

# الکتروسکوپ (برق نما)

مخاطبان: دانش آموزان دوره های راهنمایی تحصیلی، متوسطه و دانشجویان مراکز تربیت معلم  
موضوع: فیزیک (بار الکتریکی)

هدف: ۱. تشخیص وجود یا نبود بار الکتریکی در جسم نارسانا

۲. تشخیص نوع بار الکتریکی در جسم نارسانا.

## مواد و وسایل لازم

۱. بطری شیشه ای (شیشه ی پئسیلین)؛ ۲. درپوش پلاستیکی؛ ۳. سنجاق؛ ۴. ورقه ی نازک آلومینیومی (cm  $1 \times 0/5$ )؛ ۵. میله ی شیشه ای؛ ۶. میله ی پلاستیکی؛ ۷. پارچه ی پشمی؛ ۸. کیسه ی نایلونی.

## روش ساخت

ابتدا بطری شیشه ای را خالی می کنیم، درون آن را می شوئیم و کاملاً خشک می کنیم. هرچه بطری شیشه ای بزرگ تر باشد، بهتر است. سپس سنجاق را به طور کامل باز می کنیم، نوک سوزنی آن را از درپوش پلاستیکی بطری عبور می دهیم و انتهایش را مانند نوک قلاب به طرف بالا خم می کنیم (شکل ۱).

در مرحله ی بعد، ورقه ی نازک آلومینیومی (زرورق شکلات یا آدامس و یا فویل آلومینیوم) را به وسیله ی قیچی به دو قطعه مستطیل به ابعاد (cm  $1 \times 0/5$ ) می بریم و آن ها را به نوک سنجاق آویزان می کنیم (شکل ۲).

## شکل ۲

در پایان کار، باید در پلاستیکی را که همراه سنجاق و دو ورقه ی آلومینیومی آویزان به آن است، روی دهانه ی بطری شیشه ای قرار دهیم (شکل ۳).

## سنجاق

درپوش پلاستیکی

بطری شیشه ای  
(پئسیلین)

دو تیغه ی  
آلومینیومی

## شکل ۳

□ هنگام ساخت و استفاده از این وسیله، به نکات زیر توجه کنید:

۱. در انتخاب ورقه ی آلومینیومی، از ورقه ی بسیار نازکی استفاده کنید که وزن آن بسیار کم باشد.
۲. فاصله ی کلاهدک الکتروسکوپ تا درپوش پلاستیکی باید کوتاه باشد.
۳. قبل از استفاده از الکتروسکوپ باید ابتدا مطمئن شوید که محیط درونی آن کاملاً خشک و بدون رطوبت است.

## موارد استفاده

- این دستگاه در دو مورد کاربرد دارد:
- الف) تعیین وجود بار الکتریکی در یک جسم (به دو روش تماس و القا)
- ب) تعیین نوع بار الکتریکی (مثبت یا منفی) در یک جسم

## الف) وجود بار الکتریکی در یک جسم

### ۱. روش تماس

در این روش، یک الکتروسکوپ خنثا (بدون بار) را در نظر می گیریم. میله ی شیشه ای را که قبلاً به وسیله ی

کیسه‌ی نایلونی مالش داده‌ایم، به کلاهک آن تماس می‌دهیم. در اثر تماس میله‌ی باردار با کلاهک برق نما، بارهای مثبت به سطح کلاهک انتقال می‌یابند. تیغه‌های آلومینیومی بار مثبت پیدا می‌کنند و در نهایت ورقه‌ها از یکدیگر دور می‌شوند (شکل ۴).

میله‌ی شیشه‌ای

الکتروسکوپ  
بدون بار

شکل ۴

حال اگر میله‌ای پلاستیکی را که با پارچه‌ی پشمی مالش داده‌ایم و بار الکتریکی منفی پیدا کرده است، به الکتروسکوپ بدون بار تماس دهیم، کلاهک برق نما بار الکتریکی منفی و تیغه‌ها نیز بار منفی پیدا می‌کنند و تیغه‌ها از یکدیگر دور می‌شوند (شکل ۵).

