باب 15

الیکٹرو سٹیٹکس
(ELECTROSTATICS)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- بیان کر سکیں کہ چارج کی دو اقسام ہیں؛ پوزیٹیو اور نیگیٹیو الیکٹرک چارج، اور یہ کہ چارج کی مقدار کولمب میں ماپی جاتی ہے
- بیان کر سکیں کہ مختلف قسم کے چارج ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں جبکہ ایک جیسے چارج ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں
- ایسے تجربات بیان کریں جو فرکشن سے الیکٹرو سٹیٹک چارج پیدا ہونے کو ظاہر کریں
- وضاحت کریں کہ ٹھوس اجسام کا فرکشن کے ذریعے چارج ہونا دراصل نیگیٹیو چارج (الیکٹرون) کے منتقل ہونے کا عمل ہے
- بیان کریں کہ ایک کنڈکٹر کو الیکٹرو سٹیٹک انڈکشن کے ذریعے کیسے چارج کیا جا سکتا ہے، اور پھر اسے ارتھنگ (Earthing) کے ذریعے کیسے ڈسچارج کیا جاتا ہے
- بیان کریں کہ الیکٹرک فیلڈ وہ علاقہ ہے جہاں الیکٹرک چارج پر فورس عمل کرتی ہے
- بیان کریں کہ کسی مقام پر الیکٹرک فیلڈ کی سمت وہی ہوتی ہے جس سمت میں اس مقام پر پوزیٹیو چارج پر فورس لگے
- سادہ الیکٹرک فیلڈ کے خاکے (Patterns) بیان کریں اور دکھائیں (جن میں سمت بھی شامل ہو):

  (الف) پوائنٹ چارج کے گرد

  (ب) چارج شدہ کنڈکٹنگ سفیئر کے گرد

  (ج) دو مخالف چارج شدہ متوازی کنڈکٹنگ پلیٹس کے درمیان
- الیکٹریکل کنڈکٹرز اور انسولیٹرز کی مثالیں بیان کر سکیں

الیکٹرو سٹیٹکس فزکس کی وہ شاخ ہے جو ساکن حالت میں موجود الیکٹرک چارجز کے مطالعے سے تعلق رکھتی ہے کہ الیکٹرک چارجز ایک دوسرے کے ساتھ کس طرح اثر انداز ہوتے ہیں اور وہ کس طرح کا الیکٹرک فیلڈ پیدا کرتے ہیں۔ الیکٹرو سٹیٹکس ہماری روزمرہ زندگی میں بڑی اہمیت رکھتی ہے۔ اس باب میں ہم ان موضوعات کا مطالعہ کریں گے: الیکٹرک چارج اور اس کی خصوصیات، الیکٹرو سٹیٹک انڈکشن، کولمب کا قانون اور الیکٹرک فیلڈ۔

www.ilmkidunya.com

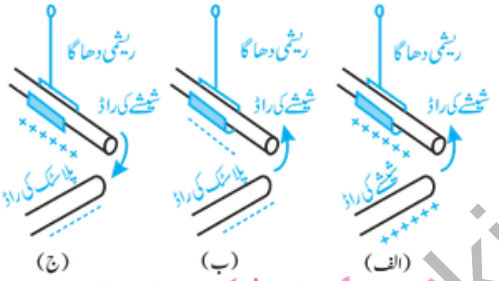
15.1 الیکٹرک چارج (Electric Charge)

شکل 15.1: خشک بالوں پر رگڑی گئی کنگھی کاغذ کے چھوٹے ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچتی ہے

جب ایک پلاسٹک کی کنگھی (یا راڈ) کو خشک بالوں پر رگڑا کر اسے کاغذ کے چھوٹے ٹکڑوں کے قریب لایا جائے تو وہ ان ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچتی ہے (شکل 15.1)۔ اسی طرح امبر کی راڈ (Amber rod) کو ریشم سے رگڑنے پر وہ بھی چھوٹے کاغذ کے ٹکڑوں کو کھینچ لیتی ہے۔

ہم اکثر میٹل کے دروازے کے ہینڈل کو چھونے پر ہلکا سا جھٹکا محسوس کرتے ہیں، خاص طور پر جب ہم گاڑی کی سیٹ پر سرک کر بیٹھیں یا مصنوعی قالین پر چلیں۔ ان تمام صورتوں میں الیکٹروسٹیٹک فورس الیکٹرک چارج کی وجہ سے عمل کرتی ہے۔ اشیا کے درمیان یہ کشش (Attraction) یا دفع (Repulsion) کا عمل ایک خاص خاصیت کی بنا پر ہوتا ہے، جسے الیکٹرک چارج کہتے ہیں۔ ہم پہلے پڑھ چکے ہیں کہ ماس ہر شے کی بنیادی خاصیت ہے۔ کم ماس والی چیز کم انرشیا رکھتی ہے جبکہ زیادہ ماس والی شے زیادہ انرشیا رکھتی ہے۔ بالکل اسی طرح ایک اور بنیادی خاصیت الیکٹرک چارج ہے۔ الیکٹرک چارج کی دو اقسام ہوتی ہیں؛ پوزیٹیو چارج اور نیگیٹیو چارج۔

ان کی موجودگی کو ایک سادہ تجربے کے ذریعے ثابت کیا جا سکتا ہے (شکل 15.2)۔ الیکٹرک چارج کا SI یونٹ کولمب (C) ہے۔



