17

ଟିପ୍ପଣୀ

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ

(Electric Current)

ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବିଭିନ୍ନ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ପାଇଁ ଆମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌କୁ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଛେ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍‌ବ ତଥା ଟ୍ୟୁବ୍ ଲାଇଟ୍ ଆମ ଘରକୁ ଆଲୋକିତ କରୁଛି । ଆମେ ଟେପରେକର୍ଡ ଏବଂ ରେଡ଼ିଓ ଦ୍ୱାରା ଗୀତ ଶୁଣୁଛେ । ଟେଲିଭିଜନ୍ ଦ୍ୱାରା ବିଭିନ୍ନ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଦେଖୁଛେ । ବିଜୁଳି ପଙ୍ଖା ଏବଂ କୁଲର ଦ୍ୱାରା ଥଣ୍ଡା ପବନର ଆନନ୍ଦ ନେଉଛେ । ଜମିରେ ଜଳସେଚନ ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପମ୍ପକୁ ବ୍ୟବହାର କରୁଛେ । ପ୍ରକୃତରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ମାନବକୁ ବିଜ୍ଞାନର ଅତୁଳନୀୟ ଦାନ । ଆଧୁନିକ ଜଗତରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିନା ଜୀବନର କଳ୍ପନା କରାଯାଇ ନପାରେ । ଘରେ ତୁମେ ଦେଖିଥିବ ଯେ, ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ (On) କରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍‌ବ ଜଳୁଛି । ଏହା କାହିଁକି ହୁଏ ? ସୁଇଚ୍‌ର କାର୍ଯ୍ୟ କ'ଣ ?

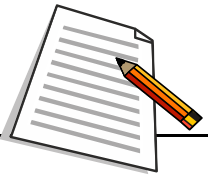
ଏହି ମଡ୍ୟୁଲର ପୂର୍ବ ପାଠରେ ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଋର୍ଜ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବଳ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିଛ । ଏହି ପାଠରେ ଗତିଶୀଳ ଋର୍ଜଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ଜାଣିବ । ଆଉ ମଧ୍ୟ ତୁମେ ଜାଣିବ, ପରିବାହୀରେ ଋର୍ଜର ପ୍ରବାହର ହାର ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ତୁମେ ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ବଣ୍ଟନ ଏବଂ ଏହାକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରୁଥିବା କିର୍‌ଚ୍‌ଫଙ୍କ ନିୟମ ପଢ଼ିବ ।

ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଏକ ପରୀକ୍ଷାସିଦ୍ଧ ବିଜ୍ଞାନ ଏବଂ ପ୍ରକୃତିର ନିୟମ ଉନ୍ମୋଚନରେ ଏହା କରିଥିବା ଅଗ୍ରଗତି ସମ୍ଭବ ହୋଇଛି କେବଳ ଆମର ତାତ୍ତ୍ୱିକ ପ୍ରାଗୁକ୍ତିର ପରୀକ୍ଷା ନିରୀକ୍ଷା କରିବାର କ୍ଷମତା ଯୋଗୁଁ । ଏହାର ଅର୍ଥ, ଯେତେ ଥର ପରୀକ୍ଷା କଲେ ମଧ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାଲବ୍ଧ ଫଳ ସମାନ ରହିଲେ, ଯେଉଁ ତତ୍ତ୍ୱ ଉପରେ ଏହା ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ, ତାହା ମଧ୍ୟ ସିଦ୍ଧ ବୋଲି ନିଆଯାଏ । ଏଥିଯୋଗୁଁ ଯନ୍ତ୍ରପାତି ଓ ପ୍ରୟୋଗ ବିଧିରେ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଉନ୍ନତି ହୋଇଛି । ଏହି ପାଠରେ ତୁମେ ଏକ ବିଭିନ୍ନ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ଯନ୍ତ୍ର ପୋଟେନସିଓମିଟର ବିଷୟରେ ଜାଣିବ । ଏହା ସାହାଯ୍ୟରେ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଏବଂ ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋ-ମୋଟିଭ୍ ବଳ ମାପିପାରିବା ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପଢ଼ି ସାରିବା ପରେ ତୁମେ,

- *ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ କହି ପାରିବ ଏବଂ ଓମିକ୍ ଓ ନନ୍ - ଓମିକ୍ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଇ ପାରିବ;*
- *ରେଜିଷ୍ଟର୍ ପଂକ୍ତି ଓ ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗରେ ତୁଲ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସର ମାନ ପାଇ ପାରିବ;*
- *ଆବଦ୍ଧ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥରେ କିର୍‌ଚ୍‌ଫଂଙ୍କ ନିୟମକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରିପାରିବ;*
- *ଅଜଣା ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଜାଣିବା ପାଇଁ ହୁଇଟ୍‌ଷ୍ଟୋନ ବ୍ରିଜ୍ (whealsione bridge) ସମୀକରଣକୁ*



ଟିପ୍ପଣୀ

ପ୍ରୟୋଗ କରିପାରିବ; ଏବଂ

- *ପୋଟେନ୍‌ସିଓ-ମିଟରର ନିୟମକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରି ପାରିବ ଏବଂ ଏହାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ (emf) ଓ ସେଲ୍‌ର ଅଭ୍ୟନ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧ ମାପିବାରେ ପ୍ରୟୋଗ କରିପାରିବ ।*

ମୁକ୍ତ (Fresh) ଏବଂ ପରିବଦ୍ଧ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ

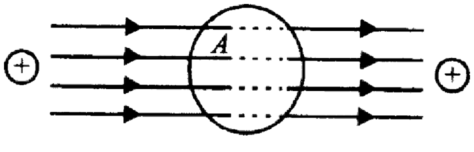
ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିରପେକ୍ଷ ଅଟେ ଅର୍ଥାତ୍ ଏହାର ଯେତୋଟି ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ବାହ୍ୟ କକ୍ଷରେ ଘୁରୁଥାନ୍ତି ସେତିକିଟି ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ପ୍ରୋଟନ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ଥାଏ । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ କୁଲମ୍‌ଙ୍କ ବଳ ମାନ ହେତୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ବାନ୍ଧିହୋଇ ରହୁଛନ୍ତି ।

ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସଠାରୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନମାନଙ୍କର ଦୂରତା ଯେତେ ଅଧିକ ହେବ, କୁଲମ୍ ବଳ ସେତିକି କ୍ଷୀଣ ହେବ । ତେଣୁ ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ସହ ଢିଲା ବାନ୍ଧି ହୋଇଥାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଯୋଜ୍ୟତା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ କୁହାଯାଏ । ସାମାନ୍ୟ ପରିମାଣର ବିଭବାନ୍ତର ପ୍ରୟୋଗରେ ଧାତବ ଘନ ପଦାର୍ଥରେ ଏହି ଯେଜ୍ୟତା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ମାନ ଗତି କରିବାକୁ ସକ୍ଷମ ହୁଅନ୍ତି ।

17.1. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ (Electroc Current)

ପୂର୍ବ ପାଠର ପଢ଼ିଛ ଯେ, ଗୋଟିଏ ପରିବାହୀ ଉପରେ ଏକ ବିଭବାନ୍ତର ପ୍ରୟୋଗ କଲେ, ଏଥିରେ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ପରିବାହୀରେ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନମାନ କ୍ଷେତ୍ରର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଗତି କରନ୍ତି । ଏହା ଦ୍ୱାରା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ । ପ୍ରଚଳିତ ପ୍ରଥା ଅନୁସାରେ ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜର ଗତିର ଦିଗକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଦିଗ ନିଆଯାଏ । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଏହାର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଗତିକରେ । ଯଥାର୍ଥ ଭାବେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସଂଜ୍ଞା ନିରୂପଣ କରିବାକୁ ଆମେ ଧରିନେବା ଯେ ଚିତ୍ର 17.1 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି A କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଚାର୍ଜମାନ ଗତି କରୁଛି । ପ୍ରବାହର ଦିଗ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବେ ଅବସ୍ଥାପିତ ଏକ ପୃଷ୍ଠତଳ ଦେଇ ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହର ହାରକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ କୁହାଯାଏ । ଯଦି Δt ସମୟ ମଧ୍ୟରେ Δq ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ, ତେବେ ହାରାହାରି ସ୍ରୋତର ସଂଜ୍ଞା ହେଉଛି,

$$I_{av} = \frac{\Delta_q}{\Delta_t} \text{-------------} (17.1)$$



ଚିତ୍ର 17.1 ପୃଷ୍ଠ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ A ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ପରିବାହୀର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଚାର୍ଜଗୁଡ଼ିକର ଗତି ।

ଯଦି ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହର ହାର ସମୟ ସହିତ ବଦଳେ ତେବେ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟ ସମୟ ସହ ବଦଳେ । ତତ୍‌କ୍ଷଣିକ ସ୍ରୋତକୁ ନିମ୍ନ ଭାବରେ ବ୍ୟକ୍ତ କରାଯାଇ ପାରିବ ।

$$I = \frac{dq}{dt} \text{----------------} (17.2)$$

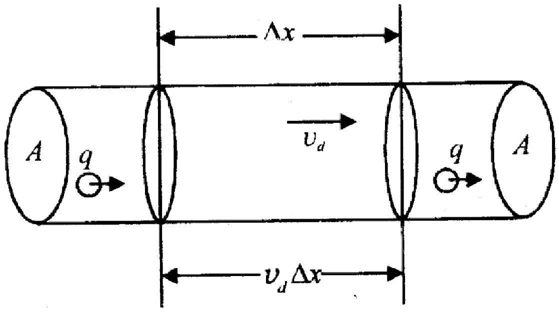
ପ୍ରବାହର ଦିଗ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବେ ରଖାଯାଇଥିବା ପରିବାହୀର ପୃଷ୍ଠତଳ ଦେଇ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ଚାର୍ଜକୁ ପରିବାହୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ କୁହାଯାଏ ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର SI ଏକକକୁ ଏମ୍ପିୟର କୁହାଯାଏ । ଏହାର ସଂକେତ ହେଉଛି A ।

1 ଏମ୍ପିୟର = 1 କୁଲମ୍ / 1 ସେକେଣ୍ଡ (17.3)

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର କ୍ଷୁଦ୍ରରେ ଏକକ ହେଉଛି ମିଲିଏମ୍ପିୟର, $mA = 10^{-3}A$; ଏବଂ ମାଇକ୍ରୋଏମ୍ପିୟର, $1\mu A = 10^{-6}A$ ଧାତୁରେ ସ୍ରୋତ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ (ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ)ର ପ୍ରବାହ ଯୋଗୁଁ ହୋଇଥାଏ । ଏକ ଅର୍ଦ୍ଧ ପରିବାହୀରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ (ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ) ଓ ହୋଲ୍‌ର ପ୍ରବାହ ହେତୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ହୋଲ୍ ମାନେ କ୍ରିଷ୍ଟାଲରରେ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନଗୁଡ଼ିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜ୍ ସହ ସମାନ ପରିମାଣର । ଏହି ବିଷୟରେ ତୁମେ ବିସ୍ତୃତ ଭାବରେ ପଢ଼ିବ ।

ଚିତ୍ର 17.2 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଯାହାର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ A କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ପରିବାହୀ କଥା ବିଚାର କରିବା ।



ଚିତ୍ର 17.2 A କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ଚାର୍ଜମାନ v_d ବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । Δx ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ଚାର୍ଜ ଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟା ହେବ $nA\, v_d\, \Delta t$ ।

Δx ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ଟୁକୁରା ଆୟତନ ହେବ $A\Delta x$ । ଯଦି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା ଏକକ ଆୟତନ ପ୍ରତି n ହୁଏ, ତେବେ ଏହି ଟୁକୁରା ଆୟତନର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟା ହେବ $nA\Delta x$ । ଏହି ଟୁକୁରା ଆୟତନରେ ମୋଟ ଚାର୍ଜ $\Delta q = nA\Delta xe$ ଏଠାରେ e ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜ ଅଟେ । ତାପଶକ୍ତି ଯୋଗୁଁ ଯଦି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ମାନ v_d ବେଗରେ ବାହିତ ହୁଅନ୍ତି, ତେବେ Δt ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ହେବ, $\Delta x = v_d\,\Delta t$ Δx ର ଏହି ମାନକୁ Δq ବ୍ୟଞ୍ଜକରେ ପ୍ରତିସ୍ଥାପିତ କଲେ, ଟୁକୁରା ଆୟତନର ମୋଟ ଚାର୍ଜ୍ ହେବ,

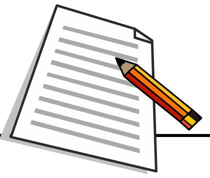
$$\Delta q = nAe\, v_d\, \Delta t$$

ତେଣୁ $$\frac{\Delta q}{\Delta t} = I = nAev_d \qquad (17.4)$$

ବାହିତ ବେଗ ସଂପର୍କରେ ତୁମେ ଉପାଂଶ 17.9ରେ ଅଧିକ ଜାଣିବ ।

17.2. ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ (Ohm's Law)

1828 ମସିହାରେ ଓମ୍ କୌଣସି ପରିବାହୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଓ ତାହାର ଉଭୟ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ସଂବନ୍ଧରେ ଅଧ୍ୟୟନ କରିଥିଲେ । ସେ ଏହି ସଂବନ୍ଧକୁ ନିୟମ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରିଥିଲେ, ଯାହାକୁ କି ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ କୁହାଯାଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ଜର୍ଜ ସାଇମନ ଓମ୍

(1787 - 1854)

ଜର୍ମାନ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ଜର୍ଜ ସାଇମନ୍ ଓମ୍ ତାଙ୍କ ନାମରେ ନାମିତ ନିୟମ ପାଇଁ ପ୍ରସିଦ୍ଧ । ସେ ତାପୀୟ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବହନ ମଧ୍ୟରେ ତାଙ୍କର ସାଇରନ୍ ସଂପର୍କିତ ତତତ୍ୱ, କ୍ରିଷ୍ଟାଲ୍‌ରେ ଧ୍ରୁବୀୟ ଆଲୋକର ବ୍ୟତିକରଣ ଅନୁରୂପତା ବିଚାର କରି ଏହି ନିୟମରେ ପହଞ୍ଚିଲେ । ବ୍ୟାବହାରିକ ଏକକ ଓମ୍ ତାଙ୍କର ନାମାନୁସାରେ ନାମିତ ।

ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଭୌତିକ ସ୍ଥିତି ଯଥା ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଲେ, ପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପରିବାହୀର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ସହ ସମାନୁପାତୀ ।

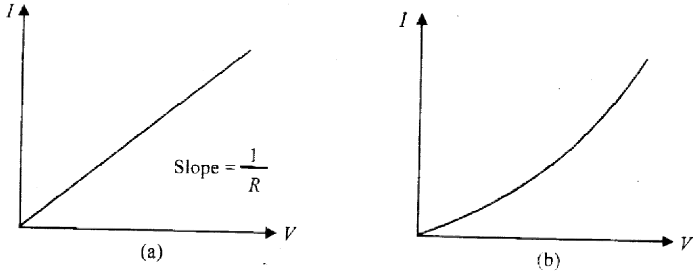
ପରିବାହୀର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ V ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ, ଏବଂ ଏହା ମଧ୍ୟରେ I ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉ । ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ,

$$V \alpha I$$

କିମ୍ବା $V = RI$

$$\Rightarrow \frac{V}{I} = R ------------ (17.5)$$

ଏଠାରେ ଆନୁପାତିକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ R ଏକ ପରିବାହୀର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହର ପ୍ରତିରୋଧ କ୍ଷମତା ବା ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ ଅଟେ । ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ ଏକ ପରିବାହୀର ଏପରି ଏକ ଧର୍ମ ଯାହା କି ଏହା ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହକୁ ପ୍ରତିରୋଧ କରେ । ଏକ ଧାତବ ପରିବାହୀ ପାଇଁ I-V ଗ୍ରାଫ୍ ଏକ ସରଳ ରେଖା ଅଟେ । ଚିତ୍ର 17.3 (a) ।



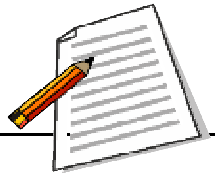
ଚିତ୍ର 17.3 ବିଦ୍ୟୁତ୍ - ସ୍ରୋତ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଗ୍ରାଫ

a) ଏକ ଓମ୍-ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଉପାଦାନ ପାଇଁ , b) ଏକ ଅର୍ଦ୍ଧ ପରିବାହୀ ଡ଼ାୟୋଡ୍ ପାଇଁ

SI ପଦ୍ଧତିରେ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍‌ର ଏକକ ଓମ୍ ଅଟେ । ଏହାକୁ Ω ସଂକେତ (ମେଗା ଭାବେ ପଢ଼ାଯାଏ) ରୂପେ ଲେଖାଯାଏ ।

1 ଓମ୍ = 1 ଭୋଲ୍‌ଟ / 1 ଆମ୍ପିୟର୍

ଅଧିକାଂଶ ଧାତୁ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ପାଳନ କରେ ଏବଂ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କ ସରଳରୈଖିକ । ଏଭଳି ରୋଜିଷ୍ଟରଗୁଡ଼ିକ ଓମିକ୍ ବା ଓମ୍ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ପାଳନ କରିନଥାଏ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ନନ୍ - ଓମିକ୍ (Non - ohimic) ପ୍ରତିରୋଧ କୁହାଯାଏ । ଶୂନ୍ୟ ଡ଼ାୟୋଡ଼ୁ ଅର୍ଦ୍ଧପରିବାହୀ ଡ଼ାୟୋଡ଼, ଟ୍ରାନ୍‌ଜିଷ୍ଟର ଆଦି ନନ୍ - ଓସିଙ୍କ ଗୁଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି । ଅର୍ଦ୍ଧ ପରିବାହୀ ଡ଼ାୟୋଡ଼ ପାଇଁ କମ୍ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍‌ରେ ମଧ୍ୟ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ନୁହେଁ । ଚିତ୍ର 17.3 (b) ରେ ଏକ ଅର୍ଦ୍ଧପରିବାହୀ ଡାୟୋଡ୍ ପାଇଁ I-V ଗ୍ରାଫ୍ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।



ତୁମ ପାଇଁ କାମ 17.1

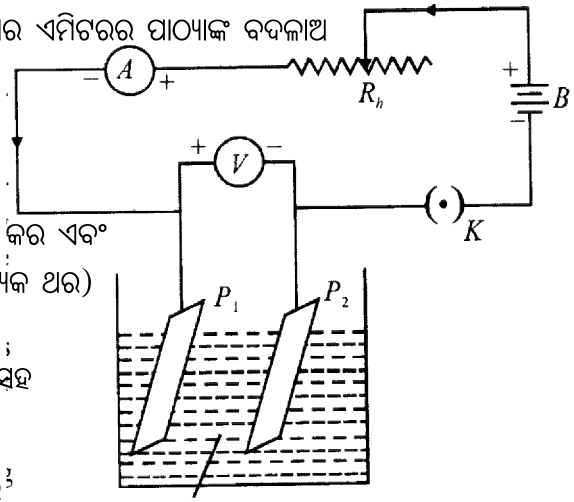
ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ :- ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବହନକୁ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା ।

ଆବଶ୍ୟକ ସାମଗ୍ରୀ :-

ଏମିଟର, ଭୋଲ୍ଟମିଟର,କପର ସଲଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣ ଥିବା ଏକ ଜାର, ଦୁଇଟି ତମ୍ବାପାତ, ପ୍ଲଗ କି, ଗୋଟିଏ ବ୍ୟାଟେରୀ, ଯୋଡ଼ାଯିବା ପାଇଁ ତାର ଏବଂ ଏକ ରିଓଷ୍ଟାଟ୍ ।

