
Testi del Syllabus

Docente

BISCEGLIE FRANCO

Matricola: **006591**

Anno offerta:

2013/2014

Insegnamento:

05922 - SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI

Corso di studio:

3007 - INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Anno regolamento:

2012

CFU:

6

Settore:

ING-IND/22

Tipo attività:

C - Affine/Integrativa

Partizione studenti:

-

Anno corso:

2

Periodo:

I° semestre



Testi in italiano

Tipo testo

Testo

Lingua insegnamento

Italiano

Contenuti

Argomenti teorici:

- Classi di materiali di interesse tecnologico e loro proprietà caratterizzanti (proprietà meccaniche, termiche, elettriche e relative misure).

- Relazioni tra microstruttura e proprietà (difetti nei cristalli, soluzioni solide).

- Richiami su equilibri eterogenei e diagrammi di stato.

- Materiali leganti: calce aerea e gesso; calci idrauliche naturali e artificiali; cementi silico-basici (Portland, di miscela: pozzolanico e d'alto forno, Portland speciali: ferrico e bianco): principi produttivi, meccanismi di presa ed indurimento; cemento alluminoso; saggi tecnici sui cementi.

- Conglomerati cementizi: inerti; malte e calcestruzzi: proprietà e prove sul calcestruzzo fresco (lavorabilità, bleeding). Reoplasticità. Additivi per calcestruzzo. Calcestruzzi leggeri: porosi e cellulari. Conglomerati fibrorinforzati, conglomerati con fly-ash, silice fume, e polimero impregnati. Proprietà del calcestruzzo indurito: ritiro, scorrimento viscoso (fluage), resistenza meccanica. Proporzionamento del calcestruzzo o mix-design. Trattamenti igro-termici dei conglomerati cementizi. Degradazione dei conglomerati cementizi.

- Materiali ceramici: ceramici per l'edilizia (laterizi, grés e porcellane).

- Materie plastiche: polimerizzazione e struttura del polimeri (polietilene, polipropilene, PVC, PMMA, resine poliestere, fenoliche, poliammidiche, epossidiche, poliuretani, siliconi, elastomeri); proprietà; lavorazione; applicazioni nell'edilizia moderna. Meccanismi di degrado.

- Materiali compositi: produzione, proprietà e utilizzi nel settore dell'ingegneria civile.

- Materiali metallici. Leghe ferrose: ghise, acciai semplici e legati (da carpenteria, inossidabili, da utensili). Diagramma di stato ferro-carbonio. Trattamenti termici dell'acciaio (tempra, ricottura, normalizzazione).

- Fenomeni di corrosione nei metalli. Metodi protettivi contro la corrosione.

- Materiali Vetrosi

Esercitazioni:

- Calcolo delle composizioni e delle quantità delle fasi in un diagramma di stato.

- Mix design.

Testi di riferimento

Testo consigliato:

L. BERTOLINI: 'Materiali da costruzione. Volume I ' Citta'Studi Edizioni, 2010

Testi di approfondimento:

M. LUCCO BORLERA, C. BRISI: 'Tecnologia dei materiali e Chimica Applicata' Levrotto e Bella, Torino, 1992.

W.F. SMITH, J.HASHEMI: 'Scienza e tecnologia dei materiali' McGraw-Hill, 2008.

V. ALUNNO ROSSETTI: 'Il calcestruzzo: Materiali e Tecnologia' McGraw-Hill, 2007.

Ulteriore materiale didattico a disposizione sul portale "Web LEarning in Ateneo" (LEA UNIPR):

Copia elettronica delle slides utilizzate durante il corso.

Altro materiale di approfondimento.

Tipo testo

Testo

Obiettivi formativi

Conoscenze e capacità di comprendere:

Al termine del corso lo studente avrà integrato la sua conoscenza delle discipline chimiche di base con gli aspetti applicativi tipici dell'ingegneria civile; avrà una panoramica completa dei materiali da costruzione in relazione alla loro composizione chimica, alla loro struttura e alle caratteristiche di impiego. Avrà una conoscenza di base sulle prestazioni dei materiali in opera e sul mix design.

