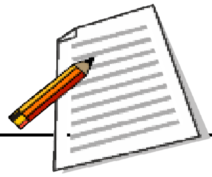


12

ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଏବଂ ସୌର ଶକ୍ତି

(HEAT TRANSFER AND SOLAR ENERGY)

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ତୁମେ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ନିୟମମାନ ପଢ଼ିଛ । ଏକ ତାପ ଗତିକ ତନ୍ତ୍ରରେ ଏହା ତାପୀୟ ଶକ୍ତିର ପ୍ରବାହ ଏବଂ ଦିଗ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରେ । ଏହି ପାଠରେ ତୁମେ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସଂପର୍କରେ ଜାଣିବ । ସୂର୍ଯ୍ୟରୁ ଆସୁଥିବା ଶକ୍ତି ଯୋଗୁଁ ଆମ ସୁନ୍ଦର ଗ୍ରହରେ ଜୀବନ ସମ୍ଭବ । ପୃଥିବୀରେ ପହଞ୍ଚିବା ପୂର୍ବରୁ ଏହା ପୃଥିବୀ ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ବାୟୁଶୂନ୍ୟତା ଅର୍ଥାତ୍ ନିର୍ବାତ ଏବଂ ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମ ଦେଇ ଗତିକରେ । ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ଆମେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରାୟ 70 ୱାଟ ହାରରେ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରୁଛେ ? ଏଠି ଆମେ ବିକିରଣ ସଂପର୍କରେ ସବିସ୍ତାର ଭାବେ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା । ଆମଠାରୁ ଯଦିଓ ସେମାନେ ବହୁ ଦୂରରେ ଅଛନ୍ତି, ତଥାପି ତାରକାମାନଙ୍କର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କିପରି ସମ୍ଭବ ହେବ, ତାହା ଆମେ ଏହି ପାଠରୁ ଜାଣିବା ।

ଆଉ ଏକ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେଉଛି **ପରିବହନ,** ଯାହା ପାଇଁ ଏକ ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମ ରହିବା ନିଶ୍ଚିତ ଆବଶ୍ୟକ । ଗୋଟିଏ ଧାତବ ଦଣ୍ଡର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କଲେ, କିଛି ସମୟ ପରେ ଅନ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତଟି ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଏ । ସେଥିପାଇଁ ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ଉପକରଣ ନିମିତ୍ତ କାଠ ବା ସେଭଳି କିଛି ତାପ କୁପରିବାହୀରେ ତିଆରି ହ୍ୟାଣ୍ଡଲ୍ (handle) ବ୍ୟବହାର କରୁ । ଆମ ଘରର କାନ୍ଥରେ ଆପତିତ ତାପଶକ୍ତି ପରିବହନ ଯୋଗୁଁ ଘର ଭିତରକୁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରବେଶ କରେ । କିନ୍ତୁ ତୁମେ ପାତ୍ରରେ ଜଳକୁ ଗରମ କଲେ, ନିମ୍ନତମ ଅଂଶ ନିକଟରେ ଥିବା ଜଳର ଅଣୁମାନ ପ୍ରଥମେ ତାପ ଗ୍ରହଣ କରନ୍ତି । ସେମାନେ ପାତ୍ରର ନିମ୍ନତମ ଅଂଶରୁ ଜଳ ପୃଷ୍ଠକୁ ଉଠେ ଏବଂ ତାପ ଶକ୍ତି ବହନ କରନ୍ତି । ଏହି ଧରଣର ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣକୁ **ପରିଚଳନ** କୁହାଯାଏ । ଏହି ପୃଥିବୀରେ ଜୀବନର ଅସ୍ତିତ୍ୱ ନିମିତ୍ତ ଅପରିହାର୍ଯ୍ୟ ମୌସୁମୀ ବାୟୁ ଭଳି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରାକୃତିକ ପରିଘଟଣାମାନଙ୍କ ପାଇଁ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାମାନ ଦାୟୀ । ଏହି ଇଉନିଟ୍‌ରେ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସଂପର୍କରେ ଅଧିକ ଜାଣିବା ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ପାଠର ଅଧ୍ୟୟନ ପରେ ତୁମେ:

- *ପରିବହନ, ପରିଚଳନ ଓ ବିକିରଣ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଜାଣି ପାରିବ ।*
- *ତାପୀୟ ପରିବହନ ଗୁଣାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖି ପାରିବ :*
- *ସବୁଜ ଗୃହ ପ୍ରଭାବ ଏବଂ ପୃଥିବୀରେ ଜୀବସତ୍ତା ପାଇଁ ଏହାର ପରିଣାମ ଏବଂ*
- *କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ବିକିରଣ ନିୟମମାନର ପ୍ରୟୋଗ ଜାଣି ପାରିବ ।*

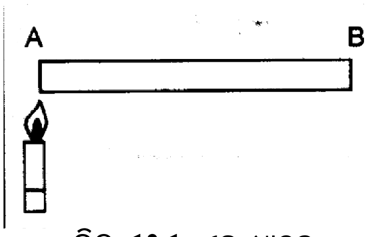
12.1 ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟାମାନ

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ତୁମେ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ନିୟମମାନ ପଢ଼ିଛ । ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ ସ୍ୱୀକାର କରୁଛି ଯେ ଉଚ୍ଚତର ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ବସ୍ତୁରୁ ନିମ୍ନତର ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ବସ୍ତୁକୁ ପ୍ରବାହିତ ହେବା ତାପର ଏକ ସ୍ୱାଭାବିକ ପ୍ରବୃତ୍ତି । ଉଭୟ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ସମାନ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲୁ ରହେ । ତୁମେ ମନେ

ଟିପ୍ପଣୀ

ପକାଅ, ଅଣୁଗତି ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରା ସହିତ ତାହାର ମାଧ୍ୟ ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ସଂପର୍କ ଅଛି । ଏହାର ଅର୍ଥ, ଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ମାଧ୍ୟ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଥାଏ ।

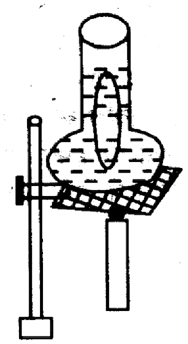
ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ତିନୋଟି ପଦ୍ଧତିରେ ହୋଇଥାଏ । ସେମାନେ ହେଲେ : *ପରିବହନ, ପରିଚଳନ* ଏବଂ *ବିକିରଣ* । ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନରେ ଅଣୁଗତି ସାହାଯ୍ୟରେ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ହୁଏ । ଏହା କିପରି ହୁଏ, ବୁଝିବା ।



ଚିତ୍ର 12.1 ଏକ ଧାତବ ଦଣ୍ଡରେ ତାପ ପରିବହନ

ପରିବହନ ଦ୍ୱାରା ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ସାଧାରଣତଃ ଘନ ପଦାର୍ଥରେ ଦେଖାଯାଏ । ଜାଣିଛୁ ଯେ ଘନ ପଦାର୍ଥରେ ପରମାଣୁମାନ ଦୃଢ଼ଭାବରେ ରୁହନ୍ତି । ତାପ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ, ସେମାନେ ତାଙ୍କର ସ୍ଥାନ ଛାଡ଼ି ପାରିବେ ନାହିଁ । କିନ୍ତୁ ସନ୍ତୁଳନ ଅବସ୍ଥାନ ପ୍ରତି କମ୍ପନ କରିବାକୁ ବାଧ୍ୟ ହୁଅନ୍ତି । ଏକ ଧାତବ ଦଣ୍ଡରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଗରମ କଲେ (ଚିତ୍ର 12.1) ସେମାନଙ୍କର ଗତିରେ କ'ଣ ହୁଏ, ବୁଝାଯାଉ । A ପ୍ରାନ୍ତ ନିକଟରେ ଥିବା ପରମାଣୁମାନ ଗରମ ହୁଏ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । ବର୍ଦ୍ଧିତ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ସହିତ ସେମାନେ ସେମାନଙ୍କର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ ପ୍ରତି କଂପନ କରନ୍ତି ଏବଂ ତାଙ୍କର ନିକଟତମ ପରମାଣୁ ସହିତ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଥିବାରୁ ନିଜର ଗତିଜ ଶକ୍ତିର କିଛି ପରିମାଣ ସେମାନଙ୍କୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରନ୍ତି । ଏହି ପରମାଣୁମାନ ପୁନର୍ବାର ସେମାନଙ୍କର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ପରମାଣୁକୁ କିଛି ଗତିଜ ଶକ୍ତି ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରନ୍ତି ଏବଂ ଏହା ସେପରି ଚାଲୁ ରହେ । ଦଣ୍ଡର ଅପର ପ୍ରାନ୍ତ B ରେ ଥିବା ପରମାଣୁମାନଙ୍କୁ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲୁ ରହେ । ମାଧ୍ୟ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ତାପମାତ୍ରାର ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥିବାରୁ, B ପ୍ରାନ୍ତ ଗରମ ହୁଏ । ଅତଏବ, ପରିବହନ ଦ୍ୱାରା ପରମାଣୁରୁ ପରମାଣୁକୁ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତର ହୁଏ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ, **ପରମାଣୁମାନ ପୁରାପୁରି ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ କିନ୍ତୁ ସେମାନଙ୍କର ମାଧ୍ୟ ସଂତୁଳନ ଅବସ୍ଥାନ ପ୍ରତି କେବଳ ଦୋଳନ କରନ୍ତି ଏବଂ ଗୋଟିକରୁ ଅନ୍ୟଟିକୁ ଶକ୍ତି ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରନ୍ତି ।**

ପରିଚଳନରେ, ପ୍ରବହର ଅଣୁମାନ ତାପଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣ କରେ ଏବଂ ଉପରକୁ ଉଠେ । ଏହା କିପରି ହୁଏ ଦେଖିବାକୁ ତୁମେ ଗୋଟିଏ ଫ୍ଲାସ୍କ୍ (flask) ରେ କିଛି ଜଳ ନିଅ ଏବଂ ପୋଟାସିୟମ୍ ପରମାଙ୍ଗାନେଟ୍ ($KMnO_4$)ର ଦାନା (grain) ପାଣି ତଳେ ରଖ । ଫ୍ଲାସ୍କ ତଳେ ଗୋଟିଏ ବୁନସେନ୍ ଶିଖା ରଖ । ଫ୍ଲାସ୍କ ତଳେ ଥିବା ପ୍ରବହ ଗରମ ହେଲେ, ଏହା ସଂପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । ସାନ୍ଦ୍ରତା କମେ ଏବଂ ପ୍ଳବ ବଳ ଯୋଗୁଁ ଏହା ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱଗତିକ (ଚିତ୍ର 12.2) ହୁଏ । ଗରମ ଜଳ ଉପରକୁ ଉଠିବାରୁ ତା'ର ସ୍ଥାନ ନିଏ ତଳକୁ ଆସୁଥିବା ଅଧିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଶୀତଳ ଜଳ । ତେଣୁ ନିମ୍ନମୁଖୀ ଶୀତଳ ଜଳ ଓ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ ଗରମ ଜଳର ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଜଳ ଧୀରେ ଧୀରେ ଗରମ ହୋଇଯାଏ । $KMnO_4$ ଜଳକୁ ଲାଲ କରୁଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଏହି ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ ଦେଖି ହେବ ।