କିପରି ଆରମ୍ଭ କରିବ :-

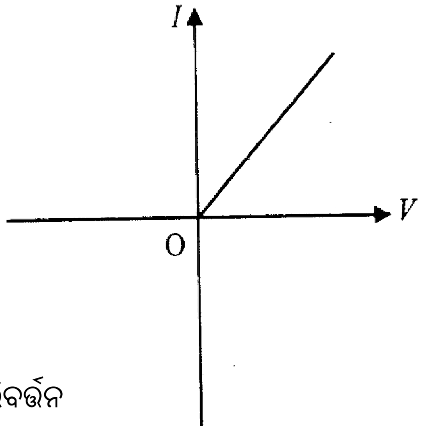
1. ଚିତ୍ର 17.4 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକ ସଜାଡ଼ ।
2. କି ପ୍ଲଗ୍ ସ୍ଲାଇଡିଙ୍ଗ୍ ସଂଯୋଗ କର ଏବଂ ଏମିଟର ଓ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ନିଅ ।
3. ରିଓଷ୍ଟାରର ସ୍ଲାଇଡ଼ିଂ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ସହାୟତାର ଏମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ବଦଳାଅ ଏବଂ ଭୋଲ୍ଟ ମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଲେଖ ।
4. ଏହି ତୃତୀୟ କ୍ରିୟାକୁ ଅନ୍ତତଃ ପାଞ୍ଚଥର କର ଏବଂ ଏମିଟର୍ ଓ ଭୋଲଟମିଟରରେ (ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର) ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ନିଅ ।
5. ଏହି ପରୀକ୍ଷାକୁ ନିମ୍ନମତେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହ ପୁନରାୟ କର -
   a) P_1 ଓ P_2 ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ବଦଳାଇ
   b) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ପାତର ବୁଡ଼ିଥିବା ଅଂଶର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି
   c) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ସାନ୍ଦ୍ରତା ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି
6. ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ V- I ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କର ।



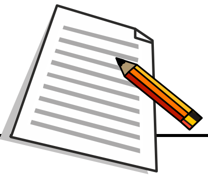
ଚିତ୍ର 17.4 ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବହନ ।

କ'ଣ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ କଲ :

- ଯଦି ଚିତ୍ର 17.5 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି I -V ଗ୍ରାଫ୍ ମୂଳବିନ୍ଦୁ ଦେଇ ଯାଉଥିବା ଏକ ସରଳରେଖାରେ ତେବେ ଆମେ କହୁ ଯେ, ଆୟନିକ୍ ଦ୍ରବଣ ଏକ ଓମିକ୍ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ର ଆଚରଣ କରେ ।
- ପାତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ଆୟତନ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯୋଗୁଁ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ନତି ତୀଖ ଭାବରେ ବଦଳେ । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛିଯେ, ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ ଏହାର ପ୍ରକୃତି ସହିତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ଼ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଓ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ଉପରେ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଭର କରେ ।



ଚିତ୍ର 17.5 : ଆୟନିକ୍ ଦ୍ରବଣ ପାଇଁ I - V ଗ୍ରାଫ୍

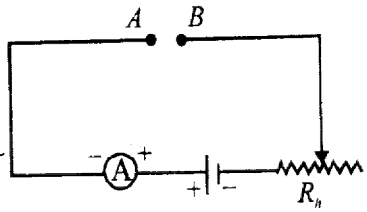


ଟିପ୍ପଣୀ

17.2.1 ପ୍ରତିରୋଧକ ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧିକତା (Risistance and Rasistivity) :-

ତୁମେ ଦୁଇଟି ସରଳ ପରୀକ୍ଷଣ କରିପାରିବ । ଆମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ପରିବାହୀର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍‌କୁ ପ୍ରଭାବିତ କରୁଥିବା କାରକ ଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିବା । ଚିତ୍ର 17.6 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଚିତ୍ର ପରି ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥ ବନାଅ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 17.2

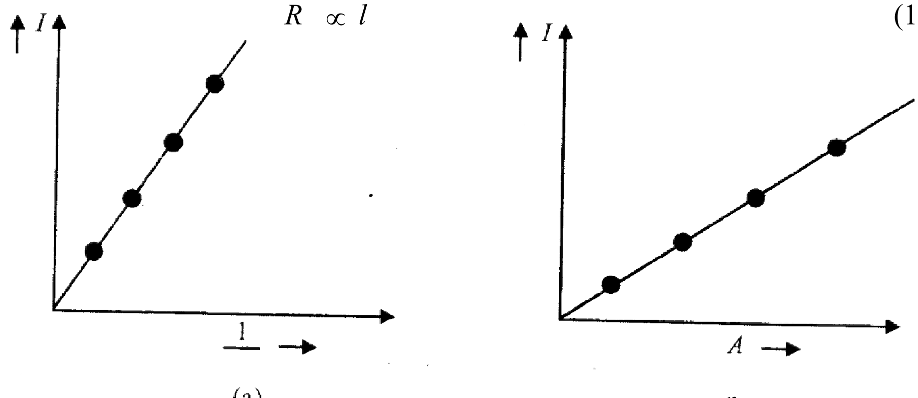


ଚିତ୍ର 17.6 *ଏକ ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରୁଥିବା କାରକଗୁଡ଼ିକୁ ଅଧ୍ୟୟନ ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥ*

ଏକ ସମାନ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ ବିଶିଷ୍ଟ ଲମ୍ୱା ପରିବାହୀ ତାର ନିଅ । ଏଥିରୁ l_1, l_2 ଓ l_3 ଆଦି ବିଭିନ୍ନ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ତିନି ଖଣ୍ଡ ତାର କାଟ । ଏଥିରୁ ଆମେ ନିଶ୍ଚିତ ହେଲୁ ଯେ ତାରମାନଙ୍କର ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସମାନ । l_2 ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ପରିବାହୀକୁ A ଓ B ମଧ୍ୟରେ ସଂଯୋଜିତ କରି ଏହି ତାର ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତକୁ ମାପ ଏବଂ ମନେକର ଏହା I ହେଉ । ସେହିଭଳି l_2 ଓ l_3 କୁ A ଓ B ମଧ୍ୟରେ ସଂଯୋଜିତ କରି ସେଗୁଡ଼ିକର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ମାପ । ମନେକର l_2 ଓ l_3 ସଂଯୋଗ ବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଯଥାକ୍ରମେ l_2 ଓ l_3 ହେବ । l ଓ i ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କର, ଏହା ଏକ ସରଳ ରେଖା ହେବ ଏବଂ ଅଧିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରରେ କମ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଅଧିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ଅଧିକ । ଚିତ୍ର 17.7 (a) ।

ଗାଣିତିକ ରୂପରେ ଏହାକୁ ପ୍ରକାଶ କରିହେବ -

$$R \propto l \qquad (17.6)$$

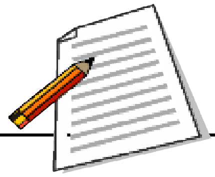


(a) (b)

ଚିତ୍ର 17.7 (a) : ସମ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ ବିଶିଷ୍ଟ ତାର I ପାଇଁ ଏବଂ 1/*l* ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଗ୍ରାଫ୍ ସମାନଦୈର୍ଘ ବିଶିଷ୍ଟ ତାର ନିମିତ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ମଧ୍ୟରେ ଗ୍ରାଫ୍

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 17.3

ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ସମାନ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାର ନିଅ, କିନ୍ତୁ ଏଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରସ୍ଥଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଯଥାକ୍ରମେ S_1, S_2 ଓ S_3 ହେଉ । ଏହି ତାରକୁ A ଓ B ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିକ ପରେ ଗୋଟିଏ ସଂଯୋଗ କରି ସେଗୁଡ଼ିକର ସ୍ରୋତକୁ ଯଥାକ୍ରମେ I_1, I_2 ଓ I_3 ଇତ୍ୟାଦିକୁ ଲେଖ । I ଓ S ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଗ୍ରାଫ୍ ଏକ ସରଳ ରେଖା ହେବ । ଅଧିକ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରରେ ଅଧିକ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଆମେ କହିପାରିବା ଅଧିକ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ କମ୍ ହୁଏ । (ଚିତ୍ର 17.7 (b) ଗାଣିତିକ ରୂପରେ



ଟିପ୍ପଣୀ

ଲେଖିପାରିବା,

$$R \propto \frac{1}{A} \qquad (17.7)$$

ସମୀକରଣ (17.6) ଏବଂ (17.7) କୁ ସଂଯୋଜନ କଲେ,

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

$$\Rightarrow R = \rho\frac{\ell}{A} \qquad (17.8)$$

ଏଠାରେ ସ୍ଥିର ତାପମାତ୍ରାରେ ρର ମାନ କୌଣସି ପଦାର୍ଥ ପାଇଁ ସ୍ଥିର ଅଟେ । ଏହାକୁ ବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରତିରୋଧ (Spectfic resistance) କିମ୍ବା ପ୍ରତିରୋଧିତା (resistivity) କୁହାଯାଏ ।

ସମୀକରଣ (17.8) ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାରେ ଲେଖିଲେ,

$$\rho = \frac{RA}{\ell} \qquad (17.9)$$

ଯଦି $l = 1m$ ଏବଂ $A = lm^2$, ସେତେବେଳେ

ρ = R ohm-metre

ତେଣୁ ଏକ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରତିରୋଧକତା ଏହି ପଦାର୍ଥର ଏକ ମିଟର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏବଂ ଏକ ବର୍ଗମିଟର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ପରିବାହୀ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ସହ ସମାନ ।

ପ୍ରତିରୋଧକତାର ଏକକ ହେଉଛି Ohm meter (Ωm) (ବିଶିଷ୍ଟ ପରିବାହିତ) ପ୍ରତିରୋଧର ବ୍ୟୁତିକ୍ରମକୁ ପରିବାହିତା (conductivity) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ σ ଦ୍ୱାରା ସୁଚାଇ ଦିଆଯାଏ ।

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \qquad (17.10)$$

ପରିବାହିତାର ଏକକ ହେଉଛି - Ohm^{-1} $metre^{-1}$ Sm^{-1}

କିମ୍ବା Sm^{-1}

ପ୍ରତିରୋଧିତା ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ଏବଂ ବିମିତିର କୌଣସି ପ୍ରଭାବ ପଡ଼େ ନାହିଁ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷର ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ ଉଭୟ ଏହାର ବିମୀତି ଏବଂ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି, ଉଭୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

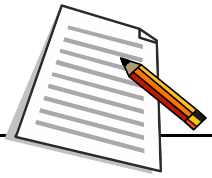
ନିମ୍ନ ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକୁ ଧ୍ୟାନପୂର୍ବକ ଅଧ୍ୟୟନ କର ।

ଉଦାହରଣ 17.1 :-

ଘରକୁ 220V ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ହୁଏ । 0.2A ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଥିଲେ ବଲ୍‌ବର ପ୍ରତିରୋଧକୁ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ :-

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



ଟିପ୍ପଣୀ

ଉଦାହରଣ 17.2 :-

ଏକ ପରିବାହୀ ତାରର ପ୍ରସ୍ଥଛେଦକୁ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡକୁ ସମୁଦାୟ 6.0×10^{16} ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅତିକ୍ରମ କରୁଛି । ତାର ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ :

ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦକୁ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ମୋଟ ଚାର୍ଜ

$$\Delta Q = ne = 6.0 \times 10^{16} \times 1.6 \times 10^{-19} C$$
$$= 9.6 \times 10^{-3} C$$
$$\therefore I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{9.6 \times 10^{-3} \mathrm{C}}{1\mathrm{s}}$$
$$= 9.6 \times 10^{-3} A$$
$$= 9.6 mA$$

ଉଦାହରଣ 17.3 :

ଦୁଇଟି ତମ୍ବା ତାର A ଓ B ସମଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ । A ର ବ୍ୟାସ B ବ୍ୟାସର ଦୁଇଗୁଣ । ଏଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକ ତୁଳନା କର ।

ସମାଧାନ :

$$R_A = \rho \frac{\ell}{\pi r_A^2} \text{ ଏବଂ } R_B = \rho \frac{\ell}{\pi r_B^2}$$

$$\therefore \frac{R_A}{R_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2}$$

ଯେହେତୁ A ର ବ୍ୟାସ = 2 x B ର ବ୍ୟାସ, ତେଣୁ $r_A = 2^{r}{}_{B}$

\ B ର ପ୍ରତିରୋଧ A ପ୍ରତିରୋଧର 4 ଗୁଣ ହେବ ।

ଉଦାହରଣ 17.4 :

ଏକ ପରିବାହୀ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 60.0m ଏବଂ ଏହାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ 0.5 cm । ଏହାର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ 5.0 V ହେଲେ 2.5A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ତାରର ଜଡ଼ର ପ୍ରତିରୋଧକତା ହିସାବ କର ।

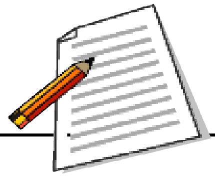
ସମାଧାନ :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{5.0V}{2.5A} = 2.0\Omega$$

ତାରର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ = $R = 0.5cm = 5.0 \times 10^{-3} m$

ତାରର ପ୍ରସ୍ଥଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ = $A = \pi R^2 = 3.14 \times (5.0 \times 10^{-3})^2 m^2 = 78.5 \times 10^{-6} \mathrm{m}^2$

$$\rho = \frac{2.0 \times 78.5 \times 10^{-6} \,\Omega\mathrm{m}^2}{60.0 \mathrm{~m}} = 2.6 \times 10^{-6} \,\Omega\mathrm{m}$$



ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 17.1

1. a) l ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ତମ୍ବା ତାରରେ ଏକ ସେଲ୍ ଯୋଗୁଁ I ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଯଦି ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଦୁଇଗୁଣ କରିଦିଆଯାଏ, ତେବେ ସେହି ସେଲ୍ ଯୋଗୁଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର କେତେ ହେବ ?

   ---

   b) ଏକ ତମ୍ବା ତାରର ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ତାହାର ମୂଳ ମାନର ଅଧା କରିଦେଲେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ମାନର କ'ଣ ହୁଏ ?

   ---

2. l ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏବଂ A ପ୍ରସ୍ଥଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧିତା $2\times10^{-8}\,\Omega m$ । ସେହି ଧାତୁରୁ ତିଆରି 2l ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏବଂ 2A ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ ଥିବା ତାରର ପ୍ରତିରୋଧକତା କେତେ ?

   ---

3. 3m ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏବଂ 2 cm^2 ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ ଥିବା ପରିବାହୀ ତାରର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତର 8V ବିଭବାନ୍ତର ପ୍ରୟୋଗ କଲେ 0.15A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧକତା କଳନା କର ।

   ---

4. ସମସ୍ତ ପରିବାହୀ କ'ଣ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ପାଳନ କରନ୍ତି ? ତୁମ ଉତ୍ତର ସପକ୍ଷରେ ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।

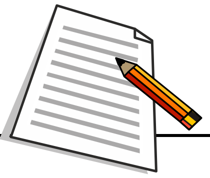
   ---

5. ଏକ ପରିବାହୀ ତାରରେ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦରେ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ $5\text{x}10^{17}$ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ବାମରୁ ଦକ୍ଷିଣକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ମାନ ଏବଂ ଦିଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

17.3. ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ଗୋଷ୍ଠୀ ସଂଯୋଗ

(Grouping of Resistors):-

ବିଭିନ୍ନ ସାମଗ୍ରୀ ଓ ଉପକରଣକୁ ପରସ୍ପର ସହିତ ସଂଯୋଗ କରି ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେତେକ ହେଉଛି ଯେପରି ବ୍ୟାଟେରୀ, ରେଜିଷ୍ଟର୍, କାପାସିଟର, ଇଣ୍ଡକ୍‌ଟର (ପ୍ରେରକ), ଡ଼ାୟୋଡ଼, ଟ୍ରାନ୍‌ଜିଷ୍ଟରସ୍ ଇତ୍ୟାଦି । (ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପରିପଥର ଅଙ୍ଗ କହନ୍ତି ।) ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ରତିରୋଧୀ ଏବଂ ପ୍ରତିଘାତୀ ଏହିପରି ଭାବେ ବର୍ଗୀକରଣ କରାଯାଏ । ସବୁଠୁ ସାଧାରଣ ଭାବରେ ପ୍ରତିରୋଧ ଉପକରଣ ହେଉଛି- ପ୍ରତିରୋଧ, କି, ରିଓଷ୍ଟାଟ୍, ପ୍ରତିରୋଧ କୁଣ୍ଡଳୀ, ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ବାକ୍‌ସ ଏବଂ ସଂଯୋଜକ ତାର । ପ୍ରତିଘାତୀର ଅଂଶବିଶେଷ ହେଉଛି - କାପାସିଟରସ୍, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର୍ ଏବଂ ଟ୍ରାନ୍‌ସଫରମ୍ । ଏହି ଉପକରଣମାନଙ୍କ ଯୋଗୁଁ ଏକୁଟିଆ ବା ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତଙ୍କ ସହ ମିଶି ସଂପାଦିତ ହେଉଥିବ ଅନେକ କାର୍ଯ୍ୟ ସହିତ ସେମାନେ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହକୁ ମଧ୍ୟ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରନ୍ତି । କାପାସିଟର୍‌ର ଦଳ (ଗୋଷ୍ଠୀ) ସଂଯୋଗ ଯୋଗୁଁ କିଭଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଓ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ନିୟନ୍ତ୍ରର କରାଯାଏ, ତାହା ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ପଢ଼ିଛ । ରେଜିଷ୍ଟରର ଦଳ-ସଂଯୋଗ ଫଳର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଓ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ କିପରି ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ହୁଏ ଏଠାରେ ଆଲୋଚନା କରିବା । ପ୍ରତିରୋଧୀଗୁଡ଼ିକୁ ଦୁଇ ପ୍ରକାରରେ ଦଳ-ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ । ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗ ଓ ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗ ଏକ ଗୋଷ୍ଠୀର ତୁଲ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସର ସଂଜ୍ଞା ହେଉଛି, ଏପରି ଏକ ରେଜିଷ୍ଟାନସ ଯାହା ଉପର ସମାନ ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ପ୍ରବାହିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଗୋଷ୍ଠୀ ଯୋଗୁଁ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପବାହ ସହିତ ସମାନ ହେବ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

17.3.1. ପଂକ୍ତି ବା ଶ୍ରେଣୀ ସଂଯୋଗ :

ଅନେକ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରର ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ପ୍ରାନ୍ତରୁ ପ୍ରାନ୍ତ ଯୋଗ କରିବା ଫଳରେ ସମାନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସବୁ ରେଜିଷ୍ଟର ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେବ । ଚିତ୍ର 17.8 ରେ ଦୁଇଟି ପ୍ରତିରୋଧ R_1 ଓ R_2 କୁ ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୋଗ କରାଯାଇଛି । ଏହି ସଂଯୋଜନରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତ ବ୍ୟାଟେରୀରେ A ଅନ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତରେ ମନେକର V ଭୋଲଟ୍‌ର ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସଂଯୋଜନ ହେଲା ପରେ ଏହି ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ତେଣୁ R_1 ଓ R_2 ପ୍ରାନ୍ତରେ ଯଥାକ୍ରମେ V_1 ଏବଂ V_2 ବିଭବାନ୍ତର ସୃଷ୍ଟିହୁଏ । ତେଣୁ $V_1 - IR_1$ ଏବଂ $V_2 = IR_2$ । କିନ୍ତୁ V_1 ଓ V_2 ର ଯୋଗଫଳ V ଅଟେ ।

