UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Geochemistry

2627-2-E3402Q007

Obiettivi

O1 – Conoscenza e capacità di comprensione

1. Comprendere i principi fondamentali della Geochimica e il ruolo dei processi chimici e isotopici nell'interpretazione dei principali processi geologici.
2. Comprendere l'origine degli elementi e degli isotopi, la loro distribuzione nei principali reservoir geochimici e nelle diverse geosfere, e i criteri di classificazione geochimica degli elementi.
3. Comprendere i processi di frazionamento chimico e isotopico e il significato degli elementi maggiori, degli elementi in tracce e dei rapporti isotopici come strumenti per ricostruire processi geologici, idrogeologici, petrogenetici, vulcanologici e geodinamici.
4. Comprendere i principi fondamentali della radioattività naturale, del decadimento radioattivo, delle catene di decadimento, della geocronologia e dei principali metodi di datazione radiometrica.
5. Comprendere i cicli geochimici degli elementi nei diversi ambienti naturali e nelle principali geosfere, con particolare riferimento ad atmosfera, idrosfera, litosfera, sistemi magmatici e sistemi fluidi.
6. Comprendere le basi delle principali metodologie di campionamento di fluidi e rocce, delle tecniche analitiche di laboratorio e dei metodi di visualizzazione ed elaborazione dei dati geochimici.

O2 – Capacità di applicare conoscenza e capacità di comprensione

1. Saper applicare i concetti fondamentali della Geochimica all'interpretazione dei processi naturali che controllano la distribuzione degli elementi e degli isotopi nei diversi reservoir terrestri.
2. Saper utilizzare elementi chimici, elementi in tracce e rapporti isotopici come traccianti per riconoscere e interpretare l'origine di fluidi, magmi, rocce e processi geologici.
3. Saper interpretare diagrammi geochimici, diagrammi isotopici, diagrammi di classificazione, diagrammi di attività e semplici rappresentazioni quantitative dei processi geochimici.
4. Saper applicare le conoscenze sulla radioattività e sui sistemi isotopici instabili alla comprensione dei principali metodi di datazione radiometrica e delle loro implicazioni geologiche.
5. Saper ricostruire, in forma qualitativa e quantitativa di base, i cicli geochimici degli elementi e i processi di interazione tra atmosfera, idrosfera, litosfera e sistemi magmatici.

6. Saper applicare i metodi di visualizzazione ed elaborazione dei dati geochimici alla rappresentazione di concentrazioni, rapporti isotopici e relazioni tra variabili geochimiche.
7. Al termine delle esercitazioni, saper modellizzare un processo semplice di mescolamento che contempli sia la concentrazione sia la composizione isotopica di un elemento o di una specie chimica in natura.

O3 – Autonomia di giudizio

1. Saper valutare criticamente l'origine di un fluido, di un magma, di una roccia o di un processo geologico sulla base di traccianti geochimici e isotopici.
2. Saper distinguere tra semplici descrizioni composizionali e interpretazioni di processo, riconoscendo il significato geologico dei dati geochimici.
3. Saper valutare l'affidabilità e i limiti interpretativi dei dati geochimici, tenendo conto dei processi di frazionamento, mescolamento, alterazione, contaminazione, degassamento, interazione acqua-roccia e decadimento radioattivo.
4. Saper riconoscere le principali incertezze associate all'uso di elementi e isotopi come traccianti nei processi naturali.
5. Saper formulare interpretazioni coerenti collegando dati geochimici, contesto geologico e processi chimico-fisici.

O4 – Abilità comunicative

1. Saper descrivere con proprietà di linguaggio i principi fondamentali della Geochimica, utilizzando correttamente la terminologia specifica della disciplina.
2. Saper illustrare in modo chiaro il significato di elementi maggiori, elementi in tracce, isotopi stabili, isotopi radiogenici, isotopi instabili, rapporti isotopici e traccianti geochimici.
3. Saper spiegare il significato di diagrammi, formule, relazioni quantitative di base e modelli geochimici semplici.
4. Saper argomentare oralmente e per iscritto l'interpretazione di un dato o di un processo geochimico, collegando tra loro diversi argomenti dell'insegnamento.
5. Saper comunicare in modo ordinato e scientificamente corretto i risultati di semplici elaborazioni o modellizzazioni geochimiche.