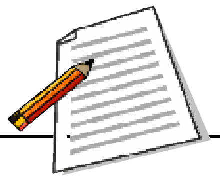

ଚିତ୍ର 12.2 ଗରମ କଲେ ଜଳରେ ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ

ବିକିରଣରେ, ତାପଶକ୍ତି ତରଙ୍ଗ ରୂପରେ ଗତି କରେ । ଏକ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟରେ ତୁମେ ଏହି ତରଙ୍ଗର ଧର୍ମ ସଂପର୍କରେ ଜାଣିବ । ଏହି ତରଙ୍ଗମାନ ନିର୍ବାତରେ ଗତି କରିପାରେ ଏବଂ ଏହାର ସଞ୍ଚାରଣ ନିମିତ୍ତ କୌଣସି ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ କରେ ନାହିଁ । ସୂର୍ଯ୍ୟରୁ ଆମ ପାଖକୁ ତାପ ମୁଖ୍ୟତଃ ବିକିରଣ ଦ୍ୱାରା ଆସିଥାଏ ।

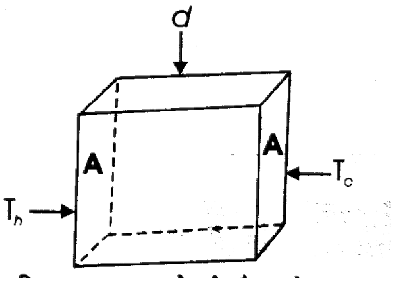
ଆମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାମାନଙ୍କ ସଂପର୍କରେ ବିଶଦ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା ।

12.1.1 ପରିବହନ

ପୃଷ୍ଠଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ A ଏବଂ ମୋଟେଇ d ଥିବା ଗୋଟିଏ ଆୟତାକାର ସ୍ଲାବ୍‌କୁ ଦେଖ । ଏହାର ଦୁଇ ପାର୍ଶ୍ୱ ତାପମାତ୍ରା T_h ଏବଂ $T_C(<T_h)$ ରେ ରହିଛି, ଚିତ୍ର 12.3 ।



ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠରୁ ଅନ୍ୟ ପୃଷ୍ଠକୁ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଯେଉଁ ସମସ୍ତ କାରକ (factor) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ, ସେ ସମସ୍ତ ଏଠାରେ ବିଚାର କରାଯାଉ । ଆମେ ସ୍ୱାଭାବିକ ଭାବରେ ମନେ କରୁ ଯେ, ଯଦି କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଅଧିକ ତେବେ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଅଧିକ (Q a A) । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ମୋଟେଇ ଅଧିକ ତ' ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ କମିବ (Q a $1/d$) । ପୃଷ୍ଠମାନଙ୍କ ତାପମାତ୍ରାର ପାର୍ଥକ୍ୟ, ($T_h - T_C$) ଅଧିକ ହେଲେ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଅଧିକ ହେବ । ଶେଷରେ, ଯେତେ ଅଧିକ ସମୟ t ପାଇଁ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଚାଲୁ ରହେ, Q ର ମୂଲ୍ୟ ସେତେ ଅଧିକ ହେବ ।



ଚିତ୍ର 12.3 : ପୃଷ୍ଠକ୍ଷେତ୍ରଫଳ A ଓ ମୋଟେଇ d ଥିବା ଏକ ସ୍ଲାବ୍‌ର ପୃଷ୍ଠମାନେ T_h ଓ T_c ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବାବେଳେ ସ୍ଲାବ୍‌ରେ ତାପ ପରିବହନ

ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ କରି, ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା,

$$Q \text{ a } \frac{A(T_h - T_c).t}{d}$$

$$Q = \frac{KA(T_h - T_c).t}{d} \qquad (12.1)$$

ଏଠାରେ K ହେଉଛି ଏକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଯାହାକି ସ୍ଲାବ୍‌ର ଜଡ଼ର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହାକୁ ତାପୀୟ ପରିବହନର ଗୁଣାଙ୍କ ବା କେବଳ **ତାପ ପରିବାହିତା** କୁହାଯାଏ ।

ଗୋଟିଏ 1m^2 ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଓ 1m ପାର୍ଶ୍ୱଦୈର୍ଘ୍ୟ ଥିବା ଏକ ଜଡ଼ ପଦାର୍ଥର ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱ 1K ତାପମାତ୍ରା ପାର୍ଥକ୍ୟରେ ଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ, ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣକୁ ସେହି ଜଡ଼ର **ତାପ ପରିବାହିତା** କୁହାଯାଏ । ତାପ ପରିବାହିତାର SI ଏକକ ହେଉଛି Wm^{-1} K^{-1} । କେତେକ ଜଡ଼ ନିମିତ୍ତ K ର ମୂଲ୍ୟ ସାରଣୀ 12.1 ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 12.1

କେତେକ ଜଡ଼ର ତାପ ପରିବାହିତା

ଜଡ଼	ତାପ ପରିବାହିତ $Wm^{-1} K^{-1}$
ତମ୍ବା	400
ଆଲୁମିନିୟମ	240
କଂକ୍ରିଟ୍	1.2
କାଚ	0.80
ଜଳ	0.60
ଦେହଲଗା ପାଉଡ଼ର	0.20
ବାୟୁ	0.025
ଥର୍ମୋକୋଲ୍	0.01

ଉଦାହରଣ 12.1 : ବରଫ ଭର୍ତ୍ତି ହୋଇଥିବା ବାକ୍ସର ପାର୍ଶ୍ୱ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 30 ସେ.ମି. ଏବଂ ମୋଟେଇ 5.0 ସେ.ମି. । ବାହାରେ ଯଦି ତାପମାତ୍ରା 45^{0}C ହୋଇଥାଏ, ତେବେ 6 ଘଣ୍ଟାରେ କେତେ ପରିମାଣର ବରଫ ତରଳିବ, ଆକଳନ କର । (ଥର୍ମୋକୋଲର ତାପ ପରିବାହୀତା ହେଉଛି 0.01Js^{-1}m^{-1} ^{0}C^{-1} ଏବଂ ବରଫର ପ୍ରଚ୍ଛନ୍ନ ତାପ ହେଉଛି 335J g^{-1})

ସମାଧାନ : ସମୀକରଣ (12.1) ପ୍ରୟୋଗ କରି ଏକ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଇ ବାକ୍ସ ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ତାପର ପରିମାଣ :

$$Q = \frac{KA(T_h - T_c).t}{d}$$

$= (0.01 \text{ J s}^{-1}\text{m}^{-1} {}^0\text{C}^{-1}) \text{ x } (900 \text{ x } 10^{-4}\text{m}^2) \text{ x } (45^0\text{c})(6 \text{ x } 60 \text{ x } 60\text{s}) / (5 \text{ x } 10^{-2}\text{m}) =$ 10496J

ବାକ୍ସର 6 ଟି ପାର୍ଶ୍ୱ ଥିବାରୁ ବାକ୍ସ ମଧ୍ୟରୁ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ସମୁଦାୟ ତାପର ପରିମାଣ

$Q =$ 10496 x 6J

Q କୁ L ଦ୍ୱାରା ଭାଗ କଲେ, ତରଳୁଥିବା ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମିଳି ପାରିବ :

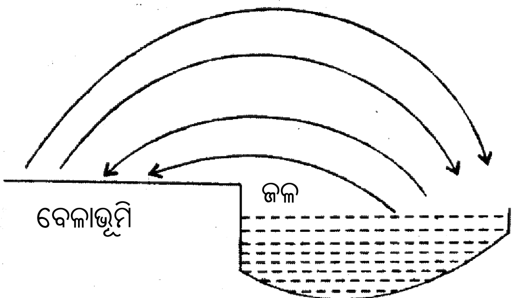
$$m = Q / L = \frac{10496\text{J}}{335\text{Jg}^{-1}} \text{x} 6 = 313 \text{ x } 6\text{g} = 1878 \text{ g}$$

ତୁମେ ସାରଣୀ 12.1 ରୁ ଦେଖି ପାରିବ ଯେ ତମ୍ବା ଏବଂ ଆଲୁମିନିୟମ୍ ଭଳି ଧାତୁମାନଙ୍କର ତାପ ପରିବାହିତା ଅଧିକ । ଏହାର ଅର୍ଥ ତମ୍ବା ମଧ୍ୟରେ ତାପ ପରିବହନ ସହଜରେ ହୁଏ । ଏହି କାରଣରୁ ରନ୍ଧନ ପାତ୍ର ଓ ତାପକ ପାତ୍ରମାନ ତମ୍ବାରେ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ, ବାୟୁ ଓ ଥର୍ମୋକୋଲ୍‌ର ତାପ ପରିବାହିତା ଅତି କମ୍ । ଅଳ୍ପ ମୂଲ୍ୟର K ଥିବା ବସ୍ତୁମାନଙ୍କୁ ଆମେ ବେଳେ ବେଳେ ତାପରୋଧି କହୁ । ଶୀତଦିନେ ଆମେ ଉଲ୍‌ର ଜାମା ପିନ୍ଧୁ କାରଣ ଉଲ୍ ତନ୍ତୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ରହିଥିବା ବାୟୁ ଆମ ଶରୀରରୁ ତାପକ୍ଷୟ ବନ୍ଦ କରେ । ଉଲ୍ ଏକ ଉତ୍ତମ ତାପରୋଧି କାରଣ ଏହାର ତନ୍ତୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ବାୟୁ ରହିଯାଇଥାଏ । ବନ୍ଦ ହୋଇ ରହିଥିବା ତାପଯୋଗୁଁ ଆମେ ଉଷ୍ମମ ଅନୁଭବ କରୁ । ଏପରିକି କେତେ ଖଣ୍ଡ ସୂତା ଚାଦର ଗୋଟିକ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ରଖି ଘୋଡ଼ାଇ ହେଲେ, ଦୁଇ ସ୍ତର ମଧ୍ୟରେ ରହିଥିବା ବାୟୁ ଯୋଗୁଁ ଶୀତ ଲାଗେ ନାହିଁ । ଖରାଦିନେ ବରଫ ଖଣ୍ଡ ନ ତରଳିବା ପାଇଁ ଆମେ ତାକୁ ଥର୍ମୋକୋଲ୍‌ରେ ତିଆରି ବାକ୍ସରେ ରଖୁ । ଅନେକ ସମୟରେ ବରଫକୁ ଆମେ ଝୋଟ ବ୍ୟାଗ୍‌ରେ ଗୁଡ଼ାଇ ରଖୁ କାରଣ ଏହାର ତାପ ପରିବାହିତା ମଧ୍ୟ କମ୍ ।

12.1.2 ପରିଚଳନ

ଏହା ଏକ ସାଧାରଣ ଅଭିଜ୍ଞତା ଯେ ଏକ ହ୍ରଦ ନିକଟରେ ବା ସମୁଦ୍ର କୂଳରେ ଗରମ ଦିନରେ ଚାଲିଲା ବେଳେ ଆମେ ଶୀତଳ ବାୟୁ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସୁ । ଏହାର କାରଣ ଜାଣିଛ କି ?

