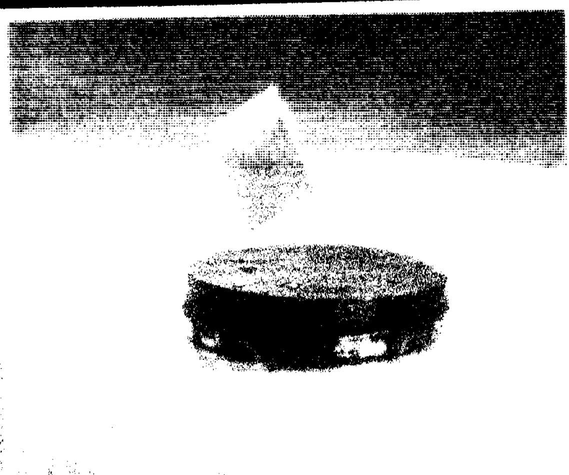
مکمّل موصلیت

مصنف : دلیپ۔ایم۔سالوی



مکمّل موصلیت

مصنف : دلیپ۔ ایم۔ سالوی

تصاویر : سُجاتا سیٹھ

سرورق : سُبیر رائے

ترجمہ : گوہر رضا

چلڈرن بک ٹرسٹ ☆ قومی کونسل برائے فروغ اردو زبان ☆ بچّوں کا ادبی ٹرسٹ

پہلا انگریزی ایڈیشن : 1990

پہلا اردو ایڈیشن : مارچ 2001

تعداد اشاعت : 3000

© چلڈرن بک ٹرسٹ نئی دہلی

قیمت : 10.00 روپے

This Urdu edition is published by the National Council for Promotion of Urdu Language, M/o Human Resource Development, Department of Education, Govt. of India West Block-I, R.K. Puram, New Delhi, by special arrangement with Children's Book Trust and Bachchon Ka Adabi Trust, New Delhi and printed at Indraprastha Press (CBT), New Delhi.

اڑنے والی ریل گاڑی، بہتر اور چھوٹے کمپیوٹر، بہت طاقت ور پھر بھی چھوٹی برقی موٹریں، سستی بجلی۔۔۔ فہرست لمبی ہے۔

آخر یہ کیسی ترقی ہے؟ یہ سب کچھ جلد ہی ممکن ہو گا اور وجہ ہو گی سائنس کی ایک کھوج جسے سُپر کنڈ کٹیویٹی، یا مکمل موصلیت 'کہتے ہیں۔ سُپر کنڈ کٹیویٹی ہر اس جگہ کام میں لائی جائے گی جہاں بجلی یا برقی توانائی استعمال ہوتی ہے۔ بجلی ان گنت چیزوں کو دن رات چلانے کے کام میں لائی جاتی ہے۔ ٹی۔ وی، ریڈیو، پنکھا، ریفریجریٹر، کارخانوں، کیمیا گھروں میں لگی ساری مشینیں۔ یہ استعمال کی چیزیں اور مشینیں سُپر کنڈ کٹیویٹی کے استعمال سے نہ صرف سستی ہو جائیں گی بلکہ زیادہ کارگر بھی ہوں گی۔ ہماری زندگی میں ایک انقلابی تبدیلی لائی جا سکے گی اور وہ بھی اتنے بڑے پیمانے پر کہ جتنے بڑے پیمانے پر ٹرانزسٹر یا لیزر بھی نہیں لا پائے۔ آج کل سائنس میں یہی تو اہم ہے۔ 1987 میں علم طبیعات (Physics) کے لیے نوبل انعام (Nobel Prize) کارل الیکس میولیر (Karl Alex Muller) اور جو نہینز جارگ بیڈناورز (Johannez Georg Bednorz) کو دیا گیا۔ جنہوں نے سُپر کنڈ کٹیویٹی میں کچھ شاندار کھوج بین کی تھی۔

آج دنیا بھر کے سائنس داں رات دن اپنی تجربہ گاہوں میں انسانیت کے مفاد کے لیے سُپر کنڈ کٹیویٹی کو استعمال میں لانے کی کوششوں میں جٹے ہوئے ہیں۔ جلد از جلد خاطر خواہ نتیجوں تک پہنچنے کے اس مقابلے میں ہندوستانی سائنس داں بھی پیچھے نہیں ہیں۔ حال میں سُپر کنڈ کٹیویٹی کے تجربات امریکہ میں کچھ اسکولوں کی تجربہ گاہوں میں کیے گئے تھے۔ جی ہاں اسکولوں کی تجربہ گاہ میں! تو پھر یہ سُپر کنڈ کٹیویٹی ہے کیا؟ یہ کیوں اتنی اہم ہے؟ اسے کس طرح اسکولوں میں پڑھایا جائے گا؟

اس کے بارے میں معلوم ہونا چاہیے کیوں کہ شاید عنقریب مستقبل میں یہ زندگی کے ہر شعبہ میں استعمال کی جانے لگے گی۔

آج سائنس دانوں میں سُپر کنڈکٹیویٹی پر تجربہ کرنا ایک فیشن بن گیا ہے۔ لیکن کچھ سال پہلے اگر کسی سائنس داں سے یہ پوچھتے کہ کیا وہ سُپر کنڈکٹیویٹی پر تجربہ کرنا پسند کرے گا تو وہ جواب دیتا نہیں۔ وہ اسے ایک مردہ مضمون کہتا۔

سُپر کنڈکٹیویٹی کی کھوج 1911 میں ہوئی۔ اور لگ بھگ 20 سال پہلے وہ سب کچھ جو اس کے بارے میں معلوم ہونا چاہیے تھا جانا جاچکا تھا۔ ایسا ہی کچھ یقین کیا جانے لگا تھا۔ مگر 1986 میں کی گئی ایک اکیلی کھوج نے سب کچھ بدل کر رکھ دیا اور پرانے 'مردہ مضمون' میں ایک نئی روح پھونک دی۔ یہ راکھ کے ڈھیر سے سمیرغ (Phoenix) کی طرح اٹھ کھڑا ہوا۔

اس مضمون کی طرف اب دنیا کے بہترین سائنس داں کھچے چلے آرہے ہیں۔ آج یہ نئے خیالوں اور امیدوں سے بھرا ہوا مضمون ہے۔ اور یہ سب ہوا کچھ اس طرح :۔

کہانی

اس کی شروعات صدی کے ابتدائی حصہ میں ایک سینئر (Senior) سائنس داں کے نقش قدم پر چلنے کے سلسلے میں ہوئی تھی۔ ایک ڈچ سائنس داں ہائکے کامیرلنگھ۔ اونیز (1853-1926) (Heike Kamerlingh - Onnes) نے اپنے ہم وطن نوبل لاریئٹ وان ڈر والز (Johannes van der was) (1837-1923) کے نقش قدم پر چلتے ہوئے گیسوں کا مطالعہ لائڈن یونی ورسٹی ہالینڈ میں کرنا شروع کیا۔ وہ بہت ہی کم درجہ حرارت پر گیسوں کا مطالعہ کررہے تھے۔ زیرو ڈگری سلسئس سے بہت کم درجہ حرارت پر جہاں پانی جم جاتا ہے۔

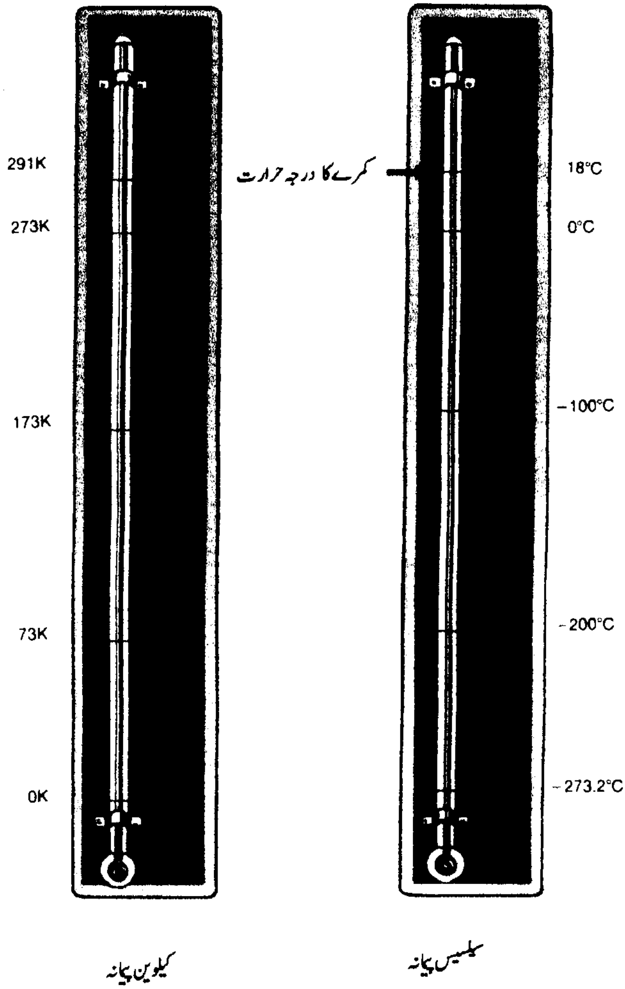
سلسئس (Celsius) درجہ حرارت ناپنے کا ایک پیمانہ ہے یہ ویسا ہی جیسے سنٹی میٹر (Centimetre) دوری ناپنے کا پیمانہ ہے۔ اس کی ایجاد ایک سویڈش سائنس داں اینڈرز سلسئس (Anders Celsius)(1701-1744) نے کی تھی۔ اس پیمانے میں دو اہم نقطے ہوتے ہیں۔ ایک وہ درجہ حرارت جس پر خاص حالات میں پانی جم جاتا ہے، اسے زیرو ڈگری مانا جاتا ہے اور دوسرا اہم نقطہ وہ ہے جس پر انہیں خاص حالات میں پانی بھاپ میں تبدیل ہونے لگتا ہے اس کو 100 ڈگری سیلسئس مانا جاتا ہے۔ ان دو نقطوں کی دوری کو سو برابر حصوں میں تقسیم کردیا جاتا ہے۔ انہیں 100 ڈگریاں کہتے ہیں۔ زیادہ تر گیس جیسے آکسیجن، نائٹروجن، کلورین بہت کم درجہ حرارت پر بھی گیس کی حالت میں ہی رہتی ہیں جہاں ان کی خصوصیات کا مطالعہ زیادہ باریکی سے درست حد تک کیا جاسکتا ہے۔

