ଟିପ୍ପଣୀ

16

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ଏବଂ କାପାସିଟର୍

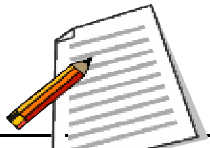
ମଡ୍ୟୁଲ୍ 2 ଏବଂ 3 ରେ ତୁମେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ତାପୀୟ ଶକ୍ତିର ପ୍ରବାହ ଦିଗ ବିଷୟରେ ଜାଣିଛ । ତୁମର ମନେଥିବ ଯେ, କୌଣସି ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳର ପତନ ହିଁ ତାହାର ପ୍ରବାହର ଦିଗ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରେ । ଯଦି ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ ଜଳର ପତନ ଅନ୍ୟ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳର ପତନ ଠାରୁ ଉଚ୍ଚତର ହୁଏ, ଜଳର ପରିମାଣ ଯାହା ହେଲେ ମଧ୍ୟ ଜଳ ଉଚ୍ଚ ପତନରୁ ନିମ୍ନ ପତନକୁ ପ୍ରବାହିତ ହେବ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁରୁ ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁକୁ ତାପଶକ୍ତି ପ୍ରବାହିତ ହେବାରେ ତାପମାତ୍ରାର ଅନୁରୂପ ଭୂମିକା ଥାଏ । ସର୍ବଦା ତାପଶକ୍ତି ଅଧିକ ତାପମାତ୍ରାରୁ ନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରାକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁରେ କେତେ ପରିମାଣରେ ତାପଶକ୍ତି ଅଛି ତାହା ଉପରେ ତାପ ପ୍ରବାହର ଦିଗ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।

ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବିନ୍ଦୁକୁ ଚାର୍ଜର ପ୍ରବାହ ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ମଧ୍ୟ ସମାନ ଭୂମିକା ନିଭାଏ । ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ସର୍ବଦା ଏକ ଉଚ୍ଚତର ବିଭବରେ ଥିବା ବିନ୍ଦୁରୁ ନିମ୍ନତର ବିଭବରେ ଥିବା ବିନ୍ଦୁକୁ ଗତି କରେ । ଏକ ପଜିଟିଭ୍ ପରୀକ୍ଷଣ ଚାର୍ଜକୁ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ରଖିଲେ, ତାହା ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଦିଗରେ ଗତି କରିଥାଏ । ପରୀକ୍ଷଣ ଚାର୍ଜର ଏହି ପ୍ରକାର ଆଚରଣରୁ ତୁମେ ହୁଏତ କହି ପାରିବ ଯେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର (E) ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ (V)ମଧ୍ୟରେ କିଛି ନିବିଡ଼ ସଂପର୍କ ଅଛି । ଏହି ପାଠରେ ଏହି ଭୌତିକ ରାଶିଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କ ସ୍ଥାପନ କଥା ଜାଣିବ । ଆଉ ମଧ୍ୟ ଏକ ଉପକରଣ କାପାସିଟ୍ର ଯାହା ଚାର୍ଜକୁ ଗଚ୍ଛିତ କରି ରଖେ, ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ଫିଲ୍ଟର କରେ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥରେ ଓ ପାୱାର ସଂଚାରଣରେ ବିଶେଷ ଉପଯୋଗ ହୁଏ, ସେ ବିଷୟରେ ଜାଣିବ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପଢ଼ି ସାରିବା ପରେ ତୁମେ,

- *କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ବା ଦୁଇ ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟର ବାଖ୍ୟା କରି ପାରିବ;*
- *ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁ - ଚାର୍ଜ ଏବଂ ଡ଼ାଇପୋଲ ଯୋଗୁଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ପାଇଁ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ନିଗମନ କରି ପାରିବ;*
- *କାପାସିଟର ମୌଳିକ ତତ୍ତ୍ୱକୁ ବୁଝାଇ ପାରିବ ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରୟୋଗ ଉଲ୍ଲେଖ କରିବ;*
- *ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍ସ ପାଇଁ ଏକ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ନିଗମନ କରିପାରିବ;*
- *କାପାସିଟିରଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଯୋଗରେ ସେଗୁଡ଼ିକର ତୁଲ୍ୟ କାପାସିଟାନସ୍ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିବ;*
- *କାପାସିଟରରେ ସଂଞ୍ଚିତ ଶକ୍ତିକୁ ହିସାବ କରିପାରିବ ଏବଂ*
- *ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକର ପୋଲାରାଇଜେସନ (polarization) ବୁଝାଇ ପାରିବ ।*



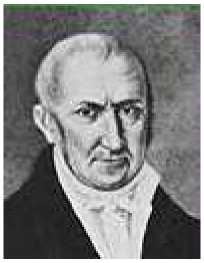
ଟିପ୍ପଣୀ

16.1. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ଏବଂ ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ

ଗୋଟିଏ ଚାର୍ଜିତ କଣିକାକୁ ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଗତି କରାଗଲେ, କୌଣସି ବାହ୍ୟ କାରକ ଦ୍ୱାରା କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହୁଏ । କାର୍ଯ୍ୟ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ନମାନୁସାରେ ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ଚାର୍ଜର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ରୂପରେ ସଞ୍ଚିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଆମେ କହି ପାରିବା ଯେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅବସ୍ଥାପିତ ଏକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ୍ ଚାର୍ଜର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ଥାଏ ଯାହାକି ଏହାର ଅବସ୍ଥିତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଗୋଟିଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଚାର୍ଜର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତିକୁ ଏହାର ଅବସ୍ଥିତିର ସ୍କାଲାର ଫଳନ ଭାବେ ଆମେମାନେ କରିପାରିବା ଏବଂ ଏକକ ଚାର୍ଜ୍ ପାଇଁ ଏହାକୁ ବିଭବ କୁହାଯିବ । ଏହାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ହେଉଛି ଯେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଭିନ୍ନ ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବର ମାନ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅଟେ । ଯଦି ଗୋଟିଏ ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜିତ କଣିକାକୁ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରଖାଯାଏ, ତେବେ ଏହା ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ କରିବା ପାଇଁ ଉଚ୍ଚ ବିଭବରୁ ନିମ୍ନ ବିଭବକୁ ଗତିର ପ୍ରବୃତ୍ତି ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବ ।

ତୁମେ ଜାଣିବ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ କିପରି ବିଭବାନ୍ତର ଯୋଗୁଁ ହେଉଥିବା ଧାରଣା ସଂପର୍କରେ ବୁଝିପାରିବ । ଗୋଟିଏ ଏକକ ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ବାହାରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରସ୍ଥ ଏକ ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆଣିବା ପାଇଁ ଯେଉଁ କାର୍ଯ୍ୟ କରାଯାଏ, ତାହା ସେହି ବିନ୍ଦୁର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ସହିତ ସମାନ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ଏକ ସ୍କାଲାର୍ ରାଶି କାରଣ ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟ ସହ ସଂପର୍କ ଅଛି ।

ଆଲ୍‌ସୋଣ୍ଡ୍ରୋ କଣ୍ଟୋ ଭୋଲ୍‌ଟା (1745 - 1827)



ଇଟାଲୀର କୋମୋରେ ଜନ୍ମିତ ଭୋଲ୍‌ଟା, ପାଭିଆ (Pavia)ରେ 20 ବର୍ଷରୁ ଅଧିକ ପ୍ରଫେସର ଥିଲେ । ସେ ବହୁତ ଅଞ୍ଚଳ ଭ୍ରମଣ କରିଥିଲେ ଏବଂ ନିଜ ସମୟର ବହୁ ଗଣ୍ୟମାନ୍ୟ ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କ ସହ ପରିଚିତ ଥିଲେ । ଲୁଇ ଗାଲଭାନି ଦେଖିଥିବା ବେଙ୍ଗର ମାଂସପେଶୀରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଏକ ସାଧାରଣ ଘଟଣା ବୋଲି ସେ ଉଲ୍ଲେଖ କରିଥିଲେ । କୌଣସି ଅମ୍ଳ କିମ୍ବା ଲବଣର ଦ୍ରବଣରେ ପରସ୍ପରଠାରୁ ପୃଥକ୍ ଭାବେ ଦୁଇଟି ଧାତବ ପଦାର୍ଥ ରହିଲେ ହେଉଥିବା ଏହି ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ଆଧାର କରି ସେ ପ୍ରଥମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ରାସାୟନିକ ସେଲ୍ ଉଦ୍ଭାବନ କରିଥିଲେ, ଯାହାକୁ ଭୋଲ୍‌ଟୀୟ ସେଲ୍ କୁହାଯାଏ । ବିଭବାନ୍ତରର ଏକକକୁ ତାଙ୍କ ନାମ ଅନୁସାରେ "ଭୋଲ୍‌ଟ" ରଖାଯାଇଛି ।

ଗୋଟିଏ ଏକକ ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜକୁ ଅନନ୍ତରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର କୌଣସି ଏକ ବନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗତି କରାଇଲେ, ଯଦି ଚାର୍ଜ ଦ୍ୱାରା କ୍ଷେତ୍ର ବିରୁଦ୍ଧରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହୁଏ, ତବେ ସେହି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବକୁ ପଜିଟିଭ ଧରାଯାଏ, କିନ୍ତୁ କ୍ଷେତ୍ର ଦ୍ୱାରା କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହେଲେ ବିଭବକୁ ନେଗେଟିଭ ଧରାଯାଏ ।

ଚିତ୍ର 16.1 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ A ଓ B ନିଅ । ଯଦି ଏକ ବାହ୍ୟ ବଳ ଦ୍ୱାରା ଏକ ପରୀକ୍ଷଣ ଚାର୍ଜ q_0 କୁ A ବିନ୍ଦୁରୁ B ବିନ୍ଦୁକୁ ଯେ କୌଣସି ପଥରେ ନିଆଯାଏ, ତେବେ ବାହ୍ୟବଳ ଦ୍ୱାରା ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$W_{AB} = q_0 (V_B - V_A) \qquad (16.1)$$

ତେଣୁ A ଓ B ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ହେବ,

$$V_{AB} = V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q_0} \qquad (16.2)$$

ଏଠାରେ V_A ଓ V_B ଯଥାକ୍ରମେ A ଓ B ବିନ୍ଦୁର ବିଭବ ଅଟେ । ଏକ ପରୀକ୍ଷଣ ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ୍‌କୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ଗୋଟିଏ ବିନଦୁରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବିନ୍ଦୁକୁ ଗତି କରାଇଲେ ଯଦି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଳ ବିରୁଦ୍ଧରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହୁଏ, ତେବେ ସେହି ବିନ୍ଦୁଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଅଛି ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଜାଣିରଖ ଯେ

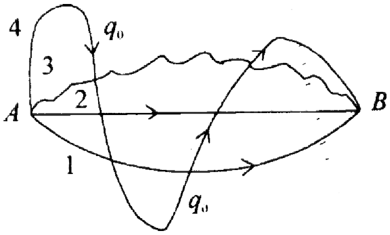
ଟିପ୍ପଣୀ

ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ପଥ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । (ଏହି କାରଣରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ଏକ ସଂରକ୍ଷୀ କ୍ଷେତ୍ର କୁହାଯାଏ) ।

SI ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ବିଭବ ଓ ବିଭବାନ୍ତରର ଏକକ ଭୋଲ୍ଟ ଅଟେ ।

1 ଭୋଲଟ୍ = 1 ଜୁଲ୍ / 1 କୁଲମ୍

ଅର୍ଥାତ୍ ଯଦି ଏକ କୁଲମ୍‌ର ପରୀକ୍ଷଣ ଚାର୍ଜକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ୟ ବିନ୍ଦୁକୁ ନେବାରେ 1 ଜୁଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହୁଏ ତେବେ ଏହି ବିନ୍ଦୁଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର 1 ଭୋଲ୍ଟ ଅଟେ । ଯଦି 1 କୁଲମ୍‌ର ପରୀକ୍ଷଣର ଚାର୍ଜକୁ ଅନନ୍ତରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରସ୍ଥ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅଣାଯିବାରେ 1 ଜୁଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହୁଏ, ତେବେ ଏହି ବିନ୍ଦୁ ବିଭବ 1 ଭୋଲ୍ଟ ଅଟେ ।

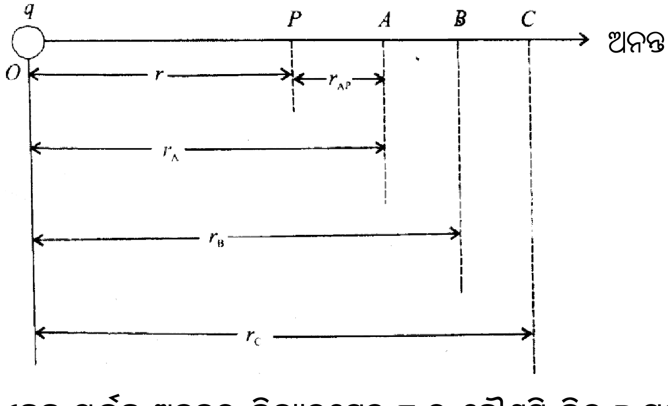


ଚିତ୍ର 16.1 : ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକକ ପରୀକ୍ଷଣ ଚାର୍ଜକୁ ଏକ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବିନ୍ଦୁକୁ ନେଇ ଯେଉଁ କାର୍ଯ୍ୟ କରାଯାଏ, ତାହା ଗତିପଥ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।

ଜାଣିରଖ ଯେ, କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବ ଏକ ଅଦ୍ୱିତୀୟ ରାଶି ନୁହେଁ, କାରଣ ଏହାର ମାନ ଆମେ ନେଉଥିବା ଶୂନ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି (ଅନନ୍ତ) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । କିନ୍ତୁ ଏକ ସ୍ଥିର କ୍ଷେତ୍ରର ଦୁଇବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ଏକ ଅଦ୍ୱିତୀୟ ମାନ ଅଟେ । ଏକ ଚାର୍ଜ ଯୋଗୁଁ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବ କିଭଳି ହିସାବ କରାଯାଏ ତାହା ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ଶିକ୍ଷା କରିବା ।

16.1.1. ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ ହେତୁ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବ

