UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

SCUOLA DI SCIENZE

Bollettino Notiziario - A.A. 2022/2023

LAUREA IN SCIENZA DEI MATERIALI

Curriculum: Corsi comuni

CHIMICA ANALITICA DEI MATERIALI CON LABORATORIO DI PREPARAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI

Titolare: Dott. DENIS BADOCCO

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 24A+72L; 9,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Corsi dei primi due anni, in particolare Chimica Generale ed Inorganica, Chimica dello Stato Solido. Capacità di svolgere semplici calcoli stechiometrici (determinare il pH di una soluzione, preparazione di una soluzione a concentrazione nota). Conoscenze di base della struttura elettronica dei materiali (banda di conduzione/valenza, funzione lavoro, HOMO , LUMO). Nozioni elementari di elettrochimica (equazione di Nerst e di Faraday)

Conoscenze e abilità da acquisire:
Il corso si propone di fornire agli studenti le metodologie fondamentali della Chimica Analitica. In particolare saranno delineati i principi fondamentali della moderna analisi chimica strumentale e verranno forniti gli strumenti statistici per poter valutare il risultato analitico. La parte di laboratorio di preparazione e caratterizzazione dei materiali invece si focalizzerà su i) capacità di individuare e realizzare la sintesi più opportuna (wet chemistry, sol-gel, chemical vapor deposition) di materiali inorganici con morfologia (nanoparticelle film sottili) e caratteristiche specifiche. ii) comprensione del funzionamento di semplici dispositivi (cella elettrochimica OLED) e del ruolo svolto dai materiali funzionali all'interno di essi. iii) conoscenza di alcune tecniche di base (spettroscopia VIS-UV, interferometria) per la caratterizzazione dei materiali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Parte di Chimica Analitica: Esperienze di Laboratorio: 1. Determinazione del Ferro per via spettrofotometrica UV-VIS e mediante spettroscopia di assorbimento atomico in fiamma 2. Determinazione della composizione di una moneta mediante ICP-OES 3. Determinazione del pH di una soluzione acquosa con un sensore Colorimetrico a base polimerica 4. Determinazione della Durezza di un'acqua potabile per via complessometrica 5. Determinazione del coefficiente di assorbività molare, del punto isosbestico e della costante di equilibrio acida del Rosso Fenolo 6. La calibrazione della vetreria e calcolo dell'incertezza composta e estesa Parte di Laboratorio di Preparazione e caratterizzazione dei Materiali: Il corso prevede alcune ore d'aula (8 h) in cui verranno presentate le esperienze di laboratorio e trattati alcuni argomenti necessari per la realizzazione delle esperienze quali la deposizione di film sottili mediante Chemical Vapor Deposition (CVD) e l'analisi di materiali mediante spettroscopia UV-Vis. Durante le esercitazioni di laboratorio gli studenti avranno modo di realizzare autonomamente la preparazione di alcuni materiali e di verificare il risultato del lavoro svolto con alcune tecniche di caratterizzazione.

Contenuti:
Parte teorica Il Metodo Analitico. Statistica matematica: Probabilità e distribuzioni. Statistica descrittiva: Media Moda Mediana. Deviazione standard varianza, "range", percentile. Inferenza Statistica: Stima Puntuale, Stima per intervallo, Test d'Ipotesi. La Procedura analitica. TIPI di Errore in Chimica Analitica. Precisione, Esattezza, Accuratezza. Le Normative Europee EURACHEM. Chimica Analitica Strumentale. La Calibrazione. Il metodo delle aggiunte tarate e dello standard interno. La retta di calibrazione OLS e di Theil. Intervalli di confidenza e di predizione. Il limite critico, di rivelabilità e di quantificazione. Confronto fra metodi. Elementi di preparativa. Tecniche di trattamento del campione. La digestione acida e i suoi limiti. La Spettrofotometria di assorbimento UV-VIS. Descrizione dello strumento. Strumentazione singolo e doppio raggio nello spazio e nel tempo. Schema dell'apparato strumentale. Tipi di sorgenti. I filtri. Monocromatori a prisma. Monocromatori a reticolo in trasmissione e in riflessione. Tecniche di costruzione dei reticoli. Reticolo di Roland. La legge di Lambert-Beer. I limiti della legge di lambert-Beer. Analisi multicomponente. Metodologia per calcolare la costante acida di un acido debole. Il punto isosbestico. Spettroscopia di assorbimento atomico. Schema dei fenomeni in fiamma. Effetto della temperatura. Tipi di fiamma e loro usi tipici. Effetto della velocita di flusso. Lampade a catodo cavo. Tipi di interferenze e loro correzione. Spettroscopia di emissione atomica. Tipi di sistemi di atomizzazione e loro caratteristiche. Sistemi particolari di introduzione del campione. Sistema di atomizzazione al plasma ad

accoppiamento induttivo ICP. Descrizione della torcia. Composizione del plasma e sua formazione. ICP-ottico e ICP-massa: vantaggi e svantaggi. Schema generale per un ICP-Massa. Interfaccia. Lenti ioniche. Celle di collisione. lenti di deflessione. Analizzatore di massa a quadrupolo. Rivelatore. Applicazioni. Analisi ultra-tracce in campioni di acque e campioni biologici. Analisi impurezza sulle superfici dei semiconduttori. Caratteristi di un sensore. Sensore ottico per l'ossigeno. Principi di funzionamento. Equazione di Stern-Volmer. Esempi pratici. Sensori iono-selettivi (ISE). Il metodo "Winkler" per la determinazione dell'O2 disciolto in acqua. Teoria introduttiva per la pratica di laboratorio. Le titolazioni. La titolazione complessometrica per determinare la durezza di un acqua. Parte di Laboratorio di Preparazione e caratterizzazione dei materiali (5 crediti): Il metodo sol-gel applicato alla scienza dei materiali (chimica dei precursori, reazioni di idrolisi e condensazione, lo stato di gel, drying aging firing, dipping e spinning). La Chemical vapor deposition (strumentazione, chimica dei precursori, il trasporto di massa all'interno dei reattori, i fenomeni di superficie e la cinetica di processo). Le esperienze di laboratorio prevedono l'uso di alcune tecniche di preparazione dei materiali in film sottile o in forma massiva: -Preparazione di un film via sol-gel -Preparazione di un film via CVD -Preparazione di un O-Led -studio delle proprietà elettrocatalitiche dei materiali -sintesi di un metal organic framework La caratterizzazione di alcuni campioni sarà fatta mediante spettroscopia UV-Vis ed interferometria.

Modalità di esame:
Scritto. Non sono previste prove in itinere. Verranno valutate anche le relazioni sull'attività di laboratorio prodotte dagli studenti. Parte di Analitica: Lo scritto è composto da 30 domande a risposta multipla. Parte di Lavoratorio: domande a risposta aperta su alcuni argomenti del corso e della pratica di laboratorio

Criteri di valutazione:
Parte di Chimica Analitica: Lo scritto è composto da 30 domande a risposta multipla. Alla media dell'orale e dello scritto viene aggiunto un punteggio tra -2 e +2 dovuto alla valutazione delle relazioni di laboratorio. Parte di laboratorio di preparazione e caratterizzazione dei materiali: Valutazione delle relazioni di laboratorio (correttezza delle informazione, livello di approfondimento, linguaggio tecnico, analisi dei dati) e della pratica di laboratorio (abilità nelle sintesi, rispetto delle norme di sicurezza etc). esame scritto con domande aperte, eventuale integrazione orale.

Testi di riferimento:
M.L. Hitchman & L.F. Jensen, Chemical Vapor Deposition: Principles and Applications. : Academic Press, 1993 C.J. Brinker and G.W. Scherer, Sol-Gel Science: The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing. : Academic Press, 1990 Harris, Chimica Analitica Quantitativa. : Zanichelli, 2005 Skoog, West, Holler, Crouch, Fondamenti di Chimica Analitica. : EdiSES, 2005

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Dispense di laboratorio e lucidi di lezione, dove sono riportati ulteriori riferimenti bibliografici sui singoli argomenti. Dispense di Laboratorio e Lezione scaricabili dal sito: http://www.chimica.unipd.it/case http://www.chimica.unipd.it/stefano.agnoli

CHIMICA FISICA 1

Titolare: Prof.ssa ALBERTA FERRARINI

Periodo: II anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 52A+35E; 10,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Matematica: calcolo differenziale e integrale. Fisica: concetti di base di meccanica, forza, lavoro, energia, unità di misura SI. Concetti di base di chimica generale, organica e inorganica. Stechiometria.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Il corso si propone di fornire i concetti e i metodi della termodinamica classica e della cinetica chimica. Alla fine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di applicarli a problemi di interesse chimico e fisico.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali con utilizzo di diapositive e della lavagna. Verra' incoraggiata la partecipazione attiva degli studenti, soprattutto nelle esercitazioni.

Contenuti:
1) Grandezze di stato e funzioni di stato. 2) Principi della termodinamica. 3) Potenziali termodinamici, proprieta' differenziali delle funzioni di stato. 4) Proprietà termodinamiche delle sostanze pure. 4) Equilibri di fase delle sostanze pure. 5) Proprietà termodinamiche dei sistemi a più componenti. 6) Soluzioni diluite e proprieta' colligative. 7) Soluzioni ioniche. 8) Celle galvaniche e loro descrizione termodinamica. 9) Descrizione macroscopica della cinetica chimica; meccanismo di reazione.

Modalità di esame:
L'esame si compone di una prova scritta e di una prova orale. La prova scritta consiste nella soluzioni di 5 esercizi di termodinamica, e potra' essere sostituita da prove parziali, che si avranno luogo durante lo svolgimento del corso. La prova orale consiste in almeno tre domande aperte, che vertono sugli argomenti del corso Il superamento della prova scritta è condizione necessaria per l'ammissione alla prova orale.

Criteri di valutazione:
La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti e delle metodologie presentate e sulla capacità di applicarli in modo autonomo.

Testi di riferimento:
P. W. Atkins, J. dePaula, J. Keeler, Atkins' Physical Chemistry, 11th Edition. Oxford: OUP, 2017 Qualsiasi testo di chimica fisica per chimici., . : ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Materiale sugli argomenti del corso e testi di esercizi (compresi modelli di compiti di esame) verranno messi a disposizione degli studenti sul sito web dei docenti.

CHIMICA FISICA 2

Titolare: Prof. MORENO MENEGHETTI

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+10E; 8,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
E' consigliato avere superato i seguenti esami: Matematica 2, Fisica Generale 1 e 2 (per il moto delle particelle, i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici) , Fisica quantistica (introduzione alla quantomeccanica e Hamiltoniani risolti analiticamente).

Conoscenze e abilità da acquisire:
Lo studente acquisirà i principi della Meccanica Quantistica per la descrizione delle molecole e delle loro proprietà. Su questa base acquisirà i principi delle spettroscopie ottiche e magnetiche.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Le lezioni saranno frontali anche per le esercitazioni previste. Sarà dato ampio spazio alle domande degli studenti per uno sviluppo guidato della comprensione degli argomenti.

