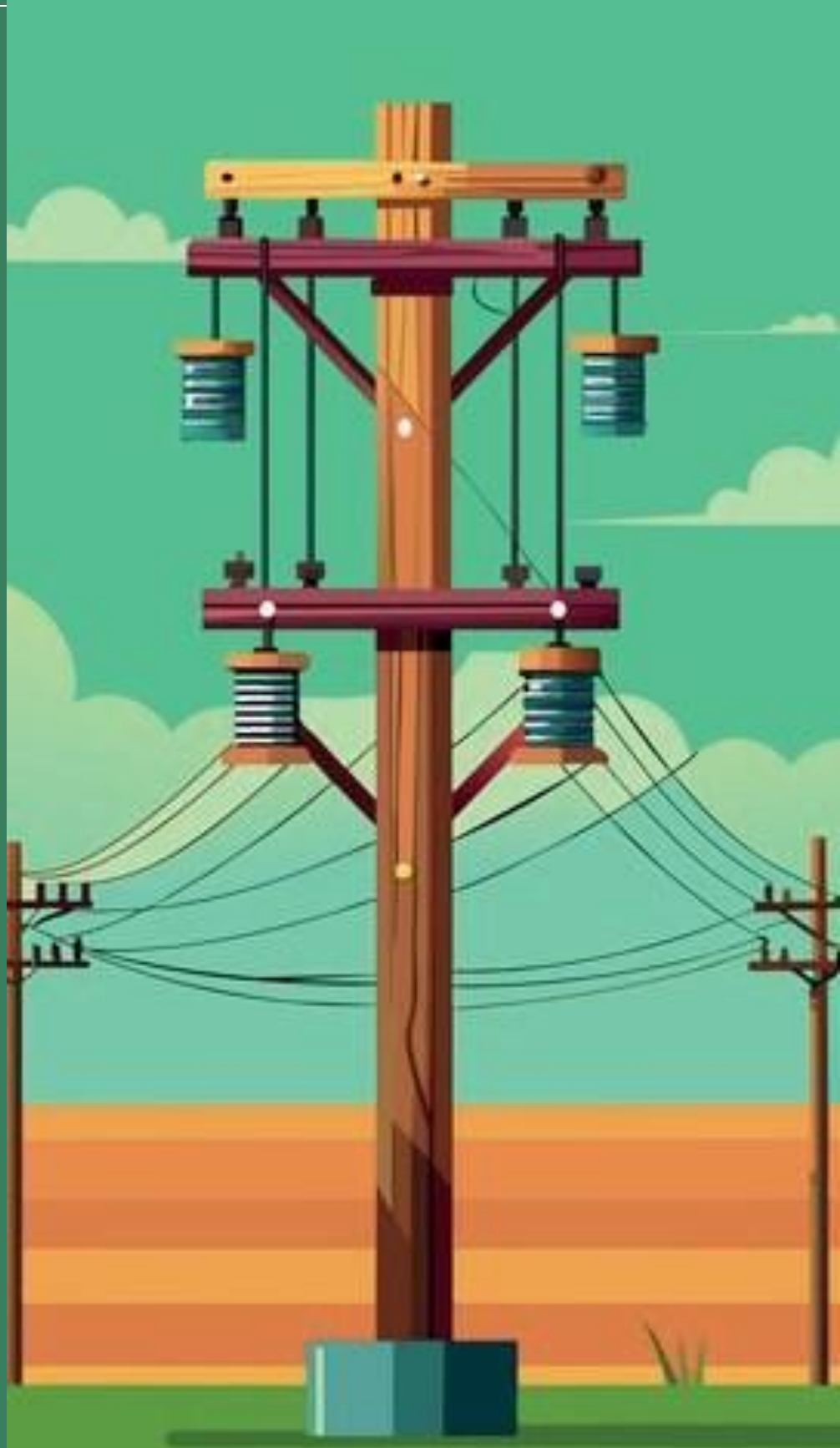


CHAPTER 2

المجال الكهربائي وقانون جاوس

- 2.1 تعريف المجال الكهربائي
- 2.2 خطوط المجال
- 2.3 مجال كهربائي بسبب شحنة نقطية
- 2.4 مجال كهربائي بسبب ثنائي القطب
- 2.5 توزيعات الشحنات العامة
- 2.6 القوة الناتجة عن مجال كهربائي
- 2.7 التدفق الكهربائي
- 2.8 قانون جاوس
- 2.9 التماثلات الخاصة



Section 1, 2, 3

تعريف المجال الكهربائي

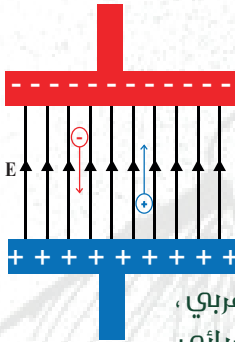
تعريف المجال الكهربائي

يعرف المجال الكهربائي في أي نقطة ، على أنه القوة الكهربائية الكلية المؤثرة على شحنة ، مقسومة على تلك الشحنة.

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}(\vec{r})}{q} = \frac{kq}{r^2}$$

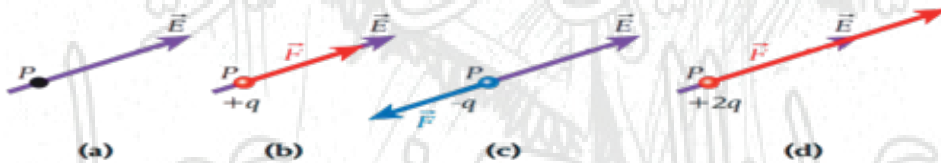
وحدة قياس N/C

مبدأ التراكب:



$$E_t(\vec{r}) = E_1(\vec{r}) + E_2(\vec{r}) + E_3(\vec{r}) + \dots$$

- ✓ القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة عند نقطة ما متوازية أو عمودية
- ✓ المجال الكهربائي عند هذه النقطة ويتناسب مع مقدار الشحنة والبعد
- ✓ يكون اتجاه القوة المؤثرة على شحنة **موجبة دائما مع (نفسه الاتجاه)** خطوط المجال الكهربائي ،
- ✓ ويكون اتجاه القوة المؤثرة على شحنة **سالبة في الاتجاه المعاكس** لخطوط المجال الكهربائي.





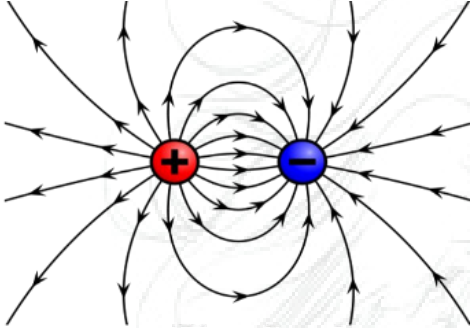
خطوط المجال

اتجاه المجال: هو اتجاه المماس المرسوم عند نقطة

شدة المجال الكهربائي: يتحدد عن طريق المسافات الفاصلة بين الخطوط

كلما كانت الخطوط متقاربة كان المجال قويا

كلما كانت الخطوط متباعدة كان المجال ضعيفا



خصائص خطوط المجال الكهربائي

تخرج دائما من الشحنة الموجبة وتدخل الي الشحنة السالبة.

خطوط وهمية لا وجود لها في الواقع.

لا تتقاطع مطلقا.

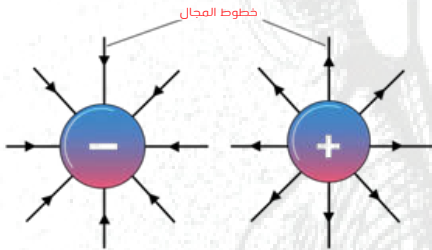
تكون متقاربة في المجالات القوية ومتباعدة في المجالات الضعيفة.

تنتشر حول الجسم في الثلاثة أبعاد.

تخرج من الشحنة الموجبة وتدخل في الشحنة السالبة

NOTES

أن خطوط المجال الكهربائي أقرب بعضها إلى بعض بالقرب من الشحنة النقطية وبعيدة عن الشحنة النقطية ، مما يشير إلى أن خطوط المجال الكهربائي تصبح أضعف مع زيادة المسافة من الشحنة.



