احجز مكانك واستعد للامتحان بثقة كاملة

ملزمة الفيزياء الفصل الثاني
12 Bridge متقدم عربي لعام 2026











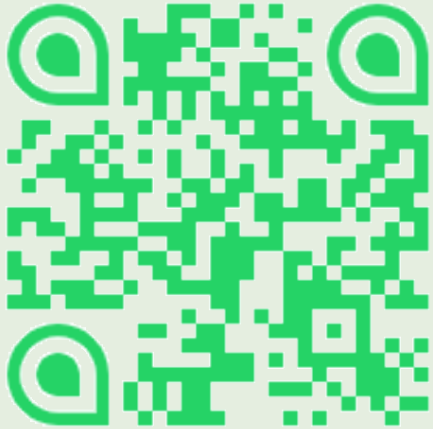
NOLOGIA™

تنويه:

تم إنشاء هذه الملزمة لمساعدتك، ولكن المرجع الرئيسي هو الكتاب، وسيكون هناك ملف إضافي للأمثلة.

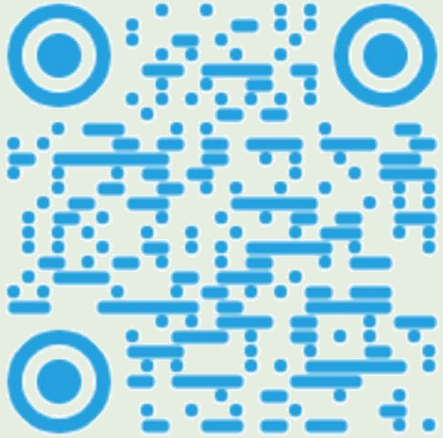
لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا

اضغط هنا: 0566410429





للتواصل والحجز





انضم للقناة

احصل على شرح الملزمة كاملة

بـ199 درهم فقط

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا

اضغط هنا: 0566410429

NOLOGIA 0566410429

الوحدة (3): الجهد الكهربائي Electric Potential

	عنوان الدرس	الصفحة
3-4	الجهد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنة	4
3-5+6	إيجاد المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي + طاقة الوضع الكهربائية لنظام من الشحنات النُقطية	17

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

NOLOGIA™ 0566410429

الوحدة (3): الجهد الكهربائي
Electric Potential

04 الدرس الرابع:
الجهد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنة

لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

إتقان الجهد الكهربائي: دليل شامل

الوحدة 3.4: الجهد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنة

مُقدَّم خصيصًا لطلاب: Mr. Mohamad

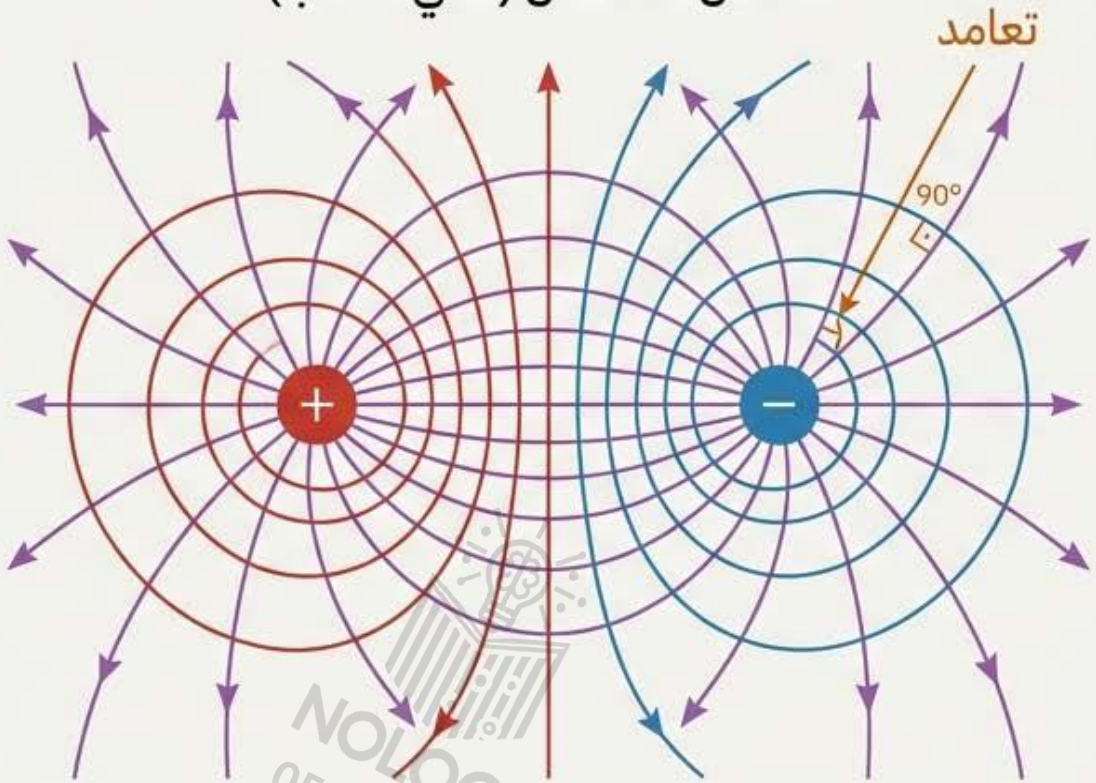
NOLOGIA™
0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

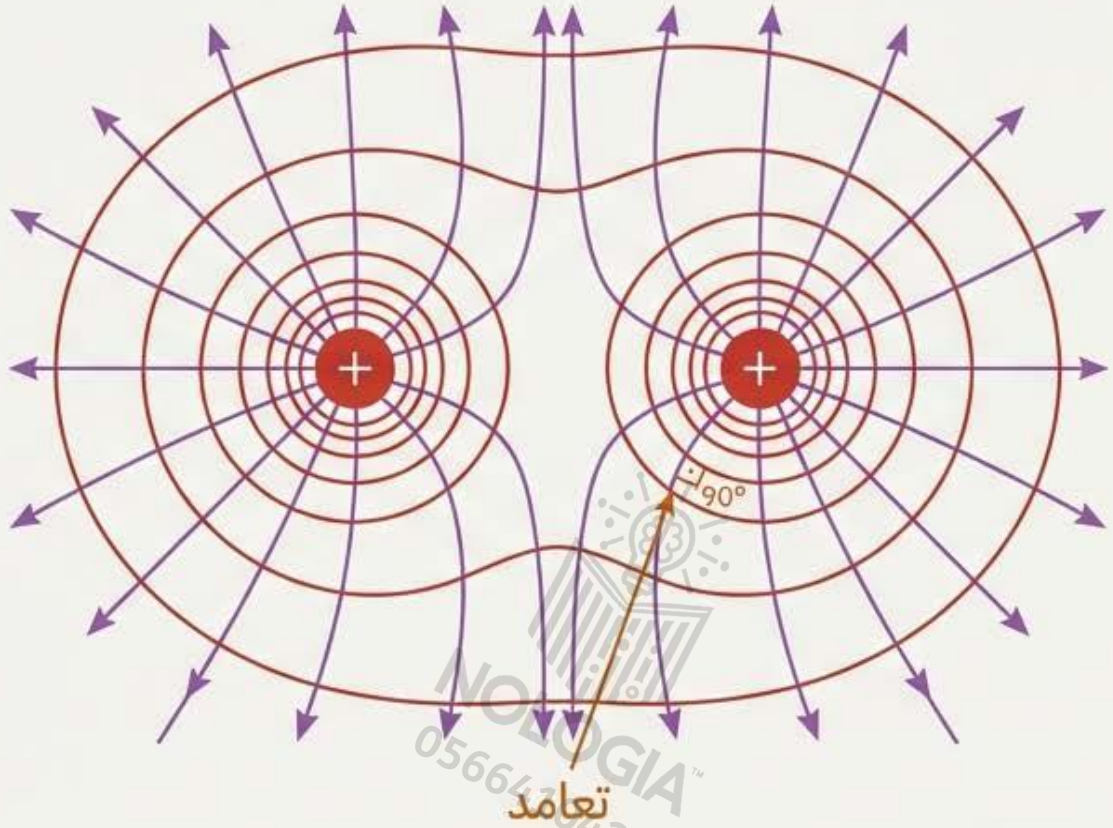
من خطوط المجال إلى أسطح تساوي الجهد

أسطح تساوي الجهد تكون دائمًا متعامدة على خطوط المجال الكهربائي. الجهد كمية قياسية، لذا ليس لخطوطه أسهم.

شحنتان مختلفتان (ثنائي القطب)



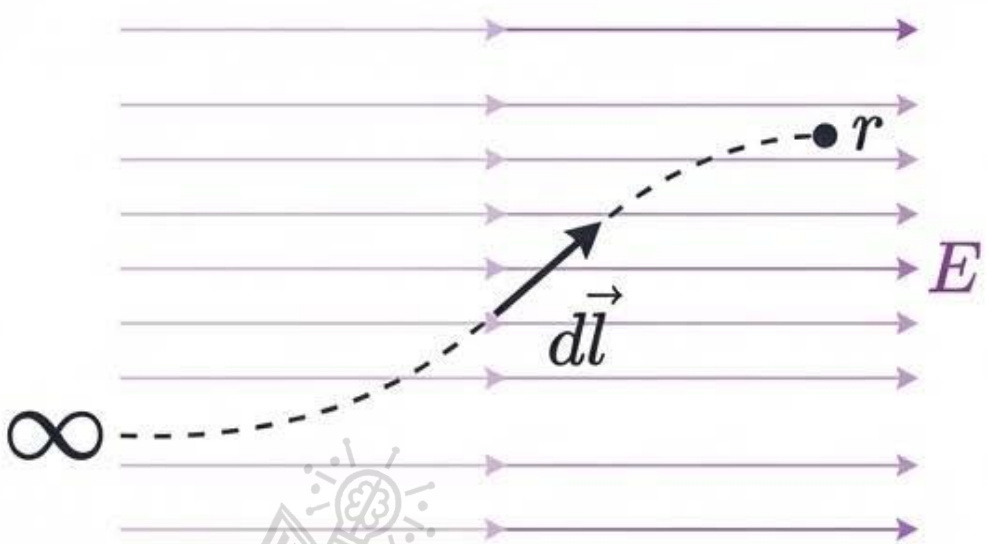
شحنتان موجبتان متماثلتان



NOLOGIA™ 0566410429

العلاقة الأساسية: حساب الجهد من المجال الكهربائي

يُعرّف الجهد الكهربائي بأنه الشغل اللازم لوضع وحدة شحنة عند نقطة ما. يمكننا ربط التغير في الجهد الكهربائي بتكامل المجال الكهربائي على طول مسار معين.



$$\Delta V = -\frac{W}{q}$$

$$V(r) = -\int_{\infty}^{r} E \cdot d\vec{l}$$

بالاصطلاح، نفترض أن الجهد الكهربائي يساوي صفرًا في اللانهاية ($V(\infty) = 0$).

NOLOGIA 0566410429

حجر الأساس: الجهد الكهربائي لشحنة نقطية

بتطبيق المعادلة $V(r) = -\int_{\infty}^{r} \vec{E} \cdot d\vec{l}$ على المجال الكهربائي لشحنة نقطية $E = k\frac{|q|}{r^2}$، نحصل على الجهد عند مسافة r.

$$V = \frac{kq}{r}$$

(Where k is Coulomb's constant, q is the charge, and r is the distance)

الشحنة الموجبة تولّد جهدًا موجبًا، والشحنة السالبة تولّد جهدًا سالبًا.

مراجعة المفاهيم 3.4

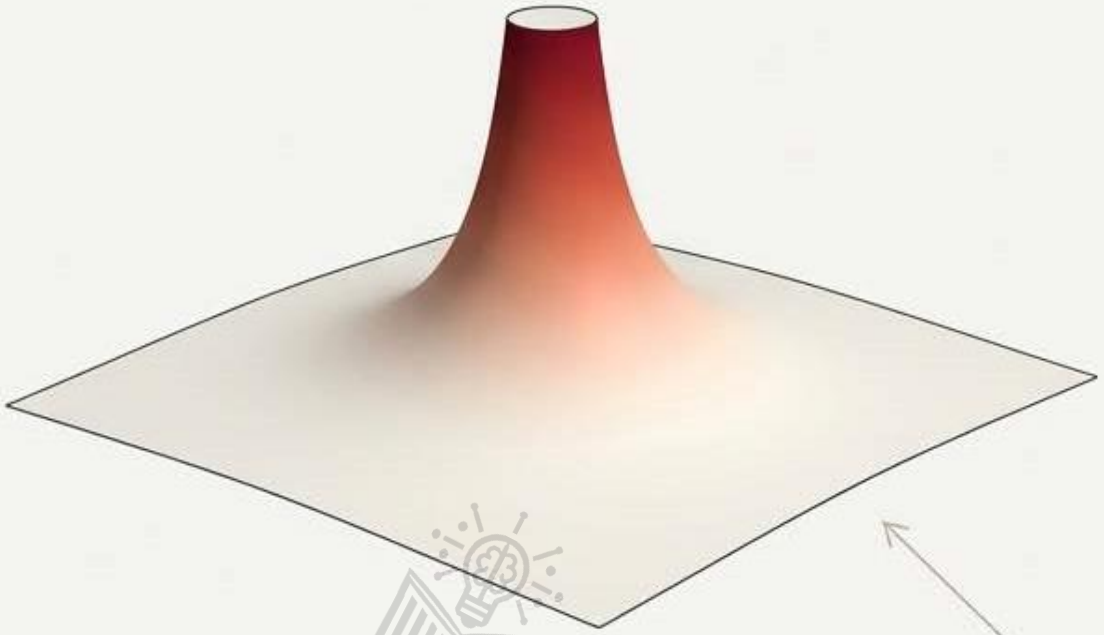
ما قيمة الجهد الكهربائي على بُعد 45.5 cm من شحنة نقطية مقدارها 12.5 pC؟

✓ a) 0.247 V b) 1.45 V c) 4.22 V d) 10.2 V e) 25.7 V

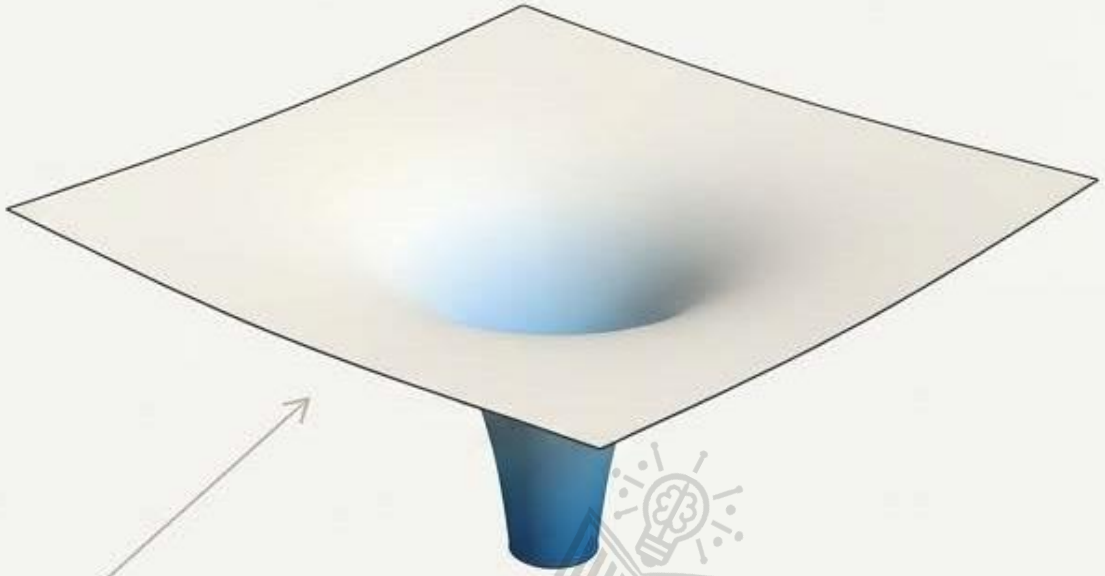
تصوَّر المشهد الكهربائي: التلال والآبار

يمكن تمثيل الجهد الكهربائي في الفضاء كمشهد ثلاثي الأبعاد. الشحنة الموجبة تخلق "تلة" من الجهد، بينما الشحنة السالبة تخلق "بئرًا".

جهد موجب (+q)



جهد سالب (-q)

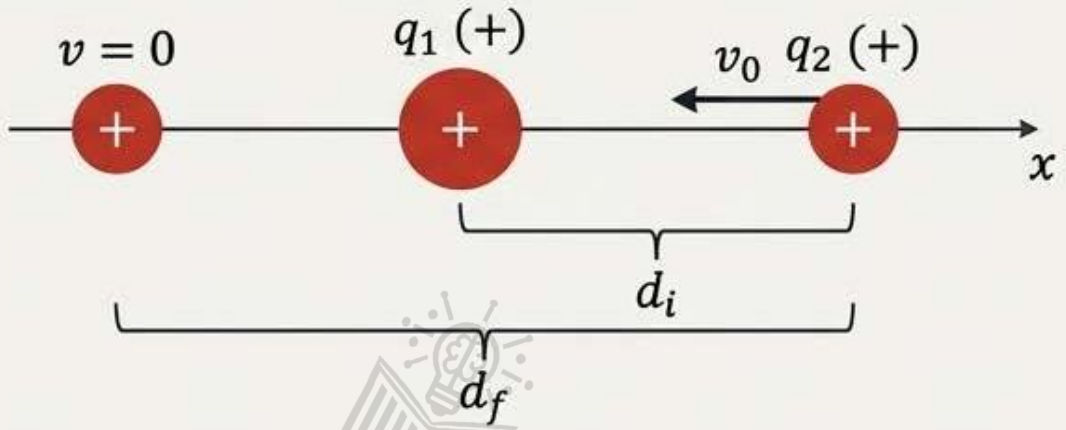


مقاطع عرضية أفقية لهذه الأشكال هي دوائر... وهذه هي خطوط تساوي الجهد التي رأيناها سابقًا!

NOLOGIA 0566410429

مثال تطبيقي 1: حفظ الطاقة في مجال كهربائي

شحنة موجبة $q_1 = +4.50\ \mu C$ ثابتة. جسيم كتلته $m = 6.00\ \text{g}$ وشحنته $q_2 = +3.00\ \mu C$ أُطلق بسرعة ابتدائية $v_0 = 66.0\ \text{m/s}$ من مسافة d_i 4.20 cm باتجاه الشحنة الثابتة. إلى أي مدى تقترب الشحنة المتحركة من الشحنة الثابتة قبل أن تصل إلى وضع السكون؟



الفكرة (Think)

عندما تقترب الشحنة المتحركة، تتحول طاقتها الحركية بالكامل إلى طاقة وضع كهربائية. نستخدم قانون حفظ الطاقة: $\Delta K + \Delta U = 0$.

العلاقات الأساسية (Key Relations)

$$\Delta K = K_f - K_i = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\Delta U = q_2 \Delta V = q_2(V_f - V_i)$$

$$V = kq_1/r$$

الحل (Solve)

$$-\frac{1}{2}mv_0^2 + q_2\left(\frac{kq_1}{d_f} - \frac{kq_1}{d_i}\right) = 0$$

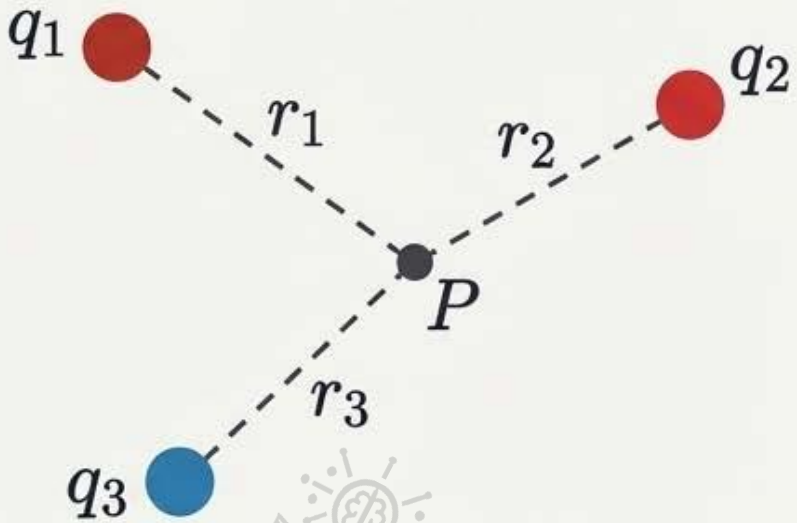
يتم حل المعادلة أعلاه لإيجاد قيمة d_f.

****Final Answer**:** $d_f = 0.761\ \text{cm}$

بناء الأنظمة: مبدأ التراكب للجهد

الجهد الكهربائي الكلي عند نقطة ما، والناتج عن نظام من الشحنات النقطية، هو المجموع الجبري البسيط للجهود الناتجة عن كل شحنة على حدة.

