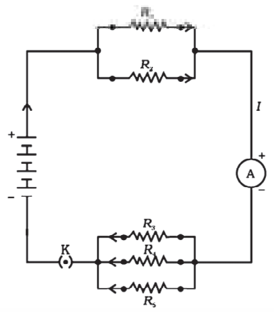
TFK9JG



ଅଷ୍ଟମ ଅଧ୍ୟାୟ

ବିଦ୍ୟୁତ୍
(ELECTRICITY)

ଆଧୁନିକ ସମାଜରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ର ଭୂମିକା ଅତ୍ୟନ୍ତ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ହେଉଛି ଶକ୍ତିର ଏକ ରୂପ । ଏହାକୁ ସୁବିଧାରେ ବ୍ୟବହାର କରିହୁଏ ଓ ସହଜରେ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିହୁଏ । ବାସଗୃହ, ବିଦ୍ୟାଳୟ, ଡାକ୍ତରଖାନା ଓ କଳ କାରଖାନା ପ୍ରଭୃତିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ର ବ୍ୟବହାର ଦେଖିଥିବ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଆଲୋକ, ପଙ୍ଖା, ରେଡିଓ, ଟେଲିଭିଜନ ଭଳି ଉପକରଣ ସହ ତୁମେ ପରିଚିତ । ଏଗୁଡ଼ିକ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ତେବେ ଜାଣ କି ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କିଭଳି ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ? ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ କିପରି ଅଙ୍କ ବହୁତ କରିହୁଏ ? ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଏସବୁ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଆମେ ପାଇବା । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କିପରି ତାପ ଜନ୍ମାଏ ଓ ତା'ର ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ସେ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

8.1 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଓ ପରିପଥ
(Electric Current and Circuit)

ତୁମେ ବାୟୁସ୍ରୋତ ଓ ଜଳ ସ୍ରୋତ ସହ ପରିଚିତ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ବାୟୁର ପ୍ରବାହ ହେଲେ ବାୟୁ ସ୍ରୋତ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଏବଂ ନଦୀରେ ଜଳ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ଜଳ ସ୍ରୋତ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ସେଇଭଳି ଧାତବ ତାର ଆଦି ପରିବାହୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ତାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ କହନ୍ତି । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଟର୍ଚ୍ଚରେ ବ୍ୟାଟେରୀକୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କ୍ରମରେ ରଖି ସ୍ୱିଚ୍ ଟିପିଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ଓ ଟର୍ଚ୍ଚ ବଲ୍‌ବକୁ ଜଳାଏ । ସ୍ୱିଚ୍‌ର କାମ ତା'ହେଲେ କ'ଣ ? ବ୍ୟାଟେରୀ ଓ ବଲ୍‌ବ ମଝିରେ ସ୍ୱିଚ୍ ଗୋଟିଏ ପରିବାହୀ ସଂଯୋଜକ ଭାବେ କାମ କରେ । ଏକ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଓ ମୁଦିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ପଥକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥ କୁହାଯାଏ । ପରିପଥଟି ଯଦି କେଉଁଠି ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ହୋଇଯାଏ ତା'ହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । ଜଳୁଥିବା ଟର୍ଚ୍ଚର ସ୍ୱିଚ୍‌କୁ ଟିପି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ବନ୍ଦକଲେ ଟର୍ଚ୍ଚ ଲିଭିଯାଏ ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣକୁ କିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ? ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ମଧ୍ୟରେ ଏକକ ସମୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାର୍ଜର ପରିମାଣକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ (Electric Current) କହନ୍ତି । ଅର୍ଥାତ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହର ହାର । ଧାତବ ତାର ବିଶିଷ୍ଟ ପରିପଥରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ଚାର୍ଜ ରୂପରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ବିଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକପ୍ରକାର କଣିକା । ଏହାର ଚାର୍ଜ ହେଉଛି– 1.6 × 10^{-19} C । C ବା କୁଲମ୍ (coulomb) ହେଉଛି ଚାର୍ଜର ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ମାନକ ବା ଏସ୍‌ଆଇ (SI) ଏକକ । ଏହା ଫରାସୀ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଚାର୍ଲସ୍ ଅଗଷ୍ଟିନ ଡି କୁଲମ୍ (Charles Augustin de Coulomb)ଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ ହୋଇଛି । ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ର ଆବିଷ୍କାର ବେଳକୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବିଷୟରେ କିଛି ଜଣା ନଥିଲା । ତେଣୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ଯୋଗୁଁ ହୁଏ ବୋଲି ମନେ କରାଗଲା । ସେଥିପାଇଁ ଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜର ପ୍ରବାହ ଦିଗ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଦିଗ ସହ ସମାନ । ବାସ୍ତବରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ପ୍ରବାହ ଯୋଗୁଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଜାତ ହେଉଥିବାରୁ ଏହାର ଦିଗ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ପ୍ରବାହ ଦିଗର ବିପରୀତ ।

ଯଦି t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ Q ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ ଗୋଟିଏ ପରିବାହୀର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ତାହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ,

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{------------------------(8.1)}$$

ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜର ପରିମାଣ– 1.6 × 10^{-19} C ହୋଇଥିବାରୁ 6.25 × 10^{18}ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ସମୁଦାୟ ଚାର୍ଜର ପରିମାଣ 1C ସହ ସମାନ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଏସ୍‌ଆଇ ଏକକ ହେଉଛି ଏମ୍ପିୟର୍ (ampere) ବା A । ଏହା ଫରାସୀ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଆନ୍ଦ୍ରେ-ମ୍ୟାରୀ ଏମ୍ପିୟର (Andre-Marie Ampere) ଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ ନାମିତ । ସମୀକରଣ (8.1) ଅନୁସାରେ ଯଦି Q = 1C ଓ t = 1s ହୁଏ ତେବେ

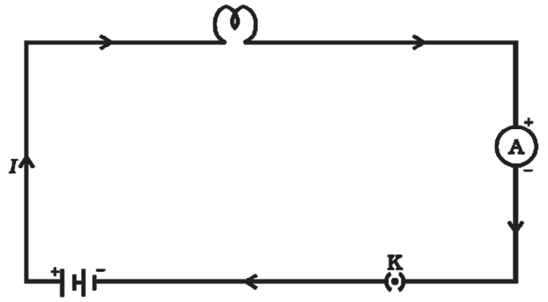
$$1A = \frac{1C}{1s} = 1\frac{C}{s}$$

ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ 1C ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ ହେବ 1A। ସ୍ୱଳ୍ପ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ମାପିବା ପାଇଁ ମିଲିଏମ୍ପିୟର (milliampere) ବା mA ଅଥବା ମାଇକ୍ରୋଏମ୍ପିୟର (microampere) ବା µA ଏକକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ।

$$1\ mA = 10^{-3}\ A$$

$$1\ \mu A = 10^{-6}\ A$$

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ମାପିବା ପାଇଁ ଯେଉଁ ଉପକରଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ତାକୁ ଏମିଟର (Ammeter) କୁହାଯାଏ। ଏହାକୁ ପରିପଥସହ ଧାଡ଼ିରେ ବା ପଙ୍କ୍ତି (series) ସଂଯୋଗ କରଯାଏ। ଚିତ୍ର 8.1ରେ ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥର ସାଙ୍କେତିକ ରୂପ ଦର୍ଶାଯାଇଛି।



ଚିତ୍ର 8.1 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବ୍ୟାଟେରୀ, ବଲ୍ବ, ଏମିଟର ଓ ପ୍ଲଗ୍ କି ଯୁକ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥର ସାଙ୍କେତିକ ଛବି

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଯେ ଏହି ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବ୍ୟାଟେରୀର ଯୁକ୍ତ (+) ଅଗ୍ରରୁ ବାହାରି ବଲ୍ବ ଓ ଏମିଟର ଦେଇ ବିଯୁକ୍ତ (−) ଅଗ୍ର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି।

ଉଦାହରଣ 8.1

5 ସେକେଣ୍ଡରେ 2 କୁଲମ୍ବ ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ କେତେ ?

ସମାଧାନ:

Q = 2C, t = 5s, I = ?

ସମୀକରଣ (8.1) ଅନୁସାରେ,

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{2C}{5s} = 0.4\frac{C}{s} = 0.4A$$

ଉଦାହରଣ 8.2

ଖଣ୍ଡିଏ ତାରରେ 0.5 ଏମ୍ପିୟର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ 1 ଘଣ୍ଟା ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ମୋଟ ପ୍ରବାହିତ ଚାର୍ଜର ପରିମାଣ କେତେ ?

ସମାଧାନ :

I = 0.5A, t = 1 ଘଣ୍ଟା = 1 × 60 × 60s = 3600s, Q = ?

ସମୀକରଣ (8.1) ରୁ

Q = It = 0.5 × 3600 As = 1800C

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?
2. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଏକକର ସଂଜ୍ଞା ଦିଅ।
3. କେତୋଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଚାର୍ଜ ସମଷ୍ଟି ଏକ କୁଲମ୍ବ ହିସାବ କରି ଦେଖାଅ।

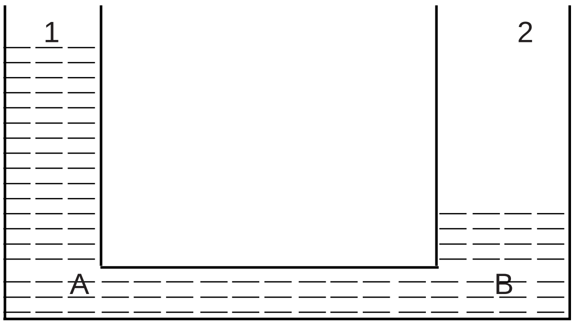
ତାରରେ ଚାର୍ଜର ପ୍ରବାହ

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ପରିବାହୀ ତାରରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ପ୍ରବାହ ହେଲେ ସେଥିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ। ଏଥିପାଇଁ ତାରର ଦୁଇମୁଣ୍ଡକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସେଲ୍ ବା ବ୍ୟାଟେରୀର ଦୁଇ ଅଗ୍ର ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରିବାକୁ ପଡ଼େ। ଫଳରେ ତାର ଭିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ଏଣେ ତେଣେ ଗତି ନ କରି ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗରେ ସେଲ୍‌ର ବିଯୁକ୍ତ ଅଗ୍ରରୁ ଯୁକ୍ତ ଅଗ୍ର ଆଡ଼କୁ ଗତି କରନ୍ତି। ମାତ୍ର ତାର ଭିତରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ଓ ଅନ୍ୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଯୋଗୁଁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଟିଏ ସ୍ୱଚ୍ଛନ୍ଦରେ ବା ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ଗତି କରିପାରେ ନାହିଁ। ତା'ର ବେଗ ଧିମା ହୋଇଯାଏ। ଏହାକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ବାହିତ ବେଗ (Drift speed) କୁହାଯାଏ।ଏହାର ପରିମାଣ କମ୍, ପ୍ରାୟ 1mm s^{-1}। ତାରରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ବାହିତ ବେଗ ଏତେ କମ୍ ହୋଇଥିଲାବେଳେ ପରିପଥର ସ୍ୱିଚ୍ ଅନ୍ କରିବା ମାତ୍ରେ କେମିତି ବଲ୍ବ ହଠାତ୍ ଜଳିଉଠେ ? ଆମେ ଯଦି କହିବା ଯେ ପରିପଥକୁ ମୁଦିତ କରିବାକୁ ହେଲେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ସେଲ୍‌ର ବିଯୁକ୍ତ ଅଗ୍ରରୁ ବାହାରି ପରିପଥ ଅତିକ୍ରମ କରି ସେଲ୍‌ର ଯୁକ୍ତ ଅଗ୍ରରେ ପହଞ୍ଚିବାକୁ ହେବ ତା'ହେଲେ

ଏଥିପାଇଁ ବହୁତ ସମୟ ଲାଗିଯାନ୍ତା ଓ ବଲ୍‌ବ ଜଳିବାକୁ ଡେରି ହୁଅନ୍ତା । ମାତ୍ର ବାସ୍ତବରେ ଏ ଭଳି ହୁଏ ନାହିଁ । ସ୍ୱିଚ୍ ଅନ୍ କରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ବଲ୍‌ବ ଜଳିଉଠେ । ଏହାର କାରଣ କ'ଣ ହୋଇପାରେ ଆମେ ଏବେ ଆଲୋଚନା କରିବା ନାହିଁ । ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ଅଧିକ ପଢ଼ିଲେ ଜାଣିବ ।

8.2 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ଓ ବିଭବାନ୍ତର (Electric Potential and Potential Difference)

ପରିବାହୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ କିପରି ହୁଏ ? ଜଳ ପ୍ରବାହ ସହ ତୁଳନା କରି ଏହାକୁ ବୁଝି ହେବ । ଦୁଇଟି ପାତ୍ରରେ ଜଳ ନେଇ ସେଦୁଇଟିକୁ ଗୋଟିଏ ନଳ ଦ୍ୱାରା ଯୋଗ କଲେ ଯେଉଁ ପାତ୍ରରେ ଜଳର ପତନ ଅଧିକ ଥିବ ସେ ପାତ୍ରରୁ ଜଳ ଅନ୍ୟ ପାତ୍ରକୁ ବହିବ । ଚିତ୍ର 8.1A ଦେଖ ।



