BÀI GIẢNG: LỰC TƯƠNG TÁC GIỮA CÁC ĐIỆN TÍCH
CHUYÊN ĐỀ: ĐIỆN TRƯỜNG
MÔN: VẬT LÍ 11
GIÁO VIÊN: PHẠM QUỐC TOẢN

MỤC TIÊU

- ✓ *Lực hút và lực đẩy giữa các điện tích.*
- ✓ *Nội dung và biểu thức định luật Culong.*
- ✓ *Vận dụng làm một số bài tập về định luật Culong.*

Các em đã biết các điện tích cùng dấu đẩy nhau, khác dấu hút nhau.Vậy theo em, độ lớn của lực tương tác giữa hai điện tích phụ thuộc như thế nào vào độ lớn của các điện tích và khoảng cách giữa chúng?

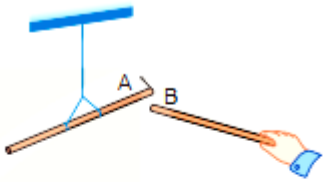
I. LỰC HÚT VÀ LỰC ĐẨY GIỮA CÁC ĐIỆN TÍCH

- Treo thanh nhựa A bằng một sợi dây chỉ để nó có thể quay tự do rồi dung len cọ xát một đầu của nó.
- Quan sát, mô tả và giải thích hiện tượng xảy ra khi:

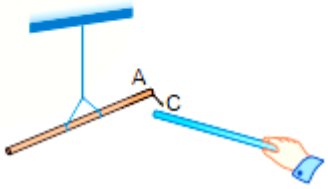
a) Dùng len cọ xát một đầu thanh nhựa B rồi đưa lại gần đầu đã được cọ xát của thanh nhựa A (Hình a)

b) Dùng lụa cọ xát một đầu thủy tinh C rồi đưa lại gần đầu đã được cọ xát của thanh nhựa A (Hình b)

a)



b)

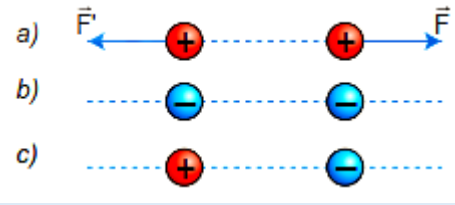


Trả lời:

a) Dùng len cọ xát một đầu thanh nhựa B rồi đưa lại gần đầu đã được cọ xát của thanh nhựa A → Đẩy nhau.

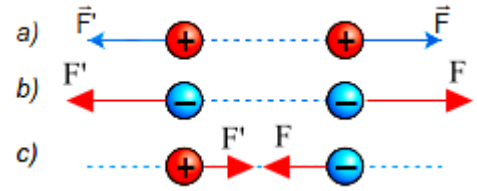
b) Dùng lụa cọ xát một đầu thủy tinh C rồi đưa lại gần đầu đã được cọ xát của thanh nhựa A → Hút nhau.

- Dựa vào hình a, vẽ các véc tơ lực biểu diễn tương tác giữa các điện tích trong các hình còn lại.
- Biểu diễn lực điện tác dụng lên mỗi điện tích đặt tại các đỉnh của một tam giác đều. Biết các điện tích trên cùng dấu và cùng độ lớn.

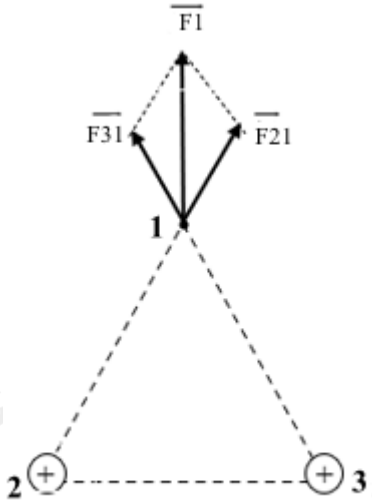


Trả lời:

- Vẽ các véc tơ lực biểu diễn tương tác giữa các điện tích trong các hình còn lại.