$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$r = \frac{d}{2} \text{ منتصف المسافة}$$

النسبة بين شحنتين نقطيتين

➤ المجال الكهربائي الناتج عن شحنة موجبة يكون دائما للخارج.

➤ المجال الكهربائي الناتج عن شحنة سالبة يكون دائما للداخل.

مقدار القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة نقطية q_0 :

$$F = \frac{K|qq_0|}{r^2}$$

مقدار المجال الكهربائي عند النقطة التي تكون فيها q_0

$$E = \frac{F}{q_0} = \frac{K|q|}{r^2}$$



نقطة التعادل في المجال الكهربائي (التوازن)

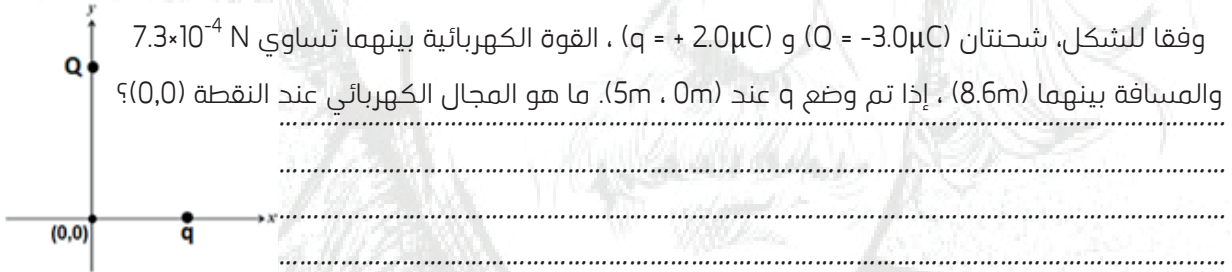
يحدث الاتزان عندما تساوي القوة المحصلة صفراً.

$$F_{net} = 0, E_{net} = 0$$

توجد نقطة التعادل حيث يلغي تأثير القوة الكهربائية (والمجال) للشحنتين بعضهما البعض.

شحنتين مماثلتين في الإشارة	شحنتين مختلفين في الإشارة
موضع الاتزان بين الشحنة الأصغر وأقرب إليها.	وضع التوازن في الخارج وأقرب إلى الشحنة الأصغر.
إذا تساوت الشحنة، يكون موضع الاتزان في منتصف المسافة	إذا كانت الشحنة متساوية، فلا يوجد موضع اتزان

Check your understanding

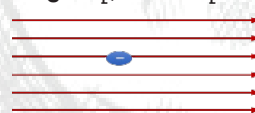
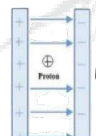


Questions

Check your understanding



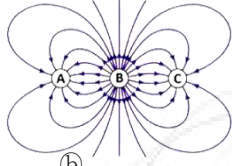
1 اختر الإجابة الصحيحة:

1. عندما توضع شحنة $-5\mu\text{C}$ في مجال كهربائي تتعرض لقوة من المجال تساوي 2 mN إلى الشمال. ما مقدار **واتجاه** المجال الكهربائي الذي يؤثر على الشحنة؟
- (a) 400 N/C جنوباً (b) 400 N/C شمالاً (c) 100 N/C جنوباً (d) $2.5 \times 10^{-3}\text{ N/C}$ جنوباً
2. تتعرض شحنة سالبة مقدارها $-2 \times 10^{-10}\text{ C}$ لقوة مقدارها $5 \times 10^{-6}\text{ N}$ إلى اليمين في مجال كهربائي. ما مقدار المجال **واتجاهه**؟
- (a) $4 \times 10^{-5}\text{ N/C}$ إلى اليمين (b) $2.5 \times 10^4\text{ N/C}$ إلى اليسار (c) $2.2 \times 10^4\text{ N/C}$ إلى اليمين (d) $1 \times 10^{-15}\text{ N/C}$ إلى اليسار
3. توضع كرة وزنها 0.09 N في مجال كهربائي لأسفل مقداره $5 \times 10^4\text{ N/C}$. ما **الشحنة** (المقدار والنوع) التي يجب وضعها على كرة بحيث تكون متزنة؟
- (a) $-2.3 \times 10^{-7}\text{ C}$ (b) $1.2 \times 10^{-6}\text{ C}$ (c) $-1.8 \times 10^{-6}\text{ C}$ (d) 4500 C
4. في الشكل المقابل، يتم وضع جسيم سالب الشحنة في حالة سكون في مجال كهربائي منتظم. أي العبارات الآتية تصف حركة الجسم عند إطلاقه؟ (إهمال الكتلة)
- 
- (a) يبدأ في التحرك بالتسارع متزايد نحو اليمين (b) يبدأ في التحرك بسرعة ثابتة نحو اليمين (c) يبدأ في التحرك بالتسارع ثابت نحو اليسار (d) يبدأ في التحرك بسرعة ثابتة نحو اليسار
5. في الشكل المجاور، يتم وضع جسم صغير مشحون بالبروتون في حالة سكون في مجال كهربائي منتظم. أي العبارات الآتية تصف حركة الجسم عند إطلاقه؟ (إهمال الكتلة)
- 
- (a) يبدأ في التحرك بالتسارع ثابت نحو اليمين (b) يبدأ في التحرك بسرعة ثابتة نحو اليمين (c) يبدأ في التحرك بالتسارع ثابت نحو اليسار (d) يبدأ في التحرك بسرعة ثابتة نحو اليسار



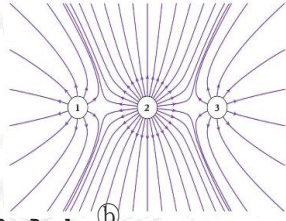
6. أي الشحنات في الشكل (هي) موجبة؟

- (a) A (b) B (c) C (d) AC



7. ما الشحنات الموضحة في الشكل؟

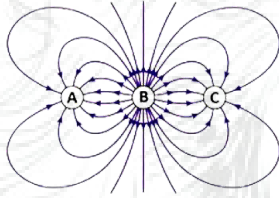
- (a) 1 و 2 سالب ، 3 موجب . (b) 1 و 2 و 3 سالبه . (c) 1 و 2 و 3 موجب . (d) 1 و 3 موجبان ، 2 سالب .



8. يوضح الشكل ثلاث شحنات موضوعة عند ثلاث نقاط A و B و C

أي العبارات الآتية صواب عن شحنة (A,B,C)؟

- (a) $q_A = q_B$ (b) $q_A = q_C$ (c) $q_A = q_B = q_C$ (d) $q_A = -q_C$



9. ما هي القيمة المحتملة ل q_1 و q_2 الموضحة في الشكل؟

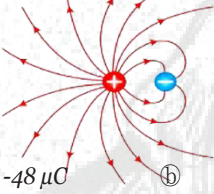
- (a) $q_1 = 1C, q_2 = -3C$ (b) $q_1 = 1C, q_2 = 3C$ (c) $q_1 = 3C, q_2 = -1C$ (d) $q_1 = -3C, q_2 = 1C$



10. بالنظر إلى خطوط المجال الكهربائي الموضحة في الشكل ، إذا كانت الشحنة الموجبة تساوي +

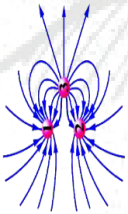
$24\mu C$ ما شحنة الشحنة السالبة؟

- (a) $-48\mu C$ (b) $-12\mu C$ (c) $-6\mu C$ (d) $-24\mu C$



11. ما الشحنات في الموضح الشكل؟

- (a) 1 و 2 سالب ، 3 موجب . (b) 1 و 2 و 3 سالبه . (c) 1 و 2 و 3 موجب . (d) 1 و 2 موجبان ، 3 سالب .



