ଟିପ୍ପଣୀ

25

ବିକିରଣ ଓ ଜଡ଼ର ଦ୍ୱୈତ ଆଚରଣ

ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ସିନେମା ଘରେ ଚଳଚିତ୍ର ଦେଖିଥିବ । ଆଗରୁ ଦୃଶ୍ୟ ଚିତ୍ର ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଥିବା ଫିଲ୍ମ ମଧ୍ୟରେ ଆଲୋକ ଗତି କରି ପରଦା ଉପରେ ଦୃଶ୍ୟଚିତ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । “ଏଠାରେ ଦୃଶ୍ୟର ଛବି ଉତ୍ତୋଳନ କରାଯାଇଥାଏ) ତୁମେ କେବେ ଭାବିଛ କି କିପରି ଧ୍ୱନିକୁ ଚଳଚିତ୍ରରରେ ପୁନଃସ୍ଥାପିତ କରାଯାଏ ? ଫିଲ୍ମର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ସାଉଣ୍ଡ ଟ୍ରାକ୍ ଭାବରେ ଧ୍ୱନିକୁ ଲିପିବଦ୍ଧ କରାଯାଏ । ଏହା ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଗତି କରି ଫଟୋ-ସେଲ୍ ଉପରେ ଆପତିତ ହୁଏ ଏବଂ ତାହା ଏହାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ପନ୍ଦରେ ପରିଣତ କରେ । ଏହି ଫଟୋ ସେଲ୍ ଉକ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ପନ୍ଦ ଗୁଡ଼ିକୁ ଧ୍ୱନିରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ, ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ତୁମେ ଫଟୋ ସେଲ୍ର କାର୍ଯ୍ୟପ୍ରଣାଳୀକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରୁଥିବା ପ୍ରଭାବ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିବ । ଏହାକୁ **ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରଭାବ** କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ମଧ୍ୟ ଅନଧିକାର ପ୍ରବେଶକାରୀଙ୍କୁ ଧରିବା ପାଇଁ ବର୍ଗଲାର୍ ଆଲାର୍ମ୍ ଭାବେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥାଏ । ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ଆଲୋକିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବର ବିଶ୍ଳେଷଣ ଫଳରେ ଡ଼େ-ବ୍ରଏ (de-Broglie) ତରଙ୍ଗ-କଣିକା ଦ୍ୱୈତ-ଆଚରଣର ସଂପର୍କ ଉପସ୍ଥାପନା କଲେ । ଏହାର ଅର୍ଥ ଜଡ଼ ଉଭୟ ତରଙ୍ଗ କଣିକାର ଧର୍ମପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ।

ତୁମେ ଏବେ ଜାଣିଛ, କଣିକାଟି ତାହାର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥିତି, ଆକାର, ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ପରିବେଗ, ସଂବେଗ ଇତ୍ୟାଦି ଧର୍ମରୁ ଏହାର ଆଚରଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ହୁଏ । ଏହାର ଗତ ନିଉଟନଙ୍କର ଗତିର ନିୟମ ଅନୁସାରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ, ତରଙ୍ଗର ବିଶିଷ୍ଟ ଧର୍ମଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ସ୍ଥାନ-କାଳର ଆବର୍ତ୍ତନୀୟତା, ତରଙ୍ଗର ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆବୃତ୍ତି, ତରଙ୍ଗର ପରିବେଗ, ଆୟାମ (amplitude) ଇତ୍ୟାଦି । ଏହା ଶକ୍ତିକୁ ପରିବହନ କରେ କିନ୍ତୁ ଜଡ଼କୁ ନୁହେଁ, ଏହା ଶୂନ୍ୟରେ ବିସ୍ତାର କରିପାରେ କିନ୍ତୁ କଣିକା ସ୍ଥାନିତ ହୋଇଥିବାରୁ ତାହା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ସମାନ ସତ୍ତାର ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାରେ ଉଭୟ କଣିକା-ସଦୃଶ ଓ ତରଙ୍ଗ-ସଦୃଶ ଆଚରଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ ତରଙ୍ଗ-କଣିକା ଦ୍ୱୈତବାଦ କୁହାଯାଏ । ତାଙ୍କର ଯୁକ୍ତିମାନ ବହୁତ ସରଳ ଥିଲା । ପ୍ରକୃତି ସରଳତାକୁ ଆଦର କରେ ଓ ସମମିତିକୁ ଭଲ ପାଏ । ତେଣୁ ଆଲୋକ ଯଦି ତରଙ୍ଗ-କଣିକା ଦ୍ୱୈତ ଆଚରଣ ଦର୍ଶାଏ, ତେବେ ଏହା ଜଡ଼ ପାଇଁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ହେବ । ତୁମେ ଜଡ଼ ତରଙ୍ଗ ସଂପର୍କରେ ତାଙ୍କର ଅବତାରଣା ଉପାଂଶ 25.4 ରେ ପଢ଼ିବ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପଢ଼ି ସାରିବା ପରେ ତୁମେ:

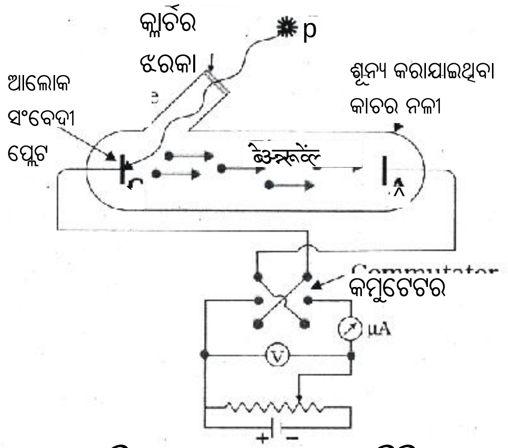
- *ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;*
- *ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରଭାବ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବାକୁ ପରୀକ୍ଷାର ବିନ୍ୟାସ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ;*
- *ଆଲୋକ- ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ସର୍ଜନ ନିୟମର ସଂଜ୍ଞା ଦେଇ ପାରିବ;*
- *ବିକିରଣର ଆବୃତ୍ତି ଓ ବିଳମ୍ବିତ ବିଭବ (Retarding Potential) ର ଗ୍ରାଫର୍ ଅର୍ଥ ବୁଝାଇ ପାରିବ;*
- *p ସଂବେଗ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ କଣିକା ସଂପୃକ୍ତ ଜଡ଼ ତରଙ୍ଗର ଡ଼ିବ୍ରଏ ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ଲେଖିପାରିବ;*
- *ଜଡ଼ ତରଙ୍ଗର ସତ୍ୟାପନ ନିମିତ୍ତ ପରୀକ୍ଷଣର ବିନ୍ୟାସ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ ।*

25.1 ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ

1887 ମସିହାରେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରସାରଣ ସଂପର୍କର କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବାବେଳେ ହର୍ସ୍ଟ ଆବିଷ୍କାର କଲେ ଯେ ଅତି-ବାଇଗଣି ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ଆଲୋକିତ ହେଉଥିଲେ ସ୍ଫୁଲିଙ୍ଗ ଅନ୍ତରାଳର ବାୟୁ ଏକ ଉତ୍ତମ ସୁପରିବାହୀ ହୋଇଯାଏ । ତାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଅଧିକ ପରୀକ୍ଷଣରୁ ଦେଖାଗଲା ଅତିବାଇଗିଣି ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ଉଦ୍‌ଭାସିତ ହେଲେ ଦସ୍ତା (Zinc) ପଜିଟିଭ୍ ଋର୍ଜିତ ହୁଏ । 1200 ମସିହାରେ, ଲିଓନାଡ୍ (Leonord) ଦର୍ଶାଇଲେ ଯେ, ଅତ୍ୟୁଚ୍ଛ ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ ଧାତବ ପୃଷ୍ଠରେ ଆପତିତ ହେଲେ, ତହିଁରୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ମାନ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ହୁଏ । ଏହା ପରଘଟଣାକୁ ଆଲୋକବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରଭାବ କୁହାଯାଏ ଓ ଏଥିରୁ ନିର୍ଗତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନଙ୍କୁ ଫଟୋ ଇଲକ୍ଟ୍ରନ କୁହାଯାଏ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅଭିଲାକ୍ଷଣିକ ଆବୃତ୍ତିଠାରୁ ଅଧିକ ଆବୃତ୍ତିର ତରଙ୍ଗ ଦ୍ୱାରା ଉଦ୍‌ଭାସିତ ଧାତୁମାନଙ୍କର ଇଲକ୍ଟ୍ରନ ଉତ୍ସର୍ଜନକୁ ଆଲୋକ- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ କୁହାଯାଏ ।

25.1. ଆଲୋକବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ଅଧ୍ୟୟନ ନିମିତ୍ତ ପରୀକ୍ଷଣ ବିନ୍ୟାସ :

ଚିତ୍ର 25.1 କୁ ଦେଖ । ଏହି ପରିଘଟଣା ଅଧ୍ୟୟନ ନିମିତ୍ତ ଏହା କକ୍ଷ ଚିତ୍ର ଦର୍ଶାଉଛି ।



ଚିତ୍ର 25.1 : ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ଅଧ୍ୟୟନ ନିମିତ୍ତ ପରୀକ୍ଷଣ ବିନ୍ୟାସ ସଂରଞ୍ଜନା

ଗୋଟିଏ ଏକ ନିର୍ବାତ ନଳୀରେ ଏକ ଧାତବ ପ୍ଲେଟ୍ A ସହିତ ଫଟୋ-କ୍ୟାଥୋଡ଼୍ କୁହାଯାଉଥିବା ଏକ ଧାତବ କପ୍ C କୁ ରୁଦ୍ଧ ଭାବେ ରଖାଯାଇଛି । C ରୁ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଉତ୍ସର୍ଜନ ହୁଏ ଏବଂ A ସେମାନଙ୍କୁ ସଂଗ୍ରହ କରେ । ଏହି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାଟେରୀ ଓ ମାଇକ୍ରୋ ଆମିଟର ପରିପଥ ସହିତ ଚିତ୍ର 25.1 ଦର୍ଶାଗଲା ଭଳି ସଂଯୋଗ କରାଯାଇଛି । ବ୍ୟାଟେରୀଟି ଏପରି ସଂଯୋଗ କରାଯାଇଛି, ଯେମିତି C ତୁଳନାରେ ପ୍ଲେଟ୍ A ଟିର ବିଭବ ପଜିଟିଭ୍ ହୋଇଥିବ । ବ୍ୟାଟେରୀର ଅଗ୍ର ଗୁଡ଼ିକ ଓଲଟାଇ ଦେଲେ, ପ୍ଲେଟ୍ A ର ବିଭବ C ତୁଳନାରେ ନେଗେଟିଭ୍ ହୋଇଯିବ ।

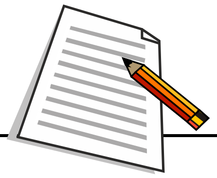
C ଦ୍ୱାର ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଫଟୋଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତାର ପ୍ରଭାବ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରିବାକୁ ପ୍ଲେଟ୍ *A* କୁ *C* ତୁଳନାରେ ପଜିଟିଭ୍ ବିଭବରେ ରଖାଯାଏ ।

ଆପତିତ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତି ଓ ତ୍ୱରକ ବିଭବ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହି ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ପୃଷ୍ଠର ଏକକ କ୍ଷେତ୍ର ପୃଷ୍ଠରୁ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ମାନଙ୍କର ପରିମାଣ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ସହିତ ସରଳ ରୈଖିକ ରୂପେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 25.2 (a) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ଅବସ୍ଥା-I

C ତୁଳନାରେ ପ୍ଲେଟ୍ A ପଜିଟିଭ୍ :-

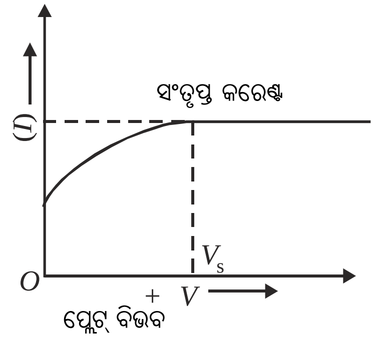
C ତୁଳନାରେ ପ୍ଲେଟ୍ A ପଜିଟିଭ ଥିବା ଅବସ୍ଥା ପ୍ରଥମେ ବିଚାର କରିବା । ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଲେ ଏହା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଉତ୍ସର୍ଜନ କରେ । C ତୁଳନାରେ A ଉଚ୍ଚବିଭବରେ ଥିବାରୁ ଉତ୍ସର୍ଜିତ



ଟିପ୍ପଣୀ

ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନ ଆକର୍ଷକ ବଳ ଅନୁଭବ କରନ୍ତି । A ର ଭୋଲଟେଜ୍ ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକର ଗତିଜଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧିପାଏ । ବାହ୍ୟ ପରିପଥରେ ମାଇକ୍ରୋଆମିଟର ଦର୍ଶାଉଥିବା କରେଣ୍ଟ ପ୍ଲେଟ A ରେ ପହଞ୍ଚୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଆମେ ପ୍ଲେଟ୍‌ର ଭୋଲଟେଜ ବଢ଼ାଇ ଚାଲିଲେ ଏପରି ଏକ ଅବସ୍ଥା ଆସିବ ଯେତେବେଳେ ସମସ୍ତ ନିର୍ଗତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ପ୍ଲେଟ୍‌ରେ ସଂଗ୍ରହ ହୋଇଯିବ । ଏହି ଅବସ୍ଥାରେ କରେଣ୍ଟ ସଂତୃପ୍ତ (saturated) ହୋଇଛି ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ପ୍ଲେଟ A ର ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍‌କୁ ଆହୁରି ଯଦି ବୃଦ୍ଧି କରାଯାଏ, ତେବେ ପ୍ଲେଟ୍ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ସହିତ କରେଣ୍ଟର ଏହି ଆଚରଣ ଚିତ୍ର 25.2 (b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ V_S କୁ *ସଂତୃପ୍ତ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍* (Satarating voltage) କୁହାଯାଏ ।

