

# PROGRAMMAZIONE DIDATTICA

Disciplina: **ANALISI CHIMICA, ELABORAZIONE DATI E LABORATORIO**

Classi: **3<sup>a</sup> Chimica**

Anno Scolastico 2009/10

## **Finalità:**

Le finalità del corso interessano sia l'ambito scientifico generale sia gli aspetti più strettamente legati all'inserimento nel mondo del lavoro, dando uno specifico contributo alla costruzione della figura professionale del perito chimico.

In particolare si ritiene essenziale:

- 1) fornire le basi teoriche fondamentali in ordine al comportamento degli ioni in soluzione, con riferimento agli equilibri fisici trattati anche sotto il profilo stechiometrico;
- 2) trattare le principali tecniche di analisi quali-quantitative sotto i diversi aspetti applicativi, economici, legislativi;
- 3) far acquisire le necessarie abilità operative;
- 4) far riferimento alla necessità di una corretta raccolta dati e alla loro elaborazione;
- 5) prendere in esame le diverse fasi del processo analitico evidenziandone gli aspetti decisionali;
- 6) fornire un valido metodo di lavoro e la capacità di assumere decisioni autonome.

## **Obiettivi:**

Obiettivo generale del corso è la comprensione, da parte dell'allievo, dell'intero processo analitico come progressiva sequenza decisionale. In tale prospettiva l'allievo dovrà essere in grado di:

- 1) prelevare campioni secondo le opportune metodiche;
- 2) scegliere la tecnica analitica in funzione dei risultati richiesti;
- 3) scegliere il metodo di misura;
- 4) trattare il campione con gli opportuni reagenti e apparecchiature;
- 5) eseguire l'analisi nel rispetto delle norme di sicurezza e antinquinamento;
- 6) elaborare e presentare i dati analitici;
- 7) conoscere la strategia essenziale per la messa a punto di un metodo di analisi.

## **Contenuti:**

### Parte teorica

- 1) Introduzione alla chimica delle soluzioni
- 2) Equilibrio chimico
- 3) Equilibri eterogenei
- 4) Equilibri acido-base
- 5) Equilibri redox
- 6) Complessometria
- 7) Analisi qualitativa

### Laboratorio

- A) Introduzione al laboratorio
- B) Tecnica della pesata e concetto di misura
- C) Analisi qualitativa
- D) Preparazione di soluzioni titolate
- E) Analisi quantitative ponderali
- F) Analisi quantitative volumetriche

### **Modalità di lavoro:**

- 1) Presentazione dell'argomento da parte dell'insegnante
- 2) Lettura e commento del testo
- 3) Rielaborazione dell'argomento da parte dell'allievo
- 4) Lavoro di gruppo
- 5) Assegnazione del lavoro individuale con richiesta di breve sintesi scritta od orale da esporre in classe
- 6) Attività di ricerca e di approfondimento
- 7) Esecuzione dell'attività pratica

### **Strumenti di lavoro:**

- A) Lavagna
- B) Lavagna luminosa
- C) Cartelloni
- D) Schede di lavoro
- E) Grafici e tabelle
- F) Fotocopie tratte da riviste e tabelle
- G) Testo in adozione
- H) Laboratorio e relativa strumentazione
- I) Manuali
- L) Testi reperibili in biblioteca
- M) Appunti delle lezioni

### **Tipologie di verifica:**

Il docente si avvarrà delle seguenti tipologie diverse di verifica in relazione agli obiettivi dei quali si intende accertare il raggiungimento:

- A) Interrogazioni su griglia predisposta
- B) Test a scelta multipla
- C) Test a completamento
- D) Problemi di stechiometria
- E) Esercitazioni di laboratorio

PERIODO	ARGOMENTI	CONTENUTI	OBIETTIVI	MODALITA'	STRUMENTI	VERIFICHE	ORE
Settembre Ottobre	TEORIA: introduzione alla chimica delle soluzioni; analisi qualitativa.	TEORIA: solubilizzazione delle sostanze; soluzioni elettrolitiche, dissociazione elettrolitica; equilibri; reazioni di precipitazione di interesse con la chimica analitica.	1 - 4 - 5 - 7	1 - 2 - 3 - 5	A - E - G - N	a - b - c - d	18
	PRATICA: introduzione al laboratorio; analisi gravimetrica.	PRATICA: tecnica di pesata; determinazione gravimetrica di alcuni composti.	1 - 4 - 5 - 7	1 - 2 - 3 - 4	A-H-I-L-M	e	30
Novembre Dicembre	TEORIA: analisi ponderale, equilibrio chimico, equilibri eterogenei, analisi volumetrica.	TEORIA: reazioni di interesse con la chimica qualitativa; equilibri in soluzione; teoria di Debye- Hückel; espressione della concentrazione e problemi di stechiometria; prodotto di solubilità; pH, acidità, basicità; teorie di ARRENHIUS e BRÖNSTED.	1 - 2 - 4 - 5 - 7	1 - 2 - 3 - 4 - 5	A-C-F-G-H	a - b - c - d	20
	PRATICA: analisi chimica volumetrica.	PRATICA determinazioni argentometriche e complessometriche (EDTA).	1 - 2 - 4 - 5	1 - 2 - 3 - 4 - 7	A - G - H - M	e	30
Gennaio Febbraio Marzo	TEORIA: equilibrio acido- base; equilibri eterogenei; equilibri redox, reazioni di complessazione.	TEORIA: equilibri acido-base in soluzione, equilibri di precipitazione, equilibri redox; idrolisi, tamponi, reazioni complessometriche, reazioni di titolazione con reazioni ossidimetriche; indicatori. Espressione ed elaborazione dei risultati. Calcolo di concentrazioni e di preparazioni di soluzioni standard.	1 - 2 - 4 - 5 - 6	1 - 2 - 3 - 4 - 5	A-C-D-F-G- M	a - b - c - d	35
	PRATICA: analisi chimica volumetrica.	PRATICA: determinazione acidimetriche, permanganatometriche, iodometriche, bicromatometriche.	1 - 2 - 3 - 4 - 7	1 - 2 - 3 - 4 - 7	A-G-H-I-M	e	45
Aprile Maggio	TEORIA: Analisi qualitativa e di fiamma.	TEORIA: reazioni di equilibrio di precipitazione, equilibri di precipitazione, spettroscopia di fiamma.	1-2-3-4-6-7	1 - 2 - 3 - 4 - 5	A-C-G-F-E- L-M	a - b - c - d	25
	PRATICA: analisi qualitativa.	PRATICA: riconoscimento analitico dei cationi e degli anioni principali.	1-2-3-4-5-6- 7	1 - 2 - 3 - 4 - 7	A-E-F-G-I-H-L-M	e	35
Giugno	Ripasso generale.						

