

# Fisica dell'Atmosfera e Meteorologia

## Premessa

Viene riportato di seguito l'ordinamento degli studi del corso di laurea in Fisica dell'Atmosfera e Meteorologia in base al **DM 270/2004**. Nell'A.A. 2011/12 il corso è stato trasformato in un curriculum della Laurea Triennale in Fisica. Saranno attivi quindi solo il secondo e il terzo anno.

## Ordinamento degli Studi - Laurea Triennale (DM 270)

II° Anno – I° semestre

Fis/02	Fluidodinamica	14 Cfu
Fis/01	Fisica 2	10 Cfu
Inf/01	Laboratorio di Calcolo Numerico e Informatica	9 Cfu

II° Anno – II° semestre

Fis/01	Fisica 3	6 Cfu
Fis/01	Laboratorio di Fisica 2	9 Cfu
Chim/03	Chimica	7 Cfu
Fis/06	Meteorologia Dinamica	10 Cfu

III° Anno – I° semestre

Fis/02	Meccanica Quantistica	9 Cfu
Fis/02	Metodi Matematici della Fisica	9 Cfu
Fis/06	Fisica dell'Atmosfera	9 Cfu
	Corso a scelta	6 Cfu

III° Anno – II° semestre

Fis/03	Struttura della Materia	8 Cfu
Fis/06	Meteorologia Sinottica	8 Cfu
Fis/06	Climatologia	10 Cfu
	Prova Finale	4 Cfu

**Elenco dei Corsi a Scelta (da 6 CFU se non diversamente indicato)**

Matematica

SSD Mat/03 Complementi di Algebra e Geometria (\*) (!)

SSD Mat/05 Fondamenti di Analisi Matematica (\*) (!)

SSD Mat/02 Algebra I (\*) (8 cfu – Mutuato dal Corso di Laurea in Matematica)

Fisica

SSD Fis/03 Complementi di Ottica (\*)

SSD Fis/03 Complementi di Struttura della Materia

SSD Fis/01 Elettronica I (\*)

SSD Fis/03 Fisica dei Plasmi (\*)

SSD Fis/06 Fisica dei Sistemi Dinamici (\*) (!)

SSD Inf/01 Fondamenti di Informatica (\*) (!) (Mutuato dal Corso di Laurea in Informatica)

SSD Fis/02 Metodi Probabilistici per la Fisica (\*)

SSD Mat/04 Storia della Scienza (\*) (!) (8 Cfu)

Ingegneria

SSD - - - Sensori e Rivelatori (\*)

(\*) I corsi contrassegnati con un asterisco non richiedono come propedeutico il corso di Meccanica Quantistica.

(!) I corsi contrassegnati con un punto esclamativo possono essere seguiti al secondo semestre del secondo anno.

## **Piani di studio**

Gli studenti che seguono l'ordinamento degli studi proposto dal Consiglio di Corso di Studio non hanno l'obbligo di presentare un piano di studio. Tuttavia gli studenti possono presentare un piano di studio individuale, che deve essere coerente con gli obiettivi del Corso di Laurea e con l'Offerta Formativa. Il piano di studio individuale deve essere sottomesso al CCS per l'approvazione e potrà essere successivamente modificato dallo studente, previa nuova approvazione del CCS.

Nell'ordinamento degli studi del corso di laurea triennale in FAM di Tor Vergata (DM 270/2004) sono previsti due esami a scelta libera, per un totale di 12 CFU. Si precisa che gli studenti potranno scegliere anche un numero diverso di corsi e una distribuzione diversa dei crediti (e seguirli nell'anno e nei semestri che preferiscono), purchè il numero totale di crediti sia almeno 12. Gli studenti dovranno comunicare la propria scelta degli esami a scelta libera al CCS, che ne prenderà atto e valuterà il carattere scientifico del corso scelto.

## **Prova finale**

La prova finale consiste nella discussione di una relazione scritta (tesi triennale), su un argomento attuale di ricerca proposto da un relatore, nel settore prescelto dallo studente.

Lo studente dovrà dare comunicazione dell'inizio del lavoro di tesi triennale compilando il modulo, disponibile sul sito della Facoltà di Scienze.

