الأستاذة: كنانة شموط KENANA SHAMMOUT		المادة: فيزياء السعة الكهربائية
الصف: الحادي عشر		2024/2023

السعة الكهربائية

- **تعطى السعة الكهربائية بالعلاقة الآتية:**

$$C = \frac{\bar{q}}{\bar{V}}$$

حيث أن:

C: السعة الكهربائية تقدر بـِ الفاراد F.

q: كمية الكهرباء تقدر بـِ كولوم C.

V: كمون الناقل يقدر بـِ فولت V.

♣ سعة ناقل كروي:

سؤال: استنتج سعة ناقل كروي ابتداءً من عبارة كمون ناقل كروي.

$$\bar{V} = 9 \times 10^9 \frac{\bar{q}}{r}$$

ولكن

$$C = \frac{\bar{q}}{\bar{V}} = \frac{\bar{q}}{9 \times 10^9 \frac{\bar{q}}{r}}$$

$$\Rightarrow C = \frac{r}{9 \times 10^9}$$

نستنتج: السعة الكهربائية لناقل كروي تتناسب طرداً مع نصف قطره.

♣ العوامل المؤثرة في السعة الكهربائية لناقل:

1. مساحة السطح: تزداد سعة ناقل بازدياد مساحة سطحه الخارجي.

2. وجود نواقل مجاورة: تزداد سعة ناقل بوجود نواقل مجاورة.

3. الوسط العازل بين الناقل والنواقل المجاورة: تتوقف سعة ناقل على نوع العازل بين الناقل المشحون والنواقل المجاورة له.

♣ توزع الشحنات على سطوح النواقل المتصلة:

ليكن لدي ناقلين كرويين مختلفين في السعة.

1. الناقل الأول معزول عن الآخر بعد شحنه تكون شحنته q_1 وسعته C_1 وكمونه V_1.

2. الناقل الثاني معزول عن الأول بعد شحنه تكون شحنته q_2 وسعته C_2 وكمونه V_2.

سؤال: ماذا يحدث عند وصل الناقلين السابقين بسلك ناقل رفيع وطويل؟

التفسير الإلكتروني: تنتقل الإلكترونات الحرة من الناقل ذي الكمون المنخفض إلى الناقل ذي الكمون المرتفع عبر سلك الوصل ويستمر ذلك الانتقال حتى يتم التوازن بتساوي كمونيهما ونحصل على الكمون المشترك.

نستنتج مما سبق:

هناك تناسب عكسي بين سعة الناقل وكمونه، أي كلما كانت سعة الناقل كبيرة كان كمون الناقل منخفض. وعندما نأخذ الناقل الأول بحيث تكون سعته كبيرة (أي عدد الإلكترونات كبير) فيكون كمونه منخفض وعندما نأخذ ناقل آخر تكون سعته صغيرة (أي عدد الإلكترونات قليل) فيكون كمونه مرتفع.

- **عند الوصل بين الناقلين بسلك ناقل رفيع وطويل:** تنتقل الإلكترونات الحرة من الناقل الحاوي على عدد كبير من الإلكترونات (ذي الكمون المنخفض) إلى الناقل الحاوي على عدد الإلكترونات الأقل (ذي الكمون المرتفع)
- **بعد الوصل:** يستمر هذا الانتقال حتى يتساوى الناقلين بـــِ الكمون أي تتوقف عملية نقل الإلكترونات وتدعى هذه العملية تساوي الناقلين بالكمون بعملية التوازن ويدعى الكمون عندها بـِ كمون التوازن (المشترك).

أي للناقلين بعد الوصل نفس الكمون ولا علاقة لتغير السعة في هذا الوصل ولكن هذا التغيير يؤدي إلى تغير في قيمة كمية الكهرباء q_1, q_2 قبل الوصل و q'_1 , q'_2 بعد الوصل.