Contenuti:
Richiamo delle basi della Meccanica Quantistica e dei sistemi atomici a molti elettroni. Accoppiamento spin-orbita e regole di selezione. Quantomeccanica delle molecole. Approssimazione di Born-Oppenheimer. Teoria Valence Bond per molecole diatomiche omonucleari ed eteronucleari e per molecole poliatomiche? Orbitali ibridi. Teoria dell'orbitale molecolare. Principio Variazionale. La molecola di idrogeno. e le molecole diatomiche omonucleari ed etero nucleari. Teoria dell'orbitale molecolare per molecole poliatomiche. L'approssimazione di Huckel. Calcoli quantomeccanici molecolari di campo medio. Approccio di Hartree-Fock. Calcoli semiempirici e ab-inito. Interazione di configurazione come calcoli post HF. Teoria del funzionale densita?. Simmetria molecolare. Elementi ed Operazioni di simmetria puntuale. I gruppi di simmetria puntuali e la classificazione della simmetria delle molecole. Rappresentazione matriciale delle operazioni di simmetria. Rappresentazioni riducibili e irriducibili dei gruppi di simmetria. Caratteri e tabelle dei caratteri. Riduzioni di rappresentazioni riducibili. Costruzione di combinazioni lineari di funzioni a definita simmetria.? Simmetria di prodotti di funzioni. Integrali che si annullano. Classificazione per simmetria dei moti vibrazionali. Spettroscopie. Teoria della perturbazione indipendente dal tempo e dipendente dal tempo. Interazione con la radiazione elettromagnetica e momenti di dipolo di transizione. Principi delle tecniche di assorbimento, emissione e scattering.? Tecniche in trasformata di Fourier. Intensita? degli assorbimenti e loro relazione con il momento di dipolo di transizione. Legge di Lambert Beer. Coefficienti di Einstein. Regole di selezione per le transizioni. Livelli energetici rotazionali e regole di selezione per gli spettri rotazionali. Vibrazioni delle molecole diatomiche.? Regole di selezione per gli spettri di assorbimento e anarmonicita?. Modi normali di vibrazione di molecole poliatomiche. Spettri vibrazionali di assorbimento e Raman di molecole poliatomiche. Spettroscopia elettronica. Struttura vibrazionale e fattori di Frank Condon. Spettri elettronici di molecole poliatomiche? Transizioni non permesse e attivazione vibronica. Fluorescenza e Fosforescenza. Principi di azione dei lasers e laser impulsati. Spettroscopie magnetiche. L'effetto dei campi magnetici sugli spin elettronici e nucleari. Energie degli spin nucleari in campo magnetico. Spettrometri NMR. Il chemical shift? Origine delle costanti di shielding. La struttura fine dello spettro NMR. Tecniche impulsate in NMR. Accenni alle tecniche NMR bidimensionali. Electron Paramagnetic Resonance (EPR). Struttura iperfine dello spettro EPR e sua origine.

Modalità di esame:
L'esame prevede un preesame scritto (con 4-5 quesiti aperti e 2 esercizi) di verifica delle conoscenze acquisite e l'esame orale. la parte scritta avrà una durata di un'ora.

Criteri di valutazione:
Lo studente dovrà dimostrare di sapere usare i principi della Meccanica Quantistica per descrivere le proprietà delle molecole. Egli dovrà quindi mostrare di sapere applicare queste conoscenze per spiegare l'interazione tra campi elettromagnetici e sistemi molecolari.

Testi di riferimento:
P. Atkins and J. De Paula, Physical Chemistry 11th edition. : Oxford University Press,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Il testo consgliato contiene anche un buon numero di esercizi che sono indispensabili per la comprensione della materia. Un testo complementare a quello consigliato contiene le soluzioni complete di tutti gli esercizi.

CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Titolare: Prof. GIAN-ANDREA RIZZI

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 64A+30E+24L; 13,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Prerequisiti:
Concetto di unità di misura, risoluzione di equazione di primo e secondo grado, sistemi di equazioni, uso di potenze e logaritmi.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Le lezioni in aula sono intese a fornire una prima alfabetizzazione chimica rigorosa agli studenti che si accingono allo studio della disciplina. La parte di esercitazioni prevede l'acquisizione degli elementi di base della stechiometria, cioè degli aspetti numerici dei più semplici concetti chimici e l'acquisizione di conoscenze delle norme di prevenzione e sicurezza.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni in aula esercitazioni assistite di laboratorio ed esercitazioni in aula.

Contenuti:

LEZIONI IN AULA: Teoria atomistica – Struttura dell'atomo, numero atomico, numero di massa e isotopi, molecole, ioni, formule chimiche, nomenclatura dei composti. Stechiometria – massa atomica, numero di Avogadro, massa molare di elementi e composti, composizione percentuale e determinazione formula minima, reazioni chimiche e equazioni chimiche, reagenti prodotti e reagente limitante. Reazioni in soluzione acquosa – reazioni di precipitazione, reazioni acido base, reazioni di ossido-riduzione, concentrazione delle soluzioni. I gas – pressione di un gas, leggi dei gas ideali, pressioni parziali, teoria cinetica molecolare, gas reali. Bilanci energetici nelle reazioni chimiche – tipi di energia, variazioni di energia nelle reazioni chimiche, introduzione alla termodinamica, energia interna e entalpia. Struttura elettronica degli atomi – teoria dei quanti, effetto fotoelettrico e corpo nero, atomo di Bohr, meccanica quantistica, orbitali atomici e numeri quantici, configurazione elettronica. La tavola periodica – il sistema periodico degli elementi, variazioni periodiche delle proprietà fisiche, proprietà chimiche degli elementi dei gruppi ns-np. Il legame chimico – rappresentazione di Lewis, legame ionico, energia reticolare, legame covalente ed elettronegatività, strutture di Lewis e cariche formali, eccezioni alla regola dell'ottetto, entalpia di legame. Geometria molecolare ed orbitali ibridi – teoria VSEPR, momento di dipolo, teoria del legame di valenza, ibridazione degli orbitali atomici, ibridazione in molecole contenenti legami doppi e tripli, teoria deli orbitali molecolari, legame metallico. Forze intermolecolari, liquidi e solidi – teoria della cinetica molecolare nei liquidi e nei solidi, forze intermolecolari, proprietà dei liquidi, struttura cristallina, legami nei solidi, passaggi di stato, diagrammi di stato e distillazione. Proprietà fisiche delle soluzioni – tipi di soluzione, misura della concentrazione, proprietà colligative. Cenni di cinetica chimica. Equilibrio Chimico – concetto di equilibrio, modi di esprimere le costanti di equilibrio, fattori che influenzano l'equilibrio chimico. Acidi e Basi – definizione di Broensted e Lewis, proprietà acido-base dell'acqua, il pH, forza degli acidi e delle basi, acidi e basi forti, acidi e basi deboli acidi e basi coniugati proprietà acido base dei sali, e degli ossidi, soluzioni tampone, titolazioni acido-base, indicatori, equilibri di solubilità, effetto dello ione comune. Termodinamica – I tre principi della termodinamica, processi spontanei, entropia, il secondo principio della termodinamica, energia libera di Gibbs e equilibrio chimico. Reazioni redox ed elettrochimica – reazioni redox e bilanciamento, celle galvaniche, tabella dei potenziali standard, termodinamica delle reazioni redox, equazione di Nernst, pile, corrosione ed elettrolisi. LABORATORIO: 1) Proprietà di alcuni cationi e anioni inorganici: sali solubili e insolubili, pH dei cationi metallici. 2) L'equilibrio chimico: effetto della temperatura e della concentrazione dei reagenti/prodotti. 3) Elettrochimica: Pila Daniel, elettrodeposizione del Cu, elettrolisi dell'acqua. 4) Titolazioni acido-base: titolazione forte-forte e forte-debole con indicatore e pH-metro 5) Distillazione di una soluzione di acido cloridrico. 6) Il ciclo del rame: ossidazione precipitazione degli ossidi e dismutazione.

Modalità di esame:
Relazioni di laboratorio, prova scritta e orale. La prova scritta consiste in 7/8 quesiti di tipo numerico relativi agli argomenti più importanti del programma. La prova orale consiste nella discussione della prova scritta e di 1 o 2 domande relative agli argomenti svolti a lezione. Lo studente non può sostenere la prova orale se non ha prima superato la prova scritta con almeno 16/30 punti.

Criteri di valutazione:
L'acquisizione dei contenuti delle esperienze di laboratorio viene valutata sulla base di relazioni scritte compilate rispettando una griglia predeterminata di quesiti. Saranno considerati come criteri di valutazione la correttezza, la completezza, la concisione e la proprietà di espressione nella stesura delle relazioni. La consegna delle relazioni di laboratorio dà accesso alla prova scritta. La correttezza dei risultati numerici, l'esplicitazione dei procedimenti attuati per ottenerli, la coerenza interna tra risultati logicamente interdipendenti e il rigore nell'utilizzo corretto delle unità di misura associate alle grandezze fisiche utilizzate costituiscono elementi di valutazione della prova scritta. Il superamento di questa dà accesso all'esame orale, dove vengono valutate le competenze acquisite dallo studente nella parte teorica del corso. Criteri di valutazione della prova orale sono il rigore quantitativo nelle dimostrazioni, il grado di approfondimento degli argomenti, la capacità di istituire nessi tra aspetti diversi di un fenomeno chimico.

Testi di riferimento:
Raymond Chang, Kenneth Goldsby, Fondamenti di Chimica Generale. : Mc Graw Hill Education (Italy), 2015

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Appunti di lezione e slides.

CHIMICA INORGANICA E DELLO STATO SOLIDO

Titolare: Prof. STEFANO AGNOLI

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+20E; 9,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
basi di chimica generale ed inorganica, e chimica fisica I

Conoscenze e abilità da acquisire:
Acquisizione delle fondamentali conoscenze di chimica dello stato solido e di cristallochimica che permettano di correlare la struttura microscopica di un solido alle sue proprietà macroscopiche. Introduzione ai fondamenti di termodinamica delle interfasi e cinetica dello stato solido che permettano di studiare le trasformazioni nei solidi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
lezioni in aula, risoluzione di problemi numerici

Contenuti:
Parte A (Chimica Inorganica) - Nozioni introduttive: La tavola periodica e le proprietà periodiche, diagrammi di Frost, Latimer e diagrammi di Pourbaix. (6h) - Chimica degli elementi dei gruppi principali. (12h) - Composti di coordinazione: definizione, nomenclatura, tipologie di leganti, numeri di coordinazione e relativi esempi, vie di sintesi generali, utilizzi. Esempi e strutture. Isomeria (geometrica, strutturale,..). Teoria del campo cristallino (campo ottaedrico, tetraedrico, quadrato planare). Composti ad alto e basso spin. Serie spettrochimica, effetto Jahn-Teller, spettri UV-Vis. Teoria del campo dei leganti. Cenni al modello Angle Overlap Model. (12h) -Metallo carbonili: natura legame M-CO, modalità di coordinazione, caratteristiche generali e proprietà chimico-fisiche. Tipologie strutturali. Metodi di sintesi. (2h) Esercitazioni PARTE (B) (chimica dello stato solido) - Introduzione sulla scienza dei materiali - Cristallochimica descrittiva Strutture riconducibili ad aggregati compatti di sfere. Classificazione dei solidi in base al tipo di legame chimico. L'ordine nei solidi (cristalli singoli, materiali policristallini, amorfi, cristalli plastici cristalli liquidi). Strutture di base dei solidi (strutture AB, AB2, spinelli, peroskiti, silicati etc) Edifici ionici: energia reticolare, regole di Pauling, modello di Sanderson. Metalli e soluzioni solide Solidi Covalenti. Teoria del legame di Valenza - Descrizione dei solidi reali Difetti puntuali, di Schottky e Frenkel, centri di colore. Difetti lineari e planari. Dislocazioni. Stacking-faults. Solidi non stechiometrici. Notazione di Kroeger-Vink Conduzione ionica. - Trasformazioni e reattività nei solidi Cenni di termodinamica delle interfasi. Energia superficiale. Equazione di Thomson Gibbs. Bagnabilità. Trasporto di massa nei processi allo stato solido. Leggi di Fick. Transizioni di fase. Nucleazione omogenea ed eterogenea. Cinetica di crescita. Diagrammi TTT. -Reazioni allo stato solido e nozioni di metodi di preparazione dei materiali

Modalità di esame:
esame scritto, con domande di teoria ed esercizi da risolvere

Criteri di valutazione:
Conoscenza degli argomenti e concetti trattati a lezione e soluzione di semplici quesiti anche di tipo numerico.