12. يتم وضع شحنة اختبار سالبه -q في مجال كهربائي. إذا كان اتجاه القوة محصلة كما هو موضح في

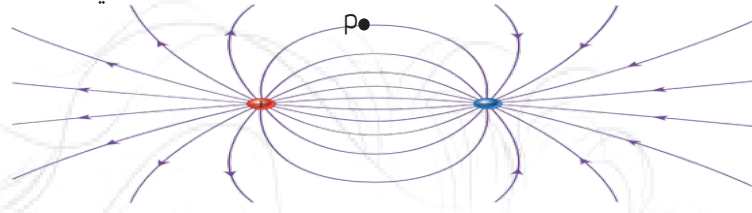
الشكل، ما اتجاه المجال الكهربائي عند هذه النقطة؟

- (a) إلى اليسار (b) إلى اليمين (c) إلى أسفل (d) إلى أعلى





13. يوضح الشكل خطي المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين متساويتين ومتعاكستين. ما اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة اختبار موضوعة عند النقطة P في هذا المجال؟



- (a) إلى اليسار (b) إلى اليمين (c) إلى أسفل (d) إلى أعلى

14. الشحنتين النقطيتين $q_1 = +4.0 \mu\text{C}$ و $q_2 = -8.0 \mu\text{C}$ ، مفصولة بمسافة 4.0m. أوجد مقدار المجال الكهربائي (في N / C) في منتصف المسافة بين الشحنتين ذات النقطتين.

- (a) 2.7×10^4 (b) 72×10^4 (c) 9.0×10^3 (d) 1.8×10^4

15. اتجاه المجال الكهربائي هو اتجاه

- (a) القوة على شحنة الاختبار السالبة (b) القوة على شحنة الاختبار الموجبة (c) الشغل المبذول بتحريك شحنة الاختبار (d) فرق الجهد

16. يوضح الشكل النقطة P عند 6.0 m من نقطة الشحنة q. ما هو المجال الكهربائي عند P؟

- (a) 750 N/C في اتجاه الشحنة (b) 750 N/C متباعد عن الشحنة (c) 4500 N/C في اتجاه الشحنة (d) 4550 N/C متباعد عن الشحنة

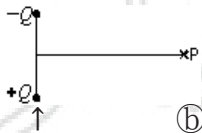
17. المجال الكهربائي الذي يبعد 0.25 m عن الشحنة النقطية يساوي $9.4 \times 10^5 \text{ N/C}$. ما مقدار الشحنة؟

- (a) $1.6 \mu\text{C}$ (b) $6.5 \mu\text{C}$ (c) 1.6 C (d) $5.0 \mu\text{C}$

18. تتعرض شحنة سالبة مقدارها $1.5 \times 10^{-7} \text{ C}$ لقوة مقدارها 0.030 N إلى اليمين في مجال كهربائي.

- (a) $4.5 \times 10^{-7} \text{ N/C}$ إلى اليمين (b) $2.0 \times 10^6 \text{ N/C}$ إلى اليمين (c) $2.0 \times 10^6 \text{ N/C}$ إلى اليسار (d) $4.5 \times 10^{-7} \text{ N/C}$ إلى اليسار

19. يوضح الشكل جسيم له شحنة موجبة Q وجسيم له شحنة سالبة -Q. المجال الكهربائي عند النقطة P على المنتصف العمودي



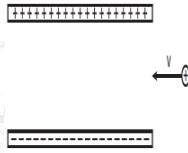
- (a) الخط الذي يمثل المحصلة هو (b) ↓ (c) → (d) ←



20. يوضح الشكل جسيمان لهما شحنة موجبة $+Q$. المجال الكهربائي عند النقطة P على المنصف العمودي الذي يمثل المحصلة هو.....
- (a) (b) (c) (d)

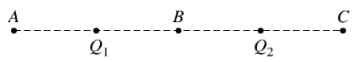
21. ثلاث جسيمات مشحونة موضوعة على زوايا مربع كما هو موضح في الشكل الآتي. ما اتجاه المجال الكهربائي في الزاوية اليمنى العليا، وهو نقطة في فراغة من الشحنات؟
- (a) (b) (c) (d)

22. يمثل الشكل الآتي جسيما موجب الشحنة على وشك دخول المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين متقابلين الشحنة.



- (a) نحو أسفل الصفحة (b) نحو أعلى الصفحة (c) خارج الصفحة (d) في الصفحة

23. شحنتين $Q_1 = +3\mu C$ و $Q_2 = -3\mu C$ موجودة كما هو موضح في الشكل أدناه.



- عند أي نقطة موضحة يكون مقدار المجال الكهربائي أكبر؟

- (a) A (b) B (c) C (d) D

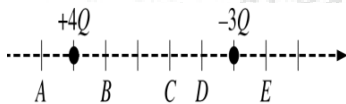
24. عند أي نقطة موضحة يكون مقدار المجال الكهربائي أقل؟

- (a) A (b) B (c) C (d) D

25. توضع ثلاثة جسيمات لكل منها شحنة موجبة Q على ثلاث زوايا من مربع. كما هو موضح أدناه. أضلاع المربع لها طول s . تقع النقطة C في وسط الشكل ما اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة C ؟

- (a) (b) (c) (d)

26. يتم ترتيب كرتين صغيرتين على طول خط وتحمل شحنات $+4Q$ و $-3Q$. كما هو موضح في الشكل



- أدناه. الخطوط الرأسية متباعدة بشكل متساو. عند أي نقطة من النقاط المشار إليها يكون المجال الكهربائي أصغر مقداراً؟

- (a) A (b) B (c) C (d) D

27. عند أي نقطة من النقاط المشار إليها يكون للمجال الكهربائي أكبر مقداراً؟

- (a) A (b) B (c) C (d) D



28. يوضح الشكل شحنات من نقطتين. إذا كانت قوة الجذب الكهروستاتيكية بينهما تساوي $6\mu\text{N}$. ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي المؤثر على الشحنة الموجبة؟



- (a) إلى اليسار 2N/C (b) إلى اليسار 2N/C (c) إلى اليسار 6N/C (d) إلى اليسار 6N/C

29. مقدار المجال الكهربائي عند النقطة 20cm بعيدا عن شحنة نقطية مقدارها -33nC ؟

.....

.....

.....

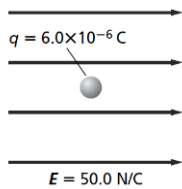
30. وضعت شحنة سالبة مقدارها $5.0 \times 10^{-9}\text{C}$ عند نقطة يكون فيها المجال الكهربائي 1200 N/C إلى اليمين. فما القوة المؤثرة على الشحنة عند هذه النقطة؟

.....

.....

.....

31. يتم وضع شحنة اختبار موجبه مقدارها $6.0 \times 10^{-6}\text{C}$ في مجال كهربائي شدته 50.0 N/C . كما في الشكل أدناه. ما شدة القوة المؤثرة على شحنة الاختبار؟



.....

.....

.....

32. ما شدة المجال الكهربائي 20.0 cm من شحنة نقطية مقدارها $8.0 \times 10^{-6}\text{C}$ ؟

.....

.....

.....

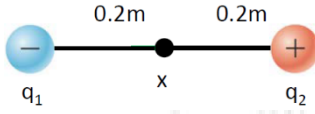
.....

.....

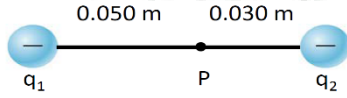
.....



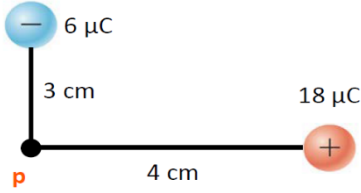
33. يتم فصل الشحنتين النقطيتين، $q_1 = -20 \times 10^{-6} \text{ C}$ و $q_2 = +10 \times 10^{-6} \text{ C}$ ، على بعد 0.4 m ، بعيدا عن بعضها البعض كما هو موضح في الصورة. ما هو مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة (x) التي تقع في المنتصف بين الشحنتين.



