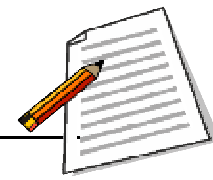


ଟିପ୍ପଣୀ

18

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତର ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରଭାବ

(Magnetism and Magnetic effect of Electric Current)

ପାଠ - 15 ରେ ଦେଖିଛ ଯେ ଋର୍ଜିତ ଦଣ୍ଡ ମାନ ପରସ୍ପରକୁ କିମ୍ବା କାଗଜର ଛୋଟ ଛୋଟ ଟୁକୁଡ଼ାକୁ କିଭଳି ଆକର୍ଷଣ କରେ । ଛୋଟ ଛୋଟ ଲୁହାଗୁଣ୍ଡକୁ ଆକର୍ଷଣ ଧର୍ମଥିବା ପଦାର୍ଥ ଚୁମ୍ବକ ସହ ତୁମେ ମଧ୍ୟ ଖେଳିଥିବ । କେବେହେଲେ ତୁମେ ଏହି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଓ ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ସଂପର୍କ ଅଛି ଭାବିଛ କି ? ଏଭଳି ଏକ ସଂପର୍କ ଓଏରଷ୍ଟଡ୍ 1820 ମସିହାରେ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ନିଶ୍ଚିତ ରୂପରେ ଜାଣୁ ଯେ ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ମଧ୍ୟରେ ଘନିଷ୍ଠ ସଂପର୍କ ଅଛି ।

ଏହି ପାଠରେ ତୁମେ ଚୁମ୍ବକର ବ୍ୟବହାର ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗ ତଥା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରଭାବଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ଜାଣିବ । ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ବାହୀ ସ୍ରୋତ ପରିବାହୀ ତଥା ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗତିଶୀଳ ଋର୍ଜଗୁଡ଼ିକ ସଂପର୍କରେ ଆଲୋଚନା ହେବ । ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତଗୁଡ଼ିକର ଆଧାରରେ ଆମେ ମୋଟର ଭଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପକରଣର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ତଥା ଏମିଟର, ଭୋଲ୍ଟମିଟ ଏବଂ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଭଳି ମାପନ ଉପକରଣମାନଙ୍କ ସଂପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପଢ଼ି ସାରିବା ପରେ ତୁମେ,

- *ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ସଂଜ୍ଞା ଦେଇପାରିବ ଏବଂ ଏହାର SI ଏକକକୁ କହିପାରିବ ;*
- *ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ମୌଳିକମାନଙ୍କର ତାଲିକା ଦେଇ ହେବ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କ ଲେଖିପାରିବ ।*
- *ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରଭାବ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ (ଓଏରଷ୍ଟଡ଼ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା);*
- *ବାୟୋ - ସାବର୍ଟ ନିୟମକୁ ଉଲ୍ଲେଖ କରିପାରିବ ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରି ପାରିବ ।*
- *ଏମ୍ପିୟରଙ୍କ ପରିପଥୀ ନିୟମକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗକୁ ବୁଝାଇ ପାରିବ ।*
- *ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଋର୍ଜିତ କଣିକାର ଗତି ବର୍ଣ୍ଣନା କରି ପାରିବ;*
- *ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସ୍ଥାନିତ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ଦ୍ୱାରା ଅନୁଭୂତ୍ ବଳ ପାଇଁ ଏକ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ନିଗମନ କରିପାରିବ,*
- *ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ସମାନ୍ତର ସ୍ଥିତିରେ ଥିବା ଦୁଇ ଅନନ୍ତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବଳ ପାଇଁ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ନିଗମନ କରିପାରିବ ଏବଂ*
- *ଏକ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର, ଏମିଟର୍ ତଥା ଭୋଲ୍‌ଟମିଟରର କାର୍ଯ୍ୟପ୍ରଣାଳୀ ବୁଝାଇ ପାରିବ ।*

ଟିପ୍ପଣୀ

18.1. ଚୁମ୍ବକଏବଂ ଏହାର ଧର୍ମ

(Magnets and their properties):-

ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ପରିଘଟଣା (Phenomenon) ଖ୍ରୀ.ପୂ.600 ବେଳକୁ ମଧ୍ୟ ଗ୍ରୀକର ଅଧିବାସୀଙ୍କୁ ଜଣାଥିଲା । ସେମାନେ ଦେଖିଥିଲେ ଯେ, ମାଗ୍ନେଟାଇଟ (Fe_3O_4) କୁହାଯାଉଥିବା କେତେକ ପଥର କ୍ଷୁଦ୍ର ଲୌହ ଖଣ୍ଡକୁ ଆକର୍ଷଣ କରୁଛୁ । ପ୍ରକୃତିରେ ମିଳୁଥିବା ମାଗ୍ନେଟାଇଡ୍‌ର ଖଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକୁ **ପ୍ରାକୃତିକ ଚୁମ୍ବକ** କୁହାଯାଏ । ପ୍ରାକୃତିକ ଚୁମ୍ବକମାନ ଦୁର୍ବଳ କିନ୍ତୁ ଲୌହ, ନିକେଲ୍, କୋବାଲ୍ଟ ପରି ପଦାର୍ଥକୁ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ସ୍ଥାୟୀ ଚୁମ୍ବକରେ ପରିଣତ କରାଯାଇପାରେ । ସମସ୍ତ ଚୁମ୍ବକ- ପ୍ରାକୃତିକ କିମ୍ବା କୃତ୍ରିମର ସମାନ ଧର୍ମ ଥାଏ । ଚୁମ୍ବକର ମୌଳିକ ଧର୍ମ ବିଷୟରେ ତୁମେ ପରିଚିତ ଅଛ । ତଥାପି ପୂର୍ଣ୍ଣତା ନିମିତ୍ତ ଆମେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ସ୍ମରଣ କରିବା ।

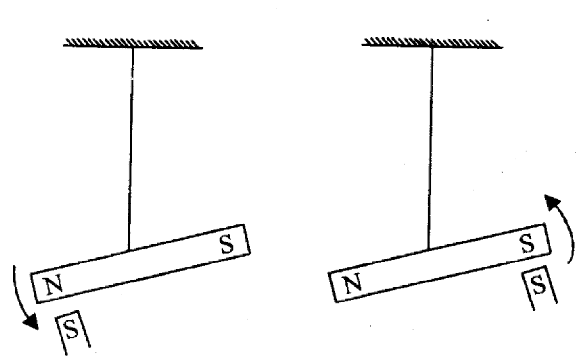
i) **ଦିଗ୍‌ଦର୍ଶୀ ଧର୍ମ :-** କୌଣସି ଛୋଟ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକକୁ ଏପରି ଅଭିଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରିପାରିବା ଭଳି ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର କେନ୍ଦ୍ରରେ ମୁକ୍ତଭାବରେ ଝୁଲାଇଲେ ଏହା ସର୍ବଦା ପ୍ରାୟ ଭୌଗଳିକ ଉତ୍ତର - ଦକ୍ଷିଣ ଦିଗରେ ରହେ ।

ii) **ଆକର୍ଷକ ଧର୍ମ :-** ଲୌହ, ନିକେଲ୍ ତଥା କୋବାଲ୍ଟ ପରି ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ଛୋଟ ଛୋଟ ଟୁକୁଡ଼ାକୁ (ଖଣ୍ଡକୁ) ଚୁମ୍ବକ ଆକର୍ଷଣ କରେ । ଆକର୍ଷକ ବଳ ଚୁମ୍ବକର ପ୍ରାନ୍ତର ନିକଟ ବିନ୍ଦୁରେ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକୁ ଚୁମ୍ବକର ମେରୁ କୁହାଯାଏ । ମୁକ୍ତଭାବରେ ଝୁଲୁଥିବା ଏକ ଚୁମ୍ବକର ଯେଉଁ ମେରୁଟି ଭୌଗଳିକ ଉତ୍ତର ଦିଗକୁ ରହେ ତାହାକୁ ଉତ୍ତର ମେରୁ ଏବଂ ଯେଉଁଟି ଭୌଗଳିକ ଦକ୍ଷିଣ ଦିଗକୁ ରହେ ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ କୁହାଯାଏ । ଦିଗ୍‌ଦର୍ଶୀ ଧର୍ମ ଓ ଆକର୍ଷଣ ଧର୍ମ ସୂଚାଇ ଦେଉଛି କି ଯେ ଆମର ପୃଥିବୀ ମଧ୍ୟ ଏକ ଚୁମ୍ବକ ପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି ? ହଁ, ଏହା ସେହିଭଳି କାମ କରେ ।

iii) ଦୁଇ ଚୁମ୍ବକର ବିପରୀତ ମେରୁ ପରସ୍ପରକୁ ଆକର୍ଷଣ କରନ୍ତି ଏବଂ ସମମେରୁ ପରସ୍ପରକୁ ବିକର୍ଷଣ କରନ୍ତି । (ଚିତ୍ର 18.1) ।

iv) ଚୁମ୍ବକର ମେରୁ ଗୁଡ଼ିକୁ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଅଲଗା କରାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ ଅର୍ଥାତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇ କରୁଥିବା ସରଳତମ ନମୁନା ହେଉଛି ଏକ ଚୁମ୍ବକର ଡ଼ାଇପୋଲ୍ ।

v) ଯଦି କୌଣସି ଚୁମ୍ବକକୁ ଏକ ଲୁହା ଖଣ୍ଡର ନିକଟକୁ ନିଆଯାଏ, ତେବେ ଲୁହା ଖଣ୍ଡର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରାନ୍ତରେ ବିପରୀତ ମେରୁ ସୃଷ୍ଟି କରେ ଏବଂ ଦୂରରେ ଥିବା ପ୍ରାନ୍ତରେ ସମମେରୁ ସୃଷ୍ଟ ହୁଏ । ଏହି ପରିଘଟଣାକୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରେରଣ କୁହାଯାଏ ।

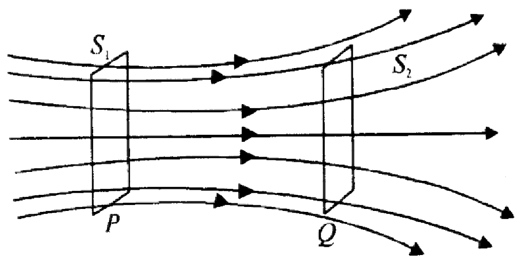


ଚିତ୍ର 18.1 ଦୁଇଟି ଚୁମ୍ବକର ବିପରୀତ ମେରୁ ପରିସ୍ପରକୁ ଆକର୍ଷଣ ଏବଂ ସମ ମେରୁ ବିକର୍ଷଣ କରନ୍ତି ।

18.1.1. ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେଖା (Magnetic Field Lines):-

ଚୁମ୍ବକଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ କିମ୍ବା କୌଣସି ଚୁମ୍ବକ ଓ ଲୁହାଖଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାରସ୍ପରିଟି କ୍ରିୟା ବସ୍ତୁତଃ ଦୂରରେ କ୍ରିୟାଶୀଳତାର ଉଦାହରଣ । ଏହାକୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଭାବରେ ବୁଝାଯାଇପାରିବ । କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ ଓ ପରିମାଣକୁ ଜାଣିବାକୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସୁବିଧାଜନକ ପଦ୍ଧତି ହେଉଛି କ୍ଷେତ୍ର ରେଖାଗୁଡ଼ିକୁ ଅଙ୍କନ କରିବା ।

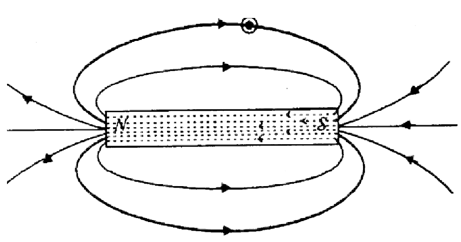
- କୌଣସି ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଭେକ୍ଟର **B** ର ଦିଗ, ଏହି ବିନ୍ଦୁରେ କ୍ଷେତ୍ରରେଖା ପ୍ରତି ସ୍ପର୍ଶକ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।
- କ୍ଷେତ୍ର ରେଖାଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତି ଅନୁଲମ୍ବରେ ଥିବା କୌଣସି ପୃଷ୍ଠର ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ରେଖାଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟା ସେହି କ୍ଷେତ୍ରର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପ୍ରବଳତା ସହ ସମାନୁପାତୀ ଅଟେ । ତେଣୁ କ୍ଷେତ୍ର ରେଖାଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ନିକଟରେ ଥିଲେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର **B** ପ୍ରବଳ ହେବ ଏବଂ ଯେଉଁଠି ରେଖା ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରରେ ଥାଏ, ସେଠାରେ କ୍ଷେତ୍ର ଦୁର୍ବଳ ଅଟେ ।



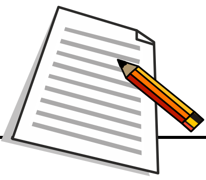
ଚିତ୍ର 18.2 ଦୁଇଟି ସମାନ୍ତର ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଯାଉଥିବା ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେଖାଗୁଡ଼ିକ ।

ସମାନ୍ତର ପୃଷ୍ଠ S_1 ଏବଂ S_2 ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଯାଉଥିବା କିଚି ସଂଖ୍ୟାକ କ୍ଷେତ୍ରରେଖା ଚିତ୍ର 18.2 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । S_1 ର ପୃଷ୍ଠ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ S_2 ସହ ସମାନ । ମାତ୍ର S_2 ଦେଇ ଯାଉଥିବା କ୍ଷେତ୍ର ରେଖାଗୁଡ଼ିକ ତୁଳନାରେ S_1 ଦେଇ ଯାଉଥିବା କ୍ଷେତ୍ର ରେଖାଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟା ଅଧିକ । ତେଣୁ S_1 ର ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଦେଇ ଯାଉଥବା ରେଖାର ସଂଖ୍ୟା S_2 ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ଯାଉଥିବା ରେଖାର ସଂଖ୍ୟା ତୁଳନାରେ ଅଧିକ । ତେଣୁ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ, P କୁ ବେଢ଼ିଥିବା କ୍ଷେତ୍ରରେ Q କୁ ବେଢ଼ିଥିବା କ୍ଷେତ୍ର ତୁଳନାରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଶକ୍ତିଶାଳୀ ।

- ଚୁମ୍ବକର ବାହାରେ କ୍ଷେତ୍ରରେଖା ଗୁଡ଼ିକ ଉତ୍ତର ମେରୁରୁ ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁକୁ ଓ ଚୁମ୍ବକ ଭିତରେ ରେଖାଗୁଡ଼ିକ ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁରୁ ଉତ୍ତରମେରୁକୁ ଯାଇ ସଂବୃତ୍ତ ବକ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରିଛି । (ଚିତ୍ର 18.3) ।
- ଦୁଇଟି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେଖା କେବେହେଲେ ପରସ୍ପରକୁ ଛେଦ କରନ୍ତି ନାହିଁ ।



ଚିତ୍ର 18.3 ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେଖା



ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 18.1

1. ତୁମକୁ ଏକ ଚୁମ୍ବକ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହାର ଉତ୍ତର ମେରୁ କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବ ?

   ----

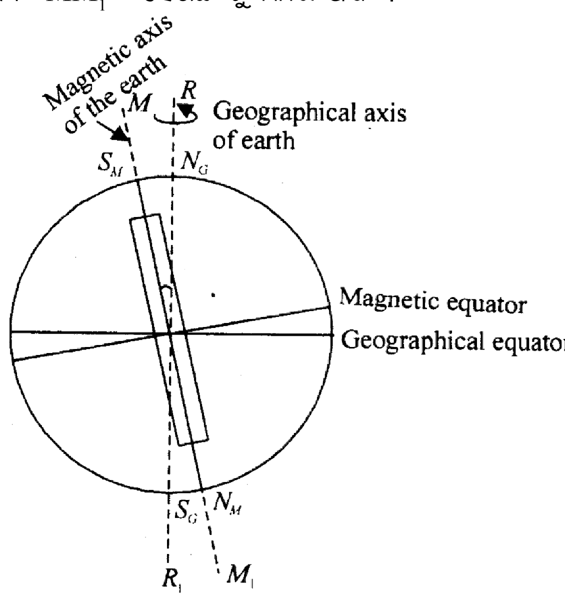
2. ତୁମକୁ ସମାନ ଦେଖାଯାଉଥିବା ଦୁଇଟି ଲୌହ ଦଣ୍ଡ ନିଆଗଲା । ଏଥିମଧ୍ୟରୁ ଏକ ଚୁମ୍ବକ ଅଟେ । କେବଳ ଏହି ଦୁଇଟିକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରି କିବରି ତୁମେ କହି ପାରିବ ଯେ କେଉଁଟି ଚୁମ୍ବକ ଅଟେ ?