ଚିତ୍ର ORKOE~F ଫଟୋ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟାର ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହିତ ପରିବର୍ତ୍ତନ



*ଚିତ୍ର **25.2 : (b)** ପ୍ଲେଟ୍ ଭୋଲଟେଜ୍ ଉପରେ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କରେଣ୍ଟର ନିର୍ଭରଶୀଳତା ।*

ଅବସ୍ଥା II :- C ତୁଳନାରେ ପ୍ଲେଟ୍ A ନେଗେଟିଭ୍ :-

ପ୍ଲେଟ୍ A ତୁଳନାରେ C ଯଦି ପଜିଟିଭ୍ ରହେ ଓ ଉପଯୁକ୍ତ ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ ଉତ୍ସର୍ଜକ ଉପରେ ଆପତିତ ହୁଏ, ତେବେ C ରୁ ନିର୍ଗତ ଫଟୋ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ବିଳମ୍ବିତ ବିଭବ ଅନୁଭବ କରନ୍ତି ଯାହାକି ପ୍ଲେଟ A ଦିଗରେ ସେମାନଙ୍କର ଗତିକୁ ବାଧା ଦିଅନ୍ତି । ତଥାପି ପ୍ଲେଟ C ରୁ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥିବା କିଛି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ପ୍ଲେଟ A ରେ ପହଞ୍ଚି ପାରନ୍ତି । ଏହା ଯୋଗୁଁ କରେଣ୍ଟ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ, ଯାହାକି ମାଇକ୍ରୋଆମିଟରରେ ଦର୍ଶାଯାଏ । ଏହାର ଅର୍ଥ କ'ଣ ? ଯଦି କେବଳ ପ୍ଲେଟ୍ A ଓ C ମଧ୍ୟରେ ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ ହିଁ ପ୍ଲେଟ୍ ଦିଗରେ ଇଲେକଟ୍ରନର ଗତି ନିମିତ୍ତ ବଳ ଦିଏ, ତେବେ କୌଣସି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ଲେଟରେ ପହଞ୍ଚି ନଥାନ୍ତେ । କିନ୍ତୁ କିଛି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନେ ବିଳମ୍ବିତ ବିଭବର ବାଧାକୁ ଅତିକ୍ରମ କରି ପ୍ଲେଟ ଆଡ଼କୁ ଯାଇଛନ୍ତି । ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କର କିଛି ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଥିଲା । ଏଥିରୁ ମିଳୁଥିବା ତଥ୍ୟରୁ ମଧ ଏହାକୁ ସମର୍ଥନ ମିଳୁଛି । ଯେକୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆବୃତ୍ତିର ଆପତିତ ଆଲୋକ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଯଦି ବିଳମ୍ବିତ ବିଭବ ମୂଲ୍ୟ ଧିରେ ଧିରେ ବୃଦ୍ଧି କରାଯାଏ, ଶେଷରେ ଏପରି ଏକ ଅବସ୍ଥା ଆସିବ ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ଲେଟ୍‌ରେ ପହଞ୍ଚି ପାରିବ ନାହିଁ ଓ କରେଣ୍ଟ ଶୂନ୍ ହେବ ।

ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ ପାଇଁ, ଯେଉଁ ସର୍ବନିମ୍ନ ବିଳମ୍ବିତ ବିଭବରେ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଶୂନ୍ ହୁଏ; ସେହି ବିଭବକୁ ରୋଧକ ବିଭବ (stopping potential) କୁହାଯାଏ ।

ଏହି ରୋଧକ ବିଭବ ବିରୁଦ୍ଧରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦ୍ୱାରା ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ (W) ପରିମାଣ eV_0 ଅଟେ । e ହେଉଛି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜ । ଗତିଜ ଶକ୍ତି ବିନିମୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦିତ ହୁଏ ।

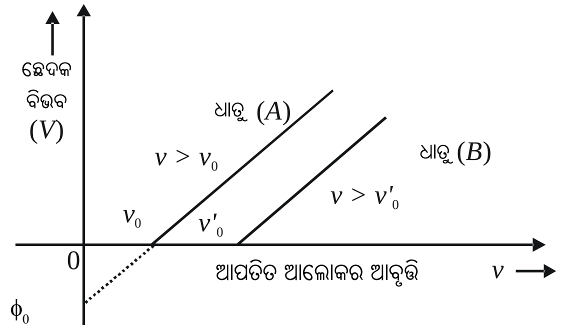
ତେଣୁ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା

$$eV_0 = \frac{1}{2} m\, 3^{2}_{max} \qquad (25.1)$$

ମିଲିକନ ଦେଖିଲେ ଯେ ରୋଧକ ବିଭବ (V_0) ଆପତିତ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଚିତ୍ର 25.3 ରେ ରୋଧକ ବିଭକ V_0 ଓ ଆପତିତ ରଶ୍ମିର ଆବୃତ୍ତି ν ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଲେଖଚିତ୍ର ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

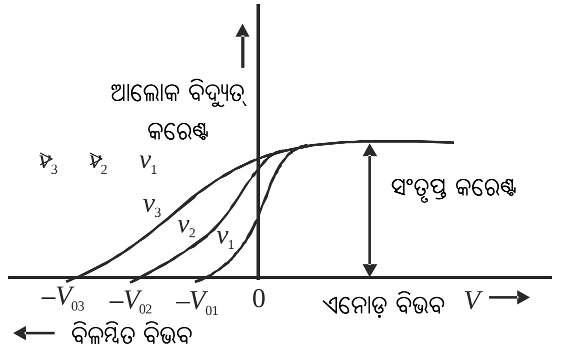
ଟିପ୍ପଣୀ

ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଯେ ଏପରି ଗୋଟିଏ ସର୍ବନିମ୍ନ ଛେଦକ ଆବୃତ୍ତି ν_0 ଅଛି ଯାହାଠାରୁ କମ୍ ଆବୃତ୍ତିରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଉତ୍ସର୍ଜନ ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ଏହାକୁ *ପ୍ରଭାବସୀମା ଆବୃତ୍ତି* (Threshold frequency) କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 25.3 : ଛେଦକ ବିଭବ ସହିତ ଓ ଆପତିତ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତି

ଆପତିରେ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତିର ରୋଧକ ବିଭବ ଉପରେ ପ୍ରଭାବ ଅନୁଧାନ କରିବାକୁ, ମିଲିକାନ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ ପାଇଁ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତାକୁ ଏକ ସ୍ଥିର ମୂଲ୍ୟରେ ରଖି ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କରେଣ୍ଟର ଆନୋଡ୍ ବିଭବ ସହିତ ସଂପର୍କ ଅନୁଧାନ କଲେ । ସେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିର ଆପତିତ ଆଲୋକ ପାଇଁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମୂଲ୍ୟର ବିରାମ ବିଭବ ପାଇଲେ । ଅଧିକନ୍ତୁ ଚିତ୍ର 25.4 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଅଧିକ ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ ରୋଧକ ବିଭବ ଅଧିକ ନେଗେଟିଭ । ଏହାର ଅର୍ଥ ଆପତିତ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତି ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନର ସର୍ବାଧିକ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ମଧ ବଢ଼େ । ତେଣୁ ଆବୃତ୍ତିର ବୃଦ୍ଧି ସହିତ, ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଏନୋଡ୍ ଆଡୁ ଗତିକୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ବନ୍ଦ କରିବା ପାଇଁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ବିଳମ୍ବିତ ବିଭବ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର 25.4 : ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ ଓ ଏନୋଡ୍‌ର ବିଭବ

ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ମଧ ଏହା ସାବ୍ୟସ୍ତ ହେଲା ଯେ ଏପରି ଏକ ସର୍ବନିମ୍ନ ଛେଦକ ଆବୃତ୍ତି ν_0 ଅଛି ଯାହାପାଇଁ କି ରୋଧକ ବିଭବ ଶୂନ୍ ହୁଏ । ଅଧିକନ୍ତୁ, ଧାତବ ପୃଷ୍ଠରେ ଆଲୋକ ଆପତିତ ହେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଆଲୋକ ଉତ୍ସର୍ଜନ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଆପତିତ ରଶ୍ମି ଯେତେ କ୍ଷୀପ୍ରତାର ହେଲେ ମଧ ଆଲୋକ ଉତ୍ସର୍ଜନ ଏକ ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମକୁ ଜଣାଅଛି ଯେ, ଆତତିତ ଆଲୋକ ଓ ଉତ୍ସର୍ଜକରୁ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଉତ୍ସର୍ଜନ ମଧରେ ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ ମାତ୍ର 10^{-9} ସେକେଣ୍ଡ କ୍ରମର ହୋଇଥାଏ ।

ଏହି ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଗୁଡ଼ିକର ସାରାଂଶ ନିମ୍ନମତେ ଦିଆଯାଇପାରେ;

- *ଆପତିତ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତିର ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସର୍ବାଧିକ ପରିବେଗର ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ଓ ଏହା ଉତ୍ସର୍ଜକ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।*
- *ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସର୍ବାଧିକ ପରିବେଗ ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।*
- *ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ପଦାର୍ଥ ପାଇଁ, ଏକ ପ୍ରଭାବସୀମା ଆବୃତ୍ତି ଥାଏ ଯାହାଠାରୁ କମ୍ ଆବୃତ୍ତିରେ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଉତ୍ସର୍ଜନ ହୁଏ ନାହିଁ ।*
- *ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ, ଉତ୍ସର୍ଜନ ପୃଷ୍ଠର ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳରୁ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ।*
- *ଧାତୁ ଉପରେ ଆଲୋକର ଆପତନ କାଳ ଏବଂ ଏଥିରୁ ଉତ୍ସର୍ଜନ ମଧରେ ସମୟର ଫରକ* $(\sim 10^{-9} s)$ *ପ୍ରାୟ ନଥାଏ । ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ସର୍ଜନ ଏକ ତତ୍‌କ୍ଷଣିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।*

ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 25.1

1. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉକ୍ତି ଗୁଡ଼ିକ ଠିକ୍ କି ଭୁଲ୍ କୁହ ।

(a) ତାପାୟନିକ ଉତ୍ସର୍ଜନରେ, ଇଲେକଟ୍ରନ ଫୋଟନରୁ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରେ ।

(b) ଫଟୋ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ସର୍ବାଧିକ ପରିବେଗ ଆପତିତ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତି ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ନୁହେଁ ।

(c) ଏପରି ଏକ ଆବୃତ୍ତି v_0 ଅଛି ଯାହାଠାରୁ କମ୍ ଆବୃତ୍ତିରେ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ ।

2. ଚିତ୍ର 25.3 କୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଓ x ଓ y ଅକ୍ଷର ଅନ୍ତଃ ଖଣ୍ଡକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର ଓ ଏହାର ଆନତି (ସ୍ଲୋପ୍)କୁ ହିସାବ କର ।

3. ଛେଦକ ବିଭବ (V_0) ସହିତ ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦର୍ଶାଇବାକୁ ଏକ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କର ।

25.2 ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ସର୍ଜନର ଆଇନଷ୍ଟାଇନଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ

1905 ମସିହାରେ, ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ଏକ ସରଳ କିନ୍ତୁ ବୈପ୍ଳବିକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା ଦେଲେ । ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବର ବ୍ୟାଖ୍ୟା ନିମିତ୍ତ ସେ ଧରି ନେଲେ ଯେ, ଫୋଟନ୍ ନାମକ ଶକ୍ତି ଗୁଚ୍ଛରେ ଆଲୋକର ସୃଷ୍ଟି ଏବଂ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବକୁ ବୁଝାଇଲେ ଏକ ଫୋଟନ ଓ ଏକ ବନ୍ଧିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ମଧ୍ୟରେ ସଂଘାତ ରୂପରେ । ଗୋଟିଏ ଫୋଟନର ଶକ୍ତି ‘E’ ହେଉଛି,

$$E = hv \tag{25.2}$$

ଏଠାରେ v = ଆପତିତ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତି
ଓ h = ପ୍ଲାଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ

ବର୍ତ୍ତମାନ ମନେକର, ଏକ hv ଶକ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ଫୋଟନ ଗୋଟିଏ ଧାତବ ପୃଷ୍ଠରେ ଆପତିତ ହୁଏ ।

ମନେକର, ଧାତବ ପୃଷ୍ଠକୁ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ନିର୍ଗତ ହେବା ପାଇଁ f_0 ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ ।

ତୁମେ ପୂର୍ବରୁ ପଢ଼ିଛ ଯେ, ଏହି ଶକ୍ତିକୁ ଉକ୍ତ ପରିବାହୀର କାର୍ଯ୍ୟ ଫଳନ କୁହାଯାଏ । ଏକ ପରିବାହୀର ପୃଷ୍ଠରୁ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଉତ୍ସର୍ଜନ କରିବା ପାଇଁ ଯେଉଁ ସର୍ବନିମ୍ନ ଶକ୍ତି ଦରକାର ହୁଏ ତାହାକୁ **ପରିବାହୀ କାର୍ଯ୍ୟ ଫଳନ** (Work function) କୁହାଯାଏ ।