ଚିତ୍ର 8.1 A ପତନ ପାର୍ଥକ୍ୟ ହେତୁ ଜଳ ପ୍ରବାହ

ପାତ୍ର 1ରୁ (ଉଚ୍ଚ ପତନରୁ) ଜଳ ପାତ୍ର 2କୁ (ନିମ୍ନ ପତନକୁ) ପ୍ରବାହିତ ହେବ । ପାତ୍ର 1ର A ଠାରେ ଜଳ ଚାପ ପାତ୍ର 2 ର B ଠାରେ ଜଳ ଚାପଠାରୁ ବେଶୀ । ଉଚ୍ଚ ଚାପରୁ ଜଳ ନିମ୍ନ ଚାପକୁ ଠେଲି ହୋଇ ବହିବ । ଉଭୟ ପାତ୍ରରେ ଜଳ ପତନ ସମାନ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଜଳ ପ୍ରବାହ ଚାଲିବ । ଏଥିରୁ ଆମେ ଦେଖିଲୁ ଯେ ଜଳ ଚାପର ପାର୍ଥକ୍ୟ ଯୋଗୁଁ ଜଳର ପ୍ରବାହ ହୁଏ । ସେହିଭଳି ପରିବାହୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପର ପାର୍ଥକ୍ୟ ରହିଲେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ପ୍ରବାହ ହୁଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପର ପାର୍ଥକ୍ୟକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବର ପାର୍ଥକ୍ୟ ବା ବିଭବାନ୍ତର (Potential Difference) କୁହାଯାଏ । ଏହି ବିଭବାନ୍ତର ସାଧାରଣତଃ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସେଲ୍ ବା ବ୍ୟାଟେରୀ ସାହାଯ୍ୟରେ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । ସେଲ୍ ଭିତରେ ହେଉଥିବା ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସେଲ୍‌ର ଦୁଇ ଅଗ୍ର ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ସୃଷ୍ଟି କରେ । ସେଲ୍‌ର ଦୁଇ ଅଗ୍ରକୁ ପରିବାହୀର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କଲେ ପରିବାହୀର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ତା'ଭିତରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନକୁ ଗତିଶୀଳ କରାଏ । ଏହା ଫଳରେ ପରିବାହୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ଚାଲୁ ରଖିବା ପାଇଁ ସେଲ୍‌କୁ ନିଜର ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ଖର୍ଚ୍ଚ କରିବାକୁ ପଡ଼େ । ଚାର୍ଜର (ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର) ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ପାଇଁ ଯେଉଁ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ତାହା ଏହି ଶକ୍ତିରୁ ମିଳେ ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଥିବା ପରିପଥର ଦୁଇ ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ସେହି ଦୁଇ ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଏକକ ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ ସ୍ଥାନାନ୍ତର ପାଇଁ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ସହ ସମାନ । ତେଣୁ ଦୁଇ ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର (V) = କାର୍ଯ୍ୟ (W)/ ଚାର୍ଜ (Q)

ଅର୍ଥାତ୍ $V = W/Q$ ---------------------(8.2)

ଭୋଲ୍‌ଟ (volt) ବା V ହେଉଛି ବିଭବାନ୍ତରର ଏସ୍‌ଆଇ ଏକକ । ଏହା ଇଟାଲୀୟ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଆଲେସାଣ୍ଡ୍ରୋ ଭୋଲ୍‌ଟା (Alessandro Volta)ଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ ନାମିତ । ଯଦି ସ୍ଥାନାନ୍ତର ହେଉଥିବା ଚାର୍ଜର ପରିମାଣ (Q) 1 କୁଲମ୍ ଓ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ (W) 1 ଜୁଲ୍ ହୁଏ ତା'ହେଲେ ବିଭବାନ୍ତର (V) ହେବ 1 ଭୋଲ୍‌ଟ । ସମୀକରଣ (8.2) ଅନୁସାରେ

$$1 \text{ ଭୋଲ୍‌ଟ} = \frac{1 \text{ ଜୁଲ୍}}{1 \text{ କୁଲମ୍}} \quad \text{----------(8.3)}$$

ଅର୍ଥାତ୍ $1V = 1\ JC^{-1}$ ।

ବିଭବାନ୍ତର ମାପିବା ପାଇଁ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର (Voltmeter) ନାମକ ଏକ ଉପକରଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ପରିପଥର ଯେଉଁ ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ମପାଯିବ ସେହି ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ସହ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟରର ଦୁଇ ଅଗ୍ରକୁ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଏ (ଚିତ୍ର 8.2 ଦେଖ) ।

ଉଦାହରଣ 8.3

ଯଦି ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର 6V ହୁଏ ତା'ହେଲେ ବିନ୍ଦୁ ଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରେ 2C ଚାର୍ଜ ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରିବା ପାଇଁ କେତେ କାର୍ଯ୍ୟ ହୁଏ ?

ସମାଧାନ :

$V = 6V, Q = 2C, W = ?$

ସମୀକରଣ (8.2)ରୁ

$W = VQ = 6V \times 2C = 12VC = 12J$

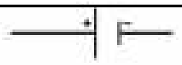
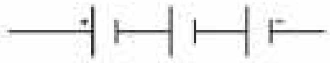
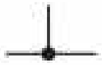
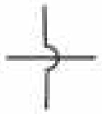
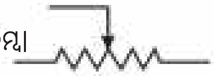
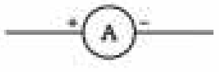
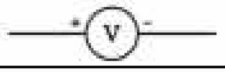
ପ୍ରଶ୍ନ :

4. କେଉଁ ଉପାୟରେ ପରିବାହୀର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭାବାନ୍ତର ସ୍ଥିର ରଖାଯାଇପାରେ ?
5. ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭାବାନ୍ତର 1V କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?
6. ଗୋଟିଏ 12V ବ୍ୟାଟେରୀ ମଧ୍ୟଦେଇ 1C ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହିତ ହେବାରେ କେତେ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ?

8.3 ପରିପଥ ଚିତ୍ର (Circuit Diagram)

ତୁମେ ଚିତ୍ର 8.1ରେ ଦେଖିଛ ଯେ ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ସେଲ୍ (ବା ବ୍ୟାଟେରୀ), ପ୍ଲଗ୍ କି, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣ ଓ ସଂଯୋଜୀ ତାର ରହିଥାଏ। ସାଧାରଣତଃ ଗୋଟିଏ ପରିପଥ ପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ (Schematic) ଚିତ୍ରଟିଏ ଆଙ୍କି ସେଥିରେ ବିଭିନ୍ନ ଉପକରଣଙ୍କୁ ସଙ୍କେତ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ। ଏହାକୁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର (Circuit Diagram) କୁହାଯାଏ। ସାଧାରଣଭାବେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଥିବା କିଛି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣର ପ୍ରଚଳିତ ସଙ୍କେତ ସାରଣୀ 8.1ରେ ଦିଆଯାଇଛି।

ସାରଣୀ 8.1 କିଛି ସାଧାରଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣର ସଙ୍କେତ

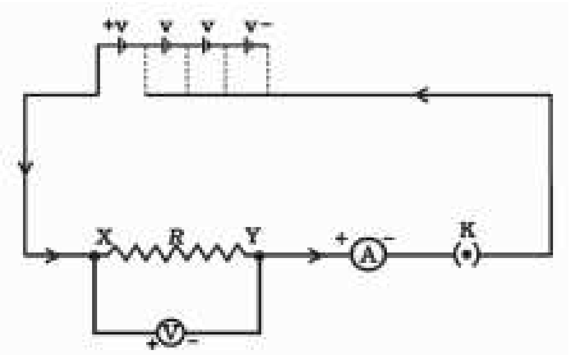
ଉପକରଣ	ସଙ୍କେତ
ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସେଲ୍	
ବ୍ୟାଟେରୀ	
ପ୍ଲଗ୍ କି ବା ସ୍ୱିଚ୍ (ମୁକ୍ତ) (OFF)	
ପ୍ଲଗ୍ କି ବା ସ୍ୱିଚ୍ (ବନ୍ଦ) (ON)	
ସଂଯୁକ୍ତ ତାର	
ଅସଂଯୁକ୍ତ ତାର	
ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍ବ	କିମ୍ବା
ପ୍ରତିରୋଧୀ	
ପରିବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିରୋଧୀ ବା ରିଓଷ୍ଟାଟ୍	କିମ୍ବା 
ଏମିଟର	
ଭୋଲ୍ଟମିଟର	

8.4 ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ (Ohm's Law)

ପରିବାହୀର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ଓ ସେଥିରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ କିଛି ସମ୍ପର୍କ ଅଛି କି ? ଆସ ପରୀକ୍ଷା କରି ଦେଖିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.1

- ଚିତ୍ର 8.2ରେ ଯେମିତି ଦର୍ଶାଯାଇଛି ସେଇଭଳି ପରିପଥଟିଏ ତିଆରି କର । ଏଥିରେ ରହିଛି 0.5m ଦୈର୍ଘ୍ୟର ନିକ୍ରୋମ ତାର XY, ଗୋଟିଏ ଏମିଟର A, ଗୋଟିଏ ଭୋଲ୍ଟମିଟର V ଓ 1.5V ବିଶିଷ୍ଟ ଚାରୋଟି ସେଲ୍ । ନିକ୍ରୋମ ହେଉଛି ନିକେଲ୍, କ୍ରୋମିୟମ, ମାଙ୍ଗାନିଜ ଓ ଲୌହର ଏକ ମିଶ୍ରଧାତୁ ବା ଏଲୟ (Alloy) ।

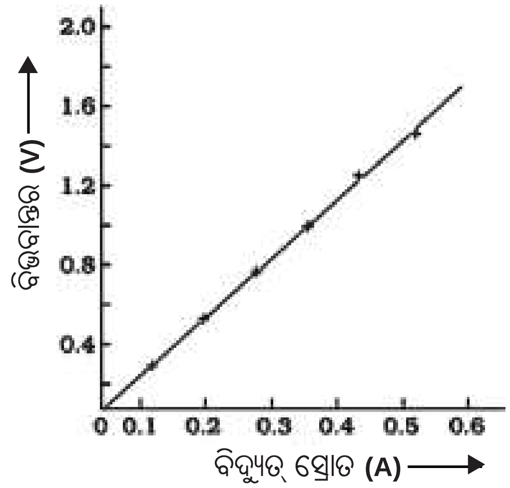


ଚିତ୍ର 8.2 ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଅଧ୍ୟୟନ ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥ

- ପ୍ରଥମେ ଗୋଟିଏ ସେଲ୍ ନିଅ । ଏମିଟରରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କ ଏବଂ ଭୋଲ୍ଟମିଟରରୁ ନିକ୍ରୋମ ତାରର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର Vର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କ ପଢ଼ । ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସାରଣୀରେ ଏହାକୁ ଲେଖିନିଅ ।

କ୍ରମାଙ୍କ	ସେଲ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା	ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତ (I)	ବିଭବାନ୍ତର (V)	$\frac{V}{I}$
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			

- ବର୍ତ୍ତମାନ ଦୁଇଟି ସେଲ୍‌କୁ ପରିପଥରେ ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ କର (ଚିତ୍ର 8.2 ଦେଖ) । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I ଓ ବିଭବାନ୍ତର Vର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କପଢ଼ି ସାରଣୀରେ ଲେଖ ।
- କ୍ରମାନ୍ୱୟରେ ତିନୋଟି ଓ ଚାରୋଟି ସେଲ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ପୂର୍ବ ଭଳି I ଓ Vର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କ ପଢ଼ି ଲେଖିରଖ ।
- ପ୍ରତି I ଓ V ଯୋଡି ପାଇଁ V ଓ I ଅନୁପାତ (V/I) ବାହାର କର ।
- ବର୍ତ୍ତମାନ V ଓ I ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କର ଏବଂ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ପ୍ରକୃତି ଅନୁଧ୍ୟାନ କର । ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ଚିତ୍ର 8.3 ଭଳି ହେବ ।



ଚିତ୍ର 8.3 ନିକ୍ରୋମ ତାର ପାଇଁ V-I ଗ୍ରାଫ୍

ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ପ୍ରତିଥର V/I ର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟ ସମାନ ରହୁଛି । V-I ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ଏକ ସରଳ ରେଖା ହେବ ଓ ଏହା ଆଦ୍ୟବିନ୍ଦୁ O କୁ ଭେଦ କରିବ । ଏହା ଚିତ୍ର 8.3ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏଥିରୁ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ତୁମେ ଉପନୀତ ହେବ ଯେ V ଓ I ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ଅନୁପାତ ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ।

1827 ମସିହାରେ ଜର୍ମାନ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜର୍ଜ ସାଇମନ୍ ଓମ୍ (Georg Simon Ohm) ଖଣ୍ଡିଏ ଧାତବ ତାରର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର (V) ଓ ତାରରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ(I) ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କକୁ

ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଭାବେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରିଥିଲେ । ସେ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ଯେ "ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା କୌଣସି ଏକ ପରିବାହୀର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ପରିବାହୀରେ ପ୍ରବାହିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସହ ସମାନୁପାତୀ ।"

ଏହାକୁ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ କୁହାଯାଏ ।

ସାଙ୍କେତିକ ଭାଷାରେ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁସାରେ

$V \propto I$ ---------------------- (8.4)