ତେଣୁ $V = V_1 + V_2 = IR_1 + IR_2$

ଯଦି ଏହି ପଂକ୍ତି ବିନ୍ୟାସର ତୁଲ୍ୟ ହେଲେ ପ୍ରତିରୋଧ R ହୁଏ, ତାହାହେଲେ

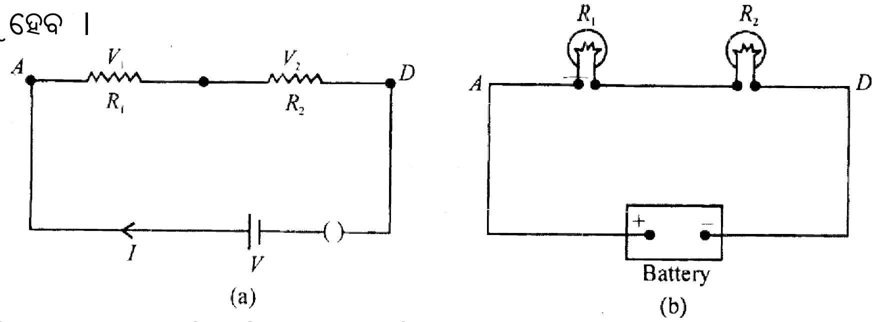
$$V = IR = I(R_1+R_2)$$

ତେଣୁ $R = R_1 + R_2$

ଏହି ବିନ୍ୟାସ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ପ୍ରତିରୋଧ ପାଇଁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \text{---------------------} \quad (17.11)$$

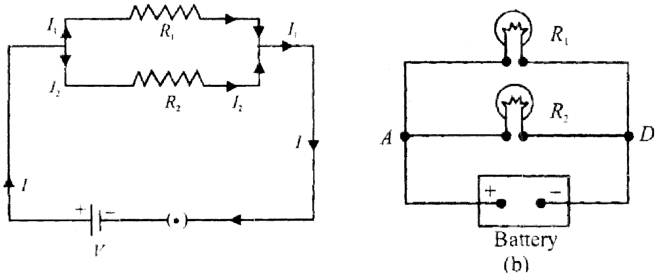
ଅର୍ଥାତ୍ ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗର ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ ହେଉଛି ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରତିରୋଧରେ ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ । ଯୋଗାଣ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଠାରୁ କମ୍ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଯଦି କୌଣସିଏକ ରେଜିଷ୍ଟର ମନେକର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍‌ବ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥାଏ । ତେବେ ଏହି ରେଜିଷ୍ଟର ସହିତ ଅନ୍ୟ ଏକ ରେଜିଷ୍ଟର ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗ କରିବାକୁ ହେବ ।



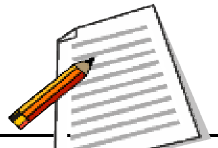
ଚିତ୍ର 17.8 a) ଦୁଇଟି ପ୍ରତିରୋଧକ ପଂକ୍ତିରେ ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ
b) dc ଉତ୍ସ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ଦୁଇଟି ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ଲ୍ୟାମ୍ପ୍ ।

17.3.2. ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗ (Parallet Connection) :

ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗରେ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ଓ ପ୍ରତିରୋଧ ଗୁଡ଼ିକର ଅନ୍ୟପ୍ରାନ୍ତଗୁଡ଼ିକୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବିନ୍ଦୁରେ ଯୋଡ଼ି ସଂଯୋଜକ କରାଯାଏ । ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗରେ ପ୍ରତିରୋଧକରେ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ସମାନ ରହେ । ଚିତ୍ର 17.9 ରେ R_1 ଓ R_2 ଦୁଇଟି ପ୍ରତିରୋଧକର ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 17.9 (a) ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୋଜିତ ଦୁଇଟି ପ୍ରତିରୋଧକ (b) ବ୍ୟାଟେରୀ ସହିତ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୋଜିତ ଦୁଇଟି ଲ୍ୟାମ୍ପ୍ । ଉଭୟ ରେଜିଷ୍ଟରକୁ ବ୍ୟାଟେରୀ ସମାନ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ ଯୋଗଉଛି ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ମନେକର ଏହି ଗୋଷ୍ଠୀକୁ V ଭୋଲ୍ଟ ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ଯୋଡ଼ାଯିବା ଫଳରେ ଉତ୍ସରୁ I ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ମିଳୁଛି । ମୁଖ୍ୟ ସ୍ରୋତ ଦୁଇଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ ହୋଇଯାଏ । ଯଦି R_1 ଓ R_2 ପ୍ରତିରୋଧକ ମଧ୍ୟରେ ଯଥାକ୍ରମେ I_1 ଓ I_2 ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \text{ ଏବଂ } I_2 = \frac{V}{R_2}$$

କିନ୍ତୁ $I = I_1 + I_2$

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

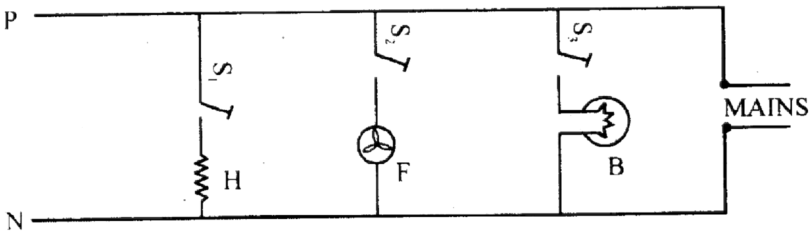
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \text{ ---------- } 17.12(a)$$

କିମ୍ୱା $$R = \frac{R_1 R_2}{R_2 + R_2} \text{ ----------- } 17.12(b)$$

ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ହେଉଛି ଯେ, ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗର ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧର ବ୍ୟୁତକ୍ରମ ଅଲଗା ଅଲଗା ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରତିରୋଧର ବ୍ୟୁତକ୍ରମର ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ ଅଟେ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅନେକ ସଂଖ୍ୟାକ ରେଜିଷ୍ଟର ପାଇଁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ଅର୍ଥାତ୍ ନିମ୍ନପ୍ରକାର ଲେଖିହେବ,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \text{ ----------- } (17.13)$$

ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ହେଉଛି ଯେ, ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗର ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ ଗୋଷ୍ଠୀରେ ସଂଯୋଜିତ ସବୁଠାରୁ କମ୍ ପ୍ରତିରୋଧର ପରିମାଣଠାରୁ କମ୍ ଅଟେ । ଏହି ତଥ୍ୟକୁ ଠିକ୍ ଭାବରେ ସହଜରେ ବୁଝିବା ପାଇଁ $2\,\Omega$ ର ପ୍ରତିରୋଧକକୁ $2\,V$ ର ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସଂଯୋଗ ହୋଇଥିବା ଏକ ସରଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥକୁ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବ । ଏଠାରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଏକ ଏମ୍ପିୟରହେବ । ଯଦି ଆଉ ଗୋଟିଏ $2\,\Omega$ ର ପ୍ରତିରୋଧକ ଏହା ସହ ସମାନ୍ତରରେ ସଂଯୋଗ ହୁଏ, ତେବେ ମଧ୍ୟ ସେହି ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବ୍ୟାଟେରୀରୁ ମିଳିବ । ଅର୍ଥାତ୍ ବ୍ୟାଟେରୀରୁ ମିଳୁଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ 2A ହେବ । ତେଣୁ ପରିପଥର ପ୍ରତିରୋଧକ ଅଧା ହୋଇଯାଏ । ପରିପଥରେ ପ୍ରତିରୋଧକର ସଂଖ୍ୟା ବଢ଼ାଇଲେ, ପରିପଥରେ ପ୍ରତିରୋଧ କମିଯାଏ ଏବଂ ବ୍ୟାଟେରୀରୁ ମିଳୁଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବୃଦ୍ଧିପାଏ । ଆମ ଘରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକ ଯଥା : ବଲ୍‌ବ, ହିଟର ଇତ୍ୟାଦିକୁ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୋଗ କରାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାଇଁ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର (ଅଲଗା ଅଲଗା) ସୁଇଚ୍ ଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ମଧ୍ୟରେ ସମାନ ବିଭାବନ୍ତର ଥାଏ ଏବଂ ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ଅନ୍ୟ ଉପରେ କୌଣସି ପ୍ରଭାବ ପକାଏ ନାହିଁ । ଯେତେବେଳେ ଆମେ ବଲ୍‌ବ ବା ପଙ୍ଖାର ସ୍ୱିଚ୍ ଅନ୍ କରୁ, ସେତେବେଳେ ଘରର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥର ପ୍ରତିରୋଧ କମିଯାଏ ଏବଂ ମୂଳ ଉତ୍ସରୁ ନିର୍ଗତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବଢ଼ିବଢ଼ିଯାଏ । ଚିତ୍ର 17.10.



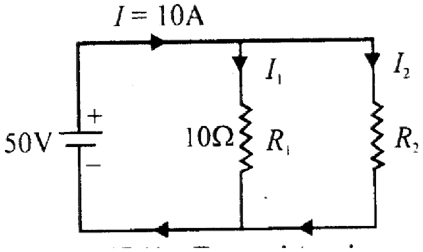
ଚିତ୍ର 17.10 ଆମ ଘରେ ଉପକରଣ ଗୁଡ଼ିକର ବିନ୍ୟାସ । ଏଗୁଡ଼ିକ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୋଜିତ । ଯାହା ଫଳରେ କି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପକରଣ 220V ମୁଖ୍ୟ ଯୋଗାଣ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ । ମୁଖ୍ୟ ଉତ୍ସରୁ ନିର୍ଗତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପକରଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଯୋଗଫଳ ।

ଉଦାହରଣ 17.5 :

ଚିତ୍ର 17.11 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ପରିପଥ ପାଇଁ R_2 ଏବଂ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭାବିତ ସ୍ରୋତ I_2 ର ମାନ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ :

ଯଦି R_1 ଓ R_2 ର ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ R ହୁଏ । ତେବେ



$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10R_2}{10 + R_2}$$

ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ,

$$R = \frac{50}{10} = 5\Omega$$

$$\therefore \frac{10R_2}{10 + R_2} = 5\Omega$$

$$\Rightarrow 10R_2 = 50 + 5R_2$$

କିମ୍ବା $10R_2 = 50\Omega$

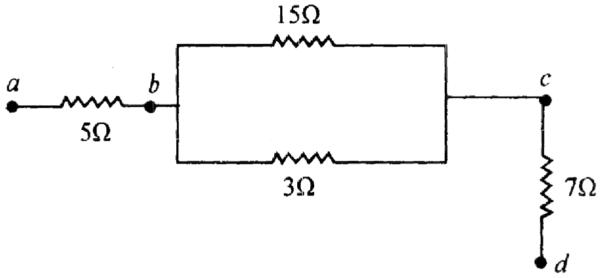
$$\therefore R_2 = 10\Omega$$

ଯେହେତୁ R_1 ଓ R_2 ସମାନ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସମାନ ଭାବରେ ଉପାଧିରେ ପ୍ରବାହିତ ହେବ ଅର୍ଥାତ୍ $I_2 = 5A$]

ଉଦାହରଣ 17.6 :

ଚିତ୍ର 17.12 ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରିପଥ ପାଇଁ a ଏବଂ d ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ?

ସମାଧାନ :



ଚିତ୍ର 17.12 ଏକତ୍ର ପଂକ୍ତି ଓ ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗରେ ପ୍ରତିରୋଧକଗୁଡ଼ିକ ସଂଯୋଜିତ

ଟିପ୍ପଣୀ

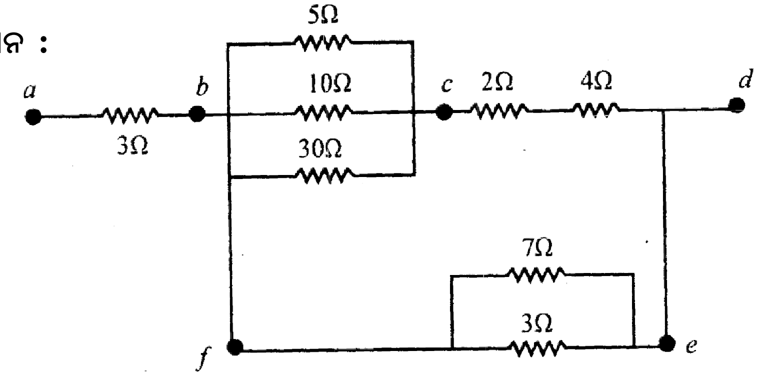
15Ω ଓ 3Ω ପ୍ରତିରୋଧକ ଗୁଡ଼ିକ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ସଂଯୁକ୍ତ । ଏ ଦ୍ୱୟର ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ $R_1 = \frac{15\times3}{15+3} = \frac{45}{18} = \frac{5}{2} = 2.5\Omega$ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ 5Ω, $R_1 = 2.5\Omega$ ଏବଂ 7Ω ପ୍ରତିରୋଧକଗୁଡ଼ିକ ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ଅଛି ବୋଲି ଧରିନେବ । a ଓ d ମଧ୍ୟରେ ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ ହେବ,

$$R = (5 + 2.5 + 7\Omega) = 14.5\Omega$$

ଉଦାହରଣ 17.7 :

ଚିତ୍ର 17.13 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ବିନ୍ୟାସକୁ ଦେଖ । (i) b ଓ c (ii) c ଓ g (iii) a ଓ e ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ତୁଲ୍ୟରେ ରେଜିଷ୍ଟାନସ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ :



ଚିତ୍ର 17.13 ପ୍ରତିରୋଧକଗୁଡ଼ିକର ପଂକ୍ତି ଓ ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗ ସମୂହ

i) ତିନୋଟି ପ୍ରତିରୋଧକ ($5\Omega_1 10\Omega$ ଓ 30Ω) ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ, ତେଣୁ ଏଗୁଡ଼ିକର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{6+3+1}{30} = \frac{10}{30}\Omega$$

କିମ୍ବା $R_1 = 3\Omega$

ii) ପ୍ରତିରୋଧକ 2Ω ଓ 4Ω ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୁକ୍ତ, ତେଣୁ ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ

$R_2 = 2\Omega + 4\Omega = 6\Omega$

ଟିପ୍ପଣୀ

iii) ପ୍ରତିରୋଧକ 7Ω ଓ 3Ω ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ଉପଯୁକ୍ତ ତେଣୁ ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ ହେବ,

$$\frac{1}{R_3} = \left(\frac{1}{7}+\frac{1}{3}\right) = \frac{3+7}{21} = \frac{10}{21}$$

$$R_3 = \frac{21}{10}\Omega = 2.1\ \Omega$$

R_1 ଓ R_2 ପଂକ୍ତି ଥିବା ପ୍ରତିଶେଷର ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ

$$R_4 = R_1 + R_2 = (3+6) = 9\Omega$$

R_4 ଓ R_5 ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହେତୁ,

$$\frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_3}$$

$$= \frac{1}{9}+\frac{1}{2.1}$$

$$= \frac{1}{9}+\frac{10}{21} = \frac{37}{63}$$

$$R_5 = \frac{63}{57}\Omega = 1.70\ \Omega$$

iv) ଶେଷରେ R_5 ଏବଂ 3Ω (a ଓ b ମଧ୍ୟରେ) ଶ୍ରେଣୀ ସଂଯୁକ୍ତ । ତେଣୁ $R = (1.70+3) = 4.79\Omega$

ଟିପ୍‌ପଣୀ :-

ସହଜ ଓ ସୁବିଧା ପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ହିସାବ ପରେ ନୂଆ ତୁଲ୍ୟ ପରିପଥ ଅଙ୍କନ କରିବା ଉଚିତ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 17.2

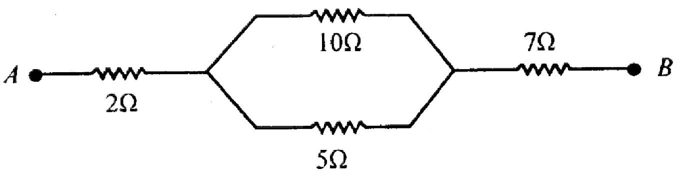
1. ତୁମ ଶୋଇବା ଘରେ ଦୁଇଟି ବଲ୍ବ ଓ ଗୋଟିଏ ପଙ୍ଖା ଅଛି । ଏଗୁଡ଼ିକ ସମାନ୍ତର କିମ୍ବା ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛନ୍ତି ?

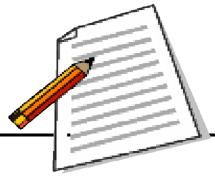
----

2. ସହରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ସାଧାରଣତଃ 220V ରେ ହୁଏ । ବେଳେ ବେଳେ ଏହି ଭୋଲଟେଜ୍ 300V କୁ ବଢ଼ିଯାଏ ଏବଂ ତୁମର ଟି.ଭି. ସେଟ୍ ଓ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଉପକରଣର କ୍ଷତି କରିପାରେ । ଏହି ଉପକରଣ ଗୁଡ଼ିକ ଏଥିରୁ ରକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ଆମେ କେଉଁ ସାଧାରଣ ସାବଧାନତା ଗ୍ରହଣ କରିବା ?

