

السؤال 1 من بجروت الفيزياء — كهرباء ومغناطيسية — بجروت 2015

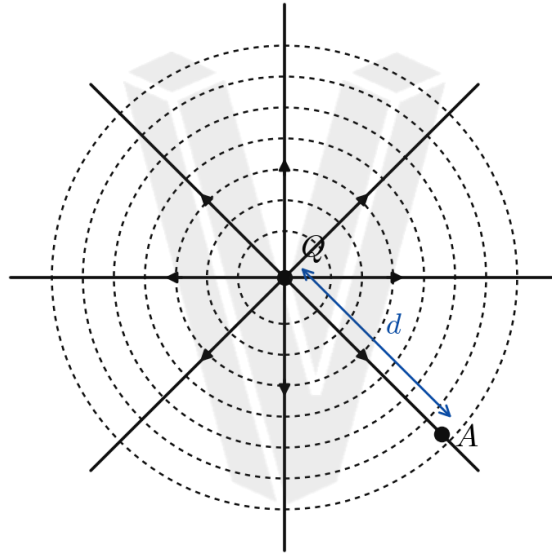
(هنا نحلّ هذا السؤال كاملاً.)

نص السؤال

في التخطيط 1 شحنة نقطية Q وعدد من خطوط الحقل الكهربائي حولها، ومقاطع لعدد من سطوح تساوي الجهد (الدوائر المنقطة). نختار الجهد في اللانهاية صفراً.

المعطيات:

- النقطة A تبعد $d = 10 \text{ cm}$ عن الشحنة Q .
- شدة الحقل الكهربائي في النقطة A هي $E = 100 \text{ V/m}$.
- في البند ه: الشغل اللازم لنقل شحنة معيّنة على المسار الطويل هو $W = 15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.

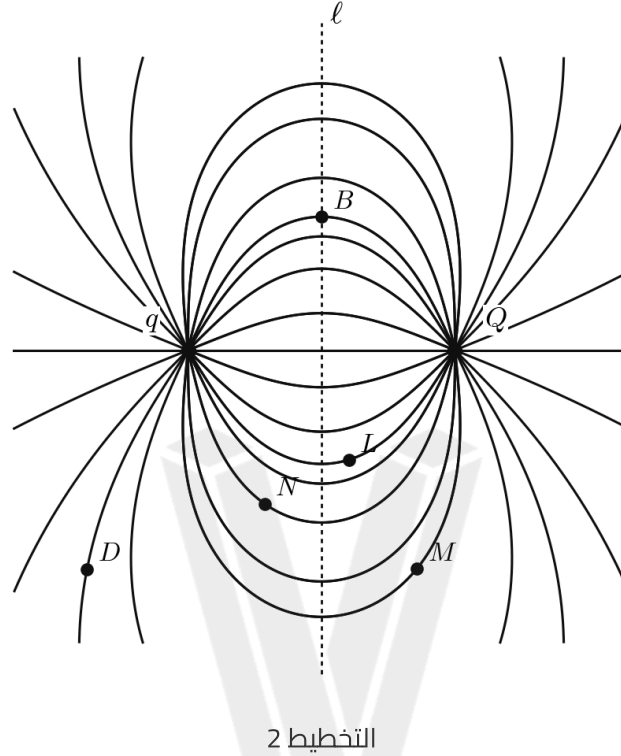


التخطيط 1

أ. المطلوب: هل الشحنة Q موجبة أم سالبة؟ مع الشرح.

ب. المطلوب: مقدار الشحنة Q .

نُحضر شحنة نقطية إضافية q إلى نقطة قريبة على يسار الشحنة Q . في التخطيط 2 الشحنتان وبعض خطوط الحقل الناتج عنهما. اتّجاهات خطوط الحقل غير محدّدة في التخطيط، والتخطيط متماثل من جهتي المستقيم ℓ .



ج. المطلوب: مقدار الشحنة q وإشارتها، مع الشرح.

د. النقطة B على بعدين متساويين عن الشحنتين.

(1) المطلوب: هل شدّة الحقل الكهربائيّ في النقطة B صفر أم لا؟ مع الشرح.

(2) المطلوب: هل الجهد الكهربائيّ في النقطة B صفر أم لا؟ مع الشرح.

هـ. النقطة D والنقطة L والنقطة M والنقطة N موجودة على خطوط الحقل في التخطيط 2. لنقل شحنة معيّنة

من النقطة D إلى النقطة N على المسار $D \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow N$ نحتاج إلى شغل $W = 15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.

