



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO: de Física

ASIGNATURA: FISICA DE LOS PROCESOS IRREVERSIBLES

CARRERA/S: Doctorado

ORIENTACION:

PLAN:

CARACTER: Optativo

DURACION DE LA MATERIA: 1 (un) cuatrimestre

HORAS DE CLASE:	a) Teóricas.....4	hs.	b) Problemas.....	hs.
	c) Laboratorio.....	hs.	d) Seminarios.....	hs.
			e) Totales.....4	hs.

1. Introducción Histórica del Problema de la Irreversibilidad.
 - 1.1. El problema de la Irreversibilidad en Mecánica Estadística: Claussius, Boltzman, Gibbs, Coarse Graining, Prigogine, Nakajima- Zwanzig.
 - 1.2. El problema de la Irreversibilidad en Mecánica Clásica: Tres Cuerpos, Teorema de Poincaré, Teorema K.A.M., Integrabilidad, Caos.
 - 1.3. El problema de la Irreversibilidad en Mecánica Cuántica: Sistemas Inestables, Vectores de Gamow, Sudarsham, Bohm.
 - 1.4. El problema de la Irreversibilidad en Electromagnetismo: Soluciones avanzadas y retardadas, Zeh.
 - 1.5. El problema de la Irreversibilidad en Teoría de Campos: Interacciones débiles, Sachs.
 - 1.6. El problema de la Irreversibilidad en el Campo Gravitatorio: Agujeros negros y blancos, Hipótesis de Penrose.
 - 1.7. El problema de la Irreversibilidad en Cosmología: Expansión del Universo, Controversia de Hawking y Page.
2. Principales problemas y preguntas planteadas.
 - 2.1. Diferencia física entre pasado y futuro.
 - 2.2. Existencia de la flecha del tiempo.
 - 2.3. Coordinación en la flecha del tiempo.
 - 2.4. Diferencia Convencional y Sustancial.
 - 2.5. Microfísica reversible, Macrofísica irreversible.
 - 2.6. Inexistencia de Conspiraciones.
 - 2.7. Diferencias entre el presente, pasado y futuro.
3. Formalismo de la Irreversibilidad: Clásico, Cuántico y Estadístico.
 - 3.1. Formalismo Clásico. Noción de Inversión Temporal y Reversibilidad. Invariancia de las Ecuaciones de Hamilton.
 - 3.2. Formalismo Cuántico. Noción de Inversión Temporal. Operador de Wigner. Reversibilidad.
 - 3.3. Formalismo Estadístico: Superespacio de Matrices, Superoperadores y sus conjugaciones. Producto del operador de Wigner. Reversibilidad.

gn

7B

APROBADO POR RESOLUCION eD 576/93



4. Búsqueda de la proyección relevante. Sistemas Integrables, no Integrables, Modelo de Friedrichs-Lee, Espacios de Hilbert y Liouville equipados.
- 4.1. Sistemas Integrables Clásicos: Variables de Acción-ángulo "Averaging" de la Mecánica Celeste. Proyección Relevante.
- 4.2. Sistemas Integrables Cuánticos: Conjuntos Completos de Observables que Conmutan, Proyección sobre la diagonal principal, Equivalencia para el modelo Clásico.
- 4.3. Algunas propiedades de los Sistemas Integrables: Analiticidad.
- 4.4. Sistemas no Integrables: Operador de Colisión, Teorema de Poincaré y Teorema K.A.M., Prop. de Analiticidad, Métodos perturbativos.
- 4.5. Modelo de Friedrichs-Lee Clásico: Un oscilador acoplado con un Campo, Su solución.
- 4.6. Modelo de Friedrichs-Lee Cuántico: Diagonalización, Operadores de Creación y Destrucción, Análisis espectral del Hamiltoniano y sus prolongaciones Analíticas, Espacio de Fock.
- 4.7. Espacios de Hilbert equipados: Clases de Hardy. Inversión temporal.
- 4.8. Espacios de Liouville equipados: como Producto de Espacios de Hilbert y mediante un cálculo directo.
5. Evolución temporal y variables de Lyapunov: Entropía, Equilibrio.
- 5.1. Evolución temporal: La aparición de dos semigrupos.
- 5.2. Variables de Lyapunov: Operador de Prigogine.
- 5.3. Entropía: Entropía condicional.
- 5.4. Equilibrio.
6. Conspiraciones: Forma de eliminarlas.
- 6.1. Método de Nakajima-Zwanzig.
- 6.2. Sistema de la Escuela de Bruselas. Análisis comparativo.
7. **Aspectos Cosmológicos del problema.**
- 7.1. Modelo de Tasaki.
8. Conclusión.