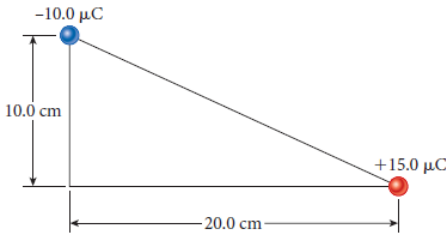
34. الشحنة السالبة، $q_1 = -2 \mu\text{C}$ ، تقع عند 0.050 m إلى الغرب من النقطة P، والأخرى، $q_2 = -4 \mu\text{C}$ ، تقع على بعد 0.030 m إلى الشرق. ما المجال الكهربائي عند النقطة P؟

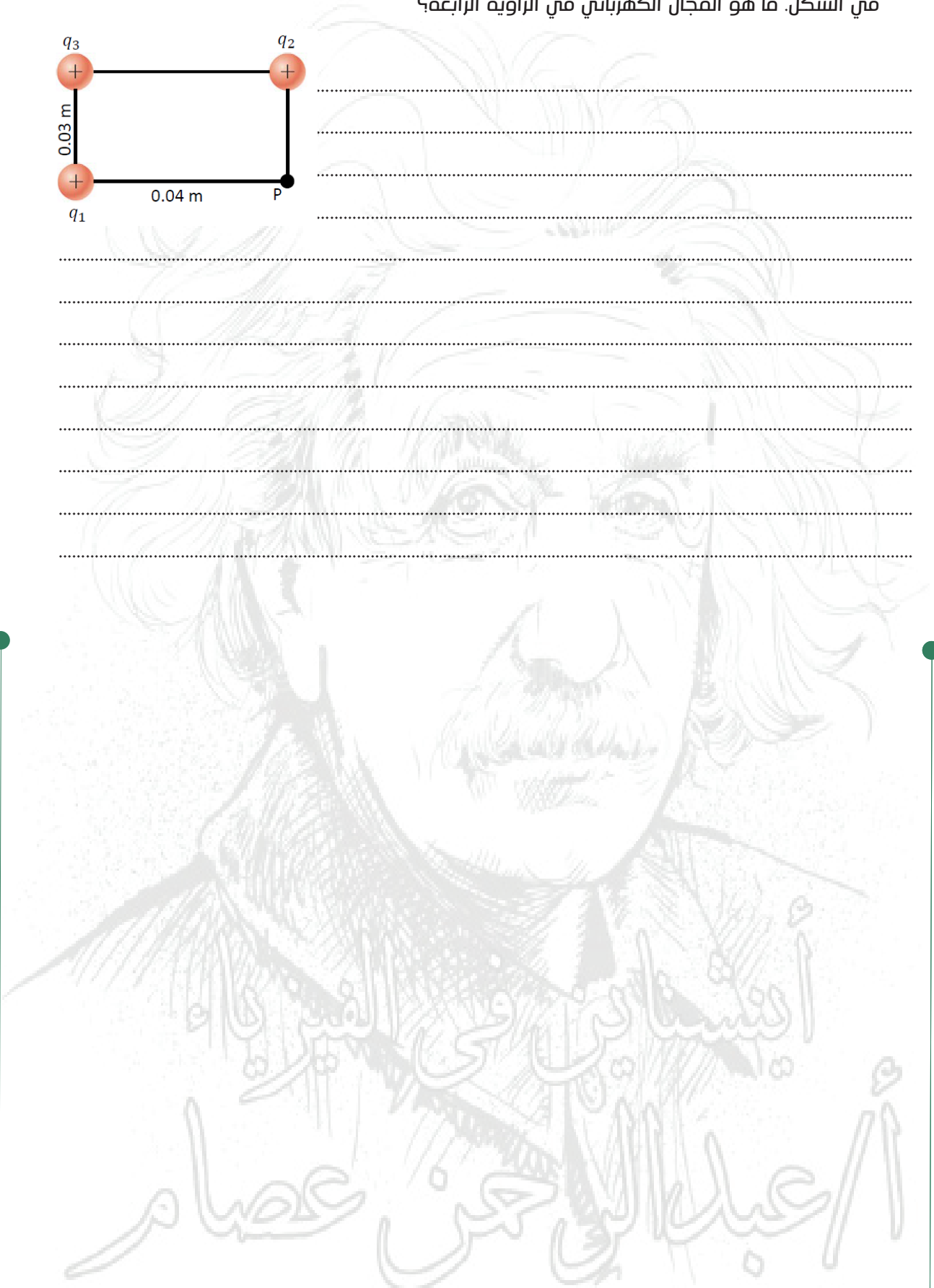


توضع الشحنتان ذات النقطتين عند زاويتي المثلث كما هو موضح في الشكل. أوجد مقدار المجال الكهربائي واتجاهه في الزاوية الثالثة من المثلث.



35. توضع الشحنتان ذات النقطتين عند زاويتي المثلث كما هو موضح في الشكل. أوجد مقدار المجال الكهربائي واتجاهه في الزاوية الثالثة من المثلث.

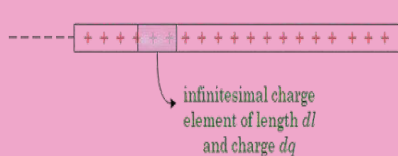




كثافة الشحنة الخطية (الابعاد 1D)

Linear Charge Density $\lambda = \frac{dq}{dl}$

$$\lambda = \frac{Q}{L}$$



وحدة كثافة الشحنة الخطية (كولوم لكل وحدة طول) $\lambda = c/m$

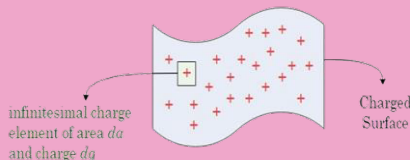
عصر الشحنة التفاضلي $dq = \lambda dx$

(حيث هو عنصر تفاضلي للطول كما هو موضح) dx

كثافة الشحنة السطحية (الابعاد 2D) σ

Surface Charge Density $\sigma = \frac{dq}{dA}$

$$\sigma = \frac{q}{A}$$



وحدة كثافة شحن السطح (كولوم لكل وحدة مساحة) c/m^2

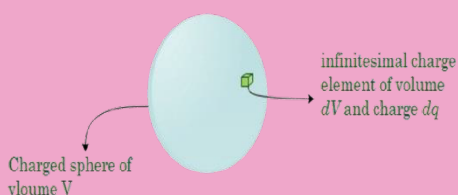
عصر الشحنة التفاضلي: $dq = \sigma dA$

(حيث هو عنصر تفاضلي لمساحة السطح كما هو موضح) dA

كثافة شحنة الحجمية (الابعاد 3D) ρ

Volume Charge Density $\rho = \frac{dq}{dV}$

$$\rho = \frac{q}{vol}$$



وحدة كثافة شحن الحجم (كولوم لكل وحدة حجم) c/m^3

عصر الشحنة التفاضلي: $dq = \rho dv$

(حيث هو عنصر تفاضلي للحجم كما هو موضح) dV

Questions

Check your understanding



1 اختر الإجابة الصحيحة:

1. ما وحدة قياس كثافة شحنة سطحية (σ) على صفيحة معدنية رقيقة؟
(a) c/s (b) c/m (c) c/m^2 (d) c/m^3
2. ما هي وحدة قياس كثافة شحنة الحجم (ρ) على صفيحة معدنية رقيقة؟
(a) c/s (b) c/m (c) c/m^2 (d) c/m^3
3. ما هي وحدة قياس كثافة الشحنة الخطية (λ) على صفيحة معدنية رقيقة؟
(a) c/s (b) c/m (c) c/m^2 (d) c/m^3
4. ماذا يمثل x في معادلة توزيع الشحنة بشكل عام أجزاء الكرة العازلة؟ وما هي $dq = X dV$ وحدة x ؟
(a) كثافة الشحنة الخطية C/m (b) كثافة الشحنة السطحية C/m^2
(c) كثافة شحنة اللانهاية C/m^4 (d) كثافة شحنة الحجمية C/m^3
5. إذا تم توزيع الشحنة على جسم ثلاثي الأبعاد. ما وحدة قياس كثافة شحنة هذا الجسم؟
(a) c/s (b) c/m (c) c/m^2 (d) c/m^3
6. كرة موصلة شحنتها 23.5 nC ، إذا كان نصف قطرها 25 cm ، ما كثافة سطح الشحنة؟
تلميح: مساحة الكرة $A = 4\pi r^2$
(a) $3 \times 10^{-8} \text{ C/m}^2$ (b) $6.0 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ (c) $1.2 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ (d) 4500 C/m^2
7. سلك طويل يحمل كثافة الشحنة الخطية $12.0 \mu\text{C/m}$ ، ما شحنة علي السلك طوله 0.333 m ؟
(a) $1.2 \mu\text{C}$ (b) $36 \mu\text{C}$ (c) $1.8 \mu\text{C}$ (d) $4.0 \mu\text{C}$
8. وزعت شحنة مقدارها 12 nC على طول قضيب رفيع طويل طوله 42 cm .
ما كثافة الشحنة الخطية للقضيب؟
(a) $4.3 \times 10^{-2} \text{ C/m}$ (b) $2.9 \times 10^{-2} \text{ C/m}$ (c) 35 C/m (d) 44 C/m