ସାରଣୀ 25.1 ରେ କେତେକ ଧାତୁର କାର୍ଯ୍ୟ ଫଳନ (eV ରେ) ଓ ସେମାନଙ୍କର ଆବୃତ୍ତିର ପ୍ରଭାବସୀମା ର ମୂଲ୍ୟ ଦିଆଯାଇଛି ।

ରବର୍ଟ ଏ ମିଲିକାନ (1868-1953)

ମାର୍ଚ୍ଚ 1868 ରେ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାରେ ରବର୍ଟ ଆଣ୍ଡ୍ରିଜ ମିଲିକାନଙ୍କ ଜନ୍ମ । ଉପସ୍ନାତକ ପଢ଼ିବାବେଳେ, ତାଙ୍କର ପ୍ରିୟ ବିଷୟ ଥିଲା ଗ୍ରୀକ ଓ ଗଣିତ । କିନ୍ତୁ 1891ରେ ତାଙ୍କର ସ୍ନାତକ ସରିଲା ପରେ, ସେ 2ବର୍ଷ ପାଇଁ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ଶିକ୍ଷକତା କଲେ । ଏହି ସମୟରେ ତାଙ୍କର ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ପ୍ରତି ଆଗ୍ରହ ଜାତ ହେଲା । 1895ରେ ସେ ତାପଦୀପ୍ତ ପୃଷ୍ଠଦ୍ୱାରା ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଆଲୋକର ପୋଲାରାଇଜେସନ୍ ବିଷୟରେ ଗବେଷଣା ପାଇଁ ଡ଼କ୍ଟରେଟ୍ ଉପାଧି ପାଇଥିଲେ । ମିଲିକାନ ଜର୍ମାନୀର ବର୍ଲିନ

ୟୁନିଭରସିଟି ଓ ଗୋଟିଙ୍ଗ୍‌ୟନ ୟୁନିଭରସିଟିରେ ଏକ ବର୍ଷ (1895-1896) ବିତାଇଥିଲେ । ସେ ନୂଆ କରି ପ୍ରତିଷ୍ଠା ହୋଇଥିବା ଚିକାଗୋ ୟୁନିଭରସିଟିର ରେରସନ ପ୍ରୟୋଗଶାଳାରେ ସହାୟକ ଭାବେ ଯୋଗଦେବା ପାଇଁ ଏ.ଏ ମାଇକେଲସନ୍‌ଙ୍କ ନିମନ୍ତ୍ରଣ ପାଇଁ ଫେରିଆସିଥିଲେ । 1910 ମସିହାରେ ସେହି ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ପ୍ରଫେସର ହେଲେ ଏବଂ 1921 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସେହିପଦରେ ରହିଥିଲେ । ସେ ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ହିସାବରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି, ଆଲୋକ ବିଜ୍ଞାନ ଓ ଅଣୁ ବିଜ୍ଞାନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବହୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ତୈଳବିନ୍ଦୁ ପତନ ପରୀକ୍ଷା ମାଧ୍ୟମରେ, ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜର ସଠିକ୍ କଳନା ତାଙ୍କର ପ୍ରଥମ ବଡ଼ ସଫଳତା ଥିଲା । ସେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରମାଣ କରିଥିଲେ ଯେ ଏହି ଚାର୍ଜର ପରିମାଣ ସମସ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପାଇଁ ସମାନ । ଏହା ଚାର୍ଜର କ୍ୱାଣ୍ଟମୀକରଣ ଆଚରଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କଲା ।

ସେ ମଧ୍ୟ ଆଇନଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କର ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସମୀକରଣକୁ ପରୀକ୍ଷା ମାଧ୍ୟମରେ ସାବ୍ୟସ୍ତ କରିଥିଲେ । ଏବଂ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ପ୍ଲାଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ (h) ର ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ କରିଥିଲେ । ଜୀବନସାରା ମିଲିକାନ ଏକ ଉଚ୍ଚକୋଟିର ଲେଖକ ଥିଲେ ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ପତ୍ରପତ୍ରିକା ପାଇଁ ତାଙ୍କର ଅସଂଖ୍ୟ ଅବଦାନ ଥିଲା । ସେ 1923 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ପାଇଁ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାରରେ ସମ୍ମାନିତ ହୋଇଥିଲେ ।

ଆଲବର୍ଟ ଆଇନଷ୍ଟାଇନ୍ (1879-1955)

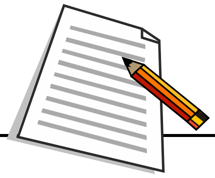
1879 ମସିହାର ମାର୍ଚ୍ଚ ମାସ 14 ତାରିଖରେ ଆଲବର୍ଟ ଆଇନଷ୍ଟାଇନ, ଜର୍ମାନୀର ଓ୍ୱଟମବର୍ଗରେ ଜନ୍ମ ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । 1901 ରେ ସୁଇଜରଲାଣ୍ଡର ନାଗରିକତ୍ୱ ଗ୍ରହଣ କଲେ । ସେଠାରେ ଶିକ୍ଷକତା କରିବା ପାଇଁ ଏକ ଚାକିରୀ ନ ପାଇବାରୁ, ସେ ସୁଇସ୍ ପେଟେଣ୍ଟ କାର୍ଯ୍ୟାଳୟରେ ବୈଷୟିକ ସହକାରୀ ପଦରେ ଯୋଗଦେଲେ । ତାଙ୍କର ପେଟେଣ୍ଟ ଅଫିସ୍‌ରେ କାର୍ଯ୍ୟକାଳ ମଧ୍ୟରେ ତାଙ୍କର ଅବସର ସମୟରେ ସେ ଅନେକ ଚମତ୍କାର କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥିଲେ । ଯଥା: ଆଲୋକବିଦ୍ୟୁତ୍ ତତ୍ତ୍ୱ ଓ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଆପେକ୍ଷିକବାଦ । 1909 ରେ ଜୁରିଚ୍‌ରେ ସେ ପ୍ରଫେସର ଭାବେ ଯୋଗ ଦେଇଥିଲେ । 1911 ରେ ସେ ପ୍ରେଗ୍‌ରେ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ପ୍ରଫେସର ପଦବୀ ଗ୍ରହଣ କଲେ ଓ ପୁଣି ପରେ ଜୁରିଚକୁ ସେହି ପ୍ରଫେସର ପଦବୀରେ ଫେରିଆସିଲେ । 1914 ରେ କାଇଜର ଉଇଲିୟମ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ସଂସ୍ଥାନର ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ଓ ବର୍ଲିନ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ପ୍ରଫେସର ହିସାବରେ ଯୋଗ ଦେଲେ । 1914 ରେ ସେ ଜର୍ମାନୀର ନାଗରିକ ହେଲେ । 1921 ରେ ସେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତତ୍ତ୍ୱ ପାଇଁ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଲେ ଯଦିଚ ସେ ଆପେକ୍ଷିକ ବାଦ ପାଇଁ ବିଖ୍ୟାତ । ରାଜନୈତିକ କାରଣରୁ ସେ ଜର୍ମାନୀର ନାଗରିକତ୍ୱ ତ୍ୟାଗ କରିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସେ 1933 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଲିନରେ ରହିଲେ ଏବଂ ତା'ପରେ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକା ଆସି ପ୍ରିନ୍‌ସଟନଠାରେ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ପ୍ରଫେସର ହିସାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ।

1940 ରେ ସେ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାର ନାଗରିକତ୍ୱ ଗ୍ରହଣ କଲେ ଓ 1945 ରେ ଏହି ପଦବୀରୁ ଅବସର ଗ୍ରହଣ କଲେ । ତାଙ୍କର ଅବଶିଷ୍ଟ ସମୟ ସେ ମୌଳିକ ବଳଗୁଡ଼ିକର ଏକକୀକରଣ ଓ ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକବାଦ ଉପରେ ଅଧ୍ୟୟନ ଜାରି ରଖିଥିଲେ । ସେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ମାନବବାଦରେ ବିଶ୍ୱାସ କରୁଥିଲେ । ମନୁଷ୍ୟ ସମାଜର ଧ୍ୱଂସ ନିମିତ୍ତ ଆଣବିକ ବୋମାର ବିରୁଦ୍ଧରେ ସେ ରାଷ୍ଟ୍ରପତି ରୁଜ୍‌ଭେଲ୍‌ଟଙ୍କ ନିକଟରେ ପ୍ରତିବାଦ କରିଥିଲେ । ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଅବତରଣ କରିଥିବା ସବୁଠାରୁ ବିଖ୍ୟାତ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଓ ଗୋଟିଏ ଶତାବ୍ଦୀର ସବୁଠାରୁ ପ୍ରତିଭାଶାଳୀ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଭାବେ ତାଙ୍କୁ ବିବେଚନା କରାଯାଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ସାରଣୀ - 25.1 କେତେକ ନମୂନା ଧାତୁର କାର୍ଯ୍ୟ ଫଳନ ଓ[illegible]ସୀମା ଆବୃତ୍ତି

ଧାତବ	¤M(eV)	¬=(Hz)
ସୋଡ଼ିୟମ	2.5	6.07×10^{14}
ପୋଟାସିୟମ	2.3	5.58×10^{14}
ଦସ୍ତା	3.4	8.25×10^{14}
ଲୌହ	4.8	11.65×10^{14}
ନିକେଲ	5.9	14.32×10^{14}



ଟିପ୍ପଣୀ

ଏକ b ($> \phi_0$) ଶକ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ଫୋଟନ ଏକ ଧାତବ ପୃଷ୍ଠରେ ପତିତ ହେଲେ କ'ଣ ହେବ ବୋଲି ତୁମେ ଭାବୁଛ । ଆମେ ଭାବୁ ଯେ ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରୁ, ϕ_0 ଅଂଶ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକୁ ଉତ୍ସର୍ଜନରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେବ ଓ ବଳକା b (ϕ_0) ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକୁ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ରୂପରେ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେବ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନେ ନିର୍ଗମନ ପୂର୍ବରୁ ଆନ୍ତଃ-ସଂଘାତରେ କିଛି ବ୍ୟକ୍ତି କ୍ଷୟ କରିଥା'ନ୍ତି ।

ଗାଣତିକ ରୂପରେ, ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ।

$$h\nu = \phi_0 + H + K_{max} \qquad (25.3)$$

ବର୍ତ୍ତମାନ ଦେଖାଯାଉ, ଏହି ପରିଲକ୍ଷିତ ଫଳାଫଳକୁ ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ଭିତ୍ତିରେ କିପରି ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇପାରିବ ।

ମନେକର $\phi_0 = h\nu_0$

ତେଣୁ ସମୀକରଣ (25.3) କୁ ଲେଖିପାରିବ

$$h_{max} = \frac{1}{2}mv^2 = h(\nu - \nu_o) \qquad (25.4)$$

ଉକ୍ତ ସମୀକରଣଟି ଦର୍ଶାଏ ଯେ

- K_{max} ର ମୂଲ୍ୟ $(\nu - \nu_o)$ପଜିଟିଭ ହେବାକୁ, କୌଣସି ଉତ୍ସର୍ଜନ ହୋଇପାରିବ ନାହିଁ; ଅର୍ଥାତ୍ ଆପତିତ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତି ପ୍ରଭାବସୀମା ଆବୃତ୍ତିଠାରୁ ଅଧିକ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।
- K_{max} ର ମୂଲ୍ୟ $(\nu - \nu_o)$ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ।
- ν ଆବୃତ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଫୋଟନର ସଂଖ୍ୟାର ବୃଦ୍ଧି ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଫୋଟନର ସମାନ ଶକ୍ତି ଥାଏ । ଫଟୋଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନଙ୍କର ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ନାହିଁ । ଅବଶ୍ୟ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଫଟୋଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସଂଖ୍ୟା ବୃଦ୍ଧି ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ତେଣୁ ତୀବ୍ରତା ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଫଟୋ କରେଣ୍ଟ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ।
- ଫୋଟନ୍ ଓ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନଙ୍କ ସଂଘାତ ଯୋଗୁଁ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବର ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବାରୁ ଫୋଟନରୁ ଶକ୍ତି ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ଅର୍ଥାତ୍ ଉଭୟ ମଧ୍ୟରେ ଆଦୌ ସମୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ରହେ ନାହିଁ ।
- କାର୍ଯ୍ୟଫଳନ ପଦାର୍ଥର ଏକ ବିଶିଷ୍ଟ ଧର୍ମ ହୋଇଥିବାରୁ ν_oର ମୂଲ୍ୟ ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।

ଆମେ ଏଠାରେ ଦେଖିଲେ ଯେ ଆଇଷ୍ଟାଇନଙ୍କ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ଦ୍ୱାରା ଏହାର ଭୌତିକ ଉତ୍ସ ସଫଳ ଭାବରେ ବୁଝିହେଲା ।

ଏହି ଧାରଣାକୁ ବୁଝିବା ନିମିତ୍ତ ଏବଂ ଭୌତିକ ପ୍ରାଚଳ ମାନଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ଜାଣିବାକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉଦାହରଣମାନଙ୍କୁ ଯତ୍ନ ସହକାରେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କର ।

ଉଦାହରଣ 25.1 :

ସୋଡ଼ିୟମର କାର୍ଯ୍ୟ ଫଳନ $2.3\,eV$ ଅଟେ । ହିସାବକର

(i) ପ୍ରଭାବସୀମା ଆବୃତ୍ତି

(ii) 5×10^{-7}m ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଆଲୋକରେ ଉଦ୍‌ଭାସିତ କଲେ ସୋଡ଼ିୟମ ଉତ୍ସରୁ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସର୍ବାଧିକ ପରିବେଗ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

(iii) ଏହି ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଆଲୋକ ପାଇଁ ରୋଧନ ବିଭବ ।

ପ୍ରଦତ୍ତ ତଥ୍ୟ :- $h = 6.6 \times 10^{-34}$Js, $c = 3 \times 10^8$ m/s

$1eV = 1.6 \times 10^{-19}J$, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}kg$.