المطلوب في هـ: الشغل اللازم لنقل الشحنة نفسها مباشرة من النقطة N إلى النقطة D.

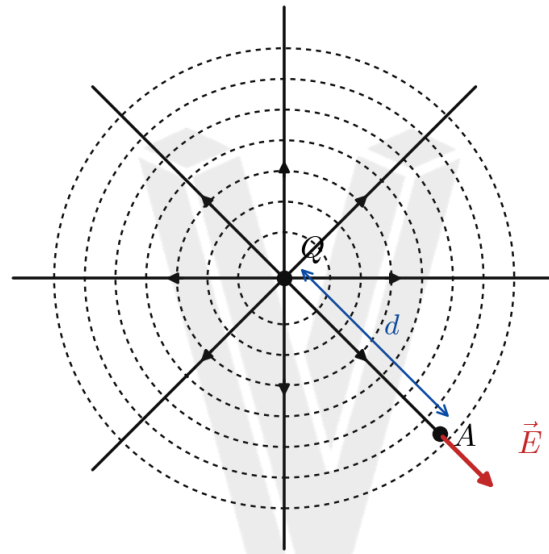
الحل: أ. موجبة ب. $Q \approx 1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ ج. $q = -Q \approx -1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ د(1). لا، الحقل ليس صفرًا د(2). نعم، الجهد صفر هـ. $W = -15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

(صياغة السؤال والرسومات والحل: فيفو · vevo).

الحل الكامل:

البند أ

ننظر إلى الأسهم على خطوط الحقل في التخطيط 1: كلها تتجه من الشحنة إلى الخارج.



خطوط الحقل تخرج من الشحنة الموجبة وتدخل في الشحنة السالبة. الخطوط هنا تخرج من الشحنة، إذن هي موجبة.

الشحنة موجبة

الجواب النهائي للبند أ

البند ب

شدة الحقل لشحنة نقطية على بعد d منها:

$$E = \frac{kQ}{d^2}$$

(القانون موجود في لائحة القوانين التي تكون معك في الامتحان.)

نعزل الشحنة ونعوّض بالوحدات الأساسية، أي $d = 0.1 \text{ m}$:

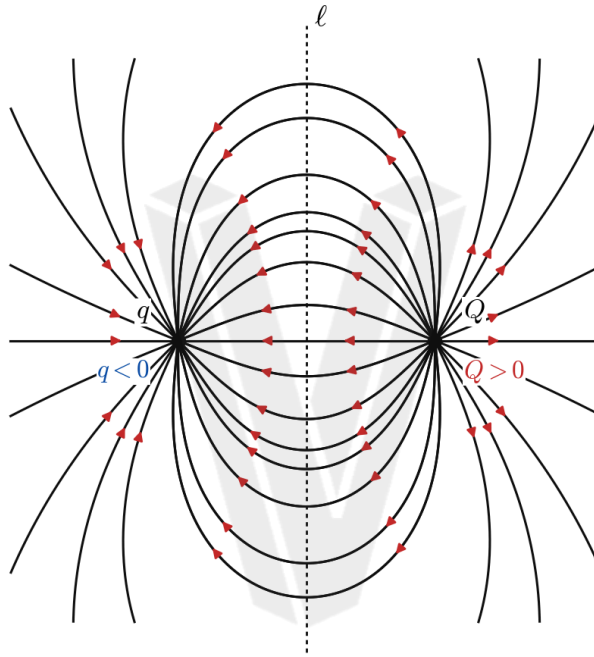
$$Q = \frac{E d^2}{k} = \frac{100 \cdot 0.1^2}{9 \cdot 10^9} \approx 1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$$

$$Q \approx 1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$$

الجواب النهائي للبند ب

البند ج

الإشارة: خطوط الحقل تبدأ عند إحدى الشحنتين وتنتهي عند الأخرى. هذا يحدث فقط عندما تكون الشحنتان مختلفتين في الإشارة. الشحنة Q موجبة، فالشحنة q سالبة.



