

1-6- سعة ناقل معزول في الخلاء capacitance of an electrical conductor in vacuum

إذا أخذنا ناقلاً معزولاً مشحوناً بشحنة كهربائية ولتكن Q_1 فيكون كمونه V_1 وإذا أصبح كمون هذا الناقل V_2 بوصله بمنبع كهربائي فإننا سوف نحصل على انتقال للشحنات عبر المنبع إلى أن نصل إلى حالة توازن جديدة أي يصبح الناقل مشحون بشحنة Q_2 وهكذا , أي أن:

$$\frac{Q_1}{V_1} = \frac{Q_2}{V_2} = \dots = \frac{Q}{V} = cte$$

نسي هذا الثابت سعة الناقل ونرمز له بالرمز C.

$$Q = C \cdot V \quad (42)$$

نعرف السعة الكهربائية بأنها مقدار يصف قدرة الناقل (عندما يشحن إلى كمون معين) على اختزان الشحنة الكهربائية. أي أن السعة الكهربائية: هي النسبة بين الشحنة الكهربائية التي يحملها هذا الناقل وكمونه. ووحدتها هي الفاراد Farad. الفاراد عبارة عن سعة ناقل معزول والذي إذا رفع إلى كمون قيمته فولط واحد يشحن شحنة قدرها كولوم واحد. تجدر الإشارة إلى أن سعة الناقل تتعلق بنصف القطر أي تعتمد على السطح الخارجي للناقل.

2-6- طريقة حساب سعة مكثفة لسطوح هندسية منتظمة

1- حساب شدة الحقل الكهربائي في نقطة بين اللبوسين (من قانون غوص مثلاً).

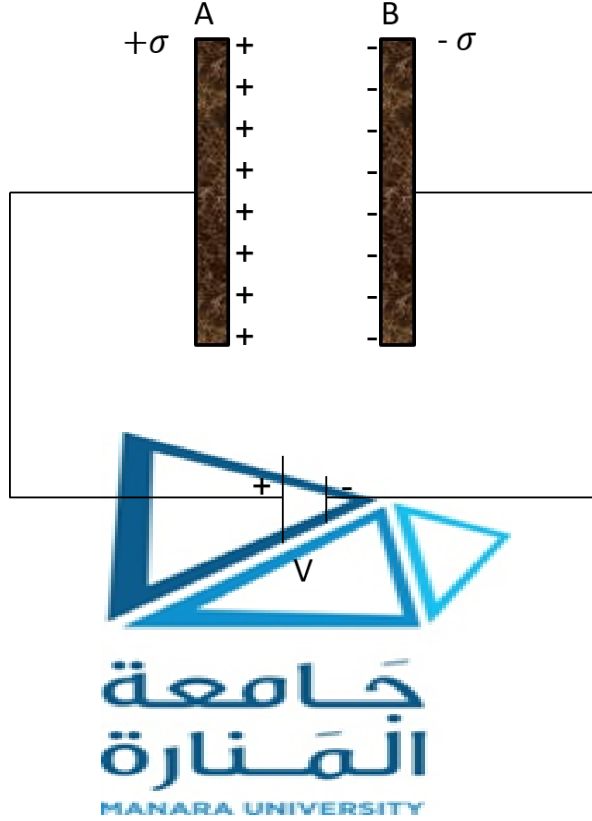
2- حساب فرق الكمون بين اللبوسين بالاستفادة من علاقة الحقل بالكمون $\vec{E} = -\overline{grad} V$ ويعطي

هذا الحساب معادلة تحتوي على V وعلى Q .

3- استخراج النسبة $\frac{Q}{V}$ من المعادلة السابقة والتي تمثل السعة المطلوبة.

3-6- حساب سعة المكثفة المستوية the capacitance of a parallel-plate capacitor

تعرف المكثفة المستوية بأنها عبارة عن مستويين متوازيين سطح كل منهما S والمسافة بينهما d صغيرة جداً بالمقارنة مع أبعاد اللبوسين (المستويين).



الشكل (13): مكثفة مستوية.