(Potential at a point due to a point change):-



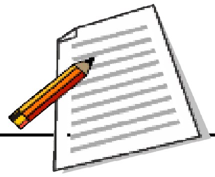
ଚିତ୍ର 16.2 : ଏକକ ଚାର୍ଜକୁ ଅନନ୍ତରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌କ୍ଷେତ୍ର E ର କୌଣସି ବିନ୍ଦୁ P ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ନେଲେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ଏହି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବର ମାନ ଅଟେ ।

O ବିନ୍ଦୁରେ ଥିବା +q ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ ହେତୁ P ବିନ୍ଦୁରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବର ମାନ ଆମକୁ ହିସାବ କରିବାକୁ ହେବ । (ଚିତ୍ର 16.2) । ଏଠାରେ OP = r । ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ ହେତୁ P ଉପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର

$$E_p = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{q}{r^2} \qquad (16.3)$$

ସେହିଭଳି A ବିନ୍ଦୁରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର,

$$E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r_A^2} \qquad (16.4)$$



ଟିପ୍ପଣୀ

ଯଦି ବିନ୍ଦୁ P ଏବଂ A ପରସ୍ପରର ଅତି ନିକଟରେ ରହନ୍ତି, ତାହାହେଲେ ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ହାରାହାରି ମାନ E_{Ap} ଏହି E_p ଏବଂ E_A ର ଜ୍ୟାମିତିକ ମାଧ୍ୟମାନ ନିଆଯାଏ ।

$$E_{AP} = \sqrt{E_A \times E_p}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q}{r_A^2} \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q}{r^2}}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r_A r} \qquad (16.5)$$

ତେଣୁ ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରୀକ୍ଷଣ ଚାର୍ଜ q_0 ଦ୍ୱାରା ଅନୁଭୂତ ବଳର ପରିମାଣ ହେବ,

$$F_{AP} = q_o E_{AP} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q\, q_0}{r_A r} \qquad (16.6)$$

ଏବଂ ଚାର୍ଜ q_0 କୁ A ରୁ P ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ନେବାରେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ

$$W_{AP} = F_{AP} \times r_{AP}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q\, q_o}{r_A r} \times (r_A - r)$$

$$= \frac{q\, q_0}{4\pi\varepsilon_0} \times \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_A}\right) \qquad (16.7)$$

ଏଠାରେ r_{AP} ହେଉଛି A ଓ B ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ।

ସେହିଭଳି ଚାର୍ଜକୁ B ରୁ A କୁ ନେବାରେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ,

$$W_{BA} = \frac{q\, q_0}{4\pi\varepsilon_0} \times \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right) \qquad (16.8a)$$

ଏବଂ ପରୀକ୍ଷଣ ଚାର୍ଜକୁ C ରୁ B କୁ ନେଲେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ,

$$W_{CB} = \frac{q\, q_0}{4\pi\varepsilon_0} \times \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_C}\right)$$ (16.8b) ଇତ୍ୟାଦି ।

ଚାର୍ଜକୁ ଅନନ୍ତରୁ ବିନ୍ଦୁ P ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆଣିବାରେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ,

$$W = \frac{q\, q_0}{4\pi\varepsilon_0} \times \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_A} + \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} + \frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_C} \ldots + \ldots - \frac{1}{\infty}\right)$$

$$= \frac{q\, q_0}{4\pi\varepsilon_0} \times \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty}\right)$$

ଟିପ୍ପଣୀ

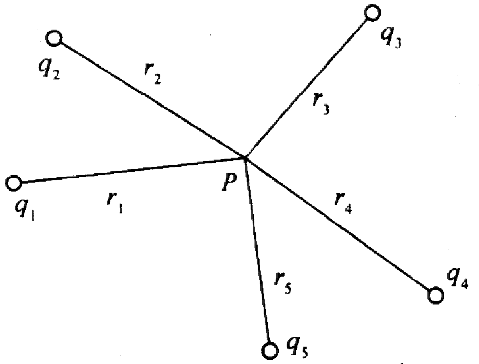
$$= \frac{q\, q_0}{4\pi\varepsilon_0 r} \qquad (16.9)$$

ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ବିଭବର ମୂଲ୍ୟ (ମାନ) ହେଉଛି,

$$V_P = \frac{W}{q_0}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r} \qquad (16.10)$$

ଜାଣିରଖ ଯେ, ବିଭବ ଦୂରତା ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ । ଏହା ପଜିଟିଭ୍ କିମ୍ବା ନେଗେଟିଭ୍ ହେବ ତାହା q ପଜିଟିଭ୍ ଓ ନେଗେଟିଭ୍ ତାହା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।



ଚିତ୍ର 16.3 : ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ଅନେକ ଚାର୍ଜର ସଂସ୍ଥା ହେତୁ ବିଭବ

ଯଦି q_1, q_2, q_3 ...., ପରିମାଣର ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ଚାର୍ଜ ଥିଲେ, କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚାର୍ଜ ହେତୁ ବିଭବର ଯୋଗଫଳ ହେବ । (ଚିତ୍ର 16.3)

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

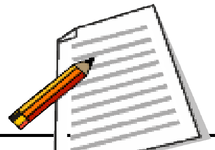
$$= \sum_{i=1}^{\infty} \frac{q_i}{4\pi\varepsilon_0 r_i} \;\; ---------- (16.11)$$

16.1.2. ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଡ଼ାଇପୋଲ ହେତୁ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବ

(Potential at a point due to an Electric Dipole) :-

ପରସ୍ପରଠାରୁ $2l$ ଦୂରତାରେ A ଓ B ବିନ୍ଦୁରେ ଦୁଇଟି ସମାନ ଓ ବିପରୀତ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ୍ $-q$ ଓ $+q$ ଯଥାକ୍ରମେ ରହି ଗଠନ କରିଥିବା ଡାଇପୋଲ୍‌କୁ ବିଚାର କରିବା । ଏହି ଡାଇପୋଲର ମଧ୍ୟବିନ୍ଦୁ ‘O’ ଅଟେ । P ବିନ୍ଦୁରେ ପୋଲାର୍ ସ୍ଥାନକ ହେଉଛି (r, θ) ଅର୍ଥାତ୍ ଚିତ୍ର 16.4 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି $OP = r, \angle BOP = \theta$, ଏଠାରେ $AP = r_1$, ଏବଂ $BP = r_2$ । ଆମେ ସମୀକରଣ 16.10 କୁ ବ୍ୟବହାର କରି ସହଜରେ A ଓ B ରେ ଥିବା ଚାର୍ଜ ଗୁଡ଼ିକ ହେତୁ P ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ବିଭବର ମାନ ହିସାବ କରିବା ।

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \left(\frac{-q}{r_1}\right)$$



ଟିପ୍ପଣୀ

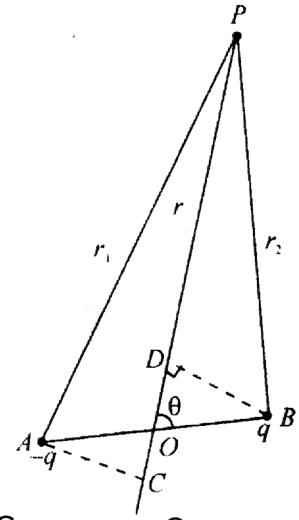
$$V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{q}{r^2}$$

ଡାଇପୋଲ୍‌ର ଉଭୟ ଚାର୍ଜ ହେତୁ P ବିନ୍ଦୁରେ ସମୁଦାୟ ବିଭବ,

$$V = V_1 + V_2$$

$$\Rightarrow V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{r^2} - \frac{1}{r^1}\right] \qquad (16.12)$$

ଏହି ଫଳକୁ ଅଧିକ ସୁବିଧାଜନକ ରୂପରେ ପ୍ରକାଶ କରିବାକୁ O ଓ P ର ସଂଯୋଗକାରୀ ରେଖାପ୍ରତି A ଏବଂ B ବିନ୍ଦୁରୁ ଅଭିଲମ୍ବ ଟାଣ । Δ BOD ଆମେ ପାଇବା, OD = $l \cos\theta$ ଏବଂ Δ OAC ରୁ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା, OC = $l \cos\theta$ । ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଡ଼ାଇପୋଲ ପାଇଁ (AB<<OP) ଚିତ୍ର 16.4 ରୁ ଲେଖି ପାରିବା, PB = PD ଏବଂ PA = PC , ତେଣୁ ଆମେ,



ଚିତ୍ର 16.4 : ଏକବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଡାଇପୋଲ୍ ହେତୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ

$$r_1 = r + l\cos\theta$$

$$r_2 = r - l\cos\theta$$

ସମୀକରଣ 16.12 ରେ ଏଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ସ୍ଥାପିତ କଲେ ପାଇବା,

$$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{(r - \ell\cos\theta)} - \frac{1}{(r + \ell\cos\theta)}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{(2\ell\cos\theta)}{(r^2 - \ell^2\cos^2\theta)}\right]$$

$$= \frac{q \times 2\ell\cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

ଏଠାରେ l ର ବର୍ଗ ଦ୍ୱିତୀୟ ଘାତ ଥିବା ପଦମାନଙ୍କୁ ଉପେକ୍ଷା କରାଯାଇଛି, କାରଣ (l << r)

ଡ଼ାଇପୋଲ - ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ (p = q x 2l), ସଂଜ୍ଞାରେ ଏହି ପରିମାଣକୁ ଲେଖିହେବ

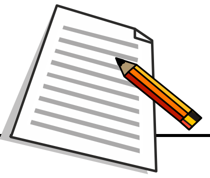
$$V = \frac{p\cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad (16.13)$$

ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ହେଉଛି କି ଏକ ଡାଇପୋଲ୍ ଯୋଗୁଁ ବିଭବ ଦୂରତାର ବର୍ଗ ସହିତ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ, ଯାହାକି ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ ଯୋଗୁଁ ବିଭବ ସଦୃଶ ନୁହେଁ ।

ବିଶେଷ ପ୍ରକରଣ :

ପ୍ରକରଣ I : ଯେତେବେଳେ ବିନ୍ଦୁ P ଡ଼ାଇପୋଲର ଅକ୍ଷରେଖା ଉପରେ ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ $q = 0$ ଏବଂ $\cos\theta = 1$ ତେଣୁ ସମୀକରଣ 16.13 ହେବ

$$V_{\text{ଅକ୍ଷୀୟ}} = \frac{p}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad (16.14)$$



ଟିପ୍ପଣୀ

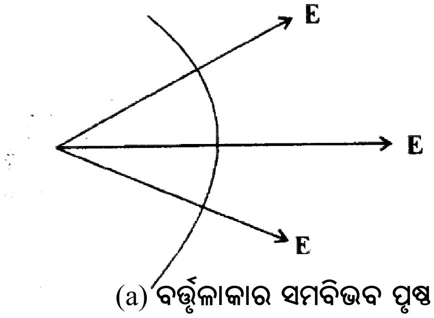
ପ୍ରକରଣ II : ଯେତେବେଳେ ବିନ୍ଦୁ P ଡାଇପୋଲ୍‌ର ଅକ୍ଷରେଖା ଉପରେ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ପଟକୁ ଥାଏ, $\theta = 180^0$ ଏବଂ $\cos\theta = -1$, ତେଣୁ

$$V_{\text{ଅକ୍ଷୀୟ}} = -\frac{p}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad (16.15)$$

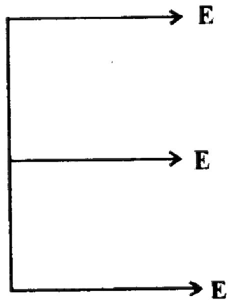
ପ୍ରକରଣ III: ଯେତେବେଳେ ଡାଇପୋଲ୍‌ର P ବିନ୍ଦୁ ଡାଇପୋଲ୍‌ର ନିରକ୍ଷୀୟ ସ୍ଥିତିରେ (ABର ସମଦ୍ୱିଭାଜକ ଅଭିଲମ୍ବ ଉପରେ ରହେ) ସତେବେଳେ $q = 90^0$ ଏବଂ $\cos\theta = 0$ ତେଣୁ

$$V_{\text{ନିରକ୍ଷୀୟ}} = 0 \qquad (16.16)$$

ଅର୍ଥାତ୍ ଡ଼ାଇପୋଲ ହେତୁ ଏହାର ନିରକ୍ଷୀୟ ରେଖାର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ବିଭବର ମାନ ଶୂନ୍ ଅଟେ । ଯେତେବେଳେ ଡ଼ାଇପୋଲକୁ ତ୍ରିବିମୀୟ ଶୂନ୍ୟରେ ରଖାଯାଏ, ନିରକ୍ଷୀୟ ରେଖା କାଗଜ ପୃଷ୍ଠା ଉପରେ ରହିବ । ଏହି ପୃଷ୍ଠର ସମସ୍ତ ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକର ବିଭବ ସମାନ ଅର୍ଥାତ୍ ଶୂନ ହେବ । ଏଭଳି ପୃଷ୍ଠାକୁ **ସମବିଭବ ପୃଷ୍ଠ** (equipotential surface) କୁହାଯାଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ସର୍ବଦା ସମବିଭବ ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଅଟେ । ସମବିଭବ ପୃଷ୍ଠର ଏକ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବିନ୍ଦୁକୁ ଏକ ଚାର୍ଜକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ କରିବାରେ କୌଣସି କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହୁଏ ନାହିଁ ।



(a) ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ସମବିଭବ ପୃଷ୍ଠ



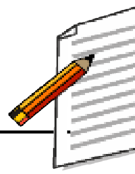
(b) ସମକୋଣୀୟ ସମବିଭବ ପୃଷ୍ଠ

ଚିତ୍ର 16.5 : ***ସମବିଭବ ପୃଷ୍ଠ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ***

16.1.3. ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ ଜନିତ ତନ୍ତ୍ରର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି (Potentil Energy of a System of point charges):-

ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ ଜନିତ ତନ୍ତ୍ରର ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅବସ୍ଥାନ ଯୋଗୁଁ ଲବ୍ଧ ଶକ୍ତିକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ । ଚାର୍ଜଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରଠାରେ ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ ଥିଲେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପାରସ୍ପରିକ କ୍ରିୟା ରହେ ନାହିଁ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ଶୂନ୍ ଅଟେ । ଯଦି ଆମେ ଏକ ଚାର୍ଜ ତନ୍ତ୍ର ଗଠନ କରିବା ଅର୍ଥାତ୍ ଚାର୍ଜଗୁଡ଼ିକୁ ପରସ୍ପରର ପାଖାପାଖି ଆଣିବାକୁ ହେବ । ତେବେ ଆମକୁ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାକୁ ପଡ଼ିବ । ଏହି ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ ଏହି ଚାର୍ଜତନ୍ତ୍ରରେ ସ୍ଥିତିଜଶକ୍ତି ରୂପରେ ସଂଚିତ ହୁଏ । ଏହାକୁ ଚାର୍ଜ ତନ୍ତ୍ରର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜଗୁଡ଼ିକୁ ସେମାନଙ୍କର ଅସୀମ ପାରସ୍ପରିକ ବ୍ୟବଧାନକୁ ତନ୍ତ୍ର ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଅବସ୍ଥାନକୁ ଗୋଟିଏ - ଗୋଟିଏ କରି ଆଣି ତନ୍ତ୍ର ନିର୍ମାଣ କରାଯିବା ଯୋଗୁଁ ସଂପାଦିତ ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଏକ ବିନ୍ଦୁଚାର୍ଜ ଜନିତ ତନ୍ତ୍ରର ସଂଜ୍ଞା ଭାବେ ନିଆଯାଏ ।

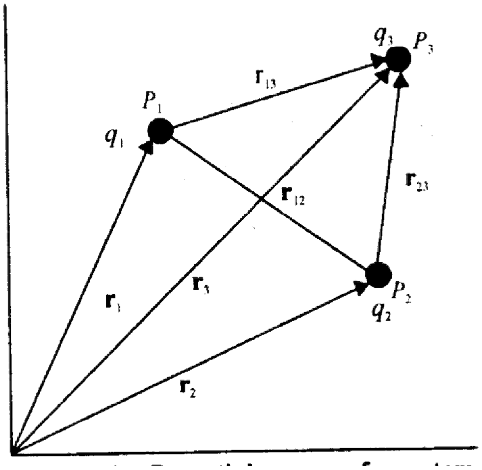
ମନେକର ଶୂନ୍ୟରେ ଅବସ୍ଥାନ ଭେକ୍ଟର $\mathbf{r}_1$ ଥିବା ଏକ ବିନ୍ଦୁ P_1ରେ ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ q_1 ରହିଛି । ଧରିନିଅ ଅନ୍ୟ ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ q_2 ଅନନ୍ତରେ ଅଛି । ଏହାକୁ ଅବସ୍ଥାନ ଭେକ୍ଟର $\mathbf{r}_2$ ଥିବା ବିନ୍ଦୁ P_2 ଉପରକୁ



ଟିପ୍ପଣୀ

ଆଣିବାକୁ ହେବ । (ଚିତ୍ର 16.6 ରେ ଦର୍ଶାଗଲା ଭଳି) ଏଠାରେ $P_1P_2 = r_{12}$ । ଆମେ ଜାଣିଛେ ଯେ, P_1 ରେ ଥିବା ଚାର୍ଜ q_1 ହେତୁ P_2 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{|\mathbf{r_{12}}|} \qquad (16.17)$$



ଚିତ୍ର 16.6 : *ଏକ ବ୍ୟବଧାନରେ ଥିବା ଏକ ଚାର୍ଜ ତନ୍ତ୍ରର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି*

ବିଭବର ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ q_2 ଚାର୍ଜକୁ ଅନନ୍ତରୁ P_2 ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆଣିବାରେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ

W = (P_2 ଉପରେ ବିଭବ) x ଚାର୍ଜର ମାନ)

ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ଚାର୍ଜ q_1 ଏବଂ q_2 ଜନିତ ତନ୍ତ୍ରରେ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି U ରୂପରେ ସଂଚିତ ହୋଇରହେ । ତେଣୁ

$$U = \frac{q_1 \times q_2}{4\pi\varepsilon_0 |r_{12}|} ----------- (16.18)$$

ଯଦି ଚାର୍ଜ ଦୁହିଁଙ୍କର ସମାନ ଚିହ୍ନ ଥାଏ, ତେବେ ସେମାନଙ୍କୁ ନିକଟକୁ ଆଣିବା ନିମିତ୍ତ ବିକର୍ଷକ ବଳ ବିରୁଦ୍ଧରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରାଯାଏ ଏବଂ ତନ୍ତ୍ରର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପରସ୍ପରଠାରୁ ପୃଥକ କରିବାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଳ ଦ୍ୱାରା କାର୍ଯ୍ୟ କରାଯାଏ । ଫଳସ୍ୱରୂପ ତନ୍ତ୍ରର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ହୁଏ । ଯଦି ଚାର୍ଜ ମାନଙ୍କର ଚହ୍ନ ବିପରୀତ ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟିଏ ପଜିଟିଭ ଓ ଅନ୍ୟଟି ନେଗେଟିଭ, ତେବେ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ହୁଏ ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପୃଥକ ଚାର୍ଜଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରର ନିକଟକୁ ଆଣିବାର ଚାର୍ଜ ତନ୍ତ୍ରର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ । (ସମୀକରଣ 16.6 ଏବଂ ସମୀକରଣ 16.18) ପରସ୍ପରଠାରୁ ଏକ ତ୍ରିବିନ୍ଦୁ ତନ୍ତ୍ର ନିମିତ୍ତ ଲେଖାଯାଇପାରିବ ।

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1q_2}{r_{12}} + \frac{q_1q_3}{r_{13}} + \frac{q_2q_3}{r_{23}}\right) --------- (16.19)$$

ଏହି ପଦ୍ଧତରେ ଯେ କୌଣସି ସଂଖ୍ୟକ ଚାର୍ଜ ତନ୍ତ୍ରର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ହିସାବ କରିହେବ ।

ସମୀକରଣ 16.3 ଏବଂ 16.13 କୁ ସଂଯୋଜିତ କରି, ଏକ ସମାନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଡ଼ାଇପୋଲ୍‌ର ସ୍ଥିତିଜଶକ୍ତି ଲେଖାଯାଇପାରିବ ।

$$U_\theta = -pE\cos\theta = -\mathbf{p.E} \qquad (16.20)$$

ଏଠାରେ p ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E ରେ ଡ଼ାଇପୋଲ୍ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଅଟେ ଏବଂ θ ହେଉଛି P ଏବଂ E ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କୋଣ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

16.2 ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କ

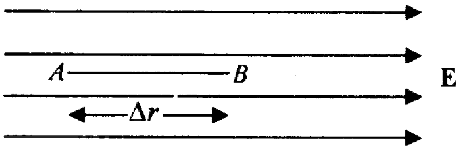
(Ralation between Electric Field and Potential):-

ଏକ ସମ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E ରେ ଅଳ୍ପ ବ୍ୟବଧାନ Δr ର ଥିବା ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ A ଓ B କୁ ବିଚାର କର । ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ ଦୁଇ ବିନ୍ଦୁ A ଓ B ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର Δv ଏକକ ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜକୁ A ରୁ B କୁ ନେବାରେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ ସହ ସମାନ ।

ΔV = (ଏକକ ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜ ଉପରେ ବଳ) x AB

$= \mathbf{E}.\Delta \mathbf{r} = E(\Delta r)\cos 180^0$

$= -E\,\Delta r$



କିମ୍ବା $\mathbf{E} = \dfrac{-\Delta V}{\Delta r}$ (16.21)

ବିଯୁକ୍ତ ଚିହ୍ନ ସୂଚାଉଛି ଯେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ବିରୁଦ୍ଧରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦନ କରାଯାଇଛି ।

ତେଣୁ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ସେହି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଦିଗରେ ଦୂରତା ସହିତ ବିଭବର ପରିବର୍ତ୍ତନର ନେଗେଟିଭ ହାର (ବିଭବ ଗ୍ରେଡିଏଣ୍ଟ କୁହାଯାଏ) ସହିତ ସମାନ ।

ମନେରଖ ଯେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ଏକ ସ୍କାଲାର୍ ରାଶି ଅଟେ, କିନ୍ତୁ ବିଭବ ଗ୍ରେଡିଏଣ୍ଟ୍ ଏକ ଭେକ୍ଟରରାଶି, କାରଣ ଏହା ସାଂଖ୍ୟିକ ରୂପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ସହ ସମାନ ।

ଉପରୋକ୍ତ ସଂବନ୍ଧ ସହାୟତାରେ ଏକ ସମ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ପାଇଁ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା,

$$E = \frac{V_A - V_B}{d} ----------- (16.22)$$

ଏଠାରେ V_A ଓ V_B ଯଥାକ୍ରମେ d ବ୍ୟବଧାନରେ ଥିବା A ଓ B ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବ ।

ଉଦାହରଣ 16.1:

ଗୋଟିଏ 10 ଭୋଲ୍‌ଟର ବ୍ୟାଟେରୀ ଅଛି । ଏକ 1.6×10^{-19}C ର ଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜକୁ ଏହାର ନେଗେଟିଭ୍ ଟରମିନାଲ୍‌ରୁ ପଜିଟିଭ ନେବାକୁ କେତେ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦନ କରାଯିବ ?

ସମାଧାନ :

ସମୀକରଣ 16.2 ଅନୁସାରେ $V_{AB} = \dfrac{W_{AB}}{q_0}$

ଯେହେତୁ $V_{AB} = 10V$ ଏବଂ $q_0 = 1.6 \times 10^{-19}C$, ତେଣୁ,

$W_{AB} = (10V) \times (1.6 \times 10^{-19}C)$

$= 1.6 \times 10^{-18}$ J

ଉଦାହରଣ 16.2 :

ଏକ କାର୍ଟେଜୀୟ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ତନ୍ତ୍ରର ମୂଳବିନ୍ଦୁରେ ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜ q ଅଛି । ଏକ ବିନ୍ଦୁ x ଉପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ 400V ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ପରିମାଣ $150NC^{-1}$ ଅଟେ । x ଏବଂ q ର ମାନ ନିରୂପଣ କର ।

ସମାଧାନ :

$$E = \frac{V}{x}$$

ସାଂଖ୍ୟିକ ମାନ ସ୍ଥାପନ କରି, ଆମେ ପାଇବୁ

$$\Rightarrow 150 = \frac{400}{x}$$

$$\Rightarrow x = \frac{400}{150} \quad \Rightarrow x = 2.67\,\text{m.}$$

ମନେପକାଅ ଯେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ନିମ୍ନ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଏ

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,\frac{q}{x^2}$$

ଏଠାରେ $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9\, NC^{-2}m^2, E - 150NC^{-1}$ ଏବଂ $x = 2.67\text{m}$ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କଲେ,

$$q = \frac{\left(150NC^{-1}\right)\left(2.67m\right)^2}{9 \times 10^9\, NC^{-2}} = 11.9 \times 10^{-8}\text{C}$$

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ : 16.1

1. R ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଧାତବ ଗୋଲକର ପୃଷ୍ଠରେ +q ପରିମାଣ ଚାର୍ଜ ସମାନ ଭାବରେ ବଣ୍ଟନ ହୋଇଛି । ଗୋଲକର କେନ୍ଦ୍ର ଠାରୁ r (>R) ଦୂରତାରେ ବିଭବର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

2. ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜକୁ q ଚାର୍ଜକୁ ବେଢ଼ି r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ପରିମିତ ବୃତ୍ତରେ ଘୂରାଇଲେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ହିସାବ କର ।

3. ଏକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ V ର ମାନ ସ୍ଥିର ଅଟେ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E ବିଷୟରେ କ'ଣ କହି ପାରିବ ?

4. ଯଦି କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଶୂନ୍ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ଏହି ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ବିଭବ ଶୂନ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ କି ?

5. ଦୁଇଟି ସମବିଭବ ପରସ୍ପରକୁ ଛେଦ କରିବ କି ?

ଟିପ୍ପଣୀ

ଚାର୍ଜ ପରିବହନ ଭିତ୍ତିରେ ପଦାର୍ଥକୁ ମୁଖ୍ୟତଃ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହୀ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରୋଧି ଭାବେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ । କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ ବିଦୁତ୍ ପରିବହନ ସାଧାରଣତଃ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଯୋଗୁଁ ହୁଏ । ମାତ୍ର ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ଏହା ଆୟନ ଯୋଗୁଁ ହୁଏ । ପରିବାହୀରେ ମୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ବାହକ ଥାଏ ଯାହାଯୋଗୁଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରୟୋଗରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଧାତୁଗୁଡ଼ିକ **ସୁପରିବାହୀ ।** ମୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ବାହକ ନ ଥିବା ପଦାର୍ଥକୁ ଅପରିବାହୀ କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣ **କୁପରିବାହୀ** ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା - କାଠ, ଇବୋନାଇଟ୍, କାଚ, କ୍ୱାର୍ଜ, ମାଇକା ଇତ୍ୟାଦି । ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା ପରିବାହୀ ଓ କୁପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ ରହେ, ସେଗୁଡ଼ିକୁ **ଅର୍ଦ୍ଧପରିବାହୀ** କରନ୍ତି । ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ପରିବାହୀ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କୁପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତାର ଅନୁପାତ 10^{20} ଅଟେ । ଆସ ପରିବାହୀମାନେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ କିପରି ଆଚରଣ କରନ୍ତି ଜାଣିବ ।

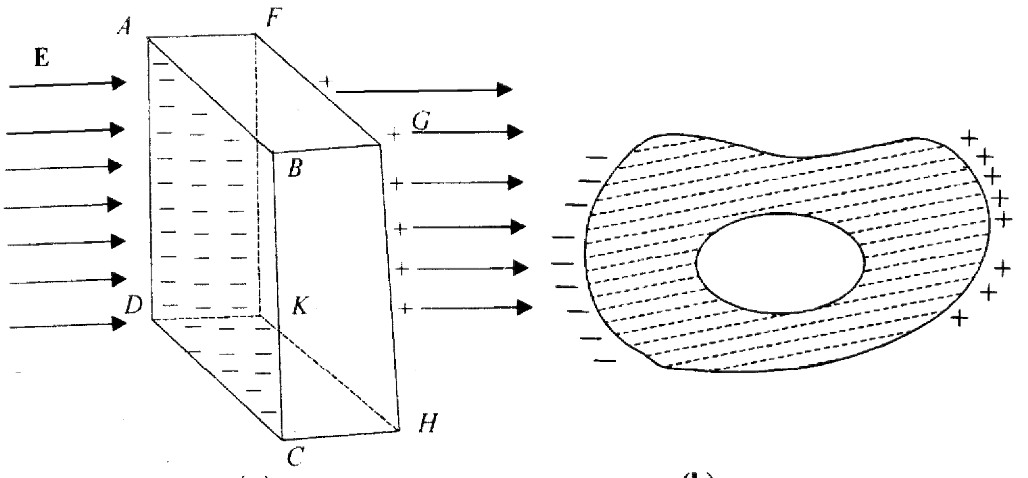
16.2.1. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରିବାହୀର ଆଚରଣ (Behaviour of Conductors in an Electric Field) :-

ପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ମାନ ସେମାନଙ୍କର ପରମାଣୁ ସହ ଦୃଢ଼ ଭାବରେ ବାନ୍ଧି ହୋଇ ନଥା'ନ୍ତି । ସେଗୁଡ଼ିକ ପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ ଅନାୟାସରେ ଗତି କରନ୍ତି । କିନ୍ତୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ ନ ହୋଇଥିଲେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ମାନ (ଚାର୍ଜ) ପରିବାହୀର ଅନୁପସ୍ଥିତିରେ ଏକ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ପରିବାହୀଟି ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତୁଲ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ଥିବା ବୁଝାଯାଏ ।

ଚିତ୍ର 16.7 (a) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ, ଗୋଟିଏ ପରିବାହୀ ଏକ ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E ରେ ରଖାଯାଇଛି । ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ତ୍ୱରିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହା ଫଳରେ ପରିବାହୀ ପୃଷ୍ଠ ABCD ରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନମାନ ଜମା ହୁଏ । ପୃଷ୍ଠ EFGH ରୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକ ଚାଲିଯିବାରୁ ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜିତ ହୁଏ । ଏହି ଚାର୍ଜଗୁଡ଼ିକ ନେଗେଟିଭ ଚାର୍ଜ ABCD ପୃଷ୍ଠରେ ଏବଂ ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜ EFGH ପୃଷ୍ଠରେ) ନିଜର କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି ଯାହାର E ର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ହୁଏ । EFGH ପୃଷ୍ଠରୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକ ABCD ପୃଷ୍ଠ ଆଡ଼କୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ E ର ମୂଲ୍ୟ E_1 ସହ ସମାନ ହୁଏ । ଏହି ପ୍ରକାର ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତୁଲ୍ୟାବସ୍ଥା 10^{-16} ସେକେଣ୍ଡରେ ହୁଏ । ତେଣୁ ଆମେ କହି ପାରିବା ଯେ ତୁଲ୍ୟାବସ୍ଥା ପ୍ରାୟ ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ । ଯଦି କୌଣସି ପରିବାହୀ ଭିତରେ ଗର୍ତ୍ତ ଥାଏ, ତାହା ଭିତରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଶୂନ ଅଟେ । ଚିତ୍ର 16.7 (b) ।

ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏକ ଚାର୍ଜିତ ପରିବାହୀ କିମ୍ବା ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଦ୍ୱାରା ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିରପେକ୍ଷ ପରିବାହୀର ପ୍ରେରିତ ଚାର୍ଜ ନିମିତ୍ତ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ଅଟେ । ପରିବାହୀର ଏହି ଧର୍ମକୁ ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଆଚ୍ଛାଦନ - ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରଭାବରୁ ଶୂନ୍ୟର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳକୁ ରକ୍ଷା କରିବା କୁହାଯାଏ । ସଂବେଦନଶୀଳ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକ ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍-କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରଭାବରୁ ରକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ସେଗୁଡ଼ିକ ଫମ୍ପା ପରିବାହୀ ଗୁଡ଼ିକରେ ଆବୃତ୍ତ କରାଯାଇଥାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଝଡ଼ ସମୟରେ ବିଜୁଳି ମାରିବା ବେଳେ କାର କିମ୍ବା ବସରେ ରହିବା ବାହାରେ ରହିବାଠାରୁ ଅଧିକ ସୁରକ୍ଷିତ ଅଟେ । କାର କିମ୍ବା ବସର ଧାତବୀୟ କବଚ (body) ବିଜୁଳି ଠାରୁ ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସୁରକ୍ଷା ପ୍ରଦାନ କରିଥାଏ । ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତୁଲ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ଥିବା ପରିବାହୀଗୁଡ଼ିକରେ ନିମ୍ନଧର୍ମମାନ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି :-

- ପରିବାହୀ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ନଥାଏ ।
- ପରିବାହୀର ଆକୃତି ନିର୍ବିଶେଷରେ ବାହାରେ ଚାର୍ଜିତ ପରିବାହୀର ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ପରିବାହୀର ପୃଷ୍ଠ ସହ ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବରେ ରହେ ।
- ପରିବାହୀରେ ଯେ କୌଣସି ଚାର୍ଜ ଏହାର ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ହିଁ ରହିଥାଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ଚିତ୍ର 16.7 : ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଆଚ୍ଛାଦନ : a) ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E, ABCD ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଥିବା ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକୁ ଟାଣି ନେଉଛି । EFGH ପୃଷ୍ଠରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ କମ୍ ହେବାରୁ ଏହା ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜିତ ହୁଏ; ହୁଏ ଏବଂ ଯୁକ୍ତଚାର୍ଜିତ ପରିଣାମୀ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଶୂନ୍ ଅଟେ । b) ଯଦି ପରିବାହୀ ଭିତରେ ଏକ ଗର୍ତ୍ତ ଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଗର୍ତ୍ତ ଭିତର କ୍ଷେତ୍ର ଶୂନ ଅଟେ ।

16.3. କାପାସିଟାନ୍ସ (Capacitance)

ସମପରିମାଣର କିନ୍ତୁ ବିପରୀତ ଚାର୍ଜ +Q ଏବଂ -Q ଥିବା ଦୁଇଟି ପରିବାହୀ ବିଚାର କରାଯାଉ । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର V ଅଟେ । ଏହିପରି ପରିବାହୀର ତନ୍ତ୍ରକୁ କାପାସିଟର କୁହାଯାଏ । ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଏହା ପ୍ରମାଣିତ ହୋଇଛି ଯେ, ବିଭବାନ୍ତର ପରିବାହୀରେ ଥିବା ଚାର୍ଜର ସମାନୁପାତୀ । ଚାର୍ଜ ବୃଦ୍ଧିହେଲେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ମଧ୍ୟ ବଢ଼େ । କିନ୍ତୁ, ସେମାନଙ୍କର ଅନୁପାତ ସ୍ଥିର ରହେ । ଏହି ଅନୁପାତକୁ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନସ୍ କୁହାଯାଏ ।

$$C = \frac{Q}{V} \text{----------------} (16.23)$$

ଉଭୟମଧ୍ୟରୁ ଯେ କୌଣସି ଏକ ପରିବାହୀରେ ଥିବା ଚାର୍ଜ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତରର ଅନୁପାତ ହେଉଛି କାପାସିଟାନ୍ସର ସଂଜ୍ଞା । ଏହା କାପାସିଟରର ଚାର୍ଜ ସଂଚୟ କ୍ଷମତାର ମାପକ ଅଟେ ।

SI ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ କାପାସିଟାନ୍ସକୁ ଫାରାଡ଼େ (F) ଏକକରେ ମପାଯାଏ ।

1 କୁଲମ୍ ଚାର୍ଜ ଦ୍ୱାରା 1 ଭୋଲଟ୍ ବିଭବାନ୍ତର ହେଲେ, କାପାସିଟାନ୍ସ ଏକ ଫାରାଡ଼ ହେବ ।

1 ଫାରାଡ଼ = 1 କୁଲମ୍ / 1 ଭୋଲ୍ଟ ------------------ (16.24)

ପୂର୍ବ ଉପାଂଶରୁ ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ, କୁଲମ୍ ଚାର୍ଜର ଏକ ବୃହତ୍ ଏକକ । ଫାରାଡ଼ ମଧ୍ୟ କାପାସିଟାନ୍ସର ଏକ ବୃହତ୍ ଏକକ । ଆମେ ସାଧାରଣତଃ ମାଇକ୍ରୋଫାରାଡ୍ କିମ୍ବା ପିକୋ ଫାରାଡ଼େରେ କାପାସିଟର ବ୍ୟବହାର କରୁ ।

1 ମାଇକ୍ରୋଫାରାଡ଼ = 10^{-6} ଫାରାଡ଼, ଯାହାକୁ mF ରୂପେ ଲେଖାଯାଏ ।

1 ପିକୋ ଫାରାଡ଼ = 10^{-12} ଫାରାଡ଼, ଯାହାକୁ pF ରୂପେ ଲେଖାଯାଏ ।

କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥରେ ଏକ କାପାସିଟରକୁ ଦୁଇଟି ସମାନ୍ତର ରେଖାଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

16.3.1. ଏକ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପରିବାହୀର କାପାସିଟାନସ୍ (Capacitance of a Spherical Conductor):-

r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଗୋଲକକୁ q ଚାର୍ଜ ଦିଆଗଲା । ଧରାଯାଉ ଗୋଲକର ବିଭବ V ଅଟେ, ତାହାହେଲେ

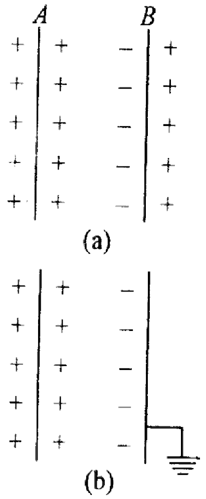
$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,\frac{q}{r}$$

$$\because C = \frac{q}{V},$$ ତାହାହେଲେ

$$C = \frac{q}{\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}} = 4\pi\varepsilon_0 r = \frac{r}{9\times10^9} \qquad (16.25)$$

ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍ସ ଏହାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ ଏହାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧକୁ 9×10^9 ଦ୍ୱାରା ବିଭାଜନ କଲେ ସାଂଖ୍ୟିକ ମାନ ଏଠାରେ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ମୂଲ୍ୟକୁ ମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଏକ 0.18m ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଲକର କାପାସିଟାନ୍ସ ହେବ ।

$$C = \frac{0.18m}{9}\times10^{-9}\,F = 20\,pF$$

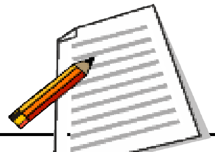


ଚିତ୍ର 16.8 କାପାସିଟରର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା

16.3.2. କାପାସିଟର ଗୁଡ଼ିକର ଶ୍ରେଣୀ (Types of Capacitors) :-

ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ପ୍ରୟୋଗଶାଳାରେ ତୁମେ ଅନେକ ପ୍ରକାରର କାପାସିଟର ଗୁଡ଼ିକ ଦେଖିବ । ତୁମ ସହରର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ସଂସ୍ଥା ମଧ୍ୟ କାପାସିଟର୍ ବ୍ୟବହାର କରେ ଏଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟ ରେଡ଼ିଓ, ଟି.ଭି., ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟାର ଓ ଅକ୍ସିଲେଟର ଭଳି ଉପାଦାନରେ ଏହା ମହତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଂଶ ରୂପେ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ । ଗୋଟିଏ କାପାସିଟରରେ ଦୁଇଟି ପରିବାହୀ ଥାଏ । ଏଥିରୁ ଗୋଟିଏ ଚାର୍ଜିତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟଟି ଭୂମିସହ ସଂଯୁକ୍ତ (earth) ହୋଇଥାଏ । କାପାସିଟରର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ବୁଝିବାକୁ ତୁମେ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ରୋଧୀ ଧାତବ ପ୍ଲେଟ A କଥା ବିଚାର କର । ଏହାର ଅଧିକତମ ବିଭବ (V) ହେବ । ଏହାକୁ କିଛି ପଜିଟିଭ୍‌ଚାର୍ଜ (q) ପ୍ରଦାନ କରାଯାଉ । ଏହା ପରେ ଯେତେ ଚାର୍ଜ ଦେଲେ ତାହା ଲିକ୍ ହୋଇ ଚାଲିଯାଏ । ପ୍ଲେଟର କାପାସିଟାନସ୍ $q/_V$ ଅଟେ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆଉ ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ରୋଧୀ ଧାତବ ପ୍ଲେଟ B କୁ A ନିକଟକୁ ଆଣ । B ନିକଟରେ ଥିବା ପୃଷ୍ଠରେ ପ୍ରେରଣ ଦ୍ୱାରା ନେଗେଟିଭ ଚାର୍ଜ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ଏବଂ B ର A ଠାରୁ ଦୂରରେ ଥିବା ପୃଷ୍ଠରେ ସମାନ ପରିମାଣର ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜ ହୁଏ (ଚିତ୍ର 16.8 (a)) । ପ୍ରେରିତ ନେଗେଟିଭ ଚାର୍ଜ A ରୁ ବିଭବକୁ ହ୍ରାସ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରେ ଏବଂ ପ୍ରେରିତ ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜ ବିଭବକୁ ବଢ଼ାଇବାକୁ ଚାହେଁ । B କୁ ଭୂ-ସଂଯୋଗ କଲେ



ଟିପ୍ପଣୀ

(ଚିତ୍ର 16.8 (b)) B ଉପରେ ପ୍ରେରିତ ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜ ମୁକ୍ତ ହେବାରୁ ଭୂପୃଷ୍ଠକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । (ବାସ୍ତବରେ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରୁ ପ୍ଲେଟ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ) । ପ୍ଲେଟରେ ଥିବା ଚାର୍ଜ ଗତିହୀନ ରହେ । A ରେ ଥିବା ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ସହିତ ବନ୍ଧନରେ ଥିବାରୁ ନେଗେଟିଭ ଚାର୍ଜ୍ ସ୍ଥିର ରହେ । ଏହି ପ୍ରେରିତ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ କାରଣରୁ A ର ବିଭବ କମ୍ ହୋଇଥାଏ କିନ୍ତୁ କାପାସିଟାନ୍‌ସ ବଢ଼ିଯାଏ ।

