

**CORSO MONODISCIPLINARE: FISICA-STATISTICA**

**MONODISCIPLINARY COURSE: PHYSICS-STATISTICS**

**CFU: 5 (h 30 lectures, h 0 practice teaching)**

**Teacher: DOTT. FELICE GESUELE SSD. FIS/03**

**Office hours (orario di ricevimento): Friday (Venerdì) (10.00-12.00)**

**Room 1G08**

**Dipartimento di Fisica**

**Complesso Universitario Monte Sant'Angelo**

**OBIETTIVI DEL CORSO:**

Il corso è costituito da due moduli (Fisica e Statistica) che formano un corpo unico ai fini dell'esame finale.

Lo scopo del corso è di fornire i principi e le metodologie di fisica di specifico interesse nello studio dei sistemi biologici e gli strumenti per la formulazione di modelli statistici elementari. Il corso costituisce una base per gli insegnamenti successivi di ambito più strettamente biomedico nell'ambito del corso di laurea in Medicina Veterinaria.

Per facilitare l'integrazione degli argomenti trattati nel corso con il curriculum di studi veterinari, la discussione dei concetti fondamentali della Fisica e della Statistica è seguita dalla descrizione qualitativa di applicazioni di tali concetti in campo biomedico: biomeccanica, circolazione del sangue, visione, udito, analisi ed interpretazione dei risultati di semplici studi sperimentali.

**OBJECTIVES OF THE COURSE:**

The course consists of two modules (Physics and Statistics) which form a single body for the final exam purposes.

The aim of the course is to provide the principles and the methods of Physics of specific interest in the study of biological systems as well as the tools for the formulation of elementary statistical models. The course provides a basis for the subsequent classes of strictly biomedical subject within the framework of the degree course in Veterinary Medicine.

In order to facilitate the integration of the topics covered in the course with the curriculum of veterinary studies, the presentation of the fundamental concepts of the Physics and the Statistics is followed by a qualitative description of a number of applications of these concepts in the biomedical fields: biomechanics, circulatory system, human vision and related dysfunctions, hearing, analysis and interpretation of the results of simple experimental studies.

## PROGRAMMA:

**1) Le Grandezze fisiche:** Definizione operativa di grandezza fisica. Sistemi di unità di misura. Grandezze scalari e vettoriali. Sistemi di riferimento. Cinematica del punto materiale. Lo spostamento come vettore. Moto unidimensionale uniforme e moto uniformemente vario. Velocità media ed istantanea. Accelerazione media ed istantanea. Moti piani. La velocità e l'accelerazione come vettori. La velocità angolare. Moti periodici: frequenza e periodo.

**2) Dinamica del punto materiale e dei sistemi:** Prima legge della dinamica. Sistemi inerziali. Definizione operativa di forza e di massa. Seconda legge della dinamica. La forza peso e l'accelerazione di gravità. La terza legge della dinamica. Sistemi meccanici isolati e conservazione della quantità di moto. Urti. Equilibrio statico di un punto materiale. Momento di una forza rispetto a un punto. Centro di massa e momento d'inerzia di un sistema materiale. Corpi rigidi e loro proprietà. Dinamica traslatoria e rotatoria di un corpo rigido. Condizioni generali di equilibrio di un corpo rigido. Definizione e condizione di equilibrio di una leva. Vari tipi di leva. Leve nel corpo umano.

**3) Il lavoro e l'energia:** Lavoro di una forza. Il teorema dell'energia cinetica. Il concetto di energia. Forze conservative e forze dissipative. L'energia potenziale. Sistemi meccanici conservativi e conservazione dell'energia meccanica. Energia meccanica nei sistemi reali. Potenza.

**4) I gas e i liquidi:** Definizione e unità di misura della temperatura. Le leggi dello stato gassoso ideale: legge di Boyle-Mariotte e leggi di Gay-Lussac. Equazione di stato dei gas perfetti. Definizione e unità di misura della pressione. Definizione di fluido. Forze agenti su di un volume di fluido in quiete. Legge di Stevino. Equilibrio in vasi comunicanti. Misurazione della pressione. Legge di Pascal. Legge di Archimede. Fluidi ideali: moto stazionario e costanza della portata. Teorema di Bernoulli. Applicazioni biologiche del teorema di Bernoulli. Liquidi reali: attrito interno, coefficiente di viscosità, perdita di carico. Regime laminare e vorticoso. La circolazione sanguigna. Pressione del sangue e lavoro del cuore. Fenomeni osmotici. Le forze di coesione. Tensione superficiale