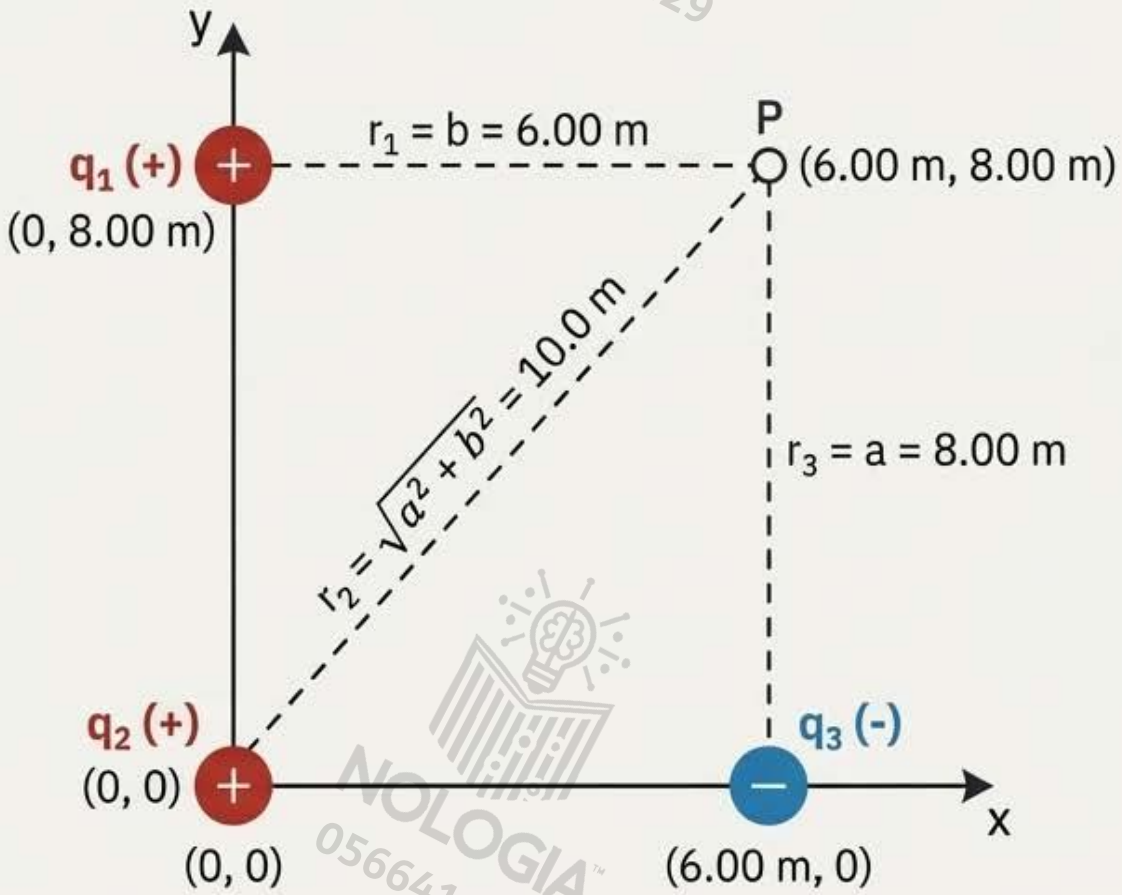
$$V_{total} = V_1 + V_2 + \ldots + V_n = \sum_i \frac{kq_i}{r_i}$$



**ميزة أساسية*: حساب الجهد أسهل بكثير من حساب المجال الكهربائي، لأننا نجمع كميات قياسية (أرقامًا) وليس متجهات!

مثال تطبيقي 2: حساب الجهد لنظام من الشحنات

ثلاث شحنات نقطية: $q_1 = +1.50\ \mu C$ عند $(0, a)$، $q_2 = +2.50\ \mu C$ عند $(0, 0)$، و$q_3 = -3.50\ \mu C$ عند $(b, 0)$، حيث $a = 8.00\ m$ و $b = 6.00\ m$. **أوجد الجهد الكهربائي عند النقطة** $P(b, a)$.



1. تطبيق مبدأ التراكب

$$V_P = V_1 + V_2 + V_3$$

2. التعويض بالصيغة

$$V_P = k\frac{q_1}{r_1} + k\frac{q_2}{r_2} + k\frac{q_3}{r_3}$$

3. الحساب

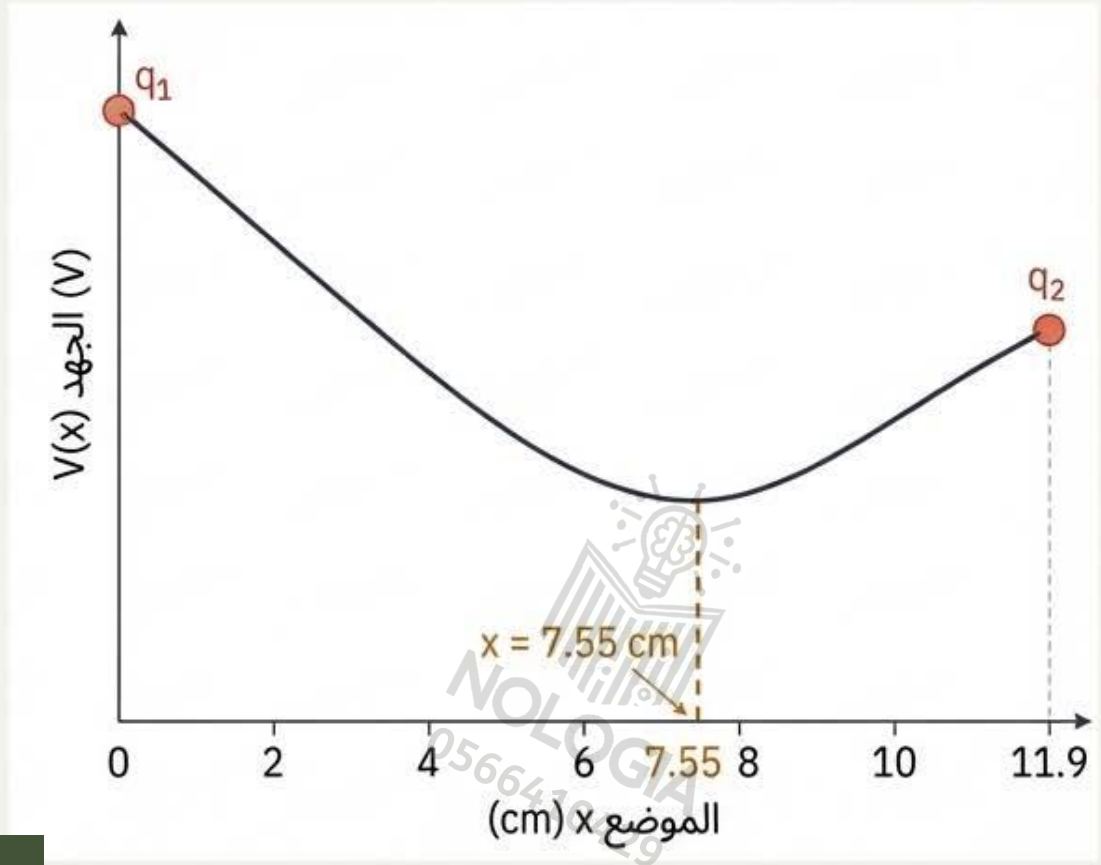
$$V_P = (8.99 \times 10^9)\left[\frac{1.50x10^{-6}}{6.00} + \frac{2.50x10^{-6}}{10.0} + \frac{(-3.50x10^{-6}}{8.00}\right]$$

الجواب النهائي: $V_P = 562\ V$

مثال متقدم: إيجاد نقطة الجهد الأدنى

شحنة $q_1 = 0.829\ \text{nC}$ عند $x = 0$. شحنة أخرى $q_2 = 0.275\ \text{nC}$ عند $r_2 = 11.9\ \text{cm}$. عند أي نقطة على المحور x بين الشحنتين، يكون الجهد الكهربائي الناتج عنهما أدنى ما يمكن؟

تأكيد بياني (Visual Confirmation)



طريقة الحل (Methodology)

1. الفكرة (Think)

لإيجاد الحد الأدنى، نحسب مشتقة الجهد بالنسبة للموضع (dV/dx) ونساويها بالصفر.

2. كتابة المعادلة (Write the Equation)

$$V(x) = k\frac{q_1}{x} + \frac{kq_2}{r_2 - x}$$

3. حساب المشتقة (Take the Derivative)

نأخذ المشتقة:

$$\frac{dV}{dx} = k\left(-\frac{q_1}{x^2}\right) + \frac{kq_2}{(r_2 - x)^2}$$

4. الحل (Solve for x)

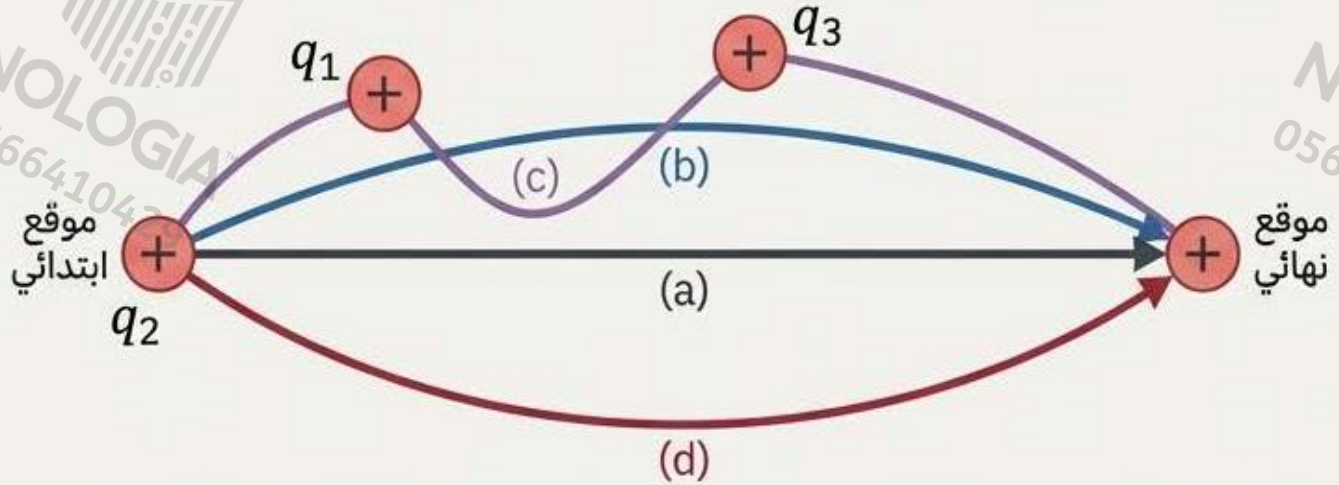
بمساواة dV/dx = 0، نصل إلى:

$$x = \frac{r_2\sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1} + \sqrt{q_2}}$$

5. الحساب والجواب

$$x = \frac{11.9 * \sqrt{0.829}}{\sqrt{0.829} + \sqrt{0.275}} = 7.55\ \text{cm}$$

اختبار المفاهيم: هل يهم المسار؟



حُركت الشحنة q_2 من موقعها الابتدائي إلى موقع نهائي عبر أربعة مسارات مختلفة. أي مسار يتطلب أقل شغل؟

a) المسار a
b) المسار b
c) المسار c
d) المسار d
e) الشغل واحد في المسارات كلها.

**الجواب الصحيح هو (e). الجهد الكهربائي دالة حالة، والشغل المبذول في مجال كهربائي محافظ يعتمد فقط على نقطتي البداية والنهاية، وليس على المسار المتبع بينهما. بما أن نقطتي البداية والنهاية متماثلتان لجميع المسارات، فإن الشغل المبذول ($W = -q\Delta V$) يكون متساويًا.

ملخص الأدوات الأساسية

المفهوم (Concept)	المعادلة الأساسية (Key Equation)	ملاحظات هامة (Important Notes)
الجهد من المجال	$V(\mathbf{r}) = -\int_{\infty}^{r} \vec{\mathbf{E}} \cdot \mathbf{d}\vec{\mathbf{l}}$	الجهد كمية قياسية (V is a scalar).
الجهد لشحنة نقطية	$V = \frac{kq}{r}$	يعتمد على إشارة الشحنة (Depends on the sign of q).
مبدأ التراكب	$V_{\text{total}} = \sum_i \frac{kq_i}{r_i}$	المجموع جبري وليس اتجاهي (Sum is algebraic, not vectorial).
التوزيعات المتصلة	$V = \int \frac{kdq}{r}$	استخدم التكامل بدلاً من الجمع (Use integration instead of summation).
الشغل والجهد	$W_{A\to B} = -q(V_B - V_A)$	الشغل لا يعتمد على المسار (Work is path-independent).

بهذه الأدوات يمكنك حساب المشهد الكهربائي لأي توزيع من الشحنات.

الوحدة (3): الجهد الكهربائي
Electric Potential

05/06

الدرسان الخامس والسادس:

إيجاد المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي وطاقة الوضع الكهربائية لنظام من الشحنات النُقطية

لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

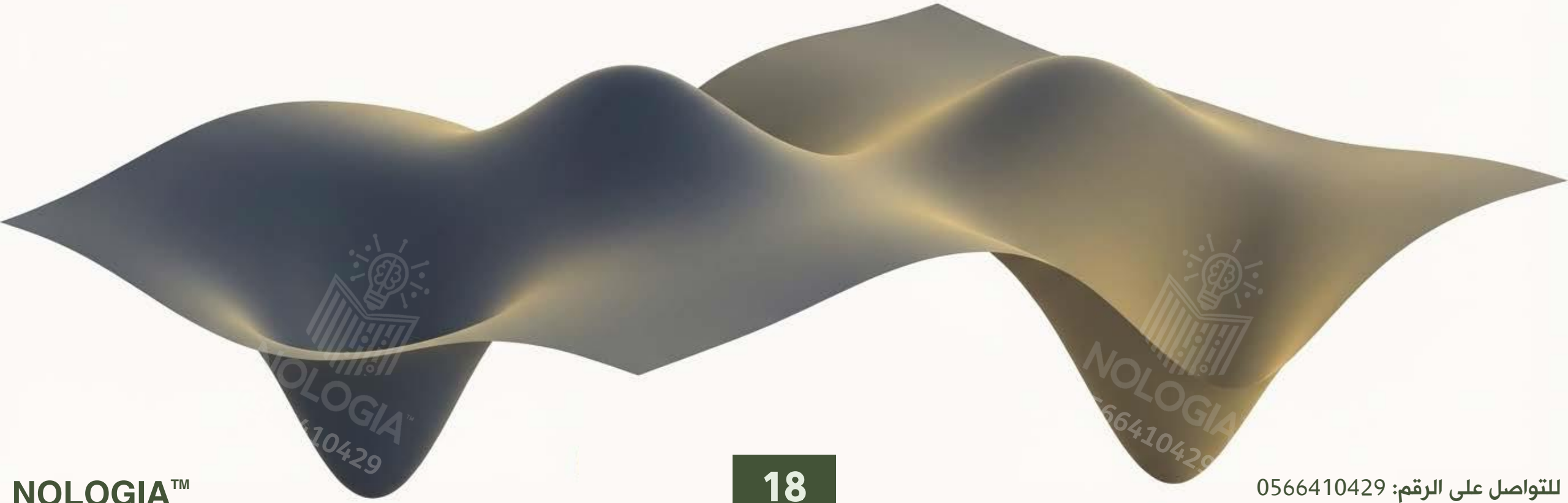
NOLOGIA™

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

الفيزياء للمتقدمين: الجهد الكهربائي

الوحدة 3: دليل شامل لإتقان العلاقة بين الجهد والمجال وطاقة الوضع



رحلتنا في هذا الملف



١. **العلاقة الأساسية:** كيف نجد المجال الكهربائي (E) من الجهد الكهربائي (V)؟



٢. **صندوق الأدوات:** المعادلات الرئيسية التي ستحتاجها.



٣. **التطبيق المتقدم (١):** تحليل مثال بياني: استخلاص المجال من خطوط تساوي الجهد.



٤. **التطبيق المتقدم (٢):** حساب طاقة الوضع الكهربائية لنظام من الشحنات.



٥. **استراتيجية الحل:** منهجية منظمة لحل أي مسألة.



٦. **خلاصة القوانين والمفاهيم:** ملخص سريع ومكثف للمراجعة النهائية.

NOLOGIA 0566410429

من الجهد إلى المجال: العلاقة الأساسية

المبدأ الأساسي

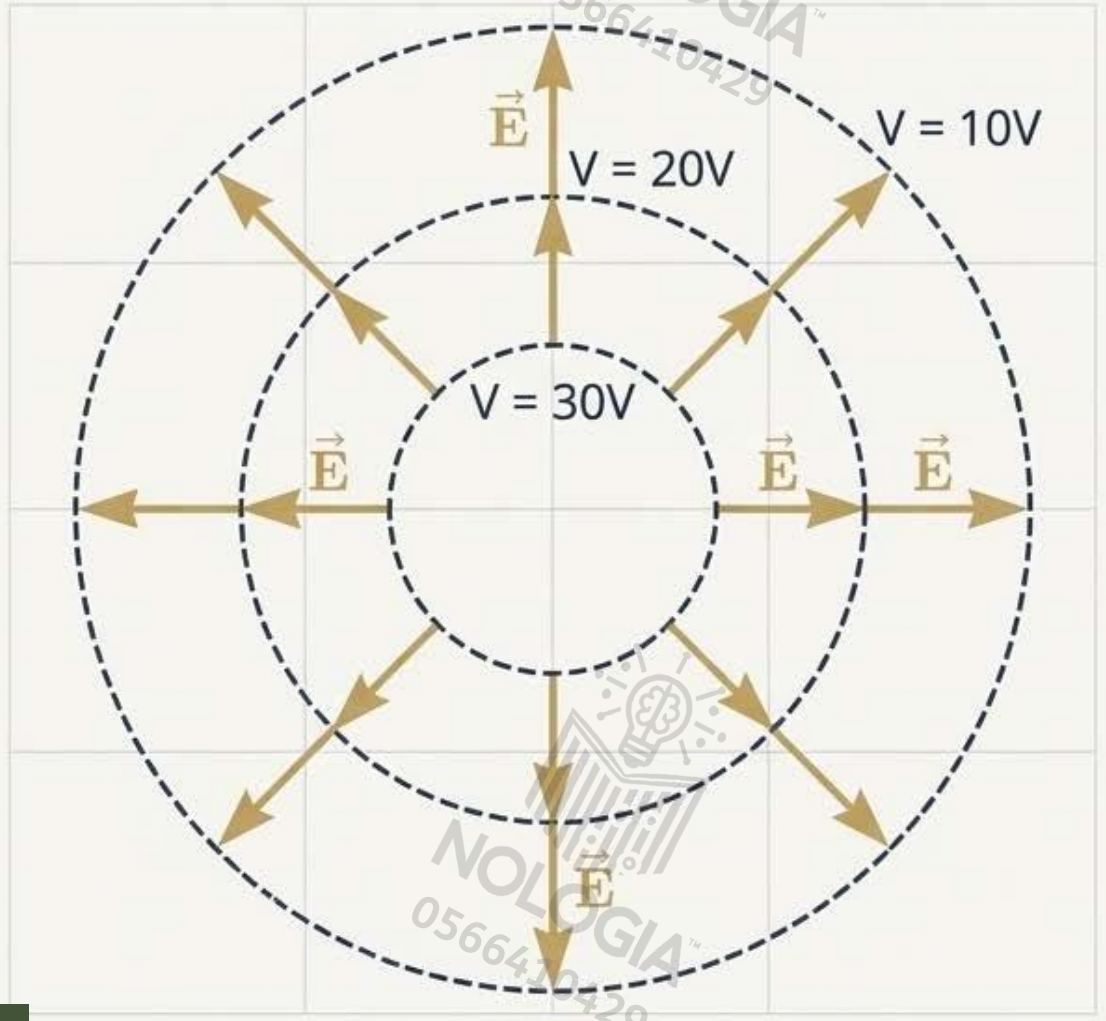
المجال الكهربائي هو مقياس لمدى سرعة تغير الجهد مع المسافة. يشير المجال الكهربائي إلى اتجاه أسرع انخفاض في الجهد الكهربائي.

الصيغة الرياضية (التدرج)

المجال الكهربائي (E) هو سالب تدرج الجهد الكهربائي (V).

$$\vec{E} = -\nabla V$$

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}, \quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}, \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$



NOLOGIA™
0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

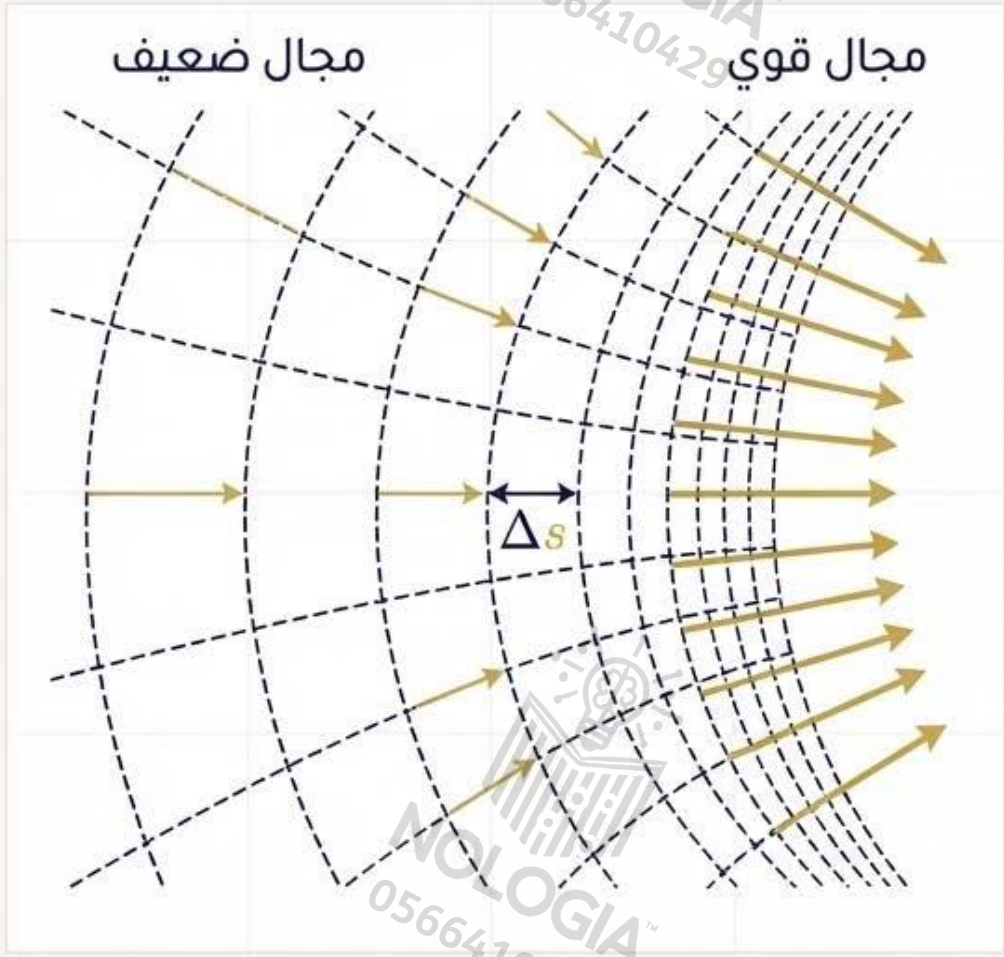
كيفية قراءة خريطة خطوط تساوي الجهد

خطوط المجال الكهربائي تكون دائماً عمودية على خطوط تساوي الجهد.

