یونٹ 13

# الیکٹروسٹیٹکس

## طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ:

- ☆ سادہ تجربات کی مدد سے بیان کرسکیں کہ الیکٹرک چارج کس طرح پیدا ہوتا ہے اور اس کی موجودگی کا پتہ کیسے چلایا جاسکتا ہے۔
- ☆ انڈکشن کے ذریعے الیکٹروسٹیٹک چارجنگ کے عمل کو تجربات سے ثابت کرسکیں۔
- ☆ بیان کرسکیں کہ الیکٹرک چارج کی دو اقسام ہیں (پوزیٹیو اور نیگیٹیو)۔
- ☆ الیکٹروسکوپ کی بناوٹ اور کام کرنے کا اصول بیان کرسکیں۔
- ☆ کولمب کے قانون کی تعریف اور وضاحت کرسکیں۔
- ☆ کولمب کا قانون استعمال کرتے ہوئے الیکٹروسٹیٹک چارجز کے متعلق مشقی سوالات حل کرسکیں۔
- ☆ الیکٹرک فیلڈ اور الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی کی تعریف کرسکیں۔
- ☆ آئسولیٹڈ پوزیٹیو چارج اور نیگیٹیو چارج کی الیکٹرک فیلڈ لائنز کا خاکہ بناسکیں۔
- ☆ الیکٹروسٹیٹک پوٹینشل کے تصور کو بیان کرسکیں۔
- ☆ الیکٹرک پوٹینشل کے یونٹ، وولٹ کی تعریف کرسکیں۔
- ☆ بیان کرسکیں کہ پوٹینشل ڈفرنس دراصل فی یونٹ چارج منتقل ہونے والی انرجی کے برابر ہے۔
- ☆ ایک ایسی حالت بیان کرسکیں جس سے پتہ چل سکے کہ سٹیٹک الیکٹریسٹی خطرناک ہے، نیز بیان کرسکیں کہ کس طرح احتیاطی تدابیر کے ذریعے سٹیٹک الیکٹریسٹی کو محفوظ طریقے سے ڈسچارج کیا جاسکتا ہے۔
- ☆ بیان کرسکیں کہ کپیسٹر ایک چارج سٹور کرنے والا آلہ ہے۔
- ☆ کپیسی ٹینس اور اس کے یونٹ کی تعریف کرسکیں۔
- ☆ سیریز اور پیرالل طریقے سے جوڑے گئے کپیسٹرز کی مساوی کپیسی ٹینس کا فارمولا اخذ کرسکیں۔
- ☆ سیریز اور پیرالل طریقے سے جوڑے گئے کپیسٹرز کی مساوی کپیسی ٹینس کا فارمولا استعمال کرتے ہوئے مشقی سوالات حل کرسکیں۔

## طلبہ کی تحقیقی مہارت

طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ:

- ☆ الیکٹروسٹیٹک چارجنگ کا پینٹ کرنے (spraying of paint) اور گرد کو اکٹھا کرنے (dust extraction) میں استعمال کی وضاحت کرسکیں۔
- ☆ مختلف الیکٹریکل آلات میں کپیسٹرز کے استعمال کی فہرست تیار کرسکیں۔

شکل 13.1: بالوں سے رگڑی ہوئی کنگھی کاغذ کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچتی ہے

اس یونٹ میں ہم ساکن چارجز کی مختلف خصوصیات جیسا کہ الیکٹرک فورس، الیکٹرک فیلڈ اور الیکٹرک پوٹینشل وغیرہ کو بیان کریں گے۔ ساکن حالت میں چارجز کی خصوصیات کا مطالعہ الیکٹروسٹیٹکس یا سٹیٹک الیکٹریسٹی کہلاتا ہے۔ ہم سٹیٹک الیکٹریسٹی کے کچھ استعمال اور اس سے بچاؤ کے لیے حفاظتی تدابیر کے بارے میں بھی پڑھیں گے۔

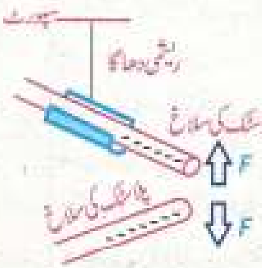
## 13.1 الیکٹرک چارجز کو پیدا کرنا

## (PRODUCTION OF ELECTRIC CHARGES)

اگر ہم ایک پلاسٹک کی کنگھی کو بالوں میں پھیرنے کے بعد کاغذ کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کے قریب لائیں تو یہ ان کو اپنی طرف کھینچنے لگتی ہے (شکل 13.1)۔ اسی طرح جب شیشے کی سلاخ کو کسی ریشم کے کپڑے سے رگڑا جائے تو یہ سلاخ بھی کاغذ کے ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچنے لگتی ہے۔ اشیا میں کشش یا دفع کی یہ خصوصیت الیکٹرک چارج کی وجہ سے ہوتی ہے جو کہ ان پر رگڑ کی وجہ سے آتا ہے۔

ہم ایک نیوٹرل جسم کو دوسرے نیوٹرل جسم سے رگڑ کر بھی الیکٹرک چارج پیدا کر سکتے ہیں۔

درج ذیل سرگرمیوں سے ثابت ہوتا ہے کہ رگڑ کی وجہ سے دو قسم کے چارجز پیدا ہوتے ہیں۔




شکل 13.2: دو پلاسٹک کی سلاخوں کو کھال کے ساتھ رگڑنے سے وہ ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں

**سرگرمی 13.1:** پلاسٹک کی ایک سلاخ لیں۔ اسے پشم (Fur) کے ساتھ رگڑ کر افقی حالت میں ریشمی دھاگا کے ساتھ لٹکا دیں (شکل 13.2)۔ اب پلاسٹک کی ایک اور سلاخ کو کھال کے ساتھ رگڑ کر پہلی سلاخ کے قریب لائیں۔ آپ دیکھیں گے کہ یہ ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں۔ اس سے یہ نتیجہ اخذ ہوتا ہے کہ رگڑ کی وجہ سے دونوں سلاخوں میں چارج پیدا ہو جاتا ہے۔

**سرگرمی 13.2:** شیشے کی ایک سلاخ لیں اور اس کو ریشمی کپڑے کے ساتھ رگڑ کر افقی حالت میں لٹکا دیں۔ جب ہم کھال کے ساتھ رگڑی گئی پلاسٹک کی سلاخ کو دھاگے کے ساتھ لٹکائی گئی شیشے کی سلاخ کے قریب لاتے ہیں تو یہ دونوں سلاخیں ایک دوسرے کو کشش کرتی ہیں (شکل 13.3)۔ پہلی سرگرمی میں دونوں سلاخیں پلاسٹک کی ہیں اور دونوں کو ہی کھال سے رگڑا گیا ہے۔ کیونکہ

شکل 13.3: پلاسٹک کی سلاخ کو کھال سے اور شیشے کی سلاخ کو ریشمی کپڑے سے رگڑ کر قریب لائیں تو وہ ایک دوسرے کو کشش کرتی ہیں

دونوں سلاخیں ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں اس لیے ہم یہ فرض کر سکتے ہیں کہ دونوں سلاخوں پر ایک ہی قسم کا چارج پیدا ہوتا ہے۔

دوسری سرگرمی میں دونوں سلاخیں ایک جیسی نہیں ہیں اور ایک دوسرے کو کشش کرتی ہیں۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ دونوں سلاخوں پر ایک جیسا چارج نہیں ہے۔ بلکہ ان کی اقسام ایک دوسرے کے مخالف ہیں۔ ان مخالف چارجز کو پوزیٹو اور نیگیٹو الیکٹرک چارج کہتے ہیں۔ رگڑ کے عمل کے دوران نیگیٹو چارج ایک جسم سے دوسرے جسم پر منتقل ہو جاتا ہے۔

مندرجہ بالا سرگرمیوں سے ہم یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ:

(i) چارج کسی جسم کی وہ بنیادی خصوصیت ہے جس کی بنا پر وہ دوسرے جسم کو کشش یا دفع کرتا ہے۔

(ii) مختلف اجسام پر رگڑ کی وجہ سے دو طرح کا چارج پیدا ہوتا ہے۔

(iii) ایک جیسے چارجز ہمیشہ ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

(iv) مخالف چارجز ہمیشہ ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں۔

(v) دفع کرنے کی خصوصیت کسی جسم پر چارج کی موجودگی کو ظاہر کرتی ہے۔

(i) کیا ریشمی کپڑے سے رگڑی گئی شیشے کی سلاخ پر پوزیٹو چارج کی مقدار ریشمی کپڑے پر موجود نیگیٹو چارج کی مقدار کے برابر ہوتی ہے؟
(ii) ایک نیوٹرل شیشے کی سلاخ کو پوزیٹو چارج شدہ شیشے کی سلاخ کے قریب لانے سے کیا ہوگا؟

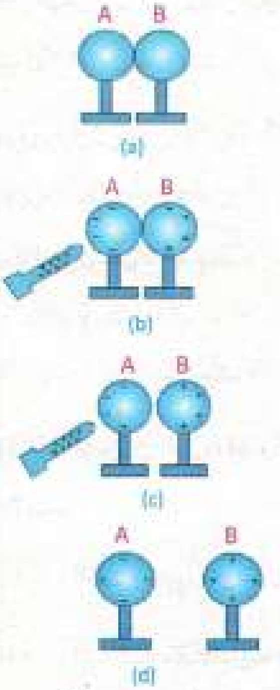
ایک قسم کے چارجز دفع کرتے ہیں

مختلف قسم کے چارجز کشش کرتے ہیں

## 13.2 الیکٹروسٹیٹک انڈکشن
## (ELECTROSTATIC INDUCTION)

سرگرمی 13.3: اگر ایک چارج شدہ پلاسٹک کی سلاخ کو ایلومینیم کی نیوٹرل سلاخ کے قریب لایا جائے تو یہ دونوں سلاخیں ایک دوسرے کو کشش کرتی ہیں (شکل 13.4)۔ چارج شدہ اور غیر چارج شدہ سلاخوں کے درمیان کشش سے ظاہر ہوتا ہے کہ دونوں سلاخوں پر مخالف چارج ہے۔ لیکن یہ درست نہیں ہے۔ چارج شدہ پلاسٹک کی سلاخ کی وجہ سے نیوٹرل ایلومینیم سلاخ کے ایک سرے پر پوزیٹو اور دوسرے سرے پر نیگیٹو چارج پیدا ہو جاتا ہے۔ لیکن ایلومینیم پر چارج کی کل مقدار صفر ہی رہتی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ کسی جسم پر نیٹ (Net) چارج کی موجودگی کا پتہ لگانے کے لیے کشش کا عمل کافی نہیں ہوتا۔

شکل 13.4: پلاسٹک کی چارجڈ سلاخ ایلومینیم کی نیوٹرل سلاخ کو کشش کرتی ہے




شکل 13.5 : الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے ذریعے دو سفیئرز کو چارج کرنے کا عمل

سرگرمی 13.4: دو دھاتی سفیئرز A اور B کو انسولیٹڈ سٹینڈز پر اس طرح نصب کر دیں کہ وہ ایک دوسرے کو مس کریں، جیسا کہ شکل (13.5-a) میں دکھایا گیا ہے۔ اب ایک پوزیٹو طور پر چارج کی گئی سلاخ کو سفیئر A کے قریب لائیں (شکل 13.5-b)۔ یہ سلاخ نیگیٹو چارج کو کشش جبکہ پوزیٹو چارج کو دفع کرے گی۔ سفیئر A کی بائیں سائیڈ پر نیگیٹو جبکہ سفیئر B کی دائیں سائیڈ پر پوزیٹو چارج پیدا ہو جاتا ہے۔ اب سلاخ کو سفیئر A سے دور ہٹائے بغیر، سفیئرز A اور B کا درمیانی فاصلہ تھوڑا سا بڑھا دیں۔ دونوں سفیئرز کا مشاہدہ کرنے پر معلوم ہوتا ہے کہ ان پر مخالف چارج ہے (شکل 13.5-c)۔ سلاخ کو ہٹانے پر سفیئرز پر موجود چارجز یکساں طور پر ان کی سطح پر تقسیم ہو جاتے ہیں (شکل 13.5-d)۔

