

السؤال 1 من بجروت الفيزياء — كهرباء ومغناطيسية — بجروت 2016

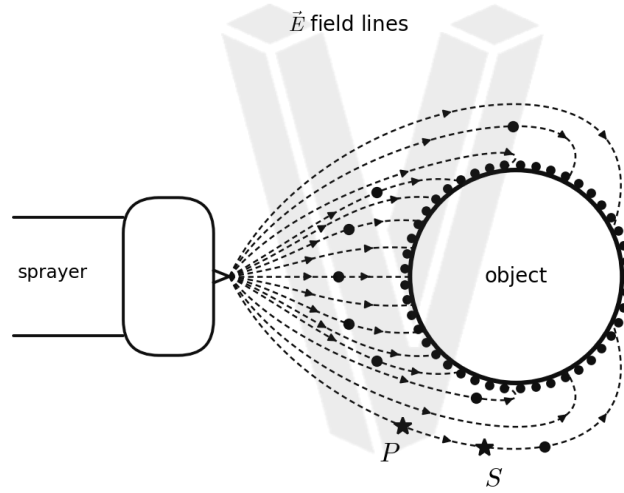
(هنا نحلّ هذا السؤال كاملاً. رقم النموذج في الكتاب: 655.036002)

نص السؤال

في الطلاء بطريقة الكهرباء الساكنة يرشّ المرشّ بودرة طلاء، وتُشحن جزيئاتها أثناء الرشّ. تلتصق الجزيئات المشحونة بالمنتج المعدني المشحون، وهو هنا كرة معدنية. الأسهم في الرسم تبيّن اتجاه خطوط الحقل الكهربائي، قوّة الجاذبة مهمة.

المعطيات:

- مقدار شحنة جزيء الطلاء: $|q| = 5 \cdot 10^{-13} \text{ C}$.
- الجزيء يتحرّك على خطّ حقل من النقطة P إلى النقطة S، والبعد بينهما $d = 0.1 \text{ m}$.
- مقدار فرق الجهد بين النقطتين: $|\Delta V| = 50 \text{ kV}$.



المرشّ إلى اليسار، والكرة المعدنية (المنتج) إلى اليمين، والنقطتان على خطّ حقل سفليّ.

أ. المطلوب: تعريف المصطلح «خطّ حقل كهربائي».

ب. المطلوب: بالاستعانة بالرسم، هل شحنة جزيئات الطلاء موجبة أم سالبة؟ مع الشرح.

ج. المطلوب: في أيّ النقطتين الجهد أعلى؟ مع الشرح.

د. نفترض أنّ الحقل بين النقطتين منتظم. المطلوب: القوّة الكهربائيّة على الجزيء. العلاقة المعطاة للحقل المنتظم:

$$E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$$

هـ. المطلوب: مقدار التغيّر في الطاقة الوضعيّة الكهربائيّة للجزيء في حركته من P إلى S.

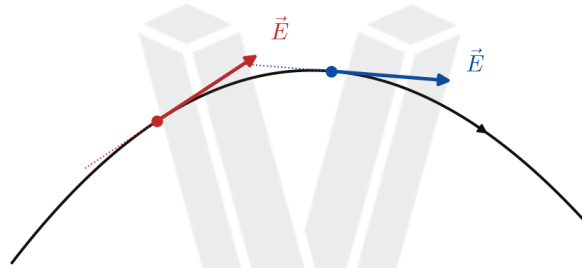
الحل: أ. خط مماسه في كل نقطة باتجاه الحقل فيها ب. موجبة: الجزيئات تتحرك مع اتجاه الحقل
ج. الجهد أعلى في النقطة P د. $F = 2.5 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ هـ. $\Delta U = -2.5 \cdot 10^{-8} \text{ J}$
أي نقصان مقداره $2.5 \cdot 10^{-8} \text{ J}$

(صياغة السؤال والرسومات والحل: فيفو · vevo)

الحل الكامل:

البند أ

خط الحقل الكهربائي خط وهمي نرسمه في منطقة الحقل. المماس للخط في كل نقطة يعطي اتجاه الحقل الكهربائي في تلك النقطة، أي اتجاه القوة على شحنة اختبار موجبة.