Competenze:

Alla fine del percorso di studio lo studente avrà sviluppato la capacità di scegliere il materiale migliore per le applicazioni desiderate. Sarà in grado di prevedere trattamenti chimici e fisici da mettere in atto sui materiali per modificarne la struttura per migliorarne le proprietà. Sarà in grado anche di mettere in atto gli accorgimenti opportuni per prolungare la vita del materiale. Lo studente sarà inoltre in grado di prevedere i controlli da eseguire per verificare che i materiali utilizzati rispondano alle caratteristiche desiderate.

Autonomia di giudizio:

Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver sviluppato la capacità di valutare criticamente i dati analitici del comportamento meccanico di un materiale per prevederne il comportamento in opera, così come la capacità di interpretare i dati dei controlli di accettazione di un materiale da utilizzare.

Capacità comunicative:

Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver maturato una sufficiente proprietà di linguaggio, quanto meno per quanto attiene la terminologia tecnica e chimica specifica dell'insegnamento.

Capacità di apprendimento:

Le attività seminariali finali hanno lo scopo di introdurre lo studente ai più recenti sviluppi in termini di ricerca nel campo della scienza dei materiali applicati all'ingegneria civile: lo studente dovrebbe aver maturato le conoscenze e competenze di base della disciplina per affrontare, in futuro, un approfondimento autonomo di tali aspetti.

Prerequisiti

E' indispensabile la conoscenza della Chimica generale ed inorganica e delle nozioni fondamentali di Chimica organica.

Metodi didattici

Il corso si articola in una serie di lezioni frontali avvalendosi della proiezione di lucidi

Al termine del corso sono organizzati seminari di approfondimento di alcune tematiche affrontate nel corso. Compatibilmente con la disponibilità delle aziende del settore, saranno organizzate visite presso stabilimenti di produzione ed analisi dei materiali da costruzione.

Altre informazioni

E' vivamente consigliata la frequenza del corso.

Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica della preparazione consiste in una prova scritta propedeutica alla prova orale.

La verifica è così pesata:

Verifica scritta:

40% così suddiviso:

Domande teoriche

Corretta analisi dei dati sperimentali

Chiarezza nell'esposizione dei risultati

Esercizi (mix design/diagrammi di stato)

Verifica orale:

60% così suddiviso:

Domande teoriche

Proprietà di esposizione

Tipo testo

Testo

Programma esteso

Introduzione al corso. Introduzione ai materiali oggetto di studio ed alla necessità di valutarne le proprietà. Proprietà dei materiali metallici, polimerici, ceramici in relazione alla struttura ed ai tipi di legame. Cenni sui materiali compositi. Legame ionico e covalente. Legame metallico. Legami secondari. Proprietà dei materiali alla luce della natura dei legami. Struttura dei metalli. Reticolo spaziale e celle unitarie. Sistemi cristallini e reticoli di Bravais. Reticoli cubici ed esagonale. Fattori di impaccamento atomico. Indici di Miller. Confronto tra reticolo CFC e EC. Polimorfismo ed allotropia. Cenni di diffrazione a raggi X. Materiali amorfi. Solidificazione ed imperfezioni. Solidificazione omogenea ed eterogenea. Energie coinvolte nella solidificazione omogenea. Crescita dei cristalli. Grani. Soluzioni solide sostituzionali ed interstiziali. Difetti di punto: vacanze ed atomi interstiziali. Il C nel reticolo del Fe: ruolo di APF e forme dei vuoti. Difetti di linea: dislocazioni. Vettore di Burgers. Moto delle dislocazioni nella deformazione plastica. Moto delle dislocazioni: analogie. Deformazione plastica e ruolo delle dislocazioni. Incrudimento. Bordi di grano. Bordi di geminati. Dimensione del grano. Proprietà meccaniche. Reazione meccanica di un materiale alla sollecitazione: deformazione plastica, elastica e rottura. Forze statiche e dinamiche. Prove di resistenza meccanica: prova a trazione; sforzi e deformazioni nominali; grafico sforzo/deformazione; modulo elastico, di taglio e di Poisson; duttilità e sue misure; sforzo a rottura e strizione. Sforzo e deformazioni reali. Esempi di prove di trazione per diversi materiali. Comportamento a frattura. Frattura duttile e fragile. Tenacità. Frattura in presenza di difetti. Prova di resilienza. Temperatura di transizione duttile/fragile. Durezza e prove di durezza. Comportamento a fatica. Prove di fatica. Creep dei metalli e prove di creep. Proprietà termiche: conducibilità, capacità termica, dilatazione lineare e volumica; temperature di transizione. Conducibilità elettrica: legge di Ohm. Metallurgia primaria e secondaria. Produzione della ghisa e dell'acciaio. Altoforno. Siderurgia primaria e secondaria. Lavorazioni dei materiali metallici. Meccanismi di rafforzamento. Incrudimento ed effetto della temperatura. Controllo della dimensione del grano. Rafforzamento per soluzione solida. Effetto degli elementi di lega. Cenni sulla corrosione umida e secca. Potenziali di riduzione. Passività. Forme di corrosione: assotigliamento, pitting, tensocorrosione e corrosione selettiva. Corrosione del ferro in ambiente umido. Diagrammi di Pourbaix. Cenni sulle curve di polarizzazione. Metodi di protezione dalla corrosione: verniciatura; zincatura; anodizzazione; protezione catodica. Cenni sulla progettazione e modifica dell'ambiente per ridurre la corrosione. Diagrammi di stato: microstrutture di equilibrio. Diagrammi di stato binari: miscibilità completa allo stato liquido e solido. Determinazione del numero delle fasi, della loro composizione ed abbondanza relativa. Diagramma di stato Cu/Ni. Diagramma di stato di completa miscibilità allo stato liquido e completa o parziale immiscibilità allo stato solido. Trasformazioni eutettica e peritettica. Esempi di lettura dei diagrammi. Cenni sui diagrammi di stato ternari. Introduzione al diagramma di stato Fe/C. Diagramma di equilibrio. Diagramma di stato Fe/Fe₃C. Punti notevoli. Perlite e ledeburite. Punti critici. Ae, Ac ed Ar. Diagramma semplificato. Trasformazioni durante il raffreddamento per acciai eutettoidico, ipo- ed iper-eutettoidico. Acciai ed influenza degli elementi di lega sull'eutettoide.

Ghise. Ghise bianche e grigie. Ghise malleabili e speciali. Microstrutture non di equilibrio. Trattamenti termici e proprietà meccaniche. Martensite. Curve TTT e CCT. Tempra, rinvenimento, ricottura e ricristallizzazione. Classificazione degli acciai. Designazione degli acciai secondo UNI EN 10027 ed AISI. Elementi alfojeni e gammogeni. Acciai per calcestruzzo armato. Acciaio per calcestruzzo armato precompresso. Acciai inossidabili. Diagramma di Schaeffler. Acciai inossidabili austenitici. Acciai Cor-Ten. Leganti: definizioni e classificazioni. Leganti aerei ed idraulici. Il gesso. Preparazione. Presa e velocità di presa. Proprietà e tipi di gesso. Calce aerea. Spegnimento con eccesso d'acqua ed acqua stechiometrica. Classificazione dei leganti idraulici. Calci idrauliche. Pozzolana. Pozzolane artificiali (ceneri volanti, fumi di silice, loppa d'altoforno) e naturali (pozzolana, terre di diatomee, cocchiopesto). Cemento. Cemento Portland e ciclo di produzione. Fabbricazione del

