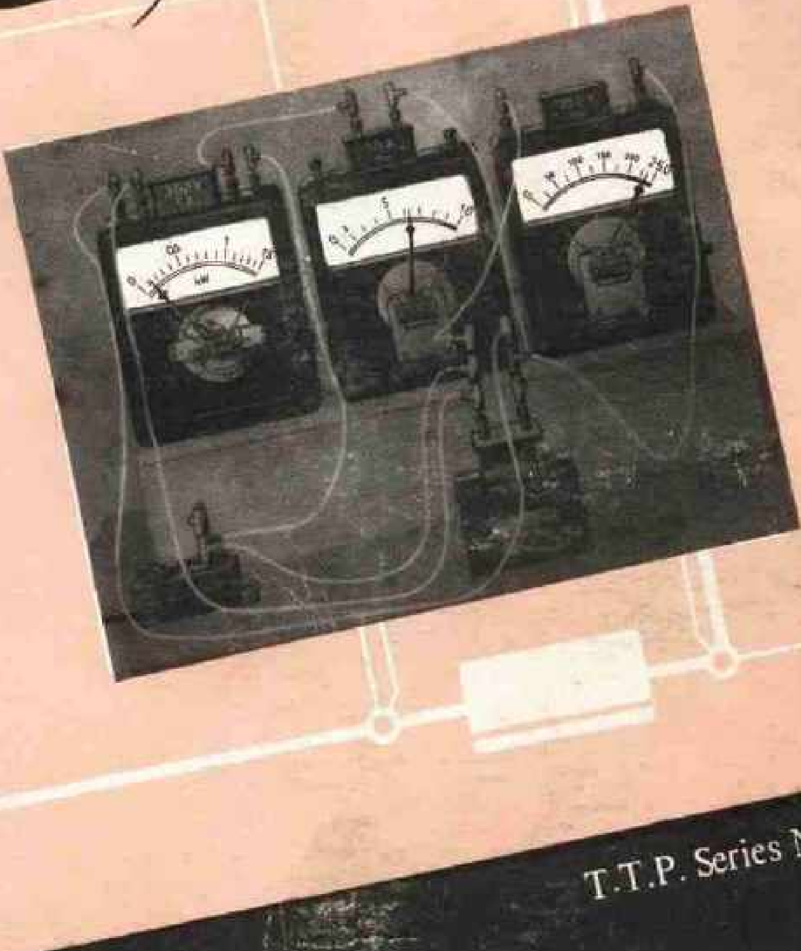
دیترش فولتس

ابتدائی الیکٹریکل انجینئرنگ



حصّہ اوّل

T.T.P. Series No. 3

ڈویلپمنٹ سیل فار سکلڈ لیبر ٹریننگ، لاہور

ابتدائی الیکٹریکل انجنیئرنگ

تکنیکی مبادیات بمعہ تکنیکی امثلہ اور تکنیکی اشکال

مُصنفین

ہاری دیٹرش
گیسن

آئگمن فولتس
ریٹائرڈ پرنسپل ووکیشنل ٹریننگ سکول، باناؤ
سابقہ لیکچرار ادارہ ووکیشنل تدریس، فرینکفرٹ

مترجمین

پروفیسر عبدالرزاق بُخاری
الیکٹریکل ڈیپارٹمنٹ یونیورسٹی آف انجینئرنگ اینڈ ٹیکنالوجی۔ لاہور

مُحمّد زاہد
جوائنٹ ڈائریکٹر (ٹیکنیکل ٹریننگ)
ڈائریکٹوریٹ آف مین پاور اینڈ ٹریننگ پنجاب۔ لاہور

ڈویلپمنٹ سیل فار سکلڈ لیبر ٹریننگ، ڈائریکٹوریٹ آف مین پاور اینڈ ٹریننگ پنجاب۔ لاہور
میں ٹیکنیکل ٹریننگ پروگرام (T.T.P) کے تحت تیار ہونے والی ایک فنی کتاب

ڈویلپمنٹ سیل فار سکلڈ لیبر ٹریننگ

TTP

3/A ابوبکر بلاک، نیو گارڈن ٹاؤن۔ لاہور

جُملہ حُقوق محفوظ ہیں۔ اِس کتاب کو یا اِس کا کوئی بھی حصّہ
بلا تحریری اجازت ڈویلپمنٹ سیل فار سکلڈ لیبر ٹریننگ،
لاہور اور ناشر چھاپا نہیں جا سکتا۔

وِنکلرز فرلاگ۔ مغربی جرمنی اِس ایڈیشن کو دوبارہ شائع کرنے کے مجاز ہیں۔

جُملہ حُقوق (C) 1969 وِنکلرز فرلاگ۔ ڈارمشٹٹ

پہلا اردو ایڈیشن	1977
دوسرا اردو ایڈیشن	1983
تیسرا اردو ایڈیشن	1989
چوتھا اردو ایڈیشن	1993

تعداد	5,000
قیمت	20 روپے

ڈویلپمنٹ سیل فار سکلڈ لیبر ٹریننگ، ڈائریکٹوریٹ آف مین پاور اینڈ ٹریننگ پنجاب، لاہور
نے پاک جرمن ٹیکنیکل اسسٹینس پروگرام کے تحت وِنکلرز فرلاگ کی تحریری اجازت سے
میسرز فائن بکس پرنٹرز لاہور پاکستان) سے چھپوا کر شائع کی۔

Urdu Edition of
Dittrich-Volz 'Fundamentals of Electrical Engineering Volume I'
(C) Winklers Verlag, Gebrüder Grimm, Darmstadt

'Printed in Pakistan'

دیباچہ

اِس کتاب کے پندرھویں ایڈیشن کو الیکٹریکل انجنیئرنگ کے جدید تقاضوں کے مُطابق ضروری ترامیم کے بعد پیش کیا جارہا ہے۔ اِس میں الیکٹریکل انجنیئرنگ کے تمام پیشہ ورانہ شُعبوں کے مُبادیاتی عُلوم کو بیان کیا گیا ہے۔ اِس کتاب کے مُطالعہ کے بعد اپرنٹس اور پیشہ ور اِس قابل ہو سکتے ہیں کہ وہ اِس کی تیسری اور چھٹی جلد کی مدد سے مُختلف پیشہ ورانہ شُعبوں کے خصوصی عِلم سے واقفیت حاصل کر سکیں۔

ایک ہی مخصوص پیشہ ورانہ شعبہ سے متعلق موضوعات کو دو وُجوہات کی بنا پر ایک ہی جِلد میں یکجا نہیں کیا گیا ہے۔ اولاً بنیادی اصولِ تدریس کے مطابق ابتدائی مرحلہ پر مہارتِ خصوصی کا تعارف مجموعی نظریہ کو مسخ کر دیتا ہے اور ثانیاً اِس بات کو پیشِ نظر رکھا گیا ہے کہ مختلف تکنیکی گروپوں کے لیے جنہیں ضرورتاً ایک ہی جماعت میں رکھا گیا ہو صِرف ایک ہی جلد سے کام لیا جا سکے۔

الیکٹریکل انجنیئرنگ کے بیش بہا موضوعات میں سے اِس کتاب کے لیے صرف اہم حصّوں کو مُنتخب کیا گیا ہے تاکہ طلباء مُبادیات کو آسانی سے سمجھ سکیں۔ تمام قابلِ وضاحت مسائل کا آغاز پیش کردہ تجربات سے کیا گیا ہے۔ چونکہ ان تجربات کی ترتیب بہت سادہ ہے اِس لیے طلبا اپنے وسائل سے یہ تجربات خود دُہرا سکتے ہیں اور اِس طرح اِس کتاب کی مدد سے حاصل شُدہ علم کو وسیع کر سکتے ہیں۔

علاوہ ازیں سکولوں میں جماعتی تدریس کے لیے یہ کتاب بہت موزوں طریقہ سے استعمال کی جاسکتی ہے۔ تجرباتی ترتیب، متعلقہ تجرباتی اشکال، سرکٹ کی اشکال اور جلد دوم میں بیان کردہ "مٹیریل اور طریقِ کار" کا ضروری علم فوری عملی وسائل کا کام دیتے ہیں۔ اس لیے یہ کتاب تدریس اور پیشہ ورانہ ٹریننگ کے منصوبوں کے عین مطابق ہے۔ چونکہ موضوعات مذکورہ بالا منصوبوں کے پیشِ نظر منتخب کیے گئے ہیں اِس لیے اِس کتاب کو الیکٹریشن اپرنٹس کی ٹریننگ الیکٹریکل جرنی مین اور فورمین کی مزید تعلیم کے لیے بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔

الیکٹریکل انجنیئرنگ ڈرائنگ کے تعارف کے لیے تجرباتی اشکال کے نیچے دی گئی اشکالِ سرکٹ خاص اہمیت کی حامل ہیں۔ نفسِ مضمون اور برقی آلات کی علامات جدید ترین معیار کے عین مُطابق ہیں۔ برقیاتی مظاہر کے قوانین کو حسابی نقطۂ نظر سے واضح کیا گیا ہے اور اِس کے لیے کثیر التعداد حل شدہ مثالوں سے مدد لی گئی ہے۔ مشقی سوالات کی مدد سے طلبا اپنی علمی قابلیت کا اندازہ لگا سکتے ہیں۔

ہم اُن صنعت کاروں اور دیگر مصنفین کے مشکور ہیں جنہوں نے مختلف توضیحات کے لیے مواد فراہم کیا ہے (فہرست دیکھیں)۔ علاوہ ازیں ہم اُن دوستوں کے بھی مشکور ہیں جن کی تعمیری تنقید اور تجاویز نے تحریک دی۔

مصنفین کی خواہش ہے کہ طلباء کے لیے "ابتدائی الیکٹریکل انجنیئرنگ" کی یہ کتاب عملی کام میں بہترین مددگار ثابت ہو اور پیشہ وروں کے لیے تعلیمی کام میں ایک مستقل معاون ہو! اُمید کی جاتی ہے کہ اپنی موجودہ حالت میں یہ کتاب قارئین حضرات کو پسند آئے گی۔

گیسن، ہانا و
1968

مُصنّفین

پیش لفظ

زیرِ نظر کتاب کو جرمن تکنیکی امدادی پروگرام کے زیر اہتمام جرمن زبان کی کتاب "Fundamentals of Electrical Engineering" سے اُردو زبان میں ترجمہ کیا گیا ہے۔ باب بائیس، تینتیس، چونتیس اور باون میں اکائیوں کے انٹرنیشنل نظام اور پاکستان کی ضروریات کے مطابق ترامیم کی گئی ہیں۔ مترجمین، اساتذۂ کرام، طلباء اور دیگر قارئین حضرات سے توقع رکھتے ہیں کہ وہ اس کتاب سے متعلق مفید مشوروں اور تجاویز سے مندرجہ ذیل پتہ پر مطلع فرما کر مشکور فرمائیں گے :

جوائنٹ ڈائریکٹر (ٹریڈ ٹیسٹنگ)
ڈویلپمنٹ سیل فار سکلڈ لیبر ٹریننگ
8/A ابوبکر بلاک، نیو گارڈن ٹاؤن۔ لاہور۔ 16

لاہور
اگست 1983

مترجمین

فہرست مضامین

1 - بجلی کی ماہیت

11 بجلی کی تعریف اور مطلب 9
111 بجلی ایک قدرتی قوّت ہے 9
112 لفظ الیکٹریسٹی کا ماخذ 9
113 انسان کے لیے بجلی کی اہمیت 10
12 برقی بار کی دو اقسام ہیں 12
13 بجلی کا مبدا مادّہ میں ہے 14
131 موصل اور غیر موصل اشیاء 14
132 مادّہ کی بناوٹ کیا ہے 15
133 ایٹم کو مزید جزوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے 16
134 آزاد الیکٹرون بطور حامل بار 17
14 الیکٹرون تمام برقی مظاہر کی بنیاد ہیں 18
141 برقی رَو الیکٹرون کے بہاؤ کا نام ہے 18
142 برقی دباؤ یا پوٹینشل الیکٹرون کی حرکت کا باعث بنتا ہے 18
143 برقی رَو کی مختلف اقسام متحرک الیکٹرون کی سمت پر منحصر ہے 20
144 برقی رَو کی روائتی سمت الیکٹرون کے بہاؤ کی مخالف سمت میں ہوتی ہے 21
145 موصل میں آزاد الیکٹرون کی حرکت کو رکاوٹ کا سامنا کرنا پڑتا ہے 21
15 سوالات 22

2 - ڈی سی کے ابتدائی اصول

21 الیکٹرک سرکٹ 23
22 برقی پیمائش کی اکائیاں 25
221 اکائیوں کا انٹرنیشنل نظام 25
222 برقی رَو کی اکائی 25
223 برقی دباؤ کی اکائی 26
224 مزاحمت کی اکائی 28
22 سوالات 28
23 کلیہ اوہم 29
231 سوالات 31
24 مزاحمت 32
241 مزاحمت لوع 32
242 مزاحمت بنانے کے لیے دھات کی مختلف قسمیں 34

243	موصل کی مزاحمت معلوم کرنا	34
25	ایصالیت نوعی یا موصلیت اور ایصالیت	38
251	ایصالیت نوعی	38
252	ایصالیت	40
253	سوالات	41
26	برقی دباؤ میں تخفیف یا وولٹیج ڈراپ۔ برقی دباؤ یا وولٹیج کا ضیاع اور موصل کے برقی دباؤ کے ضیاع کا حساب لگانا	42
261	برقی دباؤ میں تخفیف یا وولٹیج ڈراپ	42
262	برقی دباؤ یا وولٹیج کا ضیاع	44
263	بجلی کے تاروں پر برقی دباؤ کے ضیاع کا حساب	45
264	جنریٹر میں برقی دباؤ یا وولٹیج کا ضیاع	47
265	سوالات	48
27	مزاحمت اور درجۂ حرارت	49
271	سوالات	52
28	مزاحمتوں کو جوڑنا	53
281	سیریز یا سلسلہ وار سرکٹ	53
282	پیرلل یا متوازی سرکٹ	55
283	متوازی اور سلسلہ وار مزاحمتوں کا اجتماعی سرکٹ	60
2831	وولٹیج کے تقسیم کنندہ دوپٹینشومیٹر کا کنکشن	60
2832	متوازی اور سلسلہ وار مزاحمتوں کا اجتماعی سرکٹ	61
284	سوالات	62

3- برقی رَو کا حرارتی اثر

31	برقی رَو گزرنے سے موصل گرم ہو جاتا ہے	63
311	برقی رَو کی کثافت	64
312	فیوز	68
313	سوالات	70
32	برقی رَو کی حرارت سے روشنی پیدا ہوتی ہے	71
321	سوالات	72
33	برقی طاقت اور برقی توانائی	
331	برقی طاقت	73
332	استعداد	73
333	میکانی کام اور طاقت	76
334	میکانی طاقت کو برقی طاقت میں تبدیل کرنا	77
335	برقی توانائی	79
336	سوالات	80
34	برقی رَو سے پیدا شدہ حرارت	82
341	سوالات	86
35	حرارت سے برقی دباؤ پیدا کرنا	88
351	سوالات	89

4 برقی رَو کا کیمیائی اثر

41	برق پاشیدگی	91
411	سوالات	95
42	گیلوانی سیل	96
421	سادہ بناوٹ	96
422	خشک سیل	98
423	سیلوں کو آپس میں جوڑنا	99

	برقیاتی زنگ آلودگی	101
425	سوالات	101
43	سٹوریج بیٹری	102
431	لیڈ پلیٹ بیٹری	102
432	نکل آئرن سٹوریج بیٹری	108
433	سوالات	109

5 - برقی رو کا مقناطیسی اثر

51	مستقل مقناطیسیت	110
511	سوالات	116
52	برقی مقناطیسیت	117
521	موصل کا مقناطیسی میدان	117
522	کوائل کا مقناطیسی میدان	119
523	آئرن کور والا کوائل	123
524	مقناطیسی سرکٹ	128
525	مقناطیسی قوت کشش	129
526	سوالات	129
53	امالی برقی دباؤ	130
531	سوالات	135
54	گردابی برقی رو یا ایڈی کرنٹ	137
541	سوالات	139
55	خود امالہ	140
551	سوالات	143
56	مقناطیسی میدان میں برقی رو کا حامل موصل	144
561	منفرد موصل	144
562	کوائل	146
563	ڈائریکٹ کرنٹ موٹر کی ساخت	148
564	شارٹر کا اصول	150
565	آرمیچر کا ردِعمل اور کاموٹیٹنگ پول	152
566	ڈی سی موٹروں کی اقسام	154
5661	سیریز موٹر	154
5662	شنٹ موٹر	155
5663	کمپاؤنڈ موٹر	157
567	سوالات	158

6 - آلٹرنیٹنگ کرنٹ (اے سی) کے بنیادی اصول

61	اے سی کا مبدا	159
611	مقناطیسی میدان کے زیر اثر کوائل	159
612	پیریڈ اور تعدد یا فریکوینسی	160
613	مقناطیسی قطبوں کے جوڑے اور فریکوینسی	162
614	انتہائی اور مؤثر قیمتیں	163
615	سوالات	164
62	جنریٹر	165
621	اے سی جنریٹر	165
622	ڈی سی جنریٹر	166
623	سوالات	169
63	آلٹرنیٹنگ کرنٹ کی مزاحمتیں	170

631 اے سی میں اوہمی مزاحمت	170
632 اے سی میں کوائل	171
6321 تفاوت فیز	174
6322 کوائل کی مزاحمتی قیمتیں معلوم کرنا	177
633 کپیسیٹر	180
6331 برقی میدان	180
6332 کپیسیٹر کی ساخت	181
6333 ڈی سی سرکٹ میں کپیسیٹر	183
6334 اے سی سرکٹ میں کپیسیٹر	186
634 سوالات	190
635 اے سی مزاحمتوں کا اجتماعی سرکٹ	191
6351 امالیت اور برقی گنجائش کا ہم سلسلہ سرکٹ (ہم سلسلہ گمک)	191
6352 امالیت اور برقی گنجائش کا متوازی سرکٹ (برقی رو کی گمک)	193
6353 سوالات	195
64 اے سی سرکٹ میں طاقت	196
641 سوالات	200
سرفیز یا تھری فیز برقی رو	201
651 آلٹرنیٹنگ کرنٹ	201
652 سرفیز سرکٹ میں طاقت	206
653 گردشی مقناطیسی میدان	208
654 سنکرونس موٹر	210
655 اسنکرونس موٹر یا سکوئرل کیج انڈکشن موٹر	211
656 سوالات	213
66 ٹرانسفارمر	214
661 سوالات	218

7 - سادہ پیمائشی آلات

71 پیمائشی نظام	219
711 متحرک آہنی نظام (نرم لوہے کا نظام)	220
712 متحرک کوائل کا نظام	222
713 برقی حرکیاتی نظام	222
714 سوالات	223
72 پیمائشی آلات کی عملی ساخت	224
721 سوالات	225
73 پیمائشی آلات کے ذریعے پیمائش	225
731 برقی رو کی پیمائش	226
732 برقی دباؤ کی پیمائش	228
733 مزاحمت کی پیمائش	233
734 طاقت کی پیمائش	235
735 فریکوئنسی کی پیمائش	236
736 سوالات	237
فارمولوں کی فہرست	240
مثلثی تفاعل	241
مسئلہ فیثاغورث	242
سائن، کوسائن کا گوشوارہ	244
فارمولوں میں استعمال شدہ علامات کی فہرست	244
یونانی حروف	245
گول تاروں کی عمودی تراش کا رقبہ۔ مزاحمت۔ وزن	246
طاقت اور جذر	248
برقی علامات کا گوشوارہ	250
اہم میٹریل کے خواص	251
اشاریہ	

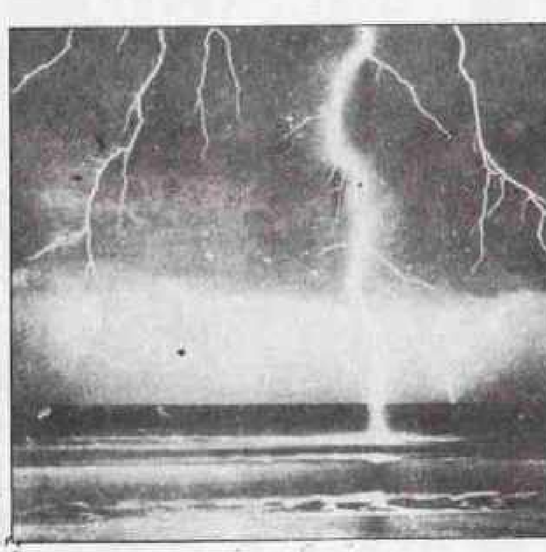
1 بجلی کی ماہیت (What is Electricity ?)

11 بجلی کی تعریف اور مطلب (Definition and meaning of electricity)

111 بجلی ایک قدرتی قوت ہے (Electricity is a natural force)

آسمانی بجلی (The lightning): تاریخ کے ابتدائی دَور میں ہی انسان بجلی کو ایک فطری عمل کے طور پر آسمانی بجلی کی صورت میں جانتا تھا، لیکن موجودہ دَور تک وہ ظاہری طور پر آسمان سے گرنے والے اِس شعلے کی اصل ماہیت کی کوئی وضاحت نہ کرسکا۔ آسمان سے گرنے والے اِس شعلے کو خوف و ہراس کی نظر سے دیکھا جاتا تھا جو کہ راستے میں آنے والی ہر چیز کو جلا کر خاکستر کر دیتا (شکل نمبر 111/1 1)۔

آسمانی بجلی اور دیوتا (Lightning and gods): اُس دَور کے مذہبی لوگوں نے اس فطری عمل پر غور کیا اور اسے خدائی قہر سے منسوب کر دیا۔ کیا ہم بھی یہی محسوس نہیں کرتے کہ یہ آنکھوں کو چُندھیا دینے والا برقی شعلہ اور اس کی کڑک ہم میں خوف اور بے بسی کا احساس پیدا کرتی ہے؛ ٹیوٹونز (Teutons) نے اِس فطری طاقت کو بجلی کے دیوتا سے منسوب کیا۔



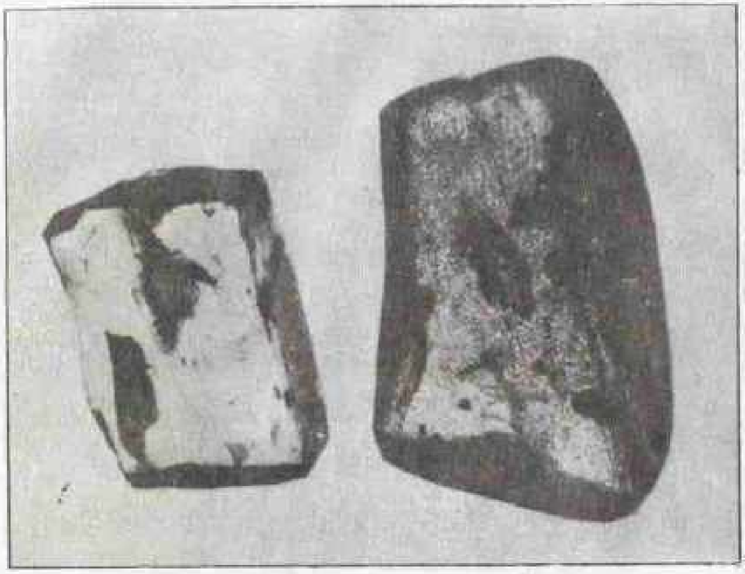
1 111/1 آسمانی بجلی برقی باروں کی تعدیل کرتی ہے

آسمانی بجلی کا راستہ (The path of lightning): آسمانی بجلی کو دیوتا تصور کرنا ایک پُرمغز خیال تھا۔ فطری طور پر صحیح تصوّر اُن کے ذہن میں آیا کہ بے شک آسمانی بجلی صرف بادلوں سے ہی نہیں آتی بلکہ جدید تحقیق کے نتائج سے یہ ثابت ہُوا ہے کہ آسمانی بجلی بیک وقت زمین سے آسمان کی طرف اور بادلوں سے زمین کی طرف آتی ہے۔ بادل اور زمین دونوں برقی بار کی تعدیل کے عمل میں حصّہ لیتے ہیں۔ اس وقت سے لے کر جب بجلی کو خوف اور تباہی پیدا کرنے والی ایک قدرتی طاقت سمجھا جاتا تھا موجودہ دَور تک، جبکہ بجلی سے مختلف فوائد حاصل کیے جا رہے ہیں، تحقیقات میں ایک لمبا عرصہ صَرف ہُوا۔

112 لفظ الیکٹرسٹی کا ماخذ (Origin of the word electricity)

کہربا (Amber): تقریباً تین ہزار سال قبل از مسیح دعات کے زمانہ میں ٹیوٹونز کو مشرقی پرشیا میں بحیرہ بالٹک کے سالمینڈ کے ساحل پر زرد رنگ کے پتھر ملے جو سُورج کی روشنی میں سونے کی طرح چمکتے۔ "شمال کا یہ سونا" خاص خصوصیات کا حامل تھا۔ جب اس کو آگ میں ڈالا جاتا، تو یہ چمکدار شعلے کے ساتھ جلنے لگتا۔ یہ ایک جلنے والا پتھر تھا۔ وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ اس کا نام جرمن زبان میں برن شٹائن یعنی کہربا (amber) پڑ گیا (شکل 112/1 1)

کہربا کا باردار ہونا (Amber becomes electric) : کہربا سے زیورات اور کنگھیاں بنائی جانے لگیں اور تاجر اسے شاہراہِ کہربا کے راستے شمال سے یونان کی طرف بھی لے آئے۔ وہاں پر یہ مشاہدہ کیا گیا کہ جب کہربا کو اونی کپڑے سے رگڑا جائے تو چٹختی ہوئی چنگاریاں پیدا ہوتی ہیں اور جب عورتیں کہربا کی کنگھی سے بال بناتیں تو "چڑچڑ" کی دھیمی سی آواز پیدا ہوتی اور کنگھی باریک بالوں کو اپنی طرف کھینچنے لگتی۔ ایسا معلوم ہوتا کہ اِس پتھر میں ایک پُراسرار طاقت موجود ہے۔



1 112/1 کہربا

الیکٹرون (Electron) : یہ پُراسرار طاقت آسمانی قوّت سمجھی جانے لگی اور خیال لیا جاتا کہ یہ انسان کو بدرُوحوں سے محفوظ رکھتی ہے۔ پس کہربا ایک دل پسند چیز بن گیا اور معزّز یونانی خود کو اِس سے آراستہ کرتے۔ یونانیوں نے اس کا نام الیکٹرون (electron) رکھا۔ تقریبًا سولھویں صدی میں انگریز ماہرِ طبیعیات گلبرٹ (Gilbert) نے اس نام کا احیاء کیا اور اس پتھر میں انسان نے پہلی دفعہ الیکٹریسٹی کی پُراسرار قوّت کو پہچانا۔ گلبرٹ نے اس پُراسرار قوّت کو یونانی لفظ "الیکٹرون" سے موسوم کیا اور اس لفظ سے الیکٹریسٹی کا تصوّر اخذ کیا گیا جو کہ ایک ایسا مظہرِ قدرت ہے، جو ساری طبعی دُنیا میں مصروفِ کار ہے۔

113 انسان کے لیے بجلی کی اہمیّت (The importance of electricity for mankind)

بجلی کا استعمال (Application of electricity) : بجلی کو انسان کے لیے کارآمد بنانے کے لیے بہت عرصہ صَرف ہُوا۔ تقریبًا 100 سال قبل 1854 میں ہائنرش گوئبل (Heinrich Goebel) نے بجلی کا بلب ایجاد کیا اور آج اس کے بغیر روزمرّہ زندگی محال ہے۔ اسی دوران ماضی قریب میں بہت سے نئے میدان منظرِ عام پر آئے ہیں مثلاً روشنی، حرارت، ذرائع مواصلات، بجلی کی ریل گاڑیاں، ٹیلی گراف، ٹیلی فون، ریڈیو، ٹیلی ویژن، الیکٹرونک کنٹرول (1 113/1) وغیرہ۔ مذکورہ ایجادات نے انسانی زندگی میں انقلاب پیدا کر دیا ہے اور ان کے بغیر آج زندگی کا تصوّر محال ہے۔

ریڈیو اور ٹیلی ویژن (Radio and television) : ریڈیو کی مدد سے انسانی آواز لمبے فاصلے طے کرتی ہے، خلا سے گزر سکتی ہے۔ اور دنیا کے ہر حصّے میں سُنی جا سکتی ہے۔ آج سے سَو سال پیشتر یہ آواز بمشکل ہمسائے کے گھر تک ہی سُنی جا سکتی تھی۔ بجلی کی مدد سے ہم دُنیا کے دوسرے نصف کرّہ میں ہونے

الے واقعات اُسی وقت دیکھ سکتے ہیں۔ ٹیلیویژن کی آنکھ دُنیا کے گرد پہنچ سکتی ہے اور اس نے ہماری حدِ نگاہ کو وسیع کر دیا ہے۔ جبکہ سو سال پیشتر ہم افق پر بمشکل چند کلومیٹر کے فاصلے تک ہی دیکھ سکتے تھے۔

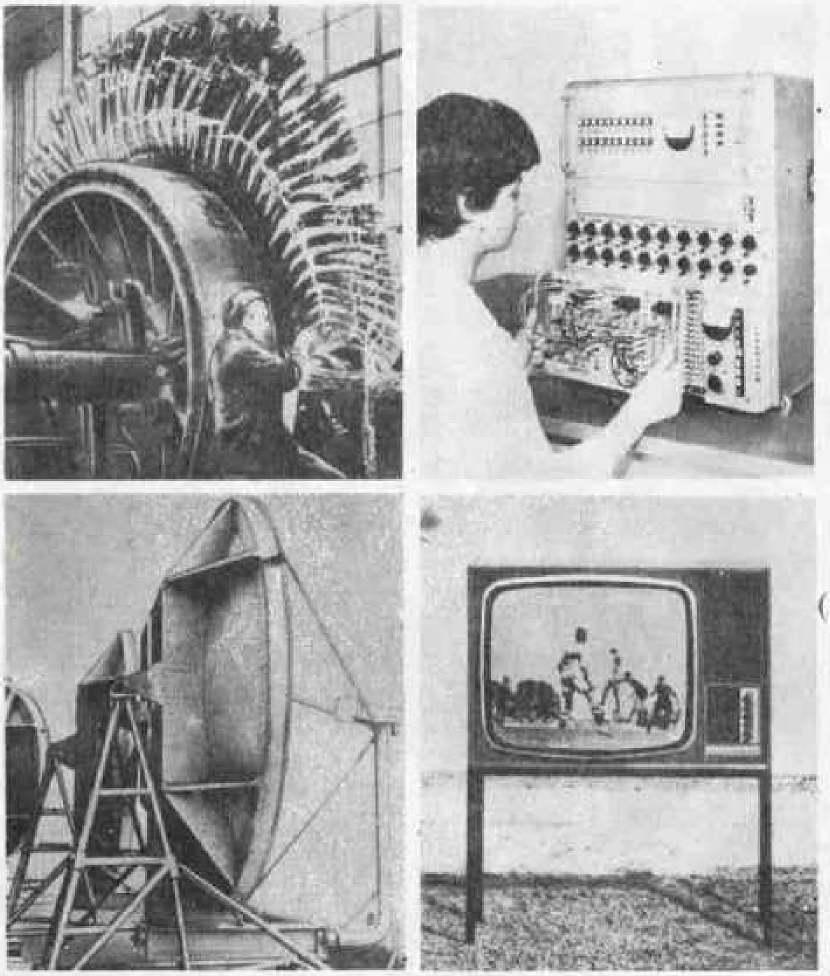
بجلی کے مختلف استعمال

1- (اُوپر بائیں طرف) AEG برلن کی فیکٹری کا بنا ہُوا 3700 کلوواٹ کی موٹر کا کاموٹیٹر جو برقی رَو کے بہاؤ کا رخ تبدیل کرتا ہے۔

2- (اوپر دائیں طرف) ایک کمپیوٹر جو بہت لمبے اور پیچیدہ ریاضی کے مسائل بہت ہی کم وقت میں حل کر سکتا ہے۔

3- (نیچے بائیں طرف) الٹرا شارٹ ویو (ultrashort wave) وائرلیس روٹ IDA 22 (فیلڈبرگ۔ ٹاونس) کا ایک رخی ایریل خلاء سے برقی لہروں کو خبروں کی نشریات کے لیے موصول کرتا ہے۔

4- (نیچے دائیں طرف) برقی توانائی کی مدد سے تصویری رپورٹیں بڑے بڑے فاصلوں سے ٹیلی ویژن پر نشر کی جاتی ہیں۔



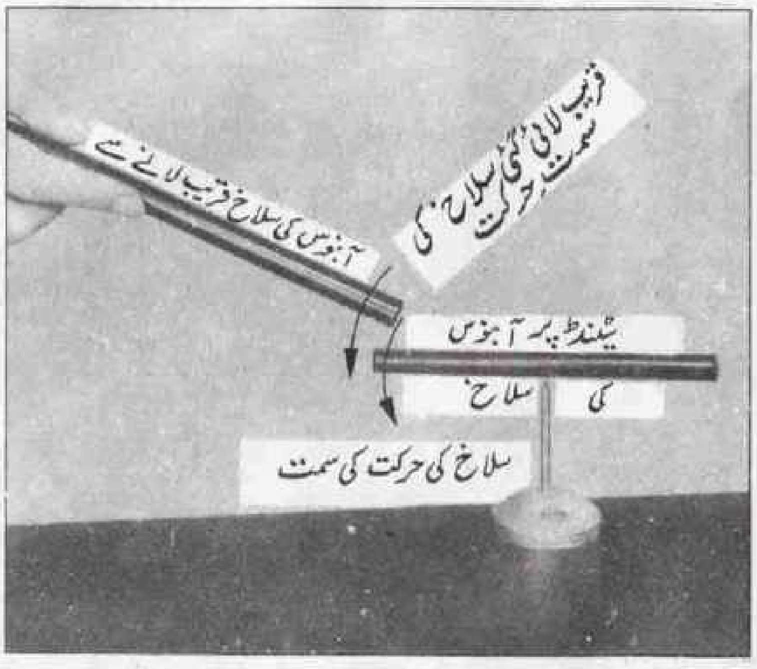
I 113/I ۔ بجلی کے مختلف استعمال

راڈار (Radar): سمندر کی گہرائی جہاں تک انسانی نظر کی رسائی نہیں ہوتی یا بادل، دُھند اور رات کی سیاہی جو کہ انسانی نگاہ میں رکاوٹیں تھیں اب راڈار کے استعمال سے یہ رکاوٹیں کوئی معنی نہیں رکھتیں۔ آج جبکہ انسان نے بجلی کو مناسب طریقہ پر استعمال کرنا سیکھ لیا ہے یہ اس کی صحیح خادم بن گئی ہے جبکہ ابتدا میں انسان اس سے ایک فطری تخریبی قوّت کے طور پر دوچار تھا۔ بجلی کو مناسب طور پر استعمال کرنے کے لیے اس کی ماہیت اور طریقِ کار کو تجربات کے ذریعے اچھی طرح جاننا بہت ضروری ہے۔

12 برقی بار کی دو اقسام ہیں

(There are two kinds of charges)

یہ پہلے ہی بتایا جا چکا ہے کہ کہربا کو جب اُونی کپڑے کے ساتھ رگڑا جائے تو اس میں ایک برقی تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ یہی مشاہدہ آسانی سے مہیا ہونے والی آبنوس کی سلاخ اور شیشے کی سلاخ سے بھی کیا جا سکتا ہے۔ یہ بات مندرجۂ ذیل تجربات سے ثابت کی جا سکتی ہے۔



E 12/1 برقی بار کی اقسام

تجربہ ا : ایک آبنوس کی سلاخ کو اُونی کپڑے سے مسلسل رگڑنے کے بعد کسی سٹینڈ پر اس طرح رکھیں کہ وہ آزادانہ گھوم سکے۔ ایک دوسری آبنوس کی سلاخ اسی طرح رگڑنے کے بعد پہلی سلاخ کے ایک سرے کے قریب لے جائیں۔ اگر یہ دونوں ایک دوسرے کے مناسب حد تک قریب ہوں تو سٹینڈ پر رکھی ہوئی سلاخ دوسری سلاخ سے دُور ہٹ جائے گی۔ ایسا کیوں ہے؟ اُونی کپڑے کے ساتھ رگڑنے کی وجہ سے دونوں سلاخوں پر ایک برقی بار پیدا ہو جاتا ہے۔ یہ چیز اس حقیقت سے بھی عیاں ہے کہ اگر ایک اندھیرے کمرے میں ان سلاخوں کے قریب بند انگشت کو لے جایا جائے تو ان سے چنگاریاں نکلیں گی یا جب سلاخوں کو خشک کاغذ کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کے قریب لایا جائے تو ٹکڑے سلاخوں سے چپک جائیں گے۔ اگر سلاخ کو اُونی کپڑے کی بجائے کسی نرم کھال، مثلاً بلی کی کھال سے رگڑا جائے تو سلاخ پر طاقتور برقی بار پیدا ہو گا۔

مشاہدہ : آبنوس کی سلاخوں پر رگڑ سے پیدا ہونے والے برقی بار ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

تجربہ ب : آبنوس کی سلاخوں کی جگہ شیشے کی سلاخوں کو استعمال کریں۔ شیشے کی سلاخوں کو ریشمی کپڑے (خالص ریشم کا بنا ہُوا) سے رگڑا جاتا ہے۔ مسلسل رگڑنے سے ان کی سطح پر ایک طاقتور برقی بار پیدا ہو جاتا ہے۔ مندرجہ بالا طریقے کی طرح یہ بات بند انگشت کے ذریعہ سلاخ سے چنگاریاں پیدا کر کے یا خشک کاغذ کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کی سلاخ کی طرف کشش سے بھی ثابت کی جا سکتی ہے۔ اگر ایک شیشے کی سلاخ کو مسلسل رگڑنے کے بعد سٹینڈ پر رکھیں اور دوسری شیشے کی سلاخ کو بھی رگڑ کر پہلی سلاخ کے نزدیک لائیں تو سٹینڈ پر رکھی ہوئی شیشے کی سلاخ اُس سے دُور ہٹے گی۔

مشاہدہ : شیشے کی سلاخوں پر رگڑ سے پیدا ہونے والے
برقی بار ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں ۔

تجربہ ج : اب ایک شیشے کی اور ایک آبنوس کی سلاخ کو مندرجہ بالا طریقے سے استعمال کریں ۔ دونوں میں سے ایک سلاخ کو سٹینڈ پر رکھیں اور دوسری کو اُس کے قریب لائیں ۔ جب سلاخیں ایک دوسرے کے کافی قریب ہو جائیں تو سٹینڈ پر رکھی ہوئی سلاخ کو دوسری سلاخ اپنی طرف کھینچے گی ۔

مشاہدہ : آبنوس کی سلاخ پر اور شیشے کی سلاخ پر پیدا ہونے
والے برقی بار ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں ۔

اگر ان تجربات کے مشاہدات کو ایک چارٹ کی صورت میں لکھیں ، تو برقی بار کی مختلف قسمیں اور نتائج کا آپس میں مقابلہ کیا جا سکتا ہے ۔

تجربہ	مشاہدہ	برقی بار کی قسم
ا ۔ آبنوس کی دونوں سلاخیں	سلاخیں ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں	ایک ہی قسم کا بار
ب ۔ شیشے کی دونوں سلاخیں	سلاخیں ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں	ایک ہی قسم کا بار
ج ۔ ایک سلاخ شیشے کی اور دوسری آبنوس کی	سلاخیں ایک دوسرے کو کھینچتی ہیں	مختلف قسم کے بار

اِس چارٹ سے یہ نتیجہ اخذ کیا جا سکتا ہے کہ جب برقی بار ایک ہی قسم کے ہوں تو وہ ایک دوسرے کو دفع کریں گے اور جب بار مختلف قسم کے ہوں تو وہ ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچیں گے ۔

اِن مشاہدات سے برقی باروں کا بنیادی قانون اخذ کیا جا سکتا ہے ۔

قانون | ایک ہی قسم کے برقی بار ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں ۔
مختلف قسم کے برقی بار ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں ۔

مندرجہ بالا تجربات یہ بھی ظاہر کرتے ہیں کہ آبنوس کی سلاخوں پر ایک ہی قسم کا برقی بار پیدا ہوتا ہے ۔ اسی طرح شیشے کی سلاخوں پر بھی ایک ہی قسم کا برقی بار پیدا ہوتا ہے ۔ علاوہ ازیں شیشے کی سلاخ پر پیدا ہونے والا برقی بار آبنوس کی سلاخ پر پیدا ہونے والے برقی بار سے ہمیشہ مختلف ہوتا ہے ۔ اِس طرح ہم دو قسم کے برقی بار کے درمیان تمیز کر سکتے ہیں:

1 ۔ شیشے کی سلاخ پر پیدا ہونے والا بار
2 ۔ آبنوس کی سلاخ پر پیدا ہونے والا بار

ماہر طبیعیات لختن برگ (Lichtenberg) کے مطابق اِن برقی باروں میں مندرجہ ذیل طریقہ سے تمیز کی جا سکتی ہے :

1 ۔ مثبت بار (positive charge) (شیشے کی سلاخ)
2 ۔ منفی بار (negative charge) (آبنوس کی سلاخ)

13 بجلی کا مبدا مادّہ میں ہے

(Electricity has its origin in matter)

131 موصل اور غیر موصل اشیا (Conductors & non-conductors)

بجلی کے بلب کو ایک سوئچ کی وساطت سے تانبے کے تاروں کے ذریعے ساکٹ کے ساتھ لگایا گیا ہے۔ ٹرمینل (terminal) 'A' اور 'B' پر تار کو کاٹ دیا گیا ہے۔ جس میٹریل پر تجربہ کرنا ہو اس کو ٹرمینل 'A' اور 'B' کے ساتھ لگائیں (E131 / A-C)۔

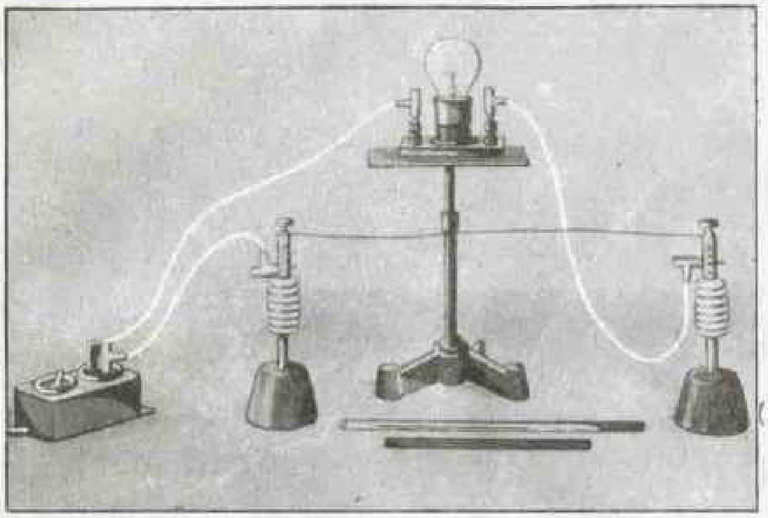
تجربہ ا: ٹرمینل 'A' اور 'B' کے درمیان تانبے کا موٹا تار لگائیں اور سوئچ کو 'آن' (ON) کریں۔

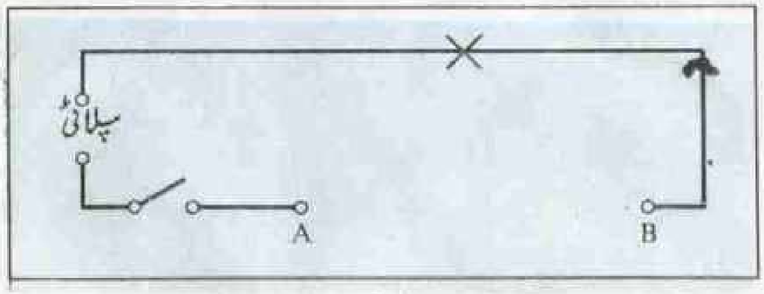
مشاہدہ: بجلی کا بلب روشن ہو جائے گا کیونکہ بجلی کی رَو بلب کے فلامینٹ (filament) کو اس حد تک گرم کر دے گی کہ یہ روشن ہو جائیگا۔

تجربہ ب: پلگ کو ساکٹ سے نکال لیں۔

مشاہدہ: بجلی کا بلب بُجھ جائے گا کیونکہ اب اس کا ساکٹ کے ساتھ کوئی رابطہ نہیں رہا۔ بجلی ساکٹ میں آتی ہے اور اسے بلب میں لے جانے کے لیے ہمیں ایک راستہ یا موصل کی ضرورت پڑتی ہے۔

تجربہ ج: ٹرمینل 'A' اور 'B' کے درمیان مختلف میٹریل کے تار لگائیں اور ان کا بجلی کے ساتھ اندازِ کار کا جائزہ لیں۔





E 131/A-C موصل اور غیر موصل اشیاء

میٹریل	مشاہدہ	میٹریل	مشاہدہ
(a) تانبہ	بلب روشن ہو جاتا ہے	(b) شیشہ	بلب روشن نہیں ہوتا
ایلومینیم	بلب روشن ہو جاتا ہے	ربڑ	بلب روشن نہیں ہوتا
لوہا	بلب روشن ہو جاتا ہے	ابرق	بلب روشن نہیں ہوتا
نکل	بلب روشن ہو جاتا ہے	چینی	بلب روشن نہیں ہوتا
زنک	بلب روشن ہو جاتا ہے	کاغذ	بلب روشن نہیں ہوتا
کاربن	بلب روشن ہو جاتا ہے	خشک ہَوا	بلب روشن نہیں ہوتا
تیزاب ملا پانی	بلب روشن ہو جاتا ہے	کشید شدہ پانی	بلب روشن نہیں ہوتا

مشق: مزید میٹریل سے بنے ہوئے تاروں میں بجلی گزرنے کی خاصیت معلوم کرنے کے لیے اس تجربہ کو دُہرائیں۔

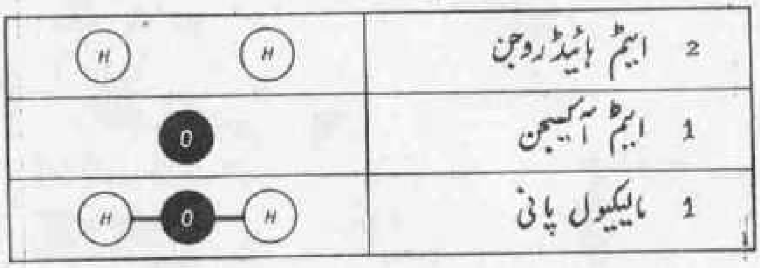
مشاہدہ: تجربہ ج سے ظاہر ہے کہ
کئی اشیاء (گروپ a) میں سے بجلی گزر سکتی ہے۔
اور
کئی اشیاء (گروپ b) میں سے بجلی نہیں گزر سکتی۔
ان کے درمیان نیم موصل (Semiconductor) اشیاء کا گروپ بھی ہے۔

قانون | بجلی کے کام میں استعمال ہونے والی اشیاء کو تین قسموں موصل، نیم موصل اور غیر موصل (حاجز) میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

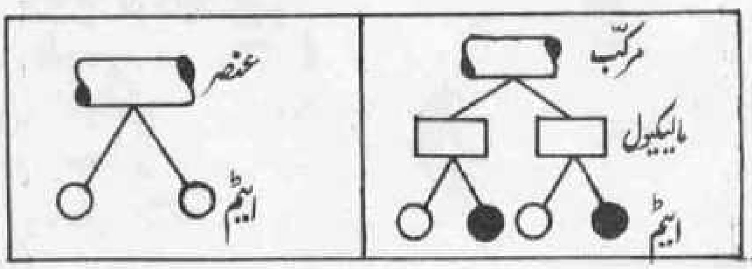
یہ سوال کہ کچھ چیزیں موصل اور کچھ غیر موصل کیوں ہیں ایٹم کی ساخت پر غور کرنے کی ترغیب دلاتا ہے۔ ایک ہی طرح کے تجرباتی حالات میں مختلف چیزوں کے مختلف اندازِ کار کی وجہ صرف مادّہ سے اپنے متعلق ہی ہو سکتی ہے۔

132 مادّہ کی بناوٹ کیا ہے (How are matter composed ?)