ସମାଧାନ:

(i) ପ୍ରଭାବସୀମା ଆବୃତ୍ତି ନିମିତ୍ତ ସୂତ୍ର

$$\therefore \quad v_0 = \frac{\phi_0}{h}$$

$$= \frac{2.3 \times 1.6 \times 10^{-19}\ J}{6.6 \times 10^{-34} J\ s} = 5.6 \times 10^{14}\ Hz$$

(ii) ଆଇନଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ

$$hv = \phi_0 + K_{max} = \phi_0 + \frac{1}{2} m\upsilon^2_{max},$$

ଯେହେତୁ $v = \frac{c}{\lambda}$ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା

$$E = h \times \frac{c}{\lambda} = \phi_0 + \frac{1}{2}(m\upsilon^2_{max})$$

ଏଠାରେ c ହେଉଛି ଆଲୋକର ପରିବେଗ ଏବଂ ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ms^{-1} ଦତ୍ତ ମୂଲ୍ୟ ସ୍ଥାପନ କରି ଆମେ ପାଇବୁ

$$E = \frac{6.6 \times 10^{-34} Js \times 3 \times 10^8 ms^{-1}}{5 \times 10^{-7} m}$$

$$= 3.96 \times 10^{-19}J$$

$$\Rightarrow 3.96 \times 10^{-19} = 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} + \frac{1}{2} m\upsilon^2_{max}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m\upsilon^2_{max} = \upsilon^2_{max} = \frac{2 \times 0.28 \times 10^{-19}}{m} = \frac{2 \times 0.28 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}}$$

$$\upsilon_{max} = \sqrt{\frac{0.56 \times 10^{-19} J}{9.1 \times 10^{-31} kg}} = 2.5 \times 10^5\ m/s$$

(iii) ରୋଧକ ବିଭବ V_0

$$\Rightarrow \quad eV_0 = \frac{1}{2} m\upsilon^2_{max}$$

$$\therefore V_0 = \frac{0.28 \times 10^{-19} J}{1.6 \times 10^{-19} JV^{-1}} = 0.18\ V$$

ଟିପ୍ପଣୀ

ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ କିଛି ସରଳ ପ୍ରଶ୍ନ ମାନଙ୍କର ଉତ୍ତର ଦେବାକୁ ଚାହିଁ ପାରିବ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 25.2

1. v ଏକ ଆବୃତ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଫୋଟନର ସଂବେଗ ହିସାବ କର ।

   ....

2. ଯଦି ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଦୁଇଗୁଣ ହୋଇଯାଏ ତେବେ ଫୋଟନର ଶକ୍ତିରେ କି ପ୍ରକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ?

   ....

3. ଯଦି ଆପତିତ ବିକିରଣରେ ତୀବ୍ରତା ଦୁଇଗୁଣ ହେଲା, ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ଫଟୋଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଶକ୍ତି କି ଭଳି ପ୍ରଭାବିତ ହେବ ।

   ....

25.3 ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନଳୀ

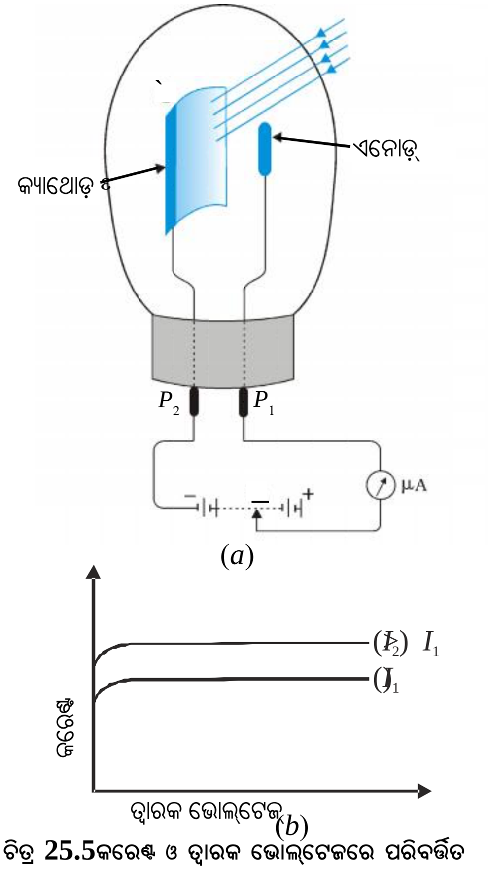
ବର୍ତ୍ତମାନ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ବିଷୟରେ ବିସ୍ତୃତ ଭାବେ ପଢ଼ିବା । ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ v_0ରୁ ଅଧିକ ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ ପଦାର୍ଥ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଲେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ନିର୍ଗତ ହୁଅନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ଆମେ ମଧ୍ୟ ଜାଣୁ ଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ପ୍ରବାହରୁ ସୃଷ୍ଟି ହିଁ କରେଣ୍ଟ ।

ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନଳୀଟି ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ଉପରେ ଆଧାରିତ ।

ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନଳୀଟି ଗୋଟିଏ ନିର୍ବାତ କାଚପାତ୍ର ଯାହା ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଅର୍ଦ୍ଧସ୍ତମ୍ଭକାକୃତି କାଥୋଡ୍ ଓ ଏକ ସିଧା ତାରର ଏନୋଡ୍ ଥାଏ । କ୍ୟାଥୋଡ୍‌ଟି ଏକ ନିମ୍ନମାନର କାର୍ଯ୍ୟ ଫଳନ ଧାତୁ ଦ୍ୱାରା ଲେପନ କରାଯାଇଥାଏ । ଫଳରେ ପୂର୍ବ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ ଏଥିରେ ଆପତିତ ହେଲେ ଯେପରି ନିଶ୍ଚୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଉତ୍ସର୍ଜନ ହେବ । ଯେଉଁ ପ୍ରଭାବସୀମା ଆବୃତ୍ତି ଠାରୁ ଅଧିକ ଆବୃତ୍ତି ନିମିତ୍ତ ଏହା କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ହୁଏ, ସେହି ଅନୁସାରେ ଲେପ ପଦାର୍ଥ ବଛାଯାଏ ।

ଏନୋଡ୍‌ଟି ସାଧାରଣତଃ ନିକେଲ କିମ୍ବା ପ୍ଲାଟିନମ୍‌ରେ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସଂଯୋଗ ପାଇଁ କାଚ ପାତ୍ରର ପୃଷ୍ଠରେ ଦୁଇଟି ଅଗ୍ର P_1 ଓ P_2 ରହିଥାଏ । ଦ୍ୱାରକ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଦେବା ପାଇଁ ଏକ ବ୍ୟାଟେରୀ ଓ ଏକ ମାଇକ୍ରୋଆମିଟର ଏନୋଡ୍ ଓ କ୍ୟାଥୋଡ୍ ସହିତ ସଂଯୋଗ କରାଯାଇଥାଏ । ବ୍ୟାଟେରୀ ଉପରେ ତୀର ଚିହ୍ନଟିର ଅର୍ଥ ହେଉଛି, ଏଥିରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା



ଚିତ୍ର 25.5କରେଣ୍ଟ ଓ ଦ୍ୱାରକ ଭୋଲ୍‌ଟେଜରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ

ଟିପ୍ପଣୀ

ଭୋଲଟେଜର ମୂଲ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇ ପାରିବ । ମାଇକ୍ରୋଆମିଟରଟି ଉକ୍ତ ପରିପଥର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣକୁ ମାପନ କରେ (ଚିତ୍ର 25.5)

ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନଳୀର କାର୍ଯ୍ୟ କାରିତା ବୁଝିବା ପାଇଁ, ମନେକର, ପ୍ରଭାବସୀମା ଆବୃତ୍ତି ଠାରୁ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ କ୍ୟାଥୋଡ଼ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଉଛି । କ୍ୟାଥୋଡ଼ ଓ ଏନୋଡ଼ ମଧ୍ୟରେ ତ୍ୱରକ ବିଭବ ଶୂନ୍ ଥିଲେ ମଧ୍ୟ କିଛି ଫଟୋଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସେଥିରୁ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ, କ୍ୟାଥୋଡ଼ରୁ ବାହାରୁଥିବା ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକର କିଛି ଗତିଜ ଶକ୍ତି ସହିତ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାନ୍ତି ଓ ଏନୋଡ଼ରେ ପହଞ୍ଚିଥା'ନ୍ତି । ଏଥିରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ କରେଣ୍ଟର ମୂଲ୍ୟ ମାଇକ୍ରୋଆମିଟର ଦର୍ଶାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ କିଛି ତ୍ୱରକ ଭୋଲଟେଜ୍ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଦେଖିବା କଣ ହେଉଛି ।

ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ - ଅଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଏନୋଡ୍‌ରେ ପହଞ୍ଚିବ ଓ କରେଣ୍ଟର ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବ । ଏହା ଚିତ୍ର 25.5(b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ଆମେ ଯେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କ୍ୟାଥୋଡ଼ ଓ ଏନୋଡ଼ ମଧ୍ୟରେ ଭୋଲଟେଜକୁ ବୃଦ୍ଧି କରିବାରେ ଯେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କରେଣ୍ଟ ମଧ୍ୟ ବଢ଼ିଚାଲିବ । ଅବଶ୍ୟ ଉଚ୍ଚ ଭୋଟଟେଜରେ କରେଣ୍ଟ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂଲ୍ୟରେ ସଂତୃପ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 25.5 ରେ ସଂତୃପ୍ତ କରେଣ୍ଟର ମୂଲ୍ୟକୁ ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିଥାଏ । ସଂତୃପ୍ତ କରେଣ୍ଟର ମୂଲ୍ୟ ନାନୋ- ଆମ୍ପିୟର (10^{-9}A) ହୋଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 25.5ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ ଆପତିତ ଆଲୋକ ତୀବ୍ରତା ବୃଦ୍ଧ ହେଲେ, ସଂତୃପ୍ତ କରେଣ୍ଟ ମଧ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ।

25.3.1. ପ୍ରୟୋଗ

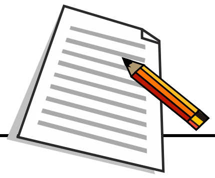
ଯେଉଁଠାରେ ଆଲୋକ ଶକ୍ତି ସମତୁଲ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କରେଣ୍ଟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ, ସେଭଳି ସ୍ଥାନରେ ଆଲୋକର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସେଲର ବହୁଳ ବ୍ୟବହାର ଦେଖାଯାଏ ।

(i) ସିନେମାଟୋଗ୍ରାଫୀରେ (ଚଳଚିତ୍ରରେ) ଧ୍ୱନିର ପୁନଃସର୍ଜନ (Reproduction) : ଚଳଚିତ୍ରରେ ଧ୍ୱନିର ପୁନଃସର୍ଜନ ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ କୋଷର ମୁଖ୍ୟ ବ୍ୟବହାର ମଧ୍ୟରେ ଅନ୍ୟତମ । ଧ୍ୱନି-ଟ୍ରାକଟି ଫିଲମ ଉପରେ ସମପ୍ରସ୍ଥ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଟ୍ରାକ୍ ଯାହାର ଘନତ୍ୱ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଆବୃତ୍ତି ସହିତ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ଆଲୋକ ଉକ୍ତ ଫିଲମ୍ ମଧ୍ୟରେ ଗତି କରାଯାଇ ଆଲୋକବିଦ୍ୟୁତ୍ ସେଲର କ୍ୟାଥୋଡ଼ ଉପରେ ଆପତିତ କରାଯାଏ । ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସେଲର ପରିପଥରେ ଉତ୍ପନ୍ନ କରେଣ୍ଟ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଆବୃତ୍ତି ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ କରେଣ୍ଟର ପରିବର୍ତ୍ତନ ମଧ୍ୟ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଆବୃତ୍ତିର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁରୂପ ହୋଇଥାଏ । ତା'ପରେ ଉକ୍ତ କରେଣ୍ଟ ରେଜିଷ୍ଟନସ୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ କରାଯାଏ । ରୋଜିଷ୍ଟାନସ୍ ଉପରେ ସୃଷ୍ଟ ଭୋଲଟେଜକୁ ଉପଯୁକ୍ତ ପରିମାଣ ବର୍ଦ୍ଧନ କରାଯାଇ ଲାଉଡ଼ସ୍ପିକରକୁ ଦିଆଯାଏ । ଯେଉଁ ଧ୍ୱନି ମୂଳରୁ ଧ୍ୱନିଟ୍ରାକ୍‌ରେ ଯେଉଁଭଳି ରେକର୍ଡ଼ କରାଯାଇଥିଲା, ଲାଉଡ଼ ସ୍ପିକର ସେହି ରୂପରେ ପୁନଃଉତ୍ପାଦ କରେ ।

ଭିଡ଼ିଓ-ରେକର୍ଡ଼ିଂ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଇଚ୍ଛାଧିନ Module ରେ ଏ ସମ୍ପର୍କରେ ତୁମେ ଅଧିକ ପଢ଼ିବ ।