9. صندوق مكعب أبعاده $14 \text{ cm} \times 6.0 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm}$ يتم وضع ورقة بأبعاد $6.0 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm}$ داخل



الصندوق المكعب وكانت كثافة الشحنة السطحية تبلغ $1.1 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$

ما مقدار الشحنة المحاطة بالصندوق المكعب؟

- (a) $0.85 \times 10^{-5} \text{ C}$ (b) $3.7 \times 10^{-5} \text{ C}$ (c) $1.7 \times 10^{-5} \text{ C}$ (d) $2.6 \times 10^{-5} \text{ C}$



10. قرص ثنائي الأبعاد نصف قطره 12 cm له كثافة شحنة الموجودة تبلغ 14 C/m^2 .

ما مقدار الشحنة الموزعة على سطح هذا القرص؟ (تلميح: $A = \pi r^2$)

- (a) 0.63 C (b) 0.49 C (c) 0.12 C (d) 0.35 C

11. قرص بلاستيكي قطره 20 cm مشحون بشكل منتظم بـ 10^{14} إلكترون.

تلميح: $A = \pi r^2$

ما هي كثافة شحنته السطحية؟

- (a) $5.1 \times 10^{-4} \text{ C/m}^2$ (b) $6.0 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ (c) $5.1 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ (d) $6.0 \times 10^{-3} \text{ C/m}^2$

12. قام استاذ عبد الرحمن بحساب كثافة شحنة بعض الأجسام.

أي من كثافات الشحن أدناه صحيحة لقرص 3D؟

- (a) 50 C (b) 50 C/m^2 (c) 50 Cm (d) 50 c/m^3

13. قرص 2D نصف قطره R ، يحتوي على

- (a) كثافة الشحنة السطحية C/m^2 (c) كثافة الشحنة الخطية C/m
(b) كثافة شحنة الحجمية C/m^3 (d) كثافة شحنة اللانهاية C/m^4

اللهم أنى استودعتك مستقبلا لا أعلم خفاياه ولكنى أعلم أنك خير مدبر

وخير من اودعت له الوداع اجعل القادم أجمل مما مضى يارب العالمين

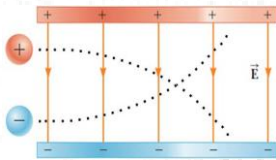
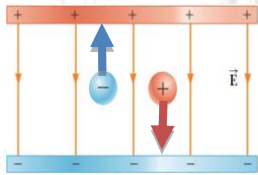
ELECTRIC FIELDS



الدرس السادس

القوة الناتجة عن مجال كهربائي

حركة الجسيمات المشحونة في مجال كهربائي منتظم



عندما يوضع جسيم مشحون في مجال كهربائي، فإنه يتعرض لقوة كهربائية. ستؤدي القوة المحصلة إلى تسارع الجسيم وفقا لقانون نيوتن الثاني. إذا كان المجال منتظما فإن التسارع ثابت، ويمكن تطبيق معادلات الحركة

عندما تكون القوة الكهربائية لأسفل وثابتة

تكون الحركة يشبه السقوط الحر أو حركة المقذوفات، ولكن مع مقدار تسارع مختلف. قوة الجاذبية لا تكاد تذكر؛ لأنها صغيرة جدا مقارنة بالقوة الكهربائية (مهملة).

معادلات عجلة الحركة المنتظمة ثابتة

$$vf = vi + at$$

$$\Delta y = vit + \frac{1}{2} at^2$$

$$vf^2 = vi^2 + 2a\Delta y$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

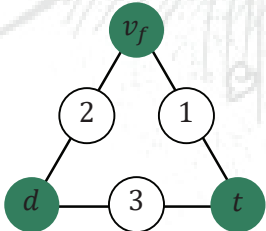
$$v = \frac{\Delta y}{t}$$

في حالة السكون $vi = 0$

التوقف $vf = 0$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow \vec{F} = \vec{E}q \Rightarrow a = \frac{\vec{E}q}{m}$$

$$KE = \frac{1}{2} m \Delta v^2 \Rightarrow \Delta v = v_f - v_i \Rightarrow KE = \frac{1}{2} m (v_f - v_i)^2$$







هَام جِدا

$$a_y = \frac{e\sigma}{m\epsilon_0}$$

A faint, stylized illustration of a person with long, flowing hair and a beard, wearing a turban and a robe, set against a background of horizontal lines. The illustration is rendered in a light, sketchy style, with the person's face and features being the most prominent. The background consists of a series of horizontal lines, some solid and some dashed, creating a textured effect. The overall composition is centered and balanced.

Questions

Check your understanding

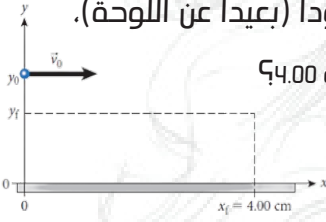


1 اجب عن الأسئلة الآتية:

1. يطلق إلكترون طاقته الحركية 2.00 keV أفقياً عبر صفيحة موصلة مشحونة أفقياً بكثافة

شحنة سطحية $+4.00 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$. أخذ الاتجاه الموجب ليكون صعوداً (بعيداً عن اللوحة).

ما الانحراف الرأسى للإلكترون بعد أن قطع مسافة أفقية مقدارها 4.00 cm

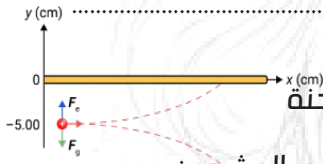


.....

.....

.....

.....



2. يتحرك جسيم مشحون مقداره 15.7 nC أفقياً بسرعة 2.50 m/s تحت شحنة

مشحونة لوحة بكثافة الشحنة السطحية $-2.50 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$. كتلة الجسيم المشحون

35.0 mg ويكون في البداية 5.00 cm تحت اللوحة المشحونة. سوف الجسيم المشحون ينحرف

لأعلى ويضرب اللوحة المشحونة أو ينحرف الجسيم المشحون لأسفل بسبب الجاذبية

.....

.....

.....

.....

.....

.....

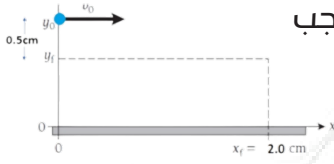
3. لوحظ أن إلكترونات يتحرك بسرعة $27.5 \times 10^6 \text{ m/s}$ موازية لمجال كهربى مقداره $11,400 \text{ N/C}$

ما المسافة التي سيقطعها الإلكترون قبل أن يتوقف؟

.....

.....

.....