عنصر (The element): کیمیادان مادّہ کی ساخت، ترکیب اور باہمی عمل پر خاص طور پر غور و خوض کرتے رہے ہیں۔ وہ اس نتیجہ پر پہنچے کہ مادّہ بہت چھوٹے چھوٹے ذرّات سے بنا ہُوا ہے جن کو مزید تقسیم نہیں کیا جاسکتا۔ ان ذرات کا نام ایٹم رکھا گیا (یونانی لفظ 'atom' جس کے معنی ناقابلِ تقسیم ہیں) یہ بھی معلوم کیا گیا کہ ایٹم کی ایک سَو دو مختلف اقسام ہیں۔ اگر کوئی مادّہ صرف ایک ہی قسم کے ایٹموں سے بنا ہو تو اس کو عنصر کہتے ہیں۔ مثلاً تانبا اور ایلومینیم وہ عناصر جن سے زمین کے خول کا بیشتر حصّہ بنا ہُوا ہے وہ یہ ہیں: آکسیجن (50 فی صد) سیلیکا (25 فی صد) ایلومینیم (8 فی صد) لوہا (5 فی صد) کیلشیم (3 فی صد) میگنیشیم (3 فی صد)۔ کاربن جو کہ ہمارے تکنیکی وجود کے لیے سب سے ضروری ہے زمین کے خول کا صرف 0.2 فی صد حصّہ ہے۔ دوسرے عناصر مثلاً سونا چاندی اور پلاٹینم وغیرہ جو ہمارے لیے اہم ہیں زمین میں بہت کم مقدار میں پائے جاتے ہیں۔



I 132/Ia پانی کے مالیکیول کے اجزا

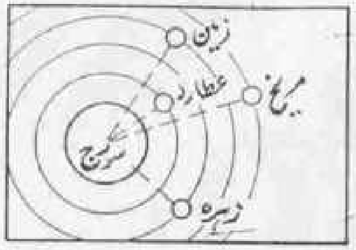


I 132/Ib عناصر اور مرکبات کے اجزا

مرکّب (The compound): اگر ہائیڈروجن کے دو ایٹم آکسیجن کے ایک ایٹم سے مل جائیں تو ایک ایسا مرکّب بن جاتا ہے جس کی خاصیتیں دونوں عناصر سے مختلف ہوں گی۔ ہائیڈروجن اور آکسیجن گیسوں میں جبکہ ان کے ایٹموں کا مرکّب ایک مائع یعنی پانی ہے، کم از کم دو ایٹموں کے ملنے سے مالیکیول (molecule) (لاطینی زبان میں molescula یعنی سب سے چھوٹی کمیت) بنتا ہے۔

133 ایٹم کو مزید اجزاء میں تقسیم کیا جاسکتا ہے (The atoms are divided into components)

نظامِ شمسی (The solar system) : ہمیں آج اس بات کا علم ہے کہ ایٹم کی ساخت بھی نظامِ شمسی کی طرح ہے۔ سیّارے سورج کے گرد مخصوص (بیضوی) مداروں میں گھومتے ہیں اور سورج ان بیضوی مداروں کے ایک نقطۂ ماسکہ پر واقع ہے۔ سورج کے گرد درحقیقت نو بڑے اور دو ہزار چھوٹے سیّارے گردش کرتے ہیں۔ وہ سیّارے جو سورج کے قریب ہیں شکل نمبر 1 133/1 میں دکھائے گئے ہیں۔



1 133/1 سورج اور سیارے

مرکز گریز قوّت (Centrifugal force) : سیّارے سورج کے گرد بہت زیادہ رفتار سے گردش کرتے ہیں۔ مثلاً زمین کی گردش کی رفتار 30 کلومیٹر فی سیکنڈ یا ایک لاکھ کلومیٹر فی گھنٹہ ہے۔ ہم اس رفتار کو اس لیے محسوس نہیں کرتے کیونکہ زمین کی فضا بھی اُس کے ساتھ ہی گردش کرتی ہے۔ جب کوئی جسم کسی مرکز کے گرد گھومتا ہے تو اس پر ایک ایسی قوّت عمل کرتی ہے جو اسے مرکز سے پرے دھکیلتی ہے۔ یہ قوّت جسم کی رفتار کے ساتھ ساتھ بڑھتی ہے۔ اس قوّت کو مرکز گریز قوّت (centrifugal force) کہتے ہیں۔

کششِ ثقل (Gravitation) : اگر کوئی اور قوّت مرکز گریز قوّت کو متوازن نہ کرتی تو سیّارے فضا میں بکھر جاتے۔ یہ دوسری قوّت کششِ ثقل ہے جو کہ سیّاروں کو سورج کی طرف کھینچے رکھتی ہے۔ کیونکہ یہ دونوں قوّتیں ایک دوسرے کو زائل کر دیتی ہیں، اس لیے سیّارے اپنے مداروں پر گردش کرتے رہتے ہیں جو وہ ایک بار اختیار کر لیتے ہیں۔

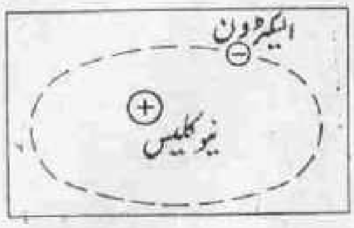
ایٹم کی ساخت (Structure of the atom)

ایٹم کی ساخت بھی نظامِ شمسی کی طرح ہی ہے۔ ایٹم میں ایک نیوکلیس (nucleus) ہوتا ہے۔ ایٹم کی کمیت کا تقریباً تمام حصّہ نیوکلیس میں ہوتا ہے۔ سورج کی طرح نیوکلیس بھی ایٹم کے مرکز میں ہوتا ہے۔ چھوٹے چھوٹے بار دار ذرّات نیوکلیس کے گرد گھومتے ہیں جن کو الیکٹرون (electron) کہتے ہیں۔ نظامِ شمسی کے سیّاروں کی طرح الیکٹرون بھی نیوکلیس کے گرد غیر معمولی رفتار سے بیضوی مداروں میں گھومتے ہیں۔ اس صورت میں بھی مرکز گریز قوّت (centrifugal force) کو زائل کرنے والی قوّتیں عمل کرتی ہیں جو کہ برقی قوّتیں ہوتی ہیں۔ یہ ثابت ہو چکا ہے کہ الیکٹرون برقی لحاظ سے منفی ہوتے ہیں اور نیوکلیس پر اتنا ہی مثبت بار ہوتا ہے۔ اِس کے علاوہ ہمیں معلوم ہے کہ مختلف قسم کے بار (charge) ایک دوسرے کو کھینچتے ہیں۔ لہٰذا مثبت نیوکلیس منفی الیکٹرون کو اپنی طرف کھینچے رکھتا ہے اور اس طرح مرکز گریز قوّت زائل ہو جاتی ہے۔

الیکٹرون اور پروٹون بطور برقی بار کی اکائی (Electrons and protons as units of electrical charge)

نیوکلیس کے گرد گھومنے والے الیکٹرون کی تعداد ایک سے لے کر 102 تک ہے۔ اس طرح ہائیڈروجن کے ایٹم میں ایک الیکٹرون ہوتا ہے۔ ایلومینیم کے ایٹم میں 13 اور تانبے کے ایٹم میں 29 اور نوبیلیئم کے ایٹم میں 102 الیکٹرون ہوتے ہیں۔

ہائیڈروجن ایٹم کی ساخت اس طرح ہوتی ہے کہ نیوکلیس پر مثبت بار (positive charge) اور الیکٹرون پر منفی بار (negative charge) ہوتا ہے۔ الیکٹرون کی کمیت ہائیڈروجن ایٹم کی کمیت کا $\frac{1}{1836}$ حصّہ ہے اور الیکٹرون منفی بار کی اکائی کا حامل ہے۔ نیوکلیس پر الیکٹرون کے برابر مثبت بار ہوتا ہے جو الیکٹرون کو اپنی طرف کھینچتا ہے اور اس طرح مرکز گریز قوّت الیکٹرون کو نیوکلیس سے دُور نہیں ہٹا سکتی۔ اس طرح ہر الیکٹرون کے لیے نیوکلیس میں مثبت بار کی ایک اکائی ہونی چاہیے۔ مثال کے طور پر ایلومینیم کے نیوکلیس میں 13 تانبے کے نیوکلیس میں 29 اور نوبلیم کے نیوکلیس میں مثبت بار کی 102 اکائیاں ہونی چاہییں۔ نیوکلیس کے بار کی اکائی کو پروٹون (proton) کہتے ہیں۔ ہر ایٹم میں پروٹون اور الیکٹرون کی تعداد برابر ہوتی ہے۔ اِس طرح برقی بار کا اثر زائل ہو جاتا ہے اور ایٹم برقی لحاظ سے تعدیلی (neutral) ہوتا ہے۔



1133/II ہائیڈروجن ایٹم کی ساخت

قانون | پس بجلی پیدا نہیں کی جا سکتی بلکہ یہ ہر مادہ میں پہلے سے ہی موجود ہوتی ہے۔ الیکٹرون میں منفی بار کی اکائی کے طور پر اور نیوکلیس میں مثبت بار کی اکائی کے طور پر۔

134 آزاد الیکٹرون بطور حامل بار (Free electrons as carriers of charge)

برقی لحاظ سے بیرونی خول کے الیکٹرون خاص اہمیّت رکھتے ہیں۔ یہ الیکٹرون مادّہ کے کیمیائی ملاپ کا تعیّن کرتے ہیں اور عناصر کی ویلنسی (valency) کا انحصار ان کی تعداد پر ہوتا ہے۔ اس لیے ان کو ویلنس الیکٹرون (valence electron) کہتے ہیں۔

موصل دھاتوں (Conductor metals) میں بہت سے ایٹم قلمی شکل میں مربوط ہوتے ہیں۔ ان میں ایٹمی ملاپ کے لیے ویلنس الیکٹرون کی ضرورت نہیں پڑتی اور اس صورت میں نزدیکی ایٹموں کا اثر اس قدر زیادہ ہوتا ہے کہ بیرونی خول کے الیکٹرون کسی خاص ایٹم سے وابستہ نہیں رہتے بلکہ ایسے منفی بار کی صورت میں دستیاب ہو جاتے ہیں جو آسانی سے حرکت کر سکے۔ ان کو آزاد الیکٹرون (free electron) کہتے ہیں۔ تجربہ نمبر 131 میں یہ الیکٹرون بیرونی قوّت کے زیرِ اثر بلب میں سے گزرتے ہیں اور اس طرح اس سے روشنی خارج ہوتی ہے۔

غیر موصل اشیاء (Non-conductors) میں تقریباً تمام ویلنسی الیکٹرون باہمی ایٹمی ملاپ میں صَرف ہو جاتے ہیں اور بار (charge) منتقل کرنے کے لیے بہت کم الیکٹرون رہ جاتے ہیں۔ تجربہ نمبر 131 میں آزاد الیکٹرون کی اتنی تھوڑی مقدار اِس قابل نہیں ہوتی کہ وہ بلب کو روشن کر سکے۔ عملی طور پر ایسے اجسام میں سے برقی رَو نہیں گزر سکتی۔

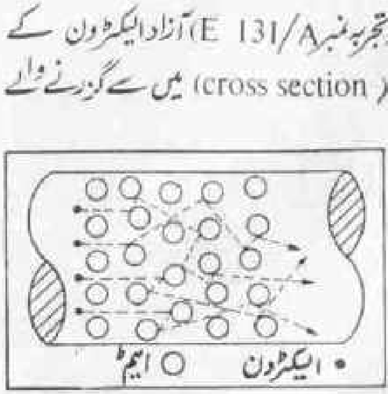
نیم موصل اشیاء (Semi-conductors) مثلاً سیلینیم (Selenium) سیلیکون (Silicon) اور جرمینیم (Germenium) وغیرہ کے ایٹموں کا ملاپ 20 درجہ سینٹی گریڈ تک غیر موصل اشیاء کے ایٹموں کی طرح ہی ہوتا ہے یعنی تقریباً تمام ویلنسی الیکٹرون باہمی ایٹمی ملاپ میں صَرف ہو جاتے ہیں۔ لیکن اگر درجۂ حرارت بڑھ جائے تو توانائی ملنے کی وجہ سے اِن کا ملاپ ٹوٹ جاتا ہے اور آزاد الیکٹرون برقی بار منتقل کرنے کے لیے دستیاب ہو جاتے ہیں۔ اِس طرح درجۂ حرارت زیادہ ہونے سے نیم موصل اشیاء موصل بن جاتی ہیں۔

برقی رَو کا بہاؤ کسی جسم میں موجود آزاد الیکٹرون کی تعداد پر منحصر ہوتا ہے۔

14 الیکٹرون تمام برقی مظاہر کی بنیاد ہیں (The electrons as basis of all electrical phenomena)

141 برقی رَو الیکٹرون کے بہاؤ کا نام ہے (Current is the flow of electrons)

برقی رَو (Electric current): بلب میں سے گزرنے والی برقی رَو (تجربہ نمبر E 131/A) آزاد الیکٹرون کے بہاؤ کی وجہ سے ہے۔ برقی رَو کی مقدار کسی خاص وقت میں موصل کی عمودی تراش (cross section) میں سے گزرنے والے الیکٹرون کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔

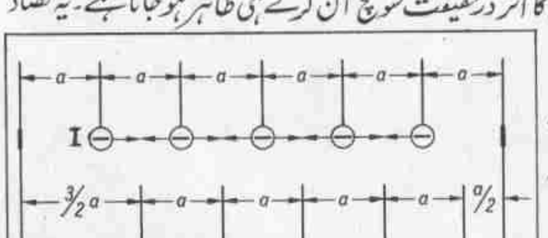


I 141/I الیکٹرون کی حرکت

الیکٹرون کی حرکت (Movement of electrons): الیکٹرون کی حرکت ایک آزاد بہاؤ کی صورت میں نہیں ہوتی۔ شکل نمبر I 141/I یہ ظاہر کرتی ہے کہ الیکٹرون حرکت کے دوران کسی موصل میں موجود ایٹموں سے ٹکراتے رہتے ہیں اور اس طرح اُن کی حرکی توانائی ضائع ہوتی رہتی ہے اور ساتھ ساتھ اُن کی سمت بھی بدلتی رہتی ہے۔

الیکٹرون کی رفتار (Velocity of electrons): جب متحرک آزاد الیکٹرون ایٹموں سے ٹکراتے ہیں، تو اُن کی رفتار کم ہو جاتی ہے۔ اگر ایک مربع ملی میٹر تانبے کے تار میں سے 6 ایمپیئر (Ampere) کی برقی رَو گزرے تو الیکٹرون کی رفتار تقریباً 0.45 ملی میٹر فی سیکنڈ ہوگی۔ اس طرح الیکٹرون کو بجلی گھر سے ہمارے بلب تک آنے کے لیے کئی دن اور ہفتے درکار ہوں گے۔

سگنل کی رفتار (Signal velocity): برقی رَو کا اثر درحقیقت سوئچ آن کرتے ہی ظاہر ہو جاتا ہے۔ یہ تضاد شکل I 141/II کی مدد سے واضح کیا گیا ہے۔



I 141/II منتقل الیکٹرون کی حرکت

سوئچ آن کرنے سے پہلے ہر الیکٹرون اپنے ساتھ والے الیکٹرون سے فاصلہ a پر ہے (حالت I)۔ کیونکہ تمام الیکٹرون پر بار کی ایک ہی مقدار ہوتی ہے، اس لیے ان کے درمیان ہمیشہ ایک ہی قوّت دفع اور اس طرح ایک ہی فاصلہ رہنا چاہیے۔

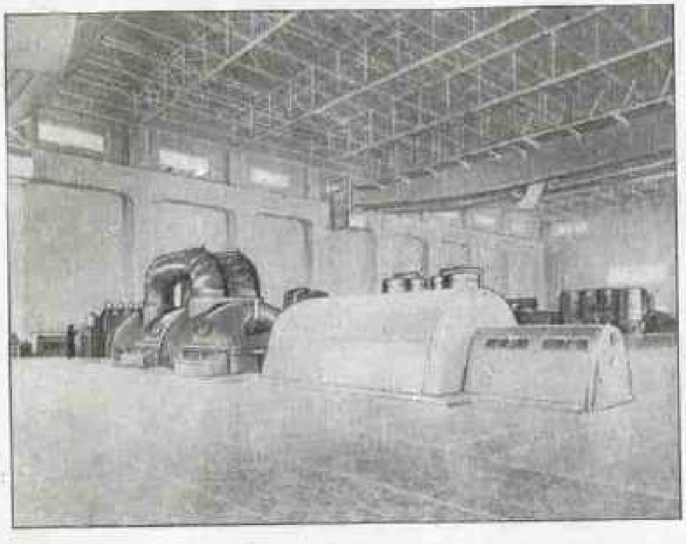
جب سوئچ آن کیا جاتا ہے تو الیکٹرون ایک خاص فاصلہ ($\frac{a}{2}$) طے کرتے ہیں، کیونکہ ان کا درمیانی فاصلہ تبدیل نہیں ہو سکتا اس لیے صرف پہلا الیکٹرون ہی نہیں بلکہ آخر تک تمام الیکٹرون ایک ہی وقت میں یہی فاصلہ ($\frac{a}{2}$) طے کریں گے۔ اس طرح سگنل کی رفتار بہت زیادہ ہوتی ہے اور روشنی کی رفتار (300,000 کلومیٹر فی سیکنڈ) تک پہنچ سکتی ہے۔ مثلاً ایک کیبل (cable) میں یہ رفتار تقریباً 12,000 کلومیٹر فی سیکنڈ ہوتی ہے۔

142 برقی دباؤ یا پوٹینشل الیکٹرون کی حرکت کا باعث بنتا ہے
(Electric potentials cause the movement of electrons)

تجربہ E131 میں ہم ساکٹ سے جو برقی قوّت لیتے ہیں وہ بجلی گھر سے تاروں کے ذریعہ سے پہنچتی ہے۔ بجلی کے جنریٹر (شکل I 142/Ia) میں تانبے کا ایک کوائل (coil) ہوتا ہے جس کے آزاد الیکٹرون مشین میں صرف ہونے والی توانائی کی وجہ سے ایک خاص سمت میں حرکت کرتے ہیں۔

جیسا کہ شکل $I\ 142/I_b$ میں دکھایا گیا ہے یہ الیکٹرون 'A' سے 'B' کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ اس طرح 'A' پر الیکٹرون کی کمی ہو جائے گی اور 'B' پر ان میں اضافہ ہو جائے گا۔ وہ الیکٹرون جو 'B' پر موجود ہیں، اپنے منفی بار کی وجہ سے ایک دوسرے کو پرے دھکیلتے ہیں۔ اس طرح الیکٹرون میں جبری اضافہ اور باہمی قوّتِ دفع کی وجہ سے 'B' پر ایک دباؤ پیدا ہو جاتا ہے۔ 'A' پر الیکٹرون کے منتقل ہو جانے کی وجہ سے خلا پیدا ہو جاتا ہے اور اس طرح یہاں پر ایک چساؤ (suction) پیدا ہو جائے گا۔ 'A' اور 'B' کے درمیان دباؤ کا ایک فرق پیدا ہو جاتا ہے۔ دباؤ کا یہی فرق جو کہ برقی دباؤ یا پوٹینشل (electric potential) کہلاتا ہے الیکٹرون میں حرکت پیدا کرنے والی قوّت ہے۔ ساکٹ میں بھی اسی طرح ایک نقطہ پر الیکٹرون کا اضافہ ہوتا ہے اور دوسرے پر الیکٹرون کی کمی ہوتی ہے۔ جہاں پر الیکٹرون زیادہ ہوتے ہیں وہ منفی پول (Pole −) ہوگا اور جہاں پر الیکٹرون کی کمی ہو جاتی ہے وہ مثبت پول (Pole +) ہوگا۔

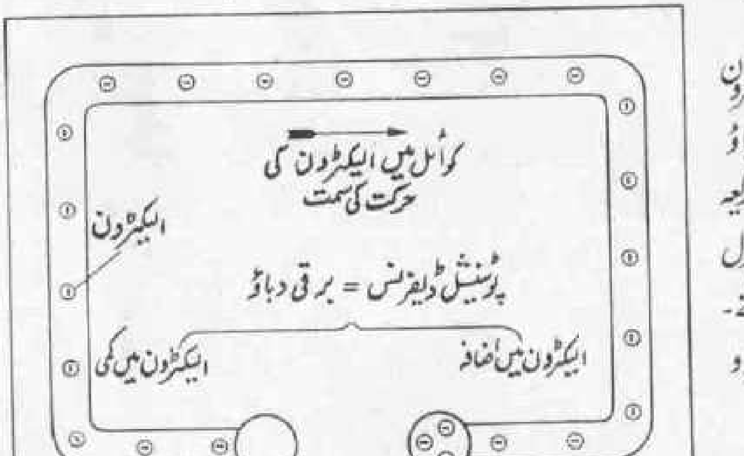
اگر دو ایسے نقاط کو جن پر الیکٹرون کا دباؤ مختلف ہو (یعنی جن کا برقی دباؤ مختلف ہو) آپس میں کسی موصل کے ذریعہ ملا دیا جائے تو آزاد الیکٹرون مثبت پول سے منفی پول کی طرف حرکت کریں گے۔ الیکٹرون کی یہی حرکت برقی رَو (electric current) کہلاتی ہے۔



بجلی پیدا کرنے والا جنریٹر

ٹربائین (جنریٹر کو چلانے والی مشین)

I142/Ia بجلی پیدا کرنے والا جدید پلانٹ



I142/Ib جنریٹر کے کوائل میں برقی دباؤ کا پیدا ہونا

قانون | برقی دباؤ کا انحصار دباؤ کے اس فرق پر ہوتا ہے جو الیکٹرون کے اضافہ اور الیکٹرون کی کمی والے نقطوں کے درمیان ہو۔

برقی پوٹینشل کا پیدا ہونا (Generation of electric potential): برقی پوٹینشل مندرجہ ذیل طریقوں سے پیدا کیا جاسکتا ہے:

1 - رگڑ سے (کہربا۔ آبنوس شیشہ)
2 - کیمیائی تبدیلی سے [ٹارچ کا سیل یا بیٹری (Accumulator)]
3 - برقی امالہ سے (سائیکل کا ڈائینمو۔ برقی جنریٹر)
4 - حرارت سے [تھرموکپل (Thermocouple)]
5 - روشنی سے [ضیا برقی سیل (Photo electric cell)]
6 - دباؤ سے [پیزو الیکٹرسٹی (Piezo-electricty) سنگِ مُردہ (Quartz)]

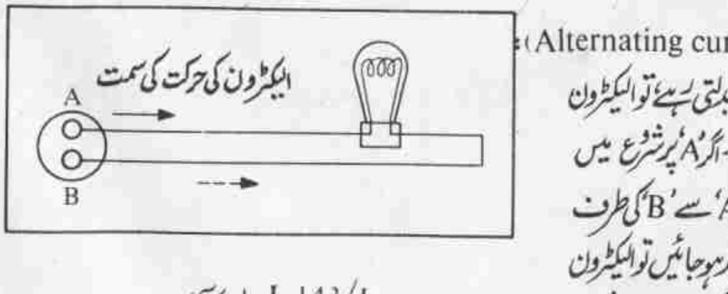
143 برقی رَو کی مختلف اقسام متحرک الیکٹرون کی سمت پر منحصر ہیں

(The type of current depends on the direction of electrons)

برقِ سکونی (Static electricity): تجربہ E12/Ia میں الیکٹرون رگڑ کی حرارت کی وجہ سے علیٰحدہ ہوتے ہیں۔ اس طرح آبنوس کی سلاخ پر الیکٹرون میں اضافہ ہوجاتا ہے جس سے اُس پر منفی بار پیدا ہوجاتا ہے۔ اسی طرح شیشے کی سلاخ پر مثبت بار پیدا ہوجاتا ہے۔ کیونکہ سلاخیں کسی موصل کے ساتھ نہیں ملی ہوتیں' اس لیے الیکٹرون برقی بار کو متوازن نہیں کر سکتے اور ان میں کوئی حرکت پیدا نہیں ہوتی۔ لہٰذا برقی رَو نہیں بہہ سکتی بلکہ بجلی سلاخوں کی سطح پر ٹھہری رہتی ہے۔ اس لیے اسے برقِ سکونی (static electricity) کہتے ہیں۔

برق رواں (Flowing electricity)

ڈائرکٹ کرنٹ یا ڈی سی (Direct current): جب الیکٹرون متحرک ہوں اور موصل میں بہنے لگیں' تو اِس بجلی کو برقِ رواں (flowing current) کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر برقی رَو اس وقت جاری ہوگی جب ٹارچ کی بیٹری کے مثبت اور منفی پول کو بلب کے ذریعہ ملا دیا جائے۔ اس طرح جب الیکٹرون منفی پول سے مثبت پول کی طرف حرکت کرتے ہیں تو زائد الیکٹرون میں توازن پیدا ہوجاتا ہے۔ چونکہ منفی اور مثبت پول بجلی کے جنریٹر میں ایک ہی جگہ پر رہتے ہیں اس لیے الیکٹرون ہمیشہ ایک ہی سمت میں بہتے ہیں۔ ایسی برقی رَو جس میں الیکٹرون کے بہاؤ کی سمت ایک ہی رہتی ہے' ڈی سی' (direct current) کہلاتی ہے۔



I 143/I اے سی

آلٹرنیٹنگ کرنٹ یا اے سی (Alternating current): اگر منفی اور مثبت پول کی جگہ متعین نہ ہو بلکہ ان کی جگہ بدلتی رہے تو الیکٹرون کے بہاؤ کی سمت بھی بدلتی رہے گی (شکل I 143/I)۔ اگر 'A' پر شروع میں الیکٹرون زائد ہیں تو یہ بلب میں سے گزرتے ہوئے 'A' سے 'B' کی طرف جائیں گے۔ اب اگر چند لمحے بعد 'B' پر الیکٹرون زائد ہوجائیں تو الیکٹرون کی سمت 'B' سے 'A' کی طرف ہوجائے گی۔ اس طرح اگر منفی پول اور مثبت پول اپنی جگہ بدلتے رہیں تو الیکٹرون کے بہاؤ کی سمت بھی بدلتی رہے گی۔ اِس قسم کی برقی رَو کو اے سی (alternating current) کہتے ہیں۔

144 برقی رَو کی روائتی سمت الیکٹرون کے بہاؤ کی مخالف سمت میں ہوتی ہے

(The conventional flow of current is in the direction opposite to that of electrons)

الیکٹرون کے بہاؤ کی سمت (Direction of electron flow) : جیسا کہ پہلے بتایا جا چکا ہے کہ وہ سرا جس پر زائد الیکٹرون ہوں منفی پول ہوتا ہے اور وہ سرا جس پر الیکٹرون میں کمی ہوتی ہے مثبت پول کہلاتا ہے۔ الیکٹرون بجلی کے منبع سے منفی پول سے مثبت پول کی طرف بہتے ہیں اور اس طرح برقی بار میں توازن پیدا ہوجاتا ہے۔

برقی رَو کی روائتی سمت (Conventional direction of electric current) : برقی رَو کی روائتی سمت الیکٹرون کے بہاؤ کی مخالف سمت میں ہوتی ہے اور اس طرح بیرونی سرکٹ (circuit) میں برقی رَو مثبت سے منفی پول کی طرف اور بجلی کے منبع میں منفی پول سے مثبت پول کی طرف بہتی ہے۔

سمت کے تعیّن میں فرق (Difference in nomenclature) : جس زمانہ میں برقی رَو کی سمت کا تعیّن کیا گیا تھا، اس وقت الیکٹرون یا ان کے بہاؤ کے متعلق کوئی علم نہیں تھا۔ سمت کا پرانا تعیّن اب تک بھی استعمال ہو رہا ہے۔ کیونکہ تیکنیکی کام میں اس کی وجہ سے کوئی مشکل پیش نہیں آتی۔ اس کے علاوہ سمت کا یہ تعیّن اتنا مسلّم ہوچکا ہے کہ اس میں تبدیلی کرنے سے کئی مشکلات پیدا ہوسکتی ہیں۔

نوٹ : نوبل پرائز جیتنے والے پروفیسر میکس پلانک (Max Plank) نے اس تضاد کو چھوٹی چھوٹی مچھلیوں اور الیکٹرون کا موازنہ کرکے واضح کیا ہے۔

روائتی برقی رَو + (مثبت) سے – (منفی) کی طرف بہتی ہے اور الیکٹرون مچھلیوں کی طرح بہاؤ کی مخالف سمت میں یعنی – (منفی) سے + (مثبت) کی طرف حرکت کرتے ہیں۔
اس وضاحت کی مدد سے برقی رَو کی روائتی سمت اور الیکٹرون کی سمت کو آسانی سے یاد رکھا جاسکتا ہے۔

145 موصل میں آزاد الیکٹرون کی حرکت کو رکاوٹ کا سامنا کرنا پڑتا ہے

(Conductors resist the free electrons)

الیکٹرون کی حرکت کا دھیما پڑنا (Retardation of the movement of electrons) : تمام موصل اشیا میں الیکٹرون کا بہاؤ ایک طرح نہیں ہوتا۔ جیسا کہ پہلے ہی ذکر کیا جاچکا ہے الیکٹرون حرکت کے دوران ایٹموں سے ٹکراتے ہیں۔ اگر ایٹم ایک دوسرے کے بہت قریب ہوں تو زیادہ الیکٹرون اُن سے ٹکرائیں گے اور اس طرح الیکٹرون کی حرکت کافی دھیمی پڑ جائے گی۔

الیکٹرون کی حرکت کا موازنہ ایک پیدل آدمی کی حرکت سے کیا جاسکتا ہے۔ ایک خالی گلی میں پیدل آدمی کسی مزاحمت کے بغیر تیزی کے ساتھ گزر سکتا ہے جبکہ اُس کے لیے بھیڑ والی جگہ سے گزرنا مشکل ہوگا۔ اسی طرح جب الیکٹرون ایٹموں کی بھیڑ میں سے گزرتے ہوں تو اُن کی حرکت آہستہ ہوجاتی ہے۔ ہر ٹکراؤ کی وجہ سے توانائی حرارت کی صورت میں خارج ہوتی ہے اور موصل گرم ہوجاتا ہے۔ اس طرح الیکٹرون کی توانائی ضائع ہوتی رہتی ہے اور ان کی رفتار بھی کم ہوجاتی ہے۔ کیونکہ اس طرح الیکٹرون کا مجموعی بہاؤ کم ہوجاتا ہے لہٰذا سارے سرکٹ میں برقی رَو بھی کم ہوجائے گی۔

مزاحمت (Resistance) **:** جب الیکٹرون کسی ایسے موصل میں سے گزرتے ہیں جس کے ایٹم ایک دوسرے کے بہت زیادہ قریب ہوں تو الیکٹرون کو بہت رکاوٹ پیش آئے گی۔ ایسے موصل میں الیکٹرون کو زیادہ مزاحمت کا سامنا کرنا پڑے گا بہ نسبت اُس موصل کے جس کے ایٹم اتنے قریب نہ ہوں۔ علاوہ ازیں الیکٹرون کے بہاؤ کی مقدار لازمی طور پر اُن ویلنس الیکٹرون کی تعداد پر بھی منحصر ہوگی جو ایٹموں کے باہمی ملاپ سے آزاد ہو سکیں گے۔ کسی موصل میں جتنے زیادہ الیکٹرون ہوں گے، وہ اُتنا ہی زیادہ بہاؤ میں حصّہ لے سکیں گے اور برقی رَو بھی اُتنی ہی زیادہ ہوگی۔ مندرجہ بالا دونوں خاصیتوں کی وجہ سے کسی موصل میں مزاحمت (resistance) پیدا ہوتی ہے۔ چاندی، سونا اور تانبا میں آزاد الیکٹرون کی تعداد زیادہ ہونے کی وجہ سے ان کی مزاحمت بہت کم ہوتی ہے، جبکہ زنک میں آزاد الیکٹرون کی تعداد بہت کم ہے؛ لہٰذا اس کی مزاحمت بہت ہی زیادہ ہے۔

حاجز اشیاء (Insulating materials) میں کیونکہ آزاد الیکٹرون بہت کم ہوتے ہیں۔ اس لیے اُن کی مزاحمت بھی غیر معمولی طور پر زیادہ ہوتی ہے۔

15 سوالات

(1) لفظ الیکٹرسٹی کے ماخذ اور مطلب کو واضح کریں۔ (2) برقی باروں کا ایک دوسرے پر کیا ردِعمل ہوتا ہے؟ (3) کیا وجہ ہے کہ خشک کاغذ کے ٹکڑے شروع میں آبنوس کی برقائی ہوئی سلاخ کی طرف کھنچتے ہیں اور فوراً بعد پرے ہٹ جاتے ہیں؟ (4) مثبت بار اور منفی بار سے کیا مراد ہے؟ (5) برقی لحاظ سے مختلف اشیاء کو کون سے گروپوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے؟ (6) سٹینڈرڈ ربڑ کیبل (standard rubber cable) میں تانبے کے تار کے گرد ربڑ کی تہہ کیوں چڑھائی جاتی ہے؟ (7) تانبا کن چھوٹے ذرات سے بنا ہوتا ہے؟ (8) کیا پیتل (Brass) ایک عنصر ہے؟ (9) ٹانکا لگانے والی قلعی (soldering tin) میں سب سے چھوٹا ذرّہ کون سا ہوتا ہے؟ (10) تانبے کے ایٹم کی ساخت کی وضاحت کریں۔ (11) ایٹم مجموعی طور پر تعدیلی کیوں ہوتا ہے؟ (12) الیکٹرون ایٹم کے نیوکلیس سے دُور کیوں نہیں بکھر جاتے؟ (13) ایک رسالے میں چھپا ہوا یہ بیان کہاں تک درست ہے کہ "جنریٹر کی مدد سے بجلی پیدا کی جاتی ہے" تبصرہ کریں۔ (14) ایک تانبے کا تار جس کو کسی پول سے نہ ملایا ہو تعدیلی کیوں ہوتا ہے؟ (15) ایک کیبل میں تانبے کا تار موصل کیوں ہے اور ربڑ کی تہہ غیر موصل کیوں ہے؟ (16) جب ٹارچ کی بیٹری کے دونوں پول (Poles) کو تانبے کے ایک تار سے جوڑ دیا جائے تو کیا ہوگا؟ (17) ٹارچ کی بیٹری کا ایک نقطۂ تماس (contact) منفی پول اور دوسرا مثبت پول کیوں ہوتا ہے؟ (18) ٹارچ کی بیٹری کا برقی دباؤ ایک مینز (mains) کی ساکٹ کے برقی دباؤ سے بہت کم کیوں ہوتا ہے؟ (19) برقی رَو کے بہاؤ کے لیے کن کن چیزوں کی ضرورت ہے؟ (20) ڈی سی اور اے سی میں کیا فرق ہے؟ (21) بجلی کے ایک سرکٹ کی ڈرائنگ میں برقی رَو کی سمت ایک سیل کے مثبت پول سے ایک برقی گھنٹی میں سے منفی پول کی طرف دکھائی گئی ہے۔ اس کے متعلق اپنے خیالات کا اظہار کریں۔ (22) کیا وجہ ہے کہ تانبے کا تار ہمیشہ بجلی کے کام میں استعمال ہوتا ہے حالانکہ یہ لوہے کے تار سے مہنگا ہوتا ہے؟ (23) کیا وجہ ہے جب برقی بلب کے ٹنگسٹن (Tungsten) کے تار میں سے برقی رَو گزرتی ہے تو وہ اتنا گرم ہوجاتا ہے کہ روشنی پیدا ہونے لگتی ہے؟

سوالات کے حل سے متعلق نوٹ :

سوال نمبر 1 کا حل باب نمبر 11 میں ہے۔ سوال نمبر 2 سے 4 تک کا جواب باب نمبر 12 میں ہے۔ باب نمبر 13 میں سوال نمبر 5 سے 15 تک اور باب نمبر 14 میں سوال نمبر 16 سے 23 تک کے جوابات ہیں۔

2 ڈی سی کے ابتدائی اصُول
(Principles of the Theory of Direct Current)

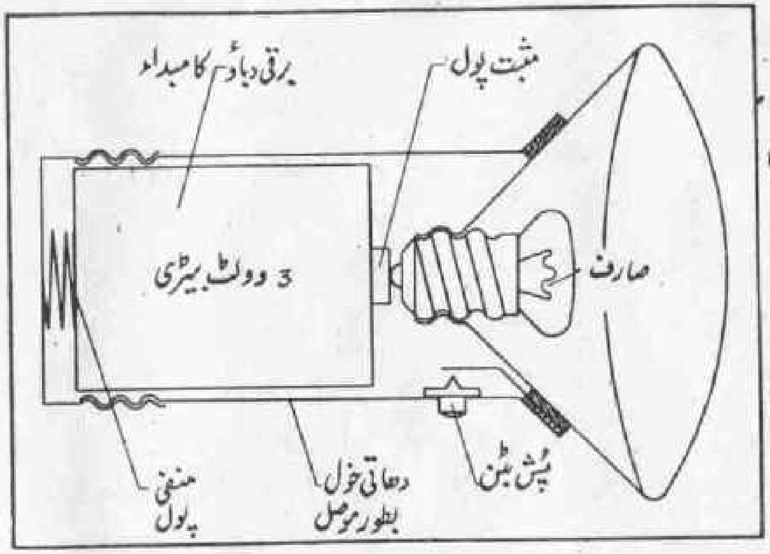
21 الیکٹرک سرکٹ (Electric circuit)

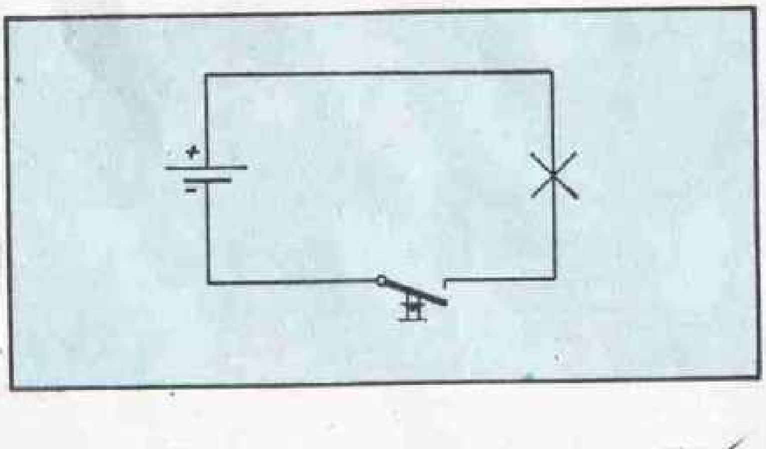
برقی رَو کا بہاؤ (Flow of current) ٹارچ کا سرکٹ E 21/I یہ ظاہر کرتا ہے کہ الیکٹرون کو بلب اور موصل میں سے گزارنے کے لیے جس برقی دباؤ کی ضرورت ہوتی ہے، وہ بیٹری کے سیلوں میں پیدا ہوتا ہے۔ ٹارچ کا دھاتی خول موصل کا کام دیتا ہے۔ جب پُش بٹن سوئچ (push-button switch) کو دبائیں تو برقی رَو بہنے لگے گی۔ بلب کے روشن ہونے سے پتا چلتا ہے کہ برقی رَو بہہ رہی ہے۔

برقی دباؤ کا جنریٹر (Voltage generator): ٹارچ کا سیل برقی دباؤ کا مبداء ہے جس کی وجہ سے برقی رَو بہتی ہے۔ اس لیے اسے برقی دباؤ کا جنریٹر بھی کہتے ہیں۔

برقی دباؤ صَرف کرنیوالے آلات (Voltage consuming appliances)

اگر ٹارچ کا بلب مسلسل جلتا رہے تو کچھ وقت کے بعد اس کی روشنی دھیمی ہونی شروع ہو جائے گی کیونکہ برقی دباؤ صَرف ہو کر روشنی میں بدلتا رہتا ہے۔ بلب میں برقی دباؤ صَرف ہوتا ہے۔ اس لیے اسے برقی دباؤ کا صارف کہتے ہیں۔





E 21/I ٹارچ کا برقی سرکٹ

برقی رَو سے کام کرنے والے تمام آلات بھی برقی دباؤ کا صارف کہلاتے ہیں۔ مثلاً بلب، برقی گھنٹی، استریاں، ہیٹر اور برقی موٹریں وغیرہ۔

الیکٹرک سرکٹ(Electric circuit): الیکٹران کے بہاؤ کے لیے سوئچ کا آن(ON) ہونا ضروری ہے۔ صرف اسی صورت میں ہی الیکٹرون کا بہاؤ جنریٹر سے شروع ہوگا۔ یہ بہاؤ موصل میں سے ہوتے ہوئے صارف تک اور پھر موصل میں سے واپس جنریٹر تک پہنچ کر اپنا سرکٹ مکمل کرتا ہے۔ یعنی جہاں سے یہ الیکٹرون چلے تھے اُسی جگہ واپس آجاتے ہیں۔ اِس چیز کو یُوں بھی کہا جاتا ہے کہ برقی رَو اپنا سرکٹ پُورا کرتی ہے۔

پس ہر الیکٹرک سرکٹ مندرجہ ذیل حصّوں پر مشتمل ہوتا ہے:

1 - برقی دباؤ کا جنریٹر۔
2 - برقی دباؤ کو صرف کرنے والے آلات۔
3 - لائین (line)۔

لائین (Line): لائین برقی جنریٹر سے صارف کی طرف اور صارف سے واپس جنریٹر کی طرف آنے والے موصل پر مشتمل ہوتی ہے۔ زمین یا پانی بھی واپسی موصل (return lead) کے طور پر استعمال ہو سکتے ہیں۔

سوئچ (Switch): برقی رَو کو مسلسل بہنے سے روکنے کے لیے سوئچ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو لائین میں لگاتے ہیں۔ اگر سوئچ کُھلا ہو تو بلب بُجھ جائے گا۔ جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی رَو نہیں بہہ رہی ہے۔

قانون	برقی رَو صرف اُس صورت میں بہتی ہے جب سرکٹ مکمل ہو۔

برقی رَو صرف برقی دباؤ کی موجودگی میں ہی بہہ سکتی ہے (باب 142)۔
برقی صارف اور موصل الیکٹرون کے بہاؤ میں مزاحمت پیدا کرتے ہیں (باب 145)۔

برقی دباؤ، برقی رَو اور مزاحمت ہر الیکٹرک سرکٹ میں ہوتے ہیں۔ کسی سرکٹ میں اِن کا آپس میں تعلق معلوم کرنے کے لیے اِن مقداروں کے لیے برقی پیمائش کی اکائیاں مقرر کی گئی ہیں۔

نوٹ: اِس باب کے شروع میں تجرباتی شکل کے نیچے سرکٹ ڈائیاگرام(circuit diagram) بنائی گئی ہے جو متعلقہ الیکٹرک سرکٹ کو سادہ انداز میں ظاہر کرتی ہے۔ سرکٹ ڈائیاگرام میں مختلف برقی آلات کو معیاری برقی علامات سے ظاہر کیا گیا ہے جو کہ DIN 40710 سے DIN 40717 کے مطابق ہیں (DIN کے لیے صفحہ 34 دیکھیں) چند اہم علامات تتمہ (appendix) میں صفحہ 248 پر دی گئی ہیں۔

سرکٹ ڈائیاگرام میں متعلقہ برقی علامات کی ترتیب وہی ہوگی جو تجرباتی شکل میں برقی آلات کی ہوتی ہے تاکہ دونوں کا موازنہ کر کے مختلف آلات کی علامات آسانی سے معلوم کی جا سکیں۔

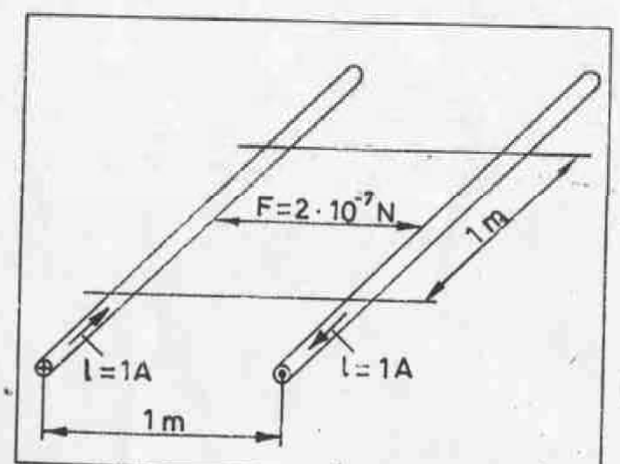
22 برقی پیمائش کی اکائیاں (The units of electrical measurement)

221 اکائیوں کا انٹرنیشنل نظام (International system of units): اکائیوں کے انٹرنیشنل نظام (SI نظام) میں چھ بنیادی اکائیاں ہیں۔ تمام دوسری اکائیاں اِن سے اخذ کی گئی ہیں :

طول	(length)	کی اکائی	میٹر	علامت	m
کمیت	(mass)	کی اکائی	کلوگرام	علامت	Kg
وقت	(time)	کی اکائی	سیکنڈ	علامت	s
برقی رَو	(current)	کی اکائی	ایمپیر	علامت	A
درجۂ حرارت یا ٹمپریچر	(temperature)	کی اکائی	کیلون	علامت	K
قوتِ تنویر	(luminous intensity)	کی اکائی	کینڈلا	علامت	Cd

نوٹ : (1) صفر درجہ سینٹی گریڈ تقریباً 273 کیلون کے برابر ہوتا ہے۔ (2) درجۂ حرارت میں 1 درجہ سینٹی گریڈ کی تبدیلی 1 کیلون کے برابر ہوتی ہے۔

222 برقی رَو کی اکائی (International unit of current) SI: نظام کے مطابق برقی رَو کی اکائی کا تعین مندرجہ ذیل طریقہ سے کیا گیا ہے (I222/1):



دو بہت ہی لمبے، باریک، سیدھے اور متوازی موصل خلا میں ایک دوسرے سے ایک میٹر کے فاصلے پر رکھے گئے ہیں اور ان میں سے مخالف سمتوں میں ڈی سی برقی رَو گزرتی ہے۔ اگر ان پر 2×10^{-7} نیوٹن کی قوتِ دافع پیدا ہو جائے تو اِن میں سے گزرنے والی برقی رَو ایک ایمپیر ہوگی۔

[Ampere فرانسیسی ماہرِ طبیعیات 1775 سے 1836]

الیکٹرون کی تعداد (Number of electrons): ایک الیکٹرون کا بار " $q = 1.602 \times 10^{-19}$ As " ہوتا ہے۔ I 222/1 برقی رَو کی اکائی اگر کسی موصل میں ایک ایمپیر کرنٹ بہہ رہی ہو تو اس کی عمودی تراش میں سے ایک سیکنڈ میں الیکٹرون کی ایک خاص تعداد گزرے گی جو مندرجہ ذیل طریقہ سے معلوم کی جاسکتی ہے :

$$n = \frac{1}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$$

ایک ایمپیر کرنٹ کے لیے عمودی تراش میں سے 6250,000,000,000,000,000 الیکٹرون فی سیکنڈ گزریں گے۔

برقی رَو کی قانونی اکائی (The legal unit of current): برقی رَو کی قانونی اکائی رَو کی وہ مقدار ہے کہ جب اسے سلور نائٹریٹ (Silver nitrate) کے محلول میں سے گزارا جائے تو یہ محلول میں سے چاندی کے 1.118 ملی گرام علیحدہ کردے۔

پیمائش کی مقداریں (Quantities of measurements) : ایک ایمپیر کی اکائی سے مندرجہ ذیل مقداریں اخذ کی جا سکتی ہیں :

$\frac{1}{1000}$ ایمپیر = 1 ملی ایمپیر ، 1000 ایمپیر = 1 کلو ایمپیر

اور $\frac{1}{1000,000}$ ایمپیر = 1 مائیکرو ایمپیر

مندرجہ ذیل جدول کی مدد سے ایک مقدار کو دوسری مقدار میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ معلوم مقداریں دو نیلے کالموں میں ہیں اور جو مقدار معلوم کرنی ہو وہ دائیں طرف کے کالموں میں ہے۔

مقدار	علامت	kA	A	mA	µA
کلو ایمپیر	kA	1	1000	1000,000	1000,000,000
ایمپیر	A	0.001	1	1000	1000,000
ملی ایمپیر	mA	0.000,001	0.001	1	1000
مائیکرو ایمپیر	µA	0.000000001	0.000,001	0.001	1
معلوم مقدار		نامعلوم مقدار			

µ (میو) یونانی حرف ہے جس کا مطلب مائیکرو یعنی $\frac{1}{1000,000}$ ہے۔

مثال : 3662 مائیکرو ایمپیر کو ملی ایمپیر میں تبدیل کرو۔

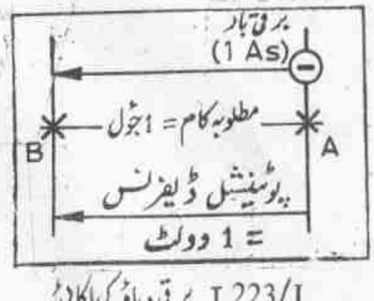
1 - مائیکرو ایمپیر (µA) ایک معلوم مقدار ہے۔ یہ جدول کے دوسرے کالم کی آخری لائن میں ہے۔

2 - آخری لائن میں دائیں طرف ملی ایمپیر "mA" کے کالم سے ظاہر ہے کہ "1 µA = 0.001 mA" اس طرح جزِ تبدیلی 0.001 ہوگا۔

3 - معلوم مقدار کو جزِ تبدیلی سے ضرب دیں۔ 3662 × 0.001 = 3.662mA

جواب : 3662 مائیکرو ایمپیر کے 3.662 ملی ایمپیر ہوتے ہیں۔

برقی رَو کی معیاری قدریں (Standardized current) : برقی آلات کو ایک ہی معیار کے مطابق بنانے کے لیے اور اس طرح اُن کی تیاری کی قیمت کم رکھنے کے لیے جرمن الیکٹریکل انجینیئرز کی ایسوسی ایشن (VDE) نے انٹرنیشنل الیکٹروٹیکنیکل کمیشن کے ممبر کی حیثیت سے برقی رَو کی مندرجہ ذیل ترجیحی مقداروں کا تعین کیا ہے (VDE 0177)۔



برقی دباؤ کی اکائی I 223/I

10	6.3	4	2.5	1.6
100	63	40	25	16
1000 ایمپیر	630	400	250	160

223 **برقی دباؤ کی اکائی** (The international unit of voltage)

'S I' نظام سے برقی دباؤ کی اکائی اخذ کی جا سکتی ہے (I 223/I)

اگر 'I' ایمپیر سیکنڈ کے برقی بار کو نقطہ 'A' سے نقطہ 'B' تک لے جانے کے لیے ایک جول (Joul) کام کرنا پڑے

'A' اور 'B' کے درمیان برقی دباؤ کا فرق (potential difference) 1 وولٹ (Volt) ہوگا۔

(وولٹا۔ اٹلی کا ماہر طبیعیات 1745 سے 1827)

برقی دباؤ کی قانونی اکائی (Legal unit of voltage) : قانونی اکائیوں کے مطابق برقی دباؤ کی وہ مقدار جو ایک اوم (Ohm) مزاحمت میں سے ایک ایمپیر کی برقی رَو گزارنے کے لیے درکار ہو ایک وولٹ کہلاتی ہے۔

پیمائش کی مقداریں (Quantities of measurement) : مندرجہ ذیل جدول ایک وولٹ سے اخذ کی گئی مقداروں کو ظاہر کرتا ہے اور اس کی مدد سے ایک مقدار کو دوسری میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ معلوم مقداریں دو نیلے کالموں میں ہیں اور نامعلوم مقداریں دائیں طرف ہیں۔

مقدار	علامت	MV	kV	V	mV	µV
میگاوولٹ	MV	1	1000	1,000,000	1000,000,000	1000,000,000,000
کلووولٹ	kV	0.001	1	1000	1000,000	1000,000,000
وولٹ	V	0.000001	0.001	1	1,000	1,000,000
ملی وولٹ	mV	0.000,000,001	0.000,001	0.001	1	1,000
مائیکرووولٹ	V	0.000,000,000,001	0.000,000,001	0.000,001	0.001	1
معلوم مقدار		نامعلوم مقدار				

مثال : 0.00345 وولٹ میں کتنے مائیکرو وولٹ ہوتے ہیں ؟

1 ۔ معلوم مقدار وولٹ ہے جو کہ نیلے کالم میں تیسری لائن میں ہے۔

2 ۔ دائیں طرف آخری کالم مائیکرو وولٹ کا ہے۔ تیسری لائن سے ظاہر ہے کہ

1 وولٹ = 1 000,000 مائیکرو وولٹ

3 ۔ معلوم مقدار کو جز تبدیلی سے ضرب دیں۔

$$0.00345 \times 1\,000{,}000 = 3450\ \mu V$$

جواب : 000345 وولٹ کے 3450 مائیکرو وولٹ ہوتے ہیں۔

برقی دباؤ کی معیاری مقداریں (Standardized voltages): VDE کے قوانین کے مطابق اقتصادی نقطۂ نظر سے برقی دباؤ کی مندرجہ ذیل معیاری مقداروں کا تعین کیا گیا ہے :

A ۔ ڈی سی سپلائی کے لیے: (VDE 0175/6) :

2، 4، 6، 12، 24، 40، 80، 110، 220، 440، 600، 750، 1200، 1500، 3000 وولٹ

B ۔ اے سی سپلائی کے لیے: 125، 220، 380، 500 وولٹ

C ۔ ہائی وولٹیج تنصیبات (High voltage installations):

1، 1.5، 2، 3، 6، 10، 15، 20، 30، 45، 60، 110، 150، 220، 380 کلووولٹ

تمام نئی تنصیبات کے لیے برقی دباؤ کی مذکورہ بالا مقداروں کو استعمال کرنا چاہیے۔

224 **مزاحمت کی اکائی** (The international unit of resistance) - SI نظام کے مطابق مزاحمت کی اکائی ایمپیر اور وولٹ سے اخذ کی گئی ہے۔

اگر کسی موصل میں سے ایک ایمپیر کرنٹ گزارنے کے لیے ایک وولٹ
برقی دباؤ درکار ہو تو اس موصل کی مزاحمت ایک اوم (Ohm) ہوتی ہے۔
(مسٹر اوم جرمن ماہر طبیعیات 1787 سے 1854)

$$\text{ایک اوم} = \frac{\text{1 وولٹ}}{\text{1 ایمپیر}} \quad \text{یا} \quad 1\ \text{Ohm} = 1\,\Omega = \frac{1\text{V}}{1\text{A}}$$

مزاحمت کی قانونی اکائی (Legal unit of resistance): مزاحمت کی قانونی اکائی کی مندرجہ ذیل تعریف کی جاسکتی ہے:
پارہ کے 106.3 سنٹی میٹر لمبے اور ایک مربع ملی میٹر یکساں رقبے والے ستون کی صفر درجہ سنٹی گریڈ پر مزاحمت ایک اوم (Ohm) ہوگی۔

پیمائش کی مقداریں (Quantities of measurements): مندرجہ ذیل جدول کی مدد سے مزاحمت کی ایک مقدار کو دوسری مقدار میں تبدیل کیا جاسکتا ہے:

مقدار	علامت	Ω	k Ω	MΩ
اوم	Ω	1	0.001	0.000.001
کلو اوم	kΩ	1000	1	0.001
میگا اوم	MΩ	1000,000	1000	1
معلوم مقدار		نامعلوم مقدار		

'Ω' (اوم) یونانی لفظ اومیگا جو کہ اوم کی علامت کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

مثال: 2.7 میگا اوم میں کتنے اوم ہوتے ہیں؟
1 ۔ میگا اوم معلوم مقدار ہے اور دوسرے کالم کی تیسری لائن میں ہے۔
2 ۔ دائیں طرف پہلا کالم نامعلوم مقدار اوم کا ہے اور تیسری لائن سے ظاہر ہے کہ 1 میگا اوم = 1,000,000 اوم۔
3 ۔ معلوم مقدار کو جزو تبدیلی سے ضرب دیں۔

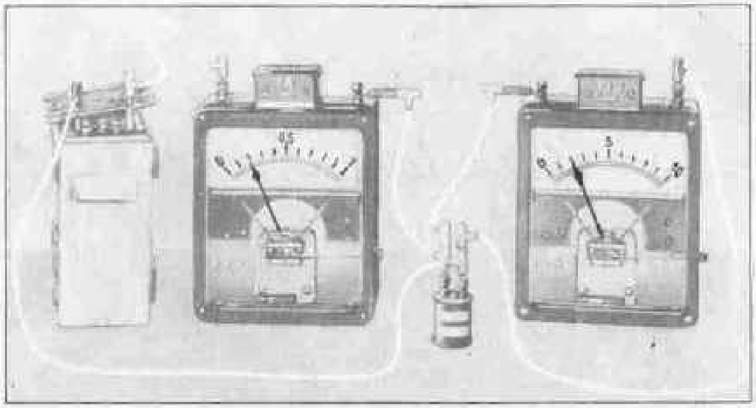
$$2.7 \times 1{,}000{,}000 = 27\ 00{,}000\ \Omega$$

جواب: 2.7 میگا اوم کے 2,700.000 اوم ہوتے ہیں۔

225 **سوالات**: (1) سلور وولٹا میٹر کی ساخت بیان کریں؟ (2) برقی رو کی اکائی کا تعین کس طرح کیا گیا ہے؟ (3) VDE سے کیا مراد ہے؟ (4) مزاحمت کی اکائی کا تعین کس طرح کیا گیا ہے؟ (5) مزاحمت کی اکائی کی ساخت کی وضاحت کریں؟ (6) تانبا اور ایلومینیم کے تاروں کو آسانی سے بنایا جاسکتا ہے۔ اس کے باوجود مزاحمت کی اکائی کے تعین کے لیے انہیں کیوں استعمال نہیں کیا گیا؟ (7) برقی دباؤ کی اکائی کا تعین کس طرح کیا گیا ہے؟ (8) مائیکرو ایمپیر میں تبدیل کریں: 0.042 mA، 1.4A، 0.00003kA (9) ملی ایمپیر میں تبدیل کریں: 140 µA، 0.0004kA (10) ایمپیر میں تبدیل کریں: 139624 µA، 264mA، 0.5kA (11) کلو ایمپیر میں تبدیل کریں: 3462A (12) اوم میں تبدیل کریں: 1.5 kΩ، 0.2 MΩ (13) کلو اوم میں تبدیل کریں: 52000Ω، 0.7 MΩ (14) میگا اوم میں تبدیل کریں: 350,000Ω، 1150kΩ (15) مائیکرو وولٹ میں تبدیل کریں: 0.145 V، 4.2 mV (16) ملی وولٹ میں تبدیل کریں: 14,300µ V، 0.00029V (17) وولٹ میں تبدیل کریں: 11,360 mV، 0.15kV، 0.035 MV (18) کلو واٹ میں تبدیل کریں: 25,000,000 V، 35 MV۔

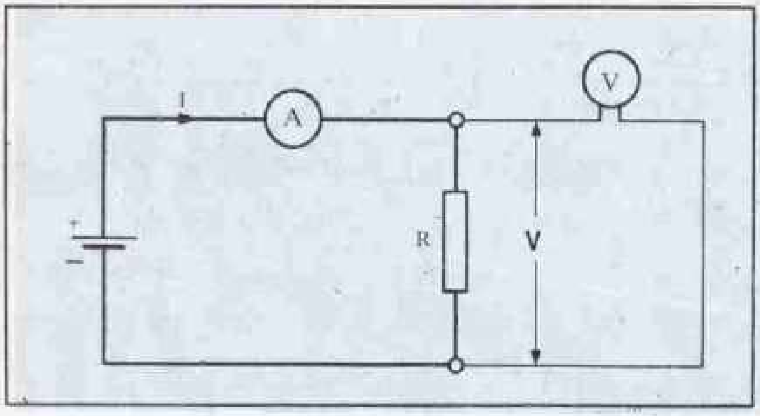
23. کلیۂ اوم (Ohm's Law)

برقی رَو کی مقدار معلوم کرنا (Determination of current): کسی برقی سرکٹ میں کوئی مزاحمت لگانے سے پیشتر یہ جاننا ضروری ہوتا ہے کہ اس مزاحمت میں سے کتنی برقی رَو گزرے گی۔ مزاحمت اوور لوڈ (over-load) ہونے کی صورت میں بہت زیادہ کرنٹ لے گی اور اِس طرح حرارت پیدا ہونے کی وجہ سے اسے نقصان پہنچ سکتا ہے۔



تینوں برقی پیمائشی اکائیوں کی مدد سے کسی سرکٹ میں برقی رَو، برقی دباؤ (وولٹیج) اور مزاحمت میں تعلق معلوم کیا جا سکتا ہے۔ مندرجہ ذیل تجربہ کی مدد سے ہم اس تعلق کا مطالعہ کر سکتے ہیں

تجربہ ا: ایک 10 اوم کی مزاحمت (R) پر برقی دباؤ (V) اور کرنٹ (I) کی پیمائش کریں۔ تمام مقداریں مندرجہ ذیل جدول میں درج کریں۔



E 23/I کلیہ اوم

نمبر شمار	وولٹیج 'V'	برقی رَو 'I'	مزاحمت 'R'
1	2 V	0.2 A	10Ω
2	4 V	0.4 A	10Ω
3	6 V	0.6 A	10Ω
4	8 V	0.8 A	10Ω
5	10 V	1.0 A	10Ω
6	12 V	1.2 A	10Ω

برقی دباؤ اور برقی رَو کی مقداروں کا موازنہ ظاہر کرتا ہے کہ:

کسی الیکٹرک سرکٹ میں اگر مزاحمت 'R' یکساں رہے تو برقی دباؤ 'V' جتنا زیادہ ہوگا کرنٹ 'I' اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

تجربہ ب : برقی دباؤ 10 وولٹ رکھیں اور مزاحمت کی قیمت بڑھاتے جائیں۔مشاہدات کو جدول میں درج کریں۔

نمبر شمار	مزاحمت 'R'	کرنٹ 'I'	وولٹیج V
1	10 Ω	1.0 A	10 V
2	20 Ω	0.5 A	10 V
3	50 Ω	0.2 A	10 V

مزاحمت اور کرنٹ کی مقداروں کا موازنہ ظاہر کرتا ہے کہ :
اگر کسی برقی سرکٹ میں برقی دباؤ (V) یکساں رہے تو مزاحمت (R)
جتنی کم ہوگی برقی رَو (I) اُتنی ہی زیادہ ہوگی۔
اگر مذکورہ بالا تجربات کے نتائج کو اکٹھا دیکھیں تو یہ کہا جاسکتا ہے کہ :

قانون | اگر برقی دباؤ (V) زیادہ ہوجائے اور مزاحمت (R) کم ہوجائے تو برقی رَو (I) زیادہ ہوجاتی ہے۔

علامات کی شکل میں : برقی رَو (I) ایمپیئر میں = $\frac{\text{وولٹیج (V) وولٹ میں}}{\text{مزاحمت (R) اوم میں}}$ یعنی $I = \frac{V}{R}$

الیکٹرک سرکٹ میں مختلف مقداروں کی قیمت معلوم کرنا (Calculation of electrical circuit)

مذکورہ بالا کلیہ جارج سائمن اوم نے 1827 میں دریافت کیا۔اس کلیہ کی رُو سے ہر سرکٹ میں وولٹیج، کرنٹ اور مزاحمت کے درمیان نسبت ہمیشہ یکساں رہتی ہے۔اگر ان تین مقداروں میں سے کوئی سی دو معلوم ہوں تو اس کلیہ کی مدد سے تیسری مقدار معلوم کی جاسکتی ہے۔

مثال 1 : 5 اوم کی ایک مزاحمت 10 وولٹ پر لگائی گئی ہے۔اِس مزاحمت میں سے کتنی کرنٹ گزرے گی ؟