(ii) **ଦୂର ସ୍ଥାନକୁ ଚିତ୍ର ପ୍ରେରଣ :-**

ଦୂର ସ୍ଥାନକୁ ଚିତ୍ର ପ୍ରେରଣ ପାଇଁ ମଧ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଆଲୋକ ନଳୀକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଦୂର ସ୍ଥାନକୁ ଚିତ୍ର ପ୍ରେରଣ ପଦ୍ଧତିକୁ ଫଟୋ-ଟେଲିଗ୍ରାଫି କୁହାଯାଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

(iii) **ଅନ୍ୟ ବ୍ୟବହାର** – ବିଭିନ୍ନ ଦ୍ରବ୍ୟ କିମ୍ବା ଜୀବନ୍ତ ବସ୍ତୁର ଗଣନା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଅନେକ ପଦ୍ଧତିରେ ମଧ୍ୟ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନଳୀ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଏହା ବ୍ୟତୀତ ବର୍ଗଲାର୍ ଆଲାର୍ମ, ଫାୟର ଆଲାର୍ମ, ଟ୍ରାଫିକ୍‌ର ନିୟମକୁ ଭାଙ୍ଗୁଥିବା ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କୁ ଜାଣିବା ପାଇଁ, ଟି.ଭି. କ୍ୟାମେରାରେ ସ୍କାନିଙ୍ଗ୍ ପାଇଁ, ଚିତ୍ରର ଦୂରପ୍ରେରଣ ଏବଂ ଶିଳ୍ପ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଧାତବ ପ୍ଲେଟ୍‌ର ସାଧାରଣ ତ୍ରୁଟି ଛିଦ୍ର ନିରୂପଣ ପ୍ରଭୃତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 25.3

ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉକ୍ତିଗୁଡ଼ିକ ଠିକ୍ କିମ୍ବା ଭୁଲ୍, ଲେଖ

1. (କ) ଗୋଟିଏ ଫଟୋ ଟ୍ୟୁବ୍‌ର କ୍ୟାଥୋଡ଼, ଏନୋଡ଼ ତୁଳନାରେ ପଜିଟିଭ ବାୟାସ୍‌ରେ ଥାଏ
   (ଖ) ଫଟୋଟ୍ୟୁବ୍‌ର ସଂତୃପ୍ତ କରେଣ୍ଟ ଆପତିତ ବିକିରଣର ଆବୃତ୍ତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।
   (ଗ) ଫଟୋଡ଼ାୟୋଡ଼ର ସଂତୃପ୍ତ କରେଣ୍ଟ ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ସହିତ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ।

   ....

2. ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ର ତିନୋଟି ଉପଯୋଗିତା ଲେଖ ।

   ....

3. 100 cm ଦୂରରେ ଥିବା ଏକ ଉଜ୍ଜଳ ଉତ୍ସ ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ଫଟୋଟ୍ୟୁବ୍ ଉଦ୍‌ଭାସିତ ହେଉଛି । ସେହି ଉତ୍ସଟି 50cm ଦୂରରେ ରଖାଗଲେ ଫଟୋ କ୍ୟାଥୋଡ଼ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ କି ପ୍ରଭାବ ପଡ଼ିବ ?

   ....

ଆଇନ ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କର ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ର ପ୍ରଭାବର ତତ୍ତ୍ୱ ପୂର୍ବ ଉପାଂଶରେ ତୁମେ ପଢ଼ିଲ ଏବଂ ଜାଣିଲ ଯେ ଫୋଟନ୍ କଣିକାକୁ ନେଇ ଆଲୋକ ଗଠିତ । ପୁଣି ମଧ୍ୟ ଜାଣିଛ ଯେ ବ୍ୟତିକରଣ ଏବଂ ବିକୀର୍ଣ୍ଣନ ଭଳି ଘଟଣାକୁ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ ବୁଝାଇ ହେବ । ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଆରମ୍ଭରେ ଆଲୋକର ଏହି ଦ୍ୱୈତ ଆଚରଣ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀମାନଙ୍କର ଗ୍ରହଣୀୟ ହେଲା । ଡ଼ି ବ୍ରୋଏ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ-କଣିକାର ଦ୍ୱୈତ ଧାରଣ ସଂପର୍କରେ ଚିନ୍ତା କରୁ କରୁ ନିଜକୁ ନିଜେ ପ୍ରଶ୍ନ କଲେ ଯଦି ଆଲୋକ ଦ୍ୱୈତ ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରୁଛି ତେବେ ପଦାର୍ଥର କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଭଳି ଆଚରଣ କରିବ କି ନାହିଁ ? ଏହି ପ୍ରଶ୍ନଟିର ସମାଧାନ କରୁ କରୁ ଡ଼ି ବ୍ରଏ ଏକ ଉପକଳ୍ପନାରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ।

25.4 ଡି ବ୍ରଏ ଉପକଳ୍ପନା

ଜଣେ ଯୁବ ସ୍ନାତକ ଛାତ୍ର ହିସାବରେ ଗଭୀର ଅର୍ନ୍ତଦୃଷ୍ଟି ସହିତ ଡି ବ୍ରଏ ଯୁକ୍ତି କଲେ ଯେ, ଭୌତିକ ପରିଘଟଣାରେ ଯଦି ପ୍ରକୃତି ଭଲ ପାଏ ସମମିତି ଏବଂ ସରଳତାକୁ ତେବେ ସାଧାରଣ କଣିକା ଯଥା, ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରୋଟନ୍ ମଧ୍ୟ କେତେକ ବିଶେଷ ପରିସ୍ଥିତିରେ ତରଙ୍ଗର ଅଭିଲକ୍ଷଣିକାମାନ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବେ । ତାଙ୍କର ଯୁକ୍ତି ହେଲା; ଆଲୋକ ହେଉଛି ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ଏବଂ ଏହା ତରଙ୍ଗ- କଣିକାର ଦ୍ୱୈତ ଆଚରଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ । ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ-ଶକ୍ତି ତୁଲ୍ୟତା ସଂପର୍କ ($E = mc^2$), ଯାହା ବସ୍ତୁତଃ ଆଲୋକକୁ ଫୋଟନ୍‌ର କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ହିସାବରେ ବିଚାର କରେ । ଏହା ସମ୍ଭବ ହେବ ଯଦି ଜଡ଼ ମଧ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଆଚରଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ । ତେଣୁ ସେ ମତ ଦେଲେ ଯେ ଜଡ଼-ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି ଏବଂ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, କଣିକାର ସଂବେଗ ଏବଂ ଶକ୍ତି ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହେବା ଉଚିତ୍ ଯେପରିକି ଫୋଟନ୍ ପାଇଁ $E=pc$ । ଏହି ଅନୁସାରେ ଗୋଟିଏ କଣିକାର ସଂବେଗ ଯଦି p ହୁଏ ତାହା ହେଲେ ଏହାର ସଂପୃକ୍ତ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହେବ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

$$\lambda = \frac{h}{p} \qquad (25.5)$$

ଗୋଟିଏ କଣିକାର ସଂବେଗ $p = m^3$ ତେଣୁ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା ।

$$a = \frac{h}{m^3} \qquad (25.6)$$

ଏଠାରେ λ ହେଉଛି ଡ଼ି ବ୍ରୋଏ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ । ସମୀକରଣ (25.5) ତରଙ୍ଗ-କଣିକା ଦ୍ୱୈତବାଦର ଏକ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ କଥନ । ଏଥିରୁ ମଧ୍ୟ ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ ସଂବେଗ p ଥିବା ଗୋଟିଏ କଣିକା ତରଙ୍ଗ ସଦୃଶ ଆଚରଣ କରିବ ଏବଂ ସଂପୃକ୍ତ ଜଡ଼ ତରଙ୍ଗର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହେବ(h/p) । ଏହାର ବିପରୀତଟି ମଧ୍ୟ ସତ୍ୟ ଅର୍ଥାତ୍ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗ ମଧ୍ୟ କଣିକା ଅନୁରୂପ ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବ ଏବଂ ତରଙ୍ଗର ସଂବେଗ ହେଉଛି h/λ ଏହି ଉପକଳ୍ପନା Ph.D. ଗବେଷଣା ସନ୍ଦର୍ଭ ଭାବେ ପ୍ରଥମେ ଉପସ୍ଥାପିତ ହୋଇ ପରୀକ୍ଷକଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତ୍ୟାଖ୍ୟାତ ହୋଇଥିଲା । ଖୁବ୍ ଶିଘ୍ର ଡ଼ି ବ୍ରୋଏଙ୍କ ଯୁକ୍ତିକୁ ପରୀକ୍ଷା ଲବ୍ଧ ତଥ୍ୟରୁ ପ୍ରମାଣିତ ହେଲା । ଏହା ଆମ ପାଇଁ ଏକ ପ୍ରେରଣାର ବିଷୟ । ଆମେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବାକ୍ୟକୁ ଧ୍ୟାନର ସହ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା ଉଚିତ୍ ଏବଂ ଏହାର ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ପ୍ରମାଣ ମଧ୍ୟ ଅନ୍ୱେଷଣ କରିବା ଉଚିତ୍ ।

ଗୋଟିଏ କ୍ରିକେଟ ବଲ ପାଇଁ ହିସାବ କରି ଦେଖିପାରିବ ଯେ କୌଣସି ସ୍ଥୁଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅବିଶ୍ୱସନୀୟ ଭାବେ ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ । କିନ୍ତୁ ମୌଳିକ କଣିକା ଯଥା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭିନ୍ନ । ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟ V ଦ୍ୱାରା ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହେଲେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଶକ୍ତି ହେଉଛି E । ତେଣୁ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା,

$$\frac{1}{2} m\upsilon^2 = qV \qquad (25.7)$$

କିମ୍ବା $\upsilon = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$ ତେଣୁ $m^3 = p = \sqrt{2qmV}$ (25.8)

ତେଣୁ ସମୀକରଣ (25.8) ଓ (25.5) କୁ ଏକତ୍ର ଅନୁଧ୍ୟାନ କଲେ ଆମେ ଦେଖିବା

ଡ଼ିବ୍ରୋଏ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହେଉଛି

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2qmV}} \qquad (25.9)$$

ସମୀକରଣ (25.9) ରେ ମିଳୁଥିବା ଧ୍ରୁବାଙ୍କଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $h = 6.625 \times 10^{-34}$Js

$q = 1.602 \times 10^{-19}$C

$m = 9.11 \times 10^{-31}$kg

$$\lambda = \frac{6.625\times10^{-34}\text{Js}}{\sqrt{2\times(1.602\times10^{-19}\text{C})\times(9.11\times10^{-31}\text{kg})}\times\sqrt{V}}$$

$$= \frac{12.3}{\sqrt{V}}\times10^{-10}\ \text{m} = \frac{12.3}{\sqrt{V}}\ \text{Å} \qquad (25.10)$$

ଟିପ୍ପଣୀ

ଏହାର ଅର୍ଥ ଯଦି ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ 100V ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୁଏ ତେବେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହେବ,

$$\lambda = \frac{12.3}{\sqrt{100}} \text{Å}$$

$$= 1.23 \text{ Å}$$

ଏହା ମଧ୍ୟ 100eV ଶକ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ।

$$\lambda = \frac{h}{(2meE)^{1/2}}$$ ସୂତ୍ରକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାର ସତ୍ୟାପନ କରିହେବ ।

100V ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସହିତ ସଂପୃକ୍ତ ଜଡ଼ ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ x- ରଶ୍ମି ପରିସରରେ ରହେ ଏବଂ ଏହା ଏକ ଘନବସ୍ତୁର ଆନ୍ତଃ-ପାରମାଣବିକ ଦୂରତ୍ୱର ସମାନ କ୍ରମରେ ଥାଏ । ତେଣୁ ଏକ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକ ଦ୍ୱାରା ଏହାର ବିକିର୍ଣ୍ଣନ ହେବ ବୋଲି ଆଶା କରିବା ।

ସ୍ଫଟିକ ଦ୍ୱାରା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ବିଛୁରଣ ସଂପର୍କରେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରୁଥିବା ସମୟରେ ଡ଼ାଭିସନ୍ ଏବଂ ଜର୍ମରଙ୍କ ପରୀକ୍ଷଣରୁ ଜଡ଼-ତରଙ୍ଗର ପ୍ରଥମ ପରୀକ୍ଷା ମୂଳକ ପ୍ରମାଣ ମିଳିଥିଲା । ଏବେ ଏ ସଂପର୍କରେ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା ।

ଲୁଇସ୍ ଭିକ୍ଟର ଡ଼ି ବ୍ରୋଏ (1892-1987)