اس عمل سے دھاتی سفیئرز پر برابر لیکن مخالف چارج پیدا ہو جاتا ہے۔ اس طریقے سے اجسام کو چارج کرنے کے عمل کو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کہتے ہیں۔

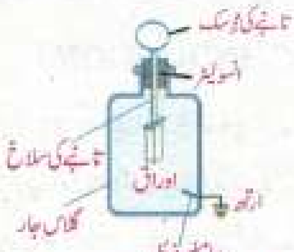
لہٰذا ہم الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کی تعریف اس طرح کر سکتے ہیں:

کسی چارج شدہ جسم کی موجودگی میں ایک انسولیٹڈ کنڈکٹر کے ایک سرے پر پوزیٹو اور دوسرے سرے پر نیگیٹو چارج انڈیوس کرنے کے عمل کو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کہتے ہیں۔

## 13.3 الیکٹروسکوپ

## (ELECTROSCOPE)

گولڈ لیف (Gold Leaf) یعنی سونے کے اوراق والی الیکٹروسکوپ ایک حساس آلہ ہے، جس کی مدد سے ہم کسی جسم پر چارج کی موجودگی کا پتہ لگاتے ہیں۔ یہ ایک تانبے کی سلاخ پر مشتمل ہوتا ہے جس کے اوپر والے سرے پر تانبے کی ڈسک (Disk) اور نچلے سرے پر نہایت پتلے سونے کے دو اوراق لگے ہوتے ہیں (شکل 13.6)۔ اس کی سلاخ کو شیشے کے جار میں ایک کارک کی مدد سے نصب کر دیا جاتا ہے۔ چارج اس سلاخ کی مدد سے ڈسک سے اوراق تک حرکت کر سکتا ہے۔ جار کی نچلی اندرونی سطح پر ایلومینیم کی ایک پتلی سی فوائل (Foil) یعنی پتری لگا دی جاتی ہے۔ فوائل کو تانبے کی تار کی مدد سے زمین کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے جس سے سونے کے اوراق کسی بیرونی الیکٹریکل خلل (Disturbance) سے محفوظ رہتے ہیں۔




شکل 13.6 : غیر چارج شدہ الیکٹروسکوپ

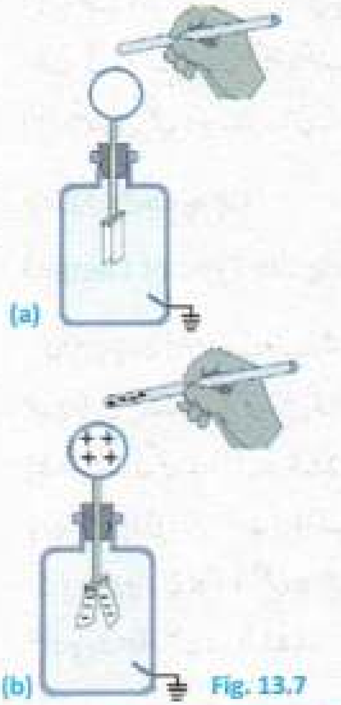


Fig. 13.7

## چارج کی موجودگی کا پتہ لگانا
## (Detecting the Presence of Charge)

کسی جسم پر چارج کی موجودگی کا پتہ لگانے کے لیے اس کو ایک غیر چارج شدہ الیکٹروسکوپ کی ڈسک کے نزدیک لائیں۔ اگر جسم نیوٹرل ہے تو اوراق اپنی نارمل حالت میں ہی رہیں گے (شکل 13.7-a)۔ لیکن اگر جسم پر پوزیٹیو یا نیگیٹیو چارج ہے تو اوراق پھیل جائیں گے۔ فرض کیا الیکٹروسکوپ کے نزدیک لائے جانے والے جسم پر نیگیٹیو چارج ہے۔ انڈکشن کی وجہ سے ڈسک پر پوزیٹیو چارج اور سونے کے اوراق پر نیگیٹیو چارج آجائے گا (شکل 13.7-b)۔ کیونکہ دونوں اوراق پر ایک جیسا چارج ہے اس لیے یہ ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور پھیل جاتے ہیں۔ اوراق کے پھیلاؤ کا انحصار چارج کی مقدار پر ہوتا ہے۔

## الیکٹروسٹیٹک انڈکشن سے الیکٹروسکوپ کو چارج کرنا
## (Charging the Electroscope by Electrostatic Induction)

الیکٹروسکوپ کو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے عمل سے چارج کیا جاسکتا ہے۔ الیکٹروسکوپ کو پوزیٹیو طور پر چارج کرنے کے لیے ہم ایک نیگیٹیو طور پر چارج کی گئی سلاخ کو اس کی ڈسک کے قریب لاتے ہیں (شکل 13.8-a)۔ اس طرح ڈسک پر پوزیٹیو چارج ظاہر ہوجائے گا جبکہ نیگیٹیو چارج اوراق کی طرف منتقل ہوجائے گا۔ اب الیکٹروسکوپ کی ڈسک کو ارتھ شدہ ایلومینیم فوائل کے ساتھ ایک کنڈکٹنگ وائر کی مدد سے جوڑ دیں (شکل 13.8-b)۔ اوراق کے چارجز وائر کی مدد سے زمین میں منتقل ہوجاتے ہیں اور الیکٹروسکوپ پر صرف پوزیٹیو چارج رہ جاتا ہے۔ اگر ہم پہلے ارتھ وائر کو ہٹا کر سلاخ کو الیکٹروسکوپ سے دور ہٹادیں تو الیکٹروسکوپ پر پوزیٹیو چارج آجائے گا (شکل 13.8-c)۔

اسی طرح پوزیٹیو طور پر چارج کی گئی سلاخ کی مدد سے الیکٹروسکوپ پر نیگیٹیو چارج بھی پیدا کیا جاسکتا ہے۔ کیا آپ اس کی بذریعہ ڈایاگرام وضاحت کرسکتے ہیں؟

شکل 13.8: الیکٹروسکوپ کو پوزیٹیو طور پر چارج کرنے کا عمل

### آپ کی اطلاع کے لیے

مندرجہ ذیل فہرست میں میٹیریلز کو اس طرح ترتیب دیا گیا ہے کہ اگر ان میں کوئی سے دو میٹیریلز کو آپس میں رگڑا جائے تو فہرست میں پہلے آنے والے میٹیریل پر پوزیٹیو چارج جبکہ بعد میں آنے والے پر نیگیٹیو چارج پیدا ہوگا۔ مثلاً اگر کھال اور لیڈ کو رگڑا جائے تو کھال پر پوزیٹیو جبکہ لیڈ پر نیگیٹیو چارج پیدا ہوگا۔

1- ایسبسٹاس
2- گلاس
3- میکا
4- روئی کا کپڑا
5- بلی کی کھال
6- لیڈ
7- ریشمی کپڑا
8- ایلومینیم
9- کاٹن
10- لکڑی
11- کاپر
12- ربڑ
13- پلاسٹک

الیکٹروسکوپ کو کنڈکشن کے عمل سے بھی چارج کیا جا سکتا ہے۔ اگر کسی نیگیٹیو طور پر چارج کی گئی سلاخ کی مدد سے نیوٹرل الیکٹروسکوپ کی ڈسک کو مَس کریں تو سلاخ کا نیگیٹیو چارج الیکٹروسکوپ پر منتقل ہو جائے گا اور اس کے اوراق پھیل جائیں گے۔

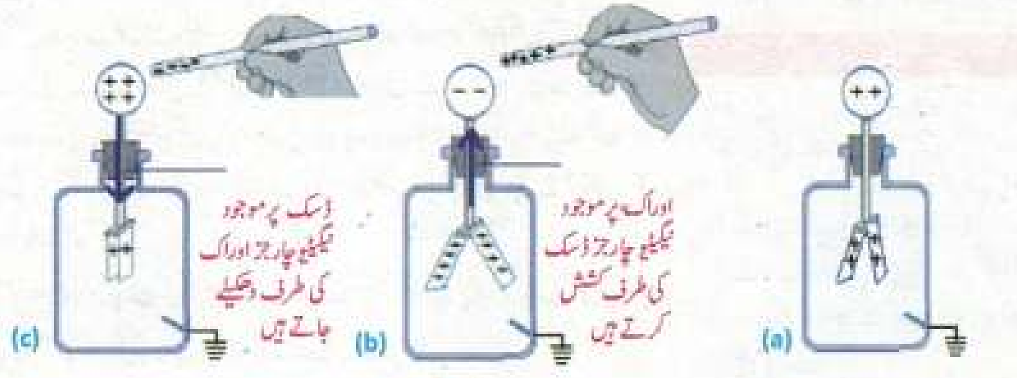
## چارج کی نوعیت کا پتہ چلانا

## (Detecting the Type of Charge)

**ذرا سوچئے**

اگر آپ چارجڈ الیکٹروسکوپ کو پنسل کی سلاخ کے ساتھ مَس کریں تو اس کے اوراق پچک جاتے ہیں۔ لیکن اگر اس کو ربڑ کی سلاخ کے ساتھ مَس کریں تو یہ نہیں پچکتے۔ کیوں؟

کسی جسم پر چارج کی نوعیت کے بارے میں جاننے کے لیے ہم پہلے الیکٹروسکوپ کو پوزیٹیو یا نیگیٹیو طور پر چارج کرتے ہیں۔ فرض کریں کہ الیکٹروسکوپ کو پوزیٹیو طور پر چارج کیا گیا ہے جیسا کہ پہلے وضاحت کی گئی ہے (شکل 13.9-a)۔ اب جسم پر چارج کی نوعیت معلوم کرنے کے لیے چارجڈ جسم کو پوزیٹیو الیکٹروسکوپ کی ڈسک کے نزدیک لائیں۔ اگر اوراق کا پھیلاؤ بڑھ جائے تو جسم پر پوزیٹیو چارج ہوگا (شکل 13.9-b)۔ تاہم اگر اوراق کا پھیلاؤ کم ہو جائے تو جسم پر نیگیٹیو چارج ہوگا (شکل 13.9 - c)۔




شکل 13.9

## کنڈکٹرز اور انسولیٹرز کا پتہ لگانا

## (Identifying Conductors and Insulators)

ہم الیکٹروسکوپ کی مدد سے کنڈکٹرز اور انسولیٹرز کے درمیان فرق بھی کر سکتے ہیں۔ ایک چارجڈ الیکٹروسکوپ کی ڈسک کو زیرِ مشاہدہ جسم سے مَس کریں۔ اگر جسم کے مَس کرتے ہی اوراق کا

پھیلاؤ ختم ہو جائے تو وہ جسم ایک اچھا کنڈکٹر ہے، اور اگر اوراق کے پھیلاؤ میں کوئی تبدیلی نہ ہو تو جسم انسولیٹر ہوگا۔

