

**FITXA IDENTIFICATIVA****DADES DE L'ASSIGNATURA**

Codi: 43302
Nom: Tècniques experimentals en física nuclear i de partícules
Cicle: Màster Universitari Oficial
Crèdits ECTS: 6
Curs acadèmic: 2025-26

TITULACIONS

Titulació	Centre	Curs	Període
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Facultat de Física	1	Primer quadrimestre

MATÈRIES

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Física nuclear i de partícules	OPTATIVA

COORDINACIÓ

CASTILLO GIMENEZ M VICTORIA

GONZALEZ DE LA HOZ SANTIAGO

ZUÑIGA ROMAN JUAN

RESUM

L'assignatura **Tècniques Experimentals de Física Nuclear i de Partícules** inclou una primera part on s'estudien les tècniques de detecció de partícules utilitzades en els experiments de Física Nuclear i d'Altes Energies com calorimetria, detectors de radiació Cherenkov, detectors semiconductors, etc. així com tècniques de reconstrucció de successos i traces de partícules. La segona part està dedicada a les tècniques d'anàlisi i tractament de dades experimentals que inclou l'estudi de distribucions de probabilitat, propagació d'errors, teorema del límit central, ajustaments de dades experimentals, determinació de paràmetres, test d'hipòtesi, introducció a les tècniques de MonteCarlo i les seves aplicacions. L'assignatura està complementada per 1.5 ECTS de laboratori on l'estudiant realitzarà una pràctica utilitzant detectors de partícules i on haurà d'utilitzar els coneixements adquirits en les sessions de teoria.

CONEXEMENTS PREVIS**RELACIÓ AMB ALTRES ASSIGNATURES DE LA MATEIXA TITULACIÓ**



No s'ha especificat restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

ALTRES TIPUS DE REQUISITS

COMPETÈNCIES / RESULTATS D' APRENENTATGE

-

Analitzar una situació complexa extraient quals són les quantitats físiques rellevants i ser capaç de reduir-la a un model parametritzat.

Avaluar la validesa d'un model o teoria proposat per altres membres de la comunitat científica.

Comprendre d'una forma sistemàtica el camp d'estudi de la Física i el domini de les habilitats i mètodes d'investigació relacionats amb el dit camp.

Concebre, dissenyar, posar en pràctica i adoptar un procés substancial d'investigació amb serietat acadèmica.

Conocer los procesos más importantes de la interacción de la radiación con la materia, las técnicas de detección de la radiación, el funcionamiento de los detectores y la instrumentación utilizada actualmente en los experimentos de Física Nuclear y de Partículas.

Elaborar una memòria clara i concisa dels resultats del seu treball i de les conclusions obtingudes en l'àrea de la Física.

Estar en disposición para seguir los estudios de doctorado y la realización de un proyecto de tesis doctoral.

Exposar i defensar públicament el desenvolupament, resultats i conclusions del seu treball en l'àrea de la Física.

Ostentar la preparació para tomar decisiones correctas en la elección de tareas y en su ordenación temporal en su labor investigadora y/o profesional.

Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.

Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.

Que els estudiants posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.

Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seua capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seua àrea d'estudi.



Que els estudiants sàpiguen comunicar les conclusions (i els coneixements i les raons últimes que les sustenten) a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

Que els estudiants siguen capaços d'integrar coneixements i afrontar la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, incloga reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

Realitzar una anàlisi crítica, avaluació i síntesi d'idees noves i complexes en l'àrea de la Física.

Saber interpretar los datos experimentales u obtenidos mediante simulaciones y efectuar los análisis pertinentes mediante técnicas estadísticas para la obtención de los resultados finales y las magnitudes físicas que se pretende medir en el ámbito de la Física Nuclear y de Partículas.

Saber modelizar matemàticament els problemes físics senzills nous, connectats amb problemes coneguts. Ser capaç d'expressar en termes matemàtics noves idees.

Saber organizarse para planificar y desarrollar el trabajo dentro de un equipo con eficacia y eficiencia.

Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.