   ----

3. ତୁମକୁ ଏକ ସୂତା ଏବଂ ଦୁଇଟି ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ଦୁଇ ଚୁମ୍ବକର ମେରୁ କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବ ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।

ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର

ପୃଥିବୀ ଏକ ଚୁମ୍ବକ ଭଳି ଆଚରଣ କରେ ବୋଲି ଧରି ଚୁମ୍ବକର ଦିଗ୍‌ଦର୍ଶୀ ଧର୍ମ ବୁଝାଯାଇପାରିବ । ଅର୍ଥାତ୍ ଯେପରିକି ପୃଥିବୀ ଭିତରେ ଏକ ବିଶାଳ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକ ଅଛି । ଏହି ଚୁମ୍ବକର ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ଭୌଗଳିକ ଉତ୍ତର ମେରୁ ନିକଟରେ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଉତ୍ତର ମେରୁ ଭୌଗଳିକ ଦକ୍ଷିଣମେରୁ ନିକଟରେ ଅଛି । ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଅକ୍ଷ ହେଉଛି RR_1 ଏବଂ MM_1 ହେଉଛି ଚୁମ୍ବକୀୟ ଅକ୍ଷ ।



ଚିତ୍ର 18.4 ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 18.1

ଚୁମ୍ବକସୂଚୀ ସାହାଯ୍ୟରେ ଆମେ ଏକ ଚିନ୍ତନ କରୀକ୍ଷା କରିବା । (ବାସ୍ତବରେ ଏକ ଗ୍ଲୋବ ନେଇ ଏହି ପରୀକ୍ଷା କରିହେବ । ଗ୍ଲୋବ୍‌ର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଏକ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକ ରହିବ ଯେପରିକି ଚୁମ୍ବକର ଉତ୍ତର ମେରୁ ଦକ୍ଷିଣ ଦିଗକୁ ରହିବ) । ସୂଚୀକୁ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ଏଭଳି ଝୁଲାଇ ରଖ ଯେପରିକି ଏହା ଉଭୟ ସମାନ୍ତର ଓ ଭଲମ୍ବ ତଳର ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରିପାରିବ । ଯଦି ସୂଚୀ ପୃଥିବୀର ବିଷୁବ ବୃତ୍ତର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେବ ଏହା ଭୂସମାନ୍ତର ହୋଇ ରହିବ । ମନେକର ଏହି ସୂଚୀକୁ ଉତ୍ତର ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧର ଏକ ସ୍ଥାନକୁ ନିଆଗଲା ।

ସୂଚୀଟି ଭୂଲମ୍ବ ତଳରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରେ ଏବଂ ଆମେ ଭୌଗୋଳିକ ଉତ୍ତର ମେରୁ ଆଡ଼କୁ ଗଲେ, ସୂଚୀର ଉତ୍ତର ମେରୁ ପୃଥିବୀ ଆଡ଼କୁ ଘୂରେ । ଶେଷରେ କାନାଡ଼ାର ହଡ଼ସନ୍ ଉପସାଗର ଅତି ନିକଟରେ ଏକ ବିନ୍ଦୁରେ ସୂଚୀର ଉତ୍ତର ମେରୁ ଅଭିଲମ୍ବଭାବରେ ନିମ୍ନମୁଖୀ ହେବ ।

ଉତ୍ତରର 6^0 ପୂର୍ବରେ ଥିବା ଏହି ସ୍ଥାନକୁ ଭୂଚୁମ୍ବକର ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ବୋଲି ମନେକରାଯାଏ । ଏହି ସ୍ଥାନ ପୃଥିବୀର ଭୌଗଳିକ ଉତ୍ତର ମେରୁ ଠାରୁ ପ୍ରାୟ 650 km ଦୂରରେ ଅଛି । ସେହି ଚୁମ୍ବକୀୟ ସୂଚୀକୁ ଦକ୍ଷିଣ ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧକୁ ନେଲେ ସୂଚୀର ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ଭୌଗଳିକ ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁର 650km ପଶ୍ଚିମରେ ଏକ ସ୍ଥାନରେ ଭୂଲମ୍ବରେ ନିମ୍ନମୁଖୀ ହେବ। ଏହି ବିନ୍ଦୁକୁ ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ ଉତ୍ତର ମେରୁ ମନେକରାଯାଏ । ଏଥିରୁ ଆମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଂଚିଲେ ଯେ, ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ ଅକ୍ଷ, ଭୌଗଳିକ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ ନୁହେଁ ।

ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ ଅକ୍ଷର ଆଉ ଏକ ମହତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଧର୍ମ ହେଉଛି, ଏହା ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହେନି । ସମୟ ସହ ପରିମାଣ ଏବଂ ଦିଗ ବଦଳେ ।

ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ ମୌଳିକ ମାନ :

ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବାକୁ ତିନୋଟି ମାପନ ଯୋଗ୍ୟ ରାଶିର ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । ଏହାକୁ ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ମୌଳିକ ମାନ କୁହାଯାଏ ।

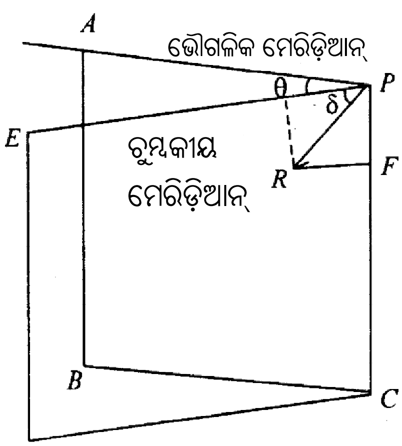
a) ଆନତି କିମ୍ବା ଡ଼ିପ୍ (δ)

b) ଦିକ୍‌ଘାତ (θ) ଏବଂ

c) ଭୂଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଭୂସମାନ୍ତର ଉପାଂଶ (B_m)

a) **ଆନତି କିମ୍ବା ଡ଼ିପ୍ :**

ଚୁମ୍ବକୀୟ ସୂଚୀକୁ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ଝୁଲାଇଲେ ସୂଚୀଟି ଭୂ-ସମାନ୍ତର ସମତଳରେ ରହିବ ନାହିଁ । ଏହା ପୃଥିବୀର କ୍ଷେତ୍ରର ପରିଣାମୀ ତୀବ୍ରତା ଦିଗକୁ ଦର୍ଶାଇବ ।

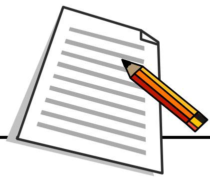


ଚିତ୍ର 18.5 ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ମୌଳିକ ଉପାଦାନ

ଚିତ୍ର 18.5 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ PCDE ସମତଳ P ବିନ୍ଦୁରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ ମେରିଡ଼ିଆନ (ଅର୍ଥାତ୍ ଭୂଚୁମ୍ବକର ଉତ୍ତର ଓ ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ଦେଇ ଯାଇଥିବା ଅଭିଲମ୍ବ ସମତଳ (vertival) ଅଟେ) ଏବଂ PABC ଭୌଗଳିକ ମେରିଡ଼ିଆନ (ଅର୍ଥାତ୍ ପୃଥିବୀରେ ଭୌଗଳିକ ଉତ୍ତର ଏବଂ ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ଦେଇ ଯାଉଥିବା ଅଭିଲମ୍ବ ସମତଳ) ଅଟେ । ମନେକର P ବିନ୍ଦୁରେ, PR ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପରିମାଣ ଏବଂ ଦିଗ ସୂଚାଏ । ଲକ୍ଷ୍ୟ କର, PR ଭୂସମାନ୍ତର ଦିଗ ପ୍ରତି କୋଣ କରେ । ଏହି କୋଣକୁ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଥିବା P ବିନ୍ଦୁରେ ଆନତି ବା ଡିପ୍ କୁହାଯାଏ । ଚୁମ୍ବକୀୟ ମେରିଡ଼ିଆନ୍‌ରେ ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଭୂସମାନ୍ତର ଦିଗ ପ୍ରତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରୁଥିବା କୋଣ ହେଉଛି ଡିପ୍ ବା ଆନତି ।

b) **ଦିକ୍‌ପାତ (Deelinatian):**

ଚିତ୍ର 18.5 କୁ ଆଉଥରେ ଦେଖ । PCDE ସମତଳରେ ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଭେକ୍ଟର (PR) ଅଛି । ସମତଳ PCDE ଓ PABC ସମତଳଦ୍ୱୟର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ କୋଣକୁ, P ବିନ୍ଦୁରେ ଦିକ୍‌ପାତ କୁହାଯାଏ । ଏଠାରେ ଏହି କୋଣକୁ ψ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଟିପ୍ପଣୀ

କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ ମେରିଡ଼ିଆନ ଏବଂ ଭୌଗଳିକ ମେରିଡ଼ିଆନ ମଧ୍ୟସ୍ଥ କୋଣକୁ ସେହି ସ୍ଥାନର ଦିକ୍‌ପାତ କହନ୍ତି ।

c) ଭୂସମାନ୍ତର ଉପାଂଶ (Horizontal Comparent):

ଚିତ୍ର 18.5 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି P ବିନ୍ଦୁରେ ପରିଣାମୀ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର PR ଅଟେ । ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପରିମାଣ ଓ ଦିଗର ଭୂସମାନ୍ତର ଉପାଂଶକୁ PH ଏବଂ ଭୂଲମ୍ବ ଉପାଂଶକୁ PF ସୂଚାଉଛି । ମନେକର P ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର B ଅଟେ ।

ତେବେ ଭୂସମାନ୍ତର ଉପାଂଶ

(BH) $B_H = B\cos d$ ....(18.1)

ଭୂଲମ୍ବ ଉପାଂଶ $B_v = B \sin d$ .... (18.2)

ସମୀକରଣ (18.1) ଓ (18.2) କୁ ବର୍ଗ କରି ଯୋଗକଲେ, ଆମେ ପାଇବୁ

$$B_H^2 + B_V^2 = B^2 \cos^2\delta + B^2 \sin^2\delta = B^2 \qquad (18.3)$$

ସମୀକରଣ (18.2) କୁ ସମୀକରଣ (18.1) ରେ ଭାଗ କଲେ,

$$\frac{B_V}{B_H} = \tan\delta \qquad (18.4)$$

18.2. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତଥା ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ : ମୌଳିକ ଧାରଣ

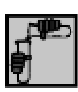
(Electricity and Magnetism : Basic Concepts) :-

ଏବେ ତୁମେ ଜାଣିଲ ଯେ ପରିବାହୀର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ହେତୁ ପରିବାହୀରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରବାହ ହିଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ । ପରିବାହୀରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଏହାର ନିକଟସ୍ଥ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥିବା ଏକ ମୁକ୍ତ ଚୁମ୍ବକସୂଚୀ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଦେଖାଯାଏ । ଚୁମ୍ବକୀୟ ସୂଚୀ ଏକ ଚୁମ୍ବକ ଦ୍ୱାରା ମଧ୍ୟ ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଆମେ କହି ପାରିବା ଯେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ଏକ ପରିବାହୀର ଚାରିପାଖରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅଛି । ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର B କୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ରେଖା ଦ୍ୱାରା ଜଣାଯାଏ । ଏହି ପାଠରେ ଏ ବିଷୟରେ ତଥା ଚୁମ୍ବକୀୟ ପାରଗମୀତା ଭଳି ପଦଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ତୁମେ ଜାଣିବ ।

18.2.1. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ବେଢ଼ି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର :

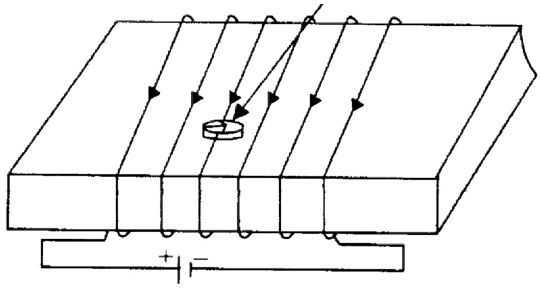
(Magnetic field around Electric Current):-

ଆସ ଗୋଟିଏ ଛୋଟ ପରୀକ୍ଷା କରିବା ।



ତୁମ ପାଇଁ କାମ 18.2

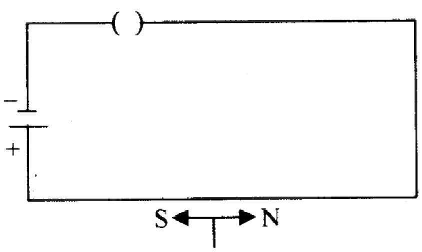
ଏକ 1.5V ବ୍ୟାଟେରୀ, ପ୍ରାୟ 1m ଦୈର୍ଘ୍ୟର ତାର, ଗୋଟିଏ ସୂଚୀ ଚୁମ୍ବକ, ଚୁମ୍ବକ ଏକ ଦିଆସିଲି ଖୋଳ ସଂଗ୍ରହ କର । ଏହି ଦିଆସିଲ୍‌ର ଏକ ଦିଆସିଲି ଖୋଳ ସଂଗ୍ରହ କର । ଏହି ଦିଆସିଲ୍‌ର ଖୋଳ ଉପରେ 10 - 15 ଘେରାର ତାର ଘୁରାଅ । ଚିତ୍ର 18.5 ରେ ଦର୍ଶାଯିବା ଭଳି ତାର ଘେର ତଳେ କମ୍ପାସ୍ ସୂଚୀଟିଏ ରଖ । ଏହି ଦିଆସିଲ୍ ଖୋଳକୁ ଟେବୁଲ ଉପରେ ଏପରି ରଖ ଯେପରିକି ତାର ଉତ୍ତର - ଦକ୍ଷିଣ ଦିଗ ହୋଇ ରହିବ । ତାରର ମୁକ୍ତ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କର । ବର୍ତ୍ତମାନ ସୂଚୀର କ'ଣ ହେଉଛି ? ଦେଖିବ ଯେ ସୂଚୀ



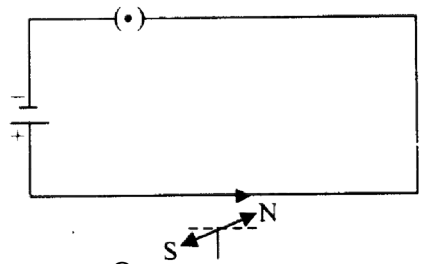
ଚିତ୍ର 18.6 : ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତ ଜନିତ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପ୍ରଦର୍ଶନ

ବିକ୍ଷେପିତ ହେଉଛି । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି କୁଣ୍ଡଳୀ ଭିତରେ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅଛି ।

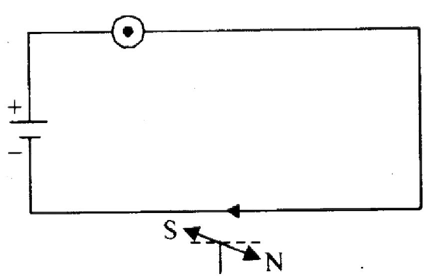
ବ୍ୟାଟେରୀରେ ଶେଷାଗ୍ରକୁ ବଦଳେଇ କୁଣ୍ଡଳୀକୁ ଘେରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଦିଗ ଓଲଟାଇ ଦେଲେ ବିକ୍ଷେପର ଦିଗ ବିପରୀତ ହୋଇଯିବ । ତାରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ନଥିଲେ କଂପାସ ସୂଚୀ ଉତ୍ତର - ଦକ୍ଷିଣ ଦର୍ଶାଏ । (ଚିତ୍ର 18.7 (a), (b), (c))



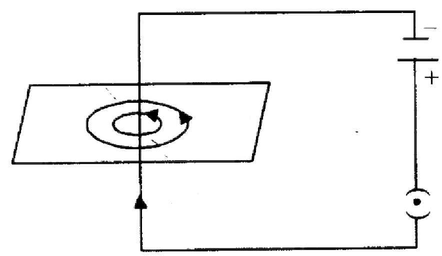
a) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ନାହିଁ ବିକ୍ଷେପ ନାହିଁ



b) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ତରକୁ ହେଲେ ଉତ୍ତର ମେରୁ ବିକ୍ଷେପ ପଶ୍ଚିମକୁ ହେବେ



c) ସ୍ରୋତର ଦିଗ ଓଲଟାଇଲେ ବିକ୍ଷେପ ମଧ୍ୟ ଓଲଟିବ



d) ଏକ ସିଧା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀକୁ ଘେରି ବୃତ୍ତାକାର କ୍ଷେତ୍ରରେଖା

ଚିତ୍ର 8.7 ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀକୁ ଘେରି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର

ଗୋଟିଏ ଅଭିଲମ୍ବ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ବାହୀ ତାର ନିକଟରେ କଂପାସ୍ ସୂଚୀ ରଖିଲେ, ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳରେଖା ତାରକୁ ଘେରି ସମକେନ୍ଦ୍ରିକ ବୃତ୍ତାକାର ହୁଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 18.7 (d) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଡେନ୍‌ମାର୍କରେ କୋପେନ୍‌ହେଗେର୍ନର ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଫେସର ଓଏରଷ୍ଟଡ଼ 1820 ମସିହାରେ ଏହି ପ୍ରକାର ପରୀକ୍ଷା କରିଥିଲେ ଏବଂ ସାବ୍ୟସ୍ତ କଲେ ଯେ ଏକ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀକୁ ଘେରି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅଛି ।

18.3.ବାୟୋଟ୍ - ସାବର୍ଟ ନିୟମ (Biot - Savart's law)

ପରିବାହୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ପରିବାହୀକୁ ବେଢ଼ିଥିବା କ୍ଷେତ୍ରସ୍ଥ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ପରିଣାମୀ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ସଂବନ୍ଧ ବାୟୋଟ୍ ସାବର୍ଟ ନିୟମ ଦିଏ । ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଂଶ

ଟିପ୍ପଣୀ

ତାକୁ ଘେରିଥିବା ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ନିଜର ଯୋଗଦାନ ଦିଏ । ତେଣୁ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ B ର ନେଟ୍‌ମାନ୍, ପରିବାହୀର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭାଗର ସଂଯୁକ୍ତ ପ୍ରଭାବ ଯୋଗୁଁ ହୁଏ । ଚିତ୍ର 18.8 ରେ ଦର୍ଶାଗଲା ଭଳି କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ହେତୁ ନେଟ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର, ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ Dl ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟ କ୍ଷେତ୍ରର ଭେକ୍ଟର ଯୋଗଫଳ ।

ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଯାଇଛି ଯେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷୁଦ୍ରାଂଶ Dl ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟ କ୍ଷେତ୍ର B ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ :

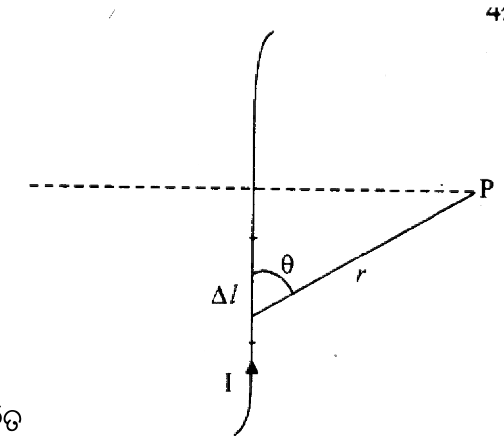
ପରିବାହୀରେ ପ୍ରବାହିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ୍, I

କ୍ଷୁଦ୍ରାଂଶର ଦୈର୍ଘ୍ୟ Dl

କ୍ଷୁଦ୍ରାଂଶ Dl ରୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ବିନ୍ଦୁ P ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଦୂରତା (r) ର ବର୍ଗ ସହ ବ୍ୟୁତ୍କ୍ରମାନୁପାତୀ ଅଟେ, ଏବଂ

d) କ୍ଷୁଦ୍ରାଂଶ ଏବଂ ଏହାକୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ବିନ୍ଦୁ ସହିତ ଯୋଗକାରୀ ରେଖାର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ କୋଣ ।

