

## DIDATTICA EROGATA 2023/2024

### Matematica (L-35)

Dipartimento: MATEMATICA E FISICA

Codice CdS: 104615

#### INSEGNAMENTI

#### Primo anno

#### Primo semestre

##### 20410386 - AL110-ALGEBRA 1 ( - MAT/02 - 9 CFU - 90 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BARROERO FABRIZIO	60	Carico didattico	
CAPUANO LAURA	30	Carico didattico	

##### 20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1 ( - MAT/05 - 9 CFU - 102 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
ESPOSITO PIERPAOLO	72	Affidamento a titolo gratuito	
ESPOSITO PIERPAOLO	48	Carico didattico	
BATTAGLIA LUCA	30	Carico didattico	

##### 20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI ( - INF/01 - 9 CFU - 90 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LIVERANI MARCO	60	Esperto di alta qualificazione retribuito	
ONOFRI ELIA	30	Didattica Integrativa	

#### Secondo semestre

##### 20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2 ( - MAT/05 - 9 CFU - 102 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CHIERCHIA LUIGI	72	Affidamento a titolo gratuito	
CHIERCHIA LUIGI	48	Carico didattico	
PAPPALARDI FRANCESCO	30	Affidamento a titolo gratuito	
PAPPALARDI FRANCESCO	30	Carico didattico	

##### 20410406 - FS110 - FISICA 1 ( - FIS/01 - 9 CFU - 90 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
MARI STEFANO MARIA	60	Carico didattico	
URSINI FRANCESCO	30	Carico didattico	

**20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1 ( - MAT/03 - 9 CFU - 90 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LELLI CHIESA MARGHERITA	60	Carico didattico	
ZHENG ANGELINA	30	Didattica Integrativa	

## Secondo anno

### Primo semestre

**20402075 - AL210 - ALGEBRA 2 ( - MAT/02 - 9 CFU - 78 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
TARTARONE FRANCESCA	69	Affidamento a titolo gratuito	N0
TARTARONE FRANCESCA	48	Carico didattico	N0
MEROLA FRANCESCA	9	Affidamento a titolo gratuito	N0
MEROLA FRANCESCA	9	Carico didattico	N0

**20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3 ( - MAT/05 - 9 CFU - 78 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
HAUS EMANUELE	60	Affidamento a titolo gratuito	N0
HAUS EMANUELE	48	Carico didattico	N0
FEOLA ROBERTO	18	Carico didattico	N0

**20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2 ( - MAT/03 - 9 CFU - 78 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LOPEZ ANGELO	60	Carico didattico	
SCHAFFLER LUCA	18	Carico didattico	

### Secondo semestre

**20410586 - AM220-ANALISI MATEMATICA 4 ( - MAT/05 - 9 CFU - 78 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BESSI UGO	60	Carico didattico	
FEOLA ROBERTO	18	Affidamento di incarico retribuito	

**20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ ( - MAT/06 - 9 CFU - 78 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAPUTO PIETRO	60	Carico didattico	
CANDELLERO ELISABETTA	18	Carico didattico	

### 20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA ( - MAT/07 - 9 CFU - 78 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GENTILE GUIDO	46	Carico didattico	
CORSI LIVIA	18	Carico didattico	
GENTILE GUIDO	2	Affidamento a titolo gratuito	

### 20410341 - GE220 - TOPOLOGIA ( - MAT/03 - 9 CFU - 78 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAPORASO LUCIA	69	Affidamento a titolo gratuito	
CAPORASO LUCIA	48	Carico didattico	
MASCARENHAS MELO ANA MARGARIDA	9	Affidamento a titolo gratuito	
MASCARENHAS MELO ANA MARGARIDA	9	Carico didattico	

## Terzo anno

### Primo semestre

### 20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1 ( - MAT/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
FERRETTI ROBERTO	72	Affidamento a titolo gratuito	
FERRETTI ROBERTO	48	Carico didattico	

### 20410414 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ ( - MAT/06 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CANDELLERO ELISABETTA	72	Carico didattico	

### 20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA ( - MAT/07 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CORSI LIVIA	40	Carico didattico	
MARCELLI GIOVANNA	20	Carico didattico	
CORSI LIVIA	8	Affidamento a titolo gratuito	

### 20402082 - FS220 - FISICA 2 ( - FIS/01 - 9 CFU - 78 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GALLO PAOLA	60	Carico didattico	
URSINI FRANCESCO	18	Carico didattico	

**20410751 - FS260 - FILOSOFIA DELLA SCIENZA ( - M-FIL/02 - 3 CFU - 40 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20702666 FILOSOFIA DELLA SCIENZA in Scienze della Comunicazione L-20 DORATO MAURO	40	
<b>Fruito da:</b> 20702666 FILOSOFIA DELLA SCIENZA in Scienze della Comunicazione L-20 DORATO MAURO	40	

**20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA ( - FIS/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 LUBICZ VITTORIO	60	
<b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 TARANTINO CECILIA	60	
<b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 LUBICZ VITTORIO	60	
<b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 TARANTINO CECILIA	60	

**20410437 - FS430- TEORIA DELLA RELATIVITÀ ( - FIS/02 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20402258 TEORIA DELLA RELATIVITA' in Fisica LM-17 FRANZIA DARIO	48	
<b>Fruito da:</b> 20402258 TEORIA DELLA RELATIVITA' in Fisica LM-17 FRANZIA DARIO	48	

**20410570 - FS490 - EDUCATIONAL & OUTREACH - COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA ( - FIS/08 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410580 Education & Outreach, la comunicazione della scienza in Fisica LM-17	48	
<b>Fruito da:</b> 20410580 Education & Outreach, la comunicazione della scienza in Fisica LM-17 BERNIERI ENRICO	48	
<b>Fruito da:</b> 20410580 Education & Outreach, la comunicazione della scienza in Fisica LM-17 GIACOMINI Livia	48	
<b>Fruito da:</b> 20410580 Education & Outreach, la comunicazione della scienza in Fisica LM-17	48	
<b>Fruito da:</b> 20410580 Education & Outreach, la comunicazione della scienza in Fisica LM-17 BERNIERI ENRICO	48	
<b>Fruito da:</b> 20410580 Education & Outreach, la comunicazione della scienza in Fisica LM-17 GIACOMINI Livia	48	

**20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE ( - MAT/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PONTECORVO MASSIMILIANO	60	Carico didattico	
SCHAFFLER LUCA	12	Carico didattico	

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20410411 GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE in Matematica L-35 PONTECORVO MASSIMILIANO	60	
<b>Mutuato da:</b> 20410411 GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE in Matematica L-35 SCHAFFLER	12	

Dettaglio	Ore	Canale
LUCA		

**20410587 - IN400 - MODULO A- PROGRAMMAZIONE IN PYTHON ( - INF/01 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Frutto da:</b> 20410560-1 MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON in Scienze Computazionali LM-40 GUARINO STEFANO	30	
<b>Frutto da:</b> 20410560-1 MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON in Scienze Computazionali LM-40 GUARINO STEFANO	30	

**20410588 - IN400 - MODULO B- PROGRAMMAZIONE IN MATLAB ( - INF/01 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Frutto da:</b> 20410560-2 MODULO B - PROGRAMMAZIONE IN MATLAB in Scienze Computazionali LM-40 Papa Federico	30	
<b>Frutto da:</b> 20410560-2 MODULO B - PROGRAMMAZIONE IN MATLAB in Scienze Computazionali LM-40 Papa Federico	30	

**20410560 - MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON ( - INF/01 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20410560-1 MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON in Scienze Computazionali LM-40 GUARINO STEFANO	30	
<b>Mutuato da:</b> 20410560-1 MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON in Scienze Computazionali LM-40 GUARINO STEFANO	30	

**20410560 - MODULO B - PROGRAMMAZIONE IN MATLAB ( - INF/01 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20410560-2 MODULO B - PROGRAMMAZIONE IN MATLAB in Scienze Computazionali LM-40 Papa Federico	30	
<b>Mutuato da:</b> 20410560-2 MODULO B - PROGRAMMAZIONE IN MATLAB in Scienze Computazionali LM-40 Papa Federico	30	

**20410426 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20410426 IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO in Scienze Computazionali LM-40 LOMBARDI FLAVIO	72	
<b>Mutuato da:</b> 20410426 IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO in Scienze Computazionali LM-40 LOMBARDI FLAVIO	72	

**20410427 - IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20410427 IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE in Scienze Computazionali LM-40 LOMBARDI FLAVIO	72	

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20410427 IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE in Scienze Computazionali LM-40 LOMBARDI FLAVIO	72	

### 20402131 - INGLESE SCIENTIFICO ( - - 1 CFU - 0 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BRUNO ANDREA	0	Carico didattico	N0

## Secondo semestre

### 20410407 - AC310-ANALISI COMPLESSA ( - MAT/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
Fruito da: 20410882 AC310 - ANALISI COMPLESSA in Matematica LM-40 CHERCHIA LUIGI	72	
Fruito da: 20410882 AC310 - ANALISI COMPLESSA in Matematica LM-40 CHERCHIA LUIGI	72	

### 20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE ( - MAT/02 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAPUANO LAURA	60	Carico didattico	
TALAMANCA VALERIO	12	Didattica Integrativa	

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20410408 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 CAPUANO LAURA	60	
Mutuato da: 20410408 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 TALAMANCA VALERIO	12	

### 20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1 ( - MAT/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
FERRETTI ROBERTO	72	Affidamento a titolo gratuito	
FERRETTI ROBERTO	48	Carico didattico	

### 20410414 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ ( - MAT/06 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CANDELLERO ELISABETTA	72	Carico didattico	

### 20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA ( - MAT/07 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CORSI LIVIA	40	Carico didattico	
MARCELLI GIOVANNA	20	Carico didattico	

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CORSI LIVIA	8	Affidamento a titolo gratuito	

**20410563 - FS250 - PRINCIPI DI FISICA TERRESTRE E DELL'AMBIENTE ( - FIS/06,FIS/07 - 3 CFU - 24 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410720 Principi di fisica Terrestre e Cambiamenti Climatici in Fisica L-30 PETTINELLI ELENA	24	
<b>Fruito da:</b> 20410720 Principi di fisica Terrestre e Cambiamenti Climatici in Fisica L-30 PETTINELLI ELENA	24	

**20410561 - FS230 - ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA ( - FIS/02 - 3 CFU - 24 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410023 ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA in Fisica L-30 LUBICZ VITTORIO	24	
<b>Fruito da:</b> 20410023 ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA in Fisica L-30 TARANTINO CECILIA	24	
<b>Fruito da:</b> 20410023 ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA in Fisica L-30 LUBICZ VITTORIO	24	
<b>Fruito da:</b> 20410023 ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA in Fisica L-30 TARANTINO CECILIA	24	

**20410562 - FS240 - PRINCIPI DI MATERIA CONDENSATA ( - FIS/03 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410712 Introduzione alla Fisica della Materia Condensata in Fisica L-30 DE SETA MONICA	30	
<b>Fruito da:</b> 20410712 Introduzione alla Fisica della Materia Condensata in Fisica L-30 GALLO PAOLA	30	
<b>Fruito da:</b> 20410712 Introduzione alla Fisica della Materia Condensata in Fisica L-30 DE SETA MONICA	30	
<b>Fruito da:</b> 20410712 Introduzione alla Fisica della Materia Condensata in Fisica L-30 GALLO PAOLA	30	

**20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA ( - FIS/08 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20410448 FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA in Matematica LM-40 Casaburo Fausto	30	
<b>Mutuato da:</b> 20410448 FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA in Matematica LM-40 ORESTANO DOMIZIA	30	
<b>Mutuato da:</b> 20410448 FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA in Matematica LM-40 Casaburo Fausto	30	
<b>Mutuato da:</b> 20410448 FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA in Matematica LM-40 ORESTANO DOMIZIA	30	

**20410435 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI ( - FIS/04 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20401070 ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI in Fisica LM-17 N0 Branchini Paolo	60	
<b>Fruito da:</b> 20401070 ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI in Fisica LM-17 N0 Branchini Paolo	60	

**20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA ( - FIS/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20401806 ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA in Fisica L-30 N0 RAIMONDI ROBERTO	60	
<b>Fruito da:</b> 20401806 ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA in Fisica L-30 N0 RAIMONDI ROBERTO	60	

### 20410461 - FS460 - DIDATTICA DELLA FISICA ( - FIS/08 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410502 DIDATTICA DELLA FISICA in Fisica LM-17 DE ANGELIS ILARIA	48	
<b>Fruito da:</b> 20410502 DIDATTICA DELLA FISICA in Fisica LM-17 Postiglione Adriana	48	
<b>Fruito da:</b> 20410502 DIDATTICA DELLA FISICA in Fisica LM-17 DE ANGELIS ILARIA	48	
<b>Fruito da:</b> 20410502 DIDATTICA DELLA FISICA in Fisica LM-17 Postiglione Adriana	48	

### 20410566 - FS470 - PRINCIPI DI ASTROFISICA ( - FIS/05 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410499 Principi di Astrofisica in Fisica L-30 LA FRANCA FABIO	60	
<b>Fruito da:</b> 20410499 Principi di Astrofisica in Fisica L-30 MATT GIORGIO	60	
<b>Fruito da:</b> 20410499 Principi di Astrofisica in Fisica L-30 LA FRANCA FABIO	60	
<b>Fruito da:</b> 20410499 Principi di Astrofisica in Fisica L-30 MATT GIORGIO	60	

### 20402131 - INGLESE SCIENTIFICO ( - - 1 CFU - 0 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BRUNO ANDREA	0	Carico didattico	N0

### 20410592 - LM400 - INTRODUZIONE ALLA LOGICA ( - M-FIL/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
ABRUSCI VITO MICHELE	60	Esperto di alta qualificazione (contratto gratuito)	

**INCARICHI DIDATTICI DEL CORSO DI LAUREA**

Nominativo	Tot.Ore	Tipo incarico	Ore	Attività didattica
ABRUSCI VITO MICHELE	60	Esperto di alta qualificazione (contratto gratuito)	60	20410592 - LM400 - INTRODUZIONE ALLA LOGICA
BARROERO FABRIZIO	60	Carico didattico	60	20410386 - AL110-ALGEBRA 1
BATTAGLIA LUCA	30	Carico didattico	30	20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1
BESSI UGO	60	Carico didattico	60	20410586 - AM220-ANALISI MATEMATICA 4
BRUNO ANDREA	0	Carico didattico	0	20402131 - INGLESE SCIENTIFICO
CANDELLERO ELISABETTA	90	Carico didattico	18	20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ
		Carico didattico	72	20410414 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ
CAPORASO LUCIA	69	Affidamento a titolo gratuito	69	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA
		Carico didattico	48	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA
		Affidamento a titolo gratuito	69	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA
		Carico didattico	48	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA
CAPUANO LAURA	90	Carico didattico	30	20410386 - AL110-ALGEBRA 1
		Carico didattico	60	20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE
CAPUTO PIETRO	60	Carico didattico	60	20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ
CHIERCHIA LUIGI	72	Carico didattico	48	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2
		Affidamento a titolo gratuito	72	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2
		Carico didattico	48	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2
		Affidamento a titolo gratuito	72	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2
CORSI LIVIA	70	Carico didattico	18	20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA
		Carico didattico	40	20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA
		Affidamento a titolo gratuito	8	20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA
		Carico didattico	40	20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA
ESPOSITO PIERPAOLO	72	Affidamento a titolo gratuito	8	20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA
		Carico didattico	48	20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1
		Affidamento a titolo gratuito	72	20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1
		Carico didattico	48	20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1
FEOLA ROBERTO	36	Carico didattico	18	20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3
		Affidamento di incarico retribuito	18	20410586 - AM220-ANALISI MATEMATICA 4
FERRETTI ROBERTO	72	Carico didattico	48	20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1
		Affidamento a titolo gratuito	72	20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1
		Carico didattico	48	20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1
		Affidamento a titolo gratuito	72	20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1
GALLO PAOLA	60	Carico didattico	60	20402082 - FS220 - FISICA 2
GENTILE GUIDO	60	Carico didattico	46	20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA
		Affidamento a titolo gratuito	2	20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA
		Carico didattico	46	20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA
		Affidamento a titolo gratuito	2	20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA
HAUS EMANUELE	60	Carico didattico	48	20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3
		Affidamento a titolo gratuito	60	20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3
		Carico didattico	48	20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3
		Affidamento a titolo gratuito	60	20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3
LELLI CHIESA MARGHERITA	60	Carico didattico	60	20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1
LIVERANI MARCO	60	Esperto di alta qualificazione retribuito	60	20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI
LOPEZ ANGELO	60	Carico didattico	60	20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2
MARCELLI GIOVANNA	20	Carico didattico	20	20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA
MARI STEFANO MARIA	60	Carico didattico	60	20410406 - FS110 - FISICA 1
MASCARENHAS MELO ANA MARGARIDA	9	Affidamento a titolo gratuito	9	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA
		Carico didattico	9	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA
		Affidamento a titolo gratuito	9	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA
		Carico didattico	9	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA
MEROLA FRANCESCA	9	Carico didattico	9	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2
		Affidamento a titolo gratuito	9	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2
		Carico didattico	9	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2
		Affidamento a titolo gratuito	9	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2
ONOFRI ELIA	30	Didattica Integrativa	30	20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI
PAPPALARDI FRANCESCO	30	Carico didattico	30	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2
		Affidamento a titolo gratuito	30	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2
		Carico didattico	30	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2
		Affidamento a titolo gratuito	30	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2
PONTECORVO MASSIMILIANO	60	Carico didattico	60	20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE
SCHAFFLER LUCA	30	Carico didattico	18	20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2
		Carico didattico	12	20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE
TALAMANCA VALERIO	12	Didattica Integrativa	12	20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE

Nominativo	Tot.Ore	Tipo incarico	Ore	Attività didattica
TARTARONE FRANCESCA	69	Carico didattico	48	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2
		Affidamento a titolo gratuito	69	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2
		Carico didattico	48	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2
		Affidamento a titolo gratuito	69	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2
URSINI FRANCESCO	48	Carico didattico	30	20410406 - FS110 - FISICA 1
		Carico didattico	18	20402082 - FS220 - FISICA 2
ZHENG ANGELINA	30	Didattica Integrativa	30	20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1
DOCENTE NON DEFINITO	0			
<b>Totale ore</b>	<b>1608</b>			

## CONTENUTI DIDATTICI

### 20410407 - AC310-ANALISI COMPLESSA

**Docente:** CHIERCHIA LUIGI

#### Italiano

##### Prerequisiti

Conoscenza dei teoremi fondamentali dell'analisi in una e più variabili, incluso, in particolare: topologia di  $\mathbb{R}^n$  (incluso compattezza per successioni); uniforme continuità; differenziabilità in una e più variabili; formula e serie di Taylor; funzioni regolari non analitiche; teorema fondamentale del calcolo; regolarità di funzioni definite tramite integrazione.

##### Programma

I. Teoria elementare (Incluso: Numeri complessi e piano complesso. Convergenza. Insiemi nel piano complesso. Funzioni sul piano complesso. Funzioni continue. Funzioni olomorfe. Serie di potenze. Integrazione lungo le curve). II. Teorema di Cauchy e sue applicazioni (Incluso: teorema di Goursat; formula di Cauchy e calcolo dei residui. Continuazione analitica. Teorema di Morera. Principio di Schwarz). Il teorema di Cauchy in domini semplicemente connessi. III. Funzioni meromorfe e il logaritmo (Incluso: zeri e poli; singolarità isolate. Principio dell'argomento. Teorema di Rouché). IV. Trasformazioni conformi (Incluso: mappe elementari e trasformazioni lineari fratte); teorema della mappa di Riemann. V. Serie di Laurent; fratti parziali e prodotti canonici.

##### Testi

[S] Complex Analysis. Elias M. Stein, Rami Shakarchi Princeton University Press 2003, ISBN 10: 1400831156 / ISBN 13: 9781400831159 [A] Ahlfors, Lars V, Complex analysis. An introduction to the theory of analytic functions of one complex variable. Third edition. International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill Book Co., New York, 1978. xi+331 pp. ISBN 0-07-000657-1 [E] M. Evgrafov, Coll, Recueil de problèmes sur la théorie des fonctions analytiques, Traduction française, Editions Mir, 1974.

##### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

##### Modalità erogazione

Lezioni frontali ed esercitazioni con auspicabile partecipazione attiva degli studenti.

##### Modalità di valutazione

La valutazione è basata su una prova scritta e su una prova orale. Sono previste due prove scritte in itinere che, in caso di esito positivo, sostituiscono la prova scritta finale. Esempi di prove degli anni passati saranno disponibili in rete sul sito web dedicato al corso che verrà costantemente aggiornato dal docente.

#### English

##### Prerequisites

Knowledge of the fundamental theorems of analysis in one and more variables, including, in particular: topology of  $\mathbb{R}^n$  (including compactness for sequences); uniform continuity; differentiability in one or more variables; Taylor formula and series; regular non-analytic functions; fundamental theorem of calculus; regularity of functions defined through integration.

##### Programme

I. Elementary theory (Including: Complex numbers and the complex plane. Convergence. Sets in the complex plane. Functions on the complex plane. Continuous functions. Holomorphic functions. Power series. Integration along curves). II. Cauchy's theorem and its applications (Including: Goursat's theorem; Cauchy's formula and calculation of residues. Analytical continuation. Morera's theorem. Schwarz's principle). Cauchy's theorem in simply connected domains. III. Meromorphic functions and the logarithm (Including: zeros and poles; isolated singularities. Argument principle. Rouché's theorem). IV. Conformal transformations (Including: elementary maps and linear fractional transformations); Riemann mapping theorem. V. Laurent series; partial fractions and canonical products.

##### Reference books

[S] Complex Analysis. Elias M. Stein, Rami Shakarchi Princeton University Press 2003, ISBN 10: 1400831156 / ISBN 13: 9781400831159 [A] Ahlfors, Lars V, Complex analysis. An introduction to the theory of analytic functions of one complex variable. Third edition. International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill Book Co., New York, 1978. xi+331 pp. ISBN 0-07-000657-1 [E] M. Evgrafov, Coll, Recueil de problèmes sur la théorie des fonctions analytiques, Traduction française, Editions Mir, 1974.

##### Reference bibliography

-

##### Study modes

-

##### Exam modes

-

### 20410386 - AL110-ALGEBRA 1

**Docente:** CAPUANO LAURA

#### Italiano

##### Prerequisiti

Conoscenze base di matematica fornite nella scuola secondaria di secondo grado

### Programma

Il linguaggio degli insiemi -Insiemi ed elementi -Logica proposizionale -Sottoinsiemi, unione, intersezione e complementare -Insieme delle parti e partizioni -Prodotto cartesiano Corrispondenze e relazioni -Corrispondenze -Relazioni d'ordine -Relazioni di equivalenza Funzioni -Generalità sulle funzioni -Funzioni composte -Funzioni inverse Numeri naturali e Cardinalità -L'insieme dei numeri naturali e l'induzione -La cardinalità di un insieme Numeri interi, anelli e domini euclidei -Costruzione dell'insieme dei numeri interi -Generalità sugli anelli -Teoria della divisibilità -Domini Euclidei e divisione euclidea in  $Z$  -Domini a fattorizzazione unica e il Teorema fondamentale dell'Aritmetica Gli anelli delle classi di resto -Definizione e prime proprietà -Congruenze lineari e sistemi di congruenze lineari -Omomorfismi di anelli -Il piccolo Teorema di Fermat e il Teorema di Eulero Il campo dei numeri razionali -Costruzione dell'insieme dei numeri razionali -La notazione posizionale dei numeri razionali I polinomi -Generalità sui polinomi -Radici, divisione e fattorizzazione dei polinomi in una variabile I campi dei numeri reali e dei numeri complessi -Cenni sulla costruzione dei reali -La scrittura posizionale dei numeri reali -Definizione del campo dei complessi -Polinomi a coefficienti reali e complessi -Forma polare o trigonometrica dei numeri complessi Gruppi -Definizioni e prime proprietà -Gruppi ciclici -Gruppi simmetrici

### Testi

Dispense fornite dal docente. G.M. Piacentini Cattaneo, Algebra, un approccio algoritmico, Decibel-Zanichelli, (1996) I. N. Herstein, Algebra, Editori Riuniti, (2003)

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Didattica frontale in aula su lavagna ed esercitazione in classe. Gli studenti sono invitati a iscriversi al corso su Moodle e Teams. Le comunicazioni avverranno attraverso questi canali.

### Modalità di valutazione

L'esame consisterà in una prova scritta ed una orale al termine del corso. Durante il corso sono previste due prove in itinere che saranno valutate come prova scritta dell'esame. Tutte le prove scritte e le prove in itinere constano di 6 esercizi pratici da svolgere in 3 ore.

### English

#### Prerequisites

Basic knowledge of mathematics covered in secondary school.