ତେଣୁ, ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ରୋଧିତ ପରିବାହୀ ନିକଟକୁ ଏକ ଅଚାର୍ଜିତ ଭୂ-ସଂଯୁକ୍ତ ପରିବାହୀ ଆଣିବା ଫଳରେ ଏହାର କାପାସିଟାନ୍‌ସ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ବୋଲି ଆମେ କହିପାରିବା । ଏହା କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ମୂଳତତ୍ତ୍ୱ ଅଟେ । କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକ ବହୁ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାର୍ଜ ସଂଚୟ କରିବାକୁ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିକୁ ଅଳ୍ପ ସମୟ ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନରେ ସଞ୍ଚୟ କରିବାକୁ ବ୍ୟବହାର କରେ ।

A. ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟର :

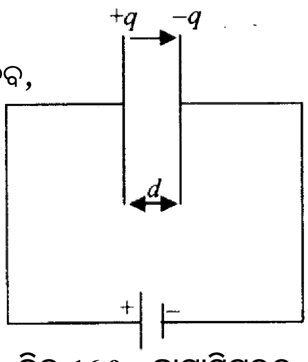
ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟରର ସରଳତମ କାପାସିଟର ମଧ୍ୟରୁ ଏକ ଯେ ଏଥିରେ ପ୍ରତ୍ୟେକଟି A କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି ସମାନ୍ତର ଧାତବ ପ୍ଲେଟ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଅଳ୍ପ ଦୂରତା d ରେ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 16.9 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ପ୍ଲେଟ ଦ୍ୱୟକୁ ବ୍ୟାଟେରୀର ଦୁଇ ଟରମିନାଲ୍ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ମନେକର କାପାସିଟର ପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପରେ ଚାର୍ଜିତ ହେଲେ, ଏହି ପ୍ଲେଟ୍‌ର ପଜିଟିଭ୍‌ଚାର୍ଜ (+q) ଏବଂ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ (-q) ରହେ । ଏହି ଚାର୍ଜ ହେତୁ ପ୍ଲେଟମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ସମ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌କ୍ଷେତ୍ର E ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ପ୍ଲେଟ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ପ୍ଲେଟର ଆକାର ତୁଳନାରେ କମ୍ ହେଲେ ପ୍ଲେଟର ସୀମାରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ବିକୃତିକୁ ଉପେକ୍ଷା କରାଯାଇପାରେ ।

ଯଦି କୌଣସି ଏକ ପ୍ଲେଟର ପୃଷ୍ଠ ଚାର୍ଜ ସାନ୍ଦ୍ରତା s ହୁଏ,
ତେବେ ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବଳର ପରିମାଣ ହେବ,

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{q}{\varepsilon_0 A}$$

ଏବଂ ପ୍ଲେଟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର ହେବ,

$$V = Ed$$



ଚିତ୍ର 16.9 : କାପାସିଟରର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତାର ମୂଳତରେ

ତେଣୁ ଦୁଇ ପ୍ଲେଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା d ଥାଇ ପ୍ଲେଟ୍‌ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ବାୟୁ ଥିବା ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ୍ କାପାସିଟର୍‌ର କାପାସିଟାନ୍‌ସ ହେବ,

$$C_0 = \frac{q}{v} = \frac{q}{\dfrac{qd}{\varepsilon_0 A}}$$

$$= \frac{\varepsilon_0 A}{d} \text{ ----------- } (16.26)$$

ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି ଯେ, ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟର୍‌ର କାପାସିଟାନ୍‌ସ ପ୍ଲେଟ ଗୁଡ଼ିକର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ A ସହ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ ଏହାର ଦୂରତା ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ । ଏହାର ଅର୍ଥ ଏହା ହେଉଛି ଯେ, ଅଧିକ କାପାସିଟାନ୍‌ସ ପାଇଁ ପ୍ଲେଟର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଅଧିକ ହେବା ଉଚିତ୍ ଏବଂ ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା କମ ହେବା ଉଚିତ୍ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ଯଦି ପେଟ ମଝିରେ ମାଧମ ବାୟୁ ପରିବର୍ତ୍ତେ ଯଦି ଏକ ପାରାବିଦ୍ୟୁତ୍ ବା ଡ଼ାଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ଦ୍ରବ୍ୟ ତେବେ କାପାସିଟାନ୍ସ

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} = \frac{k\varepsilon_0 A}{d}$$

$$= \frac{\varepsilon_0 A}{d} \qquad (16.26)$$

ଏଠାରେ e କୁ ମାଧ୍ୟମର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶୀଳତ କୁହାଯାଏ ।

ଯଦି କାପାସିଟରକୁ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶୀଳତା k ମୂଲ୍ୟର ପାରବୈଦ୍ୟୁତିକ ପଦାର୍ଥ ଭର୍ତ୍ତିକରି ଦିଆଯାଏ ତେବେ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍ସ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମ ଥିବା ପାପାସିଟାନ୍ସର k ଗୁଣ ହୁଏ ।

ତେଣୁ $\qquad C = \kappa C_0 \qquad (16.27)$

16.3.3. ଆପେକ୍ଷିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶୀଳତା କିମ୍ବା ଡ଼ାଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ (Ralative Permittivity or Dielectric Constant):-

ଚାର୍ଜମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ବଳ ହିସାବ କରି ଆମେ ମଧ୍ୟ ଡାଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଦେଇପାରିବା । କୁଲମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ବାୟୁ ଶୂନ୍ୟତାର r ଦୂରତାରେ ଥିବା ଦୁଇଟି ଚାର୍ଜ q_1 ଏବଂ q_2 ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାରସ୍ପରିକ ବଳର ମାନ

$$F_V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2} \qquad (16.28)$$

ଏଠାରେ e_0 ହେଉଛି ନିର୍ବାତରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶୀଳତା । ଏହି ଦୂରତାରେ ଚାର୍ଜ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଯଦି ଏକ ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମ ଥାଏ, ତେବେ ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପାରସ୍ପରିକ ବଳ ହେବ,

$$F_m = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q_1 q_2}{r^2} \qquad (16.29)$$

ସମୀକରଣ (16.28) ଏବଂ (16.29)କୁ ସଂଯୋଜନ କଲେ ଆମେ ପାଇବା,

$$\frac{F_v}{F_m} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \varepsilon_r \qquad (16.30)$$

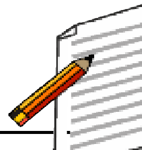
ଏଠାରେ ε_r (କିମ୍ବା k^1) ହେଉଛି ମାଧ୍ୟମର ଆପେକ୍ଷିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶୀଳତା । ଏହାକୁ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଆମେ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ଧ୍ରୁବ୍ରାଙ୍କକୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୂରତାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଦୁଇଟି ଚାର୍ଜ ମଧ୍ୟରେ ଶୂନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମରେ ହେଉଥିବା ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଳ ଏବଂ ସେହି ଚାର୍ଜଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମ ରଖିଲେ, ହେଉଥିବା ବଳର ଅନୁପାତକୁ ଡାଇଲେକ୍ଟିକ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଭାବେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରକାଶ କରିପାରିବ ।

ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ନିମ୍ନ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ପରିଭାଷିତ କରାଯାଇପାରେ

$$k = \frac{\text{ପ୍ଲେଟ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥ ଥିବାବେଳେ କାପାସିଟାନ୍ସ}}{\text{ପ୍ଲେଟ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଶୂନରେ ଥିବାବେଳେ କାପାସିଟାନ୍ସ}} = \frac{C_m}{C_0}$$

ତେଣୁ $C_M = kC_o$ ----------(16.31)

ଧାତୁମାନଙ୍କ ପାଇଁ $k = \infty$, ଅଭ୍ର ପାଇଁ $k = 6$ ଏବଂ କାଗଜ ପାଇଁ $k = 3.6$ ଅଟେ ।



16.4. କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ସଂଯୋଜନ (Grouping of Capacitors)

ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଓ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ ପରିପଥରେ ଏକ ମହତ୍ତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଉପାଦାନ । ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର କାପାଟସିଟର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ କାମ ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରୁ । ସମୟେ ସମୟେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମାନର କାପାସିଟାନ୍ସ ମିଳିନଥାଏ । ଏପରି ସ୍ଥଳରେ କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ସଂଯୋଜନରୁ ଆବଶ୍ୟକ ମାନ (କମ୍ ବା ବେଶୀ) କାପାସିଟାନ୍ସ ମିଳିଥାଏ । ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ସାଧାରଣ ସଂଯୋଜକ ହେଲା :

- ଶ୍ରେଣୀ ସଂଯୋଜନ (Series Grouping)
- ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଜନ (Parallel Grouping)

ଆସ ସେଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଜାଣିବା ।

16.4.1. କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଜନ (Parallet gropiag of Capacitors):-

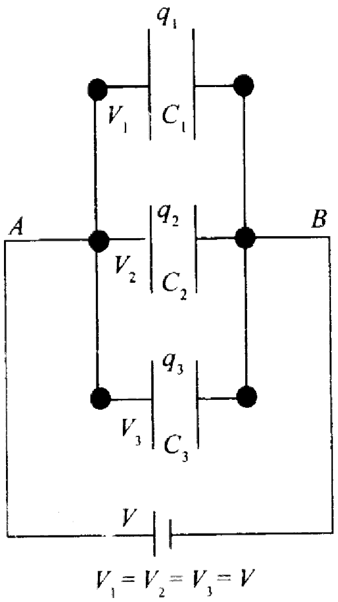
ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଜନରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟରର ଏକ (ପ୍ରଥମ) ପ୍ଲେଟକୁ ବ୍ୟାଟେରୀର ଗୋଟିଏ ଟରମିନାଲ୍‌କୁ ଯୋଗ କରାଯାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ପ୍ଲେଟ୍‌କୁ ବ୍ୟାଟେରୀର ଅନ୍ୟ ଟରମିନାଲୁ ଯୋଗ କରାଯାଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 16.10 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ମନେକର ଏହି ସଂଯୋଗକୁ A ଓ B ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର V ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଛି । ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଜରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ପ୍ଲେଟ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ସମାନ ଅଟେ । ତେଣୁ ଏମାନଙ୍କର ଚାର୍ଜ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଯଥା : q_1, q_2 ଏବଂ q_3 ହେବ,

$$q_1 = C_1V$$
$$q_2 = C_2V$$
$$q_3 = C_3V \text{ ---------------- } (16.32)$$

ସଂଯୋଜନରେ ସମସ୍ତ କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ମୋଟ ଚାର୍ଜ ହେବ,

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$
$$q = (C_1 + C_2 + C_3 + ---)\,V \text{ -------- } (16.33)$$



ଚିତ୍ର 16.10: କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୋଜିତ ।

ମନେକର ଯଦି Cp ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଜନର ସମତୁଲ୍ୟ କାପାସିଟାନ୍ସ ତେଣୁ, $q = C_pV$

ଏହି ସଂପର୍କରୁ ଆମେ ପାଇବା,

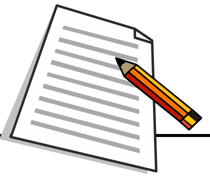
$$q = C_pV = (C_1 + C_2 + C_3)\,V$$

ସାଧାରଣ ଭାବରେ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା,

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3 = \sum_{i=1}^{n} C_1 \text{ ------------ } (16.34)$$

ତେଣୁ ଆମେ ଦେଖୁଛେ ଯେ, ଅନେକ ସଂଖ୍ୟକ କାପାସିଟର ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଜନରେ ଥିଲେ ତାହାର ତୁଲ୍ୟ କାପାସିଟାନ୍ସ ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟାନ୍ସର ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ ହେବ ।

ମନେରଖ, ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଜନାରେ ସମସ୍ତ କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ବିଭବାନ୍ତର ସମାନ ହୁଏ କିନ୍ତୁ ଚାର୍ଜ ଏହାର କାପାସିଟାସ୍ର ଅନୁପାତରେ ବଣ୍ଟନ ହୁଏ । ଏ ପ୍ରକାର ସଂଯୋଜନା ଚାର୍ଜ୍ ଠୁଳ କରିବାକୁ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

16.4.2. କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ପଂକ୍ତି ବା ଶ୍ରେଣୀ ସଂଯୋଜନ (Series Grouping of Capacitors) :

କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଜନରେ ପ୍ରଥମ କାପାସିଟରର ପ୍ରଥମ ପ୍ଲେଟକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ସ ସହ ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ । ପ୍ରଥମ କାପାସିଟରର ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ଲେଟକୁ ଦ୍ୱିତୀୟ କାପାସିଟରର ପ୍ରଥମ ପ୍ଲେଟ ସହ ଯୋଡ଼ାଯାଏ ଏବଂ ଏହି ଭଳି ଆବଶ୍ୟକତା ଅନୁସାରେ ସଂଯୋଗ କରାଯାଏ । ଶେଷ କାପାସିଟରର ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ଲେଟକୁ ଚିତ୍ର 16.11ରେ ଦର୍ଶାଯିବା ଭଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ସ ସହିତ ଯୋଗ କରାଯାଇଛି । ମନେକର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ସରୁ C_1 କାପାସିଟରର ପ୍ରଥମ ପ୍ଲେଟ୍‌କୁ $+q$ ଏକକ ଚାର୍ଜ ଯାଏ । କାପାସିଟରର ମୌଳିକ ତତ୍ତ୍ୱରେ ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଛି C_1 ର ଦକ୍ଷିଣପଟ ପ୍ଲେଟ୍‌ର ଭିତର ପଟେ $-q$ ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ ସୃଷ୍ଟି ହେବ C_1 ର ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ଲେଟର ବାହାର ପଟେ $+q$ ଚାର୍ଜ୍ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେବ । C_2 ର ପ୍ରଥମ ପ୍ଲେଟରେ $+q$ ଏକକ ଚାର୍ଜ ପ୍ରବାହିତ ହେବ ଏବଂ ଏହିଭଳି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲୁରହିବ । ଏହି ପ୍ରକାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟ୍‌ରେ q ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ ଲାଭ କରେ । ଯେହେତୁ ଏ ସମସ୍ତ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍‌ସ ଭିନ୍ନ ଅଟେ, ତେଣୁ ଦୁଇ ପ୍ଲେଟ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅଟେ । ତେଣୁ,

$$V_1 = \frac{q}{C_1}, V_2 = \frac{q}{C_2}, V_3 = \frac{q}{C_3} \qquad (16.35)$$

ଯଦି C_3 ଏହି ଶ୍ରେଣୀ ସଂଯୋଜନର ତୁଲ୍ୟ କାପାସିଟାନସ୍ ହୁଏ । ତେବେ,

$$V = \frac{q}{C_s}$$

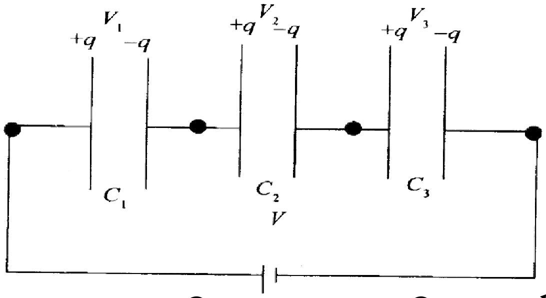
ଏବଂ $V = V_1 + V_2 + V_3$ .... (16.36)

