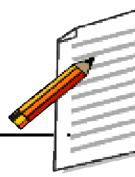
24

ପରମାଣୁର ଗଠନ



ଟିପ୍ପଣୀ

ଏପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତୁମେ ପଦାର୍ଥର ଯାନ୍ତ୍ରିକ, ତାପୀୟ, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଓ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଧର୍ମ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିଛ । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥର କାହିଁକି ଧର୍ମ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ – ଏକଥା ତୁମେ କେବେ ଭାବିଛ କି ? ଅର୍ଥାତ୍, ଖଣ୍ଡିଏ ଚକ୍ ସହଜରେ ଭାଙ୍ଗିଯାଏ, କିନ୍ତୁ ଖଣ୍ଡିଏ ଆଲୁମିନମ୍‌କୁ ବାଡେଇଲେ ତାହା ମେଲିଯାଏ କାହିଁକି ? କେତେକ ଧାତୁ ଉପରେ ଆଲୋକ ପଡିଲେ ସେଗୁଡିକ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ କାହିଁକି ? ଇତ୍ୟାଦି ଇତ୍ୟାଦି । ପଦାର୍ଥର ଏସବୁ ଧର୍ମକୁ ବୁଝିବା ସକାଶେ ଆମେ ମନେ ପକେଇବା ଯେ, ସମସ୍ତ ପଦାର୍ଥର ମୂଳ ଉପାଦାନ ହେଉଛି ପରମାଣୁ । ଅର୍ଥାତ୍, ଆମକୁ ବାହାରୁ ଗୋଟାଳିଆ ଦିଶୁ ଥିଲେ ବି ପରମାଣବିକ ସ୍ତରରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦାର୍ଥର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଗଠନ ରହିଛି, ଯାହାକୁ ଆମେ ଦେଖିବା କଷ୍ଟ । ଏଥିରୁ ଅନୁମେୟ, ପୂର୍ବୋକ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ଉତର ଜାଣିବା ପାଇଁ ପରମାଣୁର ଗଠନ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ଜରୁରି ।

ପରମାଣୁର ଗଠନ ସମ୍ପର୍କିତ ଆମର ଜ୍ଞାନ ଆହୋରଣ ସକାଶେ ଦୀର୍ଘ ସମୟ ଲାଗିଛି । ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ପରମାଣୁ ମଡେଲ (ନମୁନା) ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିଛୁ । ରଥରଫୋର୍ଡଙ୍କର ପ୍ରସିଦ୍ଧ ବିଚ୍ଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷଣରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଗଠନ ବର୍ଣ୍ଣନା କରୁଥିବା ବୋହର୍‌ଙ୍କର ମଡେଲ ସମ୍ପର୍କରେ ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି । ବୋହର୍‌ଙ୍କର ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଆମକୁ ମଧ୍ୟ ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ବୁଝିବାରେ ସହାୟତା କରିଥାଏ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପଢ଼ି ସାରିବା ପରେ ତୁମେ:

1 *ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କର ବିଚ୍ଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷଣ ଓ ଏହାର ଫଳାଫଳ ସମ୍ପର୍କରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ;*

1 *ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କର ପରମାଣୁ ମଡେଲ ଓ ଏଥିରେ ରହୁଥିବା ତ୍ରୁଟି ସମ୍ପର୍କରେ ବୁଝେଇପାରିବ;*

1 *ବୋହର୍‌ଙ୍କର 1ମ କକ୍ଷପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଓ ଏଥିରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ପରିବେଗ ଆକଳନ କରିପାରିବ;*

1 *ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ହିସାବ କରିପାରିବ;*

1 *ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁରେ ଶକ୍ତିସ୍ତର ଦେଖେଇ ପାରିବ ଓ ଏହାର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ବୁଝେଇ ପାରିବ ।*

ପରମାଣୁର ଧାରଣା

ମାନବ ସଭ୍ୟତା ପରି ପରମାଣୁର ଧାରଣା ଅତି ପ୍ରାଚୀନ । ଆମ ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତନକୁ କଣିକା ମାଧ୍ୟମରେ ବୁଝେଇବା ପାଇଁ ଅତୀତରେ ଗ୍ରୀସ୍‌ର ଡେମୋକ୍ରିଟସ୍ ଓ ଭାରତର କଣାଦ ପ୍ରୟାସ କରିଥିଲେ । କିନ୍ତୁ ବ୍ରିଟିଶ୍ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନୀ ଜହନ୍ ଡାଲ୍‌ଟନ୍ 1୮0୪ ମସିହାରେ ପରମାଣୁର ପ୍ରକୃତ ତତ୍ତ୍ୱ ଉପସ୍ଥାପନ କରିଥିଲେ । ପରମାଣୁ ହେଉଛି ଉପାଦାନର ସମସ୍ତ ଗୁଣ ରହିଥିବା ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଅବିଭାଜ୍ୟ କଣିକା ଓ ତାହା ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଅଂଶଗ୍ରହଣ କରେ ବୋଲି ସେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିଥିଲେ । ଡାଲ୍‌ଟନ୍‌ଙ୍କର ପରମାଣୁ ଥିଲା ଗଠନ ବିହୀନ ଅନ୍ତିମ କଣିକା । ଉନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଏହି ଧାରଣାକୁ ଗ୍ରହଣ କରୁଥିଲେ, କାରଣ ସେମାନେ ପରମାଣୁର ଗଠନ ବିଷୟରେ କିଛି ଜାଣି ନଥିଲେ । ଅଳ୍ପ ଚାପରେ ବାଷ୍ପ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍

ଟିପ୍ପଣୀ

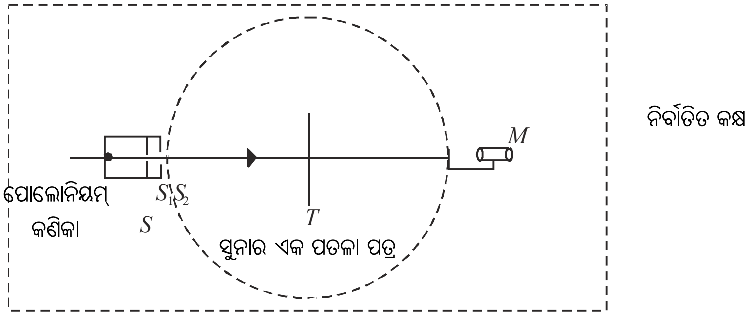
ବିସର୍ଜନ ପରୀକ୍ଷଣ ଅବସରରେ 1897 ମସିହାରେ ଜେ. ଜେ. ଟମ୍ସନ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଆବିଷ୍କାର ପରେ ଜଣାଗଲା ଯେ ପରମାଣୁର ଏକ ଗଠନ ରହିଛି ଓ ସମସ୍ତ ପରମାଣୁରେ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । କିନ୍ତୁ ସମୁଦାୟ ପରମାଣୁଟି ଚାର୍ଜ ନିରପେକ୍ଷ ହୋଇଥିବାରୁ ଏଥିରେ ସମ ପରିମାଣର ଯୁକ୍ତଚାର୍ଜ ରହିବା ଆବଶ୍ୟକ । ପୁଣି ପରମାଣୁ ତୁଳନାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ହଜାର ହଜାର ଗୁଣ ହାଲୁକା ହୋଇଥିବାରୁ ସମସ୍ତେ ଭାବୁଥିଲେ ଯେ ସାରା ପରମାଣୁ ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜ କଣିକାରେ ଭରିରହିଥିଲା । ଟମ୍ସନ୍ ନିଜର ପରୀକ୍ଷଣ ଅନୁସାରେ ପରମାଣୁର ପ୍ଲମ୍-ପୁଡିଙ୍ଗ୍ ମଡେଲ ଉପସ୍ଥାପନ କଲେ (ଚିତ୍ର – 24.1) । ଏହି ନମୁନା ଅନୁଯାୟୀ ପରମାଣୁ ହେଉଛି ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ଦ୍ୱାରା ସମଭାବରେ ଚାର୍ଜିତ ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ପେଣ୍ଡୁ, ଯାହା ଭିତରେ ପରମାଣୁକୁ ଚାର୍ଜ ନିରପେକ୍ଷ କରିବା ପାଇଁ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଉପଯୁକ୍ତ ଭାବରେ ସଜେଇ ହେଇ ରହିଛନ୍ତି । ସେତେବେଳେ ଏହା ବେଶ୍ ଯୁକ୍ତିକର ମନେ ହେଲା ।

ଟମ୍ସନ୍‌ଙ୍କ ସମୟରୁ ପରମାଣୁର ଗଠନ ସମ୍ପର୍କିତ ଆମର ଧାରଣାରେ ଯଥେଷ୍ଟ ବିକାଶ ଘଟିଛି । ଲର୍ଡ ରଦରଫୋର୍ଡ, ନିଲସ୍ ବୋହର, ଜେମ୍ସ୍ ଚାଦ୍‌ଉଇକ୍, ସ୍କ୍ରୋଡିଂଜର ଓ ଅନ୍ୟମାନଙ୍କର ମୌଳିକ ଗବେଷଣା ସକାଶେ ଏହା ସମ୍ଭବ ହୋଇପାରିଛି । ପ୍ରକୃତରେ, ଉପ-ପରମାଣବିକ କଣିକା ସମ୍ପର୍କିତ ଗୋଟିଏ ନୂତନ ଦୁନିଆର ଧାରଣା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି ଏବଂ ଏହା ମାଇକ୍ରୋ-ଇଲେକ୍ଟ୍ରନିକ୍ସ୍ ଓ ନାନୋ-ଟେକ୍ନୋଲୋଜି ଭଳି ଯୁଗାନ୍ତକାରୀ ନୂତନ ଜ୍ଞାନକୌଶଳ ଉଦ୍ଭାବନ ଦିଗରେ ସହାୟକ ହୋଇଛି ।