♣ مجموعة القوانين المستخدمة في هذا الدرس:

قبل وصل الناقلين:

$$\overline{q_1} = C_1 \cdot \overline{V_1} \quad , \quad \overline{q_2} = C_2 \cdot \overline{V_2}$$

$$C_1 = \frac{\overline{q_1}}{\overline{V_1}} \quad , \quad C_2 = \frac{\overline{q_2}}{\overline{V_2}}$$

بعد وصل الناقلين:

$$\overline{q'_1} = C_1 \cdot \overline{V_{eq}} \quad , \quad \overline{q'_2} = C_2 \cdot V_{eq}$$

$$\overline{V_{eq}} = \frac{\overline{q'_1}}{C_1} \quad , \quad \overline{V_{eq}} = \frac{\overline{q'_2}}{C_2}$$

ولكن:

$$\overline{V_{eq}} = \frac{\overline{q'_1}}{C_1} = \frac{\overline{q'_2}}{C_2} \qquad (*)$$

أستنتج: تساوي كمون كل من الناقلين وندعوه بالكمون المشترك V_{eq} كمون التوازن.

أ. كنانة شموط (0988055790)

$$(*) \text{ بالجمع للعلاقة } \Rightarrow \overline{V_{eq}} = \frac{\overline{q_1' + q_2'}}{C_1 + C_2}$$

ولكن $q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$ **مبدأ مصونية الشحنة.**

$$\Rightarrow \overline{V_{eq}} = \frac{\overline{q_1} + \overline{q_2}}{C_1 + C_2}$$

$$\Rightarrow V_{eq} = \frac{\sum q}{\sum C}$$

الكمون المشترك لنواقل متصلة يساوي نسبة المجموع الجبري للشحنات الكهربائية للنواقل إلى مجموع سعاتها الكهربائية.

♣ حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

يمثل المنحني البياني الآتي تغيرات كمون ناقل بتغير شحنته المطلوب:

1. احسب ميل هذا المنحني البياني.

الحل:

من المنحني البياني نلاحظ أن الميل هو عبارة عن نسبة الشحنة إلى الكمون.

$$C = \frac{q}{V} = \frac{3 \times 10^{-9} - 0}{6 - 0} = 0.5 \times 10^{-9}\ F$$

2. احسب نصف قطر هذا الناقل المشحون.

الحل:

تعطى سعة ناقل كروي بالعلاقة $C = \frac{r}{9 \times 10^9}$

$$\Rightarrow r = C \times 9 \times 10^9 = 0.5 \times 10^{-9} \times 9 \times 10^9$$

$$r = 4.5\ m$$

3. نصل هذا الناقل الكروي المشحون بناقل كروي ثاني غير مشحون فيصبح كمون الناقل المشحون ثلث ما كان عليه والمطلوب: حساب سعة الناقل الكروي الثاني.

الحل:

$$V_1' = \frac{1}{3}V \quad , V_{eq} = V_1' = V_2' = \frac{\sum q}{\sum C}$$

$$\Rightarrow V_{eq} = \frac{1}{3}V = \frac{6}{3} = 2\ volt$$

الناقل المشحون:

$$C_1 = 0.5 \times 10^{-9}\ F\ , q_1 = 3 \times 10^{-9}\ C$$

الناقل الغير مشحون:

$$C_2 = ? \qquad , \qquad q_2 = 0$$

أ. كنانة شموط (0988055790)

$$V_{eq} = \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2} \Longrightarrow 2 = \frac{3 \times 10^{-9} + 0}{0.5 \times 10^{-9} + C_2}$$
$$\Longrightarrow 3 \times 10^{-9} = 2(0.5 \times 10^{-9}) + C_2$$
$$3 \times 10^{-9} = 1 \times 10^{-9} + 2C_2$$
$$\Longrightarrow 2C_2 = 3 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-9}$$
$$2C_2 = 2 \times 10^{-9}$$
$$\Longrightarrow C_2 = 1 \times 10^{-9}\ F$$

المسألة الثانية:

يشحن ناقل كروي نصف قطره $r = 4.5\ cm$ شحنة مقدارها $\bar{q} = 0.5 \times 10^{-9}\ C$ والمطلوب:

1. احسب سعته الكهربائية في الهواء.