----

3. ନିମ୍ନ ପରିପଥରେ A ଓ B ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମୂହ ପ୍ରତିରୋଧ ହିସାବ କର ।





ଟିପ୍ପଣୀ

17.4 ରେଜିଷ୍ଟର୍‌ର ପ୍ରକାର

(Types of Rosistors):-

ସବୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋନିକ୍ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ପାଇଁ ଆମେ ପ୍ରତିରୋଧକ ବ୍ୟବହାର କରୁ । ପ୍ରତିରୋଧକ ଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ।

- କାର୍ବନ୍ ରେଜିଷ୍ଟରସ୍ (Carbon resistors)
- ତାରଗୁଡ଼ା ରେଜିଷ୍ଟରସ୍ (wire wound resistors)

ଉପଯୁକ୍ତ ବନ୍ଧନକାରକ ପଦାର୍ଥ ସାହାଯ୍ୟରେ କାର୍ବନକୁ ସିଲିଣ୍ଡର ରୂପ ଦେଇ କାର୍ବନ ପ୍ରତିରୋଧକ ତିଆରି କରାଯାଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ସଂଯୋଗ କରିବାକୁ ଆବଶ୍ୟକ ମୂଲ୍ୟର ରେଜିଷ୍ଟାନସ୍ ଅନୁସାରେ ଏକ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ତାର (ମାଙ୍ଗାନିଜ୍, କନ୍‌ଷ୍ଟାଣ୍ଟ ବା ନିକ୍ରୋମ୍)ରୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ତାରକୁ ଏକ କୁପରିବାହୀ ସିଲିଣ୍ଡର ଉପର ଦୁଇ ପରସ୍ତ କରି (ଏହାକୁ ପ୍ରେରଣଶୂନ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ) ଗୁଡ଼ାଯାଏ । ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସର ମୂଲ୍ୟ ଜାଣିବାକୁ କଲର କୋର୍ଡ଼ ଅନୁସାରେ ଏଥିରେ ରଙ୍ଗ ଦିଆଯାଇଥାଏ । ସିଲିଣ୍ଡର ସହିତ ତାର ଲଗାଯାଇଥାଏ ।

$$R = AB \times 10^{C}\,\Omega, D$$

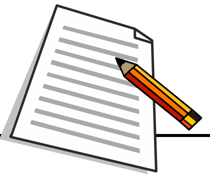
ଏଠାରେ A, B ଏବଂ C ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ବର୍ଣ୍ଣ ଦାଗ । ବିଭିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣର ମୂଲ୍ୟକୁ ସାରଣୀ 17.1 ରେ ଦିଆଯାଇଛି । ଏଥିରୁ ଜାଣି ପାରିବଯେ,

- ପ୍ରଥମ ଦୁଇ ବର୍ଣ୍ଣ ରେଜିଷ୍ଟର୍‌ର ମାନ ପ୍ରଥମ ଦୁଇ ଅଙ୍କ ସୂଚାଏ ।
- ତୃତୀୟ ବର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିରୋଧୀର ମୂଲ୍ୟର ଗୁଣନ ପାଇଁ ଦଶର ଘାତ ସୂଚାଏ ।
- ଏବଂ ଚତୁର୍ଥ (ତଥା ଶେଷ) ବର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିରୋଧକର ଟଲେରାନସ ଅର୍ଥାତ୍ ସମ୍ଭାବ୍ୟ ବିଚ୍ୟୁତି ଅଟେ । ଏହା ସ୍ୱର୍ଣ୍ଣ ବର୍ଣ୍ଣ ପାଇଁ 5% , ରୌପ୍ୟ ରଙ୍ଗ ପାଇଁ 10% , ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧୀର ଶରୀର ରଙ୍ଗ ପାଇଁ 20% ।

ସାରଣୀ 17.1

ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ରଙ୍ଗସୂତ୍ର

ବର୍ଣ୍ଣ	ଅଙ୍କ	ଗୁଣକ
କଳା	0	1
ବାଦାମୀ	1	10^1
ଲାଲ୍	2	10^2
ନାରଙ୍ଗୀ	3	10^3
ହଳଦିଆ	4	10^4
ସବୁଜ	5	10^5
ନୀଳ	6	10^6
ବାଇଗଣୀ	7	10^7
ଧୂସର(grey)	8	10^8
ଧଳା	9	10^9



ଟିପ୍ପଣୀ

ମନେକର ପ୍ରତିରୋଧକ ଉପରିର ବର୍ଣ୍ଣଗୁଡ଼ିକ ହେଲା -

ନୀଳ, ଧୂସର, ସବୁଜ ଓ ରୂପା

ପ୍ରଥମ ଅଙ୍କ ହେବ 6 (ନୀଳ)

ଦ୍ୱିତୀୟ ଅଙ୍କ ହେବ 8 (ଧୂସର)

ତୃତୀୟ ବର୍ଣ୍ଣ (ଗୁଣକ) ସୂଚାଉଛି 10^5 (ସବୁଜ)

ଚତୁର୍ଥ ବର୍ଣ୍ଣ ଟଲେରାନ୍ସ୍ ବୁଝାଏ = 10% (ରୌପ୍ୟ)

ତେଣୁ ପ୍ରତିରୋଧର ମାନେ ହେବ :

$$68 \times 10^5 \pm 10\%$$
$$= 68 \times 10^5 \pm (68 \times 10^5 \times 10/100)$$
$$= 68 \times 10^5 \pm 68 \times 10^4$$
$$= (6.8 \pm 0.68)\ M\Omega$$

17.5. ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳତା

କୌଣସି ପରିବାହୀର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍ ତାହାର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଅଧିକାଂଶ ଧାତୁ ପାଇଁ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍ ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି ସହ ବୃଦ୍ଧିହୁଏ ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ଏହା ସରଳ ରୈଖିକ ଅଟେ ।

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)] \qquad (17.14)$$

ଏଠାରେ ρ ଏବଂ ρ_0 ଯଥାକ୍ରମେ ତାପମାତ୍ରା T ଓ T_0 ରେ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍ ଅଟେ । ତାପମାତ୍ରାକୁ ^{0}C ରେ ନିଆଯାଇଛି ଏବଂ T_0 ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ତାପମାତ୍ରା ଅଟେ । α କୁ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାର ଗୁଣାଙ୍କ କହନ୍ତି । ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି ଡିଗ୍ରୀ ସେଲସିୟସ ପ୍ରତି ଅଟେ ।

ଅତି ପରିବାହୀ
(Super conductors)

ପ୍ରତିରୋଧକତାର ତାପମାତ୍ରା ସହ ନିର୍ଭରଶୀଳତାରୁ ପ୍ରେରଣା ପାଇ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଖୁବ୍ କମ୍ ତାପମାତ୍ରାରେ ପଦାର୍ଥର ଆଚରଣକୁ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କଲେ । ସେମାନେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ କେତେକ ଧାତୁ ଓ ଏହାର ମିଶ୍ରଧାତୁ ଗୁଡ଼ିକର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା ତଳେ ପ୍ରତିରୋଧକତା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବେ ହରାଇଲେ ଏହି ତାପମାତ୍ରାକୁ ସଂକ୍ରମଣ ତାପମାତ୍ରା କହନ୍ତି । ଯେ କୌଣସି ଧାତୁ ପାଇଁ ଏହାର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂଲ୍ୟ ଅଛି । ଏହି ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଥରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଲାପରେ ବାହ୍ୟ ଉତ୍ସ ନ ଥାଇ ମଧ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ । ଏହି ପ୍ରକାର ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ଅତି ପରିବାହୀ କହନ୍ତି ।

ଅତିଶୀଘ୍ର ଏହା ଜଣାଗଲା ଯେ ଅତିପରିବାହୀମାନ ଯଦି ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ତାପମାତ୍ରାରେ ରହିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ, ତେବେ ପ୍ରଯୁକ୍ତିବିଦ୍ୟାରେ କ୍ରାନ୍ତିକାରୀ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ । (ଏଗୁଡ଼ିକ ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାର ଅତିପରିବାହୀ କୁହାଯାଏ) ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଅତିପରିବାହୀ ତାରର କୁଣ୍ଡଳୀ ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଶକ୍ତି-ସକ୍ଷମ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକ ଦ୍ୱାରା ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଥ ଉପରେ ଯାନକୁ ଭାସିଲା ଭଳି ଅତି ବେଗରେ ପରିବହନ ସମ୍ଭବ କରିପାରିବ ।

ଏଣୁ ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାର ଅତିପରିବାହୀ ପ୍ରସ୍ତୁତ ଉଦ୍ୟମ ଜାରି ରହିଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ହୋଇଥିବା ପ୍ରୟାସରୁ କପର, ବେରିୟମ ଏବଂ ଇଟେରିୟମର ଅକ୍ସାଇଡ୍‌ମାନ ଉତ୍ତମ ସମ୍ଭାବନା ଥିବା ଜଣାଯାଇଛି । -153^0C ରେ ଥିବା ଏକ ଅତିପରିବାହୀ (T_2, B_{a_2}, C_{a2}, C_{4_3}, O_{10}) ବିକଶିତ କରାଗଲା । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗବେଷଣାରେ ଅଗ୍ରଣୀ ଦେଶ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଭାରତବର୍ଷ ଅନ୍ୟତମ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

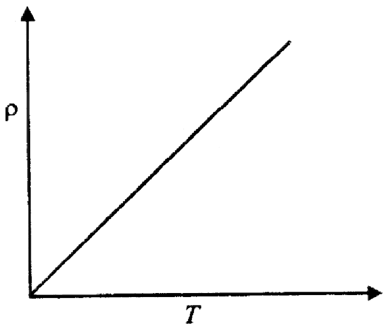
ସମୀକରଣ 17.14 ରୁ ପୁର୍ନବିନ୍ୟାସ କର

ପ୍ରତିରୋଧକତାର ତାପମାତ୍ରା ଗୁଣାଙ୍କଙ୍କର ବ୍ୟଞ୍ଜକ ମିଳିବ

$$\rho = \rho_0 + \rho_0\alpha\left(T - T_0\right)$$

କିମ୍ବା $$\alpha = \frac{\left(\rho - \rho_0\right)}{\rho_0\left(T - T_0\right)} = \frac{1}{\rho_0} = \frac{\Delta\rho}{\Delta T}$$

ଯେଉଁଠି $\Delta\rho = \left(\rho - \rho_0\right)$ ଏବଂ $\Delta T = T - T_0$



ଚିତ୍ର 17.14 ଧାତୁ ପାଇଁ ପ୍ରତିରୋଧକତା ତାପମାତ୍ରାର ଏକ ନମୁନା

ତମ୍ବା ଭଳି ଧାତୁପାଇଁ ପ୍ରତିରୋଧ - ତାପମାତ୍ରାର ଏକ ଗ୍ରାଫ୍ ଚିତ୍ର 17.4(d) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ବକ୍ରଲେଖଟି ବିସ୍ତୃତ ତାପମାତ୍ରା ପରିସର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରୈଖିକ ହୁଏ ।

ତୁମେ ମନେପକାଇ ପାର, ପରିବାହୀର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍ ପ୍ରତିରୋଧ୍‌କତା ସହ ସମାନୁପାତୀ । ତେଣୁ ତାପ ସହିତ ପ୍ରତିରୋଧର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଲେଖାଯାଇପାରିବ ।

$$R = R_0\left[1 + \alpha\left(T - T_0\right)\right] ---------- (17.15)$$

ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରା T_1, T_2 ରେ ସଂପୃକ୍ତ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ ଲେଖାଯାଇପାରିବ ।

$$R_1 = R_0\left[1 + \alpha\left(T_1 - T_0\right)\right] ----------- (17.16)$$

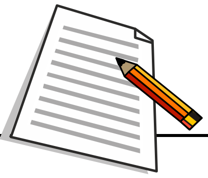
ଏବଂ $$R_2 = R_0\left[1 + \alpha\left(T_2 - T_{10}\right)\right] ---------- (17.17)$$

ଉଭୟ ସମୀକରଣରୁ, ଆମେ ପ୍ରତିରୋଧକତାରେ ତାପମାତ୍ରା ।
ଗୁଣାଙ୍କ ପାଇଁ ନିମ୍ନ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ଲେଖି ପାରିବା ।

$$\alpha = \frac{\left(R_2 - R_1\right)}{R_0\left(T_2 - T_1\right)} = \frac{1\,\Delta R}{R_0\Delta T} ------- (17.18)$$

ଯଦି $R_0 = 1\Omega$ ଏବଂ $\left(T_2 - T_1\right) = 1^0C$ ହୁଏ, ତେବେ $\alpha = \left(R_2 - R_1\right)$ ହେବ । ତେଣୁ 0^0C ରେ ରଖାଯାଥିବା 1Ω ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ ଥିବା ତାରର ତାପମାତ୍ରା 1^0C ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯୋଗୁଁ ହେଉଥିବା ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସର ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହିତ ସାଂଖ୍ୟିକ ଭାବରେ ସମାନ ହେଉଛି ପ୍ରତିରୋଧର ତାପମାତ୍ରା ଗୁଣାଙ୍କ । ଧାତୁଗୁଡ଼ିକର ଏହି ଧର୍ମକୁ ପ୍ରତିରୋଧ ଥର୍ମୋମିଟର ପ୍ରସ୍ତୁତି କରିବାରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

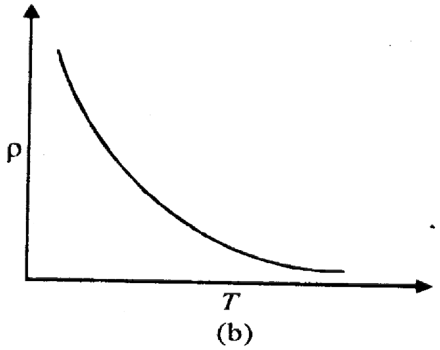
ମିଶ୍ର ଧାତୁଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିରୋଧକତା ମଧ୍ୟ ତାପମାତ୍ରା ସହ ବୃଦ୍ଧିହୁଏ । କିନ୍ତୁ ଏହି ବୃଦ୍ଧି ଧାତୁଗୁଡ଼ିକଠାରୁ ବହୁତ କମ୍ ଅଟେ । କେତେକ ମିଶ୍ରଧାତୁ ଯଥା : ମାଙ୍ଗାନିଜ୍, କନଷ୍ଟାଣ୍ଟାନ୍ ଏବଂ ନିକ୍ରୋମ ପାଇଁ ପ୍ରତିରୋଧକତା



ଟିପ୍ପଣୀ

ତାପମାତ୍ରା ଗୁଣାଙ୍କ ବହୁତ କମ୍ ($-10^{-6}\,{}^0C^{-1}$) ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧକତା ବହୁତ ଅଧିକ ଅଟେ । ଏଣୁ ଏହି ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକୁ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ ତାର କିମ୍ବା ମାନକ ସ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧ ତିଆରି ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ଜର୍ମାନିୟମ ଏବଂ ସିଲିକନ୍ ଭଳି ଅର୍ଦ୍ଧପରିବାହୀ ପ୍ରତିରୋଧ ଧାତୁ ଅପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ ରହେ । ଅର୍ଦ୍ଧପରିବାହୀ ଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ରତିରୋଧକତା ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିହେଲେ ସାଧାରଣତଃ ହ୍ରାସ ହୋଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 17.14 (b) ଏଣୁ ପ୍ରତିରୋଧର ତାପମାତ୍ରାର ଗୁଣାଙ୍କ ନେଗେଟିଭ୍ ହୁଏ । ଏହା ଅର୍ଦ୍ଧପରିବାହୀ ପାଠରେ ବିସ୍ତୃତ ଭାବରେ ଆଲୋଚନା କରାଯିବ ।



ଚିତ୍ର 17.14 (b) ଅର୍ଦ୍ଧ ପରିବାହୀଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିରୋଧକତା ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିସହ କମିଥାଏ ।

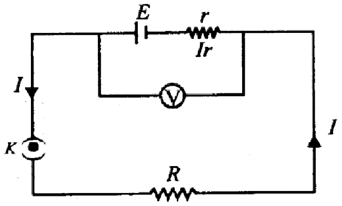
17.6. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଏବଂ ବିଭବାନ୍ତର

(Electromotive force (emf) and potential dfference):-

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ EMF କୁହାଯାଏ । କୌଣସି ସେଲ୍ କିମ୍ବା ବ୍ୟାଟେରୀର ଶେଷାଗ୍ର ପରସ୍ପର ସହିତ ବାହ୍ୟ ପଥରେ ସଂଯୋଗ ନ କରିଥିବା (ଖୋଲା ପରିପଥ) ଅବସ୍ଥାରେ ବିଭାବନ୍ତରକୁ ଏହି ସେଲ୍ କିମ୍ବା ବ୍ୟାଟେରୀର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ କୁହାଯାଏ । ବିଭବାନ୍ତର ଏବଂ emf ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟକୁ ନିମ୍ନ କ୍ରିୟାକଳାପ କରିବା ପରେ ବୁଝିହେବ ।

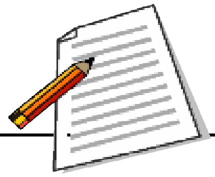
ତୁମ ପାଇଁ କାମ 17.4

ଏକ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ R ଏବଂ ଏକ କି (Key) K ଥିବା ପରିପଥରେ ଏକ ସେଲ୍ ଚିତ୍ର 17.15 ରେ ଦର୍ଶାଯିବା ଭଳି ସଂଯୋଗ କର । ଏକ ଉଚ୍ଚ ପ୍ରତିରୋଧ ସଂପନ୍ନ ଭୋଲ୍ଟମିଟରକୁ ସେଲ୍ ସହ ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗ ହୋଇଛି ।



ଚିତ୍ର 17.15

କି K କୁ ବନ୍ଦ କଲେ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ କମ୍ ହୋଇଯାଏ । ତୁମେ ଭୋଲ୍ଟମିଟରର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ କମ୍ ହେବାର କାରଣ କହି ପାରିବ କି ? ବାସ୍ତବରେ K ଖୋଲା ଥିଲେ ସେଲ୍ ଏବଂ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଥିବା ଅଂଶରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ପରିପଥରେ ରେଜିଷ୍ଟାନସ୍ ଅସୀମ । ତେଣୁ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ E ସହ ସମାନ । ଏହା ସେଲରୁ ଆଦୌ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ନିର୍ଗତ ନ ହେଉଥିବା ଅବସ୍ଥାର ଶେଷାଗ୍ର ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ଅଟେ । କି K କୁ ବନ୍ଦ କରିଦେଲେ, ସେଲ୍‌ର ଭିତର ଓ ବାହାର (ଉଭୟରେ) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ଯୋଗୁଁ ପରିପଥରେ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍ r ହୁଏ । ଏହାକୁ ସେଲର ଆଭ୍ୟାନ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧକ କହନ୍ତି । ମନେକର ପରିପଥରେ I ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହ ଯୋଗୁଁ ଆଭ୍ୟନ୍ତର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ r ଉପରେ ସୃଷ୍ଟ ବିଭବାନ୍ତର $\pm r$ ସେଲ୍‌ର emf ର ବିପରୀତ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ତେଣୁ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ହେବ –



ଟିପ୍ପଣୀ

$$E - Ir = V$$

$$\Rightarrow E = V + Ir \qquad (17.19)$$

ସେଲ୍‌ର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧ ଶୂନ୍ ନଥାଏ, ତେଣୁ ସେଲ୍‌ରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଆହରଣ ଅବସ୍ଥାରେ ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ କୌଣସି ବାହ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟାନସ ଉପରେ ବିଭବାନ୍ତରଠାରୁ ସବୁବେଳେ ଅଧିକ ଅଟେ ।

ଗୋଟିଏ ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ (EMF) ନିମ୍ନଲିଖିତ ବିଷୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ :

- ସେଲ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ;
- ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ବ୍ୟବହୃତ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ
- ସେଲ୍‌ର ତାପମାତ୍ରା

ଧ୍ୟାନଦିଅ ଯେ, ସେଲର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ସେଲ୍‌ର ଆକାର ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ଲେଟର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ତଥା ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ସମାନ ଥିଲେ ବିଭିନ୍ନ ଆକାରର (ବଡ଼ ଏବଂ ଛୋଟ) ଦୁଇଟି ସେଲର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ସମାନ ହେବ । କିନ୍ତୁ ବଡ଼ ଆକାରର ସେଲ୍‌ରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ପ୍ରତି ଅଧିକ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ରହେ ପରନ୍ତୁ ଏହା ଅଧିକ ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରେ ।

ଉଦାହରଣ 17.8 :

ଏକ ବ୍ୟାଟେରୀରୁ 0.5A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ନେଲାବେଳେ ଏହାର ଶେଷାଗ୍ର ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର 20V ହୁଏ ଏବଂ ଯେତେବେଳେ 2.0A ସ୍ରୋତ ନେଲା ବେଳେ ବିଭବାନ୍ତର 16V ହୋଇଯାଏ । ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଏବଂ ଆଭ୍ୟନ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ :

ମନେକର E ଏବଂ r ଯଥାକ୍ରମେ ବ୍ୟାଟେରୀର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଏବଂ ଆଭ୍ୟନ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧ ଅଟେ । ଏଥିରୁ I ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ନିଆଗଲେ ସେଲ୍‌ର ଶେଷାଗ୍ର ଉପରେ ବିଭବାନ୍ତର = Ir ତେଣୁ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା

$$V = E - Ir$$

I = 0.5A ଏବଂ V = 20V

20 = E – 0.5 r -----------------(i)

I = 2.0A ଏବଂ V = 16 V ପାଇଁ, ଲେଖିପାରିବା

16 = E – 2r --------------------- (ii)

ସମୀକରଣ (i) ଓ (ii) କୁ ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ମଧ୍ୟ ଲେଖାଯାଇପାରେ

2E – r = 40

ଏବଂ E – 2r = 16

ଏଗୁଡ଼ିକ ସମାଧାନ କରି ଆମେ ପାଇବା

E = 21.3V ଏବଂ r = 2.67 Ω

ଟିପ୍ପଣୀ

17.7. କିରଚଫ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ (Kirchhoff's Rule)