بتطبيق قانون غوص :

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{\sum q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$\rightarrow E \cdot S = \frac{\sigma S}{\epsilon_0}$$

$$\rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

نحسب فرق الكمون V من جولان الحقل بين اللبوسين من A إلى B :

$$\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}} V \rightarrow \int_A^B -dV = \int_A^B \vec{E} d\vec{l}$$

$$\rightarrow V_A - V_B = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d$$

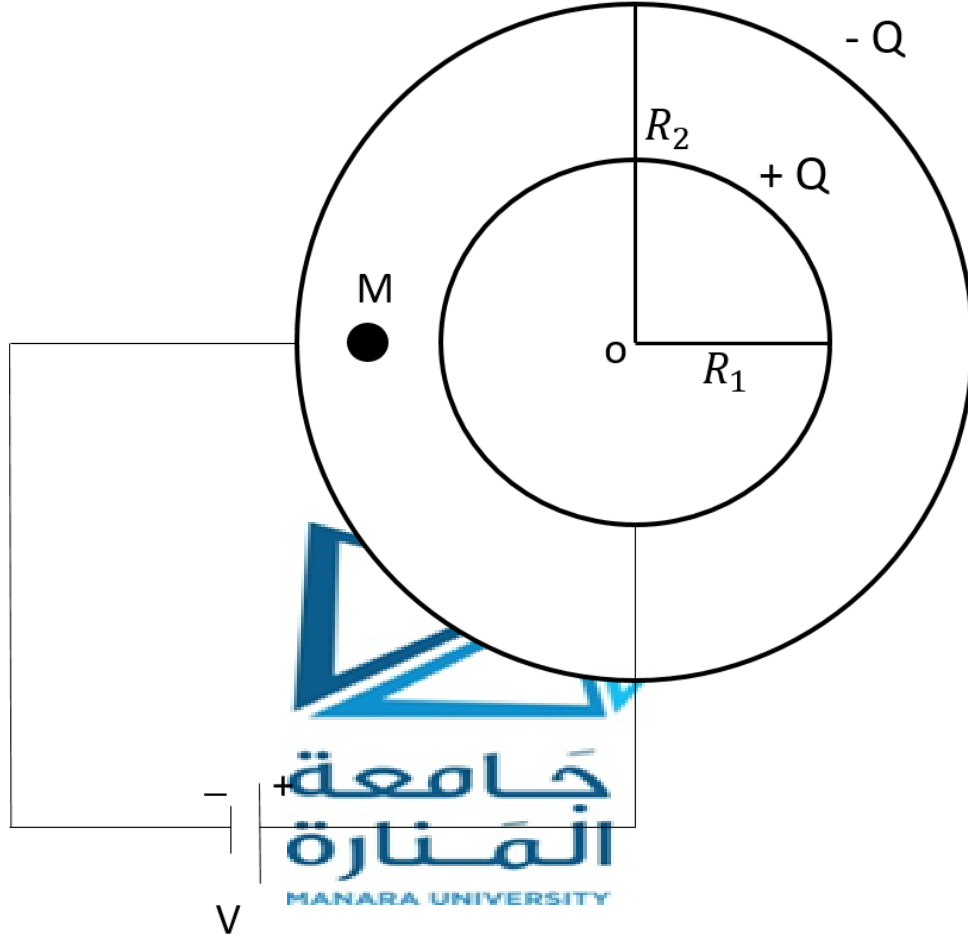
نضرب ونقسم على S:

$$V_A - V_B = \frac{Q}{\epsilon_0 S} d$$

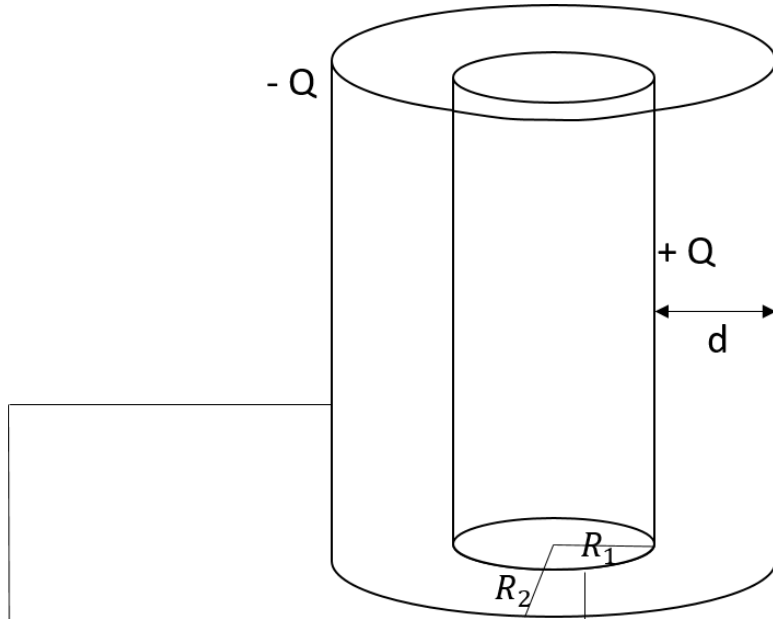
إذن سعة المكثفة المستوية:

$$C = \frac{Q}{V_A - V_B} = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad (43)$$

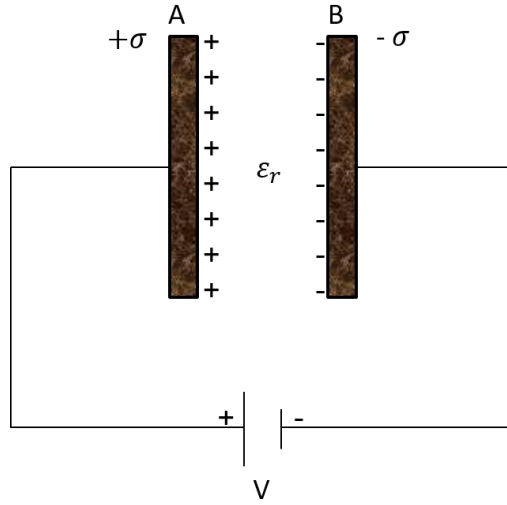
مسألة 1: استنتج علاقة سعة المكثفة الكروية المبينة بالشكل التالي:



مسألة 2: استنتج علاقة سعة المكثفة الاسطوانية المبينة بالشكل التالي:



6-3-1- حساب سعة مكثفة مستوية بوجود عازل insulator كامل يملأ الفراغ بين اللبوسين



الشكل (14): مكثفة مستوية بوجود عازل يملأ الفراغ بين اللبوسين.



تصبح قيمة الحقل الكهربائي في المادة العازلة:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$

جَامَعَة
الْمَنَارَة
MANARA UNIVERSITY

$$\rightarrow \sigma = \epsilon_r \sigma_0$$

حيث نفوذية العازل هي ϵ_r .

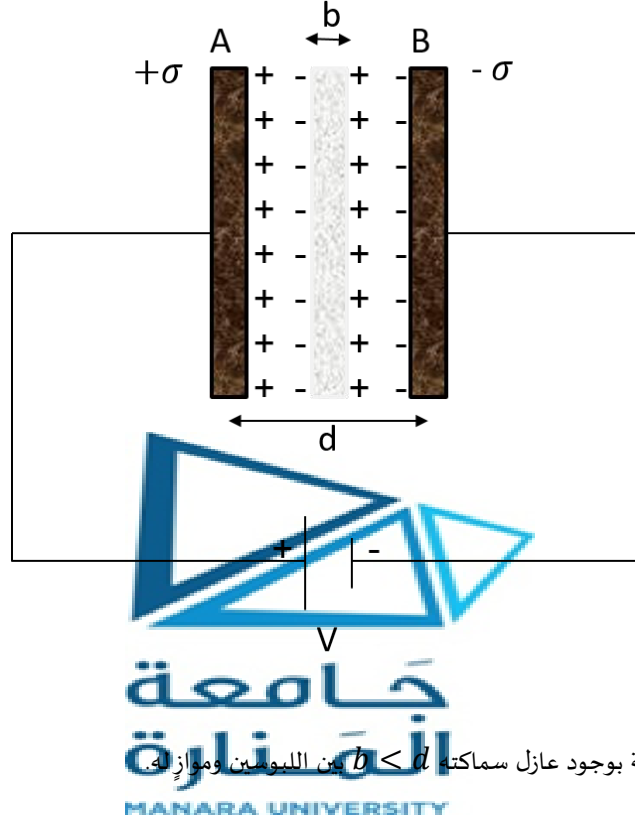
أي أن شحنة المكثفة تزداد عند وضع مادة عازلة ب ϵ_r مرة بينما فرق الكمون ثابت، وتصبح السعة:

$$C = \epsilon_r C_0 \quad (44)$$

2-3-6- حساب سعة مكثفة مستوية بوجود صفيحة عازلة electrically insulating plate سماكتها أصغر

من البعد بين اللبوسين

ليكن لدينا مكثفة مستوية سطح كل لبوس S والبعد بين اللبوسين هو d . (الشكل 15).



