

**Solución**

Suponemos que  $-\partial \mathbf{H} / \partial t = \nabla \times \mathbf{E}$ . Por el teorema de Stokes,

$$\int_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = \iint_S (\nabla \times \mathbf{E}) \cdot d\mathbf{S}.$$

Suponiendo que podemos pasar  $\partial / \partial t$  dentro del signo de integral, obtenemos

$$\begin{aligned} -\frac{\partial}{\partial t} \iint_S \mathbf{H} \cdot d\mathbf{S} &= \iint_S -\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S} \\ &= \iint_S (\nabla \times \mathbf{E}) \cdot d\mathbf{S} = \int_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} \end{aligned}$$

y por tanto

$$\int_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = -\frac{\partial}{\partial t} \iint_S \mathbf{H} \cdot d\mathbf{S},$$

que es la ley de Faraday. ▲



**Figura 8.2.12** Un gato es capaz de ponerse derecho durante una caída retorciendo partes de su cuerpo.

### La caída de los gatos y el teorema de Stokes

Todos nos hemos preguntado en alguna ocasión cómo es posible que los gatos caigan siempre de pie. Si soltamos un gato desde una posición de reposo en la que sus patas están por encima de su cabeza, el gato es capaz de hacer un giro de  $180^\circ$  y reorientarse y caer sobre sus patas. Este conocido fenómeno ha fascinado a la gente durante muchos años —especialmente en ciudades como Nueva York, donde se sabe que hay gatos que han sobrevivido a caídas de 8 a 30 pisos!

Se han dado muchas explicaciones incorrectas a la capacidad de los gatos para enderezarse en el aire, incluyendo la idea de que tenía que ver con el modo en que el gato gira su cola. Esto no puede ser cierto porque hay gatos que no tienen cola (los gatos de raza Manx) y, sin embargo, también pueden realizar estas hazañas.

Podemos observar, como se puede ver en la Figura 8.2.12, que el gato consigue cambiar su orientación retorciendo el cuerpo, creando *cambios en su forma interna o configuración*. Visto esto de forma superficial, da lugar a una aparente contradicción; dado que se deja caer al gato desde una posición de reposo, tiene un momento angular igual a cero al inicio de la caída y, por tanto, de acuerdo con la ley básica de la física conocida como ley de *conservación del momento angular*, el gato tiene momento angular cero a lo largo de toda la caída.<sup>2</sup> Sorprendentemente, el gato cambia efectivamente su posición angular. ¡mientras que mantiene el momento angular nulo!

El proceso exacto por el que esto ocurre es sutil; el razonamiento intuitivo puede llevarnos por caminos erróneos y, como ya hemos indicado, se han ofrecido muchas explicaciones falsas a lo largo de la historia con

<sup>2</sup>Hemos visto un ejemplo de la ley de la conservación del momento angular en el Ejercicio 26 de la Sección 4.1