ہائکے کا میرلنگھ۔اونیز جنہوں نے سب سے پہلے ۱۹۱۱ء میں سپر کنڈکٹیویٹی دریافت کی تھی۔

کچھ عرصہ میں ہی ہائکے کا میرلنگھ۔اونیز نے گیسوں کو رقیق بنانا شروع کر دیا۔ اگر درجہ حرارت کم کرتے رہیں تو ساری گیسیں رقیق میں تبدیل ہو جاتی ہیں۔ مثال کے طور پر کلورین 35 ڈگری سیلسیئس یعنی زیرو ڈگری سے 35 ڈگری کم درجہ حرارت پر رقیق بن جاتی ہے، آکسیجن 183 ڈگری سیلسیئس پر رقیق بنتی ہے وغیرہ وغیرہ۔

ہیلئم پر کام

اس سائنس داں نے بہت ساری گیسوں کو رقیق میں تبدیل کیا مگر جب اُس نے ہیلئم کو رقیق بنانے کا بیڑا اٹھایا تو مشکلات کا سامنا کرنا پڑا۔ ہیلئم، ہائڈروجن کے بعد دوسری سب سے ہلکی گیس ہے۔ جسے غباروں میں بھرا جاتا ہے۔ انہوں نے اسے رقیق بنانے کی کوشش کی مگر ناکامی ہاتھ لگی۔ ہیلئم



درجہ حرارت کے دو پیمانے

نے شکل تبدیل کرنے سے انکار کر دیا۔ اپنی ساری ذہانت استعمال کر کے وہ درجہ حرارت گھٹاتے رہے اور آخر کار جب درجہ حرارت کو گھٹا کر 269 ڈگری سیلسیئس تک لے آئے تب کہیں جا کر ہیلئم رقیق میں تبدیل ہوئی۔ یہ ایک بڑا کارہائے نمایاں تھا جس کی خوشی دنیا نے انہیں 1913 میں علم طبیعات کا نوبل انعام دے کر منائی۔

کامیرلنگھ۔اونینز نے جس کم درجہ حرارت کا استعمال اپنی تجربہ گاہ میں کیا اس کا اندازہ اس سے لگایا جاسکتا ہے کہ سائبیریا میں سب سے زیادہ سردی کے دوران آج تک جو کم از کم درجہ حرارت رکارڈ کیا گیا ہے وہ صرف 68 ڈگری سیلسیئس ہے۔ کامیرلنگھ۔اونینز نے یہ فیصلہ کیا کہ وہ اتنے کم درجہ حرارت پر دھاتوں کا مطالعہ کریں۔ لیکن تب انہیں معلوم نہیں تھا کہ وہ ایک ایسی راہ چن رہے ہیں جس کو ہمیشہ ہمیشہ کے لیے یاد رکھا جائے گا۔

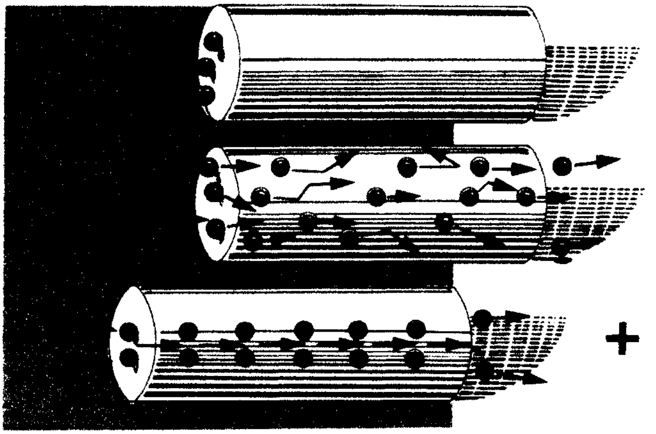
بہت کم درجہ حرارت جیسے 269 ڈگری سیلسیئس کے لیے ایک دوسرا کیلوین استعمال کرنا آسان ہوتا ہے۔ اس کا نام برطانوی سائنس داں لارڈ کیلوین (1824-1907) (Lord Kelvin) کے نام پر رکھا گیا ہے۔ جنہوں نے اسے ایجاد کیا تھا۔ اس کا زیرو ڈگری، سیلسیئس پیانہ پر 273 ڈگری کے برابر ہوتا ہے جسے 0^0K لکھتے ہیں۔ یہ وہ کم سے کم درجہ حرارت ہے جس تک پہنچا جاسکتا ہے۔ کسی بھی چیز کا درجہ حرارت اس سے کم ہو ہی نہیں سکتا۔

کامیرلنگھ۔اونینز نے پارے (Murcury) کا درجہ حرارت ایک ایسے برتن میں رکھ کر جس میں رقیق ہیلئم تھی 4 ڈگری کیلوین تک پہنچا دیا۔ اور اس کی خصوصیات کا مطالعہ کرنا شروع کیا۔ جب انہوں نے پارے میں سے بجلی گزاری تو چونکا دینے والے نتیجے سامنے آئے۔ دھات بجلی کے کرنٹ میں اسی طرح کی رکاوٹ ڈالتی ہے جس طرح پانی اپنے اندر چلنے والی کسی بھی چیز کے راستے میں رکاوٹ پیدا کرتا ہے۔ مگر کامیرلنگھ اونینز کے تجربہ میں بجلی اس دھات سے کچھ اس طرح گزری جیسے کوئی رکاوٹ ہی نہ ہو۔ دوسرے الفاظ میں دھات زبردست کنڈکٹر بن گئی یا یوں کہیں کہ سپر کنڈکٹر بن گئی۔

اس طرح سپر کنڈکیویٹی کی کھوج کرلی گی۔

زیرو (Resistance) مزاحمت

کامیرلنگھ۔اونینز یہ پتہ لگانے میں جٹ گئے کہ کیا دوسری دھاتیں بھی سپر کنڈکٹیویٹی دکھاتی ہیں۔ اور انہیں پتہ لگا کہ جستہ (Lead) اور ٹن بھی سپر کنڈکٹر بن جاتے ہیں یعنی یہ دونوں بھی اتنے کم درجہ



برقی روکا بہاؤ۔ بنیادی طور پر الکٹران (نیلے گیند) کا بہاؤ۔ تین طرح کی چیزوں سے (اوپر) حاجز (Insulator)، (بیچ) موصل (Conductor) اور نیچے سپر کنڈکٹر (Surperconductor)۔

حرارت پر یا بے حد ٹھنڈک میں بجلی کی رفتار کے لیے کوئی رکاوٹ پیدا نہیں کرتے۔ حالاں کہ اس طرح کے درجہ حرارت پیدا کرنا مشکل تھا یہ خیال کہ دھاتیں سپر کنڈکٹر ہو سکتی ہیں بہت کشش رکھتا تھا۔ کامیرلنگھ اونینز کو خود زیرو رکاوٹ والی دھاتوں کی موجودگی کی زبردست اہمیت کا احساس تھا۔ اس کا فوری استعمال تو طاقت ور مقناطیس یا سُپر مقناطیس بنانے میں تھا۔ بجلی کا بہاؤ دھاتوں میں ان کے ارد گرد مقناطیسی میدان پیدا کرتا ہے۔ اگر ایک ایسے تار کو مقناطیسی دھات کے چاروں طرف لپیٹ کر بجلی کی برق بہائی جائے تو وہ تب تک مقناطیس بنا رہتا ہے جب تک بجلی کا بہاؤ رہتا ہے اسے برقی مقناطیس کہتے ہیں۔ بجلی کا بہاؤ جتنا زیادہ ہوگا مقناطیس اتنا ہی زیادہ طاقت ور ہوگا۔