ତେଣୁ $$\frac{q}{C_s} = \frac{q}{C_s} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

କିମ୍ବା $$\frac{1}{C_o} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \text{-----------}(16.37)$$

ଏହି ଶ୍ରେଣୀ କ୍ରମରେ n ସଂଖ୍ୟକ କାପାସିଟର ସଂଯୋଜିତ ହେଲେ, ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା

$$\frac{1}{C_s} = \sum_{i=1}^{1} \frac{1}{C};$$



ଚିତ୍ର 16.11: ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଜନର କାପାସିଟର ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟରର ଚାର୍ଜର ମାତ୍ରା ସମାନ ଅଟେ ।

ତେଣୁ, କିଛି ସଂଖ୍ୟକ କାପାସିଟର ପଂକ୍ତି ସଂଯୋଗରେ ଥିଲେ, ସେମାନଙ୍କର ତୁଲ୍ୟ କାପାସିଟାନ୍‌ସର ବ୍ୟୁତ୍‌କ୍ରମ ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟରର କାପାଟସିଟାନସର ବ୍ୟୁତ୍‌କ୍ରମର ଯୋଗଫଳ ସହିତ ସମାନ । ଉପରଲିଖିତ ସଂପର୍କରୁ ତୁମେ ସ୍ୱୀକାର କରିବ ଯେ C_5 ର ମୂଲ୍ୟ C_1, C_2 ଏବଂ C_3 ମଧ୍ୟରୁ ସବୁଠୁ କମ୍ ଥିବା କାପାସିଟାନ୍‌ସଠାରୁ କମ୍ । ଲକ୍ଷ୍ୟ କର, ଶ୍ରେଣୀ କ୍ରମରେ ଥିବା ସମସ୍ତ କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକରେ ସମାନ ଚାର୍ଜ ରହେ, କିନ୍ତୁ ସେମାନଙ୍କର ପ୍ଲେଟ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର କାପାସିଟାନସ୍‌ର ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ଅଟେ ।

ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର କାପାସିଟର

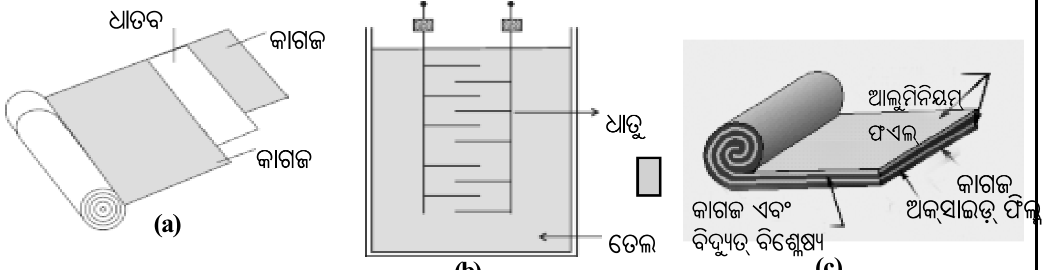
ସାଧାରଣତଃ ତିନି ପ୍ରକାରର କାପାସିଟର ବ୍ୟବସାୟିକ ଭାବରେ ଉପଯୋଗ କରାଯାଏ । ଏହାର ବିନ୍ୟାସ ଚିତ୍ର 16.12 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

1. କାଗଜ କାପାସିଟର :-

ପତଳା କାଗଜ ବା ମାୟାଲର ପାରାଫିନ୍‌ରେ ବୁଡ଼ାଯାଇଥିବା କେତେ ପରସ୍ତର ଉପଯୁକ୍ତ ଆକାର (ଆୟତକାର)ରେ କଟାଯାଏ । କେତେ ପରସ୍ତ ଧାତୁର ପତଳା ଚଦର ମଧ୍ୟ ସମାନ ଆକାରର କଟାଯାଏ । ତାପରେ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଏକାନ୍ତର ଭାବରେ ଗୋଟିକ ଉପରେ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏକୁ ବିଛାଯାଏ । ସବୁଠୁ ବାହାର ସିଟ୍ ମାୟଲର, ଏହା ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଧାତବ ଚଦର ପୁଣି ଏହା ଉପରେ ମାୟାଲର ଓ ତାହା ଉପରେ ଧାତବ ଚଦର ଏହି କ୍ରମରେ ରଖାଯାଏ । ଏସବୁକୁ ଏକ ସିଲିଣ୍ଡର ଆକାରରେ ଗୁଡ଼ାଇଲେ ଛୋଟ ଉପାଦାନଟିଏ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୁଏ ।

2. ଧାତବ ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟର :-

ଚିତ୍ର 16.12(b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ଧାତବ ପ୍ଲେଟ୍ ଏକାନ୍ତର ଭାବେ ଦୁଇଟି ଧାତବ ଦଣ୍ଡ ସହ ସଂଯୋଗ ହୋଇଥାଏ । ସମସ୍ତ ପ୍ଲେଟର ତନ୍ତୁକୁ ସିଲିକନ ତେଲରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହି ତେଲ ପ୍ଲେଟ ମଧ୍ୟରେ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ରୂପେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଉଚ୍ଚ ଭୋଲ୍‌ଟେଜର କାପାସିଟର ଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ଏହି ଶ୍ରେଣୀର ଅଟେ । ମାଇକ୍ରୋଫାରାଡ୍ କାପାସିଟାନ୍‌ସ ଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକ୍ଷମ କାପାସିଟର ସାଧାରଣତଃ ଏହି ଶ୍ରେଣୀୟ । ଏଠାରେ ବାୟୁକୁ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ସେଟ୍ ପ୍ଲେଟ ସ୍ଥିର ରଖାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ସେଟ୍‌ଟି ଗତିଶୀଳ ଅଟେ । ଗତିଶୀଳ ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକୁ ଗତିକରାଇଲେ, ଏହାର ପ୍ରଭାବରେ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ତେଣୁ ଫଳସ୍ୱରୂପ କାପାସିଟାନ୍‌ସ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ଏହି ପ୍ରକାରର କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକୁ ରେଡ଼ିଓ ରିସିଭରରେ ଦେଖାଯାଏ । ପରିବର୍ତ୍ତନକ୍ଷମ କାପାସିଟାନ୍‌ସ ବିଭିନ୍ନ ରେଡ଼ିଓ ଷ୍ଟେସନ୍‌କୁ ଟ୍ୟୁନ୍ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।



ଚିତ୍ର 16.12 ବିଭିନ୍ନ ଶ୍ରେଣୀର କାପାସିଟରସ୍

a) କାଗଜ କାପାସିଟର, b) ପରିବର୍ତ୍ତନକ୍ଷମ କାପାସିଟର ଏବଂ c)ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଲିଟିକ୍ କାପାସିଟର

3. ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଲିଟିକ୍ କାପାସିଟର :-

ଏକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଲିଟ୍‌କ୍‌ଙ୍କ କାପାସିଟରକୁ ଚିତ୍ର 16.12(c) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏକ ପତଳା ଧାତବ ଫଏଲଙ୍କୁ ସିଲିଣ୍ଡର ଆକାରରେ ଗୁଡ଼ାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରସ୍ତର ବ୍ୟାସ କ୍ରମାଗତ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ, ଯେପରିକି ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠ ସହ ଅନ୍ୟଟି ମଧ୍ୟରେ କିଛି ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ଥାଏ । ଏହି ଏକକକୁ ଏକ ଦ୍ରବଣ ଅବସ୍ଥାରେ ଥିବା ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଲାଇଟ୍ (ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ) ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ାଯାଏ । ଦ୍ରବଣଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହୀ, କାରଣ

ଏଥିରେ ଆୟନ ଥାଏ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଲାଇଟ୍ ଏବଂ ଧାତବ ମଧ୍ୟରେ ଭୋଲ୍ଟେଜ୍ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଲାଇଟ୍‌ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହୀତା ଗୁଣହେତୁ ଫଏଲ ଉପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ରୋଧୀ ଅକ୍ସାଇଡର ପତଳା ପରସ୍ତ ମାଡ଼ିଯାଏ । ଏହି ଅକ୍ସାଇଡ୍ ପରସ୍ତ ଏକ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ରୂପେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଡାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ସ୍ତରଟି ଅତି ପତଳା ହୋଇଥିବାରୁ ଏଥିରୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର କାପାସିଟାନ୍‌ସ ମିଳେ । ଏହି ପ୍ରକାର କାପାସିଟର ଗୁଡ଼ିକର ପଜିଟିଭ୍ ଓ ନେଗେଟିଭ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍‌କୁ ଚିହ୍ନ ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ । ପଜିଟିଭ ଓ ନେଗେଟିଭ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ଦ୍ୱୟକୁ ଯୋଡ଼ିବାରେ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ପରସ୍ତ ନଷ୍ଟ ହୋଇଯାଏ । (ସେତେବେଳେ କାପାସିଟର ଏକ ପରିବାହୀ ପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ) । ଏହି ଶ୍ରେଣୀର କାପାସିଟର୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ କମ୍ ଭୋଲ୍‌ଟେଜରେ ଅଧିକ ଚାର୍ଜ ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ଉଦାହରଣ 16.3 :

କୌଣସି ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ ବାୟୁ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନସ୍ 22.0. mF ପ୍ଲେଟମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା d ଅଟେ । ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ $^{d}/_{2}$ ମୋଟେଇର ଏକ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ସ୍ଲାବ୍ ରଖାଯାଏ । ଯଦି ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ (k) = 5 ହୁଏ, ତାହାହେଲେ କାପାସିଟାନସ୍ ପ୍ରଭାବ ହିସାବ କର ।

ଉତ୍ତର :-

ବାୟୁ - କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନସ୍,

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d} = 22.0\ \mu F$$

ନୂଆ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଦୁଇଟି କାପାସିଟରକୁ ପଂକ୍ତିରେ ସଂଯୋଗ କଲେ,

$$C_1 = \frac{K\varepsilon_0 A}{\frac{d}{2}} = \frac{2K\varepsilon_0 A}{d} = 2KC_0$$

ଏବଂ $$C_2 = \frac{\varepsilon_0 A}{\frac{d}{2}} = \frac{2\varepsilon_0 A}{d} = 2C_o$$

ପ୍ରଭାବୀ କାପାସିଟାନ୍‌ସ C ହେଲେ,

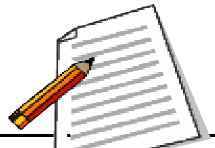
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

କିମ୍ବା $$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$= \frac{2KC_0 \times 2C_0}{2KC_0 + 2C_0}$$

$$= \frac{2KC_0}{K+1}$$

$$= \frac{10 \times 22 \times 10^{-6} F}{6} = 36.7\ \text{mF}$$



ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ : 16.2

1. କାପାସିଟାନସ୍‌ର ବିମୀତି (dimensions) ଗୁଡ଼ିକ ଲେଖ ।

2. ଏକ ସମ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E ରେ d ଦୂରତାରେ ଥିବା ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର କେତେ ?

3. ଏକ ବାୟୁ କାପାସିଟରର ସାଧାରଣ ସଂପୃକ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି C_0, E_0 ଓ V_0 ଅଟେ । ଏହି କାପାସିଟରରେ ଡାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ k ଥିବା ମାଧ୍ୟମ ଭର୍ତ୍ତି କଲେ ଏକା କାପାସିଟରର C,E ଓ V ସହିତ ଏମାନଙ୍କର ସମ୍ବନ୍ଧ କ'ଣ ?

4. ଏକ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମ ଥିବା କାପାସିଟାନସ୍ 1.0 mF ଏବଂ ପ୍ଲେଟ୍ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା 50 cm ହେଲେ କାପାସିଟର ପ୍ଲେଟର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ହିସାବ କର ।

16.4.3. କାପାସିଟରର ସଂଚିତ ଶକ୍ତି (Enorgy Stored in a Capacitor):-

କୌଣସି ବାହ୍ୟ କାରକ ଯଥା :- ବ୍ୟାଟେରୀ ଦ୍ୱାରା କାପାସିଟରର ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ପ୍ଲେଟରୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ବାହାର କରି ଏହାର ନେଗେଟିଭ ଚାର୍ଜ ପ୍ଲେଟକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ କରି ଚାର୍ଜର ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣରେ କିଛି କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହୁଏ ଏବଂ ଏହା କାପାସିଟରରେ ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ରୂପରେ ସଂଚିତ ହୋଇରହେ । ଏହି ଶକ୍ତି ବ୍ୟାଟେରୀରୁ (ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ରୂପେ ସଂଚିତ) ମିଳିଥାଏ । ଏହି କାପାସିଟରକୁ ଏକ ରେଜିଷ୍ଟର ଦେଇ ବିସର୍ଜିତ କଲେ, ଏହି ଶକ୍ତି ତାପଶକ୍ତି ରୂରେପ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।

ମନେକର ଏକ ଅଚାର୍ଜିତ କାପାସିଟରକୁ ଏକ ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସଂଯୋଗ କଲେ ଏଥିରେ q ଚାର୍ଜ ସଂଚିତ ହୁଏ । ଚାର୍ଜ୍ କରିବା ଧୀରେ ଧୀରେ ହୁଏ । କାପାସିଟାର୍‌ର ପ୍ଲେଟ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବନ୍ତର ଏଥିରେ ସର୍ବାଧିକ ଶୂନ ଏବଂ ଅନ୍ତିମ ବିଭବାନ୍ତର V ଅଟେ । ସମୁଦାୟ ଚାର୍ଜକରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ହାରାହାରି ବିଭବାନ୍ତର ହେବ,

$$\frac{0+V}{2} = \frac{V}{2} = \frac{q}{2C}$$

ଚାର୍ଜିଂରେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ;

$$W = \text{ଚାର୍ଜ} \times \text{ବିଭବାନ୍ତର} == q\,\frac{q}{2C} = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$$

$$\text{ତେଣୁ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି, } U = \frac{1}{2}qV = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}CV^2 \qquad (16.38)$$

