

## Energy of a charged Capacitor

## ٢-٥ طاقة مكثف مشحون

لشحن مكثف لابد من نقل الإلكترونات من السطح الموجب إلى السالب. و كما تعلمنا سابقاً فإن هذه العملية سوف تكون ضد اتجاه المجال الكهربائي (حيث الإلكترونات تتجه إلى السطح الموجب و تتنافر مع السطح السالب).

إذاً ماهي كمية الشغل اللازم لكي نشحن مكثف إلى كمية نهائية  $q$ ؟  
بما ان شحنة المكثف تتناسب طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه، فإن العلاقة بين الشحنة النهائية و الجهد النهائي هي:

$$q = CV \quad (1)$$

$$\Rightarrow V = \frac{q}{C} \quad \text{إذاً:}$$

فيكون الشغل المبذول لنقل شحنة قدرها  $dq$  هو:

$$dW = V dq \quad (2)$$

ومن العلاقة (١)، يمكن كتابة العلاقة (٢) كالتالي:

$$dW = \left(\frac{q}{C}\right) dq$$

ويكون الشغل الكلي هو:

$$W = \int_0^q \left(\frac{q}{C}\right) dq \quad (3)$$

وبإجراء التكامل، يمكن أن نكتب الشغل المبذول بالصورة التالية:

$$W = \frac{1}{2} CV^2 \quad \text{أو} \quad W = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \quad (3)$$

وهذا الشغل المبذول يحفظ على طاقة وضع:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} qV \quad (4)$$

❖ وللمكثف متوازي اللوحين، سوف نجد أن:

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad \text{و} \quad V = Ed$$

<=

$$U = \frac{1}{2} \left(\epsilon_0 \frac{A}{d}\right) (Ed)^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 (Sd) E^2 \quad (5)$$

وبما ان المقدار  $(Sd)$  تمثل مقدار الحجم بين لوحَي المكثف، فإن طاقة وحدة الحجم كثافة الطاقة (energy density) هي:

$$u = \frac{U}{SD} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \quad (٦)$$

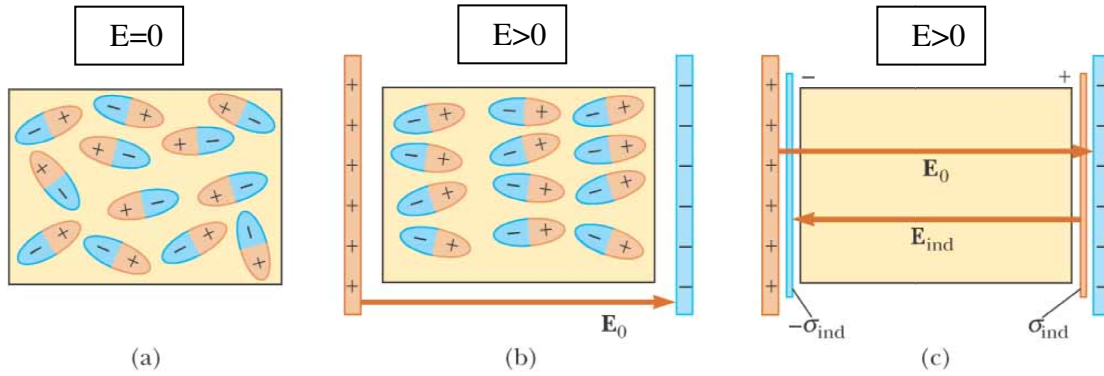
## Dielectric constant

## ٧-٢ ثابت العزل

هو النسبة بين سعة المكثف (C) في وجود الوسط العازل إلى سعة المكثف في الفراغ (C).

$$K = \frac{C}{C_0} = \frac{V_0}{V} = \frac{E_0}{E} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad (٧)$$

فلذلك يمكن القول أن سعة المكثف في حالة وجود المادة العازلة أكبر منها في حالة الفراغ.



©2004 Thomson - Brooks/Cole

وكما هو موضح في الشكل تكون قيمة المجال الكهربائي بعد وضع المادة العازلة هي:

$$E = E_0 - E_i \quad (٨)$$

حيث:

$E_0$  = قيمة المجال الكهربائي قبل وضع المادة العازلة.

$E_i$  = قيمة المجال الكهربائي داخل المادة العازلة الناتج عن الشحنات التأثيرية

(المقيدة) المتولدة على سطحي المادة العازلة (ويكون هذا المجال معاكساً لاتجاه

المجال الكهربائي الناتج من الشحنات الموجودة على سطحي المكثف).

$$E_i = \frac{\sigma_i}{\epsilon_0} \quad \text{و} \quad E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad \text{و} \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

فإنه يمكن الحصول على قيمة الشحنات التأثيرية بتعويض هذه الكميات في المعادلة (٨):

$$q_i = q(1 - \frac{1}{K}) \quad (٩)$$

مثال ١ : إذا وضعت مادة عازلة سماحيته  $35.3 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$  بين لوحين  
المكثف وكان المجال الكهربائي بين لوحين المكثف بعد وضع المادة العازلة  $6 \times 10^3 \text{ V/m}$  ، فإن المجال الكهربائي قبل وضع المادة العازلة يساوي تقريباً:

أ.  $6 \times 10^3 \text{ V/m}$

ب.  $24 \times 10^3 \text{ V/m}$

ت.  $0.67 \times 10^{-3} \text{ V/m}$

ج.  $1.5 \text{ V/m}$

مثال ٢ : (٦-٢) ص ٦٨

مثال ٢ : (٧-٢) ص ٧٤