میله‌ی پلاستیکی

الکتروسکوپ  
بدون بار

شکل ۵

## ۲. روش القا

مانند روش قبل، یک الکتروسکوپ بدون بار را در نظر می‌گیریم و سپس میله‌ی شیشه‌ای مالش شده توسط کیسه‌ی نایلونی را به آرامی به کلاهک آن نزدیک می‌کنیم (شکل ۶). از آن جا که برق نما در ابتدا خنثا بوده است، با نزدیک شدن میله‌ی باردار (مثبت) به کلاهک الکتروسکوپ، در اثر القا، بارهای منفی الکتروسکوپ برای جذب بارهای مثبت میله‌ی شیشه‌ای، در کلاهک جمع می‌شوند. به این ترتیب، کلاهک برق نما دارای بار منفی و تیغه‌های آلومینیومی با از دست دادن بارهای منفی (کمبود الکترون) دارای بار مثبت می‌شوند. در نتیجه، تیغه‌ها یکدیگر را دفع می‌کنند و از هم دور می‌شوند. در این حالت، اگر میله را از برق نما دور کنیم، تیغه‌های آن می‌افتند.

حال اگر این عمل را به وسیله‌ی میله‌ی پلاستیکی مالش

داده شده توسط پارچه‌ی پشمی انجام دهیم (شکل ۷)، مشاهده خواهیم کرد که در اثر القا، بارهای منفی الکتروسکوپ از کلاهک به پایین منتقل (دفع) می‌شوند. در این حالت، کلاهک الکتروسکوپ با از دست دادن الکترون، بار الکتریکی مثبت پیدا می‌کند و تیغه‌های

آلومینیومی بار منفی خواهند داشت. در نتیجه تیغه‌ها از یکدیگر دور می‌شوند. در این حالت، اگر میله را از برق نما دور کنیم، تیغه‌های آن می‌افتند.

میله‌ی شیشه‌ای

الکتروسکوپ  
بدون بار

شکل ۶

## نتیجه‌گیری

اگر جسمی را که نمی‌دانیم بار الکتریکی دارد یا خیر، به یکی از روش‌ها (تماس و یا القا) به کلاهک الکتروسکوپ

میله‌ی پلاستیکی

الکتروسکوپ  
بدون بار

شکل ۷

بدون بار، تماس دهیم و یا نزدیک کنیم، اگر آن جسم بار الکتریکی داشته باشد، دو ورقه‌ی آلومینیومی (تیغه‌ها) از یکدیگر دور می‌شوند و اگر بار الکتریکی نداشته باشد، هیچ تغییری در زاویه‌ی دو ورقه‌ی آلومینیومی رخ نمی‌دهد. **ب) تعیین نوع بار الکتریکی (مثبت یا منفی) جسم نارسانا** برای تعیین نوع بار الکتریکی مثبت یا منفی جسم نارسانا توسط الکتروسکوپ، باید ابتدا برق نما را باردار کرد.

● برای آن که الکتروسکوپ دارای بار الکتریکی مثبت شود: ابتدا میله‌ی پلاستیکی را پس از مالش به وسیله‌ی پارچه‌ی پشمی (میله یا بار منفی) به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک و مشاهده می‌کنیم که مطابق آن چه قبلاً گفته شد، ورقه‌ها از یکدیگر دور می‌شوند. سپس در همین حالت، انگشت دست خود را به کلاهک الکتروسکوپ تماس می‌دهیم (بدن مانند یک رسانا عمل می‌کند). با این کار، بارهای منفی الکتروسکوپ از طریق بدن ما به زمین منتقل می‌شوند. سپس باید به طور هم‌زمان انگشت دستمان را به همراه میله‌ی پلاستیکی از کلاهک الکتروسکوپ دور کنیم. در نتیجه، کلاهک و تیغه‌های الکتروسکوپ دارای

بار مثبت خواهند شد و ما یک الکتروسکوپ با بار منفی خواهیم داشت (مطابق مراحل شکل ۸).