4. كما هو موضح في الشكل، يطلق إلكترون أفقياً في اتجاه x الموجب على لوحة موصلة مشحونة أفقياً بكثافة شحنة سطحية $+3.0 \times 10^{-15} \text{ C/m}^2$ إذا كان الانحراف الرأسى للإلكترون (0.5 cm)

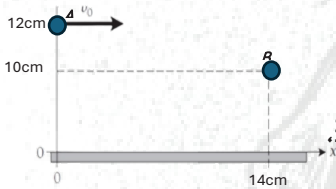
بعد أن قطع مسافة أفقية مقدارها (2.0 cm) . ما السرعة المتجهة للإلكترون عند إطلاقه؟
(إهمال الجاذبية الأرضية)

5. يتم تسريع البروتون من السكون بالقرب من اللوحة الموجبة لتوصيله إلى اللوحة السالبة في (0.02 s) . إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين هاتين اللوحتين المتوازيتين يساوي (100 V) ؟

$$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

ما التسارع للبروتون؟



6. وفقاً للشكل الذي يوضح إلكترون تم إطلاقه بسرعة V_0 من النقطة A فوق لوحة مشحونة أفقياً مع كثافة شحنة سطحية مقدارها $3.2 \mu\text{C/m}^2$. وصل الإلكترون إلى الموضع (B). ما مقدار V_0 عند النقطة A؟
(إهمال الجاذبية الأرضية)

(إهمال الجاذبية الأرضية)

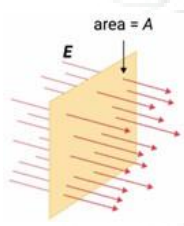
$$K = \frac{1}{2} m v_0^2 \Rightarrow v_0^2 = \frac{2K}{m}$$

$$y_f - y_0 = -\frac{e\sigma x_f^2}{2m\epsilon_0 \left(\frac{2K}{m}\right)} = -\frac{e\sigma x_f^2}{4\epsilon_0 K}$$



التدفق الكهربائي

الدرس السابع/الثامن



التدفق الكهربائي: مقدار المجال الكهربائي الذي يخترق منطقة معينة بشكل عمودي.
التدفق كمية قياسية لا تحتاج إلى اتجاهات

$$\phi_E = \int E \cdot dA$$

$$\phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A}$$

$$\phi_E = EA \cos \theta$$

حيث

ϕ_E : التدفق الكهربائي (Nm² / C)

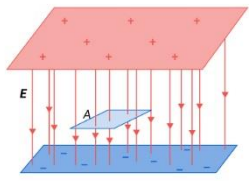
E : المجال الكهربائي (V / m أو N / C)

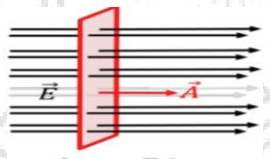
A : مساحة السطح (m²)

θ : الزاوية بين المجال الكهربائي مع العمودي مساحة السطح

إذا دخلت خطوط المجال الكهربائي إلى السطح ϕ_E : سالب

إذا تركت خطوط المجال الكهربائي السطح ϕ_E : موجب

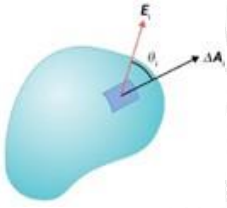


المجال الكهربائي موازي لسطح	المجال الكهربائي عمودي على السطح
أقصى تدفق خلال السطح	أقل تدفق خلال السطح
الزاوية بين المجال و العمودي علي السطح 0	الزاوية بين المجال و العمودي علي السطح
$\cos 0 = 1$	$\cos 90 = 0$
	
$\Phi_E = EA$	$\Phi_E = 0$



التدفق الكهربائي

يتكون **السطح الكبير** من **أسطح صغيرة**. على سبيل المثال، يمكن تقسيم الكرة إلى تريليونات من هذه العناصر. من ناحية أخرى، لا يتم ترتيب بعض الأشكال بانتظام، لذا فإن حساب التفاضل والتكامل مفيد هنا لإيجاد التدفق الكهربائي الصافي.



اجمالي التدفق الكهربائي عبر السطح كله هو:

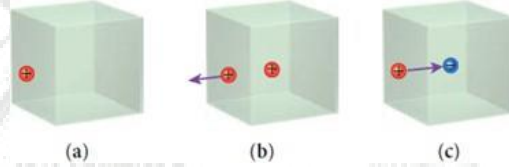
$$\phi_{net} = \sum_i E_i \Delta A_i$$

يميل عدد العناصر إلى ما لا نهاية عندما تكون مساحة الصغيرة العناصر تميل إلى **الصفر**. إذن، يتم استبدال المجموع بتكامل **مغلق**،

ويصبح الشكل العام للتدفق الكهربائي: $\phi_{net} = \oint E \cdot dA$. في حالة السطح المغلق، يتم إعطاء التدفق الكهربائي الكلي بواسطة تكامل المجال الكهربائي على السطح المغلق: $\phi_{net} = \oint E \cdot dA$

طبق قانون جاوس على الفيض الكهربائي الذي يمر عبر سطح حول شحنة نقطية

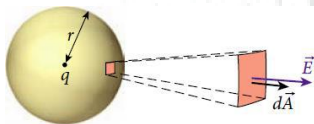
لنتخيل صندوقاً على شكل مكعب، وهو مصنوع من مادة لا تؤثر على المجالات الكهربائية. **تم إحضار شحنة اختبار موجبة** بالقرب من أي سطح من الصندوق. في أي حالة تتعرض هذه الشحنة لقوة؟



اجمالي التدفق الكهربائي عبر جسم **فارغ** (بدون شحنة q) يساوي **صفرًا**

اجمالي التدفق الكهربائي عبر الجسم الذي **يحتوي على** الشحنة q يساوي $\phi = \frac{q}{\epsilon_0}$. هنا q هي الشحنة الكلية داخل سطح مغلق يسمى **سطح جاوس**.

قانون **جاوس** وقانون **كولوم**:



$$\begin{aligned} \phi &= A E \cos \theta \Rightarrow \phi = 4\pi r^2 \times \frac{kq}{r^2} \\ \phi &= 4\pi \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \quad \left(k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \\ \phi &= \frac{q}{\epsilon_0} \end{aligned}$$

A diagram showing an irregularly shaped object with a positive charge q at its center. Four arrows labeled E represent the electric field lines radiating outwards from the charge.

$$\phi_{net} = \oiint E \cdot dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$



NOTES

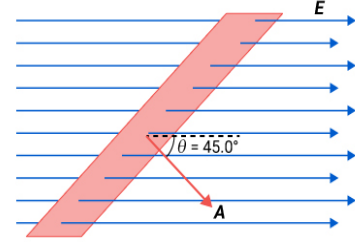
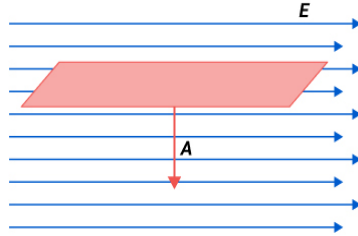
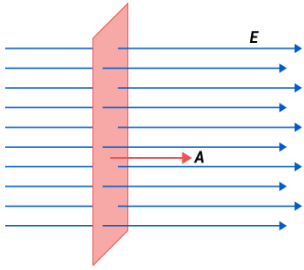
Questions

Check your understanding



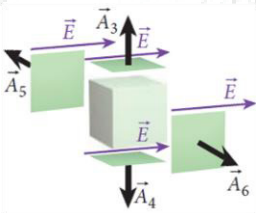
1 اجب عن الأسئلة الآتية:

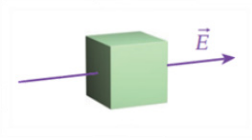
1. سطح متساوي مساحته 1.10m^2 يدور في مجال كهربائي منتظم مقداره $2.25 \times 10^5 \text{ N/C}$ أوجد مقدار التدفق الكهربائي في الحالة التالية:
ا. المجال الكهربائي عمودي على السطح.
2. المجال الكهربائي مواز للسطح.
3. المجال الكهربائي بزاوية 45.00° على السطح.



2. يتم وضع ملف مساحته $A = 2.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ في مجال كهربائي منتظم E يشير بشكل عمودي على السطح. التدفق الكهربائي من خلال $4.0 \times 10^3 \text{ N m}^2 / \text{C}$. ما مقدار المجال الكهربائي؟

3. يوضح الشكل مكعباً له أوجه للمساحة A في مجال كهربائي منتظم، وهو E. عمودياً على مستويي وجه واحد من المكعب. ما هو إجمالي التدفق الكهربائي الذي يمر عبر المكعب؟





4. وفقا للشكل، مكعب طول ضلعه (5.0cm) في مجال كهربائي منتظم

($E=200\text{N/C}$) ، متعامد مع مستوى وجه واحد من المكعب.

ما مقدار التدفق الكهربائي الذي يمر عبر الوجه الأسود؟

.....