Utilizar con soltura aplicaciones y equipos informáticos para el tratamiento, simulación y análisis de datos experimentales en Física Nuclear y de Partículas.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Detectores en Física d'Altes energies. Calorimetria.

Mecanismes de detecció. Definició i interès. Classificació i diferències fonamentals. Mecanismes bàsics. Cascada electromagnètica. Model de Rossi-Heitler. Trencada hadrònica. Senyal/Potència. Compensació. Resolució energètica. Efectes instrumentals.

2. Detectores Cherenkov

Introducció. Tècniques de detecció. Comptadors Cherenkov. Detectores RICH.

3. Detectores de semiconductores

Introducció. Característiques bàsiques. Semiconductors dopats. La unió pn: formació de la regió de desertificació. Característiques dels semiconductors com a detectors. Estructures díode per a la construcció de detectors de silici. Detectores de posició.



4. Conceptes preliminars

Definició de probabilitat. Variables aleatòries. Càlcul de probabilitats. Teorema de Bayes.

5. Propietats generals de les distribucions de probabilitat.

La funció densitat de probabilitat. La funció acumulativa. Propietats de les funcions densitat de probabilitat. La funció característica. Distribucions de més d'una variable.

6. Propagació d'errors

Funcions lineals de diverses variables. Canvi de variable. Generalització a diverses funcions. Notació matricial.

7. Distribucions de probabilitat

Distribució binomial. Distribució de Poisson. Distribució uniforme. Distribució exponencial. Distribució de Gauss. Distribucions binomial i multinomial. Distribucions de mostreig: La distribució de χ -quadrat, la distribució t de Student, la distribució F.

8. Lleis dels grans nombres. Teorema del Límit Central

Mostreig. Inferència mostral. Lleis dels grans nombres. Desigualtat de Chebysev. Teorema del Límit Central. Significat. Generat de nombres aleatoris gaussià.

9. Mètodes de Monte Carlo

Introducció i definició. Generadors de nombres aleatoris. Mètodes congruents. Altres Mètodes. Mostreig de distribucions. Mètode de la transformació inversa. Tècniques de mostreig per rebuig. Composició de variables aleatòries. Mostreig de distribucions discretes. Distribució de Poisson.

10. Estimació de paràmetres

Introducció. Propietats dels estimadors. Límit de mínima variància. Desigualtat de Raó-Cramér.

11. El mètode de màxima versemblança (ML)

Principi de màxima versemblança. Propietats dels estimadors ML. Propietats asimptòtiques. Canvi de variables. Variància dels estimadors ML. Mètode de màxima versemblança estàs.



12. El mètode de mínims quadrats (LS)

Definició. Models lineals en els paràmetres. Exemples. Models no lineals. Ajustos per mínims quadrats. Bondat dels ajustos. Mínims quadrats amb dades classificades.

13. Errors estadístics, intervals de confiança i límits

Introducció. Cinturons i intervals de confiança. Límits de confiança. Intervals de confiança gaussians. Intervals de confiança en el mètode de màxima versemblança. Intervals de confiança per a diversos paràmetres. Límits prop d'una frontera física. Intervals bayesianos. Intervals de confiança de Poisson. Límit superior amb existència de fons.

14. Tests estadístics

Conceptes bàsics i propietats. Hipòtesi simple. Lema de Neyman-Pearson. Hipòtesi composta. Test paramètrics per a variables normals. Bondat d'ajustos. Test chi-quadrat. Test de Kolmogorov-Smirnov. Test de consistència i aleatorietat. Test d'independència.

15. Laboratori de tècniques experimentals

Els estudiants faran una de les pràctiques de laboratori que es descriuen a continuació. Segons el nombre d'estudiants es realitzaran en parelles o individualment.

- Estudi de la radiació còsmica i mesura de la vida mitjana del muon: Dependència angular del flux de raigs còsmics. Components dura i blana de la radiació. Mesures temporals: determinació de la vida mitjana del muon.

-Desintegració beta nuclear: estudi d'espectres de desintegració beta i conversió interna de diverses fonts (Bi-207, Cs-137, Sr-90, Pm-147, Cl-37), funció resposta del detector de silici de barrera superficial, desconvolució dels espectres, Plot de Kurie.