**5) Onde e Acustica:** Onde elastiche ed elettromagnetiche. Onde longitudinali e trasversali. Propagazione di un'onda. Onde piane, sferiche e principio di Huygens. Onde propagative e onde stazionarie. Effetto Doppler. Natura del suono. Spettro delle onde meccaniche: lunghezza d'onda e frequenza. Intensità del suono. Misurazione dell'intensità sonora in decibel. Livelli di sensazione sonora. Curve di sensibilità sonora. L'orecchio umano. Effetti biologici degli ultrasuoni e applicazioni nella diagnostica medica.

**6) Elettrostatica:** L'origine atomica dell'elettricità. Isolanti e conduttori. Conservazione della carica elettrica. La carica elettrica come grandezza fisica e sua unità di misura. Campo elettrico e intensità del campo elettrico. La legge di Coulomb. Costante dielettrica. Le forze elettrostatiche come forze conservative. Potenziale elettrico e differenza di potenziale. Flusso del campo elettrico. Teorema di Gauss e applicazioni. Dipolo elettrico. Capacità elettrica e condensatori. Corrente elettrica. La corrente continua. Le leggi di Ohm. Resistenza elettrica e resistività. Resistenze in serie e in parallelo. L'effetto Joule. Potenza assorbita da un dispositivo.

**7) Ottica geometrica:** Onde elettromagnetiche e approssimazione di ottica geometrica. Le leggi della riflessione e della rifrazione. Indice di rifrazione. Fenomeno della dispersione. Riflessione totale. Fibre ottiche ed endoscopia. Specchio piano e sferico. Diottra sferica. Lenti sottili. Distanza focale e potere diottrico. Lenti convergenti e divergenti. Costruzione dell'immagine per le lenti sottili. Lente d'ingrandimento. Ingrandimento lineare e ingrandimento visuale. Microscopio composto. L'occhio umano: struttura dell'occhio reale e schema ottico semplificato, accomodamento, difetti dell'occhio e loro correzioni (miopia, astigmatismo, ipermetropia).

**8) Natura dei dati e della Statistica:** Cenni di statistica descrittiva e induttiva. Popolazione, unità e campione statistico. Variabili. Tipi di dati: dati discreti e continui, dati nominali, ordinali, di intervallo e di rapporto. Analisi e presentazione dei dati: Istogrammi e grafici. Descrivere i dati con i numeri. Principali indici di tendenza centrale (moda, media, mediana). Principali indici di dispersione (intervallo di variazione, quartili, scarto medio, varianza e deviazione standard).

**9) Distribuzioni di Probabilità:** Probabilità e Statistica. Cenni di calcolo delle probabilità. Eventi mutuamente esclusivi e proprietà additiva della probabilità. Eventi condizionati e proprietà moltiplicativa della probabilità. Eventi indipendenti. Distribuzioni di probabilità discrete e continue. Funzione di distribuzione cumulata. Distribuzione di probabilità binomiale: ruolo dei parametri ( $p, n$ ), media e varianza. Distribuzione normale e distribuzione normale standard. Tabelle della distribuzione standard. Approssimazione “normale” della distribuzione binomiale.

**10) Regressione e Correlazione:** Analisi della varianza. Confrontare due gruppi: il t-test. Campioni della stessa numerosità. Due gruppi di numerosità diversa: estensione del t-test. Regressione semplice e correlazione. Basi dell’analisi di regressione. Retta di regressione: errori e intervalli di confidenza. Coefficiente di determinazione e coefficiente di correlazione. Interpretazione del coefficiente di correlazione. Intervalli di confidenza, test di significatività ed entità dell’effetto. Calcolo delle dimensioni del campione. Presentazione dei risultati.

## PROGRAM:

**1) Measurement of physical quantities:** Systems of units. Scalars and vectors. Reference frames. Kinematics of point-like objects. Displacement vector. Motion along a straight line: constant speed and constant acceleration. Average and instantaneous speed. Average and instantaneous acceleration. Motion in two dimensions. Velocity and acceleration vectors. Angular speed and velocity. Periodic motion: frequency and period.

