



**Osvaldo Moreschi**

Doctor en Física

## *"Energía - Su relevancia en mecánica termodinámica, átomos, agujeros negros y cosmología"*

El término energía es empleado con mucha frecuencia en el lenguaje coloquial, sin embargo no siempre se lo usa como un conocimiento acabado de su concepto.

En realidad la noción de energía es usada con un significado muy preciso en la ciencia básica, denominada física. Como es costumbre en el

desarrollo del conocimiento, en física se desarrollan distintos marcos teóricos que se adaptan a diferentes tipos de sistemas físicos. En la Introducción de este libro enumeramos, brevemente, algunos marcos teóricos.

Lo que podemos remarcar aquí es que la noción de energía en cada marco teórico de la física, es un concepto fundamental. Esto está asociado a la relación que hay entre simetrías de sistemas físicos y cantidades conservadas. Lo que sucede es que la energía es una cantidad conservada en una gran variedad de sistemas físicos; por lo que se constituye en un concepto muy útil para el estudio detallado de los mismos.

Asimismo, intentamos hacer un repaso de distintos sistemas físicos donde el concepto de energía nos brinda un mecanismo de unificación del discurso. Partimos de los sistemas mecánicos más sencillos, pasando por sistemas compuestos, termodinámicos, relativistas, atómicos, gravitatorios y llegando a discutir el sistema cosmológico y otros.

Capítulo 1:	
<b>La energía como concepto básico de sistemas mecánicos sencillos</b>	8
• 1.1. Introducción	8
• 1.2. Masa atada a un resorte	10
• 1.3. Proyectil en las cercanías de la superficie terrestre	11
• 1.4. Sistema de un planeta moviéndose alrededor del Sol	13
Capítulo 2:	
<b>La energía en sistemas mecánicos compuestos</b>	17
• 2.1. El concepto de trabajo	17
• 2.2. Fuerzas conservativas	19
Capítulo 3:	
<b>La energía en sistemas mecánicos con muchísimas partículas: el gas ideal</b>	22
• 3.1. Sistema de partículas no interactuantes: gases ideales	22
Capítulo 4:	
<b>Sistemas termodinámicos y la relevancia de la energía</b>	25
• 4.1. La variable termodinámica fundamental: temperatura	25
• 4.2. Gases ideales	27
Capítulo 5:	
<b>Primer principio de la termodinámica</b>	30
• 5.1. Paredes adiabáticas	30
• 5.2. Energía interna	30
• 5.3. Primer principio de la termodinámica	31
• 5.4. Nota histórica	31
• 5.5. Móvil perpetuo de primera especie	32
• 5.6. Capacidad calorífica, la caloría	32
• 5.7. Nota histórica	33
• 5.8. Calores específicos	33
• 5.9. Propagación del calor	34
• 5.10. Aplicaciones del primer principio	39
• 5.11. Cambios de fase	41
Capítulo 6:	
<b>Segundo principio de la termodinámica</b>	43
• 6.1. Procesos termodinámicos reversibles e irreversibles	43
• 6.2. Procesos termodinámicos cíclicos en diagramas P-V	44
• 6.3. Segunda ley de la termodinámica	44
Capítulo 7:	
<b>Detalle de sistemas termodinámicos</b>	54
• 7.1. Distribución de velocidades del gas ideal	54
• 7.2. Radiación térmica como gas de fotones	56
Capítulo 8:	
<b>Energía de partículas relativistas</b>	59
• 8.1. Introducción histórica a la relatividad especial	59
• 8.2. Transformaciones de cuadvectores	62
Capítulo 9:	
<b>Energía de los electrones en átomos y la materia</b>	69
• 9.1. Introducción histórica a la mecánica cuántica	69
• 9.2. Niveles de energías continuas de dos partículas clásicas con carga eléctrica	72
• 9.3. Niveles de energías discretos de un electrón en el átomo de hidrógeno	73
• 9.4. Comportamiento de los electrones en la materia	74

Capítulo 10:	
<b>Energía en sistemas gravitatorios relativistas</b>	77
• 10.1. Partículas de prueba en relatividad general	77
• 10.2. Observaciones locales	82
• 10.3. Agujeros negros	84
• 10.4. Relación entre: energía de fotones, frecuencia de fotones y tiempo propio	86
• 10.5. Emisión de energía en forma de radiación gravitacional	89
Capítulo 11:	
<b>Energía en cosmología</b>	92
• 11.1. Introducción histórica a la cosmología	92
• 11.2. Pasando la película para atrás: la gran explosión	96
• 11.3. La radiación cósmica de fondo	97
• 11.4. La abundancia cósmica de los elementos y la densidad de materia	100
• 11.5. La singularidad inicial y el horizonte cosmológico	103
• 11.6. Evolución de la densidad de energía	106
• 11.7. Resumen de la historia del Universo	107
• 11.8. Recapitulación	108
Capítulo 12:	
<b>Energía de los núcleos atómicos</b>	109
• 12.1. Introducción	109
• 12.2. Constituyentes del núcleo atómico	109
• 12.3. Interacciones nucleares	110
• 12.4. Nota histórica: el problema de la conservación de la energía en el decaimiento $\beta$	110
• 12.5. Energía nuclear	111
• 12.6. Reactores nucleares	113
• 12.7. La vida de las estrellas	115
Capítulo 13:	
<b>Energía en el choque de partículas elementales</b>	123
• 13.1. Laboratorios de choques de partículas de altas energías	123
• 13.2. La estructura de la materia	129
• 13.3. Notas históricas	133
Capítulo 14:	
<b>Importancia de la energía en el contexto social</b>	136
• 14.1. La energía en las actividades de la sociedad	136
• 14.2. Balance energético en Argentina	136
• 14.3. Balance energético en otros países	138
• 14.4. Datos energéticos del mundo	141
• 14.5. Otros aspectos de la energía en el contexto social	143
<b>Apéndice A: Sistema Internacional de Unidades</b>	148
• A.1. Definición de magnitudes fundamentales y unidades en el sistema SI	148
<b>Apéndice B: Sistemas de coordenadas cartesianas y polares</b>	150
• B.1. Sistema cartesiano y polar en dos dimensiones	150
<b>Apéndice C: Tasas de variación medias e instantáneas</b>	152
• C.1. Tasas de variaciones medias	152
• C.2. Tasas de variaciones instantáneas	152
• C.3. Sobre la velocidad y la aceleración	155
<b>Apéndice D: Solución de ejercicios</b>	156
Referencias	169
Índice alfabético	170