## 13.4 کولمب کا قانون
## (COULOMB'S LAW)

ہم جانتے ہیں کہ چارج شدہ اجسام کے درمیان کشش یا دفع کی فورس پائی جاتی ہے۔ چارج شدہ اجسام پر چارج کی مقدار کم یا زیادہ کرنے سے، یا ان کے درمیان فاصلہ کم یا زیادہ کرنے سے اس فورس پر کیا اثر پڑتا ہے؟ ان سوالات کے جوابات معلوم کرنے کے لیے ایک فرانسیسی سائنسدان چارلس کولمب (1736-1806) نے 1785 میں تجربات کر کے دو ساکن چارجڈ اجسام کے درمیان الیکٹرک فورس کا ایک بنیادی قانون پیش کیا۔ اس قانون کے مطابق:

**دو چارج شدہ اجسام کے درمیان کشش یا دفع کی فورس ان اجسام پر چارج کی مقدار کے حاصل ضرب کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور ان کے درمیان باہمی فاصلہ کے مربع کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔**

یعنی

$$F \propto q_1 q_2 \quad ...........(13.1)$$

$$F \propto \frac{1}{r^2} \quad ...........(13.2)$$

مساوات (13.1) اور (13.2) کو اکٹھا کرنے سے

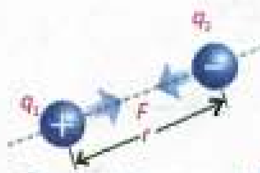
$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = k\,\frac{q_1 q_2}{r^2} \quad ...........(13.3)$$

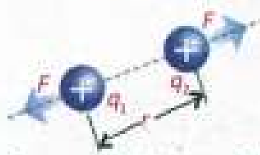
مساوات (13.3) کو کولمب کا قانون کہتے ہیں۔ یہاں $F$ دو چارجز کے درمیان فورس ہے، جسے کولمب فورس کہتے ہیں، $q_1$ اور $q_2$ دو اجسام پر چارج کی مقدار اور '$r$' دو چارجز کا درمیانی فاصلہ ہے۔ جبکہ $k$ ایک کونسٹنٹ آف پروپورشنیلٹی ہے۔ اس کی قیمت کا انحصار دونوں چارجز کے درمیان موجود میڈیم پر ہوتا ہے۔

**آپ کی معلومات کے لیے**

چارج کا SI یونٹ کولمب (C) ہے۔ یہ $6.25 \times 10^{18}$ الیکٹرونز کے چارج کے برابر ہوتا ہے۔ یہ ایک بہت بڑا یونٹ ہے۔ عام طور پر چارج کو مائیکرو کولمب ($\mu C$) میں پیمائش کیا جاتا ہے۔ ایک مائیکرو کولمب $10^{-6}$ C چارج کے برابر ہوتا ہے۔




شکل (13.10-a): مخالف چارجز کے درمیان کشش




شکل (13.10-b): ایک جیسے چارجز کے درمیان دفع کی فورس

**ذرا سوچیے!**

ایک خشک دن میں اگر آپ کارپٹ کرے میں چلنے کے بعد کسی کنڈکٹر کو مس کرتے ہیں تو آپ کو معمولی سا الیکٹرک شاک لگ سکتا ہے۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ ایسا کیوں ہوتا ہے؟

سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں دونوں چارجز کے درمیان خلا یا ہوا ہونے کی صورت میں k کی قیمت $9 \times 10^9\ N\ m^2 C^{-2}$ ہوتی ہے۔

اگر چارجڈ اجسام کی جسامت ان کے درمیانی فاصلہ کے مقابلہ میں انتہائی کم ہو تو ایسے چارجڈ اجسام کو پوائنٹ چارج کہتے ہیں۔ کولمب کے قانون کا اطلاق پوائنٹ چارجز پر ہوتا ہے۔

**مثال نمبر 13.1:** دو اجسام پر مخالف چارجز کی مقدار $500\ \mu C$ اور $100\ \mu C$ ہے۔ دونوں چارجز کا ہوا میں درمیانی فاصلہ 0.5 m ہے۔ ان کے درمیان کشش کی فورس معلوم کریں۔

حل:

$$q_1 = 500\ \mu C = 500 \times 10^{-6}\ C$$

$$q_2 = 100\ \mu C = 100 \times 10^{-6}\ C$$

$$r = 0.5\ m$$

کولمب کے قانون کے مطابق:

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

قیمتیں درج کرنے سے

$$F = 9 \times 10^9\ N\ m^2 C^{-2} \times \frac{500 \times 10^{-6}\ C \times 100 \times 10^{-6}\ C}{(0.5\ m)^2}$$

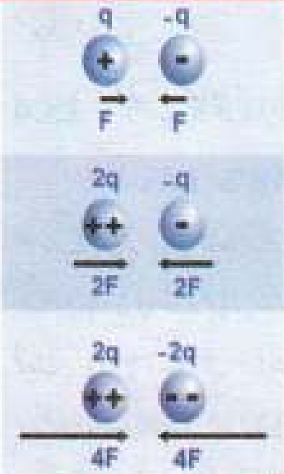
$$F = 1800\ N$$

## 13.5 الیکٹرک فیلڈ اور الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی
## (ELECTRIC FIELD AND ELECTRIC FIELD INTENSITY)

کولمب کے قانون کے مطابق اگر ایک ٹیسٹ پوزیٹیو چارج $q_o$ کو فیلڈ چارج q کے قریب لائیں تو چارج $q_o$ پر ایک فورس عمل کرے گی۔ اس فورس کی مقدار کا انحصار دونوں چارجز کے درمیانی فاصلہ پر ہوگا۔ اگر چارج $q_o$ کو چارج q سے دور لے جائیں تو ان چارجز کے درمیان عمل کرنے والی فورس کم ہونا شروع ہو جاتی ہے۔ ایک خاص فاصلہ کے بعد یہ فورس عملی طور پر صفر ہو جائے گی اور چارج $q_o$ چارج q کے حلقہ اثر سے باہر نکل جائے گا۔ چارج q کا حلقہ اثر جس میں یہ چارج $q_o$ پر فورس لگاتا ہے چارج q کا الیکٹرک فیلڈ کہلاتا ہے۔ لہٰذا کسی چارج کے الیکٹرک فیلڈ کی تعریف یوں کی جاتی ہے:

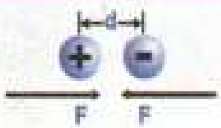
**کسی چارج کے الیکٹرک فیلڈ سے مراد چارج کے گرد وہ جگہ ہے جس میں یہ دوسرے چارجز پر الیکٹروسٹیٹک فورس لگاتا ہے۔**

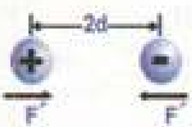
**آپ کی اطلاع کے لیے**




دو مختلف مقدار کے مخالف چارجز کے درمیان کولمب فورس کی مقدار میں تبدیلی

**کوئیک کوئز**




اگر ہم دو چارجز کے درمیان فاصلہ کو دو گنا کر دیں تو ان کے درمیان فورس پر کیا اثر پڑے گا؟

**کیا آپ جانتے ہیں؟**

دو چارجز جن میں سے ہر ایک پر 1 C چارج ہے انہیں 1 m کے فاصلے پر رکھا گیا ہے۔ ان کے درمیان الیکٹروسٹیٹک فورس $9 \times 10^9\ N$ ہے۔ یہ فورس گریویٹیشنل فورس کے برابر ہے جو کہ زمین سطح سمندر پر پڑے ہوئے اربوں کلوگرام ماس کے جسم پر لگاتی ہے۔

## الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی
## (Electric Field Intensity)

شکل 13.11: ایک چارج $q_o$، چارج +q سے r فاصلہ پر رکھا گیا ہے

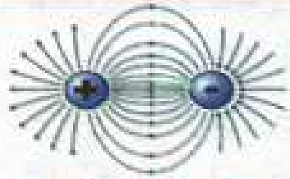
**خلا کے کسی مقام پر الیکٹرک فیلڈ کی شدت کو الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی کہتے ہیں۔**

چارج +q کے فیلڈ میں کسی مقام پر الیکٹرک انٹینسٹی معلوم کرنے کا طریقہ یہ ہے کہ وہاں ایک پوزیٹیو چارج $q_o$ رکھا جائے (شکل 13.11)۔ اگر اس پر فورس F عمل کرے تو اس مقام پر الیکٹرک انٹینسٹی E درج ذیل ہوگی:

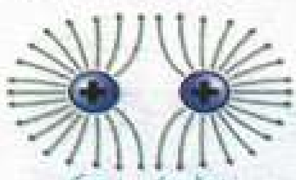
$$E = \frac{F}{q_o} \quad \text{........} \quad (13.4)$$

**الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی یونٹ پوزیٹیو چارج پر عمل کرنے والی فورس کے برابر ہوتی ہے۔**

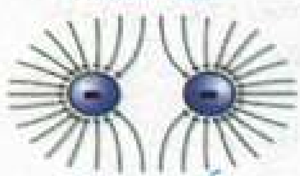
آپ کی اطلاع کے لیے



دو مخالف اور مساوی پوائنٹ چارجز کے درمیان الیکٹرک فیلڈ لائنز



دو پوزیٹیو پوائنٹ چارجز کے درمیان الیکٹرک فیلڈ لائنز



دو نیگیٹیو پوائنٹ چارجز کے درمیان الیکٹرک فیلڈ لائنز

الیکٹرک انٹینسٹی کا SI یونٹ نیوٹن فی کولمب ($N C^{-1}$) ہے۔

اگر کسی مقام پر چارجز کی خاص ترکیب کے لیے الیکٹرک فیلڈ E معلوم ہو تو اس مقام پر چارج q پر عمل کرنے والی فورس F درج ذیل فارمولا سے معلوم کی جا سکتی ہے:

$$F = qE \quad \text{........} \quad (13.5)$$

الیکٹرک انٹینسٹی چونکہ ایک چارج پر عمل کرنے والی فورس ہے، اس لیے یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اس کی سمت وہی ہوتی ہے جو کہ فورس F کی ہے۔ اگر ٹیسٹ چارج آزادانہ حرکت کر سکتا ہو تو یہ اس فورس کے زیر اثر الیکٹرک انٹینسٹی کی سمت میں حرکت کرنے لگے گا۔

## الیکٹرک فیلڈ لائنز
## (Electric Field Lines)

کسی الیکٹرک فیلڈ میں الیکٹرک انٹینسٹی کی سمت کو لائنز کے ذریعے بھی ظاہر کیا جا سکتا ہے۔

ان لائنز کو الیکٹرک لائنز آف فورس کہتے ہیں۔ ان لائنز کو مائیکل فیراڈے نے متعارف کروایا تھا۔ فیلڈ لائنز چارج کے گرد محض خیالی لائنز ہیں۔ ان لائنز پر تیر کا نشان فورس کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔ پوزیٹیو چارج کی وجہ سے ان لائنز کی سمت باہر کی جانب جبکہ نیگیٹیو چارج کی وجہ سے اندر کی جانب ہوتی ہے۔ لائنز آف فورس کا درمیانی فاصلہ الیکٹرک فیلڈ کی شدت کو ظاہر کرتا ہے۔

آئیسولیٹڈ (Isolated) پوزیٹیو اور نیگیٹیو پوائنٹ چارجز کی وجہ سے پیدا ہونے والی لائنز آف فورس کو نیچے دکھایا گیا ہے۔

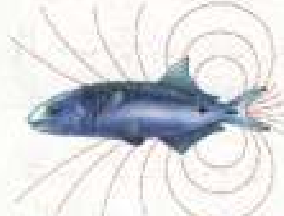
ایک آئیسولیٹڈ پوزیٹیو پوائنٹ چارج کے لیے الیکٹرک فیلڈ لائنز