معلوم : $V = 10\ V$

$R = 5\Omega$

مطلوب : $I = ?$

حل : $I = \frac{V}{R} = \frac{10}{5} = 2\ A$

جواب : مطلوبہ کرنٹ 2 ایمپیئر ہے۔

مثال 2 : 20 اوم کی ایک مزاحمت میں سے 200 ملی ایمپیئر کی برقی رَو گزر رہی ہے۔اس مزاحمت کے دونوں سروں کے درمیان برقی دباؤ کتنا ہوگا ؟

معلوم : $R = 20\Omega$

$I = 200\ mA$

مطلوب : $V = ?$

حل : $I = \frac{V}{R}$ ، V کی قیمت معلوم کرنی ہے۔

V کی قیمت معلوم کرنے کے لیے عملِ انتقال (transposition) کرنا پڑے گا

یہ طریقہ مندرجہ ذیل حسابی مثال کی مدد سے واضح کیا جاسکتا ہے :

$$I = \frac{V}{R} \qquad 2 = \frac{6}{3}$$

$$I \times R = V \qquad 2 \times 3 = 6$$

$$V = I \times R$$

$$= 0.2 \times 20 = 4\,V$$

نسب نما (denominator) کو بائیں طرف لائیں اور وہاں پر دوسری مقدار سے ضرب دیں حروف کے ساتھ بھی بالکل یہی عمل کیا جاتا ہے۔ مطلوبہ مقدار ہمیشہ مساوات کے بائیں طرف لاتے ہیں۔

جواب : مطلوبہ برقی دباؤ کی قیمت 4 وولٹ ہے۔

مثال 3 : 100 وولٹ کے برقی دباؤ پر ایک مزاحمت میں سے 2 ایمپیر کرنٹ گزرتی ہے۔ مزاحمت کی قیمت معلوم کریں۔

معلوم :

$$V = 100\,V$$

$$I = 2\,A$$

مطلوب :

$$R = ?$$

حل :

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{V}{R} \qquad 2 = \frac{6}{3}$$

$$I \times R = V \qquad 2 \times 3 = 6$$

$$R = \frac{V}{I} \qquad 3 = \frac{6}{2}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{100}{2} = 50\,\Omega$$

R کو عمل انتقال کے ذریعہ بائیں طرف لانا پڑے گا۔ ایک حسابی مثال ہمیں یہ ظاہر کرتی ہے کہ یہ کس طرح کیا جاسکتا ہے۔ عمل انتقال سے '3' نسب نما سے شمار کنندہ میں آ جائے گا اور '2' شمار کنندہ سے نسب نما میں چلا جائے گا۔ حروف کے ساتھ بھی بالکل یہی عمل دہرائیں۔

جواب : مزاحمت کی قیمت 50 اوم ہے۔

نوٹ : ہمیشہ بنیادی کلیہ یاد رکھیں۔ ہر سوال کے لیے اسے ضرورت کے مطابق تبدیل کیا جاسکتا ہے اور دی ہوئی قیمتوں کو اس میں درج کر کے مطلوبہ مقدار معلوم کر سکتے ہیں۔

231 **سوالات :** (1) بلب ایک مزاحمت ہوتی ہے، لیکن کیا وجہ ہے کہ اگر 10 وولٹ کے لیے بنے ہوئے بلب کو 220 وولٹ پر لگایا جائے تو یہ فیوز ہو جاتا ہے؟ (2) ایک ہیٹر جو 220 وولٹ کیلئے بنایا گیا ہو اگر 10 وولٹ پر لگایا جائے تو کیا ہوگا؟ (3) کسی الیکٹریکل سرکٹ میں وولٹیج کرنٹ اور مزاحمت کا آپس میں کیا تعلق ہے؟ (4) ایک 330 اوم کے تار میں سے نیم پلیٹ کے مطابق زیادہ سے زیادہ 1.33 ایمپیر کرنٹ گزاری جاسکتی ہے۔ اس تار کو کتنے برقی دباؤ پر لگایا جاسکتا ہے؟ (5) ایک چھوٹے سے بلب کی ٹوپی پر 3.5V/0.2A لکھا ہوا ہے۔ اس بلب کی مزاحمت کیا ہوگی؟ (6) ایک برقی چولہے کی گرم پلیٹ (hot Plate) کی مزاحمت 40 اوم ہے اور اسے 220 وولٹ پر لگایا گیا ہے۔ اس میں سے کتنی برقی رَو گزرے گی؟ مزاحمت کم کرنے کا کیا اثر ہوگا؟ (7) ایک ریلے کے کوائل کی مزاحمت 4000 اوم ہے اور اسے 60 وولٹ کے برقی دباؤ پر لگایا گیا ہے۔ اس میں سے کتنی برقی رَو گزرے گی؟ (8) ایک ہائی فریکوئنسی ٹیوب "ECL 80" کو گرم کرنے والا فلامنٹ 6.3 وولٹ پر کام کرتا ہے، اس میں سے 300 ملی ایمپیر کرنٹ گزرتی ہے۔ فلامنٹ کی مزاحمت کتنی ہوگی؟ (9) ایک سرچ لائیٹ (search light) کے بلب کی مزاحمت 484 اوم ہے اور اس میں سے 0.454 ایمپیر کرنٹ گزر سکتی ہے۔ اس بلب کو کتنے برقی دباؤ پر لگایا جاسکتا ہے؟ (10) 220V/20mA کی مزاحمت معلوم کریں۔

24 مزاحمت (Resistance)

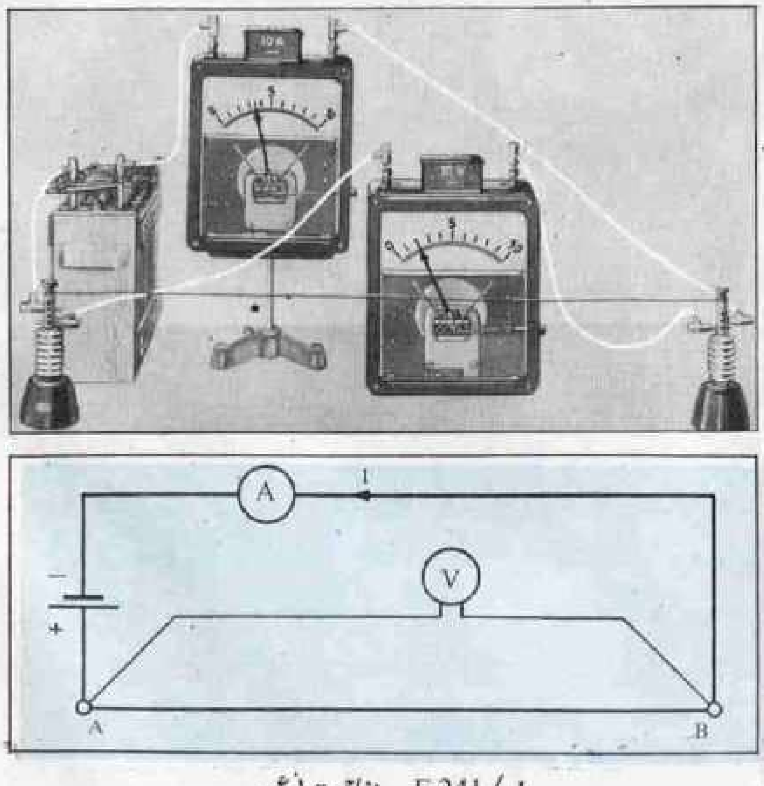
مزاحمت الیکٹریکل سرکٹ پر اثر انداز ہوتی ہے (Resistance influences the electric circuit)

کلیۂ اوم کے مطابق برقی دباؤ اور برقی رو کی مقدار کا انحصار سرکٹ کی مزاحمت پر ہوتا ہے۔ یہ ان کی آپس کی نسبت کو بھی متاثر کرتی ہے۔ پس یہ جاننا بھی ضروری ہے کہ مزاحمت کس طرح بنائی جاتی ہے اور اسے کن حالات میں استعمال کیا جاتا ہے۔ چند تجربات کی مدد سے اسے واضح کیا جاسکتا ہے۔

241 مزاحمتِ نوعی (Specific resistance)

تار کی مزاحمت (Wire resistor): اکثر مزاحمتیں لپٹے ہوئے تاروں سے بنائی جاتی ہیں۔ اگرچہ صارف کو بھی تار کے ذریعہ سے بجلی مہیا کی جاتی ہے لیکن اس مقصد کے لیے زیادہ تر تانبے کا تار استعمال کیا جاتا ہے۔ مزاحمتیں زیادہ تر نائیکروم (Nichrome) یا کانسٹنٹان (Constantan) کے تار کو لپیٹ کر بنائی جاتی ہیں۔ کیا وجہ ہے کہ ایک طرف تو تانبا استعمال ہوتا ہے اور دوسری طرف کانسٹنٹائن استعمال ہوتی ہے؟

مندرجہ ذیل تجربہ سے اس سوال کا جواب ملے گا:



E241/1 مزاحمتِ نوعی

تجربہ: مختلف دھاتوں کے تار جن کی لمبائی اور عمودی تراش کا رقبہ یکساں ہو سرے 'A' اور 'B' کے درمیان یکے بعد دیگرے لگائیں۔ مختلف پیمائشی آلات برقی رو اور برقی دباؤ کی قیمت ظاہر کریں گے۔

اس چیز کو ذہن میں رکھیں کہ عمودی تراش کا رقبہ مزاحمت معلوم کرنے کی بنیاد ہے اور اس طرح مختلف شکلوں کے تاروں (یعنی گول، مستطیل، مربّع وغیرہ) کا آپس میں مقابلہ کیا جاسکتا ہے۔

اس تجربہ میں 0.0314 مربّع ملی میٹر عمودی تراش کے رقبے (A) والے تار استعمال کریں۔ ایسی گول تار کا قطر 0.2 ملی میٹر ہوگا۔ تار کی لمبائی ہمیشہ ایک میٹر رکھیں۔ مختلف مقداروں کی قیمتوں کو مندرجہ ذیل جدول میں درج کریں۔

دھات	عمودی تراش کا رقبہ 'A' مربع میٹر میں	لمبائی 'l' میٹر میں	برقی رَو 'I' ایمپیئر میں	وولٹیج 'V' وولٹ میں	مزاحمت 'R' اوم میں
تانبا Copper	0.0314×10^{-6}	1	3.5	2	0.57
ایلومینیم Aluminium	0.0314×10^{-6}	1	2.2	2	0.91
لوہا Iron	0.0314×10^{-6}	1	0.48	2	4.15
نکل Nickel	0.0314×10^{-6}	1	0.209	2	9.55
کانسٹنٹان Constantan	0.0314×10^{-6}	1	0.126	2	15.9
نائیکروم Nichrome	0.0314×10^{-6}	1	0.063	2	31.8

جدول کے کالم 4 سے ظاہر ہے کہ تاروں کے یکساں عمودی تراش کے رقبہ، لمبائی اور ایک ہی برقی دباؤ کے باوجود برقی رَو کی قیمت مختلف ہے۔ کلیہ اوم کی مدد سے برقی رَو اور برقی دباؤ سے مزاحمت معلوم کرکے کالم 6 میں درج کی گئی ہے۔ یہ مزاحمت ہر تار کے لیے مختلف ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ مزاحمت کا انحصار اُس دھات پر ہوتا ہے جس سے تار بنایا جاتا ہے۔

نتیجہ: کسی موصل کی مزاحمت اُس کی دھات پر منحصر ہوتی ہے۔

نیز نتیجہ الیکٹرون کی تھیوری (theory of electron) (باب 14.13) سے حاصل شدہ علم کی تصدیق کرتا ہے۔

ہر دھات کی ایک خاص مزاحمت ہوتی ہے جس کو مزاحمتِ نوعی کہتے ہیں۔

قانون | کسی دھات کے ایک میٹر لمبے اور ایک مربع ملی میٹر عمودی تراش کے رقبہ والے تار کی 20 درجہ سنٹی گریڈ پر مزاحمت اُس دھات کی مزاحمتِ نوعی کہلاتی ہے۔

مزاحمتِ نوعی یا مزاحمیت (resistivity) کو یونانی لفظ 'ρ' (رو) سے ظاہر کیا جاتا ہے اور اس کی اکائی اوم میٹر ہے۔

موصل کی مزاحمت (Conductor's resistance): تانبا اور ایلومینیم دو ایسی دھاتیں ہیں جو بجلی کے تاروں کے لیے بکثرت استعمال ہوتی ہیں۔ اِن کی مزاحمتِ نوعی مندرجہ ذیل ہے:

تانبا: مزاحمتِ نوعی $(\rho) = 0.01785 \times 10^{-6}$ اوم میٹر $= \frac{1}{56} \times 10^{-6}$ اوم میٹر

ایلومینیم: مزاحمتِ نوعی $(\rho) = 0.0286 \times 10^{-6}$ اوم میٹر $= \frac{1}{35} \times 10^{-6}$ اوم میٹر

یہ مزاحمتِ نوعی کی اوسط قیمتیں ہیں۔ جہاں تک ہوسکے VDE کے قوانین کے مطابق انہیں مدِنظر رکھنا چاہیے۔ تاروں کی کوالٹی کی وجہ سے اس قیمت میں کمی بیشی ہوسکتی ہے۔ ٹھوس تار کشیدہ (hard drawn) تاروں کی مزاحمت زیادہ ہوتی ہے کیونکہ ان کے ایٹم ایک دوسرے کے زیادہ قریب ہوتے ہیں (باب 145)۔ نرم اینل شدہ (soft annealed) تاروں کی مزاحمت قدرے کم ہوتی ہے کیونکہ اِن کے ایٹم کے درمیان فاصلہ نسبتاً زیادہ ہوتا ہے۔ اگر اِن اوسط قیمتوں کی مدد سے حساب لگایا جائے تو غلطی عملی طور پر مناسب حدود میں رہتی ہے۔ دوسرے موصلوں کی مزاحمتِ نوعی تتمّہ میں صفحہ 250 پر دی گئی ہیں۔

242 مزاحمت بنانے کے لیے دھات کی مختلف قسمیں (Material for resistors) :

پیمائشی مزاحمت، حرارت کے آلات میں استعمال ہونے والی مزاحمت اور سلسلہ وار مزاحمت کے لیے ضروری ہے کہ وہ ایسی دھات سے بنائی جائیں جن کی مزاحمتِ نوعی زیادہ ہو۔ اِس مقصد کے لیے دھاتوں سے خاص بھرت (alloy) بنائے گئے ہیں۔ جن کی مزاحمتِ نوعی بہت زیادہ ہوتی ہے۔ ایسے بھرت کو مزاحمتیں بنانے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔ اِن بھرتوں کا DIN 46 460/62 کے مطابق معیار مقرّر کیا گیا ہے اور اُن بھرتوں کا معیار جو حرارت کے آلات کی مزاحمتیں بنانے کے لیے استعمال ہوتے ہیں DIN 17470 (DIN جرمنی کی معیار مقرّر کرنے والی کمیٹی کا نشان ہے) کے مطابق مقرّر کیا گیا ہے۔

نام	مزاحمتِ نوعی اوم میٹر میں	استعمال	بھرت
جرمن سلور	0.3×10^{-6}	فیلڈ ریگولیٹر (field regulator)، سٹارٹر کے لیے	جرمن سلور
مینگانین	0.43×10^{-6}	سلسلہ وار مزاحمت کے لیے	CuMn 12 Ni
کانسٹنٹان	0.5×10^{-6}	فیلڈ ریگولیٹر اور دوسرے مقاصد کے لیے	Cu Ni 44
نائیکروم	1.0×10^{-6}	حرارت کے آلات کے لیے اور دوسری زیادہ مقدار کی مزاحمتوں کے لیے۔	Cr Ni 25 20

دھاتوں کی علامات : Cr = کرومیم ، Cu = تانبا ، Mn = مینگانیز ، Ni = نکل

243 موصل کی مزاحمت معلوم کرنا (The calculation of the resistance of a conductor)

مزاحمتِ نوعی : تجربہ F241/1 سے معلوم کی گئی مزاحمتوں اور متعلقہ مزاحمتِ نوعی کا آپس میں موازنہ یہ ظاہر کرتا ہے کہ یہ کسی کلیہ کے مطابق ہیں :

دھات	مزاحمت کی قیمت 'R' اوم میں	مزاحمتِ نوعی اوم میٹر میں
تانبا	0.57	0.01785×10^{-6}
ایلومینیم	0.91	0.0286×10^{-6}
لوہا	4.15	0.13×10^{-6}
نکلاتین	9.55	0.3×10^{-6}
کانسٹنٹان	15.9	0.5×10^{-6}
نائیکروم	31.8	1.0×10^{-6}

ا۔ کسی موصل کی مزاحمت اُس کی مزاحمتِ نوعی پر منحصر ہوتی ہے۔

موصل کی لمبائی (Length of the conductor): مندرجہ ذیل تجربہ میں کانسٹنٹان (Constantan) کے مختلف لمبائی اور یکساں عمودی تراش کے رقبہ والے تاروں کو دو سروں کے درمیان لگایا گیا ہے۔ برقی رَو کی صحیح مقدار حاصل کرنے کے لیے بیٹری سے 8 وولٹ کا برقی دباؤ اِن سِروں پر مہیّا کیا گیا ہے۔ مختلف قیمتوں کو مندرجہ ذیل جدول میں درج کیا گیا ہے۔

مزاحمت 'R' اوم میں	وولٹیج V وولٹ میں	برقی رَو 'I' ایمپیئر میں	لمبائی 'l' میٹر میں	عمودی تراش کا رقبہ 'A' مربع میٹر میں	دھات
15.9	8	0.5	1	0.0314×10^{-6}	کانسٹنٹان
23.8	8	0.336	1.5	0.0314×10^{-6}	کانسٹنٹان
31.8	8	0.252	2.0	0.0314×10^{-6}	کانسٹنٹان
39.8	8	0.201	2.5	0.0314×10^{-6}	کانسٹنٹان

اس جدول سے ظاہر ہے کہ جُوں جُوں تار کی لمبائی زیادہ ہوتی جاتی ہے مزاحمت بھی بڑھتی جاتی ہے۔

ب۔ مزاحمت 'R' موصل کی لمبائی کے ساتھ ساتھ بڑھتی ہے۔

عمودی تراش کا رقبہ (Cross-section): اب 'A' اور 'B' کے درمیان دوبارہ ایک میٹر کا فاصلہ رکھیں اور عمودی تراش کے رقبہ کو تبدیل کریں۔ ایک ہی رقبہ والی دو تاریں استعمال کرنے سے یہ رقبہ دُگنا ہوسکتا ہے اور اسی طرح تین تاریں استعمال کرنے سے تگنا ہوسکتا ہے۔ 'A' اور 'B' پر 2 وولٹ کا برقی دباؤ لگائیں۔

مزاحمت 'R' اوم میں	وولٹیج 'V' وولٹ میں	برقی رَو 'I' ایمپیئر میں	لمبائی 'l' میٹر میں	عمودی تراش کا رقبہ 'A' مربع میٹر میں	دھات
15.9	2	0.126	1	0.0314×10^{-6}	کانسٹنٹان
7.95	2	0.252	1	0.0628×10^{-6}	کانسٹنٹان
5.3	2	0.378	1	0.0942×10^{-6}	کانسٹنٹان

عمودی تراش کے رقبہ اور مزاحمت کی قیمتیں یہ ظاہر کرتی ہیں کہ رقبہ بڑھنے سے مزاحمت کم ہوجاتی ہے۔

ج۔ موصل کی عمودی تراش کا رقبہ (A) زیادہ ہونے سے مزاحمت (R) کم ہوجاتی ہے۔

قانون | کسی موصل کی مزاحمت اُس کی مزاحمتِ نوعی، لمبائی اور عمودی تراش کے رقبہ پر منحصر ہوتی ہے۔

ا۔ جتنی مزاحمت نوعی زیادہ ہوگی، مزاحمت بھی اُتنی ہی زیادہ ہوگی۔

ب۔ موصل کی لمبائی جتنی زیادہ ہوگی، مزاحمت اُتنی ہی زیادہ ہوگی۔

ج۔ موصل کی عمودی تراش کا رقبہ جتنا کم ہوگا مزاحمت اُتنی ہی زیادہ ہوگی۔

یہ بطور فارمولا اس طرح لکھا جاسکتا ہے:

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

یا

مزاحمت (R) = $\frac{\text{مزاحمت نوعی } (\rho) \times \text{لمبائی } (l)}{\text{عمودی تراش کا رقبہ } (A)}$

یا اوم = $\frac{\text{اوم میٹر} \times \text{میٹر}}{\text{مربع میٹر}}$

اگر لمبائی 'l' میٹر میں اور عمودی تراش کا رقبہ 'A' مربع میٹر میں ہو تو مزاحمت 'R' اوم ہوگی۔

نوٹ: اگر عمودی تراش کا رقبہ مربع ملی میٹر میں ہو تو مزاحمتِ نوعی "ρ" اوم مربع ملی میٹر فی میٹر میں ہوگی۔

تار کی عمودی تراش کا رقبہ(Cross-section of wire): اکثر اوقات تاروں کا صرف قطر ہی معلوم ہوتا ہے۔ اسے کیلیپر (caliper) یا گیج کی مدد سے بھی ناپا جاسکتا ہے۔ قطر سے عمودی تراش کا رقبہ معلوم کرنے کے لیے مندرجہ ذیل فارمولا استعمال کیا جاسکتا ہے:

عمودی تراش کا رقبہ (A) = $\frac{\pi \times \text{قطر (d) کا مربع}}{4}$ یا $\boxed{A = \frac{\pi \times d^2}{4}}$ جبکہ 'π' (پائی) کی قیمت 3.14 ہے۔

$$\because \frac{\pi}{4} = \frac{3.14}{4} = 0.785$$

$$\therefore \boxed{A = 0.785 \times d^2}$$

اگر کسی گول تار کا قطر معلوم ہو تو صفحہ 245 پر دیے گئے جدول کی مدد سے اس کا رقبہ معلوم کیا جاسکتا ہے۔

مثال 1: تانبے کے ایک تار کی لمبائی 100 میٹر ہے اور اس کا قطر 1 ملی میٹر ہے۔ تار کی مزاحمت معلوم کریں۔

معلوم

$l = 100\ m$

$d = 1\ mm = \frac{1}{1000}\ m$

$\rho = 0.01785 \times 10^{-6}\ \Omega m$

مطلوب

$R = ?$

حل: سب سے پہلے عمودی تراش کا رقبہ 'A' معلوم کریں

$$A = 0.785 \times d^2 = 0.785 \times \frac{1}{1000} \times \frac{1}{1000} = 0.785 \times 10^{-6}\ sq.\ m$$

اب

$$R = \frac{\rho \times l}{A} = \frac{0.01785 \times 10^{-6} \times 100}{0.785 \times 10^{-6}} = 2.27\Omega$$

جواب: مطلوبہ مزاحمت کی قیمت 2.27 اوم ہے۔

مثال 2: 2 ملی میٹر قطر کے ایلومینیم کے ایک تار کی مزاحمت 3.5 اوم ہے۔ اس کی لمبائی معلوم کریں۔

معلوم:

$d = 2\ mm = \frac{2}{1000}\ m$

$R = 3.5\Omega$

$\rho = 0.0286 \times 10^{-6}\ \Omega m$

مطلوب:

$l = ?$

حل:

$$A = 0.785 \times d^2 = 0.785 \times \frac{2}{1000} \times \frac{2}{1000} = 3.14 \times 10^{-6}\ sq.\ m$$

$$R = \frac{\rho \times l}{A}$$

چونکہ 'l' کی قیمت معلوم کرنی ہے اس لیے عمل انتقال اس طرح کریں کہ مساوات کے ایک طرف صرف 'l' رہ جائے۔ تئیسویں باب کی طرح یہ مندرجہ ذیل طریقہ سے کیا جاسکتا ہے: مساوات کے ایک طرف جو نسب نما ہوگا، دوسری طرف جا کر شمار کنندہ بن جائے گا اور شمار کنندہ دوسری طرف جا کر نسب نما بن جائے گا۔

$$2 = \frac{3 \times 4}{6} \qquad R = \frac{\rho \times l}{A}$$

$$6 \times 2 = 3 \times 4 \qquad A \times R = \rho \times l$$

$$\frac{6 \times 2}{3} = 4 \qquad \frac{A \times R}{\rho} = l$$

$$l = \frac{A \times R}{\rho} = \frac{3.14 \times 10^{-6} \times 3.5}{0.0286 \times 10^{-6}} = 384\ m$$

جواب: ایلومینیم کے تار کی لمبائی 384 میٹر ہے۔

مثال 3 : 78.5 میٹر لمبے ایک تار کو 100 اوم کی مزاحمت بنانے کے لیے لپیٹا گیا ہے۔ تار کا قطر 1 ملی میٹر ہے۔ تار کس چیز کا بنا ہوا ہے ؟

معلوم :

$$R = 100\Omega$$
$$l = 78.5\ m$$
$$d = 1\ mm$$
$$= 10^{-3} m$$

مطلوب :

$$\rho = ?$$

حل :

$$A = 0.785 \times d^2$$
$$A = 0.785 \times 10^{-3} \times 10^{-3}$$
$$= 0.785 \times 10^{-6} sq.m$$
$$R = \frac{\rho \times l}{A}$$

عمل انتقال سے صرف 'ρ' کو مساوات کے ایک طرف لائیں۔

$$R = \frac{\rho \times l}{A}$$
$$A \times R = \rho \times l$$
$$\frac{A \times R}{l} = \rho$$

مختلف مقداروں کی قیمتیں مساوات میں درج کریں۔

$$\rho = \frac{A \times R}{l}$$
$$= \frac{0.785 \times 10^{-6} \times 100}{78.5} = 1 \times 10^{-6}\ \Omega m$$

جواب : مزاحمت ایسے میٹیریل کی بنی ہوگی جس کی مزاحمت نوعی 1×10^{-6} اوم میٹر ہو۔ پس مزاحمت نائیکروم کی بنی ہوئی ہے۔

مثال 4 : کانسٹنٹان کے ایک 39.28 میٹر لمبے تار سے 100 اوم کی مزاحمت بنانی درکار ہے۔ تار کی عمودی تراش کا رقبہ معلوم کریں۔

معلوم :

$$R = 100$$
$$l = 39.28\ m$$
$$\rho = 0.5 \times 10^{-6}\ \Omega m$$

مطلوب :

$$A = ?$$

حل : '$R = \frac{\rho \times l}{A}$' سے 'A' کی قیمت معلوم کریں۔

$$R = \frac{\rho \times l}{A}$$
$$A \times R = \rho \times l$$
$$A = \frac{\rho \times l}{R}$$

مختلف مقداروں کی قیمتیں فارمولا میں درج کریں

$$A = \frac{0.5 \times 10^{-6} \times 39.28}{100}$$
$$= 0.1964 \times 10^{-6}\ sq.\ m = 0.1964\ sq \cdot mm$$

جواب : تار کی عمودی تراش کا رقبہ 0.1964 مربع ملی میٹر ہونا چاہیے۔

25 ایصالیتِ نوعی یا موصلیت اور ایصالیت (The conductivity and conductance)

251 ایصالیتِ نوعی (The conductivity)

تار کی لمبائی اور ایصالیتِ نوعی (Wire length and conductivity): تانبے کا ایک تار 1 میٹر لمبا ہے۔ اس کی عمودی تراش کا رقبہ 1 مربع ملی میٹر ہے اور مزاحمت 0.01785 اوم ہے۔ اس تانبے کے تار کو کتنے میٹر لمبا ہونا چاہیے کہ اس کی مزاحمت 1 اوم ہو؟

حل: 0.01785 اوم کی مزاحمت کے لیے تار کی لمبائی = 1 میٹر

1 اوم کی مزاحمت کے لیے تار کی لمبائی = $\frac{1}{0.01785}$ = 56 میٹر

جواب: ایک اوم مزاحمت کے لیے تانبے کے تار کی لمبائی 56 میٹر ہوگی۔

اگر تار ایلومینیم کا ہو تو اُس کی لمبائی 35 میٹر اور لوہے کے لیے تار کی لمبائی 7.7 میٹر ہوگی۔ اس سے ظاہر ہوا کہ برقی رَو جتنی اچھی طرح کسی دھات میں سے گزر سکتی ہے ایک خاص مزاحمت کے لیے اُس کے تار کی لمبائی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔ اس طرح ایصالیتِ نوعی کا انحصار موصل کے تار کی لمبائی پر ہے۔ ایصالیتِ نوعی کو یونانی حرف σ (سگما) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

تانبے کے لیے $\sigma = 56\times10^{6}$

ایلومینیم کے لیے $\sigma = 35\times10^{6}$

مزید دھاتوں کی ایصالیتِ نوعی صفحہ 250 پر دی گئی ہیں۔

مزاحمتِ نوعی اور ایصالیتِ نوعی (Specific resistance and conductivity): نیچے دیا ہوا گراف مزاحمتِ نوعی اور ایصالیتِ نوعی میں فرق واضح کرتا ہے۔

$\sigma = \frac{1}{\rho}$ ایصالیتِ نوعی مزاحمتِ نوعی کا مقلوب (reciprocal) ہے۔

$$\sigma = \frac{1}{\frac{1}{56}\times10^{-6}} = 56\times10^{6}$$

$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{56}\times10^{-6}$ مزاحمتِ نوعی، ایصالیتِ نوعی کا مقلوب ہے۔

مزاحمتِ نوعی

Cu	l = 1 m	A = 1 mm²	$R = \frac{1}{56}\,\Omega$
Al	l = 1 m	A = 1 mm²	$R = \frac{1}{35}\,\Omega$
Fe	l = 1 m	A = 1 mm²	$R = \frac{1}{7}\,\Omega$

ایصالیتِ نوعی

Cu	A = 1 mm²	R = 1 Ω	56 m
Al	A = 1 mm²	R = 1 Ω	35 m
Fe	1 mm²	1 Ω	7 m

موصل کی مزاحمت (Conductor's resistance) : اگر ہم فارمولا '$R=\frac{\rho \times l}{A}$' میں '$\rho$' کی جگہ '$\frac{1}{\sigma}$' لکھ دیں تو :

$$R= \frac{1}{\sigma} \times \frac{l}{A}$$

اس طرح $R = \frac{\rho \times l}{A}$ اور $R = \frac{l}{\sigma \times A}$ دونوں فارمولوں سے تاروں کی مزاحمت معلوم کی جا سکتی ہے۔ اگر مزاحمتِ نوعی معلوم ہو تو مزاحمتِ نوعی (ρ) والا فارمولا استعمال کیا جائے گا اور ایصالیت نوعی (σ) کی صورت میں دوسرا فارمولا استعمال کیا جائے گا۔

مثال 1 : تانبے کے ایک تار کی لمبائی 200 میٹر ہے اور اس کا قطر 1.78 ملی میٹر ہے۔ تار کی مزاحمت معلوم کریں۔

معلوم :

$l = 200$ m

$d = 1.78$ mm

$= 1.78 \times 10^{-3}$ m

$\sigma = 56 \times 10^{6}$

مطلوب :

$R = ?$

حل : پہلے 'A' کی قیمت معلوم کریں۔

$A = 0.785 \times d^2$

$= 0.785 \times 1.78 \times 1.78 \times 10^{-6} = 2.5 \times 10^{-6}$ sq. m

اب

$R = \frac{l}{\sigma \times A}$

$= \frac{200}{56 \times 10^{6} \times 2.5 \times 10^{-6}}$

$= \frac{200}{56 \times 2.5} = 1.43\ \Omega$

جواب : تانبے کے تار کی مزاحمت 1.43 اوم ہے۔

مثال 2 : ایلومینیم کے ایک 3.57 ملی میٹر قطر کے تار کی مزاحمت 2.9 اوم ہے۔ تار کی لمبائی معلوم کریں۔

معلوم :

$d = 3.57$ mm

$R = 2.9\ \Omega$

$\sigma = 35 \times 10^{6}$

مطلوب :

$l = ?$

حل : پہلے 'A' کی قیمت معلوم کریں

$A = 0.785 \times d^2$

$= 0.785 \times 3.57 \times 3.57$ sq. mm

$= 0.785 \times 3.57 \times 3.57 \times 10^{-6}$ sq. m

$= 10 \times 10^{-6}$ sq. m

فارمولا $R = \frac{l}{\sigma \times A}$ کو 'l' کے لحاظ سے لکھیں۔

$R = \frac{l}{\sigma \times A}$

$\sigma \times A \times R = l$

$l = \sigma \times A \times R$

$= 35 \times 10^{6} \times 10 \times 10^{-6} \times 2.9 = 1015$ m

جواب : ایلومینیم کے تار کی لمبائی 1015 میٹر ہوگی۔

مثال 3 : ایلومینیم کے ایک تار کی لمبائی 10 کلومیٹر ہے اور اس کی مزاحمت 18 اوم ہے۔تار کی عمودی تراش کا رقبہ معلوم کریں۔

معلوم :

$R = 18\Omega$

$l = 10\times10^{3}\,m$

$\sigma = 35\times10^{6}$

مطلوب :

$A = ?$

حل : بنیادی فارمولا کی مدد سے 'A' کی قیمت معلوم کریں

$$R = \frac{l}{\sigma\times A}$$

$$\sigma\times A\times R = l$$

$$A = \frac{l}{\sigma\times R}$$

فارمولے میں قیمتیں درج کرنے سے

$$A = \frac{10\times10^{3}}{35\times10^{6}\times18}\ sq.\ m$$

$$= \frac{10,000}{35\times18\times10^{6}}\times10^{6}\,sq.\ mm = 15.9\ sq\ mm$$

جواب : چونکہ عمودی تراش کے رقبہ کی معیاری قیمتیں مقرر ہیں اس لیے 16 مربع ملی میٹر رقبہ کا تار چُنیں۔

252 **ایصالیت**(Conductance): ایصالیتِ نوعی، مزاحمتِ نوعی کا مقلوب ہے۔ اِسی طرح ایصالیت مزاحمت کا مقلوب ہے۔ ایصالیت کو 'G' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

ایصالیت $= \frac{1}{\text{مزاحمت}}$ یا $\boxed{G = \frac{1}{R}}$

یا 1 سیمنز $= \frac{1}{1\ \text{اوم}}$

سیمنز(Siemens) ایصالیت کی اکائی ہے۔مختصر طور پر اسے S لکھتے ہیں۔یہ اکائی جرمن الیکٹریکل انجینیر ورنر فان سیمنز(Werner von Siemens) کے نام سے موسوم کی گئی ہے۔

پیمائش کی مقداریں(Quantities of measurement): کیونکہ عملی مقاصد کے لیے یہ اکائی بہت بڑی ہے، اس لیے ملی سیمنز یعنی $\frac{1}{1000}$ S یا مائیکروسیمنز یعنی $\frac{1}{1000,000}$ S کی مقداریں استعمال کی جاتی ہیں۔

مقداروں کی تحویل کی جدول (Conversion table):

نام	علامت	S	mS	µS
سیمنز	S	1	1,000	1,000,000
ملی سیمنز	mS	0.001	1	1,000
مائیکروسیمنز	µS	0.000,001	0.001	1
معلوم مقدار		نامعلوم مقدار		

مثال : 1,25,000 اوم کے مزاحم کی ایصالیت معلوم کریں۔

حل :

$$G = \frac{1}{R}$$
$$= \frac{1}{1,25,000}$$
$$= 0.000,008 \text{ S}$$

پچھلے صفحہ پر دیے گئے جدول کے مطابق (کالم 2، 3) 1 مائیکروسیمنز = 0.000,001 سیمنز

$$1 \mu S = 0.000,001 \text{ S}$$

$$\therefore 0.000,008 \text{ S} = 8 \mu S$$

مزاحم کی ایصالیت 8 مائیکروسیمنز ہے۔

ایصالیت کی مدد سے متوازی سرکٹ کا مطالعہ کرنا بہت سودمند رہتا ہے (باب 282)

253 - **سوالات :** (1) مزاحمتِ نوعی سے کیا مراد ہے؟ (2) الیکٹرون تھیوری (باب 145) کی مدد سے مزاحمت نوعی کی وضاحت کریں۔ (3) کیا وجہ ہے مختلف جدولوں میں تانبے کی مزاحمتِ نوعی مختلف دی ہوتی ہے؟ مثلاً ایک جگہ 0.0178×10^{-6} اوم میٹر ہے تو دوسری جگہ 0.0175×10^{-6} ہے۔ (4) کسی موصل کی مزاحمت کا انحصار کن چیزوں پر ہوتا ہے؟ (5) اگر کسی تار کی لمبائی کو دُگنا کر دیا جائے تو مزاحمت پر کیا فرق پڑتا ہے؟ (6) اگر بجلی کے ایک تار کی جگہ اُسی عمودی تراش کی دو تاریں استعمال کی جائیں تو مزاحمت میں کیا تبدیلی ہوگی؟ (7) تانبے کا ایک تار 500 میٹر لمبا ہے، اُس کی عمودی تراش کا رقبہ 4 مربّع ملی میٹر ہے۔ تار کی مزاحمت معلوم کریں۔ جنریٹر سے جانے والے اور واپس آنے والے دونوں موصلوں کو مدِّنظر رکھیں۔ (8) جرمن سلور کے ایک تار کا قطر 0.3 ملی میٹر ہے۔ 40 اوم کی مزاحمت کے لیے کتنا لمبا تار درکار ہوگا؟ (9) ایک بجلی کی استری کے ایلیمنٹ (element) کو تبدیل کرنا ہے۔ پرانا ایلیمنٹ 18 میٹر لمبے مستطیل عمودی تراش والے تار کا بنا ہُوا ہے جس کی پیمائش 1.5 × 0.2 ملی میٹر ہے۔ پیمائش کے مطابق اس کی مزاحمت 60 اوم ہے۔ ایلیمنٹ کے لیے کونسی دھات یا بھرت استعمال کریں گے؟ (10) ایلومینیم کے ایک تار کی لمبائی 628.5 میٹر ہے۔ اس کی زیادہ سے زیادہ مزاحمت 2.86 اوم ہونی چاہیے۔ تار کا قطر کتنا ہوگا؟ جنریٹر سے جانے والے اور واپس آنے والے دونوں موصلوں کو مدِّنظر رکھیں۔ (رقبہ 'A' معلوم کرنے کے بعد صفحہ 250 پر دیے گئے گوشوارہ کی مدد سے قطر معلوم کریں)۔

2531 - **سوالات :** (1) 99.5 فیصد خالص ایلومینیم کی ایصالیتِ نوعی 34.5×10^{6} ہے۔ تانبے کی ایصالیتِ نوعی ایلومینیم کی ایصالیتِ نوعی کا کتنے فی صد ہے؟ (2) اگر تانبے کے تار کے 1 مربّع ملی میٹر عمودی تراش کے رقبہ کو سَو فی صد تصوّر کیا جائے تو اسی ایصالیت کے ایلومینیم کے تار کا رقبہ کتنے گُنا ہوگا۔ آسانی کے لیے ایلومینیم کی ایصالیتِ نوعی 35×10^{6} رکھیں۔ (3) ایک ہی ایصالیت کے لیے ایلومینیم کے تار کا قطر تانبے کے تار کے قطر کا کتنے گنا ہوگا؟ (فارمولا $A = 0.785 \times d^2$ سے $d = \sqrt{\frac{A}{0.785}}$ صفحہ 247 پر دیے گئے طریقہ سے جذر نکالیں)۔ (4) ایک ہی ایصالیت کے لیے ایلومینیم کے تار کی کمیت تانبے کے تار کی کمیت کا کتنے گنا ہوگی؟ تانبے کی کثافت 8.9 ہے اور ایلومینیم کی کثافت 2.7 ہے اور کمیت (m) = کثافت (ρ) × حجم (V)۔ (5) ایلومینیم کس کس جگہ موصل کے طور پر استعمال ہوسکتا ہے؟ (6) برقی گھنٹی کے تانبے کے تار کا قطر 0.6 ملی میٹر ہے اور لمبائی 45 میٹر ہے، اس کی مزاحمت کتنی ہوگی؟ سوال کو 'σ' کی قیمت سے حل کریں۔ جانے والے اور واپس آنے والے دونوں موصلوں کو مدِّنظر رکھیں۔ (7) ایلومینیم کے ایک تار کا قطر 2.26 ملی میٹر ہے۔ یہ تار کتنا لمبا ہو کہ اس کی مزاحمت 7.25 اوم ہو جائے؟ (8) تانبے کے ایک 500 میٹر لمبے تار کی مزاحمت 26.5 اوم ہے۔ اس کی عمودی تراش کا رقبہ کتنا ہوگا؟ (9) اوور ہیڈ لائن (overhead line) کے تار کی ایصالیت 20 ملی سیمنز ہے۔ مزاحمت معلوم کریں۔

26 ۔ برقی دباؤ میں تخفیف یا وولٹیج ڈراپ ، برقی دباؤ یا وولٹیج کا ضیاع اور موصل کے برقی دباؤ کے ضیاع کا حساب لگانا

(Voltage drop, loss of voltage and the calculation of conductors on loss of voltage)

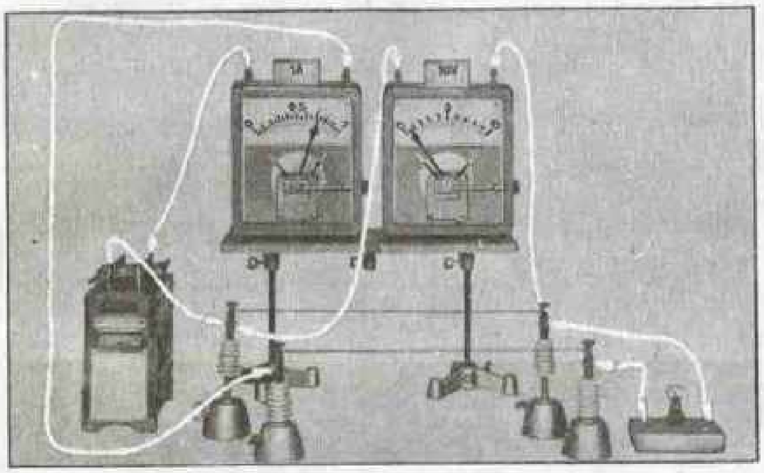
261 ۔ برقی دباؤ میں تخفیف یا وولٹیج ڈراپ (Voltage drop): مندرجہ ذیل تجربہ میں ایک سادہ الیکٹریکل سرکٹ میں برقی دباؤ کی تقسیم کا جائزہ لیا گیا ہے۔

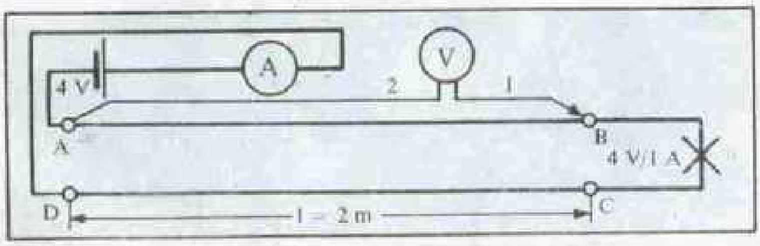
تجربہ E 261/1 : تجرباتی الیکٹریکل سرکٹ مندرجہ ذیل چیزوں پر مشتمل ہے:

1 - ایکو مولیٹر یا بیٹری بطور برقی دباؤ کا مبدا۔

2 - بجلی کا بلب بطور برقی دباؤ کا صارف ۔

3 - ایک باریک تار بطور مبدا سے صارف کی طرف جانے والا اور صارف سے مبدا کی طرف واپس آنے والا موصل ۔





دو باریک تاریں A' – B' اور C' – D' لمبی سپلائی لائن کو ظاہر کرتی ہیں۔ نقاط اتصال A'، B'، C' اور D' پر وولٹ میٹر (volt meter) کی مدد سے وولٹیج چیک کریں۔ پیمائشی تار نمبر 2 کو مستقل طور پر بنیادی سرا A' سے ملا دیں اور پیمائشی تار نمبر 1 کو پہلے نقطہ A' پر اور پھر یکے بعد دیگرے نقاط B'، C' اور D' سے لگائیں ۔ ایم میٹر سرکٹ میں برقی رَو کی مقدار کو ظاہر کرے گا۔ پیمائش کی گئی برقی رَو اور وولٹیج کی مقدار سے کلیۂ اوم کی مدد سے دو نقطوں کے درمیان مزاحمت نکالی جا سکتی ہے۔

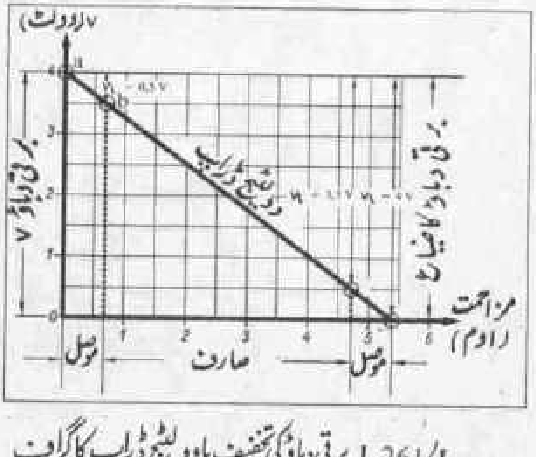
مندرجہ ذیل جدول میں پیمائش کی گئی مقداریں درج کی گئی ہیں:

E 261/1 برقی دباؤ میں تخفیف یا وولٹیج ڈراپ

نمبر شمار	نقطہ پیمائش	کرنٹ 'I'	سیکشن جس پر پیمائش کی گئی	ٹرمینل وولٹیج 'V'	وولٹیج میں ضیاع 'V1'	مزاحمت 'R'	$V_i=V-V_1$
1	A...A	0.75 A	نقطہ A	4 V	0 V	0 Ω	4 V
2	A...B	0.75 A	موصل A.....B	4 V	0.5 V	0.67Ω	3.5 V
3	A...C	0.75 A	موصل A···B اور وولٹیج کا صارف یعنی بجلی کا بلب	4 V	3.5 V	4.67Ω	0.5 V
4	A...D	0.75 A	موصل A···B وولٹیج کا صارف اور موصل C.....D	4 V	4.0V	5.33Ω	0 V

برقی دباؤ کا خرچ (Consumption of voltage): پیمائش کیے گئے برقی دباؤ سے ظاہر ہوتا ہے کہ جنریٹر میں پیدا ہونے والا ٹرمینل وولٹیج (terminal voltage) موصل اور وولٹیج کے صارف (اس صورت میں بجلی کا بلب) میں خرچ ہوتا ہے۔

برقی دباؤ میں تخفیف یا وولٹیج ڈراپ (Voltage drop): صارف کا فاصلہ جنریٹر سے جتنا زیادہ ہوگا وولٹیج میں بھی کمی اُتنی ہی زیادہ ہوگی۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ سرکٹ کے تمام حصّوں کی ایک مزاحمت ہوتی ہے جس کو سَر کرنے کے لیے برقی دباؤ 'V_L' درکار ہوگا۔ V_L کی قیمت کلیۂ اوم سے معلوم کی جاسکتی ہے۔ اگر بقیہ وولٹیج یعنی 'V – V_L' کو گراف کی صورت میں ظاہر کیا جائے (شکل I 261/1) تو وولٹیج لائن سے یہ معلوم ہوگا کہ وولٹیج میں کمی واقع ہو جاتی ہے۔ وولٹیج کی اِس کمی کو وولٹیج ڈراپ کہتے ہیں۔ وولٹیج ڈراپ کلیۂ اوم 'V=I×R' کی مدد سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔ وولٹیج 'a' سے شروع ہو کر 'b' میں سے ہوتی ہوئی 'c' اور 'd' تک گِر جاتی ہے۔ مشاہدہ نمبر 4 کی صورت میں کُل مزاحمت 5.33 اوم ہے (صارف اور موصل کی مزاحمت) اور برقی رَو 0.75 ایمپیر ہے۔ اور اس طرح وولٹیج میں 4 وولٹ کا ڈراپ ہو جاتا ہے۔ یہ ڈراپ '0.75 × 5.33=4V' سے معلوم کیا گیا ہے۔ اِسے عام طور پر 'V= I × R' کی صورت میں لکھا جاسکتا ہے۔ مزاحمت جتنی کم ہوگی، ڈراپ بھی اُتنا ہی کم ہوگا۔ مشاہدہ نمبر 1 میں 'R=0' اس لیے ڈراپ بھی صفر ہوگا۔



I 261/1 برقی دباؤ کی تخفیف یا وولٹیج ڈراپ کا گراف

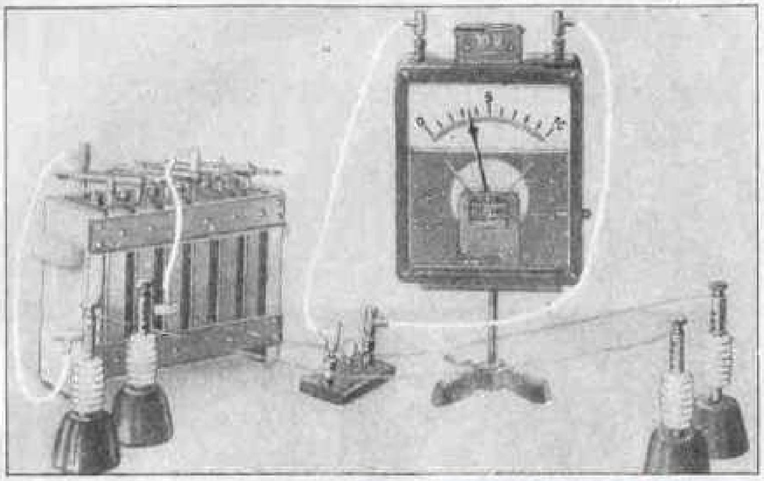
کار آمد برقی دباؤ (Useful voltage): کیونکہ بلب کے فلامنٹ میں سے گزرنے والے الیکٹرون کو بھی مزاحمت کا سامنا کرنا پڑتا ہے، اس لیے بلب پر بھی وولٹیج ڈراپ ہوگا۔ وولٹیج کی یہ کمی حرارت میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ تار چمکنے لگتا ہے اور اس سے روشنی خارج ہونے لگتی ہے۔ اس لیے بلب کی مزاحمت کو کار آمد مزاحمت (useful resistance) کہہ سکتے ہیں اور اس پر وولٹیج ڈراپ یا برقی دباؤ میں تخفیف کو کار آمد برقی دباؤ کہا جاتا ہے۔ تمام صارف برقی آلات کو کار آمد مزاحمت تصوّر کیا جاسکتا ہے، کیونکہ مطلوبہ اثرات کار آمد برقی دباؤ کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔

برقی دباؤ یا وولٹیج کا ضیاع (Loss of voltage): تجربہ سے ظاہر ہے کہ موصل کی اپنی مزاحمت کی وجہ سے بھی برقی دباؤ میں کمی واقع ہو جاتی ہے۔ موصل کی مزاحمت کی وجہ سے الیکٹرون کی توانائی حرارت میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ اِس حرارت کا کوئی فائدہ نہیں ہوتا بلکہ یہ ایک نقصان ہے۔ اس لیے موصل کی مزاحمت کو مزاحمتِ ضیاع اور اس پر وولٹیج ڈراپ، برقی دباؤ یا وولٹیج کا ضیاع ہوگا۔

موصل میں وولٹیج کے ضیاع 'V_L' کی وجہ سے بجلی کے جنریٹر سے 'V' کی شکل میں الیکٹرون کو دی جانے والی توانائی صارف تک جاتے ہوئے کم ہو جاتی ہے۔ اور صارف کے ٹرمینل پر وولٹیج بھی اسی مقدار سے کم ہو جائے گی۔

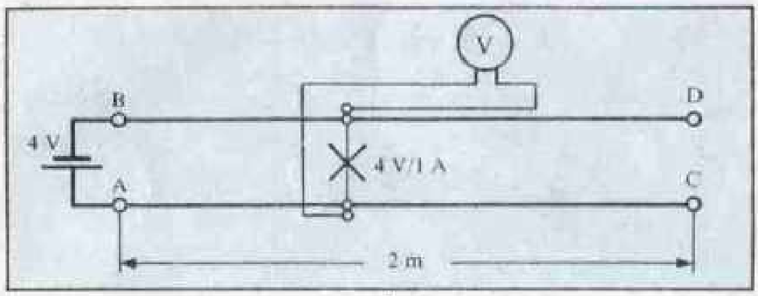
الیکٹریکل تنصیبات کی منصوبہ بندی کے لیے یہ جاننا ضروری ہے کہ وولٹیج کا ضیاع کن حالات پر منحصر ہے (تجربہ E 262/1)۔

262 برقی دباؤ یا وولٹیج کا ضیاع (Loss of voltage)



تجربہ ا : موصل میں برقی دباؤ کے ضیاع کا تخمینہ کرنے کے لیے تجربہ 'E 261/I' کی تجرباتی ترتیب میں تھوڑی سی تبدیلی کرنی پڑے گی۔

بلب کو بمع ہولڈر اس طرح لگائیں کہ موصل پر اس کی جگہ تبدیل کی جا سکے اور اس طرح بلب سے مبدا تک کے موصل کی لمبائی تبدیل کی جا سکے گی۔ اب بلب کو مختلف جگہوں پر لگا کر بلب کی چمک کا مشاہدہ کریں اور وولٹ میٹر سے وولٹیج کی قیمت پڑھیں اور مندرجہ ذیل جدول میں درج کریں۔



E 262/I وولٹیج کا ضیاع

مبدا سے فاصلہ	بلب کی چمک	بلب پر برقی دباؤ 'V'	مبدا پر برقی دباؤ 'V'	وولٹیج یا برقی دباؤ کا ضیاع 'Vl'
0 میٹر	نارمل	4.0 V	4 V	0 V
1 میٹر	کم ہو جاتی ہے	3.4 V	4 V	0.6 V
2 میٹر	کمزور ہو جاتی ہے	2.8 V	4 V	1.2 V

تجربہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ موصل کی لمبائی بڑھنے کی وجہ سے بلب پر وولٹیج 'V_L' کم ہو جاتا ہے۔ یہ کمی وولٹیج کے ضیاع 'V_l' کی وجہ سے ہے۔ مبدا کے برقی دباؤ اور بلب پر برقی دباؤ کا فرق برقی دباؤ یا وولٹیج کا ضیاع کہلاتا ہے۔

$$V_l = V - V_L$$

برقی دباؤ کے ضیاع میں اضافہ کا انحصار موصل کی لمبائی پر ہے۔ موصل کی لمبائی بڑھنے سے اس کی مزاحمت بڑھتی ہے اور مزاحمت برقی دباؤ کے ضیاع میں اضافہ کا موجب بنتی ہے۔

نتیجہ: اگر برقی رو 'I' ہی رہے تو موصل کی مزاحمت 'R_c' بڑھنے کی وجہ سے برقی دباؤ یا وولٹیج کے ضیاع 'V_l' میں اضافہ ہو جاتا ہے۔

تجربہ ب : پچھلے تجربہ کو دو بلب استعمال کرتے ہوئے دُہرائیں۔ دونوں بلبوں کو آخری پوزیشن '2m' پر لگائیں۔ پہلے صرف ایک بلب کو ہولڈر میں لگائیں اور برقی دباؤ اور چمک کا مشاہدہ کریں۔ اب دوسرے بلب کو بھی ہولڈر میں لگائیں اور برقی دباؤ اور چمک کا دوبارہ مشاہدہ کریں۔ علاوہ ازیں بنیادی سِرا 'A' اور مبدا کے مثبت پول کے درمیان ایک ایم میٹر (صفر تا 5 ایمپیر) لگائیں۔ مشاہدات کو مندرجہ ذیل جدول میں درج کریں۔

مبدا سے فاصلہ	بلبوں کی تعداد	بلبوں کی چمک	برقی رَو 'I'	بلب پر برقی دباؤ 'VL'	مبدا کا برقی دباؤ 'V'	برقی دباؤ کا ضیاع 'Vl'
2m	1	کمزور	0.8 A	2.8 V	4 V	1.2 V
2m	2	بہت کمزور	1.2 A	1.75 V	4 V	2.25 V