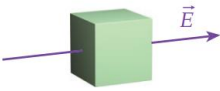
.....

.....

5. وفقا للشكل، مجال كهربائي ($E=360\text{N/C}$) ، عمودي على مستوى وجه واحد من المكعب. إذا كان

التدفق الكهربائي الذي يمر عبر الوجه المظلل الأيسر يساوي ($-1.2\text{Nm}^2/\text{C}$).

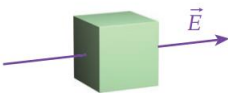
ما هو طول ضلع المكعب؟



.....

.....

.....



6. وفقا للشكل، مكعب حجمه 0.001m^3 في مجال كهربائي ($E=3 \times 10^{-2}\text{N/C}$)

عمودي على مستوى وجه واحد من المكعب.

ما مقدار التدفق الكهربائي الذي يمر عبر الوجه الأسود؟

.....

.....

.....

.....

.....

7. موصل كروي مجوف نصف قطره الداخلي (5.0 cm) ونصف قطره الخارجي (7.0 cm). وضعت عند

مركزه شحنة كهربائية q فنتج مجال كهربائي عند السطح الداخلي للموصل (90N/C) باتجاه مركز

الموصل ما مقدار و نوع الشحنة q ؟

.....

.....

.....

.....

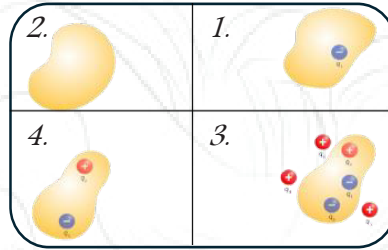
.....

ثق أنه ليس أمامك خيار في هذه الحياة سوى التحدي

والتحدي يستلزم منك القوة ولا حول ولا قوة لنا إلا بالله



8. يتم توزيع الشحنات داخل أربعة أشكال غير منتظمة. أوجد التدفق الكهربائي عبر سطح كل شكل.



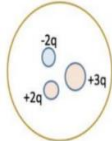
9. يتم وضع مكعب متعادل، مصنوع من مادة عازلة، في مجال كهربائي خارجي، كما هو موضح في



الشكل. التدفق الكهربائي عبر السطح المواجه للمجال هو (-200 V.m) . ما هو إجمالي التدفق الكهربائي عبر المكعب؟

- (a) -200 V.m (b) $+200 \text{ V.m}$ (c) $+400 \text{ V.m}$ (d) Zero

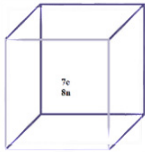
10. يتم وضع ثلاث شحنات معزولة من $+2q$ و $-2q$ و $+3q$ في مساحة فراغ ثلاثية الأبعاد.



حيث تكون محاطة بسطح جاوس، كما هو موضح في الشكل. ما إجمالي التدفق الكهربائي عبر هذا السطح؟

- (a) $\phi = \frac{+7q}{\epsilon_0}$ (b) $\phi = \frac{+3q}{\epsilon_0}$ (c) $\phi = +3q$ (d) $\phi = \frac{+5q}{4\pi\epsilon_0}$

11. افترض أن المكعب الموضح في الشكل يحتوي على 7 إلكترونات و 8 نيوترونات وعدد من البروتونات.



إذا كان التدفق الكهربائي عبر المكعب يساوي $(3.62 \times 10^{-8} \text{ Nm}^2/\text{C})$. كم عدد البروتونات في المكعب؟

- (a) 7 (b) 8 (c) 9 (d) 2

12. ما مقدار التدفق الكهربائي المار عبر الكرة الموضحة في الشكل الذي يحتوي على إلكترون وبروتونين؟



- (a) $1.6 \times 10^{-8} \text{ Nm}^2/\text{C}$ (b) $1.8 \times 10^{-8} \text{ Nm}^2/\text{C}$ (c) $3.6 \times 10^{-8} \text{ Nm}^2/\text{C}$ (d) $5.4 \times 10^{-8} \text{ Nm}^2/\text{C}$

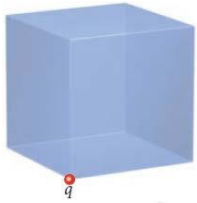


13. توضع كرة متعادلة، مصنوعة من مادة عازلة، في مجال كهربائي خارجي كما هو موضح في الشكل. التدفق الكهربائي الكلي الذي يمر عبر سطح الكرة هو:

- (a) صفر (b) سالب (c) موجب (d) لا يمكن تحديده

14. أي العبارات الآتية تمثل قانون جاوس؟
السطح الخارجي لأي موصل هو سطح متساوي الجهد
تتوزع الشحنات الكهربائية بانتظام على أسطح الموصلات المشحونة

- (a) التدفق الكهربائي عبر سطح مغلق يتناسب طردياً مع مقدار الشحنة الكهربائية الموجودة داخل السطح
(b) شدة المجال الكهربائي داخل أي موصل تساوي صفر



15. توجد شحنة نقطة موجبة واحدة، q ، في أحد أركان مكعب طول أضلاعه L ، كما هو موضح في الشكل. صافي التدفق الكهربائي عبر الجوانب الثلاثة المتجاورة يساوي صفراً. إجمالي التدفق الكهربائي عبر كل جانب من الجوانب الثلاثة الأخرى هو:

- (a) $\phi = \frac{q}{3\epsilon_0}$ (b) $\phi = \frac{q}{8\epsilon_0}$ (c) $\phi = \frac{q}{2\epsilon_0}$ (d) $\phi = \frac{q}{24\epsilon_0}$

16. التدفق الكهربائي عبر سطح جاوس كروي نصف قطره R يتركز على شحنة Q هو 1200 N/Cm^2 ما هو التدفق الكهربائي عبر سطح جاوس مكعب ضلعه R يتركز على نفس الشحنة Q ؟

- (a) يساوي 1200 N/Cm^2 (b) أقل من 1200 N/Cm^2 (c) لا يمكن تحديدها من المعلومات المقدمة (d) أكبر من 1200 N/Cm^2

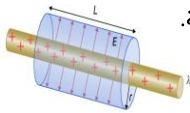


الدرس التاسع

التماثلات الخاصة

سطح جاكوس: سطح وهمي مغلق 3D يستخدم لحساب التدفق الكهربائي

طويل مستقيم سلك توصيل مع شحنة موحدة لكل وحدة طول $\lambda > 0$

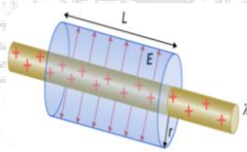


أسطوانة قائمة نصف قطرها r وطولها L تحيط بالسلك بحيث يكون السلك على طول محور الأسطوانة.

من التماثل الأسطواني نستنتج ما يلي:

1. يجب أن يكون المجال الكهربائي الناتج عن السلك **شعاعيا** ومتعامدا مع السلك.
2. لا يمكن أن يعتمد المجال الكهربائي على زاوية الدوران حول السلك، لأن السلك له **تناظر دوراني**.
3. نظرا لأن السلك طويل جدا، فسيبدو كما هو بغض النظر عن مكان عرضه على طوله. هذه الملاحظة تعني أنه **لا يوجد اعتماد على الإحداثيات على طول السلك**.

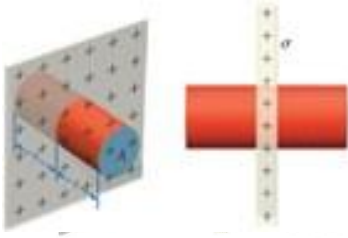
اتجاه E	كثافة الشحنة
الخارج	$0 < \lambda$
الداخل	$0 > \lambda$



المجال الكهربائي في **سلك طويل التوصيل** $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon r} = \frac{2k\lambda}{r}$



صفحة مسطحة رقيقة ، لانهاية ، غير موصلة ذات شحنة موجبة مع
شحنة موصلة لكل وحدة مساحة $\sigma < 0$

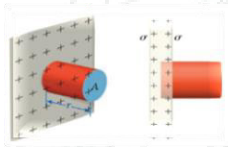


اسطوانة يمينية مغلقة مع مساحة المقطع العرضي A والطول $2r$ ،
الذي يخرق المستوى بشكل عمودي.