(ଚିତ୍ର 24.1 ପ୍ଲମ୍ ପୁଡ଼ିଙ୍ଗ ମଡ଼େଲ)

24.1 ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କର ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା ବିଚ୍ଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷଣ

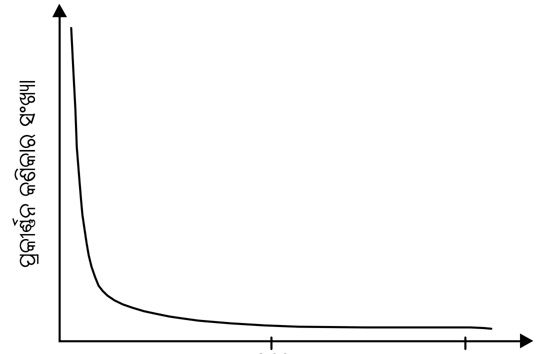
ଲର୍ଡ ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ନିର୍ଦ୍ଦେଶରେ ତାଙ୍କର ଦୁଇଜଣ ଛାତ୍ର ଗୈଗର୍ ଓ ମାର୍ସଡେନ୍ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷଣ କଲେ, ଯେଉଁଥିରେ ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକାର ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛକୁ ସୁନାର ଏକ ପତଳା ପତ୍ର ଉପରକୁ ନିକ୍ଷେପ କରାଗଲା । ପରୀକ୍ଷଣ ପାଇଁ ସେମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା କରାଯାଇଥିବା ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ ଚିତ୍ର – 24.2ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 24.2

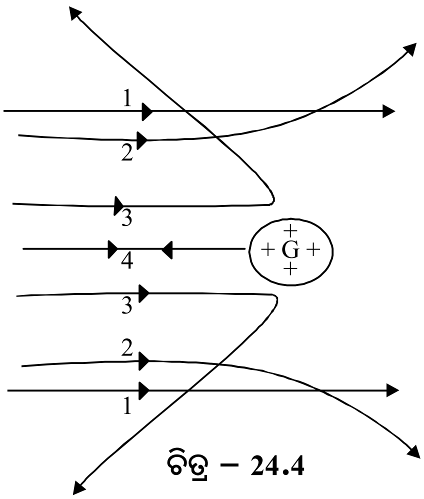
ଉତ୍ସ S ରୁ ବାହାରୁଥିବା ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକାର ସମାନ୍ତରିତ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛକୁ ସୁନାର ଏକ ପତଳା ପତ୍ର (T) ଉପରକୁ ନିକ୍ଷେପ କରାଗଲା । ବିଚ୍ଛୁରିତ ଆଲଫା-କଣିକାଗୁଡିକ ZnS ପ୍ରତିଦୀପ୍ତ ପରଦା ଉପରେ ଆସି ବାଡେଇ ହେଲେ ଆଲୋକର ଦୀପ୍ତି ବାହାରୁଥିଲା । ସେହି ଡିଟେକ୍ଟର ପରଦା ପଛରେ ସ୍ୱଳ୍ପ କ୍ଷମତାବିଶିଷ୍ଟ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର (M) ରଖାଯାଇଥିଲା । ପତଳା ପତ୍ର (T)କୁ କେନ୍ଦ୍ରରେ ରଖି ଏକ ବୃତୀୟ ସ୍କେଲ୍ ଉପରେ ଡିଟେକ୍ଟର ଘୂରିପାରୁଥିଲା । ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକାର ବାୟୁକଣିକା ସହିତ ସଂଘର୍ଷ ନହେବା ପାଇଁ ସମୁଦାୟ ପରୀକ୍ଷଣ ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ ଏକ ବାୟୁଶୂନ୍ୟ ଆବଦ୍ଧ କୋଠରୀ ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଇଥିଲା । ଟମ୍ସନ୍‌ଙ୍କର ନମୁନା ସତ୍ୟ ହୋଇଥିଲେ ପତଳା ପତ୍ର ମଧ୍ୟ ଦେଇ ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା ମୂଳ ପଥରୁ ଟିକିଏ ମାତ୍ର ବଙ୍କେଇ ଯାଇ ସିଧାସଳଖ ବାହାରିଯିବେ ବୋଲି ଆଶା କରାଯାଉଥିଲା ।

ଗେଇଗର୍ ଓ ମାର୍ସଡେନ୍ ଦେଖିଲେ ଅଧିକାଂଶ ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା ମୂଳ ପଥରୁ ଟିକିଏ ମାତ୍ର ବଙ୍କେଇ ଯାଇ ବାହାରିଗଲେ, ଯାହା ଆଶା କରାଯାଉଥିଲା । କିନ୍ତୁ ଅଳ୍ପ କେତେକ 90^0 ବା ତଦୁର୍ଦ୍ଧ୍ୱ କୋଣରେ ବଙ୍କେଇଲେ । ପ୍ରାୟ ୪000 ଭିତରୁ ଗୋଟିଏ କଣିକା 180^0 କୋଣରେ ବଙ୍କେଇ ପୂରା ପଛକୁ ଫେରିଗଲା (ଚିତ୍ର – 24.3)। ଏଭଳି ଅଧିକ କୋଣରେ ବଙ୍କେଇଯିବା ପରିଘଟଣାକୁ ଟମ୍‌ସନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡେଲ ଦ୍ୱାରା ବୁଝିହେଲା ନାହିଁ ।



ଚିତ୍ର 24.3 ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାର ପରିଣାମ

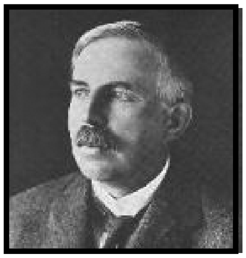
ସ୍ଥୁଳ କୋଣ ବିଚ୍ଛୁରଣକୁ ବୁଝେଇବା ପାଇଁ ଲର୍ଡ ରଦରଫୋର୍ଡ ପରମାଣୁର ନିଉକ୍ଲୀୟ ନମୁନା ଦେଲେ । ସେ ଯୁକ୍ତିବାଢ଼ିଲେ ଯେ, ନିଉକ୍ଲିୟସଠାରୁ ଦୂରରେ ଗତି କରୁଥିବା ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ନଗଣ୍ୟ କୁଲମ୍ବୀୟ ବିକର୍ଷଣ ଅନୁଭବ କରନ୍ତି । ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରାୟ ନ ବଙ୍କେଇ ବାହାରନ୍ତି । କିନ୍ତୁ ନିଉକ୍ଲିୟସର ଯେତେ ପାଖ ଦେଇ ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା ଗତି କରେ, ସେତେ ଅଧିକ ବିକର୍ଷଣ ଅନୁଭବ କରେ ଓ ଅଧିକ କୋଣରେ ବଙ୍କେଇଯାଏ । ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ସିଧାରେ ଯାଉଥିବା କଣିକାର ମୁହାଁମୁହିଁ ସଂଘର୍ଷ ଫଳରେ ତାହା 180^0 କୋଣରେ ବଙ୍କେଇ ପୂରା ପଛକୁ ଫେରିଆସେ । (ଚିତ୍ର – 24.4, ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା ନଂ 4)



ଚିତ୍ର – 24.4

ଲର୍ଡ ରଦରଫୋର୍ଡ

(1871-1937)