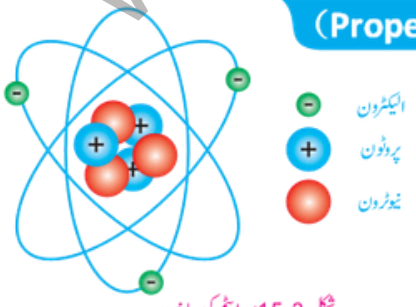
شکل 15.2: رگڑنے کے بعد شیشے کی راڈ اور پلاسٹک راڈ کے درمیان الیکٹروسٹیٹک اثرات

شکل 15.2 میں شیشے اور پلاسٹک کی راڈز کے درمیان الیکٹروسٹیٹک تعامل دکھائے گئے ہیں جو فرکشن کے ذریعے چارج کی گئی ہیں۔

(الف) دو شیشے کی راڈز کو ریشم سے رگڑنے کے بعد جب ایک دوسرے کے قریب لایا جاتا ہے تو دونوں راڈز پوزیٹیو چارج حاصل کرتی ہیں۔ چونکہ ایک جیسے چارج ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں، اس لیے دونوں راڈز ایک دوسرے کو دفع (Repel) کرتی ہیں۔ (ب) دو پلاسٹک کی راڈز کو جنہیں عام طور پر اُون یا کھال (Fur) سے رگڑا جاتا ہے، ایک دوسرے کے قریب لائی جائیں تو دونوں نیگیٹیو چارج حاصل کرتی ہیں۔ اسی اصول کے مطابق کہ ایک جیسے چارج ایک دوسرے کو دُور دھکیلتے ہیں، دونوں پلاسٹک راڈز بھی ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں۔

(ج) جب پوزیٹیو چارج شدہ شیشے کی راڈ (ریشم سے رگڑی ہوئی) کو نیگیٹیو چارج شدہ پلاسٹک راڈ (اون / کھال سے رگڑی ہوئی) کے قریب لایا جاتا ہے تو اس بار کشش پیدا ہوتی ہے، کیونکہ مختلف قسم کے چارج ایک دوسرے کو کھینچتے ہیں۔ یہ سادہ تجربات واضح طور پر بنیادی اصول کو ثابت کرتے ہیں کہ ایک جیسے چارج دفع کرتے ہیں جبکہ مختلف قسم کے چارج ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں۔

الیکٹرک چارج کی خصوصیات (Properties of Electric Charges)



شکل 15.3: ایٹم کی ساخت

مادّہ ایٹمز پر مشتمل ہوتا ہے، اور ہر ایٹم چھوٹے پارٹیکلز سے بنا ہوتا ہے۔ ان میں پروٹون پوزیٹیو چارج رکھتے ہیں اور نیوکلیس میں موجود ہوتے ہیں۔ الیکٹرون نیگیٹیو چارج رکھتے ہیں اور نیوکلیس کے گرد آربٹ میں گردش کرتے ہیں (شکل 15.3)۔ چونکہ ہر شے ایٹمز پر مشتمل ہے، اس لیے ہر شے پوزیٹیو، نیگیٹیو یا غیر چارج شدہ (Neutral) ہو سکتی ہے۔ چارج مٹیریلز کی ایک بنیادی خاصیت ہے

www.ilmkidunya.com

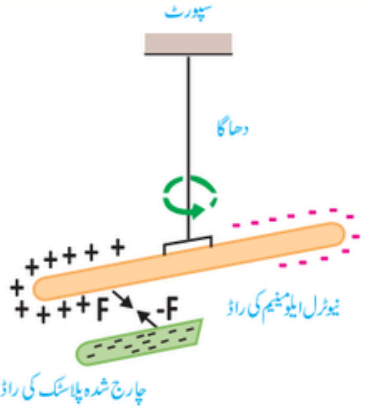
جوانہیں کو ایک دوسرے کو کشش یا دفع کرنے کا سبب بنتی ہے۔ چارج مختلف طریقوں سے ایک جسم سے دوسری جسم میں منتقل ہو سکتا ہے، جیسے فرکشن کے ذریعے، براہِ راست رابطے کے ذریعے، الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے ذریعے، ایک آئسولیٹڈ سسٹم (Isolated system) میں۔ کل چارج ہمیشہ مستقل رہتا ہے یہ نہ پیدا ہوتا ہے نہ تباہ ہوتا ہے، بلکہ صرف منتقل ہوتا ہے۔

15.2 الیکٹروسٹیٹک انڈکشن (Electrostatic Induction)

سرگرمی 15.1: جب ایک چارج شدہ پلاسٹک کی راڈ کو ایک لٹکی ہوئی غیر چارج شدہ ایلومینیم کی راڈ کے قریب لایا جاتا ہے تو دونوں ایک دوسرے کی طرف کھنچی ہیں، جیسا کہ شکل 15.4 میں دکھایا گیا ہے۔ ابتداء میں یہ محسوس ہوتا ہے کہ جیسے دونوں راڈز پر مخالف چارج موجود ہیں، لیکن حقیقت میں ایسا نہیں ہوتا۔ چارج شدہ پلاسٹک کی راڈ، ایلومینیم کی راڈ کے اندر موجود پوزیٹیو اور نیگیٹیو چارجز کی دوبارہ تقسیم (Redistribution) کا سبب بنتی ہے۔ اس تقسیم کی وجہ سے ایلومینیم کی راڈ چارج شدہ راڈ کی طرف کھنچتی ہے، لیکن اس کا مجموعی چارج پھر بھی صفر ہی رہتا ہے۔ یہ مشاہدہ ثابت کرتا ہے کہ صرف کشش کو دیکھ کر یہ طے نہیں کیا جاسکتا کہ کوئی شے چارج شدہ ہے یا نہیں۔ یہ عمل الیکٹروسٹیٹک کی ایک مثال ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