Lo studente dovrà presentare la domanda di laurea compilando il modulo disponibile sul sito Delphi (<http://delphi.uniroma2.it/totem/jsp/index.jsp>), almeno 20 giorni prima della sessione di laurea. Una copia del modulo dovrà essere consegnata presso la Segreteria Didattica del CCS (Presidenza della Facoltà di Scienze) con il nome del docente relatore ed il titolo della tesi.

1. La relazione scritta dovrà essere consegnata alla Segreteria Didattica del CCS almeno sette giorni prima della seduta di laurea.
2. La discussione della tesi avviene in seduta pubblica davanti ad una Commissione di cinque docenti che esprime la valutazione complessiva in centodecimi, eventualmente anche con la lode, tenendo conto della media dei voti riportati negli esami, del curriculum complessivo dello studente, del lavoro di tesi e della relativa discussione. La media dei voti riportati negli esami sarà pesata con i relativi CFU acquisiti e trasformata in centodecimi. Sono esclusi dal computo gli 8 CFU della prova finale e i 4 CFU dell'esame di Inglese, per il quale è prevista l'idoneità.

3. Alla formazione della media contribuiscono:

1) gli esami (valutati con un voto) relativi alle attività formative: a) di base; b) caratterizzanti e c) affini o integrative;

2) gli esami relativi alla attività formativa d) a scelta dello studente, limitatamente ai corsi di carattere scientifico, come da parere del CCS.

Nella formazione della media non si terrà conto dei voti più bassi, per un massimo di:

24 cfu se lo studente si laurea in corso

12 cfu se lo studente si laurea durante il primo anno fuori corso

6 cfu in tutti gli altri casi

Per gli studenti immatricolati prima dell'A.A. 2009/10, nella formazione della media non si terrà conto dei voti più bassi per un massimo di

36 cfu per chi si laurea in corso

24 cfu per chi si laurea durante il primo anno fuori corso

12 cfu in tutti gli altri casi

Agli studenti che superano i 110 punti può essere attribuita la lode, su proposta scritta del docente relatore, con voto unanime della commissione.

\*\*\*\*\*

### **Programmi dei corsi**

**ALGEBRA I - 6 CFU**

*Prof.ssa Elisabetta Strickland*

[Programma di Algebra I per Fisici, sottoinsieme del corso per Matematici da 8 cfu].

Definizioni di gruppo. Sottogruppi, Gruppi simmetrici. Gruppi diedrali. Sottogruppi. Classi laterali rispetto ad un sottogruppo. Teorema di Lagrange. Teorema di Cayley. Sottogruppi normali. Gruppi quoziente. Teorema di omomorfismo per i gruppi. Teoremi di isomorfismo per i gruppi. Automorfismi. Automorfismi interni. Quoziente di un gruppo sul suo centro. Applicazioni.

\*\*\*\*\*

**CHIMICA - 7 CFU**

*Prof.<sup>ssa</sup> Maria Letizia Terranova*

Tavola periodica e proprietà degli elementi. Il legame chimico. Le equazioni chimiche. Lo stato gassoso. Lo stato solido. Lo stato liquido: soluzioni e proprietà. L'equilibrio chimico in sistemi omogenei ed eterogenei. Equilibri acido-base. Elettrochimica. Cinetica chimica.

\*\*\*\*\*

**CLIMATOLOGIA - 10 CFU***Dr. Federico Fierli*

li elementi del sistema climatico, Scale di tempo e spazio. Forzante climatica. Variabilità forzata ed interna del sistema climatico. Retroazione, Sensitività climatica: l'esempio della retroazione del vapore acqueo e delle nubi. Equilibrio Radiativo ed Effetto Serra, Equazione di conservazione dell'energia e tasso di riscaldamento. Profilo verticale di temperatura determinato dalla condizione di equilibrio radiativo: problema dei due Flussi in atmosfera opaca nell'infrarosso. Equilibrio Radiativo-Convettivo, Atmosfera umida e modello di Manabe. Il ruolo delle nubi sul bilancio radiativo Retroazione del vapore acqueo ed effetto Serra a Valanga. Fattori limitanti l'effetto serra a valanga e modello di Ingersoll. Cenni di atmosfere planetarie. Il bilancio radiativo osservato in media spaziale e temporale, trasporto di energia e modelli "energy balance". Forme di Energia e loro interscambio. Forzanti energetiche del sistema atmosferico. Flussi di energia: medie, Transienti ed Eddies; Flussi di energia osservati, ruolo della circolazione oceanica e deposito di energia. Scambi di energia oceano-atmosfera e fenomeno di "El Nino". Variabilità paleoclimatica: osservazioni, modello "snowball earth" e transizioni ghiaccio-oceano, cenni sulla risonanza stocastica. Cicli Biogeochimici, origine della composizione atmosferica terrestre, richiami di chimica, Ciclo dell'ossigeno e ciclo di Chapman, Ciclo del carbonio in atmosfera e oceano. Bilancio delle emissioni chimiche al suolo, ossidazione, cicli catalitici, costanti di tempo chimiche e di trasporto. Chimica dell'ozono stratosferico polare, dinamica stratosferica, trasporto e climatologia dell'ozono, retroazioni climatiche della riduzione di ozono, Il protocollo di Montreal Modelli di analisi e previsione climatica Misure climatologiche.