O5 – Capacità di apprendimento

1. Essere in grado di utilizzare le conoscenze acquisite per affrontare autonomamente lo studio di processi geologici, idrogeologici, petrogenetici, vulcanologici, geodinamici e ambientali in cui la componente geochimica sia rilevante.
2. Essere in grado di integrare le conoscenze di chimica, mineralogia, petrografia, vulcanologia, idrogeologia e geologia generale per comprendere il comportamento degli elementi e degli isotopi nei sistemi naturali.
3. Essere in grado di approfondire autonomamente temi di geochimica isotopica, geocronologia, geochimica dei fluidi, geochimica dei gas nobili, geochimica ambientale e geochimica dei sistemi magmatici.
4. Essere in grado di utilizzare testi, dispense, dati, diagrammi e risorse bibliografiche per consolidare e aggiornare le proprie conoscenze geochimiche.
5. Essere in grado di trasferire le conoscenze quantitative e modellistiche di base acquisite nel corso a successive applicazioni relative a processi naturali, ambientali e industriali.

Contenuti sintetici

Nozioni di base di Geochimica. Cenni di nucleosintesi e cosmochimica. Evoluzione della Terra. Affinità geochimica degli elementi. Sfere geochimiche. Geochimica dell'atmosfera. Geochimica della Litosfera. Geochimica dei volatili magmatici. Solubilità dei volatili. Degassamento magmatico. Geochimica dell'Idrosfera. Weathering meccanico e chimico. Cicli geochimici. Geochimica degli isotopi stabili. Geochimica degli isotopi instabili: decadimento

radioattivo e cenni di Geocronologia. Geochimica degli isotopi radiogenici. Geochimica dei gas nobili. Cenni ad alcune applicazioni della Geochimica. Principali metodologie di campionamento acque, gas e rocce e tecniche analitiche. Metodi di visualizzazione ed elaborazione dei dati geochimici.

Programma esteso

Presentazione del corso. Nozioni di base di Geochimica. Ripasso delle principali proprietà degli elementi in relazione alla loro posizione nella tavola periodica. La struttura interna degli atomi. Sfere geochimiche.
Cenni di nucleosintesi e cosmochimica: Teoria del Big-Bang. Red-Shift. Diagramma di Hertzsprung Russell. Evoluzione delle Stelle. Nascita ed evoluzione del sistema solare. Linee di Fraunhofer e composizione chimica del Sole. Nucleosintesi. Fusione di idrogeno ed elio. Ciclo del Carbonio. Reazioni esotermiche e concetto di energia del legame nucleare. Reazioni endotermiche (cattura neutronica) dal Ferro in poi. Affinità geochimica degli elementi, loro influenza sul comportamento geochimico.
Geochimica dell'atmosfera: l'atmosfera primordiale, genesi ed evoluzione, concetto di fugacità di ossigeno, l'atmosfera post-differenziazione della Terra; proprietà chimico-fisiche, composizione e struttura attuale.
Geochimica della litosfera. Composizione chimica della Terra solida: Nucleo, Mantello e Crosta. Genesi e proprietà dei magmi. Differenziazione magmatica. Classificazione degli elementi. Elementi maggiori ed in tracce. Diagrammi classificativi. Coefficienti di ripartizione. Cenni di petrologia sperimentale.
Geochimica dei volatili magmatici. Classificazione di gas magmatici, vulcanici ed idrotermali. Solubilità dei volatili nei fusi silicatici. Degassamento magmatico. Composizione dei gas vulcanici in relazione ai contesti geodinamici ed a condizioni di mantello differenti. Tecniche di campionamento ed analisi dei gas vulcanici. Tecniche di campionamento ed analisi dei gas vulcanici.
Geochimica dell'idrosfera, geochimica delle acque. Proprietà chimico-fisiche delle acque. Unità di concentrazione specie acquose. Diagramma classificativo Langelier-Ludwig. Potenziale ionico, tempo di residenza, elementi conservativi e meccanismi di rimozione. Specie carbonatiche in acqua di mare. Equilibri chimici in fase acquosa. Coefficienti di ripartizione.
Processi di weathering. Weathering dei carbonati e degli allumo-silicati. Origine e struttura delle argille. Diagrammi di attività. Reazioni di ossido-riduzione. Diagrammi Eh-pH. Tecniche di campionamento acque e misura dei parametri chimico-fisici.
Geochimica degli isotopi stabili (H, O, C, N, S). Notazione delta, fattore di frazionamento e di arricchimento. Standard internazionali. Frazionamenti isotopici. Processo di evaporazione e condensazione: l'esempio degli oceani e delle piogge. Composizione isotopica delle precipitazioni, retta meteorica mondiale. Cenni ai cicli geochimici di alcuni elementi. Uso degli isotopi in Paleoclimatologia. Geotermometria isotopica. Composizione dell'azoto nell'ambito del suo ciclo (bio)geochimico. Gli isotopi stabili nel mantello e nei sistemi magmatici.
Geochimica degli isotopi instabili. Definizione di radioattività. Carta dei nuclidi. Meccanismi di decadimento radioattivo e principali catene di decadimento. Legge del decadimento radioattivo ed equazione basilare della geocronologia. Il tempo di dimezzamento. Principali metodi geocronologici. Il metodo delle isocrone. Geochimica degli isotopi radiogenici come traccianti petrogenetici.
Geochimica dei gas nobili. Proprietà dei gas nobili e cenni storici. Gas nobili in atmosfera. Coefficienti di ripartizione. Modalità di campionamento varie matrici analizzabili per gas nobili e tecniche analitiche. Classificazione nei principali reservoir geochimici e geosfere.
Metodi di visualizzazione ed elaborazione dei dati geochimici.