ଏହି ଶକ୍ତ ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସଂଚିତ ହୋଇ ରହେ । ସଂଚିତ ଶକ୍ତି କାପାସିଟାନସ୍ ସହ ସମାନୁପାତୀ । ବିଭବାନ୍ତର ବଢ଼ିଲେ ଏହା ମଧ ବଢ଼େ । କିନ୍ତୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସୀମା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଶକ୍ତି ସଂଗ୍ରହ କରିପାରେ । ବିଭବାନ୍ତର ଏକ ସୀମାରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ଏହାର ସ୍ୱତଃ ବିସର୍ଜନ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ଚାର୍ଜିତ କାପାସିଟରର ପ୍ଲେଟ ଗୁଡ଼ିକୁ ଛୁଇଁବା ବିପଦଜନକ । କାପାସିଟର ତୁମ ଶରୀର ମାଧ୍ୟମରେ ବିସର୍ଜନ ହୋଇଥାଏ । ଫଳରେ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସକ୍ (shock) ଲାଗେ । ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବରେ ଚାର୍ଜିତ ଉଚ୍ଚ ମାନର କାପାସିଟରରେ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ଶକ୍ତି ପ୍ରାଣପ୍ରତି ବିପଦ ହୋଇପାରେ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

16.5. ଡାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ପୋଲାରାଇଜେସନ

(Dielectrics and Dielectric Polarization):-

ଆମେ ଜାଣିଛେ, ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କୁପରିବାହୀ । ବିନା ପରିବହନରେ ଏଥିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ସଂଚରିତ ହୁଏ । ଡ଼ାଇଇକ୍‌ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର :-

ନନ୍ ପୋଲାର (ଅଧ୍ରୁବିୟ)

ପୋଲାର (ଧ୍ରୁବିୟ)

ଆସ ସେଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ।

a) ନନ୍ - ପୋଲାଉ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥ :-

ନନ୍ - ପୋଲାର ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥର ଅଣୁରେ ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜର କେନ୍ଦ୍ର ଓ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜର କେନ୍ଦ୍ର ଏକାଠି (coincides) ରହନ୍ତି । ସାଧାରଣ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଣୁର ଡ଼ାଇପୋଲ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଶୂନ ଅଟେ । ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ମୁଖ୍ୟତଃ ସମମିତିକ ହୋଇଥାଏ । ଯଥା :- ନାଇଟ୍ରୋଜେନ, ଅକ୍‌ସିଜେନ, ବେଞ୍ଜିନ୍, ମିଥେନ, କାର୍ବନ୍ ଡାଇଅକ୍‌ସାଇଡ୍ ଇତ୍ୟାଦି ।

b) ପୋଲାର ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥ :-

ପୋଲାର ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ଅଣୁ ଗୁଡ଼ିକରେ ଆକୃତିରେ ଅସମତା ଥାଏ, ଯଥା :- ଜଳ, NH_3, HCl ଇତ୍ୟାଦି । ଏହି ଅଣୁଗୁଡ଼ିକରେ ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ଓ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜର କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୂରତା ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାୟୀ ଡ଼ାଇପୋଲ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଥାଏ ।

ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E ରେ ନନ୍ - ପୋଲାର ପଦାର୍ଥ ରଖିଲେ, ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜର ଅଣୁର କେନ୍ଦ୍ର E ଆଡକୁ ଠେଲି ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ନେଗେଟିଭ ଚାର୍ଜର କେନ୍ଦ୍ର E ର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ବିସ୍ଥାପିତ ହୁଏ । ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ହେତୁ ନନ୍ - ପୋଲାର ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟିକ୍ରୁ ଅଣୁରେ ଥିବା ପଜିଟିଭ୍ ଓ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜଗୁଡ଼ିକର କେନ୍ଦ୍ର ପୃଥକ୍ ହୋଇଯାଏ । ସେତେବେଳେ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ଧ୍ରୁବିତ (polarized) ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଣୁରେ ଏକ ଛୋଟ ଡ଼ାଇପୋଲ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରେରିତ ହୋଇଯାଏ । ଯଥାର୍ଥରେ ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ପାରସ୍ପରିକ ଆକର୍ଷଣ ବଳରୁ ଚାର୍ଜର କେନ୍ଦ୍ରଗୁଡ଼ିକୁ ଦୂରକୁ ନେବା ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟ ବଳ ଚାର୍ଜ କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟସ୍ଥ ସନ୍ତୁଳିତ ହୋଇଯାଏ (ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ସ୍ଥାପିତ ହୁଏ) ଏବଂ ଅଣୁ ଧ୍ରୁବୀୟ ହୋଇଯାଏ । ଅଣୁ ଦ୍ୱାରା ଲବ୍ଧ ପ୍ରେରିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ (p) ର ମାନକୁ ନିମ୍ନପ୍ରକାରେ ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ,

$$\mathbf{p} = \alpha\, \varepsilon_0\, \mathbf{E}$$

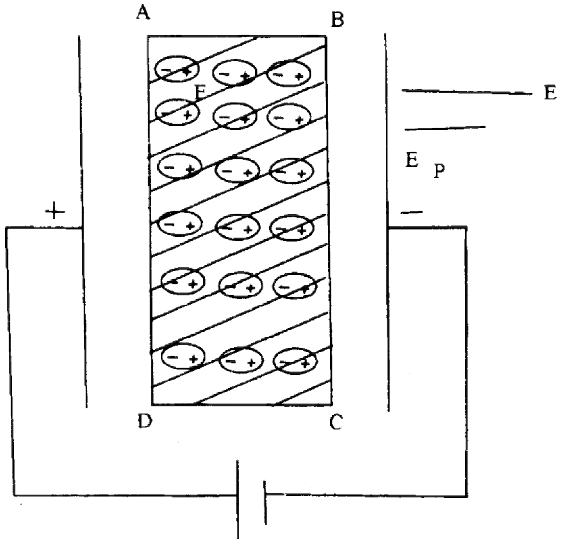
ଏଠାରେ α ସମାନୁପାତୀ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଅଟେ ଏବଂ ଏହାକୁ ପାରମାଣବିକ / ଆଣବିକ ଧ୍ରୁବୀୟତା କୁହାଯାଏ ।

ମନେକର ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E ରେ (ନନ୍‌ପୋଲାର) ଅଧ୍ରୁବୀୟ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଳାବ ABCD କାପାସିଟରରୁ ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର 16.13 ରେ ଦର୍ଶାଯିବା ପରି ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ସ୍ଳାବ ଧ୍ରୁବୀୟ ହୋଇଯାଏ । ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ନେଗେଟିଭ୍ ପ୍ଲେଟ ଆଡ଼କୁ ଏବଂ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ପଜିଟିଭ୍ ପ୍ଲେଟ ଆଡ଼କୁ ବିସ୍ଥାପିତ ହୁଅନ୍ତି । ପୋଲାରାଇଜେସନ (ଧ୍ରୁବାଙ୍କ) ହେତୁ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ଭିତରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E_p ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ, ଯାହାର ଦିଗ E ର ବିପରୀତ ଅଟେ । ତେଣୁ ଅଧ୍ରୁବୀୟ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକର

ଉପସ୍ଥିତ ଯୋଗୁଁ ପ୍ଲେଟଗୁଡିକର ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ହ୍ରାସ ପାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଏକ ଧ୍ରୁବିତ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକରେ ପ୍ରଭାବୀ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମାନ ହେବ,

$$E \text{ (ପ୍ରଭାବୀ)} = E - E_P \text{ -------------------- } (16.39)$$

ତେଣୁ କାପାସିଟରର ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ସେହି ଅନୁସାରେ ହ୍ରାସ ପାଏ (ଯେହେତୁ $V = Ed$); ଏହାର ଫଳସ୍ୱରୂପ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍ସ ବୃଦ୍ଧିପାଏ (ଯେହେତୁ $C=\frac{q}{v}$) ।



ଚିତ୍ର 16.13 : ଚାର୍ଜିତ କାପାସିଟର୍ ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ସ୍ଲାବ

ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ର ପ୍ରୟୋଗ :

- କାପାସିଟର ଅଧିକାଂଶ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥଗୁଡ଼ିକର ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଅଂଶ ଅଟେ । ପାୱାର ସଂରକ୍ଷଣରେ ଏମାନେ ମୁଖ୍ୟ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରନ୍ତି ।
- ଚାର୍ଜ ଉପସ୍ଥିତ ଜାଣିବାକୁ ଏକ ସରଳ ଉପକରଣ ସୁନା ପତ୍ର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋସ୍କୋପ (gold leaf electroscope) ମହାଜାଗତିକ ରଶ୍ମି (cosmic ray) ଗବେଷଣାର ପଥ ଉନ୍ମୁକ୍ତ କରିଥିଲା ।
- ବେଞ୍ଜାମିନ ଫ୍ରାଙ୍କଲିନ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଆବିଷ୍କୃତ ବିଜୁଳି - ପରିବାହୀ (lightnig conductor) ଏବେ ମଧ୍ୟ ଉଚ୍ଚ ଅଟ୍ଟାଳିକାକୁ ବିଜୁଳି ଓ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ପ୍ରକୋପରୁ ରକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି ।
- ଫଟୋ ପ୍ରତିଲିପି ଯାହାକି ଏବେ ଅତି ସାଧାରଣ, ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବସିତ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 16.3

1. ଦୁଇଟି କାପାସିଟ୍ର $C_1 = 12mF$ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଏକ $C_2 = 4mF$ ପରସ୍ପର ସହିତ ସଂଯୋଜିତ ହୋଇଛନ୍ତି । (a) ଫଙ୍କ୍ତି ସଂଯୋଗରେ (b) ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଗରେ ତନ୍ତ୍ରର ପ୍ରଭାବୀ କାପାସିଟାନ୍ସ ହିସାବ କର ।

ଟିପ୍ପଣୀ

2. ଚିତ୍ର 16.14 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଚାରୋଟି କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଯୋଜିତ କରାଯାଇଛି । ଏହି ତନ୍ତ୍ରର ତୁଲ୍ୟ କାପାସିଟାନ୍‌ସ ହିସାବ କର ।

3. ଗୋଟିଏ C=4mF ର ଏକବାୟୁ କାପାସିଟର ଏକ 12V ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି (a) ଏହା ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ଚାର୍ଜିତ ହେଲେ, Q ର ମାନ କେତେ ହିସାବ କର ।

b) ଏହାର ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନ k = 5 ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥରେ ଭରି ଦିଆଗଲେ ପ୍ଲେଟ ଉପରେ ଚାର୍ଜର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

c) ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର ହିସାବ କର ।

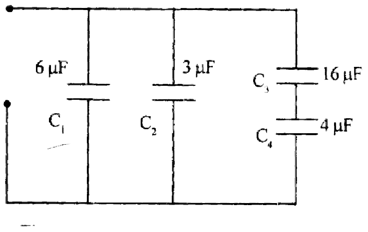
d) ନୂଆ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍‌ସ ହିସାବ କର ।

4. କାପାସିଟାନ୍‌ସ C_0 ଥିବା ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟରକୁ ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ଯୋଡ଼ି V_0 ବିଭବାନ୍ତର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଚାର୍ଜିତ କରାଯାଇଛି । ବ୍ୟାଟେରୀ ସହ ସଂଯୋଗ ଛିନ୍ନ କଲାପରେ ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଖାଲି ସ୍ଥାନରେ ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ସ୍ଲାବ ରଖାଗଲେ,

a) ପ୍ରଥମ ସ୍ଥିତିରେ ?

b) ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ଥିତିରେ କେତେ ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ ସଞ୍ଚିତ ହେବ ?

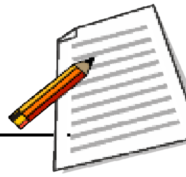
c) କେଉଁଟି ଅଧିକ ଏବଂ କାହିଁକି ?