Testi consigliati:

- J. P. Peixoto and A. H. Oort. New York, USA: American Institute of Physics, 1992
- Daniel J. Jacob, Introduction to Atmospheric Chemistry, Princeton University Press, 1999. (disponibile su: <http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/index.html>)
- Fierli: Dispense del corso.

\*\*\*\*\*

**COMPLEMENTI DI ALGEBRA E GEOMETRIA - 6 CFU***Prof. Francesco Brenti*

Gruppi. Sottogruppi. Classi laterali. Teorema di Lagrange. Sottogruppi normali. Gruppi quozienti. Omomorfismi. Teorema di Cayley. Spazi topologici. Topologia Euclidea. Aperti e chiusi. Omeomorfismi. Funzioni continue. Interno e chiusura. Distanze. Spazi metrici. Limiti. Topologia prodotto. Connessione. Connessione per archi. Compattezza. Gruppi di matrici. Gruppo generale lineare. Gruppo ortogonale. Gruppo unitario. I gruppi speciali lineari e ortogonali. Isometrie dello spazio Euclideo. Gruppi di simmetrie. Gruppo simmetrico. Gruppi classici di Lie. Algebre di Lie. Spazi tangenti. Azioni. Teorema di Burnside. Applicazioni. Rappresentazioni di gruppi. Classi di coniugio. Rappresentazioni matriciali. G-moduli. Algebre gruppo. Rappresentazioni irriducibili. Teorema di Maschke. Somme dirette. Lemma di Schur. Algebre commutanti e di endomorfismi. Prodotto tensoriale di rappresentazioni.

\*\*\*\*\*

**COMPLEMENTI DI OTTICA - 6 CFU***Dr. Paolo Proposito*

Interferenza e diffrazione. Polarizzazione della luce. Ottica all'interfaccia tra due mezzi. Birifrangenza. Scattering della luce. Quantizzazione del campo elettromagnetico. Coefficienti di Einstein. Teoria microscopica e macroscopica dell'assorbimento ottico. Indice di rifrazione. Allargamenti di riga. Cenni

di ottica guidata. Guide d'onda dielettriche. Modi ottici. Perdite ottiche in film sottili. Ellissometria spettroscopica.

#### TESTI CONSIGLIATI

R. Loudon, The quantum theory of light, Oxford Science 1983  
G. Lifante, Integrated Photonics Fundamentals, Wiley 2003

\*\*\*\*\*

#### COMPLEMENTI DI STRUTTURA DELLA MATERIA - 6 CFU

*Prof. Maurizio De Crescenzi*

Richiede il superamento di Meccanica Quantistica.

Il corso è diretto a studenti del terzo anno che intendono acquisire una preparazione di base sui fondamenti sperimentali e teorici della struttura degli atomi e dei solidi. Particolare riguardo sarà dato alle applicazioni di nuovi fenomeni fisici quali le nanostrutture, la superconduttività ad alta temperatura, l'STM (scanning tunneling microscopy) e il laser a semiconduttore.

#### TESTI CONSIGLIATI

R. Eisberg e R. Resnick: Quantum Physics per atomi e introduzione storica  
S.M. Sze: Fisica dei dispositivi a semiconduttore  
C. Kittel: Introduzione alla Fisica dello Stato Solido

\*\*\*\*\*

#### ELETTRONICA I - 6 CFU

*Docente da definire*

Reti a parametri concentrati. Risposte nel dominio del tempo, della frequenza e della frequenza complessa (Trasformata di Laplace e sue applicazioni). Teoremi sulle reti. La controreazione. Amplificatori differenziali e operazionali. Applicazioni lineari e non lineari.