#### Programme

The language of sets -Sets and elements -Propositional logic -Subsets, union, intersection and complement -Power set and partitions -Cartesian product Correspondences and relations -Correspondences - Order relations - Equivalence relations Functions - Generalities on functions - Composite functions - Inverse functions Natural numbers and cardinality - The set of natural numbers and induction - The cardinality of a set The ring of integers -Construction of the set of whole numbers - Generalities about rings - The Euclidean division - The fundamental theorem of arithmetic The rings of residue classes - Definition and first properties - Linear congruences and systems of linear congruences -Morphisms -The Fermat's little Theorem and Euler's theorem The field of rational numbers -Construction of the set of rational numbers - The positional notation of rational numbers Polynomials - Generalities on polynomials - Roots, division and factorization of polynomials - Polynomials with integer and rational coefficients The fields of real numbers and complex numbers - Notions on the construction of the reals -Positional writing of real numbers - Definition of the complex field -Polynomials with real and complex coefficients - Algebraic numbers and transcendental numbers - Polar or trigonometric form of complex numbers - Roots of unity and cyclotomic polynomials

#### Reference books

Script by the lecturer. G.M. Piacentini Cattaneo, Algebra, un approccio algoritmico, Decibel-Zanichelli, (1996) I. N. Herstein, Algebra, Editori Riuniti, (2003)

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410386 - AL110-ALGEBRA 1

**Docente:** BARROERO FABRIZIO

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenze base di matematica fornite nella scuola secondaria di secondo grado

#### Programma

Il linguaggio degli insiemi -Insiemi ed elementi -Logica proposizionale -Sottoinsiemi, unione, intersezione e complementare -Insieme delle parti e partizioni -Prodotto cartesiano Corrispondenze e relazioni -Corrispondenze -Relazioni d'ordine -Relazioni di equivalenza Funzioni -Generalità sulle funzioni -Funzioni composte -Funzioni inverse Numeri naturali e Cardinalità -L'insieme dei numeri naturali e

l'induzione -La cardinalità di un insieme Numeri interi, anelli e domini euclidei -Costruzione dell'insieme dei numeri interi -Generalità sugli anelli -Teoria della divisibilità -Domini Euclidei e divisione euclidea in  $\mathbb{Z}$  -Domini a fattorizzazione unica e il Teorema fondamentale dell'Aritmetica Gli anelli delle classi di resto -Definizione e prime proprietà -Congruenze lineari e sistemi di congruenze lineari -Omomorfismi di anelli -Il piccolo Teorema di Fermat e il Teorema di Eulero Il campo dei numeri razionali -Costruzione dell'insieme dei numeri razionali -La notazione posizionale dei numeri razionali I polinomi -Generalità sui polinomi -Radici, divisione e fattorizzazione dei polinomi in una variabile I campi dei numeri reali e dei numeri complessi -Cenni sulla costruzione dei reali -La scrittura posizionale dei numeri reali -Definizione del campo dei complessi -Polinomi a coefficienti reali e complessi -Forma polare o trigonometrica dei numeri complessi Gruppi -Definizioni e prime proprietà -Gruppi ciclici -Gruppi simmetrici

### Testi

Dispense fornite dal docente. G.M. Piacentini Cattaneo, Algebra, un approccio algoritmico, Decibel-Zanichelli, (1996) I. N. Herstein, Algebra, Editori Riuniti, (2003)

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Didattica frontale in aula su lavagna ed esercitazione in classe. Le lezioni saranno trasmesse in diretta su Teams e registrate. Gli studenti sono invitati a iscriversi al corso su Moodle e Teams. Le comunicazioni avverranno attraverso questi canali.

### Modalità di valutazione

L'esame consisterà in una prova scritta ed una orale al termine del corso. Durante il corso sono previste due prove in itinere che saranno valutate come prova scritta dell'esame. Tutte le prove scritte e le prove in itinere constano di 6 esercizi pratici da svolgere in 3 ore.

### English

### Prerequisites

Basic knowledge of mathematics covered in secondary school.

### Programme

The language of sets -Sets and elements -Propositional logic -Subsets, union, intersection and complement -Power set and partitions -Cartesian product Correspondences and relations -Correspondences - Order relations - Equivalence relations Functions - Generalities on functions - Composite functions - Inverse functions Natural numbers and cardinality - The set of natural numbers and induction - The cardinality of a set The ring of integers -Construction of the set of whole numbers - Generalities about rings - The Euclidean division - The fundamental theorem of arithmetic The rings of residue classes - Definition and first properties - Linear congruences and systems of linear congruences -Morphisms -The Fermat's little Theorem and Euler's theorem The field of rational numbers -Construction of the set of rational numbers - The positional notation of rational numbers Polynomials - Generalities on polynomials - Roots, division and factorization of polynomials - Polynomials with integer and rational coefficients The fields of real numbers and complex numbers - Notions on the construction of the reals -Positional writing of real numbers - Definition of the complex field -Polynomials with real and complex coefficients - Algebraic numbers and transcendental numbers - Polar or trigonometric form of complex numbers - Roots of unity and cyclotomic polynomials

### Reference books

Script by the lecturer. G.M. Piacentini Cattaneo, Algebra, un approccio algoritmico, Decibel-Zanichelli, (1996) I. N. Herstein, Algebra, Editori Riuniti, (2003)

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20402075 - AL210 - ALGEBRA 2

Canale:N0

Docente: MEROLA FRANCESCA

### Italiano

### Prerequisiti

AL110 - algebra 1

### Programma

Azioni di un gruppo su un insieme. Teoremi sulle orbite e sugli stabilizzatori. Teoremi di Sylow e loro applicazioni. Anelli: Anelli, domini, corpi e campi. Sottoanelli, sottocampi e ideali. Omomorfismi. Anelli quoziente. Teoremi di omomorfismo. Ideali primi e massimali. Campo dei quozienti di un dominio. Divisibilità in un dominio. Campi: Estensioni di campi (semplici, algebriche e trascendenti). Campo di spezzamento di un polinomio (cenni). Campi finiti.

### Testi

I. Herstein, Algebra - Editori Riuniti (2010) D. Dikranjan - M.S. Lucido, Aritmetica e algebra, Liguori.

## Bibliografia di riferimento

I. Herstein, Algebra - Editori Riuniti (2010) D. Dikranjan - M.S. Lucido, Aritmetica e algebra, Liguori.

## Modalità erogazione

Lezioni frontali del docente con sessioni di sole esercitazioni. Si seguiranno comunque le indicazioni dell'Ateneo riguardo alla possibilità di trasmettere le lezioni su una piattaforma online (Teams) se questo si renderà necessario per l'emergenza Covid.

## Modalità di valutazione

L'esame consisterà in una prova scritta ed una orale al termine del corso. Durante il corso sono previste due prove scritte in itinere che saranno valutate come prova scritta dell'esame. A coloro che supereranno entrambe le prove in itinere con una votazione superiore a 18/30 (per ogni prova) la docente proporrà un voto per verbalizzare l'esame senza la necessità di sostenere una prova orale. Tale proposta potrà anche essere rifiutata dagli studenti nel caso volessero sostenere una prova orale per tentare di migliorare il risultato finale. L'orale si rende comunque necessario per chi vuole ambire alla Lode. La prova scritta (comprese le valutazioni in itinere) consiste di 5/6 esercizi pratico/teorici da svolgere in 2,30/3 ore.

## English

### Prerequisites

AL110 - algebra 1

### Programme

Actions of a group on a set. Orbits and stabilizers theorems. Sylow theorems and their applications. Rings: Rings, domains and fields. Sub-rings, subfields and ideals. Homomorphisms. Quotient rings. Homomorphism theorems. Prime and maximum ideals. The quotient field of a domain. Divisibility in a domain. Fields: Field extensions (simple, algebraic and transcendental). Splitting field of a polynomial. Finite fields.

### Reference books

I. Herstein, Algebra - Editori Riuniti (2010) D. Dikranjan - M.S. Lucido, Aritmetica e algebra, Liguori.

### Reference bibliography

I. Herstein, Algebra - Editori Riuniti (2010) D. Dikranjan - M.S. Lucido, Aritmetica e algebra, Liguori.

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20402075 - AL210 - ALGEBRA 2

Canale:N0

Docente: TARTARONE FRANCESCA

## Italiano

### Prerequisiti

AL110 - Algebra 1 (Fondamenti di algebra)

### Programma

Azioni di un gruppo su un insieme. Teoremi sulle orbite e sugli stabilizzatori. Teoremi di Sylow e loro applicazioni. Anelli: Anelli, domini, corpi e campi. Sottoanelli, sottocampi e ideali. Omomorfismi. Anelli quoziente. Teoremi di omomorfismo. Ideali primi e massimali. Campo dei quozienti di un dominio. Divisibilità in un dominio. Campi: Estensioni di campi (semplici, algebriche e trascendenti). Campo di spezzamento di un polinomio (cenni). Campi finiti.

### Testi

D. Dikranjan - M.S. Lucido, Aritmetica e algebra, Liguori. I. Herstein, Algebra - Editori Riuniti (2010)

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Lezioni frontali del docente con sessioni di sole esercitazioni. Sarà attiva la trasmissione in streaming e la registrazione.

### Modalità di valutazione

L'esame consisterà in una prova scritta ed una orale al termine del corso. Durante il corso sono previste due prove scritte in itinere che saranno valutate come prova scritta dell'esame. A coloro che supereranno entrambe le prove in itinere con una votazione superiore a 18/30 (per ogni prova) la docente proporrà un voto per verbalizzare l'esame senza la necessità di sostenere una prova orale. Tale proposta potrà anche essere rifiutata dagli studenti nel caso volessero sostenere una prova orale per tentare di migliorare il risultato finale. L'orale si rende comunque necessario per chi vuole ambire alla Lode. La prova scritta (comprese le valutazioni in itinere) consiste di 5/6 esercizi pratico/teorici da svolgere in 2,30/3 ore.

## English

## Prerequisites

AL110 -Algebra 1 (Algebra fundamentals)

## Programme

Actions of a group on a set. Orbits and stabilizers theorems. Sylow theorems and their applications. Rings: Rings, domains and fields. Sub-rings, subfields and ideals. Homomorphisms. Quotient rings. Homomorphism theorems. Prime and maximum ideals. The quotient field of a domain. Divisibility in a domain. Fields: Field extensions (simple, algebraic and transcendental). Splitting field of a polynomial. Finite fields.

## Reference books

D. Dikranjan - M.S. Lucido, Aritmetica e algebra, Liguori. I. Herstein, Algebra - Editori Riuniti (2010)

## Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE

**Docente:** CAPUANO LAURA

## Italiano

### Prerequisiti

Conoscenze base di algebra dei primi due anni (corsi AL110 e AL210).

### Programma

Estensioni di campi e loro proprietà di base. Chiusura algebrica di un campo: teorema di esistenza e unicità. Costruzione di Kronecker. Campi di spezzamento ed estensioni normali. Estensioni separabili, inseparabili e puramente inseparabili. Teorema dell'elemento primitivo. Estensioni di Galois. Gruppo di Galois e corrispondenza di Galois per estensioni finite. Gruppi profiniti e topologia di Krull. Corrispondenza di Galois per estensioni infinite. Gruppo di Galois di un'equazione. Estensioni ciclotomiche. Equazione generica di grado  $n$ . Indipendenza lineare di caratteri. Traccia e norma. Teorema 90 di Hilbert. Accenni di coomologia di gruppi. Estensioni cicliche e teoria di Kummer. Gruppi risolubili. Estensioni risolubili e risolubili per radicali. Ulteriori esempi ed applicazioni.

### Testi

Algebra S. Bosch Algebra S. Lang Algebra M. Artin Class Field Theory J. Neukirch

### Bibliografia di riferimento

Algebra S. Bosch Algebra S. Lang Algebra M. Artin Class Field Theory J. Neukirch

### Modalità erogazione

Didattica frontale in aula su lavagna ed esercitazione in classe. Gli studenti sono invitati a iscriversi al corso su Moodle e Teams. Le comunicazioni avverranno attraverso questi canali.

### Modalità di valutazione

L'esame si svolgerà mediante una prova scritta e una prova orale sugli argomenti del corso.

## English

### Prerequisites

Basic knowledge of algebra of the first two years (courses AL110 and AL210).

### Programme

Fields extensions and their basic properties. Algebraic closure of a field: existence and uniqueness. Kronecker's construction. Splitting fields and normal extensions. Separable, inseparable and purely inseparable extensions. Primitive element theorem. Galois extensions. Galois group and Galois correspondence for finite extensions. Prefinite groups and Krull topology. Galois correspondence for infinite extensions. Galois group of an equation. Cyclotomic extensions. Generic equation of degree  $n$ . Linear independence of characters. Trace and norm. Hilbert 90 theorem. Cyclic extensions and Kummer theory. Solvable groups. Solvable and solvable by radicals extensions. More examples and applications.

### Reference books

Algebra S. Bosch Algebra S. Lang Algebra M. Artin Class Field Theory J. Neukirch

### Reference bibliography

Algebra S. Bosch Algebra S. Lang Algebra M. Artin Class Field Theory J. Neukirch

### Study modes

-

### Exam modes

## 20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1

**Docente:** ESPOSITO PIERPAOLO

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessun prerequisito è richiesto. È auspicabile una buona familiarità con le operazioni aritmetiche e con le regole delle potenze e dei logaritmi.

#### Programma

Parte 1: Richiami di competenze scolastiche. Numeri reali e suoi sottoinsiemi (N, Z, Q). Radici e proprietà delle potenze razionali. Disequazioni (anche risoluzione grafica). Proprietà fondamentali delle funzioni esponenziali, logaritmiche, trigonometriche e trigonometriche inverse. Parte 2: Introduzione al concetto di limite, continuità e differenziabilità attraverso definizioni, esempi ed esercizi. Definizione di limite per funzioni da R in R. Calcolo di delta in funzione di epsilon in casi semplici. Proprietà fondamentali dei limiti: algebra dei limiti e calcolo di limiti finiti. Limiti infiniti, limite di successioni. Algebra dei limiti estesa: estensione del calcolo dei limiti. Funzioni continue e punti di discontinuità. Derivata: definizione e regole di derivazione (enunciati). Calcolo di derivate. Relazione tra derivata e monotonia. Convessità: definizione e criteri per funzioni  $C^1$  e  $C^2$ . Applicazioni allo studio qualitativo dei grafici di funzioni. Parte 3: Introduzione al concetto di integrale e serie attraverso definizioni, esempi ed esercizi. Definizione di integrale di Riemann e sue proprietà fondamentali (linearità, invarianza per traslazione, positività). Calcolo di semplici integrali usando la definizione. Illustrazione del Teorema fondamentale del calcolo integrale. Calcolo di Primitive: metodi principali (sostituzione, integrazione per parti); integrazione di funzioni razionali e altre classi speciali. Serie numeriche. Criteri di convergenza: enunciati ed applicazioni. Integrali impropri. Criteri di convergenza: enunciati ed applicazioni. Parte 4: Metodi risolutivi elementari di equazioni differenziali. Metodi risolutivi per classi speciali di equazioni differenziali ordinali (EDO) incluso: lineari prim'ordine, a variabili separabili, del secondo ordine a coefficienti costanti, etc.

#### Testi

"Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R", L. Chierchia, McGraw-Hill Education "Analisi Matematica 1", E. Giusti, Bollati Boringhieri Testi di esercizi: "Esercizi e complementi di Analisi Matematica, Volume Primo", E. Giusti, Bollati Boringhieri "Esercizi e problemi di Analisi Matematica", B.P. Demidovich, Editori Riuniti

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali ed esercitazioni. Tutto il materiale del programma verrà spiegato a lezione. Le lezioni/esercitazioni includeranno un dialogo continuo con gli studenti: il feedback da parte degli studenti durante il corso è strumento fondamentale per la buona riuscita del corso stesso. La frequenza è opzionale e la comprensione dei testi adottati è sufficiente ai fini del corso. Ovviamente, la frequenza è auspicata e FORTEMENTE raccomandata, in quanto l'interazione tra docente e studenti è uno strumento didattico fondamentale e irripetibile.

#### Modalità di valutazione

La valutazione è basata su una prova scritta e su una prova orale. Sono previste due prove scritte in itinere che, in caso di esito positivo, sostituiscono la prova scritta finale. Esempi di prove degli anni passati saranno disponibili in rete sul sito web dedicato al corso che verrà costantemente aggiornato dal docente.

### English

#### Prerequisites

No prerequisites are required. A good familiarity with arithmetical operations, power laws and logarithms is desirable.

#### Programme

Part 1: School Skills Review. Real numbers and their subsets (N, Z, Q). Roots and properties of rational powers. Inequalities (also graphic resolution). Fundamental properties of exponential, logarithmic, trigonometric and inverse trigonometric functions. Part 2: Introduction to the concept of limit, continuity and differentiability through definitions, examples and exercises. Definition of limit for functions from R to R. Calculation of delta as a function of epsilon in simple cases. Fundamental properties of limits: algebra of limits and computation of finite limits. Infinite limits, limit of sequences. Extended limits algebra: extension of the calculus of limits. Continuous functions and points of discontinuity. Derivative: definition and rules of derivation (statements). Calculation of derivatives. Relation between derivative and monotony. Convexity: definition and criteria for  $C^1$  and  $C^2$  functions. Applications to the qualitative study of function graphs. Part 3: Introduction to the concept of integral and series through definitions, examples and exercises. Definition of Riemann integral and its fundamental properties (linearity, invariance by translation, positivity). Calculation of simple integrals using the definition. Illustration of the fundamental theorem of integral calculus. Calculation of Primitives: main methods (substitution, integration by parts); integration of rational functions and other special classes. Numerical series. Convergence criteria: statements and applications. Improper integrals. Convergence criteria: statements and applications. Part 4: Elementary solution methods of ordinary differential equations. Solution methods for special classes of ordinal differential equations (EDO) including: linear first order, separation of variables, second order with constant coefficients, etc.

#### Reference books

"Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R", L. Chierchia, McGraw-Hill Education "Analisi Matematica 1", E. Giusti, Bollati Boringhieri Exercise book: "Esercizi e complementi di Analisi Matematica, Volume Primo", E. Giusti, Bollati Boringhieri "Esercizi e problemi di Analisi Matematica", B.P. Demidovich, Editori Riuniti

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-  
**Exam modes**  
-

**20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1**

**Docente:** BATTAGLIA LUCA

**Italiano**

**Prerequisiti**  
-

**Programma**

Numeri. Disequazioni. Funzioni esponenziali e logaritmi. Funzioni trigonometriche e loro inverse (vale per recupero OFA); Limiti (successioni, funzioni) e continuità. Derivate. Grafici di funzioni; Integrali. Serie e integrali impropri; Equazioni differenziali: lineari del primo ordine, a variabili separabili, del secondo ordine a coefficienti costanti, non autonome.

**Testi**

"Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su  $\mathbb{R}$ ", L. Chierchia, McGraw-Hill Education "Analisi Matematica 1", E. Giusti, Bollati Boringhieri

**Bibliografia di riferimento**

"Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su  $\mathbb{R}$ ", L. Chierchia, McGraw-Hill Education "Analisi Matematica 1", E. Giusti, Bollati Boringhieri

**Modalità erogazione**

Lezioni frontali

**Modalità di valutazione**  
-

**English**

**Prerequisites**  
-

**Programme**

Numbers. Inequalities. Exponential functions and logarithms. Trigonometric functions and their inverses (applies to OFA recovery); Limits (sequences, functions) and continuity. Derivatives. Graphs of functions; Integrals. Series and improper integrals; Differential equations: first order linear equations, with separation of variables, second order equations with constant coefficients, non-autonomous.

**Reference books**

"Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su  $\mathbb{R}$ ", L. Chierchia, McGraw-Hill Education "Analisi Matematica 1", E. Giusti, Bollati Boringhieri

**Reference bibliography**

"Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su  $\mathbb{R}$ ", L. Chierchia, McGraw-Hill Education "Analisi Matematica 1", E. Giusti, Bollati Boringhieri

**Study modes**  
-

**Exam modes**  
-

**20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2**

**Docente:** PAPPALARDI FRANCESCO

**Italiano**

**Prerequisiti**

Nessuno. Fortemente consigliato AM110-Analisi Matematica 1.

**Programma**

Parte 1: Assiomatizzazione di  $\mathbb{R}$  e suoi sottoinsiemi principali Definizione assiomatica di  $\mathbb{R}$ . Insiemi induttivi; definizione di  $\mathbb{N}$  e principio di induzione. Definizione di  $\mathbb{Z}$  e  $\mathbb{Q}$ ;  $\mathbb{Z}$  è un anello,  $\mathbb{Q}$  è un campo. Radici ennesime; potenze razionali. Parte 2: Teoria dei limiti La retta estesa  $\mathbb{R}^*$ : intervalli, intorno e punti di accumulazione. Limiti di funzioni in  $\mathbb{R}^*$ . Teoremi di confronto. Limiti laterali; limiti di funzioni monotone. Algebra dei limiti su  $\mathbb{R}$  e  $\mathbb{R}^*$ . Limite di composizione di funzioni. Limiti di funzioni inverse. Limiti notevoli. Il numero di Nepero. Funzioni esponenziali e trigonometriche. Parte 3: Funzioni continue Topologia di  $\mathbb{R}$ . Teorema di esistenza degli zeri. Teoremi di Bolzano-Weierstrass. Teorema di Weierstrass. Funzioni uniformemente continue. Parte 4: Funzioni derivabili Regole di derivazione. Derivate delle funzioni elementari. Minimi e massimi locali e teoremi elementari sulle derivate (Fermat, Rolle, Cauchy, Lagrange). Teorema di Bernoulli-Hopital. Convessità. Formule di Taylor. Parte 5: Integrale di Riemann in  $\mathbb{R}$  L'integrale di Riemann e sue proprietà

fondamentali. Criteri di integrabilità. Integrabilità di funzioni continue e monotone. Il Teorema fondamentale del calcolo e sue applicazioni (integrazione per parti, cambi di variabile nell'integrazione). Integrali generalizzati ("impropri") e relativi criteri di integrabilità.

## Testi

Luigi Chierchia: Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R McGraw-Hill Education Collana: Collana di istruzione scientifica Data di Pubblicazione: giugno 2019 EAN: 9788838695438 ISBN: 8838695431 Pagine: XI-374 Formato: brossura <https://www.mheducation.it/9788838695438-italy-corso-di-analisi-prima-parte> Testi di esercizi: Giusti, E.: Esercizi e complementi di Analisi Matematica, Volume Primo, Bollati Boringhieri, 2000 Demidovich, B.P., Esercizi e problemi di Analisi Matematica, Editori Riuniti, 2010

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Lezioni frontali ed esercitazioni. Tutto il materiale del programma verrà spiegato a lezione. Le lezioni/esercitazioni includeranno un dialogo continuo con gli studenti: il feedback da parte degli studenti durante il corso è strumento fondamentale per la buona riuscita del corso stesso.

## Modalità di valutazione

La valutazione è basata su una prova scritta e su una prova orale. Sono previste due prove scritte in itinere che, in caso di esito positivo, sostituiscono la prova scritta finale. Esempi di prove degli anni passati saranno disponibili in rete sul sito web dedicato al corso che verrà costantemente aggiornato dal docente.

## English

### Prerequisites

None. Strongly recommended AM110-Mathematical Analysis 1.

### Programme

Part 1: Axiomatics of  $\mathbb{R}$  and its main subsets Axiomatic definition of  $\mathbb{R}$ . Inductive assemblies; definition of  $\mathbb{N}$  and induction principle. Definition of  $\mathbb{Z}$  and  $\mathbb{Q}$ ;  $\mathbb{Z}$  is a ring,  $\mathbb{Q}$  is a field.  $n$ th roots; rational powers. Part 2: Theory of Limits The extended line  $\mathbb{R}^*$ : intervals, neighbourhoods and accumulation points. Limits of functions in  $\mathbb{R}^*$ . Comparison theorems. Lateral limits; limits of monotone functions. Algebra of limits on  $\mathbb{R}$  and  $\mathbb{R}^*$ . Composition limit of functions. Limits of inverse functions. Notable limits. The number of Napier. Exponential and trigonometric functions. Part 3: Continuous functions Topology of  $\mathbb{R}$ . Theorem of existence of zeroes. Bolzano-Weierstrass theorems. Weierstrass' Theorem. Uniformly continuous functions. Part 4: Differentiable functions Rules of derivation. Derivatives of elementary functions. Local minima and maxima and elementary theorems on derivatives (Fermat, Rolle, Cauchy, Lagrange). Bernoulli-Hopital theorem. Convexity. Taylor's formulae. Part 5: Riemann integral in  $\mathbb{R}$ . The Riemann integral and its fundamental properties. Integration criteria. Integrability of continuous and monotone functions. The fundamental theorem of calculus and its applications (integration by parts, changes of variables in integration). Generalized ("improper") integrals and related integrability criteria.

### Reference books

Luigi Chierchia: Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R McGraw-Hill Education Collana: Collana di istruzione scientifica Data di Pubblicazione: giugno 2019 EAN: 9788838695438 ISBN: 8838695431 Pagine: XI-374 Formato: brossura <https://www.mheducation.it/9788838695438-italy-corso-di-analisi-prima-parte> Testi di esercizi: Giusti, E.: Esercizi e complementi di Analisi Matematica, Volume Primo, Bollati Boringhieri, 2000 Demidovich, B.P., Esercizi e problemi di Analisi Matematica, Editori Riuniti, 2010

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2

**Docente:** CHIERCHIA LUIGI

## Italiano

### Prerequisiti

Nessuno. Fortemente consigliato AM110-Analisi Matematica 1.