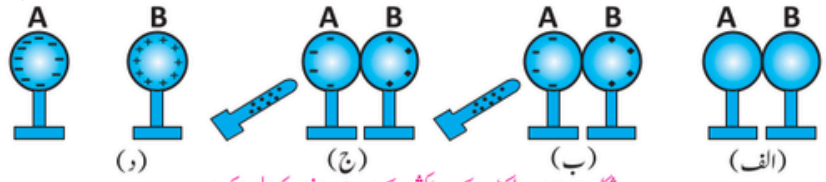
جب ایک چارج شدہ راڈ کو کسی کنڈکٹر کو بغیر چھوئے قریب لایا جاتا ہے تو کنڈکٹر پر بھی چارج آجاتا ہے۔ یہ الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کا حیرت انگیز اثر ہے۔



شکل 15.4: چارج شدہ پلاسٹک کی راڈ نیوٹرل ایلومینیم کی راڈ کو اپنی طرف کھینچتی ہے

سرگرمی 15.2 : میٹل کے دو سفیئرز (Spheres) A اور B لیں، اور انہیں انسولیٹڈ (Insulated) اسٹینڈز پر اس طرح رکھیں کہ دونوں ایک دوسرے کو چھو رہے ہوں، جیسا کہ شکل 15.5 (الف) میں دکھایا گیا ہے۔ اب ایک پوزیٹیو چارج شدہ راڈ کو سفیئر A کے قریب لائیں، جیسا کہ شکل 15.5 (ب) میں دکھایا گیا ہے۔ راڈ سفیئر A میں موجود نیگیٹیو چارجز کو اپنی طرف کھینچتی ہے اور پوزیٹیو چارجز کو دور دھکیلتی ہے۔ اس طرح سفیئر A کے اُس حصے پر جو راڈ کے قریب ہے نیگیٹیو چارج جمع ہو جاتا ہے، جبکہ سفیئر B کے دائیں حصے پر پوزیٹیو چارج ظاہر ہوتا ہے۔ یہ واضح کرتا ہے کہ مختلف قسم کے چارج ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں جبکہ ایک جیسے چارج ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

اب دونوں سفیئرز کو ایک دوسرے سے علیحدہ کر دیں، لیکن پوزیٹیو چارج شدہ راڈ کو سفیئر A کے قریب ہی رکھیں۔ جب آپ دونوں سفیئرز کا معائنہ کریں گے تو معلوم ہو گا کہ وہ مخالف چارج رکھتے ہیں، جیسا کہ شکل 15.5 (ج) میں دکھایا گیا ہے۔ راڈ کو ہٹا دینے کے بعد، چارج دونوں سفیئرز کی سطحوں پر یکساں طور پر پھیل جاتا ہے، جیسا کہ شکل 15.5 (د) میں دکھایا گیا ہے۔ اس پورے عمل میں دونوں سفیئرز پر برابر مقدار کے مخالف چارج پیدا ہوتے ہیں۔ اس مظہر کو انڈکشن کے ذریعے چارج کرنا (Charging by Induction) کہا جاتا ہے۔



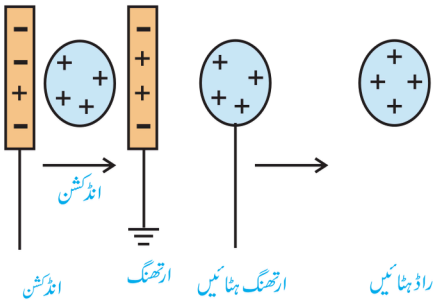
شکل 15.5: الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے ذریعے دو سفیئرز کو چارج کرنا

کسی چارج شدہ جسم کی موجودگی میں ایک کنڈکٹر (جو کسی بھی طرح زمین سے جڑا نہ ہو) رکھا جائے، تو اس کے ایک سرے پر پوزیٹیو چارج اور دوسرے سرے پر نیگیٹیو چارج پیدا ہو جاتا ہے۔ اس عمل کو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کہا جاتا ہے۔

www.imkidunya.com

انڈکشن کے ذریعے چارجنگ اور ارتھنگ (Charging by Induction and Earthing)

انڈکشن کے ذریعے چارجنگ وہ طریقہ ہے جس میں کسی کنڈکٹر کو براہِ راست چارج شدہ جسم سے چھوئے بغیر چارج کیا جاتا ہے۔ اس میں چارج شدہ جسم کے قریب آنے سے کنڈکٹر کے اندر موجود چارجز کی دوبارہ تقسیم ہوتی ہے۔ فرض کریں کہ ایک نیگیٹیو چارج شدہ راڈ کو ایک غیر چارج شدہ میٹل سفیئر کے قریب لایا جاتا ہے۔ راڈ کے نیگیٹیو چارج کی وجہ سے سفیئر کے اندر موجود آزاد الیکٹران دھکیل کر دور ہو جاتے ہیں، جس سے راڈ کے قریب والے حصّے پر پوزیٹیو چارج ظاہر ہوتا ہے اور دور والے حصّے پر نیگیٹیو چارج جمع ہو جاتا ہے۔ اس چارج کی علیحدگی کو ہی الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کہتے ہیں۔ ارتھنگ کسی کنڈکٹر کو زمین سے جوڑنے کا عمل ہے، تاکہ غیر مطلوبہ چارج زمین میں منتقل ہو جائے۔ جب راڈا بھی تک سفیئر کے قریب رکھا ہو تو سفیئر کے دور والے حصّے کو ایک تار کے ذریعے زمین (Earth) سے جوڑ دیا جاتا ہے (شکل 15.6)۔ چونکہ یہ حصّہ نیگیٹیو چارج شدہ ہوتا ہے، اس لیے الیکٹرونز زمین کی طرف بہہ جاتے ہیں، اور اضافی نیگیٹیو چارج ختم ہو جاتا ہے۔ جب زائد (unwanted) چارج زمین میں منتقل ہو جائے تو ارتھنگ کی تار ہٹا دی جاتی ہے۔ نیگیٹیو چارج نکل جانے کی وجہ سے سفیئر کے قریب والے حصّے پر پوزیٹیو چارج باقی رہ جاتا ہے۔ آخر میں جب چارج شدہ راڈ کو ہٹا دیا جاتا ہے تو سفیئر خالص پوزیٹیو چارج رکھتا ہے، حالانکہ اسے کبھی چھُوا نہیں گیا تھا۔ یہ عمل انڈکشن کے ذریعے چارجنگ کہلاتا ہے۔