اُوپر دیئے گئے جدول سے ظاہر ہے کہ دوسرا بلب آن کرنے سے بلبوں کی چمک بہت کمزور پڑجاتی ہے۔ جیسا کہ فارمولا $V_l = V - V_L$ سے ظاہر ہے برقی دباؤ کا ضیاع 'V_l' بڑھ گیا ہے۔ جدول سے ظاہر ہے کہ برقی دباؤ کے ضیاع میں اضافہ برقی رَو کے بڑھنے کی وجہ سے ہے۔

نتیجہ اگر موصل کی مزاحمت 'R_c' وہی رہے تو برقی رَو 'I' زیادہ ہونے کی وجہ سے برقی دباؤ کے ضیاع 'V_l' میں اضافہ ہوجاتا ہے۔

دونوں مشاہدات کے نتائج کو اکٹھا کرنے سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ :

قانون | برقی رَو 'I' اور موصل کی مزاحمت 'R_c' کے زیادہ ہونے سے برقی دباؤ کا ضیاع 'V_l' بھی زیادہ ہوجاتا ہے۔

$$V_l = I \times R_c$$

263 بجلی کے تاروں پر برقی دباؤ کے ضیاع کا حساب (Calculation of loss of voltage)

کسی تار کی مزاحمت مندرجہ ذیل فارمولے کی مدد سے نکال سکتے ہیں :

$$R = \frac{l}{\sigma \times A}$$

بجلی کے تار دو موصلوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ ایک موصل جنریٹر سے صارف کی طرف اور دوسرا صارف سے جنریٹر کی طرف جاتا ہے۔ اس طرح اِس کی دو لمبائیاں ہوتی ہیں۔ لہٰذا فارمولا میں دُگنی لمبائی رکھی جانی چاہیے۔ چنانچہ

$$R_c = \frac{2 \times l}{\sigma \times A}$$

اگر 'R_c' کی قیمت برقی دباؤ کے ضیاع کے فارمولا میں رکھی جائے تو :

$$V_l = \frac{2 \times l \times I}{\sigma \times A}$$

برقی دباؤ کا مناسب ضیاع (Permissible loss of voltage): برقی دباؤ کے ضیاع کو نومینل وولٹیج (nominal voltage) کے فیصد کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے۔ اِس طرح ایک ایسی قیمت حاصل ہو جاتی ہے جو لائن کے مختلف برقی دباؤوں سے منسوب کی جاسکتی ہے۔ جیسا کہ گزشتہ تجربہ سے ظاہر ہے کہ برقی دباؤ میں تھوڑی سی تخفیف بھی بلب کی روشنی کو کم کرنے کے لیے کافی ہوتی ہے۔ اس لیے بجلی سپلائی کرنے والی کمپنی اس بات کی پابند ہوتی ہے کہ صارف کے ٹرمینل پر روشنی اور طاقت کم نہ ہونے پائے۔ اِس مقصد کے لیے الیکٹرک پاور پلانٹ ایسوسی ایشن نے لائٹنگ مینز (lighting mains) کے لیے ضیاع کی زیادہ سے زیادہ حد 1.5 فیصد اور پاور مینز (power mains) کے لیے 3 فیصد مقرر کی ہے۔ مین لائن (main line) سے میٹر تک صرف 0.5 فیصد ضیاع کی اجازت ہے۔

مثال 1: تانبے کے ایک 20 میٹر لمبے تار میں سے 5 ایمپیر کی کرنٹ گزر رہی ہے۔ تار کی عمودی تراش کا رقبہ 1.5 مربع ملی میٹر ہے۔ برقی دباؤ کا ضیاع معلوم کریں۔

معلوم: $I = 5A \qquad l = 20\,m$

$A = 1.5\ sq.\ mm = 1.5 \times 10^{-6}\ sq.\ m$

مطلوب: $V_l = ?$

حل:

$$V_l = \frac{2 \times l \times I}{\sigma \times A} = \frac{2 \times 20 \times 5}{56 \times 10^{6} \times 1.5 \times 10^{-6}}$$

$$= 2.38V$$

جواب: برقی دباؤ کا ضیاع 2.38 وولٹ ہوگا۔

مثال 2: 220 وولٹ ڈی سی مینز کے لیے ایلومینیم کی 40 میٹر لمبی لائٹنگ لائن (lighting line) بچھانی درکار ہے جس کے برقی دباؤ کا ضیاع 1.5 فیصد ہے۔ اگر لائن میں سے 8 ایمپیر کی برقی رَو گزرتی ہو تو لائن کی عمودی تراش کا رقبہ معلوم کریں۔

معلوم:

$V = 220V$

$V_l = 1.5\%$

$l = 40\ m$

$\sigma = 35 \times 10^{6}$

$I = 8\ A$

مطلوب: $A = ?$

حل: V_l، 220 وولٹ کا 1.5 فیصد ہے۔ اس لیے

$$V_l = \frac{1.5 \times 220}{100} = 3.3V$$

برقی دباؤ کے ضیاع کے فارمولے میں عملِ انتقال کے ذریعہ 'A' کو مساوات کے ایک طرف لائیں۔

$$\because V_l = \frac{2 \times l \times I}{\sigma \times A} \qquad \therefore V_l \times A = \frac{2 \times l \times I}{\sigma}$$

$$A = \frac{2 \times l \times I}{\sigma \times V_l}$$

اب فارمولا میں قیمتیں درج کرنے سے

$$A = \frac{2 \times 40 \times 8}{35 \times 10^{6} \times 3.3}$$

$$= 5.55 \times 10^{-6}\ sq.\ m = 5.55\ sq.mm$$

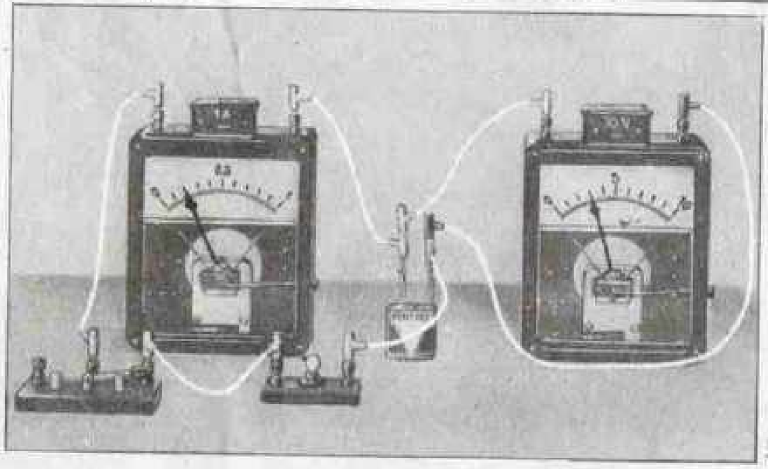
صفحہ 65 پر دیے گئے جدول کے مطابق عمودی تراش کے رقبہ کی معیاری قیمت 6 مربع ملی میٹر ہے۔

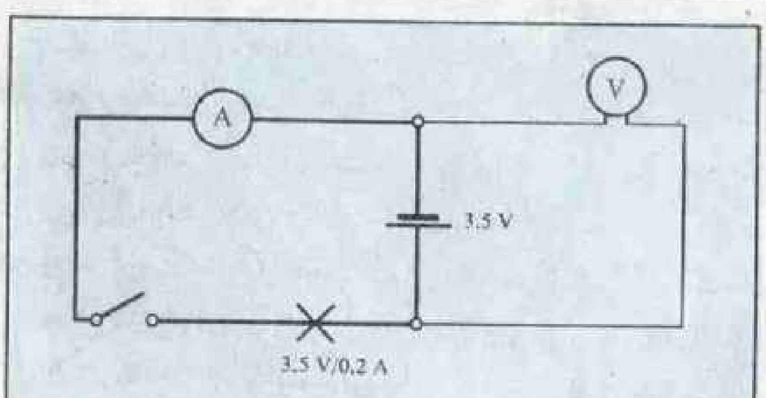
جواب: لائن کی عمودی تراش کا رقبہ 6 مربع ملی میٹر ہونا چاہیے۔

264 - جنریٹر میں برقی دباؤ یا وولٹیج کا ضیاع (Loss of voltage in the generator)

تجربہ : ایک 3.5 وولٹ اور 0.2 ایمپیر کا بلب سوئچ کے ذریعہ ٹارچ کے سیل سے لگائیں۔ سرکٹ میں ایم میٹر اور بیٹری کے ساتھ ایک وولٹ میٹر لگائیں۔ سوئچ کی "آن" اور "آف" پوزیشن میں برقی دباؤ کی پیمائش کریں۔ مشاہدات کو جدول میں درج کریں :

اندرونی مزاحمت 'Ri=Vl / I'	برقی دباؤ کا اندرونی ضیاع 'Vli'	برقی رَو 'I'	ٹرمینل وولٹیج 'V'	سوئچ کی حالت	نمبر شمار
—	0 V	0 A	3.5 V	"آن"	1
2.5Ω	0.5 V	0.20 A	3.0 V	"آف"	2





E 264/I جنریٹر میں برقی دباؤ کا ضیاع

نتیجہ : سوئچ "آف" ہونے کی صورت میں ٹرمینل وولٹیج سوئچ "آن" والے ٹرمینل وولٹیج سے زیادہ ہوتی ہے۔

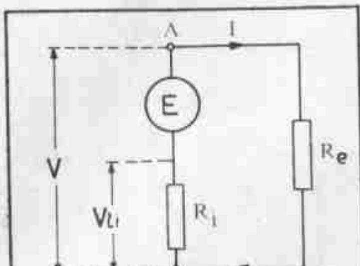
سوال : ٹرمینل وولٹیج یکساں کیوں نہیں رہتی ؟

بیٹری کے اندر الیکٹرون کے بہاؤ کو مانع اور موصل کی مزاحمتوں کو سَر کرنا پڑتا ہے۔ اِس طرح جنریٹر کی ایک اندرونی مزاحمت (internal resistance) ہوتی ہے۔ اسے R_i سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ R_i میں سے برقی رَو 'I' گزرنے کی وجہ سے اس پر وولٹیج ڈراپ ہوتا ہے۔ یہ ڈراپ کارآمد نہیں ہوتا، اس لیے مناسب طور پر اسے برقی دباؤ کا اندرونی ضیاع یا وولٹیج کا اندرونی ضیاع 'V_{li}' کہتے ہیں

پس کلیۂ اوم کے مطابق برقی دباؤ کا ضیاع

$$V_{li} = I \times R_i$$

اصل برقی دباؤ (Original voltage): الیکٹروموٹو فورس (electromotive force or EMF) اور پوٹینشل ڈفرینس (Potential difference or P.D.) سے الیکٹرون میں حرکت پیدا ہوتی ہے۔



1264/1 جنریٹر میں وولٹیج کا ضیاع

جنریٹر میں الیکٹرون کی اِس حرکت کی وجہ سے اصل برقی دباؤ 'E' پیدا ہوتا ہے۔ اِس برقی دباؤ 'E' کی وجہ سے اندرونی مزاحمت 'R_i' اور بیرونی مزاحمت 'R_e' میں سے برقی رَو 'I' گزرتی ہے۔ اگر سرکٹ کھُلا ہو تو کرنٹ 'I' صفر ہوگی (مشاہدہ نمبر 1)۔ اِس طرح اصل وولٹیج کی پیمائش کے لیے:

$$V_{li} = 0\times R_i = 0$$

جب جنریٹر پر لوڈ (load) ڈالا جائے گا تو لوڈ کرنٹ 'R_i' میں سے بھی گزرے گی اور اس طرح برقی دباؤ میں ضیاع 'V_{li}' کا باعث ہوگی۔ اب ٹرمینل وولٹیج 'V' معلوم کرنے کے لیے ضیاع کو 'E' میں سے تفریق کریں:

$$V = E - IR_i$$

ٹرمینل وولٹیج موصل کے دباؤ کے ضیاع اور بیرونی مزاحمت 'R_e' پر برقی دباؤ پیدا کرنے میں صَرف ہو جاتا ہے۔ پس

$$V = V_{lc} + V_{Re}$$

کُل اصل برقی دباؤ ان تمام برقی دباؤ کا مجموعہ ہوگا۔ لہٰذا

$$E = V_{li} + V_{lc} + V_{Re}$$
$$= I\times R_i + I\times R_c + I\times R_e$$

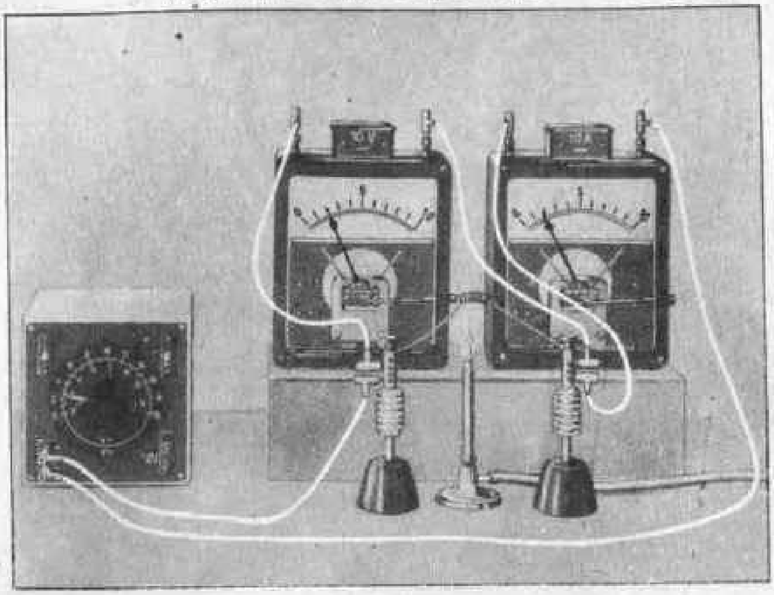
کرنٹ 'I' کو مشترکہ جُز کے طور پر نکالنے سے

$$E = I(R_i + R_c + R_e)$$

اس طرح جنریٹر میں جو برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے وہ سرکٹ کی تمام مزاحمتوں میں صَرف ہو جاتا ہے۔

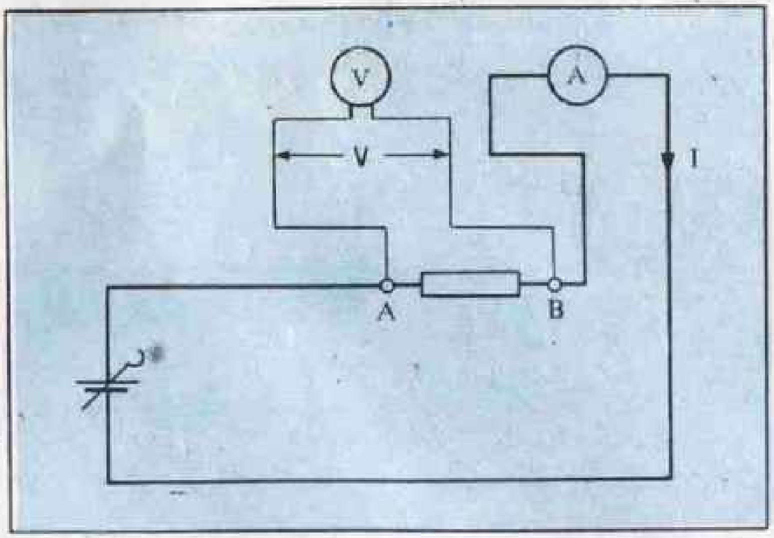
265 **سوالات**: (1) الیکٹریکل سرکٹ کن مختلف مزاحمتوں پر مشتمل ہوتا ہے؟ (2) الیکٹرون تصوری (سیکشن 145) کی مدد سے کسی مزاحمت پر برقی دباؤ کی تخفیف کی وضاحت کریں۔ (3) کارآمد مزاحمت اور مزاحمتِ ضیاع میں تمیز کریں۔ (4) برقی دباؤ میں ضیاع سے کیا مراد ہے؟ (5) برقی دباؤ میں ضیاع کی زیادتی بلب کی روشنی پر کس طرح اثرانداز ہوتی ہے؟ (6) برقی دباؤ میں ضیاع کا کن دو مقداروں پر انحصار ہوتا ہے؟ (7) الیکٹرک پاور پلانٹ ایسوسی ایشن کی طرف سے برقی دباؤ میں کتنے ضیاع کی اجازت ہے؟ (8) جب ٹارچ کے سیل کے ساتھ کم مزاحمت کا صارف لگایا جائے تو اس کی وولٹیج جلد ہی کم کیوں ہو جاتی ہے؟ (9) جنریٹر میں پیدا شدہ برقی دباؤ الیکٹرک سرکٹ میں کس طرح تقسیم ہوتا ہے؟ (10) ایلومینیم کے ایک 43 میٹر لمبے تار کی عمودی تراش کا رقبہ 2.5 مربع ملی میٹر ہے۔ اس میں سے 6 ایمپیئر کی کرنٹ گزر رہی ہے۔ اِس تار پر برقی دباؤ کا ضیاع کتنا ہوگا؟ (11) بجلی کا ایک چولھا 12.63 ایمپیئر کی کرنٹ لیتا ہے۔ اِس چولھے کو 110 وولٹ (ڈی سی) کے ساتھ لگانا ہے۔ مجوّزہ تانبے کے تار کی لمبائی 21 میٹر ہے۔ اگر دباؤ کا ضیاع 3 فیصد سے زیادہ نہ ہو تو عمودی تراش کا رقبہ کتنا ہوگا؟ چولھے پر برقی دباؤ کتنا ہوگا؟

27 مزاحمت اور درجۂ حرارت (Resistance and temperature)



تجربہ E 27/1 : کسی موصل کی مزاحمت مستقل مقدار نہیں ہے بلکہ یہ ٹمپریچر پر بھی منحصر ہوتی ہے جیسا کہ مندرجہ ذیل تجربہ سے ظاہر ہے۔

اس تجربہ میں نقطہ 'A' اور 'B' کے درمیان ایک باریک تار بطور مزاحمت لگائیں۔ مزاحمت زیادہ کرنے کے لیے تار کو سلنڈر نما فریم پر لپیٹیں تاکہ یہ ایک کوائل کی صورت اختیار کر لے۔ اس کو بنسن برنر یا موم بتی کے شعلہ سے گرم کریں۔ تار کی مزاحمت پہلے ٹھنڈی حالت میں اور پھر گرم حالت میں معلوم کریں۔ اگر وولٹیج کی مقدار ایک ہی رکھیں اور کرنٹ معلوم ہو تو کلیۂ اوم کی مدد سے مزاحمت معلوم کی جا سکتی ہے۔



E 27/1 مزاحمت اور درجۂ حرارت

نمبر شمار	دھات	وولٹیج 'V'	ٹھنڈی حالت میں قیمتیں		گرم حالت میں قیمتیں	
			'I_{cs}'	'$R_{cs} = V/I_{cs}$'	'I_{hs}'	'$R_{hs} = V/I_{hs}$'
1	تانبا	2V	1.9 A	1.05 Ω	1.0 A	2.0 Ω
2	ایلومینیم	2V	2.1 A	0.95 Ω	1.11A	1.8 Ω
3	لوہا	2V	0.7 A	2.86 Ω	0.3 A	6.67 Ω
4	کانسٹنٹان	2V	0.2A	10.0 Ω	0.2 A	10.0 Ω
5	کوئلہ	2V	4.0 A	0.5 Ω	4.5A	0.44 Ω

مزاحمت میں تبدیلی (Change of resistance): مذکورہ جدول میں مزاحمت کی قیمت کا ٹھنڈی حالت میں اور گرم حالت میں موازنہ یہ ظاہر کرتا ہے کہ درجۂ حرارت کے ساتھ مزاحمت بھی تبدیل ہوتی ہے۔ یہ تبدیلی اس بات پر منحصر ہے کہ مزاحمت کس دھات سے بنی ہے۔

قانون | کسی موصل کی مزاحمت میں تبدیلی کا انحصار درجۂ حرارت میں تبدیلی اور موصل کی دھات پر ہوتا ہے۔

حراری شرحِ مزاحمت (Temperature co-efficient): اگر ایک اوم کی مزاحمت کے درجۂ حرارت میں 1 ڈگری سنٹی گریڈ کی تبدیلی واقع ہو تو مزاحمت میں کچھ اضافہ ہو جائے گا۔ مزاحمت میں یہ اضافہ حراری شرحِ مزاحمت کہلاتا ہے۔ اس کی قیمت مزاحمت کی دھات پر منحصر ہوتی ہے۔ عملی کام کے لیے 20 درجہ سنٹی گریڈ کو بنیادی درجہ حرارت تصوّر کیا جاتا ہے۔ ایسی صورت میں درجۂ حرارت میں تبدیلی 20 درجہ سنٹی گریڈ سے لی جاتی ہے اور حراری شرحِ مزاحمت کو α_{20} سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

تانبے کی حراری شرحِ مزاحمت $\alpha_{20} = 0.0039$ فی درجہ سنٹی گریڈ

ایلومینیم کی حراری شرحِ مزاحمت $\alpha_{20} = 0.0038$ فی درجہ سنٹی گریڈ

درجۂ حرارت میں تبدیلی کی اکائی درجہ سنٹی گریڈ (یا کیلون) ہے۔

مزاحمت میں اضافہ (Increase of resistance): اگر درجہ حرارت میں تبدیلی کو 'δT' سے ظاہر کیا جائے ('δ' کو ڈیلٹا کہتے ہیں اور یہ تبدیلی کو ظاہر کرتا ہے) تو '$\delta T = T_F - T_i$' اور '$T_1 = 20^\circ C$' مشاہدہ نمبر 1 سے 3 تک کی صورت میں مزاحمت میں اضافہ مندرجہ ذیل فارمولا سے معلوم کیا جا سکتا ہے:

مزاحمت میں اضافہ 'R_{in}' = ٹھنڈی حالت میں مزاحمت 'R_{cs}' × شرحِ مزاحمت 'α_{20}' × درجہ حرارت میں تبدیلی 'δT'

یا

$$R_{in} = R_{cs} \times \alpha_{20} \times \delta T$$

جبکہ 'T_F' = آخری درجہ حرارت، 'T_i' = ابتدائی درجہ حرارت اور 'R_{in}' = مزاحمت میں اضافہ

گرم حالت میں مزاحمت (Resistance in hot state): اگر ٹھنڈی حالت کی مزاحمت 'R_{cs}' میں مزاحمت میں اضافہ 'R_{in}' جمع کر دیا جائے تو یہ گرم حالت کی مزاحمت کو ظاہر کرے گا۔

پس

$$R_{hs} = R_{cs} + R_{cs} \times \alpha_{20} \times \delta T$$

$$R_{hs} = R_{cs} [1 + \alpha_{20} \times \delta T]$$

پی ٹی سی مزاحمت (PTC resistance): تجربہ سے ظاہر ہے کہ ٹمپریچر بڑھنے سے تمام دھاتوں کی مزاحمت میں اضافہ ہو جاتا ہے یعنی شرحِ مزاحمت مثبت ($+\alpha_{20}$) ہوتی ہے۔ خاص مرکبات کے نیم موصل (semiconductor) مثلاً بیریم ٹائنیٹ (Barium titanite) کی مزاحمت ٹمپریچر کی خاص حدود (تقریباً 20 درجہ سے 100 درجہ سنٹی گریڈ) میں تیزی سے بڑھتی ہے (مثلاً 50 اوم سے لے کر 10,000 اوم تک)۔

این ٹی سی مزاحمت (NTC resistance): تجربہ سے ظاہر ہے کہ گرم کرنے سے کوئلہ کی مزاحمت کم ہو جاتی ہے۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ اس کی حراری شرحِ مزاحمت منفی ہے ($-\alpha_{20}$)۔ نیم موصل اشیاء جن کی منفی شرحِ مزاحمت بہت زیادہ ہوتی ہے (مثلاً یورینیم ڈائی آکسائیڈ اور آئرن آکسائیڈ وغیرہ) ٹھنڈی حالت میں ان کی مزاحمت بہت زیادہ ہوتی ہے (مثلاً 20 درجہ سنٹی گریڈ پر 5 کلو اوم)۔ گرم حالت میں یہ مزاحمت بہت کم ہو جاتی ہے (مثلاً 200 درجہ سنٹی گریڈ پر 65 اوم)۔ اس بنا پر ان نیم موصل اشیاء کو گرم موصل (hot conductor) کہتے ہیں۔

کانسٹنٹان (Constantan): مشاہدہ نمبر 4 سے ظاہر ہے کہ تانبے کے کچھ بھرتوں (alloy) کی شرحِ مزاحمت اتنی کم ہوتی ہے (مثلاً $\alpha_{20} = 0.000,015$) کہ درجہ حرارت میں تبدیلی کی وجہ سے عملی طور پر ان کی مزاحمت نہیں بدلتی۔ اس قسم کے بھرتوں کو کانسٹنٹان کہتے ہیں۔

سپر الیصالیت (Super conductivity): کئی ایک دھاتوں اور بھرتوں کو اگر مطلق صفر (Absolute zero) یعنی 273- درجہ سنٹی گریڈ تک ٹھنڈا کیا جائے تو ایک خاص ٹمپریچر پر اُن کی مزاحمت اِتنی کم ہو جاتی ہے کہ اُسے ناپنا تک مشکل ہو جاتا ہے۔ اِس خاصیت کو سپر الیصالیت کہتے ہیں۔ ایلومینیم کی صورت میں سپر الیصالیت 271- درجہ پر ظاہر ہوتی ہے۔ اگر اِس حالت میں موصل میں سے برقی رَو گزاری جائے تو موصل میں اِس برقی رَو کی وجہ سے برقی دباؤ اور برقی طاقت کا ضیاع نہیں ہوگا۔

مزاحمت معلوم کرنا (Calculation of resistance): مزاحمتِ نوعی اور الیصالیتِ نوعی کی قیمت عام طور پر 20 درجہ سنٹی گریڈ پر دی ہوتی ہے۔ اس لیے جب تک خاص طور پر کوئی ذکر نہ کیا گیا ہو تو ٹھنڈی حالت کی مزاحمت کو 20 درجہ سنٹی گریڈ کی مزاحمت کے برابر سمجھنا چاہیے۔

مثال 1 : 20 درجہ سنٹی گریڈ پر ایک مقناطیسی کوائل کی مزاحمت 20 اوم ہے۔ 80 درجہ سنٹی گریڈ پر اس کی مزاحمت کیا ہوگی ؟ کوائل تانبے کے تار کا بنا ہوا ہے جس کی حراری شرح مزاحمت 'α_{20}' 0.0039 ہے۔

معلوم :

$R_{cs} = 20\ \Omega$

ابتدائی درجہ حرارت 'T_i'

$T_i = 20°C$

آخری درجہ حرارت 'T_F'

$T_F = 80°C$

$\alpha_{20} = 0.0039/°C$

مطلوب :

$R_{hs} = ?$

حل :

$$R_{hs} = R_{cs} + R_{cs} \times \alpha_{20} \times \delta T$$

$$\delta T = T_F - T_i$$

$$= 80 - 20 = 60°c$$

$$\therefore \quad R_{hs} = 20 + 20 \times 0.0039 \times 60$$

$$= 20 + 4.68 = 24.68\ \Omega$$

جواب : کوائل کی مزاحمت 24.68 اوم ہوگی۔

مثال 2 : 20 درجہ سنٹی گریڈ پر ایلومینیم کے ایک کوائل کی مزاحمت 40 اوم تھی۔ اگر اس کی مزاحمت 48.36 اوم ناپی گئی ہو تو درجہ حرارت معلوم کریں۔

معلوم :

$R_{hs} = 48.36\ \Omega$

$R_{cs} = 40\ \Omega$

$T_i = 20°C$

$\alpha_{20} = .0.0038$

مطلوب :

$T_F = ?$

حل : آخری درجہ حرارت معلوم کرنے کے لیے سب سے پہلے درجہ حرارت میں تبدیلی 'δT' معلوم کریں اور اسے 'T_i' میں جمع کریں۔ عملِ انتقال کی مدد سے بنیادی کلیہ میں اِس طرح تبدیلی کریں کہ 'δT' مساوات کے ایک طرف آ جائے۔

$$R_{hs} = R_{cs} + R_{cs} \times \alpha_{20} \times \delta T$$

ضرب اور تقسیم کا عمل، جمع اور تفریق کے عمل سے پہلے کیا جاتا ہے۔

$$R_{hs} - R_{cs} = R_{cs} \times \alpha_{20} \times \delta T$$

$$\frac{R_{hs} - R_{cs}}{R_{cs} \times \alpha_{20}} = \delta T$$

$$\delta T = \frac{R_{hs} - R_{cs}}{R_{cs} \times \alpha_{20}}$$

مثال 2 : (جاری)

مذکورہ بالا فارمولے میں قیمتیں درج کرنے سے

$$\delta T = \frac{48.36-40}{40\times 0.0038} = \frac{8.36}{0.152} = 55°C$$

درجہ حرارت میں اضافہ °55 سنٹی گریڈ ہے۔ 'T_F' معلوم کرنے کے لیے اس اضافہ کو 'T_i' میں جمع کریں۔

$$T_F = T_i + \delta T$$
$$= 20 + 55 = 75°C$$

جواب : کوائل کا درجہ حرارت °75 سنٹی گریڈ ہے۔

مثال 3 : ایک کوائل کا درجہ حرارت °80 سنٹی گریڈ ہے۔ اس کی مزاحمت 200 اوم ہے۔ اگر یہ مزاحمت تانبے کی بنی ہوئی ہو، تو ٹھنڈی حالت میں کوائل کی مزاحمت کتنی ہوگی ؟

معلوم :

$$R_{hs} = 200\,\Omega$$
$$T_i = 20°C$$
$$T_F = 80°C$$
$$\alpha_{20} = 0.0039$$

مطلوب :

$$R_{cs} = ?$$

حل : بنیادی فارمولا کو اس طرح تبدیل کریں کہ 'R_{cs}' مساوات کے ایک طرف آجائے۔

$$R_{hs} = R_{cs} + R_{cs} \times \alpha_{20} \times \delta T$$
$$R_{hs} = R_{cs}(1 + \alpha_{20} \times \delta T)$$
$$\frac{R_{hs}}{1+\alpha_{20} \times \delta T} = R_{cs}$$
$$\therefore \quad R_{cs} = \frac{R_{hs}}{1+\alpha_{20} \times \delta T}$$
$$\delta T = T_F - T_i = 80 - 20 = 60°C$$

قیمتیں درج کرنے سے

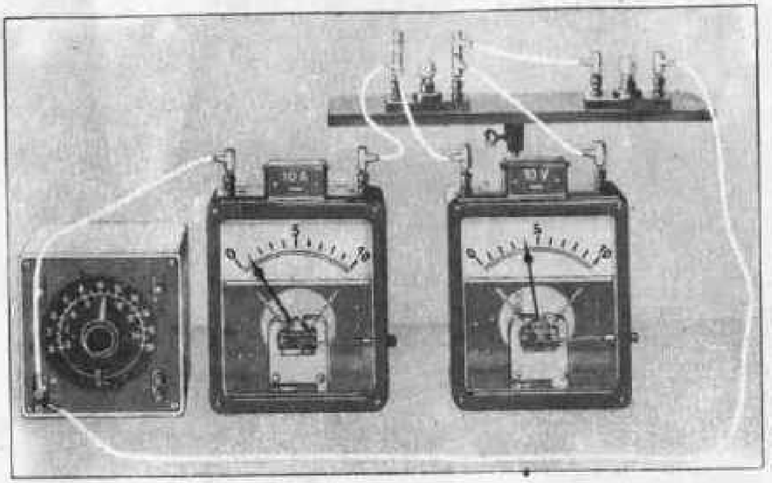
$$R_{cs} = \frac{200}{1+0.0039\times 60}$$
$$= \frac{200}{1.234} = 162\ \Omega$$

جواب : ٹھنڈی حالت میں کوائل کی مزاحمت 162 اوم ہوگی۔

271 **سوالات :** (1) جب بجلی کے بلب کو "آن" کیا جاتا ہے تو ایم میٹر چند لمحوں کے لیے بہت زیادہ کرنٹ یا کرنٹ سرج (current surge) ظاہر کرتا ہے جس کی قیمت اصل کرنٹ سے تقریباً دس گنا ہوتی ہے۔ اس کی کیا وجہ ہے ؟ (2) حراری شرحِ مزاحمت کیا ظاہر کرتی ہے ؟ (3) کانسٹنٹان کس قسم کی مزاحمتوں کے لیے استعمال ہوتا ہے ؟ (4) لپٹے ہوئے تار سے بنی ہوئی مزاحمت میں کرنٹ کی ابتدائی سرج کو کیسے محدود کیا جاتا ہے ؟ (5) کام کے دوران بجلی کی موٹر کے کوائل کا ٹمپریچر کس طرح کنٹرول کیا جاسکتا ہے ؟ (6) ایم میٹر کی مدد سے بڑی مقدار کی مزاحمتوں کی پیمائش کس طرح کی جاسکتی ہے ؟ (7) 220 وولٹ کا ایک فلامینٹ لیمپ 0.182 ایمپیئر کرنٹ صَرف کرتا ہے اور اِس طرح اُس کا ٹمپریچر °2200 سنٹی گریڈ ہو جاتا ہے۔ اگر کمرے کا درجہ حرارت °20 سنٹی گریڈ ہو اور ٹنگسٹن کی شرحِ مزاحمت 0.0041 ہو تو ابتدائی کرنٹ مندرجہ بالا کرنٹ کا کتنے گنا ہوگی ؟ (8) ایک کوائل تانبے کے 230 میٹر لمبے تار کا بنا ہوا ہے۔ تار کا قطر 0.6 ملی میٹر ہے۔ دورانِ عمل کوائل کا درجہ حرارت °20 سے °80 سنٹی گریڈ ہو جاتا ہے۔ ٹھنڈی اور گرم حالتوں میں مزاحمتوں کی قیمت معلوم کریں۔ مزاحمت میں کتنے فیصد اضافہ ہوگا؟ (9) جدول کی مدد تجربہ نمبر E 27/I میں گرم حالت میں مزاحمت کا ٹمپریچر معلوم کریں۔

28 مزاحمتوں کو جوڑنا (The connection of resistances)

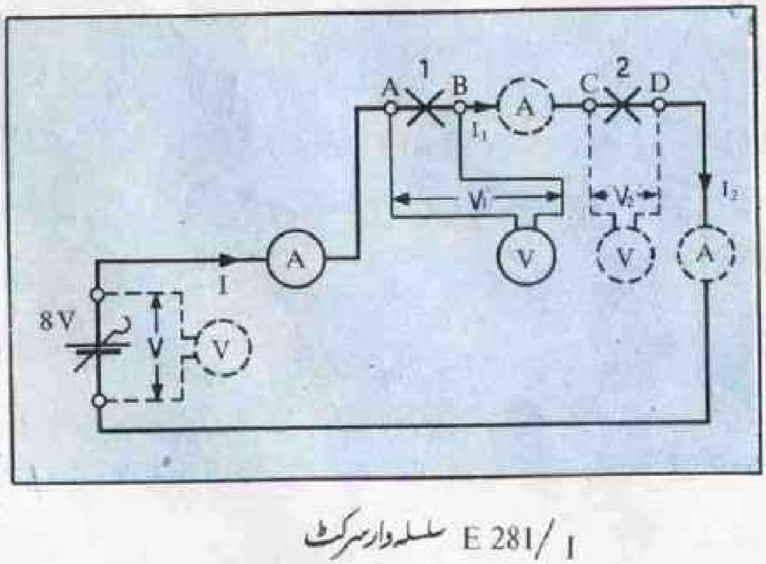
281 سیریز یا سلسلہ وار سرکٹ (The series circuit):



تجربہ E 281/1 : مندرجہ ذیل تجربہ یہ ظاہر کرتا ہے کہ اگر مختلف مزاحمتوں کو ایک سلسلے میں جوڑا جائے یعنی ایک کا آخری سرا دوسرے کے پہلے سرے سے ملا دیا جائے تو برقی رَو، برقی دباؤ اور مزاحمت پر کیا اثر پڑے گا۔

دو بلب جن کا وولٹیج 4 وولٹ اور کرنٹ 1 ایمپیر ہے، مزاحمت کے طور پر استعمال کریں۔ اگر بیٹری سے 8 وولٹ اِن کے سروں پر لگائیں تو بلب پوری روشنی دیں گے۔

جن نقطوں پر نشان لگایا گیا ہے وہاں پر ایم میٹر کی مدد سے برقی رَو کی مقدار کی پیمائش کریں۔ اس کے بعد نشان زدہ نقطوں پر وولٹیج کی پیمائش کریں اور جدول میں درج کریں۔



E 281/1 سلسلہ وار سرکٹ

مقداریں	مکمل سرکٹ	لیمپ نمبر 1	لیمپ نمبر 2
برقی رَو	$I = 1A$	$I_1 = 1A$	$I_2 = 1A$
برقی دباؤ	$V = 8\ V$	$V_1 = 4\ V$	$V_2 = 4\ V$
مزاحمت $R = \frac{V}{I}$	$R = 8\ \Omega$	$R_1 = 4\ \Omega$	$R_2 = 4\ \Omega$

سلسلہ وار سرکٹ کے قوانین (Laws of the series circuit)

مذکورہ تجربہ E 281/1 میں پیمائش کی گئی مقداروں سے ظاہر ہے کہ :

1 ۔ سلسلہ وار سرکٹ کی تمام مزاحمتوں میں سے ایک ہی برقی رَو گزرتی ہے۔ $I = I_1 = I_2 = \cdots\cdots$

2 ۔ سلسلہ وار سرکٹ میں کُل وولٹیج تمام انفرادی وولٹیج کا مجموعہ ہوتا ہے۔ $V = V_1 + V_2 + \cdots\cdots$

(کرچوف کا دوسرا قانون)

(گستاف رابرٹ کرچوف جرمن ماہرِ طبیعیات)

3 ۔ سلسلہ وار سرکٹ میں مجموعی مزاحمت تمام مزاحمتوں کے مجموعے کے برابر ہوتی ہے۔ $R = R_1 + R_2 + \cdots\cdots$

4 ۔ سلسلہ وار سرکٹ میں علیحدہ علیحدہ وولٹیج کی آپس میں نسبت علیحدہ علیحدہ مزاحمتوں کی آپس میں نسبت کے برابر ہوتی ہے۔ $V_1 : V_2 : \cdots = R_1 : R_2 : \cdots$

مثال 1 : ایک کرسمس ٹری (X-max tree) کی تنویر (Illumination) کے لیے گیارہ بلبوں کو سلسلہ وار ترتیب میں 220 وولٹ پر لگانا ہے۔ بلبوں کے وولٹیج ء سیار کیا ہوگا؟

معلوم : فرض کیا بلبوں کی تعداد = N $\quad N = 11$

$V = 220\ V$

مطلوب : $V_1, V_2, \cdots\cdots, V_{11} = ?$

حل : کلیہ نمبر 2 کی رُو سے

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10} + V_{11}$$

کیونکہ تمام بلبوں کا وولٹیج برابر ہے اس لیے

$$V = 11V_1$$

$$V_1 = \frac{V}{11} = \frac{220}{11} = 20\ V$$

جواب : ہر بلب کا وولٹیج 20 وولٹ ہونا چاہیے۔

مثال 2 : ایک پروجیکٹر کے بلب کو 110 وولٹ کے لیے بنایا گیا ہے اور اس کی کرنٹ 4.35 ایمپیر ہے۔ اِس بلب کو 220 وولٹ پر لگانے کے لیے کتنی مزاحمت سلسلہ وار ترتیب میں لگانی پڑے گی؟

حل :

$V_1 = 110\ V$

$V = 220\ V$

$I_1 = 4.35\ A$

مطلوب : $R_2 = ?$

حل : کلیہ نمبر 1 کی رُو سے

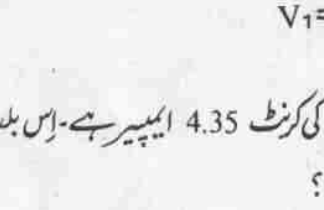
$$I = I_1 = I_2 = 4.35\ A$$

کلیہ نمبر 2 کی رُو سے

$$V = V_1 + V_2$$

$$V_2 = V - V_1$$

$$= 220 - 110 = 110\ V$$



I 281/1 سرکٹ ڈایاگرام

مثال 2 : کلیہ نمبر 3 کی رُو سے
(جاری)

$$R = R_1 + R_2$$

کلیہ اوم کی مدد سے 'R' اور 'R1' کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔

$$R = \frac{V}{I} = \frac{220}{4.35} = 50.6\ \Omega$$

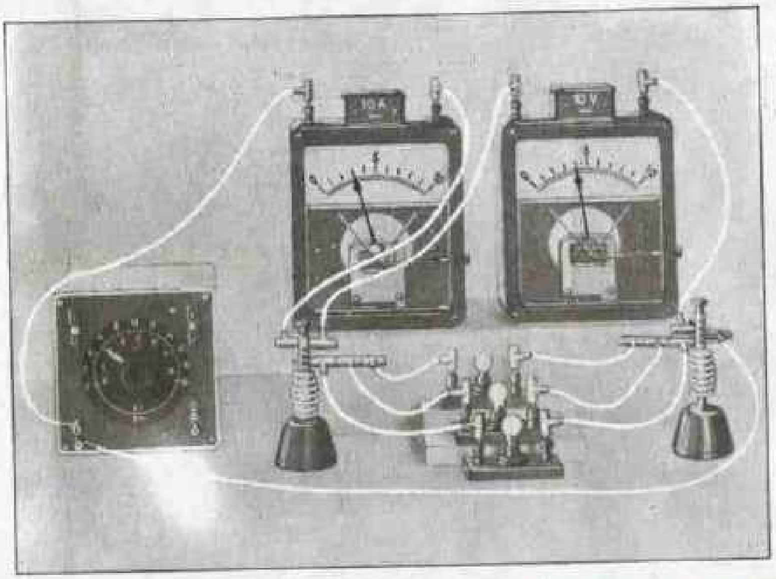
$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{110}{4.35} = 25.3\ \Omega$$

$$R_2 = R - R_1$$

$$R_2 = 50.6 - 25.3 = 25.3\ \Omega$$

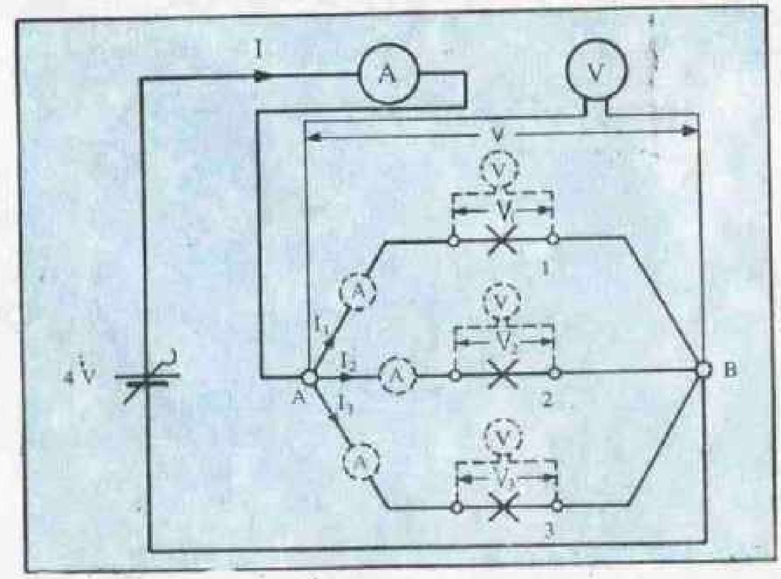
جواب: ہم سلسلہ مزاحمت 25.3 اوم ہو گی اور اس میں سے گزرنے والی کرنٹ کی مقدار 4.35 ایمپیر ہونی چاہیے۔

282 پیرلل یا متوازی سرکٹ (The parallel circuit)



تجربہ E282/1 - متوازی سرکٹ کی صورت میں تمام مزاحمتوں کے ابتدائی سروں (terminals) اور آخری سروں کو الگ الگ جوڑا جاتا ہے اور اس طرح حاصل ہونے والے دو سروں کو وولٹیج جنریٹر کے ساتھ جوڑا جاتا ہے۔ متوازی اور سلسلہ وار سرکٹ میں واضح طور پر یہ فرق ہے کہ سلسلہ وار سرکٹ کی صورت میں برقی رُو کے گزرنے کے لیے صرف ایک ہی راستہ ہوتا ہے جبکہ متوازی سرکٹ کی صورت میں برقی رُو کے گزرنے کے لیے ایک سے زیادہ راستے ہوتے ہیں۔

تجربہ E282/1 میں 4 وولٹ، 1 ایمپیر کے تین بلب مذکورہ بالا طریقے سے 4 وولٹ پر لگائیں۔ نشان شدہ نقطوں پر پہلے بعد دیگرے کرنٹ ناپیں۔ اس طرح دکھائے گئے نقطوں پر وولٹیج بھی ناپیں۔ مقداروں کی مختلف قیمتوں کو جدول میں درج کریں (صفحہ 56)۔



E 282 / I متوازی سرکٹ

مقداریں	سرکٹ میں مقداروں کی مجموعی قیمت	لیمپ 1	لیمپ 2	لیمپ 3
برقی رَو	$I = 3A$	$I_1 = 1A$	$I_2 = 1A$	$I_3 = 1A$
برقی دباؤ	$V = 4V$	$V_1 = 4V$	$V_2 = 4V$	$V_3 = 4V$
مزاحمت $R = \frac{V}{I}$	$R = \frac{4}{3}\Omega$	$R_1 = 4\Omega$	$R_2 = 4\Omega$	$R_3 = 4\Omega$
ایصالیت $G = \frac{1}{R}$	$G = \frac{3}{4} S$	$G_1 = \frac{1}{4} S$	$G_2 = \frac{1}{4} S$	$G_3 = \frac{1}{4} S$

متوازی سرکٹ کے قوانین (Laws of parallel circuit)

مذکورہ بالا جدول سے ظاہر ہے کہ :

1 - متوازی سرکٹ میں مجموعی کرنٹ مختلف شاخوں میں سے گزرنے والی کرنٹ کے مجموعہ کے برابر ہوتی ہے۔
(کرچوف کا کرنٹ کی تقسیم کا قانون)

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots\cdots$$

2 - متوازی سرکٹ میں جڑی ہوئی مزاحمتوں کے سروں کے درمیان وولٹیج برابر ہوتا ہے -

$$V = V_1 = V_2 = V_3 = \cdots\cdots$$

3 - متوازی سرکٹ کی مجموعی ایصالیت سرکٹ کی ایصالیتوں کے مجموعے کے برابر ہوتی ہے۔

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + \cdots\cdots$$

4 - چونکہ $G = \frac{1}{R}$

اس لیے $G_1 = \frac{1}{R_1}$ ، $G_2 = \frac{1}{R_2}$ ، . . . . . .

پس کلیہ نمبر 3 سامنے دی ہوئی شکل اختیار کرلیتا ہے۔

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$$

حاصل مزاحمت کا مقلوب مزاحمتوں کے الگ الگ مقلوب کے مجموعہ کے برابر ہوتا ہے۔

5 - اگر سرکٹ صرف دو متوازی مزاحمتوں پر مشتمل ہو تو کلیہ نمبر 4 آسان شکل میں مندرجہ ذیل صورت میں لکھا جا سکتا ہے :

فرض کریں

$$R_1 = 3\Omega \text{ ، } R_2 = 6\Omega$$

$$\because \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

فارمولے میں قیمتیں درج کرنے سے

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{6+3}{3 \times 6}$$

$$R = \frac{3 \times 6}{3+6}$$

پس حاصل مزاحمت 'R' = $\frac{\text{مزاحمتوں کا حاصل ضرب}}{\text{مزاحمتوں کا مجموعہ}}$ یا $R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$

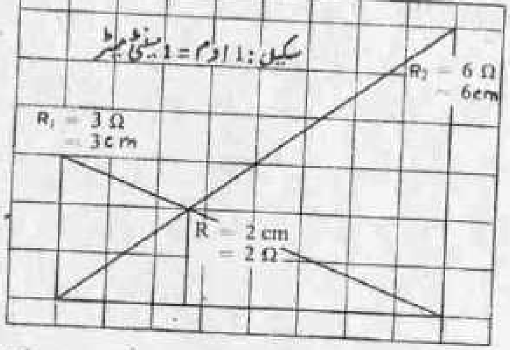
$$R = \frac{18}{9} = 2\,\Omega$$

کلیہ : دو متوازی مزاحمتوں کی صورت میں حاصل مزاحمت دونوں کے حاصل ضرب کو اُن کے مجموعہ سے تقسیم کر کے نکالی جاسکتی ہے۔

اُوپر دی ہوئی مثال سے یہ اخذ کیا جاسکتا ہے کہ متوازی سرکٹ کی حاصل مزاحمت 2 اوم سرکٹ کی انفرادی مزاحمتوں یعنی $R_1 = 3$ اوم اور $R_2 = 6$ اوم سے حاصل کی گئی ہے۔ چنانچہ متوازی سرکٹ کے لیے مندرجہ ذیل قانون کی تصدیق ہوتی ہے:

قانون | متوازی سرکٹ میں حاصل مزاحمت ہمیشہ سرکٹ کی چھوٹی سے چھوٹی انفرادی مزاحمت سے بھی کم ہوتی ہے۔

حاصل مزاحمت گراف کی مدد سے بھی نکالی جاسکتی ہے: گراف پر کسی لمبائی کا ایک قاعدہ چنیں۔ اس کے دونوں سروں پر مزاحمت R_1 اور R_2 کو سکیل کے مطابق بنائیں۔ (سکیل ایک اوم = 1 سنٹی میٹر)۔ اب ایک مزاحمت کا آخری نقطہ دوسری مزاحمت کے ابتدائی نقطہ سے ملائیں۔ جس نقطہ پر دونوں لائنیں ایک دوسرے کو قطع کریں گی، وہ حاصل مزاحمت ہوگی۔



I 282/11 گراف کی مدد سے حاصل مزاحمت معلوم کرنا

6 - اگر سرکٹ میں یکساں قیمت کی مزاحمتیں متوازی ترتیب سے جوڑی جائیں یعنی

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5$$

تو

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} = \frac{5}{R_1}$$

شمار کنندہ اور نسب نما کو مساوات کے دونوں طرف بدلنے سے

$$R = \frac{R_1}{5}$$

اگر سرکٹ میں برابر قیمت کی 'n' مزاحمتیں لگی ہوں تو

$$R = \frac{R_1}{n}$$

عملی مثال : اگر متوازی موصلوں کی مزاحمتوں پر غور کیا جائے اور ان کو اکٹھا تصوّر کریں تو اُن کی عمودی تراش کا مجموعی رقبہ بڑھ جاتا ہے اور نتیجتہً تمام تاروں کی حاصل مزاحمت کم ہوجاتی ہے۔

مثال 1 : بس بار (bus bar) کے تین نقاط سے بالترتیب 14، 35 اور 57 ایمپیر کرنٹ حاصل کی جا رہی ہے۔ بس بار کی مجموعی کرنٹ معلوم کریں۔

معلوم : $I_1 = 14\,A \quad I_2 = 35A \quad I_3 = 57A$

مطلوب : $I = ?$

حل : کلیہ نمبر 1 کی رُو سے

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$
$$= 14 + 35 + 57 = 106A$$

جواب : بس بار کی مجموعی کرنٹ 106 ایمپیر ہے۔

مثال 2 : 220 وولٹ کے 6 بلبوں کو 220 وولٹ کے مینز پر لگانا درکار ہے۔ بلبوں کو کس طرح جوڑیں کہ ان پر صحیح برقی دباؤ ظاہر ہو۔

حل : بلبوں کو متوازی ترتیب سے جوڑنا چاہیے کیونکہ کلیہ نمبر 2 کی رُو سے اِس طرح ہر بلب پر یکساں برقی دباؤ ظاہر ہوگا۔

مثال 3 : 10، 20 اور 50 اوم کی تین مزاحمتوں کو متوازی طور پر جوڑ کر 220 وولٹ پر لگایا گیا ہے۔ ہر مزاحمت میں سے کتنی کرنٹ گزرے گی؟ سرکٹ کی کُل مزاحمت معلوم کریں۔ علاوہ ازیں حاصل مزاحمت بھی معلوم کریں۔

معلوم : $R_1 = 10\,\Omega \quad R_2 = 20\,\Omega \quad R_3 = 50\,\Omega \quad V = 220\,V$

مطلوب : $I = ? \quad I_1 = ? \quad I_2 = ? \quad I_3 = ? \quad R = ?$

حل : کُل کرنٹ معلوم کرنے کے لیے حاصل مزاحمت معلوم کریں۔

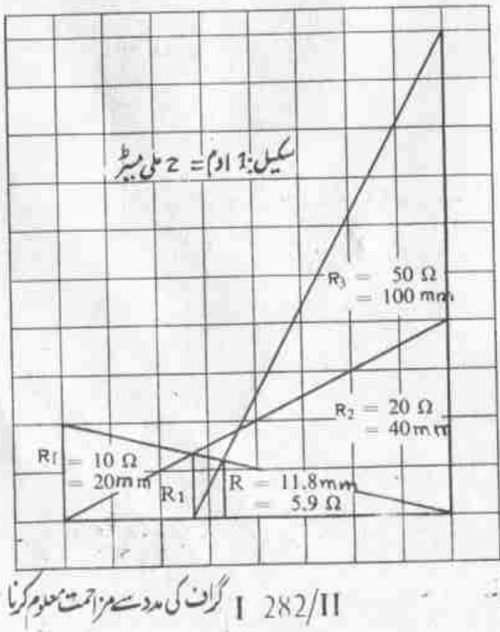
$$G = G_1 + G_2 + G_3$$

$$G_1 = \frac{1}{10} = 0.1\,S \qquad G_2 = \frac{1}{20} = 0.05\,S \qquad G_3 = \frac{1}{50} = 0.02\,S$$

$$\therefore G = 0.1 + 0.05 + 0.02 = 0.17\,S$$

$$\because G = \frac{1}{R}$$

$$\therefore R = \frac{1}{G} = \frac{1}{0.17} = 5.88\,\Omega$$



I 282/II گراف کی مدد سے مزاحمت معلوم کرنا

جیسا کہ پہلے بتایا جا چکا ہے حاصل مزاحمت 'R' کی قیمت گراف کی مدد سے بھی معلوم کی جا سکتی ہے۔

R_1 اور R_2 کی حاصل مزاحمت R_1 کی قیمت نکالیں۔ اب R_2 کو R_3 کی قیمت تک لمبا کریں اور R_3 کا آخری سرا R_1 کے قاعدہ سے ملائیں۔ جس نقطہ پر دونوں لائنیں قطع کریں گی وہاں سے کل حاصل مزاحمت کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔ اِس شکل میں نقطۂ تقاطع کا قاعدہ سے فاصلہ 11.8 ملی میٹر ہے۔ لہٰذا مزاحمت کی قیمت 5.9 اوم ہوگی۔

جب بہت سی مزاحمتیں متوازی طور پر جوڑی گئی ہوں تو یہ طریقہ بہت سُود مند رہتا ہے کیونکہ ڈرائینگ کو کسی دقت کے بغیر بڑھایا جا سکتا ہے۔

مثال 3 :
(جاری)

$$I=\frac{V}{R}=\frac{220}{5.88}=37.4\ A$$

$$\because\ V=V_1=V_2=V_3$$

$$\therefore\ I_1=\frac{V}{R_1}=\frac{220}{10}=22\ A$$

$$I_2=\frac{V}{R_2}=\frac{220}{20}=11\ A$$

$$I_3=\frac{V}{R_3}=\frac{220}{50}=4.4\ A$$

لہٰذا پڑتال کرنے کے لیے

$$\because\ I=I_1+I_2+I_3$$

$$I=22+11+4.4=37.4\ A$$

جواب : مجموعی برقی رَو 37.4 ایمپیر اور حاصل مزاحمت 5.88 اوم ہے۔ ہر مزاحمت میں برقی رَو کی قیمت بالترتیب 22، 11 اور 4.4 ایمپیر ہے۔

برقی رَو کی نسبت (Ratio of currents) ۔ اگر ہم مزاحمت R_1، R_2 اور اُن میں سے گزرنے والی برقی رَو I_1 اور I_2 پر غور کریں تو ایک فارمولا اخذ کیا جا سکتا ہے :

مزاحمتوں کی نسبت
$$\frac{R_1}{R_2}=\frac{10}{20}=\frac{1}{2}$$

اور برقی رَو کی نسبت
$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{22}{11}=\frac{2}{1}$$