ଲୁଇସ୍ ଡ଼ି-ବ୍ରାଏ ଫ୍ରାନସର ଦୀପୀ ଠାରେ 1892 ମସିହା ଅଗଷ୍ଟ 15 ତାରିଖରେ ଜନ୍ମ ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ସେ ପ୍ରଥମେ କଳା ଶ୍ରେଣୀରେ ପଢୁଥିଲେ ଏବଂ 1910ରେ ଇତିହାସରେ ସ୍ନାତକ ଉପାଧି ହାସଲ କଲେ । କିନ୍ତୁ ବିଜ୍ଞାନ ପଢ଼ିବା ପାଇଁ ପ୍ରବଳ ଆଗ୍ରହ ଥିବାରୁ ସେ ବିଜ୍ଞାନରେ ଡ଼ିଗ୍ରୀ ହାସଲ କଲେ 1913ରେ । 1924ରେ ପ୍ୟାରିସ୍ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ବିଜ୍ଞାନ ବିଭାଗରେ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ତତ୍ତ୍ୱ ସଂପର୍କରେ ସନ୍ଦର୍ଭ ପ୍ରଦାନ କଲେ । ସେଥି ଯୋଗୁଁ ସେ ଡ଼କ୍ଟରେଟ ଡ଼ିଗ୍ରୀ ପାଇଲେ । ଏହି ସଂନ୍ଦର୍ଭଟିରେ ସେ ଦୁଇବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ଆହରଣ କରିଥିବା ଅନେକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ତଥ୍ୟ ଥିଲା । ଏହି କାର୍ଯ୍ୟରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ଧାରଣାମାନ ୱେଭ୍ ମେକାନିକସର ଭିତ୍ତି ସ୍ଥାପନ କଲା । ଏହା ସାହାଯ୍ୟରୁ ଆମର ଭୌତିକ ପରିଘଟଣାମାନଙ୍କ ଜ୍ଞାନ ପାରମାଣବିକ ସ୍ତରକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେଲା ।

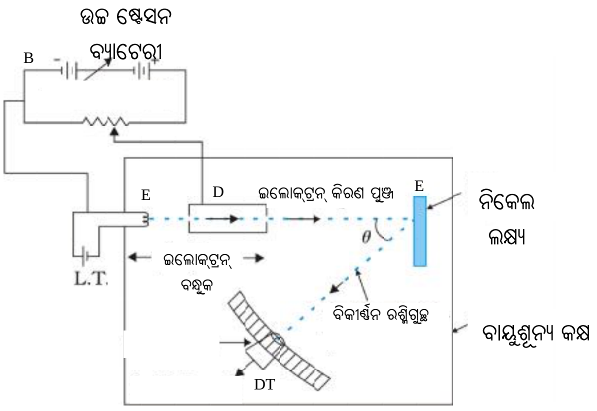
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ତରଙ୍ଗ ଧର୍ମର ଆବିଷ୍କାର ଯୋଗୁଁ 1929ରେ ସେ ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାର ପାଇଲେ ।

25.4.1 ଡି ବ୍ରଏ ତରଙ୍ଗର ଉପସ୍ଥିତିର ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ପ୍ରମାଣ

ଡ଼ାଭିସନ୍-ଜର୍ମର ଙ୍କର ପରୀକ୍ଷାଟି ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ଚିତ୍ର 25.6 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଗୋଟିଏ ଫିଲାମେଣ୍ଟ ଅଛି ଯାହାକି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଉତ୍ସ ଭାବେ କାମ କରେ ।

ଏହି ଫିଲାମେଣ୍ଟରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକ ଅଂସଖ୍ୟ ରେଖାଛିଦ୍ର ଥିବା ଗୋଟିଏ ଧାତୁ ନିର୍ମିତ ଡ଼ାୟାଫାର୍ମ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ପ୍ରବେଶ କରାଗଲା । ଫିଲାମେଣ୍ଟରୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକ ବିଭିନ୍ନ ଦିଗରେ ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ଧାତବ ଡ଼ାୟାଫାର୍ମଟି ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ମାନଙ୍କୁ ସମାନ୍ତରଣରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । କେବଳ ଯେଉଁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକ ବିଭିନ୍ନ ଡ଼ାୟାଫାର୍ମର ରେଖାଛିଦ୍ର ଦେଇ ପ୍ରବେଶ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୁଅନ୍ତି ସେମାନେ ହିଁ ବାହାରକୁ ଆସିପାରନ୍ତି ।

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର, ତ୍ୱାରକ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍‌ର ପରିମାଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସମାନ୍ତରିତ ଗୁଚ୍ଛ ଶକ୍ତି ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରାଯାଏ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଗୁଚ୍ଛକୁ ଗୋଟିଏ ନିକେଲର ସ୍ଫଟିକ ଉପରେ ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଆପତିତ କରାଗଲା । ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଏକ ଡ଼ିଟେକ୍ଟର ଥାଏ ଯାହାକୁ କି ଲକ୍ଷ୍ୟ ସ୍ଫଟିକର ଅଭିଲମ୍ବ ପ୍ରତି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କୋଣରେ ସ୍ଥାପିତ କରାଯାଇପାରେ । ଏହି ଡ଼ିଟେକ୍ଟର ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମିପ୍ରସ୍ଥର ତୀବ୍ରତାର ମାପନ ହୁଏ । ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ନିକେଲକୁ ବାଛିବାରେ କୌଣସି ସ୍ୱତନ୍ତ୍ରତା ନାହିଁ ।



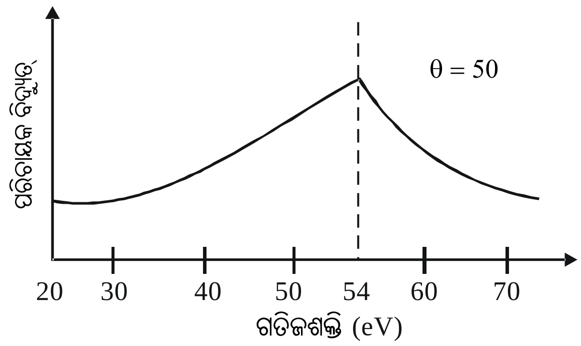
ଚିତ୍ର 25-6: ଜଡ଼-ତରଙ୍ଗର ଉପସ୍ଥିତି ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷା ପ୍ରଣାଳୀ

¯ $= 50^0$ ଡ଼ିକେଟକ୍ଟର କରେଣ୍ଟ ଓ ଆପତିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କର ଗ୍ରାଫ୍ ଚିତ୍ର 25.7ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିପାର 54 eV ଗତିଜଶକ୍ତି ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପାଇଁ ଡ଼ିଟେକ୍ଟର କରେଣ୍ଟ ସର୍ବାଧିକ ହେଉଛି ।

ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ମାନଙ୍କର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହିସାବ କଲେ, ତୁମେ ପାଇବ

$$\lambda = \frac{6.62\times10^{-34}\,\text{Js}}{[2\times(9.1\times10^{-31}\text{kg})\times54\times1.6\times10^{-19}\,\text{J}]^{1/2}} = 1.67\ \text{Å}$$



ଚିତ୍ର 25-7: ଡ଼ିଟେକ୍ଟରର କରେଣ୍ଟ ଓ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କର ଲେଖ ଚିତ୍ର

25.4.2 ଡ଼ି-ବ୍ରଏ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରୟୋଗ

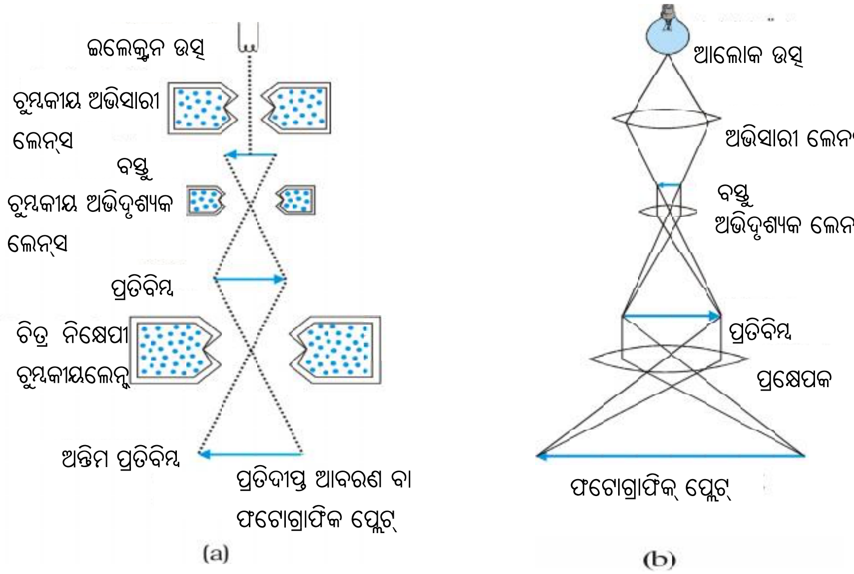
ଆମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଜାଣୁଛୁ ଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଗତିଜଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧି କରି ଆମେ ଅତ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷୁଦ୍ର ମୂଲ୍ୟର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମିଳିବ ।

23 ଅଧ୍ୟାୟରୁ ତୁମେ ସ୍ମରଣ କରି ପାର ଯେ ଏକ ଆଲୋକୀୟ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣରେ ବିଭେଦନ କ୍ଷମତା ନିର୍ଭର କରେ ବ୍ୟବହୃତ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଉପରେ । ବାସ୍ତବରେ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହ୍ରାସ କଲେ, ବିଭେଦନ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । ଅନୁମାନ କରିପାରିବ କି ଯଦି ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ରରେ ଫୋଟନ ପରିବର୍ତ୍ତେ ଏକ ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ସଂପନ୍ନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଚ୍ଛ ବ୍ୟବହାର କରାଗଲେ କ'ଣ ହେବ ?

ଟିପ୍ପଣୀ

ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସହିତ ସଂପୃକ୍ତ ଡ଼ିବ୍ରୋଏ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହ୍ରାସ କରି ତୁମେ ଅତ୍ୟୁଚ୍ଚ ବିଭେଦନ ଓ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ ଉପଲବ୍ଧ କରିପାରିବ । ଏହି କୌଶଳଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅଣୁ ବୀକ୍ଷଣରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଡି ବ୍ରଏ ତରଙ୍ଗର ଏହା ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରୟୋଗ ।

ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ମାଇକ୍ରୋସ୍କୋପ୍ ଏବଂ ଆଲୋକୀୟ ମାଇକ୍ରୋସ୍କୋପ ମଧ୍ୟରେ ଗଠନ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ମଧ୍ୟରେ ଏକ ତୁଳନା ଚିତ୍ର 25.8ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 25.8 (a) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର (b) ଆଲୋକୀୟ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର

ଡ଼ାଭିସନ୍ ଓ ଜର୍ମରଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାର କାହାଣୀ

କ୍ଲିଣ୍ଟନ୍ ଡ଼ାଭିସନ୍‌ଙ୍କ ସହିତ ଜର୍ମର ୱେଷ୍ଟର୍ଣ୍ଣ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍, ନ୍ୟୁୟର୍କ, ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାରେ କାମ କରୁଥିବା ବେଳେ ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ବିଛୁରଣ ଯନ୍ତ୍ରରେ ଥିବା ନିର୍ବାତ ଟ୍ରାପ୍ ରେ ଏକ ଫାଟ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ ଫେବୃୟାରୀ 6, 1820 ମସିହାରେ । ସେମାନଙ୍କର ଯନ୍ତ୍ର ପ୍ରଥମ ଥର ପାଇଁ ଭାଙ୍ଗି ନ ଥିଲା କିମ୍ବା ସେମାନେ ମୂଲ୍ୟବାନ୍ ନିକେଲ ସ୍ଫଟିକକୁ ନିର୍ବାତରେ ଓ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ସହିତ ଗରମ କରି ସଜାଡ଼ିବା ମଧ୍ୟ ସେମାନଙ୍କ ପାଇଁ ପ୍ରଥମ ନଥିଲା । ଏହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଘଟଣାରେ ଏହି ଥରର ଫାଟ ଏବଂ ତା'ପରେ ତାର ସଜଡ଼ା ପଦ୍ଧତି ପରବର୍ତ୍ତି ସମୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିବର୍ତ୍ତନର ଆବିଷ୍କାରରେ ପ୍ରମୁଖ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲା । ଏପ୍ରିଲ 06, 1925 ସୁଦ୍ଧା, ଏହି ମରାମତି କାମ ସରିଯାଇଥିଲା ଓ ନଳୀଟି କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ହୋଇଯାଇଥିଲା । ତାର ପରବର୍ତ୍ତୀ ସପ୍ତାହ ଗୁଡ଼ିକରେ ଯେତେବେଳେ ନଳୀଟିରେ ବିଭିନ୍ନ ପରୀକ୍ଷଣ ମାନ କରାଗଲା ସେଥିରେ 4 ବର୍ଷ ପୂର୍ବରୁ ମିଳିଥିବା ପରିଣାମ ସହିତ ସମାନ ଫଳ ମିଳିଲା । ତା'ପରେ ହଠାତ୍ ମେ ମାସର ମଧ୍ୟ ଭାଗରେ ପୂର୍ବରୁ ମିଳି ନଥିବା କେତେ ଫଳ ମିଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ ହେଲା । ଏହା ଡ଼ାଭିସନ ଓ ଜର୍ମରଙ୍କୁ ଏପରି ଦ୍ୱନ୍ଦରେ ପକାଇଲା ଯେ ପରୀକ୍ଷାକୁ

କିଛି ଦିନ ପରେ ବନ୍ଦ କରିଦେଲେ ଓ ଟ୍ୟୁବ୍‌କୁ କାଟି ଖୋଲି ଦେଲେ ଏବଂ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣବିଦ୍ ଏଫ.ଏଫ୍.ଲୁକାସ୍‌ଙ୍କ ସହିତ ମିଶି ଲକ୍ଷ୍ୟକୁ ପରୀକ୍ଷା କଲେ, କାଳେ ନୂତନ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଲବ୍ଧ ଫଳର କିଛି କାରଣ ମିଳିବ ।