- Biểu diễn lực điện tác dụng lên mỗi điện tích đặt tại các đỉnh của một tam giác đều. Biết các điện tích trên cùng dấu và cùng độ lớn.

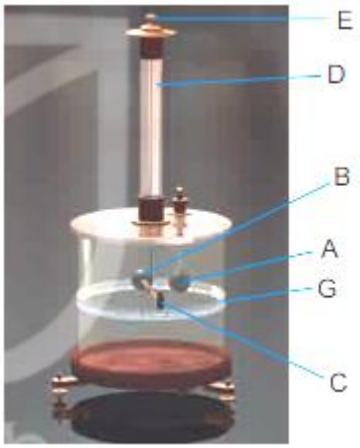


Từ những thí nghiệm trên có thể rút ra kết luận:

- Có hai loại điện tích trái dấu. Điện tích xuất hiện ở thanh thủy tinh khi được cọ xát vào len được quy ước là điện tích dương, điện tích xuất hiện ở thanh nhựa được cọ xát vào lụa được quy ước gọi là điện tích âm.
- Các điện tích cùng dấu đẩy nhau.
- Các điện tích khác dấu hút nhau.

Lực hút, đẩy của các điện tích gọi là lực tương tác.

Thí nghiệm cân xoắn của Culong:



A: quả cầu kim loại được giữ cố định.

B: quả cầu kim loại giống hệt A, được gắn vào một đầu của thanh ngang làm bằng chất cách điện.

C: quả cầu đối trọng của B để giữ thanh ngang cân bằng.

D: dây treo có tính đàn hồi chống lại sự xoắn.

E: chốt quay để thay đổi vị trí của thanh ngang.

G: Bảng chia độ.

II. ĐỊNH LUẬT COULOMB (CU – LÔNG)

1 Đơn vị điện tích, điện tích điểm

- Ký hiệu giá trị điện tích: q
- Trong hệ SI, đơn vị là: C (Cu-lông)

Điện tích điểm là vật tích điện có kích thước nhỏ so với khoảng cách tới điểm mà ta xét.

2 Định luật Comlomb

Lực tương tác giữa hai điện tích điểm có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích điểm, có độ lớn tỉ lệ thuận với tích độ lớn của hai điện tích điểm và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

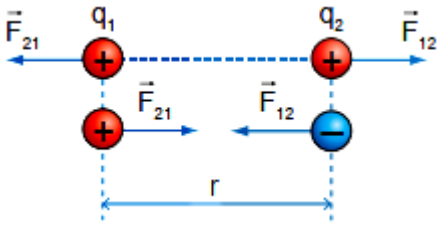
$$\boxed{F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2}}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

ε_0 là một hằng số điện, $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}\left(C^2/N.m^2\right)$

$$F = \frac{k|q_1 q_2|}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} \text{ với } k = 9.10^9\left(\frac{N.m^2}{C^2}\right)$$



Trả lời các câu hỏi:

Câu 1: Nếu khoảng cách giữa hai điện tích điểm tăng lên 2 lần và giá trị của mỗi điện tích điểm tăng lên 3 lần thì lực điện tương tác giữa chúng tăng hay giảm bao nhiêu lần?

Cách giải:

Ta có: $F = \dfrac{k|q_1q_2|}{r^2}$

Khi khoảng cách giữa hai điện tích điểm tăng lên 2 lần và giá trị của mỗi điện tích điểm tăng lên 3 lần thì:

$$F' = \frac{k|3q_1 3q_2|}{(2r)^2} = \frac{9}{4}\frac{k|q_1q_2|}{r^2} = 2,25F$$

$\rightarrow$ Lực điện tăng 2,25 lần.

