

السؤال 1 من بجروت الفيزياء — كهرباء ومغناطيسية — بجروت 2014

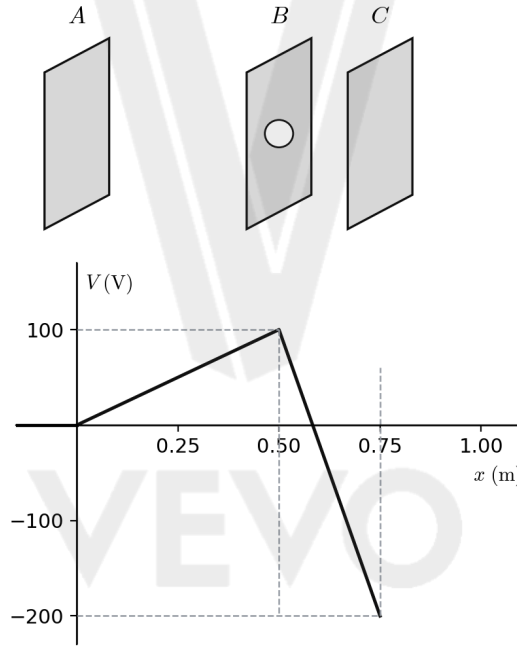
(هنا نحلّ هذا السؤال كاملاً.)

نص السؤال

منظومات كثيرة لتسريع الجسيمات تستعمل ألواحاً مشحونة. لدينا ثلاثة ألواح طويلة جداً ومشحونة، نسمّيها A ثم B ثم C. الألواح متوازية، وفي مركز اللوح B ثقب صغير. الرسم البياني يصف الجهد الكهربائي بين الألواح كدالة للموقع x .

المعطيات:

- اللوح A عند $x = 0$ ، واللوح B عند $x = 0.50$ m، واللوح C عند $x = 0.75$ m.
- من الرسم: جهود الألواح: $V_A = 0$, $V_B = 100$ V, $V_C = -200$ V.
- الجهد يتغيّر خطياً بين كلّ لوحين.
- في البند د: كتلة الجسيم $m = 8 \cdot 10^{-25}$ kg، وشحنته $q = -6.4 \cdot 10^{-19}$ C.



أ. المطلوب: اتّجاه الحقل الكهربائي بين اللوح A واللوح B، واتّجاهه بين اللوح B واللوح C، مع التعليل.

ب. المطلوب: شدّة الحقل الكهربائي بين اللوح A واللوح B، وشدّته بين اللوح B واللوح C.

نحرّر جسيماً شحنته سالبة من السكون من مركز اللوح A.

ج. المطلوب: لماذا حركة الجسيم بين اللوح A واللوح B حركة متساوية التسارع؟ (نهمّل قوّة الجاذبيّة.)

د. المطلوب: السرعة القصوى للجسيم أثناء حركته بين اللوح A واللوح B.

هـ. ينتقل الجسيم عبر الثقب في اللوح B إلى المنطقة بين اللوح B واللوح C. المطلوب: هل يصل الجسيم إلى اللوح C؟ مع التعليل.

- الحل:** أ. بين اللوح A واللوح B نحو A، وبين اللوح B واللوح C نحو C
 ب. $E_{AB} = 200 \text{ V/m}$, $E_{BC} = 1200 \text{ V/m}$ ج. الحقل منتظم، فالقوة ثابتة والتسارع ثابت
 د. $v_{max} \approx 1.26 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ هـ. لا يصل، يتوقف عند $x \approx 0.58 \text{ m}$ ويعود

(صياغة السؤال والرسومات والحل: فيفو · vevo).

