

Estadística en Física Experimental

1. **Repaso de Probabilidades:** Variables aleatorias. Valor medio y matriz de covarianza. Probabilidad condicional. Teorema de Bayes. Distribuciones de probabilidad discretas y continuas. Función característica. Cambio de variables. Propagación de errores. Muestreo. Ley de los grandes números.
2. **Ejemplos prácticos de distribuciones:** Definición y aplicaciones de la distribución binomial, multinomial, de Poisson, de Gauss, exponencial, Gama y de Cauchy. Distribuciones de muestreo: chi-cuadrado, t de Student y función F. Teorema central del límite.
3. **Comparación de datos experimentales y teoría:** Errores experimentales y la función de resolución. Errores gaussianos y no gaussianos, resolución de Breit-Wigner. Determinación experimental de la resolución. Rechazo de mediciones. Truncamiento de distribuciones por efectos de geometría finita o presencia de eventos no observables: modificación de la distribución o asignación de pesos.
4. **Información y teoría de la decisión:** Definición de información. Criterio de Fisher. Información mínima suficiente y teorema de Darmois. Teoría de la decisión. Función pérdida de información, riesgo, costo y ganancia. Criterio de minimización del riesgo de von Neumann y elección de Bayes.
5. **Teoría de Estimadores:** Propiedades generales: consistencia, convergencia, sesgamiento, unicidad, eficiencia, suficiencia, precisión y robustez. Relación entre varianza y sesgamiento: desigualdad de Cramer-Rao. Teorema de varianza mínima de Gauss-Markov. Diferencia entre estimación por inferencia Bayesiana y frecuentista.
6. **Método de máxima verosimilitud:** Definición del principio. Invarianza ante transformación de parámetros. Valor medio para el caso correlacionado. Estimación de la matriz de covarianza. Elipse de covarianza. Intervalo de confianza a partir de la función de Bartlett. Combinación de experimentos. Ideogramas. Determinación gráfica de los estimadores y de sus errores.
7. **Método de cuadrados mínimos lineales y no lineales:** La notación matricial para el caso lineal. Modificación para el caso no lineal, método de Newton. Construcción del χ^2 y bondad de ajuste. Funciones de estiramiento o “pulls”. Aplicaciones al caso de eventos con peso, y de problemas con vínculos por multiplicadores de Lagrange y por métodos iterativos. Intervalos de confianza y errores para el caso uni- y multidimensional.
8. **Propiedades generales de los tests de verificación de hipótesis:** Diferencia entre hipótesis simple y compuesta. Grados de libertad. Significancia de señal sobre ruido. Diferencia entre muestras grandes y reducidas. Independencia de muestras y tablas de contingencia. Consistencia de dos muestras. Test de aleatoriedad dentro de una muestra. Pérdida de información al presentar datos en histogramas.

9. **Descripción y aplicaciones de tests específicos:** Test de Neyman-Pearson para hipótesis simples. Test del cociente de verosimilitudes para hipótesis compuestas. Test de Pearson para bondad de ajuste. Test de Kolmogorov para muestras reducidas, Test “run” para verificación de aleatoriedad y para comparación de dos muestras. Test de Wilcoxon para dos muestras independientes. Test de Kruskal-Wallis para comparación de muchas muestras.
10. **Deconvolución de efectos experimentales:** Distorsiones en los datos por efectos aleatorios en el dispositivo de medida. Compensación por inversión de la matriz de respuesta. Método de los factores de corrección: algoritmo de Tikhonov para la eliminación de oscilaciones. Método de la entropía cruzada para la regularización de datos experimentales. Fundamentos bayesianos del método. Sesgamiento y varianza del proceso de deconvolución. Aplicación al caso de imágenes fuera de foco. Ejemplos e implementaciones numéricas.

Bibliografía

- *Statistics for Experimental Physics*, S. Roe; McGraw-Hill.
- *Statistical Methods in Experimental Physics*, F. James, W. Eadie; North-Holland.
- *Statistical Data Analysis*, G. Cowan; Oxford University Press.
- *Probability and Statistics in Particle Physics*, A. Frodesen, O. Skjeggstad; Columbia.
- *Statistics for nuclear and particle physicists*, L. Lyons; Cambridge Press.