କିମ୍ବା, $\frac{V}{I}$ = ସ୍ଥିରାଙ୍କ

= R

ତେଣୁ $V = IR$ --------------------- (8.5)

ଖଣ୍ଡିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଧାତବ ତାର ଓ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା ପାଇଁ ସମୀକରଣ (8.5)ରେ R ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ । ଏହାକୁ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ବା ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ (Resistance) କୁହାଯାଏ । ପ୍ରତିରୋଧ ପରିବାହୀର ଏକ ଗୁଣ । ଏହା ଯୋଗୁଁ ପରିବାହୀରେ ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହ ଧିମେଇ ଯାଏ । ପ୍ରତିରୋଧର ଏସ୍‌ଆଇ (SI) ଏକକ ହେଉଛି ଓମ୍ (ବୈଜ୍ଞାନିକ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ) ଏବଂ ସଙ୍କେତ ହେଉଛି Ω (ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର ଓମେଗା) । ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ବା ସମୀକରଣ (8.5) ଅନୁସାରେ

$R = \frac{V}{I}$ --------------------- (8.6)

ଯଦି କୌଣସି ପରିବାହୀର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବାନ୍ତର 1V ହୁଏ ଏବଂ ସେଥିରେ 1A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥାଏ ତେବେ ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ (R) ହେବ 1Ω । ଏଥିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ,

$$1 \text{ ଓମ୍} = \frac{1 \text{ ଭୋଲ୍ଟ}}{1 \text{ ଏମ୍ପିୟର}}$$

ଅର୍ଥାତ୍ $1\Omega = \frac{1V}{1A}$

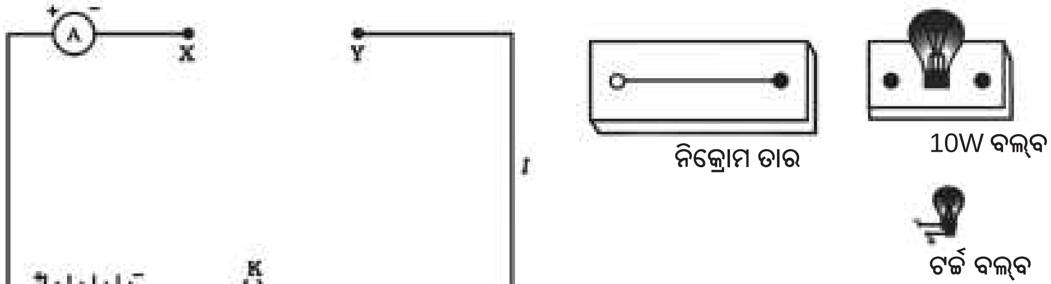
ଆହୁରି ମଧ୍ୟ, ସମୀକରଣ (8.5) ଅନୁସାରେ

$I = V/R$ --------------------- (8.7)

ସମୀକରଣ (8.7) ରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିଭବାନ୍ତର V ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ I ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ R ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ (inversely proportional) । ବିଭବାନ୍ତରକୁ ସ୍ଥିର ରଖି ପ୍ରତିରୋଧକୁ ଦୁଇଗୁଣ କଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଅଧା ହେବ । ବେଳେବେଳେ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହକୁ କମ୍ ବା ବେଶୀ କରି ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା ଦରକାର ପଡ଼େ । ଏଥିପାଇଁ ପରିପଥରେ ପରିବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିରୋଧ ବା ରିଓଷ୍ଟାଟ୍ (rheostat) ନାମକ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଆସ, ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ ସମ୍ପର୍କରେ ଅଧିକ ଜାଣିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.2

- ଖଣ୍ଡିଏ ନିକ୍ରୋମ ତାର, ଗୋଟିଏ ଟର୍ଚ୍ଚ ବଲ୍ବ, ଗୋଟିଏ 10W ବଲ୍ବ, 0-5A ବିସ୍ତାର ଥିବା ଗୋଟିଏ ଏମିଟର, ଗୋଟିଏ ପ୍ଲଗ୍ କି ଓ କିଛି ସଂଯୋଜୀ ତାର ନିଅ ।
- ଚାରୋଟି 1.5V ଶୁଷ୍କ ସେଲ୍‌କୁ ପଙ୍କ୍ତିରେ ଏମିଟର ଓ ପ୍ଲଗ୍ କି ସଂଯୁକ୍ତ କରି ଚିତ୍ର 8.4ରେ ଯେମିତି ଦର୍ଶାଯାଇଛି ସେମିତି ପରିପଥଟିଏ ତିଆରି କର । XY ହେଉଛି ପରିପଥର ଏକ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନ ।



ଚିତ୍ର **8.4**

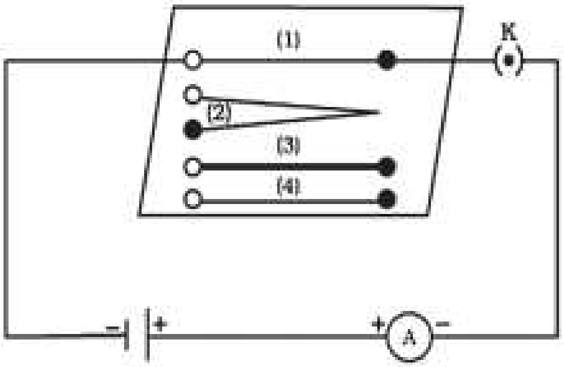
- ପ୍ରଥମେ ନିକ୍ରୋମ ତାରକୁ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ XY ମଧ୍ୟରେ ରଖି ଓ ପ୍ଲଗ୍ କି କୁ ବନ୍ଦକରି ପରିପଥକୁ ମୁଦିତ କର। ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଟିପିରଖ। ତା'ପରେ ପ୍ଲଗ୍ କି କୁ ମୁକ୍ତ କରି ପରିପଥକୁ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ କର।
- ନିକ୍ରୋମ ତାର ପରିବର୍ତ୍ତେ ଟର୍ଚ୍ଚ ବଲ୍‌ବ ବ୍ୟବହାର କର ଏବଂ ପରିପଥକୁ ପୂର୍ବଭଳି ମୁଦିତ କରି ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଟିପିରଖ।
- ଶେଷରେ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ XY ମଧ୍ୟରେ 10W ବଲ୍‌ବଟିକୁ ନେଇ ଏବଂ ପରିପଥକୁ ମୁଦିତ କରି ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଟିପିରଖ।
- ତିନୋଟି ଭିନ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣ ପାଇଁ ତୁମେ ପାଇଥିବା ତିନୋଟି ଏମିଟର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଭିନ୍ନ କି ? ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରୁ କ'ଣ ଦେଖୁଛ ?
- ପରିପଥର ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ XYରେ ଯେ କୌଣସି ଉପାଂଶ ନେଇ ତୁମେ ପୂର୍ବଭଳି ପରୀକ୍ଷା କରିପାରିବ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରୁ ମିଳୁଥିବା ଏମିଟର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଗୁଡ଼ିକର ଅନୁଶୀଳନ କରିପାରିବ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ଏମିଟର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ ବିଭିନ୍ନ ଉପାଂଶ ପାଇଁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ। ଏହାର କାରଣ ଭାବେ କୁହାଯାଇପାରେ ଯେ ବିଭିନ୍ନ ଉପାଂଶ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହକୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତିରୋଧ କରେ। ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ପରିବାହୀରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଗତିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ। ମାତ୍ର ପରିବାହୀରେ ରହିଥିବା ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ପରମାଣୁ ଯୋଗୁଁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ଅବାଧ ଭାବେ ଗତି କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ ଅର୍ଥାତ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକର ଗତି ପ୍ରତିରୋଧର ସମ୍ମୁଖୀନ ହୁଏ। ପ୍ରତିରୋଧର ପରିମାଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ପଦାର୍ଥର ଶ୍ରେଣୀବିଭାଗ କରାଯାଇପାରେ। ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ଖୁବ୍‌କମ୍ ପରିମାଣର ପ୍ରତିରୋଧ ଦିଏ ତାକୁ ସୁପରିବାହୀ (Good conductor) କୁହାଯାଏ। ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ କିଛି ପରିମାଣର ପ୍ରତିରୋଧ ଦେଖାଏ ତାକୁ ପ୍ରତିରୋଧୀ ବା ରେଜିଷ୍ଟର (Resistor) କହନ୍ତି। ଅଧିକ ପ୍ରତିରୋଧ ଦେଖାଉଥିବା ପଦାର୍ଥକୁ କୁପରିବାହୀ (Poor conductor) କହନ୍ତି। ପ୍ରତିରୋଧ ବହୁତ ବେଶୀହେଲେ ପଦାର୍ଥକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ରୋଧୀ (Insulator) କୁହାଯାଏ।

8.5 କେଉଁ କେଉଁ କାରକ ଉପରେ ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ ନିର୍ଭର କରେ (Factors on Which the Resistance of Conductor Depends)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.3

- ଗୋଟିଏ ସେଲ୍, ଗୋଟିଏ ଏମିଟର, ଖଣ୍ଡିଏ ନିକ୍ରୋମ ତାର ଓ ଗୋଟିଏ ପ୍ଲଗ୍ କି ନେଇ ପରିପଥଟିଏ ପ୍ରସ୍ତୁତ କର। ଚିତ୍ର 8.5 ଦେଖ। ଚିତ୍ରରେ ନିକ୍ରୋମ ତାରକୁ (1) ବୋଲି ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଛି। ନିକ୍ରୋମ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ℓ ହେଉ।



ଚିତ୍ର 8.5

- ପରିପଥକୁ ମୁଦିତ କରି ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଟିପି ନିଅ।
- ପୂର୍ବ ନିକ୍ରୋମ ତାର ବଦଳାଇ ଆଉ ଖଣ୍ଡିଏ ନିକ୍ରୋମ ତାର (ଚିତ୍ର 8.5 ରେ (2)) ନିଅ। ଏହାର ମୋଟେଇ ପୂର୍ବ ତାରର ମୋଟେଇ ସହ ସମାନ ହୋଇଥିବାବେଳେ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପୂର୍ବ ତାର ତୁଳନାରେ ଦୁଇଗଣ ବା 2ℓ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଦେଖ।
- ଦ୍ୱିତୀୟ ନିକ୍ରୋମ ତାର ଜାଗାରେ ଆଉ ଖଣ୍ଡିଏ ନିକ୍ରୋମ ତାର ଚିତ୍ର 8.5 ରେ (3) ନିଅ ଯାହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରଥମ ନିକ୍ରୋମ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହ ସମାନ ବା ℓ ମାତ୍ର ମୋଟେଇ ପ୍ରଥମର ମୋଟେଇଠାରୁ

ଅଧିକ। ମୋଟେଇ ଅଧିକ ହେଲେ ତାରର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ (Cross-section) ଅଧିକ ହେବ। ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଦେଖ।

- ନିକ୍ରୋମ ତାର ବଦଳରେ ତମ୍ବା ତାର ଖଣ୍ଡିଏ ନିଅ ଯାହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ପ୍ରଥମ ନିକ୍ରୋମ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ସହ ସମାନ। ଏହାକୁ ଚିତ୍ର 8.5 ରେ (4) ରୂପେ ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଛି। ବର୍ତ୍ତମାନ ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଟିପି ନିଅ।
- ଉପର ଚାରୋଟି କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହର ଭିନ୍ନତା ଲକ୍ଷ୍ୟ କର।
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରୁଛି କି ?
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ତାରର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ କି ?

ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ତୁମେ ଜାଣିପାରିବ ଯେ ଏକା ପ୍ରକାର ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଦୁଇଗୁଣ ହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଅଧା ହୁଏ। ତାରର ପ୍ରକାର ଓ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସମାନ ଥାଇ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ବଢ଼ିଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ବଢ଼େ। ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ସମାନ ଥାଇ ପ୍ରକାର ବା ବସ୍ତୁ ବଦଳିଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ବଦଳେ।

ଉପର ବର୍ଣ୍ଣିତ ପ୍ରତିଟି ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ସେଲ୍ ନିଆଯାଇଥିବା ଯୋଗୁଁ ବିଭବାନ୍ତର ସମାନ ରହିଛି। ତେଣୁ ସମୀକରଣ (8.6) ଅନୁସାରେ ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ଅର୍ଥାତ୍ ଯେଉଁ ପରିବାହୀରେ ଅଧିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ହେଉଛି ତା'ର ପ୍ରତିରୋଧ କମ୍ ଏବଂ ଯେଉଁ ପରିବାହୀରେ କମ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ହେଉଛି ତା'ର ପ୍ରତିରୋଧ ଅଧିକ।

ଏଥିରୁ ତୁମେ ଜାଣିପାରିବ ଯେ ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ ନିମ୍ନ କାରକଗୁଡିକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ।

(i) ପରିବାହୀର ଦୈର୍ଘ୍ୟ

(ii) ପରିବାହୀର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ଏବଂ

(iii) ପରିବାହୀ ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥରୁ ତିଆରି ତା'ର ପ୍ରକୃତି।

ଅଧିକ ଉନ୍ନତ ପରୀକ୍ଷା ଓ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରୁ ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ ପରିବାହୀ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଓ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ଅଟେ। ଯଦି ପ୍ରତିରୋଧର ସଙ୍କେତ R, ଦୈର୍ଘ୍ୟର ସଙ୍କେତ ℓ ଓ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସଙ୍କେତ A ହୁଏ ତାହେଲେ

$$R \propto \ell \quad \text{------------------------} \quad (8.8)$$

ଏବଂ $$R \propto \frac{1}{A} \quad \text{------------------------} \quad (8.9)$$

ସମୀକରଣ (8.8) ଓ (8.9)କୁ ଏକାଠି କରି ଆମେ ଲେଖିପାରିବା

$$R \propto \frac{\ell}{A}$$

କିମ୍ବା $$R = \rho\frac{\ell}{A} \quad \text{--------------------} \quad (8.10)$$

ଏଠାରେ ρ (ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର ରୋ (rho)) ହେଉଛି ସମାନୁପାତ ସ୍ଥିରାଙ୍କ। ଏହାକୁ ପରିବାହୀ ବସ୍ତୁର ବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରତିରୋଧ (Specific resistance) ବା ପ୍ରତିରୋଧିତା (Resistivity) କୁହାଯାଏ। ଏହା ବସ୍ତୁର ଗୁଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ପ୍ରତିରୋଧିତାର ଏସ୍ଆଇ (SI) ଏକକ ହେଉଛି Ωm । ଧାତୁ ଓ ମିଶ୍ରଧାତୁମାନଙ୍କର ପ୍ରତିରୋଧିତା ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ (10^{-8} Ωm ରୁ 10^{-6} Ωm) ହୋଇଥିବାରୁ ସେମାନେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସୁପରିବାହୀ। ରବର ଓ କାଚ ଭଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ରୋଧୀର ପ୍ରତିରୋଧିତା ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ (10^{12} Ωm ରୁ 10^{17} Ωm)। ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିରୋଧ ଓ ପ୍ରତିରୋଧିତା ଉଭୟ ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ସାରଣୀ 8.2 ରେ 20^{0}C ତାପମାତ୍ରାରେ କେତୋଟି ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିରୋଧିତାର ମୂଲ୍ୟ ଦିଆଯାଇଛି।

ସାରଣୀ 8.2

20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିରୋଧିତା

	ବସ୍ତୁ	ପ୍ରତିରୋଧିତା (Ωm)
ଧାତୁ	ରୁପା (ସିଲଭର)	1.60×10^{-8}
	ତମ୍ବା (କପର)	1.62×10^{-8}
	ଏଲୁମିନିୟମ	2.63×10^{-8}
	ଟଙ୍ଗଷ୍ଟନ୍	5.20×10^{-8}
	ନିକେଲ୍	6.84×10^{-8}
	ଲୌହ	10.0×10^{-8}
	କ୍ରୋମିୟମ୍	12.9×10^{-8}
	ପାରଦ (ମର୍କ୍ୟୁରି)	94.0×10^{-8}
	ମାଙ୍ଗାନିଜ୍	1.84×10^{-6}
ମିଶ୍ରଧାତୁ	କନ୍‌ଷ୍ଟାଣ୍ଟନ୍ (ତମ୍ବା ଓ ନିକେଲର ମିଶ୍ରଧାତୁ)	49×10^{-6}
	ମାଙ୍ଗାନିଜ୍ (ତମ୍ବା, ମାଙ୍ଗାନିଜ ଓ ନିକେଲ୍‌ର ମିଶ୍ରଧାତୁ)	44×10^{-6}
	ନିକ୍ରୋମ୍ (ନିକେଲ, କ୍ରୋମିୟମ, ମାଙ୍ଗାନିଜ ଓ ଲୌହର ମିଶ୍ରଧାତୁ)	100×10^{-6}
ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରୋଧୀ	କାଚ	$10^{10} - 10^{14}$
	ଶକ୍ତ ରବର	$10^{13} - 10^{16}$
	ଏବୋନାଇଟ୍	$10^{15} - 10^{17}$
	ହୀରା	$10^{12} - 10^{13}$
	କାଗଜ (ଶୁଷ୍କ)	10^{12}

* ଏହି ସାରଣୀକୁ ମନେ ରଖିବାର ଆବଶ୍ୟକତା ନାହିଁ । ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଦେବା ପାଇଁ ଯେଉଁଠି ଆବଶ୍ୟକ ସେଠାରେ ଏହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରିବ ।

ସାରଣୀ 8.2କୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କଲେ ତୁମେ ଜାଣିପାରିବ ଯେ ମିଶ୍ରଧାତୁର ପ୍ରତିରୋଧିତା ମୂଳ ଧାତୁଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିରୋଧିତା ଠାରୁ ଅଧିକ । ମିଶ୍ରଧାତୁଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାରେ ସହଜରେ ଜାରିତ ହୁଏ ନାହିଁ। ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତାପନ ସାମଗ୍ରୀ (ଯଥା ହିଟର, ଇସ୍ତ୍ରୀ)ରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ। ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍‌ବର ସୂତ୍ର (Filament) ରୂପରେ ସାଧାରଣତଃ ଟଙ୍ଗଷ୍ଟନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ। ତମ୍ବା ଓ ଏଲୁମିନିୟମକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସରବରାହରେ (ସଞ୍ଚାର ତାର ରୂପେ) ଲଗାଯାଏ।

ଉଦାହରଣ 8.4

(a) ଗୋଟିଏ ବଲ୍‌ବର ଫିଲାମେଣ୍ଟର ପ୍ରତିରୋଧ 1100Ω । ସେହି ବଲ୍‌ବକୁ ଯଦି ଗୋଟିଏ 220V ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନ୍‌ରେ ଲଗାଯାଏ ତାହେଲେ ସେଥିରେ କେତେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେବ ?

(b) 220V ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନ୍‌ରେ 110Ω ପ୍ରତିରୋଧର ଗୋଟିଏ ହିଟର ଲାଗିଲେ ସେଥିରେ କେତେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେବ ?

ସମାଧାନ:

(a) ବିଭବାନ୍ତର = 220V, ପ୍ରତିରୋଧ = 1100Ω , I = ?

ସମୀକରଣ (8.7) ଅନୁସାରେ

$$I = \frac{220 \ V}{1100 \ \ \Omega} = 0.2 \ A$$

(b) ବିଭବାନ୍ତର = 220V, ପ୍ରତିରୋଧ = 110Ω, I = ?

ସମୀକରଣ (8.7) ଅନୁସାରେ

$$I = \frac{220 \ V}{110 \ \Omega} = 2 \ A$$

ଲକ୍ଷ୍ୟକର ଏକା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନ୍‌ରେ ଲାଗିଲେ ମଧ୍ଯ ବଲ୍‌ବ ଓ ହିଟରରେ ପ୍ରବାହିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତରେ କେତେ ଫରକ ରହିଛି !

ଉଦାହରଣ 8.5

ଗୋଟିଏ ହିଟରର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର 60V ଥିବାବେଳେ ତାହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନରେ 4A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଜନ୍ମାଏ। ବିଭବାନ୍ତର ଯଦି 120V କୁ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ତା'ହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ କେତେ ହେବ ?

ସମାଧାନ :

ହିଟରର ପ୍ରତିରୋଧ R ହେଉ। ବିଭବାନ୍ତର = 60V ଓ ବିଦ୍ୟୁତସ୍ରୋତ = 4A ପାଇଁ ସମୀକରଣ (8.6) ଅନୁସାରେ

$$R = \frac{60\,V}{4\,A} = 15\frac{V}{A} = 15\,\Omega$$

ଯେତେବେଳେ ବିଭବାନ୍ତର = 120 V,

$$I = \frac{120\ V}{15\ \Omega} = 8\frac{V}{\Omega} = 8\ A$$

ଉଦାହରଣ 8.6

20^0Cରେ 1m ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଖଣ୍ଡିଏ ଧାତବ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ହେଉଛି 26Ω । ତାରର ବ୍ୟାସ 0.33mm ହୋଇଥିଲେ ସେହି ତାପମାତ୍ରାରେ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧିତା କେତେ ହେବ ? ସାରଣୀ 8.2 ଦେଖି ତାରଟି କେଉଁ ବସ୍ତୁରୁ ତିଆରି କୁହ ।

ସମାଧାନ :

ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ $\ell = 1\,m$,

ବ୍ୟାସ $d = 0.3\,mm = 3\times10^{-4}\,m$,

ପ୍ରତିରୋଧ $R = 26\Omega$ । ତାରର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ହେଉଛି $A = \frac{\pi d^2}{4}$ । ବର୍ତ୍ତମାନ ସମୀକରଣ (8.10) ଅନୁସାରେ 20^0Cରେ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧିତା

$$\rho = R\frac{A}{\ell} = \frac{R\pi d^2}{4\ell}$$

$$= \frac{26\times22\times9\times10^{-8}}{7\times4\times1}\Omega m$$

$$= 1.84\times10^{-6}\Omega m$$

ସାରଣୀ 8.2ରେ 20^0Cରେ ମାଙ୍ଗାନିଜ୍‌ର ପ୍ରତିରୋଧିତାର ମୂଲ୍ୟ $1.84\times10^{-6}\Omega m$ ଦିଆଯାଇଛି । ତେଣୁ ତାରଟି ମାଙ୍ଗାନିଜରୁ ତିଆରି ହୋଇଛି ।

ଉଦାହରଣ 8.7

ଖଣ୍ଡିଏ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ℓ, ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ A ଓ ପ୍ରତିରୋଧ 4Ω । ଯଦି ଏକା ବସ୍ତୁରୁ ତିଆରି ଆଉ ଖଣ୍ଡିଏ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ $\frac{\ell}{2}$ ଓ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ 2A ହୁଏ ତା'ହେଲେ ତାର ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ?

ସମାଧାନ :

ତାର ଦୁଇଟିର ପ୍ରତିରୋଧିତା ρ ହେଉ ।

ପ୍ରଥମ ତାର ପାଇଁ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ℓ, ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ A ଓ ପ୍ରତିରୋଧ $R_1 = 4\Omega$ । ସମୀକରଣ (8.10)ରୁ

$$\rho = R_1\frac{A}{\ell} = 4\frac{A}{\ell} \text{ --------------------- (a)}$$

ଦ୍ୱିତୀୟ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ଯଦି R_2 ହୁଏ ତା'ହେଲେ ସମୀକରଣ (8.10) ଅନୁସାରେ

$$R_2 = \rho\frac{\ell}{2\times2A} = \rho\frac{\ell}{4A} \text{ -------------(b)}$$

ସମୀକରଣ (b)ରେ ସମୀକରଣ (a) ରୁ 'ρ'ର ମାନ ବ୍ୟବହାର କଲେ ଆମେ ପାଇବା

$$R_2 = 1\Omega$$

ଅତଏବ, ଦ୍ୱିତୀୟ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ 1Ω ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

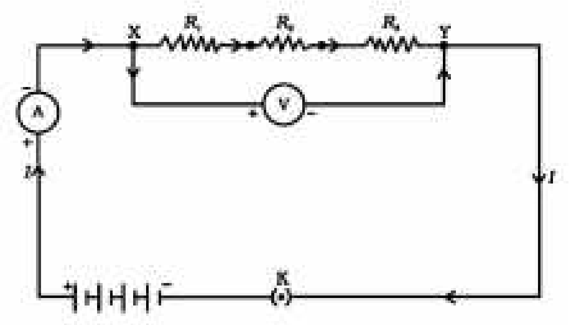
7. ଗୋଟିଏ ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ କେଉଁ କେଉଁ କାରକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ?
8. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁରୁ ତିଆରି ଖଣ୍ଡିଏ ମୋଟା ତାର ଓ ଖଣ୍ଡିଏ ସରୁ ତାର ଅଲଗା ଅଲଗା ଭାବେ ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନ୍‌ରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହେଲେ କେଉଁଥିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ବେଶୀ ସହଜ ହେବ ? କାହିଁକି ?
9. ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପାଂଶର ପ୍ରତିରୋଧକୁ ସ୍ଥିର ରଖି ତା'ର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତରକୁ ଅଧା କରି ଦିଆଗଲା । ତା' ଭିତରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ କିଭଳି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ?
10. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଟୋଷ୍ଟର ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଇସ୍ତ୍ରୀର କୁଣ୍ଡଳୀଗୁଡ଼ିକୁ କାହିଁକି ବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁ ବଦଳରେ ମିଶ୍ରଧାତୁରୁ ତିଆରି କରାଯାଇଥାଏ ?
11. ସାରଣୀ 8.2ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ତଥ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରି ଉତ୍ତର ଦିଅ ।
    (a) ଲୌହ ଓ ପାରଦ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ଉତ୍ତମ ପରିବାହୀ ?
    (b) କେଉଁ ପଦାର୍ଥଟି ସର୍ବୋତ୍କୃଷ୍ଟ ପରିବାହୀ ?