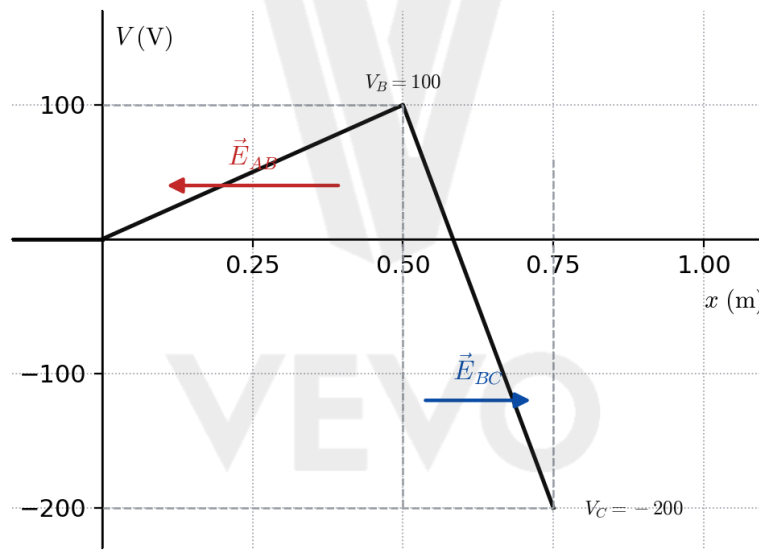
الحل الكامل:

البند أ

الحقل الكهربائي يتجه دائمًا من الجهد العالي إلى الجهد المنخفض.

بين اللوح A واللوح B يرتفع الجهد من صفر إلى مئة فولط. إذن الجهد العالي عند اللوح B، والحقل يتجه من B نحو A، أي عكس اتجاه المحور x.

بين اللوح B واللوح C ينخفض الجهد من مئة فولط إلى سالب مئتي فولط. إذن الحقل يتجه من B نحو C، أي باتجاه المحور x.



نلخص الاتجاهين:

بين اللوحين الأولين نحو اللوح A، وبين اللوحين الأخيرين نحو اللوح C

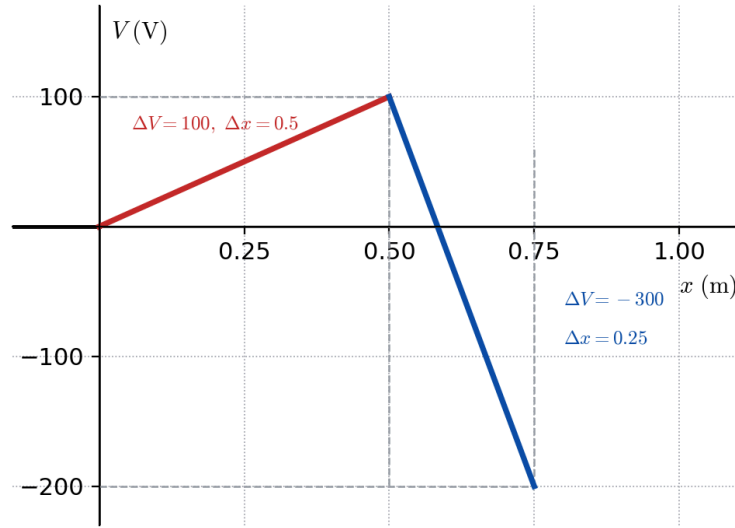
الجواب النهائي للبند أ

البند ب

الجهد يتغير خطيًا، إذن الحقل منتظم في كل منطقة. نستعمل العلاقة بين الحقل المنتظم وفرق الجهد:

$$E = \frac{|\Delta V|}{d}$$

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



بين اللوح A واللوح B:

$$E_{AB} = \frac{100 - 0}{0.50 - 0} = 200 \text{ V/m}$$

بين اللوح B واللوح C:

$$E_{BC} = \frac{|-200 - 100|}{0.75 - 0.50} = \frac{300}{0.25} = 1200 \text{ V/m}$$

الشدة هي القيمة المطلقة لميل الرسم في كل منطقة.

$$E_{AB} = 200 \text{ V/m}, \quad E_{BC} = 1200 \text{ V/m}$$

الجواب النهائي للبند ب

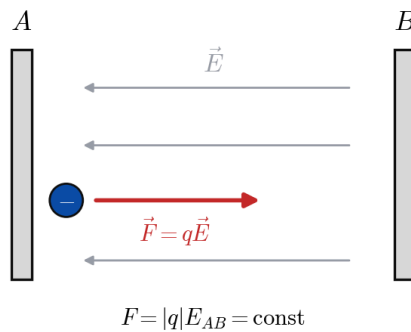
البند ج

بين اللوح A واللوح B الحقل منتظم (ميل الرسم ثابت). القوة الوحيدة على الجسم هي القوة الكهربائية:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

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

الشحنة سالبة، فالقوة عكس اتجاه الحقل، أي نحو اللوح B. الجسم يبدأ من السكون، فيتحرّك نحو اللوح B بخط مستقيم.