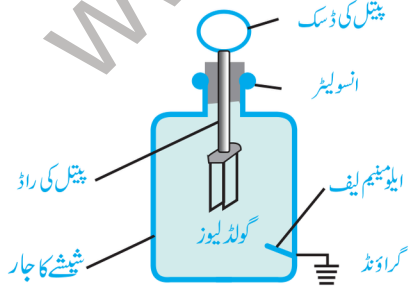
شکل 15.6: انڈکشن اور ارتھنگ کے ذریعے کنڈکٹر کو چارج کرنا

الیکٹروسکوپ (Electroscope)

گولڈ لیف الیکٹروسکوپ ایک حساس آلہ ہے جو الیکٹرک چارج کا پتہ لگانے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ یہ ایک پیتل کی راڈ پر مشتمل ہوتا ہے، جس کے اُوپر پیتل کی ایک ڈِسک لگی ہوتی ہے اور نیچے دو باریک سونے کے لیف (Leaf) لٹکے ہوتے ہیں، جیسا کہ شکل 15.7 میں دکھایا گیا ہے۔ پیتل کی راڈ ایک انسولیٹنگ میٹریل (Insulating material) سے گزرتی ہے، جو اسے اپنی جگہ پر مضبوطی سے تھامے رکھتی ہے چارجز ڈِسک سے لے کر لیوز (Leaves) تک آسانی سے منتقل ہو سکتے ہیں۔ اس کے علاوہ جار کے اندر، نچلے حصّے پر ایک پتلی ایلومینیم فوائل چسپاں کی جاتی ہے۔ جار کے اندر موجود ایلومینیم فوائل کو عموماً کاپر وائر کے ذریعے زمین سے جوڑا جاتا ہے، تاکہ گولڈ لیف کو باہر کے غیر ضروری الیکٹریکل اثرات سے محفوظ رکھا جا سکے۔ کسی جسم پر چارج موجود ہے یا نہیں، اس کا پتا لگانے کے لیے اس جسم کو غیر چارج شدہ الیکٹروسکوپ کی ڈِسک کے قریب لایا جاتا ہے۔ اگر جسم غیر چارج شدہ ہو تو لیوز میں کوئی حرکت یا پھیلاؤ پیدا نہیں ہوتا، جیسا کہ شکل 15.8 (الف) میں دکھایا گیا ہے۔ لیکن اگر جسم پوزیٹیو یا نیگیٹیو چارج شدہ ہو تو الیکٹروسکوپ کے لیوز پھیل جائیں گے۔ مثال کے طور پر اگر جسم نیگیٹیو چارج رکھتا ہو تو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کی وجہ سے ڈِسک پر پوزیٹیو چارج اور لیوز پر

ذہنی آزمائش

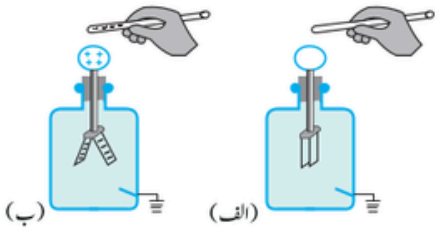
خشک بالوں پر غبارہ رگڑیں اور پھر اُسے دیوار کے قریب لائیں غبارہ دیوار سے چپک جاتا ہے لیکن ایسا کیوں ہوتا ہے؟



شکل 15.7: غیر چارج شدہ الیکٹروسکوپ

www.urdukidunya.com

نیگیٹیو چارج جمع ہو جاتا ہے، جیسا کہ شکل 15.8(ب) میں دکھایا گیا ہے۔ چونکہ دونوں لیوز ایک ہی قسم کا چارج رکھتے ہیں، لہٰذا وہ ایک دوسرے کو دفع (Repel) کرتے ہیں اور دور ہو جاتے ہیں۔ لیوز کے پھیلاؤ کی مقدار چارج کی مقدار کے حساب سے زیادہ یا کم ہوتی ہے۔ الیکٹروسکوپ کا استعمال کنڈکٹرز اور انسولیٹرز میں فرق کرنے کے لیے بھی کیا جا سکتا ہے۔ اس مقصد کے لیے چارج شدہ جسم کو ڈسک کے قریب لائیں، مگر چھونے نہ دیں۔ اگر لیف (جو پہلے سے پھیلے ہوئے ہیں) واپس سکڑ جائیں تو اس کا مطلب ہے کہ وہ میٹریل اچھا کنڈکٹر ہے، کیونکہ چارج اس کے ذریعے منتقل ہو جاتا ہے۔