# LABORATORIO DI ANALISI QUALITATIVA E QUANTITATIVA

Disciplina: ANALISI CHIMICA, ELABORAZIONE DATI E LABORATORIO

Classi: 3<sup>e</sup> *Chimica*

Anno Scolastico 2009/10

## LABORATORIO DI ANALISI CHIMICA QUANTITATIVA

### Mese di Settembre - Ottobre:

- presentazione del laboratorio, assegnazione del posto di lavoro, delle attrezzature costituenti la dotazione personale. Tecnica dell'analisi gravimetrica;
- utilizzo delle bilance tecniche e analitiche;
- analisi gravimetrica del nichel;
- analisi gravimetrica dei solfati;
- analisi gravimetrica del ferro;

### Mese di Novembre:

- tecnica dell'analisi volumetrica per precipitazione (argentometria);
- determinazione dei cloruri secondo il metodo di Vohlard;
- analisi di separazione in cui si utilizzano metodi gravimetrici e metodi volumetrici (a scelta).

### Mese di Dicembre:

- determinazione complessometrica di calcio e di magnesio;
- determinazione iodometrica del rame;
- determinazione iodometrica del piombo;
- determinazione complessometrica del piombo;
- determinazione bicromatometrica dello ione fenoso;
- altri tipi di determinazioni ossidimetriche (a scelta) anche applicate a matrici quali ad esempio l'acqua (metodo Kubel, metodo Winkler, ecc.);

### Mese di Gennaio - Febbraio:

- tecnica dell'analisi volumetrica;
- preparazione di soluzioni di acidi e basi mediante diluizione di soluzioni concentrate o mediante pesata e determinazione del loro titolo e del fattore di correzione;
- utilizzazione del pH-metro e degli indicatori;
- curve di neutralizzazione acido forte - base forte e viceversa mediante titolazione potenziometrica;
- analisi acidimetriche (a scelta);
- analisi alcalimetriche (a scelta);

### Mese di Marzo - Aprile:

- curve di titolazione potenziometriche relative a soluzioni contenenti sistemi tampone;
- curve di titolazione potenziometriche relative a soluzioni contenenti sali che determinano fenomeni di idrolisi;
- tecnica dell'analisi volumetrica ossidimetrica;
- determinazione permanganatometrica del ferro;
- determinazione permanganatometrica del ferro in soluzione cloridrica mediante il metodo di Zimmermann;
- tecnica dell'analisi complessometrica;
- determinazione complessometrica del calcio;
- determinazione complessometrica del nichel;

## LABORATORIO DI ANALISI CHIMICA QUALITATIVA

### Mese di Aprile - Maggio:

- assegnazione della dotazione personale;
- analisi alla fiamma di  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}$ ;
- ricerca di carbonati, acetati, borati;
- preparazione della soluzione alcalina degli anioni e riconoscimento di nitrati e cloruri;
- procedimento per il riconoscimento di  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{++}$ ;
- riconoscimento di  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{++}$  mediante le prove al coccio;
- riconoscimento di  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ;
- riconoscimento di  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Sr}^{++}$ ,  $\text{Ba}^{++}$ ;
- riconoscimento di altri cationi e anioni mediante reazioni specifiche.

# PROGRAMMAZIONE ESPERIENZE DI LABORATORIO

Disciplina: **ANALISI CHIMICA, ELABORAZIONE DATI**

Classi: **3<sup>e</sup> Chimica**

*Anno Scolastico 2009/10*

## **Finalità:**

1. Fornire le basi teoriche e pratiche fondamentali in ordine al comportamento degli ioni in soluzione.
2. Trattare le principali tecniche di analisi quanti-qualitative.
3. Far acquisire le necessarie tecniche e abilità operative.
4. Raccolta dati e loro elaborazione.
5. Prendere in esame le diverse fasi del processo analitico.
6. Fornire un valido metodo di lavoro e le capacità di assumere decisioni autonome.

## **Obiettivi:**

L'allievo dovrà essere in grado di:

1. prelevare campioni secondo opportune metodiche;
2. scegliere la tecnica analitica più idonea;
3. scegliere il metodo di misura;
4. trattare opportunamente campioni, reagenti, apparecchiature.
5. eseguire l'analisi rispettando le norme di sicurezza e antinquinamento;
6. elaborare e presentare i dati analitici;
7. conoscere la strategia essenziale per la messa a punto di un metodo di analisi.

## **Contenuti:**

1. Introduzione al laboratorio.
2. Tecnica di pesata e concetto di misura.
3. Analisi qualitativa.
4. Preparazione di soluzioni titolate.
5. Analisi ponderale.
6. Analisi volumetrica.

## **Modalità di lavoro:**

1. Presentazione dell'argomento.
2. Lettura e commento al testo dell'analisi da eseguire.
3. Rielaborazione dell'argomento da parte dell'allievo.
4. Assegnazione del lavoro individuale o di gruppo.
5. Esecuzione dell'attività pratica.