المقدار: التخطيط متماثل من جهتي المستقيم ℓ . عدد الخطوط الخارجة من الشحنة Q يساوي عدد الخطوط الداخلة في الشحنة q ، وشكل الخطوط حول كل شحنة هو نفسه. إذن مقداراً الشحنتين متساويان.

$$q = -Q \approx -1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$$

$$q \approx -1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$$

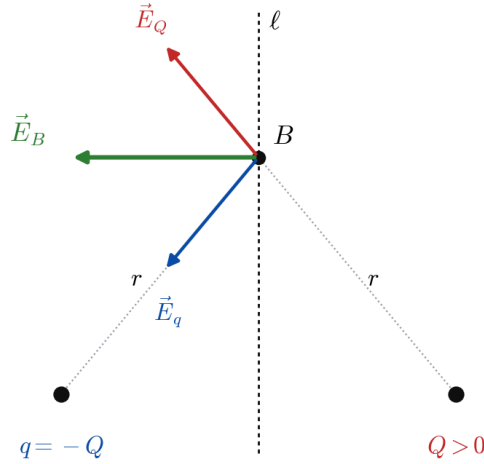
الجواب النهائي للبند ج

البند د (1)

النقطة B تبعد البعد نفسه r عن الشحنتين، والشحنتان متساويتان في المقدار. إذن شدة الحقل من كل شحنة في النقطة B متساوية:

$$E_Q = E_q = \frac{kQ}{r^2}$$

لكنّ الاتجاهين مختلفان: الحقل من الشحنة Q يبتعد عنها، والحقل من الشحنة q يتّجه نحوها.



المركبتان الرأسيتان تلغي إحداهما الأخرى، والمركبتان الأفقيتان تتجهان كلاهما نحو اليسار وتُجمعان. إذن الحقل في النقطة B أفقيّ نحو الشحنة q ، وليس صفرًا.

شدة الحقل في النقطة B تختلف عن الصفر

الجواب النهائي للبند د (1)

البند د (2)

الجهود كميّة عددية (ليس له اتجاه). جهد شحنة نقطية:

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

(القانون موجود في لائحة القوانين التي تكون معك في الامتحان.)

نجمع جهدي الشحنتين في النقطة B، والبعد نفسه r عن كلّ منهما:

$$V_B = \frac{kQ}{r} + \frac{k(-Q)}{r} = 0$$

الجهود في النقطة B يساوي صفرًا

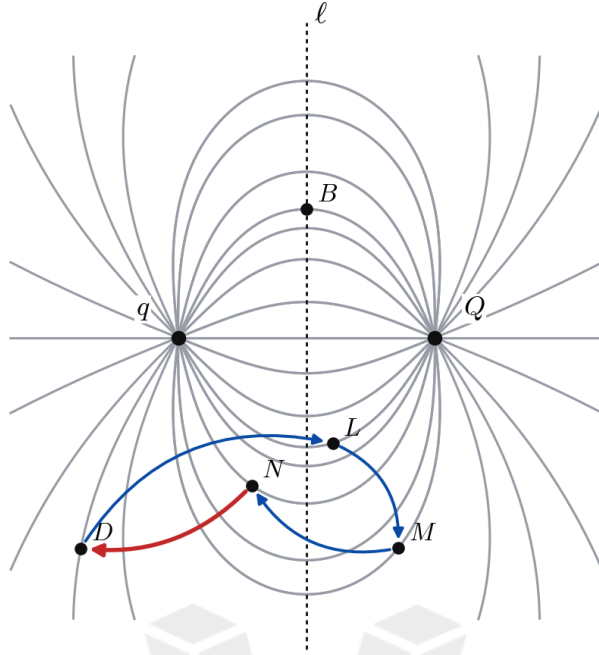
الجواب النهائي للبند د (2)

البند هـ

الحقل الكهربائي الساكن حقل محافظ: الشغل لنقل شحنة بين نقطتين لا يتعلّق بالمسار، بل بفرق الجهد بين النقطتين فقط:

$$W_{D \rightarrow N} = q_0 (V_N - V_D)$$

إذن الشغل على المسار الطويل (الأزرق) يساوي الشغل على المسار المباشر من D إلى N:



$$W_{D \rightarrow N} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

نحن نطلب النقل في الاتجاه المعاكس، من N إلى D (السهم الأحمر). فرق الجهد يغيّر إشارته، فالشغل يغيّر إشارته أيضًا:

$$W_{N \rightarrow D} = q_0 (V_D - V_N) = -W_{D \rightarrow N} = -15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

الإشارة السالبة تعني أننا لا نبذل شغلًا: الحقل نفسه يدفع الشحنة من N إلى D، والقوة التي ننقل بها الشحنة تبذل شغلًا سالبًا.

$$W_{N \rightarrow D} = -15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

الجواب النهائي للبند هـ

نص الأسئلة والصور: وزارة التربية والتعليم، النموذج قديم، بجروت 2015، صياغة الأسئلة والرسومات والحل: فيفو · vevo، حقوق الطبع للوزارة: «النسخ أو النشر ممنوعان إلا بإذن من وزارة التربية والتعليم».