کامیرلنگھ اونینز نے بالکل صحیح سوچا تھا کہ سپر کنڈکٹنگ (ایسا تار جو سُپر کنڈکٹر کا بنا ہو) کے استعمال سے بے حد طاقت ور مقناطیس بنائے جا سکتے ہیں۔ انہوں نے خود سُپر مقناطیس بنانے کی کوشش کی مگر ناکام رہے۔

بہر حال ایک نئی راہ کھول دی۔ سائنس دانوں کو ان کے نقش قدم پر چلنا ہی تھا۔ طاقت ور مقناطیس کی ضرورت ہمیشہ ہی رہتی تھی کیوں کہ اسے ایٹم اور مولیکیول کا بنیادی ڈھانچہ سمجھنے کے تجربات کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے علاوہ سائنس داں کچھ زیادہ درجہ حرارت پر سُپر کنڈکٹر بنانا چاہتے تھے تا کہ انہیں زندگی کے دوسرے شعبوں میں استعمال کیا جا سکے۔

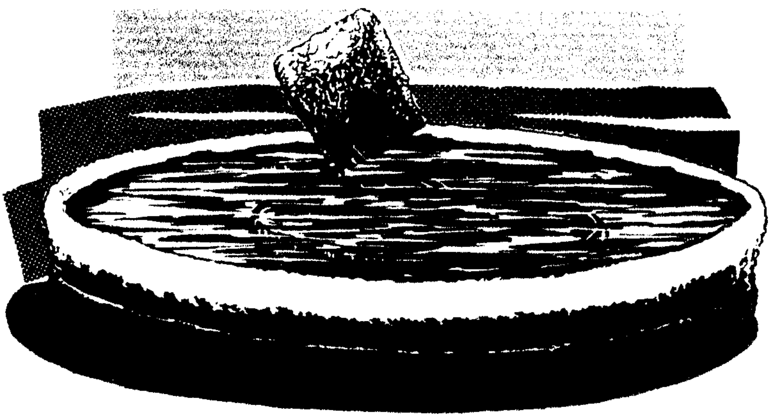
یورپ اور امریکہ کی تجربہ گاہوں میں ایسے سپر کنڈکٹر بنانے کے لیے محنت کی جانے لگی۔

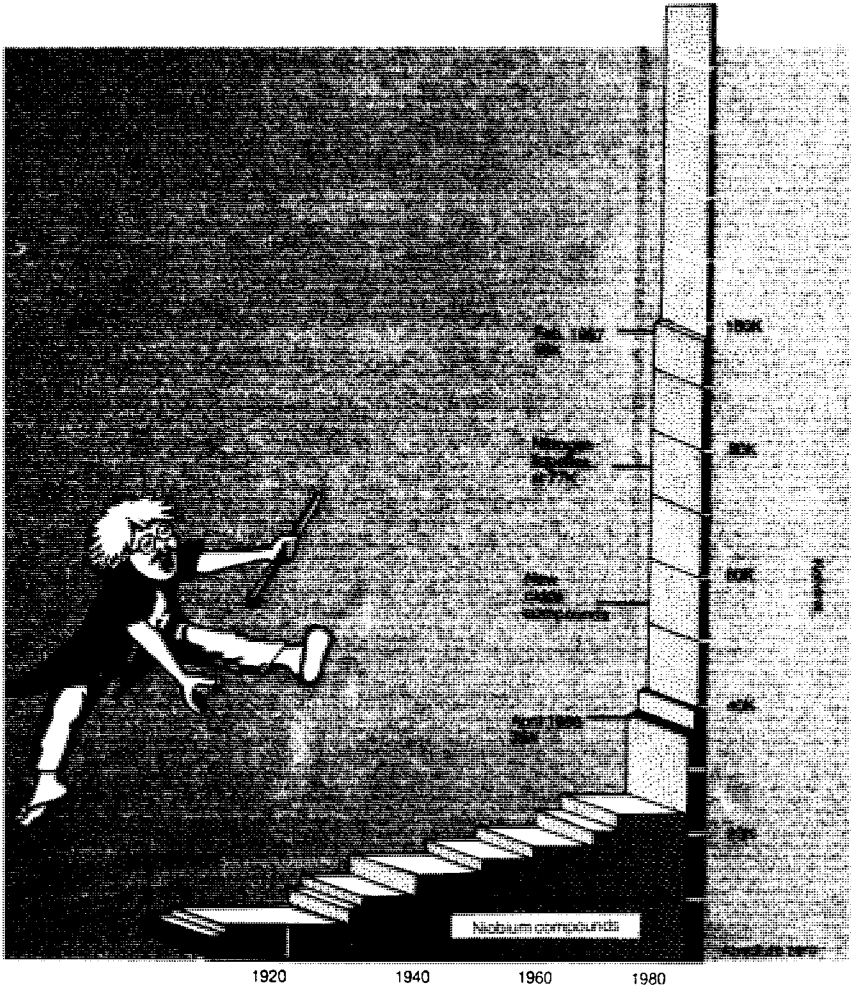
1933 میں والٹر مائسنر نے جو ایک جرمن سائنس داں تھے اپنی ٹیم کے ساتھ ایک اہم کھوج کی۔ وہ یہ تھی کہ سپر کنڈکٹر مقناطیسی میدان کو دفع (Repel) کرتے ہیں اسے میز نر اثر (Meissner effect) کے نام سے جانا جاتا ہے۔ آج کل تو یہ اس بات کے معلوم کرنے کے لیے کہ کیا کوئی چیز سپر کنڈکٹر بن گئی یا نہیں استعمال کیا جاتا ہے۔ یوں سمجھئے کہ یہ سپر کنڈکٹیویٹی پرکھنے کے لیے کسوٹی کا کام کرتا ہے۔ جب تک مائزنر 'اثر' نمایاں نہ ہو ہم کسی بھی چیز کو سپر کنڈکٹر نہیں کہہ سکتے۔ اس بیچ معلوم ہوا کہ بہت سی ایسی دھات اور ان کے (بھرت) Alloy ہیں جو سُپر سردیا بہت کم درجہ حرارت پر سُپر کنڈکٹنگ ہو جاتے ہیں۔

مشکلات کا سامنا

سُپر کنڈکٹیویٹی کی کھوج کو دسیوں سال بیت گئے اور سائنس داں بس نیوبیم اور جرمنیئم کا ایک بھرت (Alloy) کھوج سکے جو صرف 27 ڈگری کیلوین پر سپر کنڈکٹر بنتا ہے۔ یہ درجہ حرارت تو بس 23 ڈگری زیادہ تھا اس درجہ حرارت سے جس پر پارہ سپر کنڈکٹر بنا تھا۔ سائنس دانوں کی کاوشوں کے باوجود کچھ نے تو بیکٹیریا استعمال کر کے سُپر کنڈکٹر اگانے کی کوشش بھی کی۔ اس درجہ حرارت نے اوپر اٹھنے سے انکار کر دیا جس پر بھرت (Alloy) سُپر کنڈکٹر بنتے ہیں۔ اور اتنے کم درجہ حرارت پر بننے والے سپر کنڈکٹر بہت جگہوں پر استعمال کے لائق تھے اس لیے کہ اتنا کم درجہ حرارت قائم رکھنا بے حد مہنگا سودا تھا۔

مخالف مقناطیسی میدانوں کی وجہ سے سپر کنڈکٹر کے اوپر تیرتا ہوا مقناطیس کا ایک ٹکڑا۔ جسے مائنر اثر کہتے ہیں وہ ایک معیاری پیمانہ بن چکا ہے۔ یہ معلوم کرنے کے لیے کہ کیا کوئی چیز سپر کنڈکٹر بن گئی ہے یا نہیں۔





ہاں یہ گرم ہو رہا ہے! گرم سپر کنڈکٹرز، آخرکار

رقیق ہیلیم کافی مہنگی ہوتی ہے۔ وہ حاجز (Insulating Material) بھی بہت مہنگا ہوتا ہے، جس کی ضرورت اسے ٹھنڈا رکھنے کے لیے پڑتی ہے تاکہ یہ پھر گیس میں تبدیل نہ ہو جائے۔ اس طرح سُپر مقناطیس صرف ان تجربوں کے لیے بنائے گئے جہاں اس کے علاوہ کوئی اور چارہ نہیں تھا۔ سائنس دانوں کو یہ علم تھا کہ اگر ایسے سُپر کنڈکٹروں کی کھوج کرلی جائے جو 77 ڈگری کیلوین پر کام کرتے ہوں تو انہیں بہت طرح کے استعمال میں لایا جاسکتا ہے۔ رقیق ہائیڈروجن جو رقیق ہیلیم سے ہزار گنا سستی ہوتی ہے، 77 ڈگری کیلوین پر بننے والے سپر کنڈکٹروں کو ٹھنڈا کرنے کے لیے استعمال کی جاسکتی تھی اور اس درجہ حرارت کو قائم رکھنے کے لیے تھرمس فلاسک کافی تھا جو بہت سستا پڑتا۔