(كثافة الخطوط تدل على شدة الحقل: حيث الخطوط متقاربة يكون الحقل أقوى.)

إذن التعريف:

خط مماسه في كل نقطة باتجاه الحقل الكهربائي فيها

الجواب النهائي للبند أ

البند ب

في الرسم الأسهم تخرج من المرش وتدخل في الكرة. إذن الحقل متجه من المرش نحو المنتج.

جزيئات الطلاء تنطلق من المرش وتصل إلى الكرة، أي أنها تتحرك مع اتجاه خطوط الحقل. القوة عليها إذن في اتجاه الحقل.

القوة على شحنة في حقل:

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

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

القوة في اتجاه الحقل فقط عندما تكون الشحنة موجبة. (والكرة نفسها شحنتها سالبة، لأن الخطوط تنتهي عليها).

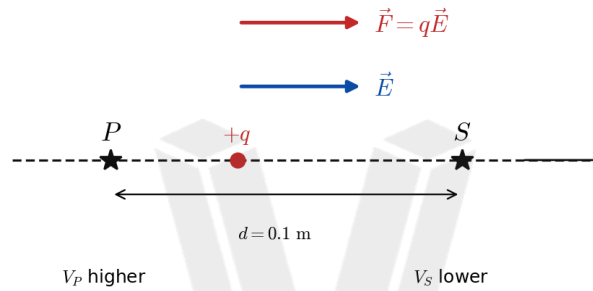
شحنة الجزيئات موجبة

الجواب النهائي للبند ب

البند ج

الجهود الكهربائي يتناقص في اتجاه خط الحقل.

على الخط السفلي في الرسم السهم يتجه من النقطة P إلى النقطة S:



إذن النقطة P أعلى جهدًا، والفرق بينهما:

$$V_P - V_S = 50 \text{ kV}$$

$$V_P > V_S$$

الجواب النهائي للبند ج: الجهد أعلى في النقطة P

البند د

نحسب شدة الحقل المنتظم من فرق الجهد والبعد (بالمقدار):

$$E = \frac{|\Delta V|}{\Delta x} = \frac{5 \cdot 10^4}{0.1} = 5 \cdot 10^5 \text{ V/m}$$

القوة على الجزيء:

$$F = qE = 5 \cdot 10^{-13} \cdot 5 \cdot 10^5 = 2.5 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

الشحنة موجبة، فأتجاه القوة مع الحقل، من النقطة P نحو النقطة S.

$$F = 2.5 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

الجواب النهائي للبند د: باتجاه الحركة نحو S

التغير في الطاقة الوضعيّة الكهربائيّة:

$$\Delta U = q (V_S - V_P)$$

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

نعوّض: الشحنة موجبة، والجهد في S أقلّ من الجهد في P بمقدار $5 \cdot 10^4 \text{ V}$:

$$\Delta U = 5 \cdot 10^{-13} \cdot (-5 \cdot 10^4) = -2.5 \cdot 10^{-8} \text{ J}$$

فحص: شغل القوّة الكهربائيّة موجب لأنّ القوّة في اتجاه الحركة، والطاقة الوضعيّة تنقص بقدره:

$$W = F d = 2.5 \cdot 10^{-7} \cdot 0.1 = 2.5 \cdot 10^{-8} \text{ J} = -\Delta U$$

إذن الطاقة الوضعيّة نقصت.

$$\Delta U = -2.5 \cdot 10^{-8} \text{ J}$$

الجواب النهائي للبند هـ: نقصان

نصّ الأسئلة والصور: وزارة التربية والتعليم، النموذج قديم، بجزوت 2016، صياغة الأسئلة والرسومات والحلّ: فيفو · vevo. حقوق الطبع للوزارة: «النسخ أو النشر ممنوعان إلا بإذن من وزارة التربية والتعليم».