ایک آئیسولیٹڈ نیگیٹیو پوائنٹ چارج کے لیے الیکٹرک فیلڈ لائنز

**آپ کی معلومات کے لیے**

قدرتی طور پر الیکٹرک فیلڈ کی حدود کا وجود بہت وسیع ہے۔ مثال کے طور پر بجلی کے بلب سے 10 cm کے فاصلے پر الیکٹرک فیلڈ تقریباً $5\ N\ C^{-1}$ جبکہ ہائیڈروجن ایٹم کا ایک الیکٹرون ایٹم کے نیوکلیس سے $10^{11}\ N\ C^{-1}$ کا الیکٹرک فیلڈ محسوس کرتا ہے۔

**دلچسپ معلومات**



کچھ جانور اپنے قریبی جانور کا پتہ لگانے کے لیے الیکٹرک فیلڈ پیدا کرتے ہیں جس سے قریبی جانور متاثر ہوتے ہیں۔

**کیا آپ جانتے ہیں؟**

الیکٹرک فیلڈ لائنز بذات خود فزیکل مقداریں نہیں ہیں۔ تاہم یہ دوسری فزیکل مقداروں کو ظاہر کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہیں، جیسا کہ مختلف پوزیشنز پر الیکٹرک فیلڈ۔

## 13.6 الیکٹروسٹیٹک پوٹینشل
## (ELECTROSTATIC POTENTIAL)

جس طرح گریوی ٹیشنل فیلڈ کے اندر کسی مقام پر گریوی ٹیشنل پوٹینشل ایک یونٹ ماس کی گریوی ٹیشنل پوٹینشل انرجی ہوتی ہے، اسی طرح الیکٹرک فیلڈ کے اندر کسی مقام پر ایک یونٹ پوزیٹیو چارج کی الیکٹرک پوٹینشل انرجی اس مقام پر اس کا الیکٹرک پوٹینشل کہلاتا ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے:

**الیکٹرک فیلڈ میں کسی پوائنٹ پر الیکٹرک پوٹینشل، ورک کی اس مقدار کے برابر ہوتا ہے جو ایک یونٹ پوزیٹیو چارج کو لامحدود فاصلہ سے فیلڈ کے اس پوائنٹ تک لانے میں کرنا پڑتا ہے۔**

اگر ایک پوزیٹیو چارج q کو لامحدود فاصلہ سے فیلڈ کے کسی پوائنٹ پر لانے میں ورک W کرنا پڑے تو اس پوائنٹ پر الیکٹرک پوٹینشل V کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے:

$$V = \frac{W}{q} \qquad \text{......... (13.6)}$$

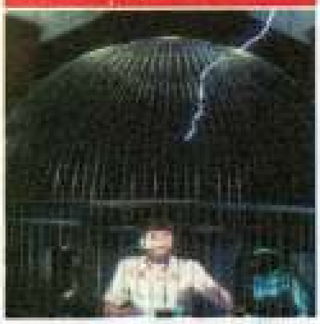
الیکٹرک پوٹینشل کی پیمائش کسی ریفرنس پوائنٹ کے حساب سے کی جاتی ہے۔ پوٹینشل انرجی کی طرح ہم صرف دو پوائنٹس کے درمیان پوٹینشل کی تبدیلی کی پیمائش کر سکتے ہیں۔ الیکٹرک پوٹینشل

ایک سکیلر مقدار ہے۔ اس کا SI یونٹ وولٹ (V) ہے، جبکہ $(1\ V = 1\ J\ C^{-1})$۔ وولٹ کی تعریف یوں کی جاتی ہے:

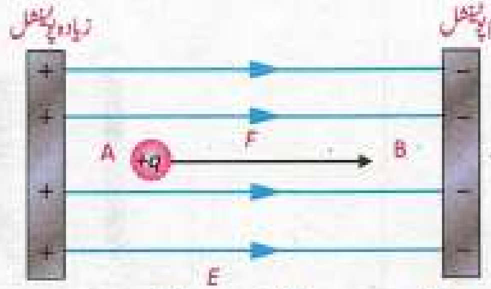
**اگر ایک یونٹ پوزیٹو چارج کو ایک پوائنٹ سے دوسرے پوائنٹ تک لانے میں ایک جول ورک درکار ہو تو اس پوائنٹ کا الیکٹرک پوٹینشل ایک وولٹ ہوگا۔**

گریوی ٹیشنل فیلڈ میں اگر کسی جسم کو آزادانہ چھوڑ دیا جائے تو یہ زیادہ پوٹینشل انرجی والے مقام سے کم پوٹینشل انرجی والے مقام کی طرف حرکت کرتا ہے۔ اسی طرح اگر کسی الیکٹرک فیلڈ میں کوئی پوزیٹو چارج آزادانہ حرکت کے لیے چھوڑ دیا جائے تو یہ بھی زیادہ پوٹینشل والے پوائنٹ A سے کم پوٹینشل والے پوائنٹ B کی طرف حرکت کرے گا شکل (13.12)۔

ذرا سوچیے!



فیراڈے کیج (Farady cage) کے اندر ایک طاقتور الیکٹرک فیلڈ موجود ہونے کے باوجود اس کے اندر بیٹھا ہوا شخص فیلڈ سے متاثر نہیں ہوتا۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں ایسا کیوں ہے؟




شکل 13.12: دو پوائنٹس کے درمیان پوٹینشل ڈفرنس

اگر پوائنٹ A کا پوٹینشل $V_a$ اور پوائنٹ B کا پوٹینشل $V_b$ ہو تو پوائنٹ A اور B پر چارج $q$ کی پوٹینشل انرجی بالترتیب $qV_a$ اور $qV_b$ ہوگی۔ جب چارج پوائنٹ A سے حرکت کرتا ہوا پوائنٹ B تک پہنچتا ہے تو پوٹینشل انرجی کا یہ فرق $(qV_a - qV_b)$ ہمیں انرجی مہیا کرتا ہے اور اس انرجی سے ہم مختلف کام لے سکتے ہیں۔ لہٰذا

چارج کی مہیا کردہ انرجی $W = q\,(V_a - V_b)$ ............(13.7)

اگر چارج $q$ کی مقدار ایک کولمب کے برابر ہو تو دو پوائنٹس کے درمیان پوٹینشل ڈفرنس چارج کی مہیا کردہ انرجی کے برابر ہوگا۔ یعنی

**دو پوائنٹس کے درمیان پوٹینشل ڈفرنس اس انرجی کے برابر ہوتا ہے جو ایک یونٹ پوزیٹو چارج ایک پوائنٹ سے دوسرے پوائنٹ تک فیلڈ کی سمت میں حرکت کرتے ہوئے منتقل کرتا ہے۔**

الیکٹرک پوٹینشل اور پوٹینشل انرجی

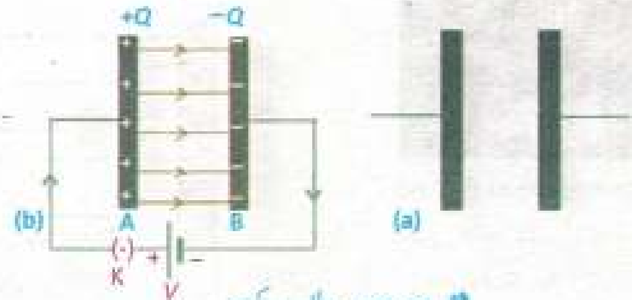
الیکٹرک پوٹینشل سورس چارج کے فیلڈ کی خصوصیت ہوتی ہے اور یہ ٹیسٹ چارج پر منحصر نہیں ہوتا جو کہ فیلڈ میں رکھا جاتا ہے۔ جبکہ الیکٹرک پوٹینشل انرجی کا انحصار سورس چارج کے فیلڈ اور ٹیسٹ چارج دونوں پر ہوتا ہے۔ الیکٹرک پوٹینشل انرجی فیلڈ میں رکھے گئے ٹیسٹ چارج کی اور فیلڈ کے باہمی ردعمل کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔

اگر ہم پوزیٹیو چارج کو فیلڈ کی مخالف سمت میں یعنی کم پوٹینشل والے پوائنٹ سے زیادہ پوٹینشل والے پوائنٹ تک منتقل کرنا چاہیں تو ہمیں اس چارج کو انرجی مہیا کرنا پڑے گی۔

## 13.7: کپیسٹر اور کپیسی ٹینس

## (CAPACITOR AND CAPACITANCE)

چارجز کو سٹور کرنے کے لیے جو آلا استعمال کیا جاتا ہے اسے کپیسٹر کہتے ہیں۔ یہ دو پیرالل پتلی دھاتی پلیٹوں پر مشتمل ہوتا ہے جن کا درمیانی فاصلہ بہت کم ہوتا ہے (شکل 13.13-a)۔ ان پلیٹوں کے درمیان کسی انسولیٹر کی شیٹ یا ہوا ہوتی ہے، جس کو ڈائی الیکٹرک (Dielectric) کہتے ہیں۔




شکل 13.13: پیرالل پلیٹ کپیسٹر

اگر کپیسٹر کو V وولٹ کی بیٹری کے ساتھ جوڑا جائے تو بیٹری پلیٹ B سے Q+ چارج کو پلیٹ A پر منتقل کر دیتی ہے۔ اس طرح سے پلیٹ A پر Q+ چارج اور پلیٹ B پر Q- چارج پیدا ہوتا ہے۔ چارجز باہمی کشش کی وجہ سے پلیٹ کے ساتھ منسلک ہو جاتے ہیں اور بہت عرصہ تک سٹور رہتے ہیں۔

نیز کپیسٹر کی پلیٹس پر سٹور شدہ چارج Q ان کے درمیان پوٹینشل ڈفرنس V کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتا ہے۔ یعنی

$$Q \propto V$$

$$Q = C\,V \quad \text{.......} \; (13.8)$$

جبکہ C ایک کونسٹنٹ ہے اور اس کو کپیسٹر کی کپیسی ٹینس کہتے ہیں۔ اس کی تعریف ہم یوں کر سکتے ہیں:

**کسی کپیسٹر کی چارج سٹور کرنے کی صلاحیت کپیسی ٹینس کہلاتی ہے۔**

کسی کیپسیٹر کی کپیسی ٹینس چارج اور الیکٹرک پوٹینشل کی نسبت ہے۔ اس لیے

$$C = \frac{Q}{V}$$

کپیسی ٹینس کے SI یونٹ کو فیراڈ (F) کہتے ہیں۔ جس کی تعریف یوں ہے:

**اگر کسی کیپسیٹر کی پلیٹ کو ایک کولمب چارج دینے پر اس کی پلیٹس کے درمیان پوٹینشل ڈفرنس ایک وولٹ ہو تو اس کی کپیسی ٹینس ایک فیراڈ ہوگی۔**

فیراڈ ایک بڑا یونٹ ہے۔ عام طور پر ہم اس کے چھوٹے یونٹس مائیکرو فیراڈ (µF)، نینو فیراڈ (nF) اور پیکو فیراڈ (pF) استعمال کرتے ہیں۔

**آپ کی اطلاع کے لیے**

کسی بھی آلا پر وولٹیج (جیسا کہ کیپسیٹر پر) کا یہی مطلب ہے جو کسی آلا پر پوٹینشل ڈفرنس کا ہے۔ اگر ہم فرض کریں کہ کیپسیٹر پر وولٹیج 12 V ہے تو اس کا یہ بھی مطلب ہے کہ اس کی پلیٹس کے درمیان پوٹینشل ڈفرنس 12 V ہے۔

**مثال 13.2:** ایک کیپسیٹر دو پیرالل پلیٹس پر مشتمل ہے جس کی کپیسی ٹینس 100 pF ہے۔ اگر اس کی پلیٹس کے درمیان پوٹینشل ڈفرنس 50 V ہو تو کیپسیٹر کی ہر پلیٹ پر سٹور ہونے والے چارج کی مقدار معلوم کریں۔