ନିଉଜିଲାଣ୍ଡରେ ଜନ୍ମିତ ରଦରଫୋର୍ଡ ଇଂଲଣ୍ଡର କ୍ୟାଭେଣ୍ଡିସ୍ ଲାବୋରେଟୋରୀରେ ଜେ. ଜେ. ଟମ୍‌ସନ୍‌ଙ୍କ ପାଖରେ ପଢ଼ିଥିଲେ । ପରମାଣୁ ଉପରେ ତାଙ୍କର ପଥପଦର୍ଶକ ଗବେଷଣା ଏକ ସୁନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପଦକ୍ଷେପ । ବେକ୍ୟୁରେଲଙ୍କ ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା ଆବିଷ୍କାରକୁ ସେ ସଠିକ୍ ବିଜ୍ଞାନରେ ବିକଶିତ କରିଥିଲେ ଏବଂ ପ୍ରମାଣ କରିଥିଲେ ଯେ, ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ବୋଲି କୁହାଯାଉଥିବା ଓଜନିଆ ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକର ପରମାଣୁ ପ୍ରକୃତରେ ଭାଙ୍ଗି ଯାଇ ବିଭିନ୍ନ ବିକିରଣର ରୂପ ନିଏ । 1୪9୪ ମସିହାରେ ସେ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପରମାଣୁଠାରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ଧରଣର ବିକିରଣକୁ ଆବିଷ୍କାର କଲେ ଓ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଆଲ୍‌ଫା ଓ ବିଟା ରଶ୍ମି ବୋଲି ନାମକରଣ କରିଥିଲେ । ତତ୍ପରେ ବିଟା ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ କ୍ଷିପ୍ର ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବୋଲି ଜଣାପଡ଼ିଲା । ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା ହେଉଛି ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ହରାଇଥିବା ହିଲିୟମ୍ ପରମାଣୁ ବୋଲି ସେ 1907 ମସିହାରେ ଦର୍ଶାଇଥିଲେ । ସେ ତାଙ୍କର ସହଯୋଗୀ ହାନ୍‌ସ୍ ଗେଇଗରଙ୍କ ସହିତ ମିଶି ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପରମାଣୁରୁ ନିର୍ଗତ କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପଦ୍ଧତିରେ ଚିହ୍ନଟ କରିବା ସକାଶେ ରଦରଫୋର୍ଡ-ଗେଇଗର ଡିଟେକ୍ଟର ତିଆରି କରିଥିଲେ । ଏଥିରେ ଆଭୋଗାଡ୍ରୋ ସଂଖ୍ୟା, ଏକ ଗ୍ରାମ୍-ମୋଲ୍ ପଦାର୍ଥରେ ପରମାଣୁ ବା ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ଇତ୍ୟାଦି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୌତିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିଥିଲେ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ବି.ଦ୍ର. – ଟମ୍‌ସନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡେଲ ଅନୁଯାୟୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ହେତୁ ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା ଉପରେ ଦୁର୍ବଳ ବଳ ପଡ଼ିବ । ତେବେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତୁଳନାରେ ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା ପ୍ରାୟ 7000 ଗୁଣ ଓଜନିଆ ଥିବାରୁ ଓ କ୍ଷୀପ୍ର ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବାରୁ, ସ୍ଥୁଳ କୋଣ ବିଚ୍ଛୁରଣ ସକାଶେ ଏଥିରେ ଶକ୍ତ ବିକର୍ଷଣ ବଳ ପଡ଼ିବା ଦରକାର ।

ରଦରଫୋର୍ଡ 1911 ମସିହାରେ ନିଜର ପରମାଣୁର ନିଉକ୍ଲୀୟ ମଡେଲ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଲେ ଯେ, ପରମାଣୁର ଲକ୍ଷେ ଭାଗରୁ 1 ଭାଗ ଅଂଚଳରେ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରାୟତଃ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଖୁନ୍ଦି ରହିଛି ଓ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଏହାକୁ ପରିକ୍ରମା କରୁଛନ୍ତି । ଏହି ଦ୍ୱିତୀୟ ବୃହତ୍ କାର୍ଯ୍ୟ ତାଙ୍କୁ 1908 ମସିହାରେ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ଆଣିଦେଲା ।

ଭାରତୀୟ ବିଖ୍ୟାତ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ, ଶିକ୍ଷାବିତ୍ ଓ ଦାର୍ଶନିକ ଡକ୍ଟର ଡି. ଏସ୍. କୋଠାରୀ ତାଙ୍କର ଜଣେ ଛାତ୍ର ଥିଲେ । ସେ ତାଙ୍କ ସହିତ ନକ୍ଷତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଘଟୁଥିବା ଉତ୍ତାପଜନିତ ଆୟନୀୟକରଣ ସଂପର୍କରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥିଲେ ।

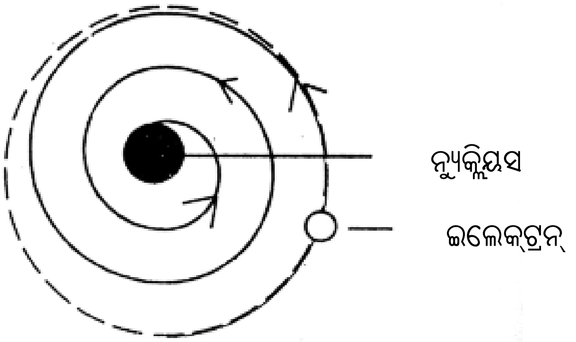
ଟିପ୍ପଣୀ

24.1.1 ପରମାଣୁର ନିଉକ୍ଲୀୟ ମଡେଲ

ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ଯୁକ୍ତି ଦର୍ଶାଇଥିଲେ ଯେ, ଗୋଟିଏ ପଜିଟିଭ୍ କଠିନ କେନ୍ଦ୍ରାଭ୍ୟନ୍ତର (କୋର) ରହିଲେ ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକାର ସ୍ଥୁଳ କୋଣ ବିଚ୍ଛୁରଣକୁ ବୁଝେଇବା ସମ୍ଭବ ହେବ । ତେଣୁ ସେ ପରମାଣୁ ଗଠନର ଏକ ନୂତନ ନମୁନା ଦେଲେ, ଯାହାର ଲକ୍ଷଣମାନ ତଳେ ଦିଆଯାଇଛି

- ପରମାଣୁର ସମସ୍ତ ପଜିଟିଭ୍‌ଚାର୍ଜ ଓ ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେନ୍ଦ୍ରରେ 'ନିଉକ୍ଲିୟସ' ନାମକ ଅତିକ୍ଷୁଦ୍ର (ପ୍ରାୟ 10^{-15} ମିଟର) ଅଂଚଳରେ ଖୁନ୍ଦି ହୋଇ ରହିଥାଏ ।
- ନେଗେଟିଭ୍‌ଚାର୍ଜ ବହନକାରୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ କିଛି ଦୂରରେ ରହି 'ନିଉକ୍ଲିୟସ'କୁ ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି, ଯେପରି ସମୁଦାୟ ପରମାଣୁଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିରପେକ୍ଷ ଓ ସ୍ଥିର ରହେ ।

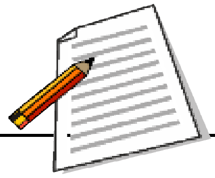
ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କର ପରମାଣୁ ନମୁନାରେ କେତେକ ତ୍ରୁଟି ରହିଥିଲା । ଏହି ମଡେଲ ଅନୁଯାୟୀ ମିଳୁଥିବା ଫଳାଫଳ ପରୀକ୍ଷଣରୁ ପ୍ରାପ୍ତ କେତେକ ଫଳାଫଳର ବିରୋଧୀ ଥିଲା ।



ଚିତ୍ର – 24.5 ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ପରମାଣୁର ମଡେଲ

(କ) ପରମାଣୁର ସ୍ଥିରତା : ଆମେ ଜାଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ନେଗେଟିଭ୍‌ଚାର୍ଜ ବହନ କରନ୍ତି । ସେଗୁଡିକୁ 'ନିଉକ୍ଲିୟସ' ଆକର୍ଷଣ କରେ, ଫଳରେ ସେଗୁଡିକର ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ତରଙ୍ଗ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ପ୍ରଦାନ କରେ । ତେଣୁ ଘୂରି ବୁଲୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରିବେ ଓ କୁଣ୍ଡଳାକାର କକ୍ଷପଥରେ ଗତି କରି ଶେଷରେ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରିବେ । ଏମିତି ହେଲେ ପରମାଣୁ ଖୁବ୍ ଅଳ୍ପ ସମୟ ପାଇଁ ତିଷ୍ଠିରହିବ । କିନ୍ତୁ ବାସ୍ତବ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସ୍ଥିର ପରମାଣୁର ଉପସ୍ଥିତି ଏହାକୁ ବିରୋଧ କରୁଛି ।

(ଖ) ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣର ଆବୃତ୍ତି: କୁଣ୍ଡଳାକାର କକ୍ଷପଥରେ ଘୂରି ଘୂରି 'ନିଉକ୍ଲିୟସ' ଆଡକୁ ଯାଉଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ବିଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ପ୍ରଦାନ କରିବା ଫଳରେ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ମିଳିବା କଥା । କିନ୍ତୁ ପରୀକ୍ଷା କଲେ ପରମାଣୁରୁ କେବଳ କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆବୃତ୍ତିର ବିକିରଣ (ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳି) ମିଳେ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ଉପରୋକ୍ତ ଆଲୋଚନାରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ପରମାଣୁର ନିଉକ୍ଲୀୟ ନମୁନା ପରୀକ୍ଷିତ ସତ୍ୟତାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ନାହିଁ । ତଥାପି ଆମର ଜ୍ଞାନବୃଦ୍ଧିରେ ଏହାର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଅବଦାନ ରହିଛି । ସଠିକ୍ ଦିଗରେ ଅଗ୍ରସର ସକାଶେ ଏହି ମଡେଲ ଥିଲା ପ୍ରଥମ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପଦକ୍ଷେପ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 24.1

1. ଠିକ୍ ଉତ୍ତରଟି ବାଛ :

(କ) ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ବିଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷାରେ ଟାର୍ଗେଟ୍ ସହିତ ବାଡେଇ ହେଉଥିଲା

(1) ବିଟା-ରଶ୍ମି (2) ଗାମା-ରଶ୍ମି (3) ଆଲ୍‌ଫା-ରଶ୍ମି

(ଖ) ନିଉକ୍ଲିୟସ୍‌କୁ ଘେରି ରହିଥାଏ

(1) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ (2) ପ୍ରୋଟନ୍ (3) ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା

(ଗ) ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକାର ସ୍ଥୂଳ କୋଣରେ ବିଛୁରଣ ଫଳରେ କାହାର ଉପସ୍ଥିତିର ସୂଚନା ମିଳିଲା

(1) ପରମାଣୁ ଭିତରେ ପଜିଟିଭ୍ କଠିନ ଅନ୍ତଃସ୍ଥଳ(2) ପରମାଣୁ ଭିତରେ ଛିଦ୍ରାଳ ଅନ୍ତଃସ୍ଥଳ

(3)ନେଗେଟିଭ୍ ଅନ୍ତଃସ୍ଥଳ

....

2. ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ମଡେଲ ବୁଝେଇ ପାରୁ ନଥିବା ଦୁଇଟି ପରୀକ୍ଷାଲବ୍ଧ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣର ନାମ କୁହ ।

....

24.2 ବୋହର୍‌ଙ୍କ ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ମଡେଲ

ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ମଡେଲରେ ରହିଥିବା ଦୋଷଦୁର୍ବଳତାକୁ ସୁଧାରିବା ପାଇଁ ନିଲ୍ ବୋହର୍ ପରମାଣୁ ଗଠନର ଏକ ନମୁନାର ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଲେ, ଯାହାକି ମାକ୍ସ ପ୍ଲାଙ୍କଙ୍କର କ୍ୱାଂଟମ୍ ତତ୍ତ୍ୱ ଉପରେ ଆଧାରିତ ଥିଲା । ଏହି ନମୁନାରେ କେବଳ ପରମାଣୁର ଗଠନ ବିଷୟରେ ନୁହେଁ, ତା' ସହିତ ପରମାଣୁର ସ୍ଥିରତା ଉପରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଥିଲା । ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ବର୍ଣ୍ଣାଳିକୁ ବୁଝେଇବାରେ ଏହା ବେଶ୍ ସକ୍ଷମ ଥିଲା । ଏବେ ଆମେ ଏହା ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଜାଣିବା ।

ବୋହର୍‌ଙ୍କ ସ୍ୱୀକାରମାନ

ପରମାଣୁର ଗ୍ରହୀୟ ମଡେଲରୁ ବୋହର୍ ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲେ । ତେବେ ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ମଡେଲରେ ରହିଥିବା ଦୁର୍ବଳତାକୁ ସୁଧାରିବା ପାଇଁ ବୋହର୍ କେତେକ ସ୍ୱୀକାର ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ସେଗୁଡିକୁ 'ବୋହର୍‌ଙ୍କ ସ୍ୱୀକାର' କୁହାଯାଏ । ବୋହର୍‌ଙ୍କର ଚାରୋଟି ସ୍ୱୀକାର ରହିଛି ।

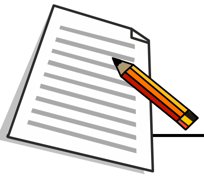
(1) *ପରମାଣୁ ଭିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଓ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ମଧ୍ୟରେ କୁଲମ୍ବ ଆକର୍ଷଣ ବଳ ହେତୁ କେନ୍ଦ୍ରାଭିମୁଖୀ ବଳ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ବୃତ୍ତୀୟ କକ୍ଷପଥରେ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଚାରିପଟେ ବୁଲନ୍ତି । ଗଣିତ ସାହାଯ୍ୟରେ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା*

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r^2} \qquad (24.1)$$

ଏଠାରେ Z କୁ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଭିତରେ ଥିବା ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜର କ୍ରମସଂଖ୍ୟା ହିସାବରେ ନିଆଯାଇଛି

(2) ଅସଂଖ୍ୟ ସମ୍ଭାବ୍ୟ କକ୍ଷପଥ ମଧ୍ୟରୁ ଯେଉଁ କକ୍ଷପଥ ପାଇଁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ବୃତ୍ତୀୟ କୌଣୀୟ ସଂବେଗ $\frac{h}{2\pi}$ ର ଏକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଗୁଣିତକ ହେବ, କେବଳ ସେହି କକ୍ଷପଥଗୁଡିକ ରହିପାରିବ ।

ଅର୍ଥାତ୍,
$$|\mathbf{L}| = mvr = \frac{nh}{2\pi} \qquad (24.2)$$



ବି.ଦ୍ର.**ଟିପ୍ପଣୀ** ଏହି ଅଭିଧାରଣାଗୁଡିକ ସୁନ୍ଦର ଭାବରେ କ୍ଲାସିକାଲ୍ ଓ କ୍ୱାଂଟମ୍ ଧାରଣାକୁ ସଂଯୋଗ କରିପାରିଛି । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ପ୍ରଥମ ଅଭିଧାରଣାଟି କ୍ଲାସିକାଲ୍ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଅନୁସାରେ ଦିଆଯାଇଛି, ହେଲେ ଅନ୍ୟ ଅଭିଧାରଣାଗୁଡିକ କ୍ୱାଂଟମ୍ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଅନୁସରଣରେ ଲେଖାଯାଇଛି ।

ଏଠାରେ L ହେଉଛି ବୃତ୍ତୀୟ କୌଣୀୟ ସଂବେଗ, ଯାହାକି ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷପଥ ପାଇଁ mvr ଅଟେ । ସେହିପରି h ହେଉଛି ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଏବଂ n ହେଉଛି ଏକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା ।

(3) *ଅନୁମତ କକ୍ଷପଥରେ ଘୂରୁଥିବା ସମୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ କୌଣସି ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରେ ନାହିଁ ।* ଏହି ଅନୁମତ କକ୍ଷପଥଗୁଡିକରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତି ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ । ଏହି କକ୍ଷପଥଗୁଡିକୁ 'ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥା' କୁହାଯାଏ ।

ବି.ଦ୍ର.-'ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥା'ରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗତି କରିପାରିବ, କିନ୍ତୁ ଏହାର ଶକ୍ତି ବଦଳିବ ନାହିଁ ।

(4) ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚ ଅନୁମତ E_f ଶକ୍ତି ସ୍ତରରୁ ଆଉ ଏକ ନିମ୍ନ ଅନୁମତ E_i ଶକ୍ତି ସ୍ତରକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ କେବଳ ଡେଇଁଲେ ହିଁ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରେ । ଦୁଇ ସ୍ତର ମଧ୍ୟରେ ଶକ୍ତିର ପାର୍ଥକ୍ୟ ବିକିରିତ ଫୋଟନ୍‌ର ଶକ୍ତି ସହିତ ସମାନ । ସେହିପରି ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ନିମ୍ନ ଅନୁମତ ଶକ୍ତି ସ୍ତରରୁ ଆଉ ଏକ ଉଚ୍ଚ ଅନୁମତ ଶକ୍ତି ସ୍ତରକୁ କେବଳ ଡିଆଁମାରିଲେହିଁ ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷଣ କରେ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତିରେ ହେଉଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିକିରିତ ବା ଅବଶୋଷିତ ଫୋଟନ୍‌ର ଆବୃତି କିମ୍ବା ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ଏହିପରି ସଂଯୁକ୍ତ ଯାଇପାରିବ:

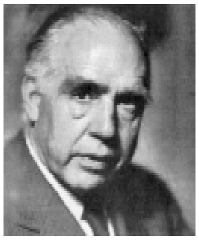
ବିକିରଣ ପାଇଁ, $\Delta E = E_i - E_f = h\nu$ (24.3a)

ଅବଶୋଷଣ ପାଇଁ, $\Delta E = E_f - E_i = h\nu$ (24.3b)

ଏଠାରେ ν ହେଉଛି ବିକିରିତ ଫୋଟନ୍‌ର ଆବୃତି ।

ନିଲ୍ ହେନେରିକ୍ ଡେଭିଡ୍ ବୋହର୍

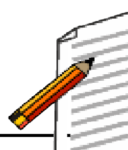
(1885-1962)



ଡେନ୍ମାର୍କର କୋପେନ୍‌ହଗେନ୍‌ଠାରେ ନିଲ୍ ବୋହର୍ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ସେ ଯେଉଁ ପରିବେଶରେ ବଢିଥିଲେ, ତାହା ତାଙ୍କ ପ୍ରତିଭାର ବିକାଶ ପାଇଁ ବେଶ୍ ଅନୁକୂଳ ଥିଲା । ତାଙ୍କର ବାପା ଥିଲେ ଜଣେ ବିଖ୍ୟାତ ଶରୀର କ୍ରିୟା ବିଶାରଦ । ସେ ପୁଅର ମନ ଭିତରେ ସ୍କୁଲରେ ପଢିବା ସମୟରୁ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ପ୍ରତି ଆଗ୍ରହ ସୃଷ୍ଟି କରିବାରେ ବିଶେଷ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । 1912 ମସିହା ବସନ୍ତକାଳରେ ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କର ମାଂଚେଷ୍ଟରସ୍ଥିତ ଗବେଷଣାଗାରରେ ସେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥିଲେ । ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କର ନିଉକ୍ଲୀୟ ମଡେଲ ଆଧାରରେ ସେ ପରମାଣୁର ଗଠନ ବିଷୟରେ ପଢିଥିଲେ । ପରେ ପରେ ସେ ସଫଳତାର ସହିତ ଏମିତି ଏକ ପରମାଣୁ ମଡେଲ ଉପସ୍ଥାପନ କଲେ, ଯାହା ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ବର୍ଣ୍ଣାଳିକୁ ବୁଝେଇ ପାରିଲା ।