### Programma

Parte 1: Assiomatica di  $\mathbb{R}$  e suoi sottoinsiemi principali Definizione assiomatica di  $\mathbb{R}$ . Insiemi induttivi; definizione di  $\mathbb{N}$  e principio di induzione. Definizione di  $\mathbb{Z}$  e  $\mathbb{Q}$ ;  $\mathbb{Z}$  è un anello,  $\mathbb{Q}$  è un campo. Radici ennesime; potenze razionali. Parte 2: Teoria dei limiti La retta estesa  $\mathbb{R}^*$ : intervalli, intorno e punti di accumulazione. Limiti di funzioni in  $\mathbb{R}^*$ . Teoremi di confronto. Limiti laterali; limiti di funzioni monotone. Algebra dei limiti su  $\mathbb{R}$  e  $\mathbb{R}^*$ . Limite di composizione di funzioni. Limiti di funzioni inverse. Limiti notevoli. Il numero di Nepero. Funzioni esponenziali e trigonometriche. Parte 3: Funzioni continue Topologia di  $\mathbb{R}$ . Teorema di esistenza degli zeri. Teoremi di Bolzano-Weierstrass. Teorema di Weierstrass. Funzioni uniformemente continue. Parte 4: Funzioni derivabili Regole di derivazione. Derivate delle funzioni elementari. Minimi e massimi locali e teoremi elementari sulle derivate (Fermat, Rolle, Cauchy, Lagrange). Teorema di Bernoulli-Hopital. Convessità. Formule di Taylor. Parte 5: Integrale di Riemann in  $\mathbb{R}$  L'integrale di Riemann e sue proprietà

fondamentali. Criteri di integrabilità. Integrabilità di funzioni continue e monotone. Il Teorema fondamentale del calcolo e sue applicazioni (integrazione per parti, cambi di variabile nell'integrazione). Integrali generalizzati ("impropri") e relativi criteri di integrabilità.

## Testi

Luigi Chierchia: Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R McGraw-Hill Education Collana: Collana di istruzione scientifica Data di Pubblicazione: giugno 2019 EAN: 9788838695438 ISBN: 8838695431 Pagine: XI-374 Formato: brossura <https://www.mheducation.it/9788838695438-italy-corso-di-analisi-prima-parte> Testi di esercizi: Giusti, E.: Esercizi e complementi di Analisi Matematica, Volume Primo, Bollati Boringhieri, 2000 Demidovich, B.P., Esercizi e problemi di Analisi Matematica, Editori Riuniti, 2010

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Lezioni frontali ed esercitazioni. Tutto il materiale del programma verrà spiegato a lezione. Le lezioni/esercitazioni includeranno un dialogo continuo con gli studenti: il feedback da parte degli studenti durante il corso è strumento fondamentale per la buona riuscita del corso stesso.

## Modalità di valutazione

La valutazione è basata su una prova scritta e su una prova orale. Sono previste due prove scritte in itinere che, in caso di esito positivo, sostituiscono la prova scritta finale. Esempi di prove degli anni passati saranno disponibili in rete sul sito web dedicato al corso che verrà costantemente aggiornato dal docente.

## English

### Prerequisites

None. Strongly recommended AM110-Mathematical Analysis 1.

### Programme

Part 1: Axiomatics of  $\mathbb{R}$  and its main subsets Axiomatic definition of  $\mathbb{R}$ . Inductive assemblies; definition of  $\mathbb{N}$  and induction principle. Definition of  $\mathbb{Z}$  and  $\mathbb{Q}$ ;  $\mathbb{Z}$  is a ring,  $\mathbb{Q}$  is a field.  $n$ th roots; rational powers. Part 2: Theory of Limits The extended line  $\mathbb{R}^*$ : intervals, neighbourhoods and accumulation points. Limits of functions in  $\mathbb{R}^*$ . Comparison theorems. Lateral limits; limits of monotone functions. Algebra of limits on  $\mathbb{R}$  and  $\mathbb{R}^*$ . Composition limit of functions. Limits of inverse functions. Notable limits. The number of Napier. Exponential and trigonometric functions. Part 3: Continuous functions Topology of  $\mathbb{R}$ . Theorem of existence of zeroes. Bolzano-Weierstrass theorems. Weierstrass' Theorem. Uniformly continuous functions. Part 4: Differentiable functions Rules of derivation. Derivatives of elementary functions. Local minima and maxima and elementary theorems on derivatives (Fermat, Rolle, Cauchy, Lagrange). Bernoulli-Hopital theorem. Convexity. Taylor's formulae. Part 5: Riemann integral in  $\mathbb{R}$ . The Riemann integral and its fundamental properties. Integration criteria. Integrability of continuous and monotone functions. The fundamental theorem of calculus and its applications (integration by parts, changes of variables in integration). Generalized ("improper") integrals and related integrability criteria.

### Reference books

Luigi Chierchia: Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R McGraw-Hill Education Collana: Collana di istruzione scientifica Data di Pubblicazione: giugno 2019 EAN: 9788838695438 ISBN: 8838695431 Pagine: XI-374 Formato: brossura <https://www.mheducation.it/9788838695438-italy-corso-di-analisi-prima-parte> Testi di esercizi: Giusti, E.: Esercizi e complementi di Analisi Matematica, Volume Primo, Bollati Boringhieri, 2000 Demidovich, B.P., Esercizi e problemi di Analisi Matematica, Editori Riuniti, 2010

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3

Canale:N0

Docente: HAUS EMANUELE

## Italiano

### Prerequisiti

preparazione di analisi di base. Aver sostenuto i corsi AM110 e AM120

### Programma

1. Successioni e serie di funzioni Convergenza puntuale, convergenza uniforme. Convergenza totale di serie di funzioni. Serie di potenze, serie di Fourier. 2. Funzioni di  $n$  variabili reali Spazi vettoriali. Prodotto scalare (disuguaglianza di Cauchy-Schwarz), norma, distanza, topologia standard, compattezza in  $\mathbb{R}^n$ . Funzioni continue da  $\mathbb{R}^n$  in  $\mathbb{R}^m$ . Continuità ed uniforme continuità. Teorema di Weierstrass. Definizioni di derivata parziale e direzionale, funzioni differenziabili, gradiente, Prop.: una funzione differenziabile continua e ha tutte le derivate direzionali. Teorema del differenziale totale Lemma di Schwarz. Funzioni  $C^k$ , regola della catena. Matrice hessiana. Formula di Taylor al secondo ordine. Punti stazionari massimi e minimi Matrici definite positive. Prop: i punti di massimo o minimo sono punti critici; i punti critici in cui la matrice Hessiana è definita positiva (negativa) sono punti di minimo (massimo); i punti

critici in cui la matrice Hessiana ha un autovalore positivo e uno negativo sono selle. Funzioni differenziabili da  $\mathbb{R}^n$  ad  $\mathbb{R}^m$ ; Matrice jacobiana. Matrice jacobiana della composizione. 3. Spazi normati e spazi di Banach Esempi. Successioni convergenti e di Cauchy . Norme equivalenti . Equivalenza delle norme in  $\mathbb{R}^n$ . Lo spazio delle funzioni continue con la norma del sup uno spazio di Banach. Il teorema del punto fisso in spazi di Banach. Teorema della funzione implicita e della funzione inversa.

### Testi

Analisi Matematica II, Giusti - Analisi Matematica II, Chierchia

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

4 ore di didattica frontale 2 di esercitazione due di tutorato a settimana.

### Modalità di valutazione

La prova scritta verte sugli argomenti svolti in classe e tende a verificare la capacità di risolvere esercizi. È composta da 4 esercizi sugli argomenti trattati in classe. Il superamento delle due prove in itinere esonera dallo svolgimento della prova scritta. La prova orale serve a verificare la capacità di presentare e dimostrare i teoremi svolti in classe e applicarli in casi specifici.

### English

#### Prerequisites

Basic analysis. To have passed the exams AM110 and AM120

#### Programme

1. Sequences and series of functions Pointwise convergence, uniform convergence. Total convergence of series of functions. Power series, Fourier series. 2. Functions of  $n$  real variables Vector spaces. Scalar product (Cauchy-Schwarz inequality), norm, distance, standard topology, compactness in  $\mathbb{R}^n$ . Continuous functions from  $\mathbb{R}^n$  to  $\mathbb{R}^m$ . Continuity and uniform continuity. Weierstrass theorem. Definitions of partial and directional derivatives, differentiable functions, gradient, Prop.: a continuous differentiable function and has all the directional derivatives. Schwarz's Lemma total differential theorem. Functions  $C^k$ , chain rule. Hessian matrix. Taylor's formula at second order. Maximum and minimum stationary points Positive definite matrices. Prop: maximum or minimum points are critical points; the critical points in which the Hessian matrix is positive (negative) are minimum (maximum) points; the points critics in which the Hessian matrix has a positive and a negative eigenvalue are saddles. Functions that can be differentiated from  $\mathbb{R}^n$  to  $\mathbb{R}^m$ ; Jacobian matrix. Jacobian matrix of the composition. 3. Normed spaces and Banach spaces Examples. Converging and Cauchy sequences. Equivalent rules. Equivalence of the norms in  $\mathbb{R}^n$ . The space of the continuous functions with the sup norm a Banach space. The fixed point theorem in Banach spaces. Implicit and inverse function theorems.

#### Reference books

Analisi Matematica II, Giusti - Analisi Matematica II, Chierchia

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3

Canale:N0

Docente: FEOLA ROBERTO

### Italiano

#### Prerequisites

preparazione di analisi di base. Aver sostenuto i corsi AM110 e AM120

#### Programma

1. Successioni e serie di funzioni Convergenza puntuale, convergenza uniforme. Convergenza totale di serie di funzioni. Serie di potenze, serie di Fourier. 2. Funzioni di  $n$  variabili reali Spazi vettoriali. Prodotto scalare (disuguaglianza di Cauchy-Schwarz), norma, distanza, topologia standard, compattezza in  $\mathbb{R}^n$ . Funzioni continue da  $\mathbb{R}^n$  in  $\mathbb{R}^m$ . Continuità ed uniforme continuità. Teorema di Weierstrass. Definizioni di derivata parziale e direzionale, funzioni differenziabili, gradiente, Prop.: una funzione differenziabile continua e ha tutte le derivate direzionali. Teorema del differenziale totale Lemma di Schwarz. Funzioni  $C^k$ , regola della catena . Matrice hessiana. Formula di Taylor al secondo ordine. Punti stazionari massimi e minimi Matrici definite positive. Prop: i punti di massimo o minimo sono punti critici; i punti critici in cui la matrice Hessiana e' definita positiva (negativa) sono punti di minimo (massimo); i punti critici in cui la matrice Hessiana ha un autovalore positivo e uno negativo sono selle. Funzioni differenziabili da  $\mathbb{R}^n$  ad  $\mathbb{R}^m$ ; Matrice jacobiana. Matrice jacobiana della composizione. 3. Spazi normati e spazi di Banach Esempi. Successioni convergenti e di Cauchy . Norme equivalenti . Equivalenza delle norme in  $\mathbb{R}^n$ . Lo spazio delle funzioni continue con la norma del sup uno spazio di Banach. Il teorema del punto fisso in spazi di Banach. Teorema della funzione implicita e della funzione inversa.

### Testi

Analisi Matematica II, Giusti - Analisi Matematica II, Chierchia

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

4 ore di didattica frontale 2 di esercitazione due di tutorato a settimana.

## Modalità di valutazione

La prova scritta verte sugli argomenti svolti in classe e tende a verificare la capacità di risolvere esercizi. E' composta da 4 esercizi sugli argomenti trattati in classe. La prova orale serve a verificare la capacità di presentare e dimostrare i teoremi svolti in classe e applicarli in casi specifici.

## English

### Prerequisites

Basic analysis. To have passed the exams AM110 and AM120

### Programme

1. Sequences and series of functions Pointwise convergence, uniform convergence. Total convergence of series of functions. Power series, Fourier series. 2. Functions of  $n$  real variables Vector spaces. Scalar product (Cauchy-Schwarz inequality), norm, distance, standard topology, compactness in  $\mathbb{R}^n$ . Continuous functions from  $\mathbb{R}^n$  to  $\mathbb{R}^m$ . Continuity and uniform continuity. Weierstrass theorem. Definitions of partial and directional derivatives, differentiable functions, gradient, Prop.: a continuous differentiable function and has all the directional derivatives. Schwarz's Lemma total differential theorem. Functions  $C^k$ , chain rule. Hessian matrix. Taylor's formula at second order. Maximum and minimum stationary points Positive definite matrices. Prop: maximum or minimum points are critical points; the critical points in which the Hessian matrix is positive (negative) are minimum (maximum) points; the points critics in which the Hessian matrix has a positive and a negative eigenvalue are saddles. Functions that can be differentiated from  $\mathbb{R}^n$  to  $\mathbb{R}^m$ ; Jacobian matrix. Jacobian matrix of the composition. 3. Normed spaces and Banach spaces Examples. Converging and Cauchy sequences. Equivalent rules. Equivalence of the norms in  $\mathbb{R}^n$ . The space of the continuous functions with the sup norm a Banach space. The fixed point theorem in Banach spaces. Implicit and inverse function theorems.

### Reference books

Analisi Matematica II, Giusti - Analisi Matematica II, Chierchia

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410586 - AM220-ANALISI MATEMATICA 4

**Docente:** BESSI UGO

## Italiano

### Prerequisiti

Aver frequentato un corso di Analisi 1.

### Programma

Differenziazione e integrazione in più dimensioni.

### Testi

Marcellini-Sbordone, Analisi II.

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

E' un corso di Analisi.

### Modalità di valutazione

Chi fa bene i due esoneri durante il corso può evitare lo scritto alla fine.

## English

### Prerequisites

Freshman Analysis.

### Programme

Integration and differentiation in higher dimension.

### Reference books

Marcellini-Sbordone, Analisi II.

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410586 - AM220-ANALISI MATEMATICA 4

**Docente:** FEOLA ROBERTO

### Italiano

#### Prerequisiti

Aver frequentato un corso di Analisi 1.

#### Programma

Differenziazione e integrazione in piu' dimensioni.

#### Testi

Marcellini-Sbordone, Analisi II.

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

E' un corso di Analisi.

#### Modalità di valutazione

Chi fa bene i due esoneri durante il corso puo' evitare lo scritto alla fine.

### English

#### Prerequisites

Freshman Analysis.

#### Programme

Integration and differentiation in higher dimension.

#### Reference books

Marcellini-Sbordone, Analisi II.

#### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1

**Docente:** FERRETTI ROBERTO

### Italiano

#### Prerequisiti

Algebra lineare di base, calcolo differenziale e integrale per funzioni di una variabile.

#### Programma

Sistemi di equazioni lineari Metodi diretti: il metodo di eliminazione di Gauss. Strategie di pivoting. Il metodo di eliminazione come fattorizzazione. Le fattorizzazioni di Doolittle e Cholesky. Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR, Richardson e loro convergenza. Confronto tra metodi diretti ed iterativi. La stabilita' degli algoritmi risolutivi per sistemi lineari. Metodi iterativi per equazioni scalari nonlineari Richiami sui teoremi di esistenza degli zeri. I metodi di bisezione, di Newton, delle secanti, delle corde e loro convergenza. (Riferimento: Capitolo 1 ad eccezione del paragrafo 1.2.3, e appendici A.1, A.2) Approssimazione di funzioni Strategie generali di approssimazione. Il polinomio interpolatore nella forma di Lagrange e di Newton. Rappresentazione dell'errore di interpolazione. Convergenza del polinomio interpolatore per funzioni analitiche. Strategie di infittimento dei nodi nell'interpolazione: nodi di Chebyshev e approssimazioni composite. Stima dell'errore. Polinomio di Hermite, costruzione e rappresentazione dell'errore. Approssimazioni per Errore Quadratico Minimo. (Riferimento: Capitolo 5 ad eccezione del paragrafo 5.2, e appendice A.4) Integrazione numerica Principi

generali delle quadrature numeriche. Il teorema di Polya sulla convergenza delle quadrature interpolatorie. Le formule di Newton-Cotes chiuse ed aperte. Risultati di stabilità e stima dell'errore. Formule di Newton-Cotes generalizzate e loro convergenza. Quadrature gaussiane e loro convergenza. (Riferimento: Capitolo 6) Esercitazioni di laboratorio Implementazione in linguaggio C di alcuni tra gli algoritmi più significativi, in particolare: metodo di eliminazione di Gauss, metodi iterativi per sistemi lineari e per equazioni scalari, interpolazione di Lagrange o Newton con una strategia di raffinamento. N.B.: I riferimenti sono dati sugli appunti del corso.

### Testi

Roberto Ferretti, "Appunti del corso di Analisi Numerica", disponibile in forma elettronica sulla bacheca elettronica del corso Roberto Ferretti, "Esercizi d'esame di Analisi Numerica", disponibile in forma elettronica sulla bacheca elettronica del corso Lucidi delle lezioni, disponibili in forma elettronica sulla bacheca elettronica del corso

### Bibliografia di riferimento

Quarteroni, Sacco, Saleri, Gervasio: Matematica Numerica (Springer)

### Modalità erogazione

Il corso si articola in lezioni frontali (dedicate agli aspetti teorici) e attività di laboratorio informatico (in cui si implementano i metodi numerici studiati).

### Modalità di valutazione

La parte di teoria si svolge mediante una prova scritta della durata di 2h30; la tipologia delle prove scritte si può capire meglio dalla raccolta dei testi di esame e di esonero (vedi pagina web del corso). La parte di laboratorio si svolge mediante una prova supplementare, consistente in: - discussione dettagliata dei programmi svolti nelle esercitazioni (studenti frequentanti il laboratorio); - breve (2h) prova di programmazione in C, su argomenti simili a quelli delle esercitazioni (studenti non frequentanti il laboratorio).

### English

#### Prerequisites

Elementary linear algebra, basic calculus for univariate functions.

#### Programme

Linear Systems Direct methods: Gaussian elimination. Pivoting strategies. Gaussian elimination as a factorization. Doolittle and Cholesky factorizations. Iterative methods: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR, Richardson, and related convergence results. Comparison of direct vs iterative solvers. Stability of algorithms for the solution of linear systems. Iterative Methods for Scalar Nonlinear Equations The intermediate zero theorem. The algorithms of bisection, Newton, secants, chords, and related convergence results. (Reference: Chapter 1 excluding Section 1.2.3, and Appendices A.1, A.2) Approximation of Functions General approximation strategies. Interpolating polynomial in Lagrange and Newton form. Representation of the interpolation error. Convergence of the interpolating polynomial for analytic functions. Refinement strategies in interpolation: Chebyshev nodes, composite approximations. Error estimates. Hermite polynomial, construction and representation of the error. Least Squares approximations. (Reference: Chapter 5 excluding Section 5.2, and Appendix A.4) Numerical Integration General principles of numerical integration. Polya's Theorem on the convergence of interpolatory quadrature formulae. Closed and open Newton-Cotes formulae. Stability results and error estimation. Generalized Newton-Cotes formulae and their convergence. Gaussian quadratures and their convergence. (Reference: Chapter 6) Laboratory Activity C language coding of some of the major algorithms, and in particular: Gaussian elimination, iterative methods for linear systems and scalar equations, Lagrange/Newton interpolation with a refinement strategy. N.B.: References are provided with respect to the course notes.

#### Reference books

Roberto Ferretti, "Appunti del corso di Analisi Numerica", available from the course page Roberto Ferretti, "Esercizi d'esame di Analisi Numerica", available from the course page Slides of the lessons, available from the course page

#### Reference bibliography

Quarteroni, Sacco, Saleri, Gervasio: Numerical Mathematics (Springer)

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ

**Docente:** CANDELLERO ELISABETTA

### Italiano

#### Prerequisiti

Preferibilmente AM110 e AM120.

#### Programma

Analisi Combinatoria. Introduzione al calcolo combinatorio: permutazioni, combinazioni, esempi. Assiomi della probabilità. Spazi campionari, eventi, assiomi della probabilità. Eventi equiprobabili e altri esempi. Probabilità condizionata e indipendenza, formula di Bayes. Variabili aleatorie discrete: Bernoulli, binomiali, Poisson, geometrica, ipergeometrica, binomiale negativa. Valore atteso e varianza di una variabile discreta. Variabili aleatorie continue. Densità di probabilità e funzione di distribuzione. Distribuzione uniforme su un intervallo, esponenziale, gamma, gaussiana, weibull, Cauchy. Valore atteso e varianza per variabili continue. Variabili indipendenti e leggi congiunte. Prodotto di convoluzione per distribuzioni normali, gamma. Legame tra distribuzione esponenziale e distribuzione di Poisson. Processo di Poisson. Massimi e minimi di variabili indipendenti. Disuguaglianze di Markov e Chebyshev. Legge

dei grandi numeri debole. Funzione generatrice dei momenti e cenni di dimostrazione del Teorema del limite centrale.

### Testi

- S. Ross, Calcolo delle probabilità (Apogeo Ed.) - F. Caravenna e P. Dai Pra, Probabilità (Springer Ed.)

### Bibliografia di riferimento

- S. Ross, Calcolo delle probabilità (Apogeo Ed.) - F. Caravenna e P. Dai Pra, Probabilità (Springer Ed.)

### Modalità erogazione

Preferibilmente in presenza

### Modalità di valutazione

La prova scritta consiste prevalentemente di esercizi, ma possono esserci alcune domande di teoria (sentire il docente di riferimento per i dettagli).

### English

#### Prerequisites

Preferably some basic calculus (AM110 and AM120).

#### Programme

Combinatorics, axioms of probability, conditional probability and independence, discrete random variables. Continuous random variables, density and distribution functions. Independence and joint laws. Relation between exponential distribution and Poisson distribution. Limit theorems, moment generating functions and sketch of central limit theorem.

#### Reference books

- S. Ross, Calcolo delle probabilità (Apogeo Ed.) - F. Caravenna e P. Dai Pra, Probabilità (Springer Ed.)

#### Reference bibliography

- S. Ross, Calcolo delle probabilità (Apogeo Ed.) - F. Caravenna e P. Dai Pra, Probabilità (Springer Ed.)

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ

**Docente:** CAPUTO PIETRO

### Italiano

#### Prerequisiti

nozioni elementari di analisi matematica e combinatoria

#### Programma

1. Analisi Combinatoria. Introduzione al calcolo combinatorio: permutazioni, combinazioni, esempi. 2. Assiomi della probabilità. Spazi campionari, eventi, assiomi della probabilità. Eventi equiprobabili e altri esempi. 3. Probabilità condizionata e indipendenza. Probabilità condizionata, formula di Bayes, eventi indipendenti. 4. Variabili aleatorie discrete. Variabili di Bernoulli, binomiali e di Poisson. Processo di Poisson. Altre distribuzioni discrete: geometrica, ipergeometrica, binomiale negativa. Valore atteso e varianza di una variabile discreta. Esempi. 5. Variabili aleatorie continue. Densità di probabilità e funzione di distribuzione. Distribuzione uniforme su un intervallo, esponenziale, gamma, gaussiana, weibull, Cauchy. Legame tra distribuzioni gamma e processo di Poisson. Valore atteso e varianza per variabili continue. 6. Distribuzioni congiunte e variabili aleatorie indipendenti. Distribuzioni congiunte, variabili aleatorie indipendenti. Densità della somma di due variabili indipendenti. Prodotto di convoluzione per distribuzioni normali, gamma, Poisson. Massimi e minimi di variabili indipendenti. 7. Teoremi limite. Disuguaglianze di Markov e Chebyshev. Legge dei grandi numeri debole. Funzione generatrice dei momenti e cenni di dimostrazione del Teorema del limite centrale

#### Testi

- S. Ross, Calcolo delle probabilità (Apogeo Ed.) - F. Caravenna e P. Dai Pra, Probabilità (Springer Ed.) - W. Feller, An introduction to probability theory and its applications (Wiley, 1968).

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Lezioni alla lavagna

#### Modalità di valutazione

prova scritta finale e prove scritte in itinere

### English

#### Prerequisites

elementary notions of calculus and combinatorial analysis

### Programme

Combinatorial Analysis. Introduction to combinatorial calculations: permutations, combinations, examples. Probability Axioms. Sample spaces, events, probability axioms. Equally likely events and other examples. Conditional Probability and Independence. Conditional probability, Bayes' theorem, independent events. Discrete Random Variables. Bernoulli, binomial, and Poisson random variables. Poisson process. Other discrete distributions: geometric, hypergeometric, negative binomial. Expected value and variance of a discrete random variable. Examples. Continuous Random Variables. Probability density function and distribution function. Uniform distribution on an interval, exponential, gamma, normal, Weibull, Cauchy distributions. Link between gamma distributions and Poisson process. Expected value and variance for continuous random variables. Joint Distributions and Independent Random Variables. Joint distributions, independent random variables. Density of the sum of two independent random variables. Convolution product for normal, gamma, Poisson distributions. Maximum and minimum of independent random variables. Limit Theorems. Markov's and Chebyshev's inequalities. Weak law of large numbers. Moment generating function and a brief proof of the Central Limit Theorem.

### Reference books

- S. Ross, Probability Theory - F. Caravenna e P. Dai Pra, Probability (Springer Ed.) - W. Feller, An introduction to probability theory and its applications (Wiley, 1968).

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410414 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ

**Docente:** CANDELLERO ELISABETTA

### Italiano

#### Prerequisiti

E' preferibile che lo studente abbia compreso ed assimilato i contenuti principali dei corsi CP210, AM110, AM120, AM210, AM220, AM300/AM310. Non e' richiesto che tali esami siano stati verbalizzati, tuttavia nel corso verranno utilizzati strumenti introdotti in tali corsi.