كلما تقاربت خطوط تساوي الجهد، زادت زدت شدة المجال الكهربائي.

$$E_s \approx -\frac{\Delta V}{\Delta s}$$

حيث Δs هي المسافة العمودية بين خطين متجاورين لتساوي الجهد.



NOLOGIA™ 0566410429

تطبيق عملي (1): استخلاص المجال الكهربائي بيانياً (مثال 3.6)

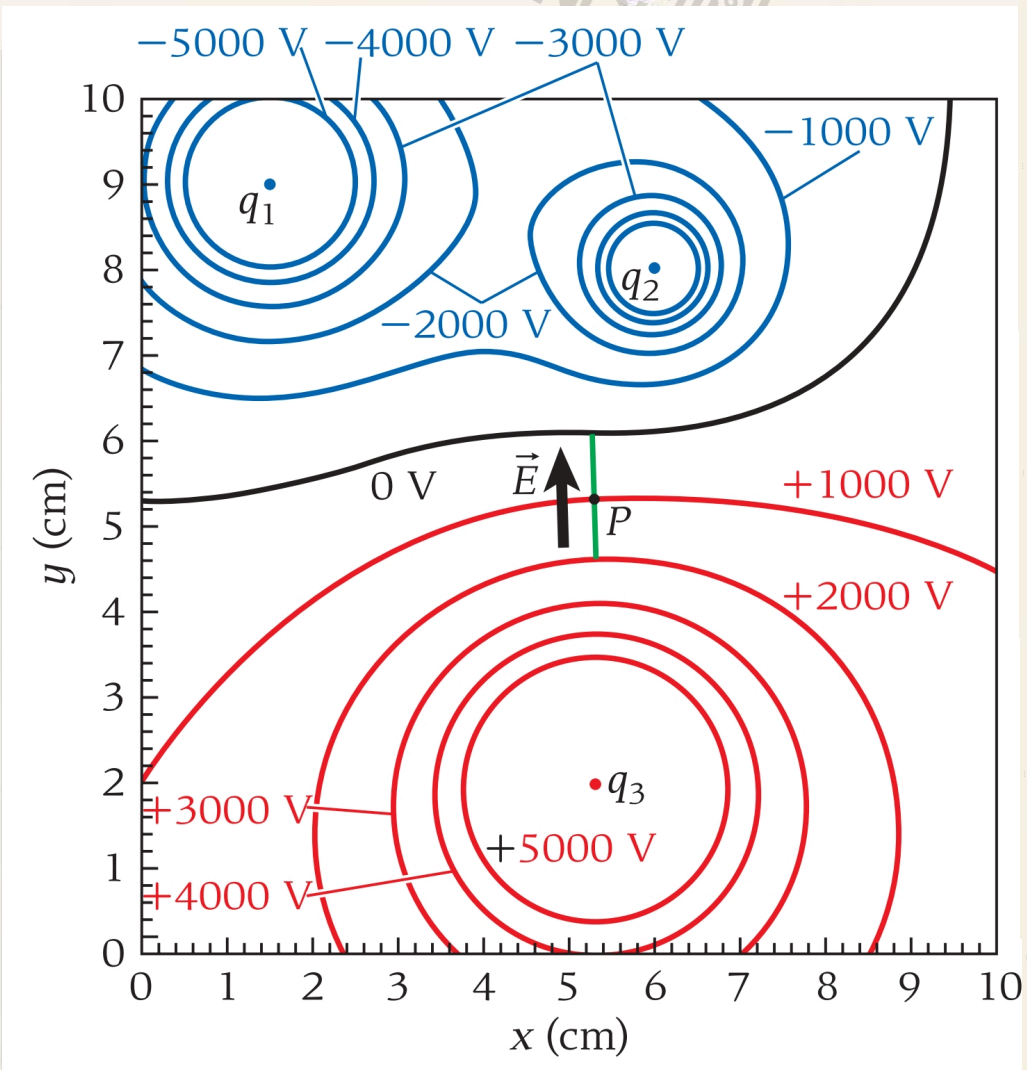
المسألة

بالنظر إلى نظام الشحنات الثلاث وخريطة تساوي الجهد (الشكل 3.29)، قم بتقدير مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة P.

- **المعطيات:** نظام من ثلاث شحنات (q_1, q_2, q_3) وخريطة لخطوط تساوي الجهد تبدأ من 5000 V- إلى 5000 V+ بزيادات 1000 V.
- **المطلوب:** حساب مقدار المجال الكهربائي عند النقطة P.

الاستراتيجية

1. نرسم خطاً عمودياً على خطوط تساوي الجهد عند النقطة P، يمتد من خط جهد أعلى إلى خط جهد أدنى.
2. نقيس المسافة (Δs) على طول هذا الخط بين خطي تساوي الجهد.
3. نحدد فرق الجهد (ΔV) بين هذين الخطين.
4. نطبق الصيغة التقريبية $E \approx -\Delta V/\Delta s$.



الخطوات الحسابية للمثال 3.6

الخطوة ١: تحديد ΔV

$$\Delta V = V_{\text{final}} - V_{\text{initial}} = 0\ \text{V} - 2000\ \text{V} = -2000\ \text{V}$$

الخطوة ٢: تحويل Δs

$$\Delta s = 1.5\ \text{cm} = 0.015\ \text{m}$$

الخطوة ٣: حساب E

$$E \approx -\frac{\Delta V}{\Delta s} = -\frac{(-2000\ \text{V})}{0.015\ \text{m}} \approx 1.3 \times 10^5\ \text{V/m}$$

النتيجة: مقدار المجال الكهربائي عند النقطة P هو $1.3 \times 10^5\ \text{V/m}$ تقريباً.

الاتجاه: تشير الإشارة السالبة في المعادلة $Es = -\frac{\partial V}{\partial s}$ إلى أن اتجاه المجال يكون من الجهد الأعلى (2000 V) نحو الجهد الأقل (0 V).

طاقة الوضع الكهربائية لنظام من الشحنات

طاقة الوضع الكهربائية (U) لنظام من الشحنات النقطية هي الشغل اللازم لجلب الشحنات من المالانهاية وتقريبها معاً إلى مواقعها الحالية.

لنظام مكون من عدة شحنات (الصيغة العامة):

$$U = \sum_{\substack{\text{for all pairs} \\ i \neq j}} k\frac{q_i \cdot q_j}{r_{ij}}$$

بشكل أوضح:

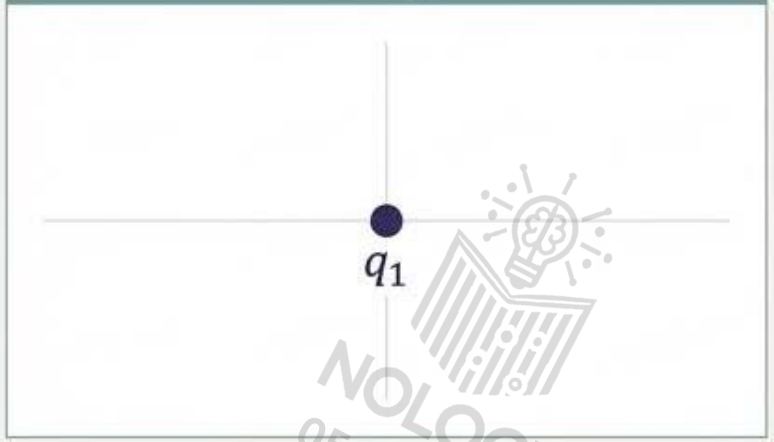
$$U = U_{12} + U_{13} + U_{14} + \ldots + U_{23} + U_{24} + \ldots$$

لنظام مكون من شحنتين:

$$U = W = q_2 \cdot V_1 = k\frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}}$$

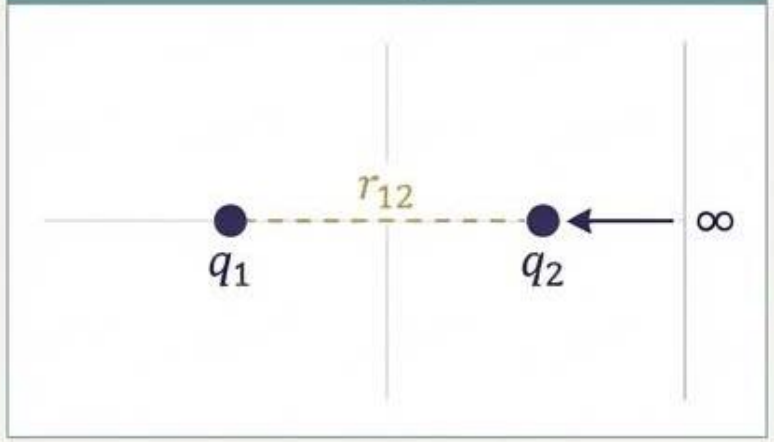
- U > 0: إذا كان للشحنتين الإشارة نفسها (تنافر)، يجب بذل شغل موجب لتقريبهما.
- U < 0: إذا كان للشحنتين إشارتان مختلفتان (تجاذب)، يُبذل شغل سالب (يبذل المجال شغلاً).

المرحلة 1:



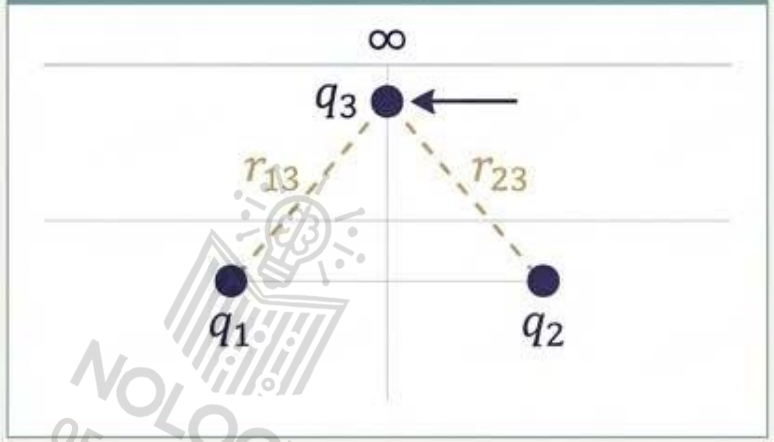
الشغل = 0

المرحلة 2:



الشغل = U_{12}

المرحلة 3:



الشغل = $U_{13} + U_{23}$

تطبيق عملي (٢): حساب طاقة الوضع لنظام رباعي (مثال 3.7)

المسألة

احسب طاقة الوضع الكهربائية الكلية (U) للنظام المكون من أربع شحنات نقطية والموضح في الشكل 3.31.

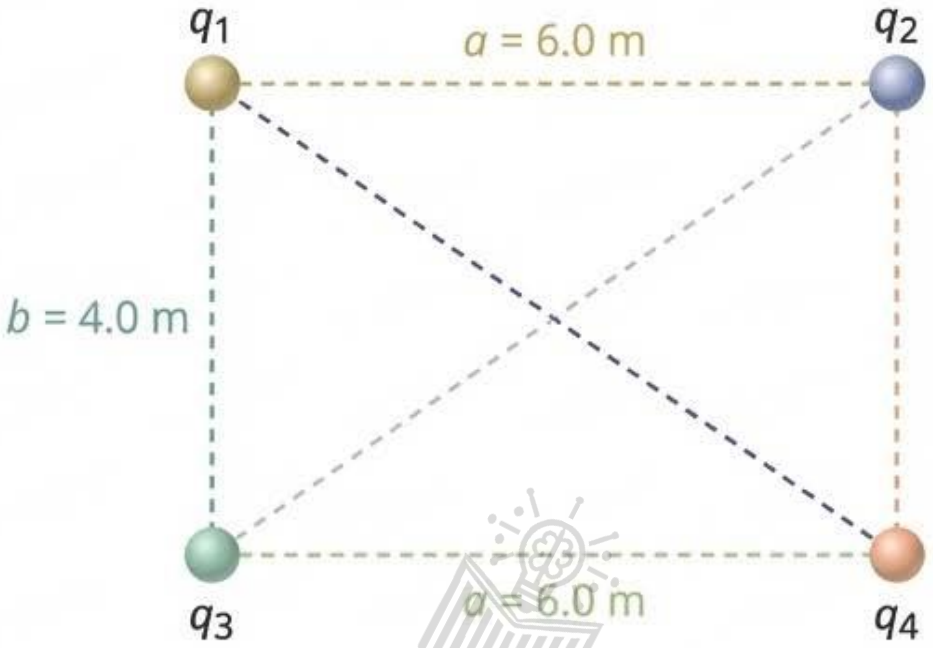
المعطيات: $q_1 = +1.0\ \mu C, q_2 = +2.0\ \mu C, q_3 = -3.0\ \mu C, q_4 = +4.0\ \mu C$ ، المسافات $a = 6.0\ m, b = 4.0\ m$.

المطلوب: حساب طاقة الوضع الكهربائية الكلية للنظام (U).

الاستراتيجية

1. تحديد جميع الأزواج الفريدة من الشحنات. في نظام من 4 شحنات، يوجد 6 أزواج: (1,2), (1,3), (1,4), (2,4), (2,4), (3,4).
2. حساب المسافة (r_{ij}) لكل زوج.
3. حساب طاقة الوضع (U_{ij}) لكل زوج باستخدام $U_{ij} = k\frac{q_i \cdot q_j}{r_{ij}}$.
4. جمع كل الطاقات الفردية:

$$U_{total} = U_{12} + U_{13} + U_{14} + U_{23} + U_{24} + U_{34}$$



NOLOGIA™ 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

الخطوات الحسابية للمثال 3.7

$$U_{12} = k\frac{(+1\mu C)(+2\mu C)}{6.0\ \text{m}} = +3.00\times10^{-3}\ \text{J}$$

$$U_{13} = k\frac{(+1\mu C)(-3\mu C)}{4.0\ \text{m}} = -6.75\times10^{-3}\ \text{J}$$

$$U_{14} = k\frac{(+1\mu C)(+4\mu C)}{\sqrt{4^2+6^2}} = +5.00\times10^{-3}\ \text{J}$$

$$U_{23} = k\frac{(+2\mu C)(-3\mu C)}{\sqrt{4^2+6^2}} = -7.5\times10^{-3}\ \text{J}$$

$$U_{24} = k\frac{(+2\mu C)(+4\mu C)}{4.0\ \text{m}} = +18.0\times10^{-3}\ \text{J}$$

$$U_{34} = k\frac{(-3\mu C)(+4\mu C)}{6.0\ \text{m}} = -18.0\times10^{-3}\ \text{J}$$

المجموع الكلي

$$U_{total} = (-6.75 + 5 - 18 + 18 - 7.5 + 3)\times10^{-3}\ \text{J}$$

$$\boxed{U_{total} = -6.25\times10^{-3}\ \text{J}}$$

NOLOGIA™ 0566410429

NOLOGIA™

للتواصل على الرقم: 0566410429

استراتيجيتك المنهجية لحل المسائل



- **حدد هدفك:** هل تحسب المجال (E) أم الجهد (V) أم طاقة الوضع (U)؟
  - $\vec{E}$: كمية متجهة، تنتج عن توزيع الشحنات.
  - V: كمية قياسية، إحدى خواص المجال.
  - U: كمية قياسية، إحدى خواص نظام الشحنات.



- **حدد النقطة:** تأكد من تحديد النقطة التي تريد حساب الجهد أو طاقة الوضع عندها.



- **اختر الطريقة:**
  - **شحنات نقطية:** استخدم الجمع الجبري للجهود الفردية. $V = \sum V_i$.
  - **توزيع شحنات مستمر:** استخدم التكامل. $V = \int dV$.



- **انتبه للإشارات:** الجهد وطاقة الوضع كميات قياسية، لذا إشارة الشحنة ($+$) أو ($-$) مهمة جداً في الحساب.

NOLOGIA 0566410429

اختبر فهمك

افترض أن الجهد الكهربائي يوضح بالعلاقة $V(x, y, z) = -(5x^2 + y + z)$ بالفولت. أي من التعبيرات التالية يصف المجال الكهربائي **E**؟

(a) $5\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} + 2\hat{k}$ (b) $10x\hat{\jmath}$

(c) $5x\hat{\imath} + 2\hat{\jmath}$ (d) $10x\hat{\imath} + \hat{\jmath} + \hat{k}$

أي العبارات التالية غير صحيحة؟

a) خطوط تساوي الجهد موازية لخطوط المجال الكهربائي.

b) خطوط تساوي الجهد لشحنة نقطية تكون دائرية.

d) عندما تتحرك شحنة على أحد أسطح تساوي الجهد، تكون قيمة الشغل المبذول على الشحنة صفراً.

الإجابة الصحيحة: (d) $10x\hat{\imath} + \hat{\jmath} + \hat{k}$

التوضيح: بتطبيق معادلات التدرج:

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = -(-10x) = 10x$$

وكذلك $E_z = -(-1) = 1$ و $E_y = -(-1) = 1$.

الإجابة الصحيحة: (a)

التوضيح: هذه العبارة غير صحيحة. خطوط تساوي الجهد تكون دائماً **متعامدة** على خطوط المجال الكهربائي، وليست موازية لها.

خلاصة القوانين والعلاقات الأساسية

جهد شحنة نقطية

$$V = k\frac{*q}{r}$$

الجهد من المجال

$$\Delta V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{L}$$

المجال من الجهد

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}, E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}, E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

طاقة الوضع (نظام)

$$U = \sum_{(pairs)} \frac{k * q_i * q_j}{r_{ij}}$$

طاقة الوضع (شحنتان)

$$U = \frac{k * q_1 * q_2}{r}$$

جهد نظام من الشحنات

$$V = \sum_i \frac{k * q_i}{r_i}$$

العلاقة بين الجهد وطاقة الوضع

$$\Delta U = q\Delta V$$

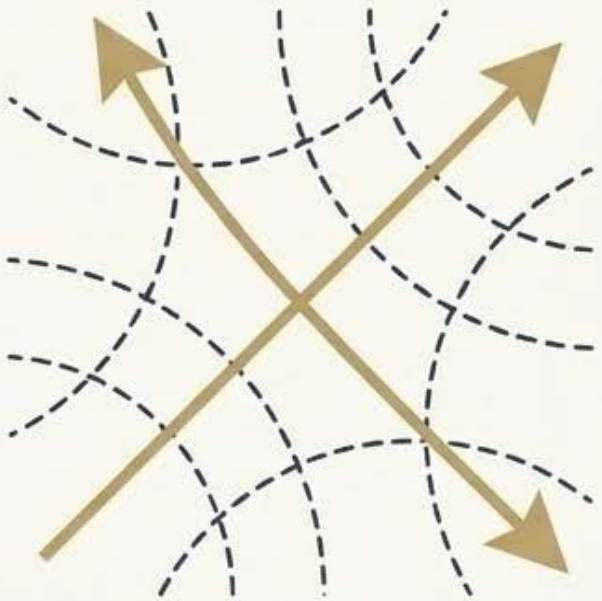
NOLOGIA 0566410429

ملخص المفاهيم الأساسية

- أسطح تساوي الجهد تكون دائماً متعامدة على خطوط المجال الكهربائي.
- لا يُبذل شغل عند تحريك شحنة على سطح تساوي الجهد.
- يُعد سطح أي موصل سطح تساوي جهد.
- يتجه المجال الكهربائي دائماً من مناطق الجهد المرتفع إلى مناطق الجهد المنخفض.

NOLOGIA™ 0566410429

لقد أتقنت الآن أساسيات الجهد الكهربائي



استمر في التدريب على حل المسائل لترسيخ فهمك. هذا الملف هو مرجعك الدائم.

بالتوفيق، Mr. Mohamad!