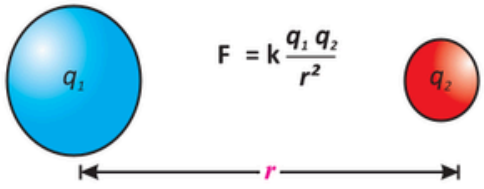
شکل 15.8: گولڈ لیف الیکٹروسکوپ سے چارج کا پتا لگانا

ذہنی آزمائش

جب چارج شدہ جسم الیکٹروسکوپ کو چھوئے بغیر اس کے قریب لایا جاتا ہے تو لیوز کیوں کُھل جاتے ہیں؟

15.3 کولمب کا قانون (Coulomb's Law)

الیکٹرک چارج ایک دوسرے کو دفع بھی کر سکتے ہیں اور کشش بھی۔ ان کے درمیان موجود اس فورس کو الیکٹروسٹیٹک فورس کہتے ہیں۔ چارلس کولمب نے 1785 میں ایسے تجربات کیے جن کی بنیاد پر اس نے دو الیکٹرک چارجز کے درمیان موجود فورس کی نوعیت اور مقدار بیان کی، اسے کولمب کا قانون کہتے ہیں۔ اس قانون کے مطابق:



شکل 15.9: کولمب کا قانون

دو پوائنٹ چارجز کے درمیان الیکٹروسٹیٹک فورس کی مقدار ان چارجز کی مقدار کے حاصل ضرب کے راست تناسب ہوتی ہے اور ان کے درمیان فاصلے کے مربع کے معکوس متناسب ہوتی ہے۔

فرض کریں دو چارجز q_1 اور q_2 ایک دوسرے سے فاصلہ r پر ہیں (شکل 15.9)۔

حسابی طور پر:

$$F \propto q_1 q_2 \quad .... (15.1)$$

اور

$$F \propto \frac{1}{r^2} \quad .... (15.2)$$

یا

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

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \quad .... (15.3)$$

یہاں k ایک تناسب کا مستقل ہے جو دو پوائنٹ چارجز کے درمیان الیکٹروسٹیٹک فورس کی انٹینسٹی کو بیان کرتا ہے۔ k کی قیمت اس میڈیم پر منحصر ہوتی ہے جو چارجز کے درمیان موجود ہو۔ خلاء یا ہوا میں k کی قیمت تقریباً $9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ ہوتی ہے۔ کولمب کا قانون بنیادی طور پر ان پوائنٹ چارجز پر لاگو ہوتا ہے جن کا سائز اُن کے درمیان فاصلے کے مقابلے میں بہت چھوٹا ہو۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

نیوٹن بمقابلہ کولمب

- مشابہ فارمولے، معکوس مربع کے قوانین
- گریویٹیشنل فورسز صرف کشش کی فورسز ہیں۔
- یہ بڑے اجسام اور زیادہ فاصلے کے لیے اہم ہیں۔
- الیکٹریکل فورسز کشش بھی کرتی ہیں اور دفع بھی۔
- چھوٹے اجسام اور کم فاصلے کے لیے اہم ہوتی ہیں۔

www.ilmkidunya.com

15.4 الیکٹرک فیلڈ (Electric Field)

ایک چارج دوسرے چارج پر ایک فورس لگاتا ہے۔ یہ فورس اس چارج کے آس پاس ہر جگہ موجود ہوتی ہے اور لامحدود فاصلے (Infinity) تک پھیلی ہوتی ہے، لیکن فاصلے کے بڑھنے کے ساتھ ساتھ اس کی انٹینسٹی کم ہوتی 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۔

حسابی طور پر:

$$E = k\frac{q}{r^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15.4)$$

فرض کریں کہ ایک ٹیسٹ چارج q_o کو ایک سورس چارج Q کے الیکٹرک فیلڈ میں لایا جاتا ہے، جیسا کہ شکل 15.10 میں دکھایا گیا ہے۔ سورس چارج، ٹیسٹ چارج پر ایک الیکٹرک فورس **F** لگائے گا۔

شکل 15.10: الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی

الیکٹروسٹیٹک فورس فی یونٹ ٹیسٹ چارج (یعنی پوزیٹیو چارج) جو کسی سورس چارج کے الیکٹرک فیلڈ میں لائے جانے پر اس پر لگتی ہے، الیکٹرک فیلڈ کی انٹینسٹی کہلاتی ہے۔

حسابی طور پر:

$$E = F/q_o \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (15.5)$$

الیکٹرک انٹینسٹی کا SI یونٹ $N\ C^{-1}$ (نیوٹن فی کولمب) ہے۔ الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے، یعنی اس میں مقدار بھی ہوتی ہے اور سمت بھی۔ کسی مقام پر الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی کی سمت ہوگی جو فورس کی ہوتی ہے۔

دلچسپ معلومات

اگر دو چارجز علامت میں ایک دوسرے کے مخالف ہیں (ایک پوزیٹیو، دوسرا نیگیٹیو) تو وہ ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں۔ اگر علامتیں تبدیل ہو جائیں مطلب دونوں پوزیٹیو ہوں یا دونوں نیگیٹیو، تو وہ ایک دوسرے کو دور دھکیلتے ہیں۔ فورس کی مقدار وہی رہتی ہے مگر سمت بدل جاتی ہے۔ یہ مثال دکھاتی ہے کہ کولمب کا قانون کس طرح کشش اور دفع دونوں صورتوں میں کام کرتا ہے۔