#### Programma

Processo di ramificazione. Introduzione alle Sigma algebre, spazi misurabili, spazi di probabilita'. Costruzione della misura di Lebesgue. Pi-sistemi, Lemma di Dynkin, Lemma di unicita' della misura. Prime proprieta' della misura, limite inferiore e superiore di eventi. Funzioni misurabili. Variabili aleatorie. Lemmi di Borel-Cantelli. Legge e funzione di distribuzione di una variabile aleatoria. Indipendenza. Convergenza in probabilita' e convergenza quasi certa. Teorema di rappresentazione di Skorokhod. Legge 0-1 di Kolmogorov. Definizione generale di integrale e prime proprieta'. Teoremi di passaggio al limite sotto il segno di integrale. Valore atteso di una variabile aleatoria, fattorizzazione del valore atteso per variabili indipendenti. Disuguaglianze di Markov, Jensen, Hoelder. Spazi  $L^p$ . Teorema di Weierstrass con polinomi di Bernstein. Spazi di misura prodotto e misure prodotto. Teorema di Fubini. Leggi congiunte. Attesa condizionata e sue proprieta'. Martingale. Processi prevedibili. Tempi di arresto e processi arrestati. Teorema di optional stopping di Doob. Applicazioni alle passeggiate aleatorie. Teorema di convergenza per martingale limitate in  $L^1$  e per martingale limitate in  $L^2$ . Legge forte con momento secondo. Legge forte dei grandi numeri di Kolmogorov. Disuguaglianze di Doob per sub-martingale e applicazioni. Teorema di inversione. Trasformata di Fourier in  $L^1$  e funzione caratteristica. Equivalenza tra convergenza in distribuzione e convergenza di funzioni caratteristiche. Teorema del limite centrale.

#### Testi

D. Williams, Probability with martingales R. Durrett, Probability: Theory and examples

#### Bibliografia di riferimento

D. Williams, Probability with martingales R. Durrett, Probability: Theory and examples

#### Modalità erogazione

Preferibilmente in presenza

#### Modalità di valutazione

La prova scritta (in alternativa, le prove in itinere) consistiranno di soli esercizi. Durata prevista: 2 ore. Per la prova orale si inizierà con domande relative agli eventuali errori commessi nello scritto e successivamente verranno richieste alcune delle dimostrazioni dei risultati fondamentali visti in classe.

### English

#### Prerequisites

Students should have understood and be familiar with the main concepts introduced in the courses CP210, AM110, AM120, AM210, AM220, AM300/AM310. However, students are not required to have passed such exams to attend CP410.

#### Programme

Branching processes, introduction to Sigma-algebras, measure spaces and probability spaces. Construction of Lebesgue measure. Pi-systems, Dynkin's lemma. Properties of measures, sup and inf limits of events, measurable functions and random variables.

Borel-Cantelli lemmas. Law and distribution of a random variable. Concept of independence. Convergence in probability and almost sure convergence. Skorokhod's representation theorem. Kolmogorov's 0-1 law. Integrals, their properties and related theorems. Expectation of random variables. Markov, Jensen and Hoelder's inequalities.  $L^p$  spaces. Weierstrass' Theorem. Product measures, Fubini's theorem and joint laws. Conditional expectation and its properties. Martingales, predictable processes. Stopping times and stopped processes. Optional stopping theorem, applications to random walks. Theorems about convergence of martingales. Strong law of large numbers. Doob's inequalities for martingales and sub-martingales, applications. Characteristic functions and inversion theorem. Fourier transform in  $L^1$ . Equivalence between convergence in distribution and convergence of characteristic functions. Central limit theorem.

### Reference books

D. Williams, Probability with martingales R. Durrett, Probability: Theory and examples

### Reference bibliography

D. Williams, Probability with martingales R. Durrett, Probability: Theory and examples

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA

**Docente:** CORSI LIVIA

### Italiano

#### Prerequisiti

Fisica Generale I

#### Programma

Sistemi meccanici conservativi. Analisi qualitativa del moto e stabilità secondo Ljapunov. Sistemi planari e sistemi meccanici unidimensionali. Moti centrali e problema dei due corpi. Cambiamento di sistemi di riferimento. Forze apparenti. Vincoli. Sistemi rigidi. Meccanica lagrangiana: principi variazionali, variabili cicliche, metodo di Routh, costanti del moto e simmetrie. Meccanica hamiltoniana: teorema di Liouville e teorema del ritorno di Poincaré, trasformazioni canoniche, funzioni generatrici, metodo di Hamilton-Jacobi e variabili azione-angolo.

#### Testi

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, Springer, Milano, 2021 G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, Springer, Milano, 2022

#### Bibliografia di riferimento

V.I. Arnol'd, Metodi Matematici della Meccanica Classica. Editori Riuniti, (1979). G. Dell'Antonio, Elementi di Meccanica. Liguori Editore, (1996). A. Fasano & S. Marmi, Meccanica analitica. Bollati Boringhieri, (1994). G. Gallavotti, Meccanica Elementare. Bollati-Boringhieri, (1980). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Meccanica. Editori Riuniti, (1976).

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali, didattica integrativa e studio assistito (tutorato).

#### Modalità di valutazione

L'esame consiste in una prova scritta, eventualmente sostituita da due prove di esonero in itinere e in un successivo colloquio orale, in cui lo studente dovrà discutere gli argomenti trattati a lezione, con riferimento ai testi utilizzati e/o alle note distribuite a lezione.

### English

#### Prerequisites

Physics I

#### Programme

Conservative mechanical systems. Qualitative analysis of motion and Lyapunov stability. Planar systems and one-dimensional mechanical systems. Central motions and the two-body problem. Change of frames of reference. Fictitious forces. Constraints. Rigid bodies. Lagrangian mechanics: variational principles, cyclic variables, Routh method, constants of motion and symmetries. Hamiltonian mechanics: Liouville's theorem and Poincaré's recurrence theorem, canonical transformations, generating functions, Hamilton-Jacobi method and action-angle variables.

#### Reference books

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana

#### Reference bibliography

V.I. Arnol'd, Metodi Matematici della Meccanica Classica. Editori Riuniti, (1979). G. Dell'Antonio, Elementi di Meccanica. Liguori Editore, (1996). A. Fasano & S. Marmi, Meccanica analitica. Bollati Boringhieri, (1994). G. Gallavotti, Meccanica Elementare. Bollati-Boringhieri, (1980). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Meccanica. Editori Riuniti, (1976).

#### Study modes

-  
**Exam modes**  
-

## 20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA

**Docente:** GENTILE GUIDO

### Italiano

#### Prerequisiti

Fisica Generale I

#### Programma

Sistemi meccanici conservativi. Analisi qualitativa del moto e stabilità secondo Ljapunov. Sistemi planari e sistemi meccanici unidimensionali. Moti centrali e problema dei due corpi. Cambiamento di sistemi di riferimento. Forze apparenti. Vincoli. Sistemi rigidi. Meccanica lagrangiana: principi variazionali, variabili cicliche, metodo di Routh, costanti del moto e simmetrie. Meccanica hamiltoniana: teorema di Liouville e teorema del ritorno di Poincaré, trasformazioni canoniche, funzioni generatrici, metodo di Hamilton-Jacobi e variabili azione-angolo.

#### Testi

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, Springer, Milano, 2021. G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, Springer, Milano, 2022

#### Bibliografia di riferimento

V.I. Arnol'd, Metodi Matematici della Meccanica Classica. Editori Riuniti, (1979). G. Dell'Antonio, Elementi di Meccanica. Liguori Editore, (1996). A. Fasano & S. Marmi, Meccanica analitica. Bollati Boringhieri, (1994). G. Gallavotti, Meccanica Elementare. Bollati-Boringhieri, (1980). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Meccanica. Editori Riuniti, (1976).

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali, didattica integrativa e studio assistito (tutorato).

#### Modalità di valutazione

L'esame consiste in una prova scritta, eventualmente sostituita da due prove di esonero in itinere e in un successivo colloquio orale, in cui lo studente dovrà discutere gli argomenti trattati a lezione, con riferimento ai testi utilizzati e/o alle note distribuite a lezione.

### English

#### Prerequisites

Physics I

#### Programme

Conservative mechanical systems. Qualitative analysis of motion and Lyapunov stability. Planar systems and one-dimensional mechanical systems. Central motions and the two-body problem. Change of frames of reference. Fictitious forces. Constraints. Rigid bodies. Lagrangian mechanics: variational principles, cyclic variables, Routh method, constants of motion and symmetries. Hamiltonian mechanics: Liouville's theorem and Poincaré's recurrence theorem, canonical transformations, generating functions, Hamilton-Jacobi method and action-angle variables.

#### Reference books

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana

#### Reference bibliography

V.I. Arnol'd, Metodi Matematici della Meccanica Classica. Editori Riuniti, (1979). G. Dell'Antonio, Elementi di Meccanica. Liguori Editore, (1996). A. Fasano & S. Marmi, Meccanica analitica. Bollati Boringhieri, (1994). G. Gallavotti, Meccanica Elementare. Bollati-Boringhieri, (1980). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Meccanica. Editori Riuniti, (1976).

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA

**Docente:** CORSI LIVIA

### Italiano

#### Prerequisiti

Analisi 1 2 3 4 Meccanica analitica Algebra lineare

#### Programma

Equazioni di evoluzione della Fisica Matematica: trasporto, onde e calore. Introduzione alla meccanica quantistica. Trasformate di

Fourier.

### Testi

[B] P. Butta', Note del corso di Fisica Matematica [Cr] W. Craig, A course on Partial Differential Equations [L1] V. Lubicz, Appunti di Meccanica Quantistica

### Bibliografia di riferimento

[B] A. Bohm, Quantum Mechanics - Foundations and Applications [Co] M. Correggi, Aspetti Matematici della Meccanica Quantistica [T] L. Takhtajan, Quantum Mechanics for Mathematicians

### Modalità erogazione

Le lezioni, che si svolgono in presenza, sarà possibile anche seguirle online o rivedere le registrazioni.

### Modalità di valutazione

L'esame consiste in una prova scritta, eventualmente sostituita da due prove di esonero in itinere, e in un successivo colloquio orale, in cui lo studente dovrà discutere gli argomenti trattati a lezione.

## English

### Prerequisites

Analysis 1 2 3 4 Analytical mechanics Linear algebra

### Programme

Evolution equations of Mathematical Physics: transport, wave and heat equations. Introduction to quantum mechanics. Fourier transform

### Reference books

[B] P. Butta', Note del corso di Fisica Matematica [Cr] W. Craig, A course on Partial Differential Equations [L1] V. Lubicz, Appunti di Meccanica Quantistica

### Reference bibliography

[B] A. Bohm, Quantum Mechanics - Foundations and Applications [Co] M. Correggi, Aspetti Matematici della Meccanica Quantistica [T] L. Takhtajan, Quantum Mechanics for Mathematicians

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410406 - FS110 - FISICA 1

**Docente:** URSINI FRANCESCO

## Italiano

### Prerequisiti

non richiesti

### Programma

Cinematica - Dinamica - Calore - Termodinamica

### Testi

FOCARDI - MASSA - UGUZZONI - VILLA: Fisica Generale. Meccanica e termodinamica MAZZOLDI - NIGRO - VOICI: Fisica 1 MENCUCCINI - SILVESTRINI: Fisica 1

### Bibliografia di riferimento

FEYNMAN - LEIGHTON - SANDS: La fisica di Feynman

### Modalità erogazione

Lezioni frontali ed esercitazioni numeriche

### Modalità di valutazione

Prova scritta, colloquio, prove in itinere

## English

### Prerequisites

not required

### Programme

Kinematics - Dynamics - Heat - Thermodynamics

### Reference books

FOCARDI - MASSA - UGUZZONI - VILLA: Fisica Generale. Meccanica e termodinamica MAZZOLDI - NIGRO - VOICI: Fisica 1  
MENCUCCINI - SILVESTRINI: Fisica 1

### Reference bibliography

FEYNMAN - LEIGHTON - SANDS: La fisica di Feynman

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410406 - FS110 - FISICA 1

**Docente:** MARI STEFANO MARIA

### Italiano

#### Prerequisiti

non richiesti

#### Programma

Cinematica - Dinamica - Calore - Termodinamica

#### Testi

1) MENCUCCINI - SILVESTRINI: Fisica 1 2) FOCARDI - MASSA - UGUZZONI - VILLA: Fisica Generale. Meccanica e termodinamica  
Mencuccini - Silvestrini ESERCIZI DI FISICA - MECCANICA E TERMODINAMICA

#### Bibliografia di riferimento

FEYNMAN - LEIGHTON - SANDS: La fisica di Feynman MAZZOLDI - NIGRO - VOICI: Fisica Meccanica e Termodinamica

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali ed esercitazioni numeriche

#### Modalità di valutazione

Prova scritta, colloquio, prove in itinere

### English

#### Prerequisites

not required

#### Programme

Kinematics - Dynamics - Heat - Thermodynamics

#### Reference books

1) MENCUCCINI - SILVESTRINI: Fisica 1 2) FOCARDI - MASSA - UGUZZONI - VILLA: Fisica Generale. Meccanica e termodinamica  
Mencuccini - Silvestrini ESERCIZI DI FISICA - MECCANICA E TERMODINAMICA

#### Reference bibliography

FEYNMAN - LEIGHTON - SANDS: La fisica di Feynman MAZZOLDI - NIGRO - VOICI: Fisica Meccanica e Termodinamica

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20402082 - FS220 - FISICA 2

**Docente:** GALLO PAOLA

### Italiano

#### Prerequisiti

Non c'è nessun prerequisito che precluda l'accesso alla sessione di esame. Ma è fortemente consigliato sostenuto l'esame di fisica 1.

#### Programma

Legge di Coulomb e campo elettrostatico. Lavoro elettrico e potenziale elettrostatico, teorema di Stokes, dipolo elettrico. Flusso del campo elettrico e legge di Gauss, Equazioni di Maxwell per l'elettrostatica. Conduttori e condensatori. Dielettrici, vettore induzione dielettrica ed equazioni di Maxwell in elettrostatica in presenza di dielettrici. Corrente elettrica, legge di Ohm, reti elettriche. Campo magnetico, legge di Gauss, forza magnetica. Sorgenti di campo, legge di Ampere, equazioni di Maxwell della magnetostatica nel vuoto. Proprietà magnetiche della materia, equazioni generali della magnetostatica e campo H. Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo, legge di Faraday, legge di Ampere-Maxwell, equazioni di Maxwell nel vuoto e nella materia con cariche e correnti. Oscillazioni e correnti

alternate, circuiti RLC. Le Equazioni di Maxwell, potenziali vettore e scalare, scelta di Gauge, onde piane, operatore di D'Alembert e equazione delle onde, campo di radiazione pura. Relatività ristretta, principio di relatività di Einstein e trasformazioni di Lorentz, Spazio di Minkowski, quadrivettori e invarianti relativistici. Riflessione e rifrazione delle onde. Interferenza e diffrazione, interferenza da più sorgenti, diffrazione da una fenditura e reticolo di diffrazione.

## Testi

LIBRO DI TESTO: MAZZOLDI P., NIGRO M., VOCI C. "FISICA" VOLUME II [EDISES] APPUNTI, PRESENTAZIONI E ESERCIZI pubblicati sul sito del corso <http://webusers.fis.uniroma3.it/~gallop/>

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Lezioni frontali, esercitazioni e tutoraggio. Le lezioni frontali si svolgono alla lavagna. Il docente alterna teoria ad esempi ed esercizi esplicativi dei concetti. Il docente segue il libro di testo tranne per alcune parti per le quali si forniscono appunti del docente pubblicati sulla pagina web del corso. Le esercitazioni vengono svolte con cadenza settimanale dal Dr. Marco Garofalo. Gli esercizi vengono proposti e risolti alla lavagna. Gli stessi esercizi vengono poi pubblicati con le soluzioni sulla pagina web del corso. Il tutoraggio è svolto da due dottorandi che assistono le studentesse e gli studenti sia proponendo loro degli esercizi che svolgono insieme sia rispondendo a qualsiasi chiarimento su esercizi svolti da loro. Gli esercizi proposti dai tutori con le soluzioni vengono pubblicati successivamente sulla pagina web del corso. <http://webusers.fis.uniroma3.it/~gallop/>

## Modalità di valutazione

Prova scritta e prova orale separate. La prova scritta si può superare sostenendo i due esoneri che sono proposti durante il corso. Il primo esonero riguarda esercizi relativi agli argomenti della prima metà del corso e il secondo esercizi relativi alla seconda metà. In ciascun esonero vengono proposti due esercizi da svolgere in due ore. La prova scritta si può superare sostenendo altrimenti lo scritto nelle date degli appelli. Verranno proposti tre esercizi da risolvere in tre ore che spazieranno su tutto il programma. E' consentito l'uso della calcolatrice e di un formulario. Prove relative agli anni precedenti (esoneri e scritti) sono pubblicate sul sito del corso. Durante la prova orale verranno chiesti due o tre argomenti. La candidata o il candidato deve esporre ciascun argomento in maniera chiara e deve ricavare le formule che lo descrivono su un foglio. Verranno valutate il livello di comprensione del fenomeno e la chiarezza espositiva. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare gli esami si applicheranno le seguenti modalità: esami online in diretta su teams come descritto sopra, compresa una prova scritta.

## English

### Prerequisites

Non c'è nessun prerequisito che precluda l'accesso alla sessione di esame. Ma è fortemente consigliato sostenuto l'esame di fisica 1.

### Programme

Coulomb's law and electrostatic field. Electric work and electrostatic potential, Stokes' theorem, electric dipole. Electric field flux and Gauss' law, Maxwell equations for electrostatics. Conductors and capacitors. Dielectrics, electric displacement field and Maxwell equations for electrostatics with dielectrics. Electric current, Ohm's law, power grids. Magnetic field, Gauss' law, magnetic force. Field sources, Ampere's law, Maxwell's equations for magnetostatics in empty space. Magnetic properties of matter, general equations for magnetostatics and the field H. Time dependent electric and magnetic fields, Faraday's law, Ampere-Maxwell's law, Maxwell's equations in vacuum and with matter with charges and currents. Oscillations and alternate currents, RLC circuits. Maxwell's equations and the vector and scalar potentials, Gauge fixing, plane waves, D'Alembert operator and wave equation, pure radiation field. Special relativity, Einstein's relativity principle and Lorentz transformations, Minkowski space, quadrivectors and relativistic invariance. Reflection and refraction of waves. Interference and diffraction, interference of several sources, diffraction from a slit, diffraction grating.

### Reference books

TEXT BOOK MAZZOLDI P., NIGRO M., VOCI C. "FISICA" VOLUME II [EDISES] NOTES, PRESENTATIONS AND EXERCISES published on the website of the course <http://webusers.fis.uniroma3.it/~gallop/>

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20402082 - FS220 - FISICA 2

**Docente:** URSINI FRANCESCO

## Italiano

### Prerequisiti

Non c'è nessun prerequisito che precluda l'accesso alla sessione di esame. Ma è fortemente consigliato sostenuto l'esame di fisica 1.

### Programma

Legge di Coulomb e campo elettrostatico. Lavoro elettrico e potenziale elettrostatico, teorema di Stokes, dipolo elettrico. Flusso del campo elettrico e legge di Gauss, Equazioni di Maxwell per l'elettrostatica. Conduttori e condensatori. Dielettrici, vettore induzione dielettrica ed equazioni di Maxwell in elettrostatica in presenza di dielettrici. Corrente elettrica, legge di Ohm, reti elettriche. Campo

magnetico, legge di Gauss, forza magnetica. Sorgenti di campo, legge di Ampere, equazioni di Maxwell della magnetostatica nel vuoto. Proprietà magnetiche della materia, equazioni generali della magnetostatica e campo H. Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo, legge di Faraday, legge di Ampere-Maxwell, equazioni di Maxwell nel vuoto e nella materia con cariche e correnti. Oscillazioni e correnti alternate, circuiti RLC. Le Equazioni di Maxwell, potenziali vettore e scalare, scelta di Gauge, onde piane, operatore di D'Alembert e equazione delle onde, campo di radiazione pura. Relatività ristretta, principio di relatività di Einstein e trasformazioni di Lorentz, Spazio di Minkowski, quadrivettori e invariati relativistici. Riflessione e rifrazione delle onde. Interferenza e diffrazione, interferenza da più sorgenti, diffrazione da una fenditura e reticolo di diffrazione.

## Testi

LIBRO DI TESTO: MAZZOLDI P., NIGRO M., VOCI C. "FISICA" VOLUME II [EDISES] APPUNTI, PRESENTAZIONI E ESERCIZI pubblicati sul sito del corso <http://webusers.fis.uniroma3.it/~gallop/>

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Lezioni frontali, esercitazioni e tutoraggio. Le lezioni frontali si svolgono alla lavagna. Il docente alterna teoria ad esempi ed esercizi esplicativi dei concetti. Il docente segue il libro di testo tranne per alcune parti per le quali si forniscono appunti del docente pubblicati sulla pagina web del corso. Le esercitazioni vengono svolte con cadenza settimanale dal Dr. Marco Garofalo. Gli esercizi vengono proposti e risolti alla lavagna. Gli stessi esercizi vengono poi pubblicati con le soluzioni sulla pagina web del corso. Il tutoraggio è svolto da due dottorandi che assistono le studentesse e gli studenti sia proponendo loro degli esercizi che svolgono insieme sia rispondendo a qualsiasi chiarimento su esercizi svolti da loro. Gli esercizi proposti dai tutori con le soluzioni vengono pubblicati successivamente sulla pagina web del corso. <http://webusers.fis.uniroma3.it/~gallop/>

## Modalità di valutazione

Prova scritta e prova orale separate. La prova scritta si può superare sostenendo i due esoneri che sono proposti durante il corso. Il primo esonero riguarda esercizi relativi agli argomenti della prima metà del corso e il secondo esercizi relativi alla seconda metà. In ciascun esonero vengono proposti due esercizi da svolgere in due ore. La prova scritta si può superare sostenendo altrimenti lo scritto nelle date degli appelli. Verranno proposti tre esercizi da risolvere in tre ore che spazieranno su tutto il programma. È consentito l'uso della calcolatrice e di un formulario. Prove relative agli anni precedenti (esoneri e scritti) sono pubblicate sul sito del corso. Durante la prova orale verranno chiesti due o tre argomenti. La candidata o il candidato deve esporre ciascun argomento in maniera chiara e deve ricavare le formule che lo descrivono su un foglio. Verranno valutate il livello di comprensione del fenomeno e la chiarezza espositiva. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare gli esami si applicheranno le seguenti modalità: esami online in diretta su teams come descritto sopra, compresa una prova scritta.

## English

### Prerequisites

Non c'è nessun prerequisito che precluda l'accesso alla sessione di esame. Ma è fortemente consigliato sostenuto l'esame di fisica 1.

### Programme

Coulomb's law and electrostatic field. Electric work and electrostatic potential, Stokes' theorem, electric dipole. Electric field flux and Gauss' law, Maxwell equations for electrostatics. Conductors and capacitors. Dielectrics, electric displacement field and Maxwell equations for electrostatics with dielectrics. Electric current, Ohm's law, power grids. Magnetic field, Gauss' law, magnetic force. Field sources, Ampere's law, Maxwell's equations for magnetostatics in empty space. Magnetic properties of matter, general equations for magnetostatics and the field H. Time dependent electric and magnetic fields, Faraday's law, Ampere-Maxwell's law, Maxwell's equations in vacuum and with matter with charges and currents. Oscillations and alternate currents, RLC circuits. Maxwell's equations and the vector and scalar potentials, Gauge fixing, plane waves, D'Alembert operator and wave equation, pure radiation field. Special relativity, Einstein's relativity principle and Lorentz transformations, Minkowski space, quadrivectors and relativistic invariance. Reflection and refraction of waves. Interference and diffraction, interference of several sources, diffraction from a slit, diffraction grating.

### Reference books

TEXT BOOK MAZZOLDI P., NIGRO M., VOCI C. "FISICA" VOLUME II [EDISES] NOTES, PRSENTATIONS AND EXERCISES published on the website of the course <http://webusers.fis.uniroma3.it/~gallop/>

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410561 - FS230 - ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA

**Docente:** TARANTINO CECILIA

## Italiano

### Prerequisiti

Non sono richieste specifiche conoscenze pregresse per questo corso, oltre alle conoscenze generali di fisica e matematica tipicamente possedute da uno studente del corso di laurea in fisica al secondo anno di corso.

### Programma

1) Teoria della Relatività: La relatività ristretta. Lo spazio-tempo. Quadrivettori: velocità, impulso ed energia relativistiche. La relatività generale. 2) Meccanica quantistica: Crisi della fisica classica. I principi della meccanica quantistica. Equazione di Schrödinger e sistemi quantistici. Nuovi fenomeni, sviluppi e interpretazioni. 3) Particelle e campi: La teoria quantistica dei campi. I costituenti elementari della materia. Teoria delle forze. Il Modello Standard. Fisica oltre il Modello Standard 4) Gravità quantistica.

### Testi

Dispense disponibili sul sito del corso

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Il corso consiste in lezioni frontali supportate dall'utilizzo di videoproiettore. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche. Sito Moodle: <https://matematicafisica.el.uniroma3.it/course/view.php?id=1116>

### Modalità di valutazione

L'esame consiste in una presentazione con slides su di un argomento del programma scelto nell'ambito di un elenco predisposto dal docente e con questi preventivamente concordato. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di valutazione degli studenti.