بہترین کوششوں کے باوجود امید کی کرن کا کہیں پتہ نہیں تھا۔ لگنے لگا کہ زیادہ درجہ حرارت پر کام کرنے والے سُپر کنڈکٹر کی تلاش کے لیے سب دروازے بند ہو چکے ہیں۔ سائنس دانوں کا یہ خواب کہ سُپر کنڈکٹر طرح طرح کے کاموں میں لائے جاسکتے ہیں ناممکن سا بن کر رہ گیا۔ یا یوں سمجھئے کہ یہی خیال تھا دسمبر 1986 تک۔

گرم سُپر کنڈکٹر

پچھلے کچھ عرصہ سے سائنس داں تیر اور تکّے لگا کر کچھ نئے سپر کنڈکٹر بنانے میں جٹے ہوئے تھے۔ دھیرے دھیرے کچھ اصول بن گئے جن پر یہ پرکھا جانے لگا کہ کون سی چیز سُپر کنڈکٹر بن سکتی ہے۔ اور کون سی نہیں۔

جب کارل الیکس میولر نے، جو جرمن سائنس داں تھے اور سوئزرلینڈ میں آئی بی ایم کی زیورچ ریسرچ لیبارٹیری میں کام کرتے تھے۔ 1983 میں یہ بیڑا اٹھایا کہ وہ سُپر کنڈکٹیوٹی کا مطالعہ کریں گے تو انہوں نے ان سب اصولوں کو طاق پر رکھ دیا اور نئے سرے سے کھوج بین شروع کی۔ انہیں یہ اندازہ ہو گیا تھا کہ جو طریقے استعمال ہو رہے تھے وہ کارگر نہیں ہوں گے کیوں کہ وہ درجہ حرارت جس پر سُپر کنڈکٹر کام کرتے ہیں۔ ہر دو سال میں صرف دو ڈگری ہی بڑھایا جا پا رہا تھا۔ وہ سائنس دان جو سُپر کنڈکٹیوٹی پر کام کر رہے تھے اور پرانے اصولوں کے پابند تھے ان کا مذاق اُڑانے لگے۔ مگر میولر بنا کسی کی پرواہ کیے ہوئے اپنے کام میں لگے رہے۔

ایک بار جب وہ چھٹی منا رہے تھے اور سسلی کے دورے پر تھے تو ایک نیا خیال ان کے ذہن میں بجلی

کی طرح کوند گیا۔ وہ ایرس میں دورِ وسطیٰ کی ایک مونیسٹری کے سامنے بیٹھے ہوئے تھے انہیں تب ہی اچانک یاد آیا کہ انہوں نے ایک رپورٹ پڑھی تھی جس میں ایک فرانسیسی سائنس داں نے زکر کیا تھا۔ سیرمیکس (Ceramics) میں سے بجلی کی برق گزرتی ہوئی معلوم کی گئی ہے۔ سیرمیکس وہ مٹی جو برتن بنانے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ کیمیائی طور پر سیرمیکس دھات اور آکسیجن کا کمپاؤنڈ (Compoud) ہیں جنہیں ہم میٹل آکسائڈ (Metal Oxide) کہتے ہیں۔

جب میولر اپنی تجربہ گاہ لوٹے تو انہوں نے اپنے نوجوان طالب علم جوہانز جارج بیڈنارز سے میٹل آکسائڈ میں سُپر کنڈکٹیویٹی تلاش کرنے کو کہا۔ ہزاروں آکسائڈ کمپاؤنڈ بنائے گئے، مختلف کیمیائی اشیاء کو الگ الگ مقدار میں ملا کر سُپر کنڈکٹیویٹی کی جانچ پڑتال کی گئی۔ بالکل پرانے وقتوں کے کیمیا گروں کی جادوئی، فلاسفر اسٹون، کی کھوج جیسا تھا۔

جوہانز جارج بیدنارز اور کارل الیکس میولر

دسمبر 1985 میں بہت کوششوں کے بعد میولر اور بیڈنارز نے ایک سیریمیک کمپاؤنڈ کھوج ہی لیا جو 35 ڈگری کیلوین پر سُپرکنڈکٹر بن جاتا ہے۔ یہ زبردست چونکا دینے والے نتیجے تھے اور وہ بھی ایک نئے کمپاؤنڈ سے ملے تھے۔ ایک ہی چھلانگ میں درجہ حرارت 27 سے 35 ڈگری کیلوین تک پہنچ گیا۔ کمپاؤنڈ مائزنر ایفیکٹ کی کسوٹی پر بھی پورا اترا۔

اس پر یقین کرنا مشکل تھا کیوں کہ پہلے ایک ڈگری درجہ حرارت بڑھ جانے کو بھی بہت بڑی بات سمجھا جاتا تھا۔ جہاں اس سُپر کنڈر کی کھوج ہوئی تھی اس تجربہ گاہ میں جشن منایا گیا۔

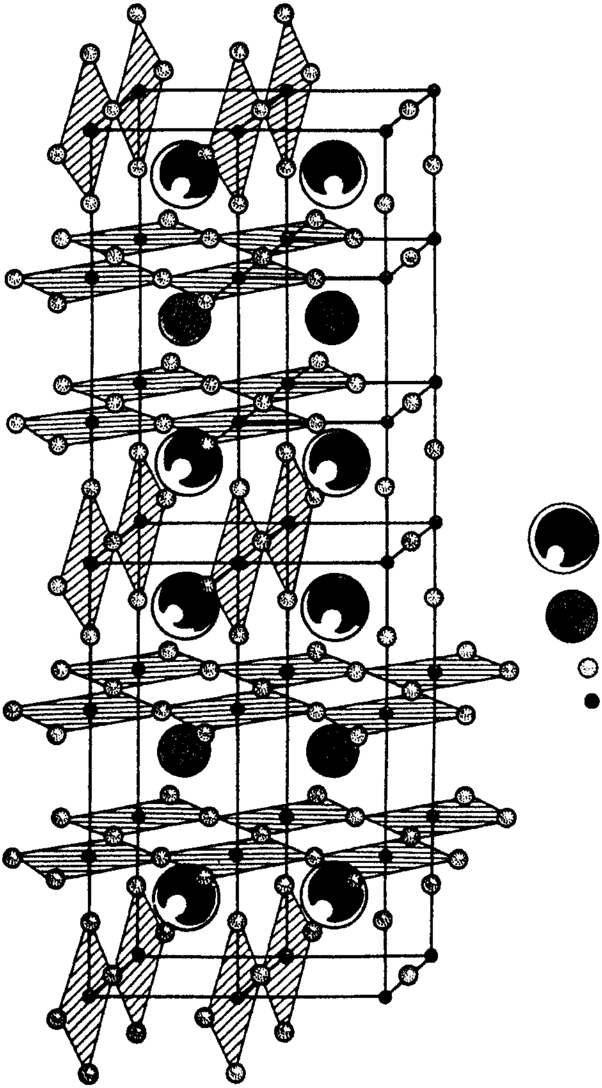
مگر میولر اور بیڈنارز نے سوچا کہ کہیں کچھ گڑبڑ ہے۔ انہوں نے اپنی کھوج کا اعلان کرنے سے پہلے دوبارہ جانچ کرنے کا فیصلہ کیا۔ اس سے پہلے کئی دعوے غلط ثابت ہو چکے تھے۔

چھ مہینے کی اچھی طرح جانچ پڑتال کے بعد انہوں نے اپنی کھوج کی رپورٹ ایک جرمن جرنل زائٹ شرفٹ فیور فیزیک (Zeitschrift fur Physik) میں بھیج دی۔ جرنل کو اسے چھاپنے میں اور پانچ مہینے لگ گئے۔ کسی نے اس پر دھیان نہیں دیا اور وجہ یہ تھی کہ جرنل جرمن زبان میں شائع ہوتا تھا۔ میولر اور بیڈنارز نے سوچا کہ انہیں کسی نے سنجیدگی سے نہیں لیا۔ ایسی رپورٹیں اکثر جرنلز میں چھپتی رہتی تھیں جو غلط ثابت ہوتی تھیں۔ مگر کچھ مہینوں بعد امریکہ میں ایک کانفرنس کے دوران ان کی کھوج کو تسلیم کر لیا گیا اور تب دینا بھر میں وہ سرخی بن کر شائع ہوئی۔

توثیق (Confirmation)

امریکی ہاوسٹن یونی ورسٹی کے سائنس دانوں کی ٹیم جس کی قیادت پال چو (Paul Chu) کر رہے تھے نے نہ صرف میولر اور بیڈنارز کی کھوج کو صحیح بتایا بلکہ اور بھی زیادہ 'گرم' سپر کنڈکٹر کی کھوج کر ڈالی۔ ان کی کھوج پوری انسانیت کے لیے دل چسپی کا مرکز بن گئی۔ ان کا "گرم" سپر کنڈکٹر کچھ تبدیلیوں کے بعد زندگی کے بہت سے شعبوں میں استعمال ہو سکتا تھا۔ ایک سپر کنڈکٹر جو عام درجہ حرارت پر کام کرتا ہو اب حقیقت کے بہت قریب لگنے لگا تھا۔