ଆମେ ଲେଖିପାରିବା,



ଚିତ୍ର 18.8 ସ୍ରୋତ ମୌଳିକ Dl ହେତୁ P ବ ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର

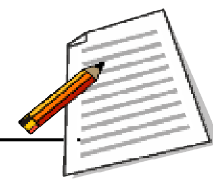
$$|\Delta B_0|\,\alpha\,\frac{I\Delta l\sin\theta}{r^2}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,dl\,sin\theta}{r^2}\;--------\;(18.5)$$

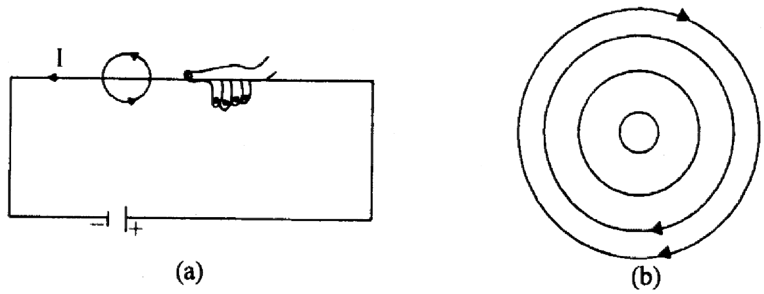
ଏଠାରେ m_0 ହେଉଛି ଶୂନ୍ୟର ପାରଗମ୍ୟତା । ଏହାର ମାନ $4\pi\times10^{-7}wA^{-1}m^{-1}$ ଅଟେ । ବାୟୁର ପାରଗମ୍ୟତାର ମାନ ପ୍ରାୟ m_0 ।

ଯଦି ପରିବାହୀକୁ ବାୟୁ ପରିବର୍ତ୍ତେ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ମାଧ୍ୟମରେ ରଖାଯାଏ, ତାହାହେଲେ କ୍ଷେତ୍ରର ମାନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ଏବଂ $|B|=\mu|B_0|$ ହେବ । ଏଠାରେ m ହେଉଛି ମାଧ୍ୟମର ପାରଗମ୍ୟତା ।

B ର ଦିଗ :

କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଏକ ଭେକ୍ଟର ରାଶି ଅଟେ । B ର ଦିଗ ଜାଣିବାକୁ ଦକ୍ଷିଣ ହସ୍ତ ବୃଦ୍ଧାଙ୍ଗୁଳି ନିୟମ ଲାଗୁ କରାଯାଏ । ଏହି ନିୟମକୁ ଲାଗୁ କରିବା ପାଇଁ କେତେକ ସରଳ ଅବସ୍ଥାରେ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ ବିଚାର କରିବା । ଚିତ୍ର 18.9 (a) ରେ ଦର୍ଶାଯିବାଭଳି ତାରକୁ ଦକ୍ଷିଣ ହାତରେ ଏପରି ମୁଠାଅ ଯେ ବୃଦ୍ଧାଙ୍ଗୁଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଦିଗକୁ ଦର୍ଶାଏ । ତାର ଚାରିପଟେ ବଙ୍କାଇ ହୋଇ ରହିଥିବା ଅନ୍ୟ ଆଙ୍ଗୁଳିଗୁଡ଼ିକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ ସୂଚାଇବ । କାଗଜ ପୃଠାେରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଦର୍ଶାଇବାକୁ, ମନେ କରିବା ଯେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରେତା କାଗଜ ପୃଷ୍ଠକୁ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ତେବେ ଦକ୍ଷିଣ ହସ୍ତ ନିୟମାନୁସାରେ କ୍ଷେତ୍ର ରେଖାଗୁଡ଼ିକ କାଗଜର ସମତଳରେ ରହିବେ, ଚିତ୍ର 18.9 9(b) ।





ଚିତ୍ର 18.9 ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ

(a) ଦକ୍ଷିଣ ହସ୍ତ ନିୟମ : ବୃଦ୍ଧାଙ୍ଗୁଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଦିଗରେ : ବଙ୍କା ହୋଇଥିବା ଆଙ୍ଗୁଠି ଦିଗରେ କ୍ଷେତ୍ର ରେଖା ଏବଂ (b) ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତ କାଗଜର ସମତଳରେ ରହିଲେ ଦକ୍ଷିଣ ହସ୍ତ ନିୟମାନୁସାରେ କ୍ଷେତ୍ର ରେଖାଗୁଡ଼ିକ କାଗଜର ସମତଳରେ ରହିବେ

18.3.1.ବାୟୋଟ୍ - ସାବର୍ଟ ନିୟମର ପ୍ରୟୋଗ (Application of Biot Savert's law):-

ତୁମେ ଏବେ ଜାଣିଲ ବାୟୋଟ୍ - ସାବର୍ଟ ନିୟମରୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପରିମାଣ ମିଳେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହି ନିୟମକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବିଭିନ୍ନ ଆକାରର ପରିବାହୀଗୁଡ଼ିକର ଚାରିପାଖରେ ଥିବା କ୍ଷେତ୍ର ଜାଣିବା । ପରିବାହୀର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶ ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟ ନେଟ୍ ଫ୍ରେ ହିସାବ କରି ଆମକୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଂଶର ଦାନ ଯୋଗ କରିବାକୁ ହେବ ।

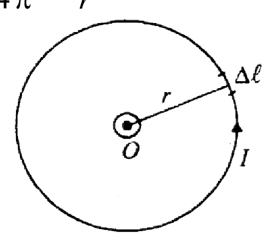
ଆମେ ପ୍ରଥମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀକୁ ବିଚାର କରିବା ଏବଂ ଏହା କେନ୍ଦ୍ରରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ହିସାବ କରିବା ।

a) **ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର :**

ଚିତ୍ର 18.10 କୁ ଦେଖ । ଏଠାରେ r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ଏକ ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀ I ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତ ବହନ କରୁଥିବା ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହାର କେନ୍ଦ୍ର O ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର କଳନା କରିବାକୁ, ପ୍ରଥମେ ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀର ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ସ୍ରୋତବାହୀ ଅଂଶ Dl ବିଚାର କରିବା ଏବଂ r ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ କୋଣ 90^0 ଅଟେ । ସମୀକରଣ 18.5 ରୁ ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ, Dl ହେତୁ କେନ୍ଦ୍ର O ଉପରେ କ୍ଷେତ୍ର ହେଉଛି

$$|\Delta B| = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{\Delta l}{r^2} \sin 90^0$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{\Delta l}{r^2} (\because \sin 90^0 = 1)$$



ଚିତ୍ର 18.10 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବାହକ ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀ

ΔB ର ଦିଗ, କୁଣ୍ଡଳୀର ସମତଳ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଅଟେ । ଯେହେତୁ ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଅଂଶ ହେତୁ ସୃଷ୍ଟ କ୍ଷେତ୍ର ଦିଗରେ ରହିବେ, ତେଣୁ ଲୁପର କେନ୍ଦ୍ରରେ ସମସ୍ତ ଅଂଶର ଫଳକୁ ମିଶାଇଲେ ପରିଣାମୀ କ୍ଷେତ୍ର ମିଳିବ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

$$|B| = \Sigma|\Delta B| = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2}\Sigma\Delta l = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2}.2\pi r$$

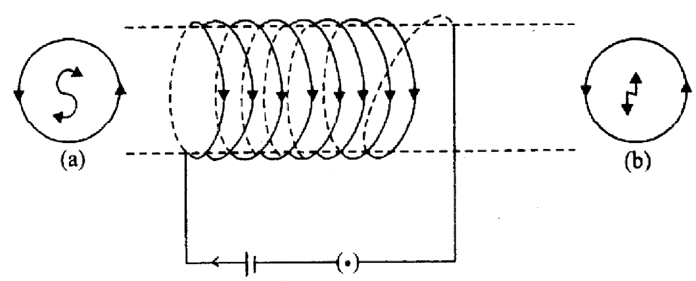
ତେଣୁ, ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତ I ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ସ୍ରୋତବାହୀ କୁଣ୍ଡଳୀର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର,

$$|B| = \frac{\mu_0}{2r} I ----------(18.6)$$

ଯଦି କୁଣ୍ଡଳୀରେ ଏକରୁ ଅଧିକ ଘେର ଥାଏ (ମନେକର n ଘେରା) ତେବେ କ୍ଷେତ୍ର ହେବ,

$$|B| = \frac{\mu_0 n l}{2r}$$

ଚିତ୍ର 18.7 ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ନିୟମକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରି ନେଟ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗକୁ ଯାଞ୍ଚ କରିପାରିବ । କୁଣ୍ଡଳୀର ଯେକୌଣସି ଅଂଶରେ ଦକ୍ଷିଣ ହସ୍ତ ନିୟମର ଉପଯୋଗ କରିପାରିବ ଏବଂ ସମାନ ପରିଣାମ ପାଇବ । ସ୍ରୋତବାହୀ କୁଣ୍ଡଳୀ ହେତୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ ବିରୂପଣ ପାଇଁ ଏକ ସରଳତ୍ୱରିତ ନିୟମ ହେଉଛି ତଥାକଥିତ ପ୍ରାନ୍ତ-ନିୟମ (End rull) ଚିତ୍ର 18.11(a,b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 18.11 ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ : ପ୍ରାନ୍ତ - ନିୟମ

କୌଣସି ଦର୍ଶକ ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀର ଯେକୌଣସି ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଦେଖିଲେ ଯଦି ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତ ଦକ୍ଷିଣାବର୍ତ୍ତୀ ଦିଗରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବାର ଦେଖେ ତେବେ କୁଣ୍ଡଳୀର ସେହି ପ୍ରାନ୍ତ-ମୁଖ ତୁଲ୍ୟ ଚୁମ୍ବକର ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ପରି ଆଚରଣ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ B ଅନ୍ତର୍ମୁଖୀ ହୁଏ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଯଦି ବାମାବର୍ତ୍ତୀ ଦିଗରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଲାଭଳି ଦେଖାଯାଏ, ତେବେ କୁଣ୍ଡଳୀର ପ୍ରାନ୍ତ-ମୁଖ ତୁଲ୍ୟ ଚୁମ୍ବକର ଉତ୍ତର ମେରୁ ଭଳି ଆଚରଣ କରେ ବା କ୍ଷେତ୍ର ବର୍ହିମୁଖୀ ହୁଏ ।

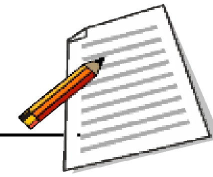
ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 18.2

1. ଏମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ କ୍ଷେତ୍ର ସଂପର୍କରେ କ'ଣ କହିବ ?

   i) ଏକ ସ୍ଥିର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ?

   ii) ଏକ ଗତିଶୀଳ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ?

2. କୌଣସି ପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନମାନ ତାପୀୟ ଶକ୍ତି ହେତୁ ଅବିରତ ଗତିଶୀଳ । ଏହା



ଟିପ୍ପଣୀ

ଉପରେ ବିଭବାନ୍ତର ପ୍ରୟୋଗ ନ କରାଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହା ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ କାହିଁକି ଦର୍ଶାଏ ନାହିଁ ?

3. କୌଣସି ଲମ୍ୱା ତାରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ପ୍ରଥମେ ଏହାକୁ ଏକ ଘେର ପରେ ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀର ରୂପ ଦିଆଗଲା ଏବଂ ପରେ ତାକୁ କମ୍ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇ ଘେରା କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପରିଣତ କରାଗଲା । କୁଣ୍ଡଳୀର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ କି ? ଯଦି ହେବ, ତାହାହେଲେ କେତେ ହେବ ?

18.4. ଏମ୍ପିୟରଙ୍କ ପରିପଥୀୟ ନିୟମ

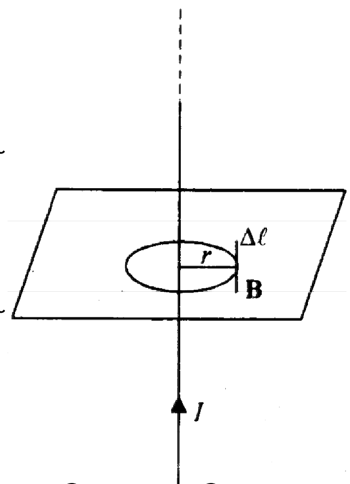
(Ampere's circuital law):-

କେତେକ ସରଳ ପରିସ୍ଥିତିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀକୁ ଘେରିଥିବା ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ହିସାବ ପାଇଁ ଏମ୍ପିୟରର ପରିପଥୀୟ ନିୟମ ଏକ ବିକଳ୍ପ ପଦ୍ଧତି ଅଟେ ।

ଏମ୍ପିୟର ପରିପଥୀୟ ନିୟମ ଅନୁସାରେ କୌଣସି ସଂବୃତ୍ତ ଲୁପ୍‌କୁ ଘେରି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର B ର ରେଖା - ସମତଳ ମୋଟ ସ୍ରୋତ I ର m_0 ଗୁଣ ଅଟେ । ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ, ଲେଖିପାରିବା

$$\oint B.\,dl = \mu_0 I \text{ ---------- } (18.7)$$

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର, ଏହା ସଂବୃତ୍ତ ଲୁପ୍‌ର ଆକୃତି କିମ୍ବା ଆକାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।



ଚିତ୍ର 18.2 ଏମ୍ପିୟରଙ୍କ ପରିପଥୀୟ ନିୟମ

ଏଣ୍ଡି ମେରୀ ଏମ୍ପିୟର
(1775 - 1836)

ଫ୍ରେଞ୍ଚ୍ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ, ଗଣିତଜ୍ଞ ଏବଂ ରସାୟନ୍‌ବିତ୍ ଏମ୍ପିୟର ବାଲ୍ୟକାଳରୁ ପ୍ରତିଭାଶାଳୀ ଥିଲେ । ପରୀକ୍ଷଣ ଦକ୍ଷତା ଏବଂ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଜ୍ଞାନର ଏକ ମିଶ୍ରଣ, ଏମ୍ପିୟର ଜଟିଳ ପରୀକ୍ଷାମାନ କରି ଏବଂ ନିଜର ପରୀକ୍ଷାଲବ୍ଧଫଳକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଗତି ତତ୍ତ୍ୱ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରିଥିଲେ । ଏଥିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଓ ଏହାର ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରଭାବର ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର ମିଳିଛି । ସ୍ରୋତର ଏକକକୁ ତାଙ୍କ ସମ୍ମାନରେ ନାମିତ ହୋଇଛି । ସେ ନିଜ କାର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ବିଚାରରେ ସବୁବେଳେ ବ୍ୟସ୍ତ ରହୁଥିଲେ ଏବଂ ପୁରସ୍କାର ଏବଂ ସମ୍ମାନ ପାଇଁ କେବେହେଲେ ଲାଳାୟିତ ନ ଥିଲେ । ଥରେ ସେ ସମ୍ରାଟ୍ ନେପୋଲୟିନଙ୍କର ରାତ୍ରିଭୋଜନ ପାଇଁ ନିମନ୍ତ୍ରଣକୁ ଭୁଲିଯାଇଥିଲେ ।

ତାଙ୍କର ସମାଧି ପଥରରେ ଲେଖାଯାଇଛି :- Teunma felix (ଶେଷରେ ପ୍ରସନ୍ନ) ଯାହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି କି, ସେ ଅତ୍ୟନ୍ତ କଷ୍ଟସାଧ୍ୟ ଏବଂ ଦୁଃଖଦ ଜୀବନ କଟାଇଥିଲେ । କିନ୍ତୁ ଏହା ତାଙ୍କର ସୃଜନଶୀଳତାର ଉଦ୍ୟମକୁ କେବେହେଲେ ଊଣା କରିନି ।

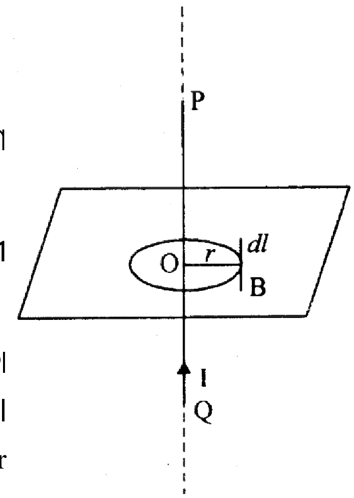
ଟିପ୍ପଣୀ

18.4.1.ଏମ୍ପିୟରଙ୍କ ପରିପଥୀୟ ନିୟମର ପ୍ରୟୋଗ (Applications of Ampers Circuital law):-

ବର୍ତ୍ତମାନ ଦୁଇଟି ସରଳ ଅବସ୍ଥାରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ନିରୂପଣ କରିବାକୁ ଏମ୍ପିୟରଙ୍କ ପରିପଥୀୟ ନିୟମର ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ।

a) **ଅନନ୍ତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ଯୋଗୁଁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର :-**

ଚିତ୍ର 18.13 କୁ ଦେଖ । ଏଠାରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ I ବହନ କରୁଥିବା ଏକ ଅନନ୍ତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ POQ କୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ପରିବାହୀକୁ ଘେରି ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ସମତଳରେ ଏକ r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ବୃତ୍ତାକାର ଲୁପ୍ ବିଚାର କର ।



ଚିତ୍ର 18.13 *ଅନନ୍ତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ*

$$\Sigma \mathbf{B}.d\ell = B\ 2\pi r$$

ଏମ୍ପିୟରଙ୍କ ପରୀପଥୀୟ ନିୟମକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଆମେ ଲେଖିପାରିବା,

$$|\mathbf{B}|\ 2\pi r = \mu_o I$$

$$\text{କିମ୍ବା} = |B| = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \text{---------------}(18.8)$$