**Strumenti di lavoro:**

1. Lavagna.
2. Cartelloni.
3. Grafici e tabelle.
4. Fotocopie da riviste o altri posti.
5. Strumenti di analisi.
6. Manuali.
7. Testi reperibili in biblioteca.
8. Appunti.

**Tipologie di verifica:**

1. Esercitazioni individuali di laboratorio.

**PROGRAMMAZIONE ANNUALE ESPERIENZE DI LABORATORIO**

PIANO DI LAVORO    *Classi:*        3<sup>e</sup>

*Indirizzo: Chimica*

*Anno Scolastico: 2009/10*

*Disciplina:*    **ANALISI CHIMICA, ELABORAZIONE DATI**

<b>PERIODO</b>	<b>ARGOMENTI</b>	<b>CONTENUTI</b>	<b>OBIETTIVI</b>	<b>MODALITA'</b>	<b>STRUMENTI</b>	<b>VERIFICHE</b>	<b>ORE</b>
Settembre Ottobre	Uso bilancia. Analisi ponderale.	Det. acqua di cristallizzazione. Det. BaSO <sub>4</sub> , Solfati. Det. del ferro.	1 - 4 - 5 - 6 - 7	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 5 - 6 - 7	3	30
Novembre	Analisi ponderale. Argentometria.	Det. del Ni – Fosfati. Det. degli alogenuri secondo Mohr.	1 - 4 - 5 - 6 - 7	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 5 - 6 - 7	2	25
Dicembre	Argentometria. Complessometria.	Det. alogenuri secondo Vohlard. Titolazioni con EDTA.	1 - 4 - 5 - 6 - 7	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 5 - 6 - 7	2	20
Gennaio Febbraio	Analisi volumetrica.	Preparazione soluzioni titolate. Acidimetria.	1 - 4 - 5 - 6 - 7	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 5 - 6 - 7	3	35
Marzo Aprile	Analisi volumetrica.	Det. permanganometriche. Det. iodometriche. Det. bicromatometriche.	1 - 4 - 5 - 6 - 7	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 5 - 6 - 7	3	25
Aprile Maggio	Analisi qualitativa.	Analisi alla fiamma. Riconoscimento di anioni e cationi.	1 - 4 - 5 - 6 - 7	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 5 - 6 - 7	3	27
Giugno	Ripasso.	Ripasso.	1 - 4 - 5 - 6 - 7	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 5 - 6 - 7	1	6

## GRIGLIA DI DEFINIZIONE DEI REQUISITI MINIMI PER L'ATTRIBUZIONE DELLA SUFFICIENZA

<b>MATERIA: ANALISI CHIMICHE ED ELAB. DATI</b>	<b>CLASSE: TERZA</b>	<b>INDIRIZZO: CHIMICO</b>
--	----------------------	---------------------------

<i>CONTENUTI</i>	<i>CONOSCENZE MINIME PER L'ACCESSO ALLA CLASSE SUCCESSIVA</i>	<i>COMPETENZE MINIME PER L'ACCESSO ALLA CLASSE SUCCESSIVA</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcolo ponderale</li> <li>• soluzioni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mole, peso molecolare, numero di moli, numero di Avogadro.</li> <li>• Concentrazione delle soluzioni: M, N, m, %, frazione molare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esegue calcoli stechiometrici riguardanti reazioni e soluzioni.</li> <li>• Prepara soluzioni a titolo noto.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibri in soluzione</li> <li>• Equilibri eterogenei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costante di equilibrio</li> <li>• Dissociazione di acidi deboli e forti</li> <li>• PH</li> <li>• Idrolisi, soluzioni tampone</li> <li>• Prodotto di solubilità</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• calcola il pH di soluzioni di acidi e basi deboli e forti, di sali, di miscele di acidi, basi e sali.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi gravimetrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitazione</li> <li>• Solubilità</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esegue un'analisi per pesata seguendo tutte le operazioni di precipitazione, filtrazione, digestione, calcinazione e pesata, con conseguente espressione dei dati.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi volumetrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluzioni a titolo noto</li> <li>• Diluizione</li> <li>• standardizzazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esegue i calcoli per preparare le soluzioni richieste</li> <li>• usa apparecchiature per l'analisi volumetrica (pipette, propipette, burette, matracci tarati ecc.)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acido-alcalinometrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto di equivalenza, punto finale</li> <li>• Indicatori acido-base</li> <li>• Curve di titolazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esegue titolazioni acido-base con l'opportuna scelta degli indicatori</li> <li>• calcola ed esprime correttamente le quantità trovate</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Argentometria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodo di Mohr e di Volhard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esegue titolazioni argentometriche</li> <li>• calcola ed esprime correttamente le quantità trovate</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complessometria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complessi, EDTA</li> <li>• Indicatori metallo-cromici</li> <li>• Soluzioni tampone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esegue titolazioni con l'uso dell'EDTA</li> <li>• calcola ed esprime correttamente le quantità trovate</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ossidimetria</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ossidanti e riducenti, potenziali redox</b></li> <li>• <b>Standardizzazione di soluzioni di ossidanti e riducenti</b></li> <li>• <b>Permanganometria</b></li> <li>• <b>Iodometria</b></li> <li>• <b>Indicatori</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>effettua titolazioni permanganometriche e iodometriche</b></li> <li>• <b>standardizza le soluzioni in uso</b></li> <li>• <b>calcola ed esprime correttamente le quantità trovate</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Analisi qualitativa</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reazioni caratteristiche e specifiche</b></li> <li>• <b>Precipitazioni selettive</b></li> <li>• <b>Reazioni di riconoscimento</b></li> <li>• <b>Colorazione delle sostanze e di alcuni elementi</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Riconosce alcuni elementi dalla colorazione della fiamma</b></li> <li>• <b>Riconosce alcuni anioni e cationi dalle reazioni specifiche</b></li> </ul>