الحل:

$r = 4.5 \times 10^{-2}\ m$

$$C = \frac{r}{9 \times 10^{9}} = \frac{45 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{+9}} = 5 \times 10^{-12}\ F$$

2. احسب كمون هذا الناقل.

$$V = \frac{q}{V} \Longrightarrow V = \frac{q}{C} = \frac{0.5 \times 10^{-9}}{5 \times 10^{-12}}$$
$$\Longrightarrow V = \frac{0.5 \times 10^{-9}}{0.5 \times 10^{-11}} = 10^{-9} \times 10^{+11}$$
$$V = 10^{+2} = 100\ volt$$

المسألة الثالثة:

ناقل سعته $1\ \mu F$ وكمونه $100\ V$ وناقل آخر سعته $1.5\ \mu F$ وكمونه $75\ V$ نصل سطحي الناقلين بسلك طويل ورفيع المطلوب حساب:

1. شحنة كل من الناقلين بعد الوصل.

الحل:

$C_1 = 1\mu F = 1 \times 10^{-6}\ F\ , V_1 = 100\ V$
$C_2 = 1.5\ \mu F = 1.5 \times 10^{-6}\ , V_2 = 75\ V$

والمطلوب $q_1' = ?\ ,\ q_2' = ?$

$$q_1' = C_1 \cdot V_{eq}\ (*)\ , q_2' = C_2 \cdot V_{eq}\ (**)$$

لنحسب $V_{eq} = ?$ **ثم نعوض في (*) و (**)**

$$V_{eq} = \frac{\sum q}{\sum C} = \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2}\ \ (***)$$

لنحسب $q_1 = ?\ ,\ q_2 = ?$ **ثم نعوض في (***)**

$$q_1 = C_1 \cdot V_1 = 1 \times 10^{-6} \times 100 = 100 \times 10^{-6}\ C$$
$$q_2 = C_2 \cdot V_2 = 1.5 \times 10^{-6} \times 75 = 112.5 \times 10^{-6}\ C$$

الآن نعوض في (***) من أجل حساب $V_{eq} = ?$

أ. كنانة شموط (0988055790)

$$V_{eq} = \frac{100 \times 10^{-6} + 112.5 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-6} + 1.5 \times 10^{-6}}$$
$$= \frac{(100 + 112.5) \times 10^{-6}}{(1 + 1.5) \times 10^{-6}} = \frac{212.5 \times 10}{2.5 \times 10}$$
$$V_{eq} = \frac{2125}{25} = 85\ V$$
الكمون المشترك

نعوض $V_{eq} = 85\ V$ في (*) و (**) لحساب q_1' , q_2'

$$* \ q_1' = C_1 \cdot V_{eq} = 1 \times 10^{-6} \times 85 = 85 \times 10^{-6}\ C$$
$$** \ q_2' = C_2 \cdot V_{eq} = 1.5 \times 10^{-6} \times 85 = 127.5 \times 10^{-6} C$$

2. الشحنة التي انتقلت من أحدهما إلى الآخر.

$$q = |q_1 - q_1'| = |100 \times 10^{-6} - 85 \times 10^{-6}|$$
$$q = 15 \times 10^{-6}\ C$$

المسألة الرابعة:

ناقلان كرويان معزولان مشحونان نصف قطر الأول $r_1 = 9\ cm$ وشحنته $q_1 = 1 \times 10^{-9}\ C$ ونصف قطر الثاني $r_2 = 3\ cm$ وشحنته $q_2 = 0.6 \times 10^{-9}\ C$ نصل الناقلين بسلك طويل ورفيع

والمطلوب:

1. بين بالحساب إلى أي اتجاه تنتقل الإلكترونات.

الحل:

$$r_1 = 9\ cm = 9 \times 10^{-2}\ m , r_2 = 3\ cm = 3 \times 10^{-2}\ m$$
$$q_1 = 10^{-9}\ C , \quad q_2 = 0.6 \times 10^{-9}\ C$$

نعلم أن الإلكترونات تنتقل من الكمون المنخفض إلى الكمون المرتفع.

لذلك نحسب كمون كل من الناقلين قبل الوصل.

$$V_1 = 9 \times 10^9 \frac{q_1}{r_1} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{-2}} = 100\ V$$
$$V_2 = 9 \times 10^9 \frac{q_2}{r_2} = 9 \times 10^9 \frac{0.6 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{-2}} = 180\ V$$

نلاحظ أن $V_2 > V_1 \Leftarrow$ تنتقل الإلكترونات من الناقل الأول إلى الناقل الثاني.