NOLOGIA™ 0566410429

الوحدة (4): المكثفات Capacitors

	عنوان الدرس	الصفحة
4-1+2+3	السعة الكهربائية + الدوائر الكهربائية للمكثفات + المكثف متوازي اللوحين والأنواع الأخرى من المكثفات	34
4-4+5	المكثفات في الدوائر الكهربائية + الطاقة المخزنة في المكثفات	50
4-6	المكثفات والعوازل الكهربائية	66
-	مراجعة: إتقان المكثفات – دليلك الشامل	82

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

الوحدة (4): المكثفات Capacitors

01 الدروس الأول والثاني والثالث:
02 السعة الكهربائية والدوائر الكهربائية
03 للمكثفات والمكثف متوازي اللوحين
والأنواع الأخرى من المكثفات

NOLOGIA™

لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

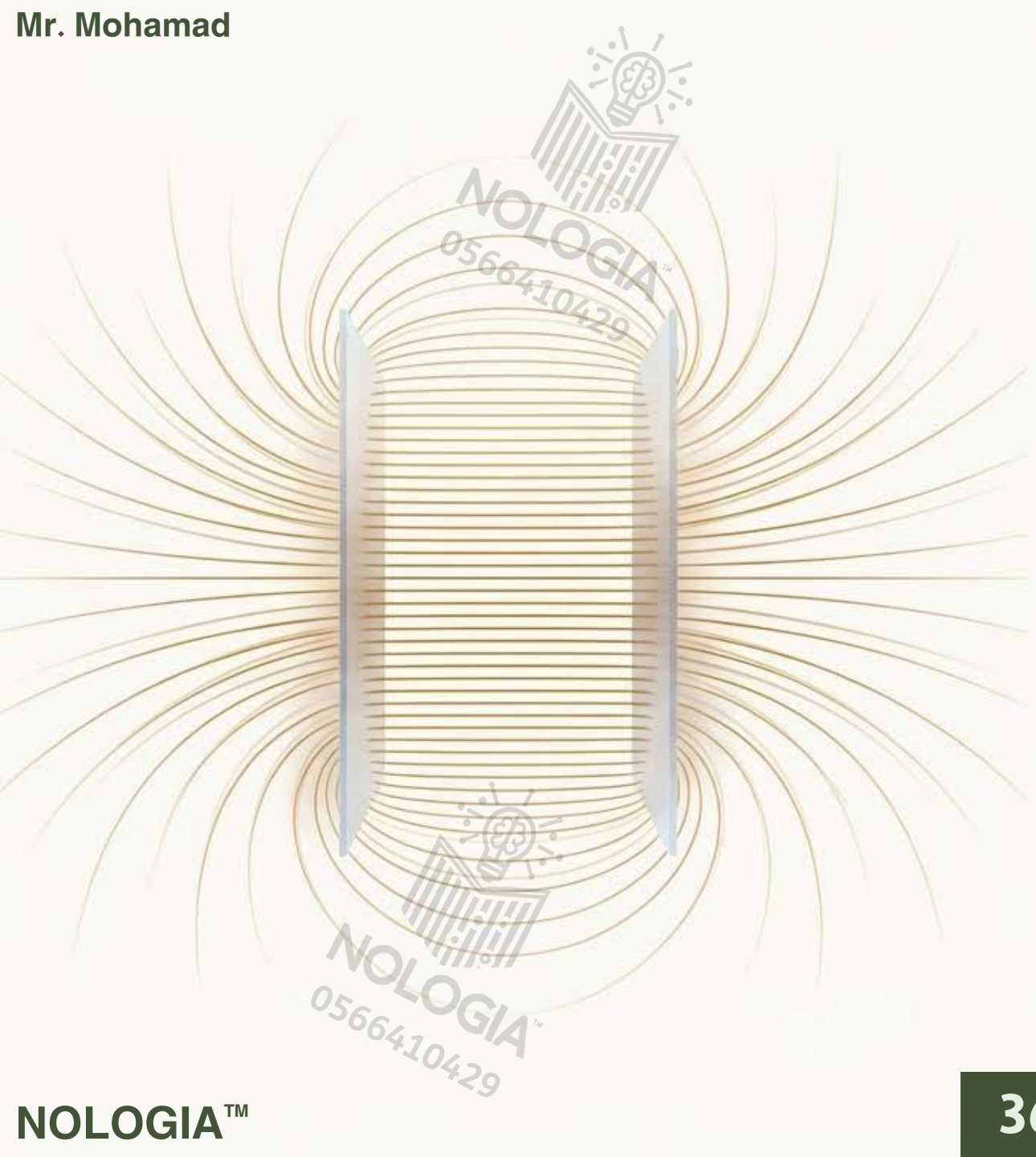
الوحدة 4: المكثفات والسعة الكهربائية

دليل شامل للمفاهيم، القوانين، والأمثلة

إعداد: الأستاذ محمد



NOLOGIA™ 0566410429



ماذا سنتعلم في هذه الوحدة؟

- فهم مفهوم السعة الكهربائية كمقياس لمقدرة المكثف على تخزين الشحنة.
- التعرف على التركيب الأساسي للمكثفات، وخاصة المكثف متوازي اللوحين.
- تحليل العلاقة الرياضية بين شحنة المكثف (q)، فرق الجهد (ΔV)، وسعته (C). $C=\frac{q}{V}$
- استنتاج وحساب سعة المكثفات ذات الأشكال الهندسية المختلفة (متوازي اللوحين، أسطواني، وكروي).
- فهم كيفية تمثيل المكثفات في الدوائر الكهربائية وعمليتي الشحن والتفريغ.

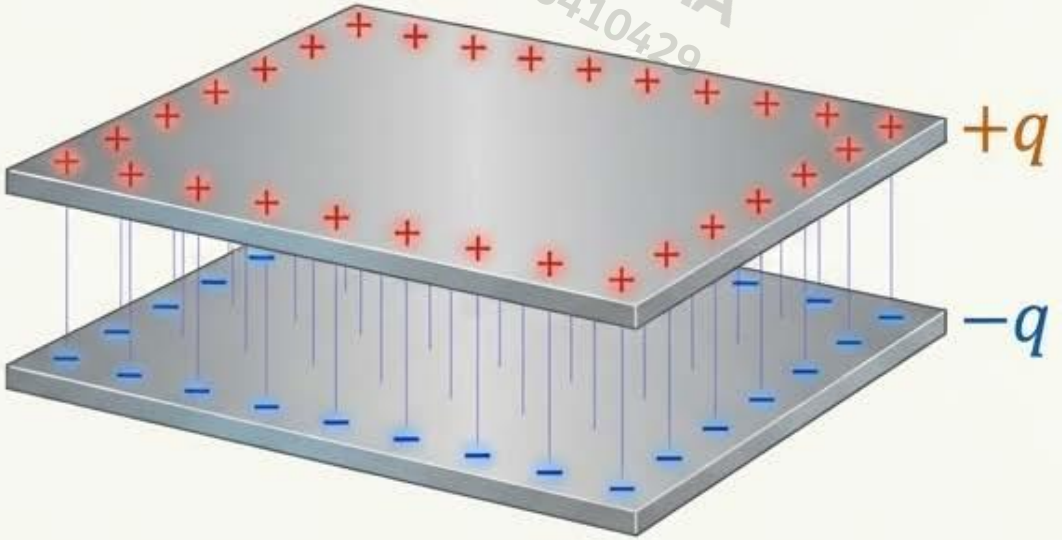
NOLOGIA 0566410429

ما هو المكثف؟ الأساسيات



جهاز يستخدم لتخزين الشحنة الشحنة الكهربائية، وبالتالي الكهروستاتيكية.

بشكل عام، يتكون المكثف من موصلين منفصلين يسميان عادة اللوحين.



عند شحن المكثف، يتم وضع شحنة $+q$ على أحد اللوحين وشحنة $-q$ على اللوح الآخر.

NOLOGIA™ 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

تعريف السعة الكهربائية (C): مقياس القدرة على التخزين

السعة هي المقدرة على تخزين شحنة كهربائية. سعة المكثف هي الشحنة المخزنة على أحد اللوحين مقسومة على فرق الجهد الكهربائي الناتج.

$$q = C * \Delta V$$

C: السعة (Capacitance)
q: مقدار الشحنة على أحد اللوحين
ΔV: فرق الجهد بين اللوحين

وحدة السعة هي الفاراد (F)، نسبةً إلى مايكل فاراداي.

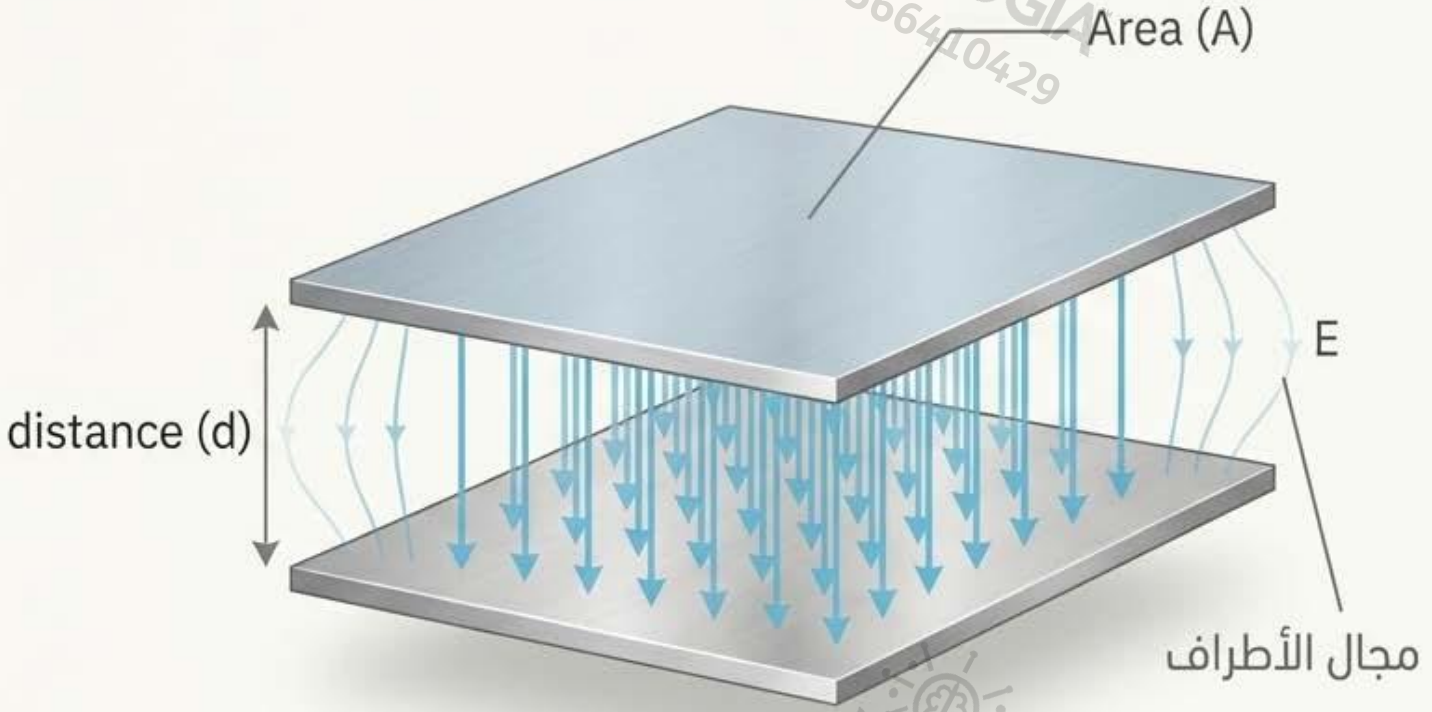
1 فاراد = 1 كولوم / 1 فولت

ملاحظة هامة: "الفاراد كمية كبيرة جدًا من السعة." لذلك، نستخدم عادةً الميكرو**فاراد** ($\mu F = 1x10^{-6}$ F) والبيكو **فاراد** ($pF = 1x10^{-12}$ F).

المكثف متوازي اللوحين: النموذج المثالي

يتكون من لوحين موصلين متوازيين، مساحة كل منهما A ومفصولتين بمسافة d.

بين اللوحين، يكون المجال الكهربائي منتظمًا تقريبًا وعموديًا على اللوحين، بينما يكون أضعف بكثير خارجهما (مجال الأطراف).



NOLOGIA 0566410429

استنتاج سعة المكثف متوازي اللوحين

1. **حساب المجال الكهربائي (E):**
باستخدام قانون غاوس، نجد أن المجال بين اللوحين هو:
$$E = \frac{q}{\varepsilon_0 A}$$

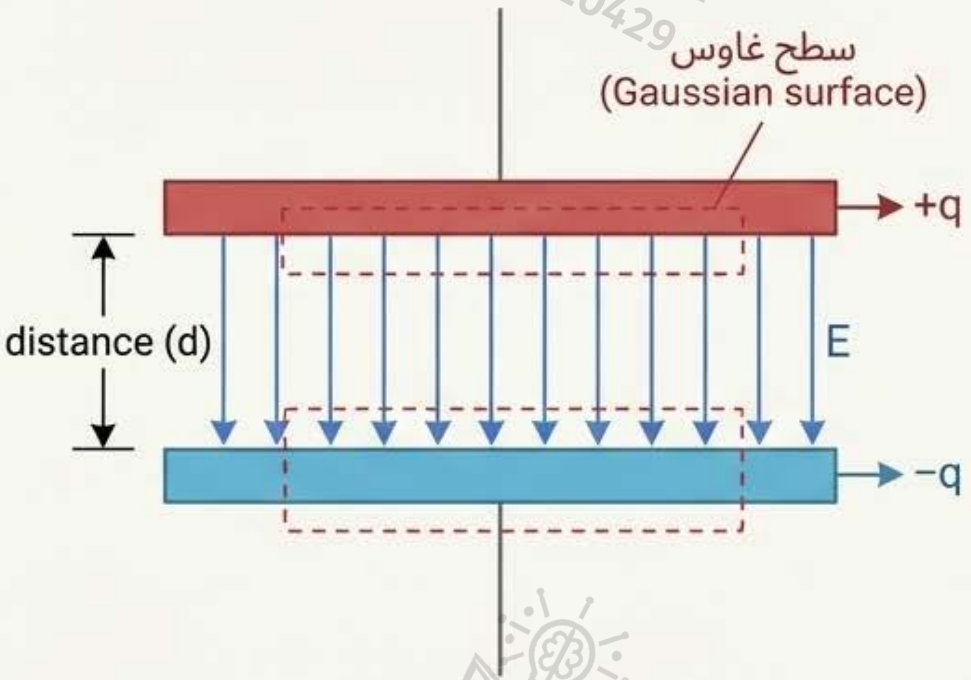
2. **حساب فرق الجهد (ΔV):**
فرق الجهد هو تكامل المجال الكهربائي عبر المسافة d:
$$\Delta V = E * d$$

3. **التعويض والتبسيط:**
نعوض بقيمة E في معادلة ΔV:
$$\Delta V = \frac{q}{\varepsilon_0 A} * d$$

4. **الصيغة النهائية للسعة:**
باستخدام التعريف $C = \frac{q}{\Delta V}$، نحصل على:

$$C = \varepsilon_0 * \frac{A}{d}$$

"لاحظ أن سعة المكثف متوازي اللوحين تعتمد فقط على مساحة اللوحين والمسافة بينهما. بمعنى آخر، الشكل الهندسي للمكثف هو المؤثر الوحيد في سعته."

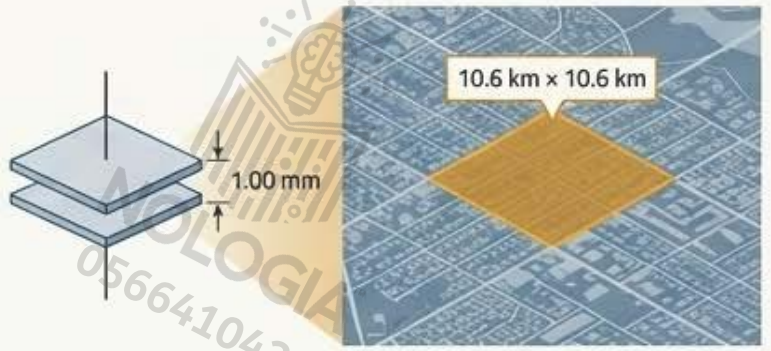


مثال 4.1: تطبيق الصيغة

مكثف متوازي اللوحين سعته 1.00F والمسافة بين لوحيه 1.00 mm. ما هي مساحة كل لوح؟

1. الصيغة الأساسية: $C = \varepsilon_0 * (A / d)$
2. إعادة الترتيب لإيجاد A: $A = (C * d) / \varepsilon_0$
3. التعويض بالقيم: $A = (1.00\ F * 1.00 \times 10^{-3}\ m) / (8.85 \times 10^{-12}\ F/m)$
4. النتيجة: $\mathbf{A \approx 1.13 \times 10^{8}\ m^{2}}$

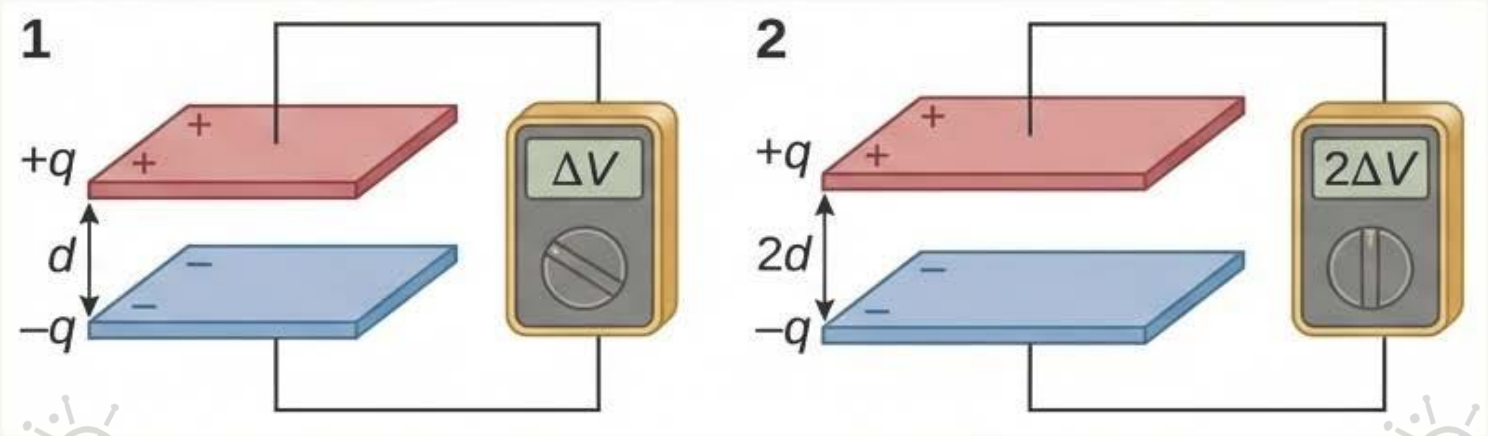
إذا كان هذان اللوحان مربعين، فستكون أبعاد كل واحد منهما 10.6 km × 10.6 km.
تؤكد هذه النتيجة أن الفاراد كمية كبيرة جدًا من السعة.



مراجعة المفاهيم (1)

افترض أنك قمت بشحن مكثف متوازي اللوحين باستخدام بطارية ثم أزلت البطارية... ثم قمت بتحريك لوحي المكثف بعيدًا عن بعضهما البعض. عندها فرق الجهد بين اللوحين سوف:

(a) يزيد (b) ينخفض (c) يظل كما هو



الإجابة الصحيحة: (a) يزيد.

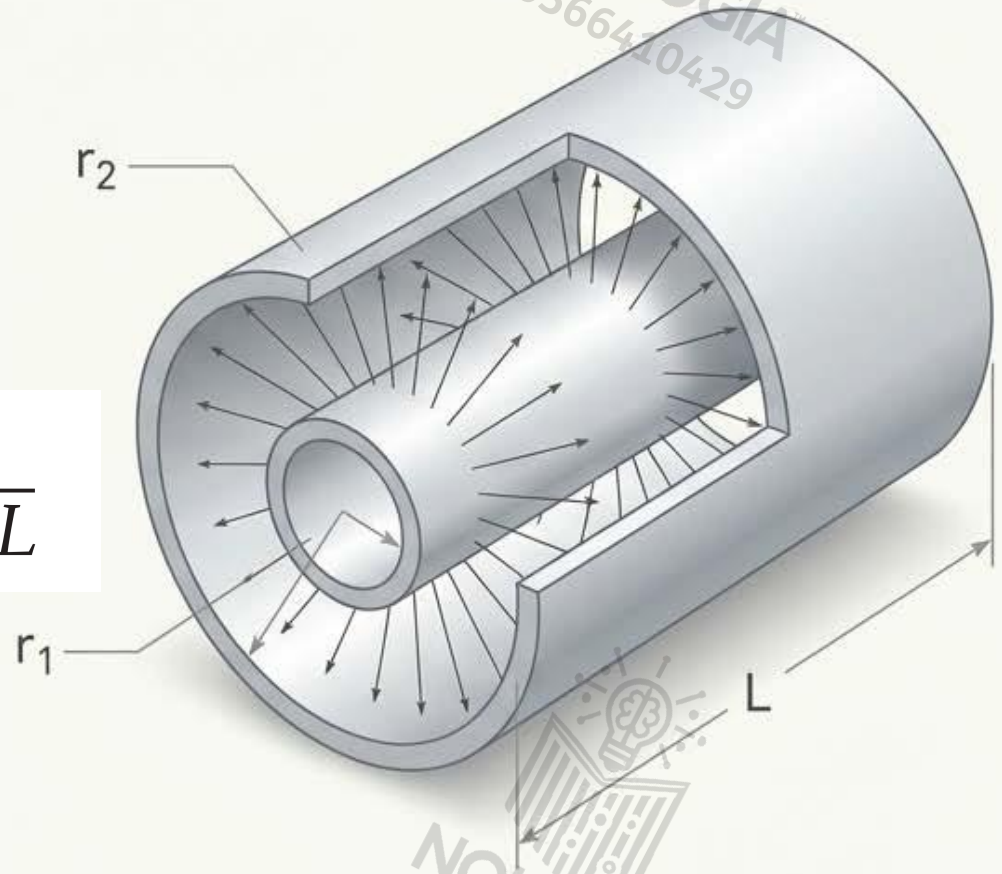
التفسير: بما أن المكثف معزول (البطارية أُزيلت)، فإن الشحنة q تبقى ثابتة. عند زيادة المسافة d، تقل السعة C (لأن $C \propto \frac{1}{d}$)، وبما أن $\Delta V = \frac{q}{C}$، فإذا قل المقام C مع بقاء البسط q ثابتاً، فإن ΔV يجب أن يزيد.