Testi di riferimento:
Smart, Lesley E.; Moore, Elaine A., Solid state chemistryan introductionLesley E. Smart, Elaine A. Moore - 4. ed. Boca Raton: London, CRC press, 2012 Rayner-Canham, Geoff; Overton, Tina; Duca, Dario, Chimica inorganica descrittivaGeoff Rayner-Canham, Tina Overtoncoordinamento e revisione a cura di Dario Duca. Napoli: Edises, 2017 West, Anthony R., Solid state chemistry and its applicationsAnthony R. West. Chichester: John Wiley, 2014

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
appunti, slide di lezione, materiali su moodle.

CHIMICA ORGANICA 2

Titolare: Prof. MICHELE MAGGINI

Periodo: II anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A+10E; 6,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Sono prerequisiti del corso di Chimica Organica 2 le nozioni di base acquisite nel corso di Chimica Organica 1: nomenclatura dei composti organici e dei gruppi funzionali, acidità e basicità dei composti organici, stereochimica e chiralità, coniugazione, addizione elettrofila agli alcheni e alchini, reattività di alogenuri alchilici e alcoli (reazioni di sostituzione nucleofila e di eliminazione), cicloaddizioni (Diels-Alder), reattività e impiego dei reagenti organometallici.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Al termine del corso lo studente avrà compreso le regole fondamentali che governano la reattività dei composti organici e come esse consentono di interpretare le reazioni. Di conseguenza, potrà essere in grado di prevedere le proprietà e chimico-fisiche fondamentali e la reattività di un composto organico sulla base dell'analisi dei gruppi funzionali in esso contenuti e di pianificare una sintesi multistadio.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Il corso prevede 40 ore di lezioni teoriche, effettuate utilizzando diapositive proiettate in classe, lavagna e gesso. Sono inoltre previste 10 ore di esercitazioni in cui verranno svolti dal docente esercizi orientati da un lato a favorire la comprensione e l'assimilazione degli argomenti trattati nelle lezioni teoriche, e dall'altro a guidare gli studenti nella preparazione dell'esame.

Contenuti:
Aromaticità, reazioni del benzene e dei benzeni sostituiti. Composti aromatici policiclici ed eteroaromatici. Composti carbonilici: reazioni degli acidi carbossilici e dei derivati degli acidi carbossilici; reazioni di aldeidi e chetoni; reazioni dei composti carbonilici ?,?-insaturi; reazioni al carbonio ? dei composti carbonilici. Reazioni di ossidazione e riduzione dei composti organici. Reazioni delle ammine. Reazioni radicaliche. Cenni di biochimica. Cenni di spettrometria NMR.

Modalità di esame:
L'esame di Chimica Organica 2 consiste in una prova scritta, da svolgersi in 2 ore, con 16 domande (teoriche ed esercizi a risposta aperta). Ciascun esercizio sarà valutato con 0-2 punti in funzione del grado di correttezza e completezza. Non sono previste prove in itinere.

Criteri di valutazione:
La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti proposti e sulla capacità di applicarli per interpretare problemi nuovi e proporre strategie sintetiche.

Testi di riferimento:
M. Valeria D'Auria, Orazio Taglialatela Scafati, Angela Zampella, Guida ragionata allo svolgimento di esercizi di chimica organica. : Loghia, 2009 Paula Y. Bruice, Chimica Organica. : Edises, 2012 William H. Brown, Brent L. Iverson, Eric V. Anslyn, Christopher S. Foote, Chimica organica. Napoli: Edises, 2019

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Il materiale di studio è costituito dai testi consigliati o da altri testi, di livello universitario, scelti dallo studente, dagli appunti di lezione e dalle copie delle diapositive rese disponibili dal docente sulla piattaforma moodle del dipartimento. Saranno inoltre disponibili, come esempio della prova scritta, alcuni testi di esami già svolti.

FILM SOTTILI E TRATTAMENTI DI SUPERFICIE

Titolare: Dott. OSCAR AZZOLINI

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 24A+36L; 6,00

Prerequisiti:
Il corso prevede conoscenze di Fisica I e Fisica II. In particolare conoscenze di elettromagnetismo e meccanica dei fluidi.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Al termine del corso gli studenti conosceranno le basi della produzione e la misura del Vuoto e saranno in grado di identificare i componenti di un sistema da vuoto reale e di utilizzarlo in prima persona. Acquisiranno inoltre conoscenze nel campo della deposizione dei film sottili sperimentandole attraverso le attività in laboratorio M

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali dove su supporto informatico (file powerpoint) vengono affrontati i contenuti del corso). Esercitazioni in laboratorio in cui verranno utilizzate le principali attrezzature per la produzione e la misura del vuoto.

Contenuti:
Flusso di Gas attraverso canalizzazioni: Regimi di flusso Conduttanza ed impedenza; Flusso di gas in stato viscoso; Flusso di gas in regime molecolare; Conduttanza di una piccola apertura; Conduttanza di tubi corti, lunghi e a gomito; Materiali per il vuoto: Desorbimento Permeabilità, Solubilità, diffusione e degassamento; Il baking di un sistema da vuoto; Saldature e brasature da vuoto; Materiali e componenti del vuoto; Passanti elettrici, rotatori e traslatori; Produzione del vuoto: Pompe rotative, Zeoliti e trappole; Pompe a pistone, Pompe a membrana, Pompe Trocoidali, Pompe scroll, Pompe roots, Pompe Claw, Pompe turbomolecolari, Pompe a diffusione, Pompe criogeniche; Dimensionamento di una camera da vuoto in basso vuoto e in UHV; Elementi di Progettazione; Le regole auree e gli errori da non fare; Misura del vuoto: Vacuometri Pirani, Vacuometri a Termocoppia, Vacuometri capacitivi, Vacuometri penning, Vacuometri a ionizzazione, Vacuometri Bayard Alpert, Analizzatori quadrupolari di massa, Ricerca di fughe reali e virtuali, applicazioni nel PVD, Deposizione di films sottili: Fondamenti dello sputtering, Sputtering in regime DC, RF, Biased Deposizione per arco Catodico. Preparazione dei substrati, L'elettropulitura dei substrati, Confinamento magnetico di plasmi: Progettazione e costruzione di sorgenti di deposizione. Progettazione di impianti da ultra alto vuoto per la deposizione PVD di films sottili; Esercitazione di laboratorio circa le problematiche sperimentali della produzione del vuoto.

Modalità di esame:
La verifica delle conoscenze e delle abilità attese viene effettuata con una prova di esame orale, della durata di circa mezz'ora, nella quale verranno poste domande aperte che verteranno su tutti gli argomenti svolti nel corso.

Criteri di valutazione:
La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti e delle metodologie proposte e sulla capacità di applicarli in modo autonomo

Testi di riferimento:
CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Tutto il materiale didattico presentato durante le lezioni frontali è reso disponibile online sul Moodle dell'Università di Padova

FISICA DELLO STATO SOLIDO

Titolare: Prof. GIOVANNI MATTEI

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+12E; 8,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Fisica Tecnica

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Fisica Generale 1 e 2 (dinamica del punto, oscillazioni, equazioni di Maxwell), Fisica Quantistica (operatori quantistici, autovalori e autovettori), Struttura dei Solidi (gruppi spaziali e puntuali, diffrazione da cristallo)

Conoscenze e abilità da acquisire:
Il corso si pone l'obiettivo di applicare i metodi della meccanica quantistica alla descrizione delle principali proprietà strutturali, elettriche, termiche ed ottiche dei materiali solidi, ponendo le basi per lo studio di specifiche classi di materiali impiegati in dispositivi ad alta tecnologia.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali.

Contenuti:
- La struttura cristallina dei solidi: il reticolo diretto e il reticolo reciproco. - Diffrazione delle onde da parte di un cristallo. - Elementi di dinamica reticolare: la

teoria classica del cristallo armonico; il calore specifico ad alte temperature: la legge di Dulong-Petit; i modi normali di una catena lineare monoatomica e biatomica; teoria quantistica elementare del cristallo armonico: i fononi; la distribuzione di fononi all'equilibrio termico; il concetto di densità degli stati; i modelli di Einstein e di Debye per il calore specifico dei solidi monoatomici. - La conducibilita' termica negli isolanti. - Il gas di elettroni: La sfera di Fermi; energia totale e pressione di un gas di elettroni a T = 0 K; la capacita' termica di un gas di elettroni. - La conducibilita' elettrica dei metalli nel modello di Drude; la conducibilita' termica dei metalli; la legge di Wiedemann-Franz; l'effetto Hall nei metalli: inadeguatezza del modello di Drude; l'interazione elettrone-elettrone: effetti di schermo e principio di Pauli; la funzione dielettrica del gas di elettroni; Proprietà ottiche del gas di elettroni: plasmoni. - Stati elettronici in un potenziale periodico: il teorema di Bloch; l'approssimazione di elettrone quasi-libero; il modello a elettroni fortemente legati; numero di stati elettronici possibili in una banda: metalli, semimetalli/semiconduttori ed isolanti; la massa efficace; le "buche" e loro proprieta'. - Proprieta' di trasporto nei solidi: l'equazione di Boltzmann; la conducibilita' elettrica nei metalli; fenomeni termoelettrici. - Semiconduttori: concentrazione di elettroni e buche nei semiconduttori intrinseci; livelli di impurezza; eccitoni.

Modalità di esame:
L'esame consiste in una prova scritta (durata 2 ore) che prevede una domanda aperta e un esercizio di applicazione numerica dei concetti appresi.

Criteri di valutazione:
La valutazione della preparazione si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti e sulla capacità di fare collegamenti fra diversi argomenti.

Testi di riferimento:
H. Ibach, H Lüth, Solid-State Physics. : Springer, 2009 C. Kittel, Introduzione alla Fisica dello Stato Solido. : CEA Edizioni, 2008 N. Ashcroft, D. Mermin, Solid State Physics. : Saunders College Publishing, 1976

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
I contenuti del corso possono essere seguiti o integrati sui testi indicati nella sezione 'Testi di Riferimento'.