مقدار القوة ثابت لأن الحقل ثابت، فحسب القانون الثاني لنيوتن التسارع ثابت:

$$a = \frac{|q|E_{AB}}{m} = \frac{6.4 \cdot 10^{-19} \cdot 200}{8 \cdot 10^{-25}} = 1.6 \cdot 10^8 \text{ m/s}^2$$

التسارع ثابت مقدارًا واتّجاهًا، إذن الحركة متساوية التسارع.

الحقل منتظم، فالقوة ثابتة، والتسارع ثابت

الجواب النهائي للبند ج

البند د

القوة على الجسم نحو اللوح B طوال الطريق، فسرعته تزداد حتى يصل إلى اللوح B. هناك تكون سرعته قصوى.

الشغل الكهربائي يساوي التغير في الطاقة الحركية، والجسيم بدأ من السكون:

$$q(V_A - V_B) = \frac{1}{2}mv^2$$

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

نعوض: الشحنة سالبة، وفرق الجهد سالب، فالشغل موجب:

$$(-6.4 \cdot 10^{-19})(0 - 100) = 6.4 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

نجد السرعة:

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6.4 \cdot 10^{-17}}{8 \cdot 10^{-25}}} = \sqrt{1.6 \cdot 10^8} \approx 1.26 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$v_{max} \approx 1.26 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

الجواب النهائي للبند د

البند هـ

بين اللوح B واللوح C الحقل نحو اللوح C، فالقوة على الشحنة السالبة نحو اللوح B. القوة عكس الحركة، فالجسيم يتباطأ.

ليصل إلى اللوح C يجب أن يتغلب على فرق جهد مقداره ثلاثمئة فولط. الطاقة اللازمة:

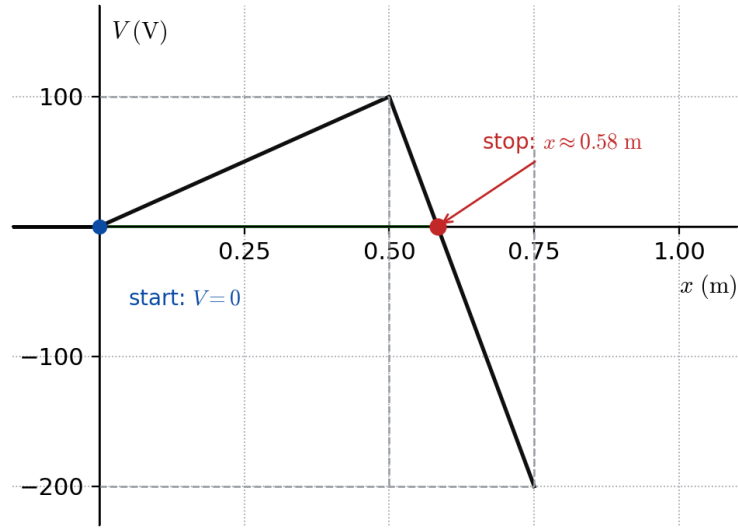
$$|q|(V_B - V_C) = 6.4 \cdot 10^{-19} \cdot 300 = 1.92 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

طاقته الحركية عند اللوح B هي فقط:

$$E_k = 6.4 \cdot 10^{-17} \text{ J} < 1.92 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

إذن يتوقف قبل اللوح C. يتوقف حيث يعود الجهد إلى قيمة البداية، أي صفر فولط (حفظ الطاقة):

$$d = \frac{E_k}{|q|E_{BC}} = \frac{6.4 \cdot 10^{-17}}{6.4 \cdot 10^{-19} \cdot 1200} \approx 0.083 \text{ m} \Rightarrow x \approx 0.58 \text{ m}$$



بعد التوقف تعيده القوة نحو اللوح B، فيتحرك ذهاباً وإياباً.

لا يصل إلى اللوح C، لأن طاقته الحركية أصغر من الطاقة اللازمة

الجواب النهائي للبند هـ

نص الأسئلة والصور: وزارة التربية والتعليم، النموذج قديم، بروت 2014. صياغة الأسئلة والرسومات والحل: فيفو · vevo. حقوق الطبع للوزارة: «النسخ أو النشر ممنوعان إلا بإذن من وزارة التربية والتعليم».

VEVO