أشكال أخرى: المكثف الأسطواني

مكثف مكون من أسطوانتين موصلتين متحدتي المحور، نصف قطر الداخلية r_1 والخارجية r_2، وطولهما L.

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0 * L}{\ln(r_2/r_1)}$$

$$E = \frac{q}{\varepsilon_0 2\pi r L}$$



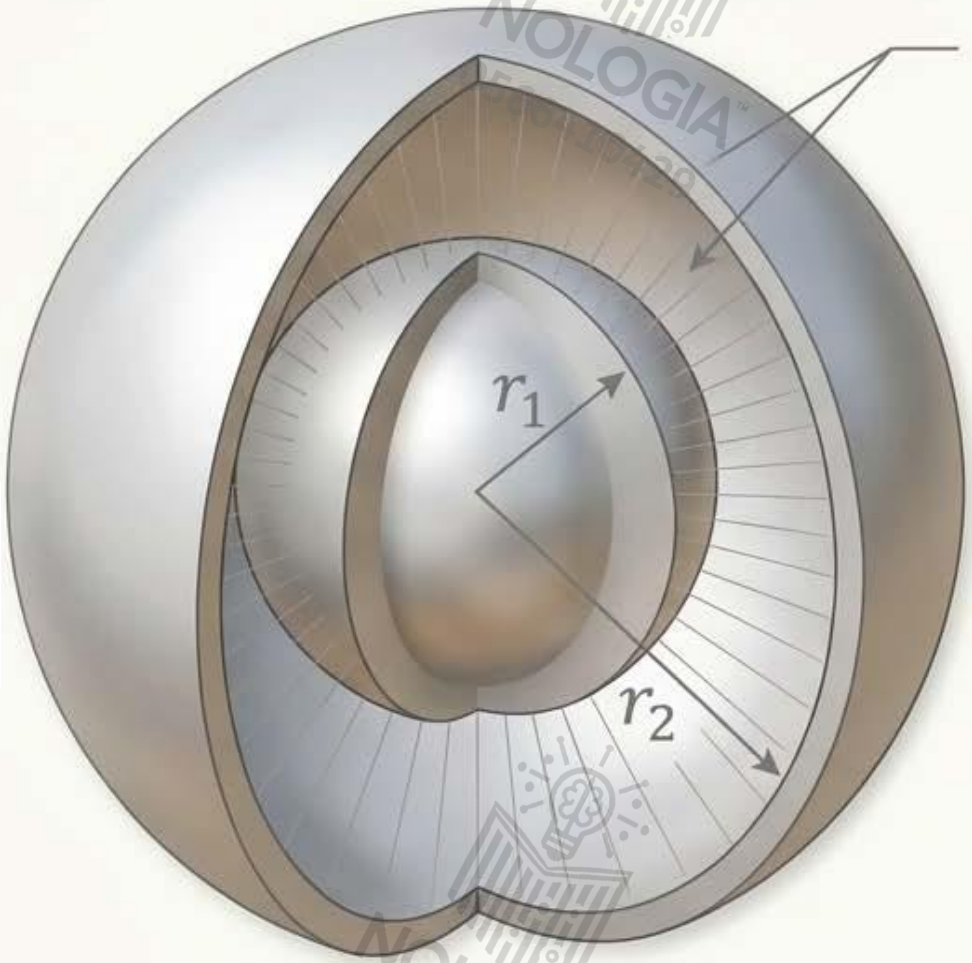
تعتمد سعة المكثف الأسطواني على شكله الهندسي فقط= على غرار المكثف متوازي اللوحين.

أشكال أخرى: المكثف الكروي

مكثف كروي يتكون من جسمين كرويين موصلين متحدي المركز ولديهما نصفي القطر r_1 و r_2.

$$C = 4\pi\varepsilon_0 \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$$

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$



مرة أخرى، السعة تعتمد فقط على الأبعاد الهندسية للمكثف.

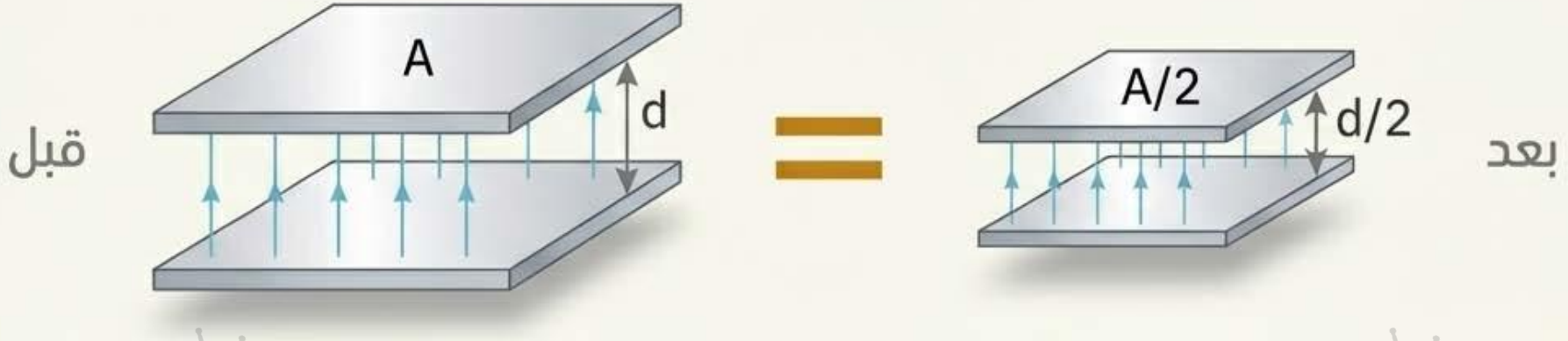
$$C = 4\pi\varepsilon_0 R \leftarrow$$

يمكننا الحصول على سعة موصل كروي مفرد، بافتراض أن الموصل الكروي الخارجي بعيد بشكل لا نهائي مع كون r1 = R و r2 = ∞

مثال تطبيقي: الحفاظ على السعة

افترض أن لديك مكثفًا متوازي اللوحين مساحة كل من لوحيه A وتفصل بينهما مسافة d. لكنك اضطررت تقليل مساحة المكثف بمقدار النصف. ماذا يمكنك فعله للتعويض والحفاظ على قيمة السعة نفسها؟

(a) تقليل d إلى النصف (b) زيادة d إلى مثلي ما كانت عليه (c) تقليل d إلى الربع (d) زيادة d إلى 4 أمثال



الإجابة الصحيحة: (a) تقليل d إلى النصف.

المنطق: السعة الأصلية $C = \varepsilon_0 * A/d$. السعة الجديدة يجب أن تكون $C' = \varepsilon_0 * (A/2) /d'$

لكي تكون $C = C'$، يجب أن يكون $A/d = (A/2)/d'$. هذا يعني أن $d' = d/2$.

مراجعة المفاهيم (2)

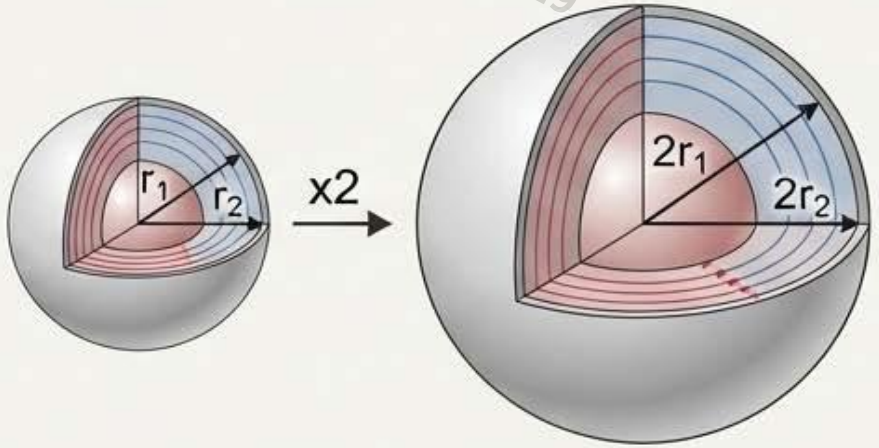
إذا زاد نصفا القطر الداخلي والخارجي لمكثف كروي بمقدار الضعف، فماذا سيحدث للسعة؟

(a) تنخفض إلى الربع

(b) تنخفض إلى النصف

(c) تظل كما هي

(d) تزيد إلى مثلي ما كانت عليه



الإجابة الصحيحة: (d) تزيد إلى مثلي ما كانت عليه.

الإثبات الرياضي: السعة الأصلية هي $C = 4\pi\varepsilon_0 \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$

السعة الجديدة C' مع مضاعفة نصفي القطر هي $C' = 4\pi\varepsilon_0 \frac{((2r_1)(2r_2)}{2r_2 - 2r_1} = 4\pi\varepsilon_0 \frac{4r_1 r_2}{2(r_2 - r_1)}$

إذن، $C' = 2C$. $= 2 * \left[4\pi\varepsilon_0 \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}\right]$

المكثفات في الدوائر الكهربائية

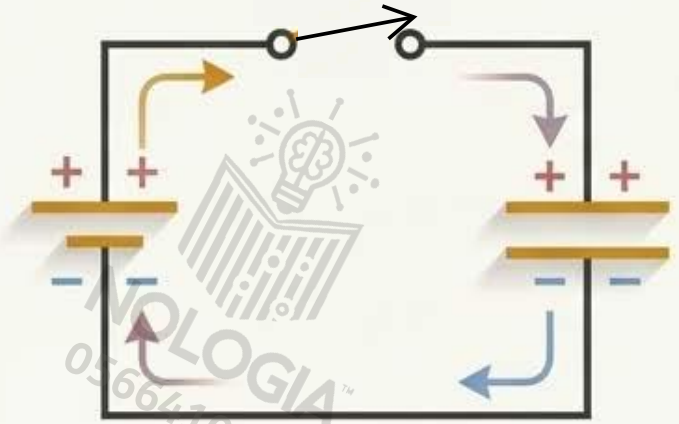

مكثف


بطارية


مفتاح

Charging a Capacitor

عند توصيل مكثف ببطارية، تتدفق الشحنة من البطارية إلى المكثف حتى يتساوى فرق الجهد في المكثف مع الجهد الكهربائي للبطارية.



Discharging a Capacitor

عند إزالة البطارية وتوصيل لوحي المكثف ببعضهما عبر سلك، "يتدفق الشحن... وينخفض فرق الجهد بين اللوحين إلى صفر."



ملخص شامل: القوانين والمفاهيم الأساسية

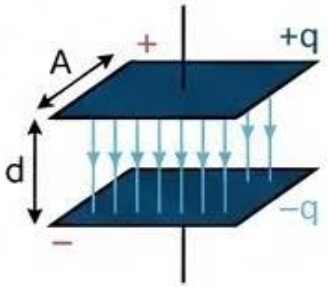
1. تعريف السعة



مقياس قدرة الموصل على تخزين الشحنة.

$$q = C * \Delta V$$

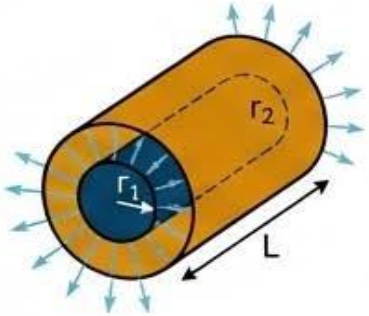
2. المكثف متوازي اللوحين



يعتمد على المساحة `A` والمسافة `d`.

$$C = \varepsilon_0 * \frac{A}{d}$$

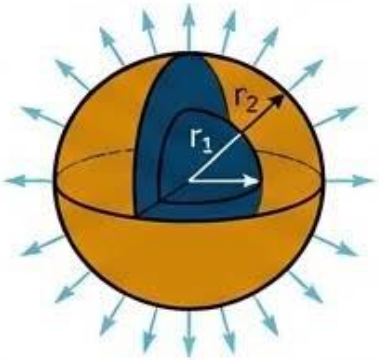
3. المكثف الأسطواني



يعتمد على نصفي القطر `r1` , `r1` والطول `L`.

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 * L}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$

4. المكثف الكروي



يعتمد على نصفي القطر `r1` و `r2`.

$$C = 4\pi\epsilon_0 * \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$$

تعتمد سعة المكثف على شكله الهندسي فقط.

Mr. Mohamad

الجلفانومتر	
الفولتميتر	
الأميتر	
البطارية	
مصدر تيار متناوب	

السلك	
المكثف	
المقاوم	
المحِث	
المفتاح	

الشكل 4.8 رموز شائعة الاستخدام لعناصر الدائرة.

للتواصل على الرقم: 0566410429

NOLOGIA™ 0566410429

الوحدة (4): المكثفات Capacitors

04 / 05

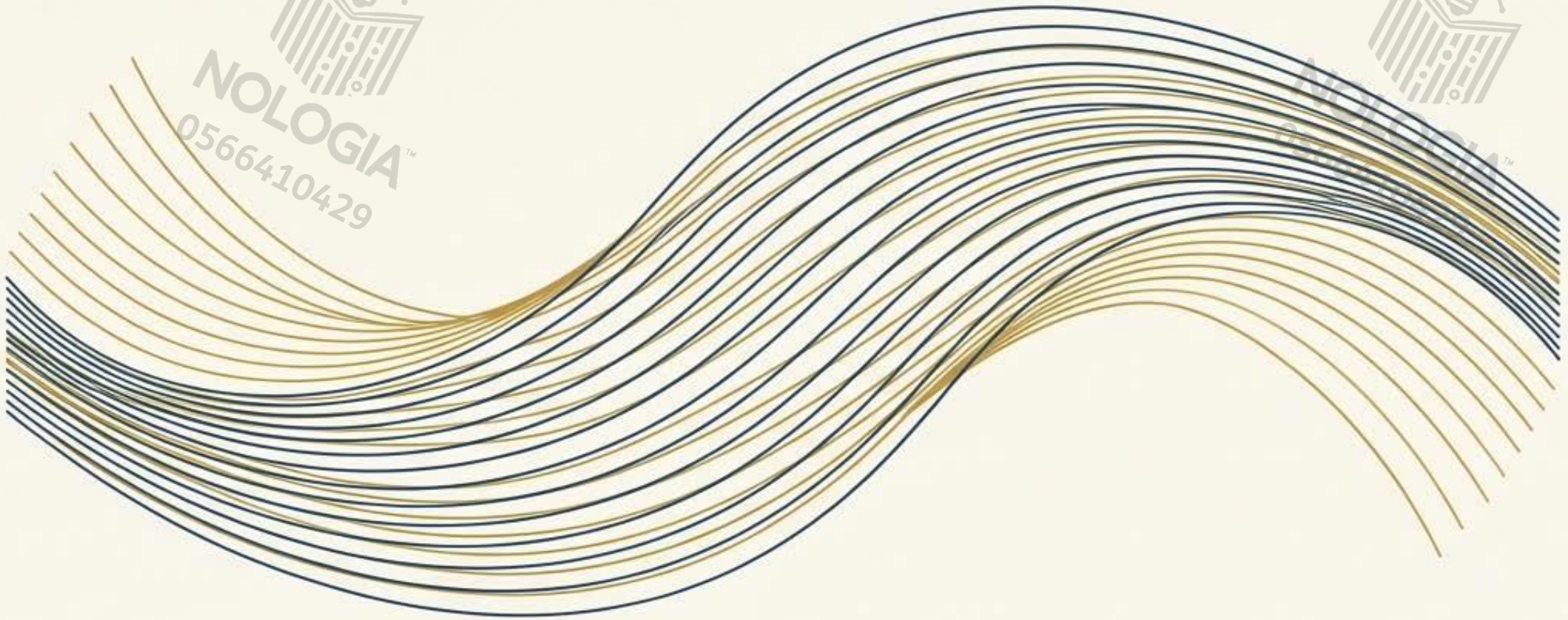
الدرسان الرابع والخامس:
المكثفات في الدوائر الكهربائية والطاقة المخزنة في المكثفات

لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

NOLOGIA™

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429



إتقان المكثفات: من الأساسيات إلى التطبيقات المتقدمة

دليل شامل لدوائر التوالي والتوازي والطاقة المخزنة

إعداد: مستر محمد

رحلتنا اليوم



1. **أدوات التوصيل الأساسية:** فهم دوائر التوصيل على التوازي والتوالي.
2. **تجميع الأدوات:** حل الدوائر المعقدة والمختلطة.
3. **القوة الكامنة:** حساب الطاقة المخزنة في المكثفات.
4. **من النظرية إلى الواقع:** استكشاف تطبيقات عملية قوية.

NOLOGIA 0566410429

$q_1 = C_1 \cdot \Delta V$
$q_2 = C_2 \cdot \Delta V$
$q_3 = C_3 \cdot \Delta V$

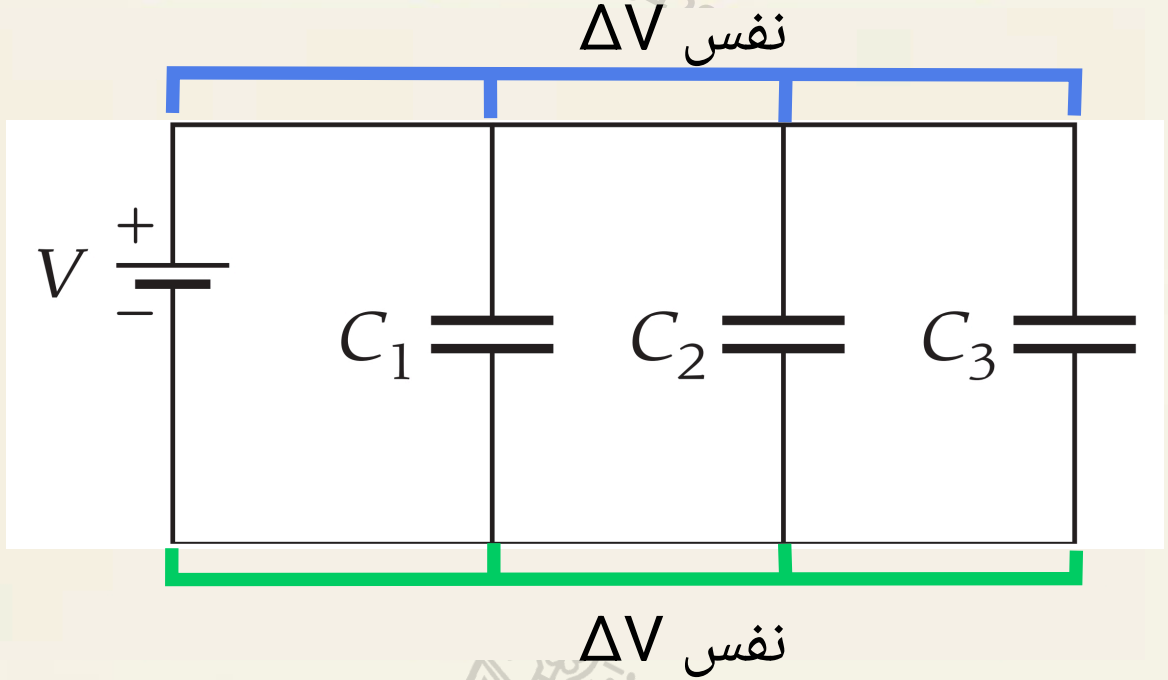
$q = q_1 + q_2 + q_3$
$q = C_1 \cdot \Delta V + C_2 \cdot \Delta V + C_3 \cdot \Delta V$
$q = (C_1 + C_2 + C_3) \cdot \Delta V$

$\Rightarrow C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 \dots + C_n$

الأداة الأولى: التوصيل على التوازي (جمع السعات)

مبدأ أساسي

فرق الجهد (ΔV) متساوٍ عبر جميع المكثفات.



القاعدة الذهبية

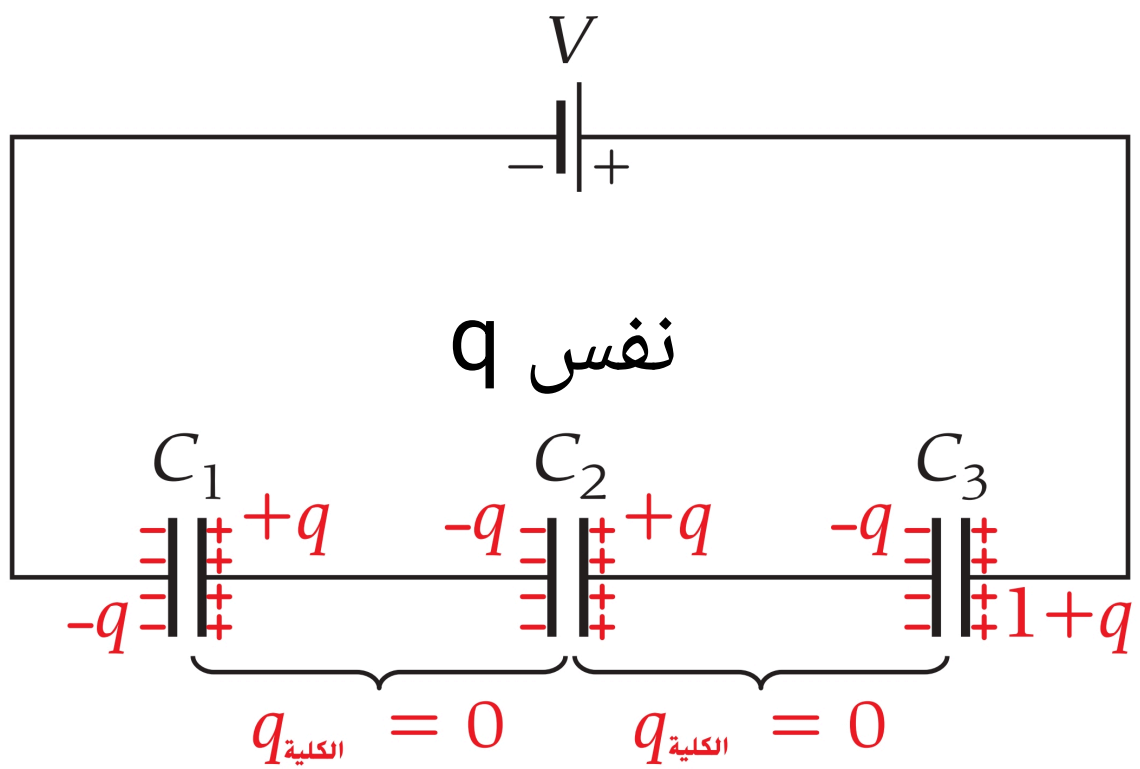
$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

فائدة رئيسية

السعة المكافئة هي مجموع السعات الفردية، وهي دائمًا أكبر من أكبر سعة منفردة.