Câu 2: Hãy vẽ các véc tơ lực điện tương tác giữa hai điện tích điểm $q_1 = 10^{-5}C$ và $q_2 = 10^{-7}C$ đặt cách nhau 10cm trong chân không theo tỉ lệ 1cm ứng với khoảng cách 2cm và lực 0,4 N. Lấy $k = 9.10^9\left(\dfrac{N.m^2}{C^2}\right)$.

Cách giải:

Lực tương tác giữa hai điện tích là:

$$F = \frac{k|q_1q_2|}{r^2} = \frac{9.10^9\left|10^{-5}.10^{-7}\right|}{\left(10^{-1}\right)^2} = 0,9N$$

Vẽ véc tơ lực điện tương tác giữa hai điện tích:



Ứng dụng của lực điện vào thực tế

- Sơn tĩnh điện (sơn khô tĩnh điện):

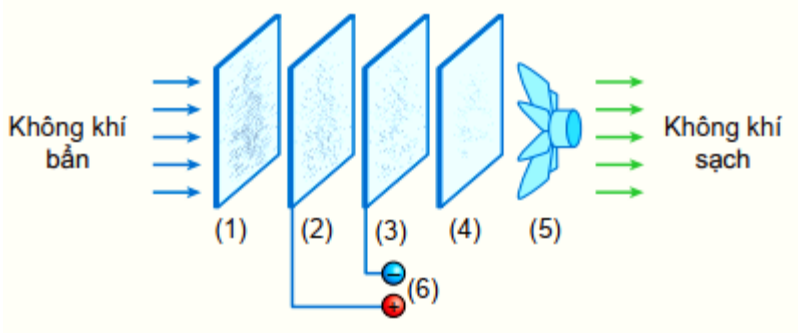
+ Mũi của "súng sơn" được nối với cực dương của một máy phát tĩnh điện, vật cần sơn được nối với cực âm của máy này.

+ Các hạt sơn cực nhỏ khi bay ra khỏi mũi của súng sơn mang điện dương nên bị vật cần sơn mang điện âm hút dính chặt vào.

+ Cách sơn tĩnh điện tiết kiệm được sơn, ít làm ô nhiễm môi trường, có nước sơn bền lâu hơn so với cách phun thông thường.



- Sơ đồ máy lọc bụi không khí:



III. BÀI TẬP VỀ ĐỊNH LUẬT COULOMB (CU – LÔNG)

1 Bài tập ví dụ

Người ta dùng máy phát tĩnh điện để tích điện cho hai quả cầu kim loại nhỏ đặt cách nhau 10cm trong không khí. Tính lực tương tác giữa hai quả cầu khi:

a) Hai quả cầu được tích điện cùng dấu và cùng độ lớn $9,45.10^{-7}$ C.

b) Đưa hai quả cầu cách nhau 20cm.

c) Đưa hai quả cầu về vị trí cũ và làm giảm điện tích của một quả cầu đi một nửa.

Cách giải:

a) $|q_1| = |q_2| = 9,45.10^{-7} C \rightarrow F = \dfrac{9.10^9.\left(9,45.10^{-7}\right)^2}{\left(10.10^{-2}\right)^2} = 0,8N$

b) Ta có: $\begin{cases} F' = k\dfrac{|q_1 q_2|}{r'^2} \\ F = k\dfrac{|q_1 q_2|}{r^2} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{F'}{F} = \left(\dfrac{r}{r'}\right)^2 = \left(\dfrac{10}{20}\right)^2 = \dfrac{1}{4} \rightarrow F' = \dfrac{F}{4} = \dfrac{0,8}{4} = 0,2N$

c) Ta có: $\begin{cases} F' = k\dfrac{|q_1 q_2|}{r^2} = k\dfrac{\left|q_1.\dfrac{q_2}{2}\right|}{r^2} = k\dfrac{|q_1 q_2|}{2r^2} \Rightarrow F' = \dfrac{1}{2}F = 0,4N \\ F = k\dfrac{|q_1 q_2|}{r^2} \end{cases}$

2 Bài tập luyện thêm

Câu 1: Người ta có thể dùng lực tĩnh điện để tách các trang sách dính chặt vào nhau mà không làm chúng hỏng. Hãy mô tả cách làm này.