FISICA GENERALE 1

Titolare: Prof. FRANCO VINCENZO NAPOLITANI

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+24E+24L; 11,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Buona conoscenza della matematica del primo semestre (formalismo differenziale, studi di funzione, algebra lineare, trigonometria). Non è richiesta alcuna conoscenza di Fisica o Chimica.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Il corso è finalizzato i) all'acquisizione delle conoscenze di base della Meccanica con formalismo differenziale, e al ii) raggiungimento della capacità di risolvere quantitativamente esercizi numerici di meccanica dei corpi rigidi e fluidi. Più in dettaglio, gli obiettivi (suddivisi in primari e secondari) possono essere raggruppati seguendo lo schema del programma del corso: 1) Grandezze fisiche e unità di misura (obiettivo primario): la fisica come scienza sperimentale. 2) Vettori (obiettivo secondario, si presume venga trattato nei corsi di matematica). 3) Cinematica del punto (obiettivo primario): introduzione alla rappresentazione matematica dei fenomeni fisici. 4) Dinamica del punto (obiettivo primario): la legge fisica come modello di interpretazione rigorosa delle evidenze sperimentali. Consente di discutere su casi semplici il confronto fra previsione del modello e l'esperimento (p.es. il ruolo degli attriti). 5) Forze, lavoro ed energia (obiettivo primario): introduzione a concetti di importanza generale e dimostrazione di come il loro utilizzo consenta eleganti interpretazioni della realtà fisica. 6) Momenti angolari (obiettivo primario): si introducono i gradi di libertà rotazionali. 7) Moti relativi (obiettivo primario): discussione dell'invarianza della legge fisica rispetto al cambiamento di sistema di riferimento. 8) Dinamica dei sistemi di punti materiali (obiettivo primario): la complessità del moto di sistemi arbitrariamente complessi e dimostrazione di come l'applicazione delle leggi fisiche consenta di derivare previsioni semplici sul moto complessivo del sistema. 9) Gravitazione (obiettivo primario): oltre all'evidente importanza culturale, questo argomento è la prima occasione per applicare concetti quali quelli di campo di forze centrali e di forze conservative. 10) Dinamica del corpo rigido (obiettivo primario): uno degli argomenti nei quali è più varia l'applicazione delle leggi della meccanica. Terreno di prova fondamentale per abituare gli studenti ad applicare le leggi generali a problemi concreti. 11) Urti (obiettivo primario): la soluzione del problema dell'urto è preliminare a qualsiasi trattazione dei processi di scattering ed è uno dei campi nei quali le leggi di conservazione mostrano tutta la loro potenza. 12) Meccanica dei fluidi (obiettivo primario): è forse l'unica occasione nella quale gli studenti (a parte corsi specialistici) affrontano la statica e la dinamica dei fluidi. L'argomento è inoltre estremamente adatto alla dimostrazione di come si costruisca un modello fisico di sistemi complessi. 13) Oscillazioni e onde (obiettivo primario): preliminare a molti argomenti di elettromagnetismo e dei corsi di fisica e di chimica-fisica degli anni successivi. 14) Esperienze di laboratorio (obiettivo primario): introduzione pratica alla metodologia dell'attività sperimentale.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali: Argomenti del programma corso, di carattere monografico: 56 ore d'aula Esercitazioni: 24 ore d'aula Lezioni frontali propedeutiche all'attività di laboratorio: 4 ore d'aula Attività sperimentale: 20 ore di laboratorio Crediti complessivamente erogati: 11 CFU

Contenuti:
1) Grandezze fisiche e unità di misura: si introducono gli elementi di base della Fisica come scienza sperimentale. Importanza del sistema di unità di misura e del calcolo dimensionale. 2) Vettori: si evidenzia il significato fisico delle grandezze vettoriali. Sottolineatura dell'importanza della distinzione tra grandezze scalari e vettoriali. Richiami alle principali operazioni fra vettori e fra vettori e numeri. 3) Cinematica del punto: introduzione alla rappresentazione matematica del moto. Si focalizza in particolare l'uso del formalismo vettoriale e del calcolo differenziale alla soluzione dell'equazione del moto. Gli studenti devono abituarsi a "leggere" il significato fisico delle relazioni matematiche che usano. 4) Dinamica del punto: si introducono le leggi di Newton e si discute il loro significato fisico come prime leggi di derivazione sperimentale che gli studenti incontrano. Si mostra come l'uso dei concetti introdotti in cinematica consenta la soluzione del problema fisico. Primi accenni a leggi di conservazione ed alla loro importanza in fisica. 5) Forze, lavoro ed energia: si deriva il concetto di energia cinetica. Si introducono le forze conservative e si discute in dettaglio la conservazione dell'energia. 6) Momenti angolari: concetto nuovo preliminare allo studio dei sistemi di punti materiali. 7) Moti relativi: la relatività galileiana viene discussa nel contesto delle leggi del moto. Discussione dettagliata delle leggi di trasformazione fra sistemi di riferimento qualsiasi. Il concetto di sistema di riferimento inerziale acquista concretezza. 8) Dinamica dei sistemi di punti materiali: introduzione del concetto di centro di massa. Discussione del significato del moto del centro di massa e rispetto al centro di massa. Equazioni cardinali del moto e leggi di conservazione. 9) Gravitazione: derivazione della legge di gravitazione universale dalle leggi di Keplero. Discussione del moto sotto l'azione della forza di gravitazione e del significato di energia per orbite legate e non. Fondamentale esempio di costruzione di un modello fisico a partire da osservazioni empiriche. 10) Dinamica del corpo rigido: introduzione dei sistemi continui e concetti di quantità intensive ed

estensive a partire dalla definizione di densità. Applicazione delle equazioni cardinali ai corpi rigidi. Concetto di momento di inerzia ed esempi di calcolo con integrazione estesa a tutto il volume. 11) Urti: applicazioni delle leggi di conservazione e conseguenze della loro non applicabilità. 12) Meccanica dei fluidi: applicazione delle leggi della dinamica a sistemi di N particelle. Introduzione ai concetti di pressione, di regime di flusso e della viscosità. Ancora un banco di prova dell'applicazione delle leggi fisiche a sistemi molto diversi da quelli per i quali erano state inizialmente introdotte. La teoria cinetica dei gas come esempio di costruzione di un modello fisico capace di spiegare la fenomenologia sulla base di ipotesi semplici. 13) Oscillazioni e onde: approfondimenti della trattazione matematica della soluzione delle equazioni differenziali degli oscillatori armonici semplici, smorzati e forzati. Introduzione al concetto di risonanza. Derivazione dell'equazione delle onde piane e sua applicazione allo studio della propagazione di onde elastiche trasversali e longitudinali. Il concetto di polarizzazione di un'onda trasversale. 14) Esperienze di laboratorio: alcune semplici esperienze sulla dinamica del punto materiale, dei corpi rigidi e dei fluidi consentono di mettere lo studente di fronte alla necessità di tener conto degli errori di misura e di applicare elementi di teoria degli errori.

Modalità di esame:
Per superare l'esame, lo studente deve superare: 1) una prova scritta (detta prova parziale) costituita da 2-3 esercizi o, in alternativa, N.2 prove in itinere costituite da 2-3 esercizi ciascuna 2) una prova orale 3) un colloquio sulle esperienze di laboratorio (frequenza obbligatoria)

Criteri di valutazione:
La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti e delle metodologie proposte e sulla capacità di applicarle in modo autonomo e consapevole. Più in particolare si valuterà molto positivamente la capacità di orientarsi tra i vari argomenti mettendoli in relazione tra loro, e la capacità di ricavare i risultati più importanti in modo non mnemonico.

Testi di riferimento:
P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, Elementi di Fisica (Meccanica - Termodinamica). Bologna: Edises, 2008 Taylor, John R., Introduzione all'analisi degli errori. lo studio delle incertezze nelle misure fisiche. Bologna: Zanichelli, 2000

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Testo di riferimento: Mazzoldi, Nigro, Voci "Elementi di Fisica (Meccanica - Termodinamica)". Casa Editrice EdiSES - Bologna Altri testi (in alternativa o per consultazione): 1) H. D. Young, R. A. Freedman, A. L. Ford "Principi di Fisica" volume 1 (Meccanica onde termodinamica) ed. Pearson 2) Resnick, Halliday, Krane "Fisica 1" Casa Editrice Ambrosiana 3) Bettini, "Meccanica e termodinamica", Zanichelli editore 4) Serway, Beichner "Fisica per Scienze ed Ingegneria - Vol.I" Casa Editrice EdiSES 5) Walker. "Fondamenti di Fisica" Zanichelli Editore Testi di approfondimento: Feynman "La Fisica di Feynman - Vol. I" Zanichelli Editore Per l'attività di laboratorio i testi a cui si farà riferimento sono: 1) Taylor "Introduzione all'analisi degli errori. Lo studio delle incertezze nelle misure fisiche" Zanichelli Editore 2) Barlow "A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences" Ed. Wiley 3) Piazza "I capricci del caso" Ed. Springer 4) Mazzi, Ronchese, Zotto, " Fisica in laboratorio esperienze per i corsi di Fisica per Ingegneria" Ed. Esculapio

FISICA GENERALE 2

Titolare: Prof.ssa CATERINA BRAGGIO

Periodo: II anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+48E; 11,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
FISICA GENERALE 1, MATEMATICA, MATEMATICA 2

Conoscenze e abilità da acquisire:
Capacità di fornire stime di processi fisici di diversa tipologia: essere in grado di valutare chiaramente gli ordini di grandezza, di utilizzare analogie nella soluzione di problemi e infine di apprezzare il significato fisico dei risultati. Abilità nello sviluppo di modelli: essere in grado di identificare gli elementi essenziali in un processo e di costruire un modello dello stesso.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
L'insegnamento prevede lezioni frontali con l'utilizzo del proiettore quando sia utile la visione di immagini e video. Sono previste due ore di dimostrazioni in Aula Rostagni presso il dipartimento di fisica e astronomia (http://patrimonio-didattico.fisica.unipd.it/settori.php). Quando possibile, si utilizzano tecniche di "active learning".

Contenuti:
Legge di Coulomb. Campo elettrostatico. Potenziale elettrostatico. Legge di Gauss. Equazioni di Poisson e Laplace. Dipolo elettrico. Approssimazione di dipolo per un sistema di cariche. Proprietà dei conduttori in equilibrio. Schermo elettrostatico. Capacità; condensatore ideale. Energia di un sistema di cariche. Energia del campo elettrostatico. Dielettrici. Costante dielettrica. Polarizzazione. Cariche di polarizzazione. Correnti elettriche e densità di corrente. Conservazione della carica. Legge di Ohm. Effetto Joule. Campo magnetico; forza di Lorentz. Generatori. Forza elettromotrice. Moto di una carica in un campo magnetico. Frequenza di ciclotrone. Legge di Biot-Savart. Legge della circuitazione di Ampere. Prima legge di Laplace. Forze tra correnti. Momento di dipolo magnetico. Induzione elettromagnetica e legge di Faraday -- FEM indotta in un conduttore in movimento -- Generatore -- Trasformatori e trasmissione di potenza -- Forma generale della legge di Faraday -- Campi magnetici variabili e forze non conservative - Induttanza mutua, autoinduttanza Transienti in circuiti LC, RL (elettromagnete). Legge di Ohm per circuiti in corrente alternata. Impedenza complessa. Risonanza in circuiti RLC. Equazioni di Maxwell. Densità e flusso di energia del campo elettromagnetico. Antenne, campo di radiazione (cenni). Onde elettromagnetiche. Esperimento di Hertz. Oscillazioni di una corda tesa. Equazione delle onde. Onde armoniche. Relazione di dispersione. Onde progressive. Mezzi dispersivi e non-dispersivi. Spettro delle onde EM. Misure della velocita? della luce. Sorgente puntiforme. Pressione di radiazione Riflessione e rifrazione della luce. Ottica geometrica -- Principio di Fermat e legge di Snell per la rifrazione -- Riflessione totale interna, fibre ottiche -- Specchi piani, specchi curvi (specchio parabolico e principio di Fermat, specchio sferico) - Diottro -- Equazione delle lenti sottili, ingrandimento -- Combinazioni di lenti Polarizzazione della luce: lineare, circolare, ellittica. Polarizzazione per riflessione (angolo di Brewster), per diffusione, per dicroismo. Legge di Malus. Analizzatori. Onde elettromagnetiche in mezzi non isotropi. Birifrangenza. Lamina a quarto d'onda. Birifrangenza artificiale. Attività ottica. Fenomeni di interferenza e diffrazione - Principio di Huygens-Fresnel -- Esperimento dei fori di Young - Sistemi a due fenditure, spaziatura delle linee in un esperimento a due fenditure - Coerenza spaziale e coerenza temporale -- Diffrazione da una fenditura e da una apertura circolare -- Criterio di Rayleigh, potere risolutivo di uno strumento ottico -- Sistemi a N fenditure, potere risolutivo di un reticolo -- Interferenza in film/lamine sottili

Modalità di esame:
L'esame prevede sia una prova scritta che una orale. La prova scritta è propedeutica all'orale e può essere sostituita dalle prove scritte parziali (2 compitini) sostenute durante lo svolgimento del corso. La prova scritta consiste nello svolgimento di tre esercizi sugli argomenti svolti nel corso, mentre nella prova

orale lo studente deve mostrare la capacità di analizzare fenomeni elettromagnetici e la comprensione delle leggi fisiche che li descrivono.