NOLOGIA™ 0566410429

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 = \frac{q_h}{C_1} + \frac{q_h}{C_2} + \frac{q_h}{C_3} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right) q_h \Longrightarrow C_{eq} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$



الأداة الثانية: التوصيل على التوالي (مشاركة الشحنة)

مبدأ أساسي

الشحنة (q) متساوية على جميع المكثفات.

القاعدة الذهبية

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$

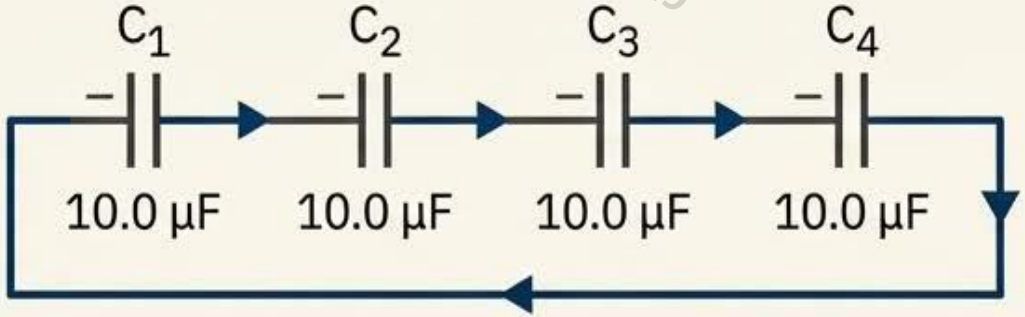
فائدة رئيسية

مقلوب السعة المكافئة هو مجموع مقلوب السعات الفردية.

السعة المكافئة دائمًا أصغر من أصغر سعة منفردة في النظام.

NOLOGIA 0566410429

لنطبق القواعد: تدريب سريع

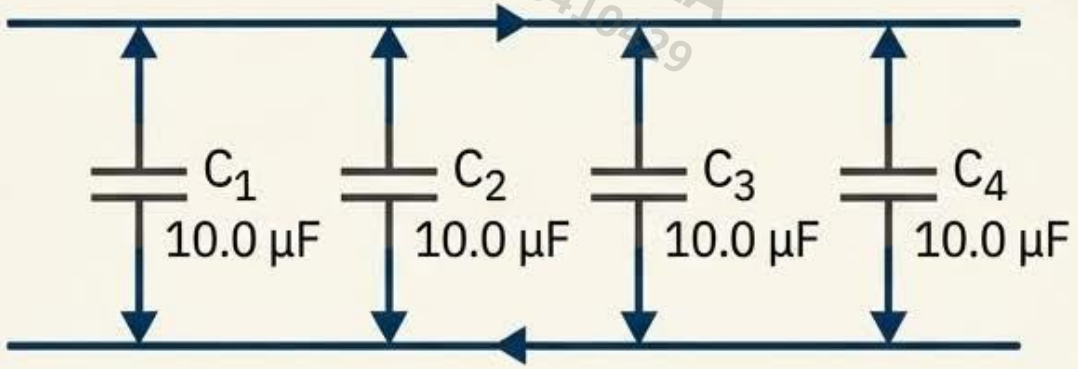


ما السعة المكافئة لنفس المكثفات الأربعة عند توصيلها على التوالي؟

الحل:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{10.0} + \frac{1}{10.0} + \frac{1}{10.0} + \frac{1}{10.0} = \frac{4}{10.0}\ \mu F^{-1}$$

$$C_{eq} = 10.0/4\ \mu F = \mathbf{2.5\ \mu F}$$



ما السعة المكافئة لأربعة مكثفات، سعة كل منها 10.0 µF، متصلة على التوازي؟

الحل:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

$$C_{eq} = 10.0\ \mu F + 10.0\ \mu F + 10.0\ \mu F + 10.0\ \mu F = \mathbf{40.0\ \mu F}$$

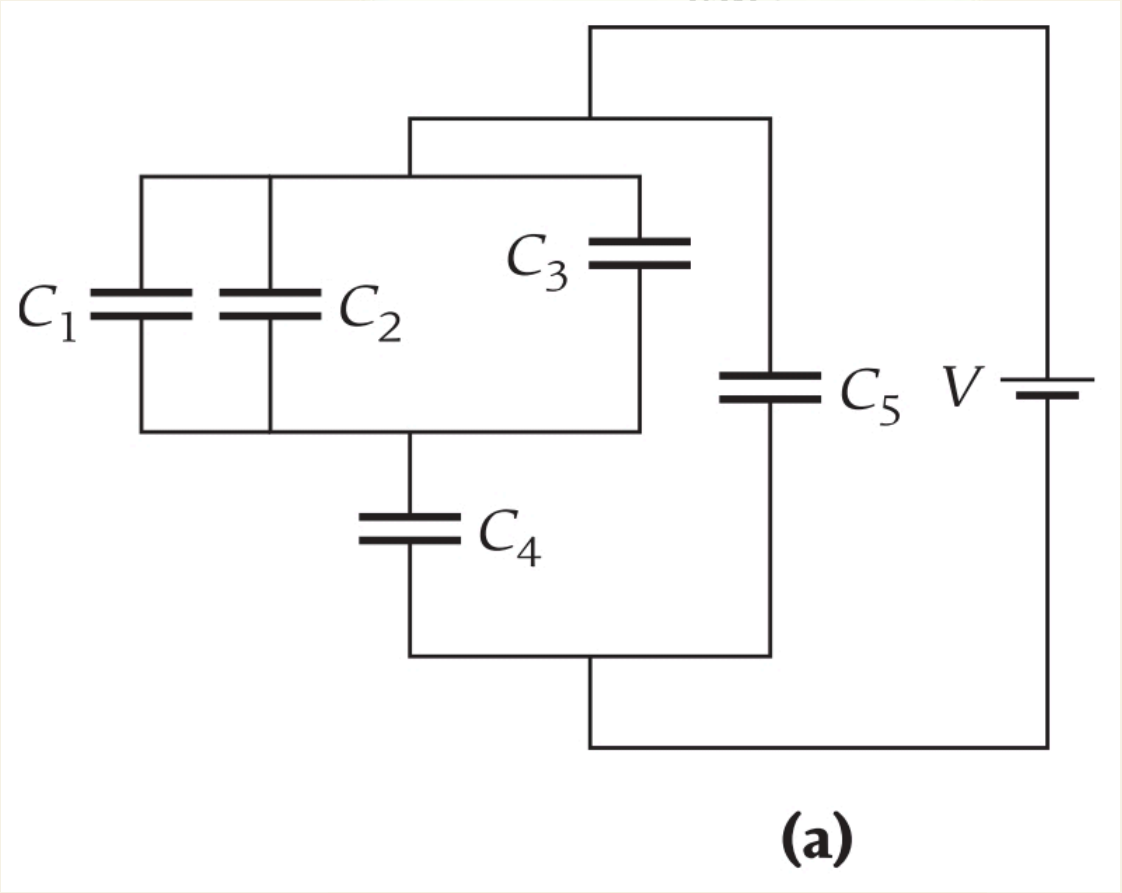
التحدي: لغز الدائرة المعقدة

الهدف

إيجاد السعة المكافئة الكلية (C_{eq}) والشحنة على كل مكثف في الدائرة.

الاستراتيجية

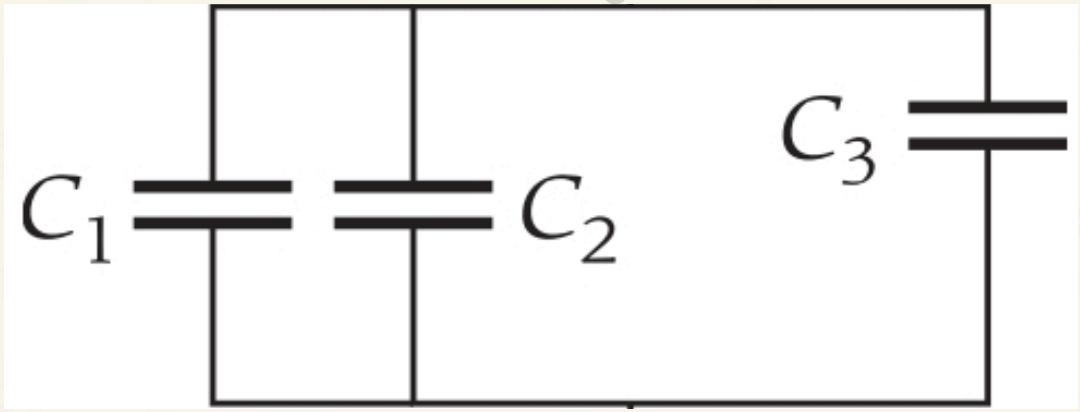
بسّط الدائرة خطوة بخطوة. نبدأ بالتركيبات الداخلية الداخلية للدائرة ونعمل نحو الخارج.



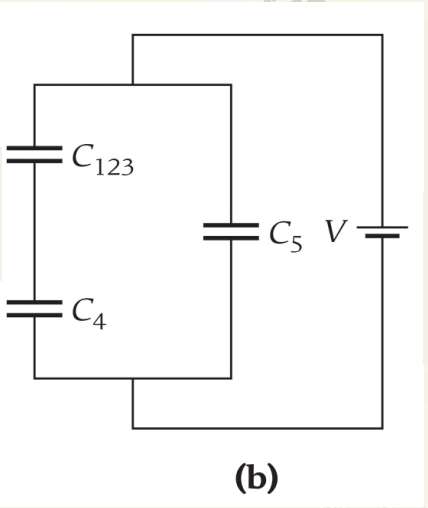
NOLOGIA 0566410429

حل اللغز: الخطوة 1 و 2

الشكل 4.19a



الشكل 4.19b



الخطوة 1: تحديد مجموعة التوازي

المكثفات C1, C2, C3 متصلة على التوازي لأن ألواحها العليا متصلة معًا، وكذلك ألواحها السفلية.

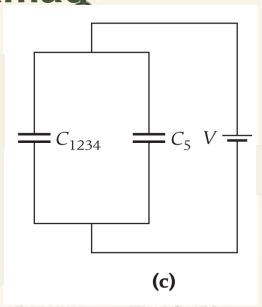
$$C_{123} = C_1 + C_2 + C_3$$

الخطوة 2: تحديد مجموعة التوالي

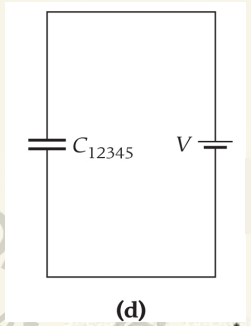
المكثف المكافئ C123 متصل على التوالي مع C4.

$$\frac{1}{C_{1234}} = \frac{1}{C_{123}} + \frac{1}{C_4}$$

حل اللغز: الخطوة 3 والحسابات النهائية



الشكل 4.19c



الشكل 4.19d

التطبيق العددي

المعطيات: $C = 5.0\ \text{nF}$ لجميع المكثفات و $V = 12\ \text{V}$.

حساب C_{eq}:

$$C_{123} = 5.0 + 5.0 + 5.0 = 15.0\ \text{nF}$$

$$1/C_{1234} = 1/15.0 + 1/5.0 \rightarrow C_{1234} = 3.75\ \text{nF}$$

$$C_{eq} = 3.75 + 5.0 = \mathbf{8.75\ nF}$$

حساب الشحنات:

$$q_5 = C_5 V = (5.0\ \text{nF})(12\ \text{V}) = 60\ \text{nC}$$

$$q_4 = q_{123} = C_{1234} V = (3.75\ \text{nF})(12\ \text{V}) = 45\ \text{nC}$$

$$V_{123} = q_{123}/C_{123} = 45\ \text{nC} / 15.0\ \text{nF} = 3.0\ \text{V}$$

$$q_1 = q_2 = q_3 = (5.0\ \text{nF})(3.0\ \text{V}) = 15\ \text{nC}$$

الخطوة 3: المجموعة النهائية على التوازي

المكثف C1234 متصل على التوازي مع C5.

$$C_{eq} = C_{1234} + C_5$$

C_{1234} و C_5 متصلان على التوازي. لذلك، لهما فرق الجهد نفسه، وهو 12 V. وهذا يعني أن الشحنة على C_5 تساوي

$$q_5 = C_5 \Delta V = (5.0\ \text{nF})(12\ \text{V}) = 60.\ \text{nC}$$

C_{1234} مكوَّن من C_{123} و C_4 الموصلين على التوالي. لذلك يجب أن يكون لدى C_{123} و C_4 الشحنة نفسها q_4، لذا

$$\Delta V = \Delta V_{123} + \Delta V_4 = \frac{q_4}{C_{123}} + \frac{q_4}{C_4} = q_4\left(\frac{1}{C_{123}} + \frac{1}{C_4}\right)$$

طريقة أخرى للحل

إذًا فالشحنة على C_4 تساوي

$$q_4 = \Delta V \frac{C_{123} C_4}{C_{123} + C_4} = \Delta V \frac{(C_1 + C_2 + C_3) C_4}{C_1 + C_2 + C_3 + C_4} = (12\ \text{V}) \frac{(15\ \text{nF})(5.0\ \text{nF})}{20.0\ \text{nF}} = 45\ \text{nC}$$

C_{123} مكافئ لثلاثة مكثفات متصلة على التوازي، ولديه كذلك شحنة C_4 نفسها أو 45 nC. للمكثفات الثلاثة C_1 و C_2 و C_3 السعة نفسها وفرق الجهد نفسه لأنها متصلة على التوازي، ويجب أن يساوي مجموع الشحنة على هذه المكثفات الثلاثة 45 nC. لذلك، يمكننا أن نحسب الشحنة على C_1 وC_2 وC_3:

$$q_1 = q_2 = q_3 = \frac{45\ \text{nC}}{3} = 15\ \text{nC}$$



القوة الكامنة: تخزين طاقة الوضع الكهربائية

تبذل البطارية شغلاً لشحن المكثف، ويُخزَّن هذا الشغل في صورة طاقة وضع كهربائية (U).

الأوجه الثلاثة للطاقة

$U = \frac{1}{2}Q(\Delta V)$	$U = \frac{1}{2}C(\Delta V)^2$	$U = \frac{Q^2}{2C}$

كثافة الطاقة: تُعرَّف بأنها طاقة الوضع الكهربائية لوحدة الحجوم، وصيغتها هي $u = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$

NOLOGIA™ 0566410429

مثال من الواقع: قوة السحابة الرعدية

التطبيق: السحابة الرعدية كمكثف طبيعي عملاق.

المسألة

سحابة بأبعاد (2.0 كم × 3.0 كم) على ارتفاع 0.50 كم، تحمل شحنة 160 C.

Key Results

- **السعة (C):** 110 nF ← $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$
- **فرق الجهد (ΔV):** $7.3 * 10^8$ V (730 مليون فولت) ← $\Delta V = \frac{q}{C}$
- **المجال الكهربائي (E):** 1.5 MV/m (أقل من اللازم لحدوث البرق وهو 2.5 MV/m) ← $E = \frac{\Delta V}{d}$
- **الطاقة المخزنة (U):** $3 * 10^{10}$ J

"Wow" Factor: للمقارنة، تكفي هذه الطاقة لتشغيل مجفف شعر قياسي بقدرة 1500 واط لأكثر من 5000 ساعة.





مثال تكنولوجي: منشأة الإشعال الوطنية (NIF)

Application

إطلاق طاقة هائلة في جزء من الثانية لتفاعلات الاندماج النووي.

النظام

192 وحدة، كل وحدة بها 20 مكثفًا سعة كل منها 300 µF موصلة على التوازي ومشحونة إلى 24.0 kV.

الحساب

الطاقة المخزنة الكلية (U_{total}):

$$C_{unit} = 20 * 300\ \mu F = 6000\ \mu F$$

$$U_{unit} = ½\ (6000\ \mu F)(24.0\ kV)^2 = 1.73\ MJ$$

$$U_{total} = 192 * 1.73\ MJ = \mathbf{332\ MJ}$$

متوسط القدرة (P_{avg}): تُفرَّغ الطاقة خلال 90.0 µs.

$$P_{avg} = U_{total} / t = \mathbf{0.830\ TW}$$

للمقارنة:
كان متوسط القدرة الكهربائية المولدة في الولايات المتحدة في عام 2010 هو 0.47 تيراواط.

NOLOGIA 0566410429

ترسانة الأمثلة الخاصة بك

المسألة	المفاهيم الأساسية	النتيجة النهائية (أبرزها)
الدائرة المعقدة	التوالي والتوازي، تبسيط الدوائر	$C_{eq} = 8.75\ nF$
السحابة الرعدية	المكثف متوازي اللوحين، الطاقة المخزنة	$U = 3 * 10^{10}\ J$
ليزر NIF	توصيل على التوازي، الطاقة والقدرة	$P_{avg} = 0.830\ TW$
تخزين الطاقة	حساب عدد المكثفات اللازم لطاقة معينة	83 مكثفًا لتخزين 95.6 J

اختبر إتقانك للمفاهيم

السؤال 1 (من مراجعة المفاهيم 4.5):
لدائرة بها ثلاثة مكثفات متصلة على التوالي، السعة المكافئة دائمًا ما تكون...
(d) أصغر من أصغر السعات الفردية الثلاث.

السؤال 2 (من مراجعة المفاهيم 4.6):
لدائرة بها ثلاثة مكثفات مختلفة السعة موصلة على التوالي، يكون هبوط الجهد...
(c) أكبر في المكثف ذي السعة الأصغر.

السؤال 3 (من الاختبار الذاتي 4.2):
ما السعة المكافئة لأربعة مكثفات سعة كل منها 10.0 µF عند توصيلها على التوالي؟ وعلى التوازي؟
(الإجابة: 2.5 µF على التوالي، 40.0 µF على التوازي)

NOLOGIA 0566410429

لقد أتقنت الآن أساسيات المكثفات في الدوائر.

استخدم هذه المعرفة لحل المزيد من المسائل واستكشاف عالم الكهرباء.

بالتوفيق!
- مستر محمد

NOLOGIA 0566410429

NOLOGIA™ 0566410429

الوحدة (4): المكثفات Capacitors

06 الدرس السادس:
المكثفات والعوازل الكهربائية

لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

NOLOGIA™

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

المكثفات والعوازل الكهربائية: الدليل الشامل

شرح مفصل، أمثلة مكثفة، وتطبيقات عملية لإتقان المادة



مقدم من: Mr. Mohamad

NOLOGIA™ 0566410429

من إنقاذ الأرواح إلى التكنولوجيا اليومية: لماذا نهتم بالمكثفات؟



نقطة رئيسية:

جهاز الصدمات الكهربائية (AED) يستخدم مكثفًا لتخزين وتفريغ الطاقة لإنقاذ حياة المريض.

بيانات حيوية:

- يخزن طاقة كهربائية قدرها **150 J**.
- يفرّغ هذه الطاقة خلال فترة زمنية قصيرة جدًا، حوالي **10 ms**.

السؤال المحوري: كيف يمكن لبطارية صغيرة ومنخفضة الجهد أن توفر هذه القدرة الهائلة بشكل فوري؟ الجواب يكمن في فيزياء المكثفات.

جهاز AED لا يعيد النبض لقلب متوقف، بل يعيد تنظيم ضربات القلب غير المنتظمة.

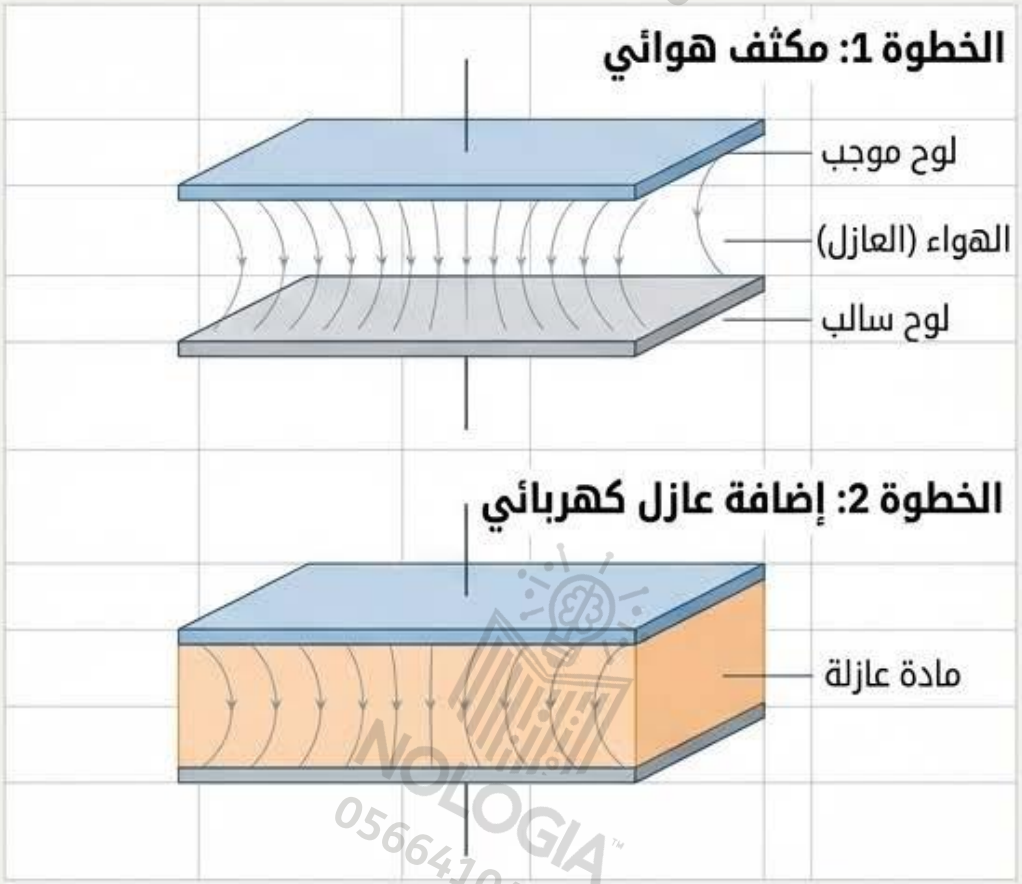
NOLOGIA™ 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

المبدأ الأساسي: ما هو العازل الكهربائي؟

العازل الكهربائي هو مادة عازلة توضع بين لوحي المكثف وتخدم عدة أغراض حيوية.