ସେ 1916 ମସିହାରେ କୋପେନ୍‌ହଗେନ୍ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରୋଫେସର ଭାବରେ ନିଯୁକ୍ତି ପାଇଲେ ଏବଂ 1920 ମସିହାରେ (1962ରେ ମୃତ୍ୟୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ) ଇନ୍‌ଷ୍ଟିଚ୍ୟୁଟ୍ ଅଫ୍ ଥିଓରିଟିକାଲ ଫିଜିକ୍‌ସ୍‌ର ମୁଖ୍ୟ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟଭାର ଗ୍ରହଣ କଲେ । ସେହି ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଏହି ଇନ୍‌ଷ୍ଟିଚ୍ୟୁଟ୍ ତାଙ୍କ ପାଇଁ ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରାଯାଇଥିଲା ।

ପରମାଣୁର ଗଠନ ଉପରେ ବୋହର୍‌ଙ୍କର କାର୍ଯ୍ୟ 1922 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ରୂପରେ ସ୍ୱୀକୃତି ଲାଭ କଲା ।



ଟିପ୍ପଣୀ

24.2.1 ଶକ୍ତି ସ୍ତର

ପରମାଣୁ ଭିତରେ r_n ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ n-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତି ହିସାବ କରିବା ସକାଶେ ଆମେ ସମୀକରଣ-24.1କୁ ପୁଣି ଥରେ ଉଲ୍ଲେଖ କରିବା ।

$$\frac{mv_n^2}{r_n} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r_n^2}$$

ଏଠାରେ v_n ହେଉଛି n-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ବେଗ ।
ସମୀକରଣର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ mr_n^3 ଦ୍ୱାରା ଗୁଣନ କଲେ ଆମେ ପାଇବା,

$$m^2 v_n^2 r_n^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} m Z e^2 r_n$$

ଏହି ଫଳାଫଳକୁ ନେଇ ସମୀକରଣ-24.2 ସହିତ ଉପଯୋଗକରି ଆମେ ପାଇବା,

$$m^2 v_n^2 r_n^2 = n^2 \frac{h^2}{4\pi^2} = \frac{m}{4\pi\varepsilon_0} Ze^2 r_n \qquad (24.4)$$

ଏହାର ପଦଗୁଡ଼ିକୁ ଦରକାର ମୁତାବକ ସଜେଇ ଦେଲେ ଆମେ n-ତମ କକ୍ଷପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧକୁ ଏହିପରି ପ୍ରକାଶ କରିପାରିବା,

$$r_n = 4\pi\varepsilon_o \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m Z e^2}$$

$$= \frac{n^2 h^2 \varepsilon_0}{Ze^2 m\pi} \quad n = 1, 2, 3, ... \qquad (24.5)$$

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର, କକ୍ଷପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏହାର କକ୍ଷପଥ କ୍ରମସଂଖ୍ୟାର ବର୍ଗ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ । ଏହାର ଅର୍ଥ ଦୂର କକ୍ଷପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଢେର୍ ଅଧିକ । ପୁଣି ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତ ହେବ 1 : 4 : 9 : 16 : 25। ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ (Z=1) ପାଇଁ ଏହାର ପ୍ରଥମ କକ୍ଷପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧକୁ 'ବୋହର୍ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ' କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ a_0 ବୋଲି ଲେଖାଯାଏ ଓ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 5.3×10^{-11} ମିଟର । ଅନ୍ୟ କକ୍ଷପଥଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧକୁ ବୋହର୍ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ସହାୟତାରେ ଏହିପରି ଲେଖିହେବ,

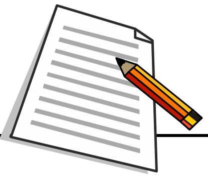
$$r_n = n^2 a_0$$

ଏଥିରୁ ଅନୁମେୟ, ନିଉକ୍ଲିୟସଠାରୁ ଦୂରକୁ ଦୂରକୁ ଗଲେ ଦୁଇଟି ପାଖାପାଖି କକ୍ଷପଥ ମଧ୍ୟରେ ବ୍ୟବଧାନ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ହେଉଥାଏ । ସମୀକରଣ-24.5 ରୁ r_n ର ମୂଲ୍ୟକୁ ସମୀକରଣ-24.2 ରେ ବ୍ୟବହାର କରି n-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ବେଗକୁ ଏହିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରିବ ।

$$v_n = \frac{nh}{2\pi m r_n} = \frac{nh}{2\pi m} \cdot \frac{Ze^2 m\pi}{n^2 h^2 \varepsilon_0}$$

$$= \frac{1}{2}\frac{Ze^2}{\varepsilon_0 nh} \qquad (24.6)$$

ଅଧ୍ୟାୟ-16 କଥା ମନେ ପକାଅ । ପଜିଟିଭ୍‌ଚାର୍ଜକ୍ଷେତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରୁ r ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅଣାଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ପାଇବା ପାଇଁ କୁଲମ୍ବ ବଳ ସହିତ ଦୂରତାକୁ ଗୁଣନ କରି ସମାକଳନ କରାଯାଏ । ଏଠାରେ ମଧ୍ୟ ନିଉକ୍ଲିୟସର ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜକ୍ଷେତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ନେଗେଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ପାଇବା ପାଇଁ ସମାକଳନ କରିପାରିବା ।



ଟିପ୍ପଣୀ

$$U = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_{r_n}^{\infty}\frac{Ze^2}{r^2}dr$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r}\Bigg]_{r_n}^{\infty}$$

$$= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r_n} \qquad (24.7)$$

କାରଣ ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ଶୂନ ହେବ ।
ଏବେ ସମୀକରଣ-24.1କୁ ଅନୁକରଣ କରି ଆମେ ପାଇପାରିବା,

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r_n} = mv_n^2$$

ତେଣୁ n-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି,

$$U = -mv_n^2 \qquad (24.8)$$

ଯେହେତୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ହେଉଛି,

$$K.E = \frac{1}{2}mv_n^2 \qquad (24.9)$$

ତେଣୁ n-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି ହେଉଛି,

$$E = K.E + U$$
$$= \frac{1}{2}mv_n^2 - mv_n^2$$
$$= -\frac{1}{2}mv_n^2$$

ଏହି ଫଳାଫଳକୁ ସମୀକରଣ-24.6 ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ କରି ଆମେ ପାଇପାରିବା,

$$E = -\frac{m}{2}\left(\frac{2\pi Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 nh}\right)^2$$

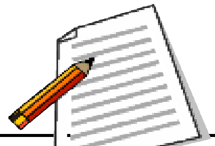
$$= -\frac{m}{8\varepsilon_0^2}\frac{Z^2e^4}{n^2h^2} \qquad (24.10)$$

$$= -\frac{RZ^2}{n^2} \quad (n = 1, 2, 3, 4) \qquad (24.11)$$

ଏଠାରେ $R = \dfrac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2}$ (24.12)

ସମୀକରଣ-24.11କୁ ଦେଖିଲେ ଆମେ ଜାଣିପାରିବା ଯେ,

- ବିଭିନ୍ନ ଅନୁମତ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତି ସେହି କକ୍ଷପଥ କ୍ରମସଂଖ୍ୟାର ବର୍ଗ ସହିତ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ।
- ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତି ନେଗେଟିଭ୍, ଏହାର ଅର୍ଥ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଟି ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ସହିତ ବାନ୍ଧି ହୋଇ ରହିଛି ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ସମୀକରଣ-24.12 ରେ ଆମେ ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ମାନକ ମୂଲ୍ୟଗୁଡିକ ବ୍ୟବହାର କରିବା ।

$m = 9.11 \times 10^{-11}$ kg

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$\varepsilon_o = 0.85 \times 10^{-11}\ C^2N^1m^{-2}$

$h = 6.62 \times 10^{-34}$ Js

ତାହେଲେ ଆମେ ପାଇବା, $R = 2.17 \times 10^{-18}$ J = 13.6 eV

ଯେହେତୁ , 1 eV $= 1.6 \times 10^{-19}$ J

ଏହି ଫଳାଫଳକୁ ସମୀକରଣ-24.11 ରେ ବ୍ୟବହାର କରି ଆମକୁ ଇଭି ଏକକରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର n-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତି ମିଳିପାରିବ, ଯାହାକି

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \qquad (24.13)$$

ଏହିପରି ପ୍ରତ୍ୟେକ କକ୍ଷପଥର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଶକ୍ତି ରହିଛି । ପ୍ରଥମ କକ୍ଷପଥର ଶକ୍ତି ସବୁଠାରୁ କମ୍ ।

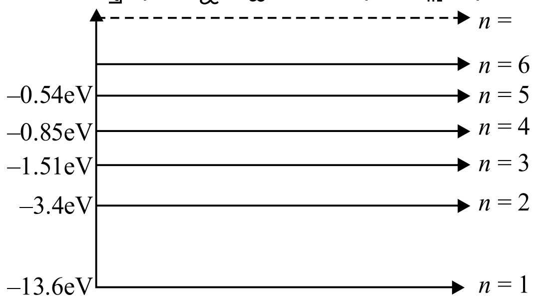
ପ୍ରଥମ କକ୍ଷପଥର ଅଥବା ସର୍ବନିମ୍ନ ଶକ୍ତିସ୍ତରରେ ଶକ୍ତି,

$$E_1 = -13.6 \text{ eV}$$

ଏବଂ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଶକ୍ତିସ୍ତରରେ ଶକ୍ତି,

$$E_\infty = 0$$

ଏହାର ଅର୍ଥ କକ୍ଷପଥଗୁଡିକ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଶକ୍ତିସ୍ତର ଭାବରେ ଅଛନ୍ତି । ବିଭିନ୍ନ ଶକ୍ତିସ୍ତରରେ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ $-13.6\,eV$ ରୁ $0\,eV$ ମଧ୍ୟରେ ରହେ । ଏହାକୁ ଚିତ୍ର-24.6 ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି । ଏଠାରେ ଶୂନ ଶକ୍ତି (E = 0) ର ଅର୍ଥ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ମୁକ୍ତ, ଅର୍ଥାତ୍ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ସହିତ ରହିଥିବା ବନ୍ଧନରୁ ମୁକ୍ତ ।