8.6 ପ୍ରତିରୋଧର ସଂଯୋଗ

(Combination of Resistances)

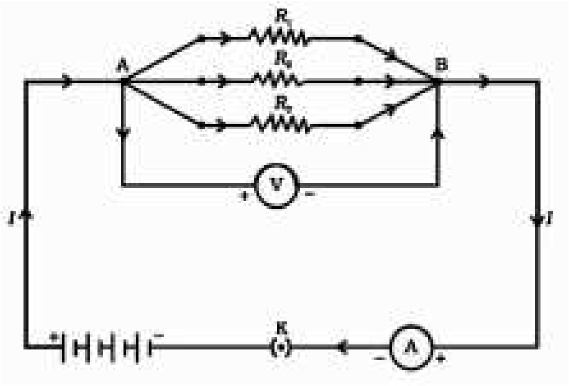
ପୂର୍ବ ପାଠରେ ତୁମେ କିଛି ସରଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥ ବିଷୟରେ ଶିଖିଛ । ଗୋଟିଏ ପରିବାହୀରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ତା'ର ପ୍ରତିରୋଧ ଓ ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ଉପରେ କିପରି ନିର୍ଭର କରେ ଜାଣିଛ । ବିଭିନ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସରଞ୍ଜାମରେ ଏକାଧିକ ପ୍ରତିରୋଧ ଲାଗିଥାଏ । ସେହି ପ୍ରତିରୋଧ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ଆମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଆଲୋଚନା କରିବା ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ କିପରି କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ ।

ସାଧାରଣତଃ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ସଂଯୋଗ ଦୁଇ ପ୍ରକାରେ ହୋଇଥାଏ- ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ (Series combination) ଓ ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ (Parallel combination) । ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକୁ ଏକ ଧାଡ଼ିରେ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ପ୍ରାନ୍ତ ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟିଏ ପ୍ରତିରୋଧର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତ ତା ପାଖ ପ୍ରତିରୋଧର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 8.6ରେ ତିନୋଟି ପ୍ରତିରୋଧ R_1, R_2 ଓ R_3ର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 8.6 ପ୍ରତିରୋଧର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ

ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗରେ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକୁ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଇଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ସବୁଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତିରୋଧର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଏକାଠି ଏବଂ ଅନ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଏକାଠି ଅଲଗା ଅଲଗା ଯୋଡ଼ାଯାଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 8.7ରେ ତିନୋଟି ପ୍ରତିରୋଧ R_1, R_2 ଓ R_3ର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 8.7 ପ୍ରତିରୋଧର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ

8.6.1 ପ୍ରତିରୋଧର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ

(Series Combination of Resistances)

ଗୋଟିଏ ପରିପଥରେ ଯେତେବେଳେ ପ୍ରତିରୋଧର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ସେତେବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ କିଭଳି ହୁଏ ? ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ ବା ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ (Equivalent resistance) କେତେ ? ଏହାର ଉତ୍ତର ପାଇବା ପାଇଁ କିଛି ପରୀକ୍ଷା କରିବା ଆସ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.4

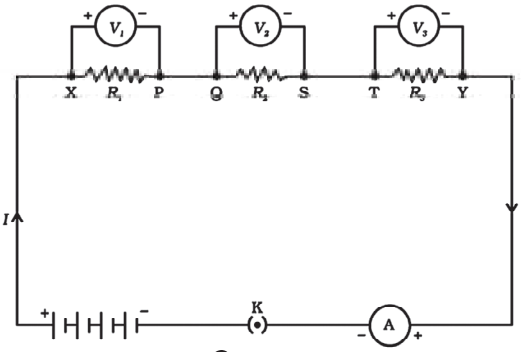
- ତିନୋଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରତିରୋଧ ନେଇ ସେମାନଙ୍କ ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ କର । ଏହି ସଂଯୋଗକୁ ଚିତ୍ର 8.6ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଗୋଟିଏ ବ୍ୟାଟେରୀ, ଗୋଟିଏ ଏମିଟର ଓ ଗୋଟିଏ ପ୍ଲଗ୍ କି ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କର । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ 1Ω, 2Ω, 3Ω ପ୍ରଭୃତି ହୋଇପାରେ ଏବଂ 6Vର ବ୍ୟାଟେରୀ ନିଆଯାଇପାରେ ।
- ପ୍ଲଗ୍ କିକୁ ବନ୍ଦ କରି ପରିପଥକୁ ମୁଦିତ କର ଓ ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଦେଖ ।
- ଯେକୌଣସି ଦୁଇଟି ପ୍ରତିରୋଧ ମଧ୍ୟରେ ଏମିଟର ରଖ ଏବଂ ପ୍ରତିଥର ତାର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଦେଖ । ଏହି ପାଠ୍ୟାଙ୍କଗୁଡ଼ିକରେ କିଛି ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦେଖୁଛ କି ?

ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ତୁମେ ଜାଣିପାରିବ ଯେ ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଅର୍ଥାତ୍ ଏମିଟର ଭିତରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ ଏମିଟରର ସ୍ଥାନ ଉପରେ ନିର୍ଭର

କରେ ନାହିଁ । ଏଥିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ, ପ୍ରତିରୋଧମାନଙ୍କ ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରତିରୋଧରେ ସମାନ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.5

- ଚିତ୍ର ୫.6ରେ ଯେମିତି ଦେଖାଯାଉଛି, ପ୍ରତିରୋଧର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ X ଓ Y ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ସଂଯୋଗ କର ।
- ପ୍ଲଗ୍ କିକୁ ବନ୍ଦ କରି ପରିପଥକୁ ମୁଦିତ କର ଏବଂ ଭୋଲ୍ଟ ମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ କେତେ ହେଉଛି ଦେଖ । ମନେକର ଏହା ହେଉଛି V । ତା'ହେଲେ V ହେଉଛି ପ୍ରତିରୋଧର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟସ୍ଥ ବିଭବାନ୍ତର । ଭୋଲ୍ଟମିଟରକୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ଖୋଲି ବ୍ୟାଟେରୀର ଦୁଇ ମୁଣ୍ଡ ସହ ସଂଯୋଗ କରି ବିଭବାନ୍ତର ମାପ । ଏ ଦୁଇଟି ବିଭବାନ୍ତର ତୁଳନା କର ।
- ଏବେ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟରକୁ ପ୍ରତିରୋଧ R_1ର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ X ଓ P ସହ ସଂଯୋଗ କରି R_1ର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ମାପ । ମନେକର ଏହା ହେଉଛି V_1 । ଚିତ୍ର ୫.୫ ଦେଖ ।



ଚିତ୍ର ୫.୫

- ତା'ପରେ ସେହି ଭୋଲ୍ଟମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ଯଥାକ୍ରମେ ପ୍ରତିରୋଧ R_2 ଓ R_3ର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ରହିଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ମାପ । ସେଗୁଡ଼ିକ ଯଥାକ୍ରମେ V_2 ଓ V_3 ହେଉ ।
- ବର୍ତ୍ତମାନ V, V_1, V_2 ଓ V_3 ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \text{ ------------(8.11)}$$

ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ ଜନିତ ବିଭବାନ୍ତର ସେଗୁଡ଼ିକର ପୃଥକ୍ ପୃଥକ୍ ପ୍ରତିରୋଧ ଜନିତ ବିଭବାନ୍ତରର ସମଷ୍ଟି ସହ ସମାନ ।

ମନେକର, ଚିତ୍ର ୫.୫ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି I । 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' ୫.4ରେ ତୁମେ ଦେଖିଛ ଯେ ପ୍ରତିଟି ପ୍ରତିରୋଧ ଭିତରେ ଏକା ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ଏକାଧିକ ପ୍ରତିରୋଧର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ ପରିବର୍ତ୍ତେ ଆମେ କେବଳ ଗୋଟିଏ ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ R ନେଇପାରିବା ଯାହା ମଧ୍ୟ ଦେଇ ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତ I ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବ ଓ ଯାହାର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର V ଥିବ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ

$$V = IR \text{ ------------------------------(8.12)}$$

ବର୍ତ୍ତମାନ ତିନୋଟି ଯାକ ପ୍ରତିରୋଧ ପାଇଁ ଆମେ ଯଦି ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ପୃଥକ୍ ପୃଥକ୍ ବ୍ୟବହାର କରୁ ତା'ହେଲେ

$$V_1 = IR_1 \text{ ----------------------- (8.13.a)}$$

$$V_2 = IR_2 \text{ ----------------------- (8.13.b)}$$

ଏବଂ $V_3 = IR_3$ -------------------------- (8.13.c)

ଉପରୋକ୍ତ ଚାରୋଟି ସମୀକରଣକୁ ସମୀକରଣ (8.11)ରେ ବ୍ୟବହାର କଲେ ମିଳିବ

$$IR = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

ଅର୍ଥାତ୍ $R = R_1 + R_2 + R_3$ ---------------- (8.14)

ଏଥିରୁ ତୁମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେବ ଯେ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗର ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ ବା ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ ସମ୍ପୃକ୍ତ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ସମଷ୍ଟି ସହ ସମାନ ଏବଂ ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ ସଂପୃକ୍ତ ଯେକୌଣସି ପ୍ରତିରୋଧ ଠାରୁ ଅଧିକ । ମନେରଖ, ଗୋଟିଏ ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ଦୁଇ କିମ୍ବା ତତୋଽଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ପ୍ରତିରୋଧ ରହିପାରେ ।

ଉତ୍ସବ ପାଳନ ବେଳେ ରଙ୍ଗିନ୍ ବଲ୍‌ବଗୁଡ଼ିକୁ ପଙ୍‌କ୍ତିରେ ସଂଯୋଗ କରାଯାଉଥିବା ତୁମେ ଦେଖିଥିବ । ଏହା ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗର ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ।

ଉଦାହରଣ 8.8

ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ 4Ω, 5Ω, 6Ω ଓ 7Ω ର ପ୍ରତିରୋଧ ପଙ୍କ୍ତିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିଲେ ତା'ର ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ?

ସମାଧାନ :

ପଙ୍କ୍ତି ସଂଯୋଗର ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ ହେବ

$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$

$= 4\Omega + 5\Omega + 6\Omega + 7\Omega$

$= 22\Omega$

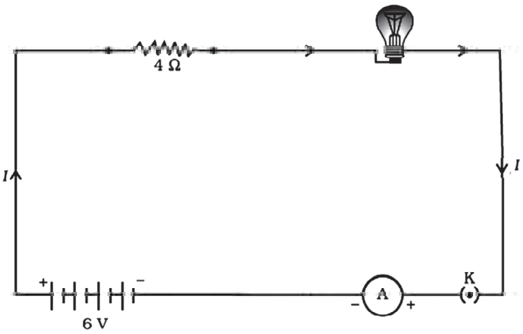
ଉଦାହରଣ 8.9

ଗୋଟିଏ ପରିପଥରେ ଗୋଟିଏ 6V ବ୍ୟାଟେରୀ ସହିତ ଗୋଟିଏ 20Ω ବଲ୍‌ବ ଓ 4Ω ପରିବାହୀ ପଙ୍କ୍ତିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ଚିତ୍ର 8.9 ଦେଖ ଏବଂ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଦିଅ ।

(a) ପରିପଥର ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ?

(b) ପରିପଥରେ କେତେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ?

(c) ବଲ୍‌ବର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଓ ପରିବାହୀର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର କେତେ ?



ଚିତ୍ର 8.9

ସମାଧାନ :

(a) ବଲ୍‌ବର ପ୍ରତିରୋଧ $R_1 = 20\Omega$

ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ $R_2 = 4\Omega$

∴ ପରିପଥର ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ

$R = R_1 + R_2 = 20\Omega + 4\Omega = 24\Omega$

(b) ବ୍ୟାଟେରୀର ଦୁଇ ବିଦ୍ୟୁଦଗ୍ର ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର = 6 V ।

ବର୍ତ୍ତମାନ, ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ପରିପଥରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ,

$$I = \frac{6\text{ V}}{24\ \Omega} = 0.25\ \frac{\text{V}}{\Omega} = 0.25\ \text{A}$$

(c) ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ବଲ୍‌ବର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର

$V_1 = IR_1 = 0.25\text{A} \times 20\Omega = 5\text{A}\Omega = 5\text{V}$

ସେଇଭଳି ପରିବାହୀର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର

$V_2 = IR_2 = 0.25\text{A} \times 4\Omega = 1\text{A}\Omega = 1\text{V}$

ପ୍ରଶ୍ନ :

12. ଏକ ପରିପଥରେ ଗୋଟିଏ ବ୍ୟାଟେରୀ, 5Ω ପ୍ରତିରୋଧ, 8Ω ପ୍ରତିରୋଧ, 12Ω ପ୍ରତିରୋଧ ଓ ଗୋଟିଏ ପ୍ଲଗ୍ କି ର ପଙ୍କ୍ତି ସଂଯୋଗ ହୋଇଛି । ବ୍ୟାଟେରୀରେ ତିନୋଟି 2V ସେଲ୍ ଅଛି । ପରିପଥର ଚିତ୍ର କର ।

13. ପୂର୍ବ ପ୍ରଶ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ମାପିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଏମିଟର୍ ଏବଂ 12Ω ପ୍ରତିରୋଧର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ମାପିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର ଲଗାଯାଇଛି । ଚିତ୍ରଟି କର । ଏମିଟର୍ ଓ ଭୋଲ୍‌ଟ-ମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ କେତେ ହେବ ?