Cách giải:

Để tách rời các trang giấy ra ta cần phải cho các trang giấy nhiễm điện cùng loại (vì theo quy ước hai vật nhiễm điện cùng loại sẽ đẩy nhau); khi đó các trang giấy sẽ đẩy nhau và ta có thể tách chúng ra dễ dàng.

Câu 2: Có thể dùng định luật Coulomb để xác định độ lớn của lực tương tác giữa các điện tích trong các thí nghiệm đầu bài hay không? Tại sao?

Cách giải:

Có thể dùng định luật Coulomb để xác định độ lớn của lực tương tác giữa các điện tích trong các thí nghiệm đầu bài vì các điện tích trong thanh có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách giữa hai thanh nên có thể coi là điện tích điểm.

Câu 3: Xác định lực điện tương tác giữa electron và proton của nguyên tử hydrogen. Biết khoảng cách từ electron trong nguyên tử hydrogen đến hạt nhân nguyên tử này là $5.10^{-11}m$; điện tích của electron và proton có độ lớn bằng nhau $1,6.10^{-19}C$. Lấy $\varepsilon_0 = 8,85.10^{-12}C^2/N.m^2$.

Cách giải:

Ta có: $\begin{cases} q_1 = -1,6.10^{-19}C \\ q_2 = 1,6.10^{-19}C \end{cases}$

Lực tương tác: $F = \dfrac{|q_1 q_2|}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \dfrac{\left|\left(-1,6.10^{-19}\right).1,6.10^{-19}\right|}{4\pi.8,85.10^{-12}.\left(5.10^{-11}\right)^2} = 9,21.10^{-8}\left(N\right).$

Câu 4: Hai điện tích $q_1 = 15\mu C$; $q_2 = -6\mu C$ đặt cách nhau 0,2m trong không khí. Phải đặt một điện tích q_3 ở vị trí nào để lực điện tác dụng lên điện tích này bằng 0?

Cách giải:

Ta có: $\begin{cases} q_1 = 15.10^{-6}C \\ q_2 = -6.10^{-6}C \end{cases}$; r = 0,2 m

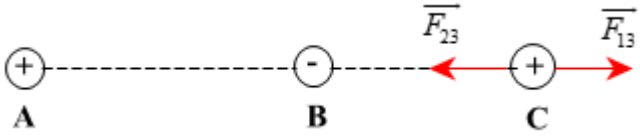
$\overrightarrow{F_{13}} + \overrightarrow{F_{23}} = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} \overrightarrow{F_{13}} \uparrow\downarrow \overrightarrow{F_{23}} \\ F_{13} = F_{23} \end{cases}$

Gọi A, B, C lần lượt là điểm đặt của các điện tích q_1, q_2, q_3.

+ Để $\overrightarrow{F_{13}} \uparrow\downarrow \overrightarrow{F_{23}}$ thì C phải nằm ngoài AB.

+ $F_{13} = F_{23} \Leftrightarrow k\dfrac{|q_1 q_3|}{CA^2} = k\dfrac{|q_2 q_3|}{CB^2} \Leftrightarrow \left(\dfrac{CA}{CB}\right)^2 = \left|\dfrac{q_1}{q_2}\right| = \dfrac{5}{2}$

$\rightarrow CA > CB \rightarrow$ C nằm ở ngoài AB về phía B.



$\Rightarrow \begin{cases} CA - CB = 0,2 \\ \dfrac{CA}{CB} = \sqrt{\dfrac{5}{2}} = \dfrac{\sqrt{10}}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} CA - CB = 0,2 \\ 2CA - \sqrt{10}CB = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} CA = 0,544 \\ CB = 0,344 \end{cases}$

Vậy phải đặt q_3 tại vị trí cách A 0,544 m và cách B 0,344 m thì lực điện tác dụng lên q_3 bằng 0.