Prerequisiti

Chimica

Modalità didattica

Ore totali: 68
28 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza
2 attività di laboratorio da 3 ore svolte in modalità interattiva in presenza
2 attività di esercitazione da 3 ore svolte in modalità interattiva in presenza

Materiale didattico

Dispense fornite dal docente

TESTI
W.M. White, Geochemistry
McSween H.Y., Richardson S.M. Jr., Uhle M.E., Geochemistry (Pathways and Processes)
Longinelli A., Deganello S., Introduzione alla Geochimica
J. Hoefs, Stable isotope Geochemistry
Walker M., Quaternary Dating Methods, Wiley
Porcelli, D., Ballentine, C.J. and Wieler, R. (2002). An introduction to noble gas geochemistry and cosmochemistry. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 47: 1-18.

APPROFONDIMENTI ULTERIORI
Faure G. (1998), Principles and Applications of Geochemistry
Krauskopf K.B. & Bird, D. K., Introduction to Geochemistry, 1995. McGraw-Hill International Editions.
Ozima M. & Podosek F.A. (2002), Noble Gas Geochemistry, Cambridge University
Burnard P., The Noble Gases as geochemical tracers, Springer
Dongarrà G. & Varrica D. (2004) “Geochimica e ambiente” EDISES
C.J. Allègre, Isotope Geology

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo anno, secondo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

La verifica dell’apprendimento prevede un esame finale articolato in due prove:

1. una prova scritta propedeutica;
2. una prova orale.
   Entrambe le prove sono valutate in trentesimi.

Prova scritta
La prova scritta è propedeutica all’accesso alla prova orale. Essa ha lo scopo di verificare l’acquisizione delle conoscenze di base, la capacità di applicare i concetti fondamentali della Geochimica e la capacità di utilizzare un linguaggio scientifico appropriato.
La prova scritta sarà composta da un massimo di 20 domande, comprendenti:

- domande a risposta multipla;
- domande a risposta aperta breve;
- eventuali esercizi o quesiti interpretativi basati su formule, diagrammi o semplici casi geochimici.

  Le domande a risposta multipla saranno finalizzate prevalentemente alla verifica della conoscenza dei concetti fondamentali, delle definizioni e delle relazioni principali. Le domande aperte saranno finalizzate alla verifica della capacità di argomentare, collegare tra loro diversi argomenti dell'insegnamento e utilizzare correttamente la terminologia geochimica.

  La prova scritta è valutata in trentesimi. Per accedere alla prova orale è necessario conseguire nella prova scritta una valutazione pari o superiore a 18/30. Gli studenti che conseguono una valutazione inferiore a 18/30 nella prova scritta non possono sostenere la prova orale nel medesimo appello.

