H. Goldstein, Mecánica clásica (Editorial Aguilar. Madrid, 1979).

y de la ecuación de Lagrange se sigue que

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} = \dot{p}_i.$$

Por tanto, la ecuación [7-10] se reduce a la forma sencilla:

$$dH = \sum_i \dot{q}_i \, dp_i - \sum_i \dot{p}_i \, dq_i - \frac{\partial L}{\partial t} dt. \qquad [7\text{-}11]$$

Comparándola con [7-9] se llega al siguiente sistema de $2n + 1$ ecuaciones, del tipo de las [7-6]:

$$\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \qquad - \dot{p}_i = \frac{\partial H}{\partial q_i}, \qquad [7\text{-}12]$$

$$- \frac{\partial L}{\partial t} = \frac{\partial H}{\partial t} \qquad [7\text{-}13]$$

Las ecuaciones [7-12] se conocen con el nombre de *ecuaciones canónicas de Hamilton;* constituyen un sistema de $2n$ ecuaciones de primer orden que reemplazan a las ecuaciones de Lagrange. En principio, la primera etapa para resolver los problemas mecánicos mediante esta formulación canónica consiste en expresar la lagrangiana L como $L(q, \dot{q}, t)$. A continuación se obtienen los momentos canónicos a base de la ecuación [7-2], y con ellos se forma la hamiltoniana H del modo indicado en la ecuación [7-8], y finalmente se sustituye H en [7-12], con todo lo cual se obtienen las ecuaciones del movimiento, que son de primer orden.

7-2. Coordenadas cíclicas y procedimiento de Routh.—Indicaremos que el método hamiltoniano resulta especialmente adecuado cuando en el problema hay coordenadas cíclicas. De acuerdo con la definición de la sección 2-6, coordenada cíclica q_j es aquella que no interviene explícitamente en la lagrangiana; según las ecuaciones de Lagrange, su momento conjugado p_j será constante. Pero si $\dot{p}_j$