Bibliografía:

- [1] - Zeh D.H., The Physical Basis of the Direction of Time, Springer-Verlag, Berlín (1989).
- [2] - Prigogine I., George C., Henin F., Rosenfeld L., Chemica Scripta 4, 5 (1973).
- [3] - Balescu R., Equilibrium and Non Equilibrium Statistical Mechanics, J. Wiley and Sons, New York (1975).
- [4] - Sachs R.G., The Physics of Time Reversal, The University of Chicago Press, Chicago (1987).
- [5] - Messiah A., Quantum Mechanics, North Holland Pub. Co., Amsterdam (1962).
- [6] - Roman P., Advanced Quantum Theory, Adison Wesley, Reading (1965).

JP

78



- [7] - Mackey M.C., Rev. Mod. Phys. **61**, 981 (1989).
- [8] - Rocchlin V.A., Am. Math. Soc. Transl. **39**, 1 (1964).
- [9] - Prigogine I., From Being to Becoming, W.H. Freeman and Co., San Francisco (1980).
- [10] - Tabor M., Chaos and Integrability in Non Linear Dynamics, John Wiley and Sons, New York (1989).
- [11] - Arnold V.I., Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer-Verlag, Berlín (1973).
- [12] - Arnold V.I., Avez A., Ergodic Problems of Classical Mechanics, Benjamin Inc., New York (1968).
- [13] - Prigogine I., Non Equilibrium Statistical Mechanics, John Wiley and Sons, New York (1962).
- [14] - Petrosky T.Y., Prigogine I., Physica **147** A, 439 (1988).
- [15] - Van Winter J., Trans. Am. Math. Soc. **162**, 103 (1971).
- [16] - Trione S., Curso de Matemática. Publicac. I.A.M. Nro 3 Buenos Aires (1980).
- [17] - Schwartz L., Methodes mathematiques pour les Sciences physiques, Hermann, Paris (1961).
- [18] - Bohm A., The Rigged Hilbert Spaces and Quantum Mechanics, Springer-Verlag, Berlín (1978).
- [19] - Ballentine L. E., Quantum Mechanics, Prentice Hall, New Jersey (1990)
- [20] - Bohm A., J. Math. Phys. **22**, 2613 (1981).
- [21] - Gadella M., J. Math. Phys. **24**, 1462 (1981).
- [22] - Gadella M., J. Math. Phys. **21**, 2142 (1983).
- [23] - Gadella M., J. Math. Phys. **25**, 2461 (1984).
- [24] - Bohm A., Gadella M., Mainland G., Am. J. Phys. **57**, 1103 (1989).
- [25] - Sudarsham E.C.G., Chiu C.B., Gorini V., Phys. Rev. D **18**, 2914 (1978).
- [26] - Parravicini G., Gorini V., Sudarsham E.C.G., J. Math. Phys. **21**, 2208 (1980).
- [27] - Antoniou I., Prigogine I., Dynamics and Intrinsic Irreversibility, Proceedings Int. Symposium "Conceptual Tools for understanding Nature", Trieste, September (1990).
- [28] - Sudarsham E.C.G., Quantum Dynamics, Metastable states and Constructive Semigroups, Preprint Univ. Texas DOE-EK 40200-265 CPP/91/3 (1991).
- [29] - Antoniou I., Suchanecki S., Preprint (1992).
- [30] - Zwanzig R.W., Statistical Mechanics of Irreversibility, Lectures at the Summer Institute of Theoretical Physics (University of Colorado, 1960), Eds. Wesley and Brittin Interscience, New York (1961).
- [31] - Zwanzig R.W., Statistical Mechanics of Irreversibility in "Quantum Statistical Mechanics", Meijer P. Ed. Gordon and Breach, New York (1960).
- [32] - George C., Physica **65**, 277 (1978).
- [33] - Prigogine I., Petrosky T.Y., Physica **147** A, 464 (1988).

89

72



- [34] - Petrosky T.Y., Prigogine I., Tasaki S., Quantum Theory of Non Integrable Systems, to appear in Physica Gen A, (1991).
- [35] - Zurek W.H., Phys. Rev. D **24**, 1816 (1981); **26**, 1862 (1982).
- [36] - Gell-Mann M., Hartle J.B., in "Complexity, Entropy and the Physics of Information", Santa Fe Institute in Sciences of Complexity, Vol IX, Zurek W. H. ed., Addison-Wesley (1990).
- [37] - Halliwell J.J., Phys. Rev. D**36**, 2627 (1967).
- [38] - Singh T.P., Padmanabhan T., Ann. Phys (NY) **196**, 296 (1987).
- [39] - Castagnino M., "The Probabilistic Time and the Semiclassical Approximation of Quantum Gravity" in Quantum Mechanics in Curved Space-Time, p317, Ed. Audretsch J., de Sabbata V., Plenum Press, New York (1990).

Firma del Profesor:

Aclaración de Firma: Dr. Mario Castagnino

13 SET 1992

Firma del Director:


Dr. GUILLERMO DUSSEL
DIRECTOR
DEPARTAMENTO DE FISICA