ସେମାନେ ଯାହା ଦେଖିଲେ ତାହା ଏହିପରି : ଅତ୍ୟଧିକ ତାପନ, ଯୋଗୁଁ ଲକ୍ଷ୍ୟ ନିକେଲର ବହୁମୁଖୀ କ୍ରିଷ୍ଟାଲ ରୂପ ପରିବର୍ତ୍ତେ ଲକ୍ଷ୍ୟର ଯେଉଁ ଅଞ୍ଚଳରେ ଆପତିତ ରଶ୍ମି ବିଚ୍ଛୁରିତ ହେଉଛି, ତାହା ଦଶମୁଖୀ ସ୍ଫଟିକରେ ପରିଣତ ହୋଇଛି । ଡ଼ାଭିସନ ଓ ଜର୍ମର ସିଦ୍ଧାନ୍ତ କଲେ ଯେ ନୂତନ ବିଚ୍ଛୁରଣ ଚିତ୍ରାଭ ବୋଧ ହୁଏ ସ୍ଫଟିକର ନୂତନ ସଜ୍ଜା ଯୋଗୁଁ ହୋଇଛି । ଅନ୍ୟ କଥାରେ, ସେମାନେ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ କଲେ ଯେ, ବିଚ୍ଛୁରିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ତୀବ୍ରତାର ନୂତନ ଚିତ୍ରାଭ ସ୍ଫଟିକ ମଧ୍ୟରେ ପରମାଣୁ ଗୁଡ଼ିକର ବିନ୍ୟାସ ଯୋଗୁଁ ହୋଇଥାଏ, ପରମାଣୁର ଗଠନ ଯୋଗୁଁ ନୁହେଁ ।

1926 ମସିହାରେ ଗ୍ରୀଷ୍ମ ସମୟରେ, ସେ ଓ ତାଙ୍କ ସ୍ତ୍ରୀ ତାଙ୍କର ସଂପର୍କୀୟଙ୍କ ପାଖକୁ ଛୁଟି କଟାଇ ଯିବା ପାଇଁ ଇଂଲଣ୍ଡ ଯିବାକୁ ସ୍ଥିର କଲେ । ଏହି ଯାତ୍ରା ସମୟରେ କିଛି ଘଟିବାର ଥିଲା । ତାତ୍ତ୍ୱିକ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଏହି ସମୟରେ ମୌଳିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦେଇ ଗତି କରୁଥିଲା । 1926 ମସିହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ମାସରେ, ଏଡ଼ୱିନ ସ୍କ୍ରଡ଼ିଂଜର୍‌ଙ୍କର ୱେଭ ମେକାନିକ୍ସର ଚମତ୍କାର ସନ୍ଦର୍ଭ ସମୂହ ପ୍ରକାଶ ପାଇଲା । ତା'ପରେ 1923-24ରେ ଡ଼ି ବ୍ରଏଙ୍କ ସନ୍ଦର୍ଭ ଓ 1925ରେ ଆଇଷ୍ଟାଇନଙ୍କ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ଗ୍ୟାସ୍ ସନ୍ଦର୍ଭ ପ୍ରକାଶ ପାଇଲା । ଏହି ସନ୍ଦର୍ଭମାନ British Association for the advancement of Scienceର ଅକ୍ସଫୋର୍ଡ଼ ଅଧିବେଶନରେ ଚିତ୍ତାକର୍ଷକ ଆଲୋଚନାର ବିଷୟ ବସ୍ତୁ ହୋଇଥିଲା ।

ଡାଭିସନ୍ ଏହି ଅଧିବେଶନରେ ଯୋଗ ଦେଇଥିଲେ । ସେ ନିଜ କ୍ଷେତ୍ରର ନୂତନ ପ୍ରଗତି ସଂପର୍କରେ ସମସ୍ତ ତଥ୍ୟ ଜାଣିଥିଲେ ମଧ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ମେକାନିସ୍‌ର ଏ ସମସ୍ତ ପ୍ରଗତି ସଂପର୍କରେ ଜାଣି ନଥିଲେ ।

ତାଙ୍କର ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟର ସସସ୍ୟା ରହିଲାନି ଯେତେବେଳେ ଡ଼ି ବ୍ରୋଏଙ୍କ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତରଙ୍ଗର ଅସ୍ତିତ୍ୱ ପ୍ରତିପାଦନ କରିବାକୁ ବର୍ନ ନିଜର ବକ୍ତୃତାରେ ପ୍ଲାଟିନମ୍ ଲକ୍ଷ୍ୟ ଉପରେ କୁନସ୍‌ମାନଙ୍କ ସହିତ ଡ଼ି ବ୍ରଏଙ୍କ 1923ରେ ପ୍ରକାଶିତ ବକ୍ରଲେଖକୁ ପ୍ରାମାଣିକ ତଥ୍ୟ ଭାବେ ଉପଦେଶ କଲେ । 1937 ମସିହାରେ ଡ଼ାଭିସନ୍ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ପାଇଁ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ଜି.ପି. ଟମସନ୍ (ଜେ.ଜେ.ଟମ୍‌ସନ୍‌ଙ୍କ ପୁଅ) ସହିତ ଭାଗ କଲେ ।

ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର :-

ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର ଏକ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଯନ୍ତ୍ର । ଏକ ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଚ୍ଛ ବ୍ୟବହାର କରି କୌଣସି ବସ୍ତୁକୁ ଅତି ସୂକ୍ଷ୍ମ ସ୍ତରରେ ପରୀକ୍ଷା କରି କରୁଥିବା ଏକ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଯନ୍ତ୍ର ହେଉଛି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର । ଏହା ସାହାଯ୍ୟରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସୂଚନା ମିଳିପାରିବ । ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠର ରୂପ ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା କିପରି ଦେଖାଯାଏ, ଏହାର ଗଠନ ଶୈଳୀ; ଏହି ରୂପ ସହିତ ଜଡ଼ୀୟ ଧର୍ମ (କଠିନତା, ପ୍ରତିଫଳନତା ...... ଇତ୍ୟାଦି) ମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କ, ବସ୍ତୁକୁ ଗଠନ କରିଥିବା କଣିକାର ଆକୃତି ଓ ଆକାର, ଏହି ଗଠନ ଏବଂ ଜାତୀୟ ଧର୍ମ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ସଂପର୍କ (ନମନୀୟତା, ସାମର୍ଥ୍ୟ, ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳତା ଆଦି), ଯୌଗିକକୁ ଗଠନ କରିଥିବା ମୌଳିକମାନ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତ, ଗଠନ ଓ ଜଡ଼ୀୟ ଧର୍ମ (ଗଳନାଂକ, ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳତା, କଠିନତା ଇତ୍ୟାଦି ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ସଂପର୍କ) ଇତ୍ୟାଦି ।

ବସ୍ତୁରେ ପରମାଣୁମାନ କିପରି ସଜ୍ଜିତ ହେଉଛନ୍ତି ?

ଆଲୋକୀୟ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ରର ବର୍ଦ୍ଧନ 500 କିମ୍ବା 1000 ଗୁଣ ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ ଏବଂ ବିଭେଦନ କ୍ଷମତା ମଧ୍ୟ 0.2 ମାଇକ୍ରୋ ମିଟର । ଏହି ସୀମିତିକୁ ଦୂର କରିବାକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିଲା 1930

ଟିପ୍ପଣୀ

ଟିପ୍ପଣୀ

ମସିହା ଆରମ୍ଭ ବେଳକୁ ଏହି ତାତ୍ତ୍ୱିକ ସୀମା ପହଞ୍ଚି ଯାଇଥିଲା ଏବଂ ଜୈବ କୋଷ (ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍, ମାଇଟ୍ରୋକୋଣ୍ଡ୍ରିୟା .... ଇତ୍ୟାଦି)ର ଅର୍ନ୍ତଗଠନର ସୂକ୍ଷ୍ମ ଚିତ୍ର ଦେଖିବାକୁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜିଜ୍ଞାସା ଜାଗ୍ରତ ହୋଇଥିଲା । ଏଥି ନିମିତ୍ତ 10000$\times$ ଗୁଣରୁ ଅଧିକ ବର୍ଦ୍ଧନ ଆବଶ୍ୟକ ଯାହାକି ସେତେବେଳେ ମିଳୁଥିବା ଅଣୁବୀକ୍ଷକ ଯନ୍ତ୍ରଦ୍ୱାରା ସମ୍ଭବ ନ ଥିଲା । ପ୍ରଥମ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ରଟି ସଂଚରଣ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର ଥିଲା । ଏହା ଆଲୋକ ସଂଚରଣ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର ପଦ୍ଧତିରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ । କେବଳ ନମୁନାର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରିବାକୁ ରଶ୍ମି ବଦଳରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛ ଫୋକସ୍ କରି ଏହାର ଗଠନ ଓ ସଂରକ୍ଷଣ ସଂପର୍କରେ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଉଥିଲା । ଏହା ମାକ୍ସ ନୋଲ୍ ଓ ଯରନ୍ଷ୍ଟ୍ ରସ୍କଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ୧୯୩୧ ମସିହାରେ ଜର୍ମାନୀରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇଥିଲା ।

ସଂଚରଣ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର (TEM) :-

ଗୋଟିଏ TEM ସ୍ଲାଇଡ୍ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟର ଭଳି କାମ କରେ । ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟର ଏକ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛକୁ ସ୍ଲାଇଡ୍ ଉପରକୁ ଆପତିତ କରାଏ । ଆଲୋକ ସ୍ଲାଇଡ୍ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଗତି କଲାବେଳେ ଏହା ସ୍ଲାଇଡ୍‌ରେ ଥିବା ବସ୍ତୁ ଓ ସେମାନଙ୍କର ଗଠନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ । ଫଳରେ, ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର କିଛି ଅଂଶ ସ୍ଲାଇଡ୍‌ର କିଛି ଅଂଶ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଗତି କରେ । ସଂଚରିତ ଆଲୋକ ଗୁଚ୍ଛକୁ ଦର୍ଶନ ପରଦା ଉପରେ ପ୍ରକ୍ଷେପିତ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏଥିରେ ସ୍ଲାଇଡ୍‌ର ଏକ ବର୍ଦ୍ଧିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । TEM ଠିକ୍ ସେହିଭଳି କାମ କରିଥାଏ, କେବଳ ତଫାତ୍ ହେଉଛି ଏଠାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଚ୍ଛକୁ ନମୂନା ମଧ୍ୟରେ ଗତି କରାଯାଇଥାଏ । ଯେତିକି ଅଂଶ ସଂଚରିତ ହୁଏ, ତାହା ଏକ ଫସ୍‌ଫର ପରଦା ଉପରେ ପ୍ରକ୍ଷେପ କରାଯାଏ ଏବଂ ବ୍ୟବହାରକାରୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିପାରେ ।

ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗନ୍‌ରୁ ଏକ ବର୍ଣ୍ଣୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସ୍ରୋତ ନିର୍ଗତ ହୁଏ । କଣ୍ଡେନସର୍ ଲେନସ୍ 1 ଓ 2 ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହି ସ୍ରୋତକୁ ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର, ପତଳା ଓ ସୁସଂହତ ସ୍ରୋତରେ ପରିଣତ କରାଯାଏ । ପ୍ରଥମ ଲେନସ୍ (ସାଧାରଣତଃ ବିନ୍ଦୁ ଆକାର ନବ୍ ଦ୍ୱାରା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ହୁଏ) ମୁଖ୍ୟତଃ 'ବିନ୍ଦୁ' ଆକାର ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରେ । ସାଧାରଣତଃ ବିନ୍ଦୁର ଆକାର ସ୍ତର $(10^{-12}m)$ fm କ୍ରମରେ ହୋଇଥାଏ ।

ଦ୍ୱିତୀୟ ଲେନସ୍‌ଟି ସାଧାରଣତଃ ତୀବ୍ରତା ବା ଉଜ୍ଜଳତା ନବ୍ (intensity or bightness knob) ଦ୍ୱାରା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ହୁଏ । ଏହା ପ୍ରକୃତରେ ନମୁନା ଉପରେ ବିନ୍ଦୁର ଆକାର ପରିବର୍ତ୍ତିତ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ଏକ ଓସାରିଆ ବିସ୍ତାରିତ ବିନ୍ଦୁରୁ ଏକ ପିନ୍-ଅଗ୍ର ସଦୃଶ ବିନ୍ଦୁରେ ପରିଣତ କର । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଚ୍ଛକୁ କଣ୍ଡେନସରର ଦ୍ୱାରକ ଦ୍ୱାରା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରି ଉଚ୍ଚ କୋଣରେ ଆସୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ମାନ ଗୁଚ୍ଛ ସ୍ପେଶିମେନ୍‌ର ଆପତ୍ତିତ ହୁଏ କିନ୍ତୁ ଅଂଶ ସଂଚରିତ ହୁଏ ଆଲୋକୀୟ ଅକ୍ଷରୁ ଦୂରରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନଙ୍କୁ ବାଦ ଦିଏ । ଏହି ସଞ୍ଚରିତ ଅଂଶକୁ ଅଭିଦୃଶ୍ୟକ ଲେନସ୍ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ରୂପେ କେନ୍ଦ୍ରିତ କରାଯାଏ ।