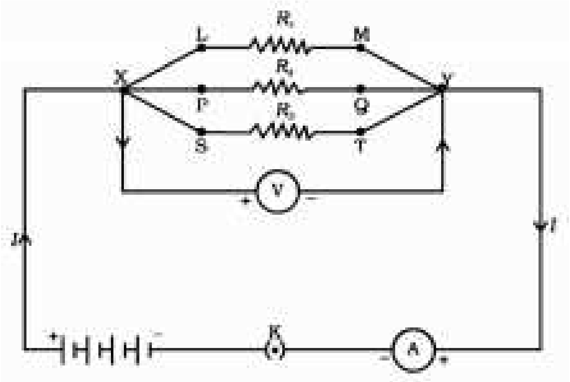
8.6.2 ପ୍ରତିରୋଧର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ (Parallel Combination of Resistances)

ଆସ, ବର୍ତ୍ତମାନ ତିନୋଟି ପ୍ରତିରୋଧର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିବା । ଚିତ୍ର 8.7 ଦେଖ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.6

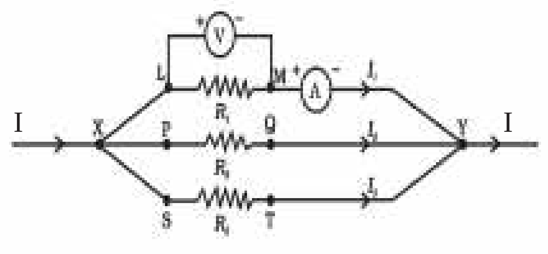
- ତିନୋଟି ପ୍ରତିରୋଧ R_1, R_2 ଓ R_3 ନିଅ । ଚିତ୍ର 8.10ରେ ଯେମିତି ଦର୍ଶାଯାଇଛି ସେଭଳି X ଓ Y

ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ତିନୋଟି ପ୍ରତିରୋଧର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ କର । X ଓ Y ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ସଂଯୁକ୍ତ କର । ଏହି ସଂଯୋଗ ସହ ଗୋଟିଏ ବ୍ୟାଟେରୀ, ଗୋଟିଏ ପ୍ଲଗ୍ କି ଓ ଗୋଟିଏ ଏମିଟର ଲଗାଅ ।



ଚିତ୍ର **8.10**

- ପ୍ଲଗ୍ କିକୁ ବନ୍ଦ କରି ପରିପଥକୁ ମୁଦିତ କର । ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ପଢ଼ । ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହର ପରିମାଣ I ହେଉ ।
- ଭୋଲ୍ଟମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ମଧ୍ୟ ପଢ଼ । ଏହା V ହେଉ । ବର୍ତ୍ତମାନ V ହେଉଛି ସଂଯୋଗର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ X ଓ Y ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ।
- ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଦେଖିବ ଯେ ପ୍ରତି ପ୍ରତିରୋଧର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ମଧ୍ୟ V । ଏହାକୁ ପରଖିବା ପାଇଁ ପ୍ରତି ପ୍ରତିରୋଧର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଭୋଲ୍ଟମିଟରକୁ ଲଗାଅ ଓ ତାର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଦେଖ । ଚିତ୍ର 8.11 ଦେଖ ।



ଚିତ୍ର **8.11**

- ଚିତ୍ର 8.11ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ପ୍ରତିରୋଧ R_1 ସହ ଏମିଟର ଲଗାଇ ତା'ର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଲେଖ । ମନେକର ଏହା I_1 । I_1 ହେଉଛି ପ୍ରତିରୋଧ R_1ରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ।
- ସେଇଭଳି କ୍ରମାନ୍ୱୟରେ R_2 ଓ R_3 ରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I_2 ଓ I_3 ମାପ ।
- I, I_1, I_2 ଓ I_3 ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ କ'ଣ ?

ତୁମେ ଦେଖିପାରିବ ଯେ,

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad \text{-----------------------}(8.15)$$

ଅର୍ଥାତ୍ ପରିପଥର ସମୁଦାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I ତିନୋଟି ପ୍ରତିରୋଧରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ପୃଥକ୍ ପୃଥକ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ସମଷ୍ଟି ସହ ସମାନ । ଏହି ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ ବା ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ R ହେଉ । ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁସାରେ

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{------------------------} \quad (8.16)$$

ପ୍ରତିରୋଧ ତିନୋଟି ପାଇଁ ପୃଥକ୍ ପୃଥକ୍ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଆମେ ପାଇବା

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \quad \text{------------------------} \ (8.17\ a)$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} \quad \text{------------------------}(8.17\ b)$$

ଏବଂ $$I_3 = \frac{V}{R_3} \quad \text{------------------------} \ (8.17\ c)$$

ଉପର ଚାରୋଟି ସମୀକରଣକୁ ସମୀକରଣ (8.15)ରେ ବ୍ୟବହାର କରି ଆମେ ପାଇବା,

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

କିମ୍ବା $$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{--------------}(8.18)$$

ଏଥିରୁ ତୁମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିବ ଯେ ପ୍ରତିରୋଧର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ ବା

ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧର ବିଲୋମୀ (reciprocal), ସମ୍ପୃକ୍ତ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ବିଲୋମୀର ସମଷ୍ଟି ସହ ସମାନ । ମନେରଖ, ସଂଯୋଗରେ ଦୁଇ ବା ତତୋଽଧିକ ପ୍ରତିରୋଧ ରହିପାରିବ । ଚିନ୍ତାକରି ଦେଖ, ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ ସଂପୃକ୍ତ ଯେ କୌଣସି ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟଠାରୁ କମ୍ ।

ଘରେ ଯେଉଁ ସବୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସାମଗ୍ରୀ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ସେଗୁଡ଼ିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନ୍ ସହ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରତିରୋଧର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗର ଏହା ଏକ ଉଦାହରଣ ।

ଉଦାହରଣ 8.10

1Ω ଓ 3Ω ପ୍ରତିରୋଧକୁ ଗୋଟିଏ ପରିପଥରେ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ସଂଯୋଗ କଲେ ସେଗୁଡ଼ିକର ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ହେବ ? ଦେଖାଅ ଯେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିବା ଯେ କୌଣସି ପ୍ରତିରୋଧ ଠାରୁ ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ କମ୍ ଅଟେ ।

ସମାଧାନ :

$$R_1 = 1\Omega,\ R_2 = 3\Omega,\ R = ?$$

ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{1} + \frac{1}{3} = \frac{3+1}{3} = \frac{4}{3}$$

$$\therefore R = \frac{3}{4} = 0.75\Omega$$

ଏହା R_1 ଓ R_2 ଠାରୁ କମ୍ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ 8.11

ଚିତ୍ର 8.10 ଦେଖ । R_1, R_2 ଓ R_3ର ମୂଲ୍ୟ ଯଥାକ୍ରମେ 5Ω, 10Ω ଓ 30Ω । ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଗୋଟିଏ 6V ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ସଂଯୋଗ କରାଯାଇଛି ।

(a) ପ୍ରତି ପ୍ରତିରୋଧରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

(b) ପରିପଥରେ ସମୁଦାୟ କେତେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ?

(c) ପରିପଥର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ?

ସମାଧାନ :

$$R_1 = 5\Omega,\ R_2 = 10\Omega,\ R_3 = 30\Omega$$

ବ୍ୟାଟେରୀର ବିଭବାନ୍ତର = 6V ।

(a) ଧରାଯାଉ R_1, R_2 ଓ R_3 ରେ ଯଥାକ୍ରମେ I_1, I_2 ଓ I_3 ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{6}{5} = 1.2\,A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{6}{10} = 0.6\,A$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{6}{30} = 0.2\,A$$

(b) ସମୁଦାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = (1.2 + 0.6 + 0.2)A = 2\,A$$

(c) ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ R ହେଲେ

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30}$$

$$= \frac{6+3+1}{30} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$$

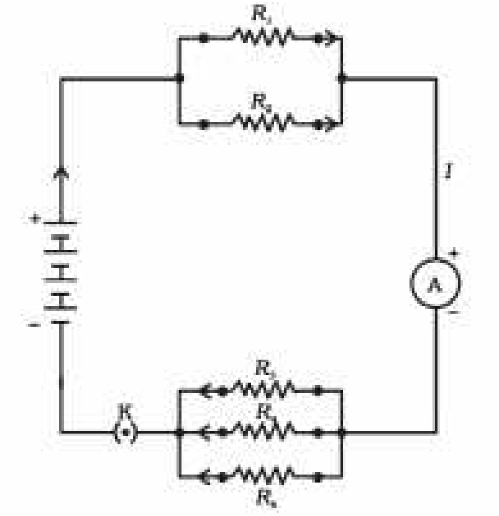
$$\therefore R = 3\Omega$$

ଉଦାହରଣ 8.12

ଚିତ୍ର 8.12ରେ $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 2\Omega$ ଓ $R_5 = 6\Omega$ । ବ୍ୟାଟେରୀର ବିଭବାନ୍ତର ହେଉଛି 6V ।

(a) ପରିପଥର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ?

(b) ପରିପଥରେ ସମୁଦାୟ କେତେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ?



ଚିତ୍ର 8.12

ସମାଧାନ :

ପ୍ରତିରୋଧ R_1 ଓ R_2 ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ଏହାର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ P ହେଲେ, ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ

$$\frac{1}{P}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}=\frac{1}{1}+\frac{1}{4}=\frac{4+1}{4}=\frac{5}{4}$$

$$\therefore P=\frac{4}{5}=0.8\Omega$$

ସେହିଭଳି R_3, R_4 ଓ R_5 ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ଏହାର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ Q ହେଲେ, ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ

$$\frac{1}{Q}=\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_5}=\frac{1}{3}+\frac{1}{2}+\frac{1}{6}$$

$$=\frac{2+3+1}{6}=\frac{6}{6}=1$$

$$\therefore Q=1\Omega$$

(a) ପରିପଥରେ P ଓ Q ପଙ୍କ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ରହିଛି । ତେଣୁ ପରିପଥର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ (R) ହେବ

$$R=P+Q=(0.8+1)\Omega=1.8\Omega$$

(b) ବ୍ୟାଟେରୀର ବିଭବାନ୍ତର $=6V$ ।

ପରିପଥର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ $=1.8\Omega$

∴ ସମୁଦାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ (I) ହେବ,

$$I=\frac{6}{1.8}=3.33A$$

8.6.3 ପ୍ରତିରୋଧର ପଙ୍କ୍ତି ସଂଯୋଗ ଓ ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗର ତୁଳନା

(A Comparison of Series Combination and Parallel Combination of Resistances)

ତୁମେ ଦେଖିଛ ଯେ ପଙ୍କ୍ତି ସଂଯୋଗ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରିପଥର ପ୍ରତି ଅଂଶରେ ଏକା ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍ବ ଓ ହିଟରକୁ ପଙ୍କ୍ତିରେ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତି ନାହିଁ କାରଣ ଏ ଦୁଇଟି ଉପକରଣକୁ ନିରାପଦରେ ଚାଲୁ ରଖିବା ପାଇଁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଦରକାର ହୁଏ । ଏହା ତୁମେ ଉଦାହରଣ 8.4ରେ ଦେଖିଛ । ପଙ୍କ୍ତି ସଂଯୋଗର ଆଉ ଗୋଟିଏ ଅସୁବିଧା ହେଉଛି ଯଦି ସଂଯୋଗର ଗୋଟିଏ ଉପକରଣ ଅଚଳ ହୋଇଯାଏ ତା'ହେଲେ ସମୁଦାୟ ପରିପଥଟି ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ହୋଇଯାଏ ଓ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଉପକରଣ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ନାହିଁ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଏଭଳି ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକୁ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଇପାରେ କାରଣ ପରିପଥର ସମୁଦାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବିଭିନ୍ନ ଉପକରଣର ଆବଶ୍ୟକତା ଅନୁସାରେ ବିଭାଜିତ ହୋଇଯାଏ । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ଉପକରଣ ବିଗିଡ଼ିଗଲେ ମଧ୍ୟ ଅନ୍ୟ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକ ଠିକ୍‌ଠାକ୍ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

14. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ ହୋଇଛି । ପ୍ରତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ହେବ ବିଚାର କର ।
    (a) 1Ω ଓ $10^6\Omega$
    (b) 1Ω, $10^3\Omega$ ଓ $10^6\Omega$
15. ଗୋଟିଏ 220V ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନ୍ ସହ ଗୋଟିଏ 100Ω ବଲ୍ବ, ଗୋଟିଏ 50Ω ଟୋଷ୍ଟର ଓ 500Ω ର ପାଣି ଫିଲ୍‌ଟର ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ

ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ସେହି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନ୍ ସହ ଗୋଟିଏ ଇସ୍ତ୍ରୀ ମଧ୍ୟ ଲଗାଯାଇଛି । ଇସ୍ତ୍ରୀ ଆବଶ୍ୟକ କରୁଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବଲ୍‌ବ, ଟୋଷ୍ଟର ଓ ଫିଲ୍‌ଟରରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ସମଷ୍ଟି ସହ ସମାନ । ଏହି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ କେତେ ଏବଂ ଇସ୍ତ୍ରୀର ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ?

16. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକୁ ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ସଂଯୋଗ କଲେ ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ ତୁଳନାରେ କ'ଣ ସୁବିଧା ହୁଏ ?