7 - پس برقی رَو کی نسبت مزاحمتوں کی مقلوب نسبت کے برابر ہوتی ہے

$$\boxed{\frac{I_1}{I_2}=\frac{R_2}{R_1}}$$

قانون | کسی متوازی سرکٹ میں مختلف شاخوں میں برقی رَو کی نسبت مزاحمتوں کی مقلوب نسبت کے برابر ہوتی ہے۔

مثال 4 : ایک چولھے میں 110 اور 44 اوم کی دو مزاحمتیں ہیں۔ اگر چولھا 7 ایمپیر کی کُل برقی رَو لیتا ہے تو مزاحمتوں میں برقی رَو کی الگ الگ کیا قیمت ہوگی ؟

معلوم : $I=7A \quad R_1=110\ \Omega \quad R_2=44\Omega$

مطلوب : $I_1=?\quad I_2=?$

حل : کلیہ نمبر 7 کی رُو سے

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{R_2}{R_1}$$

R_1 اور R_2 کی قیمتیں درج کرنے سے

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{44}{110}=\frac{2}{5}$$

کلیہ نمبر 1 کی رُو سے

$$I=I_1+I_2$$

چونکہ I_1 = دو حصّے اور I_2 = 5 حصّے، اِس لیے $I = 5+2 = 7$ حصّے

مثال 4 : (جاری) 7 حصّے 7 ایمپیر کے برابر ہیں۔
لہٰذا 1 حصّہ = 1 ایمپیر۔

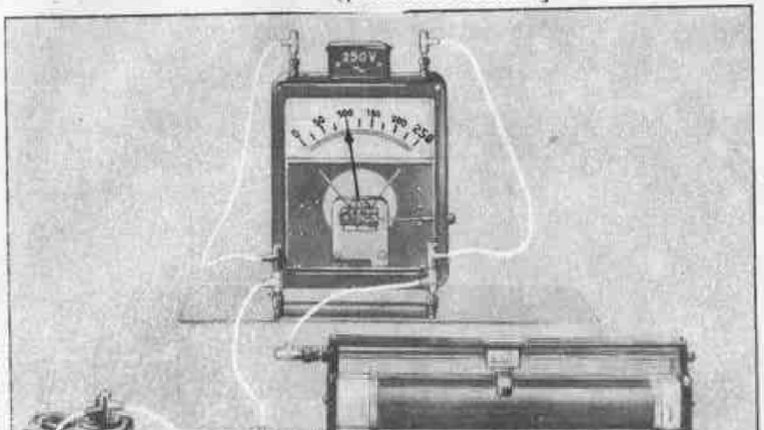
$\therefore I_1 = 2 \times 1 = 2$ A

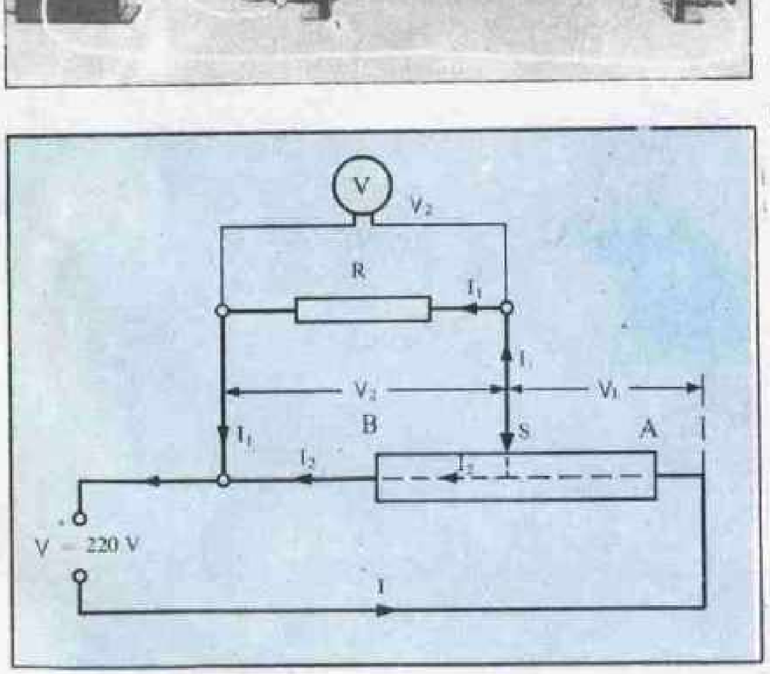
$I_2 = 5 \times 1 = 5$ A

جواب : 110 اوم کی مزاحمت میں سے 2 ایمپیر اور 44 اوم کی مزاحمت میں سے 5 ایمپیر کی کرنٹ گزرے گی۔

283 متوازی اور سلسلہ وار مزاحمتوں کا اجتماعی سرکٹ (The series-parallel combination of resistances)

2831 وولٹیج کے تقسیم کنندہ (پوٹینشومیٹر) کا کنکشن [The connection of a voltage divider (potentiometer)]





E2831/I وولٹیج ڈیوائیڈر

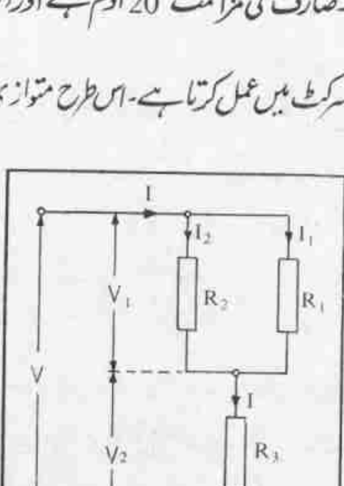
اگر کسی تغیّرپذیر مزاحمت کو سرکٹ میں اس طرح لگایا جائے جیسا کہ تجربہ نمبر E 2831/I میں دکھایا گیا ہے تو اسے وولٹیج کے تقسیم کنندہ یا وولٹیج ڈیوائیڈر کا کنکشن کہتے ہیں۔

اگر سلائیڈر 'S' کو نقطہ 'B' کی طرف سرکایا جائے تو وولٹیج مسلسل کم ہوتی جائے گی۔ حتیٰ کہ یہ صفر ہو جائے گی۔ اس طرح وولٹیج کو کسی بھی قیمت تک کم کیا جا سکتا ہے۔ اس لیے اس کنکشن کو وولٹیج ڈیوائیڈر کہتے ہیں۔ سلائیڈر پر کرنٹ 'I' دو حصوں 'I_1' اور 'I_2' میں تقسیم ہو جاتی ہے۔ 'I_1' صارف میں سے گزرتی ہے جو کہ اس صورت میں مزاحمت 'R' ہے۔ 'I_2' وولٹیج ڈیوائیڈر 'AB' میں سے گزرتی ہے۔ اگر سلائیڈر 'S' نقطہ 'A' پر ہو تو 'I' زیادہ سے زیادہ ہوگی کیونکہ صارف پر اس وقت پورا لائن وولٹیج ہوگا۔ اگر سلائیڈر نقطہ B پر ہو تو 'I_1' صفر ہوگی کیونکہ تمام وولٹیج مزاحمت میں 'V_1' کے طور پر صَرف ہو جاتا ہے اور صارف پر وولٹیج صفر ہوگا۔

کراس کرنٹ (Cross current) ۔ وولٹیج ڈیوائیڈر کو استعمال کرتے وقت یہ بات ذہن نشین رکھنی چاہیے کہ 'A' اور 'S' کے درمیان والی مزاحمت میں سے گزرنے والی کرنٹ 'I' کرنٹ 'I_1' اور 'I_2' کے مجموعہ کے برابر ہوتی ہے۔ مزاحمت کو یہ کرنٹ برداشت کرنے کے قابل ہونا چاہیے۔ وولٹیج ڈیوائیڈر کے استعمال میں یہ نقص ہے کہ کرنٹ 'I_2' ہمیشہ اس میں سے گزرتی رہتی ہے جو حرارت میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ یہ بجلی کا ضیاع ہے۔ صارف کے وولٹیج کو تغیر پذیر مزاحمت کی لمبائی کے متناسب رکھنے کے لیے کراس کرنٹ 'I_2' کو 'I_1' سے زیادہ ہونا چاہیے۔ ان وجوہات کی بنا پر وولٹیج ڈیوائیڈر صرف تھوڑی مقدار کی کرنٹ کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ریڈیو انجنیرنگ میں۔

مثال : ایک وولٹیج ڈیوائیڈر میں سے 220 وولٹ پر 3 ایمپیر کرنٹ گزرتی ہے۔ صارف کی مزاحمت 20 اوم ہے اور اس پر برقی دباؤ 40 وولٹ ہے۔ وولٹیج ڈیوائیڈر کی کل مزاحمت معلوم کریں۔

وضاحت کے لیے وولٹیج ڈیوائیڈر کو بالکل ایسے ہی دکھایا گیا ہے جیسے وہ سرکٹ میں عمل کرتا ہے۔ اس طرح متوازی اور سلسلہ وار مزاحمتوں کا اجتماعی سرکٹ بن جاتا ہے۔



I 2831 I وولٹیج ڈیوائیڈر

معلوم : $V = 220\,V \quad I = 3\,A$

$R_1 = 20\Omega \quad V_1 = 40\,V$

مطلوب : $R = ?$

حل : سب سے پہلے 'I_1' کی قیمت معلوم کریں۔

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{40}{20} = 2A$$

$$I_2 = I - I_1 = 3 - 2 = 1A$$

اب 'R_2' کی قیمت معلوم کی جاسکتی ہے۔

چونکہ 'R_1' اور 'R_2' پر ایک ہی وولٹیج V_1 ہے (متوازی سرکٹ) اس لیے

$$R_2 = \frac{V_1}{I_2} = \frac{40}{1} = 40\,\Omega$$

R_3 کی قیمت معلوم کرنے کے لیے V_2 کی قیمت معلوم کرنی پڑے گی۔

$$\because V = V_1 + V_2 \qquad \therefore V_2 = V - V_1 = 220 - 40 = 180\,V$$

$$R_3 = \frac{V_2}{I} = \frac{180}{3} = 60\,\Omega$$

$$R = R_2 + R_3 = 40 + 60 = 100\,\Omega$$

جواب : وولٹیج ڈیوائیڈر کی مزاحمت 100 اوم ہونی چاہیے۔

2832 متوازی اور سلسلہ وار مزاحمتوں کا اجتماعی سرکٹ (Series-parallel circuit)

مختلف قسم کے سرکٹ کو متوازی اور سلسلہ وار سرکٹ میں تبدیل کرکے سرکٹ کا مطالعہ کیا جاسکتا ہے۔

مثال : سامنے دیے ہوئے سرکٹ کی مجموعی مزاحمت معلوم کریں جبکہ مزاحمت 'R_1' 5 اوم، 'R_2' 16 اوم، 'R_3' 8 اوم اور R_4 12 اوم ہے۔

سرکٹ کو مندرجہ ذیل حصوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے :

1 ۔ متوازی سرکٹ $R_3 // R_4 = R_{rec}$

2 ۔ سلسلہ وار سرکٹ $R_{rec} + R_1 = R_{ser}$

3 ۔ متوازی سرکٹ $R_{ser} // R_2 = R_t$

جبکہ 'rec' مقلوب کو، 'ser' سلسلہ وار کو، 't' مجموعی کو اور '//' متوازی کو ظاہر کرتا ہے۔

I 2832/I متوازی اور سلسلہ وار مزاحمتوں کا اجتماعی سرکٹ

مثال : (جاری)

1. $G_{rec} = G_3 + G_4 = \frac{1}{8} + \frac{1}{12}$

$G_{rec} = \frac{5}{24}\ S \qquad R_{rec} = \frac{24}{5} = 4.8\,\Omega$

2. $R_{ser} = R_{rec} + R_1 = 4.8 + 5 = 9.8\,\Omega$

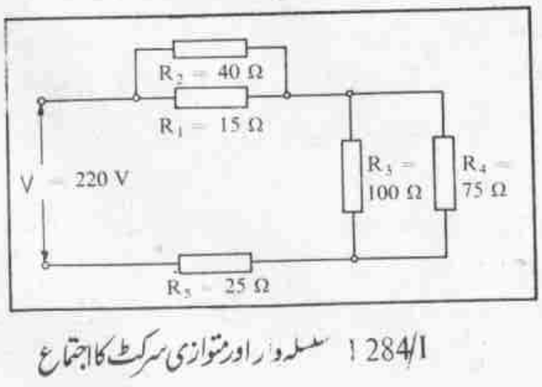
3. $G_t = G_{ser} + G_2 = \frac{1}{9.8} + \frac{1}{16}$

$= 0.102 + 0.0625 = 0.1645\ S$

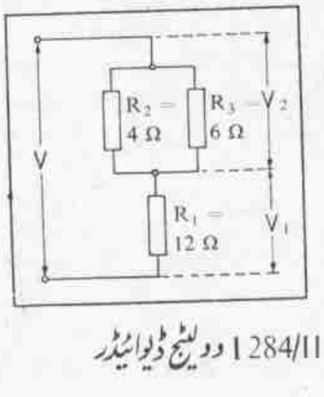
$R_t = \frac{1}{0.1645} = 6.08\,\Omega$

جواب : سرکٹ کی مجموعی مزاحمت 6.08 اوم ہے۔

284 **سوالات :** (1) سلسلہ وار سرکٹ کے قوانین بیان کریں۔ (2) اگر موجودہ وولٹیج صارف کے لیے بہت زیادہ ہوں تو صارف کو موزوں وولٹیج کس طرح مہیا کر سکتے ہیں ؟ (3) کسی سادہ سرکٹ کی مجموعی مزاحمت کن مزاحمتوں پر مشتمل ہوتی ہے ؟ (4) 20، 30 اور 50 اوم کی مزاحمتوں کو 220 وولٹ پر لگایا گیا ہے۔ ان میں سے گزرنے والی کرنٹ کی قیمت معلوم کریں۔ ان مزاحمتوں پر الگ الگ وولٹیج معلوم کریں (5) ایم میٹر کو سرکٹ میں ہمیشہ سلسلہ وار ترتیب میں کیوں لگایا جاتا ہے ؟ (6) تھیئٹر کی تیز روشنی کا بلب 40 وولٹ پر 12 ایمپیئر کرنٹ صرف کرتا ہے۔ ایک ہم سلسلہ مزاحمت کی مدد سے اسے 220 وولٹ پر لگانا مقصود ہے۔ ہم سلسلہ مزاحمت کی قیمت معلوم کریں۔ (7) متوازی سرکٹ کے قوانین بیان کریں۔ (8) بجلی کے ایک تار کی عمودی تراش کا رقبہ 35 مربع ملی میٹر ہے۔ اس میں سے اتنی زیادہ کرنٹ گزرتی ہے کہ یہ مناسب حدود سے زیادہ گرم ہو جاتا ہے۔ بجلی کے تار کو کھودے بغیر اس کا سدّباب کس طرح کیا جا سکتا ہے ؟ (9) بہت سے بجلی کے بلبوں پہ بُن رہا یکساں ہونا چاہیے۔ اس مقصد کے لیے ان بلبوں کو کس طریقے سے سرکٹ میں لگائیں گے ؟ (10) کیا وجہ ہے کہ وولٹ میٹر سرکٹ میں ہمیشہ متوازی ترتیب میں جوڑا جاتا ہے ؟ (11) ایک مینز (mains) سے چار لائٹنگ سرکٹ (lighting circuit) اور ایک پاور سرکٹ (power circuit) جوڑے گئے ہیں۔ لائٹنگ سرکٹ 0.5، 2، 0.7 اور 1.2 ایمپیئر کرنٹ لیتے ہیں اور پاور سرکٹ میں سے 13.5 ایمپیئر کرنٹ گزرتی ہے مینز پر کتنا لوڈ (Load) ہوگا ؟ (12) 15، 45، 90 اور 120 اوم کی مزاحمتوں کو متوازی ترتیب میں جوڑا گیا ہے۔ حاصل مزاحمت معلوم کریں۔ (13) 15 اور 45 اوم کی دو مزاحمتیں متوازی ترتیب میں جوڑی گئی ہیں۔ اگر مجموعی کرنٹ 24 ایمپیئر ہو تو ان مزاحمتوں میں الگ الگ کتنی کرنٹ گزرے گی ؟ (14) شکل I 284/I میں دکھائے گئے سرکٹ کی حاصل مزاحمت اور مجموعی کرنٹ معلوم کریں۔ (15) شکل I 284/II میں دکھائے گئے سرکٹ میں V'_1 اور V'_2 میں کیا نسبت ہوگی ؟



I 284/I سلسلہ وار اور متوازی سرکٹ کا اجتماع



I 284/II وولٹیج ڈوائیڈر

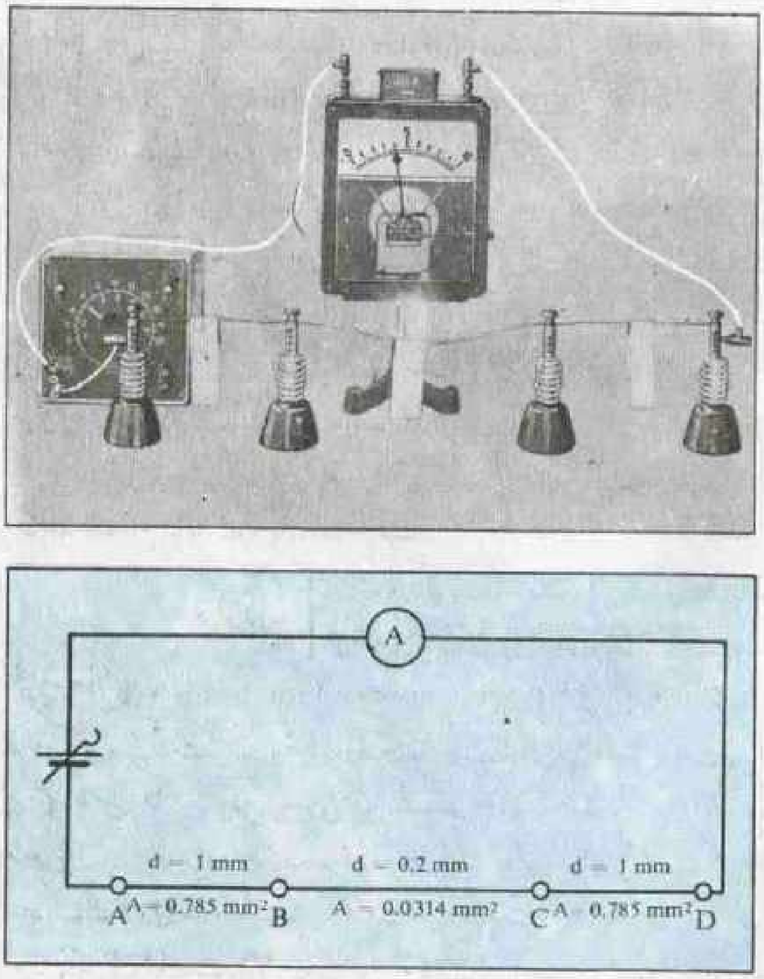
3 - برقی رَو کا حرارتی اثر

(The Thermal Effect of the Electric Current)

31 برقی رَوگزرنے سے موصل گرم ہو جاتا ہے (The current heats up the conductor)

تجربہ : 0.2 ملی میٹر قطر کا تانبے کا تار ٹرمینل 'B' اور 'C' ، کے درمیان لگائیں۔ اسی طرح ٹرمینل 'A' 'B' اور 'C' 'D' کے درمیان 1 ملی میٹر قطر کا تانبے کا تار لگائیں۔ ہر حصہ کے درمیان کاغذ کے ٹکڑوں کو دُہرا کر کے لٹکائیں۔ وولٹیج کے تغیّر پذیر مبدا کی مدد سے سرکٹ میں کرنٹ کی مقدار تبدیل کی جا سکتی ہے۔ مشاہدات کو صفحہ 64 پر دیے گئے جدول کے مطابق ترتیب دیں۔

نتیجہ : برقی رُوگزرنے سے موصل میں حرارت پیدا ہوتی ہے۔ یہ حرارت برقی رُو کے بڑھنے سے زیادہ ہو جاتی ہے۔ بہت زیادہ کرنٹ کی صورت میں تار گرم ہو کر روشنی بھی دے سکتا ہے اور درجۂ پگھلاؤ تک بھی پہنچ سکتا ہے۔ یہ نتیجہ الیکٹرون کی تصوری (باب 145) کے عین مطابق ہے۔ موصل کے ایٹموں اور الیکٹرون کے باہمی ٹکراؤ سے یہ حرارت پیدا ہوتی ہے۔ برقی رَو جتنی زیادہ ہوگی، متحرک الیکٹرون اُتنے ہی زیادہ ہوں گے اور اس طرح الیکٹرون اور ایٹم کے درمیان باہمی ٹکراؤ میں بھی اضافہ ہو جائے گا اور زیادہ حرارت پیدا ہوگی۔ موصل کی عمودی تراش کا رقبہ زیادہ ہونے کی صورت میں یہ الیکٹرون موصل میں زیادہ پھیل سکیں گے (اگر الیکٹرون کی تعداد یعنی کرنٹ وہی رہے)۔ اس طرح باہمی ٹکراؤ کم ہو جائیں گے اور کم حرارت پیدا ہوگی۔ کرنٹ کی کثافت اور موصل کے لوڈ کے مطالعہ سے ظاہر ہوگا کہ عملی کام کے لیے یہ علم بہت ضروری ہے۔



E 31/1 برقی رَو کی وجہ سے موصل میں پیدا ہونے والی حرارت

مشاہدات	برقی رَو	نمبرشمار
کوئی تبدیلی ظاہر نہیں ہوتی۔	0.5A	1
کوئی تبدیلی ظاہر نہیں ہوتی۔	1 A	2
درمیان والے کاغذ کے ٹکڑے سے دھواں اُٹھنے لگتا ہے اور یہ جلنا شروع ہوجاتا ہے۔	4 A	3
درمیان والا تار چمکنے لگتا ہے اور پھر پگھل جاتا ہے۔ برقی رَو کا سرکٹ ٹوٹ جاتا ہے۔ کاغذ کے بیرونی ٹکڑوں پر کوئی اثر نہیں ہوتا۔	10 A	4

311. برقی رَو کی کثافت (The current density)

انتہائی ٹمپریچر (Limiting temperature): برقی تنصیبات اور ہر قسم کی وائینڈنگ میں استعمال ہونے والے تمام موصلوں کے لیے ضروری ہے کہ وہ ایک خاص مباح ٹمپریچر (permissible temp.) سے زیادہ گرم نہ ہونے پائیں۔ مباح ٹمپریچر مجوز (insulation) کی حرارتی طاقت (thermal strength) پر منحصر ہوتا ہے۔ عام طور پر یہ ٹمپریچر 60 درجہ سنٹی گریڈ ہوتا ہے۔ علاوہ ازیں زیادہ گرم ہونے کی صورت میں جل جانے کا اندیشہ ہوتا ہے۔

برقی رَو کی کثافت (Current density): مذکورہ بالا تجربہ سے ظاہر ہے کہ موصل میں پیدا ہونے والی حرارت کا انحصار موصل کی عمودی تراش کے رقبہ پر ہوتا ہے۔ کیونکہ وہی برقی رَو جس سے درمیان والا پتلا موصل (عمودی تراش کا رقبہ 'A'=0.0314 مربع ملی میٹر) گرم ہو کر چمکنے لگ پڑا، دوسرے موصلوں (A=0.785 مربع ملی میٹر) کو خاص گرم نہ کر سکی۔ لہٰذا موصل میں پیدا ہونے والی حرارت برقی رَو کی مقدار اور موصل کی عمودی تراش کے رقبہ پر منحصر ہوتی ہے۔ اگر برقی رَو کی مقدار فی مربع ملی میٹر کو کرنٹ یا برقی رَو کی کثافت سے ظاہر کیا جائے تو یہ کہا جا سکتا ہے کہ:

قانون | کرنٹ یا برقی رَو کی کثافت 'J' برقی رَو کی وہ مقدار ہے جو کہ 1 مربع ملی میٹر کے عمودی تراش کے رقبہ سے گزرتی ہے۔

$$J = \frac{I}{A}$$

مجوز موصل کا لوڈ (Load of insulated conductor): برقی رَو کی کثافت ایک مقررہ مقدار نہیں، بلکہ موصل کو ٹھنڈا کرنے کے طریقہ کو مدِنظر رکھتے ہوئے کثافت کی مقدار کو کم یا زیادہ رکھا جا سکتا ہے۔ اِس طرح برقی رَو کی کثافت کا انحصار سطحی رقبہ اور ٹھنڈک پہنچانے والے ایجنٹ پر ہوگا۔ جرمن الیکٹریکل انجینیئرز کی ایسوسی ایشن نے اپنے 'VDE' سٹینڈرڈ '0100' کے مطابق مختلف عمودی تراش کے رقبہ والے موصلوں کے لیے لوڈ کی زیادہ سے زیادہ حد مقرر کر دی ہے تاکہ روشنی اور پاور کی تنصیبات میں استعمال ہونے والے موصل میں پیدا شدہ حرارت سے آگ لگنے کا کوئی خطرہ نہ رہے۔ اِس حد کا ہمیشہ خیال رکھنا چاہیے (صفحہ نمبر 65) ایلومینیم (Al) اور تانبے (Cu) کے عمودی تراش کے مختلف معیاری رقبوں کیلیے زیادہ سے زیادہ مسلسل مباح لوڈ (maximum permissible continuous load) ہر گروپ کے پہلے دو کالموں میں دیا گیا ہے اور متعلقہ فیوز (fuse) کی ظرفیت (rating) اگلے دو کالموں میں دی گئی ہے۔

کیونکہ موصل کو ٹھنڈک پہنچانا تنصیب کی قسم پر منحصر ہوتا ہے، اس لیے موصلوں کو تین لوڈ گروپوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ گروپ I کم ٹھنڈک والی تنصیب اور گروپ III زیادہ ٹھنڈک والی تنصیب کو ظاہر کرتا ہے۔ اِس طرح گروپ III کے اُسی رقبہ کے موصل کا مباح لوڈ گروپ I کے موصل کے مباح لوڈ سے زیادہ ہے۔

مجوز موصلوں کے لوڈ کا جدول (Load table for insulated conductors)

عمودی تراش کا معیاری رقبہ (sq.mm)	گروپ I مسلسل لوڈ (A)		گروپ I فیوز کی ظرفیت (A)		گروپ II مسلسل لوڈ (A)		گروپ II فیوز کی ظرفیت (A)		گروپ III مسلسل لوڈ (A)		گروپ III فیوز کی ظرفیت (A)	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
0.75	—	—	—	—	13	—	10	—	16	—	16	—
1	12	—	10	—	16	—	16	—	20	—	20	—
1.5	16	—	16	—	20	—	20	—	25	—	25	—
2.5	21	16	20	16	16	21	25	20	34	27	35	25
4	27	21	25	20	36	29	35	25	45	35	50	35
6	35	27	35	25	47	37	50	35	57	45	63	50
10	48	38	50	35	65	51	63	50	78	61	80	63
16	65	51	63	50	87	68	80	63	104	82	100	80
25	88	69	80	63	115	90	100	80	137	107	125	100
35	110	86	100	80	143	112	125	100	168	132	160	125
50	140	110	125	100	178	140	160	125	210	165	200	160
70	175	—	160	—	220	173	224	160	260	205	250	200
95	210	—	200	—	265	210	250	224	310	245	300	250
120	250	—	250	—	310	245	300	250	365	285	355	300
150	—	—	—	—	355	280	355	300	415	330	425	355
185	—	—	—	—	405	320	355	355	475	375	425	425
240	—	—	—	—	480	380	425	355	560	440	500	425
300	—	—	—	—	555	435	500	425	645	510	600	500
400	—	—	—	—	—	—	—	—	770	605	710	600
500	—	—	—	—	—	—	—	—	880	690	850	710

فیوز کی ظرفیت اور مسلسل مباح لوڈ بطابق VDE0100/12.65 پیرا '41N'

جدول میں دی گئی قیمتیں مجوز موصلوں کے لیے اس وقت صحیح ہیں جب ہوا کا ٹمپریچر 25 ڈگری سنٹی گریڈ ہو۔ مجوز موصل میں زیادہ سے زیادہ اتنی ہی کرنٹ گزاری جا سکتی ہے جو جدول میں مسلسل لوڈ کے طور پر دکھائی گئی ہے۔ موصل پر عموماً اتنا ہی لوڈ ڈالا جاتا ہے جتنی متعلقہ فیوز کی ظرفیت ہو۔ اس بات کو ذہن نشین رکھیں کہ موصل کی حفاظت کے لیے ہمیشہ کم ظرفیت (rating) کا فیوز استعمال کیا جاتا ہے۔ زیادہ ظرفیت کے فیوز کو کبھی استعمال نہیں کرنا چاہیے۔

گروپ I کی قیمتوں کے گراف سے مسلسل لوڈ اور فیوز کی ظرفیت کے درمیان فرق واضح ہے۔ علاوہ ازیں عمودی تراش کے رقبہ اور کرنٹ کی متعلقہ قیمتوں کو گراف کی مدد سے جلدی معلوم کیا جاسکتا ہے۔

311/1 I گروپ I کے لوڈ کا گراف

لوڈ کے جدول کے متعلق ریمارکس (Remarks on the load table)

گروپ I : یہ کنڈیوٹ (conduit) میں ایک سنگل کور (single core) یا متعدد سنگل کور موصلوں کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

گروپ II : کھلی تنصیبات کے سنگل کور یا متعدد کور کیبل (multi-core cable)، پورٹیبل آلات کے کیبل اور دھاتی غلاف والے کیبل کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

گروپ III : اوورہیڈ (over head)، سنگل کور کنڈکٹر اور پورٹیبل آلات کے سنگل کور کنڈکٹر کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

لوڈ کی دی گئی قیمتیں صرف اس صورت میں صحیح ہیں جبکہ ہوا کا ٹمپریچر 25 درجہ سنٹی گریڈ ہو۔ ربڑ سے مجوز کیے گئے موصل کی صورت میں ٹمپریچر میں 35° سنٹی گریڈ کا اضافہ مباح ہے۔ اس طرح اس صورت میں انتہائی ٹمپریچر 60 درجہ سنٹی گریڈ ہوگا۔ کیمیائی حاجز کی صورت میں ٹمپریچر میں 45° سنٹی گریڈ کا اضافہ مباح ہے۔ اس طرح انتہائی ٹمپریچر 70° سنٹی گریڈ ہوگا۔

اگر ہوا کا ٹمپریچر زیادہ ہو تو لوڈ مندرجہ ذیل طریقہ سے کم کریں:

ہوا کا ٹمپریچر	30	35	40	45	50	55	درجہ سنٹی گریڈ
لوڈ میں کمی کریں:							
ربڑ کی مجوزیت کے لیے	92	85	75	65	53	38	فی صد
کیمیائی مجوزیت کے لیے	94	88	82	75	67	58	فی صد

عمودی تراش کے رقبہ کا انتخاب (Selection of cross-section) ۔ فیوز کو کرنٹ کی انتہائی مقدار کے مطابق چُننا چاہیے اور موصل کی عمودی تراش کا رقبہ متعلقہ فیوز کے مطابق ہونا چاہیے۔ وولٹیج کا ضیاع معلوم کر کے پتہ چل سکتا ہے کہ آیا عمودی تراش کا رقبہ صحیح ہے یا زیادہ رقبہ درکار ہے۔

عمودی تراش کا رقبہ اور کثافت کرنٹ (Cross-section and current density): اگر گروپ I کے 1 مربع ملی میٹر والے تانبے کے موصل کی کثافتِ کرنٹ معلوم کی جائے تو مندرجہ ذیل قیمت حاصل ہوگی:

$$J = \frac{I}{A}$$
$$= \frac{12}{1} = 12\,A/sq{\cdot}mm$$

پس کثافتِ کرنٹ 'J' 12 ایمپیر فی مربع ملی میٹر ہے

گروپ I کے 120 مربع ملی میٹر والے تانبے کے موصل کی صورت میں

$$J = \frac{250}{120} = 2.08\ A/sq.\ mm$$

یعنی کثافتِ کرنٹ 'J' 2.08 ایمپیر فی مربع ملی میٹر ہے۔

اس سے معلوم ہوتا ہے کہ موٹے موصل کی صورت میں کثافتِ کرنٹ باریک موصل کی نسبت بہت کم ہوتی ہے۔

اس کی وجہ یہ ہے کہ سطح کا رقبہ اتنی تیزی سے نہیں بڑھتا جتنی تیزی سے عمودی تراش کا رقبہ بڑھتا ہے۔ کیونکہ عمودی تراش کا رقبہ A = 0.785 × قطر² اس لیے عمودی تراش کا رقبہ قطر کے مربع کے مطابق بڑھتا ہے جبکہ کسی خاص لمبائی کے لیے سطح کا رقبہ قطر کے مطابق بڑھتا ہے۔ (سطح کا رقبہ A_s = π × قطر × لمبائی)

اس طرح اگر قطر 3 ملی میٹر ہو تو سطح کا رقبہ 1 ملی میٹر قطر والے رقبہ کا تین گنا ہوگا جبکہ عمودی تراش کا رقبہ 3 × 3 یعنی 9 گنا ہو جائیگا ترسیلِ حرارت کے لیے عمودی تراش کا رقبہ نہیں بلکہ سطح کا رقبہ زیادہ ضروری ہوتا ہے۔ فیصد کے حساب سے سطح کا رقبہ بڑے قطر کی نسبت چھوٹے قطر کے لیے زیادہ ہوتا ہے۔ نتیجتاً چھوٹے قطر کے لیے بہتر ترسیلِ حرارت کی وجہ سے کثافتِ کرنٹ زیادہ ہوگی۔

کثافتِ کرنٹ اور نظامِ خنکی (Current density and cooling): کثافتِ کرنٹ ہر قسم کے کوائل (Coils) مثلاً ٹرانسفارمر کی وائینڈنگ، مقناطیس یا موٹر کی وائینڈنگ وغیرہ کے ڈیزائن کے لیے بہت ضروری ہے۔ اسی طرح نظامِ خنکی کی قسم بھی بہت اہم ہے۔ بہتر نظامِ خنکی کی صورت میں کثافتِ کرنٹ زیادہ چنی جاسکتی ہے۔ کثافتِ کرنٹ ہمیشہ اس طرح منتخب کرنی چاہیے کہ وائینڈنگ میں اتنی زیادہ حرارت پیدا نہ ہو کہ اس کا ٹمپریچر 60 تا 80 درجہ سنٹی گریڈ سے زیادہ ہو جائے۔ کوائل کی مزاحمت ناپ کر کرنٹ کی وجہ سے اس کا درجۂ حرارت باب نمبر 27 میں دیے گئے قاعدے کے مطابق معلوم کیا جاسکتا ہے۔

مثال 1 : ایک ایلومینیم کے تار کی عمودی تراش کا رقبہ 10 مربع ملی میٹر ہے۔ گروپ I کے مطابق اس میں سے زیادہ سے زیادہ 38 ایمپیئر کرنٹ گزاری جاسکتی ہے۔ اس تار کی کثافتِ کرنٹ معلوم کریں۔

معلوم : $A = 10 \text{ sq-mm} \quad I = 38 \text{ A}$

مطلوب : $J = ?$

حل : $J = \frac{I}{A} = \frac{38}{10} = 3.8 \text{ A/sq. mm}$

جواب : تار کی کثافتِ کرنٹ 3.8 ایمپیئر فی مربع ملی میٹر ہے۔

مثال 2 : ایک ڈی سی موٹر 220 وولٹ پر 18 ایمپیئر کرنٹ صرف کرتی ہے۔ تانبے کے تار کی لمبائی 50 میٹر ہے۔

(ا) اس لوڈ کے لیے گروپ I کے مطابق تار کی عمودی تراش کا رقبہ کیا ہوگا؟

(ب) اگر وولٹیج کا مباح ضیاع 3 فیصد ہو تو عمودی تراش کا رقبہ کیا ہوگا؟

معلوم : $V = 220 \text{ V} \quad I = 18 \text{ A} \quad l = 50 \text{ m}$

$\sigma = 56 \times 10^{6} \qquad V_l = 3\%$

مطلوب : $A_a = ? \qquad A_b = ?$

حل : (ا) لوڈ کے جدول سے ظاہر ہے کہ 18 ایمپیئر کے لوڈ کے لیے گروپ I میں تانبے کے تار کی عمودی تراش کا رقبہ 2.5 مربع ملی میٹر یعنی 2.5×10^{-6} مربع میٹر ہوگا۔ اس رقبہ کا تار 21 ایمپیئر کرنٹ برداشت کرسکتا ہے۔

(ب) وولٹیج کا ضیاع 220 وولٹ کا 3 فیصد ہے۔

$$\therefore V_l = 220 \times \frac{3}{100} = 6.6 \text{ V}$$

$$V_l = \frac{2 \times l \times I}{\sigma \times A}$$

اس فارمولا میں مذکورہ بالا رقبہ درج کریں تاکہ یہ معلوم ہو سکے کہ اس رقبہ کے لیے وولٹیج کا ضیاع کتنا ہوگا۔

$$V_l = \frac{2 \times 50 \times 18}{56 \times 10^{6} \times 2.5 \times 10^{-6}} = 12.85 \text{ V}$$

یہ قیمت مباح ضیاع سے بہت زیادہ ہے۔ اس لیے اگلا رقبہ 4 مربع ملی میٹر یعنی 4×10^{-6} مربع میٹر درج کر کے ضیاع معلوم کریں۔

$$V_l = \frac{2 \times 50 \times 18}{56 \times 10^{6} \times 4 \times 10^{-6}} = \frac{225}{28} = 8.03 \text{V}$$

یہ قیمت بھی مباح ضیاع سے بہت زیادہ ہے۔ اس لیے اگلا رقبہ 6 مربع ملی میٹر یعنی 6×10^{-6} مربع میٹر چنیں۔ اس کے لیے

$$V_l = \frac{2 \times 50 \times 18}{56 \times 10^{6} \times 6 \times 10^{-6}} = \frac{75}{14} = 5.36 \text{ V}$$

یہ قیمت مطلوبہ ضیاع سے کم ہے۔

جواب : تانبے کے تار کی عمودی تراش کا رقبہ 6 مربع ملی میٹر ہونا چاہیے۔

312 فیوز (The fuse)

تجربہ کا نتیجہ : تجربہ E31/1 میں یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ پتلی تار پگھل جاتی ہے جبکہ دوسری دونوں موٹی تاریں صرف تھوڑی سی گرم ہوتی ہیں۔ اس طرح ٹرمینل ’B‘ اور ’C‘ کے درمیان والے پتلے تار کے ذریعہ موٹے تاروں کو اوور لوڈ (over load) ہو کر زیادہ گرم ہونے سے بچایا جا سکتا ہے۔

فیوز کا مقصد (Purpose of the fuse): اِس مشاہدہ سے ظاہر ہے کہ فیوز کو لائین کے شروع میں ہم سلسلہ ترتیب سے لگانے سے تاروں کے نظام کی حفاظت کی جا سکتی ہے۔ فیوز سے مراد باریک تار کا وہ ٹکڑا ہے جس کی عمودی تراش کا رقبہ اِس طرح کا ہوتا ہے کہ جب لوڈ مباح قیمت سے بڑھے تو یہ تار پگھل جائے۔ لوڈ کے جدول سے ظاہر ہے (صفحہ 65) کہ کسی لوڈ سے متعلقہ فیوز کی ظرفیت ہر عمودی تراش کے رقبہ کے لیے متعین ہے۔ اگر مقررہ فیوز استعمال کیا جائے تو آگ لگنے کا کوئی اندیشہ نہیں ہوگا۔ اگر الیکٹریشن متوقع لوڈ کے مطابق بھی عمودی تراش کا رقبہ چُنے تو پھر بھی ساکٹ میں سے یا شارٹ سرکٹ کی وجہ سے کنڈکٹر پر زیادہ لوڈ کا خدشہ ہو سکتا ہے۔ لیکن فیوز کی وجہ سے کوئی خطرہ نہیں رہتا کیونکہ کنڈکٹر گرم ہونے سے پہلے ہی فیوز کا تار پگھل جاتا ہے اور کرنٹ کا دَور ٹوٹ جاتا ہے۔

I 312/1 فیوز کے کیریر کا تراشی ماڈل

جب برقی دباؤ کے کسی صارف کی مزاحمت کے بیرونی ٹرمینل آپس میں مل جائیں تو سرکٹ **شارٹ** ہو جاتا ہے۔ اِس صورت میں سرکٹ کی مزاحمت صرف تار کی مزاحمت اور برقی دباؤ کے مبداء کی اندرونی مزاحمت پر مشتمل ہوتی ہے۔ کیونکہ یہ مزاحمت بہت کم ہوتی ہے، اس لیے اطلاقی برقی دباؤ کی وجہ سے کنڈکٹر میں بہت زیادہ برقی رَو بہنے لگتی ہے۔ یہ برقی رَو کنڈکٹر کو مباح برقی رَو سے زیادہ گرم کر سکتی ہے اور آگ لگنے کا خدشہ پیدا ہو سکتا ہے۔

اِس وجہ سے فیوز استعمال کرنے کی ضرورت محسوس ہوتی ہے۔ لہٰذا کسی کنڈکٹر کے ساتھ متعیّن ظرفیت سے زیادہ ظرفیت کا فیوز کبھی نہیں استعمال کرنا چاہیے۔ اگرچہ فیوز کم ظرفیت کا ہو سکتا ہے۔ اس سے خطرہ اور بھی کم ہو جائے گا۔ حفاظتی تدبیر کے طور پر زیادہ عمودی تراش کے رقبہ والے تار کو استعمال نہیں کیا جاتا کیونکہ تانبا مہنگا ہونے کی وجہ سے تنصیبات کی قیمت بہت بڑھ جائے گی۔

غیر مباح فیوز (Non-permissible fuse) : جب کوئی فیوز جل جائے تو اس کی جگہ نیا فیوز لگا دیا جاتا ہے۔ جلے ہوئے فیوز کی مرمت نہیں کرنی چاہیے کیونکہ اس طرح کنڈکٹر محفوظ نہیں رہتا اور خطرے کی مزید ایک جگہ پیدا ہو جاتی ہے۔ VDE 0100 کے مطابق فیوز کی مرمت منع ہے۔

فیوز کا تار (Fuse wire) : عملی طور پر فیوز کے تار کو ڈھانپے بغیر استعمال نہیں کرنا چاہیے کیونکہ تار کے جلنے کی صورت میں نزدیکی چیزوں کو آگ لگ جانے کا خدشہ ہوتا ہے۔ اس لیے فیوز کا تار چینی کے خول (cover) میں یا ریت سے بھری ہوئی شیشے کی چھوٹی سی ٹیوب کے اندر بند ہوتا ہے تاکہ جلتا ہوا تار اور پیدا شدہ شعلہ زیادہ جلدی بجھ جائیں۔

مائیکرو فیوز (Micro-fuse) مواصلاتی اور ریڈیو انجینئرنگ میں عام طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اس فیوز کا تار شیشے کی چھوٹی سی ٹیوب سے ڈھکا ہوتا ہے۔ زیادہ ظرفیت کے فیوز کی صورت میں یہ ٹیوب ریت سے بھری ہوتی ہے۔

کیرٹرج فیوز (Cartrige fuse) : کیرٹرج فیوز روشنی اور پاور کی تنصیبات میں استعمال ہوتا ہے۔ اس کے دو حصے فیوز اور ہولڈر ہوتے ہیں۔ ہولڈر کی ایک پیچ دار ٹوپی ہوتی ہے جس میں فیوز ڈال کر ایک ساکٹ پر چڑھایا جا سکتا ہے۔

فیوز کا کیرٹرج چینی کا بنا ہوتا ہے۔ اس کے اندر فیوز کا تار ریت میں دبا ہوتا ہے۔ فیوز کے تار کے علاوہ ایک باریک مددگار تار بھی ہوتا ہے جس پر انڈیکیٹر (indicator) لگا ہوتا ہے۔ جب فیوز کا تار جلتا ہے تو مددگار تار بھی ٹوٹ جاتا ہے اور ایک سپرنگ انڈیکیٹر کو چلا دے گا۔ اس سے فوراً پتہ چل جاتا ہے کہ فیوز جل گیا ہے یا دوبارہ استعمال ہو سکتا ہے۔ فیوز کی ساخت اور انڈیکیٹر کا رنگ مندرجہ ذیل جدول میں دیا گیا ہے۔

500 وولٹ تک کے فیوز (درمیانی وولٹیج کے فیوز کا نامی وولٹیج)

پیچ دار فیوز (Screw type fuses)				
فیوز کا ساکٹ	25 A	63 A	100 A	200 A
چوڑی	E 27	E 33	R 1$\frac{1}{4}$	R 2"
چوڑی کا گیج	3/16"	3/16"	گیج سلیو	گیج سلیو
نامی برقی رو اور شناختی رنگ	6A سبز 10 A سرخ 16 A گرے 20A نیلا 25A پیلا	35A کالا 50 A سفید 63 A تانبے کا رنگ	80A چاندی کا رنگ 100A سرخ	125A پیلا 160 A تانبے کا رنگ 200A نیلا

گرفتی فیوز (Grip type fuses)			
فیوز کا ساکٹ	250 ایمپیر	400 ایمپیر	630 ایمپیر
فیوز کی گرفت	125،100،80،63،50،36 250،224،200،160 ایمپیر	300،250،224 400،355 ایمپیر	630،500،425 ایمپیر

پیچ دار اور گرفتی فیوز (Screw type and grip type fuses): صفحہ 69 پر دیئے ہوئے جدول سے ظاہر ہے کہ پیچ دار فیوز ساکٹ میں ٹھیک بیٹھتے ہیں ساکٹ نامی برقی رُو کے مطابق ہونا چاہیے۔ ہر ساکٹ پر ایک چوڑی دار حصّہ ہوتا ہے جس پر چُوڑی دار ٹوپی چڑھائی جاتی ہے۔ چُوڑیوں کا سائز بھی نامی برقی رُو کے مطابق ہوتا ہے۔ اس طرح غلط ٹوپی چڑھانے کا احتمال نہیں رہتا۔ علاوہ ازیں ہر سائز کے فیوز کے لیے چُوڑیوں کا ایک خاص گیج ہوتا ہے۔ اِس طرح زیادہ برقی رُو والے فیوز کے استعمال کا اندیشہ نہیں ہوتا کیونکہ ان کے نچلے اتصالی حلقہ کا قطر زیادہ ہوتا ہے اور اِس طرح یہ چُوڑی کے گیج میں ٹھیک نہیں بیٹھتے۔ البتّہ کم نامی برقی رُو کے چھوٹے فیوز اس میں استعمال ہو سکتے ہیں۔ پیچ دار فیوز کی نامی برقی رُو 200 ایمپیر تک ہوتی ہے۔ زیادہ نامی برقی رُو کے لیے گرفتی فیوز استعمال کیے جاتے ہیں (جدول دیکھیں)۔

فوری اور تاخیر سے عمل کرنے والے فیوز (Quick action and delayed action fuses): صفحہ 68 پر دکھایا گیا فوری عمل کرنے والا فیوز معیارِ کرنٹ کے 30 فیصد مسلسل اوور لوڈ کا متحمّل ہو سکتا ہے۔ لیکن اگر اوور لوڈ نامی برقی رُو کا 6 گنا ہو جائے تو یہ 0.1 سیکنڈ میں سرکٹ کو توڑ دیتا ہے۔

تاخیر سے عمل کرنے والے فیوز کے تار کی عمودی تراشش کا رقبہ ٹانکا لگانے والی قلعی کا ایک قطرہ گرا کر بڑھا دیا جاتا ہے۔ اس طرح فیوز کا تار فوری عمل کرنے والے فیوز کے تار کی نسبت دیر سے گرم ہوتا ہے۔ یہ فیوز نامی برقی رُو سے چار گنا اوور لوڈ کو 4 سیکنڈ تک سہار سکتا ہے۔ اس طرح زیادہ مقدار کے عارضی اوور لوڈ چُنے جا سکتے ہیں۔ 10 گنا اوور لوڈ کی وجہ سے یہ فیوز 0.1 سیکنڈ میں سرکٹ کو توڑ دیتا ہے۔

تاخیر سے عمل کرنے والے فیوز کے فوائد (Advantages of the delayed action fuses):

بجلی کے بلب، گرمی پہنچانے والے آلات اور موٹروں کی وجہ سے ابتدائی برقی رُو کی ایک سرج (surge) پیدا ہوتی ہے۔ فوری عمل کرنے والے فیوز کو اس کرنٹ کے مطابق چُننا پڑے گا۔ ایسے فیوز صارف کی اوور لوڈ سے حفاظت نہیں کر سکتے۔ علاوہ ازیں لوڈ کے جدول سے ظاہر ہے کہ زیادہ عمودی تراش کے رقبہ والا تار استعمال کرنا پڑے گا۔ اس کے مقابلہ میں تاخیر سے عمل کرنے والے فیوز تھوڑی دیر کے لیے کرنٹ کی ابتدائی سرج کے متحمل ہو سکتے ہیں۔ لہٰذا انہیں عملی کرنٹ کی مقدار کے مطابق چُنا جا سکتا ہے۔ اِس طرح آلات کی اوور لوڈ سے بہتر طریقہ پر حفاظت ہو سکتی ہے اور کم رقبہ والا تار چُنا جا سکتا ہے۔

313 **سوالات**: (1) گروپ I کے تانبے اور ایلومینیم کے 50 مربع ملی میٹر کی عمودی تراش کے رقبہ تک کے تاروں میں کثافت کرنٹ معلوم کریں۔ (2) ریڈیو ٹرانسفارمر کا حرارتی کوائل (heating coil) تانبے کے تار سے بنانا مقصود ہے۔ اگر وائینڈنگ کی مباح کرنٹ 4 ایمپیر اور مباح کثافت کرنٹ (J) 3 ایمپیر فی مربع ملی میٹر ہو تو تار کی عمودی تراش کا رقبہ کیا ہوگا؟ تار کا قطر بھی معلوم کریں۔ (3) 50 مربع ملی میٹر کی عمودی تراش کے رقبہ والے تانبے کے تار کے مباح لوڈ کا تینوں گروپوں میں مقابلہ کریں۔ (4) گروپ II اور III کے لیے لوڈ گراف بنائیں (مثال دیکھیں)۔ VDE 0100/12.65 کے مطابق قیمتیں استعمال کریں۔ (5) فوری اور تاخیر سے عمل کرنے والے فیوز کو توڑ کر اُن کی ساخت کا مقابلہ کریں۔ (6) گروپ I اور II میں 6 ایمپیر سے 100 ایمپیر تک کے معیارِ کرنٹ والے فیوز کا شناختی رنگ اور تانبے اور ایلومینیم کے تاروں کی عمودی تراش کا رقبہ بتائیں۔ (7) فوری اور تاخیر سے عمل کرنے والے فیوز کے اندازِ کار کا فرق بیان کریں۔ (8) فیوز کی مرمّت کیوں نہیں کرنی چاہیے؟ (9) گیج سکرو کا مقصد بیان کریں۔ (10) جلے ہوئے فیوز کی کیا پہچان ہے؟

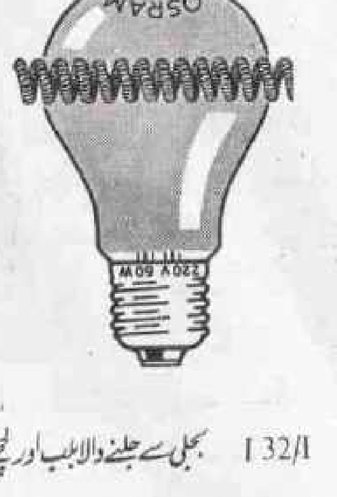
32 برقی رَو کے حرارتی اثر سے روشنی پیدا ہوتی ہے

(Light is generated by the heating effect of electric current)

تجربہ کا نتیجہ : تجربہ E 31/I سے ظاہر ہے کہ زیادہ برقی رَو گزرنے سے پتلا تار روشن ہو جاتا ہے اور پھر زیادہ حرارت کی وجہ سے پگھل جاتا ہے۔ اگر تار کا درجۂ پگھلاؤ زیادہ ہو تو زیادہ روشنی خارج ہوگی اور تار پگھلے بغیر اپنے گرد کی جگہ روشن کرے گا۔

کاربن کے فلامینٹ کا بلب (The carbon filament lamp) : اسی نقطۂ نظر سے ایک جرمن سائنس دان ہائنرش گوئبل (Heinrich Goebel) نے 1854 میں کاربن کے فلامینٹ کا ایک بلب بنایا۔ 1879 میں امریکن انجنیئر تھامس ایڈیسن (Thomas Edison) نے اِسے بہتر بنایا۔ اُس وقت سے بجلی سے جلنے والا بلب استعمال ہوتا چلا آ رہا ہے۔

ٹنگسٹن کے فلامینٹ کا بلب اور لچھے دار لچھّے کا بلب (Tungsten filament lamp and coiled coil lamp) : موجودہ دَور کے جلنے والے بلب میں ٹنگسٹن استعمال کی جاتی ہے۔ اس کا درجۂ پگھلاؤ 3400 درجہ سنٹی گریڈ ہے۔ لہٰذا اس کو زیادہ ٹمپریچر تک گرم کر کے تیز روشنی حاصل کی جا سکتی ہے۔ ٹنگسٹن کو کچّی دھات سے حاصل کیا جاتا ہے اور اس سے $\frac{1}{400}$ ملی میٹر قطر کے باریک تار بنائے جاتے ہیں۔ شروع میں سیدھا تار ہی استعمال کیا جاتا تھا، مگر اس کی طاقتِ تنویر بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے اب لچھے دار (coiled) تار استعمال کیے جاتے ہیں۔ لچھے دار تار کا دوبارہ لچھّا بنا کر استعمال کرنے سے زیادہ تنویری طاقت حاصل کی جا سکتی ہے۔ اِس طرح سے بنے ہوئے بلب کو لچھے دار لچھّے والا بلب کہتے ہیں۔



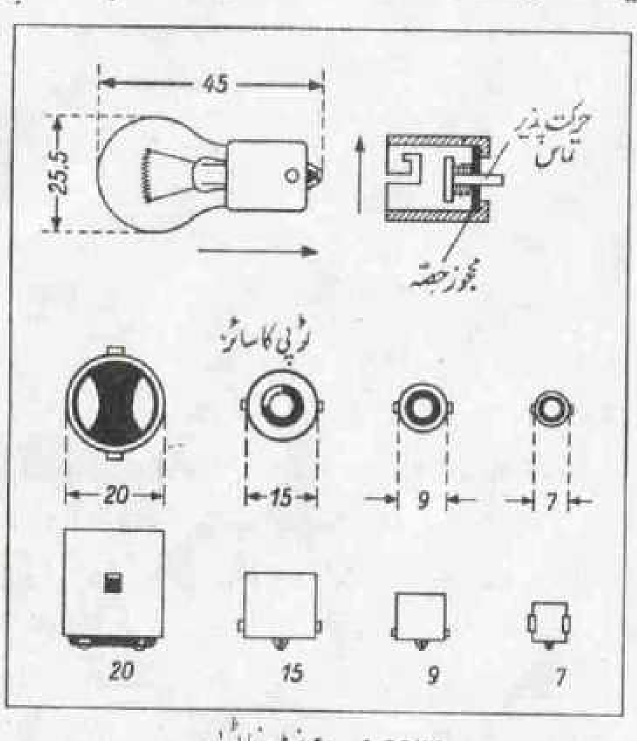
I 32/I بجلی سے جلنے والا بلب اور لچھے دار لچھّا