ଚିତ୍ର 16.14 : କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ସଂଯୋଜନ

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ ଏକକ ଚାର୍ଜ ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରୁ କୌଣସି ଏକ ବିନ୍ଦୁକୁ ଆଣିବା ନିମିତ୍ତ କ୍ଷେତ୍ର ବିରୁଦ୍ଧରେ ସଂପାଦନ କରୁଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ ହେଉଛି ସେହି ବିନ୍ଦୁର ବିଭବ ।
- କୌଣସି ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ ଚାର୍ଜକୁ ଏକ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବିନ୍ଦୁକୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ କରିବାରେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ ତାହାର ପଥ (path) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।
- ଏକ ପରୀକ୍ଷଣ ଚାର୍ଜକୁ ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର କୌଣସି ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆଣିବାକୁ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ 1 ଜୁଲ୍ ହେଲେ ଏହି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବର ମାନ 1 ଭୋଲଟ୍ ହେବ ।
- କୌଣସି ଡ଼ାଇପୋଲର ନିରକ୍ଷୀୟ ସ୍ଥିତିରେ ଯେ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବର ମାନ ଶୂନ୍ ଅଟେ ।
- ଏକ ସମ ବିଭବ ପୃଷ୍ଠର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବ ସମାନ ଅଟେ ।
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ଦୂରତା ସହିତ ବିଭବର ନେଗେଟିଭ୍ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାରରୁ [ଏହାକୁ ବିଭବ ପ୍ରବଣତା (gradient) କହନ୍ତି ।] କ୍ଷେତ୍ରର ମୂଲ୍ୟ ମିଳେ ।

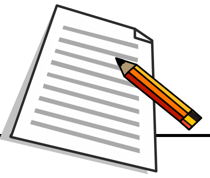


ଟିପ୍ପଣୀ

- ଶୂନ୍ୟର କୌଣସି ସ୍ଥାନକୁ କୌଣସି ସ୍ଥାନକୁ ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରଭାବରୁ ରକ୍ଷା କରିବାକୁ ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଆଚ୍ଛାଦନ କୁହାଯାଏ ।
- କୌଣସି ପରିବାହୀର କାପାସିଟାନ୍‌ସ ଏହି ପଦାର୍ଥର ଆକୃତି, ଆକାର ଏବଂ ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ବରଂ ମାଧ୍ୟମର ଆଚରଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।
- ଡାଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ୍ ଭର୍ତ୍ତି ହୋଇଥିବା ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟରରେ ସେହି କାପାସିଟର ବାୟୁ ବା ନିର୍ବାତ ମାଧ୍ୟମ ଥିବା କାପାସିଟାରର ତୁଳନାରେ k ଗୁଣ ହେବ ।
- ଆପେକ୍ଷିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶୀଳତା ହେଉଛି ଡ଼ାଇଇଲେକଟ୍ରିକ ମାଧ୍ୟମରେ କାପାସିଟରର (କାପାସିଟାନସ୍) ଏବଂ ବାୟୁ କିମ୍ବା ନିର୍ବାତ ମାଧ୍ୟମରେ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍‌ସର ଅନୁପାତ ଅଟେ ।
- କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ପଂକ୍ତି ସଂଯୋନରେ ତୁଲ୍ୟ କାପାସିଟାନ୍‌ସ ସବୁଠାରୁ କମ୍ କାପାସିଟାନ୍‌ସଠାରୁ ମଧ୍ୟ କମ୍ ଅଟେ ।
- କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକର ସମାନ୍ତର ସଂଯୋଜନରେ ତୁଲ୍ୟ କାପାସିଟାନ୍‌ସ ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟାନ୍‌ସର ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ ।
- ଅଧ୍ରୁବୀୟ ଡ଼ାଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକର ଉପସ୍ଥିତି ହେତୁ କାପାସିଟର ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ କ୍ଷେତ୍ର ହ୍ରାସ ପାଏ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ଏକ $q = 20\ \mu C$ ର ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜଠାରୁ 30cm ଦୂରରେ ଥିବା ଏକ ବିନ୍ଦୁରେ ବିଭବର ହିସାବ କର ।
2. ଏକ ସମବାହୁ ତ୍ରିଭୁଜର ତିନି କୋଣରେ 200mC ମାନର ତିନୋଟି ଚାର୍ଜ q_1, q_2 ଏବଂ q_3 ରଖାଯାଇଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବାହୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 10 cm ଅଟେ । ଏହି ତନ୍ତ୍ରର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ହିସାବ କର ।
3. 3 mm ଦୂରତାରେ ଥିବା କାପାସିଟର ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର 12.0 V ଅଟେ । ଏହି ପ୍ଲେଟ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ E ର ପରିମାଣ ହିସାବ କର ।
4. ଚାର୍ଜ +e ଏବଂ - e ଥିବା ଦୁଇଟି ଆୟନ ପରସ୍ପରଠାରୁ 4.0×10^{-10} m ଦୂରତାରେ ଅଛନ୍ତି । ଏହି ତନ୍ତ୍ରରେ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ହିସାବ କର ।
5. ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟରର ଦୁଇ ପ୍ଲେଟ A ଓ B ମଧ୍ୟରେ ବିଭାନ୍ତର 15V ଅଟେ । ଏକ ପ୍ରୋଟନ ($m=1.67 \times 10^{-27}$kg) କୁ A ରୁ B କୁ ନିଆଗଲା । ପ୍ଲେଟ B ନିକଟରେ ପ୍ରୋଟନର ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
6. ଦର୍ଶାଅ, ବିମିତୀୟ ଦୃଷ୍ଟିରୁ Vq ଏବଂ $\frac{1}{2}mv^2$ ପରସ୍ପରର ତୁଲ୍ୟ ଅଟେ । ସଂକେତଗୁଡ଼ିକ ନିଜ ନିଜର ଅର୍ଥ ବୁଝାଉଛନ୍ତି ।
7. କେଉଁ ଅବସ୍ଥାରେ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟର ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ସମ ଅଟେ ।
8. ଏକ r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଲକ + q ଚାର୍ଜ ଅଛି, ଏକ ପରୀକ୍ଷଣ ଚାର୍ଜ q_0 କୁ ଏହାର ଗୋଟିଏ ବ୍ୟାସର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତରୁ ଅବ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ନେବାରେ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ହିସାବ କର । ଯେତେବେଳେ ପ୍ଲେଟମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର V_0 ।
9. C_0 କାପାସିଟାନ୍‌ସ ଥିବା ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ ବାୟୁ କାପାସିଟରର ଗୋଟିଏ ପ୍ଲେଟ ଉପରେ ଚାର୍ଜ

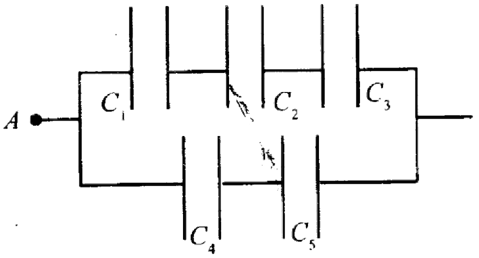


ଟିପ୍ପଣୀ

$+q_0$ ଥିଲା । ପ୍ଲେଟ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା d ଅଟେ । $k = 3$ ମାନର ଡ଼ାଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଥିବା ଡାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ୍ ପ୍ଲେଟ ମଝିରେ ରଖାଗଲା । ନିମ୍ନଲିଖିତ କେଉଁ ରାଶିଟି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେବ ଓ କାହିଁକି ?

i) କାପାସିଟାନ୍‌ସ ii) ଚାର୍ଜ iii) ବିଭବାନ୍ତର ଏବଂ (iv) କ୍ଷେତ୍ର ସାନ୍ଦ୍ରତା

10. ନିମ୍ନ ପ୍ରକାର କାପାସିଟରଗୁଡ଼ିକ ସଂଯୋଗ ନିରୀକ୍ଷଣ କର । A ଓ B ମଧ୍ୟରେ ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ 16V ହେଲେ



$C_1 = 2\ \mu F$, $C_2 = 4\ \mu F$, $C_3 = 8\ \mu F$,
$C_4 = 3\ \mu F$, $C_5 = 3\mu F$

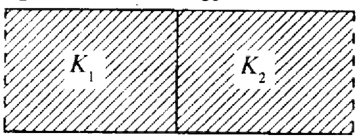
କଳନା କର :-

a) A ଓ B ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭାବୀ କାପାସିଟାନ୍‌ସ୍

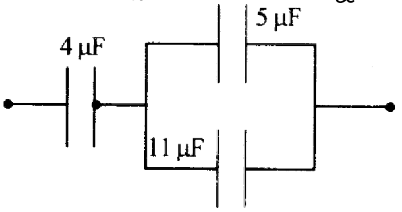
b) ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟର ଉପରେ ଚାର୍ଜ ଏବଂ

c) ପ୍ରତ୍ୟେକ କାପାସିଟରର ଉପରେ ବିଭବାନ୍ତର

11. ଏକ ବାୟୁ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍‌ସ୍ $8\mu F$ ଅଟେ । ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଦୁଇଟି ସମାନ ଆକାରର ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଭର୍ତ୍ତି କରାଯାଇଛି । ଡ଼ାଇଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଗୁଡ଼ିକ - $k_1 = 3.0$ ଏବଂ $k_2 = 6.0$ ହେଲେ ନୂତନ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍‌ସ୍ ହିସାବ କର ।



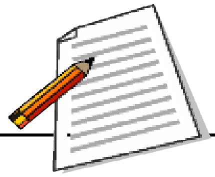
12. ନିମ୍ନରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ତନ୍ତ୍ରରେ, ତୁଲ୍ୟ କାପାସିଟାନ୍‌ସ୍ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।



13. ଏକ $3.0\ mF$ ର ବାୟୁ କାପାସିଟରକୁ 12.0V ବିଭବକୁ ଚାର୍ଜିତ କରାଗଲା । ତା'ପରେ k= 7 ମାନର ଡ଼ାଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଲାବ୍ ଦ୍ୱାରା ଏହାର ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରାଗଲା । ତନ୍ତ୍ରରେ ସଂଚିତ ଶକ୍ତିର ଅନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

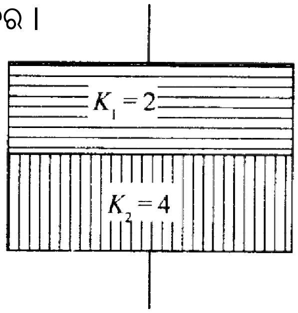
14. ଏକ $p = 3.5 \times 10^{-15}$ Cm ଡ଼ାଇପୋଲ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ଥିବା ଡ଼ାଇପୋଲକୁ ଏକ ସମ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର $E = 2.0 \times 10^4 NC^{-1}$ ରେ ରଖାଗଲା । ଡ଼ାଇପୋଲ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର ସହ 60^0 କୋଣ କରି ରହିଲେ, ହିସାବ କର -

a) ଡାଇପୋଲର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ଏବଂ (b) ଡ଼ାଇପୋଲ ଉପରେ ଆଘୂର୍ଣ୍ଣ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

15. ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ ବାୟୁ କାପାସିଟରର କାପାସିଟାନ୍ସ 12 mF ଅଟେ । ଦୁଇ ପ୍ଲେଟ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା 8 mm ଅଟେ । ଦୁଇଟି ସମାନ ଆକାରର ଡ଼ାଇପୋଲ ସ୍ଲାବ ଖାଲିସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଇଛି । ନୂଆ କାପାସିଟାନ୍ସର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।



ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

16.1.

1. r (r > R) ଉପରେ ବିଭବ

$$v = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\ \frac{q}{\pi}$$

2. ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଚାର୍ଜର ଚାରିପାଖରେ କ୍ଷେତ୍ର ବର୍ତ୍ତୁଳୀୟ ସମମିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଗୋଲକର ପୃଷ୍ଠରେ ସମସ୍ତ ବିନ୍ଦୁ ସମବିଭବରେ ଅଛି । ଏକ ସମ ବିଭବ ପୃଷ୍ଠରେ ଚାର୍ଜକୁ ଗତି କରାଇଲେ କୌଣସି କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହୁଏ ନାହିଁ ।

3. $E = -\frac{dv}{dr}$ ଯେହେତୁ V ର ମାନ ସ୍ଥିର ଅଟେ, E ର ମାନ ଶୂନ୍ ଅଟେ ତେଣୁ ସମୀକରଣ (16.22) ଅନୁସାରେ

$$E = \frac{V_A - V_E}{d}$$ ଯେହେତୁ $V_A = V_B$ ର ମାନ ଶୂନ ଅଟେ ।

4. ନୁହେଁ । ସର୍ବଦା ଆବଶ୍ୟକ ନୁହେଁ । ଯେତେବେଳେ E = 0, ବିଭବର ମାନ ଶୂନ କିମ୍ବା ସ୍ଥିର ହେବ ।

5. ଦୁଇଟି ସମବିଭବ ପୃଷ୍ଠ କେବେହେଲେ ପରସ୍ପରକୁ ଛେଦ କରିବା ନାହିଁ । ଯଦି କରନ୍ତି, ଛେଦ ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗକୁ ଦର୍ଶାଇବାକୁ ଆମକୁ ଦୁଇଟି ଅଭିଲମ୍ବ ଟାଣିବାଫଳରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରର ଦୁଇଟି ଦିଗ ପାଇବା ।

16.2

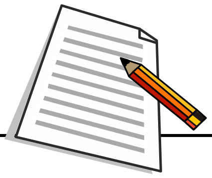
$$1.c = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{} = \frac{Q \times Q}{} = \frac{Q^2}{N.M}$$

ଏହାର ମୂଳ ଏକକ,

$\therefore C^2 = A^2s^2$ ଏବଂ ନିଉଟନ = ବସ୍ତୁତ୍ୱ x ତ୍ୱରଣ = $kg\frac{m}{s^2}$

କାପାସିଟାନ୍ସ୍ = $\frac{C^2}{Nm} = \frac{A^2S^2}{kg\frac{m^2}{s^2}} = \frac{A^2S^4}{kgm^2}$

$= A^2S^2(kgm^2)^{-1}$



ଟିପ୍ପଣୀ

2. ଏକ ସମାନ୍ତର ପ୍ଲେଟ କାପାସିଟରରେ E ର ମାନ ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ସମାନ ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତର

$V_A - V_B = E \times d$

3. C_0, E_0, V_0 ବାୟୁ କାପାସିଟର ପାଇଁ
C, E, V ଡାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ କାପାସିଟର ପାଇଁ

$$K = \frac{C}{C_0},\ K = \frac{V_0}{V},\ K = \frac{E_0}{E}$$

4. C = 1.0 mF 1.0 x 10^{-6}F
d = 50 cm = 0.5 m.

$$\therefore A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} \text{ ଯେହେତୁ } e_0 = 8.85 \times 10^{-12},$$

$$A = \frac{1.0 \times 10^{-6} \times 0.5}{8.85 \times 10^{-12}}$$

$$= \frac{5 \times 10^{-7}}{8.85 \times 10^{-12}}$$

$$= 0.56 \times 10^5 m^2$$

16.3

1. a) 3 mF b) 16 mF 20 12 2 mF
3. a) 96 mc b) 0.480 C c) 12 v d) 40 mF
4. a) $\frac{1}{2}C_0V_0$ b) $\frac{1}{2}\frac{(C_0V_0)^2}{C_0R} = \frac{1}{2K}\ C_0V_0{}^2$

c) ପ୍ରଥମ ସ୍ଥିତିରେ ଶକ୍ତି ଅଧିକ ହେବ କାରଣ ସମାନ ଶକ୍ତି ଡ଼ାଇଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍‌କୁ ଭିତରୁ ଟାଣିବାରେ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର :

1. 6 x 10^5 V
2. 1.08 x 10^4J
3. 4 x 103 V_m^{-1}
4. –5.76 x 10^{-19}J
5. 1.4 x 109_{ms}^{-2}

10. a) $\frac{37}{14}$ μF b) $\frac{128}{7}\ \mu C,\ \frac{128}{7}\ \mu C,\ 24\ \mu C$

c) $\frac{64}{7}V,\ \frac{32}{7}V,\ \frac{16}{7}V$, 8V, 8V

11. 3 υF
12. $\frac{16}{5}\ \mu F$
13. 1:7
14. (a) 3.5 x 10^{-11}J (b) 6 x 10^{-19} Nm
15. 32 υF