

Respuesta a los comentarios a “Termodinámica: una formulación lagrangiana” y “El esquema de Hamilton en la termodinámica”

Angel Fierros Palacios

Instituto de Investigaciones Eléctricas

Recibido el 29 de mayo de 2000; aceptado el 6 de julio de 2000

PACS: 03.40.Ge; 47.10.+g

A continuación doy respuesta a los comentarios del Dr. Torres con respecto al artículo “Termodinámica: una formulación lagrangiana”.

1. Ni en el párrafo 2 ni en ninguna otra sección del artículo se habla o se utiliza el principio de Hamilton. En mis trabajos de mecánica analítica utilicé el esquema teórico desarrollado por los Drs. Fermín Viniegra H., Alejandro Salcido G. y el autor, al cual hemos denominado el principio variacional tipo Hamilton.
2. Si el Dr. Torres dice que el término $\rho^2 \partial \lambda / \partial \rho$ es una función de ρ y t , por supuesto que también lo es de V y t ; debido a la definición usual de la densidad de masa. Un simple análisis dimensional es suficiente para justificar el hecho de que la relación

$$\rho^2 \frac{\partial \lambda}{\partial \rho} = E(V, t), \quad (1)$$

donde $E(V, t)$ es la energía total interna en el volumen V que contiene al sistema, se sigue que

$$\left[\rho^2 \frac{\partial \lambda}{\partial \rho} \right] \rightarrow [\rho \lambda] = [l] = \frac{\text{energía}}{\text{volumen}}, \quad (2)$$

debido a que la densidad lagrangiana l , ciertamente es energía por unidad de volumen. Nuevamente, del análisis dimensional anterior es claro que

$$\frac{\text{ergs}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{dina} \cdot \text{cm}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{dina}}{\text{cm}^2} = [\text{presión}] = \left[\rho^2 \frac{\partial \lambda}{\partial \rho} \right]. \quad (3)$$

3. Por supuesto que la Ec. (2) de sus comentarios es correcta debido al significado que realmente tiene $E(V, t)$. Lo que es incorrecto es afirmar que ese resultado es la ecuación térmica de estado del gas ideal.
4. La ecuación que se numera con el (3) es válida para procesos tanto reversibles como irreversibles y está sujeta a la única condición de que p debe ser constante. En ninguna parte se afirma que el proceso es adiabático.

5. Las densidades lagrangianas juegan un papel en la teoría muy semejante al de las ecuaciones constitutivas en el esquema ordinario de la dinámica de fluidos clásica. No se refieren a sí el sistema termodinámico es de una sola fase o no.

Por otra parte, la relación (4) es la forma de Euler de la segunda ley de la termodinámica y la ecuación final de su comentario es la bien conocida relación de Gibbs-Duhem. Las contribuciones científicas de Euler, Gibbs y Duhem están más allá de cualquier comentario superficial o crítica infundada.

Con respecto a los comentarios del Dr. Torres sobre mi artículo “El esquema de Hamilton en la termodinámica”, no voy a abundar demasiado:

1. En el trabajo se propone un esquema novedoso que rompe con los prejuicios y las ideas preconcebidas.
2. En el esquema de Hamilton, y dentro de la teoría clásica de campos solo se requiere de una función lagrangiana cualquiera que dependa entre otras cosas, de ciertas funciones que no necesariamente son las coordenadas generalizadas y las velocidades generalizadas. Lo único que se exige es que sea una densidad escalar que al introducirla en las correspondientes ecuaciones diferenciales de campo, den como resultado las ecuaciones dinámicas buscadas. Se definen con ellas los momentos generalizados y la correspondiente función hamiltoniana y eso es todo. En ninguna parte se exige más que eso.
3. Como en el caso de mi otro artículo, el esquema que se propone es congruente con el principio tipo Hamilton y con los fundamentos teóricos de la teoría clásica de campos. No incluyo bibliografía alguna porque son hechos bien conocidos y mejor establecidos y fundamentados en innumerables obras de texto serias.