

السؤال 1 من بجروت الفيزياء — كهرباء ومغناطيسية — بجروت 1990

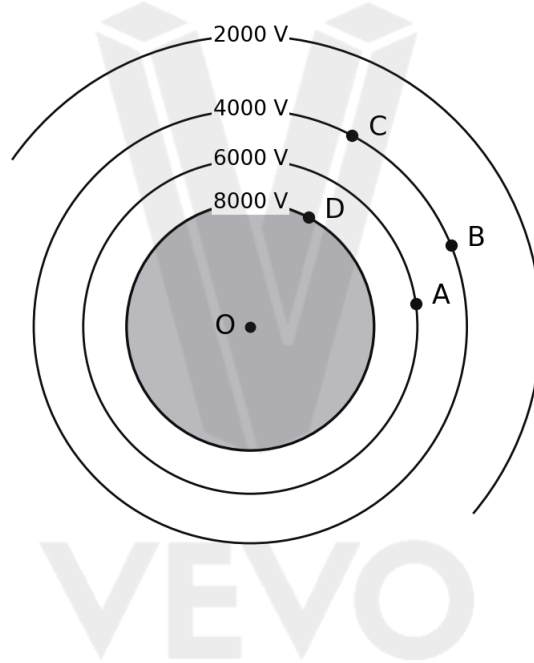
(هنا نحلّ هذا السؤال كاملاً.)

نص السؤال

نشحن كرة موصلة حتى يصير جهدها 8000 V . في التخطيط سطوح تساوي جهد حول الكرة، والنقاط A, B, C, D عليها. الجهد صفر في اللانهاية، ولا توجد شحنات أخرى قرب الكرة.

المعطيات:

- نصف قطر الكرة $R = 20 \text{ mm}$ ، وجهدا $V_0 = 8000 \text{ V}$.
- النقطة A على السطح 6000 V ، والنقطة B والنقطة C على السطح 4000 V .
- النقطة D على سطح الكرة، والمركز هو النقطة O .
- الشحنة المنقولة $q = +8 \mu\text{C}$.



أ. المطلوب: شحنة الكرة.

ب. المطلوب: شغل الحقل الكهربائي عند نقل q : (1) من النقطة A إلى النقطة B ; (2) من النقطة B إلى النقطة C ;

(3) على المسار المغلق $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$; (4) من المركز O إلى النقطة D .

ج. المطلوب: الحقل الكهربائي (مقدارًا واتّجاهًا): (1) داخل الكرة على بعد 10 mm من المركز; (2) في النقطة B .

الحل: أ. $Q \approx 1.78 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ ب(1). $W = 0.016 \text{ J}$ ب(2). $W = 0$ ب(3). $W = 0$
ب(4). $W = 0$ ج(1). $E = 0$ ج(2). $E_B = 10^5 \text{ N/C}$ للخارج

(صياغة السؤال والرسومات والحل: فيفو · vevo.)

الحل الكامل:

البند أ

الكرة الموصلة المشحونة تتصرف خارجها كشحنة نقطية في مركزها. جهدها:

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

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

نعزل الشحنة ونعوّض:

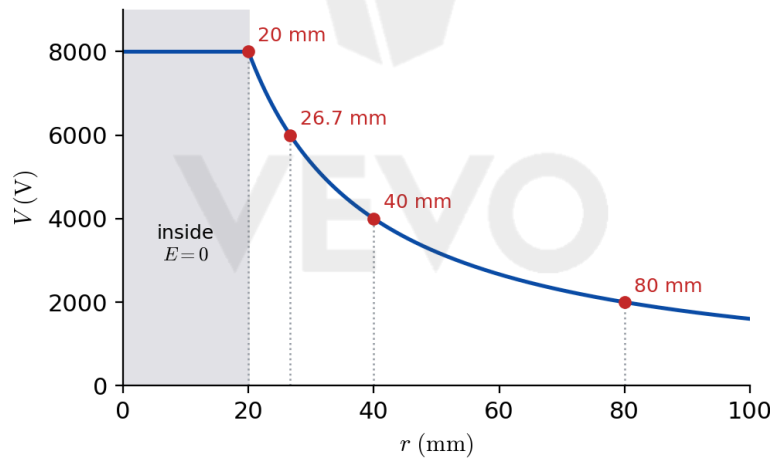
$$Q = \frac{V_0 R}{k} = \frac{8000 \cdot 0.020}{9 \cdot 10^9} \approx 1.78 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

$$Q \approx 1.78 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

الجواب النهائي للبند أ

فائدة للبند التالية: من $V = kQ/r$ نجد بعد كل سطح عن المركز. الجهد يقل مثل $1/r$:

$$r_{6000} \approx 26.7 \text{ mm}, \quad r_{4000} = 40 \text{ mm}, \quad r_{2000} = 80 \text{ mm}$$