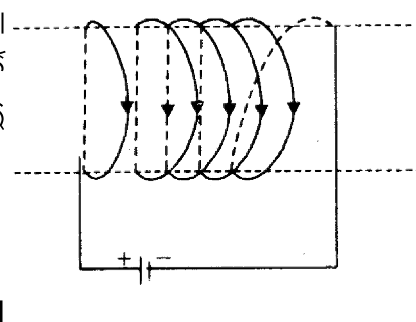
ଅନନ୍ତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀକୁ ଘେରି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ମାନ ଏହି ବ୍ୟଞ୍ଜକରୁ ମିଳେ । ସଲିନଏଡ୍ (solenoid) ଏବଂ ଟରଏଡ୍ (toroid) ମୋଟର, ଜେନେରେଟର, ପଙ୍ଖା - ଓ୍ୱାଇଣ୍ଡିଙ୍ଗ୍, ଟ୍ରାନ୍ସ୍‌ଫର୍ମର୍ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକ ଇତ୍ୟାଦିରେ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଛି । ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଆବଶ୍ୟକତା ହେଲେ, କୁଣ୍ଡଳୀ ମଧ୍ୟରେ କୋମଳ ଲୁହା ରଖାଯାଏ । ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରିବାକୁ ଏମାନେ ବ୍ୟବହାର ହୁଅନ୍ତି ।

b) **ସଲେନଏଡ୍ ହେତୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର :-**

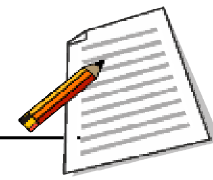
ଏକ ସାଧାରର ଅକ୍ଷ ଥାଇ ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ଲୁପ୍‌ଥିବା ଏକ ସଳଖ କୁଣ୍ଡଳୀ ହେଉଛି ଏକ ସଲେନଏଡ୍ । ଏହା ଚିତ୍ର 18.14 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଆମେ ଜାଣିଛେ ଯେ, କୌଣସି ତାରରେ ପ୍ରବାହିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଏହାକୁ I ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟିକରେ । ମନେକର କୌଣସି ସଲେନଡ୍‌ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ l ଏବଂ ଏହାର ଘେରା ସଂଖ୍ୟା N । ସଲେନଏଡ୍ ଭିତରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର କଳନା କରିବା ପାଇଁ ଏହାର ଅକ୍ଷର ଦିଗରେ ଏହାକୁ ଅଧିକ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଟରେଏଡ୍ ଏବଂ ସଲେନ୍ଏଡ୍‌ର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ମନେକରି ପାରିବା, ତେଣୁ

$$|B| = \mu_0 nI$$

 କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ ସଲେନ୍ଏଡ୍‌ର ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ହିଁ ରହିବ ।



ଚିତ୍ର 18.14 ସଲେନଏଡ୍

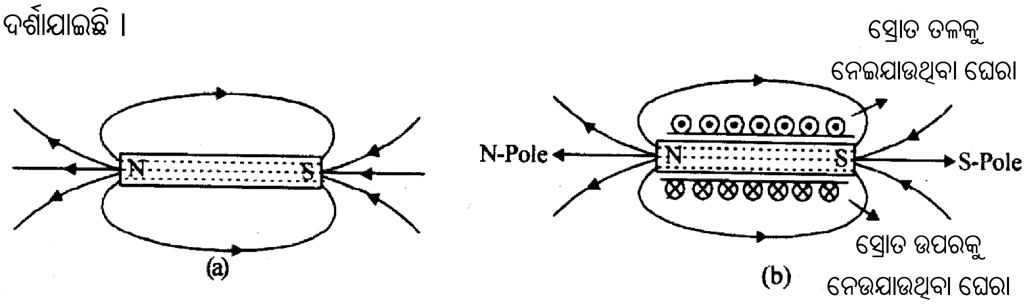


ଟିପ୍ପଣୀ

ଗୋଟିଏ ସିଧା ସଲେନଏଡ୍ ସସୀମ । ତେଣୁ $|B| = \mu_0 nI$ ସଲେନଏଡ୍‌ର ଯଥେଷ୍ଟ ଏହାର ଭିତରେ, କେନ୍ଦ୍ରର ନିକଟରେ ହେବ । କମ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ସଲେନଏଡ୍ ପାଇଁ B ର ପ୍ରାନ୍ତରେ ହେବ,

$$|B| = \frac{\mu_0 nI}{2} \text{------------}(18.9)$$

ସଲେନ୍ଏଡ୍ ଏକ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକ ପରି ଆଚରଣ କରେ ଏବଂ ଏହାର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଚିତ୍ର 18.15 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 18.5 ***ସଲେନଏଡ୍ ଏକ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକପରି ଆଚରଣ କରେ a) ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ତଥା (b) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ସଲେନଏଡ୍ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର***

ଉଦାହରଣ 18.1 :

50 cm ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ସଲେନଏଡ୍‌ରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରସ୍ତରେ 250 ଘେରା ଥାଇ ତିନିପରସ୍ତ ବିଶିଷ୍ଟ କୁଣ୍ଡଳନ ଅଛି ଏବଂ ସବୁଠାରୁ ନିମ୍ନରେ ଥିବା ପରସ୍ତର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ 2cm ଅଟେ । ଯଦି ଏହା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ 4.0A ହୁଏ, ତେବେ B ର ପରିମାଣ କଳନା କର;

a) ଏହାର ଅକ୍ଷ ଉପରେ ସଲେନ୍ଏଡ୍‌ର କେନ୍ଦ୍ର ନିକଟରେ ।

b) ଏହାର ଅକ୍ଷ ଉପରେ ପ୍ରାନ୍ତମାନଙ୍କ ନିକଟରେ

c) ସଲେନଏଡ୍‌ର ବାହାରେ ମଝି ପାଖାପାଖି

ସମାଧାନ :

a) କେନ୍ଦ୍ରରେ କିମ୍ବା ଏହା ନିକଟରେ, $B = \mu_0 nI$

$$= 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{3 \times 250}{0.5} \times 4\ \text{v}$$

$$= 16\pi \times 1500 \times 10^{-7} T = 24\pi \times 10^{-4} T$$

b) ପ୍ରାନ୍ତ ନିକଟରେ, β ପ୍ରାନ୍ତ $= \frac{1}{2}$ β କେନ୍ଦ୍ର $= 12\pi \times 10^{-4} T$

c) ସଲେନ୍ଏଡ୍‌ର ବାହାରେ କ୍ଷେତ୍ର ଶୂନ୍ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ 18.2 :

12A ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ଏକ ସଳଖ ତାରଠାରେ କେତେ ଦୂରତାରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର $3 \times 10^{-1} T$ ସହ ସମାନ ହେବ, ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ :-

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \Rightarrow r = \frac{\mu_0 I}{2\pi B}$$

$$\therefore r = \frac{2 \times 10^{-7} \times 12}{3 \times 10^{-5}} = 0.25m$$

ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 18.3

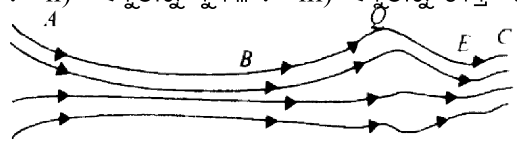
1. ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ବଳରେଖାଗୁଡ଼ିକର ଚିତ୍ରରୁ ଆମେ ଜାଣୁ -
   a) କେବଳ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ । b) କେବଳ କ୍ଷେତ୍ରର ପରିମାଣ ।
   c) କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ ପରିମାର ଉଭୟ । d) କ୍ଷେତ୍ରର ବଳ ।

   ....

2. ବାୟୋଟ୍ - ସାର୍ବିଟ ନିୟମ ଏବଂ ଏମ୍ପିୟର ପରିପଥୀୟ ନିୟମ ମଧ୍ୟରେ କ'ଣ ସମାନତା ଅଛି ?

   ....

3. ଏକ ଅସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ନିମ୍ନାଙ୍କିତ ବଳରେଖାର କେଉଁ ବିନ୍ଦୁର କ୍ଷେତ୍ର ମଧ୍ୟରେ କିଛି ବିନ୍ଦୁ
   i) ଏକ ସମ ? ii) ସବୁଠାରୁ ଦୁର୍ବଳ ? iii) ସବୁଠାରୁ ତୀବ୍ର ....



ଚିତ୍ର 18.16 *ଏକ ପ୍ରରୂପୀ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର*

4. 3A ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ଏକ 10cm ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ସଲେନଏଡ଼ ଭିତରେ 0.002T ର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଘୋର ସଂଖ୍ୟାକୁ ହିସାବ କର ।

   ....

18.5. ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ଗତିଶୀଳ ଚାର୍ଜ ଉପରେ ବଳ

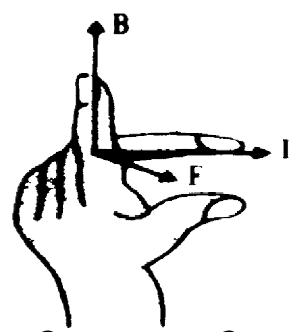
କୌଣସି ଚର୍ଜିତ ବସ୍ତୁ କୌଣସି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗତି କଲେ ତାହା ଏକ ବଳ ଅନୁଭବ କରେ । ଗତିଶୀଳ ଚର୍ଜିତ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅନୁଭୂତ ହେଉଥିବା ଗତି ଏଭଳି ବଳକୁ ଲରେଂଜ୍ (Lorentz) ବଳ କୁହାଯାଏ । ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର B ମଧ୍ୟରେ $\boldsymbol{\upsilon}$ ପରିବେଗର ଗତିଶୀଳ ଚର୍ଜ +q ଉପରେ ଲରେଂଜ୍ ବଳ ହେଉଛି

$$\mathbf{F} = q\,(\boldsymbol{\upsilon} \times \mathbf{B}) \qquad (18.9)$$

$$|\mathbf{F}| = q\,\upsilon B \sin\theta \qquad (18.10)$$

ଏଠାରେ θ ହେଉଛି υ ଏବଂ B ମଧ୍ୟସ୍ଥ କୋଣ । F ର ଦିଗ ଫ୍ଲେମିଂଙ୍କ ବାମ ହସ୍ତ ନିୟମରୁ ମିଳିବ ।

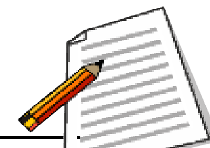
ଫ୍ଲେମିଂଙ୍କ ବାମ ହସ୍ତ ନିୟମାନୁସାରେ ଆମ ବାମ ହାତର ତର୍ଜନୀ, ମଧ୍ୟମା ଓ ବୃଦ୍ଧାଙ୍ଗୁଳିକୁ ଏପରି ଖୋଲିରଖ ଯେପରି ସେମାନେ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରହିବେ । ସେମାନଙ୍କୁ ଏପରି ଧର ଯେ, ଯଦିଓ ତର୍ଜନୀ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ ଦେଖାଇବ ଏବଂ ମଧ୍ୟମା ପଜିଟିଭ୍ ଚର୍ଜିତ କଣିକାର ଦିଗ ଦେଖାଇବ, ତେବେ ବୃଦ୍ଧାଙ୍ଗୁଳି ଲଂରେଜ୍ସ ବଳର ଦିଗ ଦର୍ଶାଇବ । (ଚିତ୍ର 18.17)



ଚିତ୍ର 18.17 *ଫ୍ଲେମିଂଙ୍କ ବାମହସ୍ତ ନିୟମ*

ମନେରଖିବା ଭଳି କେତେକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ତଥ୍ୟ :-

- F_1 ଏକ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବଳ । ଏହା ଯୋଗୁଁ ଠେଲିବା ବା ଟାଣିବା ହୁଏ ।
- ବଳର ଦିଗ ଫ୍ଲେମିଂଙ୍କ ବାମହସ୍ତ ନିୟମରୁ ମିଳେ ।
- ଚର୍ଜ ନେଗେଟିଭ୍ ହେଲେ ମଧ୍ୟମା ଅଙ୍ଗୁଠି ଗତିର ଚାର୍ଜର୍ ବିପରୀତ ଦିଗକୁ ଦର୍ଶାଇବ ।
- ଯଦି ଚର୍ଜ ସ୍ଥିର ହେଲେ, ବଳ ତତ୍କାଳରେ ଶୂନ୍ ହୋଇଯିବ ।
- ଚର୍ଜ କ୍ଷେତ୍ର B ଦିଗରେ ଗତିକଲେ, ବଳ ଶୂନ୍ ହୁଏ ।
- ଚର୍ଜ କ୍ଷେତ୍ରର ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଗତିକଲେ, ବଳ ଅଧିକତମ ହୁଏ, $F = q\,\upsilon\,B$



ଟିପ୍ପଣୀ

18.5.1 ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ଉପରେ ବଳ

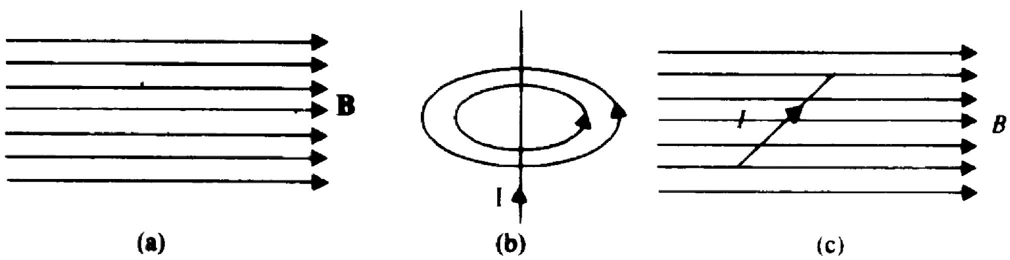
(Force on a current carrying conductor in a uniform magnetic field)

ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର B ରେ ଥିବା ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ନିମିତ୍ତ ଲୋରେଂଜ୍‌ସ ବଳର ଧାରଣାକୁ ଅତି ସହଜରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇପାରିବ । ମନେକର ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର, କାଗଜର ସମତଳ ସହ ସମାନ୍ତର ଅଟେ ଏବଂ ସ୍ରୋତ I କୁ ବହନ କରୁଥିବା Dl ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରବାହୀ, କ୍ଷେତ୍ର ସହ ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବରେ ଅଛି । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ମନେକର ଯେ ସ୍ରୋତ ଅପବାହ ବେଗ nd ରେ ନିମ୍ନମୁଖୀ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରେତାକୁ ସୃଷ୍ଟି ରିଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅନୁଭବ କରୁଥବା ଲରେଂଜ ବଳ $F = e\, n_d.B$, ଥାଏ । ଯଦି ପରିବାହୀରେ N ସଂଖ୍ୟକ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ତେବେ ଏହା ଉପରେ ନେଟ୍ ବଳହେବ -

$$F = Ne\, V_d\, B = nA\ Dl\ eV_d\, B \text{ .... } (18.11)$$

ଏଠାରେ n ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନରେ ଥିବା ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସଂଖ୍ୟା । କିନ୍ତୁ, $neA\, n_d = I$ ଅଟେ । ତେଣୁ, $F = I\, Dl\ B$ .... (18.12)

ଯଦି ପରିବାହୀ B ସହ q କୋଣ କରେ, ତେବେ $|F| = I\, Dl\, B \sin q$



ଚିତ୍ର 18.18 (a) ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର

(b) ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ କ୍ଷେତ୍ର

(c) ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ଉପରେ ବଳ ।

ବଳର ଦିଗକୁ ଫ୍ଲେମିଂଙ୍କ ବାମହସ୍ତ ନିୟମରୁ ମିଳିପାରିବ । ସମୀକରଣ (18.12) କୁ ପ୍ରୟୋଗ କରି ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ଦ୍ୱାରା ଅନୁଭୂତ ହେଉଥିବା ବଳ ସାହାଯ୍ୟରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଏକକର ସଂଜ୍ଞା ଦିଆଯାଇପାରିବ । ପଦଗୁଡ଼ିକୁ ପୁଣି ସଜାଇ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା;

$$B = \frac{F}{I\Delta l}$$

F ନିଉଟନ, I ଏମ୍ପିୟର ଏବଂ Dl ମିଟରରେ ନିଯାଇଥିବାରୁ

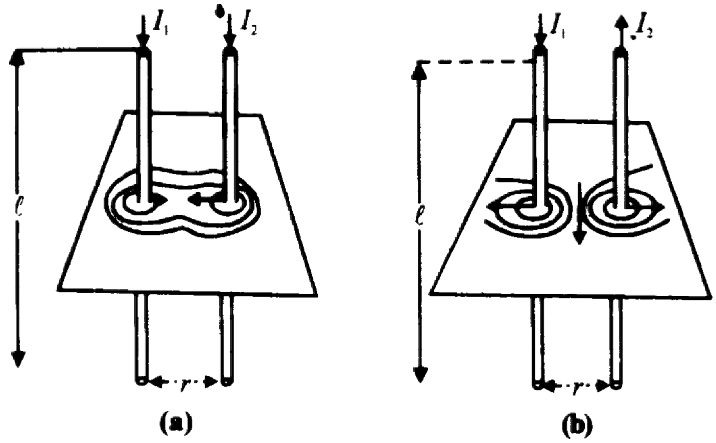
B ର ଏକକ $NA^{-1}\ m^{-1}$ ହେବ, ଏହାକୁ ଟେସଲା (T) କୁହାଯାଏ ।

18.5.2 ଦୁଇଟି ସମାନ୍ତର ସ୍ରୋତବାହୀ ତାର ମଧ୍ୟରେ ବଳ

(Force Between two Parallel Wires Carrying Current)

ଏବେ ଜାଣିଲ ଯେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀକୁ ଘେରି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅଛି । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି, ଏହା ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଅନ୍ୟ ଏକ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ଉପରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବ । ପରସ୍ପର ସମାନ୍ତର ଥିବା ଦୁଇଟି ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବଳ ପାରସ୍ପରିକ ଏବଂ ଏହାର ମୂଳ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଅଟେ । ସ୍ରୋତବାହୀ

ପରିବାହୀରେ କୌଣସି ନେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାର୍ଜ ନ ଥାଏ ତେଣୁ ଏହା ସେହିଭଳି ତାରରପାରସ୍ପରିକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ରିୟା ହେବ ନାହିଁ ।



ଚିତ୍ର 18.19 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ଦୁଇଟି ସମାନ୍ତର ତାର ମଧ୍ୟରେ ବଳର ନିଦର୍ଶନ ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷା

ଚିତ୍ର 18.19 ରେ ଯଥାକ୍ରମେ I_1 ଏବଂ I_2 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବହନ କରୁଥିବା ଓ r ଦୂରତାରେ ଥିବା ଦୁଇଟି ସମାନ୍ତର ତାର ଦର୍ଶାଯାଇଛି । r ଦୂରତାରେ ଗୋଟିଏ ତାର ଯୋଗୁଁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$ ଭଳି, ଏହି ଦ୍ୱିତୀୟ ତାର ଯୋଗୁଁ r ଦୂରତାରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର,

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} \quad ।$$

ଏହି କ୍ଷେତ୍ରଗୁଡ଼ିକ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହ ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ରହିବ । ତେଣୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀର l ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଉପରେ ବଳ ହେଉଛି

$$F = BIl = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} I_2 l$$

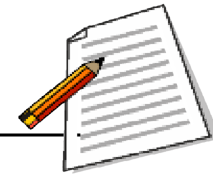
କିମ୍ବା ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରତି ବଳ $\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$ .... (18.13)

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଏକ ଦିଗରେ ହେଲେ ବଳ ଆକର୍ଷକ ଏବଂ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ହେଲେ ବଳ ବିକର୍ଷକ ହୁଏ । ସମୀକରଣ (18.13) ପ୍ରୟୋଗ କରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଏକକର ସଂଜ୍ଞା ଦିଆଯାଇପାରେ ।

ଯଦି $I_1 = I_2 = IA$, $l = 1m$ ଏବଂ $r = 1m$ ହୁଏ, ତେବେ

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} = 2 \times 10^{-7} N$$

ତେଣୁ ସମାନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବହନ କରୁଥିବା ଦୁଇଟି ତାର ପରସ୍ପରଠାରୁ Im ଦୂରତାରେ ଶୂନ୍ୟ କିମ୍ବା ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ରଖିଲେ ଯଦି ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ $2 \times 10^{-7} N\ m^{-1}$ ର ପାରସ୍ପରିକ ବଳ ଅନୁଭୂତ ହୁଏ, ତେବେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ତାରରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ଏକ ଏମ୍ପିୟର ହେବ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

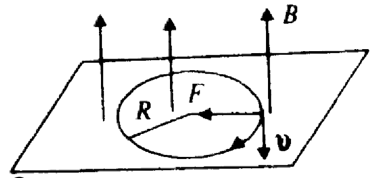
18.5.3 ଏକ ସମକ୍ଷେତ୍ରରେ ଚାର୍ଜିତ କଣିକାର ଗତି

(Motion of a Charged Particle is a Uniform Field) :

ଏକ ଗତିଶୀଳ ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅନୁଭବ କରୁଥିବା ଲରେଂଜ ବଳ ସଂପର୍କରେ ଚିନ୍ତା କରିବା । ତେଣୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗତି କରିବାର ସମୟରେ କଣିକାର ବେଗ n ଏବଂ ଗତିଜଶକ୍ତି ଯାହା ଥିଲା ଏବେ ବିକ୍ଷେପ ହେଲେ ମଧ ତାହା ସମାନ ରହିବ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଚାର୍ଜିତ କଣିକାର ବେଗ ଏବଂ ଶକ୍ତି ସର୍ବଦା କଣିକା ଉପରେ କ୍ଷେତ୍ର ଦ୍ୱାରା ବଳ ଯୋଗୁଁ ପ୍ରଭାବିତ ହେବ । କୌଣସି ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ଚୁମ୍ବକ କ୍ଷେତ୍ର ସର୍ବଦା ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବରେ ଗତି କରୁଥିବା ସମୟରେ ବୃତ୍ତାକାର ପଥ ଅନୁସରଣ କରେ । ଚିତ୍ର 18.20 । କାରଣ ଏହାର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛତିରେ ଗତିର ଦିଗରେ ସମକୋଣରେ ବଳକୁ ଅନୁଭବ କରେ । କାରଣ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅବସ୍ଥାନରେ ଏହା ଗତିର ଦିଗ ପ୍ରତି ସମକୋଣ ଦିଗରେ ବଳ ଅନୁଭବ କରିବ । ଚାର୍ଜିତ କଣିକାର ଗତି କରୁଥିବା ବୃତ୍ତାକାର ପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ R ଜାଣିବା ପାଇଁ ମନେ ରଖିବାକୁ ହେବ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳ q n B ଯୋଗୁଁ କଣିକା ଉପରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ଅଭିକେନ୍ଦ୍ରୀ ବଳ (centripetal force) (mn^2 / R) ଯୋଗୁଁ କଣିକାଯି ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି କରେ ।

ତେଣୁ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା - $q\,n\,B = \dfrac{mv^2}{R}$

ଏହାକୁ ସଜାଇ ଲେଖିଲେ, $R = \dfrac{mv}{qB}$ .... (18.14)



ଚିତ୍ର 18.20 ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଚାର୍ଜିତ କଣିକାର ପଥ ।

କୌଣସି ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ଦ୍ୱାରା ଅନୁସୃତ ପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏହାର ସଂବେଗ (mn) ସହ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ ଏହାର ଚାର୍ଜ ତଥା ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ । ଏହା ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯେ, ସଂବେଗ ଯେତେ ଅଧିକ ହେବ, ବୃତ୍ତ ସେତିକି ବଡ଼ ହେବ ଓ କ୍ଷେତ୍ର ଯେତେ ଅଧିକ ପ୍ରବଳ (strong) ହେବ, ବୃତ୍ତ ସେତିକି ଛୋଟ ହେବ । ବୃତ୍ତୀୟ ପଥରେ କଣିକାର ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ ନିମ୍ନ ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରିହେବ ।

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{Bq} \quad .... (18.14a\ )$$

ମନେରଖ ଯେ, ଆବର୍ତ୍ତକାଳ କଣିକାର ବେଗ ଏବଂ କକ୍ଷର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯେ କଣିକା ଯଦି ଥରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ପ୍ରବେଶ କରେ, ତେବେ ତାହାହେଲେ ଏହା ସମାନ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ବୃତ୍ତୀୟ ପଥରେ ଚକ୍କର ମାରୁଥାଏ ।

ଯଦି m, B, q ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ, ତାହାହେଲେ n ଏବଂ R ର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲେ ମଧ ଆବର୍ତ୍ତକାଳ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ନାହିଁ । ବର୍ତ୍ତମାନ ବିଚାର କରିବା ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅବସ୍ଥାରେ R ଏବଂ T ର କ'ଣ ହେବ ?

(a) କ୍ଷେତ୍ର B କୁ ପ୍ରବଳ କରାଗଲେ

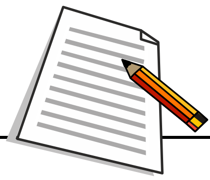
(b) କ୍ଷେତ୍ର B ଦୁର୍ବଳ କରିଦେଲେ;

(c) କ୍ଷେତ୍ର B ରୁ ଅସ୍ତିତ୍ୱ ନ ଥିଲେ;

(d) B ର ଦିଗକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲେ;

(e) ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରକୁ କଣିକା ଅଧିକ ବେଗରେ ପ୍ରବେଶ କଲେ;

(f) B ସହିତ କୋଣ କରି କଣିକା ପ୍ରବେଶ କଲେ; ତଥା (g) ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ତାହାର ଚାର୍ଜ ହରାଇଲେ ।

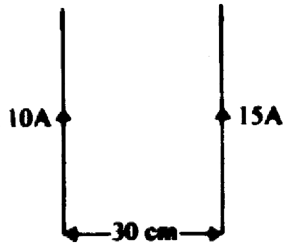


ଟିପ୍ପଣୀ

ଉଦାହରଣ 18.3 :

ଚିତ୍ର 18.21 କୁ ଦେଖ । ଏହି ତାରଗୁଡ଼ିକରେ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 5m । 10A ଓ 15A ସ୍ରୋତ ବହନ କରୁଥିବା ତାରଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବଳ ହିସାବ କର । ଏହି ବଳର ପ୍ରକୃତି କିପରି କ'ଣ ହେବ ?

ସମାଧାନ :



ଚିତ୍ର 18.21

ଦୁଇଟି ଦୀର୍ଘ ସମାନ୍ତର ତାରରେ ଏକା ଦିଗରେ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ, ତାର ଦ୍ୱୟ ପରସ୍ପରକୁ ଆକର୍ଷଣ କରନ୍ତି ଏବଂ ଆକର୍ଷଣ ବଳ ହେଉଛି,

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 10 \times 15}{3} = 10^{-4}\ \text{Nm}^{-1}$$

\ $F = 5 \times 10^{-4}$ N ବଳର ପ୍ରକୃତ ଆକର୍ଷୀ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ 18.4 :

0.2T ର ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ $3 \times 10^7\ \text{ms}^{-1}$ ବେଗରେ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି କରିଥାଏ । ଏହି ପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ :

ଆମେ ଜାଣିଛୁ, $R = \frac{mv}{Bq}$

ଏଠାରେ $m_e = 9 \times 10^{-13}$kg, $C = 1.6 \times 10^{-19}$C

$n = 3 \times 10^7$ m S^{-1} ଏବଂ B = 0.2T

ତେଣୁ $R = \frac{9 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^7}{0.2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 0.85 \times 10^{-3}\text{m} = 8.5 \times 10^{-4}\text{m}]$

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 18.4

1. ଏକ ପ୍ରୋଟନ ସ୍ରୋତ ଏକ ଇଲେକଟ୍ରନ ସ୍ରୋତ ପ୍ରତି ସମାନ୍ତର, କିନ୍ତୁ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଗତି କରୁଛି, ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ବଳର ପ୍ରକୃତି କ'ଣ ହେବ ?

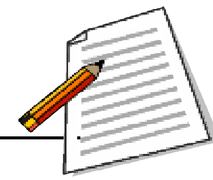
....

2. ଉଭୟ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଓ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକୁ ବିକ୍ଷେପିତ କରିପାରନ୍ତି । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କ'ଣ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଅଛି ?

....

3. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ଭୂଲମ୍ବ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍‌ରେ ଝୁଲା ଯାଇଛି । ଏହି ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ବସ୍ତୁରେ ସ୍ଥିତି ଉପରେ କି ପ୍ରଭାବ ପଡ଼ିବ ?

....



18.6 ଡାଇପୋଲ୍ ରୂପରେ ସ୍ରୋତ ଲୁପ୍

(Current loop as a Dipole) :

ସମୀକରଣ (18.6) ରୁ ଜାଣିଛ ଯେ, କୁଣ୍ଡଳୀର କେନ୍ଦ୍ରରେ କ୍ଷେତ୍ର ହେଉଛି -

$$B = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

ଲବ ଓ ହରକୁ $2pR^2$ ଦ୍ୱାରା ଗୁଣିଲେ, ତାହାକୁ ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରେ ଲେଖି ପାରିବା -

$$B = \frac{\mu_0 2I.\pi r^2}{4\pi r^3} = \frac{\mu_0 2IA}{4\pi r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2M}{r^3}$$

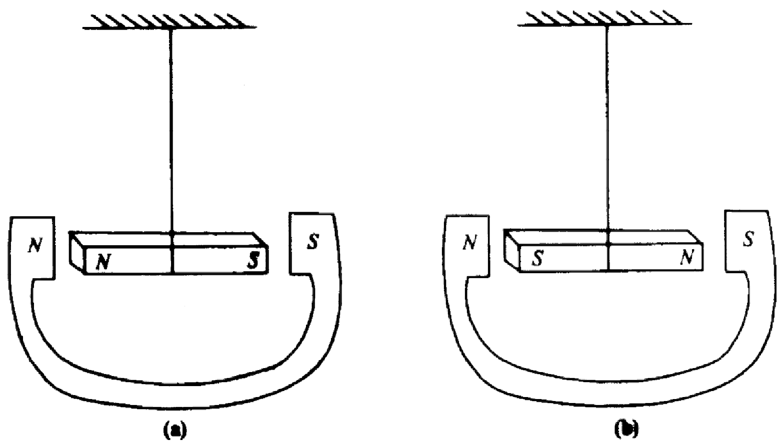
ଏଠାରେ A = କୁଣ୍ଡଳୀର କ୍ଷେତ୍ର ଫଳ

M = ଚୁମ୍ବକୀୟ ଅଘୂର୍ଣ୍ଣ

ଏହା ଦର୍ଶାଉଛି ଯେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ କୁଣ୍ଡଳୀ ଉତ୍ତର ଓ ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ଥିବା ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ ପରି ଆଚରଣ କରୁଛି । କୁଣ୍ଡଳୀର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱ ଉତ୍ତରମେରୁ ପରି ଆଚରଣ କରୁଥିବା ବେଳେ ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱଟି ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ପରି ଆଚରଣ କରେ । ଆସ ଗୋଟିଏ ସରଳ କ୍ରିୟାକଳାପ କରିବା :

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 18.3

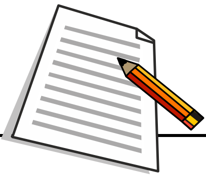
ଚିତ୍ର 18.22 ଦର୍ଶାଯାଇ ଥିବା ପରି ଗୋଟିଏ ଅଶ୍ୱ କ୍ଷୁରାକୃତି ଚୁମ୍ବକ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକକୁ ସୂତାରେ ବାନ୍ଧି ଝୁଲାଅ ।



ଚିତ୍ର 18.22 *ଅଶ୍ୱକ୍ଷୁରାକୃତି ଚୁମ୍ବକ ମଧ୍ୟରେ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକକୁ ଝୁଲାଯାଇଛି ।*

ଚିତ୍ର 18.22(a)ର ରଖାଯାଇଥିବା ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକକୁ ସାମାନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଘୁଞ୍ଚାଇଲେ କ'ଣ ହେବ ? ଯେହେତୁ ସମମେରୁ ବିକର୍ଷଣ କରନ୍ତି, ତେଣୁ ଦଣ୍ଡଚୁମ୍ବକ ଏକ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଅନୁଭବ କରେ ଏବଂ 180^0 କୋଣ ଘୂରି ଚିତ୍ର 18.22(b) ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ରହିବ । ଯେହେତୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଲୁପ୍ ଏକ ଚୁମ୍ବକ ପରି ଆଚରଣ କରେ, ଏହା ସେହିଭଳି ବାହ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ର ଦିଗରେ ରହିବ । ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଅଧ୍ୟାୟରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମୀକରଣଗୁଡ଼ିକୁ ଅଧ୍ୟୟନ କରିଛି । ଏକ ଡାଇପୋଲର ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଅବସ୍ଥିତ ଏକ ଦୂର ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ହେଉଛି

$$E = \frac{1}{4\pi\mu_0}\frac{2P}{x^3} \text{ .... (18.15 b)}$$



ଟିପ୍ପଣୀ

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ କୁଣ୍ଡଳୀ ହେତୁ ସୃଷ୍ଟ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ହେଉଛି –

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2NIA}{x^3} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2M}{x^3}$$

ଏଠାରେ M ହେଉଛି ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ । ଏହି ବ୍ୟଞ୍ଜକଗୁଡ଼ିକ ତୁଳନାକଲେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅନୁରୂପତା ଜଣାଯାଏ ।

- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଏକ ଲୁପ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଥିବା ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ ପରି ଆଚରଣ କରେ

  $M = NIA$ .... (18.15 d)

- ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ୍ ମେରୁ ପରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଲୁପ୍‌ର ଦୁଇ ପାର୍ଶ୍ୱଗୁଡ଼ିକୁ ଅଲଗା-ଅଲଗା କରାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ ।
- ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ୍‌ର ଆଚରଣ ସମବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଡାଇପୋଲର ଆଚରଣ ସଦୃଶ ।
- ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲକୁ ଘେରି ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅଛି ଯେପରିକି ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଡାଇପୋଲ୍‌କୁ ଘେରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଥାଏ ।

ତେଣୁ, କୌଣସି ଅକ୍ଷୀୟ ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ୍ ହେତୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର, ହେଉଛି

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2M}{x^3} \qquad (18.16)$$

ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଏକ ନିରକ୍ଷୀୟ ବିନ୍ଦୁରେ କ୍ଷେତ୍ର ହେଉଛି

$$B = -\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{M}{x^3} \qquad (18.17)$$

ଦ୍ରବ୍ୟର ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ

ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସାମଗ୍ରୀର ଆଚରଣକୁ ଆଧାର କରି ସେମାନଙ୍କୁ ମୋଟ ଉପରେ ତିନି ଶ୍ରେଣୀରେ ବିଭକ୍ତ କରିପାରିବା ।

(i) ପ୍ରତି ଚୁମ୍ବକୀୟ (Diamagnetic) ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ଚୁମ୍ବକ ଏକ ଦ୍ୱାର ଅଳ୍ପ ପରିମାଣରେ ବିକର୍ଷିତ ହୁଏ ।

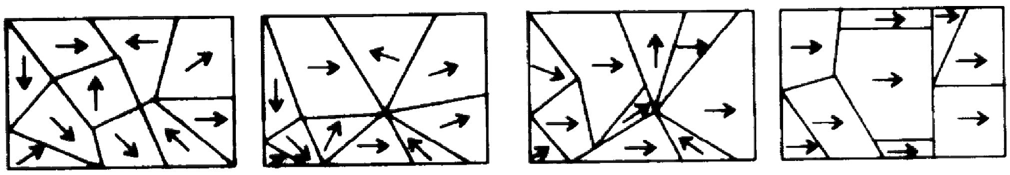
(ii) ଅନୁଚୁମ୍ବକୀୟ (Paramagnetic) ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ଚୁମ୍ବକ ଦ୍ୱାରା ଅଳ୍ପ ପରିମାଣରେ ଆକର୍ଷିତ ହୁଏ ।

(iii) ଲୌହ ଚୁମ୍ବକୀୟ (Ferromagnetic) ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼କ ଚୁମ୍ବକ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରବଳ ଭାବରେ ଆକର୍ଷିତ ହୁଏ ।