**2) Dynamics of point-like objects and systems:** First law of dynamics. Inertial reference frames. Measurement of force and mass. Second law of dynamics. Weight, gravitational force and acceleration. Third law of dynamics. Isolated systems of particles and conservation of linear momentum. Collisions. Static equilibrium of a point-like object. Moment of a force about a point. Center of mass and moment of inertia of systems of particles. Rigid bodies and their properties. Translations and rotations of a rigid body. General requirements of static equilibrium for a rigid body. Requirements of equilibrium for a lever. Types of lever. Levers in the human body.

**3) Work and Energy:** Work done by a force. Work-Kinetic energy theorem. The concept of Energy. Conservative and nonconservative forces. Potential energy. Mechanical conservative systems and conservation of mechanical energy. Mechanical energy in actual systems. Power.

**4) Gases and Fluids:** Measurement and units of the Temperature. The laws of a perfect gas: Boyle-Mariotte’s law and Gay-Lussac’s laws. Equation of state of a perfect gas. Measurement and units of the Pressure. Definition of a fluid. Forces acting on a volume of a fluid at rest. Stevin’s law. Communicating vessels. Measuring pressure. Pascal’s principle. Archimedes’ principle. Ideal fluids: steady flow and equation of continuity. Bernoulli’s Theorem. Biological applications of the Bernoulli’s theorem. Real fluids: friction, viscosity coefficient, pressure drop. Laminar and rotational flow. Circulatory system. Blood pressure and work done by the heart. Osmosis. Cohesive forces. Surface tension.

**5) Waves and Acoustics:** Elastic and electromagnetic waves. Longitudinal and transverse waves. Wave propagation. Plane wave, spherical wave and the Huygens’ principle. Traveling and standing

[www.mvpa-unina.org](http://www.mvpa-unina.org)

waves. The Doppler Effect. The nature of the sound. Spectrum of the mechanical waves: wavelength and frequency. Intensity and sound level. The decibel scale. Equal-loudness contours. Human ear. Biological effects of the ultrasounds and their applications in medical diagnostics.

**6) *Electrostatics:*** Atomic origin of electricity. Insulators and conductors. Conservation of charge. Measurement and units of electric charge. Electric field and its intensity. Coulomb's law. Dielectric constant. Electrostatic forces as conservative forces. Electric potential and potential difference. Electric field flux. Gauss' theorem and its application. Electric Dipole. Capacitance and condensers. Electric current. Direct current. Ohm's law. Resistance and resistivity. Resistors in parallel and in series. Joule heating. Power in electric circuits.

**7) *Geometrical Optics:*** Electromagnetic waves and geometrical optics approximation. Laws of Reflection and Refraction. Index of Refraction. Chromatic dispersion. Total internal reflection. Optical fibers and endoscopy. Plane and spherical mirror. Spherical refracting surfaces. Thin lenses. Focal length and dioptric power. Converging and diverging lenses. Images produced by a thin lens. Magnifying lens. Linear and angular magnification. Compound microscope. Human eye: basic structure of human eye and effective optical scheme, accommodation, dysfunctions of eye and their treatment (myopia, astigmatism, farsightedness).

**8) *The Nature of Data and Statistics:*** Basics of descriptive and inferential statistics. Variables. Types of data: discrete versus continuous data, nominal, ordinal, interval and ratio data. Data analysis and presentation: Histograms and graphs. Describing the data with numbers. Main measures of central tendency (mode, mean, median). Main measures of dispersion (range, interquartile range, mean deviation, variance and standard deviation).

**9) *Probability Distributions:*** Probability and Statistics. Population, unit and sample. Basics of probability calculus. Mutually exclusive events and the additive rule. Conditionally probable events and the multiplicative rule. Independent events. Discrete and continuous probability distributions. Cumulative distribution function. Binomial distribution: role of (n,p) parameters, mean and variance. The normal distribution and standard normal distribution. Table of the standard distribution. "Normal" approximation of the binomial distribution.

**10) *Regression e Correlation:*** Analysis of variance. Comparing two groups: the t-test. Equal sample sizes. Two groups and unequal sample sizes: extended t-test. Simple regression and correlation. Basic concepts of regression analysis. The regression line: errors and confidence intervals. The coefficient of determination and the correlation coefficient. Interpretation of the correlation coefficient. Confidence intervals, significance tests and effect size. Sample size estimation. Presenting results.

