Porque no es astuto usar humanos como baterías

- La energía no se crea ni se destruye.
- Los humanos no son fuentes de energía, como el sol o la energía geotérmica.
- Si las maquinas tienen energía para producir alimentos, entonces es mejor usar directamente esa energía en vez de alimentar a los humanos para que produzcan energía, pues lo único que harían sería aumentar la disipación.

Conductores y aislantes

- Metales: portadores de carga libres. Potencial constante, solo carga en la superficie.
- Aislantes: escazos portadores de carga. Soportan grandes diferencias de potencial.
- Intermedios: semiconductores, electrolitos

Función Delta de Dirac

Se define

$$\delta(x) = \begin{cases} +\infty, & x = 0 \\ 0, & x \neq 0 \end{cases}$$

Con la condición:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x)\, dx = 1.$$

Luego se cumple

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\delta(x)\, dx = f(0)$$

- También
- $$\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta(t-T)\,dt = f(T)$$
-
- En particular estudie la función:
- $$\vec{\nabla}\cdot\left(\frac{\vec{r}}{r^3}\right)$$
-
- Luego:

$$\vec{\nabla}\cdot\left(\frac{\vec{r}}{r^3}\right) = 4\pi\,\delta(\vec{r})$$

- Se pueden introducir cargas puntuales con la densidad:
-

$$\rho(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{n} q_i \delta(\vec{r} - \vec{r}_i)$$

Luego

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{(\vec{r} - \vec{r}\,') \sum_{i=1}^{n} q_i \delta(\vec{r}\,' - \vec{r}_i)}{|\vec{r} - \vec{r}\,'|^3} dV'$$

Integrando

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^{n} \frac{(\vec{r} - \vec{r}_i) q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3}$$

Teorema de Gauss

Tomemos la expresión

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{\rho(\mathbf{s})(\mathbf{r}-\mathbf{s})}{|\mathbf{r}-\mathbf{s}|^3} d^3\mathbf{s}$$

Sabemos que

$$\nabla \cdot \left(\frac{\mathbf{s}}{|\mathbf{s}|^3}\right) = 4\pi\delta(\mathbf{s})$$

Tomando la divergencia de la expresión inicial

$$\nabla \cdot \mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{\epsilon_0}\int \rho(\mathbf{s})\ \delta(\mathbf{r}-\mathbf{s})\ d^3\mathbf{s}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E}(\mathbf{r}) = \rho(\mathbf{r})/\epsilon_0$$

1a ecuación de Maxwell
Forma diferencial

Teorema de Gauss

Tomemos la expresión

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{\rho(\mathbf{s})(\mathbf{r}-\mathbf{s})}{|\mathbf{r}-\mathbf{s}|^3} d^3\mathbf{s}$$

Sabemos que

$$\nabla \cdot \left(\frac{\mathbf{s}}{|\mathbf{s}|^3}\right) = 4\pi\delta(\mathbf{s})$$

Tomando la divergencia de la expresión inicial

$$\nabla \cdot \mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{\epsilon_0}\int \rho(\mathbf{s})\ \delta(\mathbf{r}-\mathbf{s})\ d^3\mathbf{s}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E}(\mathbf{r}) = \rho(\mathbf{r})/\epsilon_0$$

1a ecuación de Maxwell
Forma diferencial

Integrando

$$\iiint_V \nabla \cdot \mathbf{E} \, \mathrm{d}V = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

Usando el teorema de la divergencia

$$\oint_S \mathbf{E} \cdot \mathrm{d}\mathbf{A} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

1a ecuación de Maxwell
Forma integral

Ejemplo: alambre infinito, superficie metálica, esfera cargada uniformemente