

Principio de Bernoulli

Física By Joseph W. Kane, José Casas Vázquez, Morton M. Sternheim.

Principio de Bernoulli: establece las consecuencias del principio, según el cual, el trabajo que se hace sobre un fluido cuando fluye de un sitio a otro es igual a la variación de su energía mecánica. Se puede utilizar la ecuación de Bernoulli bajo las condiciones siguientes:

- 1.- El fluido es incomprensible; su densidad permanece constante.
- 2.- El fluido no tiene efectos de rozamiento apreciables: es ideal. En consecuencia, no se pierde energía mecánica por rozamiento.
- 3.- El flujo es estacionario, no turbulento. La velocidad del fluido en cualquier punto no varía durante el período de observación.

En esta sección vemos cómo se obtiene la ecuación de Bernoulli a partir de la relación entre trabajo y energía mecánica.

Consideremos el fluido en una sección recta de un tubo de flujo de área transversal constante A . De acuerdo con la ecuación de continuidad, el producto $(A)(v)$ permanece constante. Así pues, la velocidad v no cambia mientras el fluido se mueve a lo largo del tubo y su energía cinética no varía. Sin embargo, la energía potencial varía a medida que el fluido sube.

La fuerza neta sobre el fluido del interior del tubo debido al fluido circundante es el área transversal A , multiplicada por la diferencia de presiones entre los extremos del tubo $(P_a - P_b) A$. Si el flujo de una sección transversal avanza una pequeña distancia, entonces el trabajo realizado sobre él es igual al producto de la fuerza por la distancia, es decir $(P_a - P_b) A \Delta x$. Como $A \Delta x$ es el volumen del fluido que sale de la sección, el trabajo hecho sobre el fluido es:

$$W = (P_a - P_b) \Delta V$$

Principio de Bernoulli

Este trabajo realizado sobre el flujo ha de ser igual al aumento de su energía potencial ΔU , puede calcularse si observamos que el fluido que sale de la sección tiene una masa $\rho\Delta V$ y una energía potencial $(\rho\Delta V)gy_b$ mientras que el fluido que entra por el fondo de la sección tiene una energía potencial $(\rho\Delta V)gy_a$. Así pues, $\Delta U = \rho g\Delta V(y_b - y_a)$. Igualando esta expresión a W , tenemos:

$$P_a - P_b = \rho g(y_b - y_a)$$

O bien,

$$P_a + \rho g y_a = P_b + \rho g y_b \quad (v = \text{constante})$$

Así pues, la presión P más la energía potencial por unidad de volumen $\rho g y$ del fluido es la misma en cualquier punto de un tubo de flujo si la velocidad permanece constante.

En una situación más general en que el área transversal del tubo de flujo también varíe, la velocidad del flujo v y la energía cinética por unidad de volumen $\frac{1}{2} \rho v^2$ también cambiará. El trabajo realizado sobre el fluido ha de igualarse entonces al cambio de energía potencial más el de la energía cinética del fluido. El resultado es la ecuación de Bernoulli:

$$P_a + \rho g y_a + \frac{1}{2} \rho v_a^2 = P_b + \rho g y_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

La presión más la energía mecánica total por unidad de volumen, $P + \rho g y + \frac{1}{2} \rho v^2$, es constante en cualquier punto de un tubo de flujo.

Principio de Bernoulli