### English

### Prerequisites

No specific previous knowledge is required for this course, besides the general knowledge of physics and mathematics typically held by a physics student at the second year of the course.

### Programme

1) Theory of Relativity: Special Relativity. Space-time. Four-vectors: relativistic velocity, momentum and energy. General relativity. 2) Quantum mechanics: Crisis of classical physics. The principles of quantum mechanics. Schrödinger equation and quantum systems. New phenomena, developments and interpretations. 3) Particles and Fields: Quantum Field Theory. The elementary constituents of matter. Theory of forces. The Standard Model. Physics beyond the Standard Model. 4) Quantum gravity.

### Reference books

Lecture notes available on the course website

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410561 - FS230 - ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA

**Docente:** LUBICZ VITTORIO

### Italiano

### Prerequisiti

Non sono richieste specifiche conoscenze pregresse per questo corso, oltre alle conoscenze generali di fisica e matematica tipicamente possedute da uno studente del corso di laurea in fisica o matematica al secondo anno di corso.

### Programma

1) Teoria della Relatività: La relatività ristretta. Lo spazio-tempo. Quadrivettori: velocità, impulso ed energia relativistiche. La relatività generale. 2) Meccanica quantistica: Crisi della fisica classica. I principi della meccanica quantistica. Equazione di Schrödinger e sistemi quantistici. Nuovi fenomeni, sviluppi e interpretazioni. 3) Particelle e campi: La teoria quantistica dei campi. I costituenti elementari della materia. Teoria delle forze. Il Modello Standard. Fisica oltre il Modello Standard 4) Gravità quantistica.

### Testi

Slides pdf disponibili sul sito del corso

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Il corso consiste in lezioni frontali supportate dall'utilizzo di videoproiettore. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche.

### Modalità di valutazione

L'esame consiste in una presentazione con slides su di un argomento del programma scelto nell'ambito di un elenco predisposto dal docente e con questi preventivamente concordato. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di valutazione degli studenti.

## English

### Prerequisites

No specific previous knowledge is required for this course, besides the general knowledge of physics and mathematics typically held by a physics or a mathematical student at the second year of the course.

### Programme

1) Theory of Relativity: Special Relativity. Space-time. Four-vectors: relativistic velocity, momentum and energy. General relativity. 2) Quantum mechanics: Crisis of classical physics. The principles of quantum mechanics. Schrödinger equation and quantum systems. New phenomena, developments and interpretations. 3) Particles and Fields: Quantum Field Theory. The elementary constituents of matter. Theory of forces. The Standard Model. Physics beyond the Standard Model. 4) Quantum gravity.

### Reference books

Pdf slides available on the course website

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410562 - FS240 - PRINCIPI DI MATERIA CONDENSATA

**Docente:** DE SETA MONICA

## Italiano

### Prerequisiti

nessuno

### Programma

Il corso completo consta di due parti svolte da due docenti. Programma della seconda parte (10 ore): Introduzione alla fisica della materia alla nanoscala Dualismo onda particella e quantizzazione degli stati elettronici; Transizioni elettroniche e fotoni; "Band Engineering" in eterostrutture di semiconduttore; principi fondamentali per l'utilizzo di strutture quantiche per l'elettronica e la fotonica. Nanofabbricazione e visualizzazione di materiali nanostrutturati; Fenomenologia di funzionamento di alcuni dispositivi

### Testi

dispense e materiale fornito dalla docente

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Il corso completo consta di due parti svolte da due docenti. Modalità di svolgimento della seconda parte: Lezioni frontali. Alcuni argomenti potranno essere presentati in forma di seminario con uso di diapositive. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare le lezioni si terranno online in diretta su teams e il materiale sarà messo su moodle.

### Modalità di valutazione

La prova d'esame è scritta e consiste in tre domande a cui rispondere. Le prime due riguardano la prima parte del corso e la terza riguarda la seconda parte del corso. Verranno valutate l'esattezza della risposta e il livello di comprensione del fenomeno e la chiarezza descrittiva nel caso in cui si richieda una risposta estesa. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare se necessario gli esami si terranno online con teams.

## English

### Prerequisites

none

### Programme

The complete course consists of two parts held by two teachers. Program of the second part (10 hours): Introduction to the physics of matter at the nanoscale Wave particle dualism and quantization of electronic states; Electronic and photon transitions; "Band Engineering" in semiconductor heterostructures; fundamental principles for the use of quantum structures for electronics and photonics. Nanofabrication and visualization of nanostructured materials; Operating phenomena of some devices

### Reference books

notes provided by the teacher

### Reference bibliography

-  
**Study modes**

-

**Exam modes**

-

## 20410562 - FS240 - PRINCIPI DI MATERIA CONDENSATA

**Docente:** GALLO PAOLA

### Italiano

#### Prerequisiti

nessuno

#### Programma

Il corso completo consta di due parti svolte da due docenti. Programma della prima parte (20 ore): Introduzione alla meccanica Statistica Introduzione alla fisica dei liquidi e della materia soffice. Quantità termodinamiche, quantità strutturali e quantità dinamiche per lo studio di liquidi e materia soffice, biomateria inclusa. Introduzione alla fisica dei vetri e dei sistemi disordinati. Introduzione alla fisica dei solidi.

#### Testi

Prima parte: Dispense fornite dal docente

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Il corso completo consta di due parti svolte da due docenti. Modalità di svolgimento della prima parte: Lezioni frontali con uso della lavagna e di diapositive/presentazioni. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare le lezioni si terranno online in diretta su teams e il materiale sarà messo su moodle.

#### Modalità di valutazione

La prova d'esame è scritta e consiste in tre domande a cui rispondere. Le prime due riguardano la prima parte del corso e la terza riguarda la seconda parte del corso. Verranno valutate l'esattezza della risposta e il livello di comprensione del fenomeno e la chiarezza descrittiva nel caso in cui si richieda una risposta estesa. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare se necessario gli esami si terranno online con teams.

### English

#### Prerequisites

none

#### Programme

The complete course consists of two parts held by two teachers. Program of the first part (20 hours): Introduction to statistical mechanics Introduction to the physics of liquids and soft matter. Thermodynamic quantities, structural quantities and dynamic quantities for the study of liquids and soft matter, including biomatter. Introduction to the physics of glasses and disordered systems. Introduction to the physics of solids.

#### Reference books

First part: Notes provided by the teacher

#### Reference bibliography

-

**Study modes**

-

**Exam modes**

-

## 20410563 - FS250 - PRINCIPI DI FISICA TERRESTRE E DELL'AMBIENTE

**Docente:** PETTINELLI ELENA

### Italiano

#### Prerequisiti

nessuno

#### Programma

La terra come pianeta. Origine ed evoluzione della Terra. Interazione Terra-Sole. La Terra come sistema dinamico: geosfera, atmosfera, idrosfera, criosfera. Metodi di misura dei parametri fisici di interesse della fisica terrestre e dell'atmosfera. Problemi aperti in fisica terrestre e cambiamenti climatici.

### Testi

materiale fornito dal docente

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

le lezioni si svolgono in aula, in modalità tradizionale

### Modalità di valutazione

l'esame si svolge unicamente come colloquio orale

### English

#### Prerequisites

none

#### Programme

The earth as a planet. Origin and evolution of the Earth. Earth-Sun interaction. The Earth as a dynamic system: geosphere, atmosphere, hydrosphere, cryosphere. Methods of measurement of physical parameters of interest to terrestrial and atmospheric physics. Open problems in terrestrial physics and climate change.

#### Reference books

material provided by the teacher

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410751 - FS260 - FILOSOFIA DELLA SCIENZA

**Docente:** DORATO MAURO

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

Testi da definire

#### Testi

Testi da definire

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

#### Prerequisites

#### Programme

-

#### Reference books

-

#### Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA

**Docente:** TARANTINO CECILIA

### Italiano

#### Prerequisiti

Non sono previsti insegnamenti propedeutici a questo corso. È consigliata una conoscenza della fisica generale classica e delle basi del formalismo Hamiltoniano.

#### Programma

Meccanica quantistica: Crisi della fisica classica. Onde e particelle. Vettori di stato ed operatori. Misure, osservabili e relazione di indeterminazione. Operatore di posizione. Traslazioni e impulso. Evoluzione temporale ed equazione di Schrödinger. Problemi unidimensionali. Parità. Oscillatore armonico. Simmetrie e leggi di conservazione. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo. Rotazioni e momento angolare. Momento angolare orbitale. Spin. Composizione di momenti angolari. Particelle identiche. Atomo di idrogeno.

#### Testi

Dispense disponibili sul sito del corso J.J. Sakurai, Jim Napolitano - Meccanica Quantistica Moderna - Zanichelli

#### Bibliografia di riferimento

R.P. Feynman et al. - La Fisica di Feynman, Volume III - Masson L. Landau e E. Lifschitz - Meccanica Quantistica - Editori Riuniti S. Gasiorowicz - Quantum Physics - J.Wiley & Sons

#### Modalità erogazione

Il corso consiste in lezioni teoriche frontali, svolte dal docente titolare del corso, ed esercitazioni, svolte in parte dal docente titolare e in parte da un altro docente. Sia le lezioni che le esercitazioni vengono svolte in classe e alla lavagna (elettronica o a gesso). Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche.

#### Modalità di valutazione

L'esame consiste in una prova scritta, che prevede la risoluzione di uno o più esercizi, e di una prova orale, a cui si accede dopo il superamento della prova scritta. Tutti i compiti scritti di esame e quelli delle prove in itinere degli anni precedenti sono disponibili sul sito del corso. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di valutazione degli studenti.

### English

#### Prerequisites

No preparatory courses are planned for this course. A knowledge of classical general physics and of the basics of the Hamiltonian formalism is recommended.

#### Programme

Quantum mechanics: The crisis of classical physics. Waves and particles. State vectors and operators. Measurements, observables and uncertainty relation. The position operator. Translations and momentum. Time evolution and the Schrödinger equation. One-dimensional problems. Parity. Harmonic oscillator. Symmetries and conservation laws. Time independent perturbation theory. Time dependent perturbation theory. Rotations and angular momentum. Orbital angular momentum. Spin. Angular momentum composition. Identical particles. The hydrogen atom.

#### Reference books

Lecture notes available on the course website J.J. Sakurai, Jim Napolitano - Meccanica Quantistica Moderna - Zanichelli An english version of the book is also available: Sakurai J.J., Modern Quantum Mechanics - Addison-Wesley

#### Reference bibliography

R.P. Feynman et al. - The Feynman Lectures on Physics, Volume III - Addison Wesley Also in "The Feynman Lectures on Physics on line" - feynmanlectures.caltech.edu - Caltech L. Landau e E. Lifschitz - Quantum Mechanics: Non-Relativistic Theory - Elsevier Butterworth-Heinemann S. Gasiorowicz - Quantum Physics - J.Wiley & Sons

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA

**Docente:** LUBICZ VITTORIO

### Italiano

## Prerequisiti

Non sono previsti insegnamenti propedeutici a questo corso. È consigliata una conoscenza della fisica generale classica e delle basi del formalismo Hamiltoniano.

## Programma

Crisi della fisica classica. Onde e particelle. Vettori di stato ed operatori. Misure, osservabili e relazione di indeterminazione. Operatore di posizione. Traslazioni e impulso. Evoluzione temporale ed equazione di Schrödinger. Problemi unidimensionali. Parità. Oscillatore armonico. Simmetrie e leggi di conservazione. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo.

## Testi

ITALIANO Dispense disponibili sul sito del corso J.J. Sakurai, Jim Napolitano - Meccanica Quantistica Moderna - Zanichelli

## Bibliografia di riferimento

R.P. Feynman et al. - La Fisica di Feynman, Volume III - Masson L. Landau e E. Lifschitz - Meccanica Quantistica - Editori Riuniti S. Gasiorowicz - Quantum Physics - J.Wiley & Sons

## Modalità erogazione

Il corso consiste in lezioni teoriche frontali, svolte dal docente titolare del corso, ed esercitazioni, svolte in parte dal docente titolare e in parte da un altro docente. Sia le lezioni che le esercitazioni vengono svolte in classe e alla lavagna (elettronica o a gesso). Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche.

## Modalità di valutazione

L'esame consiste in una prova scritta, che prevede la risoluzione di uno o più esercizi, e di una prova orale. Lo svolgimento della prova scritta è facoltativo. I compiti scritti di esame e quelli delle prove in itinere degli anni precedenti sono disponibili sul sito del corso. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di valutazione degli studenti.

## English

### Prerequisites

No preparatory courses are planned for this course. A knowledge of classical general physics and of the basics of the Hamiltonian formalism is recommended.

### Programme

The crisis of classical physics. Waves and particles. State vectors and operators. Measurements, observables and uncertainty relation. The position operator. Translations and momentum. Time evolution and the Schrödinger equation. One-dimensional problems. Parity. Harmonic oscillator. Symmetries and conservation laws. Time independent perturbation theory. Time dependent perturbation theory.

### Reference books

Lecture notes available on the course website J.J. Sakurai, Jim Napolitano - Meccanica Quantistica Moderna - Zanichelli An english version of the book is also available: Sakurai J.J., Modern Quantum Mechanics - Addison-Wesley

### Reference bibliography

R.P. Feynman et al. - The Feynman Lectures on Physics, Volume III - Addison Wesley Also in "The Feynman Lectures on Physics on line" - feynmanlectures.caltech.edu - Caltech L. Landau e E. Lifschitz - Quantum Mechanics: Non-Relativistic Theory - Elsevier Butterworth-Heinemann S. Gasiorowicz - Quantum Physics - J.Wiley & Sons

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410437 - FS430- TEORIA DELLA RELATIVITÀ

**Docente:** FRANCIA DARIO

### Italiano

#### Prerequisiti

Relatività Speciale; conoscenze base di teoria dei campi classica

#### Programma

§I. Teoria relativistica dei campi Il gruppo di Poincaré. Simmetrie globali e simmetrie locali. Primo e secondo teorema di Noether e leggi di conservazione. I tensori canonici energia-impulso e momento angolare. Improvements. Argomento di Belinfante e tensore energia-impulso simmetrico. Simmetrie locali e grandezze conservate. §II. La gravità come teoria di campo relativistica Particelle e campi in Relatività Speciale. Rappresentazioni irriducibili del gruppo di Poincaré: metodo delle rappresentazioni indotte. Particelle a massa nulla: ISO(D-2) gruppo di stabilità e invarianza di gauge. Ricostruzione della Relatività Generale. Lagrangiana di Fierz-Pauli. Metodo di Nöther e costruzione perturbativa dei vertici. Costruzione di Nöther della lagrangiana di Yang-Mills. Il vertice cubico gravitazionale trasverso e traceless. Principio di Equivalenza di Weinberg dall'invarianza relativistica della matrice S. Spin e segno delle forze statiche. §III. Elementi di geometria differenziale Spazi topologici. Varietà. Diffeomorfismi. Spazi tangenti e vettori. Basi coordinate. Operatori derivativi su varietà. Connessione di Levi-Civita. Torsione. Forme differenziali: definizione, prodotto esterno, derivate interna

ed esterna duale di Hodge. Derivata di Lie e formula di Cartan. Teoria di Yang-Mills nel linguaggio delle forme. Tensore di Weyl. Tensori di Riemann e Weyl in varie dimensioni: conteggio delle componenti per irrep di  $GL(D)$ . Trasformazioni conformi del tensore metrico. Spazi conformemente piatti. Campi scalari accoppiati in modo conforme. §IV. Formulazione di Cartan-Weyl e accoppiamento minimale di fermioni alla gravità Sistemi inerziali locali. Il vielbein. Trasformazioni di Lorentz locali. La connessione di spin. Il postulato del vielbein. Vincolo di torsione e formulazione del secondo ordine. Contorsione. Curvatura di Lorentz. Gravità come teoria di gauge dell'algebra di Poincaré. Connessione sull'algebra di Poincaré. Trasformazioni di Poincaré locali. Torsione e curvatura sull'algebra di Poincaré. Formulazione del primo ordine e azione di Cartan-Weyl. Relazione tra trasformazioni di gauge e diffeomorfismi. Spinori su varietà curve. Materia fermionica minimamente accoppiata. Lagrangiana di Dirac. §V. Spazi massimamente simmetrici Spazi omogenei e isotropi. Caratterizzazione di spazi massimamente simmetrici: costante di curvatura e segnatura. MSS come soluzioni di vuoto delle equazioni di Einstein con costante cosmologica. Costruzione da immersione in spazi pseudolorentziani in dimensione  $D+1$ : metrica e coefficienti di Christoffel. §VI. Il buco nero di Schwarzschild Spazi a simmetria sferica. La soluzione di Schwarzschild. Il teorema di Birkhoff. Singolarità, definizioni e criteri: singolarità di curvatura e incompletezza geodetica. Caduta libera verso l'orizzonte. Le coordinate della tartaruga. Estensione di uno spazio-tempo. Coordinate di Eddington-Finkelstein. Orizzonte degli eventi, buchi neri e buchi bianchi. Coordinate di Kruskal-Szekeres. Estensione massimale della soluzione di Schwarzschild. Diagramma di Kruskal e buchi neri eterni. (A)dS-Schwarzschild. §VII. Buchi neri più generali Diagrammi conformi. Orizzonti degli eventi. Buchi neri di Reissner-Nordström e di Kerr. Termodinamica dei buchi neri. §VII. Energia gravitazionale Grandezze conservate nelle teorie di gauge: l'esempio della teoria di Yang-Mills. Conservazione covariante e conservazione ordinaria. Equazioni di Einstein-Hilbert per metriche asintoticamente piatte. Il tensore energia-impulso gravitazionale. Il superpotenziale. Energia e quantità di moto nella formulazione ADM. Esempio: energia ADM della soluzione di Schwarzschild. Il teorema dell'energia positiva (senza dimostrazione). Background generico con vettori di Killing. Radiazione di quadrupolo. §VIII. Simmetrie asintotiche Nozione generale di gruppo di simmetria asintotica. L'esempio della teoria di Maxwell nello spazio piatto. Formalismo dello spazio delle fasi covariante. Spaziotempo asintoticamente piatto e supertraslazioni di Bondi-van der Burg-Metzner-Sachs. Applicazioni: teoremi soffici ed effetti memoria. Nota: alcuni argomenti possono essere assegnati come problemi, come alternativa all'esame orale

## Testi

-Carroll S, Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity (Addison-Wesley 2014/Cambridge University Press, 2019)  
-Wald R, General Relativity (The University of Chicago Press, 1984) -Weinberg S, Gravitation and Cosmology - principles and applications of the general theory of relativity, (John Wiley & Sons, 1972)

## Bibliografia di riferimento

-Dirac P A M General Theory of Relativity (Princeton University Press, 1996) -Hawking S W and Ellis G F R, (The Large Scale Structure of Space-Time) (Cambridge University Press, 1973). -Freedman D Z and Van Proyen A, (Supergravity) (Cambridge University Press, 2012). -Ortin T (Gravity and Strings) (Cambridge University Press, 2nd ed. 2015)

## Modalità erogazione

Lezioni frontali alla lavagna

## Modalità di valutazione

Prova orale o svolgimento di problemi assegnati durante il corso.

## English

### Prerequisites

Special Relativity and some basic knowledge of classical field theory

### Programme

§I. Relativistic Field Theory The Poincaré Group. Symmetries: global vs local. Noether's first and second theorems and conservation laws. The canonical stress-energy and angular momentum tensors. Improvements. Belinfante's argument and symmetric energy-momentum tensor. Local symmetries and conserved quantities. §II. Gravity as a relativistic field theory Particles and fields in Special Relativity. Irreps of the Poincaré group: Wigner's induced representation method. Massless particles: ISO(D-2) little group and gauge invariance. From relativistic massless spin-2 particles to full GR. Fierz-Pauli quadratic Lagrangian. Nöther method and non-linear completions. Nöther's construction of Yang-Mills Lagrangian. The transverse-traceless gravitational cubic vertex. Weinberg's Equivalence Principle from relativistic invariance of the S matrix. Spin and the sign of static forces. §III. Elements of differential geometry Topological spaces. Manifolds. Diffeomorphisms. Tangent spaces and vectors. Coordinate basis. Derivative operators on manifolds. Levi-Civita connection. Torsion. Differential forms: definition, wedge product, interior and exterior derivatives, Hodge dual. Lie derivative of forms and Cartan's formula. Yang-Mills theory in the language of forms. Weyl tensor. Riemann and Weyl tensors in various dimensions: counting components for irreps of  $GL(D)$ . Conformal transformations of the metric tensor. Conformally flat spaces. Conformally coupled scalar fields. §IV. The Cartan-Weyl formulation of GR and Fermionic couplings Local inertial frames. The frame field and its relation to the metric field. Local Lorentz transformations. The spin connection. The vielbein postulate. Torsion constraint and second-order formulation. The contorsion tensor. Local Lorentz curvature. Gravity as a gauge theory of the Poincaré algebra. Connection one-forms on the Poincaré algebra. Local Poincaré transformations. Torsion and curvature over the Poincaré algebra. First-order formulation and Cartan-Weyl's action. Relation between gauge transformations and diffeomorphisms. Spinors on curved manifolds. Minimally coupled Fermionic matter. Dirac Lagrangian. §V. Maximally symmetric spaces Homogeneous and isotropic spaces. Characterisation of maximally symmetric spaces: curvature constant and signature. MSS as vacuum solutions to the EH equations with cosmological constant. Construction from embedding in  $(D+1)$  pseudo-Lorentzian spaces: metric and Christoffel coefficients. §VI. The Schwarzschild black hole Spherically symmetric spaces. The Schwarzschild solution. Birkhoff's theorem. Singularities, definitions and criteria: curvature singularities and geodesic incompleteness. Free-fall towards the horizon. The tortoise coordinate. Extension of a space-time. Eddington-Finkelstein coordinates. Event horizons, black holes and white holes. Kruskal-Szekeres coordinates. Maximal extension of the Schwarzschild solution. Kruskal's diagram and eternal black holes. (A)dS-Schwarzschild space-time. §VII. More general black holes Conformal diagrams. Event horizons. Reissner-Nordström and Kerr black holes. Black hole thermodynamics. §VII. Gravitational energy Conserved quantities in gauge theories: the example of Yang-Mills theory. Covariant conservation and ordinary conservation. Einstein-Hilbert equations for asymptotically flat metrics. Candidate for gravitational energy-momentum tensor. The superpotential. ADM energy and momentum. Example: ADM energy of the Schwarzschild solution. The positive-energy theorem (without proof). Generic background with Killing vectors. Quadrupole radiation. §VIII. Asymptotic symmetries General notion of asymptotic symmetry group. The example of Maxwell's theory in flat space. Covariant phase space formalism. Asymptotically flat spacetime and Bondi-van der Burg-Metzner-Sachs supertranslations. Applications: soft theorems and memory effects. Note: some topics may be assigned as homework problems, as an alternative to the oral exam

## Reference books

-Carroll S, Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity (Addison-Wesley 2014/Cambridge University Press, 2019)  
-Wald R, General Relativity (The University of Chicago Press, 1984) -Weinberg S, Gravitation and Cosmology - principles and applications of the general theory of relativity, (John Wiley & Sons, 1972)

## Reference bibliography

-Dirac P A M General Theory of Relativity (Princeton University Press, 1996) -Hawking S W and Ellis G F R, (The Large Scale Structure of Space-Time) (Cambridge University Press, 1973). -Freedman D Z and Van Proyen A, (Supergravity) (Cambridge University Press, 2012). -Ortin T (Gravity and Strings) (Cambridge University Press, 2nd ed. 2015)

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410435 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI

**Docente:** Branchini Paolo

## Italiano

### Prerequisiti

nessuno

### Programma

Lo scopo del corso è fornire allo studente gli elementi cognitivi generali che sottendono alla realizzazione di sistemi di acquisizione, controllo e monitoraggio degli esperimenti di Fisica Nucleare e Subnucleare. Il corso è articolato sui seguenti argomenti: - Introduzione ai sistemi di DAQ - Parallelismo e Pipelining - Derandomizzazione - DAQ e Trigger - Trasmissione Dati - Front End Electronics - Trigger - Architettura Sistemi di Calcolo - Sistemi Real Time - Real Time Operating Systems - Linguaggio C - Linguaggio HDL rudimenti e simulazione - Protocolli di Rete TCP/IP - Architetture DAQ - Event Building - VME Bus - Run Control - Farming - Archiviazione Dati

### Testi

Dispense preparate dal docente sulla base delle slide presentate a lezione, disponibili sul sito Moodle predisposto dall'Ateneo:  
<https://matematicafisica.el.uniroma3>.

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Le lezioni si svolgono in modalità tradizionale, in aula, spesso con l'ausilio di proiezioni di slides per la gestione dei dati. Solo in caso di perdurare dell'emergenza COVID19 le lezioni saranno svolte in modalità remota attraverso sistemi di videoconferenza e di attività collaborativa. Il Materiale Didattico è disponibile sul server Moodle predisposto dall'Ateneo per Matematica e Fisica:

<https://matematicafisica.el.uniroma3.it> Durante il corso si svolgeranno delle esercitazioni in Laboratorio con la esecuzione di semplici esempi di: - sistemi di lettura e trasferimento dati tramite meccanismi di pipe con processi concorrenti; - Introduzione alla simulazione con linguaggio HDL di strutture di hardware - programmi di simulazione di trigger basati su segnali; - programma di Run Control per attivazione e terminazione di processi; - configurazione e lettura di dati da scheda su bus VME.