# PROGRAMMAZIONE DIDATTICA

Disciplina: **ANALISI CHIMICA, ELABORAZIONE DATI E LABORATORIO**

Classi: **4<sup>a</sup> Chimica**

Anno Scolastico 2009/10

## **Finalità:**

- 1) Acquisizione dei metodi fisici dell'analisi qualitativa e quantitativa
- 2) Far acquisire le necessarie abilità operative
- 3) Proporre un approccio sequenziale alla strumentazione, evidenziando l'importanza di un suo uso corretto e consapevole (controllo, manutenzione, valutazione delle prestazioni)
- 4) Insegnare una corretta metodologia per la stesura di una relazione scientifica
- 5) Trattare le principali tecniche di analisi qualitativa e quantitativa, strumentali e non sotto i diversi aspetti applicativi ed economici e legislativi
- 6) Fornire in ultima analisi, un metodo di lavoro e la capacità di assumere decisioni autonome

## **Obiettivi:**

- 1) Prelevare campioni secondo le opportune metodiche
- 2) Scegliere la tecnica analitica in funzione dei risultati richiesti, in termini di accuratezza, precisione ed economicità.
- 3) Scegliere il metodo di misura tenendo conto del numero delle analisi, delle interferenze, ecc.....
- 4) Trattare il campione con gli opportuni reagenti ed apparecchiature
- 5) Eseguire l'analisi nell'ambito delle norme di sicurezza e di rispetto dell'ambiente nonché sulla base delle necessarie operazioni di controllo
- 6) Elaborare i dati analitici
- 7) Conoscere la strategia essenziale per la messa a punto di un metodo di analisi

## **Contenuti:**

Metodi ottici:

Atomi e molecole, modello orbitalico, radiazioni elettromagnetiche, interazione materia-energia, tecniche ottiche di analisi, il colore, la colorimetria, spettroscopia di assorbimento e di emissione.

Spettrofotometria UV., visibile:

Assorbimento nell'UV-visibile, legge dell'assorbimento, sorgenti, monocromatori, rivelatori, tipi di strumento, celle, analisi quantitativa e qualitativa.

Spettrofotometria IR:

Assorbimento nell'IR, correlazione bande-struttura, spettrofotometri a dispersione e in trasformata di Fourier (FT-IR), sistemi di preparazione del campione, analisi in riflettanza, analisi qualitativa e quantitativa.

Spettrofotometria di assorbimento atomico:

Assorbimento, sorgenti, sistemi di atomizzazione, monocromatore e sistemi ottici, rivelatori, analisi quantitativa.

Spettrofotometria di emissione atomica:

spettrofotometria di emissione di fiamma, di emissione al plasma, di emissione con eccitazione elettrotermica, spettri a righe

Laboratorio:

Puntualizzazioni sui concetti fondamentali della teoria della misura (valore vero, valore medio, errore assoluto e relativo) e dei parametri di valutazione delle analisi (accuratezza, precisione, sensibilità, limite di rivelabilità, linearità, rapporto segnale disturbo). Approccio di base al sistema strumento, con specifiche

esercitazioni riguardo a: attivazione e funzionamento, riconoscimento delle caratteristiche e delle prestazioni, ottimizzazione dei parametri strumentali, registrazione ed interpretazione di diagrammi strumentali (cromatogrammi e spettri ecc.), controllo degli strumenti attraverso operazioni di taratura e di misura, riconoscimento ad un primo livello elementare della problematica delle interferenze. Costruzione di curve di taratura su carta millimetrata e, solo in un secondo tempo, ottimizzate al calcolatore previa introduzione del concetto di regressione. Stesura di una relazione scientifica. Vedi elenco delle esercitazioni a parte.

#### **Modalità di lavoro:**

- 1) Presentazione dell'argomento da parte dell'insegnante
- 2) Lettura e commento del testo
- 3) Rielaborazione dell'argomento da parte dell'allievo a livello individuale
- 4) Esercitazioni di gruppo
- 5) Analisi individuali di alcuni prodotti chimici tramite le apparecchiature disponibili
- 6) Attività di ricerca

#### **Strumenti di lavoro:**

- A) Lavagna, lavagna luminosa e lucidi
- B) Videoregistratore con filmati
- C) Cartelloni
- D) Schede di lavoro
- E) Grafici e tabelle
- F) Testo in dotazione
- G) Laboratorio e relativa strumentazione

#### **Tipologie di verifica:**

- a) domande scritte aperte
- b) Interrogazione su griglia predisposta
- c) Correlazioni
- d) Colloqui
- e) Interpretazione ed applicazioni metodiche analitiche

**DISCIPLINA: ANALISI CHIMICA, ELAB. DATI E LABORATORIO**

PIANO DI LAVORO DELLE CLASSI: *4<sup>e</sup> Chimica*

ANNO SCOLASTICO 2009/10

PERIODO	ARGOMENTI	CONTENUTI	OBIETTIVI	MODALITA	STRUMENTI	VERIFICHE	ORE
Settembre Ottobre Novembre	metodi ottici di emissione.	Spettri di emissione e assorbimento Spettrofotometria UV	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5-6	A-B-C-D-E-F- G	a-b-c-d-e-f	35
Dicembre Gennaio	Metodi ottici di assorbimento.	Colorimetria. Spettrofotometria UV	1-2-3-5-6	1-2-3-4-5-6	A-B-C-D-E-F- G	a-b-c-d-e-f	40
Febbraio Marzo	Metodi ottici.	Spettrofotometria IR	1-2-3-4-6	1-2-3-4-5-6	A-B-C-D-E-F- G	a-b-c-d-e-f	40
Aprile Maggio Giugno	Assorbimento ed emissione	Spettrofotometria di assorbimento atomico e di emissione atomica	1-2-3-4-5-6	1-2-3-4-5-6	A-B-C-D-E-F- G	a-b-c-d-e-f	45