Tipo testo

Testo

clinker. Macinazione e miscelazione. Cottura del clinker e trasformazioni chimiche durante la cottura. Composizione del clinker e finezza. Chimica del Portland. Moduli. Tipi di cemento e classi di resistenza. Determinazione della presa e dell'espansività. Requisiti chimici e prove chimiche. Cemento ferrico e cemento bianco. Idratazione del cemento Portland. Presa ed indurimento. Il ruolo del gesso. Tonalità termica delle reazioni di idratazione. Struttura del gel C-S-H. Idratazione del Portland: sviluppo nel tempo e sviluppo della resistenza. Aggiunte minerali e differenze dal Portland. Cemento pozzolanico e d'altoforno. Ruolo della calce. Porosità. Segregazione. Acqua nei pori. Relazioni di Powers. Resistenza e permeabilità. Gli aggregati o inerti. Forme e proprietà particellari. Umidità. Porosità ed assorbimento. Densità. Aggregati leggeri. Analisi granulometrica. Curva di distribuzione. Curva di Fuller e Bolomey. Confronto tra distribuzioni ideali. Diametro massimo dell'aggregato. Acqua d'impasto. Additivi. Riduttori d'acqua e superfluidificanti. Acceleranti e ritardanti di presa. Acceleranti di indurimento.

Additivi aeranti. Requisiti del calcestruzzo fresco. Misura della lavorabilità. Abbassamento del cono e prova di Vébé. Classi di consistenza. Fattori che influenzano la lavorabilità. Lavorabilità richiesta e regola di Lyse. Segregazione e bleeding. Proprietà del calcestruzzo indurito. Zona di transizione. Acqua e legge di Abrams. Resistenza a compressione. Stagionatura e stagionatura a vapore. Altri fattori che la influenzano. Proprietà meccaniche. Prova di compressione. Analisi statistica dei test di compressione. Normativa. Classi di resistenza. Deformazioni dipendenti dal carico: scorrimento viscoso. Deformazioni non dipendenti dal carico: ritiro plastico ed igrometrico e variazioni di origine termica. Degrado del calcestruzzo. Formazione di ghiaccio. Attacco solfatico. Reazioni alcalo-aggregati. Acque dilavanti. Prevenzione e classi di resistenza. Ruolo delle armature. Prescrizioni sul calcestruzzo. Mix design. Calcolo di a/c, acqua d'impasto, cemento, aria e aggregati. Esercizi. Calcestruzzi speciali. Calcestruzzi leggeri, ad alte prestazioni ed autocompattanti. Lavorabilità del calcestruzzo SCC. Cenni su altri tipi di calcestruzzi speciali. Esempi. Introduzione ai materiali ceramici. Materie prime. Produzione. Caratteristiche chimiche dei ceramici che ne determinano le proprietà. Preparazione dell'impasto. Formatura. Essiccamento. Cottura e trasformazioni che avvengono durante la cottura. Classificazione dei materiali ceramici. Laterizi. Materiali polimerici. termoplastici e termoindurenti. Elastomeri. Reazione di polimerizzazione radicalica: poliaddizione. Polimerizzazione per policondensazione: esempio dei nylon 6,6. Peso molecolare medio, numerale e ponderale. Dispersione dei pesi molecolari. Grado di polimerizzazione. Copolimeri (statistici, alternati, a blocchi, a innesto). Struttura delle macromolecole: costituzione, configurazione, conformazione. Caso del polipropilene. Cristallinità. Elastomeri termoplastici: copolimero polistirene/butadiene. Transizioni con la temperatura. Temperatura di fusione e di transizione vetrosa. Proprietà meccaniche. Meccanismi di deformazione. Comportamento viscoelastico. Comportamento a trazione. Proprietà meccaniche dei polimeri termoplastici: effetti della temperatura. Snervamento e rottura. Cenni sulle proprietà dei polimeri termoindurenti. Elastomeri reticolati. Tecnologie di lavorazione. Termoformatura; stampaggio per estrusione, iniezione ed estrusione soffiaggio. Principali classi di polimeri. Proprietà ottiche, termiche ed elettriche. PE; PVC; PP; PS; PC; PMMA; PU, poliesteri e poliammidiche anche aromatiche ed applicazioni in edilizia. Polimeri espansi. Materiali compositi. Polimeri fibrorinforzati (FRP) con esempi ed applicazioni. Fibre di vetro, di carbonio e di kevlar. Materiali vetrosi per l'edilizia.



