

Propuesta de curso para la Escuela de Verano SoDoFi 2019 “Relatividad Especial”

Presentada a consideración de SODOFI por Dr. Rafael Bautista
Grupo Especializado en Relatividad y Cosmología

Propósito

El contenido de este curso está estructurado de manera que optimice el contacto de los participantes con formas comunes del trabajo en física teórica. En este sentido, el curso de relatividad es un vehículo ideal para desarrollar destrezas de pensamiento teórico, en vista de las numerosas sutilezas que es necesario tener en cuenta a la hora de ofrecer un argumento sólido basado en conceptos relativistas.

En vista de esa concepción del curso, su objetivo general es contribuir al desarrollo tanto de la intuición como de las capacidades analíticas de los participantes para emprender de cuenta propia indagaciones teóricas.

Objetivo específico

Actualización en los aspectos principales, teóricos y empíricos, de la Relatividad Especial. Este objetivo guía el desarrollo del curso, orientado principalmente a apuntalar las competencias de los participantes en la resolución de problemas relativistas simples.

Como se menciona, este curso contiene discusiones de algunos detalles relacionados con los problemas empíricos que presenta la verificación de algunos de los supuestos y predicciones de la teoría de la relatividad. Por este medio, se espera tener una discusión más amplia acerca de la relación que guarda la actividad teórica con la experimental, como parte cotidiana del ejercicio práctico del físico profesional, y de las dificultades que tiene el camino que va desde la “torre de marfil” del teórico hasta la expresión en términos empíricos de sus ideas.

Metodología

La metodología que seguirá el curso requiere de la participación activa de los asistentes. En ese sentido, el “profesor” es más bien un proveedor de bases conceptuales que actúa como un “facilitador” del aprendizaje de los temas que comprende el curso. De ahí que no sea apropiado llamar “alumnos” a los asistentes, sino “participantes”. Las instancias de participación programadas incluyen:

- Dos períodos por sesión diaria, de veinte minutos cada uno, de discusiones en grupos de tres participantes, de su solución propuesta a preguntas planteadas por el facilitador. Cada grupo deberá redactar su respuesta concreta a la pregunta hecha y entregarla al facilitador, para fines de respuesta inmediata con los respectivos comentarios.
- Una “pregunta para pensar” que se entrega al final de cada sesión, para que individualmente cada participante lleve como tarea para entregar redactada el día siguiente. Esas preguntas tienen dos propósitos: establecer una conexión entre la discusión del día y el tema a tratar el día siguiente, y dar una visión inicial de los problemas abiertos en física fundamental

que pueden atraer el interés de al menos algunos participantes para sus indagaciones futuras.

- Puesto que el fin último, desde el punto de vista de la carrera profesional de cada uno, sería realizar publicaciones, un componente de la metodología del curso será habilitar a los participantes para la lectura de artículos de investigación en relatividad, mediante la revisión y la presentación individual de literatura relevante para los fines del curso. En cada sesión, uno de los participantes deberá presentar un artículo asignado desde un mes antes de la fecha oficial del inicio del curso.

Por otra parte, la redacción misma de las respuestas que se espera los participantes elaboren, en caso de ser posible en la práctica, debe seguir protocolos comunes en el medio académico serio. En condiciones ideales, los participantes del curso tendrían a su disposición una sala en la cual haya portátiles dotados con alguno de los programas gratuitos de producción de documentos en *latex*, así como una impresora para que ellos puedan presentar sus respuestas en papel, si así se requiere (en ocasiones, esta forma de entrega es pedagógicamente útil). De esta manera, las respuestas pueden ser revisadas por el facilitador para sugerir a cada participante individual puntos de mejoría en su estilo.

Modalidad

Curso intensivo. Los participantes deben trabajar de manera concentrada (y concertada) durante un período de una semana, con trabajos asignados para realizar en casa que estos deben entregar cada día. Debido a que el propósito explícito incluye como elemento estructural el desarrollo de capacidades de investigación, este curso no se recomienda para personas que sólo tengan un interés superficial en oír de qué se trata el tema de la relatividad. Es decir, los meros asistentes pueden tener un efecto adverso sobre la disposición de aquellos que sí pretendan absorber los elementos básicos en la investigación de los temas del curso, y de desarrollar aptitudes y destrezas específicas de la actividad de investigación teórica. Quienes estén interesados deben estimar que por cada hora presencial diaria deberán disponer una adicional por fuera del salón. Por idénticas razones, aquellos que sí tengan la disposición de trabajo intensivo durante el período del curso deben asegurarse de que tienen el tiempo necesario para dedicarle al mismo.