الیکٹرک فیلڈ لائنز (Electric Field Lines)

الیکٹرک فیلڈ کا تصور یہ ظاہر کرتا ہے کہ ایک چارج شدہ جسم اپنے آس پاس موجود دوسرے چارجز پر کس طرح اثر انداز ہوتا ہے۔ الیکٹرک فیلڈ ایک ویکٹر فیلڈ ہے، یعنی اس میں مقدار اور سمت دونوں ہوتی ہیں۔ کسی مقام پر الیکٹرک فیلڈ کی سمت وہی ہوتی ہے جس سمت میں وہاں رکھا ہوا پوزیٹیو ٹیسٹ چارج حرکت کرے گا۔ نیچے تین عام صورتوں کے لیے الیکٹرک فیلڈ کے پیٹرن وضاحت کے ساتھ دیے گئے ہیں:

(الف) پوائنٹ چارج کے گرد الیکٹرک فیلڈ
(Electric field around a point charge)

ایک پوائنٹ چارج کے گرد الیکٹرک فیلڈ ریڈیل (Radial) ہوتا ہے، یعنی

کیا آپ جانتے ہیں؟

الیکٹرک فیلڈز کو الیکٹرک فیلڈ لائنز کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے اور یہاں نقطے پر قوت کی سمت کو دکھاتی ہیں۔

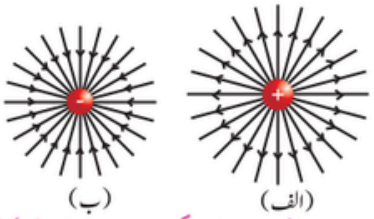
الیکٹرک فیلڈ کی سمت پوزیٹیو چارج سے نیگیٹیو چارج کی طرف ہوتی ہے۔

الیکٹرک فیلڈ لائنز (جنہیں الیکٹرک فلکس بھی کہا جاتا ہے) ایک دوسرے کو کراس نہیں کرتیں۔

الیکٹرک فیلڈ لائنز اس راستے کی نشاندہی کرتی ہیں جس پر ایک ٹیسٹ چارج الیکٹرک فیلڈ میں حرکت کرے گا۔

www.ilmkidunya.com

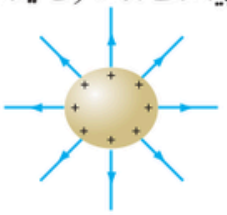
ہر سمت میں پھیلتا ہے ۔پوزیٹیو پوائنٹ چارج کے لیے (شکل 15.11۔الف) الیکٹرک فیلڈ لائنز باہر کی طرف جاتی ہیں۔یہ اس بات کی نشان دہی کرتی ہیں کہ اگر یہاں ایک پوزیٹیو ٹیسٹ چارج رکھا جائے تو وہ دُور دھکیلا جائے گا (Repulsion)۔نیگیٹیو پوائنٹ چارج (شکل 15.11۔ب) کے لیے الیکٹرک فیلڈ لائنز اندر کی طرف جاتی ہیں ۔ یہ ظاہر کرتی ہیں کہ پوزیٹیو ٹیسٹ چارج کو نیگیٹیو چارج اپنی طرف کھینچے گا۔ یہ نمونے یا ڈیزائن واضح کرتے ہیں کہ پوزیٹیو چارج دوسروں کو دھکیلتا ہے جبکہ نیگیٹیو چارج دوسروں کو کھینچتا ہے۔



شکل 15.11: آئسولیٹڈ پوزیٹیو اور نیگیٹیو پوائنٹ چارجز کے لیے الیکٹرک فیلڈ لائنز

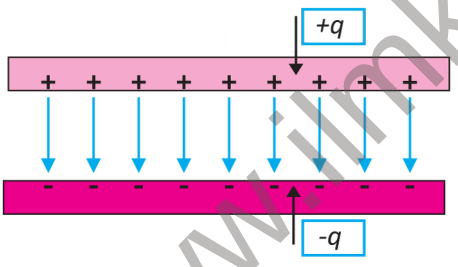
(ب) چارج شدہ کنڈکٹنگ سفیئر کے گرد الیکٹرک فیلڈ (Electric field around a charged conducting sphere)

ایک چارج شدہ کنڈکٹنگ سفیئر اپنی سطح پر چارج کو یکساں طور پر تقسیم کرتا ہے۔اس کے باہر پیدا ہونے والا الیکٹرک فیلڈ ایک پوائنٹ چارج کے فیلڈ جیسا ہوتا ہے۔ پوزیٹیو چارج کی صورت میں الیکٹرک فیلڈ لائنز باہر کی طرف نکلتی ہیں ، جبکہ نیگیٹیو چارج کی صورت میں یہ لائنز اندر کی طرف جاتی ہیں (شکل 15.12)۔ سفیئر کے اندر الیکٹرک فیلڈ صفر ہوتا ہے،کیونکہ سطح پر موجود چارج اس طرح ترتیب دے لیتے ہیں کہ اندرونی الیکٹرک فیلڈ مکمل طور پر ختم ہوجاتا ہے۔


شکل 15.12: پوزیٹیو چارج شدہ سفیئر پر چارج کی تقسیم

(ج) دو مخالف چارج شدہ متوازی کنڈکٹنگ پلیٹس کے درمیان الیکٹرک فیلڈ (Electric field between two oppositely charged parallel conducting plates)

