



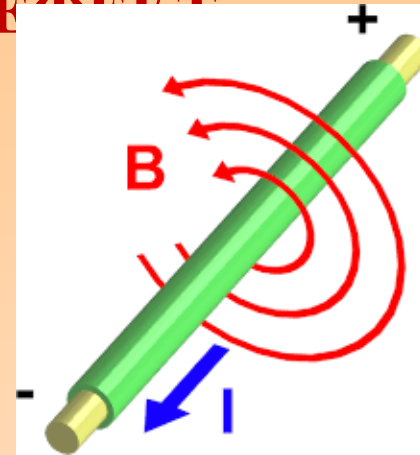
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики



Тема 5. ЯВИЩЕ МАГНІТОСТРИКЦІЇ ТА П'ЄЗОМАГНІТНИЙ ЕФЕКТ

Суми 2023

СТЕРЖЕНЬ У ЗОВНІШНЬОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ. ЯВИЩЕ МАГНІТОСТРИКЦІЇ ТА П'ЄЗОМАГНІТНИЙ ЕФЕКТ



В якості першого прикладу розглянемо стержень довжини l , що розтягується повздовжньою силою f . Робота, що виконується при розтягуванні стержня на величину dl , виражається формулою

$$\delta A = -f dl.$$

Порівнюючи з формулою роботи для газів $\delta A = PdV$, ми бачимо, що для переходу від співвідношень термодинаміки газів до співвідношень термодинаміки стрижнів потрібно у всіх формулах зробити заміну

$$P \rightarrow -f, \quad V \rightarrow l.$$

Таким чином, роль узагальненої сили в термодинаміці стержнів виконує величина $-f$, а роль узагальненої координати $-$ довжина l . Тоді основна термодинамічна тотожність запишеться у вигляді:

$$dU(S, l) = TdS + f dl.$$

$$\lim_{H \rightarrow \infty} M = M_0.$$

Кожному фіксованому значенню напруженості поля \vec{H} і заданій температурі T відповідає проміжне значення намагніченості між $M = 0$ і $M = M_0$. Робота намагнічування при зміні вектора намагніченості на $d\vec{M}$ рівна, як відомо з електродинаміки

$$\delta A = -\vec{H} d\vec{M} = -H dM.$$

$$P \rightarrow -H, \quad V \rightarrow M.$$

Вважаємо, що $V = \text{const}$:

$$dU(S, M) = TdS + H dM.$$

Розглянемо тепер стержень (парамагнітний) в магнітному полі. Вираз для роботи має вигляд

$$\delta A = -f dl - H dM.$$

$$W = U - fl - HM, \quad dW = T dS - l df - M dH.$$

Умовою того, що права частина є повним диференціалом (при $S = \text{const}$), є рівність

$$\left(\frac{\partial l}{\partial H} \right)_{S,f} = \left(\frac{\partial M}{\partial f} \right)_{S,H}.$$

Якщо при збільшенні розтягуючої сили намагніченість стержня зростає, то стержень видовжується при збільшенні напруженості поля, і навпаки.

1) $f = \text{const}$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial H}\right)_{S,f} = - \left(\frac{\partial M}{\partial S}\right)_{H,f}$$

2) $H = \text{const}$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial f}\right)_{S,H} = - \left(\frac{\partial l}{\partial S}\right)_{H,f}$$

Дякую за увагу!