شیشے کے بلب اور گیس کی بھرتی (Glass bulbs and gas fillings) : ٹنگسٹن کے فلامینٹ کو جلنے سے بچانے کے لیے اسے شیشے کے بلب میں بند کرنا چاہیے۔ ٹنگسٹن کا فلامینٹ ایک شیشے کے سٹینڈ پر لگا ہوتا ہے۔ شیشے کے اِس سٹینڈ کو تیز حرارت کے ذریعہ بلب کے اندر جوڑ دیا جاتا ہے۔ اِس کے بعد بلب کی اندرونی ہوا خارج کر دی جاتی ہے۔ جلنے سے مزید حفاظت کے لیے خارج شدہ ہوا کی جگہ نائٹروجن یا کوئی دوسری غیر عامل گیس (inert gas) مثلاً آرگون (Argon) یا کرپٹون (Krypton) بھر دیتے ہیں۔ یہ غیر عامل گیسیں فلامینٹ کی تبخیر کی شرح کم کر دیتی ہیں اور فلامینٹ زیادہ روشنی دے سکتا ہے۔ گیس بھرنے کے بعد بلب کو پگھلا کر سِیل کر دیا جاتا ہے۔ دھات کی ٹوپی بلب کو ساکٹ میں لگانے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ ٹوپی بلب کے ساتھ جُڑی ہوتی ہے اور برقی رَو کی سپلائی کے لیے اس پر تماسات (contacts) لگے ہوتے ہیں۔ ایڈیسن نے چوڑی دار ٹوپی ایجاد کی جو کہ اس کے نام سے موسوم ہے۔ اس سے ایک ہولڈر میں مختلف قسم کے بلب تبدیل کر کے لگائے جا سکتے ہیں۔

ایڈیسن ٹوپیاں (Edison caps) : آجکل بلبوں کے لیے مندرجہ ذیل اقسام کی ایڈیسن ٹوپیاں بنائی جاتی ہیں:

سائز	علامت	نام
10 ملی میٹر	E 10	بہت چھوٹی ٹوپی
14 ملی میٹر	E 14	چھوٹی ٹوپی
27 ملی میٹر	E 27	سٹینڈرڈ ٹوپی
40 ملی میٹر	E 40	بڑی ٹوپی

بیونٹ نما ٹوپی (Bayonet cap) : زیادہ ارتعاش (excessive vibration) کی صورت میں پیچوں دار ٹوپی جلد ڈھیلی ہو جاتی ہے۔ اِس صورت میں بیونٹ نما ٹوپی زیادہ فائدہ مند ہوتی ہے۔ چونکہ پن والے سپرنگ ہولڈر اسے گھومنے سے روکتے ہیں، اِس لیے مرتعش ہونے کی صورت میں بھی برقی رَو کی سپلائی نہیں ٹوٹتی۔ یہ کاروں اور بسوں میں خاص طور پر استعمال ہوتی ہے۔



I 32/II : بیونٹ نما ٹوپی

دھاتی فلامینٹ کے بلب تقریباً ایک ہزار گھنٹوں کے لیے جل سکتے ہیں۔ اِن کی روشنی کا انحصار برقی دباؤ پر ہوتا ہے۔ تجربہ E 262/I سے ظاہر ہے کہ برقی دباؤ کے تھوڑے سے ضیاع کی وجہ سے ہی بلب پر برقی دباؤ مقررہ مقدار سے اتنا کم ہو جاتا ہے کہ اس کی روشنی پر خاصا فرق پڑ جاتا ہے۔ برقی دباؤ میں 5 فیصد کمی روشنی کو 20 فیصد تک کم کر دیتی ہے۔ برقی دباؤ میں 5 فیصد زیادتی روشنی میں اسی قدر اضافہ کر دے گی لیکن اس کی مدّتِ کار میں 50 فیصد کی کمی ہو جائے گی۔ اس سے ظاہر ہے کہ بلب یا ٹوپی پر دیے گئے نامی برقی دباؤ کی سختی سے پابندی کرنی چاہیے۔

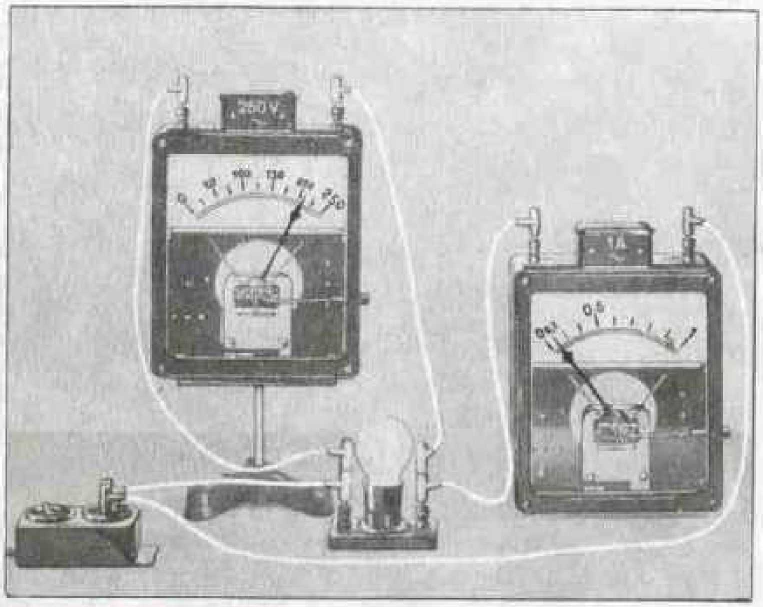
321 **سوالات:** (1) ایک لچھے دار لچھے کی تنویری طاقت (illuminating power) عام کھلے فلامینٹ کی تنویری طاقت سے کم کیوں ہوتی ہے جبکہ دونوں میں سے ایک ہی کرنٹ گزر رہی ہو؟ (2) ایک بلب کا معائنہ کریں۔ برقیرے کون سے حصّہ پر ہوتے ہیں؟ (3) مختلف ایڈیسن ٹوپیاں کہاں استعمال ہو سکتی ہیں؟ (4) الیکٹرک پاور ہاؤس کے قوانین میں روشنی کی تنصیبات کی سپلائی لائن کے لیے پاور تنصیبات کی نسبت برقی دباؤ کے ضیاع کو کم کیوں مخصوص کیا گیا ہے؟ (5) دھاتی فلامینٹ کے بلب کی اوسط مدّتِ کار کس وجہ سے کم ہو سکتی ہے؟

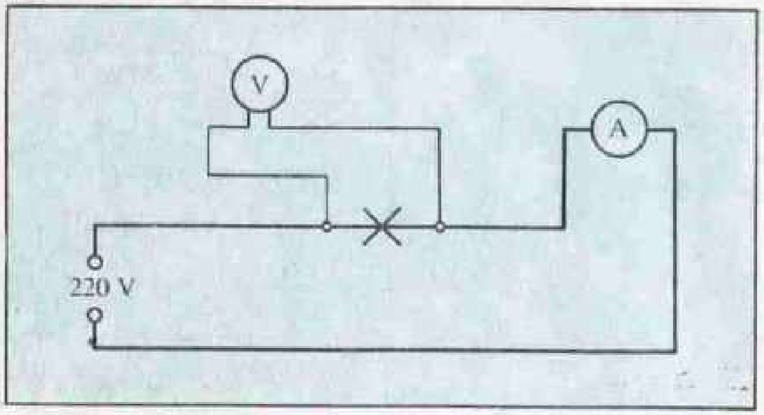
33 برقی طاقت اور برقی توانائی

(Power and energy)

331 برقی طاقت (The electric power)

کینڈل اور واٹ (Candle and watt): ابتدا میں بلب ظاہری قوتِ تنویر کے لحاظ سے پرکھے جاتے تھے اور 10، 16 اور 32 کینڈل کے بلب دستیاب تھے۔ بلب کی کینڈل کے لحاظ سے تخصیص بلب سے خارج شدہ روشنی اور معیاری موم بتی سے خارج ہونے والی روشنی کا موازنہ ظاہر کرتی ہے۔ معیاری موم بتی ہیفنر (Hefner) نے بنائی تھی اور اسے اس کے موجد کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔ آجکل بلبوں کا انتخاب واٹیج کے لحاظ سے کیا جاتا ہے۔





E 331/I برقی طاقت

تجربہ: اس تجربہ میں واٹ کی تعریف کو واضح کیا گیا ہے۔ 40 واٹ، 60 واٹ اور 100 واٹ کا بلب یکے بعد دیگرے سامنے کے دیے ہوئے سرکٹ میں لگائیں اور ہر صورت میں کرنٹ اور وولٹیج کی مقدار ناپیں۔ علاوہ ازیں ظاہری تاثرات کا موازنہ کریں۔ آنکھوں کو چمک سے بچانے کے لیے بلب کے آگے نیم شفاف کاغذ کا ٹکڑا رکھ لینا چاہیے۔ اس طرح کاغذ پر پڑنے والی روشنی سے ہر بلب کی طاقتِ تنویر کا صحیح اندازہ آسانی سے لگایا جا سکتا ہے۔ مشاہدات کو جدول میں (صفحہ نمبر 74) پر درج کریں۔ کرنٹ اور وولٹیج کی پیمائش شدہ قیمتوں کی حاصل ضرب آخری کالم میں درج کی گئی ہے اور اسے واٹ (watt) سے ظاہر کیا گیا ہے۔

حاصل ضرب 'V×I'	بلب کی کرنٹ 'I'	بلب کے وولٹیج 'V'	طاقتِ تنویر	بلب کی واٹیج
44 واٹ	0.2 ایمپیر	220 وولٹ	تھوڑی	40 واٹ
59.4 واٹ	0.27 ایمپیر	220 وولٹ	زیادہ	60 واٹ
99 واٹ	0.45 ایمپیر	220 وولٹ	بہت زیادہ	100 واٹ

نتیجہ : بلب کی تخصیص شدہ واٹیج زیادہ ہونے کی صورت میں روشنی بھی زیادہ ہوتی ہے۔ آخری کالم سے ظاہر ہے کہ واٹیج برقی رَو اور برقی دباؤ کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔ روشنی پیدا کرنے کے لیے برقی طاقت کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگر ضیاع کو نظرانداز کر دیں تو برقی طاقت مطلوبہ طاقتِ تنویر کے متناسب ہوتی ہے۔ لہٰذا 'V' اور 'I' کا حاصل ضرب اُس طاقت کے برابر ہے جو روشنی پیدا کرنے کے لیے صرف ہوتی ہے۔

قانون | برقی طاقت برقی رَو اور برقی دباؤ کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔

اگر برقی طاقت 'P' سے ظاہر کی جائے تو قانون کو مندرجہ ذیل فارمولا کی شکل میں لکھا جا سکتا ہے :

$$P = V \times I$$

جبکہ 'V' وولٹیج، 'I' کرنٹ اور 'P' واٹ کو ظاہر کرتے ہیں۔

قانون | برقی طاقت کی اکائی 1 واٹ، 1 ایمپیر اور 1 وولٹ کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔

پیمائش کی مقداریں : ایک واٹ سے مندرجہ ذیل مقداریں اخذ کی گئی ہیں :

1 ملی واٹ = $\frac{1}{1,000}$ واٹ ، 1 کلوواٹ = 1,000 واٹ ، 1 میگاواٹ = 1,000,000 واٹ

مقدار کا نام	علامت	mW	W	kW	MW
ملی واٹ	mW	1	0.001	—	—
واٹ	W	1,000	1	0.001	0.000,001
کلوواٹ	kW	—	1,000	1	0.001
میگاواٹ	MW	—	1,000,000	1,000	1
معلوم مقدار		نامعلوم مقدار			

مثال : 14250 واٹ کو کلوواٹ میں تبدیل کریں۔

1 ۔ واٹ نیلے کالم کی دوسری لائن میں ہے۔

2 ۔ دوسری لائن میں کلوواٹ دائیں طرف پانچویں کالم میں ہے۔ 1 واٹ کا جزوِ تبدیلی = 0.001 کلوواٹ

3 ۔ معلوم مقدار کو جزوِ تبدیلی سے ضرب دیں

$$14,250 \times 0.001 = 14.25 \text{ kW}$$

جواب : 14,250 واٹ ، 14.25 کلوواٹ کے برابر ہیں۔

طاقت کے فارمولا کی تحویل (Conversion of the power formula) : کلیئہ اوم کی رُو سے

(i) $V = I \times R$ (ii) $I = \frac{V}{R}$

طاقت کے فارمولا '$P = V \times I$' میں مندرجہ بالا قیمتیں درج کرنے سے

(i) $P = I \times R \times I$

$$\boxed{P = I^2 \times R}$$

(ii) $P = V \times \frac{V}{R}$

$$\boxed{P = \frac{V^2}{R}}$$

برقی طاقت معلوم کرنا (Calculation of power) : اگر کلیئہ اوم کی تین میں سے دو مقداریں معلوم ہوں تو مندرجہ ذیل مثالوں کے مطابق برقی طاقت معلوم کی جاسکتی ہے :

مثال 1 : ایک ہیٹر 220 وولٹ پر 4.54 ایمپیر کرنٹ صَرف کرتا ہے۔ ہیٹر کی طاقت معلوم کریں۔

معلوم : $V = 220\ V$ $I = 4.54\ A$

مطلوب : $P = ?$

حل : $P = V \times I$

$= 220 \times 4.54 = 1000$ Watts

جواب : ہیٹر کی طاقت ایک ہزار واٹ ہے۔

مثال 2 : ایک برقی چولہے کی طاقت 2 کلوواٹ ہے۔ اسے 220 وولٹ پر لگایا گیا ہے۔ چولہا کتنی برقی رو صَرف کرے گا؟

معلوم : $V = 220\ V$ $P = 2\ kW = 2000\ W$

مطلوب : $I = ?$

حل : ابتدائی فارمولا کو 'I' کے لحاظ سے تبدیل کریں

$P = V \times I$

$I = \frac{P}{V} = \frac{2000}{220} = 9.09\ A$

جواب : ہیٹر 9.09 ایمپیر برقی رُو صَرف کرتا ہے۔

مثال 3 : ایک برقی لگر کی نیم پلیٹ 400 واٹ کی طاقت اور 3.64 ایمپیر کرنٹ ظاہر کرتی ہے۔ لگر کو کتنی وولٹیج پر لگانا چاہیے؟

معلوم : $P = 400\ W$ $I = 3.64\ A$

مطلوب : $V = ?$

حل : ابتدائی فارمولے کو 'V' کے لحاظ سے لکھیں۔

$P = V \times I$

$V = \frac{P}{I} = \frac{400}{3.64} = 110\ V$

جواب : لگر کو 110 وولٹ پر لگانا چاہیے۔

مثال 4 : 2 کلواوم کی ایک مزاحمت 15 ملی ایمپیئر کرنٹ صَرف کرتی ہے۔ مزاحمت کی واٹیج معلوم کریں۔

معلوم : $R = 2k\ \Omega = 2000\ \Omega \quad I = 15\,mA = 0.015\ A$

مطلوب : $P = ?$

حل : $P = I^2 \times R = 0.015 \times 0.015 \times 2000 = 0.45\ W$

جواب : مزاحمت کی واٹیج 0.45 واٹ ہے۔

مثال 5 : 500 اوم کی ایک مزاحمت کو 250 وولٹ پر لگایا گیا ہے۔ مزاحمت کتنی طاقت صَرف کرے گی ؟

معلوم : $R = 500\ \Omega \quad V = 250\ V$

مطلوب : $P = ?$

حل : $P = \frac{V^2}{R} = \frac{250 \times 250}{500} = 125\ W$

جواب : مزاحمت میں 125 واٹ کی طاقت صرف ہو گی۔

332 استعداد (The efficiency)

طاقت کا ضیاع (Loss of power) : تجربہ E331/1 میں اگر بجلی کے بلب کو چھُوا جائے تو معلوم ہو گا کہ برقی طاقت صِرف تنویری طاقت (روشنی) میں ہی نہیں بلکہ حرارت میں بھی تبدیل ہوتی ہے۔ کار آمد طاقت روشنی میں تبدیل ہو جاتی ہے اور حرارت میں تبدیل ہونے والی طاقت ضائع ہو جاتی ہے۔ اِس طرح فراہم کردہ برقی طاقت میں سے طاقت کا ضیاع تفریق کرنے سے کار آمد طاقت معلوم کی جاسکتی ہے۔ ہر قسم کی توانائی کی تحویل میں کچھ طاقت ضائع ہو جاتی ہے۔ فراہم کردہ طاقت سے یہ نقصانات تفریق کرنے سے کار آمد طاقت معلوم کی جاسکتی ہے۔

طاقت کی نسبت (Power relationship) : توانائی کی تبدیلی کو جانچنے کے لیے فراہم کردہ طاقت (input power) ماحاصل طاقت (output power) کے تناسب تصوّر کی جاتی ہے اور جزوِ مستقل کو استعداد (efficiency) کہتے ہیں۔

قانون | ماحاصل طاقت اور فراہم کردہ طاقت کی نسبت کو استعداد کہتے ہیں۔

استعداد کو یونانی حرف 'η' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اِس کو اِیٹا کہتے ہیں۔ ماحاصل طاقت کو 'P_{out}' اور فراہم کردہ طاقت کو 'P_{in}' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

مثال : ایک ڈی سی موٹر چرخی پر 1.1 کلوواٹ کی طاقت فراہم کرتی ہے۔ یہ موٹر 220 وولٹ پر 6.66 ایمپیئر کرنٹ صَرف کرتی ہے۔ موٹر کی استعداد معلوم کریں۔

معلوم : $P_{out} = 1.1\ kW \quad V = 220\ V \quad I = 6.66\ A$

مطلوب : $P_{in} = ? \quad \eta = ?$

حل :

a) $P_{in} = V \times I = 220 \times 6.66 = 1465\ W$

b) $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{1.1}{1.465} = 0.75$

جواب : موٹر کی استعداد 0.75 یا 75 فیصد ہے۔

333 میکانی کام اور طاقت (Mechanical work and power)

قوت اور قوت کی اکائی (Force and unit of force) : قوت وہ شے ہے جو کسی جسم میں حرکت پیدا کرے یا کرنے کی کوشش کرے۔ اکائیوں کے انٹرنیشنل نظام میں قوت کی اکائی نیوٹن (Newton) ہے اور اسے 'N' سے ظاہر کرتے ہیں۔ قوت کی علامت 'F' ہے۔

قانون | نیوٹن وہ قوت ہے جو ایک کلوگرام کمیت والے جسم پر عمل کر کے اس میں ایک میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ کا اسراع پیدا کرے۔

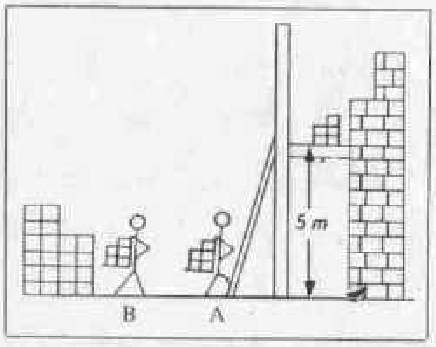
نیوٹن 'N' = $\frac{\text{1 کلوگرام} \times \text{1 میٹر}}{\text{سیکنڈ} \times \text{سیکنڈ}}$ یا $1N = \frac{1kg \times 1m}{s^2}$

وزن (Weight) : کسی کمیت (m) پر کشش ثقل کی وجہ سے عمل کرنے والی قوت کو اس کا وزن (w) کہتے ہیں۔

اس طرح 'm' کلوگرام کمیت والے جسم کا وزن 'w' = کمیت 'm' × 9.81 نیوٹن [جبکہ 9.81 کشش ثقل کی وجہ سے پیدا ہونے والی اسراع (میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ) ہے]

= 10 × m نیوٹن (تقریباً)

یا $w = 10 \times m$ Newton



333/1 میکانی کام اور طاقت

میکانی کام (Mechanical work) : ایک زیر تعمیر عمارت کے لیے دو مزدوروں نے کچھ اینٹیں جن کی کمیت 100 کلوگرام ہے 5 میٹر کی بلندی تک لے کر جاتی ہیں۔ دونوں مزدوروں کا "کام" ایک جتنا ہی ہوگا۔ یہ کام اینٹوں کے وزن کو اٹھانے والی قوت 'F' اور قوت کی سمت میں طے کردہ فاصلہ 'd' (5 میٹر) کی مدد سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔ اس طرح

قانون | میکانی کام قوت اور قوت کی سمت میں طے کردہ فاصلہ کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔

کام 'W' = قوت 'F' × فاصلہ 'd' یا $W = F \times d$

اگر قوت 'F' نیوٹن میں اور فاصلہ میٹر میں ہو تو کام جول میں ہوگا یعنی 1 جول = 1 نیوٹن × 1 میٹر یا $J = N \times m$

مثال : اوپر دی گئی صورت میں مزدور کتنا کام کریں گے؟

معلوم : $m = 100$ kg $\quad d = 5$ m

مطلوب : $w = ?$

حل : $F = 10 \times m = 10 \times 100 = 1000$ N

$W = F \times d = 1000 \times 5 = 5000$ J

جواب : مزدوروں کو 5000 جول کام کرنا پڑے گا۔

میکانی طاقت (Mechanical power) : مذکورہ بالا کام کے لیے مزدور 'A' کو ایک گھنٹہ اور مزدور 'B' کو دو گھنٹے لگتے ہیں۔ مساوی وقفہ میں مزدور A نسبتاً زیادہ کام کرے گا۔ لہٰذا دونوں مزدوروں کی طاقت مختلف ہے۔

	کام	وقت	طاقت
مزدور A	5000 جول	1 گھنٹہ	5000 جول فی گھنٹہ
مزدور B	5000 جول	2 گھنٹے	2500 جول فی گھنٹہ

قانون | میکانی طاقت اکائی وقت میں کیے گئے کام کے برابر ہوتی ہے۔

طاقت 'P' = $\frac{\text{کام 'W'}}{\text{وقت 't'}}$ یا $\boxed{P = \frac{W}{t}}$

انٹرنیشنل نظام 'SI' کے مطابق طاقت کی اکائی واٹ (W) ہے۔ اور ایک واٹ = $\frac{\text{1 جول}}{\text{1 سیکنڈ}}$

مثال : مذکورہ بالا مثال میں مزدور کتنی طاقت صَرف کریں گے ؟

معلوم : (ا) $W_a = 5{,}000\,J$

$t_a = 1\ hour = 60\ min = 3600s$

(ب) $W_b = 5{,}000\,J$ $t_b = 2\ hours = 7200\,s$

مطلوب : $P_a = ?\ ;\ P_b = ?$

حل : $\because P = \frac{W}{t}$ $\therefore P_a = \frac{W_a}{t_a} = \frac{5000}{3600} = \frac{50}{36} = 1.39\ W$

$P_b = \frac{W_b}{t_b} = \frac{5000}{7{,}200} = \frac{50}{72} = 0.695\ W$

جواب : مزدور A کو 1.39 واٹ اور مزدور 'B' کو 0.695 واٹ کی طاقت صَرف کرنی پڑے گی۔

ہارس پاور (Horse power) : موٹر ڈرائیو (motorised drive) کی صورت میں میکانی طاقت ہارس پاور میں ظاہر کی جاتی ہے۔ اختصار کی خاطر اِس کو 'h p' لکھتے ہیں۔ یہ معیار بے قاعدگی سے مقرر کیا گیا ہے اور اس کی قیمت تقریباً ایک طاقتور گھوڑے کی استعداد کے برابر ہوتی ہے۔ ایک ہارس پاور 746 واٹ کے برابر ہوتی ہے ۔

$$1\,hp = 746\ W$$

مثال : 200 لیٹر پانی کو 10 سیکنڈ میں 10 میٹر کی بلندی تک پمپ کرنے کے لیے کتنی ہارس پاور کی ضرورت ہوگی ؟

معلوم : $m = 200\,kg$ $t = 10\,s$ $d = 10\,m$

مطلوب : $P = ?$

حل : $P = \frac{W}{t} = \frac{F \times d}{t}$

$F = 10 \times m = 10 \times 200 = 2000\,N$

$P = \frac{F \times d}{t} = \frac{2000 \times 10}{10} = 2000\ W$

اب چونکہ 746 واٹ ایک ہارس پاور کے برابر ہیں۔ مذکورہ بالا طاقت کو 746 سے تقسیم کرنے سے ہارس پاور میں طاقت معلوم کی جاسکتی ہے۔

$$\therefore P = \frac{2000}{746} = 2.68\ hp$$

جواب : پمپ کی طاقت 2.68 ہارس پاور ہے۔

میکانی کام (Mechanical-work) اگر طاقت کے فارمولے کو کام کے لحاظ سے لکھیں تو

$\boxed{W = p \times t}$ یا جول = واٹ × وقت

قانون | میکانی کام طاقت اور وقت کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے ۔

334 میکانی طاقت کو برقی طاقت میں تبدیل کرنا (Conversion of mechanical power into electrical power): میکانی طاقت کو مندرجہ ذیل نسبتی مقداروں کی مدد سے آسانی کے ساتھ برقی طاقت میں تبدیل کر سکتے ہیں۔

تبدیلی کی مقداریں : عملی کاموں کے لیے طاقت کی مندرجہ ذیل اکائیاں استعمال ہوتی ہیں :

1 واٹ = 1 جول فی سیکنڈ

1 کلوواٹ = 1000 جول فی سیکنڈ = 1.34 ہارس پاور $\approx \frac{4}{3}$ ہارس پاور

1 ہارس پاور = 746 واٹ = 0.746 کلوواٹ $\approx \frac{3}{4}$ کلوواٹ

اندازاً قیمتیں ($\approx$) تخمینہ لگانے کے لیے سودمند رہتی ہیں۔

مثال 1 : نیم پلیٹ کے مطابق ایک موٹر 7.5 ہارس پاور کی ہے۔ موٹر کی پاور کلوواٹ میں معلوم کریں۔

معلوم : $P_{hp} = 7.5\ hp$

مطلوب : $P_{kw} = ?$

حل : $P_{kw} = P_{hp} \times 0.746$

$= 7.5 \times 0.746 = 5.9\,kW$

جواب : موٹر کی پاور 5.9 کلوواٹ ہے۔

مثال 2 : ایک ڈرلنگ مشین (drilling machine) کو چلانے کے لیے 2 ہارس پاور کی میکانی طاقت درکار ہے۔ چرخی پر ماحاصل طاقت (rated power) کتنے کلوواٹ ہوگی؟ اگر استعداد 0.77 ہو تو موٹر کو کتنی طاقت فراہم کرنی پڑے گی؟

معلوم : $P_{hp} = 2\ h\ p$

$\eta = 0.77$

مطلوب : (a) $P_{out} = ?$

(b) $P_{in} = ?$

حل : $P_{kw} = P_{hp} \times 0.746 = 2 \times 0.746 = 1.49\,kW$

چرخی پر موٹر کی ماحاصل طاقت 1.49 کلوواٹ ہے۔ یہی موٹر کی نامی طاقت (rated power) ہے۔

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \qquad P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{1.49}{0.77} = 1.9\,kW$$

جواب : موٹر کی نامی طاقت 1.49 کلوواٹ ہے اور اسے 1.90 کلوواٹ کی طاقت فراہم کرنی پڑے گی۔

مثال 3 : 11 کلوواٹ کی ایک موٹر کی چرخی پر ماحاصل طاقت ہارس پاور میں کتنی ہوگی؟

معلوم : $P_{kw} = 11\,kW$

مطلوب : $P_{hp} = ?$

حل : $P_{hp} = 1.34 \times 11 = 14.74\ hp$

جواب : موٹر کی چرخی پر ماحاصل طاقت تقریباً 15 ہارس پاور ہے۔

335 برقی توانائی (The electrical energy)

برقی توانائی معلوم کرنا (Determinationof electrical energy): پانی کی ٹینکی کو بھرنے والی موٹر کی طاقت جتنی زیادہ ہوگی، فی سیکنڈ پمپ کیے گئے پانی کی مقدار بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔ میکانی کام (W = P × t) مینز سے فراہم کردہ برقی توانائی سے پیدا ہوتا ہے۔ برقی توانائی کا انحصار موٹر کو فراہم کردہ طاقت اور اس کی مدّت کار پر ہوتا ہے۔

قانون | برقی طاقت اور وقت کا حاصل ضرب برقی توانائی کے برابر ہوتا ہے۔

$$W = P \times t$$

پیمائش کی مقداریں (Quantities of measurement): توانائی واٹ سیکنڈ (watt seconds) واٹ آور (watt-hour) یا کلو واٹ آور (kilowatt-hour) میں ظاہر کی جاتی ہے۔ اگر برقی طاقت (P) واٹ میں ہو اور وقت (t) سیکنڈ میں تو توانائی واٹ سیکنڈ (Ws) میں ہوگی اور اگر وقت گھنٹوں میں ہو تو توانائی واٹ آور (Wh) میں ہوگی۔ برقی طاقت کلوواٹ اور وقت گھنٹوں میں ہونے کی صورت میں توانائی کلوواٹ آور (kWh) میں ہوگی۔

مقداروں کی تحویل کا جدول:

مقدار	علامت	Ws	Wh	KWh
واٹ سیکنڈ	Ws	1	$\frac{1}{3600}$	$\frac{1}{3,600,000}$
واٹ آور	Wh	3.600	1	0.001
کلوواٹ آور	kWh	3,600,000	1.000	1
معلوم مقدار		نامعلوم مقدار		

مثال: 1.800.000 واٹ سیکنڈ کے کتنے کلوواٹ آور ہوں گے؟

1۔ معلوم مقدار Ws کالم 1 اور 2 کی پہلی لائن میں ہے

2۔ دائیں طرف پہلی لائن میں نامعلوم مقدار کلو واٹ آور "kWh" کا کالم دیکھیں۔ یہ پانچویں کالم میں ہے۔

جزوِ تبدیلی 1 واٹ سیکنڈ = $\frac{1}{3,600,000}$ کلوواٹ آور۔

3۔ معلوم مقدار کو جزوِ تبدیلی $\frac{1}{3.600,000}$ سے ضرب دیں

$$1,800,000 \times \frac{1}{3600,000} = \frac{1,800,000}{3,600,000} = 0.5\ \text{kWh}$$

جواب: 1800.000 واٹ سیکنڈ 0.5 کلوواٹ آور کے برابر ہیں۔

بجلی سپلائی کرنے والی کمپنی صارف سے صرف شدہ توانائی (energy consumed) کو کلوواٹ آور میں ناپتی ہے۔ یہ پیمائش میٹر کی مدد سے کی جاتی ہے جو کہ صرف شدہ توانائی کو کاؤنٹر (counter) کی مدد سے ظاہر کرتا ہے۔ ایک کلوواٹ آور کو ایک یونٹ بھی کہتے ہیں۔ بجلی سپلائی کرنے والی کمپنی (واپڈا) نے اپنے نرخ نامہ میں برقی توانائی کی قیمت فی یونٹ مقرر کر رکھی ہے۔

صرف شدہ توانائی کی قیمت معلوم کرنا (Calculation of energy cost) : عام طور پر نرخ نامہ میں ایک متعین قیمت T ہوتی ہے جو کہ صرف شدہ توانائی پر منحصر نہیں ہوتی مثلاً میٹر کا کرایہ وغیرہ۔ اس کے علاوہ صرف شدہ توانائی کا نرخ فی یونٹ مقرر کیا جاتا ہے۔ صرف شدہ توانائی کی قیمت C صرف شدہ توانائی W اور نرخ p کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔

$$C = W \times p$$

جبکہ C = کل قیمت روپوں میں ، W = توانائی کلوواٹ آور میں اور p = نرخ فی یونٹ روپوں میں

کل قیمت معلوم کرنے کے لیے صرف شدہ توانائی کی قیمت میں متعین قیمت جمع کرنی پڑے گی۔

$$C_{total} = W \times p + T$$

نرخ نامہ کی اقسام (Kinds of tariff) : مندرجہ بالا قسم کا نرخ نامہ عام طور پر گھریلو، صنعتی اور زرعی صارفین کے لیے ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ مندرجہ ذیل قسم کے نرخ نامے بھی ہوتے ہیں :

بلاک ریٹ کا نرخ نامہ (Block rate tariff) : اس قسم کے نرخ نامہ میں صرف شدہ یونٹوں کا نرخ بلاک کی صورت میں مقرر کیا جاتا ہے۔ ایک خاص تعداد سے زیادہ یونٹ کا نرخ زیادہ یا کم ہو جاتا ہے۔ مثلاً گھریلو صارفین کے لیے واپڈا کا نرخ نامہ نیچے دیا گیا ہے۔

نرخنامہ
1 یونٹ سے 50 یونٹ تک 34 پیسے فی یونٹ
51 سے زیادہ ...... 40 پیسے فی یونٹ

واپڈا یعنی بجلی کا محکمہ 1.00 روپیہ میٹر کا کرایہ اور 2.5 پیسے فی یونٹ بجلی کی ڈیوٹی بھی بل میں شامل کرتا ہے۔

رات کے صارفین کے لیے نرخ نامہ (Night tariff) : رات کے وقت بجلی گھروں کا لوڈ کم ہو جاتا ہے لیکن اقتصادی نقطہ نظر سے لوڈ میں توازن ہونا چاہیے۔ لہذا رات کے وقت بجلی کا نرخ کم مقرر کیا جاتا ہے تاکہ صارفین میں رات کو بجلی صرف کرنے کا رجحان بڑھے۔

زیادہ سے زیادہ مانگ پر منحصر نرخ نامہ (Maximum demand tariff) : یہ نرخنامہ دو حصوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ زیادہ بجلی صرف کرنے والوں کے لیے ایک ماہ کی مدت میں زیادہ سے زیادہ صرف شدہ طاقت کا نرخ مقرر ہوتا ہے اور اس کے علاوہ صرف شدہ یونٹوں کا نرخ الگ ہوتا ہے۔ یہ نرخ نامہ لوڈ کی چوٹیوں (load peaks) سے احتراز کرنے کے لیے مقرر کیا جاتا ہے۔

لوڈ کی چوٹیوں سے احتراز کرنے کے لیے ایک اور طرح کا نرخ نامہ بھی ہوتا ہے۔ جب صرف شدہ توانائی ایک خاص مقدار سے زیادہ ہو جائے تو اس کا نرخ زیادہ مہنگا مقرر کر دیا جاتا ہے۔ اس طرح صارف کا رجحان توانائی کی یکساں مقدار صرف کرنے کی طرف ہوگا۔

کثیر مقدار کے لیے نرخ نامہ (Bulk tariff) : اس نرخ نامہ میں کسی چیز کو ناپنے کی ضرورت نہیں ہوتی بلکہ توانائی کے خرچ کی طے شدہ مقدار کے مطابق قیمت مقرر کر دی جاتی ہے۔ اگر لوڈ اس زیادہ سے زیادہ مقدار سے بڑھ جائے تو خود کار آلہ توانائی کی مزید سپلائی بند کر دے گا۔

مثال : ایک چولہا 1000 واٹ کی طاقت صرف کرتا ہے۔ اگر یہ چولہا روزانہ آٹھ گھنٹے جلے تو اس کا ماہوار خرچ بحساب 25 پیسے فی یونٹ کیا ہوگا؟ بل میں 1 روپیہ میٹر کا کرایہ بھی شامل کریں۔

معلوم : $P = 1000\text{ W} \quad t = 30 \times 8 = 240\text{ h}$

$p = \text{Rs. } 0.25 \quad T = \text{Rs. } 1.00$

مطلوب : $C = ?$

حل : $W = p \times t$

$= 1000 \times 240 = 240{,}000\text{ Wh} = 240\text{ kWh}$

$C = W \times p + T$

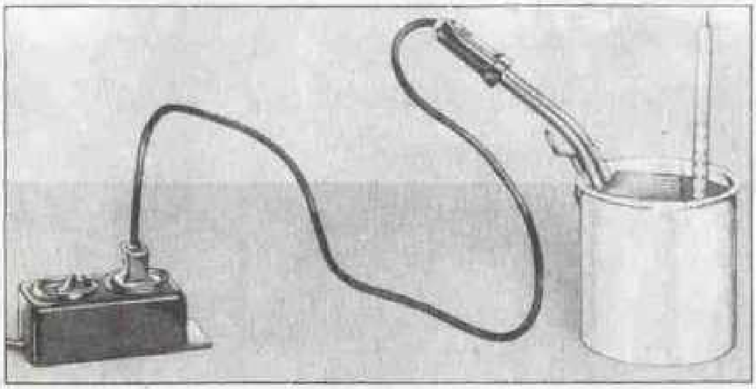
$= 240 \times 0.25 + 1.00 = \text{Rs: } 61$

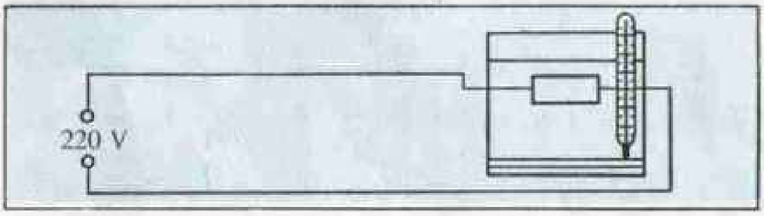
جواب : چولھے کا ماہانہ خرچ 61 روپے ہوگا۔

336 **سوالات :** (1) پانی گرم کرنے والا ایک ہیٹر 110 وولٹ پر 9.09 ایمپیئر برقی رَو صَرف کرتا ہے۔ ہیٹر کی طاقت معلوم کریں۔ (2) 440 وولٹ کی ایک لائن کی عمودی تراش کا رقبہ 16 مربع ملی میٹر ہے۔ لائن کی طاقت کا ضیاع 1400 واٹ ہے اور وولٹیج کا ضیاع 10 وولٹ ہے۔ ایلومینیم کی لائن کی لمبائی کتنی ہوگی اور تانبے کی لائن کی لمبائی کیا ہوگی؟ (3) 220 وولٹ کی سپلائی پر دو بلب ہم سلسلہ انداز سے لگے ہوئے ہیں۔ ایک بلب 40 واٹ کا ہے اور دوسرا 100 واٹ کا۔ اس کا کیا اثر ہوگا اور وولٹیج اور کرنٹ کی تقسیم کیسے ہوگی؟ (4) روشنی کی ایک تنصیب کا لوڈ 11.8 کلوواٹ ہے اور اسے 220 وولٹ کی سپلائی پر لگایا گیا ہے۔ لائن میں سے کتنی کرنٹ گزرے گی۔ اس لوڈ کے مطابق لائن کی حفاظت کے لیے گروپ I میں فیوز کا معیارِ کرنٹ اور اس کی عمودی تراش کا رقبہ کیا ہوگا؟ (5) 350 واٹ اور 110 وولٹ کے ایک بلب کو 220 وولٹ کے مینز پر لگانا مقصود ہے۔ اِس مقصد کے لیے استعمال کی جانے والی ہم سلسلہ مزاحمت کی قیمت معلوم کریں۔ یہ مزاحمت مسلسل کتنی کرنٹ برداشت کر سکتی ہے؟ (6) 40 واٹ کے ایک بلب کا معیارِ وولٹیج 110 وولٹ ہے اور دوسرے کا 220 وولٹ ہے۔ دونوں صورتوں میں مزاحمت اور برقی رَو کتنی ہوگی؟ (7) ایک موٹر کا ماحاصل 3 کلوواٹ ہے اور یہ 440 وولٹ پر 8.52 ایمپیئر کرنٹ لیتی ہے۔ موٹر کی استعداد معلوم کریں۔ (8) 5.5 کلوواٹ ماحاصل طاقت کی ایک موٹر کی استعداد 0.82 ہے۔ موٹر 440 وولٹ پر کتنی کرنٹ صَرف کرے گی؟ (9) ایک ایسی مشین جس کو چلانے کے لیے صرف ایک ابتدائی جھٹکا (impulse) درکار ہوتا ہے اور بعد میں وہ کسی توانائی کے بغیر چلتی رہتی ہے دوامی حرکت کا انجن (perpetual motion engine) کہلاتی ہے۔ کئی ایک موجدوں نے ایسی مشین کی ایجاد کا دعویٰ کیا ہے۔ ایسی مشین بنانے کے امکانات پر تبصرہ کریں۔ (10) اگر یہ کہا جائے کہ کسی برقی موٹر کی استعداد 1 ہے تو اس کا کیا مطلب ہے؟ (11) کسی الیکٹریشن کی یہ کوشش کیوں ہوتی ہے کہ تنصیبات کی استعداد زیادہ سے زیادہ ہو؟ (12) ایک پانی کی ٹینکی کی اونچائی 8 میٹر ہے۔ ایک پمپ کے ذریعہ اس میں 120 مکعب میٹر بھرنے کے لیے (ا) کتنا کام کرنا پڑے گا؟ (ب) اگر پانی آدھے گھنٹے میں بھر گیا ہو، تو پمپ کی طاقت جُول فی سیکنڈ میں معلوم کریں (ج) اگر پمپ کی استعداد 0.85 ہو تو پمپ کو چلانے والی موٹر کی پاور معلوم کریں۔ (13) ایک پن بجلی گھر میں پانی چھ پائپ لائنوں میں سے 65 مکعب میٹر فی سیکنڈ کے حساب سے گرتا ہے اور اس سے آٹھ ٹربائن چلائے جاتے ہیں۔ اگر پانی 200 میٹر کی بلندی سے گرے تو (ا) پانی ٹربائینوں کو کتنا میکانی کام فراہم کرے گا۔ (ب) ماحاصل طاقت ہارس پاور میں معلوم کریں (ج) اگر ٹربائینوں کی کل طاقت 168000 ہارس پاور ہو تو ان کی استعداد معلوم کریں۔ (14) ایک پیراکی کے تالاب میں 500 مکعب میٹر پانی سما سکتا ہے۔ اس تالاب کو پمپ کے ذریعہ تین گھنٹوں میں بھرنا مقصود ہے اور پمپ سے پانی کو 4 میٹر کی بلندی پر اٹھایا جاتا ہے۔ اگر پمپ کی استعداد 0.75 ہو تو اُس کی ہارس پاور معلوم کریں۔ (15) ایک موٹر کی چرخی پر ماحاصل طاقت 30 ہارس پاور ہے۔ اسے 220 وولٹ پر لگایا گیا ہے اور یہ 116 ایمپیئر کرنٹ صَرف کرتی ہے (ا) اس کی معیاری طاقت کلوواٹ میں معلوم کریں۔ (ب) موٹر کو کتنی طاقت سپلائی ہوگی؟ (ج) موٹر کی استعداد معلوم کریں۔ (16) ایک کرین 50 سیکنڈ میں 2 ٹن کے وزن کو 12 میٹر اُوپر اُٹھاتی ہے۔ کرین کی استعداد 0.6 ہے۔ کرین کو چلانے والی موٹر کی طاقت کلوواٹ میں معلوم کریں۔ (17) 440 وولٹ کی ایک موٹر کی ماحاصل طاقت 40 ہارس پاور ہے۔ اس کی استعداد 0.87 ہے۔ موٹر کتنی طاقت اور کرنٹ صَرف کرے گی؟ (18) ایک 4 ہارس پاور کی موٹر جس کی استعداد 0.87 ہے۔ ایک سال میں 180 گھنٹے کے لیے چلتی ہے۔ 25 پیسے فی یونٹ کے حساب سے اس کا سالانہ خرچ معلوم کریں۔ بل میں ایک روپیہ میٹر کا کرایہ بھی شامل کریں۔ (19) ایک وائرلیس سیٹ 40 واٹ کی برقی طاقت صَرف کرتا ہے۔ یہ سیٹ روزانہ 6 گھنٹے چلتا رہتا ہے۔ 25 پیسے فی یونٹ کے حساب سے ماہانہ خرچ معلوم کریں جبکہ میٹر کا ماہانہ کرایہ 1 روپیہ ہے۔

34 برقی رَو سے پیدا شدہ حرارت (Thermal energy of electric current)

تجربہ ا ۔ شکل نمبر E 34/I میں ایک پانی گرم کرنے والا راڈ (immersion rod) چینی کے جار میں ڈالے ہوئے پانی میں ڈالا گیا ہے۔ پانی کا درجۂ حرارت تھرمامیٹر سے ناپا جاتا ہے۔ ہیٹر کی مزاحمت میں سے بجلی گزرنے سے ہیٹر گرم ہو جاتا ہے اور یہ حرارت پانی کو گرم کرتی ہے۔





یہ معلوم کرنے کے لیے کہ پانی کی حاصل کردہ مقدارِ حرارت کن چیزوں پر منحصر ہے چینی کے جار میں پہلے ایک لیٹر پانی گرم کریں اور بعد میں اسی وقت کے لیے دو لیٹر پانی گرم کریں۔ اس یکساں وقت میں ہیٹر میں پیدا شدہ حرارت دونوں حالتوں میں ایک ہی ہوگی۔ پانی یہ حرارت جذب کر لیتا ہے اور گرم ہو جاتا ہے۔

مشاہدات مندرجہ ذیل جدول میں دکھائے گئے ہیں :

E34/I مقدارِ حرارت

حاصل ضرب ‘m × δT’	درجہ حرارت میں اضافہ ‘$\delta T = T_F - T_i$’	آخری درجہ حرارت ‘T_F’	ابتدائی درجہ حرارت ‘T_i’	گرم کرنے کا وقت ‘t’	پانی کمیت ‘m’	حجم ‘V’
11	11°C	26°C	15°C	1 منٹ	1 کلوگرام	1 لیٹر
11	5.5°C	20.5°C	15°C	1 منٹ	2 کلوگرام	2 لیٹر

نتیجہ : دونوں حالتوں میں پانی کی حاصل کردہ حرارت یکساں ہے اور یہ مقدارِ حرارت، کمیت اور ٹمپریچر میں اضافہ کے حاصل ضرب سے ظاہر کی گئی ہے۔

قانون | پانی کی جذب کردہ مقدارِ حرارت پانی کی کمیت اور درجہ حرارت کے اضافہ کے ساتھ بڑھتی ہے۔

مقدارِ حرارت کو ‘Q’ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$Q = m \times \delta T$$

مقدارِ حرارت (Quantity of heat) : اکائیوں کے انٹرنیشنل نظام (SI) کے مطابق مقدارِ حرارت کی اکائی جُول (joul) ہے۔

قانون | ایک لیٹر پانی کے درجۂ حرارت کو 1 درجہ سنٹی گریڈ تک بڑھانے کے لیے جتنی مقدارِ حرارت درکار ہوتی ہے وہ 4187 جُول (ایک کلوکلوری) کے برابر ہوتی ہے۔

حرارتِ مخصوصہ (Specific heat) : مختلف چیزوں کے ایٹم کی ساخت مختلف ہونے کی وجہ سے ان کو ایک ہی درجۂ حرارت تک گرم کرنے کے لیے حرارت کی مختلف مقدار درکار ہوتی ہے۔ کسی چیز کی اکائی کمیت کو 1 درجہ سنٹی گریڈ تک گرم کرنے کے لیے جتنی حرارت درکار ہوگی وہ اس چیز کی حرارتِ مخصوصہ کہلاتی ہے۔ حرارتِ مخصوصہ کو 'c' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ حرارتِ مخصوصہ کی اکائی جُول فی کلوگرام ڈگری سنٹی گریڈ (J/kg°C) ہے۔ پانی کی حرارتِ مخصوصہ 4187 جُول فی کلوگرام ڈگری سنٹی گریڈ ہے۔ پس

$$Q = c \times m \times \delta T$$

مثال : ایک واٹر ہیٹر 25 لیٹر پانی کو 15 درجہ سے 85 درجہ سنٹی گریڈ تک گرم کرتا ہے۔ پانی حرارت کی کتنی مقدار جذب کرے گا۔ پانی کی حرارتِ مخصوصہ 4187 جُول فی کلوگرام ڈگری سنٹی گریڈ ہے۔

معلوم : $m = 25\,kg \qquad T_i = 15°C$

$T_F = 85°C \qquad c = 4187\,J/kg°C$

مطلوب : $Q = ?$

حل : $\delta T = T_F - T_i = 85 - 15 = 70°C$

$Q = c \times m \times \delta T = 4187 \times 25 \times 70$

$Q = 7327250\,J = 7327.25\,kJ$

جواب : پانی کی جذب کردہ مقدارِ حرارت 7327.25 کلوجُول ہے۔

حرارت کے ضیاع (Heat losses) : تجربہ شروع ہونے کے تھوڑی دیر بعد چینی کے جار کو ہاتھ لگانے یا اس کا ٹمپریچر ناپنے سے معلوم ہوگا کہ پانی کے ساتھ جار بھی گرم ہو جاتا ہے۔ جہاں تک پانی کے گرم ہونے کا تعلّق ہے یہ حرارت ضائع ہو جاتی ہے۔ جب پانی کو حرارت پہنچانا بند کر دی جائے تو جار کا ٹمپریچر مسلسل گرتا جائے گا حتیٰ کہ یہ ہُوا کے درجۂ حرارت کے برابر ہو جائے گا۔ اس طرح حرارت ہُوا میں منتشر ہوتی رہتی ہے۔ یہ بھی حرارت کا ضیاع ہے۔ اس طرح ترسیلِ حرارت کے عمل میں بھی حرارت ضائع ہوتی رہتی ہے۔

ضیاع میں کمی (Reduction of loss) : اگر جار کسی ایسے میٹریل کا بنا ہُوا ہو جو حرارت کا ناقص موصل ہو یا جار کو حرارت کے کسی ناقص موصل سے ڈھانپنے سے حرارت کے ضیاع کو کم کیا جا سکتا ہے۔ حرارت کے ناقص موصل بجلی کے لیے بھی ناقص موصل ہوتے ہیں۔ مثلاً چینی، شیشہ، شیشہ اون یا اسبٹاس وغیرہ۔ اگر جار کو خلا میں رکھ دیں تو حرارت کا ضیاع بہت ہی کم ہو جاتا ہے کیونکہ حرارت ارد گرد کی ہُوا کی وجہ سے منتشر ہوتی ہے (ایصالِ حرارت)۔ اگر ارد گرد کوئی جسم نہ ہو تو ایصالِ حرارت نہیں ہوتی۔ البتّہ حرارت کا کچھ حصّہ سُورج کی شعاعوں کی طرح خلا میں سے بھی گزر جاتا ہے۔ اِس کو اشعاعِ حرارت کہتے ہیں۔ اگر جار کی دیواروں پر شیشے کی تہہ چڑھا دی جائے تو اشعاعِ حرارت بھی کم کی جا سکتی ہے۔ اس طرح حرارت کا ضیاع تقریباً صفر ہو سکتا ہے۔ اسی لیے اِس طریقہ سے بنائی گئی تھرموس بوتل میں رکھّے گئے کسی مائع کا درجۂ حرارت بہت دیر تک تبدیل نہیں ہوتا۔

اس طرح اگر مذکورہ بالا تجربہ میں تھرموس بوتل یا اس طرح سے بنایا گیا کلوری میٹر استعمال کیا جائے تو نتائج زیادہ صحیح ہوں گے۔ اس تجربہ میں حرارت کا ضیاع 30 فیصد ہے۔ اِس طرح ترسیلِ حرارت کی صورت میں بھی استعداد کا خیال رکھنا پڑے گا۔

حراری استعداد (Thermal efficiency) : اگر پانی کو مہیا کی گئی حرارت کو 'Q_{in}' سے ظاہر کیا جائے اور پانی کی حاصل کردہ حرارت کو 'Q_{out}' سے ظاہر کیا جائے تو استعداد

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

مثال : ایک کھانا پکانے والے برتن کو 2093.5 کلوجول حرارت فراہم کی گئی ہے۔ اس برتن میں پانچ لیٹر پانی ہے جو اس مقدارِ حرارت سے 20 درجہ سنٹی گریڈ سے درجۂ کھولاؤ تک گرم ہو جاتا ہے۔ برتن کی استعداد معلوم کریں۔

معلوم : $Q_{in} = 2093.5\ kJ \quad m = 5\ kg \quad T_I = 20°C$

$T_F = 100°C \quad c = 4.187\ kJ/kg°C$

مطلوب : $Q_{out} = ? \quad \eta = ?$

حل : $Q_{out} = c \times m \times \delta T$

$\delta T = 100 - 20 = 80°C$

$Q_{out} = 4.187 \times 5 \times 80 = 1674.8\ kJ$

$$\eta = \frac{1674.8}{2093.5} = 0.8 = 80\%$$

جواب : برتن کی استعداد 80 فیصد ہے۔

تجربہ ب : مندرجہ ذیل تجربہ سے یہ معلوم کرنا درکار ہے کہ صرف شدہ برقی توانائی اور پانی کی حاصل کردہ مقدارِ حرارت میں کیا نسبت ہے۔ چونکہ تجربہ چینی کے جار میں ہی کیا گیا ہے، اس لیے حرارت کے ضیاع کو مدِّنظر رکھنا ضروری ہے۔ فرض کریں کہ استعداد 0.7 ہے تو ضیاع 30 فیصد ہوگا۔ اگر کلوری میٹر یا تھرموس استعمال کی جائے تو ضیاع بہت کم ہوتا ہے۔ تجربہ کی ترتیب وہی رکھیں البتہ برقی طاقت معلوم کرنے کے لیے ہیٹر کے برقی سرکٹ میں ایم میٹر اور وولٹ میٹر لگائیں۔ گھڑی کی مدد سے وقت نوٹ کریں۔ برقی توانائی برقی طاقت اور وقت کے حاصل ضرب سے معلوم کی جاسکتی ہے۔

برقی سرکٹ				پانی							
'W' kWh	'P' W	'I' A	'V' V	'Q_{in}' kJ	'η'	'Q_{out}' kJ	'δT°C'	'T_F°C'	'T_I°C'	کمیت 'kg'	وقت منٹ
0.018	1080	4.9	220	64.8	0.7	45.36	10.8	32.8	22.0	1	1
0.036	1080	4.9	220	129.6	0.7	90.72	21.6	54.6	33.0	1	2
0.054	1080	4.9	220	194.4	0.7	136.08	32.4	87.4	55.0	1	3

برقی توانائی کا حراری معادل (Thermal equivalent of electricity): ہیٹر میں برقی توانائی سے پیدا شدہ حرارت کل مہیا کردہ مقدارِ حرارت کے برابر ہونی چاہیے۔ یعنی

$$W = Q_{in}$$

مشاہدہ نمبر 1 کی صورت میں

$$0.018 \text{ kWh} = 64.800 \text{ kJ}$$

اگر برقی توانائی 0.018 کلوواٹ آور کی بجائے 1 کلوواٹ آور ہو تو ہر تین صورتوں میں مقدارِ حرارت 'Q_{in}' کیا ہوگی؟

$$0.018 \text{ kWh} = 64.800 \text{ kJ}$$
$$1 \text{ kWh} = ? \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kWh} = \frac{64.800}{0.018} \text{ kJ}$$
$$1 \text{ kWh} = \frac{64.8 \times 1000}{18} \text{ kJ}$$
$$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$$

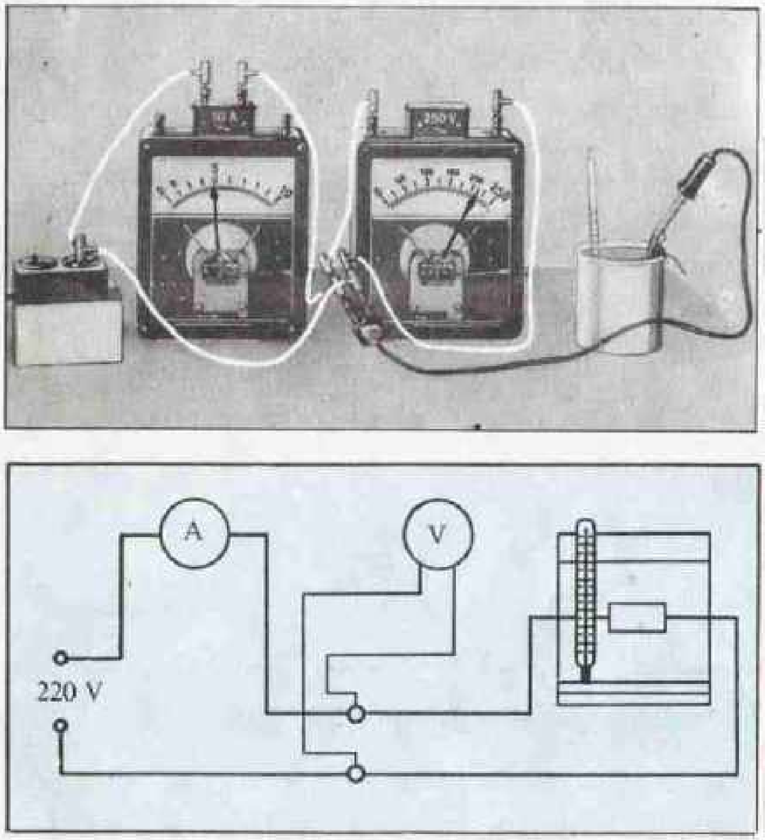
مشاہدہ نمبر 2 کی صورت میں

$$0.036 \text{ kWh} = 129.6 \text{ kJ}$$
$$1 \text{ kWh} = ? \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kWh} = \frac{129.6}{36} \times 1000$$
$$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$$