1. **الفصل الميكانيكي:** يحافظ على انفصال اللوحين ويمنع تلامسهما.
2. **العزل الكهربائي:** يمنع تدفق الشحنة مباشرة بين اللوحين.
3. **تحمل جهد أعلى:** يتيح للمكثف الحفاظ على فرق جهد أعلى مقارنة بوجود الهواء فقط.
4. **زيادة السعة الكهربائية:** يزيد من قدرة المكثف على تخزين الشحنة.



NOLOGIA 0566410429

في العمق: كيف يزيد العازل من السعة؟

ثابت العزل الكهربائي (κ)

ملء الحيز بين لوحي المكثف بعازل كهربائي يزيد من سعته بمعامل عددي يسمى ثابت العزل الكهربائي (κ).

$$C = \kappa \cdot C_0$$

- C : السعة الجديدة بوجود العازل.
- C_0: السعة الأصلية (في الفراغ أو الهواء).
- κ : ثابت العزل (دائماً أكبر من 1).

التأثير على المجال الكهربائي

وجود العازل يقلل من شدة المجال الكهربائي بين اللوحين.

$$E = \frac{E_0}{\kappa}$$

السماحية الكهربائية (ε)

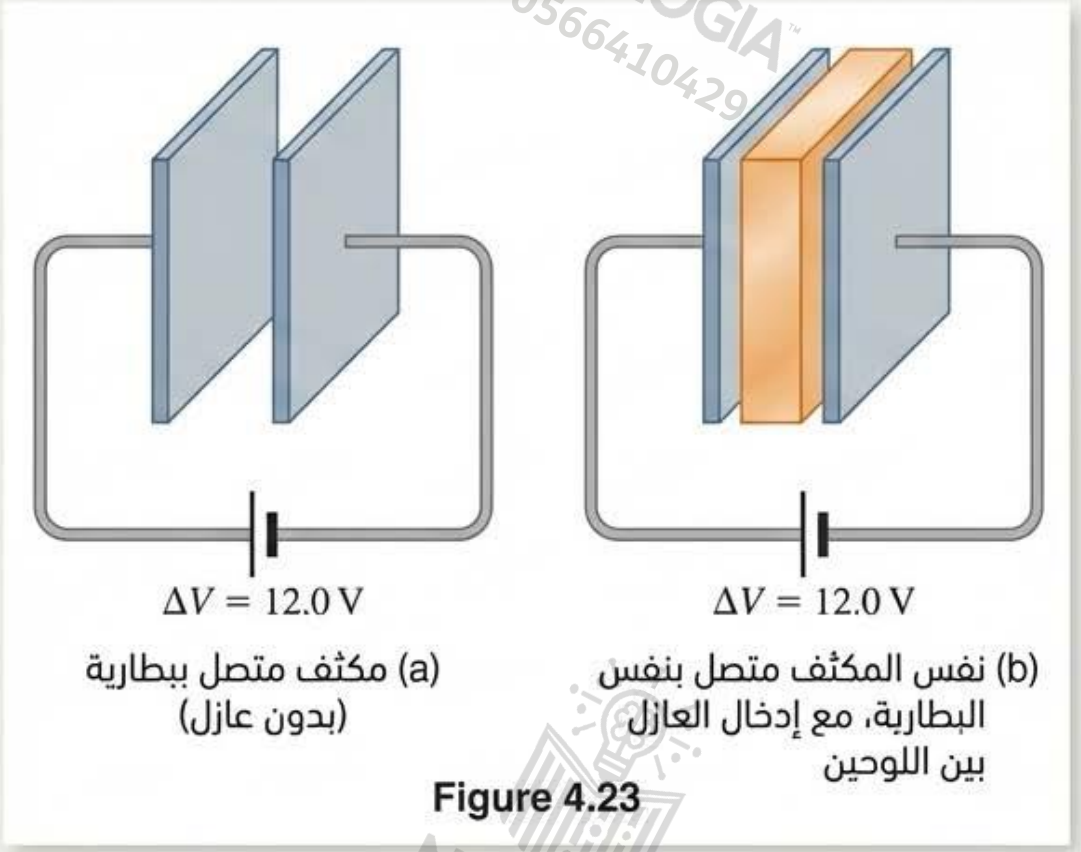
يمكننا تعميم معادلات السعة باستبدال سماحية الفراغ (ε_0) بسماحية المادة العازلة (ε).

$$\varepsilon = \kappa \cdot \varepsilon_0$$

مثال تطبيقي 4.5 (الجزء الأول): مكثف متصل ببطارية

لدينا مكثف متوازي اللوحين سعته $C_0 = 2.00\ \mu F$ موصول ببطارية فرق جهدها $\Delta V = 12.0\ V$.

1. احسب الشحنة المخزنة في المكثف (q_0).
2. أُدخل عازل كهربائي له $\kappa = 2.50$ بين اللوحين. ما الشحنة الجديدة (q) على المكثف؟



(a) مكثف متصل ببطارية (بدون عازل)

(b) نفس المكثف متصل بنفس البطارية، مع إدخال العازل بين اللوحين

Figure 4.23

لاحظ أن المكثف يبقى متصلاً بالبطارية طوال العملية.

خطوات الحل: زيادة الشحنة مع ثبات الجهد

Step 1: حساب الشحنة الابتدائية (q_0)

$$q_0 = C_0 \cdot \Delta V$$

$$q_0 = (2.00 \times 10^{-6}\ \text{F}) \cdot (12.0\ \text{V}) = \mathbf{2.40 \times 10^{-5}\ C}$$

Step 2: حساب السعة الجديدة (C)

$$C = \kappa \cdot C_0$$

$$C = (2.50) \cdot (2.00\ \mu\text{F}) = \mathbf{5.00\ \mu F}$$

Step 3: حساب الشحنة الجديدة (q)

المبدأ: بما أن المكثف متصل بالبطارية، فإن فرق الجهد ΔV يبقى ثابتاً عند 12.0 V.

$$q = C \cdot \Delta V$$

$$q = (5.00 \times 10^{-6}\ \text{F}) \cdot (12.0\ \text{V}) = \mathbf{6.00 \times 10^{-5}\ C}$$

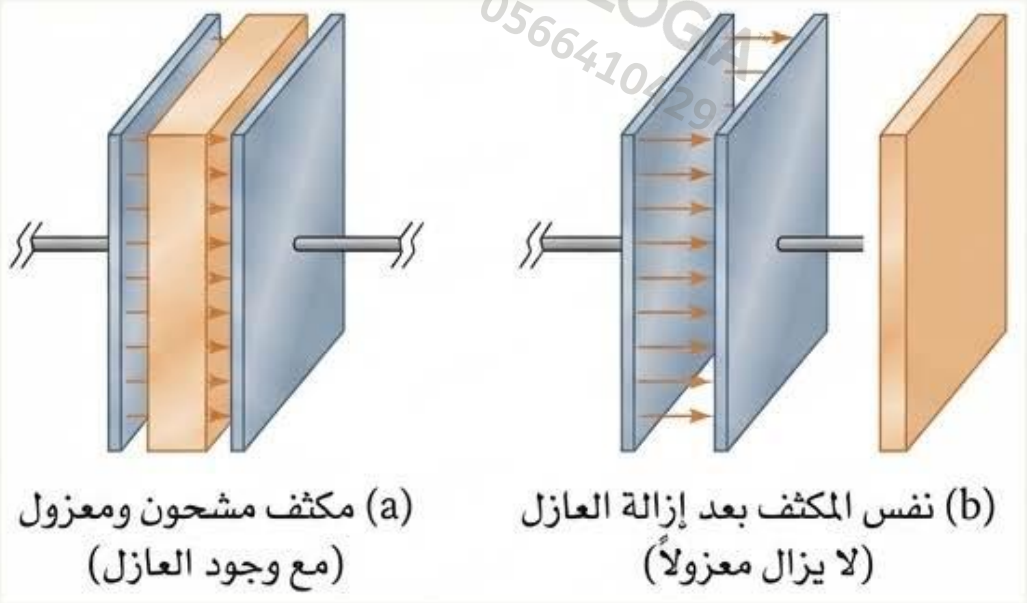
Takeaway: عندما يكون المكثف متصلاً بالبطارية، يزداد كل من السعة والشحنة، بينما يبقى فرق الجهد ثابتاً. البطارية توفر الشحنة الإضافية.

NOLOGIA 0566410429

مثال تطبيقي 4.5 (الجزء الثاني): مكثف معزول

نفترض الآن أن المكثف من المثال السابق ($C = 5.00\ \mu F$, $q = 6.00 \times 10^{-5}\ C$) تم فصله عن البطارية.

1. ماذا سيحدث للشحنة وفرق الجهد إذا أزلنا العازل الكهربائي؟
2. هل تتغير الطاقة المخزنة في المكثف؟



(a) مكثف مشحون ومعزول (مع وجود العازل)

(b) نفس المكثف بعد إزالة العازل (لا يزال معزولاً)

شكال 4.24

بما أن المكثف معزول، لا يوجد مسار لتدفق الشحنة. الشحنة q تبقى ثابتة.

خطوات الحل: زيادة الجهد مع ثبات الشحنة

1. حساب السعة بعد إزالة العازل (C_0)

$$C_0 = \frac{C}{\kappa} = \frac{5.00\ \mu F}{2.50} = \mathbf{2.00\ \mu F}$$

2. حساب فرق الجهد الجديد (ΔV_{new})

المبدأ: الشحنة q تبقى ثابتة عند $6.00 \times 10^{-5}\ C$.

$$\Delta V_{new} = \frac{q}{C_0} = \frac{6.00 \times 10^{-5}\ C}{2.00 \times 10^{-6}\ F} = \mathbf{30.0\ V}$$

3. حساب تغير الطاقة المخزنة (ΔU)

الطاقة الابتدائية: $U_{initial} = \frac{1}{2} q \cdot \Delta V_{initial} = \frac{1}{2}(6.00 \times 10^{-5}\ C)(12.0\ V) = \mathbf{3.60 \times 10^{-4}\ J}$

الطاقة النهائية: $U_{final} = \frac{1}{2} q \cdot \Delta V_{new} = \frac{1}{2}(6.00 \times 10^{-5}\ C)(30.0\ V) = \mathbf{9.00 \times 10^{-4}\ J}$

Takeaway: عندما يكون المكثف معزولاً، تبقى الشحنة ثابتة. إزالة العازل تقلل السعة، مما يؤدي إلى زيادة فرق الجهد والطاقة المخزنة (بسبب الشغل المبذول لسحب العازل).

حدود عملية: قوة العزل الكهربائي وجدول المواد

جدول 4.1: ثوابت العزل وقوة العزل لمواد شائعة

المادة	ثابت العزل (κ)	قوة العزل (kV/mm)
الفراغ	1	∞
الهواء	1.00059	2.5
البوليسترين	2.6	24
الماء	80.4	65
تيتانات السرتونتيوم	310	8
الورق	3.7	16
المطاط (نيوبرين)	6.7	12

قوة العزل الكهربائي (Dielectric Strength)

هي قياس لقدرة المادة على تحمل مجال كهربائي شديد قبل أن تتعطل وتبدأ في توصيل الكهرباء (تنهار).

تجاوز قوة العزل يؤدي إلى تلف المكثف. لذلك، لذلك، يتم تحديد سعة المكثف وأقصى فرق جهد يمكنه تحمله.

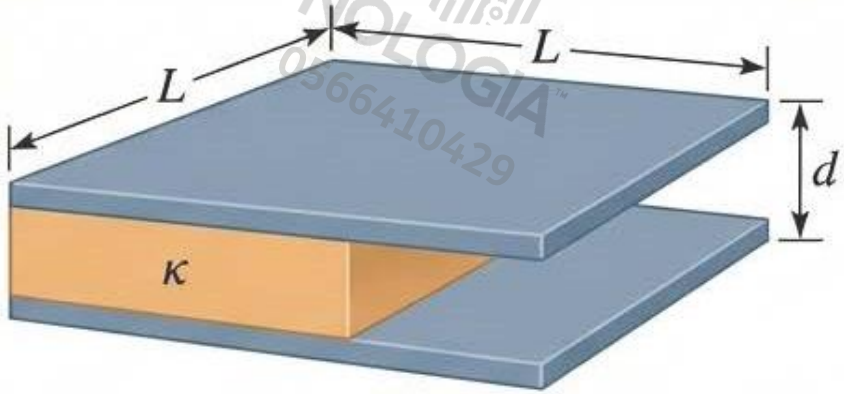
Unit: **kV/mm**

NOLOGIA™ 0566410429

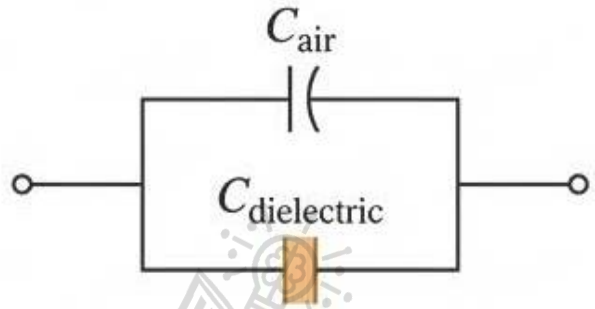
للتواصل على الرقم: 0566410429

مسألة محلولة 4.2: المكثف المملوء جزئياً

مكثف متوازي اللوحين يتكون من لوحين مربعين طول ضلعهما $L = 10.0\ \text{cm}$ والمسافة بينهما $d = 0.250\ \text{cm}$. أُدخل عازل له $\kappa = 15.0$ يملأ نصف κ بين اللوحين، كما في الشكل. ما سعة هذا المكثف؟



(a)



(b)

Core Idea: يمكننا التعامل مع هذا المكثف كما لو كان مكثفين متصلين على التوازي.

طريقة الحل: تحليل المكثف كجزأين على التوازي

1. تحديد مساحة كل جزء مساحة كل من الجزأين (الهواء والعازل) هي:

$$A_{part} = L \times (L/2) = (10.0\ cm) \times (5.00\ cm) = 50.0\ cm^2 = \mathbf{5.00 \times 10^{-3}\ m^2}$$

2. حساب سعة الجزء المملوء بالهواء (C_{air})

$$C_{air} = \varepsilon_0 \cdot \frac{A_{part}}{d}$$

$$C_{air} = (8.85 \times 10^{-12}\ F/m) \cdot (5.00 \times 10^{-3}\ m^2)/(0.250 \times 10^{-2}\ m) = \mathbf{1.77 \times 10^{-11}\ F}$$

3. حساب سعة الجزء المملوء بالعازل ($C_{dielectric}$)

$$C_{dielectric} = \kappa \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{A_{part}}{d} = \kappa \cdot C_{air}$$

$$C_{dielectric} = (15.0) \cdot (1.77 \times 10^{-11}\ F) = \mathbf{2.66 \times 10^{-10}\ F}$$

4. حساب السعة الكلية (C_{total})

$C_{total} = C_{air} + C_{dielectric}$ لأن المكثفين على التوازي: $C_{total} = C_{air}$

$$C_{total} = (0.177 \times 10^{-10}\ F) + (2.66 \times 10^{-10}\ F) = 2.84 \times 10^{-10}\ F = \mathbf{284\ pF}$$

اختبر فهمك: مراجعة سريعة للمفاهيم

حدد ما إذا كانت كل عبارة من العبارات التالية حول مكثف متوازي اللوحين **معزول** صحيحة أم خاطئة.

1. عند مضاعفة المسافة بين اللوحين، تتضاعف الطاقة المخزنة في المكثف.

صحيحة. (لأن C تقل إلى النصف وV' يتضاعف، و$U = \frac{1}{2}QV'$، فالطاقة تتضاعف).

---

2. عند تقليل المسافة بين اللوحين إلى النصف، تظل الشحنة على اللوحين كما هي.

صحيحة. (لأن المكثف معزول).

---

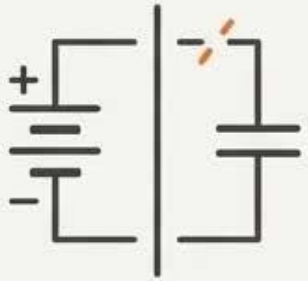
3. يقلل إدخال عازل كهربائي بين اللوحين من الطاقة المخزنة في المكثف.

صحيحة. (لأن C تزداد وV يقل، و$U = \frac{q^2}{2C}$، فالطاقة تقل).

NOLOGIA 0566410429

الخلاصة: أهم ما تعلمناه عن العوازل الكهربائية

حالة الاتصال: تأثير العازل على الشحنة والجهد يعتمد بشكل حاسم على ما إذا كان المكثف متصلاً بالبطارية أم معزولاً عنها.



زيادة السعة: العوازل تزيد السعة الكهربائية للمكثف بمعامل ثابت العزل (K).



تطبيقات واسعة: المبادئ الأساسية للمكثفات والعوازل لها تطبيقات عملية هائلة، من الأجهزة الطبية المنقذة للحياة للحياة إلى كابلات الاتصالات.



قوة العزل: هي الحد الأقصى للمجال الكهربائي الذي يمكن أن تتحمله المادة قبل أن تنهار، وهي تحدد أقصى فرق جهد للمكثف.



مع تمنياتي لكم بالتوفيق، Mr. Mohamad

NOLOGIA 0566410429

الوحدة (4): المكثفات Capacitors

مراجعة:
إتقان المكثفات: دليلك الشامل

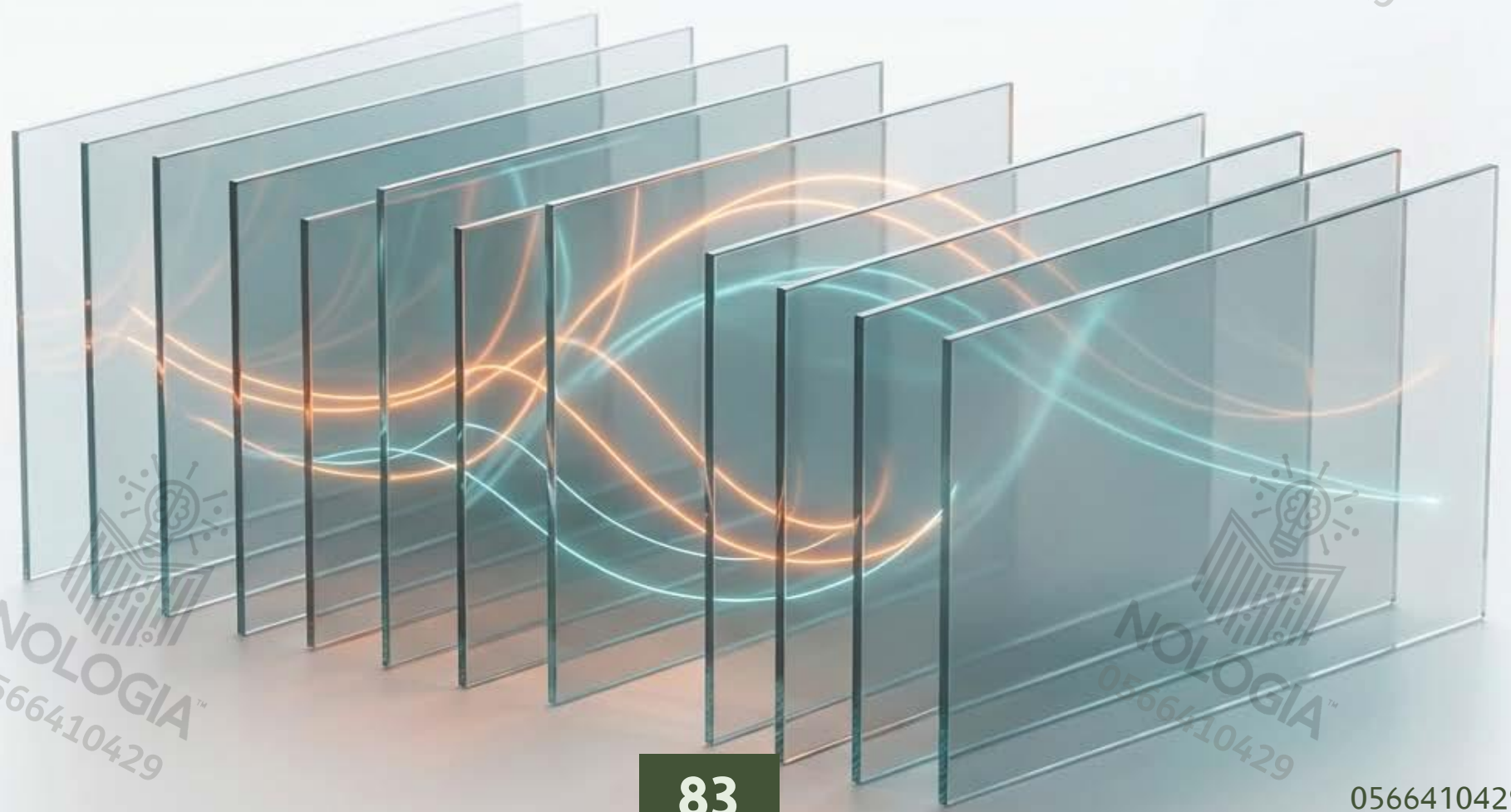
لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

إتقان المكثفات: دليلك الشامل

مُعد خصيصًا لطلاب الأستاذ محمد



NOLOGIA™ 0566410429

خريطة رحلتنا لإتقان المكثفات

المحطة الأولى: الأساسيات -
ما هو المكثف وما هي السعة؟



المحطة الثانية: هندسة المكثفات -
كيف يؤثر الشكل على السعة؟



المحطة الثالثة: المكثفات في الدوائر -
التوصيل على التوالي والتوازي.