Criteri di valutazione:
Nella prova scritta lo studente deve mostrare la capacità di risolvere problemi sugli argomenti svolti nel corso. Nella prova orale lo studente deve dimostrare la capacità di descrivere in modo completo e analizzare i fenomeni elettromagnetici. Deve inoltre dimostrare la comprensione delle leggi fisiche che li descrivono.

Testi di riferimento:
P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, Fisica vol2 Seconda edizione. Napoli: EdiSES,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Lo studente può fare riferimento al materiale didattico di varia tipologia messo a disposizione sulla pagina Moodle del corso

FISICA QUANTISTICA

Titolare: Prof. LUCA SALASNICH

Periodo: II anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+24E; 9,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Fisica

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Matematica e Matematica 2, Fisica 1 e 2.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Il corso ha lo scopo di introdurre i concetti basilari della mecanica statistica, della relatività ristretta e soprattutto della meccanica quantistica illustrando le loro piu' semplici applicazioni allo studio delle struttura della materia. Verra' seguito un approccio storico, mostrando quali sono i punti che portano alla crisi della fisica classica ed enfatizzando l'importanza del confronto fra modelli/predizioni teoriche e misure/verifiche sperimentali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali ed esercizi in aula.

Contenuti:
MECCANICA STATISTICA CLASSICA [6 ore] La teoria cinetica dei gas. La distribuzione di Maxwell-Boltzmann delle velocita'. Gli insiemi statistici di Gibbs (microcanonico, canonico e gran canonico) e la funzione di partizione. RELATIVITA' SPECIALE DI EINSTEIN [6 ore] Velocità della luce come invariante relativistico: esperimento di Michelson-Morley. Le trasformazioni di Lorentz. L'esperimento mentale di Einstein della lampadina. La cinematica relativistica: trasformazione relativistica della velocità, dilatazione dei tempi e contrazione delle lunghezze. Dinamica relativistica: quantità di moto relativistica, energia cinetica relativistica, energia a riposo. Energia relativistica di una particella libera: caso di bassa velocità e caso di massa nulla. OTTICA QUANTISTICA [8 ore] Radiazione di corpo nero: legge di Rayleigh-Jeans e legge di Planck. I quanti di luce (fotoni) e l'effetto foto-elettrico. L'effetto Compton. La produzione di coppie. LIVELLI ENERGETICI QUANTIZZATI NEGLI ATOMI [6 ore] Righe spettrali di emissione e assorbimento. Il modello atomico di Bohr. Principio di corrispondenza e quantizzazione del momento angolare. MECCANICA QUANTISTICA ONDULATORIA [8 ore] L'onda pilota di De Broglie. Dualismo onda-particella: esperimento di diffrazione da doppia fenditura. Dall'equazione di D'Alambert per i quanti di luce all'equazione di Schrodinger dipendente dal tempo per le particelle massive. Interpretazione probabilistica di Born della funzione d'onda. L'equazione di Schrodinger stazionaria come equazione agli autovalori. Valori di aspettazione. FORMULAZIONE ASSIOMATICA DELLA MECCANICA QUANTISTICA [4 ore] L'assiomatizzazione di Dirac e Von Neumann. Osservabili e operatori. Stati quantistici e la notazione bra-ket di Dirac. Rappresentazione delle coordinate e rappresentazione dei momenti. Visuale di Schrodinger e visuale di Heisenberg. APPLICAZIONI DELLA MECCANICA QUANTISTICA [12 ore] Particella in una scatola. Barriera quadrata. L'effetto tunnel. Oscillatore armonico quantistico. Teoria perturbativa al primo ordine: caso stazionario e caso dipendente dal tempo. FISICA ATOMICA CON L'EQUAZIONE DI SCHRODINGER [8 ore] Forze centrali e momento angolare. Quantizzazione di energia e momento angolare. Armoniche sferiche ed equazione radiale. Atomo di idrogeno e atomi idrogenoidi: stato fondamentale e stati eccitati. Esperimento di Stern-Gerlach e spin dell'elettrone. Principio di esclusione di Pauli. Effetti relativistici: l'equazione di Dirac e la struttura fine dei livelli energetici. MECCANICA QUANTISTICA DEI SISTEMI A MOLTI CORPI [4 ore] Particelle identiche. Funzione d'onda a molti corpi simmetrica e antisimmetrica: bosoni e fermioni. Atomi a molti elettroni. La tavola periodica degli elementi. MECCANICA STATISTICA QUANTISTICA [8 ore] Distribuzioni di Bose-Einstein e di Fermi-Dirac. Limite di alta temperatura: distribuzione di Maxwell-Boltzmann. Applicazioni della statistica di Bose-Einstein: radiazione di corpo nero e teoria di Einstein del calore specifico. Applicazioni della statistica di Fermi-Dirac: teoria dei metalli come gas di elettroni liberi.

Modalità di esame:
La verifica finale consiste in una prova orale. Allo studente verranno fatte due o tre domande riguardanti il programma del corso.

Criteri di valutazione:
La prova d'esame mira ad accertare l'acquisizione delle conoscenze di base fornite dal corso, la capacita' di ragionamento e di comprensione dello studente, anche nella soluzione di problemi specifici.

Testi di riferimento:
Salasnich, L, Modern Physics. : Springer, 2022 Ciccacci, F, Fondamenti di Fisica Atomica e Quantistica. : EdiSES Universita, 2019

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Verra' seguito prevalentemente il libro di Serway e coautori. Anche il libro di Ciccacci va bene, l'unico problema è che manca la parte di relatività speciale (che è piuttosto importante). Il libro di Salasnich verra' utilizzato solo per alcuni argomenti di meccanica quantistica relativistica.

FONDAMENTI DI SCIENZA DEI MATERIALI

Titolare: Prof. ALESSANDRO MARTUCCI

Mutuato da: Scuola Galileiana di Studi Superiori - Classe di Scienze Naturali

Periodo: II anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A; 7,00

Prerequisiti:
Il corso richiede le conoscenze degli esami di chimica, fisica e matematica del primo e secondo anno.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Il principale obiettivo del corso e far apprendere agli studenti le conoscenze di base sulla relazione tra struttura e proprietà delle diverse classi di materiali. In particolare si approfondiranno le relazioni tra struttura dei metalli, ceramici e polimeri e le loro proprietà meccaniche. Alla fine del corso lo studente dovrà essere in grado dii saper interpretare i diagrammi di fase a due componenti. Inoltre dovrà avere una visione generale dei principali processi di produzione delle varie classi di materiali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali, esercitazioni in classe, sezioni di tutoring, quiz in classe, schemi e mappe concettuali.

Contenuti:
Struttura dei materiali Il legame chimico. Curve del potenziale e della forza di legame. Caratteristiche del legame ionico. Caratteristiche del legame covalente, metallico e dei legami deboli. Introduzione alle strutture cristalline. Reticoli di Bravais. Reticoli di Bravais. Notazioni cristallografiche. Cristalli metallici. Fattore d'impaccamento. Strutture CFC, EC e CCC. Sistemi di facile scorrimento. Cristalli ionici. Cristalli covalenti e cristalli molecolari. Cristallinità nei polimeri. Difetti nei cristalli. Difetti puntuali e loro concentrazione di equilibrio. Dislocazioni lineari, elicoidali e miste. Interazioni tra dislocazioni e con difetti. Sorgente di Frank-Read. Difetti superficiali. Aspetti termodinamici Trasformazioni nei materiali: aspetti termodinamici. Regola delle fasi di Gibbs. Diagramma a due componenti miscibili allo stato solido. Regola della leva inversa. Sistemi a totale immiscibilità ed a parziale miscibilità. Sistemi con eutettoide, peritettico, composti intermedi a fusione congruente ed incongruente. Superfici ed energia superficiale/interfacciale. Legge di Laplace. Effetto capillare. Proprietà delle superfici curve. Interazioni tra fasi ed angolo di bagnabilità. Aspetti cinetici Trasformazioni di fase: aspetti cinetici. Processi diffusivi. Meccanismi diffusivi nei solidi. Prima e seconda legge di Fick. Dipendenza dalla temperatura e dal meccanismo diffusivo. Teoria della nucleazione omogenea. Nucleazione eterogenea. Accrescimento. Curve di raffreddamento e microstrutture di solidificazione. Trasformazioni di non equilibrio. Accrescimento della grana cristallina. Sinterizzazione. Stato vetroso e sua fenomenologia di formazione. Cinetica della transizione vetrosa Modello e regole di Zachariasen. Ossidi formatori e modificatori. Proprietà dei materiali Proprietà meccaniche: Concetti di sforzo e deformazione unitaria. Comportamento elastico: legge di Hooke e interpretazione atomica. Comportamento anelastico. Comportamento plastico. Sforzo teorico per lo scorrimento di piani cristallini. Deformazione plastica di un monocristallo e di un materiale policristallino. Incrudimento e ricristallizzazione. Comportamento viscoso e legge di Newton. Cenno al comportamento non-newtoniano. Comportamento viscoelastico. Caratteristiche della frattura fragile. Sforzo teorico di decoesione: previsione teorica. Criterio della concentrazione dello sforzo. Criterio energetico di Griffith. Concetto di KIc. Durezza e microdurezza. Cenni alla statistica di Weibull. Creep: cenni sulle generalità del fenomeno. Proprietà termiche: Capacità termica e dilatazione termica: definizioni e interpretazioni atomiche. Conducibilità termica: definizione e cenni all'interpretazione. Tensioni termiche in condizioni di vincolo mono-, bi- e tri-assiale. Shock termico: fenomeno, prove, fattori di merito. Proprietà ottiche: Riflessione, Trasmissione e Assorbimento. Rifrazione e indice di rifrazione. Origine del colore dei materiali. Diffusione. Classi di materiali e loro processi di produzione Metalli: Diagramma ferro-carbonio. Trattamenti termici (curve TTT e CCT, ecc.). Ghise. Acciai (tipi principali). Cenni alle tecnologie di produzione (colata, lavorazioni per deformazione plastica). Ceramici: Processi di produzione: finalità e modalità di esecuzione delle fasi principali. Ceramici tradizionali principali. Principali tipi di refrattari. Cenni sui ceramici avanzati. Cementi e calcestruzzi. Vetri: Processi di produzione: finalità e modalità di esecuzione delle fasi principali, con riferimento al vetro piano ed al vetro cavo. Cenni sul processo di tempra termica e chimica. Polimeri: principali processi di produzione,proprietà meccaniche. Compositi: principali processi di produ

Modalità di esame:
Esame scritto costituito da due domande estese e cinque domande brevi. Inoltre ci sarà almeno un esercizio sui seguenti argomenti: diagrammi di fase, proprietà termo-meccaniche, diffusione, struttura.

Criteri di valutazione:
La valutazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti e delle metodologie proposte e sulla capacità di applicarli in modo consapevole ed autonomo.