سائنس داں اب اس صحیح سپر کنڈکٹر کی تلاش میں لگ گئے جو کسی بھی دوسری دھات یا الوئے کی طرح عام زندگی میں استعمال کیا جا سکتا تھا۔ اس کھوج کی اہمیت کو سمجھتے ہوئے ۱۹۸۷ء کا علم طبیعات کا نوبل پرائز میولر اور بیڈنارز کو دیا گیا۔ یہ پہلی بار ہوا تھا کہ یہ عظیم انعام سائنس دانوں کو ان کی کھوج کے ایک سال کے اندر ہی مل گیا۔ بیڈنارز مشکل سے چالیس سال کے تھے اور اس طرح وہ سب سے کم عمر میں یہ انعام حاصل کرنے والے سائنس داں بن گئے۔



پہلا گرم سپر کنڈکٹر، یٹریم، بیریم، کاپر، آکسیجن مرکب میں ایٹم کی اندرونی ترتیب۔

عملی پہلو

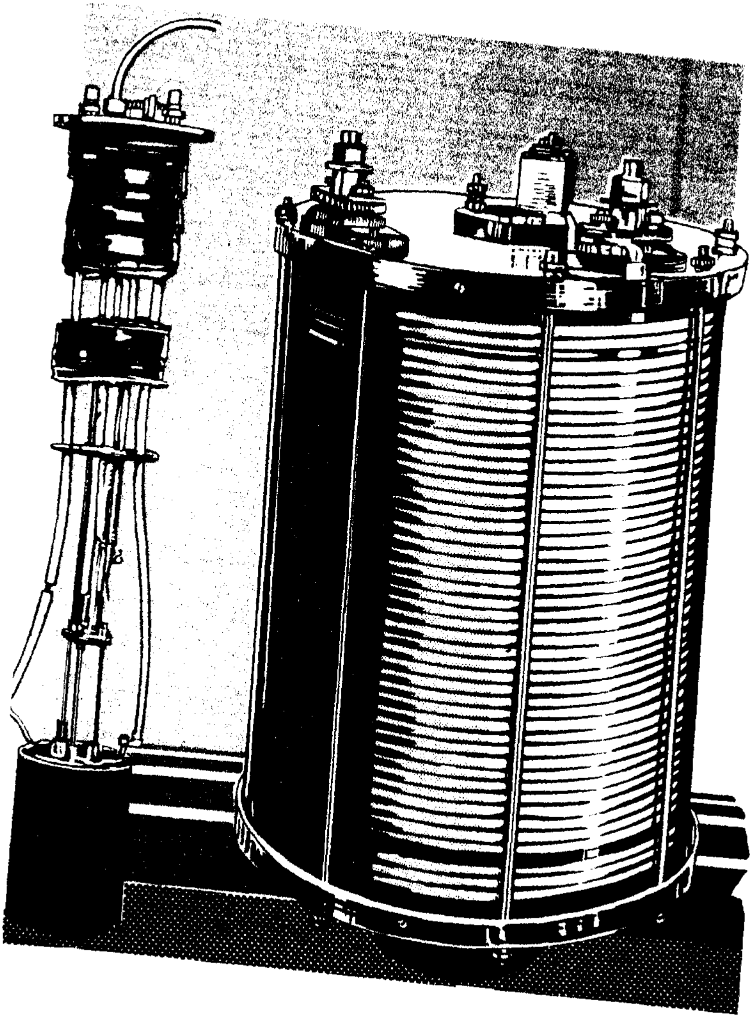
میولر اور بیڈ نارز کا یہ گرم سُپر کنڈکٹر لینتھینم (Lanthanum) کا پر (Copper) اور آکسیجن (Oxygen) کو ملا کر بنا تھا۔ اس کا کیمیائی فارمولا ہے La1Ba2Cu3ox۔ جہاں x=7 ہے۔ اب اسے عام طور پر کمپاؤنڈ کے نام سے جانا جاتا ہے۔ جب پال نے اسے دباؤ کے حالات میں بنایا تو درجہ حرارت بڑھ کر 52 ڈگری کیلوین پر پہنچ گیا۔

انھوں نے اور ان کی ٹیم نے ایک اور سپر کنڈکٹر کی کھوج کرلی۔ انھوں نے لینتھینم کو یٹریئم (Ytterium) سے بدل دیا۔ اور یہ نیا سُپر کنڈکٹر 98 ڈگری کیلوین پر کام کرنے لگا۔ نئی کھوج نے سُپر کنڈکٹر کو ایسے دائرہ میں لا کھڑا کیا جہاں انھیں عام زندگی میں استعمال کیا جاسکتا تھا کیوں کہ اب کم خرچہ پر نائٹروجن کو ٹھنڈا کرنے اور ٹھنڈا رکھنے دونوں کے لیے استعمال میں لایا جاسکتا تھا۔

آج ساری دنیا میں بہتر اور گرم سپر کنڈکٹر کے لیے کھوج جاری ہے اور ہندوستان میں بھی یہ کھوج چل رہی ہے۔ گرم سُپر کنڈکٹر کو اب اسکول کالج کی تجربہ گاہ میں آسانی سے بنایا جاسکتا ہے۔ نہ تو انھیں بنانے کے لیے کسی خاص سازو سامان (Equipment) کی ضرورت ہے اور نہ ہی مہنگی کیمیائی اشیا کی۔ سب کیمیائی اشیا کو صحیح مقدار میں کھرل میں ڈال کر پیستے ہیں اور پھر پانی گھول کر نتھار لیتے ہیں۔ تہہ میں جمے ہوئے گھول کو ایک خاص درجہ حرارت پر بھٹی میں گرم کیا جاتا ہے۔ رقیق نائٹروجن کسی بھی ویلڈنگ کرنے والے یا سرجن کی دکان سے لے کر تھرمس میں رکھی جاسکتی ہے۔ بنائے ہوئے سُپر کنڈکٹر کو مائنز رافیکٹ کے لیے پرکھا جاتا ہے۔ آج کے دور میں رقیق نائٹروجن سے بھرے پیالے پر تیرتا ہو مقناطیس کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا سُپر کنڈکٹیویٹی کی علامت بن گیا ہے۔

ہندوستان میں

ہندوستانی سائنس داں جو مختلف تجربہ گاہوں اور انسٹی ٹیوٹس (Institutes) جیسے، نیشنل فزیکل لیباریٹری (National Physical Laboratory) دہلی، نیشنل کیمیکل لیباریٹری (National Chemical Laboratory) پونے، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف سائنس (Indian Institute of Science) بنگلور، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (Indian Institute of Technology) مدراس، ٹاٹا انسٹی ٹیوٹ آف فنڈامینٹل ریسرچ (Tata Institute of Fundamental research) بمبئی، اور دوسری بہت ساری



سپر کنڈکٹر نے بے حد طاقت ور سپر مقناطیس کو ممکن بنادیا ہے۔ بائیں طرف دکھایا ہوا سپر مقناطیس نیشنل فیزیکل لیباریٹری، دہلی میں بنایا گیا۔

یونی ورسٹیوں میں سُپر کنڈکٹیویٹی کا مطالعہ کیا جارہا ہے۔ کچھ اور زیادہ گرم سپر کنڈکٹر دریافت بھی کر لیے گئے ہیں۔

ہندوستان کی سرکار نے سائنس دانوں کی ایک اہم انجمن پراجیکٹ مینجمینٹ بورڈ (Project Management Board) کی تشکیل کی ہے جس کی قیادت ایک جانے مانے سائنس داں کر رہے ہیں۔ اس کا مقصد ہے کہ یہ سپر کنڈکٹیویٹی کے مطالعے کو بوسٹ (Boost) کرنے، اس کی ترقی کی دیکھ ریکھ اور ملک کی ضرورتوں کے مدِ نظر اس کے استعمال کا تعیّن کرنا۔ سُپر کنڈکٹیویٹی کے مطالعہ کے لیے خاص طور پر مالی امداد کی یقین دہانی بھی کی گئی ہے۔

استعمال

جب بجلی کسی عام کنڈکٹر یا دھات میں سے گزرے تو وہ اس کے راستے میں رکاوٹ پیدا کرتی ہے۔ جسے رزسٹینس کہتے ہیں۔ اس طرح بہت سی برقی توانائی (بجلی) اس رکاوٹ پر قابو پانے میں خرچ یا ضائع ہو جاتی ہے اسی طرح جیسے تیرنے میں تیراک کی توانائی پانی کی رکاوٹ کی وجہ سے خرچ ہوتی ہے۔ یہ توانائی گرمی کی شکل میں ضائع ہوتی ہے۔ سُپر کنڈکٹر میں ایسا کچھ نہیں ہوتا یہ کوئی رکاوٹ پیدا نہیں کرتا۔ نہ تو توانائی ضائع ہوتی ہے اور نہ ہی کوئی گرمی پیدا ہوتی ہے۔ تو ان دونوں خصوصیات کا استعمال بڑے پیمانے پر کیا جاسکتا ہے۔