De ahí la importancia de que, durante el período del curso, ellos no tengan compromisos laborales, o de otra índole, tan absorbentes que no les permita realizar los trabajos de pensamiento y redacción descritos en la Metodología. Si no hay continuidad y cumplimiento de metas en el día a día por parte de todos los individuos, el curso pierde su principal objetivo.

Duración

16 horas en total, tres horas diarias desde el martes 2 de julio hasta el sábado 6 de julio, 2019, con la excepción del sábado 6 julio, 2019, este día la reunión será desde las 8:30 a.m. hasta las 12:30 p.m., con el objetivo de usar una hora para discutir el futuro del grupo especializado en Relatividad y Cosmología.

Contenido

1. Preliminares. (3 horas):
 - a. Revisión de la relación entre el electromagnetismo y la mecánica clásica.
 - b. Los experimentos de medición de la velocidad de la luz: aspectos conceptuales y empíricos.
 - c. Problemas de práctica.

2. La cinemática y la dinámica relativistas. (6 horas):
 - a. El Principio de Relatividad. Orígenes e implicaciones iniciales.
 - b. El rol del postulado de invariancia de la velocidad de la luz.
 - c. Consecuencias cinemáticas por medio de ejemplos.
 - d. Consecuencias para la formulación de la dinámica clásica.
 - e. La evidencia empírica.
 - f. Problemas de práctica.

3. Discusión de los supuestos acerca del espacio y el tiempo. (3 horas):
 - a. “Marcos de referencia”.
 - b. Homogeneidad.
 - c. Isotropía.
 - d. Reciprocidad.
 - e. Sincronización y simultaneidad.
 - f. Causalidad.
 - g. Asuntos pendientes.

4. Geometría de Minkowski. (3horas):
 - a. Propiedades invariantes en el espacio-tiempo “plano”.
 - b. Métrica de Minkowski y “cuadrivectores”.
 - c. Formulación invariante de la RE.
 - d. Extensiones.
 - e. Problemas de práctica.

Bibliografía

- A. P. French: Special Relativity, MIT Press, 1968.
- Colección de artículos, en su mayoría del “American Journal of Physics” (la secuencia numerada sigue aproximadamente el orden temporal del curso. Tres artículos por sesión):
 1. Mermin, N. D. (1984). “Relativity without light”, Am. J. Phys. 52, 119-124.
 2. Lee, A. R. and Kalotas, T. M. (1975). “Lorentz transformations from the first postulate”, Am. J. Phys. 43, 434-437.
 3. Berzi, V. and Gorini, V. (1969). “Reciprocity principle and the Lorentz transformation”, J. Math. Phys. 10 (8), 1518-1524.
 4. Bertozzi, (1964). “Speed and kinetic energy of relativistic electrons”, Am. J. Phys. 32, 551-555.

5. Lovell, B. Whipple, F. and Solomon, L. H. (1964). "Relative velocity of light and radio waves in space", *Nature* 202, 377.
6. Lee, A. R. and Kalotas, T. M. (1976). "Response to Comments on 'Lorentz transformations from the first postulate'", *Am. J. Phys.* 44, 1000-1002.
7. Shankland, R. S. (1964). "Michelson-Morley experiment", *Am. J. Phys.* 32, 16-35.
8. Frisch, D. H. and Smith, J. H. (1963). "Measurement of relativistic time dilation using π -mesons", *Am. J. Phys.* 31, 342-355.
9. Fowler, W. A., Lauritsen, C. C. and Tollestrup, V. A. (1949). "Investigations of the capture of protons and deuterons by deuterons", *Phys. Rev.* 76, 1767-68.
10. Greaves, E. D., Rodriguez, A. M. and Ruiz-Camacho, J. (2009). "A one-way speed of light experiment", *Am. J. Phys.* 77, 894-896.
11. Hecht, E. (2009). "Einstein on mass and energy", *Am. J. Phys.* 77, 799-806.
12. Ehlers, J., Rindler, W. and Penrose, R. (1965). "Energy conservation as the basis of relativistic mechanics. II", *Am. J. Phys.* 33, 995-997.
13. De Benedetti, S. (1960). "The Mossbauer effect", *Sci. Am.* 202, April, 72-81.
14. Sherwin, C. W. (1960). "Some recent experimental tests of the 'clock paradox'", *Phys. Rev.* 120, 17-21.
15. Pound, R. V. and Snider, J. L. (1965). "Effect of gravity on gamma radiation," *Phys. Rev.* 140, 788-803.