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon}$$

المجال الكهربائي في ورقة غير موصلة

صفحة مسطحة رقيقة ، لانهاية ، موصلة ذات شحنة موجبة مع شحنة
موصلة لكل وحدة مساحة $\sigma < 0$



تضمن أحد طرفي الأسطوانة داخل الموصل.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

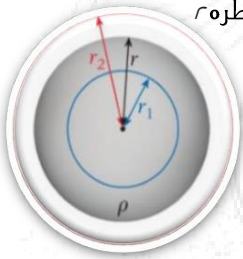
المجال الكهربائي في إجراء ورقة

داخل الموصل: $E = 0$ ، وبالتالي فإن التدفق في هذه النهاية سيكون صفراً

التماثل الكروي

أولاً في حالة الموصلات الكروية الموصلة.

- حساب مقدار المجال الكهربائي الناتج عن توزيع كروي (مادة موصلة) متماثل الشحنة شحنته q ونصف قطره r
وكثافة الشحنة الحجمية ρ وتساوي $q = \rho V$ وحجم الكرة $V = \frac{4}{3}\pi r^3$



- إذا كانت النقطة الواقعة على السطح الجاوسي $r_1 < r$ فإن المجال الكهربائي يساوي صفر .

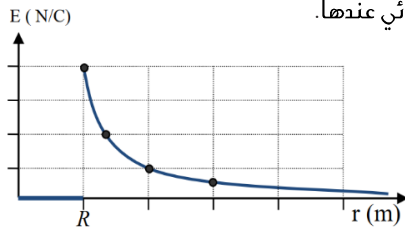
$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

إذا كانت النقطة الواقعة على السطح الجاوسي r فإن المجال الكهربائي يساوي

$$E = \frac{Kq}{r_2^2}$$

إذا كانت النقطة الواقعة على السطح الجاوسي $r_2 > r$ فإن المجال الكهربائي يساوي

يكون الرسم البياني بعد النقطة عن مركز الموصل الكروي وشدة المجال الكهربائي عندها.



r بعد النقطة عن مركز الموصل

R :مركز الموصل الكروي

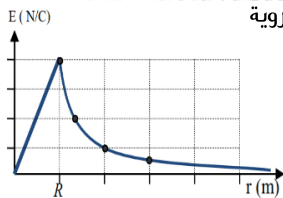
في حالة $R > r$ فإن $Er = 0.0$

$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

في حالة $R \leq r$ م فإنه من العلاقة العامة

في حالة الهياكل الكروية العازلة.

- يطبق على الهيكل الكروي العازل المشحون بشحنة موزعة بانتظام ما ينطبق على الموصلات الكروية
- المجال الكهربائي داخل الهيكل الكروي العازلة لا تساوي صفر وإنما يطبق عليها نفس العلاقات.
- يكون الرسم البياني بعد النقطة عن مركز الهيكل الكروي العازل وشدة المجال الكهربائي عندها.



$$E = \frac{Kqr}{R^3}$$

في حالة $R > r$ فإن $Er \neq 0.0$ وإنما يطبق عليها

$$E = \frac{Kq}{R^2}$$

في حالة $R = r$ عند السطح فإن العلاقة

$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

في حالة $r < R$ عند نقطة خارج السطح فإن

Questions

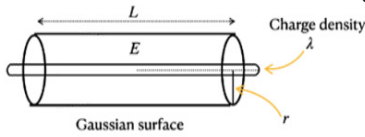
Check your understanding



1 اجب عن الأسئلة الآتية:

1. ينتج سلك مشحون ذو طول لانهائي مجالاً كهربائياً مقداره $1.23 \times 10^3 \text{ N/C}$

على مسافة 50.0 cm عمودية على السلك. ويتجه المجال الكهربائي نحو السلك.



○ ما توزيع الشحنة؟

○ كم عدد الإلكترونات لكل وحدة طول على السلك؟

.....

.....

.....

.....

2. كثافة الشحنة لسلك طويل أفقي وموصل هي $\lambda = 2.849 \times 10^{12} \text{ C/m}$ ووُضع بروتون

(كتلته $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$) على مسافة 0.6815 m فوق السلك ثم حرر ما مقدار **العجلة** الابتدائية للبروتون؟

.....

.....

.....

3. سلكان متوازيان بطول لانهائي منتظمي الشحنة تفصل بينهما مسافة 6.00 cm ويحملان شحنتين

مختلفتين في الإشارة بكثافة شحنة خطية. $\lambda = 1.00 \mu\text{C/m}$ أما مقدار المجال الكهربائي واتجاهه عند

نقطة تقع في منتصف المسافة بين السلكين وعلى مسافة 40.0 cm فوق المستوى الذي يحويهما؟

.....

.....

.....

.....

4. لوحان متوازيان لانهائيان وغير موصلين تفصل بينهما مسافة 10.0 cm ولهما توزيعان للشحنة

$+1.00 \mu\text{C/m}^2$ و $-1.00 \mu\text{C/m}^2$. ما القوة المؤثرة في إلكترون موجود في الفراغ بين اللوحين؟

ما القوة المؤثرة في إلكترون يقع خارج اللوحين بالقرب من سطح أحد اللوحين؟

.....

.....

.....

.....



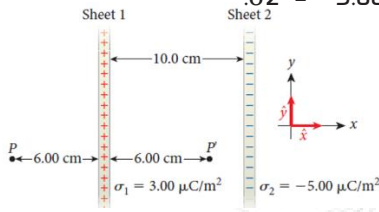
5. يبعد لوحا شحنة لانهائيان عن بعضهما مسافة 10.0 cm كما هو موضح في الشكل. وتوزيع الشحنة السطحي

للووح اهو $\sigma_1 = 3.00 \mu\text{C}/\text{m}^2$ بينما توزيع الشحنة السطحي للوح 2 هو $\sigma_2 = -5.00 \mu\text{C}/\text{m}^2$.

أوجد المجال الكهربائي الكلي (مقدارا واتجاهه) عند كل موقع من المواقع التالية

○ عند النقطة P على مسافة 6.00 cm يسار اللوح 1

○ عند النقطة P على مسافة 6.00 cm يمين اللوح 1



.....

.....

.....

.....

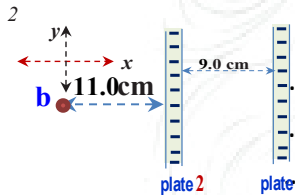
.....

.....

6. لوحان رقيقان لا نهائيان وغير موصلين وضا كما في الشكل المجاور في الهواء وكانت كثافة

الشحنة على سطح اللوح 1 ($-5.0 \mu\text{C}/\text{m}^2$) وكثافة الشحنة على سطح اللوح 2 ($-6.0 \mu\text{C}/\text{m}^2$).

احسب مقدار المجال الكهربائي الكلي عند النقطة b وحدد اتجاهه.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. في الشكل المجاور وضع في الهواء لوحان رقيقان متوازيان لا نهائيان و غير موصلين تفصل بينهما

مسافة (d) وليحمل كل منهما شحنة موجبة منتظمة التوزيع كثافتها (σ)

ما مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (a) ؟



.....

.....

.....

.....

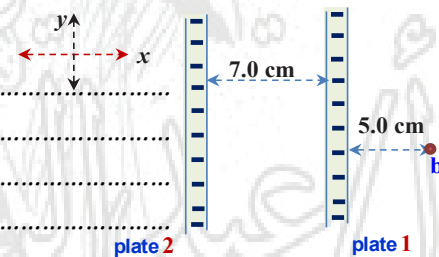
.....

.....

8. لوحان رقيقان لا نهائيان وغير موصلين وضا كما في الشكل المجاور في الهواء وكانت كثافة

الشحنة على سطح اللوح 1 ($-8.0 \mu\text{C}/\text{m}^2$) وكثافة الشحنة على سطح اللوح 2 ($-9.0 \mu\text{C}/\text{m}^2$).

احسب مقدار المجال الكهربائي الكلي عند النقطة b وحدد اتجاهه.



.....

.....

.....

.....

.....

.....