

السؤال 1 من بجروت الفيزياء — كهرباء ومغناطيسية — بجروت 2006

(هنا نحلّ هذا السؤال كاملاً.)

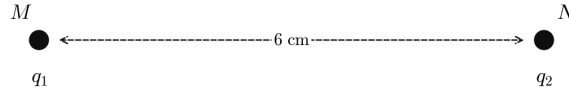
نص السؤال

جسمان نقطيان مشحونان بشحنتين متساويتين، مثبتان في حالة السكون في النقطة M والنقطة N (التخطيط «أ»). نختار الجهد الكهربائي صفراً في اللانهاية.

المعطيات:

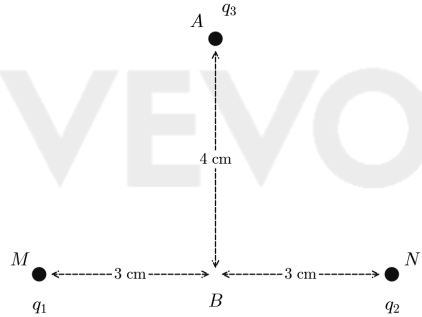
▪ شحنتا الجسمين: $q_1 = q_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$.

▪ البعد بين الجسمين: $MN = 6 \text{ cm}$.



التخطيط «أ»

- أ. المطلوب: هل توجد نقطة على امتداد القطعة MN يكون فيها الحقل الكهربائي صفراً؟ مع التعليل.
- ب. المطلوب: هل توجد نقطة على امتداد القطعة MN يكون فيها الجهد الكهربائي صفراً؟ مع التعليل.
- النقطة B منتصف القطعة MN. النقطة A على العمود المنصف للقطعة MN، وعلى بعد 4 cm من النقطة B (التخطيط «ب»). نضع في النقطة A جسيماً نقطياً وثبتته في حالة السكون:
- شحنة الجسيم $q_3 = -3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ ، وكتلته $m = 2 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$.



التخطيط «ب»

- ج. المطلوب: مقدار الطاقة الوضعيّة الكهربائيّة للجسيم q_3 في النقطة A.
- د. نحرّر الجسيم من السكون في النقطة A، ونهمل قوّة الثقل.
- (1) المطلوب: مقدار سرعة الجسيم لحظة وصوله إلى النقطة B.
- (2) يدّعي طالب أنّ أكبر سرعة للجسيم على طول مساره تكون لحظة وصوله إلى النقطة B. المطلوب: هل ادّعاؤه صحيح؟ مع الشرح.

الحل: أ. نعم، النقطة B منتصف القطعة ب. لا، الجهد موجب في كل نقطة ج. $U_A = -2.16 \text{ J}$ د. $v_B = 1.2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ (2). نعم، ادّعاؤه صحيح

(صياغة السؤال والرسومات والحل: فيفو · vevo).

الحل الكامل:

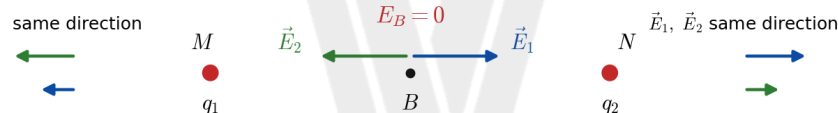
البند أ

كل شحنة موجبة تُنتج حقلًا يتّجه بعيدًا عنها. مقدار الحقل لشحنة نقطيّة:

$$E = \frac{k|q|}{r^2}$$

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

في النقطة B البعدان متساويان، والشحنتان متساويتان. لذلك الحقلان متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه، فيلغى أحدهما الآخر.



خارج القطعة (يسار M أو يمين N) يتّجه الحقلان في الاتجاه نفسه، فلا يمكن أن يتلاشيا. وفي أي نقطة أخرى بين النقطة M والنقطة N البعدان مختلفان، فالحقلان غير متساويين.

$$E_B = \frac{kq}{(0.03)^2} - \frac{kq}{(0.03)^2} = 0$$

نعم، في النقطة B منتصف القطعة فقط

الجواب النهائي للبند أ

البند ب

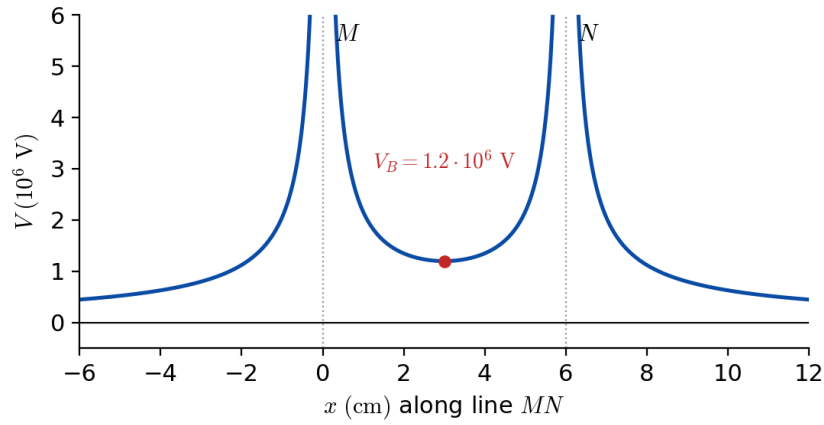
الجهد كميّة عدديّة (ليس له اتجاه). الجهد الكليّ هو مجموع جهدي الشحنتين:

$$V = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2}$$

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

الشحنتان موجبتان، فكل حدّ موجب. مجموع عددين موجبين لا يكون صفرًا. حتّى في النقطة B نفسها الجهد موجب:

$$V_B = \frac{2kq}{0.03} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0.03} = 1.2 \cdot 10^6 \text{ V}$$