2. احسب الكمون المشترك للناقلين.

$$V_{eq} = \frac{\sum q}{\sum C} = \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2}$$
$$C_1 = \frac{r_1}{9 \times 10^9} = \frac{9 \times 10^{-2}}{9 \times 10^9} = 1 \times 10^{-11}\ F$$
$$C_2 = \frac{r_2}{9 \times 10^9} = \frac{3 \times 10^{-2}}{9 \times 10^9} = \frac{1}{3} \times 10^{-11}\ F$$

أ. كنانة شموط (0988055790)

$$\Rightarrow V_{eq} = \frac{1 \times 10^{-9} + 0.6 \times 10\text{^} - 9}{1 \times 10^{-11} + \frac{1}{3} \times 10^{-11}}$$

$$= \frac{1.6 \times 10^{-9}}{\left(1 + \frac{1}{3}\right) \times 10^{-11}} = \frac{1.6 \times 10^{-9}}{1.33 \times 10^{-11}}$$

$$\Rightarrow V_{eq} = 120\ V$$

3. احسب شحنة كل من الناقلين بعد الوصل.

*** شحنة الناقل الأول بعد الوصل q_1':**

$$q_1' = V_{eq} \times C_1 = 120 \times 1 \times 10^{-11} = 1.2 \times 10^{-9}\ C$$

**** شحنة الناقل الثاني بعد الوصل q_2':**

$$q_2' = V_{eq} \times C_2 = 120 \times \frac{1}{3} \times 10^{-11}$$

$$= 40 \times 10^{-11} = 4 \times 10^{-10} = 0.4 \times 10^{-9}\ C$$

المسألة الخامسة:

كرة معدنية معزولة نصف قطرها $r_1 = 2\ cm$ وكمونها $V_1 = 1500\ V$ وكرة معدنية أخرى غير مشحونة جوفاء نصف قطرها $r_2 = 8\ cm$ والمطلوب حساب كمون وشحنة كل من الكرتين في الحالتين الآتيتين:

1. بعد وصل الكرتين من الخارج بسلك طويل ورفيع.

2. بعد أن ندخل الكرة الأولى في الكرة الثانية حتى تلامسها من الداخل بدلاً من الوصل السابق.

*** بعد وصل الكرتين من الخارج بسلك طويل ورفيع.**

الحل:

$$r_1 = 2\ cm = 2 \times 10^{-2} m\ , r_2 = 8\ cm = 8 \times 10^{-2} m$$

$$q_2 = 0\ , V = 1500\ V$$

$$V_{eq} = ?\qquad q_1' = ?\qquad q_2' = ?$$

$$V_{eq} = \frac{\sum q}{\sum C} = \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2}\quad (*)$$

لنحسب $C_1 = ?$, $C_2 = ?$ ونعوض في (*).

$$C_1 = \frac{r_1}{9 \times 10^9} = \frac{2 \times 10^{-2}}{9 \times 10^9} = \frac{2}{9} \times 10^{-11}\ F$$

$$C_2 = \frac{r_2}{9 \times 10^9} = \frac{8 \times 10^{-2}}{9 \times 10^9} = \frac{8}{9} \times 10^{-11}\ F$$

لنحسب $q_1 = ?$ ثم نعوض في (*).

$$q_1 = V_1 \cdot C_1 = 1500 \times \frac{2}{9} \times 10^{-11} = \frac{30}{9} \times 10^{-9}\ C$$

$$\Rightarrow q_1 = \frac{1}{3} \times 10^{-8}\ C$$

الآن نعوض في (*) $\Leftarrow$

أ. كنانة شموط (0988055790)

$$V_{eq} = \frac{\frac{1}{3}\times 10^{-8} + 0}{\left(\frac{2}{9}+\frac{8}{9}\right)\times 10^{-11}} = \frac{\frac{1}{3}\times 10^{-8}}{\frac{10}{9}\times 10^{-11}}$$
$$= \frac{10^{-8}\times 10^{+11}}{\frac{10}{3}} = 300\ V$$
$$\Longrightarrow V_{eq} = 300\ V$$