### Modalità di valutazione

L'esame prevede unicamente una prova orale in cui si chiede allo studente un primo argomento a piacere e poi si verifica la conoscenza generale dei vari argomenti affrontati a lezione.

## English

### Prerequisites

none

### Programme

The aim of the course is to provide the student with the general cognitive elements underlying the acquisition, control and monitoring systems of Nuclear and Subnuclear Physics experiments. The course is divided into the following topics: -Introduction to DAQ -Parallelism and Pipelining systems -Derandomization -DAQ and Trigger -Data Transmission -Front End Electronics -Trigger -Architecture Computing Systems -Real Time Systems -Real Time Operating Systems -C Language - VHDL Language -TCP / IP Network Protocols -DAQ Architecture - Event Building -VME Bus -Run Control -Farming -Data Archiving

### Reference books

Lecture notes prepared by the teacher on the basis of the slides presented and available on the Moodle server:  
<https://matematicafisica.el.uniroma3.it>

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

## 20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA

**Docente:** RAIMONDI ROBERTO

**Italiano**

**Prerequisiti**

**Programma**

PROGRAMMA DEL CORSO: i numeri tra parentesi fanno riferimento al capitolo e paragrafo del libro di testo adottato Teoria cinetica. Equazione di Boltzmann. Teorema H. (1, Par.2.1,2.2,2.3,2.4) Distribuzione di Maxwell-Boltzmann. (1, Par. 2.5) Spazio delle fasi e Teorema di Liouville. (1, Par. 3.1,3.2) Ensembles di Gibbs. Ensemble microcanonico. Entropia. (1, Par. 3.3,3.4) Gas perfetto nell'ensemble microcanonico. (1, Par. 3.6) Teorema di equipartizione. (1, Par. 3.5) Ensemble canonico. (1, Par.4.1). Funzione di partizione ed energia libera. Fluttuazioni di energia. (1 Par. 4.4) Ensemble grancanonico. Granpotenziale. Il gas perfetto nell'ensemble grancanonico (1 Par. 4.3). Fluttuazioni del numero di particelle. (1 Par. 4.4) Teoria classica della risposta lineare e teorema di fluttuazione-dissipazione. (1, Par. 8.4). Teoria del moto Browniano di Einstein e Langevin. (Par. 1 par. 11.1,11.2). Teoria del rumore termico di Johnson-Nyquist. (1 Par. 11.3). Meccanica Statistica quantistica e matrice densità. (1, Par. 6.2,6.3,6.4) Statistiche quantistiche di Fermi-Dirac e Bose-Einstein (1, Par. 7.1) Il gas di Fermi. Sviluppo di Sommerfeld. Calore specifico elettronico. (1, Par. 7.2) Il gas di Bose. Condensazione di Bose-Einstein. (1, Par. 7.3) Teoria della radiazione di corpo nero. (1, Par. 7.5) Piattaforma Moodle e-Learning del Dipartimento con materiale supplementare

**Testi**

Testo di riferimento: 1) C. Di Castro and R. Raimondi, Statistical Mechanics and Applications in Condensed Matter, Cambridge University Press, 2015.

**Bibliografia di riferimento**

Altri testi consigliati: 2) K. Huang, Meccanica Statistica, Zanichelli, 1997. 3) L. Peliti, Appunti di Meccanica Statistica, Bollati Boringhieri, 2003. 4) Joel L. Lebowitz, Statistical mechanics: A selective review of two central issues, Reviews of Modern Physics, 71, S346 (1999).

**Modalità erogazione**

Il corso presenta lezioni teoriche ed esercitazioni. Durante quest'ultime vengono presentati e svolti, coinvolgendo attivamente gli studenti in aula, problemi proporzionati alla quantità di materiale svolto.

**Modalità di valutazione**

La prova scritta consiste nel risolvere problemi a risposta multipla riguardanti la meccanica statistica di sistemi classici e la meccanica statistica di sistemi quantistici. I problemi proposti per l'esame rientrano nella tipologia di quelli svolti durante le esercitazioni del corso. La prova orale consiste in due domande di carattere teorico, una dedicata alla meccanica statistica dei sistemi classici ed una relativa a quella dei sistemi quantistici. Il voto finale combina il voto della prova scritta e di quella orale ed è espresso in trentesimi.

**English**

**Prerequisites**

**Programme**

CONTENTS OF THE LECTURES: the numbers in round brackets refer to the chapter and section of the textbook adopted. Kinetic theory of gases. Boltzmann equation and H theorem. (1, Par.2.1,2.2,2.3,2.4) Maxwell-Boltzmann distribution. (1, Par. 2.5) Phase space and Liouville theorem. (1, Par. 3.1,3.2) Gibbs ensembles. Micro canonical ensemble. Definition of entropy. (1, Par. 3.3,3.4) The ideal gas in the micro canonical ensemble. (1, Par. 3.6) The equipartition theorem. (1, Par. 3.5) The canonical ensemble. (1, Par.4.1). The partition function and the free energy. Fluctuations of energy in the canonical ensemble. (1 Par. 4.4) The grand canonical ensemble. The grand potential. The ideal gas in the grand canonical ensemble. (1 Par. 4.3). Fluctuations of the particle number. (1 Par. 4.4) Classical theory of the linear response and fluctuation-dissipation theorem. (1, Par. 8.4). Einstein and Langevin theories of the Brownian motion. (Par. 1 par. 11.1,11.2). Johnson-Nyquist theory of thermal noise. (1 Par. 11.3). Quantum statistical mechanics and the density matrix. (1, Par. 6.2,6.3,6.4) Fermi-Dirac and Bose-einstein quantum statistics. (1, Par. 7.1) The Fermi gas. The Sommerfeld expansion and the electron specific heat. (1, Par. 7.2) The Bose gas. The Bose-Einstein condensation. (1, Par. 7.3) Quantum theory of black-body radiation. (1, Par. 7.5) e-Learning Moodle Platform with Supplementary Material

**Reference books**

Suggested textbook: 1) C. Di Castro and R. Raimondi, Statistical Mechanics and Applications in Condensed Matter, Cambridge University Press, 2015.

**Reference bibliography**

Further reading: 2) K. Huang, Meccanica Statistica, Zanichelli, 1997. 3) L. Peliti, Appunti di Meccanica Statistica, Bollati Boringhieri, 2003. 4) Joel L. Lebowitz, Statistical mechanics: A selective review of two central issues, Reviews of Modern Physics, 71, S346 (1999).

**Study modes**

-

**Exam modes**

-

## 20410566 - FS470 - PRINCIPI DI ASTROFISICA

**Docente:** LA FRANCA FABIO

## Italiano

### Prerequisiti

nessuno

### Programma

Argomenti Parte A • Coordinate e Telescopi • Elementi di Spettroscopia • Stelle ed Evoluzione Stellare • Galassie • Nuclei Galattici Attivi  
 Programma A - Panoramica generale - Coordinate celesti (1.3) - Telescopi e potere risolutivo (6.1) - Distanza di parallasse (3.1) - Flusso, luminosità, magnitudini apparenti ed assolute, colori (3.2, 3.3, 3.6) - Il corpo nero (3.4, 3.5) - Diagramma di Hertzsprung-Russel (8.2) - Ammassi aperti e globulari: posizione, popolazioni stellari e diagramma HR (13.3) - Nane bianche, Novae e SuperNovae (cenni in 15 e 16) - La classificazione delle galassie (24.1) - La curva di rotazione delle galassie e la materia oscura (25.3) - Il centro della Galassia ed il suo Black Hole (25.4) - Legge di Hubble ed espansione dell'Universo (27.2) - Probabilità di collisione tra stelle e tra galassie (dispense) - Buchi Neri: cenni di Relatività Generale (cenni nel 17) - Nuclei Galattici Attivi (28.1, 28.2, 28.3) Argomenti Parte B • Struttura ed evoluzione stellare • Elementi di Spettroscopia • Distanze ed espansione dell'Universo • Galassie • GRB e onde gravitazionali Programma B - Dischi di Accrescimento ed emissione X nei Nuclei Galattici Attivi (28.2) - Stelle di Neutroni e Pulsars (cenni in 16.6, 16.7) - Gamma Ray Bursts (dispense) - Onde Gravitazionali (dispense) - Spettroscopia: eq. di Boltzmann-eccitazione e di Saha-ionizzazione (8.1) - Spettroscopia: misure di velocità, temperatura e densità (8.5) - Eq. di struttura delle stelle, tempo e instabilità di Kelvin-Helmholtz (11.1-4) - Le reazioni nucleari dell'idrogeno (11.3) - Massa di Jeans del collasso gravitazionale, tempo di free-fall e Initial Mass Function (12.2, 12.3) - La Via Lattea (25.1, 25.2) - La metallicità (25.2) - Transit di Venere e misura della distanza Terra-Sole (dispense) - Scala delle distanze (27.1) - Legge di Hubble, espansione dell'Universo (27.2) - Gruppo Locale, Ammassi di Galassie, Struttura su Larga Scala dell'Universo (27.3) - Il Big Bang e la radiazione di fondo (brevi cenni in 29.2 e dispense) Fra parentesi i paragrafi da "An Introduction to Modern Astrophysics II ed.- B.W. Carrol, D.A. Ostlie - Ed. Pearson, Addison Wesley" (copie delle edizioni precedenti sono disponibili in biblioteca). La trattazione nel corso è stata semplificata rispetto a quanto riportato nel testo). Testo alternativo in italiano: Attilio Ferrari, Stelle, Galassie, Universo - Fondamenti di Astrofisica - Ed. Springer

### Testi

La copia delle dispense lezioni puo# essere scaricata dal sito web del corso. Fra parentesi i paragrafi da "An Introduction to Modern Astrophysics, II ed. - B.W. Carrol, D.A. Ostlie - Ed. Pearson, Addison Wesley" (copie disponibili in biblioteca). La trattazione nel corso e# stata semplificata rispetto a quanto riportato nel testo. Testo alternativo in italiano: Attilio Ferrari, Stelle, Galassie, Universo - Fondamenti di Astrofisica - Ed. Springer

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

lezioni tradizionali in aula

### Modalità di valutazione

Modalita# di esame: presentare oralmente un argomento a piacere e rispondere ad alcune domande sul resto del programma. Le domande tipiche consisteranno nel chiedere di esporre una delle altre tematiche elencate nel programma.

## English

### Prerequisites

none

### Programme

Topics Part A • Coordinates and Telescopes • Elements of Spectroscopy • Stars and Stellar Evolution • Galaxies • Active Galactic Nuclei  
 Program Part A • Overview • Celestial coordinates (1.3) • Telescopes and resolving power (6.1) • Parallax distance (3.1) • Flux, brightness, apparent and absolute magnitudes, colors (3.2, 3.3, 3.6) • The black body (3.4, 3.5) • Hertzsprung-Russel diagram (8.2) • Open and globular clusters: position, stellar populations and HR diagram (13.3) • White dwarfs, Novae and SuperNovae (notes and partly in 15 and 16) • The classification of galaxies (24.1) • The rotation curve of galaxies and dark matter (25.3) • The center of the Galaxy and its Black Hole (25.4) • Hubble's law and expansion of the Universe (27.2) • Probability of collision between stars and galaxies (handouts) • Black Holes: outline of General Relativity (outline 17) • Active Galactic Nuclei (28.1, 28.2, 28.3) Topics Part B • Structure and stellar evolution • Elements of Spectroscopy • Distances and expansion of the Universe • Galaxies • GRB and gravitational waves Program Part B • Accretion disks and X-ray emission in Active Galactic Nuclei (28.2) • Stars of Neutrons and Pulsars (16.6, 16.7) • Gamma Ray Bursts (handouts) • Gravitational Waves (lecture notes) • Spectroscopy: eq. Boltzmann-excitation and Saha-ionization (8.1) • Spectroscopy: speed, temperature and density measurements (handouts) • Eq. of star structure, time and Kelvin-Helmholtz instability (11.1-4) • Nuclear reactions of hydrogen (11.3) • Jeans mass of gravitational collapse, free-fall time and Initial Mass Function (12.2, 12.3) • The Milky Way and the local group (25.1, 25.2) • Metallicity (25.2) • Transit of Venus and measurement of the Earth-Sun distance (handouts) • Distance scale (27.1) • Hubble's law and expansion of the Universe (27.2) • Local Group, Clusters of Galaxies, large scale structure of the Universe (27.3) • The Big Bang and the background radiation (29.2 brief notes and lecture notes)

### Reference books

A copy of the lecture notes can be downloaded from the course website. In brackets, the paragraphs from "An Introduction to Modern Astrophysics, II ed. - B.W. Carrol, D.A. Ostlie - Ed. Pearson, Addison Wesley" (copies available in the library). The discussion in the course has been simplified compared to what is reported in the text. Alternative text in Italian: Attilio Ferrari, Stars, Galaxies, Universe - Fundamentals of Astrophysics - Ed. Springer

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

## Exam modes

### 20410566 - FS470 - PRINCIPI DI ASTROFISICA

**Docente:** MATT GIORGIO

#### Italiano

##### Prerequisiti

nessuno

##### Programma

Argomenti Parte A • Coordinate e Telescopi • Elementi di Spettroscopia • Stelle ed Evoluzione Stellare • Galassie • Nuclei Galattici Attivi  
Programma A - Panoramica generale - Coordinate celesti (1.3) - Telescopi e potere risolutivo (6.1) - Distanza di parallasse (3.1) - Flusso, luminosità, magnitudini apparenti ed assolute, colori (3.2, 3.3, 3.6) - Il corpo nero (3.4, 3.5) - Diagramma di Hertzsprung-Russel (8.2) - Ammassi aperti e globulari: posizione, popolazioni stellari e diagramma HR (13.3) - Nane bianche, Novae e SuperNovae (cenni in 15 e 16) - La classificazione delle galassie (24.1) - La curva di rotazione delle galassie e la materia oscura (25.3) - Il centro della Galassia ed il suo Black Hole (25.4) - Legge di Hubble ed espansione dell'Universo (27.2) - Probabilità di collisione tra stelle e tra galassie (dispense) - Buchi Neri: cenni di Relatività Generale (cenni nel 17) - Nuclei Galattici Attivi (28.1, 28.2, 28.3) Argomenti Parte B • Struttura ed evoluzione stellare • Elementi di Spettroscopia • Distanze ed espansione dell'Universo • Galassie • GRB e onde gravitazionali  
Programma B - Dischi di Accrescimento ed emissione X nei Nuclei Galattici Attivi (28.2) - Stelle di Neutroni e Pulsars (cenni in 16.6, 16.7) - Gamma Ray Bursts (dispense) - Onde Gravitazionali (dispense) - Spettroscopia: eq. di Boltzmann-eccitazione e di Saha-ionizzazione (8.1) - Spettroscopia: misure di velocità, temperatura e densità (8.5) - Eq. di struttura delle stelle, tempo e instabilità di Kelvin-Helmholtz (11.1-4) - Le reazioni nucleari dell'idrogeno (11.3) - Massa di Jeans del collasso gravitazionale, tempo di free-fall e Initial Mass Function (12.2, 12.3) - La Via Lattea (25.1, 25.2) - La metallicità (25.2) - Transitio di Venere e misura della distanza Terra-Sole (dispense) - Scala delle distanze (27.1) - Legge di Hubble, espansione dell'Universo (27.2) - Gruppo Locale, Ammassi di Galassie, Struttura su Larga Scala dell'Universo (27.3) - Il Big Bang e la radiazione di fondo (brevi cenni in 29.2 e dispense) Fra parentesi i paragrafi da "An Introduction to Modern Astrophysics II ed. - B.W. Carrol, D.A. Ostlie - Ed. Pearson, Addison Wesley" (copie delle edizioni precedenti sono disponibili in biblioteca). La trattazione nel corso è stata semplificata rispetto a quanto riportato nel testo). Testo alternativo in italiano: Attilio Ferrari, Stelle, Galassie, Universo - Fondamenti di Astrofisica - Ed. Springer

##### Testi

La copia delle dispense lezioni puo# essere scaricata dal sito web del corso. Fra parentesi i paragrafi da "An Introduction to Modern Astrophysics, II ed. - B.W. Carrol, D.A. Ostlie - Ed. Pearson, Addison Wesley" (copie disponibili in biblioteca). La trattazione nel corso e# stata semplificata rispetto a quanto riportato nel testo. Testo alternativo in italiano: Attilio Ferrari, Stelle, Galassie, Universo - Fondamenti di Astrofisica - Ed. Springer

##### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

##### Modalità erogazione

lezioni tradizionali in aula

##### Modalità di valutazione

Modalita# di esame: presentare oralmente un argomento a piacere e rispondere ad alcune domande sul resto del programma. Le domande tipiche consisteranno nel chiedere di esporre una delle altre tematiche elencate nel programma.

#### English

##### Prerequisites

none

##### Programme

Topics Part A • Coordinates and Telescopes • Elements of Spectroscopy • Stars and Stellar Evolution • Galaxies • Active Galactic Nuclei  
Program Part A • Overview • Celestial coordinates (1.3) • Telescopes and resolving power (6.1) • Parallax distance (3.1) • Flux, brightness, apparent and absolute magnitudes, colors (3.2, 3.3, 3.6) • The black body (3.4, 3.5) • Hertzsprung-Russel diagram (8.2) • Open and globular clusters: position, stellar populations and HR diagram (13.3) • White dwarfs, Novae and SuperNovae (notes and partly in 15 and 16) • The classification of galaxies (24.1) • The rotation curve of galaxies and dark matter (25.3) • The center of the Galaxy and its Black Hole (25.4) • Hubble's law and expansion of the Universe (27.2) • Probability of collision between stars and galaxies (handouts) • Black Holes: outline of General Relativity (outline 17) • Active Galactic Nuclei (28.1, 28.2, 28.3) Topics Part B • Structure and stellar evolution • Elements of Spectroscopy • Distances and expansion of the Universe • Galaxies • GRB and gravitational waves  
Program Part B • Accretion disks and X-ray emission in Active Galactic Nuclei (28.2) • Stars of Neutrons and Pulsars (16.6, 16.7) • Gamma Ray Bursts (handouts) • Gravitational Waves (lecture notes) • Spectroscopy: eq. Boltzmann-excitation and Saha-ionization (8.1) • Spectroscopy: speed, temperature and density measurements (handouts) • Eq. of star structure, time and Kelvin-Helmholtz instability (11.1-4) • Nuclear reactions of hydrogen (11.3) • Jeans mass of gravitational collapse, free-fall time and Initial Mass Function (12.2, 12.3) • The Milky Way and the local group (25.1, 25.2) • Metallicity (25.2) • Transitio of Venus and measurement of the Earth-Sun distance (handouts) • Distance scale (27.1) • Hubble's law and expansion of the Universe (27.2) • Local Group, Clusters of Galaxies, large scale structure of the Universe (27.3) • The Big Bang and the background radiation (29.2 brief notes and lecture notes)

##### Reference books

A copy of the lecture notes can be downloaded from the course website. In brackets, the paragraphs from "An Introduction to Modern Astrophysics, II ed. - B.W. Carrol, D.A. Ostlie - Ed. Pearson, Addison Wesley" (copies available in the library). The discussion in the course has been simplified compared to what is reported in the text. Alternative text in Italian: Attilio Ferrari, Stars, Galaxies, Universe -

Fundamentals of Astrophysics - Ed. Springer

## Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410570 - FS490 - EDUCATIONAL & OUTREACH - COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA

**Docente:** GIACOMINI Livia

### Italiano

#### Prerequisiti

nessuno

#### Programma

Il percorso formativo proposto si basa sul concetto di case study: verranno presentati esempi specifici e argomenti selezionati per il loro interesse scientifico e mediatico. Intorno ai case study, il corso sarà organizzato con didattica laboratoriale: verranno realizzati dei veri e propri laboratori di comunicazione in cui gli studenti, lavorando in squadra e guidati da ricercatori e professionisti della comunicazione scientifica, analizzeranno l'esempio specifico e progetteranno e realizzeranno una serie di strumenti di comunicazione specifici (articoli di divulgazione scientifica, siti web, blog, interviste e audio/video ecc). Il percorso formativo avrà inoltre una impronta tecnologica, prendendo in considerazione le nuove tecnologie multimediali applicate alla comunicazione, presentando, utilizzando e integrando software e soluzioni open source disponibili al momento. Il programma Il programma proposto prevede un percorso di 52 ore che include 40 ore di lezioni di insegnamento frontale e 12 ore di laboratorio pratico. 12 ore sono in comune con il corso di comunicazione per il Dottorato in Fisica. Introduzione alla comunicazione scientifica • Gli assiomi della comunicazione, dal linguaggio corporeo alla progettazione di un Communication Plan. • La comunicazione scientifica: Perché comunicare la scienza? • I diversi tipi di comunicazione nel mondo della ricerca e dell'Università. • Progettare un evento per il pubblico: la comunicazione in 5 mosse. • L'immagine e la comunicazione della scienza. Parlare in pubblico di scienza • Come si parla in pubblico: differenze tra conferenza stampa, dibattito e conferenza divulgativa • Le regole base per parlare in pubblico • Materiali multimediali per parlare di scienza al pubblico: slide, audio, video. Scrivere di scienza • Le basi del giornalismo scientifico: riflessioni sul linguaggio della carta stampata all'audio/video. • Le differenze tra un articolo divulgativo, un articolo scientifico e un comunicato stampa. • La scrittura per l'audio/video: lo storyboard. La comunicazione visiva della scienza • L'immagine e la comunicazione della scienza • Progettare e realizzare un'immagine La scienza sul web • Come è comunicata la scienza sul web • Il web 2.0 e la scienza • Realizzare un sito web Organizzare un evento per il pubblico • Il Communication Plan di una osservazione astronomica per una classe • Realizzare una serata osservativa

#### Testi

"Comunicare la scienza" di Giovanni Carrada <https://www.mestierediscrivere.com/uploads/files/comunicarelascienza.pdf>

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Il percorso formativo proposto si basa sul concetto di case study: verranno presentati esempi specifici e argomenti selezionati per il loro interesse scientifico e mediatico. Intorno ai case study, il corso sarà organizzato con didattica laboratoriale: verranno realizzati dei veri e propri laboratori di comunicazione in cui gli studenti, lavorando in squadra e guidati da ricercatori e professionisti della comunicazione scientifica, analizzeranno l'esempio specifico e progetteranno e realizzeranno una serie di strumenti di comunicazione specifici (articoli di divulgazione scientifica, siti web, blog, interviste e audio/video ecc). Il percorso formativo avrà inoltre una impronta tecnologica, prendendo in considerazione le nuove tecnologie multimediali applicate alla comunicazione, presentando, utilizzando e integrando software e soluzioni open source disponibili al momento.

#### Modalità di valutazione

L'esame consiste nella discussione dei prodotti realizzati durante i laboratori del corso e un colloquio orale.