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମରୁ ରେଜିଷ୍ଟର ପରିପଥ ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତ ଓ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍‌ର ସଂପର୍କ ମିଳେ । କିନ୍ତୁ ଜଟିଳ ପରିପଥରେ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଜାଣିବା କଷ୍ଟକର ହୁଏ । 1842 ମସିହାରେ କିରଚ୍‌ଫ୍ ଜଟିଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନେଟ୍‌ୱାର୍କ ବିତରଣ ଜାଣିବାକୁ ନିମ୍ନ ଦୁଇଟି ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କରିଥିଲେ ।

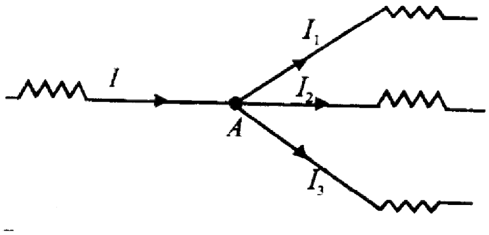
ଗୁସ୍ତାଭ ରବର୍ଟ କିରଚପ୍
(1824 - 1887)

ଜର୍ମାନ ବୈଜ୍ଞାନିକ କିରଚଫ୍‌ଙ୍କ ମୌଳିକ ଅବଦାନ ଥିଲା - କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁରୁ ବିକିରଣ ଏବଂ ସ୍ପେକ୍‌ଟ୍ରୋସ୍କୋପି । କିନ୍ତୁ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ତାଙ୍କର ଅବଦାନ ନ ଥିଲା ।

ତୁମେ ଏହି ଅଧ୍ୟାୟ ପଢ଼ିବାକୁ ଥିବା ପାଠ୍ୟ- ଆମକୁ ଜଟିଳ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ନେଟ୍‌ୱର୍କ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବାରେ ସହାୟକ ହେବ । ବୁନସେନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ବିଶ୍ଳେଷଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ସେ ରୁବିଡ଼ିୟମ୍ ଏବଂ ସିଜିୟମ୍ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ ।

i) କିର୍‌ଚଫ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରଥମ ନିୟମ (ଜଙ୍କସନ ନିୟମ) :-

ଏହି ନିୟମାନୁସାରେ କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନେଟ୍‌ୱାର୍କରେ କୌଣସି ଜଙ୍କସନ (ବିନ୍ଦୁ) ଆଡ଼କୁ ଆସୁଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସମୂହର ଯୋଗଫଳ ଏହାଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତସମୂହର ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ ଅଟେ ।



ଚିତ୍ର 17.16 କିର୍‌ଚଫଙ୍କ ପ୍ରଥମ ନିୟମ

ଚିତ୍ର 17.16 କିର୍‌ଚଫଙ୍କ ପ୍ରଥମ ନିୟମ :-

ଏକ ଜଙ୍କସନ୍ ଆଡ଼କୁ ଆସୁଥିବା ସ୍ରୋତ ସମୂହର ଯୋଗଫଳ ଜଙ୍କସନ୍‌ରୁ ଦୂରକୁ ଯାଉଥିବା ସ୍ରୋତ ସମୂହର ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ ଅଟେ ।

ଚିତ୍ର 17.16 କୁ ଦେଖ । ଯଦି ଆମେ A ବିନ୍ଦୁ ଦିଗରେ ଯାଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତସମୂହକୁ ପଜିଟିଭ୍ ଏବଂ A ଠାରୁ ଦୂରକୁ ଯାଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତସମୂହକୁ ନେଗେଟିଭ୍ ନେବା, ତେବେ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

କିମ୍ବା $I - (I_1 + I_2 + I_3) = 0$ ---------- (17.20)

ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାରେ ପ୍ରକାଶ କଲେ ଜଙ୍କସନ୍ ଉପରେ ସମସ୍ତ ସ୍ରୋତର ବୀଜଗାଣିତିକ ଯୋଗଫଳ ଶୂନ୍ ଅଟେ ।

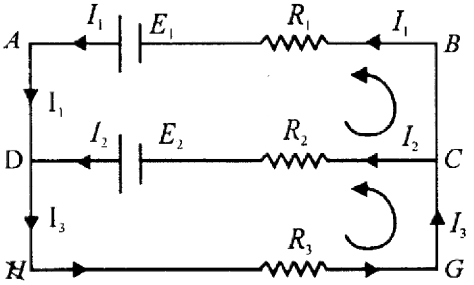
କିରଚଫଙ୍କ ପ୍ରଥମ ନିୟମରୁ ଆମେ ଜାଣୁଛୁ ଯେ, ପରିପଥରେ ସ୍ଥିର ପ୍ରବାହ ଥିଲେ, କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ଚାର୍ଜ ଠୁଳ ହୁଏ ନାହିଁ । କୌଣସି ସମୟରେ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁକୁ ଆସୁଥିବା ନେଟ୍ ଚାର୍ଜ ଓ ଏହାଠାରୁ ଦୂରକୁ ଯାଉଥିବା ନେଟ୍ ଚାର୍ଜ ସମାନ ହେବା ଉଚିତ୍ । ଏକ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ କଣ୍ଟିନ୍ୟୁଟି ଉପପାଦ୍ୟର ଏହା ଏକ ପ୍ରସାରଣ ।

ii) **କିର୍ଚଫଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ (ଲୁପ୍ ନିୟମ) :-**

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣର ସିଦ୍ଧାନ୍ତର ଏହି ନିୟମ ଏକ ପ୍ରୟୋଗ ଅଟେ । ଏହି ନିୟମ ଅନୁସାରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନେଟ୍‌ୱାର୍କର କୌଣସି ମୁଦ୍ରିତ ଲୁପ୍‌ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଓ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ସମୂହର ଗୁଣଫଳର ବୀଜଗାଣିତିକ ଯୋଗଫଳ ଲୁପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ସମୂହର ବୀଜ ଗାଣିତିକ ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ ଅଟେ ।

ଏହି ନିୟମକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ସମୟରେ ଆମେ ଲୁପ୍‌ର ଏକ ବିନ୍ଦୁରୁ ଆରମ୍ଭ କରିବା ଏବଂ ଦକ୍ଷିଣାବର୍ତ୍ତ କିମ୍ବା ବାମାବର୍ତ୍ତ ଦିଗରେ ଯାଇ ସେହି ବିନ୍ଦୁରେ ପହଁଞ୍ଚିବାକୁ ହେବ । ଆମେ ସ୍ରୋତର ଦିଗରେ ଗଲାବେଳେ ସ୍ରୋତ ଓ ପ୍ରତିରୋଧର ଗୁଣଫଳ ପଜିଟିଭ ନିଆଯାଏ । ଆମେ ସେଲ ମଧ୍ୟରେ ନେଗେଟିଭ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ରୁ ପଜିଟିଭ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ଆଡ଼କୁ ଗଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ପଜିଟିଭ୍ ରୂପେ ନିଆଯାଏ, ଗାଣିତିକ ରୂପରେ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା,

$$\sum IR = \sum E \qquad (17.21)$$



ଚିତ୍ର 17.17 କିରଚଫଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମକୁ ଦର୍ଶାଇବା ପାଇଁ ଏକ ନେଟ୍‌ୱାର୍କ

ଚିତ୍ର 17.17 ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନେଟ୍‌ୱାର୍କକୁ ବିଚାର କର । ମୁଦିତଲୁପ୍ ADCBA ପାଇଁ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ।

$$I_1R_1 - I_2R_2 = E_1 - E_2$$

ସେହିଭଳି, ଲୁପ୍ DHGCD ପାଇଁ

$$I_2R_2 + (I_1 + I_2) = E_1 - E_2$$

ଏବଂ ଲୁପ୍ AHGBA ପାଇଁ

$$I_1R_1 + I_3R_3 = E_1$$

D ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ, $I_1 + 1_2 = I_3$

ଅଧିକ ବ୍ୟାପକ ରୂପରେ କିରଚଫଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମକୁ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର କରାଯାଇପାରେ : କୌଣସି ପରିପଥରେ ମୁଦିତ ଲୁପ୍‌ରେ ସମସ୍ତ ବିଭବାନ୍ତର ସମୂହର ବୀଜଗାଣିତିକ ଯୋଗଫଳ ଶୂନ୍ ଅଟେ ।

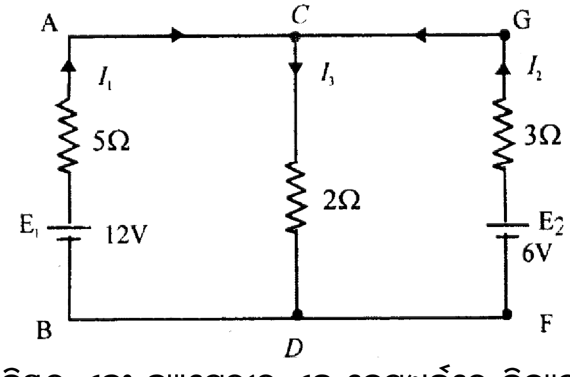
ଟିପ୍ପଣୀ

ଟିପ୍ପଣୀ

ଉଦାହରଣ 17.9 :

ଚିତ୍ର 17.18 ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ନେଟ୍‌ୱାର୍କକୁ ବିଚାର କର । ନେଟ୍‌ୱାର୍କକୁ ଦୁଇଟି ବ୍ୟାଟେରୀ ଦ୍ୱାରା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଯୋଗାଣ ହେଉଛି, I_1, I_2 ଏବଂ I_3 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସମୂହର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ସ୍ରୋତର ଦିଗ ତୀର ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

ସମାଧାନ :



ଚିତ୍ର 17.18 ରେଜିଷ୍ଟର୍ ଏବଂ ବ୍ୟାଟେରୀର ଏକ ନେଟ୍‌ୱାର୍କରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର କଳନା ।

ଜଙ୍କସନ୍ C ରେ କିରଚଫଙ୍କ ପ୍ରଥମ ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ପାଇବା

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 ----------- (i)$$

ମୁଦିତ ଲୁପଗୁଡ଼ିକ ACDBA ଏବଂ GCDFG ପାଇଁ କିରଚଫଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ ଅନୁସାରେ

$$5I_1 + 2I_3 = 12 ------------- (ii)$$

$$8I_2 + 2I_3 = 6 --------------- (iii)$$

ସମୀକରଣ (iii) ଓ ସମୀକରଣ (ii) ରୁ

$$5i_1 - 3i_2 = 6 ----------------- (iv)$$

ସମୀକରଣ (i) କୁ 2 ରେ ଗୁଣିଲେ ସମୀକରଣ (ii)ସହ ଯୋଗକର

$$I_1 + 2I_2 = 12 ------------------ (V)$$

ସମୀକରଣ (i) କୁ 2 ଏବଂ ସମୀକରଣ v କୁ 3 ଦ୍ୱାରା ଗୁଣିଲେ ଯୋଗକଲେ ଆମେ ପାଇବା

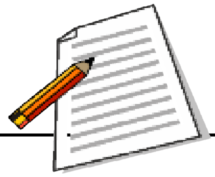
$$31\,I_1 = 48$$

$$I_1 = \frac{48}{31} = 1.548A\text{S}$$

I ର ମୂଲ୍ୟ ସମୀକରଣ (v) ରେ ସ୍ଥାପନକରେ,

$$I_2 = 0.582\text{A}$$

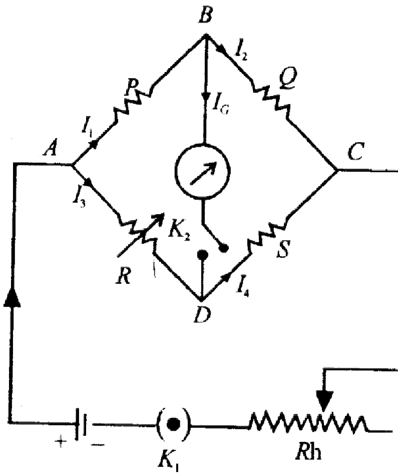
ଏବଂ i ରୁ ପାଇବା, $I_3 = I_1 + I_2 = 2.13\text{A}$



ଟିପ୍ପଣୀ

17.7.1. ହୁଇଟ୍‌ଷ୍ଟୋନ ବ୍ରିଜ୍ (Wheatstone Bridge) :-

ତୁମେ ଜାଣିଛଯେ କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ଏକ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର ଓ ଏମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଜାଣିହୁଏ । କିନ୍ତୁ ନିମ୍ନ ମାନର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ମାପନ ସଠିକ୍ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏହି ଅସୁବିଧାକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ, ହୁଇଟ୍‌ଷ୍ଟୋନ ବ୍ରିଜର ଉପଯୋଗ କରୁ । ଏହା ଚାରୋଟି ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସଗୁଡ଼ିକର ଏପରି ଏକ ବିନ୍ୟାସ ଯେଉଁଠାରେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଅନ୍ୟମାନଙ୍କ ସାହାଯ୍ୟରେ ମାପନ କରାଯାଇପାରେ ।



ଚିତ୍ର 17.19 ଏକ ହୁଇଟଷ୍ଟୋନ ବ୍ରିଜ୍

ଚିତ୍ର 17.19 କୁ ବିଚାର କର, ଏଠାରେ

i) AB ଏବଂ BC ବାହୁରେ ସଂଯୁକ୍ତ ଦୁଇଟି ସମଯୋଜ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ ହେଉଛି P ଏବଂ Q ଦୁଇଟି ସମଯୋଜ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଅଟେ, ଯାହାର ବ୍ରିଜିର ଦୁଇଟି ଅନୁପାତୀ ବାହୁଗୁଡ଼ିକ AB ଏବଂ BC ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ।

ii) R ଏକ ସମଯୋଜ୍ୟ ମୂଲ୍ୟ ଜଣାଥିବା ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ

iii) S ମାପନ ନିମିତ୍ତ ଥିବା ଏକ ଅଜଣାମାନର ପ୍ରତିରୋଧ

iv) ଏକ ସୁଗ୍ରାହୀ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର G ଏକ କି K_2 ସହିତ ବ୍ରିଜ୍‌ର BD ବାହୁ ସହ ସଂଯୋଗ ହୋଇଛି ।

v) ଏକ ବ୍ୟାଟେରୀ E କି K_1 ସହ ବାହୁ AC ସହ ସଂଯୋଗ ହୋଇଛି ।

'କି' ଗୁଡ଼ିକୁ ବନ୍ଦ କରିବା ପରେ, ସାଧାରଣ ଅବସ୍ଥାରେ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରରେ କିଛି ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେବ, ଏବଂ ତୁମେ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର କିଛି ବିକ୍ଷେପଣ ଦେଖିବ । B ଓ D ମଧ୍ୟରେ କିଛି ବିଭବାନ୍ତର ଅଟେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଏହି ତିନି ସମ୍ଭାବନାରୁ V କଥା ବିଚାର କରିବା ।

i) ବିନ୍ଦୁ B ବିନ୍ଦୁ D ଅପେକ୍ଷା ଉଚ୍ଚତର ବିଭବରେ ଅଛି :

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ B ବିନ୍ଦୁରୁ D ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହେବ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଏକ ଦିଗରେ ବିକ୍ଷେପଣ ହେବ, ମନେକର ଦକ୍ଷିଣକୁ

ଟିପ୍ପଣୀ

ii) ବିନ୍ଦୁ B ବିନ୍ଦୁ D ଅପେକ୍ଷା କମ୍ ବିଭବରେ ଅଛି :

ସ୍ରୋତ D ରୁ B ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହେବ ଏବଂ ଗାଲ୍ଭାନୋମିଟରରେ ବିକ୍ଷେପଣ ହେବ, ବିପରୀତ ଦିଗରେ,

iii) B ଓ D ବିନ୍ଦୁଦ୍ୱୟ ସମାନ ବିଭବରେ ଅଛି :

ଏହି ଅବସ୍ଥାରେ, ଗାଲ୍ଭାନୋମିଟରରେ କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେବ ନାହିଁ, ଏବଂ ଏଥିରେ କୌଣସି ବିକ୍ଷେପଣ ହେବନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ୍ ଗାଲଭାନୋମିଟରରେ ଶୂନ ବିକ୍ଷେପଣ ସ୍ଥିତିରେ ଅଛି । ଏହି ସ୍ଥିତିରେ ହୁଇଟ୍ଷ୍ଟୋନବ୍ରିଜ ସନ୍ତୁଳିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥିବା କୁହାଯାଏ ।

ବିନ୍ଦୁ B ତଥା D ସମାନ ବିଭବରେ ରହିବ ଯେତେବେଳେ P ଉପରେ ବିଭବ ପାତ R ଉପରେ ବିଭବପାତ ସହ ସମାନ ହେବ । ତେଣୁ ଶୂନ୍ ବିକ୍ଷେପ ସ୍ଥିତିରେ,

$$I_1P = I_3R \tag{17.22}$$

କିନ୍ତୁ $I_1 = I_2 + I_G$

ଏବଂ $I_4 = I_3 + I_g$ (17.23)

ଜଙ୍କସନ୍ B ଏବଂ D ରେ କିରଚଫଙ୍କ ପ୍ରଥମ ନିୟମକୁ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଶୂନ୍ ବିକ୍ଷେପଣ ($Ig=0$)ରେ ସ୍ଥିତିରେ ପାଇବା

$I_1 = I_2$

ଏବଂ $I_3 = I_4$ (17.24)

ଏହି ଭଳି Q ଉପରେ ବିଭବପାତ ଓ S ଉପରେ ବିଭବପାତ ସହ ସମାନ ହେବ ।

ତେଣୁ $I_2Q = I_4S$ (17.25)

ସମୀକରଣ (17.22) କୁ ସମୀକରଣ (17.25) ରେ ଭାଗ କଲେ

$$\frac{I_1P}{1_2Q} = \frac{I_3R}{I_4S} \tag{17.26}$$

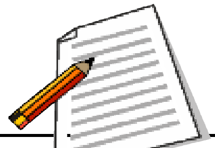
ସମୀକରଣ (17.24) କୁ ଉପଯୋଗ କରି

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \tag{17.27}$$

ଏଠାରେ ହୁଇଟ୍ଷ୍ଟୋନ୍ବ୍ରିଜ ସନ୍ତୁଳିତ ସ୍ଥିତିରେ ଅଛି । ସମୀକରଣ (17.27) ରୁ ଅଜଣା ପ୍ରତିରୋଧ S ର ମାନ ହେବ

$$S = \frac{QR}{P}$$

ତୁମେ ସହଜରେ ଦେଖିବ ଯେ, ହୁଇଟ୍ଷ୍ଟୋନ୍ ବ୍ରିଜ୍ ପଦ୍ଧତିରେ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ ମାପନରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ୍ ସୁବିଧାମାନ ଅଛି ।



ଟିପ୍ପଣୀ

i) ସମୀକରଣ 17.27 ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଇଥିବା ସନ୍ତୁଳିତ ଅବସ୍ଥା ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଅନ୍ୟକଥାରେ ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ବଦଳାଇଲେ ମଧ୍ୟ ସନ୍ତୁଳିତ ଅବସ୍ଥା ବଦଳେ ନାହିଁ ।

ii) ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର ଅଂଶାକନର ସଠିକତା ଉପରେ ମାପନ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରକୁ କେବଳ ଶୂନ୍ ବିକ୍ଷେପଣ ସୂଚକ ଭାବେ ଉପଯୋଗ କରାଯାଏ ।