Prova orale
Esame orale che consiste in un colloquio sugli argomenti svolti durante l'insegnamento. L'esame è composto da non meno di tre domande aperte. Il docente valuterà la conoscenza ed approfondimento dei concetti, la capacità di collegare gli argomenti, la chiarezza espositiva, l'utilizzo di un linguaggio appropriato alla materia.
La prova orale è valutata in trentesimi.
Formulazione del voto finale: indicativamente, il voto finale sarà determinato come media tra la valutazione della prova scritta e quella della prova orale, con possibilità per la commissione di modulare il giudizio finale sulla base della qualità complessiva della prova orale, della capacità di collegamento tra gli argomenti e della maturità scientifica dimostrata dal candidato.

Votazione < 18
Conoscenza e Comprensione: Lo studente identifica solo parzialmente le caratteristiche dei concetti. Le connessioni tra i concetti risultano frammentarie e scarsamente supportate da conoscenze teoriche.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente individua solo alcuni elementi rilevanti in un fenomeno, senza riuscire a integrarli in un'analisi organica.
Capacità comunicative e argomentative: Nella prova orale lo studente elabora un'argomentazione essenziale, priva di articolazione logica e caratterizzata da numerose imprecisioni espositive.
Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione: Lo studente riesce a ricostruire solo alcuni aspetti del proprio percorso di apprendimento e sviluppo professionale.

Votazione 18-22
Conoscenza e Comprensione: Lo studente riconosce e restituisce la maggior parte delle caratteristiche concettuali e riesce a fornirne una spiegazione relativamente coerente, sebbene con qualche imprecisione. I riferimenti teorici sono presenti ma non sempre in modo rigoroso.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente è in grado di riconoscere un numero significativo di elementi e di fornire una spiegazione parziale, pur evidenziando alcune lacune nell'analisi.
Capacità comunicative e argomentative: Nella prova orale lo studente costruisce un'argomentazione di base, dotata di una struttura minima ma con alcune imprecisioni.
Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione: Lo studente dimostra una consapevolezza di base del proprio percorso di apprendimento, riuscendo a tracciare collegamenti essenziali tra le esperienze formative, sebbene con alcune imprecisioni.

Votazione 23-27
Conoscenza e Comprensione: Lo studente dimostra una comprensione approfondita delle caratteristiche concettuali. Nella prova orale le spiegazioni risultano ben articolate e supportate da un uso adeguato dei riferimenti teorici.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente individua con precisione gli elementi essenziali di un fenomeno. L'applicazione delle conoscenze avviene con un rigore metodologico non sempre solido.
Capacità comunicative e argomentative: Nella prova orale lo studente sviluppa un'argomentazione coerente e ben organizzata, dimostrando una buona padronanza del linguaggio e una struttura logico-argomentativa solida. La comunicazione risulta chiara ed efficace.
Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione: Lo studente analizza il proprio percorso di apprendimento in modo chiaro e strutturato, mettendo in evidenza relazioni significative tra le diverse tappe evolutive e dimostrando una buona capacità di riflessione critica.

Votazione 28-30
Conoscenza e Comprensione: Lo studente evidenzia una padronanza completa dei concetti, articolando connessioni complesse e fornendo spiegazioni esaustive. I riferimenti teorici sono utilizzati con pertinenza e rigore.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente evidenzia una capacità avanzata di analisi di un fenomeno, individuando e interpretando in modo esaustivo tutti gli elementi salienti. L'applicazione delle conoscenze avviene con rigore metodologico, supportato da un'argomentazione solida e articolata.
Capacità comunicative e argomentative: Nella prova orale lo studente elabora un'argomentazione solida e articolata, con un impianto logico rigoroso e un elevato livello di coerenza testuale. Il discorso è fluido e ben strutturato.
Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione: Lo studente evidenzia una capacità avanzata di autoriflessione, elaborando un'analisi articolata e approfondita del proprio percorso di apprendimento e sviluppo professionale. Le connessioni tra esperienze formative e concetti teorici risultano chiare, coerenti e rigorose.

Orario di ricevimento

Contattare il docente via email: andrealuca.rizzo@unimib.it

Sustainable Development Goals