### English

#### Prerequisites

none

#### Programme

This course is based on the use of case studies, interesting examples of science communication that will be presented and analysed during the lessons. On the examples of these case studies, communication laboratories and practical activities will be organized. Students will work in team, guided by researchers and professional communicators, to plan and produce specific communication tools (articles, websites, blogs, audio/video etc). The course will also take in account the technological aspects related to communication, introducing and examining selected open source software. The program The course is 52 hours long, including 40 ore of lessons and 12 hours of lab activities. 12 hours are in common with the "Communicating Science" PhD course. Introduction to science communication • The postulates of communication: from body language to the communication plan • About science communication: why should we communicate science? • Different types of communication, including in the academic & research world • Planning an event for the public: the 5 steps strategy • Visual communication and science Speaking to the public about science • Introduction to verbal communication: from public talks to press conferences • The basics of public speaking in science • Slides, audio/video and multimedia tools Writing about science • Introducing science journalism • Differences between a scientific article, a press release and outreach articles • Writing for video: the storyboard Visual communication of science • How to communicate science with images • How to plan

and produce an image Communicating science on web • How is science communicated on the web • Science and web 2.0 • How to plan and produce a website Organization of a public event • The communication plan of a public event • Organizing an astronomical observation event

### Reference books

"The hands-on guide for science communicators: a step-by-step approach to public outreach" di Lars Lindberg Christensen

[https://play.google.com/store/books/details?id=GI\\_fpb4xFX4C&rdid=book-GI\\_fpb4xFX4C&rdot=1&source=gbs\\_vpt\\_read&pcampaignid=books\\_booksea](https://play.google.com/store/books/details?id=GI_fpb4xFX4C&rdid=book-GI_fpb4xFX4C&rdot=1&source=gbs_vpt_read&pcampaignid=books_booksea)

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410570 - FS490 - EDUCATIONAL & OUTREACH - COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA

**Docente:** BERNIERI ENRICO

### Italiano

#### Prerequisiti

nessuno

#### Programma

Il percorso formativo proposto si basa sul concetto di case study: verranno presentati esempi specifici e argomenti selezionati per il loro interesse scientifico e mediatico. Intorno ai case study, il corso sarà organizzato con didattica laboratoriale: verranno realizzati dei veri e propri laboratori di comunicazione in cui gli studenti, lavorando in squadra e guidati da ricercatori e professionisti della comunicazione scientifica, analizzeranno l'esempio specifico e progetteranno e realizzeranno una serie di strumenti di comunicazione specifici (articoli di divulgazione scientifica, siti web, blog, interviste e audio/video ecc). Il percorso formativo avrà inoltre una impronta tecnologica, prendendo in considerazione le nuove tecnologie multimediali applicate alla comunicazione, presentando, utilizzando e integrando software e soluzioni open source disponibili al momento. Il programma Il programma proposto prevede un percorso di 52 ore che include 40 ore di lezioni di insegnamento frontale e 12 ore di laboratorio pratico. 12 ore sono in comune con il corso di comunicazione per il Dottorato in Fisica. Introduzione alla comunicazione scientifica • Gli assiomi della comunicazione, dal linguaggio corporeo alla progettazione di un Communication Plan. • La comunicazione scientifica: Perché comunicare la scienza? • I diversi tipi di comunicazione nel mondo della ricerca e dell'Università. • Progettare un evento per il pubblico: la comunicazione in 5 mosse. • L'immagine e la comunicazione della scienza. Parlare in pubblico di scienza • Come si parla in pubblico: differenze tra conferenza stampa, dibattito e conferenza divulgativa • Le regole base per parlare in pubblico • Materiali multimediali per parlare di scienza al pubblico: slide, audio, video. Scrivere di scienza • Le basi del giornalismo scientifico: riflessioni sul linguaggio della carta stampata all'audio/video. • Le differenze tra un articolo divulgativo, un articolo scientifico e un comunicato stampa. • La scrittura per l'audio/video: lo storyboard. La comunicazione visiva della scienza • L'immagine e la comunicazione della scienza • Progettare e realizzare un'immagine La scienza sul web • Come è comunicata la scienza sul web • Il web 2.0 e la scienza • Realizzare un sito web Organizzare un evento per il pubblico • Il Communication Plan di una osservazione astronomica per una classe • Realizzare una serata osservativa

#### Testi

"Comunicare la scienza" di Giovanni Carrada <https://www.mestierediscrivere.com/uploads/files/comunicarelascienza.pdf>

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Il percorso formativo proposto si basa sul concetto di case study: verranno presentati esempi specifici e argomenti selezionati per il loro interesse scientifico e mediatico. Intorno ai case study, il corso sarà organizzato con didattica laboratoriale: verranno realizzati dei veri e propri laboratori di comunicazione in cui gli studenti, lavorando in squadra e guidati da ricercatori e professionisti della comunicazione scientifica, analizzeranno l'esempio specifico e progetteranno e realizzeranno una serie di strumenti di comunicazione specifici (articoli di divulgazione scientifica, siti web, blog, interviste e audio/video ecc). Il percorso formativo avrà inoltre una impronta tecnologica, prendendo in considerazione le nuove tecnologie multimediali applicate alla comunicazione, presentando, utilizzando e integrando software e soluzioni open source disponibili al momento.

#### Modalità di valutazione

L'esame consiste nella discussione dei prodotti realizzati durante i laboratori del corso e un colloquio orale.

### English

#### Prerequisites

none

#### Programme

This course is based on the use of case studies, interesting examples of science communication that will be presented and analysed during the lessons. On the examples of these case studies, communication laboratories and practical activities will be organized. Students will work in team, guided by researchers and professional communicators, to plan and produce specific communication tools (articles, websites, blogs, audio/video etc). The course will also take in account the technological aspects related to communication, introducing and examining selected open source software. The program The course is 52 hours long, including 40 ore of lessons and 12

hours of lab activities. 12 hours are in common with the "Communicating Science" PhD course. Introduction to science communication • The postulates of communication: from body language to the communication plan • About science communication: why should we communicate science? • Different types of communication, including in the academic & research world • Planning an event for the public: the 5 steps strategy • Visual communication and science Speaking to the public about science • Introduction to verbal communication: from public talks to press conferences • The basics of public speaking in science • Slides, audio/video and multimedia tools Writing about science • Introducing science journalism • Differences between a scientific article, a press release and outreach articles • Writing for video: the storyboard Visual communication of science • How to communicate science with images • How to plan and produce an image Communicating science on web • How is science communicated on the web • Science and web 2.0 • How to plan and produce a website Organization of a public event • The communication plan of a public event • Organizing an astronomical observation event

### Reference books

"The hands-on guide for science communicators: a step-by-step approach to public outreach" di Lars Lindberg Christensen  
[https://play.google.com/store/books/details?id=GI\\_fpb4xFX4C&rdid=book-GI\\_fpb4xFX4C&rdot=1&source=gbs\\_vpt\\_read&pcampaignid=books\\_booksea](https://play.google.com/store/books/details?id=GI_fpb4xFX4C&rdid=book-GI_fpb4xFX4C&rdot=1&source=gbs_vpt_read&pcampaignid=books_booksea)

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1

**Docente:** LELLI CHIESA MARGHERITA

### Italiano

#### Prerequisiti

AL110

#### Programma

Spazi e sottospazi vettoriali. Spazi vettoriali di matrici. Prodotto righe per colonne di matrici. Matrici a scala e algoritmo di Gauss-Jordan per la risoluzione di sistemi lineari omogenei. Generatori di uno spazio vettoriale e vettori linearmente indipendenti. Basi e dimensione di uno spazio vettoriale. Formula di Grassmann. Rango di una matrice e matrici invertibili. Teorema di Rouché-Capelli per la risoluzione di sistemi lineari. Determinante di una matrice. Applicazioni lineari. Nucleo e immagine di un'applicazione lineare. Il Teorema di nullità più rango. Matrice associata a un'applicazione lineare. Cambiamento di base. Spazio vettoriale duale e applicazione lineare trasposta. Diagonalizzazione di operatori lineari. Polinomio minimo di un operatore lineare. Forma canonica di Jordan.

#### Testi

Marco Manetti, Algebra lineare, per matematici. Serge Lang, Algebra Lineare, Bollati Boringhieri. Edoardo Sernesi, Geometria I, Bollati Boringhieri.

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali e esercitazioni

#### Modalità di valutazione

Sono previste due prove scritte parziali (una a metà e una alla fine del corso), il cui superamento esonera dalla parte scritta dell'esame.

### English

#### Prerequisites

AL110

#### Programme

Vector spaces and subspaces. Matrices. Row by column multiplication. Gaussian elimination and homogenous linear systems. Generators of a vector space and linearly independent vectors. Basis and dimension of a vector space. Grassmann Formula. Rank of a matrix and invertible matrices. Rouché-Capelli Theorem and solutions of a linear system. Determinant. Linear maps. Kernel and image of a linear map. The nullity plus rank theorem. Matrix associated to a linear map. Change of basis. Dual vector space and transpose of a linear map. diagonalization of linear operators. Minimal polynomial. Jordan canonical form.

#### Reference books

Marco Manetti, Algebra lineare, per matematici. Serge Lang, Algebra Lineare, Bollati Boringhieri. Edoardo Sernesi, Geometria I, Bollati Boringhieri.

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2

**Docente:** LOPEZ ANGELO

### Italiano

#### Prerequisiti

GE110, Geometria 1

#### Programma

Geometria euclidea Forme bilineari e forme quadratiche. Diagonalizzazione delle forme quadratiche. Prodotti scalari. L'operazione di prodotto vettoriale. Spazi euclidei. Operatori unitari e isometrie. Isometrie di piani e di spazi tridimensionali. Diagonalizzazione di operatori simmetrici. Il caso complesso. Geometria proiettiva Spazi proiettivi. Geometria affine e geometria proiettiva. Dualità. Cambiamenti di coordinate omogenee e proiettività. Curve algebriche piane Generalità. Curve algebriche reali. Classificazione delle coniche proiettive. Classificazione di coniche affini e coniche euclidee.

#### Testi

E. Sernesi: Geometria I, Bollati Boringhieri (1989)

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

lezioni frontali, esercitazioni, lavoro di gruppo assistito da un tutore, prove intermedie di valutazione. Le lezioni ed esercitazioni saranno sia in streaming che registrate e disponibili su Teams.

#### Modalità di valutazione

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso due prove in itinere (ciascuna di due ore e mezza), o in alternativa, di una prova scritta della durata di tre ore e successivamente di una prova orale. Lo scritto consiste di tre esercizi (divisi in punti), finalizzati a verificare il livello di comprensione effettiva dei concetti e la capacità di applicarli in pratica. La prova orale consiste nel verificare la conoscenza dei teoremi e risultati più importanti del corso. Tutti i compiti di esame (e quelli delle prove in itinere) degli anni precedenti sono disponibili sulla pagina web del docente: <http://ricerca.matfis.uniroma3.it/users/lopez/didattica-passata.html>

### English

#### Prerequisites

GE110, Geometry 1

#### Programme

Euclidean geometry Bilinear forms and quadratic forms. Diagonalization of quadratic forms. Scalar products. The vector product operation. Euclidean spaces. Unitary operators and isometries. Isometries of plane and three-dimensional spaces. Diagonalization of symmetric operators. The complex case. Projective geometry Projective spaces. Affine geometry and projective geometry. Duality. Homogeneous coordinate changes and projectivities. Plane algebraic curves Generality. Real algebraic curves. Classification of projective conics. Classification of affine conics and of euclidean conics.

#### Reference books

E. Sernesi: Geometria I, Bollati Boringhieri (1989)

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2

**Docente:** SCHAFFLER LUCA

### Italiano

#### Prerequisiti

GE110 - Geometria e Algebra Lineare 1

#### Programma

Geometria euclidea Forme bilineari e forme quadratiche. Diagonalizzazione delle forme quadratiche. Prodotti scalari. L'operazione di prodotto vettoriale. Spazi euclidei. Operatori unitari e isometrie. Isometrie di piani e di spazi tridimensionali. Diagonalizzazione di operatori simmetrici. Il caso complesso. Geometria proiettiva Spazi proiettivi. Geometria affine e geometria proiettiva. Dualità. Cambiamenti di coordinate omogenee e proiettività. Curve algebriche piane Generalità. Curve algebriche reali. Classificazione delle

coniche proiettive. Classificazione di coniche affini e coniche euclidee.

### Testi

E. Sernesi: Geometria I, Bollati Boringhieri (1989)

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Lezioni frontali, esercitazioni, lavoro di gruppo assistito da un tutore, prove intermedie di valutazione.

### Modalità di valutazione

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso due prove in itinere (ciascuna di due ore e mezza), o in alternativa, di una prova scritta della durata di tre ore e successivamente di una prova orale. Lo scritto consiste di tre esercizi (divisi in punti), finalizzati a verificare il livello di comprensione effettiva dei concetti e la capacità di applicarli in pratica. La prova orale consiste nel verificare la conoscenza dei teoremi e risultati più importanti del corso. Tutti i compiti di esame (e quelli delle prove in itinere) degli anni precedenti sono disponibili sulla pagina web del docente: <https://ricerca.matfis.uniroma3.it/users/lopez/didattica-passata.html>

### English

#### Prerequisites

GE110 - Geometry and Linear Algebra 1

#### Programme

Euclidean geometry Bilinear forms and quadratic forms. Diagonalization of quadratic forms. Scalar products. The vector product operation. Euclidean spaces. Unitary operators and isometries. Isometries of plane and three-dimensional spaces. Diagonalization of symmetric operators. The complex case. Projective geometry Projective spaces. Affine geometry and projective geometry. Duality. Homogeneous coordinate changes and projectivities. Plane algebraic curves Generality. Real algebraic curves. Classification of projective conics. Classification of affine conics and of euclidean conics.

#### Reference books

E. Sernesi: Geometria I, Bollati Boringhieri (1989)

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410341 - GE220 - TOPOLOGIA

**Docente:** MASCARENHAS MELO ANA MARGARIDA

### Italiano

#### Prerequisiti

Analisi reale di base. Teoria dei gruppi di base e algebra lineare di base.

#### Programma

Spazi topologici. Spazi connessi. Spazi compatti. Spazi metrici. Equivalenza omotopica. Gruppo fondamentale Rivestimenti topologici.

#### Testi

Testo di riferimento: Lezioni di topologia Lucia Caporaso - Disponibile sul Team del corso.

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Lezioni in classe fruibili a distanza.

#### Modalità di valutazione

Esame scritto e/o valutazioni in itinere scritte, e esame orale.

### English

#### Prerequisites

Basic linear algebra. Basic real analysis. Basic group theory.

#### Programme

Topological spaces. Connected spaces. Compact spaces. Metric spaces. Homotopy equivalence. Fundamental group. Covering spaces.

### Reference books

Text: Lezioni di topologia Lucia Caporaso - Available on Teams Supplementary book: Topology James R. Munkres - Prentice Hall.

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410341 - GE220 - TOPOLOGIA

**Docente:** CAPORASO LUCIA

### Italiano

#### Prerequisiti

Analisi reale di base. Teoria dei gruppi di base e algebra lineare di base.

#### Programma

Spazi topologici. Spazi connessi. Spazi compatti. Spazi metrici. Equivalenza omotopica. Gruppo fondamentale Rivestimenti topologici.

#### Testi

Testo di riferimento: Lezioni di topologia Lucia Caporaso - Disponibile sul Team del corso.

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Lezioni in classe fruibili a distanza.

#### Modalità di valutazione

Esame scritto e/o valutazioni in itinere scritte, e esame orale.

### English

#### Prerequisites

Basic linear algebra. Basic real analysis. Basic group theory.

#### Programme

Topological spaces. Connected spaces. Compact spaces. Metric spaces. Homotopy equivalence. Fundamental group. Covering spaces.

#### Reference books

Text: Lezioni di topologia Lucia Caporaso - Available on Teams Supplementary book: Topology James R. Munkres - Prentice Hall.

#### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE

**Docente:** SCHAFFLER LUCA

### Italiano

#### Prerequisiti

Algebra lineare, calcolo vettoriale, topologia generale.

#### Programma

1. Classificazione topologica di curve e superfici. Varietà topologiche e topologia quoziente; richiami. Triangolazioni. Classificazione topologica delle curve. Superfici e loro orientabilità. Somma connessa. Superfici e poligoni etichettati. Caratteristica di Eulero. Teorema di classificazione topologica delle superfici compatte. 2. Curve in  $\mathbb{R}^3$ . Curve lisce, curve regolari. Immersioni e imbedding. Lunghezza di una curva regolare e ascissa curvilinea. Curvatura e torsione. Curve piane, curvatura con segno, teorema fondamentale della geometria locale delle curve piane. 3. Superfici regolari in  $\mathbb{R}^3$ . Definizione, coordinate locali: esempi. Ogni superficie regolare è localmente il grafico di una funzione. Immagine inversa di un valore regolare. Funzioni, applicazioni lisce e diffeomorfismi su una superficie. Piano

tangente e derivata di un'applicazione. Esempio: la funzione 'altezza da un piano'. Versore normale, applicazione di Gauss, e orientazione. Superfici orientabili, il nastro di Moebius non è orientabile. 4. L'Applicazione di Gauss di una superficie in  $R^3$ . La prima forma fondamentale di una superficie nello spazio Euclideo: espressione in coordinate locali, esempi. Operatore autoaggiunto e forma bilineare simmetrica associata, teorema spettrale: l'operatore Forma e la seconda forma fondamentale di una superficie in  $R^3$ , curvature principali. Curvatura Media e di Gauss, punti ellittici, iperbolici, parabolici e planari. Esempi. Studio della funzione 'seconda forma fondamentale ristretta al cerchio tangente unitario': curvatura normale. Teorema di Meusnier. Direzioni di curvatura e direzioni asintotiche. Linee di curvatura: teorema di Olinde Rodrigues. Una superficie con tutti punti ombelicali è contenuta in un piano o in una sfera. 5. Significato geometrico della curvatura di Gauss. Segno della curvatura di Gauss e posizione del piano tangente. Studio della funzione 'distanza di una superficie da un piano': punti critici e interpretazione geometrica della segnatura dell'Hessiana nei punti critici. Studio della funzione 'distanza da un punto' e curvatura di Gauss in un punto di massimo. Applicazioni alle superfici compatte. Superfici rigate, superfici Minime. 6. Isometrie di superfici. Movimenti rigidi di  $R^3$  e isometrie di superfici. Isometrie locali, esempi. Isometrie conformi e coordinate isoterme. Calcolo dell'operatore Forma in coordinate isoterme. Equazione di Gauss e dimostrazione del Theorema Egregium. Esempi, controesempi e applicazioni.

## Testi

[1] J.M. Lee, Introduction to topological manifolds. Springer, (2000). <http://dx.doi.org/10.1007/b98853> [2] E. Sernesi, Geometria 2. Boringhieri, (1994). [3] M. Do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces. Prentice Hall, (1976). [4] M. Abate, F. Tovena, Curve e Superfici. Springer, (2006).

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Lezioni frontali in classe.

## Modalità di valutazione

Esame scritto e orale.

## English

### Prerequisites

Linear algebra, vector calculus, point-set topology.

### Programme

1. Topological classification of curves and compact surfaces. Triangulations, Euler characteristic. 2. Smooth and regular curves in Euclidean space. Immersions and imbeddings. Arc length. Curvature and the Fundamental Theorem of local geometry of plane curves. 3. Regular surfaces in  $R^3$ , local coordinates. Inverse image of a regular value. Maps and diffeomorphisms. Tangent plane and derivative of a map. Normal unit vector, orientation and the Gauss map of a surface in  $R^3$ . Orientable surfaces, examples. The Moebius band is non-orientable. 4. Riemannian metric, examples. The shape operator is self-adjoint. Principal and asymptotic directions. The Mean and Gauss curvatures. 5. The geometry of the Gauss map. The sign of the Gauss curvature and position of the tangent plane. Theorems of Meusnier and Olinde Rodrigues. Geometric properties of compact surfaces, Minimal surfaces and Ruled surfaces. 6. Isometries and local isometries. The Shape operator in isothermal coordinates. Proof of Gauss' Theorema Egregium. Examples, counter-examples and applications. 7. Homeworks. 8. 12 hours of lab for the visualization and computation on curves and surfaces.

### Reference books

[1] J.M. Lee, Introduction to topological manifolds. Springer, (2000). <http://dx.doi.org/10.1007/b98853> [2] E. Sernesi, Geometria 2. Boringhieri, (1994). [3] M. Do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces. Prentice Hall, (1976). [4] M. Abate, F. Tovena, Curves and Surfaces. Springer, (2006).

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE

**Docente:** PONTECORVO MASSIMILIANO

## Italiano

### Prerequisiti

algebra lineare, calcolo vettoriale, topologia generale

### Programma

Topologia e Geometria delle Superfici – Programma 1. Classificazione topologica di curve e superfici. Variet`a topologiche e topologia quoziente; richiami. Triangolazioni. Classificazione topologica delle curve. Superfici e loro orientabilit`a. Somma connessa. Superfici e poligoni etichettati. Caratteristica di Eulero. Teorema di classificazione topologica delle superfici compatte. 2. Curve in  $R^3$ . Curve lisce, curve regolari. Immersioni e imbedding. Lunghezza di una curva regolare e ascissa curvilinea. Curvatura e torsione. Curve piane, curvatura con segno, teorema fondamentale della geometria locale delle curve piane. 3. Superfici regolari in  $R^3$ . Definizione, coordinate locali: esempi. Ogni superficie regolare è local- mente il grafico di una funzione. Immagine inversa di un valore regolare. Funzioni,

applicazioni lisce e diffeomorfismi su una superficie. Piano tangente e derivata di un'applicazione. Esempio: la funzione 'altezza da un piano'. Versore normale, applicazione di Gauss, e orientazione. Superfici orientabili, il nastro di Moebius non è orientabile. 4. L'Applicazione di Gauss di una superficie in  $R^3$ . La prima forma fondamentale di una superficie nello spazio Euclideo: espressione in coordinate locali, esempi. Operatore autoaggiunto e forma bilineare simmetrica associata, teorema spettrale: l'operatore Forma e la seconda forma fondamentale di una superficie in  $R^3$ , curvatures principali. Curvatura Media e di Gauss, punti ellittici, iperbolici, parabolici e planari. Esempi. Studio della funzione 'seconda forma fondamentale ristretta al cerchio tangente unitario': curvatura normale. Teorema di Meusnier. Direzioni di curvatura e direzioni asintotiche. Linee di curvatura: teorema di Olinde Rodrigues. Una superficie con tutti punti ombelicali è contenuta in un piano o in una sfera. 5. Significato geometrico della curvatura di Gauss. Segno della curvatura di Gauss e posizione del piano tangente. Studio della funzione 'distanza di una superficie da un piano': punti critici e interpretazione geometrica della segnatura dell'Hessiana nei punti critici. Studio della funzione 'distanza da un punto' e curvatura di Gauss in un punto di massimo. Applicazioni alle superfici compatte. Superfici rigate, superfici Minime. 6. Isometrie di superfici. Movimenti rigidi di  $R^3$  e isometrie di superfici. Isometrie locali, esempi. Isometrie conformi e coordinate isoterme. Calcolo dell'operatore Forma in coordinate isoterme. Equazione di Gauss e dimostrazione del Theorema Egregium. Esempi, controesempi e applicazioni.

## Testi

Testi consigliati [1] J.M. Lee, Introduction to topological manifolds. Springer, (2000). - - <http://dx.doi.org/10.1007/b98853> [2] E. Sernesi, Geometria 2. Boringhieri, (1994). [3] M. Do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces. Prentice Hall, (1976). [4] M.Abate, F.Tovena, Curve e Superfici. Springer, (2006).

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Tradizionale

## Modalità di valutazione

written and oral exam

## English

### Prerequisites

linear algebra, vector calculus, general topology

### Programme

1. Topological classification of curves and compact surfaces. Triangulations, Euler characteristic. 2. Smooth and regular curves in Euclidean space. Immersions and imbeddings. Arc length. Curvature and the Fundamental Theorem of local geometry of plane curves. 3. Regular surfaces in  $R^3$ , local coordinates. Inverse image of a regular value. Maps and diffeomorphisms. Tangent plane and derivative of a map. Normal unit vector, orientation and the Gauss map of a surface in  $R^3$ . Orientable surfaces, examples. The Moebius band is non-orientable. 4. Riemannian metric, examples. The shape operator is self-adjoint. Principal and asymptotic directions. The Mean and Gauss curvatures. 5. The geometry of the Gauss map. The sign of the Gauss curvature and position of the tangent plane. Theorems of Meusnier and Olinde Rodrigues. Geometric properties of compact surfaces, Minimal surfaces and Ruled surfaces. 6. Isometries and local isometries. The Shape operator in isothermal coordinates. Proof of Gauss' Theorema Egregium. Examples, counter-examples and applications. 7. Homeworks. 8. 12 hours of lab for the visualization and computation on curves and surfaces.

### Reference books

Textbooks [1] J.M. Lee, Introduction to topological manifolds. Springer, (2000). - - <http://dx.doi.org/10.1007/b98853> [2] E. Sernesi, Geometria 2. Boringhieri, (1994). [3] M. Do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces. Prentice Hall, (1976). [4] M.Abate, F.Tovena, Curve e Superfici. Springer, (2006).

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI

**Docente:** LIVERANI MARCO

## Italiano

### Prerequisiti

Non sono richiesti prerequisiti specifici.

### Programma

1. Problemi ed algoritmi Introduzione alle caratteristiche del calcolatore ed al rapporto programmatore/ esecutore; compiti ed abilità del programmatore; principali caratteristiche ed abilità dell'esecutore, operazioni di base (logiche, aritmetiche e di confronto). Modelli di macchina calcolatrice: cenni sul modello di Von Neumann e sulla macchina di Turing. Linguaggi di programmazione: linguaggi imperativi e dichiarativi. Istruzioni fondamentali di un linguaggio di programmazione procedurale generico. Algoritmi e programmi; diagrammi di flusso. Regole della programmazione strutturata, cenni sul teorema di Jacopini-Böhm; approccio top-down alla soluzione di un problema. 2. Il linguaggio C Organizzazione della memoria di un calcolatore, indirizzi, parole, puntatori. Codifica binaria. Tipi di

dato, strutture dati (array, matrici, pile, code, code di priorità, liste, alberi, grafi). Linguaggio macchina, linguaggi di alto livello; compilatori ed interpreti, compilazione ed esecuzione di un programma C in ambiente UNIX/Linux. Il linguaggio C: scopi e principali caratteristiche. La struttura di un programma C, l'inclusione degli header, dichiarazione delle variabili; le librerie. Tipi di dato elementari in linguaggio C: interi, floating point, double, char. Operatori aritmetici, valutazione di espressioni logiche e connettori logici. Puntatori; aritmetica sui puntatori. Array e matrici e loro rappresentazione in memoria. Strutture dati complesse: liste, alberi, grafi; l'istruzione "struct". Operatore di assegnazione, operatori aritmetici in C in forma estesa e compatta. Strutture di controllo: "if ... else ...", "while ...", "do ... while", "for ...". Funzioni: funzioni di libreria e funzioni definite dall'utente. Passaggio di parametri per valore e per indirizzo alle funzioni. Funzioni ricorsive. Funzioni di input/output: "printf", "scanf", "fprintf", "fscanf"; funzioni per la gestione della memoria: "malloc", "free", "sizeof"; gestione di liste di record collegati tramite puntatori. 3. Algoritmi di ordinamento Algoritmi di ordinamento elementari: Insertion sort, Selection sort, Bubble sort; l'approccio "divide et impera", l'algoritmo Quick sort. Strutture di tipo LIFO (Last In First Out), pile; strutture di tipo FIFO (First In First Out), code; code di priorità, gli heap. Algoritmi ottimi per l'ordinamento: Heap sort, Merge sort. Complessità di un algoritmo nel caso peggiore, la notazione "O grande", analisi della complessità degli algoritmi di ordinamento. 4. Algoritmi su strutture dati di lista, grafo e albero Definizioni principali: grafo, grafo orientato; sottografo, sottografo indotto; cammino, cammino semplice, grafo connesso, grafo fortemente connesso, grafo completo, clique, ciclo, grafo aciclico; alberi, foreste, spanning tree di un grafo. Strutture dati per la rappresentazione di grafi mediante un calcolatore: liste di adiacenza e matrici di adiacenza. Algoritmi di visita di un grafo: visita in ampiezza (BFS), visita in profondità (DFS), ordinamento topologico di un grafo orientato aciclico. Problemi di cammino di costo minimo su un grafo, l'algoritmo di Dijkstra. Analisi della complessità degli algoritmi presentati. Cenni sulle classi dei problemi P, NP, NP-completi. Il problema "P=NP".