\*\*\*\*\*

#### FISICA 2 - 10 CFU

*Prof. Piero Chiaradia*

La legge di Coulomb e il campo elettrico. La legge di Gauss. Il potenziale elettrico. Capacità. Dielettrici. Corrente e resistenza. Circuiti elettrici. Campo magnetico costante nel vuoto. Legge di Ampère. Campo magnetico costante nella materia. Induzione elettromagnetica. Autoinduzione e induzione mutua. Correnti alternate. Oscillazioni elettriche. Equazioni di Maxwell. Onde piane. Relatività Speciale e invarianza relativistica delle equazioni di Maxwell.

\*\*\*\*\*

#### FISICA 3 - 6 CFU

*Prof. Piero Chiaradia*

Onde meccaniche ed elettromagnetiche. Riflessione e rifrazione della luce. Ottica geometrica (specchi, lenti e strumenti ottici). Interferenza. Diffrazione. Elementi di ottica dei corpi anisotropi.

\*\*\*\*\*

#### FISICA DELL'ATMOSFERA - 9 CFU

*Docente da definire*

Costituzione fisica dell'atmosfera e principali cambiamenti di stato. Lo strato limite superficiale e il bilancio energetico. Effetti radiativi nell'atmosfera. Corpi nuvolosi e convezione atmosferica.

\*\*\*\*\*

**FISICA DEI PLASMI - 6 CFU***Dr. Giuseppe Consolini*

Introduzione ai plasmi. Moto di particelle nel campo elettromagnetico. Descrizione cinetica e fluida. Equazioni magnetoidrodinamiche. Equilibrio idromagnetico. Processi Collisionali, Onde nei plasmi. Instabilità. Elicità magnetica e topologia. Riconnessione magnetica. Effetti nonlineari. Applicazioni: proprietà dei plasmi spaziali, vento solare e plasmi magnetosferici. Cenni di turbolenza magnetoidrodinamica.

\*\*\*\*\*

**FISICA DEI SISTEMI DINAMICI - 6 CFU***Dr.ssa Alessandra Lanotte*

Introduzione ai sistemi dinamici e al caos deterministico; Sistemi continui e discreti, mappe 1d, modello di Lorenz; Sistemi dinamici conservativi e dissipativi; Punti fissi e stabilità lineare; Esponente di Lyapunov; Misura invariante, naturale, ipotesi ergodica; Attrattore strano e proprietà frattali; Esponenti di Lyapunov generalizzati; Cenni di teoria delle grandi deviazioni; Scenari di transizione al caos; Cenni su processi stocastici.

\*\*\*\*\*

**FLUIDODINAMICA - 14 CFU***Prof. Roberto Benzi*

Equazioni di un fluido non viscoso e principali leggi di conservazione. Fluidi in due dimensioni. Effetto della viscosità di un fluido. Stabilità dei moti fluidi stazionari: strato limite e sistemi di Rayleigh Benard. Transizione alla turbolenza e boundary layer turbolento.

\*\*\*\*\*

**FONDAMENTI DI ANALISI MATEMATICA - 6 CFU***Prof. John Elias Roberts*

I numeri reali, successione e serie, limiti, spazi di Banach, teoria dell'integrazione di Riemann-Cauchy, calcolo differenziale in una dimensione, relazione fra differenziazione ed integrazione, calcolo differenziale in più variabili, funzioni implicite, sistemi di equazioni differenziali lineari, spazi di Hilbert e operatori, applicazioni alla meccanica quantistica.

\*\*\*\*\*

**FONDAMENTI DI INFORMATICA - 6 CFU***Prof.<sup>ssa</sup> Dora Giammaresi (Mutuato dal corso di Laurea Triennale in Informatica)*

Cenni sull'architettura di un calcolatore, CPU, memorie RAM, dischi rigidi. Sistemi operativi. Comunicazioni tra calcolatori e con hardware esterno. Programmi di scrittura scientifica: breve introduzione a tex. Scrittura di una semplice relazione scientifica in Latex. I compilatori. Introduzione alla programmazione strutturata, diagrammi di flusso. Esempi di facili programmi in Matlab. Importanza delle approssimazioni numeriche introdotte nella soluzione di facili problemi di fisica.