#### **LIBRI DI TESTO CONSIGLIATI/ BOOKS RECOMMENDED:**

- E. Ragozzino, PRINCIPI DI FISICA, EDISES.
- G.R.Norman e D.L.Streiner, Biostatistica. Tutto quello che avreste voluto sapere, Casa Editrice Ambrosiana.

### **METODI DIDATTICI:**

Gli obiettivi formativi del corso vengono raggiunti mediante 30 ore (5 CFU) di didattica frontale. Nel corso delle lezioni si predilige l'uso di una metodologia descrittiva, per l'acquisizione di un concetto, laddove l'uso del formalismo matematico non appaia strettamente necessario.

La discussione di ciascuno degli argomenti trattati è seguita dallo svolgimento di un ampio numero di esercizi. Questo consente allo studente di verificare quanto ha realmente compreso trasferendo i concetti appresi in un esercizio pratico. Alla fine di ogni argomento trattato è descritta un'applicazione biomedica in modo da evidenziarne la stretta relazione con i concetti del corso.

In questo corso si utilizza un metodo didattico (ispirato a quelli comunemente adottati all'estero), concepito per *incentivare uno studio continuo e collocato durante la frequenza delle lezioni*. A tal fine per chi frequenta, il corso contempla un *esame scritto distribuito* basato su una prova scritta di metà corso e una di fine corso. In tal modo negli ultimi anni il 70% degli studenti iscritti al primo anno ha superato l'esame finale a fine corso (negli appelli di gennaio, febbraio e marzo) con una votazione media di 24,5.

### **TEACHING METHODS:**

The teaching objectives of the course are achieved by means of 30 hours (5 CFU) of classroom teaching. During the lectures, the use of a descriptive methodology, in order to acquire a concept, is employed, when the mathematical formalism does not appear necessary.

A number of exercises follows the discussion of each of the course topics. This allows the student to check what he has really understood by applying the learned concepts to a practical exercise. At the end of each topic, a related biomedical application is described, in order to highlight the close relationship with course concepts.

This course exploits a teaching method (inspired by those commonly adopted abroad), which is designed to *encourage a study continuous and placed during the class attendance*. To this aim, for those who attend, the course contemplates a *written distributed exam* based on a written mid-course test and one at the end of the course. In this way, in recent years, 70% of the students enrolled in the first year passed the final exam at the end of the course (in the sessions of January, February and March) with an average grade of 24.5/30.

### **STRUMENTI A SUPPORTO DELLA DIDATTICA:**

Le lezioni sono svolte anche con l'ausilio di presentazioni power-point. Le *slides* su tutti gli argomenti del corso sono date agli studenti in modo da favorire uno studio continuo degli argomenti del corso. Le *slides* dalle lezioni e la frequentazione delle stesse non sono esaustive degli argomenti trattati, ma costituiscono un utile guida. Per conseguire una buona padronanza della materia è necessario che gli studenti approfondiscano a casa gli argomenti trattati, traendoli per esempio dai libri adottati per il corso o da altri libri.

### **TOOLS FOR TEACHING:**

Lectures are given by employing also power-point presentations. The slides on all the topics of the course are available for the students in order to facilitate a continuous study of the course topics. The slides of the lectures and the course attendance is not exhaustive of the topics, but they are a useful guide. To achieve a good knowledge of the subject is necessary for students to deepen the topics at home, studying them for example from the recommended books or from other books.



**LINGUA DI INSEGNAMENTO:** Italiano

**LANGUAGE OF INSTRUCTION:** Italian

**MODALITÀ DI VALUTAZIONE:**

L'esame è costituito **da due prove scritte *in itinere***, per chi segue il corso, che comprendono domande a risposta multipla ed esercizi. Per superare l'esame è necessario che il voto finale degli scritti (media delle due prove) sia maggiore o uguale a 18/30. L'esame orale è facoltativo e potrà modificare il voto ottenuto dalla media di cui sopra per non più di 3 punti (sia a salire che a scendere). Gli studenti non frequentanti potranno sostenere l'esame con un'unica prova scritta e una breve discussione orale.

**METHODS OF ASSESSMENT:**

The final exam consists of **two written *in itinere* tests**, for those who attend the course, which include multiple-choice questions and exercises. To pass the exam the final vote of the written tests (average of two tests) must be greater than or equal to 18/30. The oral exam is optional and can change the grade obtained from the above-mentioned average of no more than 3 points (both up and down). Non-attending students will be able pass the exam with a single written test and a brief oral discussion.