Testi in inglese

Tipo testo

Testo

Lingua insegnamento

Italian

Contenuti

Theory:

Crystalline and amorphous materials. Engineering materials: metals, ceramic materials, polymeric and composite materials. Mechanical, thermal and electrical properties of materials and tests for their characterization.

-Connection between microstructure and properties. Principal metallic crystal structures. Metallic solid solutions. Crystal lattice defects.

-Heterogeneous equilibria. Binary phase diagrams.

-Burnt and hydrated lime; plaster of paris. Hydraulic lime. Portland cement. Manufacture, hydration processes of Portland cement. Natural and man-made pozzolana, fly ash, silica fume; blast furnace slag. Portland-pozzolana cement, slag cement. Types of Portland cement. Technical tests on cement. Aluminate cement.

-Fine and coarse aggregates. Cement mortar and concrete: properties and tests (time of setting, consistency or workability, bleeding). Admixture for concrete. Lightweight and heavy concretes. Fiber reinforced concretes and polymer impregnated concretes. Shrinkage, creep, compressive strength of concrete. Mix-design of concrete. Hygrothermic treatment of concrete. Concrete degradation.

-Ceramic materials for buildings (bricks, gres, porcelain).

-Engineering plastics. Polymerization reactions for thermoplastics. Thermosetting plastics: chemistry and properties. Polyethylenes, polypropylenes, polyvinylchloride, polymethylmethacrylate, acrylonitrile, polystyrene, polyesters, phenol-formaldehyde resins, epoxy resins, polyamides, polyurethanes, silicones, elastomers. Properties, manufacture and applications in modern buildings. Degradation mechanism.

-Composite materials: properties and applications in civil engineering.

-Metallic materials. Cast irons and steels: production and properties. The iron-iron carbide phase diagram. White, grey, malleable and nodular cast irons Heat treatment of steels (hardening, softening, annealing, normalizing). Standard classification and codification of steels. Alloying elements in steel, stainless steels, steels for tool.

-Electrochemical corrosion of metals. Galvanic cells. Intergranular corrosion. Stress corrosion. Corrosion control and prevention.

-Glasses

Exercises:

- Determination of the composition and phases quantity in phase diagrams.

- Mix design.

Testi di riferimento

Reccomended book:

L. BERTOLINI: "Materiali da costruzione. Volume I" Città StudiEdizioni 2010

Additional books:

LUCCO BORLERA, C. BRISI: "Tecnologia dei materiali e Chimica Applicata" Levrotto e Bella, Torino, 1992.

W.F. SMITH: "Principles of materials science and engineering" McGraw-Hill, 1995.

V. ALUNNO ROSSETTI: 'Il calcestruzzo: 'Materiali e Tecnologia' McGraw-Hill, 2007.

Additional material available via the portal "Web Learning in the University" (LEA UNIPR):

Electronic copy of the slides used during the course.

More in-depth material.

Tipo testo

Testo

Obiettivi formativi

Knowledge and understanding:

At the end of the course the student will integrate his knowledge of base chemistry with the typical application of civil engineering, will have a complete overview of building materials in relation to their chemical composition, their structure and characteristics of use. He will have a basic understanding of the performance of materials and of the mix design.

Applying knowledge and understanding:

At the end of the course of study the student will develop the ability to choose the best material for the desired applications. He will be able to predict physical and chemical processing to be implemented on materials in order to modify the structure to improve its properties. He will also be able to put in place the appropriate measures to prolong the life of the material. The student will also be able to predict the controls to be carried out to verify that the materials used meet the desired characteristics.

Making judgments:

On passing the exam, the student should have developed the ability to critically evaluate the analytical data of the mechanical behavior of a material to predict the behavior in work, as well as the ability to interpret the data of the controls for acceptance of a material to be used.

Communication skills:

On passing the exam, the student should have acquired sufficient command of the language, at least as regards the technical terminology and specific chemical teaching.

Learning skills:

The final seminar activities are designed to introduce students to the latest developments in terms of research in the field of materials science applied to civil engineering: the student should have acquired the knowledge and basic skills of discipline to deal with, in the future, an independent deepening of these aspects.