بجلی فیکٹریوں اور مکانوں تک زمین دوز یا سر کے اوپر سے جانے والے تاروں کے ذریعہ پہنچائی جاتی ہے۔ یہ یا تو کوئلہ بجلی گھر، یا پھر باندھ کے پاس یا نیوکلیائی بجلی گھروں میں بنائی جاتی ہے اور پھر شہروں قصبوں اور گاؤں تک پہنچائی جاتی ہے۔ اس دوران یعنی بجلی گھروں سے ضرورت کی جگہوں تک پہنچانے میں بجلی کا ایک بڑا حصہ لگ بھگ پانچواں حصہ ضائع ہو جاتا ہے۔ اگر عام تاروں کی جگہ مشینوں میں اور بجلی ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے کے لیے سُپر کنڈکٹر استعمال کیے جائیں تو یہ نقصان روکا جاسکتا ہے اور اس بچت کو بہتر کاموں میں استعمال کیا جاسکتا ہے۔

اگر سُپر کنڈکٹر سے بنایا ہوا تار دھات کے چاروں طرف لپیٹ کر مقناطیس بنایا جائے تو وہ بہت طاقت ور ہوگا۔ مقناطیسی میدان (Magnetic field) کا تبادلہ گھومنے والی چال پیدا کرتا ہے جس سے بجلی کی موٹر چلتی ہیں اور دوسری طرف یہی مقناطیسی تبادلہ ٹربائین اور ڈائنامو کے چلنے پر بجلی پیدا کرتا ہے۔ اگر مقناطیسی طاقت کو بڑھایا جائے تو بجلی کی موٹر یا جنریٹر اتنی ہی طاقت پیدا کرنے کے لیے درکار ہوگا۔ بجلی کی موٹریں جو پنکھے، چکّی، پانی کے پمپ، ریفریجریٹر اور جنریٹر یا ڈائنامو جو بجلی پیدا کرنے میں بہت چھوٹے اور زیادہ کارگر ہیں بنائے جانے لگیں گے۔

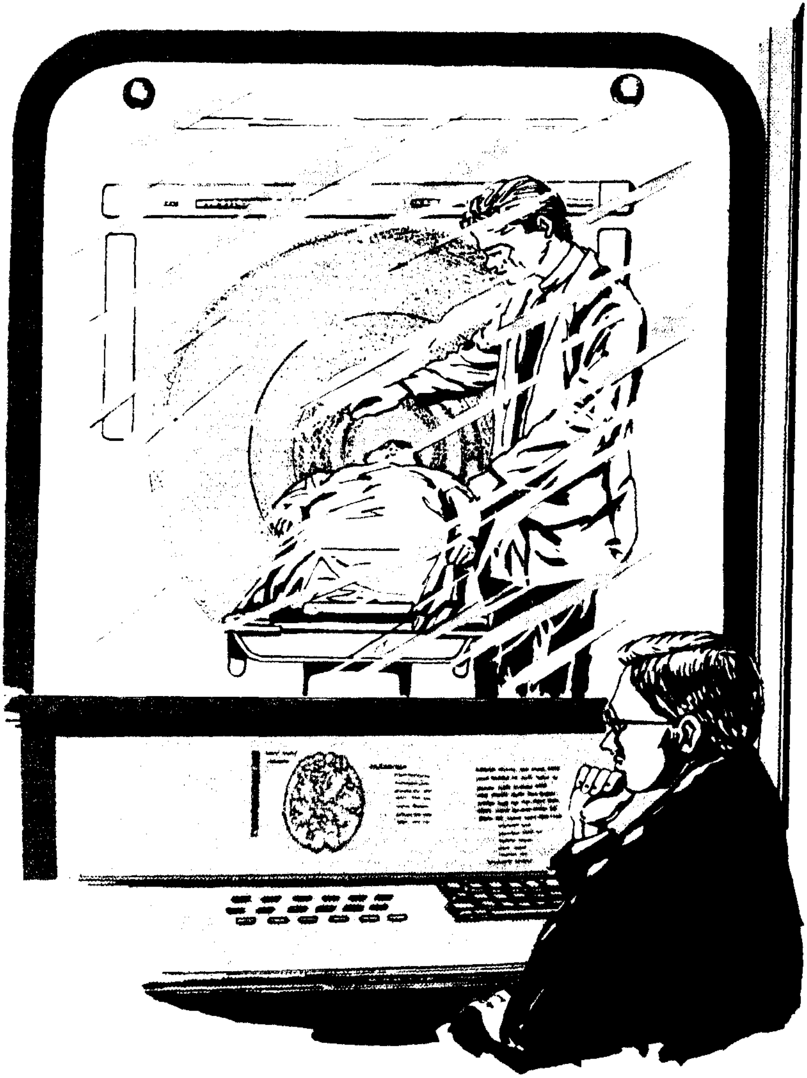
ساٹھ کی دہائی سے ہی مہنگی ہیلیئم کے ذریعہ ٹھنڈے ہونے والے سُپر مقناطیس سائنسی تجربات کے لیے استعمال کیے جاتے رہے ہیں۔ آسمان کو چھوتی ہوئی قیمت کے باوجود یہ استعمال کیے جاتے ہیں۔ کیوں کہ اس کے علاوہ کوئی چارہ نہیں۔ اسی طرح کچھ ایسی ضرورتوں کے لیے جہاں طاقت ور مقناطیس کی موجودگی اہم ہوتی ہے۔ ان مقناطیسوں کا استعمال ضروری ہو گیا۔ اگر رقیق نائٹروجن کے درجہ حرارت پر سُپر کنڈکٹر دستیاب ہو جائیں تو ایسی ساری ضرورتوں کو ایک فوری سہارا مل جائے گا۔

سُپر مقناطیس

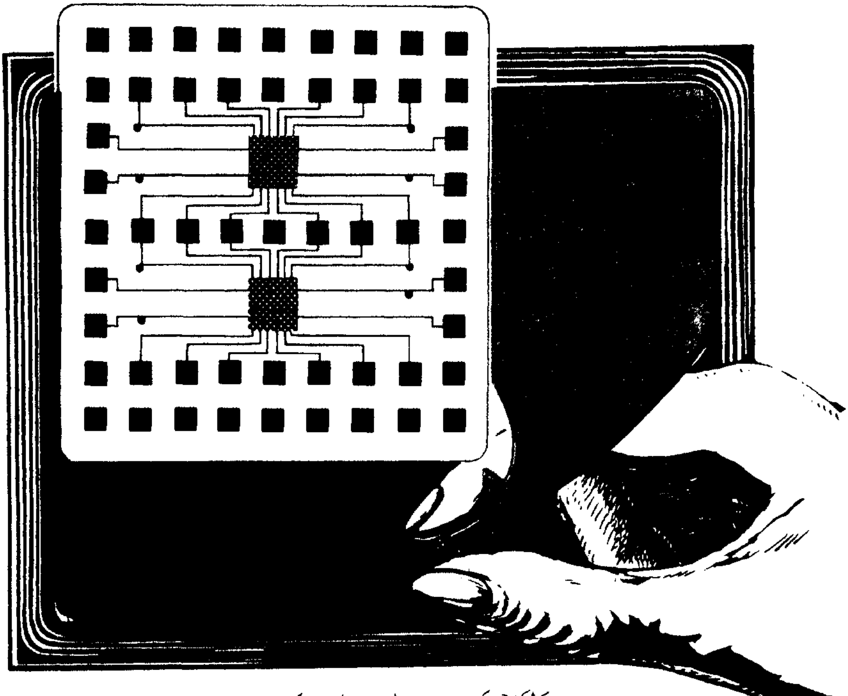
مثال کے طور پر سائنس داں اپنی تجربہ گاہوں میں مصنوعی سورج بنانے کی کوشش کر رہے ہیں۔ مگر ایسے سورج کو سنبھالنے کے لیے کچھ بھی موجود نہیں کیوں کہ ۴ کروڑ یا اس سے زیادہ ڈگری سیلسیئس پر ہر چیز پگھل جاتی ہے۔ ایسے سورج کو سنبھالے رکھنے کے لیے سُپر مقناطیس کے ذریعہ ایک "مقناطیسی بوتل" بنانے کی کوشش کی جارہی ہے جس میں مصنوعی سورج کو رکھا جاسکے۔ یہ مانا جاتا ہے کہ ایسا سورج انسانیت کے لیے بہت بڑی مقدار میں توانائی پیدا کر سکتا ہے۔ نئے گرم سُپر کنڈکٹر اس تجربہ کو کم خرچہ میں ممکن کر کے بڑی مقدار میں توانائی پیدا کرنے کی راہ کھول سکتے ہیں۔