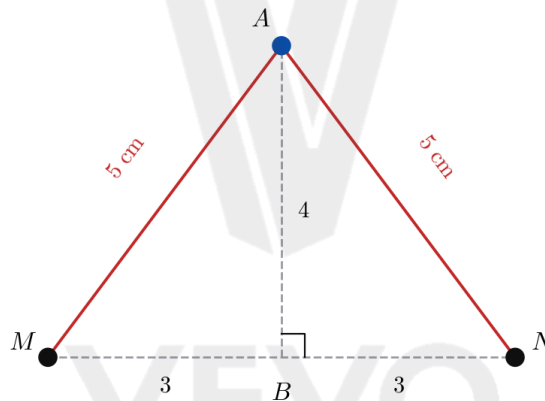
الحقل صفر في B لا يعني أنّ الجهد صفر، الجهد يصبح صفرًا فقط في اللانهاية.

لا، الجهد موجب في كل نقطة على الخط

الجواب النهائي للبند ب

البند ج

نجد أولًا بعد النقطة A عن كل شحنة، المثلث ABM قائم الزاوية في B:



$$AM = AN = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

الطاقة الوضعيّة الكهربائيّة للجسيم q_3 هي مجموع طاقته مع كل شحنة من الشحنتين:

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

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

نعوّض بالوحدات الأساسيّة:

$$U_A = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot (-3 \cdot 10^{-6}) \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0.05} = -2.16 \text{ J}$$

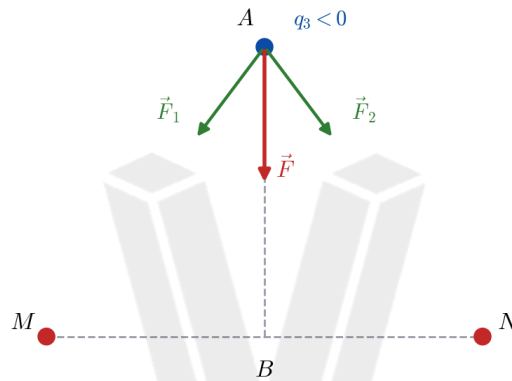
الإشارة السالبة تعني أنّ الشحنات تتجاذب: يجب بذل شغل خارجي مقداره 2.16 جول لإبعاد الجسم إلى اللانهاية.

$$U_A = -2.16 \text{ J}$$

الجواب النهائي للبند ج

البند د (1)

الجسيم سالب، فكلّ شحنة موجبة تجذبه نحوها. المركبتان الأفقيتان للقوتين تلغي إحداهما الأخرى، فالمحصلة تتّجه نحو النقطة B على العمود المنصف.



نحسب الطاقة الوضعيّة في النقطة B، حيث البعد عن كلّ شحنة 0.03 m:

$$U_B = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot (-3 \cdot 10^{-6}) \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0.03} = -3.6 \text{ J}$$

القوّة الكهربائيّة محافظة ونهمل الثقل، فالطاقة الكليّة محفوظة. الجسم يبدأ من السكون:

$$U_A + 0 = U_B + \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = -2.16 - (-3.6) = 1.44 \text{ J}$$

نجد السرعة:

$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.44}{2 \cdot 10^{-10}}} = \sqrt{1.44 \cdot 10^{10}} = 1.2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

إذن مقدار سرعة الجسم لحظة وصوله إلى النقطة B:

$$v_B = 1.2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

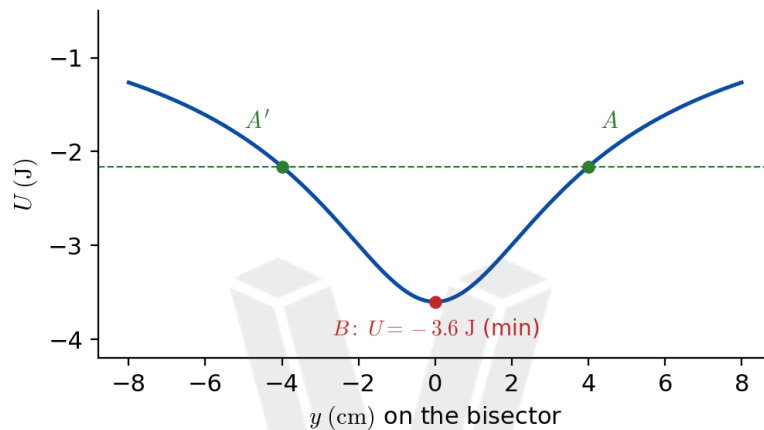
الجواب النهائي للبند د (1)

البند د (2)

من النقطة A حثي النقطة B تتجه المحصلة نحو B، أي في اتجاه الحركة. لذلك السرعة تزداد طوال الطريق.

في النقطة B الحقل صفر (البند أ)، فالقوة على الجسم صفر. بعد أن يتجاوز الجسم النقطة B تتجه المحصلة مرة أخرى نحو B، أي عكس الحركة. لذلك السرعة تقل.

بلغة الطاقة: الطاقة الوضعية على العمود المنصف أصغر ما تكون في النقطة B، فالطاقة الحركية أكبر ما تكون فيها. الجسم يتذبذب بين النقطة A والنقطة المقابلة لها تحت B.



إذن أكبر سرعة تكون فعلاً لحظة المرور في النقطة B.

نعم، ادّعاء الطالب صحيح

الجواب النهائي للبند د (2)

نص الأسئلة والصور: وزارة التربية والتعليم، النموذج قديم، بجروت 2006، صياغة الأسئلة والرسومات والحل: فيفو · vevo. حقوق الطبع للوزارة: «النسخ أو النشر ممنوعان إلا بإذن من وزارة التربية والتعليم».

VEVO