Testi di riferimento:
Callister, William D., Scienza ed ingegneria dei materiali. Napoli: ediSES, 2019 Guglielmi, Massimo, Dispense delle lezioni di fondamenti di scienza dei materiali. Padova: Progetto, 2015

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Gli studenti potranno scaricare i lucidi delle lezioni dalla piattaforma moodle del DII. Saranno presenti anche: schemi, approfondimenti su specifici argomenti, esercizi risolti, esempi di domande degli esami.

FORMAZIONE PER LE SCELTE PROFESSIONALI

Titolare: Prof. SAVERIO SANTI

Mutuato da: Laurea in Chimica (Ord. 2014)

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: +10E; 1,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Prerequisiti:
Nessuno

Conoscenze e abilità da acquisire:
Conoscenza delle aziende del territorio e comprensione delle dinamiche aziendali e come affrontare il mondo del lavoro.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

partecipazione a seminari e visite aziendali

Contenuti:
Ciclo di seminari con rappresentanti dell'industria locale, eventuali visite in azienda

Modalità di esame:
Frequenza ai seminari/visita aziendale (?70%) o test scritto sui contenuti dei seminari

Criteri di valutazione:
Frequenza ai seminari e visita aziendale (? 70%) o esito positivo (?60%) della prova scritta

Testi di riferimento:
CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Appunti. Materiale fornito a lezione o disponibile in moodle

LABORATORIO COMPUTAZIONALE

Titolare: Prof.ssa BARBARA FRESCH

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 24A+30E; 6,00

Prerequisiti:
Conoscenze di base della Matematica del primo semestre.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Competenze informatiche di base: importare, generare e manipolare dati numerici. Scrittura di semplici funzioni e codici finalizzati alla risoluzione di un problema numerico. Abilità di impostare l'analisi di un problema chimico o fisico attraverso lo sviluppo di un modello matematico. Ideare ed implementare una strategia di risoluzione numerica; corredata da relative rappresentazioni grafiche. Al termine del corso lo studente deve dimostrare di conoscere i rudimenti della programmazione in ambiente Matlab, di saper scrivere semplici script e di descrivere le metodologie utilizzate.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali, esercitazioni numeriche, sviluppo ed implementazione di un progetto individuale o di gruppo.

Contenuti:
Introduzione all'ambiente di calcolo Matlab: la sessione di lavoro e l'organizzazione delle funzionalità. Strutture dati: array e matrici e loro manipolazione. Funzioni elementari. Creare un file script. Utilizzo del debugger. Importare ed esportare dati. Elementi di programmazione. Operatori relazionali e logici. Istruzioni condizionali. Cicli (for, while) e vettorizzazione del codice. Funzioni definite dall'utente. Visualizzazione grafica di funzioni di singola e molte variabili. Dopo aver acquisito le nozioni fondamentali per l'utilizzo dello strumento di calcolo, esse verranno declinate nella risoluzione di problemi specifici quali: generazione e manipolazione di numeri casuali, massimi e minimi di funzioni, interpolazione, sistemi di equazioni lineari e problemi agli autovalori, zeri di funzioni non lineari, integrazione numerica, serie e trasformata di Fourier.

Modalità di esame:
Esame in forma scritta / prova pratica

Criteri di valutazione:
Acquisizione dei concetti e delle metodologie presentate e capacità di applicarle in modo autonomo.

Testi di riferimento:
, . : ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Saranno fornite le presentazioni utilizzate nelle lezioni frontali e le dispense per le esercitazioni numeriche

LABORATORIO DI FISICA

Titolare: Prof.ssa TIZIANA CESCA

Periodo: II anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 16A+48L; 6,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Fisica

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Concetti acquisiti nei corsi di Matematica, Fisica 1 e Fisica 2. In particolare: sommatorie e derivate parziali; oscillatore armonico smorzato; legge di Ohm, resistenze, condensatori e induttanze; ottica geometrica; interferenza e diffrazione.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Scopo di questo corso è l'introduzione al metodo scientifico attraverso la verifica in laboratorio di alcuni fenomeni elettrici ed ottici. Una parte delle ore di laboratorio sarà dedicata alla discussione comune su come si misura una grandezza e su come la si interpreta. Si introdurranno e si applicheranno quindi gli aspetti più importanti della Teoria della Misura e degli Errori. Particolare attenzione sarà inoltre dedicata alla presentazione dei dati e a come si redige una relazione scientifica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Il corso si sviluppa in sessioni di laboratorio di quattro ore ciascuna, comprendenti delle sessioni di recupero per facilitare l'acquisizione dei dati relativi alle varie esperienze e, soprattutto, per permettere l'elaborazione e la stesura delle relazioni. Sono inoltre previste delle lezioni teoriche dove si introdurranno gli aspetti principali della Teoria degli Errori. I principi di funzionamento della strumentazione e delle tecniche di misura verranno descritti durante i turni di laboratorio.

Contenuti:
Le esercitazioni di laboratorio riguardano argomenti tratti dai seguenti: - misura delle caratteristiche e del comportamento di componenti e circuiti elettrici semplici in corrente continua; - carica e scarica di un condensatore; - oscillazioni smorzate in un circuito RLC; - esperimenti di ottica geometrica con banco ottico (produzione di un fascio di luce collimato, misura della distanza focale e delle aberrazioni di una lente convergente); - determinazione delle figure di diffrazione e d'interferenza prodotte da fenditure parallele.

Modalità di esame:
L'esame comprende lo svolgimento di una serie di relazioni sulle esperienze condotte in laboratorio e un esame scritto alla fine del corso. L'esame scritto è composto da: un esercizio in cui applicare la propagazione degli errori a partire da dati forniti dal docente; una breve domanda sui concetti di teoria degli errori; un tema in cui verrà richiesto di descrivere in dettaglio una delle esercitazioni svolte durante il corso, indicata dal docente. Le relazioni sulle esperienze verranno realizzate e consegnate durante il corso (ogni due settimane) e di volta in volta saranno corrette e restituite entro una settimana dalla consegna.

Criteri di valutazione:
Verrà valutata la capacità di svolgere e analizzare criticamente un'esperienza di laboratorio in tutti i suoi aspetti, dalla presa dati alla stesura di una relazione, e la conoscenza dei concetti di teoria degli errori appresi durante il corso.

Testi di riferimento:
R. Taylor, Introduzione all'analisi degli errori. : Zanichelli, R. Taylor, Introduction to Errror Analysis. : Zanichelli,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Dispense sulle esercitazioni di laboratorio verranno consegnate dal docente.

LABORATORIO DI FISICA DEI MATERIALI 1

Titolare: Prof. FILIPPO ROMANATO

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 16A+48L; 6,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Fisica - polo didattico

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Laboratorio di Fisica

Conoscenze e abilità da acquisire:
Scopo di questo corso è acquisire metodo nella formulazione e nella verifica sperimentale di modelli fisici applicati ai materiali. Vengono descritte ed applicate le procedure di analisi statistica di dati sperimentali raccolti per mezzo di sistemi in grado di misurare alcune proprieta' fisiche fondamentali dei materiali. Vengono applicate le metodologie di validazione dei modelli fisici. Lo studente in proprio sviluppa: - metodo nella definizione dei modelli analitici che descrivono i fenomeni fisici, - strategia nella definizione di un esperimento di misura e nella conseguente raccolta dati, - senso critico per distinguere le varie tipologie di errori di misura, - sensibilità nella loro interpretazione a valle dell'analisi statistica, - critica nella valutazione nella descrione qualitativa e quantitativa dei modelli analitici.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Il corso si sviluppa in sessioni di laboratorio di quattro ore ciascuna, comprendenti delle sessioni di recupero per facilitare l'acquisizione dei dati relativi alle varie esperienze e, soprattutto, per permettere l'elaborazione e la stesura delle relazioni. Sono inoltre previste delle lezioni teoriche dove si introdurranno gli aspetti principali della Teoria degli Errori. I principi di funzionamento della strumentazione e delle tecniche di misura verranno descritti durante i turni di laboratorio. vengono introdotti e descritti metodi di calcolo statistico e analisi dati. Uso di Origin, di Matlab e di Mathematica.

Contenuti:
• Parte di analisi dei dati e teoria degli errori. Vengono rivisti i concetti fondamentali di teoria delle probabilità applicate alla teria degli errori. Venine introdotto il concetto di teria delle decisioni e di accettazione e rifiuto di ipotesi di validità di modelli teorici. Vengono introdotti metodi per il fit di dati sperimentali con modelli teorici e la determinazione di parametri di calcolo. In particolare si introduce il modello del Chi quadro come funzionale di minimizzazione. I concetti introdotti vengono applicati alla misura di proprietà di fisica dei materiali. • Resisivita': L'obiettivo di questa esperienza è studiare la conducibilità elettrica di alcuni fili metallici, in particolare si vuole verificare la prima legge di Ohm e il suo intervallo di validità. Inoltre si vuole verificare anche la seconda legge di Ohm, ossia la relazione di linearità esistente tra la resistenza e le caratteristiche geometriche del filo conduttore. • Indice di rifrazione: prisma. Lo scopo di questa esperienza è osservare il comportamento di un fascio di luce attraverso un prisma ottico triangolare e studiare alcune proprietà e procedimenti relativi a quest'ultimo. Vengono effettuate delle esperienze per misurare la dispersione dell'indice di rifrazione in funzione della lunghezza d'onda e quindi verificare sperimentalmente la legge di Chauchy. Viene introdotto il modello di Lorenzts per descrivere la risposta di materiali isolanti alla radizazione elettromagnetica nell' intervallo della luce visibile , vicino infrarosso e IR. Viene dedotta la forma analitica complessa dell'indice di rifrazione e quindi l'interpretazione della pparte reale e di quella immaginaria. Si effetta il fit di spettri di rifrazione e assorbimento di un materiale per determinare sperimantalemente la dipendenza spettrale. • Indice di rifrazione: legge di faraday: Lo scopo dell'esperienza è quello di studiare l'effetto Faraday, ovvero un fenomeno magneto-ottico di interazione tra campo magnetico e luce in un mezzo (solido nel nostro caso) che causa una rotazione del piano di polarizzazione della luce, al variare dell'intensità del campo e della lunghezza d'onda della luce.

Modalità di esame:
Redazione di relazioni delle esperienze di laboratorio e discussione orale delle stesse. Il corso di suddivide in tre principali esperienze di laboratorio determinate alla misura di atrettante proprietà fisiche di materiali: la misura della resistività di diversi metalli , l'indice di rifrazione e la costante di Verdet legata alle proprietà elettro magnetiche descritte dall'effetto Faraday. Per ognuna delle esperienze di laboratorio gli studenti devono redigere una relazione che riassuma i modelli teorici , la descrizione dell'apparato strumentale, le modalità di raccolta dati, le modalità di analisi dei dati e, infine, le conclusioni sulla validità o meno della capacità descrittive del modello teorico usato nel rappresentare correttamente i fenomeni misurati. Gli studenti saranno divisi in gruppi di due persone che contribuiranno con equi responsabilità alla redazione delle relazioni. Durante l'esame gli esaminandi saranno tenuti a descrivere e a discutere il contenuto delle relazioni giustificando i risultati e le forme di presentazione scelte.

Criteri di valutazione:
Verrà valutata la capacità di svolgere e analizzare criticamente un'esperienza di laboratorio in tutti i suoi aspetti, dalla presa dati alla stesura di una relazione, e la conoscenza dei concetti di teoria degli errori appresi durante il corso. Verrà valutata la capicità critica dell'analisi dati e la capacità di correlare i dati alla loro descrizione analitica e infine a specifiche proprieta` dei materiali.

