



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de  
Ciencias  
Sección de  
Físicas

## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

**Tutor/a:** Bert Janssen

**Departamento y Área de Conocimiento:** Física Teórica y del Cosmos

**Correo electrónico:** bjanssen@ugr.es

**Cotutor/a:** Antonio Martín Rodríguez

**Departamento y Área de Conocimiento:** Física Aplicada

**Correo electrónico:** amartinr@ugr.es

**Título del Trabajo:** Termodinámica Relativista

**Tipología del Trabajo:**

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica	X	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

**Breve descripción del trabajo:**

- Estudio de la Termodinámica teniendo en cuenta la Relatividad Especial, sobre la que no hay un consenso a día de hoy.
- Se discutirá si se transforman las leyes de la Termodinámica para distintos observadores inerciales o si estas son covariantes en su formulación más conocida.
- Se deducirá la transformación o invariancia de cantidades como la temperatura o entropía.

**Objetivos planteados:**

- Repaso histórico de las distintas posturas sobre las ecuaciones de transformación de las cantidades termodinámicas, especialmente la Temperatura.
- Formulación de la Termodinámica de forma covariante mediante el uso de un tratamiento de cuadvectores.

**Metodología:**

- Revisión de la literatura del tema existente hasta el momento para contrastar las predicciones, de las cuales no existe un consenso.
- Se puntualizarán los principios que asume cada autor.
- Se realizará el desarrollo matemático necesario para derivar cada una de las conclusiones.

Campus  
Fuentenueva  
Avda. Fuentenueva  
s/n  
18071 Granada  
Tfno. +34-958242736  
almartinr@ugr.es

**Comisión Docente de Físicas**  
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de  
Ciencias  
Sección de  
Físicas

**Bibliografía:**

1. Haddad, W. M. (2019). Relativistic Thermodynamics. In *A Dynamical Systems Theory of Thermodynamics* (SCH-School edition, pp. 567–590). Princeton University Press
2. Tolman, R. C. I. (1987). *Relativity, thermodynamics, and cosmology*. New York, Dover Publications.
3. Stueckelberg, E.C., Lacki, J., Wanders, G., & Ruegg, H. (2009). E.C.G. Stueckelberg, an unconventional figure of twentieth century physics : selecterd scientific papers with commentaries.
4. Hayward, S. A. (2013). Relativistic thermodynamics. In *Black Holes: New Horizons* (pp. 175-201).
5. Callen, H., & Horwitz, G. (1971). Relativistic thermodynamics. *American Journal of Physics*, 39(8), 938-947.
6. Schwartz, H. M. (1977). Einstein's comprehensive 1907 essay on relativity, part II. *American Journal of Physics*, 45(9), 811-817.
7. Israel, W., & Stewart, J. M. (1979). Transient relativistic thermodynamics and kinetic theory. *Annals of Physics*, 118(2), 341-372.
8. Ruggeri, I. L. I. M. T., Liu, I. S., & Müller, I. (1986). Relativistic thermodynamics of gases. *Ann. of Phys*, 169, 191.
9. Cleymans, J., & Worku, D. (2012). Relativistic thermodynamics: transverse momentum distributions in high-energy physics. *The European Physical Journal A*, 48, 1-8.
10. Güémez, J. (2011). Relativistic thermodynamics: A modern 4-vector approach. *Physics Research International*, 2011.
11. Gavassino, L. (2020). The zeroth law of thermodynamics in special relativity. *Foundations of Physics*, 50(11), 1554-1586.
12. Habeger, C. C. (1972). The second law of thermodynamics and special relativity. *Annals of Physics*, 72(1), 1-28.
13. Landsberg, P. T. (1967). Does a moving body appear cool?. *Nature*, 214, 903-904.
14. Fariás, C., Pinto, V. A., & Moya, P. S. (2017). What is the temperature of a moving body?. *Scientific reports*, 7(1), 17657.
15. Popławski, N. (2019). Invariant temperature of a moving body. *arXiv preprint arXiv:1902.05536*.
16. Khaleghy, M., & Qassemi, F. (2005). Relativistic Temperature Transformation Revisited, One hundred years after Relativity Theory. *arXiv preprint physics/0506214*.
17. Cubero, D., Casado-Pascual, J., Dunkel, J., Talkner, P., & Hänggi, P. (2007). Thermal equilibrium and statistical thermometers in special relativity. *Physical Review Letters*, 99(17), 170601.

**A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG**

Alumno/a propuesto/a: Álvaro Salazar Cuadros

Granada, 19 de mayo 2023

Sello del Departamento

Campus  
Fuentenueva  
Avda. Fuentenueva  
s/n  
18071 Granada  
Tfno. +34-958242736  
almartin@ugr.es

**Comisión Docente de Físicas**  
Facultad de Ciencias