المحطة الرابعة: الطاقة والعوازل -
تخزين الطاقة وزيادة السعة.

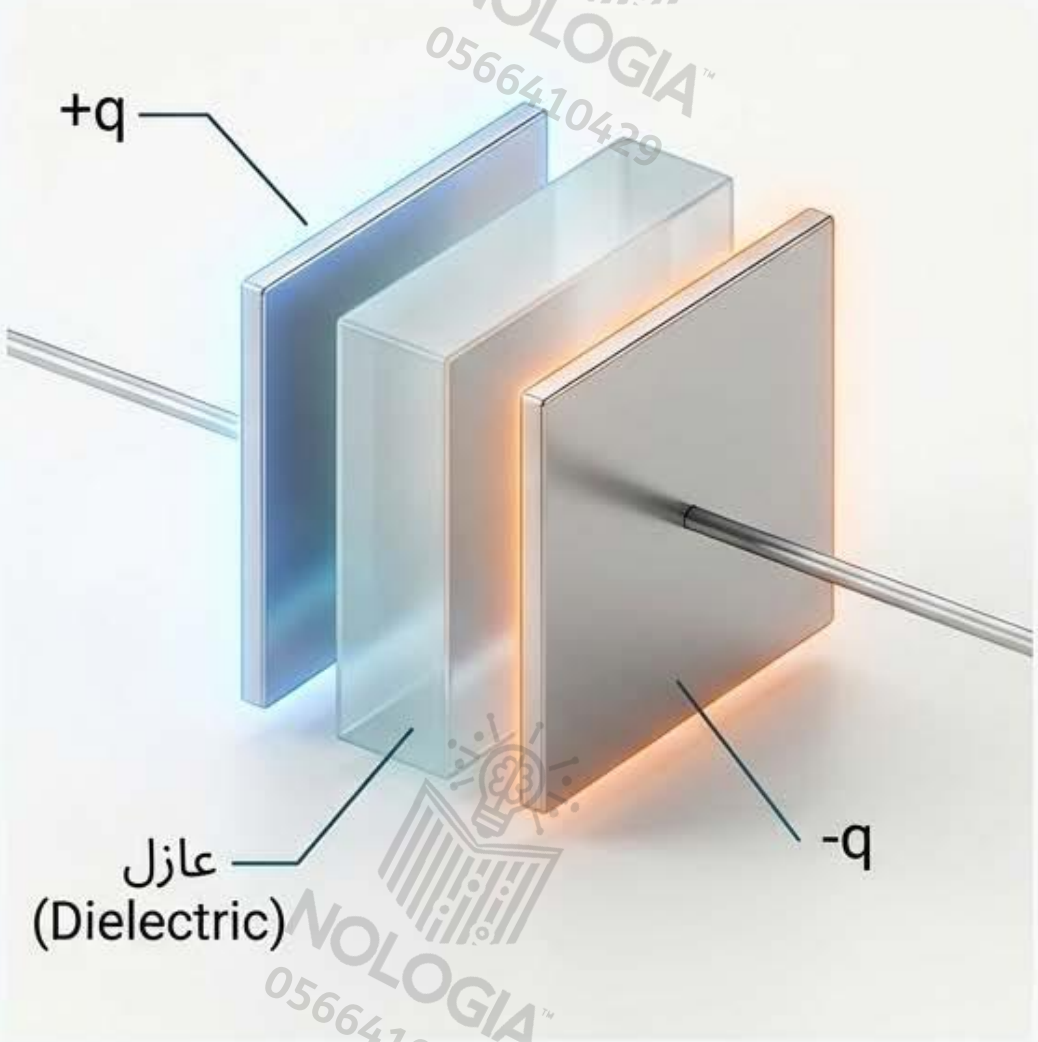


المحطة النهائية: التطبيق والممارسة -
أمثلة محلولة وتحديات.

NOLOGIA 0566410429

ما هو المكثف؟

جهاز تخزين الطاقة الكهربائية



التعريف:

مكون كهربائي يتكون من موصلين معزولين عن بعضهما.

الوظيفة الأساسية:

تخزين الشحنة الكهربائية، وبالتالي تخزين طاقة الوضع الكهربائية.

مبدأ العمل:

عند تطبيق فرق جهد، يتراكم على أحد اللوحين شحنة $+q$ وعلى اللوح الآخر شحنة $-q$ مساوية لها في المقدار ومعاكسة في الإشارة.

NOLOGIA™ 0566410429

السعة (Capacitance): مقياس قدرة المكثف على التخزين

$$q = C * \Delta V$$



q: الشحنة (كولوم - C)



C: السعة (فاراد - F)

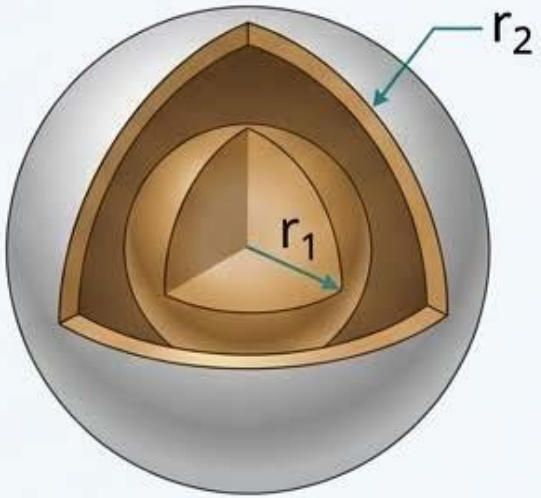


ΔV: فرق الجهد (فولت - V)

وحدة القياس: الفاراد (Farad) وحدة كبيرة جدًا. في التطبيقات العملية، نستخدم وحدات أصغر مثل **الميكروفاراد** (µF)، **النانوفاراد** (nF)، **والبيكوفاراد** (pF).

السعة تعتمد على الهندسة: ثلاثة أشكال أساسية

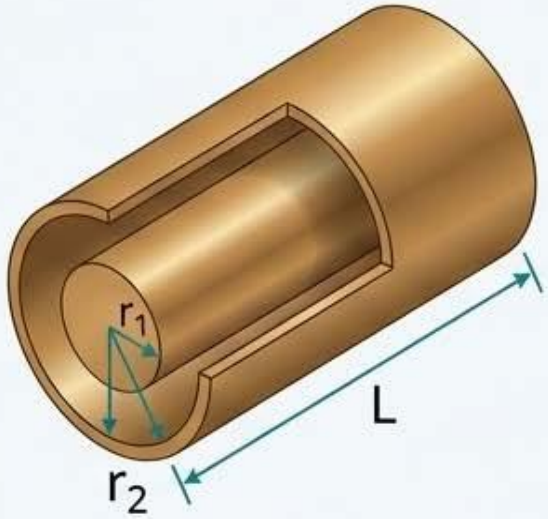
المكثف الكروي



$$C = 4\pi\varepsilon_0 * \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$$

حيث r_1 و r_2 هما نصف القطر الداخلي والخارجي.

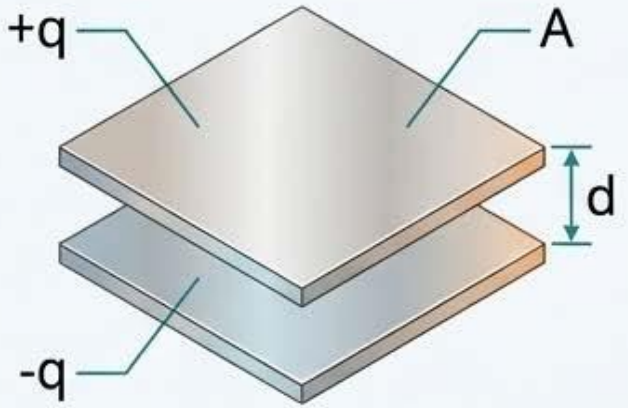
المكثف الأسطواني



$$C = 2\pi\varepsilon_0 \frac{L}{\ln(r_2/r_1)}$$

حيث L هو الطول، و r_1 و r_2 هما نصف القطر الداخلي والخارجي.

المكثف متوازي اللوحين



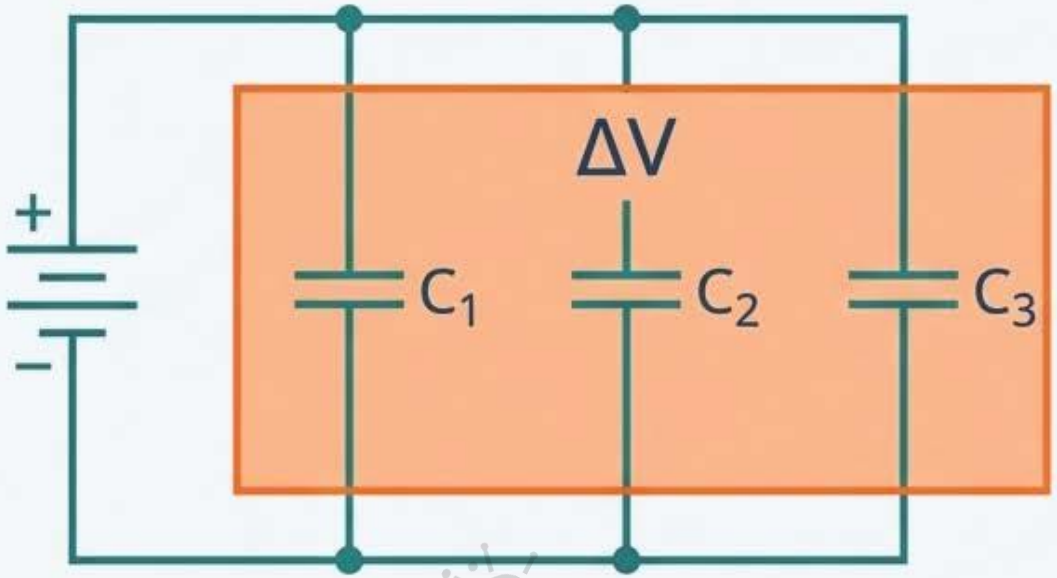
$$C = \varepsilon_0 * \frac{A}{d}$$

حيث A هي مساحة أحد اللوحين و d هي المسافة الفاصلة بينهما.

التوصيل على التوازي: لزيادة السعة التخزينية

- **القاعدة الأساسية*:** فرق الجهد (ΔV) متساوٍ على جميع المكثفات.
- **السعة المكافئة (C_{eq}):** هي المجموع الجبري لسعات المكثفات الفردية.

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

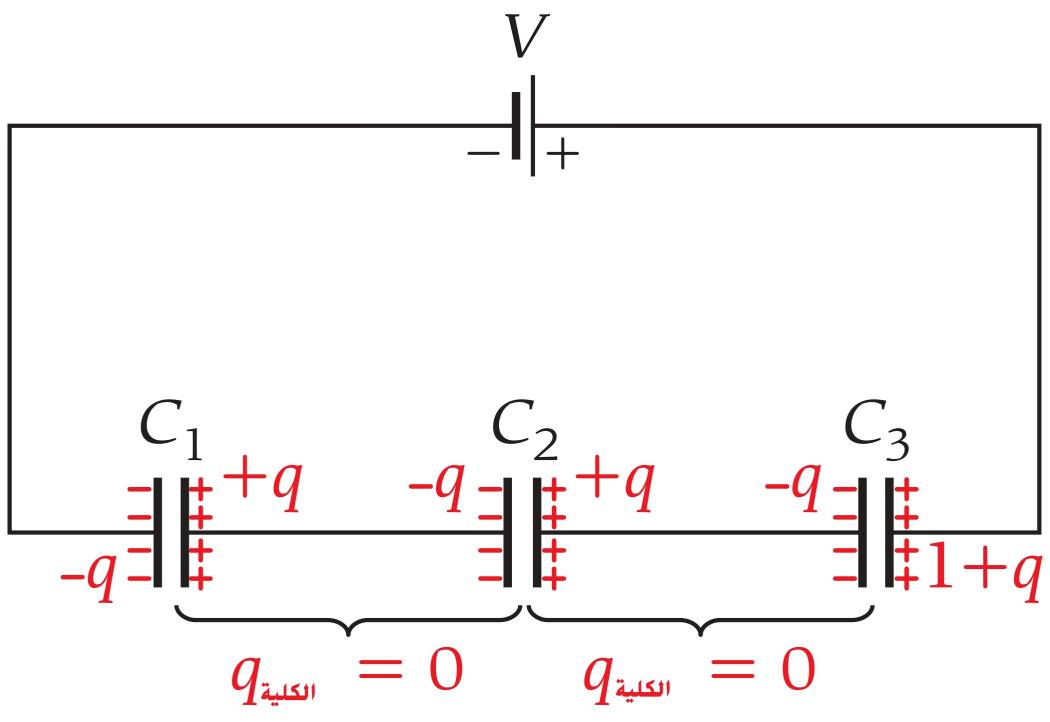


NOLOGIA 0566410429

التوصيل على التوالي: لتقسيم الجهد

- **القاعدة الأساسية*:** الشحنة (q) متساوية على جميع المكثفات.
- **السعة المكافئة (C_{eq}):** مقلوبها يساوي مجموع مقلوبات السعات الفردية.
(ملاحظة: تكون السعة المكافئة دائمًا أصغر من أصغر سعة في المجموعة).

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots$$



NOLOGIA™
0566410429

للتواصل على الرقم: 0566410429

طاقة الوضع الكهربائية المخزنة في مكثف



ثلاث صيغ للمعادلة (اختر الأنسب حسب معطيات المسألة):

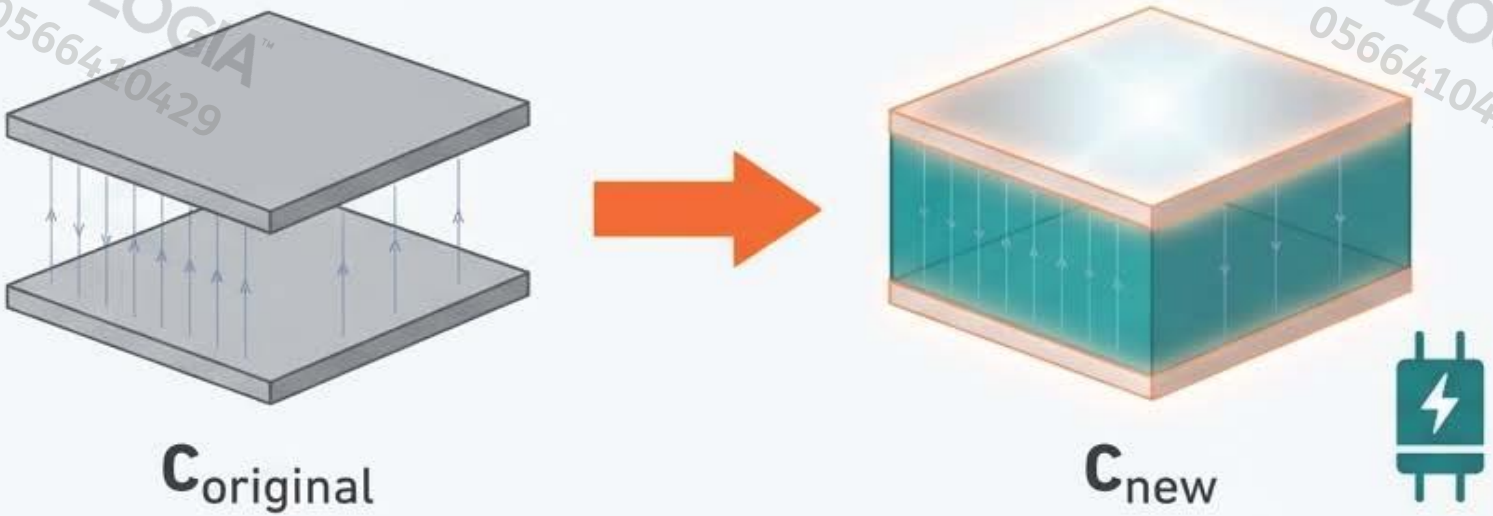
1. $U = \frac{1}{2} * q * \Delta V$
2. $U = \frac{1}{2} * C * (\Delta V)^2$
3. $U = \frac{q^2}{2C}$

كثافة الطاقة (u): هي الطاقة المخزنة لكل وحدة حجم بين لوحي المكثف.

$$u = \frac{1}{2} * \varepsilon_0 * E^2$$

NOLOGIA™ 0566410429

العوازل الكهربائية: سر زيادة سعة المكثفات



ما هو العازل؟

مادة غير موصلة تُوضع بين لوحي المكثف.

التأثير: تزيد من سعة المكثف بمعامل يسمى **ثابت العزل** (Kappa - κ).

$$C_{new} = \kappa * C_{original}$$

ملاحظة هامة: ثابت العزل κ هو كمية بلا أبعاد ودائمًا أكبر من 1.

NOLOGIA™ 0566410429

NOLOGIA™
للتواصل على الرقم: 0566410429

إرشادات ذهبية لحل المسائل

تذكر القواعد الأساسية



في **التوالي** تكون الشحنة (q) نفسها، وفي **التوازي** يكون فرق الجهد (ΔV) نفسه.

ارسم الدائرة دائمًا



لتحديد التوصيلات (توالي أم توازي) بوضوح.

اختر معادلة الطاقة الصحيحة



بناءً على المتغيرات المعلومة لديك (q, C, ΔV) لتحقيق أسرع حل.

العازل يزيد السعة



إذا أظهرت حساباتك أن السعة قلت مع وجود **عازل**، تحقق من عملك مرة أخرى.

NOLOGIA™ 0566410429

مثال محلول (2): تأثير العازل عند فصل البطارية

المسألة: مكثف متوازي اللوحين سعته C مشحون ببطارية ثم فُصل عنها. بعد ذلك، أُدخل لوح من مادة عازلة ثابت ثابت عزلها κ بين لوحيه. ماذا يحدث لكل من السعة (C)، الشحنة (q)، فرق الجهد (ΔV)، والطاقة المخزنة (U)؟

لأن المكثف معزول عن الدائرة ولا يوجد مسار للشحنات للهروب.



الشحنة (q) = **تظل ثابتة**



السعة (C) ↑ **تزداد**

$$C_{new} = \kappa * C_{original}.$$



فرق الجهد (ΔV) ↓ **يقل**

$$\Delta V_{new} = \frac{q}{C_{new}} = \frac{\Delta V}{\kappa}.$$



الطاقة (U) ↓ **تقل**

$$U_{new} = \frac{q^2}{2C_{new}} = \frac{U}{\kappa}.$$

اختبر فهمك: أسئلة اختيار من متعدد

سؤال 1 (من 4.3): تنخفض المسافة بين لوَحي مكثف متوازي اللوحين بمقدار النصف وتتضاعف مساحة اللوحين. ماذا يحدث للسعة؟

أ) تبقى بدون تغيير

ب) تتضاعف

ج) تتضاعف أربع مرات

د) تنخفض بمقدار النصف

سؤال 2 (من 4.7): أي مما يلي يتناسب طرديًا مع سعة مكثف متوازي اللوحين؟

أ) الشحنة المخزنة في كل لوح

ب) فرق الجهد بين اللوحين

ج) المسافة الفاصلة بين اللوحين

د) مساحة كل لوح

الإجابات: السؤال 1 (ج)، السؤال 2 (د)

تحدي الإتقان: تدريبات إضافية

التحدي 1 (حسابي - من 4.48):

مكثفان $C_1=1000\mu F$ و $C_2=1500\mu F$ موصلان على التوالي ببطارية 120V. احسب الشحنة على كل مكثف وفرق الجهد على كل مكثف.

التحدي 2 (مفاهيمي - من 4.21):

مكثفان سعتهما C_1 و C_2 متصلان على التوالي. أثبِتّ أن السعة المكافئة دائمًا أقل من أصغر السعتين.

NOLOGIA 0566410429

لقد وصلت إلى نهاية الرحلة. أنت الآن جاهز!



ملخص الإنجاز*: لقد أتقنت أساسيات المكثفات، تحليل الدوائر، حسابات الطاقة، وتأثير العوازل.

الخطوة التالية*: استخدم هذا الدليل كأساس ومرجع لحل بقية التمارين في كتابك بثقة.

بالتوفيق في دراستكم!
- الأستاذ محمد

NOLOGIA 0566410429

NOLOGIA™ 0566410429

ختاماً، نسأل اللّه أن يوفقكم، وأن
تكون هذه الملزمة قد حققت
الفائدة المرجوة ♥

لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

NOLOGIA™

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429