ଅଧିକ ଅଭିଦୃଶ୍ୟକ ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଧାତବ ଦ୍ୱାରକ ଦ୍ୱାରା ଗୁଚ୍ଛକୁ ଆହୁରି ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରାଯାଇପାରେ । ଅଭିଦୃଶ୍ୟକର ଦ୍ୱାରକ ଉଚ୍ଚ-କୋଣରେ ବିକୀର୍ଣ୍ଣିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକୁ ବାଦ ଦେବା ଫଳରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବରେ ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶ ଉଜ୍ଜଳତାରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି କରେ । ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଦ୍ୱାରକ ସାହାଯ୍ୟରେ ନମୁନାରେ ଥିବା ପରମାଣୁର ବିନ୍ୟାସ ଯୋଗୁଁ ଆବର୍ତ୍ତୀ-ବିବର୍ତ୍ତନ ମଧ୍ୟ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରିପାରିବ । ଏହାପରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଲେନ୍‌ସ୍ ଏବଂ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟର୍ ଲେନସ୍ ମଧ୍ୟରେ ଗତି କରି ଗତି ପଥରେ ବର୍ଦ୍ଧିତ ହୁଏ । ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଫସ୍ଫର୍ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ପରଦାରେ ଆପତିତ ହୁଏ ଏବଂ ଆଲୋକ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଫଳରେ ବ୍ୟବହାରକାରୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିପାରେ । ନମୁନାର ଯେଉଁ ଅଂଶ ଦେଇ ଅଳ୍ପ ସଂଖ୍ୟକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ (ତାହା ମୋଟା

ଟିପ୍ପଣୀ

ବା ଘନ), ତାହା ହେଉଛି ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଅନୁଜ୍ଜ୍ୱଳ ଅଞ୍ଚଳ । ନମୁନାର ଯେଉଁ ଅଞ୍ଚଳ ଦେଇ ଅଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇଛନ୍ତି (ତାହା ପତଳା ବା କମ୍ ଘନ) ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ତାହାକୁ ସୂଚଉଛି ।

ଉଦାହରଣ - 25.2 :

ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ 182 V ବିଭବ ପାର୍ଥକ୍ୟରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୋଇଥାଏ । ଏଥିରେ ସଂପୃକ୍ତ ତରଙ୍ଗର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ : ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ଡ଼ି ବ୍ରୋୟଙ୍କ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{12.3}{\sqrt{V}} \text{Å}. \quad \text{ଏଠାରେ } V = 182\text{V}.$$

$$\lambda = \frac{12.3}{\sqrt{182}} \text{Å} = \frac{12.3}{13.5} = 0.91\text{Å}$$

ଉଦାହରଣ :- 25.3 :

10^{15}Hz ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ ଏକ ଦସ୍ତା ପ୍ଲେଟ୍ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଲେ ସେଥିରୁ ନିର୍ଗତ ଫଟୋଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସର୍ବାଧିକ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ହିସାବ କର । ଦସ୍ତା ପ୍ଲେଟର କାର୍ଯ୍ୟ ଫଳନ 3-4eV ଅଟେ ।

ସମାଧାନ :

ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ସଂପର୍କରୁ ଆମେ ମନେପକାଉ ଯେ

$$hv = \phi_0 + K_{max}$$

ପ୍ରଦତ୍ତ ତଥ୍ୟ, $h = 6.625 \times 10^{-34}$Js, $\nu = 10^5$ Hz

$$E = h\nu = 6.625 \times 10^{-34} \times 10^{15}$$

$$= 6.625 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\phi_0 = 3.4\text{ev} = 3.4 \times 1.602 \times 10^{-19}\text{J}$$

$$= 5.4468 \times 10^{-19}\text{J}$$

$$K_{max} = E - \phi_0 = (6.625 - 5.447) \times 10^{-19}\text{J}$$

$$= 1.178 \times 10^{-19}\text{J}.$$

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 25.4

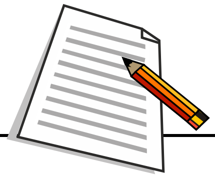
1. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉକ୍ତିଗୁଡ଼ିକ ଭୁଲ୍ କି ଠିକ୍ କୁହ ।

(କ) ଡ଼ି ବ୍ରୋୟଙ୍କ ମତ ଅନୁସାରେ, ସ୍ଥିର କଣିକାମାନ ତରଙ୍ଗ ସଦୃଶ ଧର୍ମ ଦେଖାଇଥାନ୍ତି ।

(ଖ) ଜଡ଼ ତରଙ୍ଗ ଓ ଡ଼ି ବ୍ରୋୟ ତରଙ୍ଗ ସମାନ ଅଟେ ।

(ଗ) ଉଚ୍ଚଶକ୍ତି ସଂପନ୍ନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନ ବ୍ୟବହାର ଫଳରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସହିତ ସଂପୃକ୍ତ ଡି ବ୍ରୋୟ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହ୍ରାସ ହେବା ଫଳରେ ଏକ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ରରେ ଅତି କମ୍ ବିୟୋଜନ ହୁଏ ।

....



ଟିପ୍ପଣୀ

2. ଏକ 50 ଗ୍ରାମ୍‌ର ବଲ ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ 20 m/s ଗତିରେ ଗଡ଼ିକରି ଯାଏ । ଏଥିରେ ସଂପୃକ୍ତ ଡ଼ି ବ୍ରୋୟ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ଅଧିକ ?

....

3. ଏକ କ୍ରିକେଟ୍ ବଲ ସଂପୃକ୍ତ ଡ଼ି ବ୍ରୋୟ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଆମେ କାହିଁକି ପାଇ ପାରିବା ନାହିଁ ?

....

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ଏକ ଧାତବ ପୃଷ୍ଠରେ, ଉପଯୁକ୍ତ ଆବୃତ୍ତିର ଆଲୋକ ଆପତିତ ହେଲେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ନିର୍ଗମନକୁ ଆଲୋକବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିର୍ଗମନ କୁହାଯାଏ ।
- ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିର୍ଗମନରେ, ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ଆଲୋକରୁ ଶକ୍ତି ପାଇଥା'ନ୍ତି ।
- ଆପତିତ ରଶ୍ମିର ଆବୃତ୍ତିର ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ରୋଧନୀ ବିଭବର ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଥାଏ ।
- ପ୍ରତ୍ୟେକ ଜଡ଼ ପଦାର୍ଥ ପାଇଁ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆବୃତ୍ତି ν_0 ରୁ କମ୍ ହେଲେ ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ । ଆଲୋକ ଆବୃତ୍ତି ସହିତ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ପରିବେଗ ବୃଦ୍ଧିପାଏ କିନ୍ତୁ ଏହା ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।
- ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆବୃତ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ଆଲୋକ ପାଇଁ ପ୍ରତି ବର୍ଗ ସେଣ୍ଟିମିଟର ନିର୍ଗମନ ପୃଷ୍ଠରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନଙ୍କର ସଂଖ୍ୟା ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ସହିତ ସମାନୁପାତି ।
- ଆଇନଷ୍ଟାଇନ୍ ସ୍ୱୀକାର କଲେ ଯେ ଫୋଟନକୁ ନେଇ ଆଲୋକର ସୃଷ୍ଟି । ପ୍ରତି ଫୋଟନ୍‌ର ଶକ୍ତି ଥାଏ $h\nu$ । ଏଠାରେ ν ହେଉଛି ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତି ଏବଂ h ହେଉଛି ପ୍ଲାଙ୍କଙ୍କ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।
- ଫଟୋ ଉତ୍ସର୍ଜନ ଶ୍ରେଣୀର ଫଟୋ ଟ୍ୟୁବ୍ ଆଲୋକବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ଉପରେ ଆଧାରିତ ।
- ଆପତିତ ଆଲୋକ ତୀବ୍ରତାର ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଫଟୋ ଟ୍ୟୁବ୍‌ର ସଂତୃପ୍ତ କରେଣ୍ଟ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ ।
- ଗତିଶୀଳ କଣିକା ସହିତ ତରଙ୍ଗମାନ ସଂପୃକ୍ତ ଥାଏ ।
- ଏହି ତରଙ୍ଗର ଦୈର୍ଘ୍ୟ h/p । ଏଠାରେ p ହେଉଛି ସଂବେଗ ଓ h ହେଉଛି ପ୍ଲାଙ୍କଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

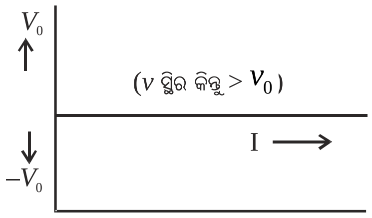
1. ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ସର୍ଜନରେ, ଆପତିତ ଫୋଟନର କ'ଣ ଘଟିଥାଏ ?
2. ଏକ ଫୋଟନ ଓ ଏକ ଜଡ଼ କଣିକା ମଧ୍ୟରେ କି ପ୍ରଭେଦ ଅଛି ?
3. ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଜଡ଼ର ତରଙ୍ଗ ଗୁଣ କାହିଁକି ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୁଏ ନାହିଁ ?
4. ଆପତିତ ରଶ୍ମିର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ, ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକର ପରିବେଗ କିପରି ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ?

ଟିପ୍ପଣୀ

5. ଏକ ଧାତୁର ପ୍ରଭାବୀ ସୀମା ଆବୃତ୍ତି 5×10^{14}Hz ଏକ 6000Å ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟର ଫୋଟନ୍ ଗୋଟିଏ ଶକ୍ତି ସଂପନ୍ନ ଫଟୋଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ନିର୍ଗମନ କରିପାରିବ କି ?
6. ଏକ ଧାତୁର ପ୍ରଭାବୀବୀମା ଆବୃତ୍ତି ଆପତିତ ବିକିରଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ କି ?
7. ଫଟୋ ସେଲର୍ ବିଭିନ୍ନ ବ୍ୟବହାରଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ ?
8. ଡ଼େଭିସନ୍ ଓ ଜର୍ମରଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କ'ଣ ଥିଲା ? ଏହା କେଉଁ ନିୟମ ଉପରେ ଆଧାରିତ ?
9. ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ ଅଧ୍ୟୟନ ନିମିତ୍ତ ପରୀକ୍ଷାକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।
10. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପଦଗୁଡ଼ିକୁ ବୁଝାଅ
    (i) ସଂତୃପ୍ତ ଭୋଲଟେଜ୍
    (ii) ରୋଧନୀ ବିଭବ
11. ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ସର୍ଜନର ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ଉଲ୍ଲେଖ କର ।
12. ଆଇନଷ୍ଟାଇନଙ୍କ ଆଲୋକବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରଭାବ ତତ୍ତ୍ୱର ମୁଖ୍ୟ ତଥ୍ୟ ଗୁଡ଼ିକ ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।
13. ଆଇଷ୍ଟାଇନ୍ଙ୍କ ସୂତ୍ର $h\nu = E_0 + k_{max}$ କୁ ବୁଝାଅ ।
14. $v = 1 \times 10^8$m /s ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହିସାବ କର । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ
    $m = 9.1 \times 10^{-31}$kg ଏବଂ $h = 6.6 \times 10^{-34}$Js.
15. ଡି ବ୍ରୋୟ ତରଙ୍ଗର ଅସ୍ତିତ୍ୱକୁ ପ୍ରମାଣିତ କରିବା ନିମିତ୍ତ ପରୀକ୍ଷାଟି ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।
16. ଦର୍ଶାଅ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଭବ V ଦ୍ୱାରା ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୋଇଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସହିତ ସମ୍ପୃକ୍ତ ଡ଼ିବ୍ରୋୟ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସମୀକରଣଟି ହେଉଛି $\lambda = \frac{12.3}{\sqrt{V}}$ Å

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

25.1

1. (a) ଭୁଲ୍ (b) ଭୁଲ୍ (c) ଠିକ୍
2. x - ଅନ୍ତଃଖଣ୍ଡ ପ୍ରଭାବସୀମା ଆବୃତ୍ତି ଦିଏ ।
   y- ଅନ୍ତଃଖଣ୍ଡ ଦିଏ କାର୍ଯ୍ୟ ଫଳନ $(f_0) \times e$
   $V_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{h}{e}\nu_0$. ଗ୍ରାଫର ଆନତିରୁ $\frac{h}{e}$ ମିଳେ ।
3. 

ଟିପ୍ପଣୀ

25.2

1. $\lambda = \frac{h}{p} \Rightarrow p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{c/v} = \frac{hv}{c}$

2. $E = hc/\lambda$

   ଯଦି λ ଦୁଇଗୁଣ ହୁଏ, E ଅଧା ହେବ ।

3. ଏହାର କିଛି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ନାହିଁ ।

25.3

1. (a) ଭୁଲ୍ (b) ଭୁଲ୍ (c) ଠିକ୍ ।
2. (i) ଚଳଚିତ୍ରରେ ଧ୍ୱନିର ପୁନଃସ୍ଥାପନ
   (ii) ଦୂର ସ୍ଥାନକୁ ଚିତ୍ର ପ୍ରେରଣ :
   (iii) ଚୋରକୁ ଧରିବା ପଦ୍ଧତିରେ
3. ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସଂଖ୍ୟା 4 ଗୁଣ ବୃଦ୍ଧି ହେବ ।

25.4

1. (a) ଭୁଲ୍ (b) ଠିକ୍ (c) ଠିକ୍ ।
2. p = m ³ ଏବଂ l = h/p

   m = 50 g = .05 kg

   ³ =20 cm / c = 0.02 m/s

   $\lambda = 6.6 \times 10^{-12}$m
3. ସମୀକରଣ (25.14) ରୁ ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ ଯଦି ବସ୍ତୁତ୍ୱ (m) ବଢ଼େ, ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କମ୍ ହୁଏ । କ୍ରିକେଟ ବଲ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ତାହାହିଁ ହୁଏ ।
4. 7.25Å

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର :

14. 7.25 Å