

السؤال 1 من بجروت الفيزياء — كهرباء ومغناطيسية — بجروت 2000

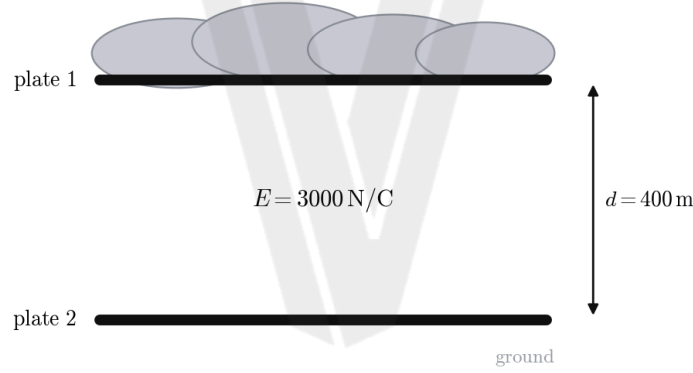
(هنا نحلّ هذا السؤال كاملاً.)

نص السؤال

في عاصفة رعدية يوجد حقل كهربائي منتظم بين الغيوم ووسط الأرض. نصف الوضع بنموذج مكثف من لوحين متوازيين: اللوح الأول عند الغيوم، واللوح الثاني سطح الأرض. ثم يحدث برق بين الغيوم والأرض.

المعطيات:

- شدة الحقل الكهربائي بين الغيوم والأرض $E = 3000 \text{ N/C}$.
- ارتفاع الغيوم عن سطح الأرض $d = 400 \text{ m}$.
- معدّل تيار البرق $I = 20000 \text{ A}$ ، ومدّته $t = 10^{-3} \text{ s}$.
- البرق يفرّغ شحنة المكثف كلّها، ونصفه بخطّ مستقيم عموديّ طويل.
- نقطة القياس في البند هـ على بُعد $r = 10 \text{ m}$ من البرق، في منطقة الوسط بعيداً عن طرفيه.



- المطلوب: التوتر بين الغيوم ووسط الأرض.
- المطلوب: كمّية الشحنة التي انتقلت من الغيوم إلى سطح الأرض في البرق.
- المطلوب: الطاقة الكهربائية التي تتحرّر بالبرق، إذا كانت شحنة المكثف كلّها تتفرّغ.
- المطلوب: القدرة المتكوّنة عند مرور البرق.
- هـ. (1) المطلوب: شدة الحقل المغناطيسيّ الناتج عن البرق على بُعد عشرة أمتار منه.
- هـ. (2) المطلوب: هل الحقل المغناطيسيّ الناتج عن البرق أفقيّ أم عموديّ؟ مع شرح.

الحل: أ. $V = 1.2 \cdot 10^6 \text{ V}$ ب. $Q = 20 \text{ C}$ ج. $U = 1.2 \cdot 10^7 \text{ J}$ د. $P = 1.2 \cdot 10^{10} \text{ W}$
هـ(1). $B = 4 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ هـ(2). أفقي

(صياغة السؤال والرسومات والحل: فيفو · vevo)

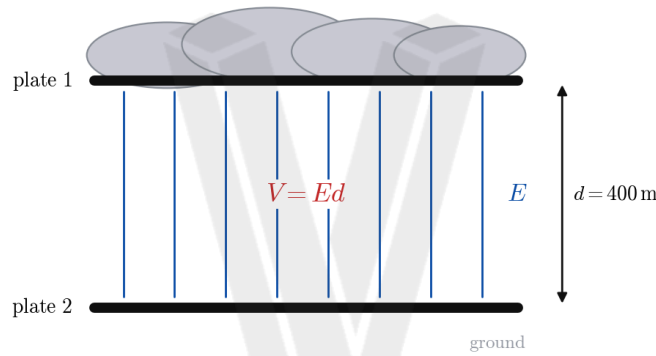
الحل الكامل:

البند أ

الحقل بين لوحي المكثف منتظم. العلاقة بين الحقل والتوتر:

$$V = Ed$$

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



نعوض المعطيات:

$$V = 3000 \cdot 400 = 1.2 \cdot 10^6 \text{ V}$$

$$V = 1.2 \cdot 10^6 \text{ V}$$

الجواب النهائي للبند أ

البند ب

التيار هو الشحنة المارة في وحدة الزمن:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

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

إذن الشحنة التي انتقلت:

$$\Delta Q = I \Delta t = 20000 \cdot 10^{-3} = 20 \text{ C}$$

$$Q = 20 \text{ C}$$

الجواب النهائي للبند ب

البند ج

الطاقة المخزونة في مكثف مشحون بالشحنة Q تحت التوتر V:

$$U = \frac{1}{2}QV$$

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

البرق يفرغ شحنة المكثف كلها، فتتحرر الطاقة المخزونة كلها:

$$U = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 1.2 \cdot 10^6 = 1.2 \cdot 10^7 \text{ J}$$

(انتبهوا! العامل نصف موجود لأن التوتر ينخفض تدريجياً من قيمته الكاملة إلى الصفر خلال التفريغ.)

$$U = 1.2 \cdot 10^7 \text{ J}$$

الجواب النهائي للبند ج

البند د

القدرة هي الطاقة في وحدة الزمن. الطاقة تتحرر خلال مدة البرق:

$$P = \frac{U}{t}$$

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

$$P = \frac{1.2 \cdot 10^7}{10^{-3}} = 1.2 \cdot 10^{10} \text{ W}$$

(هذه القدرة المتوسطة خلال البرق.)

$$P = 1.2 \cdot 10^{10} \text{ W}$$

الجواب النهائي للبند د

البند هـ

(1) نعامل البرق كسلك مستقيم طويل يمر فيه التيار. الحقل المغناطيسي على بُعد r من سلك طويل:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

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

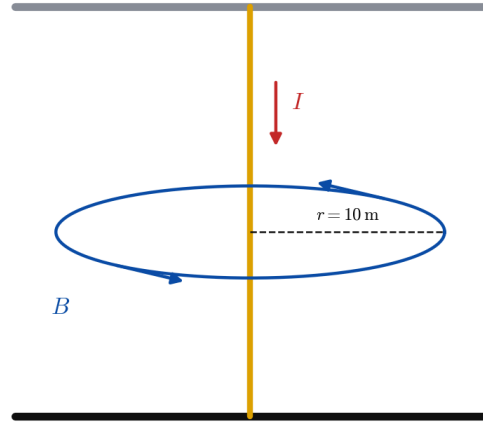
نعوّض المعطيات:

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20000}{2\pi \cdot 10} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

$$B = 4 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

الجواب النهائي للبند هـ (1)

(2) خطوط الحقل المغناطيسيّ حول سلك مستقيم هي دوائر مركزها على السلك، في مستويات متعامدة مع السلك. البرق عموديّ، إذن هذه الدوائر في مستويات أفقيّة.



(اتّجاه التيار في الرسم للتوضيح فقط. إذا انعكس التيار ينعكس اتّجاه الدوران، ويبقى الحقل أفقيّاً.)

الحقل في كلّ نقطة مماسّ لهذه الدائرة، فهو أفقيّ ومتعامد مع البرق ومع الخطّ الواصل من البرق إلى النقطة.

أفقيّ

الجواب النهائيّ للبند هـ(2)

نصّ الأسئلة والصور: وزارة التربية والتعليم، النموذج قديم، بجروت 2000. صياغة الأسئلة والرسومات والحلّ: فيفو · vevo. حقوق الطبع للوزارة: «النسخ أو النشر ممنوعان إلا بإذن من وزارة التربية والتعليم».

VEVO