ହ୍ରଦ ବା ସମୁଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରୁ ଜଳର ଅନବରତ ବାଷ୍ପୀକରଣ ଯୋଗୁଁ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ହ୍ରାସ ପାଏ । କିନ୍ତୁ ବେଳାଭୂମିରେ ଗରମ ବାୟୁ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ଏବଂ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱଗାମୀ ହୁଏ । (ଚିତ୍ର 12.4). ଏହା ଯୋଗୁଁ ବେଳାଭୂମିରେ ଏକ ଲଘୁଚାପ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଏବଂ ଫଳରେ ଜଳ ପୃଷ୍ଠ ଉପରୁ ଶୀତଳ ବାୟୁ ବେଳା ଦିଗରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଏ ସବୁର ମିଳିତ ପ୍ରଭାବରେ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଗରମ ଥିବା ବେଳା ଭୂମିରୁ ଶୀତଳ ଥିବା ଜଳକୁ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ହୁଏ । ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ହାର ଅନେକ କାରକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ପରିବହନ ପରିଚାଳନା ପାଇଁ କୌଣସି ସରଳ ସମୀକରଣ ନାହିଁ । ଅବଶ୍ୟ, **ଦୁଇ ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ତାପ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଓ ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ସେମାନଙ୍କର ପୃଷ୍ଠ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ ପରିଚଳନ ଯୋଗୁଁ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣର ହାର ନିର୍ଭର କରେ ।**



ଚିତ୍ର 12.4 ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ

କୂଳରୁ ଗରମ ବାୟୁ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱଗାମୀ ହୁଏ ଏବଂ ଶୀତଳ ଜଳ ଦିଗରେ ଗତି କରେ । ଜଳ ଉପରିଭାଗରୁ ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ ଶୀତଳ ବାୟୁ ଭାବେ ଅନୁଭବ ହୁଏ

ଏବେ ଦେଖାଯାଉ, ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ପଦ୍ଧତି ସଂପର୍କରେ ତୁମେ କ'ଣ ଜାଣିଲ -

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 12.1

1. ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

2. K ର ଏକକ $Js^{-1}\ m^{-10}\ C^{-1}$, ପ୍ରତିପାଦନ କର ।

3. ଶୀତଦିନେ ମନୁଷ୍ୟମାନେ କାହିଁକି ଉଲ୍ ପୋଷାକରେ ଶରୀରକୁ ଘୋଡ଼ାନ୍ତି ?

4. $1m^2$ ପୃଷ୍ଠ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଓ 1m ମୋଟେଇର ଏକ ଘନାକୃତିର ସ୍ଲାବର ତାପ ପରିବାହିତ । K ଥିବା ଜଡ଼ରୁ ତିଆରି ହୋଇଛି । ସ୍ଲାବର ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱ 1^0C ତାପ ପାର୍ଥକ୍ୟରେ ଅଛନ୍ତି । ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ପାର୍ଶ୍ୱ ମଧ୍ୟରେ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ତାପର ପରିମାଣ ହିସାବ କର ଏବଂ ତେଣୁ K ର ସାଂଖ୍ୟିକ ସଂଜ୍ଞା ଦିଅ ।

5. ଗ୍ରୀଷ୍ମକାଳରେ, ଭୂଭାଗ ଅଧିକ ଉଷ୍ଣ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ମହାସାଗର ଉପର ବାୟୁ ଉଷ୍ଣ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏଥିରୁ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ ସାମୁଦ୍ରିକ ବାୟୁ । ବୁଝାଅ ।

12.1.3 ବିକିରଣ

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠଦେଶରୁ ଅବିରତ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗମନକୁ ବିକିରଣ କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ବିକିରଣ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ରୂପରେ ଥାଏ । ଏହି ତରଙ୍ଗମାନ ଆଲୋକର ପରିବେଗ (3×10^8 ms^{-1}) ରେ ଗତି କରନ୍ତି ଏବଂ ଏହା ବାୟୁ ଓ ନିର୍ବାତ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କରି ପାରନ୍ତି । ସେମାନେ ଚିକ୍କଣ ପୃଷ୍ଠରୁ ସହଜରେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ପାରନ୍ତି ଏବଂ ଲେନସ ବ୍ୟବହାର କରି କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ କରାଯାଇପାରେ ।

ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ସେମାନଙ୍କର ତାପମାତ୍ରାର ଅଭିଲାକ୍ଷଣିକ (Characteristic) ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ବିକିରଣ ନିର୍ଗମନ କରନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା 6000Kରେ ମୁଖ୍ୟତଃ ଦୃଶ୍ୟମାନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗମନ କରେ । ଏକ ଆଦର୍ଶ ବିକିରଣ ତାପମାତ୍ରା 295K ରେ ପୃଥିବୀ ମୁଖ୍ୟତଃ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ସୁଦୂର ଅବଲୋହିତ (ତାପୀୟ) ଅଂଶରେ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରେ । ମନୁଷ୍ୟ ଶରୀର ମଧ୍ୟ ଅବଲୋହିତ ଅଂଶରେ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରେ ।

ଏବେ ଗୋଟିଏ ସରଳ ପରୀକ୍ଷା କରିବା । କଳାରଙ୍ଗ ହୋଇଥିବା ଖଣ୍ଡେ ପ୍ଲାଟିନମ୍ ତାରକୁ ଏକ ଅନ୍ଧାର ଘରେ ରଖ । ଏହା ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହ କରାଅ । ତୁମେ ଦେଖିବ ତାରଟି ଉତ୍ତପ୍ତ ହେଉଛି । ଧୀରେ ଧୀରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି କର । କିଛି ସମୟ ପରେ ତାରରୁ ବିକିରଣ ଆରମ୍ଭ ହେବ । ସାମାନ୍ୟ ଅଧିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ କଲେ ତାରଟି କ୍ଷୀଣ ଲୋହିତ ଦୀପ୍ତି ପ୍ରଦାନ କରିବ । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି ମନୁଷ୍ୟ ଚକ୍ଷୁରେ ଦେଖି ହେବା ପାଇଁ ସର୍ବନିମ୍ନ ତୀବ୍ରତାର ଲୋହିତ ବିକିରଣ ତାରରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଛି । ଏହା ପ୍ରାୟ 525^0C ରେ ହୁଏ । ତାପମାତ୍ରା ଆହୁରି ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ, ନିର୍ଗତ ବିକିରଣର ରଙ୍ଗ କ୍ଷୀଣ ଲୋହିତରୁ ଚେରି କୋଳିର ରଙ୍ଗ (ପ୍ରାୟ 900^0C) ହୋଇ କମଳା ରଙ୍ଗ (ପ୍ରାୟ 1100^0C), ହଳଦିଆ (ପ୍ରାୟ 1250^0C) ରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇ 1600^0Cରେ ଶ୍ୱେତାଭ ହେବ । ଏଥିରୁ ତୁମେ କ'ଣ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ କରୁଛ ? ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି ଏକ ଦୀପ୍ତିମାନ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ଏହାର ରଙ୍ଗରୁ ଆକଳନ କରି ହେବ । ଦ୍ୱିତୀୟତଃ, ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ, ଅଧିକ ତୀବ୍ରତା ସଂପନ୍ନ କ୍ଷୁଦ୍ରତର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ବିକିରଣ ହୁଏ । ବିପରୀତ କ୍ରମରେ ଚିନ୍ତା କଲେ, ତୁମେ ଯୁକ୍ତି କରି ପାରିବ ଯେ ତାରର ତାପମାତ୍ରା ଯେତେବେଳେ 525^0C ରୁ କମ୍ ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ଏହା ଲୋହିତଠାରୁ ଅଧିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ବିକିରଣ ପ୍ରଦାନ କରେ କିନ୍ତୁ ଏମାନଙ୍କର ଅସ୍ତିତ୍ୱ କେବଳ ତାପୀୟ ପ୍ରଭାବରୁ ଜଣାପଡ଼ିବ ।

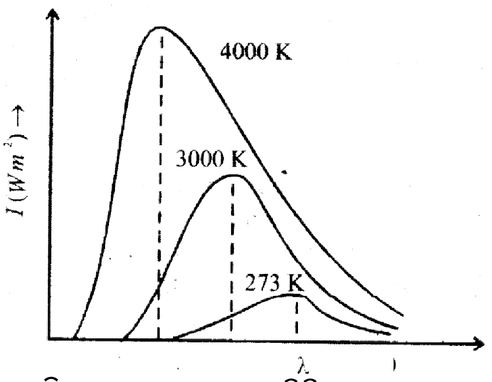
12.2 ବିକିରଣ ନିୟମାବଳୀ

ଯେକୌଣସି ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ବିକିରଣ ଶକ୍ତି ବିଭିନ୍ନ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ମିଶ୍ରଣ । ଏହି ତରଙ୍ଗମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ସବୁଠାରୁ ତୀବ୍ର ତରଙ୍ଗର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (ମନେକର λ_m) ଅଛି । 400^0C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ତମ୍ବା ପିଣ୍ଡ ପାଇଁ λ_mର ମୂଲ୍ୟ ହେବ ପ୍ରାୟ 5×10^{-4} ସେ.ମି. ବା 5 ମାଇକ୍ରନ୍ ($\mu=10^{-6}m$) ଏହି ମୂଲ୍ୟଠାରୁ ଅଧିକ କିମ୍ବା ଊଣା ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ତୀବ୍ରତା ହ୍ରାସ ପାଏ । (ଚିତ୍ର 12.5)

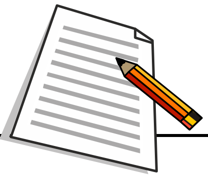
ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବକ୍ରଲେଖ ଓ ଭୂସମାନ୍ତର ଅକ୍ଷ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସେହି ତାପମାତ୍ରାରେ ସର୍ବମୋଟ ବିକିରଣ ହାର ସୂଚାଉଛି । ତୁମେ ଚିତ୍ର 12.5 ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ବକ୍ରଲେଖକୁ ଅଧ୍ୟୟନ କରିପାର ଏବଂ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଦୁଇଟି ବିଷୟକୁ ପରୀକ୍ଷା କରିପାରିବ ।

1. ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବିକିରଣ ହାର (ପ୍ରତ୍ୟେକ ବକ୍ରଲେଖ ଓ ଭୂସମାନ୍ତର ଅକ୍ଷ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ) ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଅଧିକ ବେଗରେ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ ।

2. ପ୍ରତ୍ୟେକ ବକ୍ରଲେଖର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଶକ୍ତିର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂଲ୍ୟ ଅଛି ଏବଂ ସେଥିପାଇଁ ଏକ ସଂପୃକ୍ତ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ λ_m (ଅର୍ଥାତ୍ ତୀବ୍ରତମ ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ) ଅଛି । ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ସହିତ λ_m କ୍ଷୁଦ୍ରତର ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ଦିଗରେ ଘୁଞ୍ଚେ ।



ଚିତ୍ର 12.5 ଏକ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁର ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ତୀବ୍ରତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ



ଟିପ୍ପଣୀ

ଏହି ଦ୍ୱିତୀୟ ତଥ୍ୟଟି ମାନାତ୍ମକ (Quantitatively) ରୂପରେ ଭିଏନ୍‌ଙ୍କ ବିସ୍ଥାପନ ନିୟମ (Wiens' Displacement law) ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଏହା ଅନୁସାରେ, **ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ସହିତ λ_m କ୍ଷୁଦ୍ରତର ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ଦିଗରେ ଘୁଞ୍ଚେ ।** କେବଳ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ପାଇଁ ଏହି ନିୟମ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ । ଗାଣିତିକ ସଂଜ୍ଞାରେ ଆମେ କହୁ ଯେ T ତାପମାତ୍ରାରେ ବିକିରଣ କରୁଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ ନିମିତ୍ତ $\lambda_m T$ ଗୁଣନ ଫଳ ଏକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।

$$\lambda_m T = \text{ଧ୍ରୁବାଙ୍କ} \qquad (12.2)$$

ସମୀକରଣ 12.2 ରେ ଥିବା ଧ୍ରୁବାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 2.884×10^{-3}mK । ଯେ କୌଣସି ବିକିରଣଶୀଳ ବସ୍ତୁ, ଏପରିକି ମହାକାଶରେ ଥିବା ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ ନିମିତ୍ତ ଏହି ନିୟମରୁ ଏକ ସରଳ ପଦ୍ଧତି ମିଳେ । ଚନ୍ଦ୍ରର ବିକିରଣ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ଅଛି $\lambda_m = 14$ ମାଇକ୍ରନ୍ । ସମୀକରଣ (12.2) ବ୍ୟବହାର କରି ଆମେ ପାଇବୁ;

$$T = \frac{2884\,\text{micronK}}{14\,\text{micron}} = 206\text{ K}$$

ଅର୍ଥାତ୍, ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠର ତାପମାତ୍ରା ହେଉଛି 206 K ।

ଉଇଲିୟମ୍ ଭିଏନ୍ (William Wien)

(1864 - 1928)

1911 ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାର ବିଜେତା, ଉଇଲିୟମ୍ ଭିଏନ୍, ପୂର୍ବ ପ୍ରୁସିଆର ଜଣେ ଭୂସତ୍ତ୍ୱାଧିକାରୀଙ୍କ ପୁଅ ଥିଲେ । ପ୍ରୁସିଆରେ ବିଦ୍ୟାଳୟ ଶିକ୍ଷା ପରେ, କଲେଜରେ ପଢ଼ିବାକୁ ସେ ଜର୍ମାନ୍ ଯାଇଥିଲେ । ବର୍ଲିନ୍ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ସେ ବିଖ୍ୟାତ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ହେଲ୍‌ମୋହଜ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱାବଧାନରେ ଅଧ୍ୟୟନ କଲେ ଏବଂ 1886 ମସିହାରେ ଧାତୁ ପୃଷ୍ଠରୁ ଆଲୋକ ବିକୀର୍ଣ୍ଣନ ଉପରେ ଡକ୍ଟରେଟ୍ ଉପାଧି ଲାଭ କଲେ ।

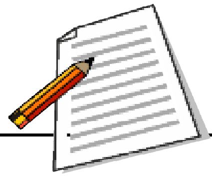
ତାଙ୍କର ବୃତ୍ତିଗତ ଜୀବନ ଅତି ଉଜ୍ଜଳ ଥିଲା । 1896 ମସିହାରେ, ସେ Aix -la-Chapelle ରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଅଧ୍ୟାପକ ପଦରେ ଫିଲିପ ଲେନାର୍ଡ଼ (Philip Lenard)ଙ୍କର ଉତ୍ତରାଧିକାରୀ ହେଲେ, 1900 ମସିହାରେ Giessen ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ଅଧ୍ୟାପକ ହେଲେ, Wurzberg ରେ W.C. Roentgen ଉତ୍ତରାଧିକାରୀ ହେଲେ 1900 ମସିହାରେ । 1902 ମସିହାରେ Leipzing ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଲୁଡ୍‌ୱିପ୍ ବୋଲ୍‌ଜମାନଙ୍କ ଉତ୍ତରାଧିକାରୀ ହେବାକୁ ଏବଂ 1906 ମସିହାରେ ବର୍ଲିନ୍ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଡ୍ରୁଡ୍ (Drude) ଙ୍କ ଉତ୍ତରାଧିକାରୀ ହେବାକୁ ତାଙ୍କୁ ନିମନ୍ତ୍ରଣ ମିଳିଲା । କିନ୍ତୁ ସେ ଏ ସମସ୍ତ ନିମନ୍ତ୍ରଣକୁ ପ୍ରତ୍ୟାଖ୍ୟାନ କରିଥିଲେ । 1920 ମସିହାରେ ସେ ମ୍ୟୁନିଚ୍‌ରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଅଧ୍ୟାପକ ଭାବେ ନିଯୁକ୍ତି ପାଇଲେ ଏବଂ ଶେଷ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସେଠାରେ ଥିଲେ ।

12.2.1 କିର୍‌ଚଫ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ (Kirchhoff's law)

ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ ଜଡ଼ ଉପରେ ବିକିରଣ ଆପତିତ ହେଲେ ସେଥିରୁ କିଛି ଅଂଶ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ, କିଛି ଅଂଶ ଅବକ୍ଷେପିତ ହୁଏ ଏବଂ କିଛି ଅଂଶ ସଂଚାରିତ (transmitted) ହୁଏ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ λ ଏବଂ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପୃଷ୍ଠତଳ ପାଇଁ ଯଦି ପ୍ରତିଫଳିତ, ଅବଶୋଷିତ ସଂଚାରିତ ରଶ୍ମି ମାନ ଆପତିତ ରଶ୍ମିର ଯଥାକ୍ରମେ r_λ, a_λ ଓ t_λ ଅଂଶ ହୁଏ,

ତେବେ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା,

$$1 = r_\lambda + a_\lambda + t_\lambda \qquad (12.3)$$



ଯଦି $r_1 = t_1 = 0$ ଏବଂ $a_1 = 1$ ହୁଏ, ତେବେ ବସ୍ତୁକୁ ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ କୁହାଯାଏ । ଏହାର ଅର୍ଥ ଆଦର୍ଶ ବସ୍ତୁରେ ଆପତିତ ବିକିରଣ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବେ ଅବଶୋଷିତ ହୁଏ । ତେଣୁ, ପ୍ରକୃତିରେ **ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ** ବସ୍ତୁର ଅସ୍ତିତ୍ୱ ନାହିଁ । ଡିବିକଳା (lamp black) ଏକ ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁର ପ୍ରାୟ ପାଖାପାଖି । ଏହା ଦୃଶ୍ୟମାନ ଆଲୋକର ପ୍ରାୟ 96% ଅବଶୋଷଣ କରେ ଏବଂ କୃଷ୍ଣ ପ୍ଲାଟିନମ୍ (platinum black) ପ୍ରାୟ 98% ଅବଶୋଷଣ କରେ । ଏହା ଅଧିକ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଆଲୋକକୁ ସଂଚାରିତ କରେ ।

ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ, **ଏକ ଆଦର୍ଶ ଶୁଭ୍ର ବସ୍ତୁର ସଂଜ୍ଞା** ହେଉଛି, ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଯାହା ପାଇଁ $a_1 = 0, t_1 = 0$ ଏବଂ $r_1 = 1$ । ଖଣ୍ଡେ ଧଳା ଚକ୍ ଏକ ଆଦର୍ଶ ଶୁଭ୍ରବସ୍ତୁର ପାଖାପାଖି । ଏହାର ଅର୍ଥ ଯେ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ସଂଚାରକ ଏକ ଉତ୍ତମ ଅବଶୋଷକ ମଧ୍ୟ । କିନ୍ତୁ ବିକିରଣୀ ଶକ୍ତି ଆପତିତ ହେଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ହୁଏତ ଅବଶୋଷଣ କରିବ କିମ୍ବା ପ୍ରତିଫଳନ କରିବ । ତେଣୁ ଆମେ କହି ପାରିବା ଯେ ଏକ ଉତ୍ତମ ଅବଶୋଷକ ନିଶ୍ଚୟ ଖରାପ ପ୍ରତିଫଳକ (ବା ଉତ୍ତମ ସଂଚାରକ) ହେବ ।

ଏକ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁର ପ୍ରସ୍ତୁତି

ପରୀକ୍ଷା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ଏକ ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବାରେ କିର୍ଚ୍ଚ୍‌ଫଙ୍କ ନିୟମ ଆମକୁ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 1 ଏବଂ 1+d1 ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ବିକିରଣ ଆବଦ୍ଧ ଥିବା ଏକ ରୁଦ୍ଧ ପାତ୍ରକୁ ଆମେ ଫେରିବା । ବର୍ତ୍ତମାନ ପାତ୍ରରେ ଛୋଟ ଛିଦ୍ରଟିଏ କରିବା ଏବଂ ଏଥିରୁ ନିଷ୍କ୍ରାନ୍ତ ହେଉଥିବା ବିକିରଣକୁ ପରୀକ୍ଷା କରିବା । ବିକିରଣ ପାତ୍ରର କାନ୍ଥରେ ବହୁବାର ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଯଦି କାନ୍ଥ ପୃଷ୍ଠର ପ୍ରତିଫଳନ କ୍ଷମତା r_1 ଏବଂ ଉତ୍ସର୍ଜନ କ୍ଷମତା (emissive power) e_1 ହୁଏ, ତେବେ ପାତ୍ରରୁ ନିଷ୍କ୍ରାନ୍ତ ସମଗ୍ର ବିକିରଣର ପରିମାଣ ହେବ,

$$E_1 = e_1 + e_1 r_1 + e_1 r_1^2 + e_1 r_1^3 + ...$$

$$= e_1 (1 + r_1 + r_1^2 + r_1^3 + ...)$$

$$= \frac{e_\lambda}{1 - r_\lambda} \qquad (12.4)$$

କିନ୍ତୁ କିର୍ଚ୍ଚ୍‌ଫଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ, $\frac{e_\lambda}{a_\lambda} = E_1$

$$e_1 = E_1 a_1 \qquad (12.5)$$

ଏଠାରେ E_1 ହେଉଛି ଏକ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁରୁ ଉତ୍ସର୍ଜନ । ଯଦି ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ କାନ୍ଥଗୁଡ଼ିକ ଅସ୍ୱଚ୍ଛ ବୋଲି ନେବା (ଅର୍ଥାତ୍ $t = 0$),

ତେବେ ସମୀକରଣ (12.3) ରୁ, ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା,

$$a_1 = 1 - r_1 \qquad (12.6)$$

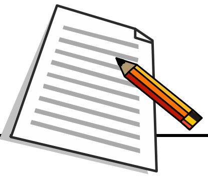
ଏହି ଫଳକୁ ସମୀକରଣ (12.5)ରେ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଆମେ ପାଇବା

$$e_1 = E_1 (1 - r_1)$$

ବା

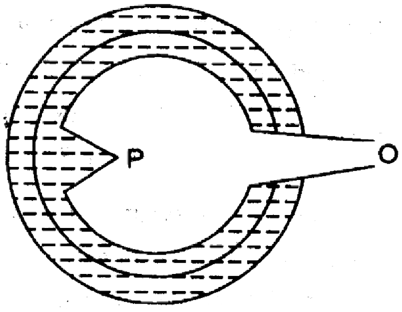
$$E_1 = \frac{e_\lambda}{1 - r_\lambda} \qquad (12.7)$$