الشكل (15): مكثفة مستوية بوجود عازل سماكتها $b < d$ بين اللبوسين وموازياً له.

نشحن هذه المكثفة تحت فرق في الكمون قدره V ثم نقطع اتصالها بالمولد ونضع بين لبوسها صفيحة

من مادة عازلة سماكتها b ونفوذيتها ϵ_r موازية للبوسين.

فرق الكمون بين اللبوسين:

$$\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}} V \rightarrow \int_A^B -dV = \int_A^B \vec{E} d\vec{l}$$

$$V_A - V_B = E_0(d - b) + Eb$$

$$= \frac{\sigma}{\epsilon_0} \left(d - b + \frac{b}{\epsilon_r} \right)$$

وسعة المكثفة بدلالة الكثافة السطحية σ تعطى بالعلاقة:

$$C = \frac{\sigma S}{V}$$

$$\rightarrow C = \frac{\epsilon_0 S}{d - b + \frac{b}{\epsilon_r}} \quad (45)$$

7- وصل المكثفات circuit analysis

يمكن وصل المكثفات على التفرع أو على التسلسل

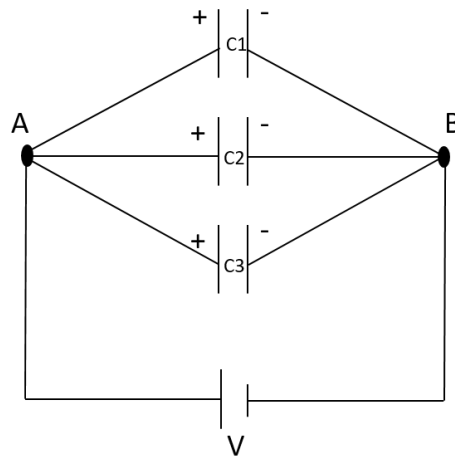


1-7- وصل المكثفات على التفرع capacitors in parallel

نصل أحد اللبوسين في كل مكثفة إلى نقطة معينة ونصل اللبوس الأخر من كل مكثفة في الطرف الأخر إلى

MANARA UNIVERSITY

نقطة معينة أخرى كما في الشكل (16).



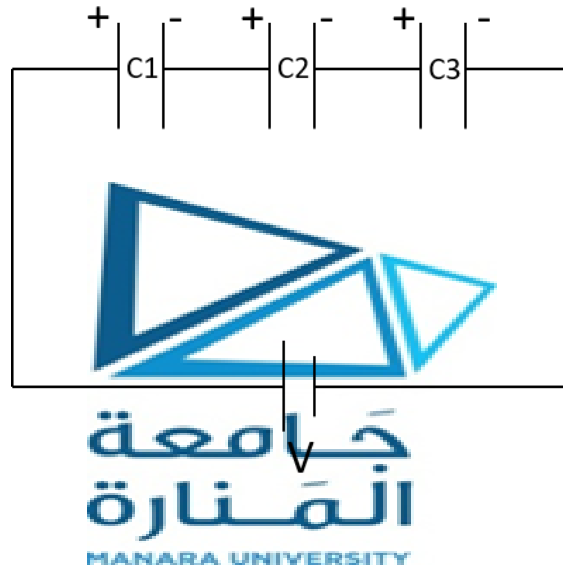
الشكل (16): وصل المكثفات على التفرع.

فتكون السعة المحصلة:

$$C = \sum_{i=1}^n C_i \quad (46)$$

2-7- وصل المكثفات على التسلسل Capacitors in series

في هذا النوع من الوصل نصل نهاية المكثفة الأولى ببداية المكثفة الثانية وهكذا ... (الشكل 17).



الشكل (17): وصل المكثفات على التسلسل.

من أجل n مكثفة موصولة على التسلسل يكون:

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} \quad (47)$$

أي أن مقلوب سعة المكثفة المكافئة في حالة الوصل على التسلسل يكون مجموع مقلوب سعات المكثفات الموصولة على التسلسل.