ହୁଇଟ୍‌ଷ୍ଟୋନ ବ୍ରିଜ୍ ଦ୍ୱାରା ମାପନର ସଠିକତାକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରିବାକୁ ମୁଖ୍ୟ କାରକ ହେଉଛି ଶୂନ୍ ବିକ୍ଷେପ ସ୍ଥିତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଚିହ୍ନଟ କରିବାରେ ସୁଗ୍ରାହୀତା । ଜଣାଯାଇଛି, ସମସ୍ତ ବାହୁରେ ଥିବା ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍‌ମାନ ପ୍ରାୟ ସମାନ ହେଲେ ବ୍ରିଜ୍‌ର ସୁଗ୍ରାହୀତ୍ୱ ସର୍ବାଧିକ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ 17.9 :

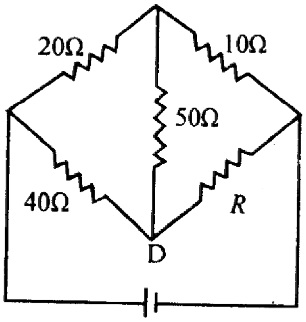
ଚିତ୍ର 17.20 ରେ $50\,\Omega$ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଶୂନ୍ ଥିଲେ, R ର ମାନ କଳନା କର ।

ସମାଧାନ :

ଏହା ଏକ ହୁଇଟିଷ୍ଟନ୍ ବ୍ରିଜ । ଯେଉଁଠି ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଜାଗାରେ $50\,\Omega$ ର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଅଛି । ବ୍ରିଜ୍ ସନ୍ତୁଳିତ ଅଟେ । କାରଣ $50\,\Omega$ ର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସରେ କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ନାହିଁ ।

$$\frac{20}{10} = \frac{40}{R}$$

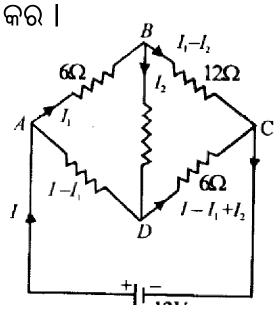
କିମ୍ବା $R = \frac{40 \times 10}{20} = 20\Omega$



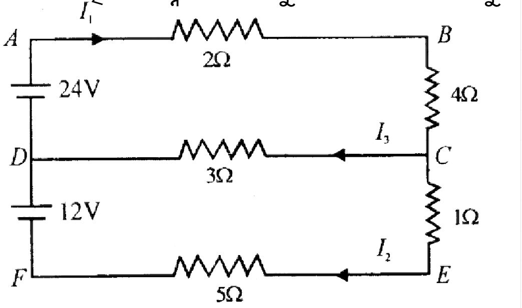
ଚିତ୍ର 17.20 ଯେତେବେଳେ $50\,\Omega$ ପ୍ରତିରୋଧକର କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ନ ହେଲେ ବ୍ରିଜ୍ ସନ୍ତୁଳିତ ହୁଏ ।

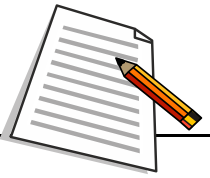
ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 17.3

1. ନିମ୍ନସ୍ଥ ଚିତ୍ରକୁ ଦେଖ । AB, AD ଏବଂ BD ବାହୁଗୁଡ଼ିକରେ ସ୍ରୋତର ମାନ ହିସାବ କର ।



2. ରେଜିଷ୍ଟର ଓ ବ୍ୟାଟେରୀ ଥିବା ନିମ୍ନ ପରିପଥକୁ ପରୀକ୍ଷା କର । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I_1, I_2 ଓ I_3 ହିସାବ କର ।





ଟିପ୍ପଣୀ

17.8 ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟର (Potentiometer)

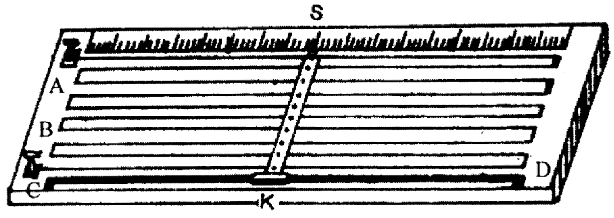
ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି କୌଣସି ଉତ୍ସର emf କିମ୍ବା ଏକ ପରିପଥ ଉପାଦାନ ଉପରେ ବିଭବାନ୍ତର କିପରି ମପାଯାଏ, ତାହା ତୁମେ ଏବେ ଜାଣିଲ । ଏକ ଆଦର୍ଶ ଭୋଲ୍‌ଟ ମିଟରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ ଅସୀମ ହେବା ଉଚିତ, ଯାହାଫଳରେ କି ଏହା କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଉତ୍ସ ଉପରେ ସଂଯୋଗ ସମୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଆହରଣ କରେ ନାହିଁ । ବ୍ୟାବହାରିକ ଦୃଷ୍ଟିର ଏପରି ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଆହରଣ ନ କଲେ ଭଲ । ଏହି ଅସୁବିଧାକୁ ଦୂର କରିବା ପାଇଁ ଏକ ପୋଟାକସିଓ ବଳର ବ୍ୟବହାର କରୁ ଯାହାକି କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଆହରଣ କରେ ନାହିଁ । ଏଥିରେ ଶୂନ୍ୟ ବିକ୍ଷେପଣ ପଦ୍ଧତି ଉପଯୋଗ କରାଯାଇଛି । ପୋଟେନସିଓମିଟରର ଉପଯୋଗ କରି ଏକ ସେଲ୍‌ର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧ, ପରିପଥରେ ପ୍ରବାହିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ମାପନ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ତୁଳନା କରାଯାଇଥାଏ ।

17.8.1. ପୋଟେନସିଓମିଟରର ବର୍ଣ୍ଣନା
(Description of a potertionater) :-

ଅନେକ ସଂଖ୍ୟକ (ସାଧାରଣତଃ ଦଶ) ସମ ପସ୍ଥଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ରେଜିଷ୍ଟାପନସ ତାର ପରସ୍ପରଠାରୁ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ଏକ କାଠପଟା ଉପର ଟାଣିେ ଗାଯଇଏ ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟର୍ ତିଆରି ହୁଏ । ଏହି ତାର ମାଙ୍ଗାନିଜ୍ ବା ନିକ୍ରୋମରୁ ହୁଏ । ଏହି ତାରଗୁଡ଼ିକ ମୋଟା କପର ପଙ୍ଗୀ ଦ୍ୱାରା ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗ କରାଯାଇଥାଏ । ତେଣୁ ସବୁ ତାରଗୁଡ଼ିକ ମିଶି ଗୋଟିଏ ତାରପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି, ଯାହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏ ସମସ୍ତ ତାରଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ । ତାରର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତରେ ସ୍କ୍ରୁ ସହ ଲାଗିଥାଏ ।

କାଠ ବୋର୍ଡ ଉପରେ ତାରକୁଡ଼ିକ ସହ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ଗୋଟିଏ ମିଟର ସ୍କେଲ୍ ଲାଗିଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଯକି (jockey) (ବିସର୍ପୀ ସଂଯୋଗକାରୀ) ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ରହିଥାଏ । ଏହା କୌଣସି ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁରେ ତାର ସହିତ କ୍ଷୁରଧାର ସଂଯୋଗ କରିପାରେ । ଯକିର ଏକ ସୂଚକ ଥାଏ, ଯାହା ସ୍କେଲ ଉପରେ ଗତି କରିପାରେ ।

ଏହା କ୍ଷୁରଧାର ସଂଯୋଗର ଅବସ୍ଥିତି ସୂଚାଏ । ଚିତ୍ର 17.21 ରେ ଏକ ଦଶ - ତାର ବିଶିଷ୍ଟ ପୋଟେନ୍‌ସିଓ ମିଟର ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । A ଏବଂ B ତାରର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ଅଟେ । K (ବିସର୍ପୀ) ଯକି ଏବଂ S ଏକ ସ୍କେଲ ଅଟେ । ଯକି ଏକ ଦଣ୍ଡ CD ଉପରେ ବିସର୍ପୀ ଗତି କରିପାରେ ।



ଚିତ୍ର 17.21 ପୋଟେନେସିଓମିଟର ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଏକ ଚିତ୍ର

17.8.2 ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟର ଦ୍ୱାରା ମାପନ
(Measurements with a potentiometer):-

ମନେକର emf E ର ଏକ ସ୍ଥିର ଉତ୍ସ (ଏକ ଆକୁମୁଲେଯ ହୋଇପାରେ) l ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଷିଷ୍ଟ ଏକ ସମତାର AB ଉପରେ ଯୋଡ଼ାଯାଇଛି । ସଞ୍ଚୟକ ସେଲ୍‌ର ପଜିଟିଭ୍ ଶେଷାଗ୍ର A ସହ ସଂଯୋଜିତ (ଚିତ୍ର 17.22) ତାର ମଧ୍ୟରେ ଏକ ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

AB ଉପରେ ବିଭବାନ୍ତରର ମାନ ହେବ -

$$V_{AB} = RI$$

ଯଦି ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ r ହୁଏ, ଏବଂ ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରରେ ବିଭବ ପାତ k ହୁଏ ତେବେ

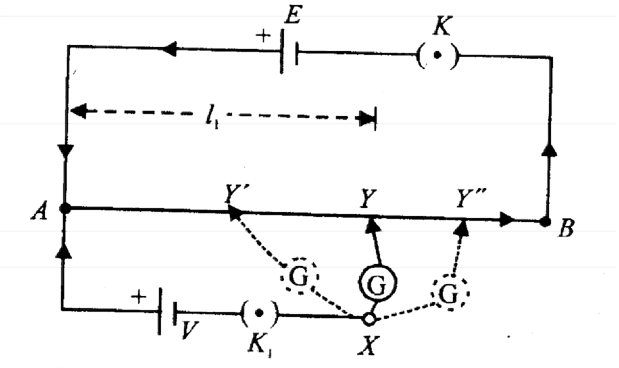
$$R = r\ell$$

କିମ୍ବା $E = k\,\ell$

ତେଣୁ $k = \frac{E}{L}$

ତାହାର l_1 ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାର ଉପରେ ବିଭବପାତ ହେବ

$$V_1 = k\ell_1 = \frac{E}{\ell}\ell_1 \quad (17.28)$$



ଚିତ୍ର 17.22 ଏକ ସେଲ୍‌ର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ମାପିବା ପାଇଁ ପୋଟେନ୍‌ସଓମିଟର ପରିପଥ ।

ପଜିଟିଭ୍‌ରୁ ନେଗେଟିଭ୍ ପ୍ରାନ୍ତ ଦିଗରେ ଦୂରତା ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ବିଭବ ରେଖୀୟ ରୂପରେ ହ୍ରାସ ପାଏ ।

ମନେକର ଆମେ ଏକ ଅଜଣା ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ V କୁ ମାପିବା । ସେଲର ପଜିଟିଭ୍ ପ୍ରାନ୍ତକୁ A ସହ ଏବଂ ନେଗେଟିଭ୍ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଗାଲ୍‌ଭୋନୋମିଟର ଦେଇ ଗତିକ୍ଷମ ସଂଯୋଗ Y ଥିବା ଏକ ଯକି ସହ ଯୋଡ଼ା ଯାଇଛି । ମନେରଖ V>E ପାଇଁ ଶୂନ୍ ବିକ୍ଷେପ ବିନ୍ଦୁ ପାଇବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ତେଣୁ ଚିତ୍ର 17.22 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ E (>V) ର ଏକ ମାନକ ସେଲ ଆମେ ବ୍ୟବହାର କରୁ । ଏହାକୁ ଯାଞ୍ଚ କରିବାପାଇଁ କି K କୁ ଏବଂ K_1 କୁ ବନ୍ଦ କରି ବିସର୍ପୀ କି କୁ ପ୍ରାନ୍ତ A ଏବଂ B ରେ ସ୍ପର୍ଶ କରାଅ । ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଉଭୟ ପ୍ରାନ୍ତରେ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ବିକ୍ଷେପ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବା ଉଚିତ୍ । ଯଦି ଏପରିହୁଏ, ତେବେ ପରିପଥ ଠିକ୍ ଅଛି ।

K_1 କୁ ବନ୍ଦକରି ବିସର୍ପୀ କିକୁ A ରୁ B କୁ ଚଳେଇବା ଆରମ୍ଭ କର । ମନେକର y^1 ଅବସ୍ଥିତିରେ AY^1 ଦୈର୍ଘ୍ୟ ତାର ଉପରେ ବିଭବପାତ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ V ରୁ କମ୍ । ଭୋଲ୍‌ଟେଜ V ହେତୁ ଲୁପ୍ AX^1 X A ରେ ସ୍ରୋତର ମାନ AY^1 ରେ ବିଭବାନ୍ତର ହେତୁ ସ୍ରୋତର ମାନକରୁ ଅଧିକ ହେବ । ତେଣୁ ଗାଲଭାନୋମିଟରରେ ଏକ ଦିଗରେ ବିକ୍ଷେପଣ ହେବ । ତା'ପରେ ବିସର୍ପି କି ମନେକର Y^{11} କୁ ନିଆଯାଏ, ଯେପରିକି AY^{11}

ଟିପ୍ପଣୀ

ଉପରେ ବିଭବପାତ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ V ଠାରୁ ଅଧିକ ହେବ ଯଦି ଗାଲଭୋନ୍‌ମିଟରର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ବିକ୍ଷେପଣ ଦେଖାଏ । ତେବେ AY^{11} ଉପରେ ବିଭବପାତ AY^{1} ଉପରେ ବିଭବପାତଠାରୁ ଅଧିକ । ବର୍ତ୍ତମାନ Y^{1} ଏବଂ Y^{11} ମଧ୍ୟରେ ବିସର୍ପି କି କୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଘୁରାଯାଏ । ତେଣୁ ବିସର୍ପୀକୁ Y^{1} ଏବଂ Y^{11} ମଧ୍ୟରେ ଧୀରେ ଧୀରେ ଘୁଞ୍ଚାଅ । ମନେକର ବିନ୍ଦୁ Y ରେ ଏପରି ଏକ ଅବସ୍ଥା ଆସିବ ଯେଉଁଠି AY ଉପରେ ବିଭବପାତ ଭୋଲଟେଜ V ସହ ସମାନ । ତେବେ X ଓ Y ବିନ୍ଦୁମାନ ସମାନ ବିଭବରେ ଅଛନ୍ତି ଏବଂ ତେଣୁ ଗାଲଭୋନୋମିଟର ବିକ୍ଷେପଣ ରହିବ ନାହିଁ ଅର୍ଥାତ୍ ଶୂନ୍ୟ-ବିକ୍ଷେପ ସ୍ଥିତି ଆସି ଯାଇଛି ।

ଯଦି A ଓ Y ମଧ୍ୟ ସବୁ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ l_1 ନେଲେ

$$V = k\ell_1 = \frac{E\ell_1}{\ell} \qquad (17.29)$$

ଏହିଭଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉ ନଥିବାବେଳେ ଅଜଣା ଭୋଲଟେଜ V ର ମାନ ମାପନ କରାଯାଏ ।

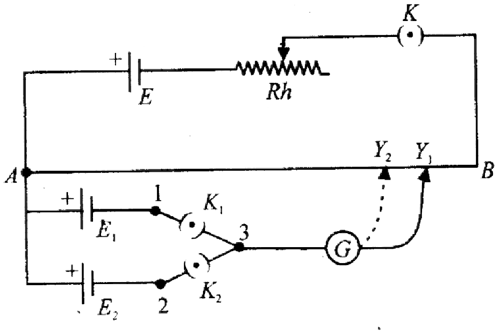
ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମାପନରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସୁବିଧାମାନ ଅଛି ।

- ପୋଟେନ୍‌ସିଓ ମିଟର ସନ୍ତୁଳିତ ହେବାବେଳେ ମାପନ ପାଇଁ ଥିବା ପରିପଥରେ କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଆହରଣ କରାଯାଏ ନାହିଁ ।
- ଏହା ଯେଉଁ ପରିପଥକୁ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଏ, ତା'ର ଅବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରେ ନାହିଁ ।
- ଏଠାରେ ମାପିବା ପାଇଁ ଶୂନ୍ୟ ବିକ୍ଷେପଣ ସ୍ଥିତି ଉପଯୋଗ କରାଯାଏ । ତେଣୁ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର ଅଂଶାଙ୍କନର ଆବଶ୍ୟକତା ନଥାଏ ।

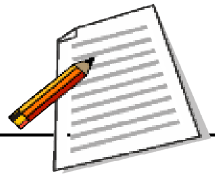
17.8.3. ଦୁଇଟି ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳର ତୁଳନା (Compasision of EME of two cells):-

ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ମାପିବା ତୁମେ ଜାଣିଲ । ଏହି ପଦ୍ଧତିକୁ ଆଗେଇ ନେଇ ଏବେ ଦୁଇଟି ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳମାନ ତୁଳନା କରିବା । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଏକ ଡ଼ାନିଏଲ ଏବଂ ଏକ ଲେକ୍ଲାଂଚ ସେଲ୍ ନିଅ । ମନେକର ଏମାନଙ୍କର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଯଥାକ୍ରମେ E_1 ଓ E_2 ।

ଚିତ୍ର 17.23 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରିପଥକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । E_1 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଥିବା ସେଲ୍‌କୁ କି K_1 ର ପ୍ରାନ୍ତ 1 ଓ 3 ସହ ସଂଯୋଗ ହୋଇଛି । ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଥିବା ଭଳି ପୋଟେନ୍‌ସିଓ ମିଟରର ତାରରେ ବିସର୍ପୀ କି କୁ ଘୁଞ୍ଚାଇ ସନ୍ତୁଳିତ ବିନ୍ଦୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ସେଲ୍ E ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ E_1 ଓ F_2 ଠାରୁ ଯଥିକ ଭାବରେ ଅଧିକ ହେବା ଉଚିତ୍ । ନହେଲେ ସନ୍ତୁଳିତ ବିନ୍ଦୁ ମିଳିବ ନାହିଁ । ମନେକର ସନ୍ତୁଳିତ ବିନ୍ଦୁ ପୋଟେନ୍‌ସିଓ ମିଟରରେ Y_1 ଉପରେ ରହେ ଏବଂ ଦୈର୍ଘ୍ୟ $AY_1 = l_1$ ପୁନଶ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ E_2ର ଦ୍ୱିତୀୟ ସେଲ୍ ସହ କି K_2 ପ୍ରାନ୍ତର ଓ 3 ସହିତ ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 17.23 ଦୁଇଟି ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳର ତୁଳନା



ଟିପ୍ପଣୀ

ପୁନଶ୍ଚ ସନ୍ତୁଳନ ଅବସ୍ଥାକୁ Y_2 ବିନ୍ଦୁରେ ଏକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ $AY_2 = l_2$ ରେ ମିଳିଲା ।

ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟରର ମୂଳତତ୍ୱ

ଅନୁସାରେ ଲେଖି ପାରିବା,

$E_1 = kl_1, E_2 = kl_2$

ଏଠାରେ k ହେଉଛି AB ର Potential gradient । ତେଣୁ,

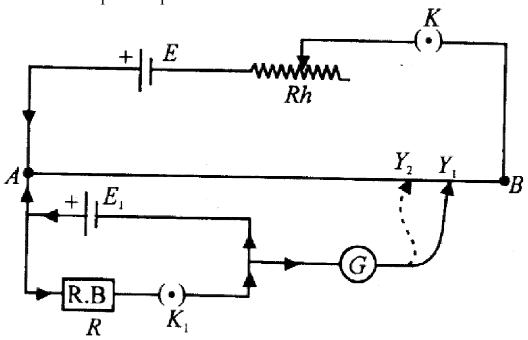
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\ell_1}{\ell_2} \qquad (17.30)$$