# PROGRAMMAZIONE ESPERIENZE DI LABORATORIO

Disciplina: **ANALISI CHIMICA, ELABORAZIONE DATI**

Classi: **4<sup>e</sup> Chimica**

Anno Scolastico 2009/10

## **Finalità:**

1. Acquisizione di metodi fisici dell'analisi qualitativa e quantitativa.
2. Far acquisire le necessarie abilità operative.
3. Proporre un approccio sequenziale alla strumentazione, evidenziando l'importanza di un uso corretto e consapevole (controllo, manutenzione, valutazione delle prestazioni).
4. Insegnare una corretta metodologia per la stesura di una relazione scientifica.
5. Trattare le principali tecniche di analisi qualitativa e quantitativa, strumentale e non sotto i diversi aspetti applicativi ed economici e legislativi.
6. Fornire in ultima analisi un metodo di lavoro e la capacità di assumere decisioni autonome.

## **Obiettivi:**

1. Prelevare campioni secondo le opportune metodiche.
2. Scegliere la tecnica analitica in funzione dei risultati richiesti, in termini di accuratezza, precisione ed economicità.
3. Scegliere il metodo di misura tenendo conto del numero delle analisi, delle interferenze ecc. -
4. Trattare il campione con gli opportuni reagenti ed apparecchiature.
5. Eseguire l'analisi nell'ambito delle norme di sicurezza e di rispetto dell'ambiente, nonché sulla base delle necessarie operazioni di controllo.
6. Elaborare i dati analitici.
7. Conoscere la strategia essenziale per la messa a punto di un metodo di analisi.

## **Contenuti:**

Metodi ottici di emissione. Metodi ottici di assorbimento. Puntualizzazioni sui concetti fondamentali della teoria della misura (valore vero, valore medio, errore assoluto e relativo) e dei parametri di valutazione delle analisi (accuratezza, precisione, sensibilità, limite di rilevabilità, linearità, rapporto segnale-disturbo). Approccio di base al sistema strumentale, con specifiche esercitazioni riguardo a: attivazione e funzionamento, riconoscimento delle caratteristiche e delle prestazioni di ottimizzazione dei parametri strumentali, registrazione ed interpretazione di diagrammi strumentali (spettri ecc.), controllo degli strumenti attraverso operazioni di taratura e misura, riconoscimento ad un primo livello elementare della problematica delle interferenze. Costruzione di curve taratura su carta millimetrata, solo in un secondo tempo ottimizzate al calcolatore previa introduzione del concetto di regressione. Stesura di una relazione scientifica.  
**VEDI ELENCO DELLE ESERCITAZIONI A PARTE.**

**Modalità di lavoro:**

1. Presentazione da parte del docente dell'argomento.
2. Lettura e commento del testo.
3. Analisi individuali di alcuni prodotti chimici tramite le apparecchiature disponibili.

**Strumenti di lavoro:**

- A. Schede di lavoro.
- B. Testo in dotazione.
- C. Laboratorio e relativa strumentazione.

**Tipologie di verifica:**

- a) Relazione scritta.
- b) Colloquio sul lavoro eseguito.

## ELENCO DELLE ESERCITAZIONI DI LABORATORIO DI ANALISI CHIMICA ED ELABORAZIONE DATI

Classi: *4<sup>a</sup> Chimica*

*Anno Scolastico 2009/10*

- 1) Determinazione della normalità di una soluzione di  $\text{KMnO}_4$  con  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- 2) Determinazione permanganometrica del ferro
- 3) Determinazione iodometrica del rame
- 4) Costruzione della curva di colore di una soluzione di  $\text{KMnO}_4$
- 5) Determinazione spettrofotometrica dei fosfati (al blu di molibdeno)
- 6) Determinazione spettrofotometrica dell'  $\text{NH}_3$  in  $\text{H}_2\text{O}$
- 7) Determinazione spettrofotometrica dei  $\text{NO}_2$  (Grees)
- 8) Determinazione dei  $\text{NO}_3$  con salicilato di sodio
- 9) Determinazione del ferro con ortofenantrolina
- 10) 13) Determinazione turbidimetrica dei  $\text{SO}_4$
- 11) Ossidabilità al  $\text{KMnO}_4$  ( I.O.D )
- 12) Alcalinità dell'acqua
- 13) Determinazione della durezza dell'acqua
- 14) Determinazione dei cloruri nell'acqua
- 15) Determinazione dell'ossigeno disciolto secondo Winkler
- 16) B.O.D.
- 17) C.O.D.(co kit per Nanocolor)
- 18) I.R. spettrofotometria infrarosso di alcune sostanze
- 19) Determinazione del Cu in una soluzione mediante A.A.
- 20) Determinazione del rame in un vino
- 21) Determinazione del Pb in ortaggi
- 22) Determinazione dello zinco nei capelli
- 23) Determinazione del numero dei perossidi
- 24) Determinazione del grado di acidità in un olio
- 25) Determinazione del numero di iodio
- 26) Determinazione del numero di saponificazione
- 27) Analisi spettrofotometrica nell'U.V. di un olio di oliva
- 28) Determinazione del grado di rifrazione di un olio
- 29) Determinazione del potere rotatorio di una sostanza

**PROGRAMMAZIONE ANNUALE ESPERIENZE DI LABORATORIO**

PIANO DI LAVORO

Classi:

