be performed.  
 How to properly present an analytical result.  
 How to deal with an analytical procedure: understand the problem, how to do the sampling, which method to choose, how to process the data.  
 Certainty of the result. Mean, standard deviation, central limit theorem, confidence interval. Outliers.  
 Significance Tests: t test and F test. Paired t-test, Q test, chi-square test.  
 Examples and applications.  
 Selectivity and specificity: case studies and exercises.  
 Quality of the data. Considerations on the possible errors made during a measurement.  
 Accuracy and precision.  
 Intralaboratory and interlaboratory comparison of the results to verify the quality of the data. LOD and LOQ.  
 Calibration curves and method of least squares linear regression.  
 Review of the basic concepts of chemistry.  
 The units of measurement and significant figures.  
 Stoichiometry.  
 Concentrations and dilutions.  
 Chemical equilibrium.  
 Equilibrium constants:  $K_{sp}$ ,  $K_a$ ,  $K_b$ ,  $K_{complex}$ ,  $K_{redox}$   
 Reactivity and ionic strength. Mass balances, charge balances and electronic  
 Strength of acids and bases. Calculation of the  $pK_a$  of strong and weak acids.  
 Calculation of pH: acid or base solution generic, buffer solutions, mixtures of acids and bases. Applications to pH calculation.  
 Gravimetric and volumetric analysis. General aspects.  
 Acid-base titrations.  
 Precipitation titrations.  
 Complexometric titrations.  
 Redox reactions and redox titrations.  
 Standard reduction potentials.  
 The Nernst equation. E.m.f. Stacks and galvanic cells.  
 Electrode potential.  
 Definition of different types of electrodes: the glass electrode.  
 The pH-meter.  
 Safety in the laboratory and glassware in the laboratory of classical chemical analysis.  
 Examples of titrations.  
 The lab reports.  
 Laboratory experiences: standardization of HCl, water hardness, water salinity, acidity of the vinegar, active  $CaCO_3$  in soils, spot test.  
 Discussion on the collected data in laboratory.

E. Desimoni, "Chimica Analitica: equilibri ionici e fondamenti di analisi chimica quantitativa", Clueb, Bologna, 1996  
 A.D. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, "Fondamenti di Chimica Analitica", Edises, ed II/2005.  
 A.D. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, "Fundamentals of Analytical

Chemistry", Saunders College Publ. Int. Ed., New York, 2003.  
Harris Daniel C., "Elementi di chimica analitica", Zanichelli, 1999.  
Harris D.C., "Analisi chimica quantitativa", Zanichelli Ed., Bologna 2005.  
For teaching slides see: <http://moodle2.units.it/>

D1. Knowledge and understanding: At the end of the course the student must demonstrate knowledge of the fundamental principles of analytical chemistry with particular regard to the quality parameters of the analytical result and the basic principles of statistics. It must know the qualitative and quantitative aspects of the chemical equilibrium in aqueous solution, the main volumetric and gravimetric analytical techniques and the basic principles of instrumental chemical analysis.

D2. Ability to apply knowledge and understanding: At the end of the course the student must be able to apply the knowledge acquired in point D1 to solve easy problems and stoichiometry exercises regarding analytical chemistry. It must also be able to use spreadsheets for processing and analyzing data. He must know how to apply the tests of significance and clearly represent experimental data in tables and graphs. It must be able to predict the trend of equilibrium in real analytical situations and to know how to use the main volumetric analytical techniques.

D3. Autonomy of judgment: At the end of the course the student must know how to recognize and apply the most basic methods of the treatment of chemical equilibria in aqueous solution. He must be able to operate autonomously using classical analytical techniques for the analysis of chemical substances and elements in simple or complex matrices. To propose ideas and solutions to solve an analytical problem and choose the most appropriate analytical technique to achieve a specific goal.

D4. Communication skills: At the end of the course the student must be able to clearly explain the concepts acquired in point D1. To know how to report the performed chemical analysis and to present correctly the analytical result. He must also be able to participate in a critical discussion regarding course topics and giving appropriate suggestions.

D5. Learning skills: At the end of the course the student must be able to study independently the topics covered. He must be able to transfer the concepts learned in subsequent courses and knowing how to design and propose a classical quantitative chemical analysis.

General and Inorganic Chemistry and laboratory

Classroom Lectures, laboratory experiences and educational activities in interactive way ("blended") by integrating classroom training with e-learning and distance learning activities. The teaching material, including exercises and problems, is made available to students through Moodle.

none

The assessment of learning takes place through an intermediate written test and evaluation of in-depth activities on topics of the course carried out during the lessons and of laboratory experiences and written laboratory reports. Group activities and presentation of a final project in analytical-environmental field are foreseen. Finally students perform an oral exam focused on the entire program of the course and consists of theoretical questions and the resolution of real problems similar to those carried out in the classroom. The test aims to ascertain the knowledge of the theoretical aspects of the subject, also through numerical exercises and applications to real cases.

Introduction to analytical chemistry.  
Analytical technique, analytical method, procedure and protocol.  
Classification of analytical methods: classical methods (gravimetric and volumetric) and instrumental methods (spectroscopy, chromatography, electrochemical methods).  
Choosing the best method based on the analysis to be performed.  
How to properly present an analytical result.

How to deal with an analytical procedure: understand the problem, how to do the sampling, which method to choose, how to process the data. Certainty of the result. Mean, standard deviation, central limit theorem, confidence interval. Outliers.

Significance Tests: t test and F test. Paired t-test, Q test, chi-square test. Examples and applications.

Selectivity and specificity: case studies and exercises.

Quality of the data. Considerations on the possible errors made during a measurement.

Accuracy and precision.

Intralaboratory and interlaboratory comparison of the results to verify the quality of the data. LOD and LOQ.

Calibration curves and method of least squares linear regression.

Review of the basic concepts of chemistry.

The units of measurement and significant figures.

Stoichiometry.

Concentrations and dilutions.

Chemical equilibrium.

Equilibrium constants:  $K_{sp}$ ,  $K_a$ ,  $K_b$ ,  $K_{complex}$ ,  $K_{redox}$

Reactivity and ionic strength. Mass balances, charge balances and electronic

Strength of acids and bases. Calculation of the  $pK_a$  of strong and weak acids.

Calculation of pH: acid or base solution generic, buffer solutions, mixtures of acids and bases. Applications to pH calculation.

Gravimetric and volumetric analysis. General aspects.

Acid-base titrations.

Precipitation titrations.

Complexometric titrations.

Redox reactions and redox titrations.

Standard reduction potentials.

The Nernst equation. E.m.f. Stacks and galvanic cells.

Electrode potential.

Definition of different types of electrodes: the glass electrode.

The pH-meter.

Safety in the laboratory and glassware in the laboratory of classical chemical analysis.

Examples of titrations.

The lab reports.

Laboratory experiences: standardization of HCl, water hardness, water salinity, acidity of the vinegar, active  $CaCO_3$  in soils, spot test.

Discussion on the collected data in laboratory.