ଲୌହ, ନିକେଲ ଏବଂ କୋବାଲ୍ଟ ଭଳି ପଦାର୍ଥକୁ ଲୌହ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥ କୁହାଯାଏ । ଏଠାରେ ପଦାର୍ଥର ଲୌହ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥ ଆଚରଣ ସଂପର୍କରେ ବିସ୍ତୃତ ଭାବରେ ଆଲୋଚନା କରିବା । ଲୌହ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥକୁ ଦୁର୍ବଳ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରଖିଲେ ମଧ୍ୟ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଚୁମ୍ବକ ହୋଇଯାଆନ୍ତି । କାରଣ ସେଗୁଡ଼ିକର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ସ୍ଥାୟୀ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ ଭଳି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଏହି ପାରମାଣବିକ ଡାଇପୋଲଗୁଡ଼ିକ ବାହ୍ୟ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରସ୍ପର ସହିତ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ରହିବାକୁ ପ୍ରବୃତ୍ତି ଦେଖାନ୍ତି ।

ଏହି ଡାଇପୋଲଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରଠାରୁ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ନୁହଁନ୍ତି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଡାଇପୋଲ ନିଜର ପ୍ରତିବେଶୀ ଡାଇପୋଲର ଉପସ୍ଥିତି ଅନୁଭୂବ କରେ । ଏହି ପାରସ୍ପରିକ କ୍ରିୟାର ସଠିକ୍ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କେବଳ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ଯାନ୍ତ୍ରିକ (Quantion)

ଆଧାର ଉପରେ କରାଯାଇ ପାରେ । . ଅବଶ୍ୟ ନିମ୍ନଲିଖିତ ବିବରଣୀକୁ ଆଧାର କରି ଲୌହ ଚୁମ୍ବକୀୟତା ଆଚରଣ ସ୍ଥୂଳ ଭାବରେ ବୁଝିପାରିବା । ଲୌହଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥରେ ଛୋଟ-ଛୋଟ କ୍ଷେତ୍ର ରହିଥାଏ, ଯାହାକୁ ଡୋମେନ୍ କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ଡୋମେନ୍‌ରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ୍‌ମାନ ସଂରକ୍ଷିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ଏବଂ ଡୋମେନ୍‌ର ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ସର୍ବାଧିକ ହୁଏ । ମାତ୍ର ଡୋମେନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ କ୍ରମାନୁସାରେ ସଜ୍ଜିତ ନହୋଇ ଇତସ୍ତତ (ଏଣେତେଣେ) ରହେ । ଫଳରେ ପଦାର୍ଥର ପରିଣାମୀ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଶୂନ୍ ହୁଏ । ଏକ ବାହ୍ୟ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଡୋମେନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ କିଛି ପରିମାଣରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରି କ୍ଷେତ୍ର ଦିଗରେ ସଂରକ୍ଷିତ ହୋଇଯାଏ, ଫଳରେ ପରିଣାମୀ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ପ୍ରଦର୍ଶିତ ସରଳ ଚିତ୍ର 18.23 ରୁ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ସହଜରେ ବୁଝିହେବ ।



B = 0 **(a)** **B** > 0 **(b)** **B** >> 0 **(c)** **B** >>> 0 **(d)**

(a) B = 0 (b) B > 0 (c) B >> 0 (d) B >>> 0 .

ଚିତ୍ର 18.23 *ଲୌହ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ଡୋମେନ୍*

ଚିତ୍ର 18.23 (a) ରେ ଦଶଟି ଡୋମେନ୍ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ସରଳତାକୁ ଧ୍ୟାନରେ ରଖି ଏକ ଦ୍ୱି-ବିମୀୟ ଉଦାହରଣ ନିଆଯାଇଛି । ସମସ୍ତ ଡୋମେନ୍ ଏପରି ଅଛନ୍ତି ଯେ, ସେଗୁଡ଼ିକର ମୋଟ ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ (magnetization) ଶୂନ୍ ଅଟେ । ବାହ୍ୟ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଲାଗୁ କରାଯିବା ପରେ ଚିତ୍ର 18.23 (b) ରେ ସ୍ଥିତି ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ଡୋମେନ୍‌ର ପରିସୀମା (ଡୋମେନ୍‌ର କାନ୍ଥ) ଏପରି ପର୍ନଗଠିତ ହୋଇଯାଏ ଯେପରି କି କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଥିବା ଡୋମେନ୍‌ର ଆକାର ଅନ୍ୟ ଡୋମେନ୍‌କୁ ଗ୍ରାସ କରି ଅଧିକ ହୁଏ । ବାହ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପ୍ରବଳତା ବଢ଼ାଇଲେ ଅନୁକୂଳ ଡୋମେନ୍ ଗୁଡ଼ିକର ଆକାରରେ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ଏବଂ ଡୋମେନ୍‌ର ଅଭିବିନ୍ୟାସରେ ସାମାନ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ, ଯାହାର ଫଳ ସ୍ୱରୂପ ଅଧିକ ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ, ଚିତ୍ର 18.23(c) ।

ଅଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ କ୍ଷେତ୍ରର ପ୍ରଭାବରେ ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ଆୟତନ, ଡୋମେନ୍ ରୂପରେ ଆଚରଣ କରେ ଏବଂ ଫଳରେସଂପୃକ୍ତ ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ବାହ୍ୟକ୍ଷେତ୍ର ହଟାଇ ନେଲେ ପଦାର୍ଥରେ ନେଟ୍ ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ବଜାୟ ରହେ । ଲୌହ-ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥରେ ଡୋମେନ୍‌କୁ ଅତ୍ୟଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ (ମାଇକ୍ରୋରୋପ) ଦ୍ୱାରା ସହଜରେ ଦେଖି ହେବ ।

ଲୌହ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ଏବଂ କ୍ରାନ୍ତିମାନରୁ ଅଧିକ ବୃଦ୍ଧି କଲେ, ପଦାର୍ଥଟି ଅନୁଚୁମ୍ବକୀୟ (Paramagnetic) ହୋଇଯାଏ । ଏହି କ୍ରାନ୍ତି ତାପମାତ୍ରାକୁ କ୍ୟୁରୀ ତାପମାତ୍ରା T_C କୁହାଯାଏ । ସାରଣୀ 18.1 ରେ ଲୌହ-ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଗୁଡ଼ିକର କ୍ୟୁରୀ ତାପମାତ୍ରା ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 18.1 ରେ ଲୌହ-ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଗୁଡ଼ିକର କ୍ୟୁରୀ ତାପମାତ୍ରା

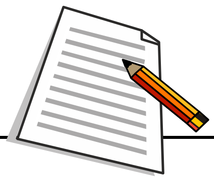
ପଦାର୍ଥ	କ୍ୟୁରୀ ତାପମାତ୍ରା
ଲୌହ	1043
ନିକେଲ	631
କୋବାଲ୍ଟ	1394
ଗୋଡ଼ାଲୟମ୍	317
Fe_2O_3	893

ଉଦାହରଣ 18.5 :

ଚୁମ୍ବକୀୟ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣର କ୍ଷୁଦ୍ରତମ ମାନକୁ ବୋର' ମ୍ୟାଗ୍ନେଟନ୍ $\mu_B = \dfrac{eh}{4\pi m}$ କୁହାଯାଏ । ଏହା ଏକ ମୌଳିକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଅଟେ । ଏହାର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ :

$$\mu_B = \frac{eh}{4\pi m} = \frac{(1.6\times10^{-19C})\times(6.6\times10^{31}\,\mathrm{Js})}{4\times3.14\times(9\times10^{-31}\,\mathrm{kg})} = 9.34\times10^{-24}\ \mathrm{JT^{-1}}$$



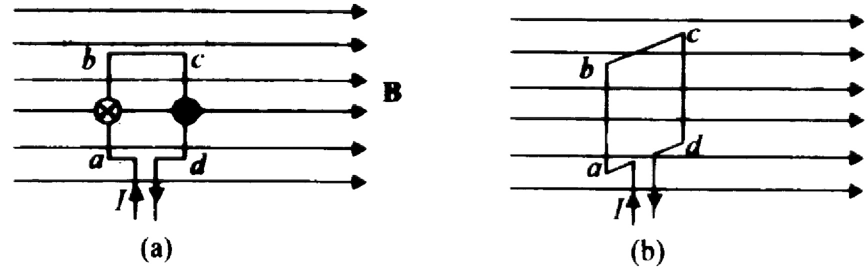
ଟିପ୍ପଣୀ

18.6.1 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଲୁପ୍ ଉପରେ ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ବା ଟର୍କ

(Torque on a Current Loop)

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ଲୁପ୍‌କୁ କୌଣସି ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର (B)ରେ ରଖାଗଲେ, ଏହା କୌଣସି ନେଟ୍ ବଳ ଅନୁଭବ କରେ ନାହିଁ; ମାତ୍ର ଏହା ଉପରେ ଏକ ବଳ-ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଏହି ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଲୁପ୍‌କୁ ଘୂରାଇ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ସମତଳ ରଖିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରେ । ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତକୁ ଆଧାର କରି ସମସ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ମୋଟର ତଥା ମିଟର ଆଦି କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

ଏକ ଆୟତାକାର ସ୍ରୋତବାହୀ ଲୁପ୍‌ର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବାହୁ ଉପରେ ବଳ କେତେ ହେବ ତାହାକୁ ଯାଞ୍ଚ କରିବା ଯେଉଁଠି ଏହାର ସମତଳ ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସହ ସମାନ୍ତର ଅଟେ । ଚିତ୍ର 18.24 (c) ।



ଚିତ୍ର 18.24 ***ଆୟତାକାର ଲୁପ୍‌ର ବାହୁ ଉପରେ ବଳ (a) କ୍ଷେତ୍ର ସହ ଲୁପ୍ ସମାନ୍ତର ଏବଂ (b) କୁଣ୍ଡଳୀ କ୍ଷେତ୍ର ସହ ଅଭିଲମ୍ବ ଅଟେ ।***

ଲୁପ୍‌ର ad ଏବଂ bc ବାହୁଦ୍ୱୟ B ସହ ସମାନ୍ତର । ତେଣୁ ଏମାନଙ୍କ ଉପରେ କୌଣସି ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେବ ନାହିଁ । ବହୁ ab ଏବଂ cd ଦ୍ୱୟ B ସହ ଅଭିଲମ୍ବ ଅଟନ୍ତି ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକ ଅତ୍ୟଧିକ ବଳ ଅନୁଭବ କରନ୍ତି । ab ଏବଂ cd ଉପରେ ବଳର ଦିଗକୁ ସହଜରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ପାରିବା ।

ବାସ୍ତବରେ $|F_{ab}| = |F_{cd}|$ ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକ ବିପରୀତ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟକରନ୍ତି । ତେଣୁ ଲୁପ୍ ଉପରେ କୌଣସି ନେଟ୍ ବଳ ନଥାଏ । ଯେହେତୁ F_{ab} ଏବଂ F_{cd} ଏକ ରେଖାରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି ନାହିଁ, ଏଗୁଡ଼ିକ ଲୁପ୍ ଉପରେ ଏକ ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଏହି କାରଣରୁ ଏହା ଘୂରିଯାଏ । ଏହି ତଥ୍ୟ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଯେକୌଣସି ଆକାରର ସ୍ରୋତ ଲୁପ୍ ଉପରେ ଲାଗୁ ହେବ ।

ଯଦି ଲୁପ୍‌ର ସମତଳ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସହ ଅଭିଲମ୍ବ ହୁଏ, ତାହା ହେଲେ ଏହା ଉପରେ କୌଣସି ନେଟ୍ ବଳ ଏବଂ ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ରହିବ ନାହିଁ ।[ଚିତ୍ର 18.26(b)]

ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ = ବଳ × ବଳ ସହ ଅଭିଲମ୍ବ ଦୂରତା = BIL. b sin q

ଚିତ୍ର 18.25 କୁ ଦେଖ । ଏଥିରେ ସ୍ରୋତ I କୁ ବହନ କରୁଥିବା ଲୁପ୍ PQRS ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର B ଏବଂ କୁଣ୍ଡଳୀର n ସମତଳ ଗତି ଅଭିଲମ୍ବ ମଧ୍ୟରେ କୋଣ q ଅଟେ । ତେବେ ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ହେବ ।

t = NBIL b sin q । ଏଠାରେ N ହେଉଛି କୁଣ୍ଡଳୀର ଘେର ସଂଖ୍ୟା । ଏହାକୁ ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ପୁନଶ୍ଚ ଲେଖିପାରିବା -

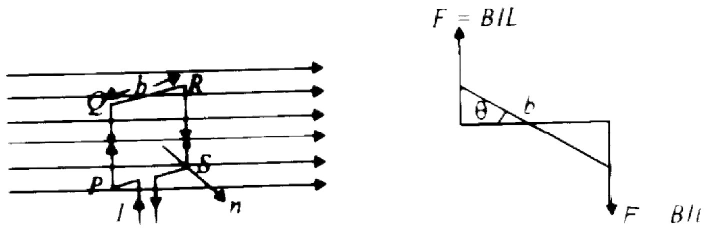
|t| = NBIA sin q

ଏଠାରେ A ହେଉଛି କୁଣ୍ଡଳୀର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ = L × b (18.18)

|t| = |B| |M| sin q .... (18.19)

ଏଠାରେ **M** = *NI***A** ଯାହା ସ୍ରୋତବାହୀ କୁଣ୍ଡଳୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ କୁହାଯାଏ । ଅତଏବ ଆମେ ଦେଖଉ, ବଳ-ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ *B,A,I,N* ଏବଂ q ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

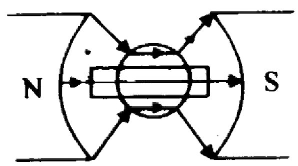
ଟିପ୍ପଣୀ



ଚିତ୍ର 18.25 ସ୍ରୋତବାହୀ ଲୁପ୍ ଉପରେ ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ।

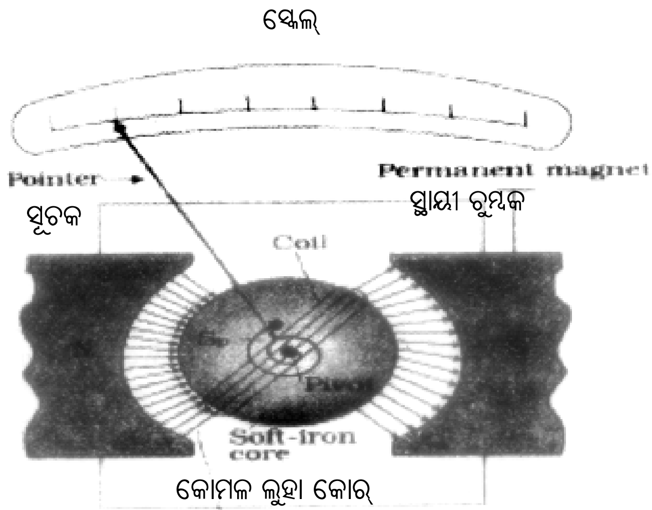
ଯଦି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଲୁପ୍‌ର ଏକ ସମଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ, ତେବେ ଅପରିବର୍ତ୍ତୀ ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଦରକାର । ଯଦି କୁଣ୍ଡଳୀର ସମତଳ ସବୁବେଳେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଦିଗରେ କିମ୍ବା ସମାନ୍ତର ହୁଏ ତେବେ ବଳଯୁଗ୍ମ ପ୍ରାୟ ଅପରିବର୍ତ୍ତୀ ରହିବ । ଏପରି କରିବାକୁ ଚୁମ୍ବକର ମେରୁଗୁଡ଼ିକ ବକ୍ର କରାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଏକ କୋମଳ ଲୌହ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଫଳରେ ତ୍ରିଜ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ର ଉପଲବ୍ଧ ହୁଏ ।

ଲୁପ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କୋମଳ ଲୌହ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରବଳ ଏବଂ ସମ କରେ, ଫଳରେ ବଳ-ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଅଧିକ ହୁଏ । (ଚିତ୍ର 18.26) ।



ଚିତ୍ର 18.26 ତ୍ରିଜ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ କୌଣସି କୁଣ୍ଡଳୀ ଉପରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତୀ ବଳ-ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ।

18.6.2 ଗାଲଭାନୋମିଟର (Galvanometer)



ଏକ ସମତ୍ରିଜ୍ୟ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ।

ଚିତ୍ର 18.27 ଏକ ଚଳକୁଣ୍ଡଳୀ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର

ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ଯାହା ପଢ଼ିଛ ସେଥିରୁ ଏପରି ଏକ ଯନ୍ତ୍ର ବିଷୟରେ ଚିନ୍ତା କରିପାରିବ ଯାହାକି କୌଣସି ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଉପସ୍ଥିତି ଜଣାଇଦିଏ । ଠିକ୍ ଏହି କାମ କରୁଥିବା ଏପରି ଏକ ଯନ୍ତ୍ରକୁ ଗାଲଭୋନୋମିଟର କହନ୍ତି । ଯେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଉପରେ ଏହା ଆଧାରିତ ତାହା ହେଉଛି ସ୍ରୋତାବାହୀ କୁଣ୍ଡଳୀକୁ କୌଣସି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରଖିଲେ, ଏହା ବଳ- ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଅନୁଭବ କରେ ।

ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରରେ ଏକ ଅଣଚୁମ୍ବକୀୟ ଫ୍ରେମ୍‌ରେ ଗୁଡ଼ାଯାଇଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀଟି ନେଇ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଯର ତିଆରି ହୁଏ । ଏହି କୁଣ୍ଡଳୀ ମଧ୍ୟରେ ଏକ କୋମଳ ଲୌହ ସିଲିଣ୍ଡର ରହିଥାଏ । ଏହି ସଂଯୋଜନ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ ଓ ସୂଚକ ସଂଯୁକ୍ତ ଦୁଇଟ ପାଇଭଟ ଉପେର ରଖାଯାଇଥାଏ । ଅରୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପନ୍ନ କରୁଥିବା ଅଶ୍ୱଖୁରା ଚୁମ୍ବକର ମେରୁ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 18.27 ଦେଖ ।