Prerequisiti

General and Inorganic Chemistry, fundamentals of Organic Chemistry are required.

Metodi didattici

The course is divided into a series of oral lessons using front projection transparencies

At the end of the course seminars of some topics covered in the course are organized. Depending on their availability, will be organized visits to factories that produce and analyze building materials.

Altre informazioni

It's strongly advised to attend the course.

Modalità di verifica dell'apprendimento

The verification of preparation consists of a written exam and then of an oral test.

Verification is thus given:

Written test:

40% divided as follows:

theoretical questions

Correct analysis of the experimental data

Clear description of results

Exercises (mix design / Phase diagram)

Oral examination:

60% divided as follows:

theoretical questions

Properties of exposure

Tipo testo

Testo

Programma esteso

Introduction to the course. Introduction to the materials under study and need to assess their properties. Properties of metallic materials, polymers, ceramics in relation to the structure and types of bond. Outline of the composite materials. Ionic and covalent bonds. Metallic bond. Secondary bonds. Properties of materials as a consequence of their atomic bonds. Structure of metals. Space lattice and unit cells. Crystal systems and Bravais lattices. Hexagonal and cubic lattices. Atomic packing factors. Miller indices. Comparison between FCC and BCC lattices. Polymorphism and allotropy. Elements of X-ray diffraction. Amorphous materials. Solidification and imperfections. Homogeneous and heterogeneous solidification. Energies involved in the homogeneous solidification. Crystals growth. Grains. Substitutional and interstitial solid solutions. Point defects: vacancy and interstitial atoms. The C in the Fe lattice: role of APF and voids forms. Line defects: dislocations. Burgers vector. Motion of dislocations in plastic deformation. Motion of dislocations: similarities. Plastic deformation and the role of dislocations. Work hardening. Grain boundaries. Edges of twins. Grain size. Mechanical properties. Mechanical reaction to the stress of a material: plastic, elastic deformation and breakage. Static and dynamic forces. Mechanical resistance tests: tensile test; nominal efforts and deformations; stress / strain diagram; elastic, shear and Poisson modulus; ductility and its measures; breakage stress and necking. Real stress and strain. Examples of tensile tests for different materials. Fracture behavior. Ductile and brittle fracture. Toughness. Fracture in the presence of defects. Impact test. Ductile to brittle transition temperature. Hardness and hardness tests. Fatigue behavior. Fatigue tests. Creep of metals and creep tests. Thermal properties: conductivity, heat capacity, thermal expansion and density; transition temperatures. Electrical conductivity: Ohm's law. Primary and secondary metallurgy. Production of iron and steel. Blast furnace. Primary and secondary siderurgy. Processing of metallic materials. Enforcement mechanisms. Hardening and temperature effect. Control of the grain size. Solid solution strengthening. Effect of alloying elements. Notes on wet and dry corrosion. Reduction potentials. Liabilities. Forms of corrosion: thinning, pitting, stress corrosion cracking and selective corrosion. Corrosion of iron in damp conditions. Pourbaix diagrams. Note on the polarization curves. Methods of corrosion protection: painting, galvanizing, anodizing, cathodic protection. Work on the design and modification of the environment to reduce corrosion. Phase diagrams: microstructures of equilibrium. Binary phase diagrams: complete miscibility in the liquid state and solid. Determination of the number of phases, their composition and relative abundance. Cu / Ni phase diagram. Phase diagram of complete miscibility in the liquid state and partial or complete immiscibility in the solid state. Eutectic and peritectic transformation. Examples of diagrams. Outline of the ternary phase diagrams. Introduction to Fe / C phase diagram. Diagram of equilibrium. Fe/Fe₃C phase diagram. Significant points. Pearlite and ledeburite. Critical points. A_e, A_c and A_r. Simplified diagram. Transformations during cooling for steel: eutectoid, hypo- and hyper-eutectoid. Steels and influence of alloying elements on the eutectoid point. Cast Iron. White and gray cast iron. Malleable and special cast irons. Thermal and mechanical properties. Martensite. TTT and CCT curves. Hardening, tempering, annealing and recrystallization. Designation of steels. Designation of steels according to UNI EN 10027 and AISI. Steel for reinforced concrete. Steel for reinforced concrete precompressed. Inox steels. Schaeffler diagram. Austenitic stainless steels. Cor-Ten steel.