\*\*\*\*\*

**LABORATORIO DI FISICA 2 - 9 CFU***Prof.<sup>ssa</sup> Rita Bernabei*

Leggi di Ohm e di Joule. Analisi dei circuiti elettrici in c.c. e c.a. Grandezze elettriche e relativi strumenti di misura. Rappresentazione complessa delle correnti e delle tensioni. Circuiti RL, RC, RLC e doppio stadio. Esercitazioni di laboratorio. Onde elettromagnetiche: rifrazione, riflessione, interferenza. Ottica geometrica: prisma, diottra, specchio sferico. Misure con sistemi ottici centrati e strumentazione connessa. Laser. Ottica dei corpi anisotropi.

\*\*\*\*\*

#### LABORATORIO DI FISICA DELL'ATMOSFERA - 8 CFU

*Dr.<sup>ssa</sup> Stefania Argentini*

Metodi di misura dello strato limite planetario: stazioni meteo, anemometro sonico, sodar, wind profiler. Misure del bilancio energetico dello strato limite. Analisi dati: bilancio superficiale, bilancio radiativo, parametrizzazione dei flussi turbolenti, circolazione.

\*\*\*\*\*

#### LABORATORIO DI CALCOLO NUMERICO E INFORMATICA - 9 CFU

*Prof. Francesco Berrilli*

Fondamentali di informatica. Metodi per la ricerca di radici semplici. Integrali numerici: Riemann, trapezi e Simpson. Integrali impropri, Metodo Monte Carlo. Metodi numerici per le equazioni differenziali ordinarie (ODE). Generatori di numeri pseudo-casuali. L'esperienza numerica di Fermi-Pasta-Ulam. Trasformate FFT e DCT. Compressione. Automi Cellulari. Aritmetica modulare. Entropia di Shannon. Kernel di convoluzione. Automi 2-d per la simulazione di sistemi complessi. Modello Forest-Fire e Sand Pile. Automi Cellulari Dissipativi. Introduzione ai linguaggi di programmazione F95 e C/C++

#### TESTI CONSIGLIATI:

Epperson J.F. "Introduzione all'analisi numerica: Teoria, metodi, algoritmi" McGraw-Hill  
 Press et al.: "Numerical Recipes"  
 T.Sauer "Numerical Analysis" Addison Wesley  
 S.J. Chapman: "Fortran 90/95 - Guida alla programmazione" McGraw-Hill  
 B.W. Kernighan, D.M. Ritchie: "Linguaggio C" Gruppo Editoriale Jackson

\*\*\*\*\*

#### MECCANICA QUANTISTICA - 9 CFU

*Prof. Massimo Bianchi*

Richiede il superamento di Calcolo 2, Geometria, Fisica 1, Fisica 2.

Crisi della Fisica Classica. Corpo nero. Effetto fotoelettrico. Fenomeni ondulatori, interferenza e diffrazione. Postulati della Meccanica Quantistica. Equazione di Schroedinger unidimensionale: buca di potenziale, effetto tunnel, oscillatore armonico. Equazione di Schroedinger tridimensionale: atomo di idrogeno. Momento angolare, composizione dei momenti angolari. Spin e momento magnetico. Particelle identiche, principio di Pauli. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo, teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo. Metodi variazionali.

\*\*\*\*\*

#### METEOROLOGIA DINAMICA - 10 CFU

*Prof. Roberto Benzi*

Richiede il superamento di Fisica 3.

Termodinamica dell'Atmosfera. Bilancio geostrofico ed equazione del vento termico. Equazioni primitive. Onde di gravità nell'atmosfera. Approssimazione quasi geostrofica. Circolazione simmetrica



e circolazione di Hadley. Instabilità baroclinica. Onde stazionarie e effetti orografici. La variabilità a bassa frequenza. Il concetto di predicibilità.