** بعد أن ندخل الكرة الأولى في الكرة الثانية حتى تلامسها من الداخل بدلاً من الوصل السابق.

$$q_1' = V_{eq}\times C_1 = 300\times\frac{2}{9}\times 10^{-11} = \frac{0.2}{3}\times 10^{-8}\ C$$
$$\Longrightarrow q_1' = \frac{2}{3}\times 10^{-9} C$$
$$q_2' = V_{eq}\times C_2 = 300\times\frac{8}{9}\times 10^{-11} = \frac{0.8}{3}\times 10^{-8}\ C$$
$$\Longrightarrow q_2' = \frac{8}{3}\times 10^{-9} C$$

المسألة السادسة:

كرة معدنية معزولة نصف قطرها $r_1 = 9\ cm$ وكمونها $V_1 = 7000\ V$ وكرة معدنية أخرى جوفاء نصف قطرها $r_2 = 18\ cm$ وكمونها $V_2 = -2000\ V$ والمطلوب:

1. حساب سعة وشحنة كل منهما.

الحل:

$$r_1 = 9\ cm = 9\times 10^{-2} m\ ,\ r_2 = 18\ cm = 18\times 10^{-2} m$$
$$C_1 = \frac{r_1}{9\times 10^9} = \frac{9\times 10^{-2}}{9\times 10^9} = 1\times 10^{-11}\ F$$
$$q_1 = V_1\times C_1 = 7000\times 1\times 10^{-11} = 7\times 10^{-8}\ C$$
$$C_2 = \frac{r_2}{9\times 10^9} = \frac{18\times 10^{-2}}{9\times 10^9} = 2\times 10^{-11}\ F$$
$$q_2 = V_2\times C_2 = -2000\times 2\times 10^{-11} = -4\times 10^{-8}\ C$$

2. نصل الكرتين بسلك طويل ورفيع المطلوب:

***a*. الكمون المشترك للكرتين وشحنة كل منهما بعد الوصل.**

$$V_{eq} = \frac{\sum q}{\sum C} = \frac{q_1+q_2}{C_1+C_2}$$
$$= \frac{7\times 10^{-8} - 4\times 10^{-8}}{1\times 10^{-11}+2\times 10^{-11}} = \frac{(7-4)\times 10^{-8}}{(1+2)\times 10^{-11}}$$
$$\Longrightarrow V_{eq} = 1000\ V$$
$$q_1' = V_{eq}\times C_1 = 1000\times 1\times 10^{-11} = 1\times 10^{-8}\ C$$
$$q_2' = V_{eq}\times C_2 = 1000\times 2\times 10^{-11} = 2\times 10^{-8}\ C$$

***b*. احسب مقدار الشحنة التي انتقلت من أحدهما إلى الأخرى.**

أ. كنانة شموط (0988055790)

$$q = |q_1 - q_1'| = |7 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-8}|$$
$$q = 6 \times 10^{-8}\ C$$

3. نعيد كل من الكرتين إلى الحالة قبل الوصل وندخل الكرة الأولى في الكرة الثانية حتى تلامسها من الداخل والمطلوب حساب شحنة وكمون كل منهما بعد التلامس.

ملاحظة: عندما يتم التلامس من الداخل تتفرغ شحنة الناقل الأول في الناقل الثاني.

أي تصبح شحنة الناقل الأول بعد التلامس:

$$q_1'' = 0\ C$$

وتصبح شحنة الناقل الثاني بعد التلامس:

$$q_2'' = q_1 + q_2$$
$$\Longrightarrow q_2'' = 7 \times 10^{-8} + (-4 \times 10^{-8}) = 3 \times 10^{-8}\ C$$

حساب الكمون بعد التلامس:

$$V_1'' = V_2'' = \frac{q_2''}{C_2} = \frac{3 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-11}} = \frac{3}{2} \times 10^{-8} \times 10^{+11}$$
$$V_1'' = \frac{3}{2} \times 10^{+3} = \frac{30}{2} \times 10^{+2} = 1500\ V$$

KENANA SHAMMOUT

أ. كنانة شموط (0988055790)