Binders: definitions and classifications. Aerial and hydraulic binders. Gypsum. Preparation. Gritting and gritting speed. Properties and types of gypsum. Lime. Off with a stoichiometric excess of water and water. Classification of hydraulic binders. Lime. Pozzolan. Artificial pozzolans (fly ash, silica fume, blast furnace slag) and natural (pozzolan, diatomaceous earth, earthenware). Cement. Portland cement and production cycle. Manufacture of clinker. Grinding and mixing. Clinker burning and chemical changes during cooking. Composition of the clinker and finesse. Chemistry of Portland. Modules. Types of cement and strength classes. Determination of the socket and expansiveness. Chemical requirements

Tipo testo

Testo

and chemical tests. Ferric and white cement. Hydration of Portland cement. Setting and hardening. The role of gypsum. Thermal shades of hydration reactions. Structure of the C-S-H gel. Hydration of Portland: time course and development of resistance. Mineral additions and differences from Portland. Pozzolan cement and blast furnace. Role of lime. Porosity. Segregation. Water in the pores. Powers relations. Resistance and permeability. Aggregates. Shapes and particle properties. Moisture. Porosity and absorption. Density. Lightweight aggregates. Particle size analysis. Distribution curve. Fuller and Bolomey curve. Comparison of ideal distributions. Maximum diameter of the aggregate. Mixing water. Additives. Water reducers and superplasticizers. Accelerators and retarders. Hardening accelerators. Air-entraining additives. Requirements for fresh concrete. Measurement of workability. Lowering of the cone and VEBE test. Consistency classes. Factors affecting workability. Workability request and Lyse rule. Segregation and bleeding. Properties of hardened concrete. Transition zone. Water and Abrams law. Compressive strength. Curing and steam curing. Other factors that influence it. Mechanical properties. Compression test. Statistical analysis of the compression test. Legislation. Resistance classes. Deformation-dependent load creep. Load-dependent deformations: plastic shrinkage and humidity and variations of thermal origin. Concrete degradation. Icing. Sulphate attack. Alkali-aggregate reaction. Water washout. Prevention and strength classes. Role of armor. Requirements on the concrete. Mix design. Calculation of f_c , mixing water, cement, aggregates and air. Exercises. Special concrete. Lightweight concrete, high-performance and self-compacting concrete. Workability of SCC. Work on other types of special concrete. Exemples. Introduction to ceramic materials. Raw materials. Production. Chemical characterization of ceramic which determine their properties. Preparation of the dough. Forming. Drying. Cooking and transformations that take place during cooking. Classification of ceramic materials. Bricks. Polymeric materials. thermoplastics and thermosets. Elastomers. Reaction of radical polymerization: polyaddition. Polycondensation polymerization: example of nylon 6,6. Average molecular weight, ponderal weight and numeral one. Dispersion of molecular weights. Degree of polymerization. Copolymers (statistical, alternating, block, pluggable). Structure of macromolecules: constitution, configuration, conformation. The case of polypropylene. Crystallinity. Thermoplastic elastomers: polystyrene / butadiene copolymer. Transitions with temperature. Melting point and glass transition temperature. Mechanical properties. Deformation mechanisms. Viscoelastic behavior. Tensile behavior. Mechanical properties of thermoplastic polymers: effects of temperature. Yield strength and rupture. Notes on the properties of thermosetting polymers. Crosslinked elastomers. Processing technologies. Thermoforming, extrusion molding, injection molding and extrusion blow molding. Major classes of polymers. Optical, thermal and electrical properties. PE, PVC, PP, PS, PC, PMMA, PU, polyester and polyamide also aromatic and building applications. Polymer foams. Composite materials. Fiber-reinforced polymers (FRP) with examples and applications. Fibers of glass, carbon and kevlar. Glasses.