**حل:** $C = 100\ pF = 100 \times 10^{-12}\ F$ , $V = 50\ V$, $Q = ?$

کیپسیٹر پر چارج معلوم کرنے کے لیے

$$Q = CV$$

$$= 100 \times 10^{-12}\ F \times 50\ V$$

$$= 5 \times 10^{-9}\ C$$

کیونکہ $(1\ nC = 10^{-9}\ C)$، اس لیے

$$Q = 5\ nC$$

کیونکہ کیپسیٹر پیرالل پلیٹس پر مشتمل ہے، اس لیے ہر پلیٹ پر چارج کی مقدار مساوی یعنی 5 nC ہوگی۔

**آپ کی معلومات کے لیے**

فیراڈ کپیسی ٹینس کا ایک بڑا یونٹ ہے۔ ہم عام طور پر مندرجہ ذیل سب ملٹی پلز استعمال کرتے ہیں:

1 مائیکرو فیراڈ $= 1\ \mu F = 1 \times 10^{-6}\ F$

1 نینو فیراڈ $= 1\ nF = 1 \times 10^{-9}\ F$

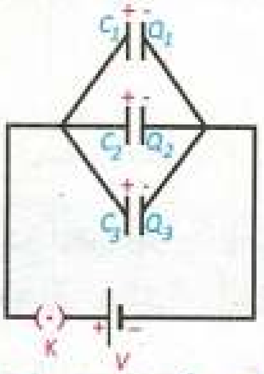
1 پیکو فیراڈ $= 1\ pF = 1 \times 10^{-12}\ F$

## کیپسیٹرز کو جوڑنے کے طریقے

## (Combinations of Capacitors)

کیپسیٹرز مختلف کپیسی ٹینس کے بنائے جا سکتے ہیں۔ تاہم ان کو سیریز یا پیرالل طریقے سے جوڑ کر بھی مطلوبہ کپیسی ٹینس حاصل کی جا سکتی ہے۔ کیپسیٹرز کو دو طریقوں سے جوڑا جا سکتا ہے:

(1) پیرالل طریقہ (2) سیریز طریقہ




شکل 13.14: کپیسٹرز کو جوڑنے کا پیرالل طریقہ

## کپیسٹرز کو جوڑنے کا پیرالل طریقہ

## (Parallel Combination of Capacitors)

اس طریقہ میں کپیسٹرز کی تمام بائیں پلیٹس کو بیٹری کے پوزیٹیو ٹرمینل سے جبکہ دائیں پلیٹس کو بیٹری کے نیگیٹیو ٹرمینل سے جوڑ دیا جاتا ہے (شکل 13.14)۔ اس جوڑ کی مندرجہ ذیل خصوصیات ہیں:

(1) اگر پیرالل طریقہ سے جڑے ہوئے کپیسٹرز کو ایک بیٹری سے جوڑ دیا جائے تو ہر کپیسٹر کی پلیٹس کے درمیان پوٹینشل ڈفرینس بیٹری کے وولٹیج V کے برابر ہوگا۔ اس لیے

$$V_1 = V_2 = V_3 = V$$

(2) ہر پلیٹ پر چارج کی مقدار مختلف ہوگی، کیونکہ ہر کپیسٹر کی کپیسی ٹینس مختلف ہے۔

(3) بیٹری کا کل مہیا کردہ چارج Q ہر کپیسٹر پر موجود چارج کے مجموعہ کے برابر ہوگا۔ یعنی

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

یا

$$Q = C_1V + C_2V + C_3V$$

یا

$$Q = V(C_1 + C_2 + C_3)$$

یا

$$\frac{Q}{V} = C_1 + C_2 + C_3$$

(4) لہٰذا ہم کپیسٹرز کے پیرالل جوڑ کو سرکٹ میں اس لیے ایک مساوی کپیسٹر سے تبدیل کر سکتے ہیں، جس کی مساوی کپیسی ٹینس $C_{eq}$ ہوگی۔

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

اگر n کپیسٹرز کو پیرالل طریقہ سے جوڑا جائے تو اس جوڑ کی مساوی کپیسی ٹینس ہوگی:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots\ldots + C_n \quad \ldots\ldots (13.9)$$

**مثال 13.3:** اگر 3 µF، 4 µF اور 5 µF کے تین کپیسٹرز پیرالل طریقے سے 6 V کی بیٹری سے جوڑے گئے ہوں تو درج ذیل مقداریں معلوم کریں۔ جبکہ $(1\ \mu F = 10^{-6}\ F)$

(a) مساوی کپیسی ٹینس

**آپ کی اطلاع کے لیے**

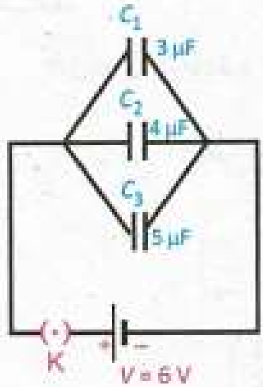
تین عوامل ایسے ہیں جو کپیسٹر پر چارج ذخیرہ کرنے کی صلاحیت پر اثر انداز ہوتے ہیں:

☆ کپیسٹر کی پلیٹس کا ایریا
☆ پلیٹس کا درمیانی فاصلہ
☆ پلیٹس کے درمیان انسولیٹر کی قسم

(b) ہر کپیسٹر کے اطراف وولٹیج

(c) ہر کپیسٹر کی پلیٹ پر چارج

**حل:** دی گئی شکل کے مطابق:




(a) مساوی کپیسی ٹینس $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$

$$C_{eq} = 3 \times 10^{-6}\ \text{F} + 4 \times 10^{-6}\ \text{F} + 5 \times 10^{-6}\ \text{F}$$

$$C_{eq} = (3+4+5) \times 10^{-6}\ \text{F} = 12 \times 10^{-6}\ \text{F}$$

$$C_{eq} = 12\ \mu\text{F}$$

(b) کیونکہ تینوں کپیسٹرز پیرالل طریقہ سے جوڑے گئے ہیں، اس لیے ہر کپیسٹر کے اطراف وولٹیج کی مقدار بیٹری کی وولٹیج کے برابر ہوگی۔ لہٰذا

$$V_1 = V_2 = V_3 = V = 6\ \text{V}$$

(c) کپیسٹر $C_1$ پر چارج

$$Q_1 = C_1 V$$

$$Q_1 = 3 \times 10^{-6}\ \text{F} \times 6\ \text{V} = (3 \times 6) \times 10^{-6}\ \text{FV}$$

$$Q_1 = 18\ \mu\text{C}$$

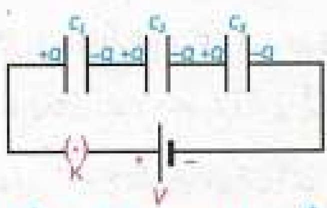
اسی طرح کپیسٹرز $C_2$ اور $C_3$ پر چارج کی مقدار بالترتیب 24 μC اور 30 μC ہوگی۔

**کوئیک کوئز**

پیرالل طریقے سے جوڑے گئے کپیسٹرز کی مساوی کپیسی ٹینس کسی انفرادی کپیسٹر کی کپیسی ٹینس سے زیادہ ہوتی ہے یا کم؟

## (ii) کپیسٹرز کو جوڑنے کا سیریز طریقہ

## (Series Combination of Capacitors)




شکل 13.15: سیریز طریقے سے جوڑے گئے کپیسٹرز

اس طریقہ میں ایک کپیسٹر کی دائیں پلیٹ کو دوسرے کپیسٹر کی بائیں پلیٹ سے جوڑا جاتا ہے (شکل 13.15)۔ اس جوڑ کی مندرجہ ذیل خصوصیات ہیں:

(1) اگر اس جوڑ کو کسی بیٹری سے جوڑ دیا جائے تو ہر کپیسٹر پر چارج کی مقدار ایک جیسی ہوگی۔ بیٹری کپیسٹر $C_1$ کی بائیں پلیٹ کو چارج $+Q_1$ مہیا کرتی ہے۔ انڈکشن کی وجہ سے اس کپیسٹر کی دائیں پلیٹ پر چارج $-Q$ جبکہ کپیسٹر $C_2$ کی بائیں پلیٹ پر چارج $+Q$ پیدا

ہو جاتا ہے۔ اس کے نتیجے میں ہر کپیسٹر پر چارج Q آجاتا ہے۔ یعنی

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

(2) ہر کپیسٹر کی پلیٹوں کے اطراف پوٹینشل ڈفرینس، کپیسی ٹینس کی مختلف قیمتوں کی وجہ سے مختلف ہوگا۔

(3) بیٹری کا وولٹیج V تمام کپیسٹرز میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ یعنی

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

$$V = Q\left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right]$$

یا

$$\frac{V}{Q} = \left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right]$$

(4) ہم سیریز طریقے سے جوڑے گئے کپیسٹرز کی کپیسی ٹینس کو ایک مساوی کپیسی ٹینس $C_{eq}$ سے ظاہر کر سکتے ہیں۔ اس لیے

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

اگر n کپیسٹرز سیریز طریقہ سے جڑے ہوئے ہوں تو ان کی مساوی کپیسی ٹینس ہوگی:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots\cdots + \frac{1}{C_n} \qquad \cdots\cdots (13.10)$$

**کپیسٹر میں انرجی سٹوریج**

کپیسٹر ایک الیکٹرک فیلڈ میں الیکٹروسٹیٹک پوٹینشل انرجی کی صورت میں انرجی سٹور کرتا ہے۔

**کوئز**

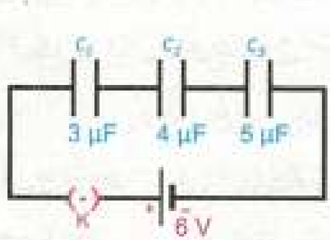
سیریز طریقے سے جوڑے گئے کپیسٹرز کی مساوی کپیسی ٹینس کسی انفرادی کپیسٹر کی کپیسی ٹینس سے زیادہ ہوتی ہے یا کم؟

**مثال 13.4:** اگر 3 µF ، 4 µF اور 5 µF کی کپیسی ٹینس کے تین کپیسٹرز کو سیریز طریقہ سے 6 V کی بیٹری سے جوڑ دیا جائے تو درج ذیل مقداریں معلوم کریں: جبکہ $(1\ \mu F = 10^{-6} F)$

(a) سیریز جوڑ کی مساوی کپیسی ٹینس

(b) ہر کپیسٹر پر چارج کی مقدار

(c) ہر کپیسٹر کے اطراف وولٹیج




**حل:** دی گئی شکل کے مطابق:

(a) سیریز جوڑ کی مساوی کپیسی ٹینس

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{3 \times 10^{-6}\,F} + \frac{1}{4 \times 10^{-6}\,F} + \frac{1}{5 \times 10^{-6}\,F}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \left[\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right] \times \frac{1}{10^{-6}\,F}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{47}{60} \times \frac{1}{10^{-6}\,F}$$

$$C_{eq} = 1.3\ \mu F$$

(b) سیریز جوڑ میں ہر کپیسٹر پر چارج کی مقدار مساوی ہوتی ہے۔ لہٰذا

$$Q = C\,V = (1.3 \times 10^{-6}\,F)(6\,V)$$

$$Q = 7.8\ \mu C$$

(c) کپیسٹر $C_1$ کے اطراف وولٹیج

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{7.8 \times 10^{-6}\,C}{3 \times 10^{-6}\,F} = 2.6\,V$$