## Testi

T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, "Introduzione agli algoritmi", McGraw-Hill (Terza edizione) A. Bellini, A. Guidi, "Linguaggio C - Guida alla programmazione", McGraw-Hill (Quinta edizione) M. Liverani, "Programmazione in C", Esculapio (Seconda edizione) Dispense e altro materiale didattico fornito dal docente e reso disponibile sul sito web del corso (<http://www.mat.uniroma3.it/users/liverani/IN110>) e sulla piattaforma Microsoft Teams.

## Bibliografia di riferimento

A.V. Aho, J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, "Data structures and algorithms", Addison-Wesley. B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, "Linguaggio C", seconda edizione, Pearson - Prentice Hall, 1988. B.W. Kernighan, R. Pike, "Programmazione nella pratica", Addison-Wesley, 1999.

## Modalità erogazione

Lezioni di teoria in aula ed esercitazioni di programmazione in laboratorio informatico. Le lezioni sono registrate sulla piattaforma Microsoft Teams e fruibili anche a distanza. Le lezioni si svolgono in lingua italiana.

## Modalità di valutazione

Esame scritto di programmazione in linguaggio C; esame orale sugli argomenti teorici. Sono previste prove di valutazione "in itinere" con esercizi scritti di progettazione di algoritmi e programmazione in linguaggio C che, se superate, esonerano lo studente dalla prova scritta d'esame.

## English

### Prerequisites

No specific prerequisites are required.

### Programme

1. Problems and algorithms Introduction to the characteristics of the computer and to the programmer / executor relationship; duties and skills of the programmer; main characteristics and skills of the computer, basic operations (logic, arithmetic and comparison). Calculating machine models: notes on the Von Neumann model and on the Turing machine. Programming languages: imperative and declarative languages. Fundamental instructions of a generic procedural programming language. Algorithms and programs; flowcharts. Structured programming rules, notes on the Jacopini-Böhm theorem; top-down approach to solving a problem. 2. The C language Organization of the memory of a computer, addresses, words, pointers. Binary coding. Data types, data structures (arrays, matrices, stacks, queues, priority queues, lists, trees, graphs). Machine language, high-level languages; compilers and interpreters, compilation and execution of a C program in UNIX / Linux environment. The C language: aims and main characteristics. The structure of a C program, the inclusion of headers, declaration of variables; libraries. Elementary data types in C language: integers, floating point, double, char. Arithmetic operators, evaluation of logical expressions and logical connectors. Pointers; arithmetic on pointers. Arrays and matrices and their representation in memory. Complex data structures: lists, trees, graphs; the "struct" instruction. Assignment operator, arithmetic operators in C in extended and compact form. Control structures: "if ... else ...", "while ...", "do ... while", "for ...". Functions: library functions and user-defined functions. Passing parameters by value and by address to functions. Recursive functions. Input / output functions: "printf", "scanf", "fprintf", "fscanf"; memory management functions: "malloc", "free", "sizeof"; management of lists of records linked by pointers. 3. Sorting algorithms Elementary sorting algorithms: Insertion sort, Selection sort, Bubble sort; the "divide and conquer" approach, the Quick sort algorithm. LIFO (Last In First Out) type structures, piles; FIFO (First In First Out) structures, queues; priority queues, heaps. Optimal algorithms for sorting: Heap sort, Merge sort. Complexity of an algorithm in the worst case, the notation "Big-O", analysis of the complexity of the sorting algorithms. 4. Elementary algorithms on graphs Main definitions: graph, directed graph; subgraph, induced subgraph; path, simple path, connected graph, strongly connected graph, complete graph, clique, cycle, acyclic graph; trees, forests, spanning tree of a graph. Data structures for the representation of graphs using a computer: adjacency lists and adjacency matrices. Algorithms for visiting a graph: amplitude visit (BFS), depth visit (DFS), topological ordering of an acyclic oriented graph. Minimum cost path problems on a graph, Dijkstra's algorithm. Complexity analysis of the presented algorithms. Notes on the classes of P, NP, NP-complete problems. The problem "P = NP".

### Reference books

T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, "Introduzione agli algoritmi", McGraw-Hill (3rd edition) A. Bellini, A. Guidi, "Linguaggio C - Guida alla programmazione", McGraw-Hill (5th edition) M. Liverani, "Programmazione in C", Esculapio (2nd edition) Lecture notes and other teaching material in Italian provided by the teacher and made available on the course website (<http://www.mat.uniroma3.it/users/liverani/IN110>) and on the Microsoft Teams platform.

### Reference bibliography

A.V. Aho, J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, "Data structures and algorithms", Addison-Wesley. B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, "C Language",

second edition, Pearson - Prentice Hall, 1988. B.W. Kernighan, R. Pike, "The practice of programming", Addison-Wesley, 1999.

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410587 - IN400 - MODULO A- PROGRAMMAZIONE IN PYTHON

**Docente:** GUARINO STEFANO

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessuno

#### Programma

Il corso tratterà i seguenti aspetti della programmazione in Python: • Introduzione alla programmazione: architetture informatiche; memoria e dati; CPU e programmi; linguaggi di programmazione; problemi, algoritmi e programmi. • Come utilizzare l'interprete Python: richiamare l'interprete; passaggio di argomenti; modalità interattiva; i notebook; piattaforme di codifica online. • Concetti base della programmazione Python: variabili e assegnamenti; espressioni ed istruzioni; operazioni; stampa; commenti; debugging; tipi di dati; numeri e stringhe; input. • Funzioni: funzioni builtin; chiamate di funzione; importazione di moduli e funzioni; funzioni matematiche; composizione di funzioni; definire nuove funzioni; parametri e argomenti; argomenti obbligatori e facoltativi; ordine degli argomenti e assegnazione delle parole chiave; ambito di una variabile. • Prendere decisioni: espressioni booleane e operatori logici; esecuzione condizionale e alternativa; costruito if-elif-else; condizionali concatenati e annidati. • Iterazioni: riassegnazione e aggiornamento delle variabili; costruito while; istruzione break; sequenze e cicli; l'operatore in; costruito for. • Strutture dati (stringhe, liste, tuple, dizionari): definizione, proprietà, operazioni e metodi; indicizzazione vs assegnazione; mutabilità e immutabilità; map, filter e reduce; referenziazione e aliasing; impacchettamento spaccettamento; ricerca e ricerca inversa; argomenti di lunghezza variabile. • File: persistenza; apertura e chiusura e costruito with; lettura e scrittura; operatore format; nomi di file e percorsi; catturare le eccezioni; pickling. • Moduli e pacchetti: definizione di un modulo; definire un pacchetto; importazione di un pacchetto vs. importazione di un modulo vs. importazione di una funzione; installazione di pacchetti. • Classi e oggetti: classi, tipi, oggetti e istanze; istanze come valori di ritorno; attributi e metodi; mutabilità degli oggetti; l'istanziamento e il metodo `__init__`; overloading di un operatore e metodi speciali; metodi statici e metodi di classe; ereditarietà. • Pythonic programming: espressioni condizionali; EAFF (Easier to Ask for Forgiveness than Permission); list comprehension; generator expressions; operatori any e all; insiemi. • Programmazione scientifica: Numpy, array e broadcasting; Panda, dataframe e serie; Scikit Learn e introduzione al machine learning con Python; Matplotlib e visualizzazione dati in Python

#### Testi

Allen B. Downey, "Pensare in Python" (Edizione 2)", O'Reilly, ISBN-13: 978-8823822641

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Ogni settimana, a partire dalla seconda, la lezione del lunedì sarà dedicata ad una sessione di esercizi da consegnare al termine della lezione e che saranno valutati per un massimo di 3.5 punti a sessione, pari a 21 punti totali. Al termine del corso, gli studenti dovranno sostenere un quiz a risposta multipla per un massimo di 10 punti. Una prova orale sarà infine prevista per gli studenti non frequentanti o per coloro che non avranno consegnato gli esercizi in tempo. L'orale sarà invece facoltativo per gli altri studenti.

### English

#### Prerequisites

None

#### Programme

The course will cover the following aspects of programming in Python: • An introduction to programming: computer architectures; memory and data; CPU and programs; programming languages; problems, algorithms and programs. • How to use the Python interpreter: invoking the interpreter; argument passing; interactive mode; notebooks; online coding platforms. • Basic concepts of Python programming: variables and assignments; expressions and statements; operations; printing; comments; debugging; data types; numbers and strings; input. • Functions: built-in functions; function calls; importing modules and functions; math functions; function composition; defining new functions; parameters and arguments; mandatory vs. optional arguments; arguments' order and keyword assignment; scope of a variable. • Taking decisions: boolean expressions and logical operators; conditional and alternative execution; if-elif-else statements; chained vs. nested conditionals. • Iterations: reassignment and updating variables; the while statement; the break statement; sequences and looping; the in operator; the for loop. • Data structures (strings, lists, tuples, dictionaries): definition, properties, operations and methods; indexing vs. assignment; mutability and immutability; map, filter and reduce; referencing and aliasing; packing and unpacking; lookup and reverse lookup; variable-length arguments. • Files: persistence; opening and closing and the with construct; reading and writing; format operator; filenames and paths; catching exceptions; pickling. • Modules and packages: defining a module; defining a package; importing a package vs. importing a module vs. importing a function; installing packages. • Classes and objects: classes, types, objects and instances; instances as return values; attributes and methods; objects mutability; instantiation and the `__init__` method; operator overloading and special methods; static methods and class methods; inheritance. • Pythonic programming: conditional expressions; EAFF (Easier to Ask for Forgiveness than Permission); list comprehension; generator expressions; any and all; sets. • Scientific programming: Numpy, arrays and broadcasting; Pandas, dataframes and series; Scikit-learn

and basic machine learning with Python; Matplotlib and plotting in Python

### Reference books

Allen B. Downey, "Think Python: How to Think Like a Computer Scientist (2nd Edition)", O'Reilly, ISBN-13: 978-1491939369

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410588 - IN400 - MODULO B- PROGRAMMAZIONE IN MATLAB

**Docente:** Papa Federico

### Italiano

#### Prerequisiti

Non sono richiesti particolari prerequisiti.

#### Programma

Il desktop Matlab, command window, workspace, current folder, command history, documentazione MATLAB, organizzazione delle finestre, preferenze. Gestione del workspace, caricare/salvare variabili da/su file .mat. Editor di Array, editing manuale di variabili. Editor di Script, comandi basilari per aprire/salvare/modificare file script con estensione .m. Espressioni matematiche, numeri e formati, variabili, formato di display, assegnazione di variabili, funzioni matematiche come operandi, operatori aritmetici, funzioni matematiche come operatori, modificatori d'ordine, funzioni di conversione. Vettori e matrici bidimensionali, assegnazione di matrici e vettori, caricamento di matrici e vettori da file, funzioni per la generazione di matrici (zeros, ones, rand, randn, eye etc.), operatore di concatenazione, trasposizione, lunghezza vettori, dimensioni vettori e matrici, operazioni aritmetiche tra matrici, operazioni elemento a elemento, funzioni di matrici, funzioni elemento per elemento, accesso/modifica/cancellazione di elementi e blocchi di elementi. Matrici utili, norma di vettori e matrici, operatore ":", funzioni aggregate, indicizzazione di matrici e vettori con doppio e singolo indice, indicizzazione vettoriale. Variabili booleane, operatori relazionali, operatori logici, espressioni logiche su scalari, vettori e matrici, indicizzazione logica. Array numerici multidimensionali, caratteri e stringhe, function "char". Cell array, operatore di concatenazione, indicizzazione di cell array, accesso alle celle, accesso al contenuto delle celle, function "cell". Structure, function "struct", indicizzazione delle structure, accesso ai campi delle structure. Polinomi, valutazione polinomi per punti, somma/sottrazione/prodotto/divisione tra polinomi, derivazione di polinomi, radici di polinomi, polinomi date le radici. Numeri complessi, unità immaginaria, costruzione di numeri complessi, rappresentazione cartesiana e polare di numeri complessi. Sequenze numeriche e serie. Oggetti grafici, gerarchia e tipi, handles. Leggere/scrivere proprietà di oggetti, trovare valori di proprietà, copiare/cancellare oggetti. Oggetti "Figure", oggetti "Axes", oggetti "Line". Colori, rappresentazione RGB. Grafici 2D: function "plot" e "subplot", disegno di punti e curve nel piano, disegno di funzioni matematiche, disegno di numeri complessi, disegno di linee multiple tramite matrici, disegno di curve parametriche 2D, function "hystogram", altre function utili per generare specifici grafici 2D. Stili di linea, colori, markers, salvataggio di figure. Grafici 3D: function "plot3", "surf" e "mesh", generazione di griglie cartesiane bidimensionali per grafici 3D da vettori tramite "meshgrid", disegno di curve parametriche 3D. Esempi di grafici 2D e 3D. Programmazione in MATLAB, M-files, script e function, comandi di input/output, istruzioni per il controllo di flusso, istruzioni per i loop, controllo dei loop. Tipi di function, function primarie, function ausiliarie, function innestate, function anonime, handles di functions. Variabili globali, interruzione di script e function, program debugging e commenti. Function di function per la risoluzione di problemi di analisi matematica, grafico di funzioni matematiche, calcolo degli zeri di una funzione scalare, risoluzione di sistemi algebrici non lineari, calcolo di integrali definiti, minimizzazione di funzioni scalari in intervalli, minimizzazione multidimensionale non-lineare non-vincolata, minimizzazione vincolata, risoluzione di problemi differenziali di Cauchy del primo ordine.

#### Testi

Slides del corso.

#### Bibliografia di riferimento

Documentazione MATLAB.

#### Modalità erogazione

Lezione frontale con ausilio di laptop e slides.

#### Modalità di valutazione

Lo studente dovrà produrre un progetto in MATLAB su un tema di sua scelta, o scegliendone uno tra quelli proposti a lezione, usando i costrutti MATLAB visti a lezione. Lo studente discuterà oralmente in sede di esame il proprio progetto. Verrà valutata la qualità del progetto prodotto e la conoscenza dei costrutti visti a lezione.

### English

#### Prerequisites

There are no prerequisites.

#### Programme

MATLAB desktop, command window, workspace, current folder, command history, MATLAB help, windows and preferences. Workspace management, loading/saving variables from/on file. Array Editor, manual editing of variables. Script Editor, basic commands for opening/saving/modifying script files. Mathematical expressions, numbers and format, variables, display format, variable assignment, mathematical functions as operands, arithmetic operators, mathematical functions as operators, ordering modifiers, conversion

functions. Vectors and bidimensional matrices, building vectors and matrices, loading vectors and matrices, functions for vector/matrix generation (zeros, ones, rand, randn, eye etc.), concatenation, transposition, vector length, matrix dimension, matrix arithmetical operations, element-by-element operations, matrix functions, element-by-element functions, accessing/changing/deleting entries or blocks of matrices. Norm of vectors and matrices, operator “.”, aggregate functions, indexing of vectors and matrices, single/double index, vectorial index. Boolean variables, relational operators, logical operators, logical expressions on scalars, vectors and matrices, logical indexing. Multidimensional numerical arrays, characters and strings, function “char”. Cell array, cell array indexing, cell access, access to the cell content, function “cell”. Structure, function “struct”, structure indexing, access to the structure fields. Polynomials, evaluation of polynomials, sum/difference/product/division of polynomials, polynomial derivation, polynomial roots, polynomials from the roots. Complex numbers, imaginary unit, building complex numbers, Cartesian and polar representation of complex numbers. Numerical sequences and series. Graphical objects, types and hierarchy, handles. Reading/writing object properties, finding property values, copying/deleting objects. “Figure” objects, “Axes” objects, “Line” objects. Colours, RGB representation. 2D graphics: function “plot” and “subplot”, drawing points and lines on axes, plotting mathematical functions, plotting complex numbers, drawing multiple lines with matrices, plotting 2D parametric curves, “hystogram” function, other useful functions for 2D plots. Line style, colours, markers, figure saving. 3D graphics: functions “plot3”, “surf” and “mesh”, bidimensional grid generation with “meshgrid”, plotting 3D parametric curves. Examples of 2D and 3D graphics. MATLAB programming, M-files, script and functions, input/output commands, flux control, loops. Types of functions, primary functions, auxiliary functions, nested functions, anonymous functions, function handles. Global variables, script/function interruption, program debugging and comments. Functions of functions for solving mathematical problems: graphs of functions, searching for the zeros of a mathematical function, solution of non-linear algebraic systems, definite integral computation, scalar function minimization, multidimensional non-linear constrained/non-constrained optimization, integration of first order Cauchy problems.

## Reference books

Lesson slides.

## Reference bibliography

MATLAB documentation.

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410560 - IN400 - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON E MATLAB

( MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON )

**Docente:** GUARINO STEFANO

## Italiano

### Prerequisiti

Nessuno

### Programma

Il corso tratterà i seguenti aspetti della programmazione in Python: • Introduzione alla programmazione: architetture informatiche; memoria e dati; CPU e programmi; linguaggi di programmazione; problemi, algoritmi e programmi. • Come utilizzare l'interprete Python: richiamare l'interprete; passaggio di argomenti; modalità interattiva; i notebook; piattaforme di codifica online. • Concetti base della programmazione Python: variabili e assegnamenti; espressioni ed istruzioni; operazioni; stampa; commenti; debugging; tipi di dati; numeri e stringhe; input. • Funzioni: funzioni builtin; chiamate di funzione; importazione di moduli e funzioni; funzioni matematiche; composizione di funzioni; definire nuove funzioni; parametri e argomenti; argomenti obbligatori e facoltativi; ordine degli argomenti e assegnazione delle parole chiave; ambito di una variabile. • Prendere decisioni: espressioni booleane e operatori logici; esecuzione condizionale e alternativa; costruito if-elif-else; condizionali concatenati e annidati. • Iterazioni: riassegnazione e aggiornamento delle variabili; costruito while; istruzione break; sequenze e cicli; l'operatore in; costruito for. • Strutture dati (stringhe, liste, tuple, dizionari): definizione, proprietà, operazioni e metodi; indicizzazione vs assegnazione; mutabilità e immutabilità; map, filter e reduce; referenziazione e aliasing; impacchettamento spacchettamento; ricerca e ricerca inversa; argomenti di lunghezza variabile. • File: persistenza; apertura e chiusura e costruito with; lettura e scrittura; operatore format; nomi di file e percorsi; catturare le eccezioni; pickling. • Moduli e pacchetti: definizione di un modulo; definire un pacchetto; importazione di un pacchetto vs. importazione di un modulo vs. importazione di una funzione; installazione di pacchetti. • Classi e oggetti: classi, tipi, oggetti e istanze; istanze come valori di ritorno; attributi e metodi; mutabilità degli oggetti; l'istanziamento e il metodo \_\_init\_\_; overloading di un operatore e metodi speciali; metodi statici e metodi di classe; ereditarietà. • Pythonic programming: espressioni condizionali; EAFP (Easier to Ask for Forgiveness than Permission); list comprehension; generator expressions; operatori any e all; insiemi. • Programmazione scientifica: Numpy, array e broadcasting; Panda, dataframe e serie; Scikit Learn e introduzione al machine learning con Python; Matplotlib e visualizzazione dati in Python

### Testi

Allen B. Downey, “Pensare in Python” (Edizione 2), O'Reilly, ISBN-13: 978-8823822641

### Bibliografia di riferimento

Allen B. Downey, “Pensare in Python” (Edizione 2), O'Reilly, ISBN-13: 978-8823822641

### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

Ogni settimana, a partire dalla seconda, la lezione del lunedì sarà dedicata ad una sessione di esercizi da consegnare al termine della lezione e che saranno valutati per un massimo di 3.5 punti a sessione, pari a 21 punti totali. Al termine del corso, gli studenti dovranno

sostenere un quiz a risposta multipla per un massimo di 10 punti. Una prova orale sarà infine prevista per gli studenti non frequentanti o per coloro che non avranno consegnato gli esercizi in tempo. L'orale sarà invece facoltativo per gli altri studenti.

## English

### Prerequisites

None

### Programme

The course will cover the following aspects of programming in Python: • An introduction to programming: computer architectures; memory and data; CPU and programs; programming languages; problems, algorithms and programs. • How to use the Python interpreter: invoking the interpreter; argument passing; interactive mode; notebooks; online coding platforms. • Basic concepts of Python programming: variables and assignments; expressions and statements; operations; printing; comments; debugging; data types; numbers and strings; input. • Functions: built-in functions; function calls; importing modules and functions; math functions; function composition; defining new functions; parameters and arguments; mandatory vs. optional arguments; arguments' order and keyword assignment; scope of a variable. • Taking decisions: boolean expressions and logical operators; conditional and alternative execution; if-elif-else statements; chained vs. nested conditionals. • Iterations: reassignment and updating variables; the while statement; the break statement; sequences and looping; the in operator; the for loop. • Data structures (strings, lists, tuples, dictionaries): definition, properties, operations and methods; indexing vs. assignment; mutability and immutability; map, filter and reduce; referencing and aliasing; packing and unpacking; lookup and reverse lookup; variable-length arguments. • Files: persistence; opening and closing and the with construct; reading and writing; format operator; filenames and paths; catching exceptions; pickling. • Modules and packages: defining a module; defining a package; importing a package vs. importing a module vs. importing a function; installing packages. • Classes and objects: classes, types, objects and instances; instances as return values; attributes and methods; objects mutability; instantiation and the \_\_init\_\_ method; operator overloading and special methods; static methods and class methods; inheritance. • Pythonic programming: conditional expressions; EAFP (Easier to Ask for Forgiveness than Permission); list comprehension; generator expressions; any and all; sets. • Scientific programming: Numpy, arrays and broadcasting; Pandas, dataframes and series; Scikit-learn and basic machine learning with Python; Matplotlib and plotting in Python

### Reference books

Allen B. Downey, "Think Python: How to Think Like a Computer Scientist (2nd Edition)", O'Reilly, ISBN-13: 978-1491939369

### Reference bibliography

Allen B. Downey, "Think Python: How to Think Like a Computer Scientist (2nd Edition)", O'Reilly, ISBN-13: 978-1491939369

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20402131 - INGLESE SCIENTIFICO

Canale:N0

Docente: BRUNO ANDREA

## Italiano

### Prerequisiti

Nessuno

### Programma

L'esame è volto ad accertare la capacità di comprendere un testo scientifico in inglese

### Testi

Non c'è letteratura consigliata

### Bibliografia di riferimento

Nulla

### Modalità erogazione

L'esame consiste nella lettura di un testoo scientifico in inglese

### Modalità di valutazione

Lettura di un testo scientifico in inglese

## English

### Prerequisites

Nothing

### Programme

The exam is devoted to check that the student understands a scientific text in english

### Reference books

There is not a recommended text

### Reference bibliography

Nothing

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410592 - LM400 - INTRODUZIONE ALLA LOGICA

**Docente:** ABRUSCI VITO MICHELE

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessuno

#### Programma

1. I temi della logica 2. Logica classica: proposizioni, dimostrazioni 3. Logica classica: connettivi 4. Logica classica: tipi, variabili, quantificatori 5. Logica classica del primo ordine 6. Classi e insiemi 7. Codificazione, digitalizzazione, algebra di Boole 8. Macchina di Turing 9. Assiomatizzazione e formalizzazione della logica classica del primo ordine 10. La logica e le altre discipline

#### Testi

V. Michele Abrusci, LOGICA - Lezioni di primo livello, Quarta edizione, Wolters Kluwer, 2018

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Lezioni in aula

#### Modalità di valutazione

A scelta dello studente, prova scritta o prova orale. La prova verte sui contenuti principali dei capitoli del corso, e su approfondimenti di 4 capitoli a scelta dello studente

### English

#### Prerequisites

no prerequisite

#### Programme

1. The themes of logic 2. Classical logic: propositions, proofs 3. Classical logic: connectives 4. Classical logic: types, variables, quantifiers 5. First-order Classical logic 6. Classes and sets 7. Codes, digits, Boolean algebra 8. Turing Machine 9. Axiomatization and formalization of first-order classical logic 10. Logic and other disciplines

#### Reference books

V. Michele Abrusci, LOGICA - Lezioni di primo livello, Quarta edizione, Wolters Kluwer, 2018

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-