ଚିତ୍ର – 24.6 : ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ପରମାଣୁରେ ଶକ୍ତିସ୍ତର

ବୋହରଙ୍କ 4ର୍ଥ ସ୍ୱୀକାର ଅନୁସାରେ, ଯଦି ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ n-ତମ ସ୍ତରରୁ m-ତମ ସ୍ତରକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ, ତାହେଲେ ବିକିରିତ ବା ଅବଶୋଷିତ ବିକିରଣର ଆବୃତ୍ତିକୁ ଏହିପରି ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ ।

$$\nu_{mn} = \frac{RZ^2}{h}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) \qquad (24.14)$$

ଫ୍ରନ୍‌ହୋଫର୍ ରେଖା

ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣର ବର୍ଣ୍ଣାଳିକୁ ଉଚ୍ଚ କ୍ଷମତା ସମ୍ପନ୍ନ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରୋସ୍କୋପ୍ ଦ୍ୱାରା ପରୀକ୍ଷା କଲେ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଭିତରେ ଏକାଧିକ ଅନୁଜ୍ଜ୍ୱଳ ରେଖା ମିଳିବ । ଓଲାଷ୍ଟୋନ୍ 1802 ମସିହାରେ ଏହି ରେଖାଗୁଡିକୁ ପ୍ରଥମେ ଦେଖିଥିଲେ । କିନ୍ତୁ କିର୍ଚୋଫ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଆଧାରରେ ଫ୍ରନ୍‌ହୋଫର୍ ଏହା ଉପରେ ଅଧିକ ଗବେଷଣା କରିଥିଲେ ଓ ଏଗୁଡିକର ନାମ ଫ୍ରନ୍‌ହୋଫର୍ ରେଖା ରଖିଥିଲେ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ମୁଖ୍ୟ ଶରୀରରୁ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ନିର୍ଗତ ହୁଏ, କିନ୍ତୁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ରହିଥିବା ବିଭିନ୍ନ ବାଷ୍ପ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଶୀତଳ ଥାଏ, ଯାହାକୁ ବର୍ଣ୍ଣମଣ୍ଡଳ (କ୍ରୋମୋସ୍ଫିୟର)

ଟିପ୍ପଣୀ

କୁହାଯାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ପରିବେଷ୍ଟନୀରେ ପ୍ରାୟ 6000 ଡିଗ୍ରୀ ସେଲସିୟସ୍ ତାପମାତ୍ରାରେ ରହିଥିବା ଏହି ବର୍ଣ୍ଣମଣ୍ଡଳ ଦ୍ୱାରା କେତେକ ବିକିରିତ ରଶ୍ମି ଶୋଷି ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ ସେହି ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ ଅନୁପସ୍ଥିତ ରହେ ଓ ତାହା ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ମଧ୍ୟରେ ଅନୁଜ୍ଜ୍ୱଳ ଗାର ପରି ଦିଶେ ।

ପୃଥିବୀରେ ରହିଥିବା ବିଭିନ୍ନ ଉପାଦାନରୁ ନିର୍ଗତ ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣର ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ ଅବଶୋଷିତ ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟଗୁଡ଼ିକ କିର୍ଚୋଫ୍ ତୁଳନା କରିଥିଲେ । ସେହି ପରୀକ୍ଷଣରୁ ସୂର୍ଯ୍ୟର ବାହ୍ୟ ପରିବେଶରେ 60ଟି ପାର୍ଥିବ ଉପାଦାନ ରହିଥିବାର ଜଣାପଡ଼ିଲା । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି - ଅମ୍ଳଜାନ, ଉଦ୍‌ଜାନ, ସୋଡିୟମ, ଲୌହ, କ୍ୟାଲସିୟମ ଇତ୍ୟାଦି ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 24.2

1. ବୋହରଙ୍କର କେଉଁ ସ୍ୱୀକାର କ୍ଲାସିକାଲ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ସହିତ ଏକମତ ହୁଏ ଓ କେଉଁ ସବୁ ସ୍ୱୀକାର କ୍ୱାଂଟମ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ଧାରଣାକୁ ସହାୟତା କରେ ?

   ....

2. ବୋହରଙ୍କ ମଡେଲରେ ନିଉକ୍ଲିୟସକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପରିକ୍ରମା କରୁଥିଲେ ବି ପରମାଣୁ କାହିଁକି କ୍ଷୟ ହୁଏ ନାହିଁ ?

   ....

3. ବୋହରଙ୍କ ମତରେ ଆଲୋକ ଫୋଟନ୍ ବିକିରିତ କିମ୍ବା ଅବଶୋଷିତ ହେଲେ ପରମାଣୁର କ'ଣ ହୁଏ ?

   ....

4. ବୋହରଙ୍କ ମଡେଲ ଆଧାରରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ପ୍ରଥମ 3ଟି କକ୍ଷପଥର ଶକ୍ତି ଲେଖ ।

   ....

5. ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁକୁ ଏହାରୁ ନିମ୍ନତମ ସ୍ତର (E_0) ରୁ ଶକ୍ତିସ୍ତର (E_1) କୁ ଉତ୍ତେଜିତ କରାଗଲା । ବିକିରିତ ବିକିରଣର ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ହେବ ?

   ....

6. ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଏନ୍-ତମ କକ୍ଷପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ___ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ।

   (କ) $1/n$ (ଖ) $1/n^2$ (ଗ) n (ଘ) n^2

   ....

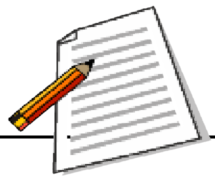
7. ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ଏନ୍-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି ___ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ।

   (କ) e^4 (ଖ) e^3 (ଗ) e^2 (ଘ) e

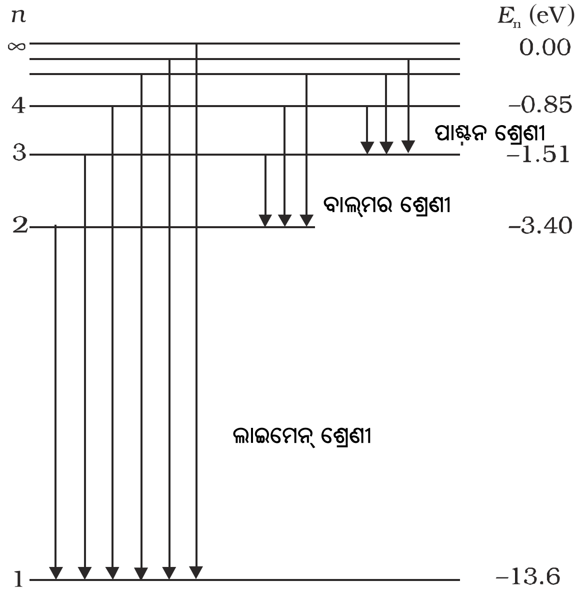
   ....

24.3 ଉଦ୍‌ଜାନ ବର୍ଣ୍ଣାଳି

ଚିତ୍ର – 24.7 ଦେଖ । ଏଥିରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ଆବୃତ୍ତି ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର, ବିଭିନ୍ନ ଅଂଚଳର ଏକାଧିକ ରେଖାକୁ ନେଇ ଉଦ୍‌ଜାନର ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଗଠିତ । ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅଂଚଳରେ ରହିଥିବା ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ବର୍ଣ୍ଣରେଖାଗୁଡ଼ିକ ଗୋଟିଏ ପରିପାଟୀରେ ରହନ୍ତି ଓ ସେଗୁଡ଼ିକ ଏକ ସାଧାରଣ ସୂତ୍ରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରିବ । ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ଶ୍ରେଣୀ ଗଠନ କରନ୍ତି । ଏଠାରେ ଉଦ୍‌ଜାନ (Z=1) ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ବିଭିନ୍ନ ଶ୍ରେଣୀ ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶେଷ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି ।



ଟିପ୍ପଣୀ



(ଚିତ୍ର – 24.7 : ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ପରମାଣୁର ଶକ୍ତିସ୍ତର)

(1) ଲାଇମେନ୍ ଶ୍ରେଣୀ :

1906 ମସିହାରେ ଲାଇମେନ୍ ଶ୍ରେଣୀ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା । ବୋହରଙ୍କ ମତରେ ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଉପର (n=2,3,4,…..) କକ୍ଷପଥରୁ ପ୍ରଥମ (m=1) କକ୍ଷପଥକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡିଆଁ ମାରେ, ଏହି ଶ୍ରେଣୀ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ଶ୍ରେଣୀରେ ରହିଥିବା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେଖାଗୁଡିକର ଆବୃତ୍ତିକୁ ଏହିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ ।

$$v_{1n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

ଏଠାରେ n ହେଉଛି 1 ଅପେକ୍ଷା ବଡ ଏକ ସ୍ୱାଭାବିକ ସଂଖ୍ୟା ।

(2) ବାଲ୍‌ମର୍ ଶ୍ରେଣୀ :