کپیسٹر $C_2$ کے اطراف وولٹیج

$$V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{7.8 \times 10^{-6}\,C}{4 \times 10^{-6}\,F} = 1.95\,V$$

کپیسٹر $C_3$ کے اطراف وولٹیج

$$V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{7.8 \times 10^{-6}\,C}{5 \times 10^{-6}\,F} = 1.56\,V$$

**ذرا سوچیے**

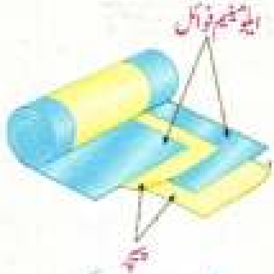
کپیسٹر ڈی سی کرنٹ کو نہیں گزرنے دیتا لیکن اے سی کرنٹ کو سرکٹ میں سے گزرنے دیتا ہے۔ ایسا کیوں ہوتا ہے؟

## 13.8 کپیسٹرز کی مختلف اقسام

## (DIFFERENT TYPES OF CAPACITORS)

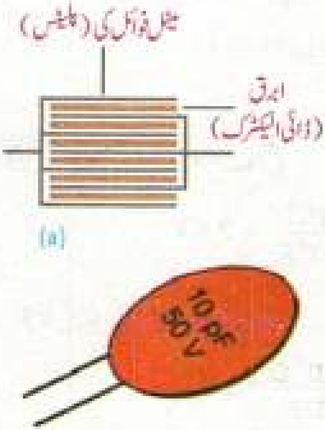
عام طور پر پیرالل پلیٹس کپیسٹرز آلات میں استعمال نہیں ہوتے کیونکہ زیادہ مقدار میں چارجز کو سٹور کرنے کے لیے ان کا سائز بڑا ہونا چاہیے جو کہ مناسب نہیں ہے۔ پیرالل پلیٹس کپیسٹرز کی پلیٹس کے درمیان ایک ڈائی الیکٹرک میڈیم ہوتا ہے۔ یہ ایک لچک دار میٹیریل پر مشتمل ہوتا ہے جس کو لپیٹ کر سلنڈر کی شکل دی جا سکتی ہے۔

اس طریقہ سے ہم ہر پلیٹ کا ایریا بڑھا سکتے ہیں اور اس طرح کپیسٹر بہت کم جگہ گھیرتا ہے۔ بعض کپیسٹرز میں چارج کیمیکل ری ایکشن کے ذریعے سٹور کیا جاتا ہے۔ ان کپیسٹرز کو الیکٹرولائیٹک کپیسٹرز کہتے ہیں۔ کپیسٹرز اپنی ساخت اور ان میں استعمال ہونے والے ڈائی الیکٹرک کے لحاظ سے کئی اقسام میں تقسیم کیے جا سکتے ہیں۔



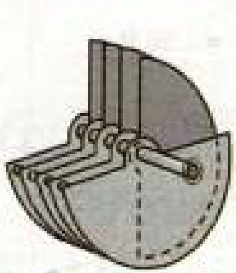
شکل 13.16: پیپر کپیسٹر

پیپر کپیسٹر فکسڈ کپیسٹر کی مثال ہے (شکل 13.16)۔ اس کی ساخت سلنڈر نما ہوتی ہے۔ عام طور پر آئل یا گریس شدہ پیپر یا پلاسٹک کی شیٹ کو ایلومینیم کے دو فوائل کے درمیان بطور ڈائی الیکٹرک استعمال کیا جاتا ہے۔ انہیں بہت مضبوطی سے سلنڈر کی شکل میں لپیٹ کر پلاسٹک کے خول میں ڈال دیا جاتا ہے۔



شکل 13.17: ابرق کپیسٹر

فکسڈ کپیسٹر کی ایک اور مثال ابرق (Mica) کپیسٹر ہے۔ دھات کی دو پلیٹوں کے درمیان ابرق کو بطور ڈائی الیکٹرک استعمال کر کے ابرق کپیسٹر بنایا جاتا ہے (شکل 13.17-a)۔ چونکہ ابرق بہت نازک ہوتا ہے، اس لیے اسے پلاسٹک یا کسی انسولیٹر کے خول میں بند کر دیا جاتا ہے۔ کنکشن کے لیے پلیٹوں سے جڑی ہوئی تاریں خول سے باہر نکال دی جاتی ہیں (شکل 13.17-b)۔ اگر کپیسی ٹینس کو بڑھانا مقصود ہو تو بہت سی پلیٹوں کو ڈائی الیکٹرک کی تہ میں یکے بعد دیگرے آپس میں جوڑ دیا جاتا ہے۔


شکل 13.18: ویری ایبل کپیسٹر

ویری ایبل کپیسٹر میں پلیٹوں کے آمنے سامنے والے ایریا کو تبدیل کرنے کا انتظام ہوتا ہے (شکل 13.18)۔ یہ کپیسٹر عام طور پر کئی کپیسٹرز کو ملا کر بنایا جاتا ہے۔ اور اس میں ہوا بطور ڈائی الیکٹرک استعمال ہوتی ہے۔ یہ پلیٹس کے دو سیٹس پر مشتمل ہوتا ہے جن میں سے ایک سیٹ ساکن ہوتا ہے جبکہ دوسرا سیٹ گھوم سکتا ہے۔ چونکہ دونوں سیٹس کے درمیان فاصلہ ہوتا ہے اس لیے دوسرے سیٹ کی پلیٹس پہلے سیٹ کی پلیٹس سے چھوئے بغیر گھومتی ہیں۔ دونوں سیٹس کا مشترک ایریا ایک دوسرے کے آمنے سامنے ہوتا ہے جس سے اس کپیسٹر کی کپیسی ٹینس معلوم کی جاتی ہے۔ چنانچہ گھومنے والی پلیٹس کو ساکن پلیٹس کی درمیانی جگہ کے اندر یا باہر گھما کر کپیسی ٹینس کو کم یا زیادہ کیا جا سکتا ہے۔ ایسا کپیسٹر عام طور پر ریڈیو میں ٹیوننگ کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

نسبتاً کم وولٹیج پر چارج کی زیادہ مقدار کو سٹور کرنے کے لیے زیادہ تر الیکٹرولائیٹک

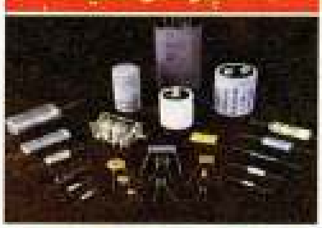
(Electrolytic) کپیسٹر استعمال کیا جاتا ہے (شکل 13.19)۔ یہ دھاتی فوائل پر مشتمل ہوتا ہے جو الیکٹرولائیٹ سے ملی ہوتی ہے۔ الیکٹرولائٹ ایک سولیوشن ہے جس میں آئنز کی وجہ سے کرنٹ بہتا ہے۔ جب فوائل اور الیکٹرولائیٹ کے درمیان وولٹیج مہیا کیا جاتا ہے تو فوائل پر ایک پتلی سی دھاتی آکسائڈ کی تہ بن جاتی ہے۔ یہ تہ ڈائی الیکٹرک کا کام سرانجام دیتی ہے۔ ڈائی الیکٹرک کی تہ باریک ہونے کی وجہ سے کپیسی ٹینس کی بڑی مطلوبہ قیمت حاصل کی جاسکتی ہے۔

شکل 13.19: الیکٹرولائٹک کپیسٹر

## کپیسٹرز کا استعمال
## (Uses of Capacitors)

روزمرہ زندگی میں کپیسٹرز الیکٹرک اور الیکٹرونک سرکٹ میں بہت زیادہ استعمال ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر کپیسٹرز ٹرانسمٹر، ریسیورز اور ریڈیو میں ٹیوننگ کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ کپیسٹرز کا استعمال اور بہت سی چیزوں میں بھی ہوتا ہے، جیسا کہ ٹیبل فین، سیلنگ فین، اگساسٹ (Exhaust) فین۔ ایئر کنڈیشنر، ایئر کولر، واشنگ مشین، اور بہت سی گھریلو استعمال کی چیزیں کپیسٹرز کے استعمال سے روانی سے چلتی ہیں۔ کپیسٹرز کمپیوٹر کے الیکٹرونک سرکٹ میں بھی استعمال ہوتے ہیں۔ کپیسٹرز کو زیادہ فریکوینسی اور کم فریکوینسی کے سگنلز کے درمیان فرق کرنے کے لیے بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اس لیے الیکٹرونک سرکٹس میں کپیسٹرز کا استعمال بہت فائدہ مند ہوگیا ہے۔ مثال کے طور پر کپیسٹرز کو ریزونینٹ (Resonant) سرکٹ میں استعمال کرکے ریڈیو کو ایک خاص فریکوینسی پر ٹیون (Tune) کیا جاسکتا ہے۔ ایسے سرکٹ کو فلٹر سرکٹ کہتے ہیں۔ مختلف مقاصد کے لیے مختلف قسم کے کپیسٹرز استعمال ہوتے ہیں۔ سرامک (Ceramic) کپیسٹرز باقی تمام کپیسٹرز سے بہتر ہوتے ہیں جس کی وجہ سے ان کا بہت زیادہ استعمال کیا جاتا ہے۔

آپ کی اطلاع کے لیے


یہ تمام آلات کپیسٹرز ہیں جو الیکٹرک چارج اور الیکٹرک انرجی سٹور کرتے ہیں۔

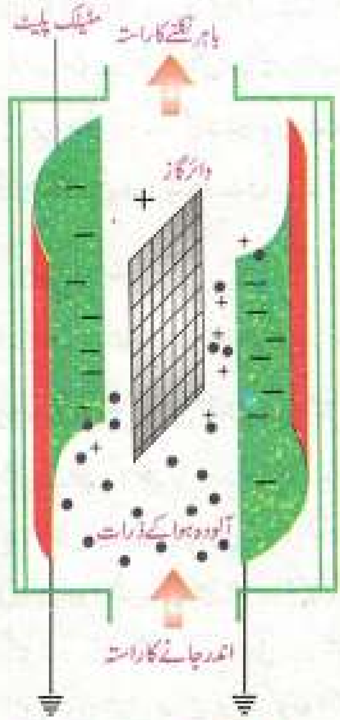
## 13.9 الیکٹروسٹیٹکس کا اطلاق
## (APPLICATIONS OF ELECTROSTATICS)

سٹیٹک الیکٹریسٹی کا ہماری روزمرہ زندگی میں بہت اہم کردار ہے، جیسا کہ فوٹو کاپی، گاڑی کی سطح کو

پینٹ کرنا، قالینوں اور فیکٹریوں کی چمنیوں سے دھواں اور گرد وغیرہ کو الگ کرنا۔

## الیکٹروسٹیٹک ایئر کلینرز (Electrostatic Air Cleaners)

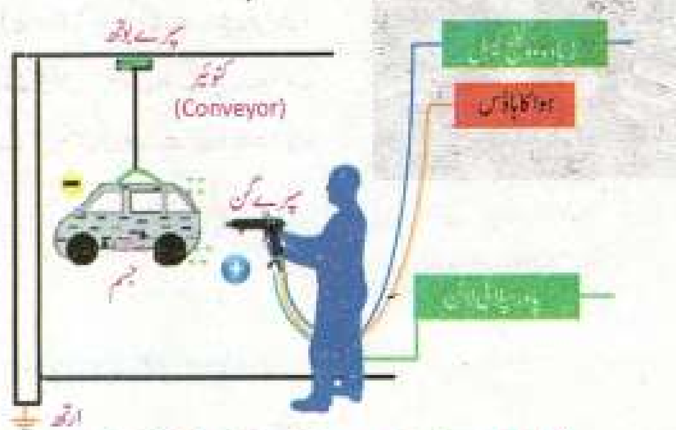
الیکٹروسٹیٹک ایئر کلینرز کو الرجی (Allergy) سے متاثرہ لوگوں کی تکلیف کم کرنے کے لیے گھروں میں استعمال کیا جاتا ہے۔ گرد وغبار سے آلودہ ذرات جب ابتدائی فلٹر سے گزرنے کے بعد آلے کی پوزیٹو طور پر چارج کی گئی جالی سے گزرتے ہیں تو ان پر پوزیٹو چارج آجاتا ہے (شکل 13.20)۔ اس کے بعد جب یہ ذرات آلے کی دوسری نیگیٹو طور پر چارج کی گئی جالی سے گزرتے ہیں تو کشش کی فورس کی وجہ سے یہ جالی کی سطح کے ساتھ چمٹ جاتے ہیں۔ اس عمل سے ہم ہوا سے گرد وغبار کے ذرات کی کافی مقدار کو ختم کر سکتے ہیں۔