ଚଳକୁଣ୍ଡଳୀ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତାକୁ ବୁଝିବା ପାଇଁ ସ୍ମରଣ କରିବାକୁ ହେବ ଯେ, କୌଣସି କୁଣ୍ଡଳୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ, ତାହା ଉପରେ ବଳ-ଆଘୂର୍ଣ୍ଣର କ୍ରିୟାହେତୁ ଏହା ଘୂରିଯାଏ । ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗରେ ପତ୍ୟାନୟନ ବଳ ଏବଂ ଏଥି ଯୋଗୁଁ ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳ-ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍ଥାପିତ ହୁଏ । ଯଦି ମୋଡ଼ କୋଣ a ହୁଏ ଏବଂ k ଏକକ ମୋଡ଼ ପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ବା ଯାହାକୁ ମୋଡ଼କ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କୁହାଯାଏ) ତେବେ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ଯେ,

$NBIA \sin q = ka$

$q = 90^0$ ହେଲେ $\sin q = 1$ ତେଣୁ ବର୍ତ୍ତମାନ କ୍ଷେତ୍ରରେ $NBIA = ka$

$$\text{କିମ୍ବା } \frac{INBA}{k} = a \quad \text{ଏବଂ } I = \frac{k\alpha}{NBA} \quad ....\ (18.20)$$

ଏଠାରେ $\frac{k}{NBA}$ କୁ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

ଏଥିରୁ ଆମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଁଞ୍ଚିବା ଯେ, $a \propto I$

ଅର୍ଥାତ୍ N, B, A ଏବଂ K ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହେଲେ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ବିକ୍ଷେପଣ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୁଏ । a / I ର ଅନୁପାତକୁ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର ସ୍ରୋତ ସୁଗ୍ରାହିତା କୁହାଯାଏ । ଏହାର ସଂଜ୍ଞା ହେଉଛି ଏକକ ସ୍ରୋତଯୋଗୁଁ କୁଣ୍ଡଳୀରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ବିକ୍ଷେପଣ । ସ୍ରୋତ ଯେତିକି ପ୍ରବଳ ହେବ ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ମଧ ସେତିକି ପ୍ରବଳ ହେବ ଏବଂ କୁଣ୍ଡଳୀ ଅଧିକ ଘୂରିବ ।

ଅତିଅଳ୍ପ ସ୍ରୋତ ମାପନ ପାଇଁ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇ ପାରିବ (ଅର୍ଥାତ୍ 0.1mA ଶ୍ରେଣୀର)

ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର ସୁଗ୍ରାହିତା (Sensitivity):

ଅଧିକ ସୁଗ୍ରାହୀ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ପାଇବା ପାଇଁ :

- N ର ମାନ ଅଧିକ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ;
- B ର ମୂଲ୍ୟ ଅଧିକ, ସମ ଏବଂ ଅରୀୟ ହେବା ଉଚିତ୍;
- କୁଣ୍ଡଳୀର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଅଧିକ ହେବା ଉଚିତ; ଏବଂ
- ମୋଡ଼ନ (tostional) ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଅଳ୍ପ ହେବା ଉଚିତ୍ ।

N ଏବଂ A ର ମାନ ଏକ ସୀମାରୁ ଅଧିକ ବଢ଼ାଇବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । N ଏବଂ A ର ଅଧିକ ମାନ ଯୋଗୁଁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଜଡ଼ୀୟ ପ୍ରତିରୋଧ ବୃଦ୍ଧି କରିବ ଓ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଆକାରରେ ବୃଦ୍ଧି ହେବ । ଅଧିକ ପ୍ରବଳତା ସଂପନ୍ନ ଅଶ୍ୱକ୍ଷୁରାକୃତି ଚୁମ୍ବକ ବ୍ୟବହାର କରି ଏବଂ କୁଣ୍ଡଳୀରେ କୋମଳ ଲୁହା କ୍ରୋଡ୍ (core) ଆରୋପିତ କରି B ର ମାନକୁ ବୃଦ୍ଧି କରାଯାଇପାରିବ । କ୍ୱର୍ଜ ଏବଂ ଫସଫର ବ୍ରୋଞ୍ଜ ଭଳି ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହାର କରି k ର ମାନକୁ କମ୍ କରାଯାଇ ପାରିବ ।

18.6.3 ଏକ ଏମିଟର ଏବଂ ଏକ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର

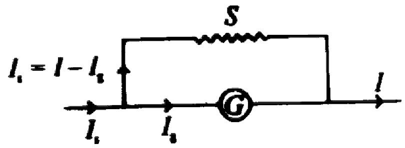
(a) **ଏମିଟର:** ଏମିଟର ସମୁଚିତ ଢଙ୍ଗରେ ସଣ୍ଟ (shunt) କରାଯାଇଥିବା ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର । ପରିପଥରେ ସ୍ରୋତର ମାନ ଦର୍ଶାଇବାକୁଏହାର ସ୍କେଲକୁ ଅଂଶାଙ୍କିତ କରାଯାଇଥାଏ । କୌଣସି ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିନକୁ ଏମିଟରରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଅଳ୍ପ ପ୍ରତିରୋଧି ତାରକୁ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ସହ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ । ସଣ୍ଟର ପ୍ରତିରୋଧ, ଏମିଟରର ପରାସ (range) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ଏବଂ ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରରେ କଳନା କରାଯାଇ ପାରିବ ।

ମନେକର ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ G ଏବଂ ଗାଲ୍‌ଭୋନୋମିଟରରେ ସ୍କେଲ୍ - N ସଂଖ୍ୟାରେ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର "ଫିଗର୍ ଅଫ୍ ମେରିଟ୍' ବା ଏକ ସ୍କେଲ୍ ବିକ୍ଷେପଣ ନିମିତ୍ତ ବୈଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତ k ହେଉ । ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍କେଲ ଉପରେ ବିକ୍ଷେପଣ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବାକୁ ସ୍ରୋତ, $I_g = Nk$ ଅଟେ ।

ଯଦି ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଦ୍ୱାରା ମପାଯାଉଥିବା ଅଧିକତମ ସ୍ରୋତ I ହୁଏ, ତେବେ ଚିତ୍ର 18.28 ଅନୁସାରେ A ଓ B ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ହେବ,

$V_{AB} = I_g G = (I - I_g) S$

ତେଣୁ $S = \dfrac{I_g G}{I - I_g}$ ଯେଉଁଠି S = ସଣ୍ଟ୍ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ



ଚିତ୍ର 18.28 : ସଣ୍ଟ ହୋଇଥିବା ଏକ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଆମେଟର ଭାବେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

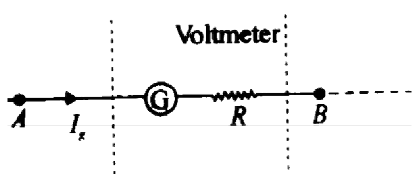
ଯେହେତୁ G ଏବଂ S ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ, ତେଣୁ ଏମିଟରର ପ୍ରଭାବୀ ପ୍ରତିରୋଧ R ହେବ,

$$R = \frac{GS}{G + S}$$

ଯେହେତୁ ସଣ୍ଟର ପ୍ରତିରୋଧ ଅଳ୍ପ, ତେଣୁ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଏବଂ ସଣ୍ଟର ସମୂହ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ବହୁତ କମ୍ ହେବ, ଓ ଫଳରେ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ତୁଳନାରେ ଏମିଟରର ପ୍ରତିରୋଧ କମ୍ ହେବ । ଆଦର୍ଶ ଏମିଟରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ପ୍ରାୟ ନଗଣ୍ୟ ଅଟେ । ସେଥିପାଇଁ ଯେତେବେଳେ ଏହା ପରିପଥରେ ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ସମସ୍ତ ସ୍ରୋତ କୌଣସି ପ୍ରେକ୍ଷଣୀୟ ହ୍ରସା ନ ହୋଇ ଏହା ମଧ୍ୟ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ।

(b) ଭୋଲ୍‌ଟ୍‌ମିଟର :

ପରିପଥରେ ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ ମାପିବା ପାଇଁ ଏକ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଚିତ୍ର 18.29 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର କୁଣ୍ଡଳୀ ସହ ଉଚ୍ଚ ପ୍ରତିରୋଧକୁ ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗ କରି ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରକୁ ଭୋଲ୍‌ଟ ମିଟରରେ ପରିଣତ କରାଯାଏ । ପ୍ରତିରୋଧର ମାନ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟରର ପରାସ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ଏବଂ ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରରେ କଳନା କରିହେବ :



ଚିତ୍ର 18.29 ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର ରୂପରେ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର

ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର କୁଣ୍ଡଳୀ ସହ ଉଚ୍ଚ ରେଜିଷ୍ଟନ୍‌ସ R ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୋଜିତ ହୋଇଛି । ଯଦି AB ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର V ଭୋଲଟ ହୁଏ, ତେବେ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟରର ମୋଟ ପ୍ରତିରୋଧ G + R ହେବ । ଓମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ଲେଖି ହେବ,

$$I_g (G + R) = V$$

କିମ୍ବା $G + R = \dfrac{V}{I_g}$ ⇒ $R = \dfrac{V}{I_g} - G$ .... (18.22)

ଟିପ୍ପଣୀ

ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯେ, ଗାଲଭାନୋମିଟର କୁଣ୍ଡଳୀ ସହ ପ୍ରତିରୋଧ R କୁ ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୋଗ କରାଗଲେ, ଏହା ପରାସ 0 - V ଭୋଲ୍ଟ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଭଳି କାମ କରିବ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଗାଲଭାନୋମିଟର ସେହି ସ୍କେଲ ଯାହା ରୂପାନ୍ତରଣ ପୂର୍ବରୁ ଅଧିକତମ ବିଭବ Ig × G ମାପୁଥିଲା, ଭୋଲ୍ଟମିଟର ରୂପାନ୍ତରଣ ପରେ ବିଭବ V କୁ ମାପନ କରିବ । ତଦନୁସାରେ ଏହାର ଅଂଶାଙ୍କନ କରାଯାଇ ପାରିବ । ଭୋଲ୍ଟମିଟରର ରେଜିଷ୍ଟାନସ ଗାଲଭାନୋମିଟରର ପ୍ରଭାବୀ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ ହେଉଛି –

$$R_V = R + G$$

ଏକ ଆଦର୍ଶ ଭୋଲ୍ଟମିଟରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ ଅନନ୍ତ ଅଟେ । ପରିପଥରେ ଯେଉଁ ବିନ୍ଦୁଦ୍ୱୟ ଏହାକୁ ସେହି ବିନ୍ଦୁମାନଙ୍କର ପରିପଥ ସହିତ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ । ଏହା କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ଆହରଣ (draw) କରିବ ନାହିଁ । କିନ୍ତୁ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର କୁଣ୍ଡଳୀ ବିକ୍ଷେପିତ ହେବ । ଏହା ଅସମ୍ଭବ ଲାଗୁଛି । ଏହା ବିଷୟରେ ଟିକିଏ ଚିନ୍ତାକର ।

ଉଦାହରଣ 18.6 : 8cm ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏବଂ 30 ଘେରର ଏକ ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀରେ 6.0A ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ଏହି କୁଣ୍ଡଳୀକୁ 1.0T ର ଏକ ସମାନ ଭୂସମାନ୍ତର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ଝୁଲାଯାଇଛି । କ୍ଷେତ୍ରରେଖାଗୁଡ଼ିକ କୁଣ୍ଡଳୀ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ସହିତ 90^0 କୋଣ କରିଛି । କୁଣ୍ଡଳୀର ଘୂରିବା ବନ୍ଦ କରିବାକୁ କେତେ ପରିମାଣର ବିପରୀତ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ନିଶ୍ଚୟ ପ୍ରୟୋଗ କରିବାକୁ ହେବ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ : ଏଠାରେ $N = 30$, $I = 6.0A$, $B = 1.0T$, $q = 90^0$, $r = 8.0c.m = 8 \times 10^{-2}m$

କୁଣ୍ଡଳୀର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ $(A) = qr^2 = \frac{22}{7} \times (8 \times 10^{-2})^2 = 2.01 \times 10^{-2}m^2$

ବଳ-ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ = $NIBA \sin q = 30 \times 6 \times 1.0 \times (2.01 \times 10 - 2) \times \sin 90^0$

$$= 30 \times 6 \times (2.01 \times 10^{-2})$$

$$= 3.6.1Nm]$$

ଉଦାହରଣ 18.7 : 12.0 ର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ କୁଣ୍ଡଳୀର ଥିବା ଗାଲଭାନୋମିଟର ପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍କେଲ ବିକ୍ଷେପ ପ୍ରବାହ ହେଉଛି 2.5m A ଏହାକୁ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତିତ କରିପାରିବ

(a) 0 - 2A ପରାସର ଏକ ଏମିଟର ଏବଂ

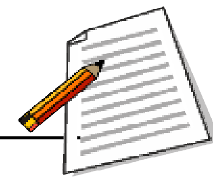
(b) 0 - 10 ଭୋଲ୍ଟ ପରାସର ଭୋଲ୍ଟମିଟର ?

ସମାଧାନ : (a) ଏଠାରେ $G = 12.0w$, $I_g = 2.5mA = 2.5 \times 10^{-3}A$ ଏବଂ $I = 2A$

ସମୀକରଣ (18.21) ରୁ ପାଇବା

$$S = \frac{I_g G}{I - I_g} = \frac{2.5 x 10^{-3} x 12}{2 - 2.5 x 10^{-3}} = = 15 \times 10^{-3} w$$

ତେଣୁ 0 - 2V ପାଠ୍ୟାଙ୍କର ଏମିଟରରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରିବାକୁ ଏହାର କୁଣ୍ଡଳୀ ସହିତ 15×10^{-3} ର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ ସଣ୍ଟରେ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୋଜିତ ହେବା ଉଚିତ୍ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

(b) ଭୋଲ୍ଟମିଟରରେ ରୂପାନ୍ତରଣ ପାଇଁ ମନେକର ପ୍ରତିରୋଧ R କୁ ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୋଜିତ କରାଯାଇଛି ।

ତାହାହେଲେ, $R = \frac{V}{I_g} - G$

$$= \frac{10}{2.5 \times 10^{-3}} - 12 = 4000 - 12$$

$$= 3988\ \Omega$$

ଏହି ପ୍ରକାର ଗାଲ୍ଭାନୋ ମିଟରକୁ ଭୋଲ୍ଟମିଟରରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରିବାକୁ 3988Ω ର ପ୍ରତିରୋଧକୁ ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୋଜିତ କରାଯିବା ଉଚିତ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 18.5

1. ଅରୀୟ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର କ'ଣ ?

....

2. କୌଣସି ଚଳକୁଣ୍ଡଳୀ ଗାଲ୍ଭାନୋମିଟରରେ କୋମଳ ଲୌହ (ଲୁହା) କ୍ରୋଡ଼ର ମୁଖ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ କ'ଣ ?

....

3. ଏମିଟର, ଭୋଲ୍ଟମିଟର କିମ୍ବା ଗାଲ୍ଭାନୋମିଟରମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ନିମ୍ନତମ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ୍ କାହାର ଥାଏ ବୁଝାଅ ।

....

4. 20Ω ରେଜିଷ୍ଟାନସ ବିଶିଷ୍ଟ କୁଣ୍ଡଳୀ ଗାଲ୍ଭାନୋମିଟରରେ ପୂର୍ଣ୍ଣସ୍କେଲ ବିକ୍ଷେପ ପାଇଁ 20m A ର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ଏହି ଗାଲ୍ଭାନୋମିଟରରେ ସର୍ବୋଚ୍ଚ 3A ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହ ପାଇଁ କେତେ ପରିମାଣର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସକୁ ଯୋଗ କରାଯିବ ଓ କିପରି ?

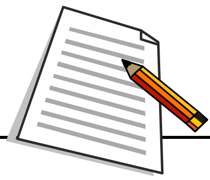
....