Testi di riferimento:
John R. Taylor, An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurement. : - University Science Books Sausalito, California, Maurizio Loreti, Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica: Introduzione alla Fisica Sperimentale. : dispense, Ronald E. Walpole Raymond H. Myers Sharon L. Myers Keying Ye, Probability & Statistics for Engineers & Scientists. : ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Dispense sulle esercitazioni di laboratorio verranno consegnate dal docente. Vengono indicati testi di riferimento per le teorie che vengono presentate.

LINGUA INGLESE B2 (ABILITA' RICETTIVE)

Titolare: Prof. VINCENZO AMENDOLA

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: ; 3,00

Contenuti:
Tutti i Corsi di Laurea di Scienze richiedono una conoscenza della Lingua inglese pari al livello B2 (abilità ricettive ascolto e lettura) del Quadro Comune Europeo di Riferimento per le Lingue del Consiglio d'Europa. Chi è già in possesso di una certificazione di livello B2 o superiore può chiederne il riconoscimento. Tutti gli altri studenti possono sostenere presso il Centro Linguistico di Ateneo il corrispondente Test di Abilità Linguistica (TAL), il cui superamento permette il riconoscimento dei crediti formativi per la lingua straniera. Tutte le informazioni sull'idoneità, sul test di lingua e sulle certificazioni riconosciute, sono disponibili all'indirizzo http://www.scienze.unipd.it/index.php?id=inglese_triennali Obiettivi formativi : Accertamento della conoscenza dell'inglese scientifico, con capacità di comprendere testi scientifici scritti e parlati. In particolare, si richiede agli studenti di essere in grado di comprendere testi scientifici scritti o parlati ad un livello almeno pari al livello B2 del Consiglio d'Europa. Metodi didattici : Esercitazioni con Collaboratori ed Esperti Linguistici. Studio individuale. Contenuto dell'attività formativa : Esercitazioni di comprensione di testi scientifici abbinate ad uno studio degli aspetti più importanti della grammatica inglese, organizzate dalla Facoltà e coadiuvate da Collaboratori ed Esperti Linguistici. Struttura della verifica di profitto : Informatica Descrizione verifica profitto : All'inizio del periodo didattico in cui l'insegnamento è inserito, tutti gli studenti dovranno sostenere un test via computer. A chi ottiene un piazzamento pari o superiore al livello B2 del Consiglio d'Europa vengono riconosciuti i CFU relativi. Per quegli studenti che possiedono dei certificati equipollenti, come il P.E.T. e i Trinity Examinations è sufficiente presentare il certificato in originale per ottenere i CFU. Ausili didattici : I materiali del corso sono raccolti in una dispensa e sono disponibili online. Altri dettagli aggiornati sono disponibili a questo indirizzo: http://www.chimica.unipd.it/vincenzo.amendola/pubblica/inglese.htm

Testi di riferimento:
CONTENUTO NON PRESENTE

MATEMATICA

Titolare: Prof. FRANCESCO BOTTACIN

Mutuato da: Laurea in Chimica Industriale (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A+60E; 13,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Nessuno

Conoscenze e abilità da acquisire:
Al termine del corso si richiede che lo studente abbia acquisito una buona conoscenza del calcolo differenziale per le funzioni di una o più variabili reali, del calcolo integrale per le funzioni di una variabile reale e abbia acquisito una buona familiarità con le nozioni di spazio vettoriale, funzione lineare, matrici e loro proprietà, prodotti scalari. Si richiede che lo studente sia in grado di applicare tali risultati alla risoluzione di problemi concreti di analisi matematica, di algebra lineare e di semplici problemi di geometria analitica che riguardano le rette e i piani in uno spazio affine.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Le attività didattiche prevedono ore di lezioni frontali in aula. Le lezioni vengono effettuate mediante l'utilizzo della lavagna e/o di un tablet pc collegato a un videoproiettore. Gli appunti delle lezioni (in formato pdf) vengono caricati sulla piattaforma Moodle e resi disponibili agli studenti al termine delle lezioni. Un ulteriore supporto allo studio individuale è dato dalla presenza, in un apposito canale YouTube (https://www.youtube.com/channel/UCpJGeVBfmf-6S3neeImAw1w) di videolezioni su argomenti di algebra lineare.

Contenuti:
Parte del programma relativa ai contenuti di analisi matematica. Nozioni di base: teoria elementare degli insiemi, i numeri interi, i numeri razionali, l'insieme dei numeri reali, equazioni e disequazioni, max e min, sup e inf, elementi di trigonometria, esponenziali e logaritmi. L'insieme dei numeri complessi, rappresentazione trigonometrica dei numeri complessi. Sommatorie. Fattoriali. Coefficienti binomiali. Formula del binomio di Newton. Successioni. Limiti di successioni. Funzioni di variabile reale: dominio, immagine, grafico, funzioni iniettive e suriettive, composizione di funzioni, funzioni inverse. Limiti di funzioni e loro proprietà. Funzioni continue, teorema degli zeri e di Weierstrass. Derivazione di funzioni: retta tangente al grafico di una funzione, crescenza e descrescenza. Teoremi fondamentali del calcolo differenziale. Massimi e minimi relativi e assoluti. Derivate successive e convessità. Formula di Taylor. Funzioni trigonometriche, esponenziali e logaritmiche. Studio di una funzione. Serie: nozioni generali. Serie geometrica, serie armonica, serie telescopiche. Serie a termini non negativi. Criteri di convergenza. Convergenza per serie a termini di segno alterno. Serie di potenze nel campo complesso, raggio di convergenza. L'esponenziale complesso, la formula di Eulero. Integrali definiti e indefiniti. L'integrale di Riemann, calcolo delle primitive e tecniche di integrazione. Area di regioni limitate del piano. Volumi di solidi di rotazione. Lunghezze di grafici di funzione. Integrali generalizzati. Equazioni differenziali, problema di Cauchy. Equazioni differenziali del primo ordine lineari e a variabili separabili. Modelli descritti da equazioni differenziali lineari del primo ordine. Equazioni differenziali del secondo ordine lineari a coefficienti costanti. Applicazioni: moto armonico semplice, moto armonico con viscosità, moto armonico con forza esterna sinusoidale. Risonanza. Funzioni di più variabili reali. Limiti. Continuità. Derivate parziali e derivate direzionali, gradiente, curve di livello. Differenziabilità. Spazio tangente al grafico di una funzione. Punti critici e punti di estremo locale. Derivate successive. Teorema di Schwarz. Formula di Taylor in più variabili. Matrice Hessiana. Richiami sulle forme quadratiche: matrici definite e semidefinite. Studio dei punti di massimo o minimo locale e dei punti di sella. Parte del programma relativa ai contenuti di geometria e algebra lineare. Vettori e geometria analitica dello spazio tridimensionale. Vettori nel piano e nello spazio. Prodotto scalare, prodotto vettore, prodotto misto e loro interpretazione geometrica. Equazioni parametriche e cartesiane di rette e piani nello spazio tridimensionale. Angoli e distanze. Elementi di algebra lineare. Spazi vettoriali. Dipendenza lineare. Basi di uno spazio vettoriale. Funzioni lineari e matrici. Operazioni tra matrici. Determinanti. Sistemi lineari. Teoremi di Cramer e di Rouché-Capelli. Autovettori e autovalori. Diagonalizzazione.

Modalità di esame:
La verifica delle conoscenze e delle abilità attese viene effettuata con una prova d'esame scritta. In base all'esito della prova scritta il docente, se lo ritiene opportuno, può richiedere allo studente di sostenere anche una prova orale. Nella prova scritta viene richiesto allo studente di rispondere ad alcune domande di tipo teorico e/o di risolvere alcuni esercizi, i quali sono formulati in modo da permettere di verificare se lo studente è in grado di applicare le conoscenze teoriche acquisite alla risoluzione di problemi concreti.

Criteri di valutazione:
I criteri di valutazione con cui verrà effettuata la verifica delle conoscenze e delle abilità acquisite sono: 1. Completezza delle conoscenze acquisite 2. Capacità di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi concreti

Testi di riferimento:
Bottacin, Francesco, Esercizi di algebra lineare e geometria. Bologna: Esculapio, 2021

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Tutto il materiale didattico presentato durante le lezioni è reso disponibile sulla piattaforma Moodle. Saranno inoltre fornite, sempre tramite la piattaforma Moodle, delle dispense redatte dai docenti su specifici argomenti del corso.

MATEMATICA 2

Titolare: Dott. ALEKOS CECCHIN

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+30E; 10,00

Sede dell'insegnamento: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Aule: Vedere gli orari dei corsi sul sito web del Corso di Studi

Prerequisiti:
Aver appreso tutte le nozioni impartite nel primo corso di Matematica in particolare: studio di funzioni, integrazione in una variabile, geometria analitica nello spazio, fondamenti di algebra lineare.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Apprendere le nozioni fondamentali del calcolo differenziale e integrale in piu' variabili e le loro applicazioni in fisica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali in aula con numerose esercitazioni alla lavagna. Prove parziali in itinere per valutare il progressivo apprendimento.

Contenuti:
Sistemi lineari. Teoremi di Cramer e di Rouché-Capelli. Autovettori e autovalori. Diagonalizzazione. Sistemi ortogonali di funzioni. Serie di Fourier. Calcolo di coefficenti di Fourier. Funzioni di più variabili.Derivazioni parziali e derivazioni di funzioni composte. Superfici quadriche. Integrali doppi. Formule di iterazione. Integrali doppi in coordinate polari. Volumi di solidi. Integrali tripli. Formule di iterazione. Integrali tripli in coordinate cilindriche e sferiche. Applicazioni degli integrali doppi e tripli al calcolo di masse, baricentri, momenti d'inerzia di regioni bidimensionali e tridimensionali. Funzioni vettoriali di una variabile: curve parametriche, lunghezza di archi di curve. Integrali di linea. Campi vettoriali: campi gravitazionali, campo magnetico, campi di velocita', linee di campo. Campi conservativi, curve e superfici equipotenziali. Lavoro di un campo lungo un percorso. Indipendenza dal percorso per campi conservativi. Calcolo di potenziali. Forme differenziali chiuse ed esatte. Primitive di forme differenziali. Superfici parametriche, integrali superficiali, calcolo di aree di superfici. Campo vettoriale unitario perpendicolare a superfici. Superfici orientabili. Calcolo differenziale vettoriale: flusso di un campo vettoriale attraverso una superficie. Divergenza di un campo e teorema della divergenza. Applicazioni del teorema della divergenza al calcolo di flussi di campi vettoriali. Teorema della divergenza bidimensionale e teorema di Green nel piano. Applicazioni del teorema di Green al calcolo di aree e integrali di linea di forme differenziali. Rotore di un campo e teorema di Stokes. Applicazioni del teorema di Stokes.

Modalità di esame:
Esame scritto consistente nel risolvere cinque esercizi con discussione dell'elaborato ed eventuale prova orale.

Criteri di valutazione:
Valutazione della comprensione dei concetti introdotti nel corso e dell'abilita' di applicazione degli strumenti di calcolo .

Testi di riferimento:
CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Distribuzione quotidiana delle note delle lezioni impartite in aula. Liste di testi di esercizi proposti. Soluzioni di alcuni esercizi proposti.