17.8.4. ସେଲର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ ନିରୂପଣ :

ତୁମେ ଜାଣିଛ, ସେଲ୍‌ମାନେ ସେମାନଙ୍କର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହକୁ ସର୍ବଦା ବାଧା ଦିଅନ୍ତି ଏବଂ ସାଧାରଣତଃ ଏହାର ମାନ ଖୁବ୍ କମ୍ । ଏହି ପ୍ରତିରୋଧକୁ ସେଲ୍‌ର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧ କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହା ସେଲ୍‌ର ଆକାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଅର୍ଥାତ୍ ତରଳରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ପ୍ଲେଟର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ, ପ୍ଲେଟ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ତଥା ସେଲ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟର ଶକ୍ତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି କିପରି ସେଲର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ମାପିବା ତାହା ବର୍ତ୍ତମାନ ଜାଣିବା । ଚିତ୍ର 17.24 କୁ ଦେଖ । ଏଥିରେ E_1 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଥିବା ଏକ ସେଲ୍‌ର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଏକ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ବକ୍‌ସ R ଏବଂ ଏକ K_1 ସେଲ୍ ସହ ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗ ହୋଇଛି । କି K କୁ ବନ୍ଦ କରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ AB ତାରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । କି K_1 କୁ ଖୋଲା ରଖି ବିସର୍ପୀ କି କୁ ଘୁଞ୍ଚାଇଲେ ସେଲ୍ E_1 ପାଇଁ ସନ୍ତୁଳିତ ବିନ୍ଦୁ Y_1 ମିଳେ । ମନେକର $AY_1 = l_1$

$$E_1 = kl_1 \qquad (17.31a)$$



ଚିତ୍ର 17.24 ଏକ ସେଲ୍‌ର ଆଭ୍ୟାନ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧ *r* ର ମାପନ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ କି K କୁ ବନ୍ଦକର । ଫଳରେ ସେଲ୍ ଉପରେ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ରହେ । ସେଲ୍ E ହେତୁ ଲୁପ୍ ERK_1E_1 ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I_1, ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା

$$I_1 = \frac{E_1}{R + r}$$

ଏଠାରେ r ହେଉଛି ସେଲ୍‌ର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ । ଏହାର ଅର୍ଥ ହୋଇଛି ସେଲ୍‌ର ପ୍ରାନ୍ତରେ ବିଭବାନ୍ତର । V_1 ର ମାନ E_1 ରୁ I_1r ଊଣା ।

ଟିପ୍ପଣୀ

V_1 ର ମାନ

$$V_1 = I_1 R = \frac{E_1}{R+r} R$$

ବର୍ତ୍ତମାନ ମୁଖ୍ୟ ପରିପଥର ସ୍ରୋତ I ର ନବଦଳି ବିଭବାନ୍ତର V_1 କୁ ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟରର ତାର ଉପରେ ସନ୍ତୁଳିତ କରାଯାଏ । ସନ୍ତୁଳିତ ବିନ୍ଦୁ Y_2 ହେଉ । ଯେପରି $AY_2 = L_2$ ତଥା

$$V_1 = kl_2 \qquad (17.31b)$$

ସମୀକରଣ 17.31 (a) ଓ (b) ରୁ ପାଇବା,

$$\frac{E_1}{V_1} = \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{R+r}{R}$$

କିମ୍ବା $r = R\left(\frac{l_1}{l_2} - 1\right)$ (17.32)

ଏହି ପ୍ରାକର R_1, l_1 ଓ l_2 ର ମାନ ଜାଣିବା ପରେ r ର ମାନ ସହଜରେ ହିସାବ କରିହେବ ।

ଉଦାହରଣ 17.10 :

ପୋଟେନ୍‌ସିଓ ମିଟର ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 5m ଅଟେ । ଏହା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳର ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ । ଡ୍ରାନିଏଲ୍ ସେଲ୍ ଥାଇ ଶୂନ୍ ବିକ୍ଷେପ ବିନ୍ଦୁ 100 cm ରେ ମିଳେ । ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 7m ରଖିଲେ ଶୂନ୍ ବିକ୍ଷେପ ସ୍ଥିତି କ'ଣ ହେବ ?

ସମାଧାନ :

ମନେକର ବ୍ୟାଟେରୀର e.m.f. ହେଉଛି E ଭୋଲ୍ଟ । 5m ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ବିଭବ ପ୍ରବଣତା

$$k_1 = \frac{E}{5}\ \text{Vm}^{-1}$$

ପୋଟେନ୍‌ସିଓ ମିଟରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 7cm ହେଲେ, ସେତେବେଳେ ବିଭବ ପ୍ରବଣତାର ମାନ ହେବ,

$$k_2 = \frac{E}{7}\ \text{Vm}^{-1}$$

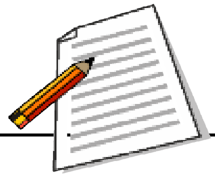
ଯଦି ଶୂନ୍ ବିକ୍ଷେପ ସ୍ଥିତିରେ ଦୈର୍ଘ୍ୟ l_2 ହୁଏ,

$$E_1 = k_2 \ell_2 = \frac{E}{7}\ell_2$$

ଏଠାରେ ଗୋଟିଏ ସେଲ୍ ଉଭୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ,

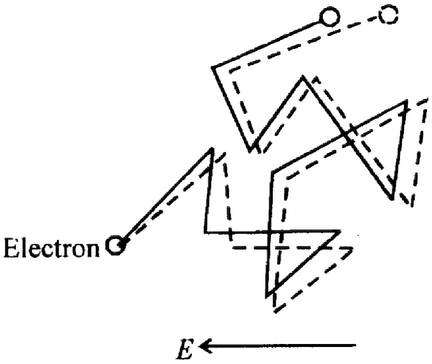
$$\frac{E}{5} = \frac{E}{7}\ell_2$$

Þ $\ell_2 \frac{7}{5} = 1.4\text{m}$



17.9. ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଅପବାହ ପରିବେଗ (Drift velocity of electrons)

ବର୍ତ୍ତମାନ ଧାତୁଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବହନର ଅତିସୂକ୍ଷ୍ମ ଚିତ୍ରକୁ ବୁଝିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା । ଏଠାରେ ଏକ ସରଳ ମଡ଼େଲ ନିଆଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 17.25 ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ପରିବାହୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକର ଗତି

ଧରାଯାଉ ଧାତବ ଘନରେ ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ଏକ ନିୟମିତ ଢଙ୍ଗରେ ସଜ୍ଜିତ ହୋଇଛନ୍ତି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁରୁ ସାଧାରଣତଃ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ମିଳେ । ଯାହାକୁ ପରିବାହୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରେନ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଧାତୁ ମଧ୍ୟରେ ଇତଃସ୍ତତ ଗତି କରିବାକୁ ସ୍ୱାଧୀନ ଗ୍ୟାସର ଅଣୁ ବା ପରମାଣୁ କୌଣସି ପାତ୍ରରେ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ଗତି କରିପାରେ । ଏଥିପାଇଁ ସମୟେ ସମୟେ ପରିବାହୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ଗ୍ୟାସ କୁହାଯାଏ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ହାରାହାରି ବେଗ ପ୍ରାୟ $10^6 ms^{-1}$

ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ନ ଥିଲେ ପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ନାହିଁ କାରଣ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ହାରାହାରି ବେଗ ଶୂନ୍ ଅଟେ । $+x$ ଦିଗରେ ଗତିକରୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା $-x$ ଦିଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା ସହ ସମାନ । ତେଣୁ କୌଣସି ଦିଗରେ ଚାର୍ଜର ନେଟ୍ ପ୍ରବାହ ନଥାଏ ।

ପରିବାହୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକର ବାରମ୍ବାର ଘନ ପଦାର୍ଥର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ସହ ସଂଘାତ ହୁଏ । ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଧୀରେ ଧୀରେ ଗତି କରିଥାଏ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ବହନ (drift) ବେଗ $10^{-4} m\,s^{-1}$ ଅଟେ । ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକର ଦୁଇଟି ଅନୁକ୍ରମିକ ସଂଘାତ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ମାଧବେଗ ତୁଳନାରେ ଏହା ବହୁତ କମ୍ ($10^6 m\,s^{-1}$) । ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ ହେଲେ ପରିବାହୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୁଅନ୍ତି । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକୁ ମିଳୁଥିବା ଅତିରିକ୍ତ ଶକ୍ତି ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ସହ ସଂଘାତ ଫଳରେ କ୍ଷୟ ହୁଏ ।

ପରମାଣୁମାନ ଶକ୍ତି ପାଆନ୍ତି ଏବଂ ଅଧିକ ବେଗରେ କଂପନ କରନ୍ତି । ପରିବାହୀଟି ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ପ୍ରୟୋଗ ଫଳରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ଗତି କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ଚିତ୍ର 17.25 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ପରିବହନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ଅପବାହ ବେଗ ପାଇଁ ଏକ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ନିଗମନ କରାଯାଉ । ମନେକର e ଏବଂ m ଯଥାକ୍ରମେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ । ଯଦି E ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ହୁଏ, ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଉପରେ ପଡୁଥିବା ବଳ ହେବ lE । ତେଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ତ୍ୱରଣ ହେବ,

$$a = \frac{eE}{m}$$

ଯଦି ସଂଘାତମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ମାଧ୍ୟ ବ୍ୟବଧାନ τ ହୁଏ, ତେବେ ଆମେ ଅପବାହିତ ଇଲୋକ୍ଟ୍ରନ୍ ପାଇଁ ଏକ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ସଂଜ୍ଞାରେ ହେବ,

$$v_d = \frac{eE}{m}\tau$$

ଟିପ୍ପଣୀ

ସମୀକରଣ 17.4 ସହିତ ଏହି ଫଳକୁ ମିଶାଇ ଆମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପାଇଁ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ପାଇ ପାରିବ;

$$I = -neAu_d$$

$$= -ne\,A\,\frac{eE}{m}\tau$$

$$\frac{-Ane_2E}{m}\tau$$

ଯେହେତୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ବିଭବର ନେଗେଟିଭ୍ ସ୍ଥାନିକ ପ୍ରବଣତା $\left(E = -\frac{\partial V}{\partial r}\right)$ ଅଟେ । ସ୍ରୋତର ବ୍ୟଞ୍ଜକକୁ ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ଲେଖି ପାରିବା ।

$$I = +\frac{ne^2AV}{ml}\tau \text{ ---------- } (17.33)$$

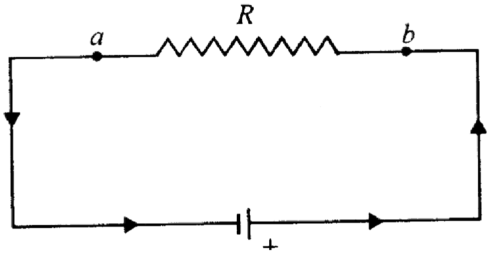
$$\Rightarrow \frac{V}{I} = \frac{m}{ne^2\tau}\frac{l}{A} = R \text{ ----------- } (17.34)$$

ସମୀକରଣ (17.34) ର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯେ, ପରିବହନ ସ୍ରୋତ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ପାଳନ କରେ । ସମୀକରଣ (17.9)ର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ଏହା ହେବ, $\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{m}{ne^2\tau}$ ----------- (17.35)

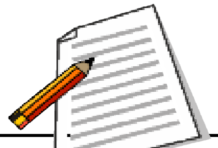
17.10 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ବ୍ୟୟିତ ଶକ୍ତି (ପାୱାର)

(Power Consumed in an electrical circuit):-

ଚିତ୍ର 17.26 ରେ ଦର୍ଶାଯିବା ପରି ଏକ ବ୍ୟାଟେରୀ ଗୋଟିଏ ବାହ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟର R ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିବା ଏକ ପରିପଥ କଥା ବିଚାର କରିବା । ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ (ମାନ୍ୟତାନୁସାରେ) ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍‌ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଦିଗରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ଓ ବ୍ୟାଟେରୀର ଭିତରେ ନେଗେଟିଭ୍ ଆଗରୁ ପଜିଟିଭ୍ ଅଗ୍ରକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇଥାଏ । ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ଚାର୍ଜଗୁଡ଼ିକ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ପ୍ରଦାନ କରିଥାଏ । ଏହି ଗତିଶୀଳ ଚାର୍ଜମାନ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍‌ରେ ପରମାଣୁ (ଆୟନ)ରେ ଧକ୍କା ଖାଏ ଫଳରେ ନିଜର ଗତିଜ ଶକ୍ତିର କିଛି ଅଂଶ ଅପଚୟ ହୁଏ । ଏହି ଶକ୍ତି ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍‌ରେ ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ବୃଦ୍ଧି ହୋଇଥାଏ । ଗତିଶୀଳ ଚାର୍ଜଗୁଡ଼ିକ ଶକ୍ତିର କ୍ଷତିପୂରଣ ବ୍ୟାଟେରୀର ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ଦ୍ୱାରା ହୋଇଥାଏ ।



ଚିତ୍ର 17.26 ବ୍ୟାଟେରୀ ଓ ପ୍ରତିରୋଧକ ଥିବା ପରିପଥ । ଦୁଇବିନ୍ଦୁ a ଓ b ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ଓ ପ୍ରତିରୋଧକକୁ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଉପରେ ଶକ୍ତି ବ୍ୟୟ ନିର୍ଭର କରେ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ଏକ ΔQ ମାତ୍ରାର ଗତିଶୀଳ ଚାର୍ଜର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍‌ରେ ଗତି ଯୋଗୁଁ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ହ୍ରାସର ହାର ହେବ ।

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = V\frac{\Delta Q}{\Delta t} = VI \qquad (17.36)$$

ଏଠାରେ I ହେଉଛି ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସର ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର V ।

ଧରିନିଆଯାଏ ଯେ, ସଂଯୋଜକ ତାର ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିରୋଧ ଉପେକ୍ଷା କରାଯାଇପାରେ । ସମୁଦାୟ ହ୍ରାସ କେବଳ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ R ରେ ହୁଏ । ଶକ୍ତି ହ୍ରାସର ହାରକୁ ପାୱାର ରୂପେ ପ୍ରକାଶ କରିପାରିବା,

$$P = VI$$

ଯେହେତୁ $V = IR$ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା,

$$P = I^2R = V^2/R \qquad (17.37)$$

ପାୱାରର SI ଏକକ ୱାଟ୍ (W) ଅଟେ । ତାପ ରୂପରେ ପରିବାହୀରେ କ୍ଷୟ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିକୁ ଜୁଲ୍ ତାପ (joule heat) କହନ୍ତି । ଉତ୍ପନ୍ନ ତାପ

i) ସ୍ରୋତର ବର୍ଗ ଅର୍ଥାତ୍ I^2 ସହ ସମାନୁପାତୀ,

ii) ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ R ସହ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ

iii) ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ସମୟ (t) ସହ ସମାନୁପାତୀ ଅଟେ ।

କଥନ : $Q = I^2rt$ ହେଉଛି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତରେ ତାପୀୟ ପ୍ରଭାବ ପାଇଁ ଜୁଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ।

ଉଦାହରଣ 17.11 :

ତୁମ ଘରେ 220V ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ସହ 60W ର ଏକ ଲ୍ୟାମ୍ପ ସଂଯୋଗ ହୋଇଛି । ଏହାଦ୍ୱାରା ବ୍ୟୟ ହେଉଥିବା ପାୱାର, ଫିଲାମେଣ୍ଟର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ ଓ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ: $I = \frac{P}{V}$

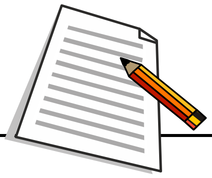
$$= \frac{60w}{220v} = \frac{3}{11}A = 0.27A$$

ଲ୍ୟାମ୍ପର ପ୍ରତିରୋଧ,

$$R = \frac{V}{I} = \frac{220V}{\frac{3}{11}A}$$

$$= \frac{220 \times 11}{3}\Omega = 807\Omega$$

ଲ୍ୟାମ୍ପ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ 60J ଶକ୍ତି ଉପଯୋଗ କରେ । ଏକ ଘଣ୍ଟାରେ ଏହା 60Wh ଏବଂ ଏକଦିନରେ 60 x 24 = 1440Wh ଶକ୍ତି ଉପଯୋଗ କରିବ । ଏକ ଦିନରେ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟୟ = 1.44 k.Wh ଏକ ସାଧାରଣ ବ୍ୟକ୍ତିର ଭାଷାରେ 1.4 ଏକକ ଶକ୍ତି ।



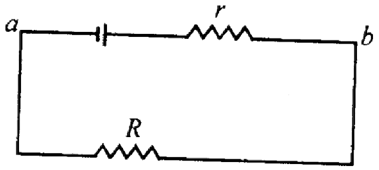
ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 17.4

1. ସେଲ୍‌ରୁ ନେଉଥିବା ସ୍ରୋତ ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ, ସେଲ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଟ୍ ବିଭବାନ୍ତର କମିଯାଏ, କାହିଁକି ?

2. ଏକ ଧାତବ ତାରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ 20^0C ରେ 30Ω ଓ 40^0C ରେ 30.16Ω ଅଟେ । ପ୍ରତିରୋଧର ତାପଗୁଣାଙ୍କ ହିସାବ କର ।

3. ଏକ ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ 5.0V ଓ ପରିପଥରେ $R = 4.5\Omega$ ଅଟେ । ଯଦି a ଓ b ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର 3.0 V ହୁଏ । ତେବେ ସେଲ୍‌ର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ପ୍ରତିରୋଧ r କୁ ହିସାବ କର ।



4. ଏକ ପୋଟେନ୍‌ସିଓ ମିଟର ପରିପଥରେ ଏକ ଅଜଣା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ପାଇ ଶୂନ୍ୟ ବିକ୍ଷେପ ସ୍ଥିତି A ଠାରୁ 45cm ଦୂରରେ ହୁଏ । ପରିପଥରେ ଏକ 1.02V ର ସେଲ୍‌କୁ ସଂଯୋଗ କଲେ ଶୂନ ବିକ୍ଷେପ ସ୍ଥିତି A ଠାରୁ 30cm ଦୂରକୁ ଚାଲିଯାଏ । ଏକ ମାନକ ସେଲ୍ E ସର୍ବଦା ପରିପଥରେ ସ୍ଥିର ସ୍ରୋତ ଯୋଗାଣ କରେ । ଅଜଣା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳର ମାନ ହିସାବ କର ।

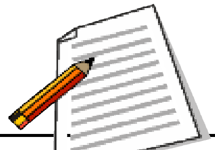
5. ଏକ ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟରକୁ ପରିପଥରେ ଦୁଇଟି ସେଲ୍ E_1 ଓ E_2 ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳର ତୁଳନା ପାଇଁ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଗଲା । E_1 ଓ E_2 ପାଇଁ ଶୂନ୍ ବିକ୍ଷେପ ସ୍ଥିତି ଯଥାକ୍ରମେ 30 cm ଓ 45 cm ଦୂରତ୍ୱରେ ହୁଏ । ଯଦି E_1=3.0V ହୁଏ, ତାହାହେଲେ E_2 ର ମାନ କେତେ ?

6. ଏକ 0:30A ର ସ୍ରୋତ ଏକ 500Ω ର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସରେ କେତେ ପାୱାର ବ୍ୟୟ ହେଉଛି ?