4<sup>e</sup>Indirizzo: *Chimica*

Anno Scolastico: 2009/10

*Disciplina:* **ANALISI CHIMICA, ELABORAZIONE DATI**

<b>PERIODO</b>	<b>ARGOMENTI</b>	<b>CONTENUTI</b>	<b>OBIETTIVI</b>	<b>MODALITA'</b>	<b>STRUMENTI</b>	<b>VERIFICHE</b>	<b>ORE</b>
Settembre Ottobre Novembre	Ripasso analisi volumetrica Metodi ottici di emissione.	Acidimetria, ossidimetria ecc. Spettri di emissione. Spettrofotometria VIS UV	1-2-3-4-5-6	1 - 2 - 3	A - B - C	a - b	26
Dicembre Gennaio	Metodi ottici di assorbimento.	Colorimetria. Spettrofotometria VIS UV	1-2-3-4-5-6	1 - 2 - 3	A - B - C	a - b	28
Febbraio Marzo	Assorbimento infrarosso.	Interpretazione degli spettri IR Uso del programma IR tutor	1-2-3-4-6	1 - 2 - 3	A - B - C	a - b	28
Aprile Maggio Giugno	Spettrofotometria in assorbimento ed emissione	Uso dello spettrofotometro di fiamma.	1-2-3-4-5-6	1 - 2 - 3	A - B - C	a - b	32

## GRIGLIA DI DEFINIZIONE DEI REQUISITI MINIMI PER L'ATTRIBUZIONE DELLA SUFFICIENZA

<b>MATERIA: ANALISI CHIMICHE ED ELAB. DATI</b>	<b>CLASSE: QUARTA</b>	<b>INDIRIZZO: CHIMICO</b>
--	-----------------------	---------------------------

<i>CONTENUTI</i>	<i>CONOSCENZE MINIME PER L'ACCESSO ALLA CLASSE SUCCESSIVA</i>	<i>COMPETENZE MINIME PER L'ACCESSO ALLA CLASSE SUCCESSIVA</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodi ottici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomi e molecole, modello orbitatici</li> <li>• Interazione tra energia e materia</li> <li>• Assorbimento ed emissione</li> <li>• Il colore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conosce le cause dell'assorbimento e dell'emissione di onde elettromagnetiche</li> <li>• Conosce i principali effetti ottici e la legge di Lambert-beer</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spettrofotometria UV-VIS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componenti strumentali: sorgenti, monocromatori, celle e rivelatori</li> <li>• Campo UV-VIS e spettro UV-VIS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conosce le parti essenziali di uno spettrofotometro UV-VIS</li> <li>• Esegue analisi qualitative ed interpreta lo spettro per scegliere la <math>\lambda_{MAX}</math>.</li> <li>• Prepara soluzioni idonee all'analisi</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spettrofotometria infrarossa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componenti strumentali: sorgenti, monocromatori, celle e rivelatori, infrarosso FT-IR</li> <li>• Sistemi di preparazione del campione</li> <li>Spettro IR e gruppi funzionali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conosce le parti essenziali di uno spettrofotometro</li> <li>• Correla lo spettro IR con la struttura della molecola analizzata</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spettrofotometria di fiamma in assorbimento ed in emissione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componenti strumentali: sorgenti, monocromatori, fiamma, fornetto e rivelatori</li> <li>• Emissione al plasma e con eccitazione elettrotermica</li> <li>Analisi quantitativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conosce le parti essenziali dei vari spettrofotometri e le tecniche di analisi relative</li> <li>• Sa determinare le quantità dei vari analiti</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi tecniche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromofori, coloranti, complessati, curve di taratura</li> <li>• Metodiche analitiche</li> <li>• Analisi quali-quantitative</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepara soluzioni atte all'analisi strumentale</li> <li>• Correla i dati strumentali alla quantità o al tipo di analita</li> <li>• Applica le tecniche strumentali alla determinazione di parametri specifici (es.: analisi acque. oli ecc.)</li> </ul>

## PROGRAMMAZIONE DIDATTICA

Disciplina: **ANALISI CHIMICA, ELABORAZIONE DATI E LABORATORIO**

Classi: **5 A Chimica**

Anno Scolastico 2009/10

### **Finalità:**

1. Trattare le principali tecniche di analisi qualitativa e quantitativa sotto i diversi aspetti applicativi, economici e legislativi.
2. Far acquisire le necessarie abilità operative.
3. Proporre un approccio sequenziale alla strumentazione evidenziando l'importanza di un uso corretto e consapevole (controllo, manutenzione, valutazione delle prestazioni).
4. Insegnare una corretta metodologia per la stesura di una relazione scientifica.
5. Far costante riferimento alla necessità di valutare ed elaborare i dati richiesti facendo uso di software applicativi.
6. Fornire in ultima analisi, un metodo di lavoro e la capacità di assumere decisioni autonome.

### **Obiettivi:**

1. Prelevare campioni secondo le opportune metodiche.
2. Scegliere la tecnica analitica in funzione dei risultati richiesti, in termini di accuratezza, precisione ed economicità.
3. Scegliere il metodo di misura tenendo conto del numero delle analisi, delle interferenze ecc. -
4. Trattare il campione con gli opportuni reagenti ed apparecchiature.
5. Eseguire l'analisi nell'ambito delle norme di sicurezza e di rispetto dell'ambiente, nonché sulla base delle necessarie operazioni di controllo.
6. Elaborare i dati analitici.
7. Conoscere la strategia essenziale per la messa a punto di un metodo di analisi.