- Coincidència gamma-gamma amb una font de Na22 o de Co60: estudi de la tècnica de coincidència amb detectors de ioduro de sodi i una font emissora de dues gammes. Estudi de la correlació angular de les gammes.

-Estudi i calibratge d'un multidetector de microstrips - pràctica ALIBAVA

VOLUM DE TREBALL (HORES)

ACTIVITATS PRESENCIALS

Activitat	Hores
Teoria	30,00
Seminari	3,00



Laboratori	12,00
Altres activitats	4,00
Total hores	49,00

ACTIVITATS NO PRESENCIALS

Activitat	Hores
Assistència a altres activitats	0,00
Elaboració de treballs individuals o en grup	20,00
Estudi i treball autònom	21,00
Preparació de classes	30,00
Preparació d'activitats d'avaluació	30,00
Resolució de casos pràctics	0,00
Total hores	101,00

METODOLOGIA DOCENT

MD1 - Classes teòriques lliçó magistral participativa.

MD2.- Pràctiques de laboratori

MD3 - Resolució de problemes.

MD4 - Problemes

MD5 - Seminaris.

MD6 - Visita a instal·lacions científiques externes i empreses

AVALUACIÓ

L'avaluació de l'assignatura està basada en:

- (A) Exàmens escrits sobre les classes de teoria i pràctiques: basats en els resultats de l'aprenentatge i en els objectius específics de l'assignatura (40 %).
 - (B) Avaluació contínua de l'estudiant en les classes de teoria i pràctiques: assistència participativa, realització d'exercicis en l'aula, presentació i entrega de problemes proposats (40 %).
 - (C) Avaluació de les activitats de les sessions de laboratori: assistència, manipulació d'instrumentació i equips, organització del treball, comprensió i ocupació dels guions de pràctiques, realització de càlculs, anàlisi de resultats, treball en equip, memòries i/o informes de les pràctiques lliurats (20 %).
- Per a compensar l'avaluació contínua (B), l'estudiant haurà de traure una nota superior a 3,5 en l'examen



(A).

Aquest sistema d'avaluació s'aplica tant a la primera com a la segona convocatòria

BIBLIOGRAFIA

- W.R.Leo. Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments. Springer-Verlag, 1987, Segunda edició 1994.
- Radiation Detection and Measurement. Glenn F. Knoll. Ed. John Wiley & Sons. New York, 3^a Edició. 1999.
- R. Wigmans. Calorimetry. Energy Measurements in Particle Physics. Oxford University Press. ISBN=0 19 850296 6
- J.V.Jelly, Cerenkov Radiation and Its Applications (Pergamon: London, 1958).
- A.G. Frodesen, O. Skjeggstad. Probability and Statistics in Particle Physics. Universitetsforlaget 1979.
- G. Cowan, Statistical Data Analysis, Oxford University Press
- R.J. Barlow, Statistics: A guide to the use of Statistical Methods in the Physical Sciences. John Wiley & sons
- Louis Lyons, Statistics for nuclear and particle physics. Cambridge University Press
- F. James, Statistics methods for experimental physics. World Scientific
- U. Amaldi. Fluctuations in calorimetry measurements. CERN-EP-/80-212
- C. Fabjan. Detector for elementary particle physics. CERN-EP/94-61
- T. Ypsilantis and J. Seguinot, Nucl., Instrum. Meth. Phys. Res. 142 (1977) 377
- D. Treille, The physics potencial of the RICH, Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res A(1996) 178



- C.J:S Damarell. Vertex Detectors: The state of the art and Future prospects. RAL-P-95-008 (Preprint).
- S. Brandt, Data Analysis: Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers, Springer 1999
- R.Y. Rubinstein. Simulation and the Monte Carlo Method. Ed. John Wiley and Sons Inc., Nueva York 1981
- W.T. Eadie. Statistical Methods in Experimental Physics North-Holland P.C.
- Cosmic Rays and Particle Physics. T.K. Gaisser. Cambridge University Press. Cambridge. 1990.