\*\*\*\*\*

#### METEOROLOGIA SINOTTICA - 8 CFU

*Docente da definire*

Requisiti per l'osservazione meteorologica. Telerilevamento da satellite. Rappresentazione dei parametri atmosferici. Espressioni per il vento in relazione alla pressione, caso geostrofico, di gradiente e con attrito. Struttura delle configurazioni sinottiche assolute e relative e categorie basilari fenomenologiche. Classificazione planetaria delle masse d'aria troposferiche. Sistemi a scala sinottica delle medie latitudini. Sistemi a scala sinottica delle basse latitudini. Fenomenologia a scala sub sinottica.

\*\*\*\*\*

#### METODI MATEMATICI DELLA FISICA - 9 CFU

*Prof. Giancarlo Rossi*

Richiede il superamento di Geometria e Calcolo 3.

Funzioni analitiche di variabile complessa. Teoremi di Cauchy. Funzioni monodrome e polidrome. Spazi vettoriali ad un numero finito di dimensioni: vettori e operatori lineari. Autovalori e autovettori. Rappresentazione spettrale. Polinomi ortogonali. Operatore aggiunto, autoaggiunto, unitario e normale. Cenni di teoria delle distribuzioni. Serie e trasformate di Fourier.

\*\*\*\*\*

#### METODI PROBABILISTICI PER LA FISICA - 6 CFU

*Dr. Gaetano Salina*

Definizione di probabilità e proprietà elementari. Distribuzione binomiale, di Poisson e Gaussiana e relazioni tra esse. Legge dei grandi numeri e Teorema del limite centrale (CLT) per variabili indipendenti. Non validità del CLT: distribuzione di Cauchy. Variabili dipendenti: distribuzione gaussiana e CLT. Random walk e limite del continuo. Problema della rovina del giocatore. Catene di Markov: definizione. Probabilità di transizione. Stati accessibili, ricorrenti e periodici. Criterio e Teorema di ricorrenza. Comportamento asintotico nel tempo. Teoremi di convergenza alla misura invariante. Bilancio dettagliato. Metodi Monte Carlo. Algoritmi numerici: Metropolis, Dinamica di Glauber e di Kawasaki.

\*\*\*\*\*

#### STRUTTURA DELLA MATERIA - 8 CFU

*Prof.<sup>ssa</sup> Anna Sgarlata*

Richiede il superamento di Meccanica Quantistica.

Atomi idrogenoidi in campi elettrici e magnetici. Atomi multielettronici. Metodi approssimati. Interazione di atomi con il campo di radiazione. Struttura di molecole semplici. Moti elettronici e nucleari. Moti elettronici e nucleari. Spettri molecolari.

#### TESTI CONSIGLIATI

B.H. Bransden, C.J. Joachain: *Physics of Atoms and Molecules*, Longman (1986)

A. Balzarotti, M. Cini, M. Fanfoni: *Atomi, Molecole e solidi. Esercizi risolti* Springer Verlag (2004)

Appunti distribuiti a lezione.

\*\*\*\*\*

STORIA DELLA SCIENZA - 8 CFU

Prof. Lucio Russo

Conoscenze pre-scientifiche e scienza: cenni al problema della demarcazione. La filosofia naturale della Grecia classica. Metodo e risultati della scienza ellenistica. Il Rinascimento scientifico. L'età galileiana. Principali caratteristiche della scienza settecentesca. La nascita delle principali teorie dell'Ottocento: geometrie non euclidee, termodinamica, elettromagnetismo, chimica, teoria dell'evoluzione. Crisi della scienza esatta nel primo Novecento. Sviluppo dell'informatica e sue conseguenze. Mutamenti del rapporto tra scienza e tecnologia.

\*\*\*\*\*

TELERILEVAMENTO - 8 CFU

Dr. Gianluigi Liberti

Aspetti teorici: definizioni, trasporto radiativo. Aspetti tecnico-strumentali: Orbite dei satelliti, Geometrie di scansione, Tipologie di strumenti. Applicazioni: Atmosfera: Nubi, Precipitazioni, Contenuti integrati di gas, Parametri d'instabilità, aerosols, vento. Superficie: Temperatura, albedo e riflettanza, copertura e vegetazione clorofilla, flussi radiativi e turbolenti.

TESTI CONSIGLIATI

J. Lenoble, Atmospheric Radiative Transfer, Deepak Publishing

I. Sokolik: Remote Sensing of the Atmosphere and the Oceans

G. Liberti: dispense

\*\*\*\*\*