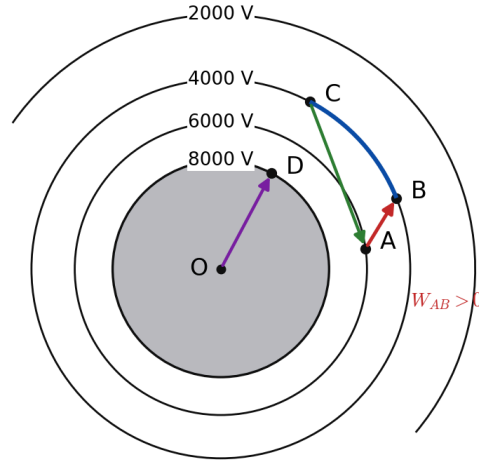


البند ب

شغل الحقل الكهربائي عند نقل شحنة يتعلّق بفرق الجهد فقط، لا بشكل المسار:

$$W_{1 \rightarrow 2} = q (V_1 - V_2)$$

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



(1) النقطة A على السطح 6000 V والنقطة B على السطح 4000 V:

$$W_{AB} = 8 \cdot 10^{-6} \cdot (6000 - 4000) = 0.016 \text{ J}$$

الشغل موجب: الشحنة الموجبة تبتعد عن الكرة الموجبة، والحقل يدفعها في هذا الاتجاه.

$$W_{AB} = 0.016 \text{ J}$$

الجواب النهائي للبند ب(1)

(2) النقطة B والنقطة C على نفس سطح تساوي الجهد:

$$W_{BC} = q(4000 - 4000) = 0$$

$$W_{BC} = 0$$

الجواب النهائي للبند ب(2)

(3) المسار مغلق: نقطة البداية هي نقطة النهاية، ففرق الجهد صفر. الحقل الكهروستاتيكي محافظ:

$$W_{ABCA} = q(V_A - V_A) = 0.016 + 0 + (-0.016) = 0$$

$$W_{ABCA} = 0$$

الجواب النهائي للبند ب(3)

(4) الموصل في حالة اتزان كلّ جهد واحد، داخله وعلى سطحه. إذن جهد المركز O يساوي جهد النقطة D:

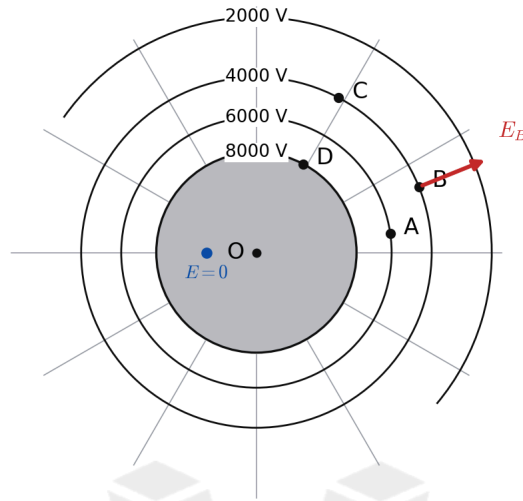
$$V_O = V_D = 8000 \text{ V} \Rightarrow W_{OD} = 0$$

(وأيضاً: داخل الموصل الحقل صفر، فلا قوّة على الشحنة ولا شغل.)

$$W_{OD} = 0$$

الجواب النهائي للبند ب(4)

(1) داخل موصل في حالة اتزان الحقل الكهربائي صفر. الشحنة كلها على السطح الخارجي، والنقطة على بعد 10 mm داخل الكرة.



$$E = 0$$

الجواب النهائي للبند ج(1)

(2) النقطة B على السطح 4000 V، أي على بعد $r_B = 40 \text{ mm}$ من المركز (من البند أ). حقل شحنة نقطية:

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

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

نعوض:

(طريقة أسرع: بما أن $V = kQ/r$ فإن $E = V/r$ في كل نقطة خارج الكرة.)

$$E_B = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1.78 \cdot 10^{-8}}{0.040^2} = \frac{4000}{0.040} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

الشحنة موجبة، فالحقل في النقطة B على امتداد نصف القطر نحو الخارج (بعيداً عن O).

$$E_B = 1 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

الجواب النهائي للبند ج(2): نحو الخارج

نص الأسئلة والصور: وزارة التربية والتعليم، النموذج قديم، بجروت 1990، صياغة الأسئلة والرسومات والحل: فيفو · vevo. حقوق الطبع للوزارة: «النسخ أو النشر ممنوعان إلا بإذن من وزارة التربية والتعليم».