اسی طرح مشاہدہ 3 کی صورت میں

$$0.054 \text{ kWh} = 194.4 \text{ kJ}$$
$$1 \text{ kWh} = \frac{194.4}{0.054} \text{ kJ}$$
$$1 \text{ kWh} = \frac{194.4}{54} \times 1000 \text{ kJ}$$
$$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$$



E 34/II برقی رَو کا حراری معادل

مذکورہ بالا حسابی عمل سے ظاہر ہے کہ

قانون | 1 کلوواٹ آور 3600 کلوجول حرارت پیدا کرتا ہے اور یہ اس کی حرارت مساوی ہے۔

مثال: 3600 کلوجول کی مقدارِ حرارت 10 لیٹر پانی کو 86 درجہ سنٹی گریڈ یا 20 لیٹر پانی کو 43 درجہ سنٹی گریڈ تک گرم کر دیتی ہے۔

پیدا شدہ مقدارِ حرارت (Quantity of heat generated): حرارتِ مساوی کی مدد سے پیدا شدہ مقدارِ حرارت سامنے دیئے ہوئے فارمولا سے معلوم کر سکتے ہیں:

$$Q_{in} = 3.6 \times 10^6 \times W$$

جبکہ "Q_{in}" جول میں اور "W" کلوواٹ آور میں ہے۔

اب اگر 'W' کی جگہ 'P × t' لکھا جائے تو

$$Q_{in} = 3.6 \times 10^6 \times P \times t$$

اگر 'P' کی قیمت کلوواٹ میں اور وقت 't' گھنٹوں میں ہو تو مقدارِ حرارت 'Q' جول میں ہوگی۔ علاوہ ازیں

$$P = \frac{V \times I}{1000} = \frac{I^2 \times R}{1000} = \frac{V^2}{R \times 1000}\ kW$$

گرمی پیدا کرنے والے آلات کی مطلوبہ توانائی (Energy requirement of heating appliances)

اگر گرم کرنے والے آلات کی مطلوبہ برقی توانائی معلوم کرنی ہو تو فارمولا مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جا سکتا ہے:

$$W = \frac{Q_{in}}{3.6 \times 10^6}$$

کیونکہ

$$Q_{out} = c \times m \times \delta T$$

اور

$$Q_{in} = \frac{Q_{out}}{\eta} = \frac{c \times m \times \delta T}{\eta}$$

لہٰذا

$$W = \frac{c \times m \times \delta T}{\eta \times 3.6 \times 10^6}$$

اگر گرم کیے جانے والے مائع کی کمیت، ٹمپریچر میں تبدیلی، حرارتِ مخصوصہ اور استعداد معلوم ہو تو اس فارمولا کی مدد سے گرم کرنے والے آلات کی برقی توانائی کلوواٹ آور میں معلوم کی جا سکتی ہے۔

مثال 1: ایک پانی گرم کرنے والے ہیٹر کی طاقت 500 واٹ ہے اور اسے 15 منٹ کے لیے سرکٹ میں لگایا گیا ہے۔ اس عرصہ میں کتنی مقدارِ حرارت پیدا ہوگی؟

معلوم: $P = 500\ W = 0.5\ kW$

$t = 15\ min = 0.25 h$

مطلوب: $Q = ?$

حل: $Q = 3.6 \times 10^6 \times p \times t$

$= 3.6 \times 10^6 \times 0.5 \times 0.25$

$= 0.45 \times 10^6\ J = 450\ kJ$

جواب: پیدا شدہ حرارت 450 کلوجول ہوگی۔

مثال 2: 220 وولٹ پر لگائی گئی ایک مزاحمت 2.27 ایمپیر برقی رَو لیتی ہے۔ 10 منٹ میں حرارت کی کتنی مقدار پیدا ہوگی؟

معلوم: $V = 220\ V \quad I = 2.27\ A \quad t = 10\ min = 1/6\ h$

مطلوب: $Q = ?$

$$Q = \frac{3.6 \times 10^6 \times V \times I \times t}{1000}$$

$$= \frac{3.6 \times 10^6 \times 220 \times 2.27 \times 1/6}{1000} = 299{,}640\ J$$

$= 299.64\ kJ$

جواب: اس مزاحمت سے 299.64 کلوجول کی حرارت پیدا ہوتی ہے۔

مثال 3 : 40 اوم کی ایک حراری مزاحمت 10 ایمپیر کرنٹ صَرف کرتی ہے۔ آدھ گھنٹہ میں اِس مزاحمت سے پیدا شدہ مقدارِ حرارت معلوم کریں۔

معلوم : $R=40\,\Omega$; $I=10\text{ A}$; $t=1/2\text{ h}$

مطلوب : $Q=?$

حل : $Q=\frac{3.6\times10^6\times I^2\times R\times t}{1000}$

$$=\frac{3.6\times10^6\times10^2\times40\times1/2}{1000}$$

$$=7.2\times10^6\text{ J}=7{,}200\text{ kJ}$$

جواب : مزاحمت سے پیدا شدہ مقدارِ حرارت 7,200 کلوجول ہوگی۔

مثال 4 : 60 اوم کا ایک برقی چولہا 110 وولٹ پر لگایا گیا ہے۔ 20 منٹ میں اس چولہے سے پیدا شدہ حرارت معلوم کریں۔

معلوم : $R=60\,\Omega$; $V=110\text{ V}$; $t=20\text{ min}=\frac{1}{3}\text{h}$

مطلوب : $Q=?$

حل : $Q=\frac{3.6\times10^6\times V^2\times t}{1000\times R}$

$$=\frac{3.6\times10^6\times110\times110\times1/3}{1000\times60}=242\times10^3\text{J}=242\text{ kJ}$$

جواب : چولہا 20 منٹ میں 242 کلوجول کی حرارت پیدا کرتا ہے۔

مثال 5 : ایک پانی کے ہیٹر میں 100 لیٹر پانی کو 15 درجہ سنٹی گریڈ سے 85 درجہ سنٹی گریڈ تک گرم کرنا مقصود ہے۔ اگر استعداد 0.9 ہو تو ہیٹر کو فراہم کی گئی برقی توانائی معلوم کریں۔ پانی کی حرارتِ مخصوصہ 4187 جول فی کلوگرام ڈگری سنٹی گریڈ ہے۔

معلوم : $m=100\text{ l}=100\text{ kg}$; $\delta T=85-15=70^\circ\text{C}$

$\eta=0.9$; $c=4187\text{ J/kg}^\circ\text{C}$

مطلوب : $W=?$

حل : $W=\frac{c\times m\times\delta T}{3.6\times10^6\times\eta}$

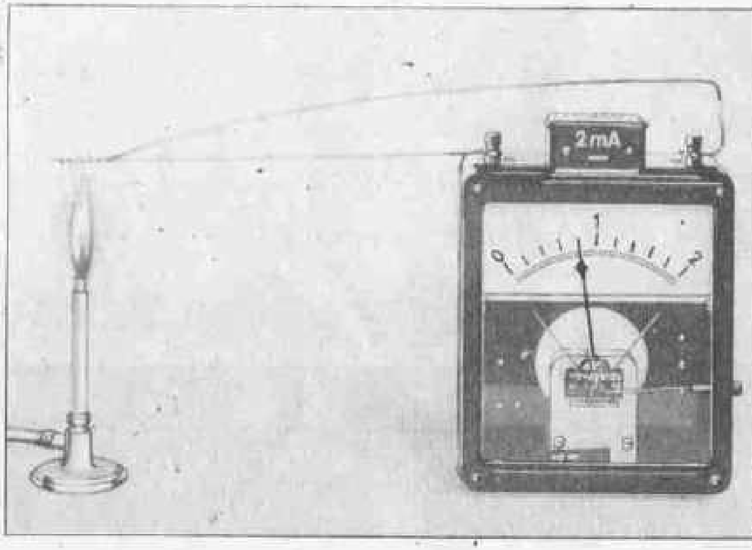
$$=\frac{4187\times100\times70}{3.6\times10^6\times0.9}=9.05\text{kWh}$$

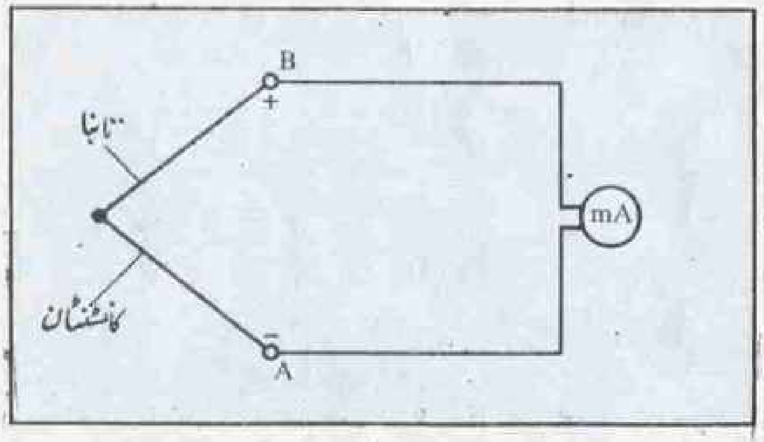
جواب : مطلوبہ توانائی 9.05 کلوواٹ آور ہے۔

341 سوالات :

(1) 4.5 لیٹر پانی کو 24 درجہ سنٹی گریڈ سے درجۂ کھولاؤ تک گرم کرنے کے لیے حرارت کی کتنی مقدار درکار ہوگی؟ (2) 100 لیٹر پانی کو 20 سے 40° درجہ سنٹی گریڈ تک گرم کرنے کے لیے 12,000 کلوجول کی حرارت صرف ہوئی۔ ہیٹر کی استعداد کیا ہوگی؟ (3) ایک پانی گرم کرنے والے ہیٹر کی گنجائش 150 لیٹر ہے۔ اس میں داخل ہونے والے پانی کا ابتدائی ٹمپریچر 8 درجہ سنٹی گریڈ ہے اور اسے 8 گھنٹوں میں 80 درجہ سنٹی گریڈ تک گرم کرنا مقصود ہے۔ ہیٹر کو 220 وولٹ پر لگایا جاتا ہے۔ اگر نائیکروم کا 0.5 مربع ملی میٹر والی عمودی تراش کے رقبہ کا تار دستیاب ہو تو اس ہیٹر کی مزاحمت بنانے کے لیے کتنے میٹر لمبا تار استعمال ہوگا؟ ہیٹر کی استعداد 0.8 ہے۔ (4) ایک پانی گرم کرنے والے ہیٹر سے 1.5 لیٹر پانی کو 18 درجہ سنٹی گریڈ سے درجۂ کھولاؤ تک گرم کرنا ہے۔ ہیٹر کی استعداد 0.7 ہے۔ اگر بجلی کا نرخ 25 پیسے فی کلوواٹ آور ہو تو صرف شدہ بجلی کی قیمت معلوم کریں۔ (5) 210 وولٹ پر بجلی کا ایک چولہا 1000 واٹ صَرف کرتا ہے اور اس کی استعداد 0.8 ہے۔ اس میں 5 لیٹر پانی کو 14 درجہ سنٹی گریڈ سے 100 درجہ سنٹی گریڈ تک گرم کرنا مقصود ہے۔ (ا) گرم کرنے پر کتنا وقت صرف ہوگا؟ (ب) اگر بجلی کا نرخ 25 پیسے فی یونٹ ہو تو پانی گرم کرنے پر کتنی رقم صرف ہوگی؟ (ج) چولہے کی مزاحمت کیا ہوگی؟ (د) اگر نائیکروم کا 0.8 ملی میٹر قطر کا تار استعمال کریں تو اس مزاحمت کے لیے کتنا تار درکار ہوگا؟

35 حرارت سے برقی دباؤ پیدا کرنا (Generation of voltage by heat)





تجربہ E35/I : تانبے اور کانسٹنٹان کے دو کم لمبائی والے تاروں کے ایک ایک سرے کو آپس میں مروڑ کر، ٹانکہ لگا کر یا ویلڈنگ کر کے جوڑ دیں۔ آزاد سروں کو ملی ایمپیئر تک ناپ سکنے والے ایم میٹر کے ساتھ لگائیں۔ جوڑ والی جگہ کو بنسن برنر سے گرم کریں۔

نتیجہ : قطبیت کے درست ہونے کی صورت میں ایم میٹر کی سوئی گھوم جاتی ہے۔ اگر ایم میٹر کی سکیل کا صفر درمیان میں ہو تو قطبیت کے مطابق میٹر کی سوئی دائیں یا بائیں طرف گھوم جائے گی۔ اِس بات سے یہ نتیجہ اخذ کیا جا سکتا ہے کہ جوڑ والی جگہ کو گرم کرنے سے برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے جس کی سمت ہمیشہ ایک ہی رہتی ہے۔ اس لیے یہ ڈائریکٹ وولٹیج ہو گا۔

E35/I حرارت سے برقی دباؤ پیدا کرنا

حرارت کی وجہ سے الیکٹرون کی حرکت (Movement of electron by heat) : باب نمبر 31 میں ہم نے یہ پڑھا ہے کہ کسی موصل میں برقی رَو گزارنے سے حرارت پیدا ہوتی ہے۔ الیکٹرون کی حرکت موصل میں حراری توانائی پیدا کرتی ہے۔ مذکورہ بالا بیان سے ظاہر ہے کہ یہ تجربہ معکوس پذیر ہے۔ موصلوں کی مناسب ترتیب چُن کر اُن کو گرم کرنے سے الیکٹرون میں سمتی حرکت پیدا کی جا سکتی ہے۔

تھرموکپل یا حراری جفت (The thermocouple) : مذکورہ بالا تجرباتی ترتیب تھرموکپل کہلاتی ہے کیونکہ اس میں حرارت کی وجہ سے برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے۔

تھرمو الیکٹرک وولٹیج یا حرّ برقی دباؤ (Thermoelectric voltage) : تھرموکپل میں پیدا ہونے والا برقی دباؤ ملی وولٹ میں ہوتا ہے۔ اس کی مقدار مندرجہ ذیل چیزوں پر منحصر ہے :

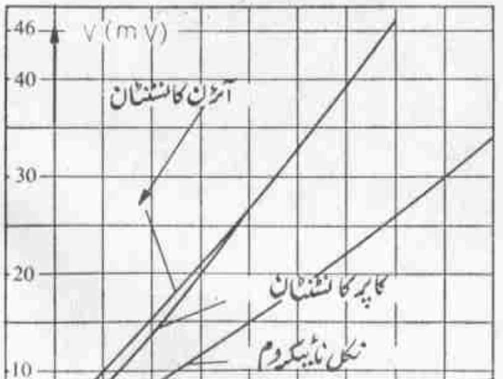
(1) جوڑ والی جگہ کا درجۂ حرارت (2) جوڑے جانے والے تاروں کا میٹریل

تار کی لمبائی اور قطر برقی دباؤ کی مقدار پر اثر انداز نہیں ہوتے۔ چونکہ تھرموکپل سے پیدا ہونے والی وولٹیج بہت کم ہوتی ہے، اس لیے اسے برقی توانائی مہیا کرنے کے لیے استعمال نہیں کیا جا سکتا۔ البتہ اگر انہیں سریع الحس (sensitive) ملی وولٹ میٹر کے ساتھ استعمال کیا جائے تو یہ بہت کم اور بہت زیادہ درجۂ حرارت کو ناپنے کے لیے استعمال ہو سکتے ہیں۔ چونکہ میٹر کی سوئی کا انحراف درجۂ حرارت کے متناسب ہوتا ہے، اس لیے آلۂ پیمائش کی سکیل کی نشان دہی براہِ راست درجۂ حرارت میں کی جا سکتی ہے۔

تھرموکپل کی اقسام (Types of thermocouple) : مندرجہ ذیل جدول میں دیے گئے میٹریل تھرموکپل کے طور پر استعمال ہوتے ہیں -

زیادہ سے زیادہ برقی دباؤ	درجۂ حرارت ناپنے کی حد	تھرموکپل کی ساخت
34 mV	منفی 190°C سے 600°C تک	(+) تانبا - (−) کانسٹنٹان
53 mV	منفی 190°C سے 900°C تک	لوہا - کانسٹنٹان
52 mV	0°C سے 1300°C تک	نائیکروم - نکل
17 mV	0°C سے 1600°C تک	پلاٹینم روڈیم - پلاٹینم

مندرجہ ذیل گراف میں درجۂ حرارت میں اضافہ کے ساتھ پیدا شدہ برقی دباؤ میں اضافہ کو دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں آزاد سرے 20 درجہ سنٹی گریڈ پر رکھے گئے ہیں۔



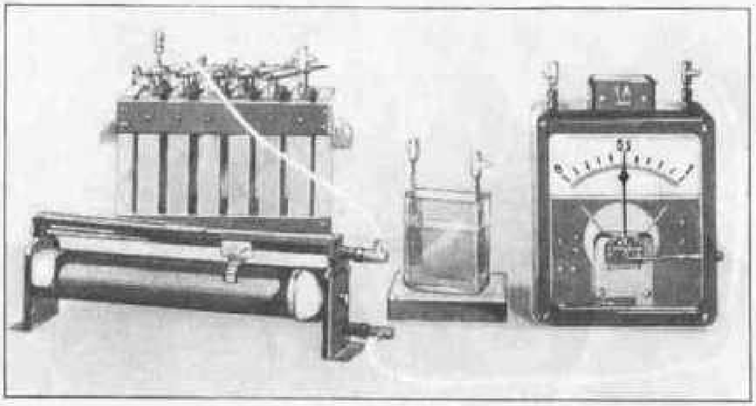
B 35/1 تھرموکپل کا درجۂ حرارت اور پیدا شدہ برقی دباؤ

پائیرومیٹر (The pyrometer) : تھرموکپل اور ملی وولٹ میٹر پر مشتمل مکمل آلہ پائیرومیٹر کہلاتا ہے۔ پائیرومیٹر سے سطح اور انسانی جسم کا درجۂ حرارت ناپا جا سکتا ہے۔ علاوہ ازیں اس سے مطلق صفر (273°C-) کے قریب کے ٹمپریچر بھی ناپے جا سکتے ہیں۔ یہ آلات لیبارٹری میں بہت صحیح پیمائشوں کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔

35/1 **سوالات :** (1) حرارت کو ناپنے کے کون سے مختلف طریقے آپ جانتے ہیں؟ (2) تھرمو الیکٹرک طریقہ سے حرارت کی پیمائش کن حالات میں تھرمامیٹر سے پیمائش سے بہتر ہے؟ (3) مزاحمتی تھرمامیٹر (باب 27) کے مقابلہ میں تھرموکپل سے پیمائش کے کیا فائدے ہیں؟ (4) پائیرومیٹر کب استعمال کیا جاتا ہے؟

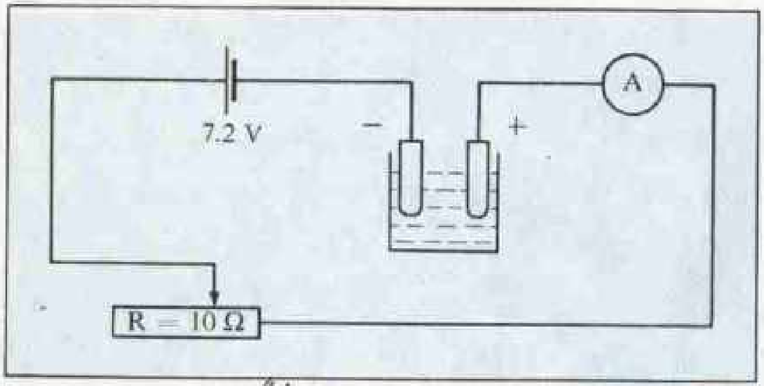
4 برقی رَو کا کیمیائی اثر
(The Chemical Effect of the Electric Current)

41 برق پاشیدگی (The electrolysis)



تجربہ E 41/I-IV : شیشے کے ایک صاف بیکر میں کشید شدہ پانی لے کر اُس میں کاربن کی دو پلیٹیں ڈبوئیں۔ اُن کو تغیر پذیر مزاحمت اور ایم میٹر کے ذریعے ایک بیٹری کے ساتھ جوڑ دیں۔

اس تجربہ میں 7.2 وولٹ استعمال کیے گئے ہیں اور مخصوص برقی رَو تغیر پذیر مزاحمت کے ذریعہ حاصل کی گئی ہے۔ تجربہ I شروع کرنے سے پہلے بیکر کو کشید شدہ پانی سے اچھی طرح صاف کر لیں تاکہ نتائج میں غلطی کا احتمال نہ رہے۔



E 41/I برق پاشیدگی

نمبر شمار	مائع	برقی دباؤ	برقی رَو	مائع میں تبدیلی
I	کشید شدہ پانی	7.2 وولٹ	0 ایمپیر	مائع میں کوئی تبدیلی نہیں آتی۔
II	کشید شدہ پانی میں گندھک کے تیزاب کے چند قطرے ملا کر تیار کردہ محلول	7.2 وولٹ	0.5 ایمپیر	کاربن کی پلیٹیں بلبلوں سے ڈھک جاتی ہیں مثبت پول سے لگی ہوئی پلیٹ پر بلبلے کم اور منفی پول سے لگی ہوئی پلیٹ پر زیادہ ہیں۔
III	نیلے تھوتھے (کاپر سلفیٹ) کا محلول۔	7.2 وولٹ	0.5 ایمپیر	منفی پول سے لگی ہوئی پلیٹ سرخی مائل ہو جاتی ہے جبکہ مثبت پول سے لگی ہوئی پلیٹ سیاہ ہی رہتی ہے۔ مائع کا رنگ ہلکا ہو جاتا ہے۔
IV	نمبر III کی طرح لیکن مثبت برقیرہ تانبے کا بنا ہوا ہے۔	7.2 وولٹ	0.5 ایمپیر	منفی برقیرہ سرخی مائل بھورے رنگ کا ہو جاتا ہے مثبت برقیرہ ہلکا سرخ ہو جاتا ہے جبکہ مائع نیلا ہی رہتا ہے۔

نتائج (Conclusions)

I : کشید شدہ پانی میں سے برقی رَو نہیں گزرتی اور نہ ہی مائع میں کوئی تبدیلی واقع ہوتی ہے۔

II : اگر پانی میں تیزاب ملا دیا جائے تو اس کا اندازِ کار بدل جاتا ہے۔ تیزاب ملے پانی میں سے برقی رَو گزر سکتی ہے اور مشاہدہ سے ظاہر ہے کہ پانی تحلیل ہو جاتا ہے۔ اگر پیدا شدہ گیس کے بلبلوں کو اکٹھا کیا جائے (جیسا کہ وولٹا میٹر میں کرتے ہیں) تو معلوم ہوگا کہ ہائیڈروجن منفی برقیرے پر اور آکسیجن مثبت برقیرے پر اکٹھی ہوتی ہے۔ منفی برقیرے پر زیادہ بلبلے پیدا ہونے کی وجہ یہی ہے کہ پانی میں ہائیڈروجن آکسیجن سے زیادہ ہوتی ہے۔ تحلیل شدہ گیسوں کی صحیح پیمائش سے یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ پانی میں ہائیڈروجن آکسیجن سے دُگنی مقدار میں ہوتی ہے۔ چنانچہ ہمیشہ ہائیڈروجن کے دو ایٹم آکسیجن کے ایک ایٹم کے ساتھ مل کر پانی بناتے ہیں۔ اس طرح پانی کا کیمیائی فارمولا H_2O حاصل ہوتا ہے۔

III : مشاہدہ سے ظاہر ہے کہ نیلے تھوتھے یا کاپر سلفیٹ کے محلول کی صورت میں منفی برقیرے پر سرخی مائل بھورے رنگ کی تہہ چڑھ جاتی ہے جبکہ مثبت برقیرے کا رنگ نہیں بدلتا۔ محلول جو کہ شروع میں گہرا نیلا تھا زرد ہونے لگتا ہے کیونکہ محلول میں سے تانبا نکلتا رہتا ہے۔

IV : اگر کاربن کی جگہ تانبے کی پلیٹ مثبت برقیرے کے طور پر استعمال کی جائے تو محلول کا رنگ نہیں بدلتا۔ تجربہ کافی دیر تک جاری رکھنے کے بعد اگر تانبے کی پلیٹ کا وزن کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ اس کا وزن کم ہو جاتا ہے۔ اِس طرح محلول سے جتنا تانبا نکلتا ہے پلیٹ پر سے اُتنا ہی تانبا محلول میں چلا جاتا ہے۔

تعریف (Definitions): میکائیل فیراڈے (1791 سے 1867 تک ایک انگریز ماہرِ طبیعیات) نے اس عمل کو برق پاشیدگی (electrolysis) کا نام دیا۔ محلول کو الیکٹرولائٹ (electrolyte) کہتے ہیں۔ مثبت پلیٹ کو مثبت برقیرہ یا اینوڈ (anode) اور منفی پلیٹ کو منفی برقیرہ یا کیتھوڈ (cathode) کہتے ہیں اور دونوں پلیٹوں کو برقیرے (electrodes) کہتے ہیں۔

برق پاشیدگی کا اصول (Principle of electrolysis) : الیکٹرولائٹ سے متعلّقہ تمام عمل مذکورہ بالا تجربہ ہی کی طرح ہوتے ہیں۔

قانون	برق پاشیدگی کے دوران ہائیڈروجن اور دھاتیں ہمیشہ منفی برقیرے کی طرف جاتی ہیں۔

الیکٹرون تھیوری سے ہمیں علم ہے کہ منفی پول پر ہمیشہ زیادہ الیکٹرون ہوتے ہیں جبکہ مثبت پول پر الیکٹرون کی کمی ہوتی ہے۔ الیکٹرولائٹ نمکیات، تیزابوں اور اساسوں کے محلول ہوتے ہیں۔ ان کی ایٹمی ساخت غیر متوازن ہوتی ہے یعنی یہ فوراً ایٹموں کے دو گروپوں میں تقسیم ہو جاتے ہیں۔ ایک گروپ میں الیکٹرون کی کمی ہوتی ہے اور دوسرے گروپ میں زیادہ الیکٹرون ہوتے ہیں۔

آئنز (Ions) : ایٹموں کا ایسا گروپ جس میں زیادہ الیکٹرون ہوں گے، الیکٹرون کی کمی کو پُورا کرنے کے لیے الیکٹرون میں کمی والے نقطہ یعنی مثبت برقیرے کی طرف جائیں گے۔ یونانی زبان میں اِس طرح حرکت کرنے والے کو آئن (ion) کہتے ہیں۔ اِس طرح جو آئن اینوڈ کی طرف جاتا ہے۔ اسے اینائن (anion) کہتے ہیں۔ ایٹم کے ایسے گروپ جن میں کم الیکٹرون ہوں کیتھوڈ کی طرف جاتے ہیں۔ انہیں کیٹائن (cation) کہتے ہیں۔

قانون	ہائیڈروجن اور دھاتیں ہمیشہ کیٹائن ہوتی ہیں۔

الیکٹرون کی کمی یا زیادتی متوازن ہونے کے بعد ایٹم کے گروپ برقی طور پر دوبارہ تعدیل ہوجاتے ہیں۔

کیتھوڈ پر اکٹھی ہونے والی دھات کی مقدار (Quantity of substance deposited) : یہ معلوم کرنے کے لیے کہ جمنے والی دھات کی مقدار کن چیزوں پر منحصر ہے تجربہ E 41/IV کو دُہرائیں۔

نتیجہ :

1 - برقی رَو زیادہ دیر تک گزرنے کی صورت میں کیتھوڈ پر جمنے والی تانبے کی تہہ موٹی ہوتی جائے گی۔

2 - اگر برقی رَو کی مقدار بڑھادی جائے تو کیتھوڈ پر تانبے کی زیادہ مقدار اکٹھی ہوگی۔ وزن کرکے اس مشاہدہ کی پڑتال کی جاتی ہے۔

قانون	برقیروں پر اکٹھے ہونیوالے میٹریل کی مقدار وقت اور برقی رَو کی مقدار کے متناسب ہوتی ہے (فیراڈے کا پہلا قانون)

اگر تانبے کی جگہ سکّہ (lead) کی پلیٹ استعمال کریں اور لیڈ ایسیٹیٹ (lead acetate) کو بطور الیکٹرولائٹ استعمال کریں تو تانبے والے تجربہ کا وقت اور برقی رَو رکھنے کے باوجود کیتھوڈ پر لیڈ کی زیادہ مقدار اکٹھی ہوگی۔ اس طرح یکساں وقت اور برقی رَو کی صورت میں مختلف میٹریل کی مختلف مقداریں برقیروں پر اکٹھی ہوں گی۔

کسی الیکٹرولائٹ سے 1 ایمپیر کی برقی رَو 1 گھنٹہ تک گزارنے سے میٹریل کی جو مقدار برقیروں پر اکٹھی ہو جائے گی وہ اس میٹریل کا برقیمیائی معادل (electro chemical equivalent) کہلاتا ہے۔

مندرجہ ذیل جدول میں کچھ میٹریل کے برقیمیائی معادل فی ایمپیر آور دیے گئے ہیں۔

ایلومینیم	0.34 گرام	تانبا	1.18 گرام	چاندی	4.02 گرام
لیڈ	3.86. گرام	نکل	1.09 گرام	ہائیڈروجن	0.037 گرام
کرومیم	0.65 گرام	مرکری (پارہ)	3.7 گرام	قلعی	2.19 گرام
سونا	2.45 گرام	آکسیجن	0.299 گرام	زنک	1.24 گرام

برق پاشیدگی کے دوران کسی میٹریل کے جمنے کی کل مقدار وقت، برقیمیائی معادل، وزن اور برقی رَو کے حاصل ضرب

اگر 'm' اکٹھے ہونے والے میٹریل کی کمیت گرام میں، 'z' برقیمیائی معادل گرام فی ایمپیئر آور میں، 'I' برقی رَو ایمپیئر میں اور 't' گھنٹوں میں ہو تو :

$$m = z \times I \times t$$

مثال : کاپر سلفیٹ کے الیکٹرولائٹ میں ناخالص تانبے کی ایک پلیٹ بطور اینوڈ لٹکائی گئی ہے کیتھوڈ سے لگی ہوئی تانبے کی پلیٹ پر خالص تانبے کی تہہ چڑھائی ہے۔ اگر کرنٹ 50 ایمپیئر ہو تو 6 گھنٹوں میں کیتھوڈ پر کتنے گرام کی تہہ چڑھے گی ؟

معلوم : $I = 50\ A$ $t = 6\ h$ (جدول دیکھیں) $z = 1.18\ g$

مطلوب : $m = ?$

حل : $m = z \times I \times t$

$= 1.18 \times 50 \times 6 = 354\ g$

جواب : تانبے کی 354 گرام کی تہہ چڑھ جائے گی۔

برقی ملمّع کاری (Electroplating) : گھٹیا دھاتوں پر اکثر اوقات کسی عمدہ دھات کی حفاظتی تہہ چڑھا دی جاتی ہے۔ برقی رَو سے کیے گئے اس عمل کو برقی ملمّع کاری کہتے ہیں۔ روزمرّہ استعمال ہونے والی اشیا پر نکل، تانبے یا کرومیم کی ملمّع کاری کی جاتی ہے۔ زیورات پر عموماً چاندی یا سونے کی ملمّع کاری کی جاتی ہے۔ جس چیز پر تہہ چڑھانی ہو اُسے اچھی طرح صاف کرنا چاہیے تاکہ اُس پر سے چکنائی وغیرہ دُور ہو جائے۔ الیکٹرولائٹ ایسا چنا جاتا ہے کہ اس میں ملمّع چڑھائی جانے والی دھات موجود ہوتی ہے۔ مثلاً تانبے کے لیے کاپر سلفیٹ جس چیز پر ملمّع کرنا ہو اُسے ہمیشہ کیتھوڈ بنایا جاتا ہے جس کا ملمّع کرنا ہوتا ہے اس چیز کا اینوڈ بنایا جاتا ہے۔ دیرپا ملمّع کاری کے لیے ہائی وولٹیج اور زیادہ قوت کی برقی رَو استعمال نہیں کی جاتی، ورنہ ملمّع کی تہہ موٹی ہو جاتی ہے جو کہ بعد میں کھنچ جاتی ہے۔

عام استعمال کی قیمتیں مندرجہ ذیل جدول میں درج ہیں:

دھات	سونا	چاندی	تانبا	نکل
برقی دباؤ (وولٹ)	4	0.5 سے 1.2	1.5 سے 2	3 سے 5
برقی رَو (ایمپیئر فی مکعب ڈیسی میٹر)	0.4	0.45	1	0.6

برقی پاشیدگی سے دھاتی چھپائی (Metallic prints through electrolysis)

برقی پاشیدگی کی مدد سے چیزوں کے دھاتی پرنٹ بھی بنائے جا سکتے ہیں۔ سکّے، پرنٹنگ بلاک اور مجسّمے گیلوانو پلاسٹک کی مدد سے بنائے جا سکتے ہیں۔ سب سے پہلے موم کا ڈھانچا بنایا جاتا ہے۔ اس کے بعد اس پر گریفائٹ چھڑک کر اسے موصل بنا دیا جاتا ہے۔ ڈھانچے کو کیتھوڈ پر لگا دیتے ہیں۔ اس طرح اس کی سطح پر دھات کی تہہ چڑھ جاتی ہے۔ تہہ کی موٹائی کو مرضی کے مطابق رکھا جا سکتا ہے۔ اس طرح کسی چیز کا مثبت پرنٹ بن جائے گا۔

ریکارڈوں کی تیاری (Manufacture of records) : ایلومینیم کی ایک پتلی سی پلیٹ پر وارنش کی نرم تہہ چڑھا دی جاتی ہے۔ آواز کی لکیریں لگانے کے لیے بجلی سے گرم ہونے والا ڈائمنڈ (diamond) استعمال کیا جاتا ہے۔ ڈائمنڈ کی مدد سے آواز کا ارتعاش وارنش کی سطح پر منتقل کر دی جاتی ہیں۔ اس پر چاندی کا محلول چھڑک کر اسے بجلی کا اچھا موصل بنا دیا جاتا ہے اور پھر برقی ملمع کاری سے اس پر نکل کی 1 ملی میٹر موٹی تہہ چڑھا دی جاتی ہے۔ اس طرح آواز کے ارتعاش کا شہ ریکارڈ (master record) جو کہ نیگیٹو پرنٹ ہوتا ہے بن جاتا ہے۔ نیگیٹو پرنٹ سے ریکارڈ بنا لیے جاتے ہیں۔

الیکٹرولائیٹک کاپر (Electrolytic copper) : برق پاشیدگی کی مدد سے انتہائی خالص دھاتیں حاصل کی جا سکتی ہیں۔ ناخالص دھات کا مثبت برقیرہ بنا دیا جاتا ہے اور خالص دھات منفی برقیرے پر جمع ہو جاتی ہے۔ مثلاً اس طرح بہت خالص تانبا، ایلومینیم اور لوہا وغیرہ حاصل کیے جا سکتے ہیں۔

برق پاشیدگی سے عمل تکسید (The electrolytic oxidation process) : ایلومینیم کی برقی تکسید کے لیے ایلومینیم کی بنی ہوئی چیز کو مثبت برقیرے پر لگا دیتے ہیں اور اسے ایک ایسے الیکٹرولائٹ میں ڈال دیتے ہیں جو آکسیجن خارج کرے۔ اس طرح برق پاشیدگی سے آکسیجن مثبت برقیرے پر جمع ہو کر ایلومینیم سے عمل کر کے ایلومینیم آکسائیڈ (Al_2O_3) بنا دے گی۔ آکسائیڈ کی یہ تہہ سخت اور جاذب ہوتی ہے اور اس پر رنگ بھی کیا جا سکتا ہے۔

برقی رَو کی اکائی (The unit of current) : برق پاشیدگی برقی رَو کی قانونی اکائی کی بنیاد ہے۔ برقی رَو کی اکائی کی تعریف کے لیے چاندی کا وولٹامیٹر استعمال کرتے ہیں (باب 221)۔

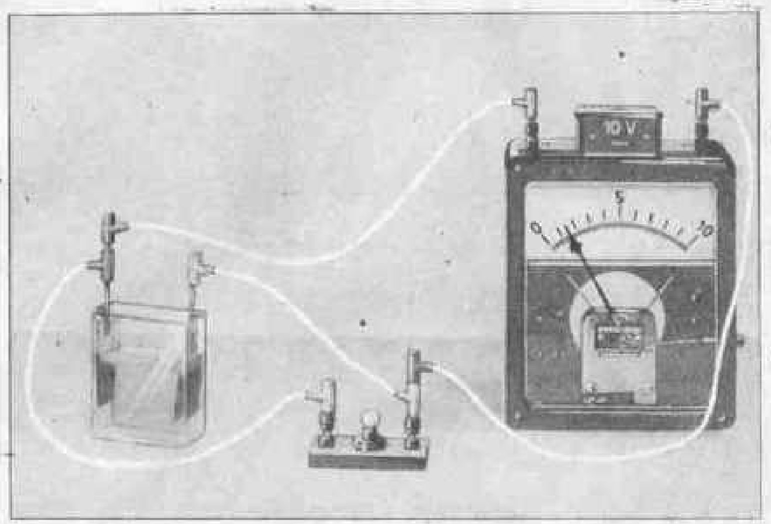
411 **سوالات** : (1) 12 × 17 سنٹی میٹر کی ایک پلیٹ پر دونوں طرف نکل کی ملمع کاری کرنا مقصود ہے۔ (ا) اگر جدول کے لحاظ سے مباح برقی رَو 0.6 ایمپیئر فی مربع ڈیسی میٹر ہو تو برقی رَو کی مقدار کیا ہوگی؟ (ب) اگر برقی رَو کو چار گھنٹے کے لیے گزارا جائے تو ملمع کا وزن کیا ہوگا؟ (ج) نکل کے ملمع کی موٹائی کیا ہوگی (نکل کی کثافتِ اضافی 8.7 ہے)؟ (2) چاندی کا ایک وولٹامیٹر 10 منٹ کے لیے سرکٹ میں لگایا گیا ہے۔ پیمائش سے پہلے پلاٹینم کی شیٹ کا وزن 300 ملی گرام تھا۔ پیمائش کے بعد اس کا وزن 307 ملی گرام ہو گیا۔ برقی رَو کی مقدار معلوم کریں۔ (3) 15,000 ایمپیئر کرنٹ استعمال کر کے روزانہ 8 گھنٹوں میں کتنی ایلومینیم حاصل کی جا سکتی ہے؟ (4) پانی کے گلاس کی مدد سے برقی رَو کی قطبیت کیسے معلوم کی جا سکتی ہے؟ (5) برق پاشیدگی اے سی کی مدد سے کی جا سکتی ہے یا کہ صرف ڈی سی سے؟ (6) کاپر سلفیٹ کے 10 گرام لے کر اسے پانی کے گلاس میں حل کریں حتیٰ کہ محلول کا رنگ گہرا نیلا ہو جائے۔ ایک سکّہ لے کر اس سے موم کا ڈھانچہ بنائیں۔ موم کے ڈھانچے پر گریفائٹ چھڑکیں (نرم پنسل کا باریک سکّہ گریفائٹ کی جگہ استعمال کیا جا سکتا ہے) تانبے کا ایک تار موم کے ڈھانچے میں اس طرح گاڑیں کہ وہ گریفائٹ کی تہہ کو چھونے لگے۔ اس تار کو 2 وولٹ کی بیٹری کے منفی پول کے ساتھ لگائیں۔ کاپر کی ایک شیٹ مثبت برقیرے کے طور پر استعمال کریں۔ برقیروں کو کاپر سلفیٹ کے محلول میں اس طرح ڈبو دیں کہ وہ ایک دوسرے سے تقریباً 2 سے 3 سنٹی میٹر کے فاصلہ پر رہیں۔ مشاہدہ کریں کہ برقیروں کو بیٹری کے ساتھ لگانے سے کیا ہوتا ہے؟ (7) 5 ایمپیئر کی برقی رَو سے 1/4 گھنٹہ میں ہائیڈروجن کے کتنے ملی گرام خارج ہوں گے؟ (8) کاپر سلفیٹ کے محلول سے آٹھ گھنٹوں میں 5 کلوگرام الگ کرنے کے لیے کتنی برقی رَو درکار ہوگی؟

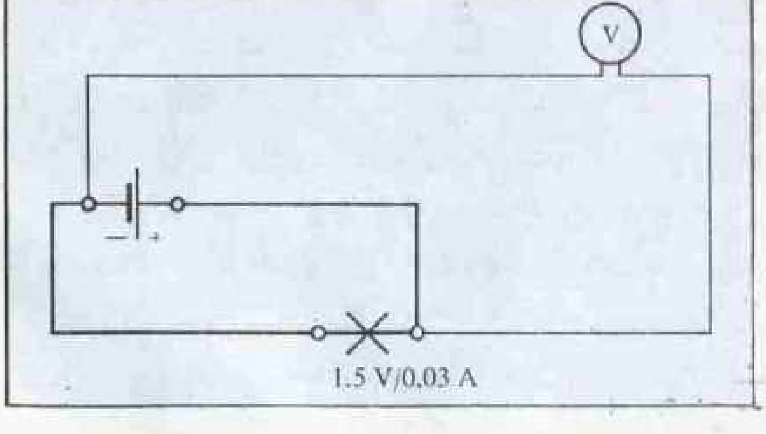
42 گیلوانی سیل (The galvanic cell)

421 سادہ بناوٹ (Basic construction)

تجربہ E 421/I : زنک کی ایک پلیٹ اور کاربن کی ایک پلیٹ امونیم کلورائیڈ کے محلول میں ڈبوئی گئی ہے۔ یہ محلول وزن کے لحاظ سے 100 حصے کشید شدہ پانی اور 10 حصے امونیم کلورائیڈ سے تیار کیا گیا ہے۔

نتیجہ :





1 : مادہ کی کیمیائی تبدیلی ہیئت سے برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے۔ اگر زیادہ مزاحمت والے وولٹ میٹر سے زنک کی پلیٹ اور کاربن کی پلیٹ کے درمیان وولٹیج کی پیمائش کی جائے تو اصل وولٹیج (E) 1.5 وولٹ ہوگا۔ وولٹ میٹر کے ٹرمینل بدلنے سے معلوم ہوگا کہ زنک پلیٹ منفی پول اور کاربن پلیٹ مثبت پول ہے۔

برقیمیائی عمل ایک دوطرفہ عمل ہے برق پاشیدگی کے دوران عمل تحلیل ہوتا ہے اور برقی دباؤ کی وجہ سے مادہ ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہو جاتا ہے۔ گیلوانی سیل کی صورت میں مادہ کی کیمیائی تبدیلی ہیئت کی وجہ سے برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے۔ کیمیائی تبدیلی ہیئت اس امر سے عیاں ہوتی ہے کہ زنک پلیٹ کی دھاتی چمک پھیکے بھورے رنگ میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ علاوہ ازیں کاربن پلیٹ پر بلبلے بھی اٹھتے ہیں۔

E 421/I سیل برقی دباؤ کے منبع کے طور پر

مشہور سائنس دان وولٹا (Volta) نے تجربات سے معلوم کیا کہ تمام دھاتوں کو الیکٹرولائٹ میں ڈالنے سے ان پر دوسری دھات کے لحاظ سے برقی دباؤ کی ایک خاص مقدار پیدا ہوتی ہے۔ وولٹا نے ہلکے گندھک کے تیزاب کو الیکٹرولائٹ کے طور پر استعمال کیا۔ اس نے مختلف دھاتوں کو استعمال کر کے ان پر پیدا شدہ برقی دباؤ کی مقدار معلوم کی اور انہیں مقدار اور قطبیت کے مطابق ترتیب دیا۔ اس طرح اُس نے برقی دباؤ کو سلسلہ وار مرتب کیا۔ بعد ازاں اس سلسلہ کو مزید بڑھایا گیا۔

برقیمیائی برقی دباؤ کی سلسلہ وار ترتیب (Electrochemical voltage series) : مندرجہ ذیل جدول میں دیے گئے مٹیریل پر سٹینڈرڈ ہائیڈروجن برقیرے کے مقابلہ میں پیداشدہ برقی دباؤ کو مرتب کیا گیا ہے :

لیتھیم	(lithium)	(–) 2.96 وولٹ	نکل	(nickle)	(–) 0.25 وولٹ
پوٹاشیم	(potassium)	(–) 2.92 وولٹ	قلعی	(tin)	(–) 0.14 وولٹ
سوڈیم	(sodium)	(–) 2.71 وولٹ	سکہ	(lead)	(–) 0.13 وولٹ
میگنیشیم	(magnesium)	(–) 1.87 وولٹ	ہائیڈروجن	(hydrogen)	(∓) 0 وولٹ
ایلومینیم	(aluminium)	(–) 1.28 وولٹ	تانبا	(copper)	(+) 0.35 وولٹ
مینگانیز	(manganese)	(–) 1.07 وولٹ	کاربن	(carbon)	(+) 0.73 وولٹ
زنک	(zinc)	(–) 0.76 وولٹ	پارہ	(mercury)	(+) 0.775 وولٹ
کرومیم	(chromium)	(–) 0.56 وولٹ	چاندی	(silver)	(+) 0.8 وولٹ
لوہا	(iron)	(–) 0.44 وولٹ	پلاٹینم	(platinum)	(+) 0.86 وولٹ
کیڈمیم	(cadmium)	(–) 0.40 وولٹ	مینگانیز ڈائی آکسائیڈ	(manganese dioxide)	(+) 0.9 وولٹ
کوبالٹ	(cobalt)	(–) 0.29 وولٹ	سونا	(gold)	(+) 1.38 وولٹ

سیل کے لیے موزوں مٹیریل (Material suitable for the cell) : تجربہ سے ظاہر ہے کہ اساسی برقیرے (زنک) کو نسبتاً زیادہ نقصان پہنچتا ہے اور یہ محلول میں حل ہو جاتا ہے۔ اس کے ساتھ ساتھ کیمیائی تبدیلی ہیئت کی وجہ سے سودمند برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے۔ مثلاً لیتھیم اور سونے کے برقیروں کی صورت میں پیداشدہ برقی دباؤ '1.38 + 2.96' یعنی 4.34 وولٹ ہوتا ہے۔ زنک سے اوپر درج کیے گئے ارزاں مٹیریل بہت جلد حل ہو جاتے ہیں جبکہ سونا بہت مہنگا ہوتا ہے۔ اس لیے زنک اور مینگانیز ڈائی آکسائیڈ کو استعمال کیا جاتا ہے۔ اس صورت میں پیداشدہ برقی دباؤ '0.76 + 0.9' وولٹ یعنی 1.66 وولٹ ہوتا ہے۔

ٹرمینل پر دستیاب برقی دباؤ معلوم کرنا (Calculation of the available terminal voltage) : اگر سیل کے ساتھ ایک بلب لگایا جائے تو وولٹ میٹر پر 1.4 وولٹ کا برقی دباؤ ظاہر ہوگا۔ اس طرح ٹرمینل پر دستیاب برقی دباؤ 'V'، اصلی دباؤ 'E' اور وولٹیج کے اندرونی ضیاع 'V_{ll}' کے فرق کے برابر ہوتا ہے۔ باب 264 کے مطابق '$V = E - IR_i$'

عمل تقطیب یا پولارائی زیشن (The polarisation) : اگر برقی سیل کو کچھ دیر زیر استعمال رکھیں تو اس کا برقی دباؤ بہت کم ہو جاتا ہے۔ ہائیڈروجن کے بہت سے ننھے بلبلے کاربن پلیٹ کے اینوڈ پر جمع ہو جاتے ہیں۔ ہائیڈروجن کے یہ ننھے بلبلے سیل کے اندر الیکٹرولائٹ کی تحلیل سے پیدا ہوتے ہیں اور کاربن پلیٹ کی سطح کو پوری طرح ڈھانپ لیتے ہیں۔ اس طرح سے پیداشدہ ہائیڈروجن اور کاربن کے برقیرے کا ایک سیل بن جاتا ہے جس کا برقی دباؤ مخالف سمت میں ہوتا ہے۔

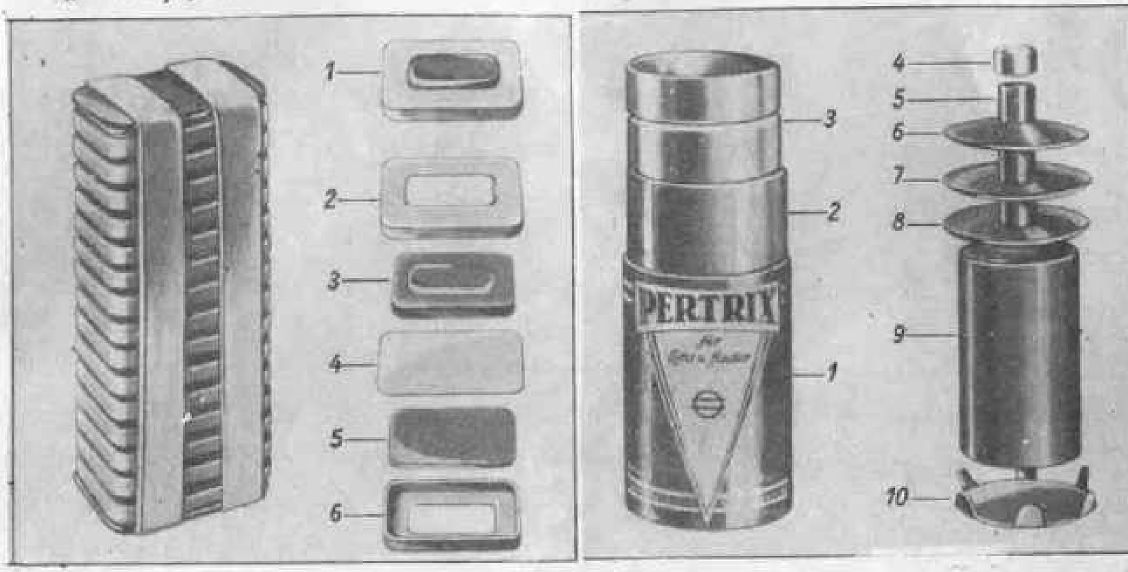
مخالف سمت میں عمل کرنے والے اس برقی دباؤ کی وجہ سے سیل کا اصل برقی دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ اگر کاربن پلیٹ کو باہر نکال کر ہائیڈروجن کے بلبلے صاف کر کے دوبارہ الیکٹرولائیٹ میں ڈال دیں تو کافی مقدار میں برقی رو دوبارہ بہنی شروع ہو جائے گی۔ حتیٰ کہ ہائیڈروجن کے بلبلے پلیٹ کو دوبارہ ڈھانپ لیں گے۔ الیکٹرولائیٹک تحلیل کی وجہ سے دافع عمل سیل بن جانے کے عمل کو تقطیب یا پولارائی زیشن کہتے ہیں - دیرپا سیل بنانے کے لیے اِس عمل کا سدِباب ضروری ہے۔ اس مقصد کے لیے ہائیڈروجن کو آکسیجن مہیا کر دی جاتی ہے تاکہ ہائیڈروجن اس کے ساتھ عمل کر کے پانی بنا دے۔

ازالۂ تقطیب یا ڈی پولارائی زیشن (The depolarisation) : ایسے اجزاء جو تقطیب کو ختم کرنے کے لیے آکسیجن مہیا کرتے ہیں، ڈی پولارائیزر کہلاتے ہیں۔ مینگانیز ڈائی آکسائیڈ اور فعال کوئلہ دو ایسے ہی اجزا ہیں۔ ڈی پولارائیزر کو مثبت برقیرے (اس صورت میں کاربن پلیٹ) کے ساتھ لگاتے ہیں کیونکہ ہائیڈروجن کے بلبلے مثبت برقیرے پر اکٹھے ہوتے ہیں۔

422 خشک سیل (The dry cell)

ریڈیو اور مواصلاتی انجنیئرنگ میں گول یا چپٹے خشک سیل VDE 0807 کے مطابق استعمال ہوتے ہیں۔

گول سیل (Round cells) میں زنک کا ایک خول ہوتا ہے جو کہ منفی پول کے علاوہ سیل کے بقیہ حصّوں یعنی الیکٹرولائٹ اور مثبت پول کے لیے برتن کا کام بھی دیتا ہے۔ امونیم کلورائیڈ، زنک کلورائیڈ یا میگنیشیم کلورائیڈ کو الیکٹرولائیٹ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ الیکٹرولائٹ کو ٹپکنے سے روکنے کے لیے اس میں آٹا یا نشاستہ ملا کر سخت کر دیا جاتا ہے۔ اس آمیزہ کے درمیان کاربن کی سلاخ رکھی ہوتی ہے جو مثبت پول کا کام دیتی ہے۔ کاربن کی سلاخ پر مینگانیز ڈائی آکسائیڈ بطور ڈی پولا رائیزر لگا دیا جاتا ہے۔ سیل میں نفط دار (bitumen) آمیزہ بھر کے اچھی طرح بند کر دیا جاتا ہے۔



I423/I

(ا) مونو سیل کی ساخت

1 - لیبل۔
2 - دفتی کا خول۔
3 - زنک کا بیکر (ڈسچارج ہونے والا برقیرہ)۔
4 - پیتل کی ٹوپی۔
5 - کاربن کا برقیرہ۔
6 - پلاسٹک کا ڈھکنا۔
7 - نفط دار ڈھکنا۔
8 - مرکزائی پلیٹ۔
9 - ڈی پولارائیزر
10 - نچلی پلیٹ

(ب) مائیکروڈائن سیل کی ساخت

1 - چپٹا سیل
2 - پلاسٹک کا سوراخ دار ڈھکنا۔
3 - ڈی پولارائیزر کی ٹکیا
4 - الیکٹرولائٹ میں ڈبویا گیا کاغذ۔
5 - زنک کی پلیٹ پر لپٹا ہوا پلاسٹک کا موصل ورق۔
6 - پلاسٹک کا سوراخ دار خول۔

نوٹ: "مائیکروڈائن" "پیرٹکس۔ فرانکفرٹ (مغربی جرمنی) کی فرم کا ٹریڈ مارک ہے۔

چپٹا سیل (Plate cell) اوپر نیچے رکھے ہوئے برقیروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ زنک کا برقیرہ ایک مستطیل نما چپٹی پلیٹ کی طرح ہوتا ہے جو ایک طرف سے الیکٹرولائیٹ میں ڈبوئے گئے جاذب کاغذ سے ڈھکا ہوتا ہے۔ ڈی پولارائیز کرنے والے مادے کو دبا کر برقیرے کے سائز کی ٹکیہ بنا دی جاتی ہے اور اسے زنک کے برقیرے کی کاغذ والی طرف رکھا جاتا ہے۔ برقیرے کے دوسری طرف پلاسٹک کا موصل ورق لگا ہوتا ہے۔ یہ ورق سیلوں کو کیمیائی طور پر ایک دوسرے سے الگ رکھتا ہے تاکہ اوپر نیچے پڑی ہوئی دو تہوں کے درمیان ایک نیا سیل نہ بننے پائے۔ سیل کو پلاسٹک کے ڈھکنے میں رکھ دیا جاتا ہے۔ پلاسٹک کے ڈھکنے میں ایک سوراخ ہوتا ہے تاکہ تمام سیلوں کا آپس میں رابطہ رہے۔ چپٹے سیلوں کو ایک دوسرے پر رکھنے سے ٹانکہ لگائے بغیر بیٹری بن جاتی ہے۔ مختلف گروپوں کو آپس میں ٹانکہ لگا کر جوڑنے سے زیادہ وولٹیج حاصل کیے جا سکتے ہیں۔