شکل 13.20: الیکٹروسٹیٹک ایئر کلینرز

## الیکٹروسٹیٹک پاؤڈر سپرے پینٹنگ (Electrostatic Powder Spray Painting)

نئی گاڑیوں کی مینوفیکچرنگ کے دوران ان کی باڈی کو سپرے کرنے کے لیے ہم سٹیٹک الیکٹریسٹی کا استعمال کرتے ہیں۔ پہلے کار کی باڈی کو چارج کیا جاتا ہے اور پھر سپرے مشین کی نوزل کو مخالف چارج دیا جاتا ہے (شکل 13.21)۔ نوزل سے نکلنے والے سپرے کے ذرات دفع کی فورس کی وجہ سے ایک مناسب دھار کی شکل بناتے ہوئے یکساں طور پر کار کی باڈی کی سطح کے ساتھ منسلک ہو جاتے ہیں۔ پینٹ کے چارجڈ ذرات کشش کی وجہ سے کار کی باڈی سے چمٹ جاتے ہیں جس طرح ایک چارج شدہ غبارہ دیوار کے ساتھ چمٹ جاتا ہے۔ خشک ہونے پر پینٹ کے ذرات مزید بہتر انداز میں یکساں طور پر کار کی باڈی کے ساتھ چمٹ جاتے ہیں۔ بڑے پیمانے پر گاڑیوں کو پینٹ کرنے کا یہ انتہائی موثر، کارگر اور سستا طریقہ کار ہے۔




شکل 13.21: الیکٹروسٹیٹک سپرے پینٹنگ کے انجام کے خاکہ کی ڈایاگرام

**آپ کی اطلاع کے لیے**

آسمانی بجلی میں اتنی انرجی ہوتی ہے کہ وہ غیر محفوظ عمارات کی اینٹوں اور پتھروں کے ٹکڑے کر سکتی ہے۔ یہ عمارتوں کے اندر الیکٹریکل سامان کو بھی تباہ کر سکتی ہے۔ آسمانی بجلی کی ہر کڑک تقریباً 1000 ملین جول انرجی کے برابر ہوتی ہے۔ یہ انرجی اتنی زیادہ ہوتی ہے کہ اس سے دو ہفتے تک ایک کیتلی کو مسلسل اُبالا جا سکتا ہے۔ یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ اگر $10^7$ بجلی کے بلب ہوں جن میں ہر بلب 100 واٹ کا ہے تو آسمانی بجلی کی چمک کی انرجی ان سے بھی زیادہ ہوگی۔

# 13.10 سٹیٹک الیکٹریسٹی کے خطرات

# (SOME HAZARDS OF STATIC ELECTRICITY)

## آسمانی بجلی (Lightning)

آسمانی بجلی کی وجہ بادلوں کی گرج چمک کے دوران الیکٹرک چارج کی کثیر مقدار کا جمع ہونا ہے۔ گرجتے ہوئے بادل اپنے اندر موجود پانی اور ہوا کے مالیکیولز کے ساتھ رگڑ کی وجہ سے چارج ہو جاتے ہیں۔ جب ان بادلوں پر چارج کی مقدار انتہائی زیادہ ہو جاتی ہے تو یہ زمین پر موجود اجسام پر مخالف چارج انڈیوس کرتے ہیں۔ اس طرح بادلوں اور زمین کے درمیان ایک طاقتور الیکٹرک فیلڈ پیدا ہو جاتا ہے۔ بادلوں میں موجود چارج کی زمین کی طرف اچانک منتقلی زوردار چنگاری اور دھماکے کا باعث بن جاتی ہے۔ اس کو آسمانی بجلی کہتے ہیں۔

عمارتوں کو آسمانی بجلی کے نقصانات سے بچانے کے لیے لائٹننگ کنڈکٹرز استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان کا مقصد ہوا میں موجود نیگیٹیو چارج کے لیے ایک مستقل راستہ فراہم کرنا ہے جس سے ان کی کثیر تعداد عمارت کی چوٹی سے زمین میں منتقل ہو جاتی ہے۔ اس طرح سے آسمانی بجلی کے دوران ہونے والی اچانک ڈسچارجنگ کے نتیجے میں ممکنہ حادثات کو کم کیا جا سکتا ہے۔

## آگ یا دھماکا (Fires or Explosions)

سٹیٹک الیکٹریسٹی بہت زیادہ مقامات پر آگ یا دھماکوں کی ایک بڑی وجہ ہے۔ آگ یا دھماکا کی وجہ رگڑ کے نتیجے میں الیکٹرک چارج کا کسی مقام پر کثیر تعداد میں جمع ہونا ہے۔ سٹیٹک الیکٹریسٹی گاڑیوں یا کنٹینرز میں پٹرول ڈالتے وقت پٹرول کی پائپ کے ساتھ رگڑ کے نتیجے میں پیدا ہوتی ہے۔ جب ہم کار سے باہر نکلتے ہیں یا اپنے جسم سے کوئی کپڑا وغیرہ اتارتے ہیں تو اس کے نتیجے میں بھی سٹیٹک الیکٹریسٹی پیدا ہو سکتی ہے۔ اگر سٹیٹک چارجز کسی ایسے ایریا میں ڈسچارج کر جائیں جہاں پر پٹرول کے بخارات موجود ہوں تو وہاں آگ لگ سکتی ہے۔

### سٹیٹک الیکٹریسٹی کے خطرات

سٹیٹک الیکٹریسٹی آگ کی چنگاری یا دھماکا پیدا کر سکتی ہے۔ جب کار اور ہوائی جہاز میں ایندھن بھرا جائے تو چنگاری سے بچنے کے لیے خیال رکھنا چاہیے۔ چنگاری ایندھن اور پائپ کے درمیان رگڑ کی وجہ سے پیدا ہو سکتی ہے۔ یہ ایک بہت بڑے دھماکے کی وجہ بن سکتی ہے۔ پائپ کی نوزل کے ساتھ ایک ارتھ وائر لگا کر چنگاری سے بچا جا سکتا ہے۔ ارتھ وائر پٹرول کے پائپ کو زمین کے ساتھ جوڑتی ہے۔

### ذرا سوچیے!

آپ 500,000 ٹن پانی کو کسی ظاہری سہارے کے بغیر ہوا میں کیسے معلق کر سکتے ہیں؟ (اشارہ: بادل)

### آپ کی اطلاع کے لیے

اڑان کے دوران ہوائی جہاز کی باڈی چارج ہو جاتی ہے لیکن جیسے ہی ہوائی جہاز زمین پر اترتا ہے تو یہ چارج زمین میں منتقل ہو جاتا ہے۔

## خلاصہ

- ☆ الیکٹرک چارجز دو قسم کے ہوتے ہیں۔ پوزیٹو چارج اور نیگیٹیو چارج۔ ایک جیسے چارجز ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں جبکہ مخالف چارجز ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں۔
- ☆ ایسا مظہر جس میں کسی چارج شدہ جسم کی موجودگی کے ذریعے ایک کنڈکٹر کو چارج کیا جاتا ہے، الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کہلاتا ہے۔
- ☆ کولمب کے قانون کے مطابق چارج شدہ اجسام کے درمیان کشش یا دفع کی فورس چارجز کی مقدار کے حاصل ضرب کے ڈائریکٹلی پروپورشنل جبکہ ان کے درمیانی فاصلہ کے مربع کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔ اس کو حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے:

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

- ☆ کسی چارج کے الیکٹرک فیلڈ سے مراد چارج کے گرد وہ جگہ ہے جس میں یہ دوسرے چارجز پر فورس لگاتا ہے۔
- ☆ الیکٹرک فیلڈ میں کسی بھی پوائنٹ پر الیکٹرک پوٹینشل سے مراد وہ ورک ہے جو کسی یونٹ پوزیٹیو چارج کو لامحدود فاصلہ سے اس پوائنٹ تک لے جانے میں کرنا پڑتا ہے۔ پوٹینشل کا SI یونٹ وولٹ ہے۔ اگر ایک یونٹ پوزیٹیو چارج کو لامحدود فاصلہ سے فیلڈ کے کسی مقام پر لانے کے لیے ایک جول ورک کرنا پڑے تو اس کا پوٹینشل ایک وولٹ کے برابر ہوگا۔
- ☆ کپیسٹر چارج کو سٹور کرنے کا ایک آلا ہے۔ کپیسی ٹینس سے مراد کسی کپیسٹر کی چارج سٹور کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے۔ اس کا یونٹ فیریڈ (F) ہے۔
- ☆ پیرالل طریقے سے جوڑے گئے n کپیسٹرز کی مساوی کپیسی ٹینس $C_{eq}$ مندرجہ ذیل فارمولے سے معلوم کی جاتی ہے:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots\ldots + C_n$$

- ☆ سیریز طریقے سے جوڑے گئے n کپیسٹرز کی مساوی کپیسی ٹینس $C_{eq}$ مندرجہ ذیل فارمولے سے معلوم کی جاتی ہے:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots\ldots + \frac{1}{C_n}$$

## کثیر الانتخابی سوالات

13.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کا انتخاب کریں۔

(i) ایک پوزیٹیو الیکٹرک چارج دوسرے

(الف) پوزیٹیو چارج کو کشش کرتا ہے　　(ب) پوزیٹیو چارج کو دفع کرتا ہے

(ج) نیوٹرل چارج کو کشش کرتا ہے　　(د) نیوٹرل چارج کو دفع کرتا ہے

(ii) ایک جسم کو دوسرے جسم پر رگڑنے سے اس پر بہت زیادہ نیگیٹیو چارج آجاتا ہے کیونکہ دوسرا جسم ہے:

(الف) نیوٹرل (ب) نیگیٹیو طور پر چارجڈ

(ج) پوزیٹیو طور پر چارجڈ (د) یہ تمام

(iii) دو غیر چارج شدہ اجسام A اور B کو آپس میں رگڑا جاتا ہے۔ جب جسم B کو نیگیٹیو طور پر چارج کیے گئے جسم C کے پاس لایا جاتا ہے تو دونوں اجسام ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سا جملہ جسم A کے بارے میں درست ہے؟

(الف) غیر چارج شدہ رہتا ہے (ب) پوزیٹیو طور پر چارج ہو جاتا ہے

(ج) نیگیٹیو طور پر چارج ہو جاتا ہے (د) اس پر چارج معلوم نہیں کیا جا سکتا

(iv) جب آپ ایک پلاسٹک کی سلاخ کو اپنے بالوں میں متعدد بار رگڑنے کے بعد کاغذ کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کے پاس لے کر جاتے ہیں تو کاغذ کے ٹکڑے اس کی طرف کشش کرتے ہیں۔ اس مشاہدہ سے آپ کیا نتیجہ نکالتے ہیں؟