MATERIALI INORGANICI PER UNO SVILUPPO SOSTENIBILE

Titolare: Prof.ssa ANTONELLA GLISENTI

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:
Conoscenze generali di chimica inorganica

Conoscenze e abilità da acquisire:
capacità previsionale relativamente alle principali proprietà chimiche dei materiali inorganici capacità di progettare nuovi materiali, nuove procedure di sintesi, o trattamenti al fine di ottenere materiali dalle proprietà chimiche e fisiche richieste. Particolare attenzione alla criticità dei materiali (Critical Raw Materials) ed allo sviluppo di materiali e dispositivi sostenibili dal punto di vista ambientale ed economico. capacità di studiare ed approfondire i principali problemi legati agli aspetti funzionali di materiali inorganici e dei dispositivi da essi derivati

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali

Contenuti:
Il corso si propone di approfondire alcuni aspetti legati a materiali inorganici rilevanti da un punto di vista applicativo e funzionale. In particolare il corso sarà focalizzato su materiali di tipo ossidico e ceramico utilizzabili per uno sviluppo sostenibile. Saranno considerati due aspetti: l'energia (risparmio, conversione ed immagazzinamento sostenibili) ed i sistemi catalitici per l'abbattimento di inquinanti gassosi (traffico veicolare, impianti industriali). L'approccio metodologico sarà improntato al tentativo di mettere in relazione gli aspetti funzionali con le caratteristiche chimiche, fisiche, strutturali, morfologiche del materiale da un lato e le specificità tecnologiche ed applicative dall'altro. Nell'ampia casistica di possibili materiali e dispositivi saranno presi in considerazione principalmente quelli più promettenti nell'ottica di uno sviluppo sostenibile: dispositivi sostenibili (economicamente ed ambientalmente) per lo stoccaggio e la conversione di energia; dispositivi per il risparmio energetico; dispositivi e materiali per l'abbattimento degli inquinanti. In particolare saranno considerati ossidi e materiali ceramici per: ?Celle a combustibile ad ossido solido per la conversione di energia chimica in energia elettrica ? Reazioni sostenibili per la produzione di combustibili alternativi ai combustibili fossili (combustibili verdi, combustibili da rifiuti, riciclo dell'anidride carbonica) Materiali ceramici per un approccio Power-to-X. ? Energia dal sole: dai pannelli solari alla fotocatalisi. ? Materiali sostenibili per lo stoccaggio ed il trasporto di energia. ? Materiali cromici per il risparmio energetico . ? I materiali ceramici ed il loro contributo allo sviluppo sostenibile. In tutti i casi i materiali verranno indagati nei diversi stadi che portano dalla sintesi alla realizzazione del dispositivo. A tal fine saranno richiamati, ogniqualvolta necessario, gli aspetti generali legati alle proprietà chimiche e strutturali, onde favorire il consolidarsi di un approccio costruttivo e progettuale allo studio dei materiali.

Modalità di esame:
Esame Orale

Criteri di valutazione:
verrà valutata la capacità critica e di affrontare e studiare un problema considerandone i diversi aspetti e le molteplici sfaccettature verrà valutata la capacità di collegare la conoscenza chimica di base alle risposte funzionali ed alla progettazione dei materiali sempre considerandone la sostenibilità economica ed ambientale.

Testi di riferimento:
CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Indicazioni bibliografiche fornite dal docente in funzione degli argomenti affrontati

PROVA FINALE

Titolare: da definire

Periodo: III anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: ; 5,00

Contenuti:
La prova finale consiste nella predisposizione di una presentazione su un argomento in accordo con il Regolamento per la prova finale del Corso di Studio. La relazione viene presentata e discussa dal candidato alla presenza di una Commissione appositamente nominata che esprime un giudizio di merito attribuendo un adeguato punteggio.

Testi di riferimento:
CONTENUTO NON PRESENTE

SCIENZA DEI POLIMERI

Titolare: Prof. EDMONDO MARIA BENETTI

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 24A+30E; 6,00

Prerequisiti:
Il corso richiede le conoscenze degli esami di chimica, fisica e matematica del primo e secondo anno.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Fondamenti di chimica dei polimeri, delle tecniche di caratterizzazione dei materiali polimerici e delle loro applicazioni.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali ed esercizi svolti in aula.

Contenuti:
- Introduzione alla scienza dei polimeri, definizioni - Tipologie di polimerizzazione: a catena e a stadi - Metodi di determinazione dei pesi molecolari, analisi chimica e strutturale dei polimeri. - Copolimerizzazione e proprietà dei copolimeri - Cristallinità dei polimeri e analisi termica - Network polimerici (elastomeri e hydrogels) - Applicazioni dei polimeri: coatings, vernici e adesivi - Polimeri in applicazioni biomediche

Modalità di esame:
L'esame si svolgerà in forma scritta tramite quesiti e test a risposta multipla.

Criteri di valutazione:
Gli studenti dovranno dimostrare di avere acquisito le conoscenze relative ai contenuti dell'insegnamento, di risolvere quesiti ed esercizi sugli argomenti del corso.

Testi di riferimento:
D.A. Schlüter, C. Hawker, J. Sakamoto, Synthesis of Polymers: New Structures and Methods. : Wiley-VCH, 2012 M. Guaita, F. Ciardelli, F. La Mantia, E. Pedemonte, Fondamenti di Scienza dei Polimeri. : Nuova Cultura, 2013 G. Odian, Principles of Polymerization, 4th Ed.. : John Wiley & Sons, 2004

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Appunti personali e dispense distribuite durante l’intero corso sono sufficienti per affrontare l’esame.

SICUREZZA NEI LABORATORI

Titolare: Prof.ssa FOSCA CONTI

Mutuato da: Laurea in Chimica Industriale (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: +12E; 1,00

Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Scienze Chimiche, via Marzolo 6

Aule: Aula A

Prerequisiti:
L'Ateneo prevede un corso online di (4 ore) necessario per tutti coloro che si configurano come "lavoratori" secondo la definizione data all'art. 2 del D.Lgs 81/08 e, quindi, anche per gli studenti che dovranno accedere ai laboratori come previsto dal proprio piano di studi. Il corso è presente al link https://elearning.unipd.it/formazione/course/index.php?categoryid=39 Secondo prerequisito è il corso online di (12 ore). Il corso è presente al link https://elearning.unipd.it/formazione/course/index.php?categoryid=40 Il corso di FORMAZIONE GENERALE e il corso di FORMAZIONE SPECIFICA vanno conclusi con il superamento del relativo test online e con il rilascio del relativo attestato. Entrambi gli attestati vanno rinominati come segue: cognome_nr di matricola_anno di conseguimento dell attestato_generale cognome_nr di matricola_anno di conseguimento dell attestato_specifica Infine i due files pdf vanno caricati nell'apposita sezione del sito di unipd: https://wwwdisc.chimica.unipd.it/amm-online/AUDisc/certificati

Conoscenze e abilità da acquisire:
L'insegnamento intende fornire allo studente le nozioni generali e particolari sulle norme di sicurezza nei laboratori chimici.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
L'insegnamento si svolge mediante lezioni frontali in aula, nelle quali viene fatto uso di presentazioni Power Point. I corsi di formazione generale e specifica sono forniti online.

Contenuti:
Il corso verte sulla formazione specifica relativa ai rischi nei laboratori chimici e sulle buone pratiche da adottare. Le lezioni affronteranno le seguenti tematiche: -Buone prassi di laboratorio (GLP - Good laboratory practice). DPI. Dispositivi per la sicurezza nei laboratori. - Rischi in generale. Primo soccorso e primi interventi - Tossicità delle sostanze - Etichettatura delle sostanze chimiche e schede di sicurezza - Spandimenti accidentali e liquidi criogenici - Infiammabili. Rischio Incendio. Procedure di esodo; Gas tossici - Rifiuti chimici - Rischio elettrico - Rischi da campi magnetici - Rischi da radiazioni elettromagnetiche

Modalità di esame:
Attestato finale del corso di FORMAZIONE GENERALE, attestato finale del corso di FORMAZIONE SPECIFICA-ALTO RISCHIO, frequenza a tutte le lezioni in presenza.

Criteri di valutazione:
La valutazione della preparazione si baserà sulla verifica del livello di comprensione ed assimilazione degli argomenti trattati. Si dovrà essere in grado di applicare le conoscenze apprese a situazioni reali legate alla sicurezza di un laboratorio chimico.

Testi di riferimento:
CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Sarà messo a disposizione il materiale usato a lezione.

STRUTTURA DEI SOLIDI

Titolare: Prof. GILBERTO ARTIOLI

Periodo: II anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 32A+10E+12L; 6,00

Prerequisiti:
Nozioni di chimica generale, elementi di trigonometria, calcolo matriciale, proprietà della radiazione elettromagnetica.

Conoscenze e abilità da acquisire:
Il corso vuole fornire (1) i concetti indispensabili per una comprensione delle proprietà geometrico-strutturali e chimico-fisiche dello stato cristallino, (2) permettere allo studente di poter affrontare la letteratura di tipo cristallografico-strutturale (incluse le Tabelle Internazionali di Cristallografia), (3) introdurre i fondamenti dell'utilizzo delle tecniche diffrattometriche di raggi-X per polveri nella caratterizzazione di materiali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali sugli argomenti del corso. Esercitazioni e laboratori: - riconoscimento ed intepretazione di gruppi puntuali (simmetria morfologica) - riconoscimento ed interpretazione di gruppi planari e spaziali - indicizzazione di spettri di diffrazione - raccolta di dati sperimentali XRPD (preparazione campione, uso del diffrattometro in geometria Bragg-Brentano) - identificazione di fasi cristalline da dati XRPD (software HighScore Plus, database PDF-2, ICSD) - introduzione alle tecniche di raffinamento Rietveld (software GSAS, HighScore Plus)

Contenuti:
(1) Cristallo ideale: concetto di ordinamento periodico tridimensionale, descrizione intuitiva, grafica e matematica (funzione delta di Dirac). Concetto di reticolo semplice e multiplo in tre dimensioni, descrizione vettoriale, cella cristallografica, unità asimmetrica, descrizione del cristallo ideale infinito. Introduzione agli operatori ed agli elementi di simmetria cristallografica. Relazione fra i 32 gruppi di simmetria puntuale ed la simmetria delle proprietà fisiche, principio di Neumann. Descrizione della simmetria delle strutture cristalline, i 230 gruppi spaziali, tabelle moltiplicative. Uso delle Tabelle Internazionali di Cristallografia. Cenni di calcolo cristallografico: trasformazioni di coordinate, matrice metrica, distanze ed angoli di legame. Banche dati cristallografiche. (2) Introduzione alla fisica della diffrazione: diffusione da un elettrone, da un atomo, fattori di diffusione, diffusione da una cella elementare e da un reticolo tridimensionale. Trasformate ed antitrasformate di Fourier: relazione tra spazio diretto e reciproco. Condizioni di Laue, sfera di Ewald, legge di Bragg. Estinzioni sistematiche, legge di Friedel. Indicizzazione degli spettri di diffrazione. Richiami delle principali tecniche sperimentali utilizzate in diffrazione: cristallo singolo, polveri. Approfondimenti delle geometrie sperimentali per diffrazione di polvere con radiazione monocromatica e policromatica. Approfondimenti sull'utilizzo e l'interpretazione degli spettri di diffrazione da materiali policristallini: analisi qualitativa, quantitativa, strutturale, microstrutturale, tessiturale. Cenni di analisi a profilo completo (Rietveld), funzioni analitiche che descrivono i picchi di diffrazione, significato fisico dei parametri raffinati.

Modalità di esame:
La modalità di esame sarà presentata dal docente al principio dell'AA

Criteri di valutazione:
Risultati delle prove effettuate durante il corso. Abilità di comprensione e profondità delle conoscenze dimostrate dallo studente durante l'esame finale sugli argomenti del corso.

Testi di riferimento:
M. De Graef, M.E. McHenry,, Structure of Materials. An introduction to crystallography, diffraction, and symmetry.. . Cambridge: : Cambridge,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
Appunti di lezione: tutte le lezioni, il materiale didattico, gli esercizi sono disponibili in rete: http://geo.geoscienze.unipd.it/studenti/artioli/cryst/structure_of_solids.html