سُپر مقناطیس کو 'میگ لیو' (Maglevs) یعنی مقناطیسی طاقت سے اوپر اٹھائی گئی گاڑیاں(Magnetically levitated Vehicles) بنانے میں بھی استعمال کیا گیا ہے، جن پر جاپان اور جرمنی میں سائنس داں تجربات کر رہے ہیں۔ ایسی گاڑیاں مقناطیسی شعاعوں کے گدوں پر تیرتی ہیں اور انھیں کی مدد سے اُنھیں ایک خاص راستہ پر چلایا بھی جاتا ہے۔ یہ گاڑیاں بہت تیز رفتار ہوتی ہیں کیوں کہ ان کے پہیے تو ہوتے نہیں اور یہ مقناطیسی کشش کی وجہ سے اپنے راستہ سے زیادہ رفتار ہونے پر بھی کبھی بھٹکتی نہیں۔ اگر سُپر کنڈکٹر مہیا ہوں تو ایسی گاڑیاں بنانا سستا ہو جائے گا اور سارے ممالک انھیں خرید کر اپنے اپنے یہاں چلایا ئیں گے۔

کئی مرض کی تشخیص کرنے والے آلہ میں بھی سُپر مقناطیس استعمال ہوتا ہے۔ ایک آلہ اسکوئیڈ (Squid, Superconducting Quantum Interference Device) جس کی ایجاد حال ہی میں ہوئی ہے سُپر کنڈکٹر کے استعمال سے دماغ یا بدن میں ہونے والے بے حد کمزور مقناطیسی میدان(Magenetic field) میں بدلاؤ کا پتا لگا کر مرض دریافت کرنے کے کام آتا ہے۔ گرم سُپر کنڈکٹر کی وجہ سے ایسے سارے آلے اسپتالوں میں بہت کم



سپر کنڈکٹروں نے بیماریوں کی تشخیص کے لیے طبی آلے بنانا ممکن کر دیا ہے۔



سپر کنڈ کٹر جن کی وجہ سے چھوٹے اور تیز چلنے والے کمپیوٹر بنائے گئے۔

داموں پر دستیاب ہو پائیں گے۔ اسکوئیڈ (Squid) کا استعمال زمین کے گذشتہ اور موجودہ مقناطیسی میدان (Magnetic field) کا باریکی سے مطالعہ، ارضیاتی کمزوریوں (Geological faults) کا پتا چلانا اور تیل کے کنویں دریافت کرنے کے لیے بھی کیا جاسکتا ہے۔
جوزفسن جنکشن (Jodeph son Junction) جس کا نام برطانوی سائنس دان برائین جوزفسن (Brian Josephson) کے نام پر رکھا گیا، ایک ایسا آلہ ہے جسے نہایت تیزی کے ساتھ بجلی کی برق کو جوڑنے (On) اور توڑنے (Off) والے سوئچ (Switch) کی طرح استعمال کیا جاسکتا ہے۔ مگر ایسا سوئچ صرف سُپر کنڈ کٹر میں ہی کام کر سکتا ہے۔ کیوں کہ سُپر کنڈ کٹر کو کم درجہ حرارت پر لگاتار رکھنا بہت مہنگا پڑتا ہے اس لیے جوزفسن جنکشن کا استعمال کمپیوٹر کی رفتار اور زیادہ تیز کرنے کے لیے کبھی نہیں کیا گیا۔ مگر اب جب کہ گرم سُپر کنڈ کٹر دستیاب ہوں گے تو یہ آلہ سُپر کمپیوٹر کو بھی تیز گام بنادے گا۔ پہلے کمپیوٹر بہت چھوٹے نہیں تھے کیوں کہ اس کے اجزا اُس سے کم جگہ میں نہیں آسکتے تھے جتنی کم جگہ میں انھیں اکٹھا کیا گیا تھا۔ برقی رو کے بہاؤ سے پیدا ہونے والی حرارت انھیں جلا دیتی ہے۔

گرم سُپر کنڈکٹر کمپیوٹر کے اجزا کو کم جگہ میں اکٹھا کرنے کی صلاحیت بڑھادے گا کیوں کہ برقی رو گزرنے پر ان میں کسی طرح کی حرارت پیدا نہیں ہو گی۔ مختصراً کمپیوٹر چھوٹے اور تیزی سے کام کرنے والے ہو جائیں گے۔ سُپر کنڈکٹروں کو خلا میں جانے والے طیارے بھی خوش آمدید کہیں گے کیوں کہ وہ کم وزن اور کم جگہ گھیرنے والے ہوں گے۔ خلائی طیاروں کے راکٹ کم ایندھن خرچ کریں گے اور اس طرح انسانوں اور آلوں کے لیے زیادہ جگہ دستیاب ہو گی دراصل گرم سپر کنڈکٹر سب سے پہلے خلائی ضرورتوں کے لیے استعمال کیے جائیں گے۔ سُپر کنڈکٹروں کے ایسے لاتعداد استعمال ہو سکتے ہیں جنھیں ہم نے اب تک نہ سوچا ہو اور نہ ہی تصور کیا ہو۔

راستہ لمبا ہے

ایک گرم سُپر کنڈکٹر زندگی کے مختلف شعبوں میں تب ہی استعمال ہو گا جب وہ ایک تار یا لچھے کی شکل میں عام دھات کی طرح دستیاب ہو۔ اس کے علاوہ کسی بھی عام دھات کی طرح یہ سردی گرمی اور برسات کو سہنے کی صلاحیت رکھتا ہو۔ موجودہ گرم سُپر کنڈکٹر پاؤڈر کی طرح نرم، آسانی سے ٹوٹ جانے والے اور پانی اور کچھ گیسوں سے خراب ہو جانے والے ہیں۔ سُپر کنڈکٹر کی خصوصیات کو بہتر بنانے کے لیے سائنس داں محنت سے کار فرما ہیں تاکہ ان کو عام دھات کی طرح مختلف ضرورتوں کو پورا کرنے کے لیے استعمال میں لایا جاسکے۔

حال ہی میں کچھ امریکی سائنس دانوں نے ایک ایسا روغن تیار کیا ہے جسے لگانے پر سُپر کنڈکٹر مضبوط ہو جاتے ہیں۔ اس کے علاوہ موجودہ سُپر کنڈکٹر برقی رو کو بس ایک سمت میں گزرنے دیتے ہیں اور وہ بھی بہت کم مقدار میں۔ ایک طاقت ور مقناطیسی میدان یا زیادہ وولٹ کی بجلی سُپر کنڈکٹر کو اس قدر نقصان پہنچا سکتی کہ وہ ٹھیک نہ کیے جا سکیں۔ یعنی موجودہ سُپر کنڈکٹر صرف تجربہ گاہ میں پیدا ہونے والے تجسّس کی حد تک محدود ہیں۔ ان کی خصوصیات اس حد تک بہتر بنانے کے لیے کہ وہ عملی طور پر عام استعمال کے قابل ہو جائیں، کے لیے کافی وقت درکار ہے۔

آخر ان گرم سُپر کنڈکٹروں کو اس قابل کس طرح بنایا جاسکتا ہے کہ وہ استعمال میں لائے جاسکیں؟ ظاہر ہے یہ سمجھنا ہو گا کہ کیا ان کو سُپر کنڈکٹر بناتا ہے اور تب ہی کار آمد تبدیلیاں لائی جاسکتی ہیں۔

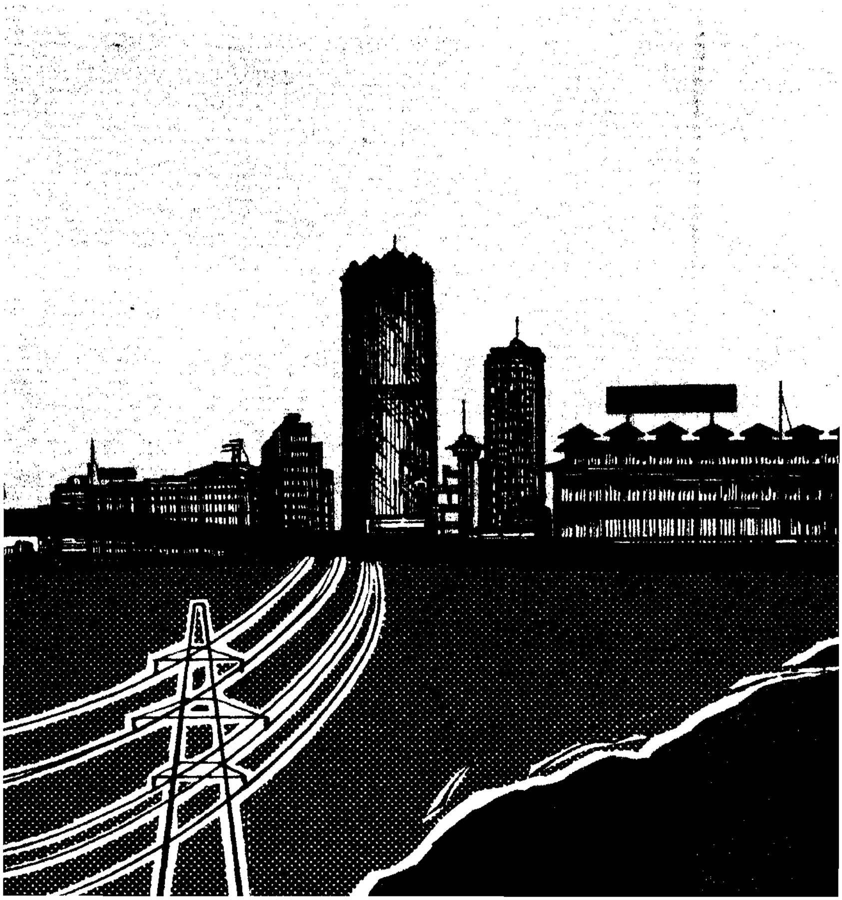
دراصل، دھات یا بھرت (Alloy) کیسے کم درجہ حرارت پر سُپر کنڈکٹر بن جاتے ہیں یہ سوال سائنس دانوں کو لگ بھگ آدھی صدی سے پریشان کر رہا ہے۔ کئی نظریے پیش کیے گئے ہیں مگر کچھ دنوں پہلے تک جو نظریہ زیادہ تر مانا گیا اسے بی سی ایس BCS نظریہ کہتے ہیں۔ اس کا نام تین امریکی سائنس دانوں کے نام پر رکھا گیا جنھوں نے اِسے پیش کیا، جان بارڈین (John Bardeen)،