### **Contenuti:**

1. **Il processo analitico come sequenza decisionale inserita in un approccio sistemico**
  - Inquadramento del problema dal punto di vista non solo strettamente chimico (componenti maggioritari e minoritari del campione, distinzione tra analita e matrice), ma anche merceologico, legislativo, ambientale.
  - Scelta del metodo di misura, curva di titolazione semplice o in derivata, curva di taratura, metodo delle aggiunte.
  - Campionamento, trattamento del campione.
  - Esecuzione dell'analisi.
  - Interpretazione ed elaborazione dei dati analitici al fine di esprimere una valutazione sul campione in esame anche in relazione, per quanto possibile, agli aspetti giuridici e normativi.
  - Presentazione dei risultati.
2. **Cromatografia**
  - Assorbimento, ripartizione, scambio ionico ed esclusione.
  - Metodi cromatografici: cromatografia su carta, su strato sottile, su colonna, elettroforesi ed elettrocromatografia.
  - Gascromatografia: colonne iniettori, rivelatori e registratori; separazione GLC: gas, fase fissa, temperatura, velocità di flusso, analisi qualitativa e quantitativa.
  - Cromatografia ad alte prestazioni (HPLC): pompe, colonne, iniettori, rivelatori, registratori, eluenti, flussi, analisi qualitativa e quantitativa.

### 3. **Potenziometria**

- Potenziali elettrochimici, pile, elettrodi di riferimento e di misura, elettrodo a vetro, elettrodi per misure redox, elettrodi selettivi, misura del pH e titolazioni potenziometriche.

### 4. **Elettrogravimetria**

- Processi catodici ed anodici, tipi di elettrodo, analisi elettrolitica.

### 5. **Conduttometria**

- Conducibilità delle soluzioni, conducibilità specifica ed equivalente, conduttimetro, celle conduttometriche, costante di cella, analisi conduttometrica.

### 6. **Polarografia**

- Grafici corrente/tensione, equazione di Ilkovic, corrente di diffusione, potenziale di semionda, analisi qualitativa e quantitativa.

### 7. **Analisi tecniche**

- Parametri di conformità di varie categorie merceologiche, determinazione di parametri salienti di classi merceologiche: acque, oli e grassi, latte, burro, mangimi....

### 8. **Trattamento dati**

- Fonti di errore, raccolta dei dati, probabilità e statistica.

### 9. **Problematica generale dell'analisi**

- Esame comparativo delle diverse tecniche (strumentali e non) a disposizione per l'analisi e criteri di scelta.
- Confronto tra i possibili metodi di misura e criteri di scelta.
- Campionamento: criteri generali.
- Trattamento del campione: metodi principali.

Correlazione tra i diversi parametri analitici in vista della presentazione dei dati e dell'eventuale giudizio sul campione

### **Modalità di lavoro:**

1. Presentazione da parte del docente dell'argomento.
2. Lettura e commento del testo.
3. Rielaborazione dell'argomento da parte dell'allievo a livello individuale.
4. Esercitazioni di gruppo.
5. Analisi individuali di alcuni prodotti chimici tramite le apparecchiature disponibili.

### **Strumenti di lavoro:**

- A. Schede di lavoro.
- B. Grafici e tabelle.
- C. Testo in dotazione.
- D. Laboratorio e relativa strumentazione.

### **Tipologie di verifica:**

- a) Interrogazione scritta con domande a risposta aperta
- b) Colloqui.

Piano di lavoro

**DISCIPLINA ANALISI CHIMICA, ELABORAZIONE DATI E LABORATORIO**

<b>PERIODO</b>	<b>ARGOMENTI</b>	<b>CONTENUTI</b>	<b>OBIETTIVI</b>	<b>MODALITA'</b>	<b>STRUMENTI</b>	<b>VERIFICHE</b>	<b>ORE</b>
Settembre Ottobre	Analisi di campioni con diverse tecniche analitiche.	Analisi cromatografiche Analisi delle acque potabili e di scarico	1 - 2 - 3 - 6	1-2-3-4-5	A - B - C - D	A - B	48
Novembre Dicembre	Analisi di campioni con diverse tecniche analitiche	Analisi gascromatografiche Analisi oli e grassi	1 - 2 - 3 - 4 - 5 6	1-2-3-4-5	A - B - C - D	A - B	40
Gennaio Febbraio	Analisi di campioni con diverse tecniche analitiche	Analisi del latte e del burro Analisi cromatografiche (HPLC)	1-2-3-4-5-6	1-2-3-4-5	A - B - C - D	A - B	32
Marzo	Analisi di campioni con diverse tecniche analitiche.	Analisi potenziometriche	1-2-3-4-5-6	1-2-3-4-5	A - B - C - D	A - B	48
Aprile	Analisi di campioni con diverse tecniche analitiche.	Analisi dei mangimi Analisi conduttometriche	1-2-3-4-5-6	1-2-3-4-5	A - B - C - D	A - B	32
Maggio Giugno	Richiami teorici dei principali metodi strumentali di analisi.	Ripasso della spettrofotometria UV-VIS, della spettrofotometria di fiamma in assorbimento ed emissione, dei metodi cromatografici. Uso della cromatografia HPLC	2-3-5	1-2-3	C - D	A - B	48

# Esperienze di laboratorio

## Analisi dell'acqua

- Campionatura.
- Requisiti fisici e chimici.
- Caratteri organolettici.
- Residuo fisso.
- Determinazione del pH.
- Determinazione della conducibilità elettrica.
- Ossigeno disciolto secondo Winkler.
- Durezza.
- Determinazione dei cloruri secondo Volard.
- Determinazione dell'ammoniaca secondo Nessler.
- Determinazione dei nitriti secondo Griess.
- Determinazione dei fosfati.
- Ossigeno consumato secondo Kubel (I.D.D.)
- Alcalinità alla fenolftaleina. Ed al metilarancio.
- Determinazione spettrofotometrica del ferro.
- Determinazione di alcuni metalli tossici (Pb, As, ...) mediante assorbimento atomico.