1885 ମସିହାରେ ଦୃଶ୍ୟମାନ ଅଂଚଳରେ ବାଲ୍‌ମର୍ ଶ୍ରେଣୀ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା । ବୋହରଙ୍କ ମତରେ ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଉପର (n=3,4,5,…..) କକ୍ଷପଥରୁ ଦ୍ୱିତୀୟ (m=2) କକ୍ଷପଥକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡିଆଁ ମାରେ, ଏହି ଶ୍ରେଣୀ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ଶ୍ରେଣୀରେ ରହିଥିବା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେଖାଗୁଡିକର ଆବୃତ୍ତିକୁ ଏହିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ ।

$$v_{2n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right); \quad n > 2$$ ଏଠାରେ n ହେଉଛି 2 ଅପେକ୍ଷା ବଡ ଏକ ସ୍ୱାଭାବିକ ସଂଖ୍ୟା ।

(3) ପାଶ୍‌ଚେନ୍ ଶ୍ରେଣୀ :

1908 ମସିହାରେ ନିକଟ ଅବଲୋହିତ ଅଂଚଳରେ ପାଶ୍‌ଚେନ୍ ଶ୍ରେଣୀ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା । ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଉପର (n=4,5,6,…..) କକ୍ଷପଥରୁ ତୃତୀୟ (m=3) କକ୍ଷପଥକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡିଆଁ ମାରେ, ଏହି ଶ୍ରେଣୀ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ଶ୍ରେଣୀରେ ରହିଥିବା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେଖାଗୁଡିକର ଆବୃତ୍ତିକୁ ଏହିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ ।

$$v_{3n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right); \quad n > 3$$ ଏଠାରେ n ହେଉଛି 3 ଅପେକ୍ଷା ବଡ ଏକ ସ୍ୱାଭାବିକ ସଂଖ୍ୟା

ଟିପ୍ପଣୀ

(4) ବ୍ରାକେଟ୍ ଶ୍ରେଣୀ :

ମଧ୍ୟ ଅବଲୋହିତ ଅଂଚଳରେ ବ୍ରାକେଟ୍ ଶ୍ରେଣୀ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା । ବୋହରଙ୍କ ମତରେ ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଉପର (n=5,6,7,…..) କକ୍ଷପଥରୁ ଚତୁର୍ଥ (m=4) କକ୍ଷପଥକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡିଆଁ ମାରେ, ଏହି ଶ୍ରେଣୀ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ଶ୍ରେଣୀରେ ରହିଥିବା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେଖାଗୁଡିକର ଆବୃତ୍ତିକୁ ଏହିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ ।

$$v_{4n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right); \quad n > 4$$

ଏଠାରେ n ହେଉଛି 4 ଅପେକ୍ଷା ବଡ ଏକ ସ୍ୱାଭାବିକ ସଂଖ୍ୟା ।

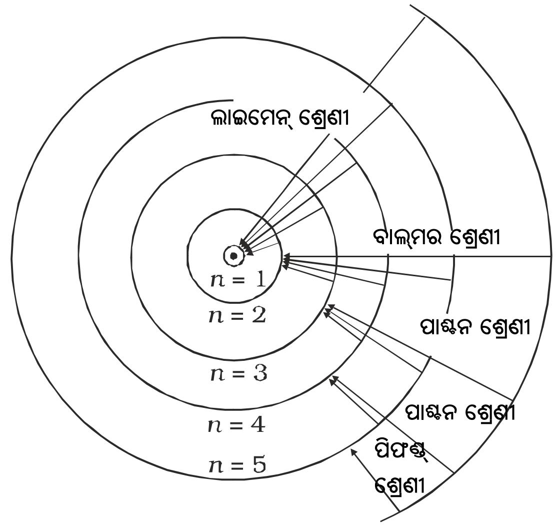
(5) ପିଫାଣ୍ଡ୍ ଶ୍ରେଣୀ :

ଦୂର ଅବଲୋହିତ ଅଂଚଳରେ ଏହି ଶ୍ରେଣୀ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା । ବୋହରଙ୍କ ମତରେ ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଉପର (n=6,7,8,…..) କକ୍ଷପଥରୁ ପଞ୍ଚମ (m=5) କକ୍ଷପଥକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡିଆଁ ମାରେ, ଏହି ଶ୍ରେଣୀ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ଶ୍ରେଣୀରେ ରହିଥିବା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେଖାଗୁଡିକର ଆବୃତ୍ତିକୁ ଏହିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ ।

$$v_{5n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right); \quad n > 5$$

ଏଠାରେ n ହେଉଛି 5 ଅପେକ୍ଷା ବଡ ଏକ ସ୍ୱାଭାବିକ ସଂଖ୍ୟା ।

ବୋହରଙ୍କ ମଡେଲର ଅନନ୍ୟ ମହତ୍ୱ ହେଉଛି ଯେ, ଏହା କେବଳ ଯେ ଜ୍ଞାତ ବର୍ଣ୍ଣାଳିଗୁଡିକର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବାରେ ସମର୍ଥ ଥିଲା ତା' ନୁହେଁ, ବରଂ ଏକାଧିକ ଅଜ୍ଞାତ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଶ୍ରେଣୀର ଉପସ୍ଥିତି ସମ୍ପର୍କରେ ସୂଚନା ପ୍ରଦାନ କରିଥିଲା, ଯାହାକି ପରେ ପରେ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇଥିଲା । ପ୍ରକୃତରେ ଏହା ଏକ ନୂତନ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ସୃଷ୍ଟି କଲା । ତଳେ ଚିତ୍ର-24.୫ରେ ଉଚ୍ଚରେ କକ୍ଷପଥରୁ ନିମ୍ନରେ କକ୍ଷପଥକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ର ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଜନିତ ବିଭିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଶ୍ରେଣୀଗୁଡିକୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର – 24.8

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 24.3

1. କକ୍ଷପଥରେ ପରିକ୍ରମା କରୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ନେଗେଟିଭ୍ ଶକ୍ତିର ଅର୍ଥ ଏହା
   (କ) ଫୋଟନ୍ ବିକିରଣ କରିଛି,
   (ଖ) ନିଉକ୍ଲିୟସ ସହିତ ବାନ୍ଧି ହୋଇ ରହିଛି,
   (ଗ) ସ୍ଥିର ସନ୍ତୁଳନ ଅବସ୍ଥାରେ ଅଛି,
   (ଘ) ବୋହରଙ୍କର ସ୍ୱୀକାର $L = \frac{nh}{2\pi}$ କୁ ମାନୁଛି ।

   ....

2. ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଚତୁର୍ଥ କକ୍ଷପଥକୁ ଡେଇଁଲା । ଯେତେବେଳେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତଳେ ଥିବା କକ୍ଷପଥକୁ ପୁଣି ଫେରିଆସିବ, ବିକିରିତ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେଖାଗୁଡ଼ିକର କ୍ରମସଂଖ୍ୟା ହେବ
   (କ) 6 (ଖ) 8 (ଗ) 5 (ଘ) 3

   ....

3. ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଉପର କକ୍ଷପଥରୁ ______ କକ୍ଷପଥକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡିଆଁ ମାରେ, ଲାଇମେନ୍ ଶ୍ରେଣୀର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେଖାଗୁଡ଼ିକ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।
   (କ) ପ୍ରଥମ (ଖ) ଦ୍ୱିତୀୟ (ଗ) ତୃତୀୟ (ଘ) ଚତୁର୍ଥ

   ....

4. ବୋହରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା କେଉଁ ଭୌତିକ ରାଶିର କ୍ୱାଣ୍ଟମିତ କରାଯାଇଥିଲା ?

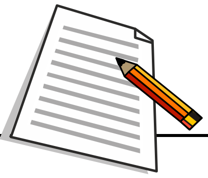
   ....

5. ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତୃତୀୟ କକ୍ଷପଥରୁ ପ୍ରଥମ କକ୍ଷପଥକୁ ଡେଇଁଲା । ସେହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର କୌଣୀୟ ସଂବେଗରେ ଘଟିଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ହିସାବ କର ।

   ....