(الف) سلاخ اور کاغذ پر مختلف قسم کا چارج ہے (ب) سلاخ پر پوزیٹیو چارج آجاتا ہے

(ج) سلاخ اور کاغذ پر ایک جیسا چارج ہے (د) سلاخ پر نیگیٹیو چارج آجاتا ہے

(v) کولمب کے قانون کے مطابق اگر دو مخالف چارجز کے درمیان فاصلہ کو بڑھا دیا جائے تو ان کے درمیان کشش کی فورس پر کیا اثر پڑے گا؟

(الف) بڑھ جاتی ہے (ب) کم ہو جاتی ہے

(ج) کوئی تبدیلی نہیں آتی (د) معلوم نہیں کی جا سکتی

(vi) کولمب کا قانون کن چارجز کے لیے موزوں ہے؟

(الف) حرکت کرتے ہوئے پوائنٹ چارجز (ب) حرکت کرتے ہوئے بڑے سائز کے چارجز

(ج) ساکن پوائنٹ چارجز (د) ساکن اور بڑے سائز کے چارجز

(vii) ایک پوزیٹیو اور نیگیٹیو چارج کو ابتدائی طور پر 4 cm کے فاصلہ پر رکھا گیا ہے۔ جب یہ فاصلہ 1 cm ہو تو ان کے درمیان فورس پر کیا اثر پڑے گا؟

(الف) پہلے سے 4 گنا کم ہوگی (ب) پہلے سے 4 گنا زیادہ ہوگی

(ج) پہلے سے 8 گنا زیادہ ہوگی (د) پہلے سے 16 گنا زیادہ ہوگی

(viii) ایک 10 C کے چارج کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے کے لیے پانچ جول ورک کرنا پڑتا ہے۔ ان دونوں مقامات کے درمیان پوٹینشل ڈفرینس ہوگا:

(الف) 0.5 V (ب) 2 V

(ج) 5 V (د) 10 V

(ix) دو چھوٹے چارجڈ سفیئرز کو 2 mm کے فاصلے پر رکھا گیا ہے۔ مندرجہ ذیل میں سے کس انتخاب کے لیے سب سے زیادہ کشش کی فورس ہوگی؟

(الف) +1 q اور +4 q　　(ب) -1 q اور -4 q

(ج) +2 q اور +2 q　　(د) +2 q اور -2 q

(x) الیکٹرک فیلڈ لائنز ہمیشہ

(الف) ایک دوسرے کو عبور کر سکتی ہیں

(ب) ایک دوسرے کو عبور نہیں کر سکتیں

(ج) زیادہ فیلڈ والے علاقے میں ایک دوسرے کو عبور کرتی ہیں

(د) کم فیلڈ والے علاقے میں ایک دوسرے کو عبور کرتی ہیں

(ix) کپیسی ٹینس کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے:

(الف) VC　　(ب) Q/V

(ج) QV　　(د) V/Q

## سوالات کا اعادہ

13.1 آپ ایک سادہ تجربہ سے کیسے بتا سکتے ہیں کہ الیکٹرک چارجز کی دو اقسام ہیں۔

13.2 الیکٹروسٹیٹک انڈکشن سے اجسام کو چارج کرنے کا کیا طریقہ کار ہے؟

13.3 الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کا عمل رگڑ کے ذریعے جسم کو چارج کرنے سے کیسے مختلف ہے؟

13.4 گولڈ لیف الیکٹروسکوپ کیا ہے؟ اس کے کام کرنے کے اصول کی بذریعہ ڈایا گرام وضاحت کریں۔

13.5 فرض کریں آپ کے پاس شیشے کی ایک سلاخ ہے جس کو آپ نے اُون کے ساتھ رگڑ کر پوزیٹو چارج کیا ہے۔ بتائیں کہ اب آپ الیکٹروسکوپ کو کیسے چارج کریں گے۔　(i) نیگیٹو طور پر　(ii) پوزیٹو طور پر

13.6 آپ الیکٹروسکوپ کی مدد سے جسم پر چارج کی موجودگی کا اندازہ کیسے لگا سکتے ہیں؟

13.7 وضاحت کریں کہ آپ الیکٹروسکوپ کی مدد سے جسم پر موجود چارج کی نوعیت کا پتہ کیسے لگا سکتے ہیں۔

13.8 کولمب کے الیکٹروسٹیٹک کے قانون کی وضاحت کریں۔ نیز اس کو حسابی شکل میں لکھیں۔

13.9 الیکٹرک فیلڈ اور الیکٹرک انٹینسٹی سے کیا مراد ہے؟

13.10 کیا الیکٹرک انٹینسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے؟ اس کی سمت کیا ہوگی؟

13.11 دو پوائنٹس کے درمیان پوٹینشل ڈفرینس کو آپ کیسے بیان کریں گے۔ نیز اس کے یونٹ کی تعریف کریں۔

13.12 ثابت کریں کہ دو پوائنٹس کے درمیان فی یونٹ انرجی کی منتقلی کو پوٹینشل ڈفرینس کے طور پر بیان کیا جاسکتا ہے۔

13.13 کپیسٹر کی کپیسی ٹینس سے کیا مراد ہے؟ نیز کپیسی ٹینس کے یونٹ کی تعریف کریں۔

13.14 سیریز طریقہ سے جوڑے گئے متعدد کپیسٹرز کی مساوی کپیسی ٹینس کا فارمولا اخذ کریں۔

13.15 کپیسٹرز کی مختلف اقسام بیان کریں۔

13.16 ویری ایبل اور فکسڈ کپیسٹرز کے درمیان فرق بتائیے۔

13.17 کپیسٹرز کے استعمال کی لسٹ تیار کیجیے۔

13.18 سٹیٹک الیکٹریسٹی کے استعمال کی ایک مثال کی مدد سے وضاحت کریں۔

13.19 سٹیٹک الیکٹریسٹی کے کیا خطرات ہیں؟

## اعلیٰ تصوراتی سوالات

13.1 ایک چارجڈ سلاخ کاغذ کے ٹکڑوں کو کشش کرتی ہے۔ کچھ دیر بعد یہ ٹکڑے سلاخ سے الگ ہو جاتے ہیں۔ ایسا کیوں ہوتا ہے؟

13.2 اگر الیکٹروسکوپ پر چارج کی مقدار $7.5 \times 10^{-11}$ C ہو تو اس سے خارج ہونے والے الیکٹرونز کی تعداد کیا ہوگی؟

13.3 الیکٹرک فیلڈ میں پوزیٹیو طور پر چارجڈ ذرہ کس سمت میں حرکت کرے گا؟

13.4 کیا سیریز طریقہ سے جوڑے گئے کپیسٹرز میں ہر کپیسٹر پر مساوی چارج ہوتا ہے؟ وضاحت کریں۔

13.5 کیا پیرالل طریقہ سے جوڑے گئے کپیسٹرز کی ہر پلیٹ کے اطراف مساوی پوٹینشل ڈفرینس ہوتا ہے؟ وضاحت کریں۔

13.6 بعض اوقات آپ دیکھتے ہیں کہ ایک ڈیزل سے بھرے ہوئے ٹرک کے نیچے لوہے کی ایک زنجیر لٹک رہی ہوتی ہے۔ اس زنجیر کے لٹکانے کا مقصد کیا ہوتا ہے؟

13.7 اگر ایک ہائی وولٹیج پاور لائن آپ کی کار پر گر جائے جبکہ آپ کار کے اندر موجود ہوں تو آپ کو کار سے باہر نہیں نکلنا چاہیے۔ کیوں؟

13.8 وضاحت کریں کہ ایک گلاس کی سلاخ کو ہاتھ میں پکڑ کر چارج کیا جاسکتا ہے، جبکہ لوہے کی سلاخ کو ہاتھ میں پکڑ کر چارج نہیں کیا جاسکتا۔ کیوں؟

## حسابی سوالات

13.1 کتنے نیگیٹیو طور پر چارجڈ ذرات کا چارج 100 µC کے برابر ہوگا؟ جبکہ ایک نیگیٹیو طور پر چارجڈ ذرے پر $(1.6 \times 10^{-19} C)$ چارج ہے۔
**$(6.25 \times 10^{14})$**

13.2 دو پوائنٹ چارجز $q_1 = 10\ \mu C$ اور $q_2 = 5\ \mu C$ ، 150 cm کے فاصلے پر رکھے گئے ہیں۔ ان کے درمیان کولمب فورس کیا ہوگی؟ نیز فورس کی سمت معلوم کریں۔
**(0.2 N، دفع کی فورس کی سمت میں)**

13.3 دو ایک جیسے پوزیٹیو چارجز کے درمیان کشش کی فورس 0.8 N ہے۔ جب چارجز 0.1 m کے فاصلے پر رکھے گئے ہوں تو ہر چارج کی مقدار معلوم کریں۔
**$(9.4 \times 10^{-7}\ C)$**

13.4 دو چارجز جب 5 cm کے فاصلے پر پڑے ہوں تو وہ ایک دوسرے کو 0.1 N کی فورس سے دفع کرتے ہیں۔ ان چارجز کے درمیان فورس کی قیمت معلوم کریں، جب وہ 2 cm کے فاصلے پر رکھے گئے ہوں۔
**(0.62 N)**

13.5 الیکٹرک فیلڈ کی وجہ سے ایک پوائنٹ پر پوٹینشل کی قیمت $10^4$ V ہے۔ اگر 100 µC کے ایک چارج کو لامحدود فاصلے سے اس پوائنٹ پر لایا جائے تو اس پر کتنا ورک کرنا پڑے گا؟
**(1 J)**

13.6 ایک 2 C+ کے پوائنٹ چارج کو 100 V پوٹینشل والے پوائنٹ سے 50 V پوٹینشل والے پوائنٹ پر منتقل کیا جاتا ہے۔ چارج کی مہیا کردہ انرجی کی مقدار کیا ہوگی؟
**(100 J)**

13.7 ایک کپیسیٹر کو جب 9 V کی بیٹری سے جوڑ کر مکمل طور پر چارج کیا جائے تو اس پر 0.06 C چارج سٹور ہو جاتا ہے۔ کپیسیٹر کی کپیسی ٹینس معلوم کریں۔
**$(6.67 \times 10^{-3} F)$**

13.8 ایک کپیسیٹر کو جب 6 V کی بیٹری سے جوڑ کر مکمل طور پر چارج کیا جائے تو اس پر 0.03 C چارج سٹور ہو جاتا ہے۔ کپیسیٹر پر 2 C چارج سٹور کرنے کے لیے کتنے وولٹیج درکار ہوں گے؟
**(400 V)**

13.9 دو کپیسیٹرز جن کی کپیسی ٹینس بالترتیب 12 µF اور 6 µF ہے، ان کو سیریز طریقے سے 12 V کی بیٹری سے جوڑا گیا ہے۔ اس جوڑ کی مساوی کپیسی ٹینس معلوم کریں۔ نیز ہر کپیسیٹر پر چارج اور پوٹینشل ڈفرینس معلوم کریں۔
**(4 µF, 48 µC, 8 V, 4 V)**

13.10 دو کپیسیٹرز جن کی کپیسی ٹینس بالترتیب 12 µF اور 6 µF ہیں۔ ان کو پیرالل طریقے سے 12 V کی بیٹری سے جوڑا گیا ہے۔ اس جوڑ کی مساوی کپیسی ٹینس معلوم کریں۔ نیز ہر کپیسیٹر پر چارج اور پوٹینشل ڈفرینس کی مقدار بھی معلوم کریں۔

**(18 µF, 72 µC, 144µC, 12 V)**