## Analisi del latte

- Determinazione del peso specifico.
- Determinazione del pH.
- Determinazione dell'acidità totale.
- Determinazione dell'indice crioscopico.
- Determinazione della quantità di grasso.
- Determinazione del residuo secco magro.
- Determinazione delle proteine totali.
- Determinazione del calcio.
- Determinazione dei cloruri.

### 1. Analisi oli e grassi.

- Costituzione dei grassi.
- Preparazione del campione.
- Grado di rifrazione.
- Esame U.V. degli oli di oliva.
- Grado di acidità e numero di acidità.
- Numero di iodio.
- Numero di saponificazione.

## Analisi dei mangimi

- Determinazione dell'umidità
- Determinazione delle ceneri
- Determinazione delle proteine grezze
- Determinazione dei lipidi grezzi
- Determinazione dei grassi saponificabili o digeribili.

- ❑ Determinazione della fibra grezza
- ❑ Determinazione dello Azoto ammoniacale ed Ureico
- ❑ Determinazione del calcio
- ❑ Determinazione del fosforo.
- ❑ Determinazione dei microelementi mediante A.A

## **Potenzimetria**

- ❑ Titolazione di un acido debole con una base forte.
- ❑ Titolazione di una base debole con un acido forte.
- ❑ Titolazione di un acido triprotico.
- ❑ Titolazione del ferro con permanganato.
- ❑ Determinazione dell'acidità totale di un vino.

## **Elettrogravimetria**

- ❑ Elettrodeposizione del rame.

## **Conduttometria**

- ❑ Titolazione di una base forte con un acido forte.
- ❑ Titolazione di una base debole con un acido forte.
- ❑ Determinazione dell'  $H_3PO_4$  nella coca cola.
- ❑ Titolazioni di ossidoriduzione.
- ❑ Determinazione dell'alcalinità di un'acqua.
- ❑ Determinazione della  $K_a$  dell'acido acetico.

## GRIGLIA DI DEFINIZIONE DEI REQUISITI MINIMI PER L'ATTRIBUZIONE DELLA SUFFICIENZA

MATERIA: ANALISI CHIMICHE ED ELAB. DATI	CLASSE: QUINTA	INDIRIZZO: CHIMICO
---	----------------	--------------------

<i>CONTENUTI</i>	CONOSCENZE MINIME <i>PER L'ACCESSO ALLA CLASSE SUCCESSIVA</i>	COMPETENZE MINIME <i>PER L'ACCESSO ALLA CLASSE SUCCESSIVA</i>
• Cromatografia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assorbimento, ripartizione, scambio ionico, esclusione</li> <li>• Fase fissa e mobile</li> <li>• Tipi di cromatografia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conosce i principi su cui si basano i varie tecniche cromatografiche</li> <li>• Conosce i vari tipi di cromatografia</li> </ul>
• Metodi cromatografici	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromatografia su carta, su strato sottile, su colonna, elettroforesi, elettrocromatografia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opera secondo le varie tecniche cromatografiche</li> <li>• Utilizza i materiali idonei alle varie tecniche</li> </ul>
• Gascromatografia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componenti strumentali: colonne, iniettori, rivelatori, registratori.</li> <li>• Separazione GLC: gas, fase fissa, temperatura, velocità di flusso</li> <li>• Analisi qualitativa e quantitativa: calcolo dei tempi di ritenzione e delle aree dei picchi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conosce le caratteristiche delle varie parti strumentali</li> <li>• Opera scelte che ottimizzano le prestazioni</li> <li>• Esegue analisi qualitative e quantitative</li> </ul>
• Cromatografia ad alte prestazioni (HPLC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componenti strumentali: pompe, colonne, iniettori, rivelatori, registratori.</li> <li>• Separazione HPLC: eluenti e flussi</li> <li>• Uso dei rivelatori</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conosce le caratteristiche delle varie parti strumentali</li> <li>• Opera scelte che ottimizzano le prestazioni</li> <li>• Esegue analisi qualitative e quantitative</li> </ul>
• Potenzimetria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elettrodi, potenziali di elettrodo, pile</li> <li>• Elettrodi di misura e di riferimento</li> <li>• Elettrodo a vetro, pH</li> <li>• Elettrodi redox ed elettrodi selettivi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcola la fem di una pila</li> <li>• Usa il piaccmetro per la misura dell'acidità e per titolazioni potenziometriche</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Elettrogravimetria</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Processi catodici ed anodici</b></li> <li>• <b>Tipi di elettrodo</b></li> <li>• <b>Analisi elettrolitica</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Prevede le reazioni anodiche e catodiche</b></li> <li>• <b>Esegue un'analisi elettrogravimetrica</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conduttometria</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conducibilità delle soluzioni, conducibilità equivalente e specifica</b></li> <li>• <b>Conduttimetro, celle conduttometriche, costante di cella</b></li> <li>• <b>Analisi conduttimetriche</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>misura la conducibilità di una soluzione</b></li> <li>• <b>calcola la costante di cella</b></li> <li>• <b>esegue analisi conduttometriche</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Polarografia</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>grafici corrente/ tensione, corrente di diffusione, potenziale di semionda, equazione di Ilkovic</b></li> <li>• <b>analisi qualitativa e quantitativa</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>si rende conto dell'importanza dell'analisi polarografica nelle determinazioni qualitative e quantitative</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Analisi tecniche</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Campionamento</b></li> <li>• <b>Parametri di conformità di varie categorie merceologiche</b></li> <li>• <b>Determinazione dei parametri salienti di alcune categorie di prodotti (acque, sostanze grasse, oli, latte, burro, mangimi...)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Interpreta ed applica procedure analitiche alla determinazione di svariate classi di composti</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Trattamento dati</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fonti di errore</b></li> <li>• <b>Raccolta dei dati</b></li> <li>• <b>Probabilità e statistica</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Valuta la precisione e l'esattezza di un dato in una serie di valori</b></li> </ul>