لیون کوپر(Leon Cooper)اوررابرٹ شریفر(Robert Schrieffer)۔
اسے ۱۹۵۷ء میں پیش کیا گیااور انھیں ۱۹۷۲ء میں علم طبیعات(Physics) کانوبل پرائزملا۔اس نظریے کے حساب سے دھات اور بھرت(Alloy) کی خصوصیات میں بہت کم درجہ حرارت پر کلی طور پر بدلاؤ ہو جاتا ہے۔کچھ حیرت ناک چیزیں ہونے لگتی ہیں۔

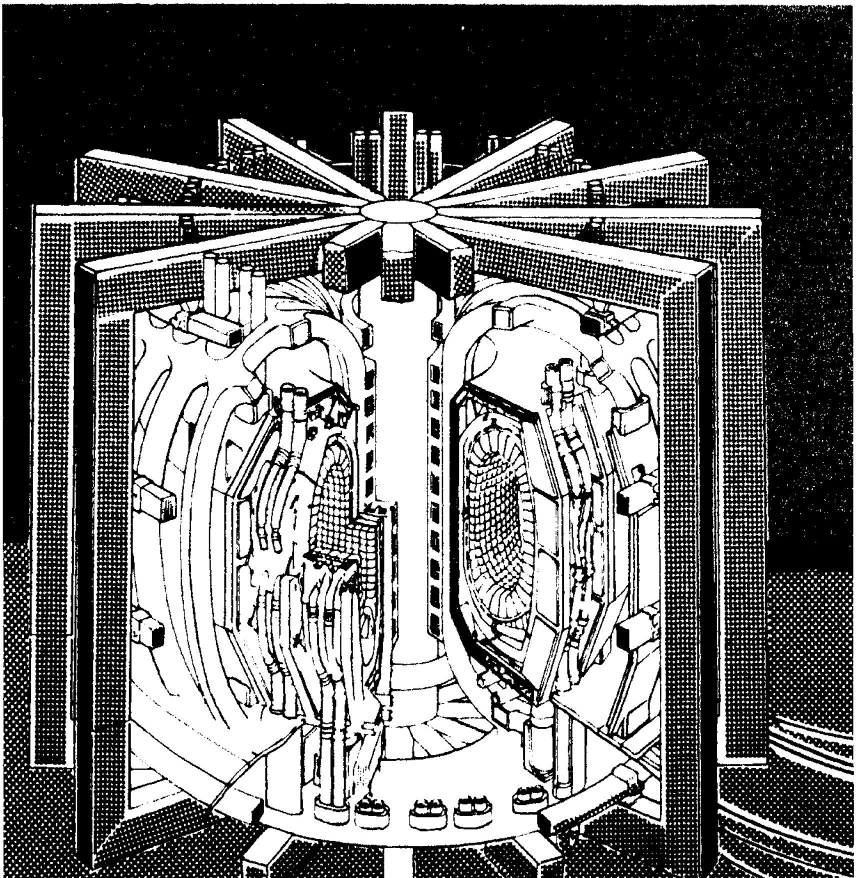
الیکٹران کا جوڑے بنانا

الیکٹران، جو برق کی سواری ہیں، سپر کنڈکٹر میں بہت قائدے سے گزرتے ہیں نہ کہ ایک دوسرے

اس طرح کے ریکٹروں مصنوعی سورج سپر کنڈکٹروں کے ذریعہ سنبھالے جائیں گے۔اس طرح پیدا ہونے والی بجلی سپر کنڈکٹروں میں جمع کی جائے گی اور پھر شہر قصبوں اور دیہاتوں میں بھیجی جائیں گی۔



سے دھکّامکّی کرتے ہوئے۔ وہ جوڑے بنالیتے ہیں اور اس طرح چلتے ہیں جیسے دو دو سپاہی ساتھ ساتھ قطاروں میں چل رہے ہوں۔ اس نظریہ کا دعویٰ ہے کہ الیکٹران جمگھٹا لگانے کی اپنی خصوصیت کھو کر جوڑے بنالیتے ہیں اور اس کے لیے ہمیں اس بچولیے کا ممنون ہونا چاہیے جو کسی پی ٹی (PT) کے استاد کی طرح کام کرتا ہے۔ مگر بی سی ایس نظریہ زیادہ درجہ حرارت، ۴۰ ڈگری کیلوین سے اوپر، سپر کنڈکٹیویٹی کو سمجھانے میں آج بالکل ناکام ہے۔ لگ بھگ ۱۰ سے ۱۵ مختلف نظریے اب تک گرم سُپر کنڈکٹیویٹی کو سمجھانے کے لیے پیش کیے جاچکے ہیں اور ان میں ہر ایک نظریہ باقاعدہ جوڑے بننے کی خصوصیت کو ایک 'عجوبہ بچولیے' سے منسوب کرتا ہے۔ مگر اب



سائنس داں یہ محسوس کر رہے ہیں کہ الیکٹران کے جوڑ بننے کے لیے کسی بچولیے کی ضرورت نہیں ہے۔ الیکٹران اپنے آپ جوڑے بنا سکتے ہیں۔

یہ خیال کہ سُپر کنڈ کٹیویٹی کی وجہ ہے الیکٹران براہ راست باہمی عمل (Direct Interaction) ہے، برسوں پہلے ۱۹۸۰ء میں دو ہندوستانی سائنس دانوں نے پیش کیا، ایس این ایکبوتے (Ekbote) اور اے وی نارلیکر (AV Narlikar) جو نیشنل فزیکل لیباریٹری (National Physical Laboratory) نئی دلّی میں کام کرتے ہیں۔

اس نظریہ کی بنیاد پر، جسے تب نہیں مانا، وہ سُپر کنڈ کٹیویٹی کے کئی ایسے پہلو سمجھا سکتے تھے جو بی سی ایس نظریہ نہیں سمجھا پایا۔ دراصل اُنھوں نے یہ پیشن گوئی بھی کر دی تھی کہ گرم سُپر کنڈ کٹر ہونے کا امکان ہے مگر کسی نے ان کی بات پر کان نہیں دھرا۔

آنے والے سالوں میں سائنس داں اس سوال کی تہہ تک پہنچنے کی کوشش میں لگے رہیں گے کہ آخر سُپر کنڈ کٹیویٹی کی شروعات کہاں ہے۔ کچھ کا تو یہ خیال ہے کہ یہ کھوج دور حاضر کے علم طبیعات (Modern Physics) میں فکر کا آغاز کرے گی اور اس کی بنیادوں کو جلا کر رکھ دے گی۔

دوسری طرف مختلف مضامین جیسے دھات کاری (Metalluragy)، علم کیمیا (Materials Sciences)، الکٹرانیات (Electronics) اور انجینئری (Engineering) سے وابستہ سائنس داں ہاتھ ملا رہے ہیں تاکہ وہ سُپر کنڈ کٹروں کو بہتر بنا کر انھیں روزمرّہ کی زندگی میں استعمال کے قابل بنادیں۔

اس وسیع تر ہوتے ہوئے مضمون میں ہر ایک کے لیے کار آمد شرکت کی جگہ موجود ہے۔ کسے خبر ہے کہ، آپ جو اس کتاب کو پڑھ رہے ہیں سُپر کنڈ کٹیویٹی سے وابستہ ایک شاندار کھوج یا ایجاد کرنے میں کامیاب ہو جائیں۔

سپر کنڈکٹیوٹی تجرباتی دور میں ہے اگر اسے کمرے کے درجہ حرارت پر پالیا
گیا تو یہ برقی توانائی کے استعمال میں ایک انقلاب ہوگا۔ یہ ہمیں تیز گام
ریل گاڑی، چھوٹے کمپیوٹر، تیز چلنے والی مشین اور لازوال، ایک مصنوعی
سورج ۔۔۔ سپرکنڈکٹیوٹی کا مطلب ہوگا انسان کی ترقی کا ایک نیا دور۔