ہَوا سے ڈی پولارائیزر کیے گئے سیل (Air depolarised cell) میں مینگانیز۔ ڈائی آکسائیڈ کی جگہ فعال کاربن ڈی پولارائیزر کے طور پر استعمال ہوتی ہے۔ فعال کاربن ہَوا سے آکسیجن لے کر اُسے ہائیڈروجن سے ملا دیتی ہے۔ ان سیلوں کا اصل وولٹیج (E) 1.5 وولٹ ہوتا ہے۔ البتہ لوڈ ڈالنے پر ان کا ٹرمینل وولٹیج 'V' کم ہو کر 1.2 وولٹ ہو جاتا ہے۔ اس کے برعکس یکساں لوڈ پر ان کی گنجائش 'C' (capacity) اسی سائز کے مینگانیز ڈائی آکسائیڈ کے سیل سے زیادہ ہوتی ہے۔ گنجائش 'C' کرنٹ 'I' اور وقت 't' کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔ اس کی اکائی ایمپیر آور 'Ah' ہے۔ ان سیلوں کا وزن بھی کم ہوتا ہے کیونکہ کام کے دوران میں آکسیجن کی ضرورت ہوتی ہے اس لیے اسے مضبوطی سے بند نہیں کیا جا سکتا۔ اس وجہ سے یہ سیل جلد خشک ہو جاتے ہیں۔

423 سیلوں کو آپس میں جوڑنا (Connection of cells)

ہم سلسلہ یا سیریز سرکٹ (Series circuit): خشک سیل ٹارچ لائٹ بیٹری کے علاوہ ریڈیو انجینیرنگ کے آلات میں بھی استعمال کیے جاتے ہیں۔ چونکہ عام طور پر 1.5 وولٹ کا برقی دباؤ کافی نہیں ہوتا اس لیے سیلوں کو ہم سلسلہ ترتیب میں لگانا پڑتا ہے۔

اگر 'n' سیلوں کو ہم سلسلہ ترتیب میں لگائیں تو وولٹیج 'V'، 'n' اور اصل وولٹیج 'E' کے حاصل ضرب کے برابر ہوگی (یعنی V=n × E) کلیہ اوم کی رُو سے سرکٹ کی کرنٹ 'I' معلوم کی جا سکتی ہے۔

$$I = \frac{n \times E}{R_e + n \times R_i}$$

کیونکہ تمام سیلوں کی اندرونی مزاحمتیں ($n \times R_i$) بیرونی مزاحمت R_e کے ساتھ ہم سلسلہ ترتیب میں آ جائیں گی۔ اور کل مزاحمت 'R' بیرونی مزاحمت 'R_e' اور تمام سیلوں کی مجموعی اندرونی مزاحمت کے مجموعہ کے برابر ہوگی ($R = R_e + n \times R_i$)

مثال 1: 1.5 وولٹ کے سیلوں سے 90 وولٹ کی بیٹری بنانی مقصود ہے۔ بیرونی مزاحمت 2,000 اوم کے برابر ہے جبکہ ہر سیل کی اندرونی مزاحمت 0.2 اوم ہے۔

(ا) کتنے سیل ہم سلسلہ ترتیب میں جوڑے جائیں گے؟

(ب) سرکٹ میں کتنی برقی رَو گزرے گی؟

معلوم : $E = 1.5\ V$ $\quad V = 90\ V$

$R_e = 2{,}000\ \Omega$ $\quad R_i = 0.2\ \Omega$

مطلوب : $n = ?$ $\quad I\ ?$

حل : (ا) $V = n \times E$

مذکورہ بالا فارمولا کو 'n' کے لحاظ سے لکھنے سے

$$n = \frac{V}{E} = \frac{90}{1.5} = 60$$

جواب : (ا) 60 سیلوں کو سلسلہ وار ترتیب میں لگانا پڑے گا۔

(ب)

$$I = \frac{n \times E}{R_e + n \times R_i}$$

$$= \frac{90}{2000 + 60 \times 0.2} = \frac{90}{2000 + 12}$$

$$= 0.0448\ A$$

جواب : (ب) سرکٹ میں سے 44.8 ملی ایمپیر برقی رَو گزرے گی۔

متوازی یا پیرل سرکٹ (Parallel circuit) : اگر کسی اکیلے سیل پر بہت زیادہ لوڈ ڈال دیا جائے تو برقی رَو کی مقدار زیادہ ہونے کی وجہ سے اس کی گنجائش (Ah) تیزی سے کم ہوجاتی ہے۔ اس صورت میں سیلوں کو متوازی ترتیب میں لگانا زیادہ سُود مند ہوتا ہے۔ متوازی ترتیب میں برقی دباؤ 'V' سیل کے اصلی برقی دباؤ 'E' کے برابر ہوگا۔

$$\therefore V = E$$

مجموعی اندرونی مزاحمت 'Ri' ، $\frac{R_i}{m}$ کے برابر ہوگی جبکہ 'm' متوازی ترتیب میں لگائے گئے سیلوں کی تعداد ہے۔ (دیکھیں باب 282 ، نوٹ نمبر 6)۔ مجموعی دستیاب برقی رَو

$$I = \frac{E}{R_e + \frac{R_i}{m}}$$

مثال 2 : 1.5 وولٹ کے دو سیل متوازی ترتیب میں لگا کر کتنی برقی رَو حاصل کی جاسکتی ہے۔ ہر سیل کی اندرونی مزاحمت 'Ri' 0.2 اوم ہے اور بیرونی مزاحمت 'Re' 1.15 اوم ہے۔

معلوم : $E = 1.5\,V \quad R_i = 0.2\,\Omega$

$R_e = 1.15\,\Omega \quad m = 2$

مطلوب : $I = ?$

حل :

$$I = \frac{E}{R_e + R_i/m}$$

$$= \frac{1.5}{1.15 + \frac{0.2}{2}} = \frac{1.5}{1.25} = 1.2\,A$$

جواب : 1.2 ایمپیر برقی رَو حاصل کی جاسکتی ہے۔

سلسلہ وار اور متوازی ترتیب کا اجتماع (Parallel - series combination) : اگر زیادہ برقی رَو کے ساتھ ساتھ زیادہ برقی دباؤ کی ضرورت بھی ہو تو سلسلہ وار اور متوازی ترتیب کو ملا کر استعمال کرتے ہیں۔ اس صورت میں اگر 'n' ہم سلسلہ جوڑے گئے سیلوں کی تعداد ہو تو حاصل شدہ کل برقی دباؤ اصل برقی دباؤ 'E' کا 'n' گنا ہوگا:

$$V = n\,E$$

چونکہ 'n' سیل سلسلہ وار ترتیب میں لگائے گئے ہیں اس لیے اِس ترتیب کی مجموعی مزاحمت 'R' ، 'n' اور ہر سیل کی اندرونی مزاحمت 'Ri' کے حاصل ضرب کے برابر ہوگی (یعنی $R = n \times R_i$) ، 'n' سیل کی سلسلہ وار ترتیبوں کو متوازی ترتیب میں لگا دیا گیا ہے۔ اگر متوازی ترتیب میں لگائی گئی سلسلہ وار ترتیبوں کی تعداد 'm' ہو تو مجموعی مزاحمت :

$$R_t = \frac{R}{m} = \frac{n\,R_i}{m}$$

اگر سلسلہ وار متوازی ترتیب کی مجموعی اندرونی مزاحمت 'Rt' کو مدِنظر رکھیں تو سرکٹ کی برقی رَو :

$$I = \frac{n.E}{R_e + \frac{n\,R_i}{m}}$$

مثال 3 : چار ہم سلسلہ سرکٹ آپس میں متوازی ترتیب میں جوڑے گئے ہیں۔ ہر ہم سلسلہ سرکٹ میں 6 سیل ہیں۔ ہر سیل کا اصل برقی دباؤ (E) 1.5 وولٹ اور اندرونی مزاحمت (R_i) 0.2 اوم ہے۔ انہیں 2.7 اوم کی بیرونی مزاحمت (R_e) کے ساتھ جوڑا گیا ہے۔ اِس سرکٹ سے کتنی برقی رَو حاصل ہوگی ؟

معلوم : $m = 4\ ;\ n = 6\ ;\ E = 1.5V$

$R_i = 0.2\,\Omega\ ;\ R_e = 2.7\,\Omega$

مطلوب : $I = ?$

حل :

$$I = \frac{n \times E}{R_e + \frac{n \times R_i}{m}}$$

$$= \frac{6 \times 1.5}{2.7 + \frac{6 \times 0.2}{4}} = \frac{9}{3} = 3\text{ A}$$

جواب : بیرونی مزاحمت میں سے 3 ایمپیر کرنٹ گزرتی ہے۔

424 برقیمیائی زنگ آلودگی (Electrochemical corrosion)

اگر دو ایسے میٹریل جوکہ برقی دباؤ کی سلسلہ وار ترتیب (صفحہ 97) میں ایک دوسرے سے زیادہ فاصلہ پر ہوں کو آپس میں کسی الیکٹرولائٹ سے ملا دیا جائے تو اساسی مادہ تحلیل ہو جاتا ہے۔ ہَوا کی رطوبت، بارش، زمین اور سمندر کا پانی جس میں مختلف نمکیات حل ہوئی ہوتی ہیں الیکٹرولائٹ کے طور پر عمل کرسکتے ہیں۔ اس طرح اگر تانبے اور ایلومینیم کو نمی سے محفوظ کیے بغیر آپس میں جوڑ دیا جائے تو ایلومینیم تحلیل ہو جائے گی۔ اِسی طرح فولاد میں پیتل کا پیچ فولاد میں زنگ شروع کر دیتا ہے۔ دو میٹریل جوڑتے وقت اِس بات کو ذہن نشین رکھنا چاہیے کہ وہ الیکٹرولائٹ گروپ میں ایک دوسرے سے زیادہ دُور نہ ہوں تاکہ برقیمیائی زنگ آلودگی کا خدشہ نہ رہے۔

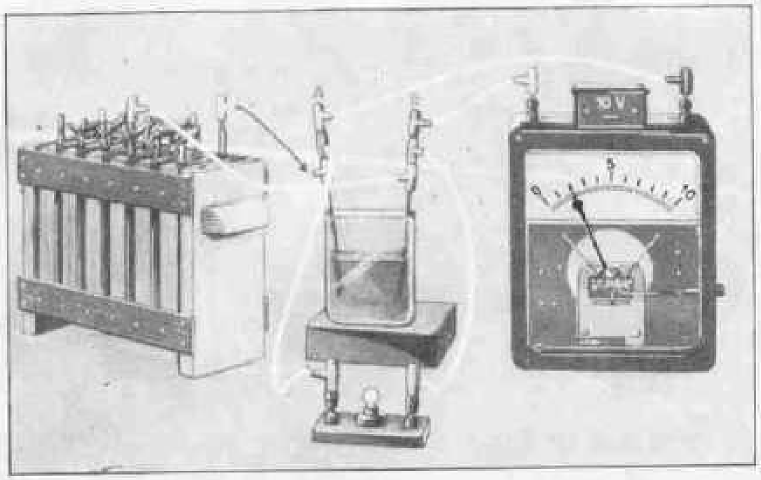
425 **سوالات :** (1) اگر تانبے اور ایلومینیم کے کنڈکٹر کو ایک ہی ٹرمینل پر لگا کر مرطوب ہَوا میں رکھ دیں تو کیا ہوگا؟ (برقیمیائی دوولٹیج کے سلسلہ کو مدِنظر رکھیں)۔ (2) مذکورہ بالا نقص کس طرح دُور کیا جاسکتا ہے؟ (3) ایک ناقابلِ مرمت ٹارچ کے تمام حصّوں کو الگ الگ کریں اور اس کی ساخت بیان کریں۔ (4) ہَوا سے ڈی پولارائیز کیے گئے سیل کے فوائد اور نقصانات بیان کریں۔ (5) مینگانیز ڈائی آکسائیڈ اور فعال کاربن سیل میں کیا کام کرتا ہے؟ (6) ایک برقی گھنٹی کی مزاحمت 30 اوم ہے۔ اسے سلسلہ وار ترتیب میں لگائے ہوئے تین سیلوں سے بجلی مہیا کی جاتی ہے۔ ہر سیل کا اصل برقی دباؤ (E) 1.5 وولٹ اور اندرونی مزاحمت 0.3 اوم ہے۔ برقی گھنٹی میں سے کتنی برقی رَو گزرے گی؟ (7) 1.5 وولٹ کے چھ سیل متوازی ترتیب میں جوڑے گئے ہیں۔ ہر سیل کی اندرونی مزاحمت 0.3 اوم ہے۔ یہ سیل تانبے کے 35 میٹر لمبے (ایک لمبائی) اور 0.8 ملی میٹر قطر کے تار کے ذریعہ ایک 20 اوم کی برقی گھنٹی کو بجلی سپلائی کرتے ہیں۔ ٹرمینل وولٹیج اور برقی رَو کی مقدار معلوم کریں۔ (8) تین ہم سلسلہ سرکٹ آپس میں متوازی ترتیب میں جوڑے گئے ہیں۔ ہر سلسلہ وار سرکٹ میں تین سیل ہیں۔ ہر ایک کی اندرونی مزاحمت (R_i) 0.4 اوم اور اصل برقی دباؤ (E) 1.2 وولٹ ہے۔ یہ سیل تانبے کے 12 میٹر لمبے (ایک لمبائی) اور 0.6 ملی میٹر قطر کے تار کے ذریعہ 18 اوم کی مزاحمت والے اناؤنسنگ بورڈ کو بجلی سپلائی کرتے ہیں۔ اس ترتیب کا ٹرمینل وولٹیج اور کرنٹ معلوم کریں۔ (9) ایک استعمال شدہ ٹارچ کے سیل کو دوبارہ قابلِ استعمال بنانے کی کوشش کریں۔ اس مقصد کے لیے مینگانیز ڈائی آکسائیڈ، گریفائٹ اور امونیم کلورائیڈ کی سپرٹ استعمال کریں۔ زنک کے خول کو صاف کریں۔ مینگانیز ڈائی آکسائیڈ اور گریفائٹ کو 3 اور 1 کی نسبت سے ملائیں۔ ان میں الیکٹرولائٹ ملا کر تمام حصّوں کو اکٹھا جوڑیں۔

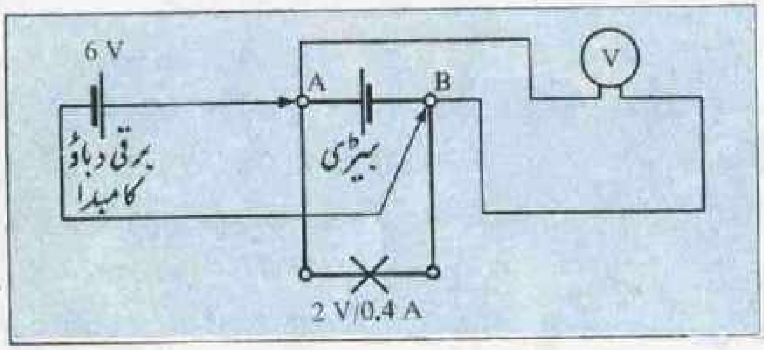
43 سٹوریج بیٹری (The storage battery or accumulator)

431 لیڈ پلیٹ بیٹری (The lead plate battery)

تجربہ : لیڈ کی دو پلیٹیں ہلکے گندھک کے تیزاب میں ڈالیں۔ اِن پلیٹوں کے ساتھ ایک بلب لگائیں۔ بلب روشن نہیں ہوتا۔ کیونکہ برقی دباؤ پیدا نہیں ہوتا اور نہ ہی برقی رَو بہتی ہے۔

اب بلب کو اُتار لیں اور 4 وولٹ کی ایک سٹوریج بیٹری کے ٹرمینل 'A' اور 'B' پر لگائیں جن کے ساتھ لیڈ کی پلیٹیں لگی ہوئی ہیں۔





E 431/1 سٹوریج بیٹری

نتیجہ

1 - پلیٹوں پر سے بلبلے اٹھتے ہیں۔

2 - مثبت پول سے ملائی ہوئی پلیٹ براؤن رنگ کی ہو جاتی ہے۔

3 - سٹوریج بیٹری کو اُتار کر بلب کو دوبارہ لگانے سے بلب روشن ہو جاتا ہے اور وولٹ میٹر 2 وولٹ کا برقی دباؤ ظاہر کرتا ہے۔

کیمیائی تبدیلی (Chemical transformation): مثبت پلیٹ کے رنگ کا بدلنا اور بلبلوں کا اُٹھنا یہ ظاہر کرتا ہے کہ برقی رَو کی وجہ سے الیکٹرولائیٹ میں کیمیائی تبدیلی آ جاتی ہے۔ سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4) یعنی گندھک کا تیزاب ہائیڈروجن (H) اور سلفیٹ (SO_4) آئن میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ ہائیڈروجن آئن منفی برقیرے پر پہنچ کر لیڈ سلفیٹ ($PbSO_4$) کے سلفیٹ آئن سے عمل کر کے سلفیورک ایسڈ بناتا ہے۔ نتیجہ کے طور پر منفی برقیرہ لیڈ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ سلفیٹ (SO_4) آئن مثبت برقیرے کی طرف چلے جاتے ہیں۔ وہاں پر تحلیل شدہ پانی ($2H_2O=2H_2+2O$) کی ہائیڈروجن ($2H_2$) سے مل کر سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4) بناتی ہیں۔ بقیہ آکسیجن ($2O$) مثبت برقیرے کے لیڈ (Pb) کے ساتھ مل کر لیڈ ڈائی آکسائیڈ (PbO_2) بنا دیتی ہے۔ چونکہ اس عمل کے دوران پانی تحلیل ہو جاتا ہے، اس لیے تیزاب کی کثافت زیادہ ہو جاتی ہے۔ برقی توانائی کیمیائی عمل میں صرف ہو جاتی ہے اور اس کا کچھ حصہ الٹے کیمیائی عمل سے دوبارہ حاصل کیا جا سکتا ہے۔

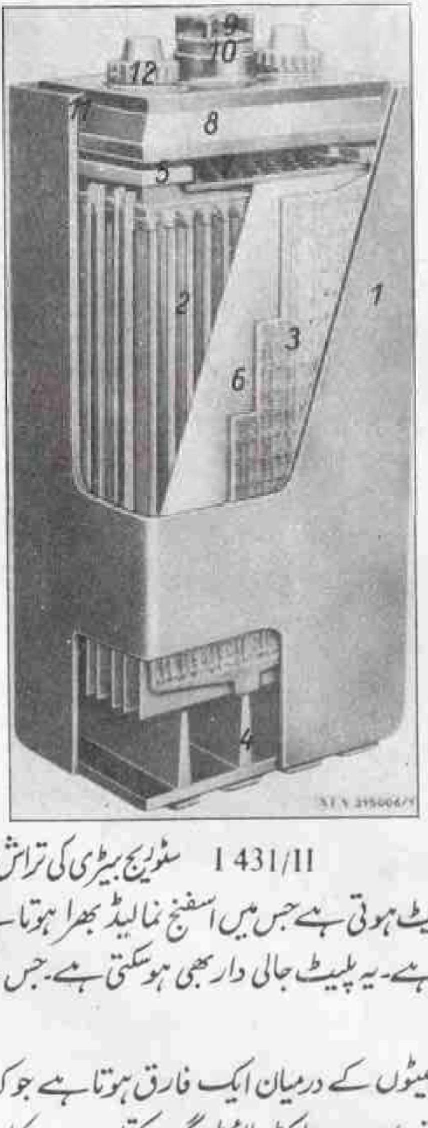
برقی توانائی کا ذخیرہ (Storage of electrical energy) : مذکورہ کیمیائی عمل کو چارجنگ (charging) کہتے ہیں۔ اگر چارجنگ کے بعد بیرونی سرکٹ میں بلب لگایا جائے تو سیل سے برقی رَو حاصل کی جاسکتی ہے۔ کچھ عرصہ استعمال کے بعد سیل ڈسچارج (discharge) ہو جاتا ہے۔ سیل کو چارج کرکے دوبارہ قابلِ استعمال بنایا جاسکتا ہے۔ اس طرح برقی توانائی کا کیمیائی توانائی کی صورت میں ذخیرہ کیا جاسکتا ہے اور ڈسچارج ہونے تک اسے بوقتِ ضرورت استعمال کرسکتے ہیں۔ اس سیل کو سٹوریج بیٹری یا ایکومولیٹر کہتے ہیں۔

سٹوریج بیٹری کی عملی ساخت (Practical construction of storage battery): ایک آبنوس شیشے یا پلاسٹک کے خول میں ہر سیل کے لیے مثبت اور منفی پلیٹوں کے دو علیٰحدہ علیٰحدہ گروپ اس طرح لگے ہوتے ہیں کہ ہر مثبت پلیٹ کے بعد منفی پلیٹ آتی ہے۔ بیرونی پلیٹیں منفی ہوتی ہیں۔

مثبت پلیٹ چوڑی سطح والی جالی دار یا ٹیوب نما پلیٹ ہوتی ہے۔

پلیٹ میں اُبھار یا ڈاٹ ڈال کر اس کا رقبہ 9 گُنا تک بڑھا دیا جاتا ہے۔ پلیٹ کی سطح کا سائز بڑھانے سے حاصل کرنٹ کی مقدار بڑھائی جاسکتی ہے۔ پلیٹ کا فعال حصہ نرم لیڈ کا بنا ہوتا ہے جس پر برقیمیائی عمل سے تیار کردہ لیڈ ڈائی آکسائیڈ (PbO_2) لگا ہوتا ہے۔

1 - آبنوس کا خول
2 - مثبت پلیٹ
3 - منفی پلیٹ
4 - آبنوس کا آر پار ٹکڑا
5 - پول کا ربط
6 - فارق
7 - ڈھکنے والی شیٹ
8 - ڈھکنا
9 - پیچ دار پلگ
10 - گیس کٹ
11 - سیل کرنے والا مرکب
12 - پول کا نٹ



I 431/II سٹوریج بیٹری کی تراش

منفی پلیٹ : سخت لیڈ کی ڈبہ نما پلیٹ ہوتی ہے جس میں اسفنج نما لیڈ بھرا ہوتا ہے اور دونوں طرف سے لیڈ کی باریک جالی دار شیٹ سے ڈھکی ہوتی ہے۔ یہ پلیٹ جالی دار بھی ہوسکتی ہے۔ جس کے سوراخوں میں فعال مادہ بھرا ہوتا ہے۔

فارق (The separator) : دو پلیٹوں کے درمیان ایک فارق ہوتا ہے جو کہ پلیٹوں کو مناسب طور پر ایک دوسرے سے الگ رکھتا ہے۔ فارق میں سے الیکٹرولائٹ گزر سکتا ہے۔ یہ لکڑی، پلاسٹک یا آبنوس کی شیٹ کا بنا ہوتا ہے۔ مؤخرالذکر دونوں اکثر جالی دار یا جھری دار ہوتی ہیں۔

پلیٹوں کے گروپوں کو خول میں لٹکا دیا جاتا ہے یا خول کی تہہ میں رکھی ہوئی آبنوس کی آر پار سلاخوں پر رکھ دیتے ہیں۔ اس طرح خول کی تہہ اور پلیٹوں کے درمیان جگہ بچ جاتی ہے جس کی وجہ سے تہہ میں بیٹھنے والی کچھ پلیٹوں کو آپس میں نہیں

ملا سکتی۔ لہٰذا شارٹ سرکٹ کا اندیشہ نہیں رہتا۔

گندھک کا تیزاب الیکٹرولائٹ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ سٹارٹر بیٹری کے تیزاب کی کثافت 1.285 کلوگرام فی مکعب ڈیسی میٹر ہونی چاہیے۔ 96 فی صد خالص گندھک کے تیزاب کے 26 لیٹر کشید شدہ پانی کے 74.5 لیٹر میں ملانے سے مطلوبہ کثافت حاصل ہو سکتی ہے۔ اِس بات کا خیال رکھنا چاہیے کہ ہمیشہ تیزاب کو پانی میں ڈالا جاتا ہے۔ پانی کو تیزاب میں ڈالنے سے فوراً اتنی حرارت پیدا ہوتی ہے کہ تیزاب کے چھینٹے اُڑ کر مُنہ اور جسم پر پڑ جاتے ہیں۔ محلول تیار کرتے وقت اس کو مسلسل ہلاتے رہنا چاہیے تاکہ کثافت یکساں رہے۔ سلفیورک ایسڈ کی تھوڑی تھوڑی مقدار ڈالنی چاہیے تاکہ محلول تیار کرتے وقت پیدا شدہ حرارت برتن کو نقصان نہ پہنچائے۔

تیزاب کو VDE 0510 کے پیرا 16 کے معیار کے مطابق خالص ہونا چاہیے۔ اسے شفاف اور بے رنگ ہونا چاہیے۔ علاوہ ازیں اس کی کثافت بیٹری بنانے والی کمپنی کے مقرر کردہ معیار کے مطابق ہونی چاہیے۔

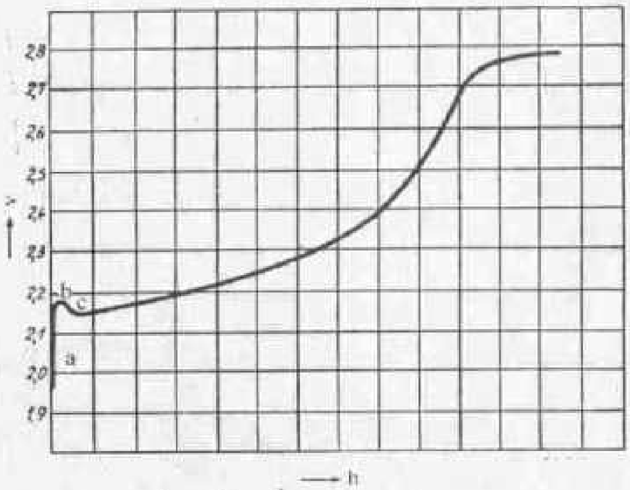
کثافت کو ہائیڈرومیٹر (hydrometer) کی مدد سے ٹیسٹ کیا جاتا ہے۔ بیٹری کے تیزاب کی کثافت معلوم کرنے کے لیے ایسے ہائیڈرومیٹر استعمال ہوتے ہیں جو شیشے کی ایک کشادہ نلی میں بند ہوتے ہیں۔ اِس کشادہ نلی کے اُوپر والے سرے پر ربڑ کا بلب لگا ہوتا ہے اور نچلی طرف ایک باریک نلی ہوتی ہے۔ باریک نلی کو بیٹری میں ڈال کر جب بلب کو دبا کر آہستہ آہستہ چھوڑا جائے تو تیزاب کشادہ نلی میں چڑھ جاتا ہے اور چھوٹا سا ہائیڈرومیٹر اس محلول میں تیرنے لگتا ہے۔ ہائیڈرومیٹر شیشے کی ایک باریک نلی پر مشتمل ہوتا ہے جس کے نچلی طرف پارے سے بھرا ہُوا بلب یا کوئی دوسرا وزن لگا ہوتا ہے۔ تیزاب کی کثافت کے لحاظ سے ہائیڈرومیٹر تیزاب میں کم یا زیادہ ڈوبتا ہے۔ شیشے کی کشادہ نلی پر درج شدہ سکیل معلق ہائیڈرومیٹر کی گہرائی کے مطابق بیٹری کے چارج کی حالت کو ظاہر کرے گی۔

بیٹری چارجنگ کے لیے تیّاری (Prepration for battery charging)

بیٹری کو چارج کرنے کے لیے ڈی سی سپلائی کے ایسے منبع کی ضرورت ہوتی ہے جس کے برقی دباؤ کو کم یا زیادہ کیا جا سکے۔ چارج کرتے وقت بیٹری کا مثبت پول ڈی سی منبع کے مثبت پول کے ساتھ اور منفی پول منبع کے منفی پول کے ساتھ ملا دیتے ہیں۔ اگر ڈی سی سپلائی مینز یا چارجنگ جنریٹر سے حاصل کی جا سکے تو برقی دباؤ کو کنٹرول کرنے کے لیے تغیر پذیر مزاحمت کو منبع کے ساتھ ہم سلسلہ ترتیب میں لگا دیتے ہیں۔ سنگل فیز یا تین فیز کی اے سی سپلائی کی صورت میں اسے ریکٹی فائر (rectifier) کی مدد سے ڈی سی میں تبدیل کر لیا جاتا ہے۔ بیٹری کے ساتھ لگائے گئے وولٹ میٹر یا ایم میٹر کی مدد سے بیٹری کے چارج کو مسلسل کنٹرول کیا جاتا ہے۔ چارج کرنے سے پہلے بیٹری کے ڈھکنے کو اُتار لیا جاتا ہے تاکہ چارجنگ کے دوران پیدا ہونے والی گیسیں خارج ہو سکیں۔ چارجنگ روم میں سگریٹ نوشی نہیں کرنی چاہیے اور نہ ہی دیا سلائی وغیرہ جلانی چاہیے۔ کیونکہ چارجنگ کے دوران دھماکہ سے جلنے والی آکسی ہائیڈروجن گیس پیدا ہوتی ہے۔ چارجنگ روم کی ہَوا کشی کا بھی مناسب انتظام ہونا چاہیے۔

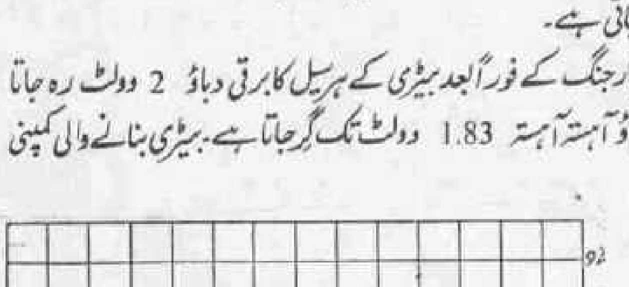
I 431/III ہائیڈرومیٹر

چارجنگ کا عمل(The course of charging): بیٹری کی چارجنگ کرنٹ کی مقدار بیٹری بنانے والی کمپنی کے مقرر کردہ معیار کے مطابق چُنی جاتی ہے اور چارجنگ کے دوران اس کی قیمت یکساں رکھنی چاہیے۔ بیٹری کا برقی دباؤ 1.83 وولٹ سے تیزی کے ساتھ 2.1 وولٹ تک بڑھ جاتا ہے۔ پھر آہستہ آہستہ 2.4 وولٹ ہو جاتا ہے جبکہ چارجنگ مکمل ہونے پر برقی دباؤ دوبارہ تیزی کے ساتھ 2.75 وولٹ تک بڑھ جاتا ہے۔ 2.4 وولٹ پر تیزاب میں سے تیزی سے گیس نکلنے لگتی ہے۔ یہ گیس چارجنگ کے دوران پیدا شدہ ہائیڈروجن اور آکسیجن کے بلبلوں کی وجہ سے بنتی ہے۔ پانی کی تحلیل کی وجہ سے چارجنگ کے دوران تیزاب زیادہ گاڑھا ہو جاتا ہے۔ جب تیزاب کی کثافت ایک خاص معیار تک پہنچ جاتی ہے، تو چارجنگ مکمل ہو جاتی ہے۔ کثافت کی یہ مقدار، ہیڈرومیٹر سے ناپی جا سکتی ہے۔ جب 2.4 وولٹ پر بیٹری میں سے گیس نکلنی شروع ہو جاتی ہے تو تقریباً دو گھنٹے کے لیے چارجنگ کرنٹ کم کر دی جاتی ہے اور اس کے بعد بیٹری مکمل طور پر چارج ہو جاتی ہے۔ شیشے کے خول کی صورت میں بیٹری کے چارج ہونے کا اندازہ اِس امر سے بھی لگایا جاتا ہے کہ مکمل چارج ہونے کی صورت میں مثبت پلیٹ گہری سرخی مائل براؤن رنگ اور منفی پلیٹ ہلکے گرے (grey) رنگ کی ہو جاتی ہے۔ تیزاب کی سطح کو دوبارہ چیک کرنا چاہیے۔ تیزاب کی سطح پلیٹوں سے ایک خاص حد تک اونچی ہونی چاہیے۔ اگر ضرورت ہو تو کشید شدہ پانی ڈال دیا جاتا ہے۔ ٹرمینل پر غیر تیزابی گریس لگا دی جاتی ہے۔



I 431/IVa چارجنگ کے دوران
برقی دباؤ میں تبدیلی

ڈسچارجنگ(The Discharging): چارجنگ کے فوراً بعد بیٹری کے ہر سیل کا برقی دباؤ 2 وولٹ رہ جاتا ہے۔ جیسا کہ ڈسچارجنگ گراف سے ظاہر ہے۔ برقی دباؤ آہستہ آہستہ 1.83 وولٹ تک گر جاتا ہے۔ بیٹری بنانے والی کمپنی کے مقرر کردہ ڈسچارج وولٹیج کا ضرور خیال رکھنا چاہیے۔ اگر اس وولٹیج پر بھی بیٹری کا ڈسچارج جاری رکھا جائے تو بیٹری خراب ہو جائے گی۔ ڈسچارج ہونے پر مثبت پلیٹ کا رنگ نسبتاً چمکدار ہو جاتا ہے۔ مثبت پلیٹ کی آکسیجن تیزاب کی ہائیڈروجن سے مل کر پانی بنا دیتی ہے جس کی وجہ سے تیزاب ہلکا ہو جاتا ہے اور اس کی کثافت کم ہو جاتی ہے۔ ہائیڈرومیٹر کا زیادہ گہرائی تک ڈوبنا ڈسچارج کی حد کو ظاہر کرتا ہے۔ اِس صورت میں بیٹری کو فوری طور پر دوبارہ چارج کرنا ضروری ہوتا ہے۔



I 431/IVb ڈسچارج کے دوران
برقی دباؤ میں تبدیلی

سٹوریج بیٹری کی جانچ پڑتال (Inspection of storage battery): اگر سٹوریج بیٹری زیادہ دیر تک ڈسچارج رہے تو پلیٹوں پر لیڈ سلفیٹ کے جم جانے کا خدشہ ہوتا ہے اور بیٹری کا عمل سست ہو جاتا ہے۔ چونکہ بیٹری تیزاب کی اندرونی مزاحمت کی وجہ سے ڈسچارج ہوتی ہے، اس لیے اسے استعمال نہ کرنے کی صورت میں بھی وقتاً فوقتاً چارج کرتے رہنا چاہیے۔ سرد ملکوں میں سردیوں میں بیٹری کے چارج کی حالت کی جانچ پڑتال خاص طور پر ضروری ہوتی ہے۔ چونکہ ایک ڈسچارج شدہ بیٹری میں تیزاب کی کثافت کم ہو جاتی ہے اور یہ جلدی جم جاتا ہے۔ مثلاً 1.14 کلوگرام فی مکعب ڈیسی میٹر کی کثافت کا تیزاب منفی گیارہ درجہ سنٹی گریڈ پر جم جاتا ہے جبکہ چارج شدہ بیٹری کی صورت میں 1.285 کلوگرام فی مکعب ڈیسی میٹر کی کثافت کا تیزاب منفی 70 درجہ سنٹی گریڈ پر جمے گا۔ جمے ہوئے لعاب دار تیزاب کی وجہ سے بیٹری سے برقی رَو حاصل نہیں کی جا سکتی۔

سٹوریج بیٹری کی اقسام (Types of storage batteries) : استعمال کی نوعیت کے مطابق بیٹریوں کو ساکن حالت میں استعمال ہونے والی بیٹریوں، کاروں میں استعمال ہونے والی بیٹریوں، سٹارٹر بیٹریوں، موٹر سائیکل کی بیٹریوں اور چھوٹی بیٹریوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔

بیٹری کی گنجائش (The capacity of batteries) : بیٹریوں کی مختلف اقسام کو اُن کی گنجائش کے لحاظ سے بھی تفریق کیا جا سکتا ہے۔ بیٹری کی گنجائش کا انحصار پلیٹوں کی سطح کے رقبہ پر منحصر ہوتا ہے۔ گنجائش کو ایمپیئر آور میں ناپا جاتا ہے اور اختصاراً 'Ah' سے ظاہر کرتے ہیں۔ مثلاً 20 گھنٹوں کے لیے 56 ایمپیئر آور کی گنجائش سے مراد یہ ہے کہ ایسی بیٹری 20 گھنٹے تک 2.8 ایمپیئر کرنٹ فراہم کر سکتی ہے اور اس کے بعد یہ بیٹری ڈسچارج ہو جائے گی۔

گنجائش 'C' ایمپیئر آور میں = برقی رَو 'I' ایمپیئر میں × وقت 't' گھنٹوں میں یا $C = I \times t$

اس سلسلہ میں اس بات کو ذہن نشین رکھنا چاہیے کہ بیٹری کی گنجائش یکساں نہیں رہتی بلکہ برقی رَو کی اُس مقدار پر منحصر ہوتی ہے جو بیٹری پہلے ہی فراہم کر چکی ہے۔ جتنی اس برقی رَو کی مقدار زیادہ ہو گی اُتنی ہی گنجائش کم ہو گی، اس لیے بیٹری کی گنجائش کو ایک خاص ڈسچارج ٹائم (discharge time) کے لیے ظاہر کیا جاتا ہے مثلاً 56 ایمپیئر آور 20 گھنٹوں کے لیے۔

مثال : ایک 12 وولٹ کی بیٹری کی پراسپیکٹس میں اس کی گنجائش 75 ایمپیئر آور دکھائی گئی ہے جب کہ اس کا ڈسچارج ٹائم 10 گھنٹے ہے۔ یہ بیٹری دس گھنٹوں میں کتنی برقی رَو فراہم کرے گی؟

معلوم : $C = 75 \text{ Ah} \qquad t = 10 \text{ hours}$

مطلوب : $I = ?$

حل : $I = \frac{C}{t} = \frac{75}{10} = 7.5 \text{ A}$

جواب : بیٹری 10 گھنٹوں کے لیے 7.5 ایمپیئر کرنٹ فراہم کر سکتی ہے۔

سٹوریج بیٹری کی ایمپیئر آور (Ah) میں استعداد (The Ah efficiency of storage battery) : ڈسچارج کے دوران بیٹری سے فراہم کردہ ایمپیئر آور کو چارجنگ کے دوران حاصل شدہ ایمپیئر آور سے تقسیم کرنے سے بیٹری کی استعداد ایمپیئر آور میں معلوم کی جا سکتی ہے۔

$$\text{استعداد} = \frac{\text{ڈسچارجنگ ایمپیئر آور}}{\text{چارجنگ ایمپیئر آور}} \quad \text{یا} \quad \eta = \frac{Ah_{discharge}}{Ah_{charge}}$$

مثال : ایک سٹوریج بیٹری کی گنجائش 10 گھنٹوں کے لیے 50 ایمپیئر آور ہے۔ اس بیٹری کو 5 ایمپیئر کرنٹ سے 11 گھنٹوں تک چارج کیا گیا ہے۔ بیٹری کی استعداد ایمپیئر آور میں معلوم کریں۔

معلوم : $Ah_{dishcharge} = 50$

$t = 11h \quad I_{charge} = 5A$

مطلوب : $\eta = ?$

حل : 1 - چارجنگ ایمپیئر آور معلوم کریں۔

$Ah_{charge} = I \times t = 5 \times 11 = 55$

2 - اب استعداد معلوم کریں

$$\eta = \frac{Ah_{discharge}}{Ah_{charge}}$$

$$= \frac{50}{55} = 0.91$$

جواب : بیٹری کی استعداد 0.91 ہے۔

سٹوریج بیٹری کی تنصیبات کی **استعداد** کا اندازہ توانائی کی صورت میں بھی لگایا جاسکتا ہے :

توانائی 'W' = برقی دباؤ 'V' × برقی رَو 'I' × وقت 't'

یا $W = V \times I \times t = V \times C$

مثال : ایک 12 وولٹ کی بیٹری کی گنجائش 10 گھنٹوں کے لیے 75 ایمپیئر آور ہے۔ اس میں کتنی توانائی جمع ہے۔

معلوم : $t = 10\ h \quad C = 75\ Ah \quad V_{avg} = 12V$

مطلوب : $W = ?$

حل : $W = V \times C = 12 \times 75 = 900\ Wh$

جواب : بیٹری میں 900 واٹ آور کی توانائی جمع ہے۔

ڈسچارجنگ توانائی اور چارجنگ توانائی کی نسبت بیٹری کی استعداد واٹ آور کے لحاظ سے ظاہر کرتی ہے۔

$$\eta_{wh} = \frac{Wh_{discharge}}{Wh_{charge}}$$

ایمپیئر آور سے معلوم کی گئی استعداد کی نسبت یہ استعداد زیادہ غیر موافق ہوتی ہے کیونکہ زیادہ مقدار کا چارجنگ وولٹیج بھی حساب میں شامل ہوتا ہے۔

مثال : ایک بیٹری کی چارجنگ کے دوران بیٹر 495 واٹ آور کی صرف شدہ توانائی ظاہر کرتا ہے۔ 12 وولٹ کی یہ بیٹری 10 گھنٹے کے لیے 3.3 ایمپیئر کرنٹ فراہم کرتی ہے۔ بیٹری کی استعداد معلوم کریں۔ اندازہ لگانے کے لیے نامی برقی دباؤ استعمال کریں۔

معلوم : $Wh_{charge} = 495$

$t = 10\ h \quad I = 3.3A \quad V = 12V$

مطلوب : $\eta = ?$

حل : 1 - ڈسچارجنگ توانائی معلوم کریں۔

$W = V \times I \times t$

$= 12 \times 3.3 \times 10 = 396\ Wh$

2 - استعداد معلوم کریں

$$\eta = \frac{Wh_{discharge}}{Wh_{charge}} = \frac{396}{495} = 0.8$$

جواب : بیٹری کی واٹ آور استعداد 0.8 ہے۔

لیڈ سٹوریج بیٹری کی عملی تفصیلات (Average operational data of lead storage battery)-

نامی برقی دباؤ وولٹ میں	آخری ڈسچارجنگ وولٹیج وولٹ میں	آخری چارجنگ وولٹیج وولٹ میں	ایمپیئر آور کے لحاظ سے استعداد	واٹ آور کے لحاظ سے استعداد	کمیت کلوگرام فی کلوواٹ آور
2.0	1.83	2.75	0.9	0.75	35 سے 125

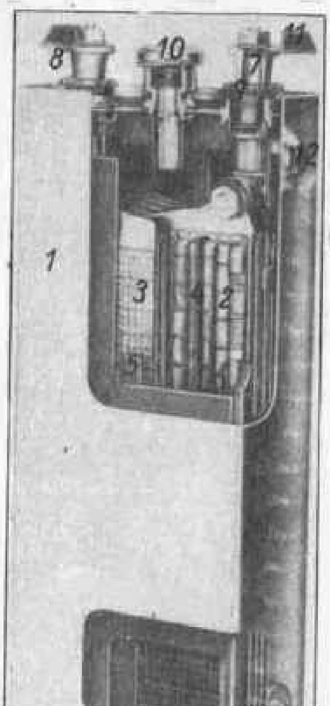
مذکورہ بالا مقداروں میں ڈسچارجنگ ٹائم اور برقی رَو کے مطابق کچھ تبدیلی آسکتی ہے۔

لیڈ سٹوریج بیٹری کے اہم استعمال (Main use of lead storage battery) : یہ بیٹری ہر قسم کی گاڑیوں کی روشنی کے لیے اور مختلف قسم کی گاڑیوں کو چلانے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ ایمرجنسی کے لیے برقی رَو کی ساکن تنصیبات میں اور مواصلاتی آلات میں بھی یہ بیٹری استعمال ہوتی ہے۔ علاوہ ازیں یہ فاصل (buffer) بیٹری کے طور پر بھی استعمال کی جاتی ہے۔

432 نکل آئرن سٹوریج بیٹری (The nickel-iron storag batter)-

اس بیٹری کا خول نکل کی گئی فولاد کی شیٹ کا بنا ہوتا ہے اور اس کا ڈھکنا اس پر ویلڈ کیا ہوتا ہے۔ فعال مادہ نکل شدہ فولاد کی باریک جالی دار مسطح پلیٹ میں بھرا ہوتا ہے [جیبی پلیٹ (Pocket plates)]۔ جالی دار نکل شدہ فولاد کی بنی ہوئی چھوٹی چھوٹی ٹیوبوں پر مشتمل پلیٹیں [ٹیوب نما پلیٹیں (tubular plates)] بھی استعمال ہوتی ہیں۔ سنٹر شدہ (sintered) منفی اور مثبت پلیٹیں استعمال کرنے سے بہت زیادہ ڈسچارج کرنٹ حاصل کی جاسکتی ہے۔ مثبت پلیٹ پر فعال مادہ نکل ہائیڈروآکسائیڈ کا ہوتا ہے۔ منفی پلیٹ پر باریک منقسم لوہا (نکل آئرن بیٹری) یا کیڈمیم اور لوہا (نکل کیڈمیم بیٹری) استعمال کیا جاتا ہے۔

1 - سیل کا خول
2 - مثبت پلیٹ
3 - منفی پلیٹ
4 - فارق
5 - اطراف کے حاجز
6 - کنارے پر کا حاجز
7 - مثبت پول
8 - منفی پول
9 - پول کا ڈاٹ
10 - بیٹری کا ڈھکنا
11 - پول کا ربط
12 - ہولڈر لگانے کے لیے ناب (knob) شیٹ



تفصیلات	نکل آئرن	نکل کیڈمیم
نامی برقی دباؤ	1.2 وولٹ	1.2 وولٹ
آخری ڈسچارجنگ وولٹیج	1.0 وولٹ	1.0 وولٹ
آخری چارجنگ وولٹیج	1.55 وولٹ سے 1.85 وولٹ تک	1.35 وولٹ سے 1.80 وولٹ تک
ایمپیئر آور کے لحاظ سے استعداد	0.71	0.71
واٹ آور کے لحاظ سے استعداد	0.55	0.66

ان مقداروں میں ڈسچارجنگ ٹائم اور برقی رَو کے مطابق کچھ تبدیلی آسکتی ہے۔

1 432/I نکل آئرن سٹوریج بیٹری کی تراشی حالت میں ٹیوب نما پلیٹیں دکھائی گئی ہیں۔

اس بیٹری میں الکلی کا محلول استعمال ہوتا ہے جس کی کثافت بیٹری بنانے والی کمپنی متعیّن کرتی ہے۔ 21 فیصد کاسٹک پوٹاش کا محلول جس کی کثافت 1.2 کلوگرام فی مکعب ڈیسی میٹر ہوتی ہے الیکٹرولائٹ کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔ جب محلول کو تیار کرنا ہو تو مذکورہ بالا معیار کا محلول ہی استعمال کرنا چاہیے۔ پانی کی کمی کو پورا کرنے کے لیے خالص کشید شدہ پانی استعمال کیا جاتا ہے۔ چونکہ سلفیورک ایسڈ نکل آئرن بیٹری کو خراب کر دیتا ہے اس لیے ان بیٹریوں کو لیڈ بیٹری سے ہمیشہ دُور رکھنا چاہیے۔ بیٹری چارج کرتے وقت بھی اس احتیاط کو مدِ نظر رکھنا چاہیے۔

نکل آئرن بیٹری کے فوائد اور نقصانات (Advantages and disadvantages of nickel-iron battery):
یہ بیٹری کم حسّاس ہے، اس لیے اس کے استعمال میں زیادہ احتیاط نہیں کرنی پڑتی۔ یہ بغیر استعمال کے بہت کم ڈسچارج ہوتی ہے۔ یہ بیٹری زیادہ دیرپا ہے۔ اس کی نگرانی اور مرمّت وغیرہ کا خرچ کم ہوتا ہے اور اس کی کیت فی کلوواٹ کم ہوتی ہے (تقریباً 34 سے 35 کلوگرام فی کلوواٹ آور)۔ اس بیٹری میں یہ نقص ہے کہ ہر سیل کا برقی دباؤ کم ہوتا ہے اور اس کی استعداد لیڈ بیٹری سے کم ہوتی ہے۔

نکل آئرن بیٹری کے اہم استعمال (Main use of nickel-iron battery): یہ بیٹری برقی گاڑیوں (ٹرک وغیرہ) میں استعمال ہوتی ہیں۔ بحری جہازوں میں برقی رَو کی سپلائی کے لیے ان کو استعمال کیا جاتا ہے۔ ریل گاڑی اور ایمرجنسی کے لیے برقی رَو کی تنصیبات میں بھی یہ بیٹریاں استعمال کی جاتی ہیں۔ علاوہ ازیں کان کنی کے لیے کانوں میں روشنی کے لیے بھی یہ بیٹریاں استعمال ہوتی ہیں۔

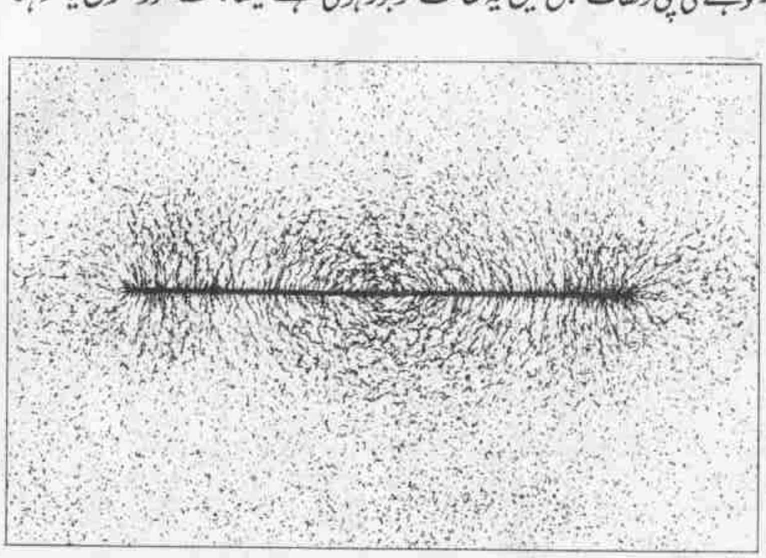
433 سوالات :

(1) سٹوریج بیٹری کو اے سی سے کیوں نہیں چارج کیا جاسکتا؟ (2) چارجنگ کے شروع میں ایک ہم سلسلہ مزاحمت سے 200 وولٹ کا وولٹیج ڈراپ حاصل کرنا مقصود ہے۔ اگر برقی رَو 5 ایمپیئر ہو تو مزاحمت کی قیمت معلوم کریں۔ (3) بیٹری کی ڈسچارج شدہ حالت کی کیا پہچان ہے؟ (4) جب ہائیڈرومیٹر ایسڈ کی کثافت کو بہت کم یا بہت زیادہ ظاہر کرے تو کیا کرنا چاہیے؟ (5) سیل کے مقابلہ میں سٹوریج بیٹری کے کیا فوائد ہیں؟ (6) بیٹری کی چارجنگ سے پیشتر اور بعد میں کیا اقدامات کیے جاتے ہیں؟ (7) نکل آئرن بیٹری کو زیادہ بار استعمال کیوں نہیں کیا جاتا؟ (8) ایک 6 وولٹ کی بیٹری کی گنجائش 20 گھنٹوں کے لیے 135 ایمپیئر آور (Ah) ہے (ا) اس سے مسلسل کتنی برقی رَو حاصل کی جاسکتی ہے؟ (ب) اگر بیٹری کو چارج کرنے کے لیے 13.5 گھنٹوں کے لیے 12 ایمپیئر کرنٹ استعمال کی جائے تو بیٹری کی استعداد معلوم کریں۔ (ج) ڈسچارجنگ کے دوران توانائی کی مقدار معلوم کریں۔ (9) اگر چارجنگ کے دوران میٹر پر 1.08 کلوواٹ آور کی توانائی ظاہر ہو تو واٹ آور کے لحاظ سے بیٹری کی استعداد معلوم کریں۔ (10) کام کے دوران بیٹری چارجنگ روم میں حادثہ کے کیا خطرات ہوتے ہیں؟ (11) ایک بیٹری کو ایمرجنسی روشنی کے طور پر استعمال کرنا ہے۔ اس کے لیے 220 وولٹ کی ضرورت ہے۔ اگر سیل کو نامی برقی دباؤ فراہم کریں تو اس مقصد کے لیے کتنی لیڈ یا نکل آئرن بیٹریاں درکار ہوں گی؟ اگر بیٹری کا وولٹیج آخری ڈسچارجنگ وولٹیج تک گر چکا ہو، تو دونوں صورتوں میں مزید کتنے سیل درکار ہوں گے؟ (12) زیادہ ڈسچارجنگ کرنٹ کا بیٹری کی گنجائش پر کیا اثر ہوگا؟ (13) ایک لیڈ بیٹری چھ سیلوں پر مشتمل ہے۔ اس کا کل نامی برقی دباؤ، آخری ڈسچارجنگ وولٹیج، اور آخری چارجنگ وولٹیج کیا ہوگا؟ (14) ایک نکل آئرن بیٹری دس سیلوں پر مشتمل ہے۔ اس کا کل نامی برقی دباؤ، آخری ڈسچارجنگ وولٹیج اور آخری چارجنگ وولٹیج کیا ہوگا؟ (15) 24 وولٹ کی ایک بیٹری کی 5 گھنٹے کے لیے گنجائش 53 ایمپیئر آور (Ah) ہے۔ بیٹری کی ذخیرہ شدہ توانائی معلوم کریں۔

5 برقی رَو کا مقناطیسی اثر (The Magnetic Effect of the Electric Current)

51 مستقل مقناطیسیت (Permanent magnetism)

مقناطیسیت (Magnetism) ۔ ہم نے پرانی کہانیوں میں پڑھا ہے کہ جب جہاز خاص پہاڑیوں کے قریب سے گزرتے تو اُن کے تختوں میں سے کیل نکل جاتے اور جہاز بری طرح تباہ ہو جاتے تھے۔ اس میں کچھ صداقت بھی ہے کیونکہ ایسے پہاڑ موجود ہیں جن میں لوہے کی ایسی کچی دھات پائی جاتی ہے جو لوہے کو پُراسرار قوت کے ساتھ اپنی طرف کھینچتی ہے۔ اس خاصیت کو مقناطیسیت کہتے ہیں۔ لوہے کی کچی دھات جس میں یہ طاقت موجود ہوتی ہے میگناٹائٹ، لوڈسٹون یا رہنما پتھر (load stone) کہلاتی ہے۔ اگر اس قدرتی مقناطیس کو لوہے کی سلاخ یا سُوئی پر بار بار ایک ہی سمت میں رگڑا جائے تو یہ سلاخ یا سُوئی مصنوعی مقناطیس میں بدل جاتی ہے۔



E 51/I مقناطیسی قطب

مقناطیسی قطب (The magnetic poles) جیسا کہ شکل E 51/I سے ظاہر ہے کہ اگر مذکورہ بالا طریقہ سے مقناطائی گئی سوئی کو لوہ چون میں رکھیں تو اس کا زیادہ حصہ سوئی کے سروں کی طرف کھنچ جاتا ہے۔ سب سے زیادہ کشش والے نقطوں کو مقناطیسی قطب کہتے ہیں۔

مقناطیسی قطبین کی سمت (Direction of magnetic poles) : اگر مقناطیسی سُوئی کو اس کے مرکز پر اس طرح ٹکا دیا جائے کہ یہ آزادانہ گھوم سکے (E 51/II) تو سُوئی ایک خاص سمت اختیار کر لیتی ہے۔ ایک قطب شمال کی طرف رُخ کر لیتا ہے اور دوسرا جنوب کی طرف۔ شمال کی طرف رُخ کرنے والے قطب کو قطبِ شمالی اور جنوب کی طرف رُخ کرنے والے قطب کو قطبِ جنوبی کہتے ہیں۔ اس طرح مقناطیسی سوئی کی مدد سے شمال اور جنوب کی سمت کا تعیّن کیا جا سکتا ہے۔

دو مقناطیسوں کا باہمی ردِ عمل (Reci procal action of two magnets) : اگر ایک مقناطیسی سلاخ کا قطبِ شمالی مقناطیسی سوئی کے قطبِ شمالی (سیاہ نشان شدہ حصہ) کے قریب لایا جائے تو مقناطیسی سوئی کا قطب دُور ہٹے گا اور سُوئی کا قطبِ جنوبی مقناطیسی سلاخ کے قطبِ شمالی کی طرف کھنچے گا جیسا کہ شکل E 51/III میں دکھایا گیا ہے۔ اگر مقناطیسی سلاخ کا قطبِ جنوبی سوئی کے قطبِ جنوبی کے نزدیک لایا جائے تو مقناطیسی سوئی کا قطب دُور ہٹے گا اور مقناطیسی سوئی کا قطبِ شمالی اس کی طرف کھنچے گا۔

قانون مشابہ قطب ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور متضاد قطب ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں۔