ସମୀକରଣ (12.4) ଓ (12.7) କୁ ତୁଳନା କରି ଆମେ ଦେଖିବା ଯେ ଛିଦ୍ର ମଧ୍ୟ ଦେଇ ନିର୍ଗତ ବିକିରଣ ଏକ ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠରୁ ନିର୍ଗତ ବିକିରଣ ସହିତ ସମତୁଲ୍ୟ ହେବ । ଛିଦ୍ର ଯେତେ ଛୋଟ ହେବ, ନିଷ୍କ୍ରାନ୍ତ ବିକିରଣ ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ ବିକିରଣର ସେତେ ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେବ । ତେଣୁ ଆମେ ଦେଖିଲୁ ଯେ **ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଗୁହିକା (cavity) ଥାଇ ଏକ ସମତାପିତ ରୁଦ୍ଧ କକ୍ଷ ଉତ୍ସର୍ଜନ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଏକ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ଭାବେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।**



ଟିପ୍ପଣୀ

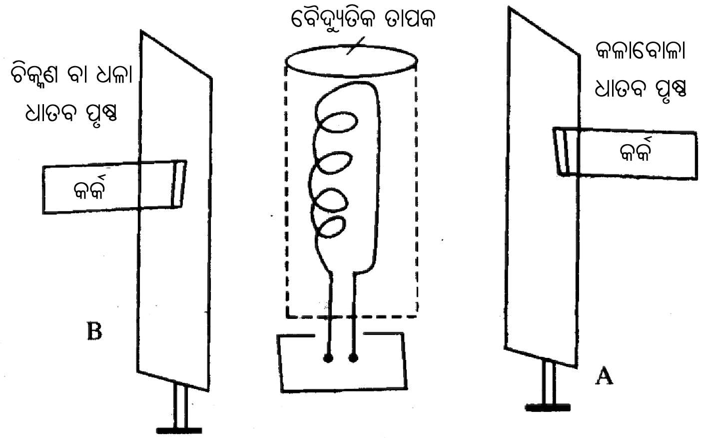
ଏ ଭଳି ଏକ ରୁଦ୍ଧ କକ୍ଷ ଆପତିତ ବିକିରଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ଏକ ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁର ଆଚରଣ କରେ । ଯେ କୌଣସି ବିକିରଣ ଛିଦ୍ର ମଧ୍ୟଦେଇ ପ୍ରବେଶ କଲେ କକ୍ଷମଧ୍ୟରେ ବହୁବାର ପ୍ରତିଫଳିତ ହେବ ଏବଂ କକ୍ଷ ବାହାରକୁ ଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ଭିତର ପଟକୁ କଳାରଙ୍ଗ ବୋଳି ଏହାକୁ ଆହୁରି ଭଲ କରାଯାଇ ପାରିବ । ତେଣୁ ରୁଦ୍ଧ ପ୍ରକୋଷ୍ଠଟି ଏକ ଆଦର୍ଶ ଅବଶୋଷକ ଏବଂ ଏକ ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁର ଆଚରଣ କରେ । ଫେରୀ (Fery) ତିଆରି କରିଥିବା ଏକ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ଚିତ୍ର 12.6 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏକ ଫମ୍ପା ଗୋଲକ ରୂପରେ ଏକ ଗୁହିକା ଅଛି ଏବଂ ଏହାର ଭିତର ପଟ କଳା ବୋଳାଯାଇଛି । ଏହାର ଗୋଟିଏ ଛୋଟ ଶଙ୍କୁ (Cone) ଆକୃତିର ଛିଦ୍ର O ଅଛି । ଛିଦ୍ର O ର ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଶଙ୍କୁ ଆକୃତିର ଏକ ଉଦ୍‌ଗତ ଅଂଶ (Projection) P ଦେଖ । ଛିଦ୍ରର ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱର ପୃଷ୍ଠରୁ ସିଧା ବିକିରଣ ନ ଆସିବାକୁ ଏହା କରାଯାଇଛି ଅନ୍ୟଥା ବସ୍ତୁଟି ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ହେବ ନାହିଁ ।



ଚିତ୍ର 12.6 ଫେରୀଙ୍କ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁ

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 12.1

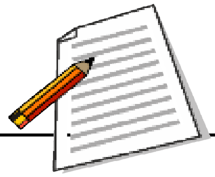
ତୁମେ ପଢ଼ିଛ ଯେ ଏକ କୃଷ୍ଣ ପୃଷ୍ଠ ତାପୀୟ ବିକିରଣକୁ ଶୁଭ୍ର ଉଜ୍ଜଳ ପୃଷ୍ଠ ତୁଳନାରେ ଶୀଘ୍ର ଅବଶୋଷଣ କରେ । ଏହି ପ୍ରଭାବକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବାକୁ ତୁମେ ନିମ୍ନବର୍ଣ୍ଣିତ ପରୀକ୍ଷାଟି କରିପାର ।



ଚିତ୍ର 12.7 ଏକ କୃଷ୍ଣପୃଷ୍ଠ ଓ ଏକ ଚିକ୍କଣ ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ତାପ ଅବଶୋଷଣରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ପ୍ରଦର୍ଶନ

ଦୁଇଟି ଧାତବ ପଟ୍ଟି (Plate) A ଓ B ନିଅ । A ର ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠକୁ ଚିକ୍କଣ (Polish) କର ଏବଂ B ର ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠରେ କଳା ବୋଳ । ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ୍ ହିଟର୍ ନିଅ । ଏମାନଙ୍କୁ ଭୂଲମ୍ବ ଆଧାରରେ ଏପରି ରଖ ଯେ କଳା ବୋଳା ପୃଷ୍ଠ ଓ ଚିକ୍କଣ ପୃଷ୍ଠ ହିଟର୍ ଆଡ଼କୁ ମୁହଁ କରିବ । ଦେଖ ଯେପରି ପୃଷ୍ଠଦ୍ୱୟ ହିଟର୍ ଠାରୁ ସମାନ ଦୂରତାରେ ରହନ୍ତି । ପଟ୍ଟିର ରଙ୍ଗ ବୋଳା ନ ହୋଇଥିବା ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ମହମବୋଳା କର୍କଟିଏ ଲଗାଅ ।

ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ୍ ହିଟର୍‌ର ସୁଇଚ୍ ଟିପ । ଯେହେତୁ ଉଭୟ ଧାତବ ପଟ୍ଟି ଏକ ଭଳି ଏବଂ ହିଟର୍ ଠାରୁ ସମାନ ଦୂରତ୍ୱରେ ଅଛନ୍ତି, ସେମାନେ ଏହା ଠାରୁ ସମାନ ପରିମାଣର ତାପ ଗ୍ରହଣ କରିବେ । ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ, କଳା ବୋଳା ପୃଷ୍ଠରେ ଥିବା କର୍କ ପ୍ରଥମେ ଖସିପଡ଼ିବ । ଏହାର କାରଣ କଳା ପୃଷ୍ଠ ଶୁଭ୍ରପୃଷ୍ଠ ତୁଳନାରେ ଅଧିକ ତାପ ଅବଶୋଷଣ କରେ । ଏଥିରୁ ପ୍ରମାଣିତ ହୁଏ ଯେ କୃଷ୍ଣପୃଷ୍ଠମାନ ତାପୀୟ ବିକିରଣର ଉତ୍ତମ ଅବଶୋଷକ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

12.2.2 ଷ୍ଟେଫାନ୍ - ବୋଲ୍‌ଜ୍‌ମାନ ନିୟମ (Stefan- Boltzmann Law)

ପରୀକ୍ଷାଲବ୍ଧ ମାପନ ଭିତ୍ତିରେ ଷ୍ଟେଫାନ୍ ଓ ବୋଲ୍‌ଜ୍‌ମାନ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ କଲେ ଯେ *A* କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବଶିଷ୍ଟ ଏକ ପୃଷ୍ଠରୁ ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି ବିକିରିତ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ପୃଷ୍ଠତାପମାତ୍ରା *T* ର ଚତୁର୍ଥଘାତ ଅଟେ;

$$E = A\,e\,s\;T^4$$

ଏଠାରେ s ହେଉଛି **ଷ୍ଟେଫାନ୍-ବୋଲ୍‌ଜ୍‌ମାନ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।** ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $5.672 \times 10^{-8}\,Jm^{-2}s^{-1}K^{-4}$ । ତାପାମାତ୍ରାକୁ କେଲ୍‌ଭିନ୍‌ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ଏବଂ *e* ହେଉଛି ଉତ୍ସର୍ଗକତା (emissiviity) ବା ଆପେକ୍ଷିକ ଉତ୍ସର୍ଜନ କ୍ଷମତା । ଏହା ପୃଷ୍ଠର ପ୍ରକୃତି ଓ ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । *e* ର ମୂଲ୍ୟ 0 ରୁ 2 ମଧ୍ୟରେ ରହେ; ଚିକ୍କଣ ପୃଷ୍ଠ ପାଇଁ କମ୍ ଏବଂ ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ 1 ।

ସମୀକରଣ (12.8)ରୁ ତୁମେ ହୁଏ ତ ଭାବିପାର ଯେ ଯଦି ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠଦେଶରୁ ଅନବରତ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ ହେଉଛି ତେବେ କାଳକ୍ରମେ ସେମାନଙ୍କର ସମସ୍ତ ଆର୍ନ୍ତ-ଶକ୍ତି କାହିଁକି ବିକିରିତ ହୋଇ ଯାଉ ନାହିଁ ଏବଂ ବସ୍ତୁଟି ପରମ ଶୂନ୍ ତାପମାତ୍ରାକୁ ଶୀତଳ ହେଉ ନାହିଁ ? ଯଦି ଅନ୍ୟ କୌଣସି ରୂପରେ ସେମାନଙ୍କୁ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଣ ନ ହେଉଥା'ନ୍ତା, ତେବେ ସେମାନେ ତା'ହିଁ କରିଥାନ୍ତେ । ବାସ୍ତବ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଏକକାଳୀନ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ ଓ ଅବଶୋଷଣ କରନ୍ତି । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଯଦି ତା'ର ପରିପାର୍ଶ୍ୱ ସହିତ ସମାନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଅଛି, ବିକିରଣ ହାର ଓ ଆବଶୋଷଣ ହାର ପରସ୍ପର ସମାନ; ସର୍ବମୋଟ ଶକ୍ତି ଲାଭ ହୁଏ ନାହିଁ କି କ୍ଷୟ ହୁଏ ନାହିଁ ଏବଂ ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ, ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଯଦି ଏହାର ପରିପାର୍ଶ୍ୱ ଠାରୁ ନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥାଏ, ତେବେ ଅବଶୋଷଣ ହାର ବିକିରଣ ହାର ଠାରୁ ଅଧିକ ହେବ । ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ହେବ . ତାପମାତ୍ରା ସହିତ ସମାନ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ । ସେହିପରି, ଯଦି ଏକ ବସ୍ତୁ ଉଚ୍ଚତର ତାପମାତ୍ରାରେ ଥାଏ, ତେବେ ବିକିରଣ ହାର ଅବଶୋଷଣ ହାର ଠାରୁ ଅଧିକ ହେବ । ଫଳରେ ଶେଷରେ ଶକ୍ତିକ୍ଷୟ ହେବ । ତେଣୁ, T_1 ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ ଯଦି T_2 ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ପରିବେଷ୍ଟନୀରେ ରଖାଯାଏ ତେବେ ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି ସର୍ବମୋଟ ଶକ୍ତିକ୍ଷୟ ହେବ ।

$$E_{net} = Aes\,(T_1^4 - T_2^4) \text{ ଏଠାରେ } T_1 > T_2 \qquad (12.9)$$

ଉଦାହରଣ 12.2 : 3000K ରେ ଥିବା ଏକ 100W ତାପଦୀପ୍ତ (incandescent) ବତୀର ଫିଲାମେଣ୍ଟର ପୃଷ୍ଠକ୍ଷେତ୍ରଫଳ ନିରୂପଣ କର । ଦତ୍ତ, $s = 5.7 \times 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$ ଏବଂ ଫିଲାମେଣ୍ଟର ଉତ୍ସର୍ଜକତା e=0.3