میله‌ی پلاستیکی

الکتروسکوپ  
با بار مثبت

شکل ۸

قبل می‌دانید، مشاهده کردید زاویه‌ی بین تیغه‌ی الکتروسکوپ (ورقه‌های آلومینیومی) بازتر شد، یعنی بار الکتریکی جسم نارسانا، با بار الکتریکی الکتروسکوپ باردار یکسان است.

سازوکار این عمل چنین است که با نزدیک کردن میله‌ای با بار الکتریکی مثبت به الکتروسکوپ با بار مثبت، در اثر القا، بارهای منفی الکتروسکوپ برای جذب بارهای مثبت به سطح کلاهک می‌آیند. در نتیجه تیغه‌ها کم‌بود بار منفی بیشتری پیدا می‌کنند و ورقه‌ها از هم دورتر می‌شوند (شکل ۱۰). اگر میله‌ای با بار الکتریکی منفی را به الکتروسکوپی با بار منفی نزدیک کنیم، در اثر القا، بارهای منفی از کلاهک به تیغه‌ها منتقل و تیغه‌ها با افزایش بار منفی در آن‌ها، از یکدیگر دورتر می‌شوند (شکل ۱۱).

میله‌ی بادار (مثبت)

الکتروسکوپ  
با بار مثبت

شکل ۱۰

میله‌ی بادار (منفی)

الکتروسکوپ  
با بار منفی

شکل ۱۱

اما اگر با نزدیک کردن جسم نارسانای مالش داده شده به الکتروسکوپ باردار، تیغه‌های برق‌نما به یکدیگر نزدیک شدند (زاویه‌ی بین ورقه‌های آلومینیومی کاهش یافت)، یعنی بار الکتریکی جسم نارسانا، مخالف بار الکتریکی آن الکتروسکوپ است (شکل‌های ۱۲ و ۱۳).

میله‌ی بادار (منفی)

الکتروسکوپ  
با بار مثبت

شکل ۱۲

میله‌ی بادار (مثبت)

الکتروسکوپ  
با بار منفی

شکل ۱۳

همکاران محترم، آیا با توضیحاتی که در مراحل قبل بیان شد، می‌توانید سازوکار آن را شرح دهید؟

● برای آن که الکتروسکوپ دارای بار الکتریکی منفی شود: ابتدا میله‌ی شیشه‌ای را که قبلاً به وسیله‌ی کیسه‌ی نایلونی مالش داده‌ایم (میله با بار مثبت)، به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک و مشاهده می‌کنیم که ورقه‌های برق‌نما از یکدیگر دور می‌شوند. سپس در همین حالت، انگشت دست خود را به کلاهک الکتروسکوپ تماس می‌دهیم (بدن ما مانند یک رسانا عمل می‌کند). با این کار، بارهای مثبت از الکتروسکوپ به خارج منتقل می‌شوند. سپس به طور هم‌زمان انگشت دستمان را به همراه میله‌ی شیشه‌ای از کلاهک برق‌نما دور می‌کنیم. در نتیجه، مطابق مراحل شکل ۹، بارهای منفی جمع شده در کلاهک الکتروسکوپ، به طرف پایین جاری می‌شوند و الکتروسکوپ دارای بار الکتریکی منفی می‌شود و ما یک الکتروسکوپ با بار منفی خواهیم داشت.

میله‌ی شیشه‌ای

الکتروسکوپ  
با بار منفی

شکل ۹

□ نکته: دیدیم که وقتی جسمی را که دارای بار الکتریکی منفی است به زمین متصل کنیم (شکل ۸)، الکترون‌ها از آن جسم به زمین منتقل می‌شوند. و برعکس آن، اگر جسمی دارای بار الکتریکی مثبت باشد و به زمین متصل شود، تعدادی الکترون از زمین به جسم منتقل می‌شود (شکل ۹). پس از باردار کردن الکتروسکوپ (مثبت یا منفی)، برای تعیین نوع بار الکتریکی جسم نارسانا به صورت زیر عمل می‌کنیم:

جسم نارسانایی را که مالش داده‌اید (با پارچه یا نایلون و...) در نظر بگیرید. اگر با نزدیک کردن این جسم به کلاهک الکتروسکوپی که نوع بار (مثبت یا منفی) آن را از