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚୁମ୍ବକର ଦୁଇଟି ମେରୁ ଅଛି । ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଅଲଗା କରାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ ।
- ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ୍ ପଦର ଅର୍ଥ ହୋଇପାରେ -

  (i) ଗୋଟିଏ ଚୁମ୍ବକର ଡାଇପୋଲ୍ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ $M = ml$

  (ii) ଗୋଟିଏ ସ୍ରୋତବାହୀ କୁଣ୍ଡଳୀ ଯାହାର ଡାଇପୋଲ ଅଘୂର୍ଣ୍ଣ $M = NIA$ ।
- ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ୍‌ର ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ହେଉଛି, $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2M}{x^3}$ ଏବଂ ନିରକ୍ଷୀୟ ରେଖା ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ହେଉଛି, $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2M}{x^3}$ ।
- ଏକ ସମଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ୍ ଏକ ସମବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଡାଇପୋଲ ସଦୃଶ ଆଚରଣ କରିଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା କୌଣସି ନେଟ୍ ବଳ ଅନୁଭବ ନକରି ବଳ-ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ, $\tau = M \times B$ କୁ ଅନୁଭବ କରେ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

- ପୃଥିବୀର ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅଛି ଯାହାକୁ ତିନୋଟି ମୌଳିକ ରାଶି ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇ ପାରେ ।

  ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଅଂଶ କହନ୍ତି ।

  - ଆନତି କୋଣ

  - ଦିକ୍‌ପାତ କୋଣ, ଏବଂ

  - ପୃଥିବୀ କ୍ଷେତ୍ରର ଭୂସମାନ୍ତର ଅଂଶ ।

- ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ଏହାକୁ ବେଢ଼ି ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ବାୟୋଟ୍ - ସାବର୍ଟ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟକ୍ତ କରାଯାଏ ।

  $$|dB| = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{dl\sin\theta}{r^2}$$

- ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଏକକ ଟେସଲା ଅଟେ ।

- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ଏକ ଚଟକା କୁଣ୍ଡଳୀର କେନ୍ଦ୍ରରେ କ୍ଷେତ୍ର ହେଉଛି $|B| = \frac{\mu_0 I}{2r}$ । ଏମ୍ପିୟରଙ୍କ ପରିପଥୀୟ ନିୟମ କୌଣସି ପରିବାହୀକୁ ବେଢ଼ି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପରିମାଣ ମିଳେ । ’ $B.\,dl = m_0 I$

- ଗତିଶୀଳ ଚାର୍ଜ q ଉପରେ ଲରେଂଜ୍ ବଳ $F = q\,(n \times B)$ ଏବଂ ଏହାର ଦିଗ ଫ୍ଲେମିଂଙ୍କ ବାମ ହସ୍ତ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ ।

- I ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରେତା ବହନ କରୁଥବା L ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ତାର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର B ରେ ରହିଲେ ତାର ଉପରେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବଳ, $F = BIL$ ।

- I_1 ଓ I_2 ସ୍ରୋତ ବହନ କରୁଥିବା ସମାନ୍ତର ସିଧା ପରିବାହୀଗୁଡ଼ିକର ମଧ୍ୟରେ ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରତି ପାରସ୍ପରିକ ବଳ, $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$ ଅଟେ ।

- ଗୋଟିଏ ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ଏକ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି କରେ,

  $R = \frac{mv}{Bq}$ ।

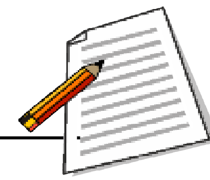
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଲୁପ୍ ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଡାଇପୋଲ ପରି ଆଚରଣ କରେ ।

- ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥିବା କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ କୁଣ୍ଡଳୀ ଏକ ବଳ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଅନୁଭବ କରେ ଯାହାକି କୁହାଯାଇପାରିବ ।

  $t = NBIA \sin q = NBIA$, (ଯଦି $q = 90^0$)

- ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ଉପସ୍ଥିତି ଜାଣିବା ପାଇଁ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

- ଏମିଟର ଏକ ସଣ୍ଟଯୁକ୍ତ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ଏବଂ ଭୋଲଟମିଟର ଏକ ଉଚ୍ଚ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ଏମିଟର ଦ୍ୱାରା ଏବଂ ବିଭବପାର୍ଥକ୍ୟକୁ ଭୋଲ୍ଟ ମିଟର ଦ୍ୱାରା ମପାଯାଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଏକ ଛୋଟ ଖଣ୍ଡକୁ ଗୋଟିଏ ଚୁମ୍ବକ ନିକଟକୁ ଅଣାଗଲା । ପଦାର୍ଥର ପାଖରେ "ହଁ" କିମ୍ବା "ନାହିଁ" ଲେଖିକରି ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ପୂରଣ କର ।

ପଦାର୍ଥ	ବିକର୍ଷଣ		ଆକର୍ଷଣ	
	ଦୁର୍ବଳ	ପ୍ରବଳ	ଦୁର୍ବଳ	ପ୍ରବଳ
ପ୍ରତିଚୁମ୍ବକୀୟ				
ଅନୁଚୁମ୍ବକୀୟ				
ଲୌହଚୁମ୍ବକୀୟ				

2. ଦୁଇଟି ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକକୁ ପରସ୍ପର ଏକତ୍ର କୌଣସି ଏକ ଡବାରେ ପ୍ୟାକ୍ କରିବାକୁ ହେବ । କିପରି ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ୟାକ୍ କରିବ ଏବଂ କାହିଁକି ?

N S କିମ୍ବା N S

N S S N

3. ଦୁଇଟି ମେରୁ ମଧ୍ୟରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳ ୪୦ ଏକକ ଅଟେ । ଏହି ମେରୁ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ଦୁଇଗୁଣ କରିଦେଲେ ଏଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବଳ କେତେ ହେବ ?

4. ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 10cm ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରସ୍ଥ ଛେଦର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ $100cm^2$ ଅଟେ । ଚୁମ୍ବକର ତୀବ୍ରତା $I = 10^2$ A/m ଅଟେ । ମେରୁର ପ୍ରବଳତା କଳନା କର ।

5. ଦୁଇଟି ଏକାଭଳି ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକର ଉତ୍ତର ମେରୁ ପ୍ରାନ୍ତ ନିକଟରେ ଉତ୍ତର ମେରୁ ପ୍ରାନ୍ତ ଏକା ସରଳରେଖାରେ ରଖାଯାଇଛି । ଯଦି ଅନ୍ୟ କୌଣସି କ୍ଷେତ୍ରର ଉପସ୍ଥିତି ନ ଥାଏ, ତାହା ହେଲେ ବଳ ରେଖାଗୁଡ଼ିକ ଅଙ୍କନ କର ।

6. ଯେଉଁ ବିନ୍ଦୁରେ ପୃଥିବୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଭୂସମାନ୍ତର ଅଂଶ ସହ ସହିତ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସମାନ ଏବଂ ବିପରୀତ ଅଟେ, ସେହି ବିନ୍ଦୁକୁ ନିରପେକ୍ଷ ବିନ୍ଦୁ କହନ୍ତି ।

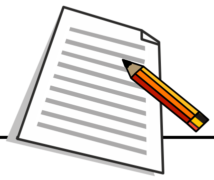
   (a) ଉତ୍ତରମେରୁକୁ ଉତ୍ତରକୁ ରଖି ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକକୁ ଚୁମ୍ବକଦ୍ୱୟ ମେରିଡ଼ିଆନରେ ରଖିଲେ, ନିରପେକ୍ଷ ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକର ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

   (b) ଉତ୍ତର ମେରୁକୁ ଦକ୍ଷିଣକୁ ରଖି ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକକୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ ମେରିଡ଼ଇଆନ୍‌ରେ ରଖିଲେ, ନିରପେକ୍ଷ ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକର ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

7. 10 ସେମି. ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକକୁ ଦୁଇ ଖଣ୍ଡ କରାଗଲା ଯେପରିକି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଖଣ୍ଡର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 5 ସେ.ମି. ହେବ । ତାହାହେଲେ ପୁରୁଣା ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକ ତୁଳନାରେ ନୂଆ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକର ମେରୁର ପ୍ରବଳତା କିପରି ହେବ ?

8. କୌଣସି 10cm ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକର ମେରୁ ପ୍ରବଳତା 10Am ଅଟେ । ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକର କେନ୍ଦ୍ର ଠାରୁ 30cm ଦୂରରେ ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଥିବା କୌଣସି ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ହିସାବ କର ।

9. ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀକୁ ଘେରି ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅଛି ବୋଲି କିପରି ଦର୍ଶାଇବ ?



ଟିପ୍ପଣୀ

10. ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗତିଶୀଳ ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ଉପରେ ଏକ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି କିନ୍ତୁ ଏହି ବଳ କଣିକାର ବେଗକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରେ ନାହିଁ, କାହିଁକି ?

11. ଯେକୌଣସି ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ଏକ ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବା ସଳଖ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତବାହୀ ତାର ସହିତ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ଗତି କରୁଛି । ଏହା କୌଣସି ବଳ ଅନୁଭବ କରିବ କି ?

12. ଏକ ତାର ମଧ୍ୟରେ 10 ଏମ୍ପିୟର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ଏହା 5T ର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବରେ ରଖାଯାଇଛି । ଏହାର 1/10mn ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଉପରେ ବଳର ହିସାବ କର ।

13. ଏକ ଲମ୍ବା ସିଧା ତାରରେ 12 ଏମ୍ପିୟର ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ଏହାଠାରୁ 48 ସେ.ମି. ଦୂରରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପ୍ରବଳତା ହିସାବ କର ।

14. ଦୁଇଟି ସମାନ୍ତର ତାର ପରସ୍ପର ଠାରୁ 0.05mn ଦୂରରେ ଅଛନ୍ତି ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 3m ଅଟେ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ତାରରେ ଏକ ଦିଗରେ 5A ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ତାରଗୁଡ଼ିକ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବଳକୁ ହିସାବ କର । ଏହାର ଆଚରଣ ଉପରେ ମନ୍ତବ୍ୟ ଦିଅ ।

15. 8.0A ର ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା 50cm ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ସଲେନଏଡ୍ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର 4.0×10^{-2} NA^{-1} m^{-1} ଅଟେ । ସଲେନଏଡ୍‌ରେ ଥିବା ଘେରା ସଂଖ୍ୟା କଳନା କର ।

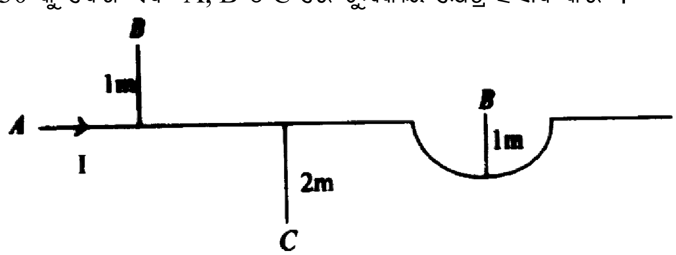
16. . ଏକା ପ୍ରକାରର ଦୁଇଟି ଗାଲଭାନୋମିଟର ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିକୁ ଏମିଟର ଏବଂ ଅନ୍ୟଟିକୁ ମିଲିଏମିଟରରେ ପରିଣତ କରାଗଲା । ଏହା ମଧ୍ୟରୁ କାହାର ସଣ୍ଟର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ ଅଧିକ ହେବ ?

17. କୌଣସି ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ 20 ଓମ୍ ଏବଂ ଏହା ମଧ୍ୟରେ 0.005A ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ପୁରା ସ୍କେଲ ବିକ୍ଷେପଣ ହୁଏ । 1A ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତ ମାପନ ପାଇଁ ଏହାକୁ ଏମିଟରରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରିବାକୁ ସଣ୍ଟର ମାନ ନିରୂପଣ କର । ଏମିଟରର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ କେତେ ହେବ ?

18. ଏକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ 5×10^{-11} ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷରେ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ 7.0×10^{15} ଥର ପରିକ୍ରମଣ କରୁଛି । କକ୍ଷର କେନ୍ଦ୍ର ନିକଟରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର B ହିସାବ କର ।

19. 200 ଘେରା ଏବଂ 0.16mn ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଚଟକା ବୃତ୍ତାକାର କୁଣ୍ଡଳୀରେ 4.8 ଏମ୍ପିୟର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିଲେ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ହିସାବ କର ।

20. ଚିତ୍ର 18.30 କୁ ଦେଖ ଏବଂ A, B ଓ C ରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ହିସାବ କର ।

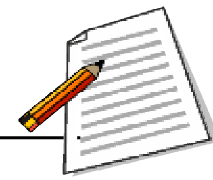


ଚିତ୍ର 18.30

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

18.1.

1. ଚୁମ୍ବକକୁ ସୂତା ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ-କେନ୍ଦ୍ରରୁ ଝୁଲାଅ । ଏହା ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାକୁ ଆସୁ । ଭୌଗଳିକ ଉତ୍ତର ଆଡ଼କୁ ଚୁମ୍ବକର ଥିବା ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଉତ୍ତର ମେରୁ କୁହାଯାଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

2. ଦୁଇଟି ଦଣ୍ଡର ପ୍ରାନ୍ତକୁ ପାଖା-ପାଖି ଆଣ । ଯଦି ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଆକର୍ଷଣ ଅଛି ତାହାହେଲେ ଏହା ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକ ଏବଂ ଅନ୍ୟଟି ଲୌହ ଦଣ୍ଡ ଅଟେ ।

   ଦଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକରୁ ଗୋଟିଏ ଦଣ୍ଡକୁ ଟେବୁଲ ଉପରେ ଶୁଆଇ ରଖ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଦଣ୍ଡକୁ ଏହାର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତରୁ ଅନ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସ୍ପର୍ଶ କରାଇ ନିଅ । ଯଦି ଏକ ସମାନ ବଳ ଉପଲବ୍ଧ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ହାତରେ ଧରିଥିବା ଦଣ୍ଡଟି ଚୁମ୍ବକ ଏବଂ ଟେବୁଲ ଉପରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଦଣ୍ଡଟି ଲୌହ ଖଣ୍ଡ । ଯଦି ଅସମାନ ବଳ ଅନୁଭବ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ଏହାର ବିପରୀତ ସ୍ଥିତି ହେବ ।

3. ଯେକୌଣସି ଏକ ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକକୁ ସୂତା ସାହାଯ୍ୟରେ ଝୁଲାଇ ରଖି ଏହାର ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ତାପରେ ଅନ୍ୟ ଚୁମ୍ବକର ଯେଉଁ ପ୍ରାନ୍ତଟି ପ୍ରଥମ ଦଣ୍ଡ ଦ୍ୱାରା ବିକର୍ଷିତ ହେବ, ତାହା ଏହାର ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁ ହେବ ।

18.2

1. (i) ବୈଦ୍ୟୁତିକ (ii) ଚୁମ୍ବକୀୟ ଏବଂ ବୈଦ୍ୟୁତିକ

2. ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ପରିବାହୀ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିରପେକ୍ଷ ହୁଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଏଥିରେ ନେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ନଥାଏ । ସେମାନଙ୍କର ଇତସ୍ତତ ଗତି ଯୋଗୁଁ ତାପୀୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ମାନ ସେମାନେ ଉତ୍ପନ୍ନ କରୁଥିବା ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ପ୍ରତିହତ କରନ୍ତି ।

3. ପ୍ରଥମ ଉଦାହରଣରେ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ = $l_1 = 2pr$

   ଦ୍ୱିତୀୟ ଉଦାହରଣରେ $l_2 = (2pr^2)2$

   ଯେହେତୁ $l_1 = l_2$

   $$\backslash\ 2pr = (2pr_2)2 = 4\ pr_2\ Þ\ r_2 = \frac{r}{2}$$

   | B | ର ପ୍ରୟୋଗ କରି,

   $|B| = m_0 n I$

   $$|B_1| = \frac{\mu_0 I}{2r},\ |B_2| = \frac{\mu_0 2.I}{2 \times \frac{r}{2}} = \frac{2\mu_0 I}{r} = 4B$$

   ଅର୍ଥାତ୍ ଦୁଇ ଘେରାଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀର କେନ୍ଦ୍ର ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରଥମ ଉଦାହରଣର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅପେକ୍ଷା ଚାରିଗୁଣା ପ୍ରବଳ ହେବ ।

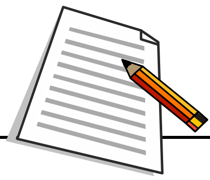
18.3.

1. c

2. ଉଭୟ ନିୟମ ସ୍ରୋତବାହୀ ପରିବାହୀ ହେତୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି ।

3. (i) B (ii) A (iii) C

4. $B = \mu_0 \frac{n}{l} I\ Þ\ 4p \times \frac{10^{-7} \times n}{0.1m} \times 3A = 0.002$



ଟିପ୍ପଣୀ

କିମ୍ବା $n = \frac{.0002 \times 10^{-7}}{12\pi} = 50$ ସେ.ମି.

18.4

1. ବଳର ପ୍ରକୃତି ଆକର୍ଷକ ହେବ, କାରଣ ପ୍ରୋଟନର ସ୍ରୋତ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକର ତୁଲ୍ୟ ଅଟନ୍ତି ।

2. କୌଣସି ଗତିଶୀଳ ଚାର୍ଜ ଉପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଦ୍ୱାରା ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବଳ ଚାର୍ଜର ଗତି ସହ ଅଭିଲମ୍ବ ହେବ ଏବଂ ଚାର୍ଜ ଉପରେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ ଶୂନ୍ ହେବ । ଏହି କାରଣରୁ ଚାର୍ଜର ଗତିଜ ଶକ୍ତିରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ବିକ୍ଷେପଣ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗରେ ରହିବ । ତେଣୁ କ୍ଷେତ୍ର ରେଖାଗୁଡ଼ିକ ଦିଗରେ ଚାର୍ଜ ତ୍ୱରିତ ହେବ ।

3. ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଘେରାରେ ସ୍ରୋତର ଦିଗ ସମାନ ଅଟେ । ଯେହେତୁ ଏକ ଦିଗରେ ସମାନ୍ତର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତ ଆକର୍ଷକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରନ୍ତି, ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗରେ ସ୍ରୋତର ଦିଗ ଯେପରି ହେଲେ ମଧ୍ୟ ତେଣୁ ଘେରମାନ ପରସ୍ପର ପାଖକୁ ଚାଲିଆସନ୍ତି ଏବଂ ପିଣ୍ଡ ଉପରକୁ ଉଠିଯାଆନ୍ତି ।

18.5

1. ଅରୀୟ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଏପରି କ୍ଷେତ୍ର ଯେଉଁଥିରେ କି କୁଣ୍ଡଳୀର ସମତଳ କ୍ଷେତ୍ର ସହିତ ସମାନ୍ତର ରହ ।

2. ଏପରି କରିବା ଫଳରେ କୋମଳ ଲୌହ କ୍ରୋଡ଼ରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳରେଖାର ଗହଳି ଯୋଗୁଁ ପ୍ରବଳତା ବୃଦ୍ଧିହୁଏ, ଯାହା ଫଳରେ ପାଲ୍‌ଭାନୋମିଟର ସୁଗ୍ରାହିତା ମଧ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ହୋଇଥାଏ ।

3. ଏମିଟର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ନିମ୍ନତମ ଏବଂ ଭୋଲ୍‌ଟମିଟର ପ୍ରତିରୋଧ ଉଚ୍ଚତମ ଅଟେ । ଏମିଟରରେ କମ୍ ମାନର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର କୁଣ୍ଡଳୀର ସହିତ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୋଜିତ, ମାତ୍ର ଭୋଲ୍‌ଟମିଟରରେ ଗାଲ୍‌ଭାନୋମିଟରର କୁଣ୍ଡଳୀ ସହିତ ଉଚ୍ଚମାନର ରେଜିଷ୍ଟାନ୍‌ସ ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ ।

4. ଅଳ୍ପ ପ୍ରତିରୋଧ R_S କୁଣ୍ଡଳୀ ସହିତ ସମାନ୍ତର କ୍ରମରେ ସଂଯୋଜିତ ହେବା ଉଚିତ୍;

$$R_S = \frac{GI_g}{I - I_g} = \frac{20 \times 20^{-7} \times 10^{-3}}{3 - 20 \times 10^{-3}} = 0.13W$$

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର :

1. 10^{-2} Tm^{-1}	7. Same	8. 2.3×10^{-6} T
12. 5N	13. 5mN	14. athraetive of 10^{-4} Nm^{-1}
15. $\frac{625}{\pi}$ ଘେରା	17. 0.1W	18. 4.48pT
19. 2pmT	20. $B_A = 2 \times 10^{-7}$ T, $B_B = p \times 10^{-7}$ T ଏବଂ 10^{-7} T.	