ସମାଧାନ : ଷ୍ଟେଫାନ୍ - ବୋଲ୍‌ଜମାନ ନିୟମାନୁସାରେ

$$E = Aes\;T^4$$

ଏଠାରେ *E* ହେଉଛି ଶକ୍ତି ଉତ୍ସର୍ଜନର ହାର, *A* ହେଉଛି ପୃଷ୍ଠକ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଏବଂ *T* ହେଉଛି ପୃଷ୍ଠ ତାପମାତ୍ରା । ତେଣୁ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ଯେ,

$$A = \frac{E}{e\sigma T^4}$$

ଦତ୍ତ ତଥ୍ୟକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରି,

$$A = \frac{100W}{0.3 \times 5.7 \times 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4} \times (3000K)^4}$$

$$= 7.25 \times 10^{-5} m^2$$

ବର୍ତ୍ତମାନ ସମୟ ଆସିଲା ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝିଛ, ଜାଣିବାକୁ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 12.2

1. ଏକ ଗୁହିକା ବିକିରକ 300K ରେ କେଉଁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ସର୍ବାଧିକ ବିକିରଣ କରେ ?

2. ଗ୍ରୀଷ୍ମ ଋତୁରେ କାହିଁକି ଆମେ ଈଷତ୍ ରଙ୍ଗୀନ୍ ପୋଷାକ ପିନ୍ଧୁ ?

3. କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ବିକିରଣ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ପରୀକ୍ଷଣ ଅଧ୍ୟୟନରୁ କି ମୁଖ୍ୟ ତଥ୍ୟମାନ ଆମେ ପାଉ, ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

4. 22^0C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଏକ ପ୍ରକୋଷ୍ଠରେ ଥିବା ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତିର ଚର୍ମର ତାପମାତ୍ରା 28^0C । ଚର୍ମର ଉତ୍ସର୍ଜକତା ଏକ ଏକକ ଓ ପୃଷ୍ଠ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ 1.9m^2 ହେଲେ, ବ୍ୟକ୍ତିଟିର ବିକିରଣୀ ଶକ୍ତି ହିସାବ କର ।

12.3 ସୌର ଶକ୍ତି

ତୁମେ ତୁମର ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ଶ୍ରେଣୀରେ ପଢ଼ିଛ ଯେ ପୃଥିବୀରେ ମିଳୁଥିବା ସମସ୍ତ ଶକ୍ତିର ଅନ୍ତିମ ଆଧାର ହେଉଛି ସୂର୍ଯ୍ୟ । ଆଲୋକ ଓ ତାପ ରୂପରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରଚୁର ପରିମାଣରେ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରୁଛି ଏବଂ ସେହି ବିକିରଣର ଯେଉଁ କ୍ଷୁଦ୍ରାଂଶ ପୃଥିବୀରେ ପହଞ୍ଚୁଛି, ତାହା ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ଜୀବନ୍ତ ପ୍ରାଣୀଙ୍କ ଆବଶ୍ୟକତା ପୂରଣ ନିମିତ୍ତ ଯଥେଷ୍ଟ । ତେଣୁ ସୌର ଶକ୍ତିର ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ଉପଯୋଗ ଦିନେ ଆମର ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକତାର ସମାଧାନ କରିପାରେ ।

1. ସୌର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ (Solar Constant)

ପୃଥିବୀରେ ପହଞ୍ଚୁଥିବା ସମୁଦାୟ ସୌର ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ହିସାବ ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଆମେ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପ୍ରତି ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ପହଞ୍ଚୁଥିବା ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ନିରୂପଣ କରୁ । ଏହି ଶକ୍ତିକୁ **ସୌର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ** କୁହାଯାଏ । ପୃଥିବୀ ପାଇଁ ଏହି ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହେଉଛି $1.36 \times 10^3\ Wm^{-2}$ । ପୃଥିବୀର ପୃଷ୍ଠକ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହିତ ସୌର ଧ୍ରୁବାଙ୍କର ଗୁଣନ ଫଳରୁ ମିଳେ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ପୃଥିବୀରେ ପହଞ୍ଚୁଥିବା ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ । ଗାଣିତିକ ସଂଜ୍ଞାରେ

$$Q = 2\pi R_e^2 C$$

ଏଠାରେ R_e ହେଉଛି ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ C ହେଉଛି ସୌର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ । ଲକ୍ଷ୍ୟକର, ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠର କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ଅଧାକୁ ହିସାବକୁ ନିଆଯାଇଛି କାରଣ ଏକା ସମୟରେ କେବଳ ସେତିକି ପୃଷ୍ଠ ଆଲୋକିତ ହୁଏ । ତେଣୁ,

$$Q = 2 \times 3.14 \times (6.4 \times 10^6 m)^2 \times (1.36 \times 10^3\ Wm^{-2})$$

$$\simeq 3.5 \times 10^{17} W$$

$$\simeq 3.5 \times 10^{11}\ MW$$

ସୌର ଜଗତର ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ନିମିତ୍ତ ସୌର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ଷ୍ଟେଫାନ୍-ବୋଲ୍ଜମାନ ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା । ଏହି ନିୟମ ସାହାଯ୍ୟରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ବିକିରଣ କରୁଥିବା ସମଗ୍ର ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ଜାଣି ହୁଏ । ଏହା ହେଉଛି

$$\hat{I} = (4\pi r^2)\, \sigma T^4$$

ଏଠାରେ r ହେଉଛି ସୂର୍ଯ୍ୟର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏବଂ T ହେଉଛି ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ।

ଯଦି ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହର କକ୍ଷର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ R ହୁଏ, ତେବେ

$$E = \frac{\in}{4\pi R^2} = \left(\frac{r}{R}\right)^2 \sigma T^4 \qquad (12.10)$$

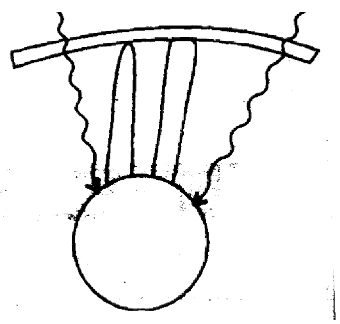
ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଠାରୁ R' ଦୂରତ୍ୱରେ ଘୂରୁଥିବା ଯେ କୌଣସି ଗ୍ରହର ସୌର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହେବ

$$E' = \left(\frac{r}{R'}\right)^2 \sigma T^4 \qquad (12.11)$$

ତେଣୁ $$\frac{E'}{E} = \left(\frac{R}{R'}\right)^2 \qquad (12.12)$$

ସୂର୍ଯ୍ୟ ଠାରୁ ପୃଥିବୀର ଦୂରତ୍ୱର 1.52 ଗୁଣ ହେଉଛି ମଙ୍ଗଳର ଦୂରତ୍ୱ । ତେଣୁ ମଙ୍ଗଳର ସୌର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହେଉଛି,

$$E' = E \times \left(\frac{1}{1.52}\right)^2 = 6 \times 10^2 \text{ W m}^{-2}$$



ଚିତ୍ର 12.8 ସବୁଜ ଗୃହ ପ୍ରଭାବ

2. ସବୁଜଗୃହ ପ୍ରଭାବ :

ପୃଥିବୀରେ ଜୀବସତ୍ତା ତିଷ୍ଠି ରହିବାକୁ ଉପଯୁକ୍ତ ପରିମାଣର ସୌର ବିକିରଣ ଆବଶ୍ୟକ । ଜୀବନ୍ତ ପ୍ରାଣୀମାନଙ୍କ ନିମିତ୍ତ ଆରାମଦାୟକ ତାପମାତ୍ରା ଉପଲବ୍ଧ କରିବାରେ ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଭୂମିକା ଗୁରୁତ୍ୱ ପୂର୍ଣ୍ଣ । ଯେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଏହା ହୁଏ, ତା'ମଧ୍ୟରୁ ସବୁଜ ଗୃହ ପ୍ରଭାବ ଏକତମ । ଏକ ସବୁଜ ଗୃହରେ ଉଦ୍ଭିଦ, ଫୁଲ, ଘାସ ଇତ୍ୟାଦି ଏକ କାଚ ଘରେ ରଖାଯାଏ । କାଚ ବାଟେ କ୍ଷୁଦ୍ର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଆଲୋକର ବିକିରଣ ଘରକୁ ପ୍ରବେଶ କରେ । ଏହି ବିକିରଣ ଉଦ୍ଭିଦମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ ହୁଏ । ତାହା ପୁନର୍ବାର ଦୀର୍ଘ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପୀୟ ବିକିରଣ - ଅବଲୋହିତ - ରୂପରେ ବିକିରିତ ହୁଏ । ଦୀର୍ଘ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ବିକିରଣ ସବୁଜ ଗୃହରୁ ବାହାରି ପାରେ ନାହିଁ କାରଣ କାଚ ତାପ ନିମିତ୍ତ ଅସ୍ୱଚ୍ଛ । ତେଣୁ ଏହି ତାପ ବିକିରଣ ସବୁଜ ଗୃହରେ ଆବଦ୍ଧ ହୋଇ ଏହାକୁ ଉଷ୍ମ ରଖେ ।

ଏକ ଅନୁରୂପ ପ୍ରଭାବ ଆମର ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ହୁଏ । ଅଳ୍ପ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଥିବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଦୃଶ୍ୟମାନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ନିମିତ୍ତ ସ୍ୱଚ୍ଛ । ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ମଧ୍ୟରେ ଯାଇ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ପହଞ୍ଚେ । ପୃଥିବୀ ଆଲୋକକୁ ଅବଶୋଷଣ କରେ ଏବଂ ତା'ପରେ ଅବଲୋହିତ ବିକିରଣ ଭାବେ ଉତ୍ସର୍ଜନ କରେ । କିନ୍ତୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଗ୍ୟାସ୍ ଅବଲୋହିତ ବିକିରଣ ନିମିତ୍ତ ଅସ୍ୱଚ୍ଛ । ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଗ୍ୟାସ୍ ଏହି ବିକିରଣକୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ନ ଛାଡ଼ି ପୃଥିବୀକୁ ପ୍ରତିଫଳିତ କରେ । ଫଳରେ, ପୃଥିବୀର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିପାଏ । ଏହି ପ୍ରଭାବକୁ **ସବୁଜଗୃହ ପ୍ରଭାବ** କୁହାଯାଏ ।