7. ତୁମ ପାଖରେ ଦୁଇଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଲ୍ୟାମ୍ପ୍ ଅଛି । ସେମାନଙ୍କ ଉପରେ ଛପାଯାଇଛି – 40W, 220V ଏବଂ 100W, 220V । 220V ଯୋଗାଣ ପରିପଥରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବଲ୍‌ବ ସଂଯୋଗ ହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ୍ ଓ ପ୍ରତ୍ୟେକ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍‌ର ମାନ ହିସାବ କର ।

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ଗୋଟିଏ ପରିବାହୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥିଲେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଯେଉଁ ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗରେ କ୍ଷେତ୍ରର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଗତି କରେ, ତାକୁ ଅପବାହ ବେଗ କୁହାଯାଏ ।
- ପରିବାହୀର କୌଣସି ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଏହି ପ୍ରସ୍ଥଛେଦର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଚାର୍ଜ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣର ହାର ସହିତ ସମାନ ଅଟେ । ବିଦ୍ୟୁତ୍



ଟିପ୍ପଣୀ

ସ୍ରୋତର ଏକକ ଏମ୍ପିୟର ଏବଂ ଏହାକୁ A ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଯାଏ ।

- ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ, ଭୌତିକ ସ୍ଥିତି ଯଥା : ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ଅପରିବର୍ତ୍ତୀ ରହିଲେ କୌଣସି ପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବିଭବାନ୍ତର ସହ ସମାନୁପାତୀ ଅଟେ ।

- $\frac{v}{i}$ ର ଅନୁପାତକୁ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ କହନ୍ତି ଏବଂ ଏହାକୁ R ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଯାଏ । ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସର ଏକକ ଓମ୍ ଅଟେ । ଏହାକୁ Ω ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଯାଏ ।

- ଯଦି କୌଣସି ପରିବାହୀର ପ୍ରତିରୋଧ ପାଇଁ $\frac{V}{I}$ ର ମାନ ସ୍ଥିର ନହୋଇ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରୁଥାଏ, ତାହାହେଲେ ପ୍ରତିରୋଧକୁ ଅନ୍ ଓମୀୟ ପ୍ରତିରୋଧ କୁହାଯାଏ ।

- କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ରେଜିଷ୍ଟିଭିଟି (ବିଶିଷ୍ଟ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ) ସେହି ପଦାର୍ଥର ଏକ ମିଟର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏବଂ ବର୍ଗ ମିଟର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ସହ ସମାନ ଅଟେ । ରେଜିଷ୍ଟିଭିଟିର ଏକକ ଓମ୍ - ମିଟର ଅଟେ ।

- ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଗୁଡ଼ିକର ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ତୁଲ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟର ସମସ୍ତ ରେଜିଷ୍ଟରଗୁଡ଼ିକର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍‌ର ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ ।

- ରେଜିଷ୍ଟର ଗୁଡ଼ିକର ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗରେ ତୁଲ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟାନସ୍‌ର ବ୍ୟୁତ୍‌କ୍ରମ ସମସ୍ତ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସର ବ୍ୟୁତ୍‌କ୍ରମର ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ ।

- ଜଟିଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥର ଏକ ବ୍ୟବସ୍ଥିତି ଢ଼ଙ୍ଗରେ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବାକୁ କିର୍‌ଚ୍‌ଫ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ସହାୟକ ହୁଏ । ପ୍ରଥମ ନିୟମାନୁସାରେ କୌଣସି ଏକ ବିନ୍ଦୁକୁ ଆସୁଥିବା ସ୍ରୋତଗୁଡ଼ିକର ସମଷ୍ଟି ସେହି ବିନ୍ଦୁଠାରୁ ଦୂରକୁ ଯାଉଥିବା ସ୍ରୋତ ସମୂହର ସମଷ୍ଟି ସହ ସମାନ ଅଟେ ।

  ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମାନୁସାରେ ଏକ ନେଟ୍‌ୱାର୍କରେ କୌଣସି ମୁଦିତ ଲୁପ୍‌ରେ ସମସ୍ତ ବିଭବାନ୍ତର ବୀଜଗାଣିତିକ ସମଷ୍ଟି ଶୂନ୍ ଅଟେ ।

- ହୁଇଟଷ୍ଟୋନ୍ ବ୍ରିଜ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏକ ଅଜଣା ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ (s)ର ମାନକୁ ଜଣା ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ (P, Q ଏବଂ R) ପ୍ରତିରୋଧ ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ରିଜ୍ ସହ ତୁଳନା କରି ସଠିକ୍ ଭାବେ ଜାଣିହୁଏ । ସନ୍ତୁଳିତ ସ୍ଥିତିରେ,

$$\frac{P}{Q}=\frac{R}{S}$$

- ଗୋଟିଏ ପରିପଥ ସଂଯୁକତ ନ ହୋଇଥିବା ଅବସଥାରେ କୌଣସି ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଏହାର ଦୁଇ ଶେଷାଗ୍ରର ବିଭବାନ୍ତର ସହ ସମାନ ଅଟେ, ଯେତେବେଳେ ଏହା କୌଣସି ପରିପଥର ସହ ସମାନ ଅଟେ ।

- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଆହରଣ ନ କରି ପୋଟୋନ୍‌ସିଓ ମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ମାପନ କରାଯାଏ ।

  ତେଣୁ ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ ଆଭ୍ୟନ୍ତର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଥିବା ଉତ୍ସର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଏହା ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଇପାରିବ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

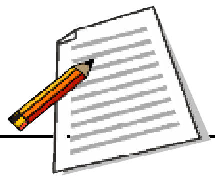
- ପରିବାହୀରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକର ଅପବାହ ପରିବେଗ ସୂତ୍ର ହେଉଛି : $v_d = -\frac{eE}{m}\tau$.
- ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥରେ ଜୁଲ୍-ତାପନ ଯୋଗୁଁ ପାୱାର କ୍ଷୟ ହେଉଛି,

$$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରଭାବରେ ଏକ ଧାତବୀୟ ପରିବାହୀରେ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକର ଅପବାହର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର । ଅପବାହ ପରିବେଗ ପାଇଁ ଏକ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ନିଗମନ କର ।
2. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ସଂଜ୍ଞା ଦିଅ ଏବଂ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ଆଲୋଚନା କର ।
3. ପରିବାହୀ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ଏକ ତାରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଏହି ପଦାର୍ଥର ରେଜିଷ୍ଟିଭିଟି ଏହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ ଉପରେ କିପରି ନିର୍ଭର କରେ ?
4. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତାର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ଏହାର ଏକକ ଲେଖ । କୌଣସି ପରିବାହୀର ପରିବାହିତା ଏହାର ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଉପରେ କିପରି ନିର୍ଭର କରେ ?
5. ଓମିକ୍ ଓ ନନ୍ - ଓମିକ୍ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ । ଅନ୍ - ଓମିକ୍ ପ୍ରତିରୋଧଗୁଡ଼ିକର କିଛି ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।
6. ଏକ ପଦାର୍ଥର ରେଜିଷ୍ଟିଟିଭି ଉପରେ ତାପମାତ୍ରାର କ'ଣ ପ୍ରଭାବ ଅଛି ? ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଲେ ଧାତବ ପଦାର୍ଥର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା କାହିଁକି କମିଥାଏ ?
7. ରେଜିଷ୍ଟର ଉପରେ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଭଳି ରଙ୍ଗ ବାମରୁ ଲାଲ, ନାରଙ୍ଗୀ, ସବୁଜ ଓ ସ୍ୱର୍ଣ୍ଣାଭ ଅଟେ । ଏହାର ପ୍ରତିରୋଧ କ'ଣ ଅଟେ ?

8. (i) ପଂକ୍ତି ଓ (ii) ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗରେ ତିନି ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ R_1, R_2 ଓ R_3 ସଂଯୁକ୍ତ ହେଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତୁଲ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍‌ର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
9. କୌଣସି ସେଲ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ଓ ସେଲ୍‌ର ଇଲେକ୍ଟ୍ରଡ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ? ଏ ଦୁହିଁଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ସଂପର୍କ ସ୍ଥାପନ କର ।
10. ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନେଟ୍‌ୱାର୍କରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତସମୂହ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳଗୁଡ଼ିକର ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରୁଥିବା କିରଚ୍‌ଫଙ୍କ ନିୟମ ଲେଖ ।
11. ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ମାପିବା ପାଇଁ ହୁଇଟଷ୍ଟୋନ ବ୍ରିଜ୍‌ର ତତ୍ତ୍ୱ ଲେଖ ।
12. ପୋଟେନ୍‌ସଓମିଟରର ତତ୍ତ୍ୱର ଆଲୋଚନା କର ।
13. ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟରର ସହାୟତାରେ ଏକ ଅଜଣା ବିଭବର ମାପନ କିପରି କରିବ ?
14. ଦୁଇଟି ସେଲର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳର ତୁଳନା ପାଇଁ ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟର ପଦ୍ଧତିର ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।



ଟିପ୍ପଣୀ

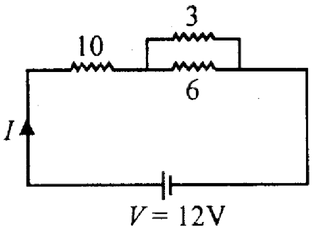
15. ଏକ ପୋଟେନ୍‌ସିଓମିଟର ସହାୟତାରେ ଏକ ସେଲ୍‌ର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ କିପରି ଜାଣିବ ? ସେଲ୍‌ର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ପାଇଁ କେଉଁ କାରକଗୁଡ଼ିକ ଦାୟୀ ?

16. 1m ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ 0.1mm ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ 100Ω ଅଟେ । ପଦାର୍ଥର ରେଜିଷ୍ଟିଭିଟି ହିସାବ କର ।

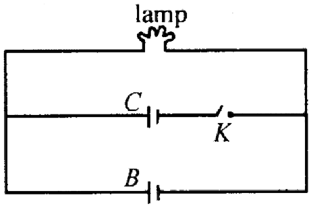
17. 4m ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏବଂ $1mm^2$ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳଥିବା ଏକ ତାରରେ 2A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ଯଦି ତାରର ଜଡ଼ର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଘନ ମିଟରରେ 10^{29} ପଜିଟିଭ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ରହେ, ତାହାହେଲେ ଏକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଦ୍ୱାରା ତାରରେ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ଲାଗୁଥିବା ହାରାହାରି ସମୟ ହିସାବ କର ।

18. ତିନୋଟି ରେଜିଷ୍ଟର୍ ଅଛି ଓ ପ୍ରତ୍ୟେକର ମାନ 30Ω ଅଟେ । ଏମାନଙ୍କୁ ସଂଯୋଗ କରି ଯେଉଁ ସବୁ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ମିଳିପାରିବ, ତାହାର ଏକ ତାଲିକା ଦିଅ ।

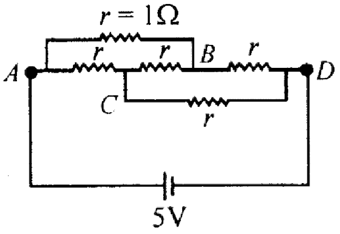
19. 6.0V ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବାହକ ବଳ ତଥା 1Ω ଆଭ୍ୟନ୍ତର ରେଜିଷ୍ଟାନସ ଥିବା ବ୍ୟାଟେରୀକୁ ଏକ ବାହ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟର ସହିତ ସଂଯୋଗ କଲେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଅଗ୍ର ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର $5.8V$ ହୋଇଯାଏ । ବାହ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।



20. ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I ଓ ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ R ର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।



21. ଏକ ଲ୍ୟାମ୍ପ, ଏକ କାପାସିଟର ଓ ଏକ ବ୍ୟାଟେରୀ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିବା ନିମ୍ନ ନେଟ୍‌ୱାର୍କକୁ ପରୀକ୍ଷା କର । ବ୍ୟାଟେରୀକୁ ସିଧା ଯୋଡ଼ିଲେ ଲ୍ୟାମ୍ପ ଜଳେ । ଏହି ପରିପଥର ସ୍ୱିଚ ବନ୍ଦ କରିଦେଲେ ଲ୍ୟାମ୍ପର କ'ଣ ହେବ ?



22. ନିମ୍ନସ୍ଥ ହୁଇଟ୍‌ଷ୍ଟୋନ୍ ବ୍ରିଜ୍ ସନ୍ତୁଳିତ ଅଛି ।
ହିସାବ କର
   a) ପରିପଥରେ ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ R
   b) AB ଏବଂ DC ବାହୁଦ୍ୱୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ୍

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

17.1

1. a) ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ଦୁଇଗୁଣ ହେଲେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଅଧା ହୋଇଯାଏ ।
   b) ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ ଅଧା ହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ମାନ ଦୁଇଗୁଣ ହୋଇଯାଏ,

2. ରେଜିଷ୍ଟିଭିଟି ତାରର ଜଡ଼ର ଧର୍ମ ଅଟେ । ଏହା ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦ୍ୱାରା ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ନାହିଁ । $\rho = 2 \times 10^{-8}\, \Omega m$.

ଟିପ୍ପଣୀ

3. $R = \frac{V}{I} = \frac{8}{0.15} = \frac{800}{15} = 53.3\Omega$

$R = \frac{Pl}{A} \Rightarrow \frac{800}{15} = \rho \frac{3}{2 \times 10^{-4}} \Rightarrow \rho = \frac{800 \times 2 \times 10^{-4}}{15 \times 3} = 35.5 \times 10^{-4}\, \Omega M$

4. ନୁହେଁ, କେବଳ ଧାତବୀୟ ପରିବାହୀ ମାନ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସୀମା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ମାନିଥାଏ । ଅର୍ଦ୍ଧ ପରିବାହୀ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ମାନି ନଥାଏ ।

5. $I = \frac{q}{\tau} = \frac{n|e|}{t} = \frac{5 \times 10^{17} x1.6x10^{-19}}{1} A = 0.8 \times 10^{-3} A = 0.8 mA$ ସ୍ରୋତର ଦିଗ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରବାହର ଦିଗର ବିପରୀତ ଅର୍ଥାତ୍ ଦକ୍ଷିଣରୁ ବାମକୁ ହୋଇଥାଏ ।

17.2

1. ସମାନ୍ତର ଶ୍ରେଣୀରେ ନିଜର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ବିଭିନ୍ନ ମାନର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଆହର କରେ ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ସ୍ୱିଚ୍ ସହାୟତାରେ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଭାବେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ ।

2. ଏକ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଷ୍ଟାବିଲାଇଜେରର ଆମେ ବ୍ୟବହାର କରୁ ।

3. $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_4 = 2 + \frac{10}{3} + 7 = 12.3\Omega$

17.3

1. ABCDA ଲୁପ୍‌ରେ କିର୍‌ଚଫ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମର ପ୍ରୟୋଗ କରି,

$$2I_1 + 4I_1 + 3I_3 = 24$$

$$\Rightarrow 6I_1 + 3I_3 = 24 -------- (i)$$

$$\Rightarrow 2I_1 + I_3 = 8 --------- (i)$$

ଏହି ପ୍ରକାରରେ ଲୁପ୍ DCBFD ପାଇଁ ଲେଖି ପାରିବା,

$-3F_3 + 6I_2 = 12 \Rightarrow 2I_2 - I_3 = 4 -------- (2)$

କିର୍‌ଚଫ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରଥମ ନିୟମକୁ 'D' ଜଙ୍କ୍‌ସନରେ, ପ୍ରୟୋଗ କଲେ, $I_2 + I_3 = I_1$ ଏହାକୁ ସମୀକରଣ (1) ରେ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କରି $2I_2 + 3I_3 = 4$

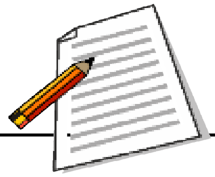
$$2I_2 - I_3 = 4$$

ବିୟୋଗକଲେ, $4I_3 = 4$

$$\therefore I_3 = 1A$$

ସମୀକରଣ (2) ରେ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କଲେ,

$$2I_2 = 5 \Rightarrow I_2 = 2.5A.$$



ଟିପ୍ପଣୀ

2. $\frac{P}{Q}=\frac{6}{12}=\frac{1}{2}$ ଏବଂ $\frac{R}{S}=\frac{3}{6}=\frac{1}{2}$

$\frac{P}{Q}=\frac{R}{S}$ $\therefore$ ବ୍ରିଜ ସନ୍ତୁଳିତ ।

ତେଣୁ $V_B=V_D$ ଏବଂ $I_2=0$

$I_1=\frac{V}{I}=\frac{12}{18}=\frac{2}{3}A$

ଏବଂ $I-I_1=\frac{12}{9}=\frac{4}{3}A$

<u>17.4</u>

1. $V = E - I_r$ ଯେହେତୁ I ର ମାନ ବଢ଼ିଲେ V ର ମାନ କମିଥାଏ ।

2. $R_{20}=R_0(1+20\alpha)$

$R_{40}=R_0(1+40\alpha)$

$\frac{R_{40}}{R_{20}}=\frac{1+40\alpha}{1+20\alpha}$

$\frac{1+40\alpha}{1+20\alpha}=\frac{30.16}{30}=1+\frac{0.16}{30}$

$=1+\frac{20\alpha}{1+20\alpha}=1+\frac{0.16}{30}$

$\frac{20\alpha}{1+20\alpha}=\frac{0.16}{30}$

ବ୍ରଜଗୁଣନ କରି ପାଇବା

$\Rightarrow \alpha \approx \frac{0.16}{600}=2.67\times10^{-4}k^{-1}$

3. $I=\frac{V}{R}=\frac{3}{4.5}=\frac{30}{45}=\frac{2}{3}A.$

$V=\sum - Ir \Rightarrow 3=5-\frac{2}{3}\pi$

$\therefore \pi=\frac{2\times3}{2}=3\Omega$

4. $\frac{E_2}{E_1}=\frac{l_2}{l_1}\Rightarrow\frac{10.2}{E_1}=\frac{30}{45}\Rightarrow E_1=0.51\times\frac{3}{2}=1.53V$

5. $\frac{E_2}{E_1} = \frac{l_2}{l_1}$

$\frac{E_1}{3} = \frac{2}{3}$

$E_1 = 2V$

6. $P = IV$

$= 3 \times 0.3 \times 500$

$= 45$ WaH

7. $I = \frac{P}{V} \Rightarrow I_1 = \frac{40}{220} = \frac{2}{11}A$ ଏବଂ $I_2 = \frac{100}{220} = \frac{5}{11}A$

$R = \frac{V^2}{P} \Rightarrow I_1 = \frac{40}{220} = \frac{2}{11} - \frac{V^2}{P} \Rightarrow R_1 = \frac{320 \times 220}{40} = 1210\Omega$

ଏବଂ $R_2 = \frac{220 \times 220}{100} = 484\Omega$

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ଉତ୍ତର :

16. $3.14 \times 10^{-4}\,\Omega m$ 17. 32 ms

18. i) ସମସ୍ତ ପ୍ରତିରୋଧକ ପଙ୍‌କ୍ତି ସଂଯୋଗରେ, ତୁଲ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ 90Ω ।

ii) ସମସ୍ତ ପ୍ରତିରୋଧ ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗରେ, ତୁଲ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ୍ 10Ω ।

iii) ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗରେ ଥବା ଦୁଇଟି ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଗୋଟିଏ ରେଜିଷ୍ଟାନସ ସହିତ ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ତୁଲ୍ୟ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ 45Ω ।

iv) ଦୁଇଟି ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ପଙ୍‌କ୍ତିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ଏବଂ ଏମାନଙ୍କ ସହିତ ଏକ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ସମାନ୍ତରରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ 20Ω ଅଟେ ।

19. 29Ω 20. $I = IA,\ R = 12\Omega$

22. (a) R = r = 1 Ω (b) I = 2.5A