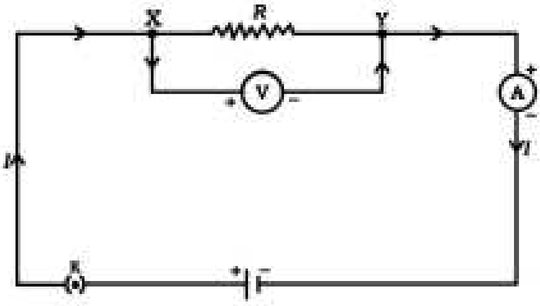
17. ତିନୋଟି ପ୍ରତିରୋଧର ପରିମାଣ 2Ω, 3Ω ଓ 6Ω । ଏଗୁଡ଼ିକର କେମିତି ସଂଯୋଗ କରିବ ଯାହା ଫଳରେ ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ ହେବ (a) 4Ω (b) 1Ω ?

18. ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ 4Ω, 8Ω, 12Ω ଓ 24Ω ପ୍ରତିରୋଧ ଦିଆଯାଇଛି । ଏଗୁଡ଼ିକର ସଂଯୋଗରୁ ମିଳୁଥିବା (a) ସର୍ବୋଚ୍ଚ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ? (b) ସର୍ବନିମ୍ନ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ?

8.7 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ତାପନ କ୍ଷମତା (Heating Effect of Electric Current)

ବିଭାଗ 8.2ରୁ ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ଚାଲୁ ରଖିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଶକ୍ତି ସେଥିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ସେଲ୍ ବା ବ୍ୟାଟେରୀରୁ ଆସିଥାଏ । ଏହି ଶକ୍ତିର କିଛି ଅଂଶ ପଙ୍ଖା ବୁଲାଇବା ଭଳି ଦରକାରୀ କାମରେ ବିନିଯୋଗ ହୁଏ ଓ ଅନ୍ୟ ଅଂଶ ତାପଶକ୍ତିକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇ ଉପକରଣକୁ ଗରମ କରାଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପଙ୍ଖାଟିଏ କିଛି ସମୟ ବୁଲିବା ପରେ ଗରମ ହୋଇଯାଉଥିବା ତୁମେ ଅନୁଭବ କରିଥିବ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପଙ୍ଖାରେ ପ୍ରତିରୋଧ ସାଙ୍ଗକୁ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଉପାଂଶ ମଧ୍ୟ ରହିଥାଏ । ଯଦି ଗୋଟିଏ ପରିପଥରେ ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ କେବଳ ପ୍ରତିରୋଧ ରହିଥାଏ ତା'ହେଲେ ବ୍ୟାଟେରୀର ଶକ୍ତି ତାପ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇ ପ୍ରତିରୋଧକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଏ । ଏହାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ତାପନ କ୍ଷମତା କହନ୍ତି । ହିଟର, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଇସ୍ତ୍ରୀ ପ୍ରଭୃତିରେ ଏହି ତାପନ କ୍ଷମତା ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ଆସ, ଏବେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ତାପନ କ୍ଷମତା ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଜାଣିବା ।



ଚିତ୍ର 8.13

ଚିତ୍ର 8.13 ଦେଖ । ପ୍ରତିରୋଧ Rର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ହେଉଛି V ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି I । ମନେକର t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ Q ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ ପ୍ରତିରୋଧ ଭିତରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ସମୀକରଣ (8.2)ରୁ ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ଏଥିପାଇଁ ସେଲ୍‌କୁ t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଯେଉଁ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାକୁ ପଡ଼େ ବା ଯେଉଁ ଶକ୍ତି ଖର୍ଚ୍ଚ କରିବାକୁ ପଡ଼େ ତାହା ହେଉଛି $W = VQ$ । ତେଣୁ ଏକକ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ପରିପଥକୁ ଆସୁଥିବା ଶକ୍ତି ବା ପାୱାର

$$P = \frac{VQ}{t} = VI \left(\because \frac{Q}{t} = I\right) \text{ --------(8.19)}$$

t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ପରିପଥକୁ ଆସୁଥିବା ଶକ୍ତି ହେଉଛି

$$Pt = VIt$$

ଏହି ଶକ୍ତି ପ୍ରତିରୋଧରେ ତାପଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ଅତଏବ t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ତାପର ପରିମାଣ

$$H = VIt \text{ --------------------------(8.20)}$$

ଏଥିରେ ଓମ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ର $V = IR$ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କଲେ

$$H = I^2Rt \text{ -------------------------(8.21)}$$

ଏହାକୁ ଜୁଲ୍‌ଙ୍କ ତାପନ ନିୟମ କହନ୍ତି । ସମୀକରଣ (8.21) ଅନୁସାରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ତାପ H

I^2 ସହ ସମାନୁପାତୀ ଯଦି R ଓ t ସ୍ଥିରାଙ୍କ ହୁଏ,

R ସହ ସମାନୁପାତୀ ଯଦି I ଓ t ସ୍ଥିରାଙ୍କ ହୁଏ,

t ସହ ସମାନୁପାତୀ ଯଦି I ଓ R ସ୍ଥିରାଙ୍କ ହୁଏ ।

ତାପର ଏସ୍ଆଇ (SI) ଏକକ ଶକ୍ତି ବା କାର୍ଯ୍ୟର ଏସ୍ଆଇ ଏକକ ସହ ସମାନ । ଏହା ହେଉଛି ଜୁଲ୍ (joule) ବା J ।

ଉଦାହରଣ 8.13

ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଗୋଟିଏ 4Ω ପ୍ରତିରୋଧରେ 100J ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିଲେ ପ୍ରତିରୋଧର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର କେତେ ?

ସମାଧାନ :

$R = 4\Omega$

$H = 100J$

$t = 1\,s$

ଧରାଯାଉ ପ୍ରତିରୋଧର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ହେଉଛି V । ତା'ହେଲେ ସମୀକରଣ (8.20) ଅନୁସାରେ

$H = VIt = V^2t / R$

ବା $V^2 = \frac{HR}{t} = \frac{100J \times 4\Omega}{1\,s} = 400$ ଭୋଲ୍ଟ^2

$\therefore V = \sqrt{400}$ ଭୋଲ୍ଟ = 20 ଭୋଲ୍ଟ ।

ଉଦାହରଣ 8.14

ଉଦାହରଣ 8.13ରେ ପ୍ରତିରୋଧରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ କେତେ ?

ସମାଧାନ :

$R = 4\Omega$

$H = 100J$

$t = 1s$

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଯଦି I ହୁଏ ତା'ହେଲେ ସମୀକରଣ (8.21) ଅନୁସାରେ

$$I^2 = \frac{H}{Rt} = \frac{100\,J}{4\Omega \times 1s} = 25\,A^2$$

$$\therefore I = \sqrt{25}\,A = 5A$$

ପ୍ରଶ୍ନ :

19. ବୈଦ୍ୟୁତିକ ହିଟରର ତାର କୁଣ୍ଡଳୀ ଉତ୍ତପ୍ତ ହେଉଥିଲାବେଳେ ସଂଯୋଗୀ ତାର କାହିଁକି ଉତ୍ତପ୍ତ ହୁଏ ନାହିଁ ?
20. ଗୋଟିଏ 20Ω ପ୍ରତିରୋଧ ବିଶିଷ୍ଟ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଇସ୍ତ୍ରୀରେ 5A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । 30sରେ କେତେ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେବ ?

8.7.1 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ତାପନ କ୍ଷମତାର ବ୍ୟାବହାରିକ ଉପଯୋଗ (Practical Applications of Heating Effect of Electric Current)

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ପରିବାହୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ସେଥିରେ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଅନେକ ସମୟରେ ଏ ପ୍ରକାର ତାପନ ଅଦରକାରୀ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିର ଅପଚୟ ମନେହୁଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ଏହି ତାପନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ାଇ ତା'ର ଗୁଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ ମଧ୍ୟ କରିପାରେ । ଏହା ହେଉଛି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ତାପନ କ୍ଷମତାର କ୍ଷତିକାରକ ଦିଗ । ଏହାର ଉପକାରିତା ମଧ୍ୟ ଅଛି । ବହୁଳ ଭାବେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଇସ୍ତ୍ରୀ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଟୋଷ୍ଟର, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁଲା, ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେଟ୍‌ଲି ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ହିଟର ପ୍ରଭୃତି ଗୃହ ସାମଗ୍ରୀ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ତାପନ କ୍ଷମତାର ବ୍ୟବହାର କରି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

ବଲ୍‌ବର ସୂତ୍ରଟି ଅତି ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରା ସହି ପାରୁଥିବା ଶକ୍ତ ଧାତୁରୁ ତିଆରି ହୁଏ । ଟଙ୍ଗ୍‌ଷ୍ଟନ (Tungsten) ନାମକ ଏକ ଧାତୁରୁ ବଲ୍‌ବର ସୂତ୍ର ପ୍ରାୟତଃ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ । ଏହାର ଗଳନାଙ୍କ ହେଉଛି 3380^0C । ବଲ୍‌ବ ଭିତରେ ରାସାୟନିକ ଭାବେ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ଯବକ୍ଷାରଜାନ ଓ ଆର୍ଗନ ଗ୍ୟାସ୍ ଭର୍ତ୍ତି କରାଯାଇ ତା' ଭିତରେ ସୂତ୍ରଟିକୁ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏହା ସୂତ୍ରର ଆୟୁଷ ବଢ଼ାଏ । ସୂତ୍ରରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ବେଶୀ ଅଂଶ ତାପ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବାବେଳେ ଅଳ୍ପ ଅଂଶ ଆଲୋକ ସୃଷ୍ଟି କରେ ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତାପନର ଅନ୍ୟ ଏକ ପ୍ରୟୋଗ ଫ୍ୟୁଜ୍ ରୂପରେ ଅତ୍ୟଧିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହରୁ ଉପକରଣକୁ ରକ୍ଷା କରେ । ପରିପଥରେ ଫ୍ୟୁଜ୍‌କୁ ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ତାର

ରୂପରେ ଲଗାଯାଏ । ଏହା ଉପଯୁକ୍ତ ଗଳନାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ ଧାତୁ ବା ଧାତୁଗୁଡ଼ିକର ମିଶ୍ର ରୂପରୁ ତିଆରି ହୁଏ । ଏହି ଧାତୁଗୁଡ଼ିକ ଭିତରେ ରହିଛି ଏଲୁମିନିୟମ, ତମ୍ବା, ଲୌହ, ଦସ୍ତା ପ୍ରଭୃତି । ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣରୁ ଅଧିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଫ୍ୟୁଜ୍ ତାର ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ଫ୍ୟୁଜ୍‌ଟି ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ତରଳିଯାଏ ଏବଂ ପରିପଥଟି ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ହୋଇ ଉପକରଣ ରକ୍ଷା ପାଇଯାଏ । ପୋର୍ସଲିନ ଭଳି ବସ୍ତୁରୁ ନିର୍ମିତ ଦୁଇଟି ଧାତବ ପ୍ରାନ୍ତ ଯୁକ୍ତ ଖୋଳ (Cartridge) ଭିତରେ ଫ୍ୟୁଜ୍ ତାରକୁ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଘରୋଇ କ୍ଷେତ୍ରରେ 1A, 2A, 3A, 5A, 10A ପ୍ରଭୃତି ବିଭିନ୍ନ ମାନର ଫ୍ୟୁଜ୍ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଗୋଟିଏ 1kW ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଇସ୍ତ୍ରୀ 220V ବିଭବାନ୍ତରରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ (1000W/220V) ବା 4.54A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଆବଶ୍ୟକ କରେ । ତେଣୁ ଏହି ଇସ୍ତ୍ରୀ ସହ 5A ଫ୍ୟୁଜ୍‌ଟିଏ ସଂଯୁକ୍ତ ହେବା ଦରକାର ।

8.8 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାୱାର (Electric Power)

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ଯେଉଁ ହାରରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରାଯାଏ ବା ଯେଉଁ ହାରରେ ଶକ୍ତି ବ୍ୟୟ କରାଯାଏ ତାକୁ ପାୱାର (Power) କହନ୍ତି । ସେଇଭଳି ଯେଉଁ ହାରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ପରିପଥରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହୁଏ ତାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାୱାର P କୁହାଯାଏ । ସମୀକରଣ (8.19) ଅନୁସାରେ

$$P = VI$$

ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ବ୍ୟବହାର କଲେ

$$P = I^2R = V^2/R \quad \text{-------------------------(8.22)}$$

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାୱାରର ଏସ୍‌ଆଇ ଏକକ ହେଉଛି ୱାଟ୍ (watt) ବା W । ବିଭବାନ୍ତର 1V ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ 1A ହେଲେ ପାୱାର ହେବ 1W । ଅର୍ଥାତ୍,

1W = 1 ଭୋଲ୍‌ଟ × 1 ଏମ୍ପିୟର୍ = 1VA ------(8.23)

ସାଧାରଣ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ୱାଟ୍ ଏକକ ଅତି ସାନ ହେଉଥିବାରୁ ଏହାଠାରୁ ଆଉ ଏକ ବଡ଼ ଏକକ ଅର୍ଥାତ୍ 1 କିଲୋୱାଟ୍ (kilowatt) ବା 1kW ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

1kW = 1000 W

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାୱାର୍‌ର ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି = ପାୱାର × ସମୟ । ଏଥିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିର ଏକକ ହେବ ୱାଟ୍ ଘଣ୍ଟା (Wh) । 1 ୱାଟ୍ ପାୱାର 1 ଘଣ୍ଟା ବ୍ୟବହାର ହେଲେ 1 ୱାଟ୍ ଘଣ୍ଟା ଶକ୍ତି ଖର୍ଚ୍ଚ ହୁଏ । ଆମେ ଘରେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିକୁ କିଲୋୱାଟ୍ ଘଣ୍ଟା (kWh) ଏକକରେ ମପାଯାଏ । 1 କିଲୋୱାଟ୍ ଘଣ୍ଟା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିକୁ 1 ୟୁନିଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।

1 Wh = 1W × 1h = 1W × (60 × 60)s
= 3600Ws = 3600J

1 kWh = 1000 × 1Wh = 3.6 × 10^6Ws
= 3.6 × 10^6J

ଜାଣିଛ କି ?