ଉନ୍ନତ ଏବଂ ଅନ୍ନୋନ୍ନତ (developing) ଦେଶମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଗତ ପ୍ରଚୁର ପରିମାଣର ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଗ୍ୟାସ୍ ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ପ୍ରବେଶ କରିବା ଫଳରେ ସୃଷ୍ଟ ସବୁଜ ଗୃହ ପ୍ରଭାବ ଯୋଗୁଁ ପୃଥିବୀ ଅଧିକ ଉଷ୍ମ ହେଉଛି ଏବଂ ଏହା ଜୀବସତ୍ତାର ଅସ୍ତିତ୍ୱ ପ୍ରତି ସମସ୍ୟା ସୃଷ୍ଟି କରୁଛି । ଜାତିସଂଘ ଦ୍ୱାରା ଏକ ସଦ୍ୟ ପ୍ରକାଶିତ ରିପୋର୍ଟରେ ସବୁ ଦେଶମାନଙ୍କୁ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଗ୍ୟାସ ଉତ୍ସର୍ଜନ ହ୍ରାସ କରିବାକୁ କୁହାଯାଇଛି କାରଣ ତୁଷାର କ୍ଷେତ୍ରମାନ ଦ୍ରୁତ ହାରରେ ସଙ୍କୁଚିତ ହେଉଛି । ମୁଖ୍ୟ ନଦୀମାନଙ୍କରେ ବନ୍ୟା ଏବଂ ଜଳ ସ୍ତରରେ ଉତ୍ଥାନରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ବିଭିନ୍ନ କଳ୍ପନାତୀତ ଦୁର୍ବିପାକମାନ ନିକଟ ଭବିଷ୍ୟତରେ ଏଥି ଯୋଗୁଁ ହୋଇପାରେ । ଥରେ ତୁଷାର କ୍ଷେତ୍ରମାନ ତରଳି ଗଲେ ଜଳର ଅଭାବ ଘଟିବ ଏବଂ ଭୂମିକ୍ଷୟ ହେବ । ଆଶଙ୍କା ହେଉଛି ଏମାନେ ସମସ୍ତେ ମିଶି ଖାଦ୍ୟ ନିରାପତ୍ତା ନିମିତ୍ତ ସମସ୍ୟା ସୃଷ୍ଟି କରି ପାରନ୍ତି ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ଆହୁରି ମଧ୍ୟ, ପାଣି ପାଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କିଛି ଅଞ୍ଚଳରେ ମରୁଡ଼ି ଓ ଦୁର୍ଭିକ୍ଷ ଏବଂ ଅନ୍ୟ କିଛି ଅଞ୍ଚଳରେ ବନ୍ୟା ସୃଷ୍ଟି କରିପାରେ ।

ଭାରତୀୟ ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଏହା ଆକଳନ କରାଯାଇଛି ଯେ ଯଦି କୌଣସି ସାକାରତ୍ମକ ପଦକ୍ଷେପ ନ ନିଆଯାଏ, ତେବେ 2030 ମସିହା ବେଳକୁ ଗାଙ୍ଗେୟ ଉପତ୍ୟକାରେ ଜଟିଳ ସମସ୍ୟା ସୃଷ୍ଟି ହେବ । ଆମର ଉପକୂଳ ଅଞ୍ଚଳରେ ବିରାଟ ଭୂଖଣ୍ଡକୁ ସମୁଦ୍ର ଗ୍ରାସ କରିବ, ନିୟୁତ ନିୟୁତ ଲୋକ ଜଳ ପ୍ଲାବିତ ହେବେ ଏବଂ ଅଚିନ୍ତନୀୟ ଦୁର୍ଦ୍ଦଶା ଓ ଧ୍ୱଂସ ଲୀଳା ସଂଘଟିତ ହେବ । ତୁମେ ଏହି ଐତିହାସିକ ଘଟଣା ପାଇଁ କ'ଣ କରିପାରିବ ?

12.4 ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମ (Newton's Law of Cooling)

ତାପମାତ୍ରାର ପାର୍ଥକ୍ୟ କମ୍ ଥିଲେ ଗୋଟିଏ ତପ୍ତ ବସ୍ତୁର ଶୀତଳନ ହାର ପରିପାର୍ଶ୍ୱ ଠାରୁ ତପ୍ତ ବସ୍ତୁର ମାଧ ତାପମାତ୍ରାର ଆଧିକ୍ୟ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ । ଏହା ହେଉଛି ନିଉଟନଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମ । ଏହି ନିୟମ ଷ୍ଟେଫାନ୍ -ବୋଲଜ୍‌ମାନ ନିୟମରୁ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରିବ ।

T ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ T_0 ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଅନ୍ୟଏକ ବସ୍ତୁକୁ ଘେରି ରହୁ । ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପ୍ରତି ତପ୍ତବସ୍ତୁରୁ ହ୍ରାସ ତାପର ପରିମାଣ ହେଉଛି

$$E = e\ s\ (T^4 - T_0^4) A \qquad (12.13)$$

ଯେହେତୁ $T^4 - T_0^4 = (T^2 - T_0^2)(T^2 + T_0^2) = (T - T_0)(T - T_0)(T^2 + T_0^2)$ (12.14)

ତେଣୁ $E = e\ s\ (T - T_0)(T^3 + T^2 T_0 + TT_0^2 + T_0^3) A$

ଯଦି $(T - T_0)$ ଅତି କମ୍ ହୁଏ, T^3, T^2T_0, TT_0^2 ଏବଂ T_0^3 ପଦମାନଙ୍କୁ T_0^3 ବୋଲି ନିଆଯାଇପାରେ ।

ତେଣୁ $E = e\ s\ (T - T_0)\ 4T_0^3 A$

$= k (T - T_0)$

ଏଠାରେ $k = 4\ e\ s\ T_0^3 A$

ତେଣୁ $E\ a\ (T - T_0)$ (12.15)

ଏହା ହେଉଛି ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 12.3

1. ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ 40 m ପ୍ରସ୍ଥ ଓ 50 m ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଠାରୁ ମିଳୁଥିବା ପାୱାର୍ ହିସାବ କର ।

....

2. ମନୁଷ୍ୟମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଜୀବାସ୍ମ ଜାଳେଣିର ବହୁଳ ବ୍ୟବହାର ଯୋଗୁଁ ପୃଥିବୀରେ ଜୀବଜଗତ ପ୍ରତି କି ବିପଦର ସମ୍ଭାବନା ଅଛି ?

....

3. ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଶୀତଳନ ବକ୍ରଲେଖର ରୂପ କ'ଣ ହେବ ?

....

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

l ଉଚ୍ଚତର ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ବସ୍ତୁରୁ ନିମ୍ନତର ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ବସ୍ତୁକୁ ତାପ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ତିନି ରୂପରେ ହୁଏ : ପରିବହନ, ପରିଚଳନ ଏବଂ ବିକିରଣ ।

l ପରିବହନରେ ତାପ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ / ଅଣୁରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ପରମାଣୁ / ଅଣୁକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ଏହି ଅଣୁ / ପରମାଣୁମାନ ନିଜର ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାନ ପ୍ରତି ଦୋଳନ କରନ୍ତି ।

l ପରିଚଳନରେ, ଅଣୁର ଗତି ଯୋଗୁଁ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ବିକିରଣରେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ସାହାଯ୍ୟରେ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ ।

l ପରିବହନ ଦ୍ୱାରା ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ତାପର ପରିମାଣ ହେଉଛି

$$Q = \frac{K(T_h - T_c)At}{d}$$

l **ଭିଏନ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ :** T(K) ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ବିକିରିତ ଶକ୍ତିର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ l_m ର ମୂଲ୍ୟ ଏପରି ଯେ $l_m T =$ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ (= 2880 mK)

l **ଷ୍ଟେଫାନ୍-ବୋଲ୍‌ଜମାନ ନିୟମ :** T(K) ରେ ଥିବା ଏକ ଉତ୍ସ ଦ୍ୱାରା ଶକ୍ତି ବିକିରଣ ହାର ହେଉଛି

$$E = e\ s\ AT^4)$$

ଅବଶୋଷିତ ପାୱାର୍ a ର ସଂଜ୍ଞା ହେଉଛି

$$a = \frac{l \text{ ଓ } l + dl \text{ ମଧ୍ୟରେ ଅବଶୋଷିତ ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି}}{l \text{ ଓ } l + dl \text{ ମଧ୍ୟରେ ଆପତିତ ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି}}$$

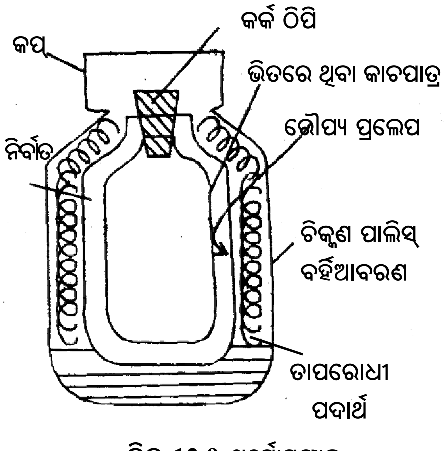
l ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପରାସ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ପୃଷ୍ଠର ଏକ ବର୍ଗ ମିଟର କ୍ଷେତ୍ରରୁ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ବିକିରଣି ଶକ୍ତିକୁ ପୃଷ୍ଠତଳର ଉତ୍ସର୍ଜନ କ୍ଷମତା e_l କୁହାଯାଏ ।

l ପୃଥିବୀ ପାଇଁ ସୌର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହେଉଛି $1.36 \times 10^3\ Jm^{-2}\ s^{-1}$ ।

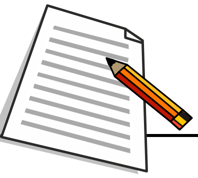
l ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମାନୁସାରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଶୀତଳନ ହାର ପରିପାର୍ଶ୍ୱଠାରୁ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାର ଆଧିକ୍ୟ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନ

1. ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋସ୍ ଫ୍ଲାସ୍କ (ଚିତ୍ର 12.9) ଧାତୁ ପାତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଦୁଇ କାନ୍ଥ ଥିବା ଏକ କାଚ ବୋତଲରେ ତିଆରି ହୁଏ । ବୋତଲ ମଧ୍ୟରେ କିଛି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଅଛି ଯାହାର ତାପମାତ୍ରା ଆମେ ସ୍ଥିର ରଖିବାକୁ ଚାହୁଁଛୁ । ଚିତ୍ରକୁ ଯତ୍ନ ସହିତ ଦେଖ ଏବଂ ଫ୍ଲାସ୍କର ଗଠନ କିପରି ପିରବହନ, ପରିଚଳନ ଓ ବିକିରଣ ଯୋଗୁଁ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ହ୍ରାସ କରାଏ, ବୁଝାଅ ।



ଚିତ୍ର 12.9 ଥର୍ମୋସ୍‌ଫ୍ଲାକ୍ସ



ଟିପ୍ପଣୀ

2. ଗୋଟିଏ ତାରକାର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ଉତ୍ସର୍ଜନ ହୁଏ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 4000 $\overset{0}{A}$ ପାଇଁ । ତାରକାର ତାପମାତ୍ରା ହିସାବ କର । ($1\overset{0}{A} = 10^{-8}$ cm)

3. କାନ୍ଥି 1000^0C ରେ ଥିବା ଏକ ନିର୍ବାତ ଆବେଷ୍ଟନୀରେ 2 ସେ.ମି. ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ଏକ କଳାବୋଳା ତମ୍ବା ଗୋଲକ ରଖାଯାଇଛି । ଗୋଲକର ତାପମାତ୍ରାକୁ 127^0Cରେ ସ୍ଥିର ରଖିବାକୁ କେଉଁ ହାରରେ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଣ କରିବାକୁ ହେବ ?

4. ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ଅବଶୋଷକ ନିଶ୍ଚୟ ଏକ ଉତ୍ତମ ଉତ୍ସର୍ଜକ" - ଏହି ଉକ୍ତି ସଂପର୍କରେ ମନ୍ତବ୍ୟ ଦିଅ ।

5. ଏକ ତମ୍ବାପାତ୍ର ଯାହାର ତଳ ପୃଷ୍ଠର ମୋଟେଇ 0.5 ସେ.ମି. ଏବଂ ବ୍ୟାସ 50 ସେ.ମି. ତାହାକୁ ଏକ ବର୍ନର (burner) ଉପରେ ରଖିବା ଫଳରେ ପାତ୍ରର ତଳପୃଷ୍ଠ 110^0C ରେ ଅଛି । ତଳପୃଷ୍ଠ ଦେଇ ଜଳ ମଧ୍ୟକୁ ଅବିରତ ତାପ ପ୍ରବାହ ଫଳରେ ଜଳ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପରେ ଫୁଟୁଛି । ପାତ୍ରର ତଳପୃଷ୍ଠର ଭିତର ପଟର ପ୍ରକୃତ ତାପମାତ୍ରା ହେଉଛି 105^0C । ଏକ ଘଣ୍ଟାରେ କେତେ କିଲୋଗ୍ରାମ୍ ପାଣି ବାଷ୍ପୀଭୂତ ହେବ ?

6. ତାପ ପରିବାହିତା ଗୁଣାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଦିଅ । ଏହା ନିର୍ଭର କରୁଥିବା କାରକ ମାନଙ୍କର ଏକ ତାଲିକା ଦିଅ ।

7. ତାପ (ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ) ର ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନ ପଦ୍ଧତିର ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

8. ସମ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ-କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି ବା ତତୋଧିକ ଦଣ୍ଡ କ୍ରମିକ ବିନ୍ୟାସରେ ରହିଛନ୍ତି । ତେବେ ଦର୍ଶାଅ ଯେ ସେମାନଙ୍କର ତୁଲ୍ୟ ତାପ ପ୍ରତିରୋଧ ସେମାନଙ୍କର ତାପ ପ୍ରତିରୋଧର ସମଷ୍ଟି ସହିତ ସମାନ । (ସୂଚନା : ତାପ ପରିବାହିତାର ବିପରୀତାନୁପାତ ହେଉଛି ତାପ ପ୍ରତିରୋଧ ।)

9. ଦୁଇଟି ଜଡ଼ର ତାପୀୟ ପରିବାହିତାର ଅନୁପାତ ହେଉଛି 4:3 । ଏହି ଜଡ଼ମାନଙ୍କରୁ ତିଆରି ସମାନ ମୋଟେଇର ଦୁଇଟି ଦଣ୍ଡର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଅନୁପାତ କେତେ ହେଲେ ଉଭୟର ତାପୀୟ ପ୍ରତିରୋଧ ସମାନ ହେବ ?

10. ଏକ ଶୀତ ରାତିରେ ଆକାଶ ମେଘାଚ୍ଛନ୍ନ ଥିଲେ, ମୁକ୍ତ ଆକାଶ ଥିବା ତୁଳନାରେ ଆମେ କାହିଁକି ଉଷୁମ ଅନୁଭବ କରୁ ?

11. ଉଭୟ ସମାନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଖଣ୍ଡେ ତମ୍ବା ବା ଲୁହା କାହିଁକି ସେହିଭଳି ଖଣ୍ଡେ କାଠ ଠାରୁ ଅଧିକ ଉଷ୍ଣ ବୋଧ ହୁଏ ?

12. ଗରମ ଚା ଏକ ଧାତୁ କପ୍‌ରେ ପିଇଲେ ଚାଇନା-କ୍ଲେ କପ୍‌ରେ ପିଇବା ଠାରୁ କାହିଁକି କଷ୍ଟକର ?

13. ତୁଳା ପୋଷାକ ତୁଳନାରେ ଉଲ୍‌ର ପୋଷାକ କାହିଁକି ଶରୀରକୁ ଉଷୁମ ରଖେ ?

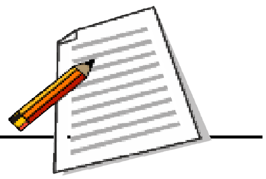
14. ସମାନ ମୋଟେଇର ଦୁଇ ପରସ୍ତ ଚାଦର କାହିଁକି ଦୁଇଗୁଣ ମୋଟେଇର ଏକ ପରସ୍ତ ଚାଦର ତୁଳନାରେ ଆମକୁ ଉଷୁମ ରଖେ ?. .

15. ଏକ ଭୂ-ଉପଗ୍ରହରେ ପରିଚଳନ ସାହାଯ୍ୟରେ ଜଳ ଫୁଟା ଯାଇ ପାରିବ କି ?

16. ଗୋଟିଏ 500W ବଲ୍‌ବ୍ ଜଳୁଛି । ଏହାର 5 ସେ.ମି. ଉପରେ ଏବଂ 5 ସେ.ମି. ତଳେ ହାତ ରଖ । ଉପର ହାତରେ କାହିଁକି ଅଧିକ ଗରମ ଲାଗିବ ?

17. ଭିନ୍ନ ଜଡ଼ରୁ ତିଆରି ଦୁଇଟି ପାତ୍ରର ଆକାର ଓ ବିସ୍ତାର ସମାନ । ସେଥିରେ ସମାନ ପରିମାଣର ବରଫ 0^0C ରେ ଭର୍ତ୍ତି କରାଯାଇଛି । ଯଦି ଉଭୟ ପାତ୍ରରେ ବରଫ ଯଥାକ୍ରମେ 25 ମିନିଟ୍ ଓ 20 ମିନିଟରେ ତରଳି ଯାଏ, ଉଭୟ ପାତ୍ରର ଧାତୁର ତାପୀୟ ପ୍ରତିରୋଧ (ତାପୀୟ ପରିବାହିତା) ତୁଳନା କର ।

18. 20 ସେ.ମି. ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ 4.0 ସେ.ମି. ବ୍ୟାସର ଏକ ତମ୍ବା ଦଣ୍ଡର ତାପ ରୋଧିତା ହିସାବ କର । (ତମ୍ବାର ତାପ ପରିବାହିତା = 9.2×10^{-2} ଏବଂ ଦଣ୍ଡର ଦୁଇପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରା ପାର୍ଥକ୍ୟ ହେଉଛି 50^0C) ତାପ ପ୍ରବାହ ହାର ହିସାବ କର ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ଉତ୍ତର

12.1.

1. ଘନ ବସ୍ତୁରେ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣର ମୁଖ୍ୟ ପଦ୍ଧତି ହେଉଛି ପରିବହନ ଯେଉଁଥିରେ କଣିକାମାନ ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ କଣିକାମାନଙ୍କୁ ଶକ୍ତି ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ କରନ୍ତି । ପରିଚଳନରେ ପ୍ରବହର କଣିକାମାନ ଉଚ୍ଚତାପମାତ୍ରା ଅଞ୍ଚଳରୁ ନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରା ଅଞ୍ଚଳକୁ ଗତି କରନ୍ତି ଏବଂ ବିପରୀତ ମଧ୍ୟ ହୁଏ ।

2. $K = \dfrac{Qd}{t\,A(Q_2 - Q_1)}$

$$= \frac{J}{s}\frac{m}{m^2\,{}^0C} = J\,s^{-1}\,m^{-1}\,{}^0C^{-1}$$

3. ଉଲ ତନ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଆବଦ୍ଧ ବାୟୁ ଶରୀରରୁ ନିର୍ଗତ ତାପକୁ ବାହାରି ଯିବାରେ ବାଧା ଦିଏ ଏବଂ ତେଣୁ ପିନ୍ଧିଥିବା ଲୋକକୁ ଉଷୁମ ରଖେ ।

4. ଏକ $1m^2$ ପୃଷ୍ଠ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଏବଂ 1m ମୋଟେଇର ଏକ ଘନାକୃତି ସ୍ଲାବ୍‌ର ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱ 1^0C ତାପମାତ୍ରା ପାର୍ଥକ୍ୟରେ ଥାଇ 1 ସେକେଣ୍ଡରେ ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ତାପର ସାଂଖ୍ୟିକ ପରିମାଣକୁ ଜଡ଼ର ତାପ ପରିବାହିତା ଗୁଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

5. ଦିନରେ ଜଳ ତୁଳନାରେ ଭୂଭାଗ ଉଷ୍ଣ ହୁଏ ଏବଂ ସମୁଦ୍ର ଉପରେ ଥିବା ବାୟୁ ଭୂଭାଗ ଉପରର ବାୟୁ ତୁଳନାରେ ଶୀତଳ ହୁଏ । ଭୂଭାଗ ଉପରେ ଥିବା ଉଷ୍ଣ ବାୟୁ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱଗାମୀ ହୁଏ ଏବଂ ଏକ ନିମ୍ନଚାପ ଅଞ୍ଚଳ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହା ସାମୁଦ୍ରିକ ବାୟୁ ସୃଷ୍ଟି କରେ କାରଣ ସମୁଦ୍ରରୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଭୂଭାଗକୁ ଗତି କରେ । ମୃତ୍ତିକା ଠାରୁ ଜଳର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ ଧାରିତା ଅଧିକ ହୋଇଥିବାରୁ, ମୃତ୍ତିକା ଶୀଘ୍ର ଶୀତଳ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ରାତିରେ ବିପରୀତ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେବା ଫଳରେ ସ୍ଥଳ ବାୟୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।

12.2.

1. $l_m = \dfrac{\text{ଭିଏନ୍‌ଙ୍କ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ}}{\text{ତାପମାତ୍ରା}} = \dfrac{2880\mu K}{300K} = 9.6\ m$

2. ସୂଚନା : କାରଣ ଈଷତ ରଙ୍ଗୀନ୍ କମ୍ ତାପ ଅବଶୋଷଣ କରେ ।

3. ସୂଚନା : (a) $l_m T = S$, (b) $t = s\,T^4$

4. 66.4 W.

12.3.

1. ସୌର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ × କ୍ଷେତ୍ରଫଳ = $2.7 \times 10^5 W$

2. ବାୟୁରେ ଅବିରତ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଗ୍ୟାସ୍ ଯୋଗ ଫଳରେ ସବୁଜ ଗୃହ ପ୍ରଭାବ ବୃଦ୍ଧି ପାଇବାରୁ ପୃଥିବୀର ଉଷ୍ଣତା ବଢ଼ିବା ଯୋଗୁଁ ତୁଷାର କ୍ଷେତ୍ରମାନ ତରଳିବାର ଓ ପୃଥିବୀର ଭୂଭାଗରେ ବନ୍ୟା ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ଅଛି ।

3. ଚରଘାତାଙ୍କୀ (exponential) ହ୍ରାସ

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ଉତ୍ତର

2. 7210K	3. 71.6×10^{-11} W	5. 4.7×10^5 kg
9. 3 : 4	17. 4 : 5	18. $10.9\ m^0\ C^{-1}\ W^{-1}$, 0.298 W