جب دو بڑی متوازی کنڈکٹنگ پلیٹس کو برابر مقدار میں، مگر مخالف سمت کے چارج دیے جائیں تو ان کے درمیان ایک یونیفارم الیکٹرک فیلڈ بنتا ہے (شکل 15.13)۔الیکٹرک فیلڈ کی لائنز ہمیشہ پوزیٹیو پلیٹ سے نیگیٹیو پلیٹ کی طرف جاتی ہیں۔یہ لائنز ایک جیسی، سیدھی اور برابر فاصلے پر ہوتی ہیں، جو اس بات کو ظاہر کرتی ہیں کہ پلیٹوں کے درمیان الیکٹرک فیلڈ کی مقدار اور سمت ہر مقام پر یکساں رہتی ہے۔یہ یکسانیت پلیٹوں کے بڑے ہونے اور ایک دوسرے کے قریب ہونے کی وجہ سے ہوتی ہے، جس سے کناروں کے اثرات (Edge effects) بہت کم ہوجاتے ہیں۔



شکل 15.13: دو مخالف چارج شدہ متوازی پلیٹوں کے درمیان الیکٹرک فیلڈ

مثال: ایک پوائنٹ چارج $q = 10\ \mu C$ ہوا میں رکھا گیا ہے۔ $0.5\ m$ کے فاصلے پر الیکٹرک فیلڈ معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $k = 9 \times 10^9\ N\ m^2\ C^{-2}$ ؛ $q = 10\ \mu C$

$r = 0.5\ m$

معلوم کرنا: $E = ?$

ہم جانتے ہیں کہ: $E = k\ q / r^2$

قیمتیں درج کرنے پر:

$$E = (9 \times 10^9)\ (10 \times 10^{-6}) / (0.5)^2$$

$$E = 3.6 \times 10^5\ N\ C^{-1}$$

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایک چارج شدہ کنڈکٹنگ سفیئر کے اندر الیکٹرک فیلڈ ہمیشہ صفر ہوتا ہے۔اسی وجہ سے میٹل کی گاڑیوں یا ہوائی جہازوں کے اندر بیٹھے لوگ آسمانی بجلی گرنے کے دوران محفوظ رہتے ہیں۔

www.ilmkidunya.com

15.5 الیکٹرک چارجز کی کنڈکشن (Conduction of Electric Charges)

الیکٹریکل کنڈکٹرز (Electrical Conductor)

الیکٹریکل کنڈکٹرز وہ میٹریلز ہیں جن میں الیکٹرک چارج آسانی سے گزر سکتا ہے۔ان میں الیکٹران ڈھیلے بندھے ہوتے ہیں اور جب ان کو وولٹیج دی جائے تو یہ الیکٹرون آزادانہ حرکت کرنے لگتے ہیں، جس سے الیکٹرک کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔ الیکٹریکل کنڈکٹرز کی مثالیں میٹلز،جیسا کہ کاپر، ایلومینیم اور چاندی ، اسی طرح گریفائٹ اور الیکٹرولائٹس ہیں ۔

الیکٹریکل انسولیٹرز (Electrical Insulators)

الیکٹریکل انسولیٹرز وہ میٹریلز ہیں جو الیکٹرک کرنٹ کے بہاؤ میں مدد نہیں کرتے ۔ان میں الیکٹرون مضبوطی سے ایٹمز سے جکڑے ہوتے ہیں، اس لیے وہ آزادانہ حرکت نہیں کر سکتے اور ان میں الیکٹرک کرنٹ نہیں گزر سکتی۔الیکٹریکل انسولیٹرز کی مثالیں ہیں : ربڑ، پلاسٹک، شیشہ، لکڑی، سیرامکس ۔ یہ میٹریلز الیکٹرک کرنٹ کو کم کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں اور مختلف الیکٹریکل اپلائینسز میں حفاظتی کردار ادا کرتے ہیں۔

تجربہ: کنڈکٹرز اور انسولیٹرز کی پہچان کے لیے آیئے ایک تجربہ کرتے ہیں۔بیٹری، بلب، تاروں اور ایک خلا (gap) پر مشتمل سرکٹ بنائیں۔اس خلا میں مختلف چیزیں رکھ کر دیکھیں۔ مثلاً میٹل کی (Metal key) ، پلاسٹک کا چمچ، یا لکڑی کی چھڑی۔اگر بلب روشن ہو جائے تو یہ شے کنڈکٹر ہے اور اگر بلب روشن نہ ہو تو یہ شے انسولیٹر ہے۔یہ سادہ تجربہ روزمرہ کے میٹریلز کی پوشیدہ الیکٹریکل خصوصیات کو ظاہر کرتا ہے۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) لگائیں۔

15.1 جب آپ غبارے کو اپنے بالوں پر رگڑتے ہیں تو یہ لکڑی کی دیوار سے چپک جاتا ہے۔کون سا مظہر اس بات کی وضاحت کرتا ہے؟

(الف) الیکٹروسٹیٹک انڈیکشن (ب) کنڈکشن (ج) فرکشن (د) میگنیٹزم

15.2 جب دو مخالف چارجز ایک دوسرے کے قریب لائے جائیں تو:

(الف) وہ ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں (ب) وہ ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں

(ج) وہ ایک دوسرے کو غیر مؤثر کر دیتے ہیں (د) کوئی اثر نہیں ہوتا

15.3 کولمب کے قانون کے مطابق، جب دو مخالف چارجڈ اجسام کے درمیان فاصلہ بڑھتا ہے تو باہمی کشش:

(الف) کم ہوتی ہے (ب) زیادہ ہوتی ہے (ج) وہی رہتی ہے (د) معلوم نہیں کی جا سکتی

15.4 دو مخالف چارج شدہ میٹل پلیٹس کے درمیان والے علاقے میں میگنیٹک فیلڈ کے بارے میں کیا درست ہے؟

(الف) دونوں پلیٹس کے درمیان فیلڈ قریباً یونیفارم ہے (ب) پوزیٹیو پلیٹ کے قریب فیلڈ مضبوط ہے

(ج) نیگیٹیو پلیٹ کے نزدیک فیلڈ کمزور ہے (د) پلیٹس کے مرکز میں فیلڈ مضبوط ہے

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

15.1 کولمب کے قانون کو بیان کریں اور اس کی حسابی شکل لکھیں۔

15.2 الیکٹرک فیلڈ سے کیا مراد ہے؟

15.3 الیکٹریکل کنڈکٹرز اور الیکٹریکل انسولیٹرز کی دو دو مثالیں لکھیں۔

15.4 الیکٹروسٹیٹک انڈکشن سے کیا مراد ہے؟

www.ilmkidunya.com

15.5 جب ہم ایک جیسے اور مخالف الیکٹرک چارجز کو قریب لاتے ہیں تو کیا ہوتا ہے؟

15.6 میٹلز الیکٹرک کرنٹ کو کیوں گزرنے دیتی ہیں جبکہ پلاسٹک نہیں؟

3۔ تعبیری فکر کے سوالات

15.1 فرکشن سے کچھ میٹریلز الیکٹرون کیوں حاصل کرتے ہیں جبکہ کچھ الیکٹرون خارج کرتے ہیں؟ کون سی خاصیت اس طرزِ عمل کا تعین کرتی ہے؟

15.2 ایک چارج شدہ کنگھی کاغذ کے چھوٹے ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچتی ہے، لیکن کچھ دیر بعد وہ ٹکڑے واپس کیوں گر جاتے ہیں؟

15.3 اگر ایک غبارہ خشک بالوں پر رگڑ کر پانی کی باریک دھار کے پاس لایا جائے تو پانی اس کی طرف کیوں جھک جاتا ہے؟ اس سے پانی کی نوعیت کے بارے میں کیا پتا چلتا ہے؟

15.4 ایک کنڈکٹر اور ایک انسولیٹر کو الیکٹرک فیلڈ میں رکھا جائے تو دونوں کا طرزِ عمل کیسے مختلف ہو گا اور کیوں؟

15.5 خشک موسم میں جب ہم کسی میٹل کے دروازے کے ہینڈل کو چھوتے ہیں تو ہمیں کرنٹ کا جھٹکا کیوں محسوس ہوتا ہے؟

4۔ تفصیلی سوالات

15.1 کسی کنڈکٹر کو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے عمل سے کیسے چارج کیا جاتا ہے؟ وضاحت سے بیان کریں۔

15.2 اجسام کو فرکشن کے عمل سے کیسے چارج کیا جاتا ہے؟ وضاحت کریں۔

15.3 گولڈ لیف الیکٹروسکوپ کا اصول بیان کریں۔ یہ کس طرح جسم کے چارج کی نوعیت اور مقدار معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے؟

15.4 کولمب کے قانون سے ہم چارج شدہ پارٹیکلز کے درمیان تعامل کو کیسے سمجھ سکتے ہیں؟ ان کے درمیان فورس کو کون سے عوامل متاثر کرتے ہیں؟

15.5 الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی کے تصور کی وضاحت کریں۔ کسی پوائنٹ چارج اور متوازی پلیٹوں والے کپیسیٹرز کا الیکٹرک فیلڈ، فیلڈ لائنز کی مدد سے کیسے ظاہر کیا جا سکتا ہے؟

5۔ حسابی سوالات

15.1 ایک 25 μC پوزیٹیو ٹیسٹ چارج کو ایک الیکٹرک فیلڈ میں رکھا گیا ہے۔ اس پر 0.500 N کی فورس لگتی ہے۔ ٹیسٹ چارج کے مقام پر الیکٹرک فیلڈ کی مقدار معلوم کریں۔ $(2.0 \times 10^4\ N\ C^{-1})$

15.2 دو پوائنٹ چارجز $q_1 = 8\ \mu C$ اور $q_2 = 4\ \mu C$ کو 120 cm کے فاصلے پر رکھا گیا ہے۔ ان کے درمیان کولمب کی فورس معلوم کریں اور فورس کی نوعیت بھی بتائیں۔ (0.2 N، دھکیلنے کی سمت میں)

15.3 ایک پوائنٹ چارج $q = 10\ \mu C$ ہوا میں رکھا گیا ہے۔ چارج سے 0.5 m کے فاصلے پر الیکٹرک فیلڈ کی طاقت معلوم کریں۔ $(3.6 \times 10^5\ N\ C^{-1})$

15.4 اگر دو چھوٹے ایک جتنے چارج کیے گئے میٹل سفیئرز 3 cm فاصلے پر ہوا میں موجود ہوں تو وہ ایک دوسرے کو 0.5 N فورس سے دُور دھکیلتے ہیں۔ ہر سفیئر پر چارج معلوم کریں۔ (224 μC)

15.5 3.2 سینٹی میٹر فاصلے پر رکھے گئے دو چارجز پر 85 N فورس لگ رہی ہے۔ اگر ایک چارج 25 μC ہو تو دوسرے چارج کی مقدار معلوم کریں۔ (3.87 μC)

www.ilmkidunya.com