ବହୁ ଲୋକ ଭାବନ୍ତି ଯେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଥିଲେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ଖର୍ଚ୍ଚ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏଥିପାଇଁ ଆମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସଂସ୍ଥାକୁ ଶୁଳ୍କ ଦେଉ । ମାତ୍ର ଏହା ଠିକ୍ ନୁହେଁ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣ ଭିତରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ଗତି କରାଇ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ ଯେଉଁ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ସେହି ଶକ୍ତି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସଂସ୍ଥା ଆମକୁ ଯୋଗାଏ । ଏହି ଶକ୍ତି ପାଇଁ ଆମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସଂସ୍ଥାକୁ ଶୁଳ୍କ ପଇଠ କରୁଁ ।

ଉଦାହରଣ 8.15

220V ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନ୍ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ଗୋଟିଏ ବଲ୍‌ବରେ 0.5A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ହେଉଥିଲେ ବଲ୍‌ବର ପାୱାର କେତେ ?

ସମାଧାନ :

$$V = 220V,\ I = 0.5A, P = ?$$

ସମୀକରଣ (8.19) ଅନୁସାରେ

P = VI
= 220V × 0.5A
= 110 VA
= 110W

ଉଦାହରଣ 8.16

ଗୋଟିଏ 400W ରେଫ୍ରିଜେରେଟର ଦିନକୁ 8ଘଣ୍ଟା ଚାଲେ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶୁଳ୍କ ଯଦି kWh ପିଛା 3ଟଙ୍କା ହୁଏ ତେବେ 30 ଦିନ ପାଇଁ କେତେ ଟଙ୍କାର ଶୁଳ୍କ ଦେବାକୁ ହେବ ?

ସମାଧାନ :

30 ଦିନରେ ରେଫ୍ରିଜେରେଟରରେ ବ୍ୟୟିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି

= 400 ୱାଟ୍ × 8 $\frac{\text{ଘଣ୍ଟା}}{\text{ଦିନ}}$ × 30 ଦିନ

= 96000 ୱାଟ୍-ଘଣ୍ଟା

= 96 କିଲୋୱାଟ୍-ଘଣ୍ଟା

= 96 kWh

ତେଣୁ ଶୁଳ୍କର ପରିମାଣ ହେବ,

$$96\text{kWh} \times \frac{3 \text{ ଟଙ୍କା}}{1\text{kWh}} = 288 \text{ ଟଙ୍କା}$$

ପ୍ରଶ୍ନ :

21. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦତ୍ତ ଶକ୍ତିର ହାର କେଉଁ କାରକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ?
22. ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ମୋଟର୍ 220V ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲାଇନ୍‌ରୁ 5A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ନିଏ । ମୋଟରର ପାୱାର୍ କେତେ ? 2 ଘଣ୍ଟାରେ ଏହା କେତେ ଶକ୍ତି ବ୍ୟୟ କରିବ ?

କ'ଣ ଶିଖିଲ :

- ପରିବାହୀ ଭିତରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ପ୍ରବାହ ହେଲେ ସେଥିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଦିଗ ଧରାଯାଏ ।
- Q ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ $I = \frac{Q}{t}$ ।
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର SI ଏକକ ଏମ୍ପିୟର୍ ଅଟେ ।
- ପରିପଥରେ ଚାର୍ଜକୁ ଗତିଶୀଳ କରାଇବା ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସେଲ୍ ବା ବ୍ୟାଟେରୀ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ସେଲ୍ ତା'ର ଅଗ୍ରଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ସୃଷ୍ଟି କରେ । ବିଭବାନ୍ତରର SI ଏକକ ହେଉଛି ଭୋଲ୍‌ଟ ।
- ପ୍ରତିରୋଧ ହେଉଛି ପରିବାହୀର ଏପରି ଏକ ଗୁଣ ଯାହା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ଗତିକୁ ବାଧା ଦିଏ । ପ୍ରତିରୋଧର SI ଏକକ ହେଉଛି ଓମ୍ ।
- ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ : ପ୍ରତିରୋଧର ତାପମାତ୍ରା ସ୍ଥିର ରହିଥିବାବେଳେ ତା'ର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ସେଥିରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସହ ସମାନୁପାତୀ ।
- ପରିବାହୀ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ

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

  ρ = ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧିତା, ℓ = ପରିବାହୀ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ, A = ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ।
- ପ୍ରତିରୋଧିତାର SI ଏକକ ଓମ୍-ମି (Ωm) ଅଟେ ।
- ଏକାଧିକ ପ୍ରତିରୋଧର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ ହେଲେ ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ

  $R = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$
- ଏକାଧିକ ପ୍ରତିରୋଧର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ ହେଲେ ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ Rର ସୂତ୍ର ହେଉଛି

  $$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots$$
- ପ୍ରତିରୋଧରେ ବ୍ୟୟିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି

  $W = VQ = VIt = I^2Rt$
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାୱାର

  $$P = \frac{W}{t} = \frac{VQ}{t} = VI = I^2R$$

  ଏହାର SI ଏକକ ୱାଟ୍ (W) । $1W = \frac{1J}{1s}$ ।
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ୟୁନିଟ୍ = 1କିଲୋୱାଟ୍-ଘଣ୍ଟା = 1kWh

  $1\text{kWh} = 3.6 \times 10^6\text{J}$

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

ପ୍ରଶ୍ନ 1ରୁ 4 ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରଶ୍ନ ପାଇଁ ଦିଆଯାଇଥିବା ଚାରୋଟି ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଉତ୍ତର ମଧ୍ୟରୁ ଠିକ୍ ଉତ୍ତରଟି ବାଛ ।

1. ଖଣ୍ଡିଏ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ହେଉଛି R । ଏହି ତାରକୁ ପାଞ୍ଚଟି ସମାନ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରାଗଲା ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ କରାଗଲା । ଏହି ସଂଯୋଗର ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ R^{I} ହେଲେ, R / R^{I} ହେବ

   (a) 1/25 (b) 1/5
   (c) 5 (d) 25

2. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପଦମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାୱାର ସୂଚାଉ ନାହିଁ ?

   (a) I^2R (b) IR^2
   (c) VI (d) V^2 / R

3. 220V ଓ 100W ଲେଖାଥିବା ଗୋଟିଏ ବଲ୍‌ବକୁ 110V ଲାଇନ୍‌ରେ ଲଗାଇଲେ ପାୱାର ହେବ

   (a) 100W (b) 75W
   (c) 50W (d) 25W

4. ଏକା ବସ୍ତୁରୁ ତିଆରି ସମାନ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ସମାନ ବ୍ୟାସ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି ପରିବାହୀ ତାରକୁ ଯଥାକ୍ରମେ ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ ଓ ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ କରାଗଲା । ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଭବାନ୍ତର ସମାନ ହେଲେ ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ ଓ ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପର ଅନୁପାତ

   (a) 1 : 2 (b) 2 : 1
   (c) 1 : 4 (d) 4 : 1

5. ପରିପଥର ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ମାପିବା ପାଇଁ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର କେମିତି ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ ?

6. ଖଣ୍ଡିଏ ତମ୍ବା ତାରର ବ୍ୟାସ 0.5 mm ଓ ପ୍ରତିରୋଧିତା $1.6 \times 10^{-8}\ \Omega\ m$ । 10Ω ପ୍ରତିରୋଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏଭଳି ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ? ବ୍ୟାସ ଦୁଇଗୁଣ ହେଲେ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ହେବ ?

7. ଗୋଟିଏ ପ୍ରତିରୋଧୀର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର V ଓ ତହିଁରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ Iର ପରିମାଣ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

I (ଏମ୍ପିୟର)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
V (ଭୋଲ୍‌ଟ)	1.6	3.4	6.7	10.2	13.2

V ଓ I ମଧ୍ୟରେ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟିଏ ଅଙ୍କନ କରି ପ୍ରତିରୋଧୀର ପ୍ରତିରୋଧ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

8. ଗୋଟିଏ ପ୍ରତିରୋଧୀର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ସହ ଏକ 12V ବ୍ୟାଟେରୀ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହର ପରିମାଣ 2.5 mA ହେଲେ ପ୍ରତିରୋଧୀର ପ୍ରତିରୋଧ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

9. ଏକ 9V ବ୍ୟାଟେରୀ ଗୋଟିଏ 12Ω ପ୍ରତିରୋଧୀ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ । ପ୍ରତିରୋଧୀରେ କେଉଁ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ହେଉଛି ?

10. କେତୋଟି 176Ω ପ୍ରତିରୋଧୀର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ 220V ଲାଇନ୍‌ରୁ 5A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ନେବ ?

11. ତିନୋଟି ପ୍ରତିରୋଧୀ ମଧ୍ୟରୁ ପ୍ରତ୍ୟେକର ପ୍ରତିରୋଧ 6Ω । ଏଗୁଡ଼ିକୁ କିଭଳି ଭାବେ ସଂଯୋଗ କଲେ ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ ହେବ (i) 9Ω (ii) 4Ω ?

12. 220V ଲାଇନ୍‌ରେ ଲାଗିପାରୁଥିବା କେତେଗୁଡ଼ିଏ ବଲ୍‌ବର ପାୱାର ହେଉଛି 10W । ଯଦି ସର୍ବୋଚ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ 5A ହୁଏ ତେବେ କେତୋଟି ବଲ୍‌ବକୁ ସେହି ଲାଇନ୍‌ରେ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ସଂଯୋଗ କରାଯାଇପାରିବ ?

13. 220V ଲାଇନ୍‌ରେ ଲଗାଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁଲାରେ ଦୁଇଟି 24Ω ପ୍ରତିରୋଧ ବିଶିଷ୍ଟ ତାର କୁଣ୍ଡଳୀ ଅଛି । କୁଣ୍ଡଳୀ ଦୁଇଟିକୁ ଅଲଗା ଅଲଗା, ପଙ୍‌କ୍ତିରେ ଓ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ବ୍ୟବହାର କଲେ ପ୍ରତି କ୍ଷେତ୍ରରେ କେତେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ହେବ ?

14. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପରିପଥଗୁଡ଼ିକରେ 2Ω ପ୍ରତିରୋଧୀରେ ବ୍ୟବହାର ହେଉଥିବା ପାୱାରର ତୁଳନା କର । (i) 1Ω ଓ 2Ω ପ୍ରତିରୋଧୀ ସହ ଗୋଟିଏ 6V ବ୍ୟାଟେରୀର ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ, ଏବଂ (ii) 12Ω ଓ 2Ω ପ୍ରତିରୋଧୀ ସହ ଗୋଟିଏ 4V ବ୍ୟାଟେରୀର ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ ।

15. ଗୋଟିଏ 100W – 220V ଓ ଗୋଟିଏ 60W – 220V ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବତୀ ଏକ 220V ଲାଇନ୍‌ରେ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ଏହା ଲାଇନ୍‌ରୁ କେତେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ନେଉଛି ?

16. କେଉଁଟି ବେଶୀ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରେ ? 1ଘଣ୍ଟା ଚାଲୁଥିବା ଗୋଟିଏ 250W ଟିଭି ସେଟ୍ ନା 10 ମିନିଟ୍ ଚାଲୁଥିବା ଗୋଟିଏ 1200W ଟୋଷ୍ଟର ?

17. ଗୋଟିଏ 8Ω ହିଟର 2 ଘଣ୍ଟା ଧରି ଲାଇନ୍‌ରୁ 15A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ନିଏ । ହିଟର୍‌ରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପର ହାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

18. ବୁଝାଅ ।

(a) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବତୀର ଫିଲାମେଣ୍ଟ ପାଇଁ ଟଙ୍ଗ୍‌ଷ୍ଟନ୍ ଧାତୁ କାହିଁକି ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ?

(b) ପାଉଁରୁଟି ଟୋଷ୍ଟର ଓ ଇସ୍ତ୍ରୀ ଭଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତାପନ ସାମଗ୍ରୀରେ କାହିଁକି ଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁ ପରିବର୍ତ୍ତେ ମିଶ୍ରଧାତୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ?

(c) ଗୃହ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ କାହିଁକି ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ନାହିଁ ?

(d) ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ କିଭଳି ଭାବେ ତା'ର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ?

(e) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବହନ ପାଇଁ ସାଧାରଣତଃ ତମ୍ବା ଓ ଏଲୁମିନିୟମ୍ ତାର କାହିଁକି ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ?

ଠଠଠ