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ବିଚ୍ଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷଣ ପରମାଣୁର କେନ୍ଦ୍ରରେ କ୍ଷୁଦ୍ର ଅଂଚଳ ରହିଥିବାର ସୂଚନା ଦେଲା, ଯେଉଁଠାରେ ପରମାଣୁର ସମସ୍ତ ପଜିଟିଭ୍‌ଚାର୍ଜ ଓ ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଖୁନ୍ଦି ହୋଇ ରହିଥାଏ । ସେହି ଅଂଚଳକୁ 'ନିଉକ୍ଲିୟସ' ନାମକରଣ କରାଯାଇଥିଲା ।
- ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ 'ନିଉକ୍ଲିୟସ'କୁ ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି ଏବଂ ସମୁଦାୟ ନେଗେଟିଭଚାର୍ଜ 'ନିଉକ୍ଲିୟସ'ର ପଜିଟିଭ୍‌ଚାର୍ଜ ସହିତ ସମାନ ରହେ ।
- ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କର ପରମାଣୁ ମଡେଲ ପରମାଣୁର ସ୍ଥିରତା ଓ ପରମାଣୁ ଦ୍ୱାରା ବିକିରିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣକୁ ସନ୍ତୋଷଜନକ ଭାବରେ ବୁଝେଇ ପାରିଲା ନାହିଁ ।
- ନିଲ୍‌ସ୍ ବୋହର 4ଟି ଅଭିଧାରଣା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ସନ୍ତୋଷଜନକ ପରମାଣୁ ମଡେଲର ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଲେ ।
- ଯେଉଁ କକ୍ଷପଥ ପାଇଁ କୌଣୀୟ ସଂବେଗ $= \frac{nh}{2\pi}$, ସେଗୁଡ଼ିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଅନୁମତ କକ୍ଷପଥ ।
- ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ସ୍ତରରୁ ନିମ୍ନ ଶକ୍ତି ସ୍ତରକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡେଇଁଲେ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରେ । ନିମ୍ନ ଶକ୍ତି ସ୍ତରରୁ ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ସ୍ତରକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡିଆଁମାରିଲେ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷଣ କରେ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

- ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ଯେଉଁ ଅନୁମତ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ମୁକ୍ତଭାବରେ 'ନିଉକ୍ଲିୟସ'କୁ ପରିକ୍ରମା କରେ, ସେହି କକ୍ଷପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧକୁ ଏହିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ

$$a_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2\ mke^2} = \frac{n^2h^2\varepsilon_0}{Ze^2m\pi}$$

ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ ପାଇଁ ପ୍ରଥମ ଅନୁମତ କକ୍ଷପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ହେଉଛି $a = 0.53$Å

- ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ଏନ୍-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତି ହେଉଛି,

$$E_n = -\frac{e^4m}{8h^2\varepsilon_0^2n^2}$$

ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତିରେ ନେଗେଟିଭ୍ ଚିହ୍ନର ଅର୍ଥ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଟି ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ସହିତ ବାନ୍ଧି ହୋଇ ରହିଛି ।

- ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ n-ତମ ସ୍ତରରୁ m-ତମ ସ୍ତରକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେଲେ, ବିକିରିତ ଫୋଟନର ଆବୃତ୍ତିକୁ ଏହିପରି ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ ।

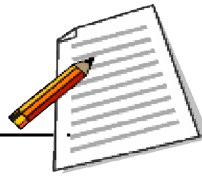
$$v_{mn} = \frac{R}{h}\left[\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right]$$

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ବିଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷଣରେ ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ଆଲ୍‌ଫା-କଣିକା ପତ୍ର ଭିତରେ ସିଧା ବାହାରି ଯାଆନ୍ତି କାହିଁକି ?
2. ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ବିଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷଣରେ କେଉଁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରୁ ତାଙ୍କୁ ନିଉକ୍ଲିୟସର ଉପସ୍ଥିତି ବିଷୟରେ ସୂଚନା ଦେଲା ?
3. ନିଉକ୍ଲିୟସ ଚାରିପଟେ ବୃତ୍ତୀୟ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ବୁଲୁଛନ୍ତି ବୋଲି ରଦରଫୋର୍ଡ କାହିଁକି ଭାବିଲେ ?
4. ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ପ୍ରଥମ ଉତ୍ତେଜିତ ସ୍ତର ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ ଉତ୍ତେଜିତ ସ୍ତରର ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତ କେତେ ?
5. ରିଜବର୍ଗ ଧ୍ରୁବାଙ୍କର ଏସ୍.ଆଇ. ଏକକ କଅଣ ?
6. ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ ପାଇଁ ରିଜ୍‌ବର୍ଗ ଧ୍ରୁବାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ମିଟର ପ୍ରତି 1096700 ଦିଆଯାଇଛି । ଲାଇମେନ୍ ଶ୍ରେଣୀର ସବୁଠାରୁ ଛୋଟ ଓ ସବୁଠାରୁ ବଡ ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ହିସାବ କର ।
7. ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ପ୍ରଥମ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ କେତେ ଥର ପରିକ୍ରମା କରେ ?
8. ରଦରଫୋର୍ଡଙ୍କ ବିଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷଣ ବିଷୟରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କର । ଏହାର ଫଳାଫଳ ଓ ଦୁର୍ବଳତା ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।
9. ବୋହରଙ୍କ ପରମାଣୁ ନମୁନାର ସ୍ୱୀକାର ଗୁଡିକ ଉଲ୍ଲେଖ କର ।
10. ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର n-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତିର ବ୍ୟୁତ୍ପତ୍ତି କର ।
11. ଠିକ୍ ଉତ୍ତରଗୁଡିକ ବାଛ ।

(1) ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର n-ତମ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି କାହା ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ?

(କ) $1/n^4$ (ଖ) $1/n^3$ (ଗ) $1/n^2$ (ଘ) $1/n$



ଟିପ୍ପଣୀ

(2) ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ପ୍ରଥମ କକ୍ଷପଥରୁ ଅନନ୍ତ କକ୍ଷପଥକୁ ପଠାଇବା ସକାଶେ କେତେ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ ?

(କ) 13.6 V (ଖ) 13.6 eV (ଗ) 13.6 MeV (ଘ) 13.6 keV

(3) ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁରେ ଯେତେବେଳେ ଉଚ୍ଚତର ଶକ୍ତିସ୍ତର n=5,6,7,.....ଇତ୍ୟାଦିରୁ ଶକ୍ତିସ୍ତର n=4 କୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡିଆଁ ମାରେ, ବର୍ଣ୍ଣରେଖାର ଏକ ଶ୍ରେଣୀ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ସେଗୁଡିକୁ କ'ଣ କୁହାଯାଏ ?

(କ) ବାଲମର ଶ୍ରେଣୀ (ଖ) ବ୍ରାକେଟ୍ ଶ୍ରେଣୀ (ଗ) ପାଶ୍‌ଚେନ୍ ଶ୍ରେଣୀ (ଘ) ଲାଇମେନ୍ ଶ୍ରେଣୀ

12. ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ ସକାଶେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ତୃତୀୟ ଓ ଚତୁର୍ଥ କକ୍ଷପଥର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ହିସାବ କର ।

13. ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ତୃତୀୟରୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ଶକ୍ତିସ୍ତରକୁ ଶକ୍ତି ପ୍ରବାହିତ ହେଲା ।
ଦିଆଯାଇଛି $R=1.097 \times 10^{7}\ m^{-1}$
(କ) ନିର୍ଗତ ବିକିରଣର ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ?
(ଖ) ଏହି ବିକିରଣ ଦୃଶ୍ୟମାନ ଆଲୋକ ଅଂଚଳରେ ରହିବ କି ?
(ଗ) ଏହି ପ୍ରବାହର ବର୍ଣ୍ଣରେଖା କେଉଁ ଶ୍ରେଣୀରେ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ?

14. ଉଦ୍‌ଜାନର ହେଉଛି 13.6 ଭୋଲ୍ଟ । ତାହାଲେ n=2 ସ୍ତରରେ ପରମାଣୁର ଶକ୍ତି କେତେ ?

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

24.1

1. କ (iii), ଖ (ii), ଗ (i) ଘ (i)
2. ଏହା ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷଣରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିଲା ନାହିଁ ।αସ୍ୱର୍ଣ୍ଣପଟ୍ଟିରୁ ଲବ୍ଧ ଉଚ୍ଚ କୌଣୀୟ ବିଛୁରଣ ।

24.2

1. ବୋର୍‌ଙ୍କ ପ୍ରଥମ ସ୍ୱୀକାର ଚିରସମ୍ମତ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନରୁ ଏବଂ, ଅନ୍ୟ ତିନି କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନରୁ ନିଆଯାଇଛି ।
2. କାରଣ କକ୍ଷଗୁଡ଼ିକ ସ୍ଥାୟୀ ।
3. (i) ଇଲକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ସ୍ତରରୁ ନିମ୍ନ ଶକ୍ତି ସ୍ତରକୁ ଆସେ ।
(ii) ଇଲକ୍‌ଟ୍ରନ୍ କୌଣସି ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତିସ୍ତରକୁ ଉତ୍ତେଜିତ ହୁଏ ।
4. $E_1 = -13.6\text{eV}; E_2 = 3.4\text{ eV}, E_3 = -1.51\text{eV}$ 5. $\lambda = \dfrac{hc}{E_i - E_0}$ 6. (iv)

24.3

1. (b)
2. (a) ଉତ୍ସର୍ଜିତ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା $= \dfrac{1}{2} n (n-1) = \dfrac{1}{2} \times 4 (4-1) = 6$
3. (a)
4. ପରିଭ୍ରମଣଶୀଳ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର କୌଣୀୟ ସଂବେଗ ।
5. ପ୍ରମୁଖ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା n ନେଇ n^{th} କକ୍ଷପାଇଁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ସଂଖ୍ୟାର ହିସାବ କର ଯାହାକି ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ର ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମ୍‌ରେ ଅବଲୋକନ ହୁଏ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର :

4. 9 : 4 6. $\lambda_s = 9114\ \mathring{A}$, $\lambda_e = 1215\ \mathring{A}$ 7. 6.57×10^{15} Hz.

11. (a) (i), (b) (ii), (c) (iii), (d) (i), (e) (v); 13.(i) 6563 Å, (ii) ଦୃଶ୍ୟମାନ (iii) ବମଲର ଶ୍ରେଣୀ

14. –3.4 eV.