ଟିପ୍ପଣୀ

3

ପରମାଣବିକ ଗଠନ

ବସ୍ତୁର ଗଠନ, ସଂଘଟନ ଏବଂ ଧର୍ମ ବିଷୟରେ ଅଧ୍ୟୟନକୁ ରସାୟନ ଶାସ୍ତ୍ର କୁହାଯାଏ । ତୁମେ ଜାଣିଛଯେ ବସ୍ତୁ ପରମାଣୁରେ ଗଢ଼ା । ତେଣୁ ପରମାଣୁର ଗଠନ ଜାଣିବା ଖୁବ୍ ଦରକାର । ପୂର୍ବଶ୍ରେଣୀ ମାନଙ୍କରେ ତୁମେ ପରମାଣୁ ବିଷୟରେ ପ୍ରାଥମିକ ଧାରଣା (ପଦାର୍ଥର କ୍ଷୁଦ୍ରତ୍ତମ, ଅବିଭାଜ୍ୟ ଅଂଶ)ଲାଭ କରିଛ, ଯାହାକି ପୁରାତନ ଯୁଗରେ (600 – 400 BC) ଭାରତୀୟ ଓ ଗ୍ରୀକ୍ ଦାର୍ଶନିକମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଥିଲା । ସେହି ସମୟରେ ଏହା ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଭାବେ ପ୍ରମାଣିତ ହୋଇନଥିଲା । ଯଦି ଆମେ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବେ ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ଭାଗ କରି ଚାଲିବା ତେବେ କ'ଣ ହେବ ? ସେମାନଙ୍କର ଏହି ଭାବନାରୁ ପରମାଣୁର ସୃଷ୍ଟି ବିଷୟରେ ଧାରଣା ଉତ୍ପତ୍ତି ହୋଇଥିଲା । ଉନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ John Dalton ତାଙ୍କ ଆଣବିକ ତତ୍ତ୍ୱ (Atomic Theory) ଜରିଆରେ ପରମାଣୁ ବିଷୟରେ ଧାରଣା ଦେଇଥିଲେ; ଯାହାକି ସଫଳତାର ସହ ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଜନା ନିୟମର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିଥିଲା । ପରବର୍ତ୍ତୀ ପରୀକ୍ଷା ମାନଙ୍କରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ପରମାଣୁ ଅବିଭାଜ୍ୟ ନୁହେଁ, ଏହାର ଏକ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଗଠନ ଅଛି ।

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ପରମାଣୁର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଗଠନ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା, ଯାହାକି ଆମକୁ ଏହାର ଗଠନ ଓ ଧର୍ମ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କ ବୁଝିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ । ତୁମେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟ ମାନଙ୍କରେ ଏ ବିଷୟରେ ଶିକ୍ଷାଲାଭ କରିବ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପାଠକରିବା ପରେ ତୁମେ :

- ପରମାଣୁର ମୌଳିକ କଣିକାକୁ ଚିହ୍ନିପାରିବ;
- Rutherfordଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାର ବର୍ଣ୍ଣନା ଓ ଫଳାଫଳର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ବିଷୟରେ ଜାଣିପାରିବ;
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ମୁଖ୍ୟ ଗୁଣ ଜାଣିପାରିବ;
- ଉଦ୍‌ଜାନର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ଆଲୋଚନା କରିପାରିବ;
- Bohr ଙ୍କ ସ୍ୱୀକାର୍ଯ୍ୟକୁ ବୁଝାଇ ପାରିବ ଓ ତାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦତ୍ତ ପ୍ରତିରୂପକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରି;
- ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ଶକ୍ତି ସ୍ତରୀୟ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରିପାରିବ, ଯାହାକି ଏହାର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ବିଭିନ୍ନ ଶ୍ରେଣୀର ରେଖାମାନଙ୍କୁ ଦର୍ଶାଇ ପାରିବ;
- ବସ୍ତୁ ଏବଂ ବିକିରଣର ତରଙ୍ଗ-କଣିକା ଦ୍ୱୈତ ପ୍ରକୃତିର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;
- Heisenberg ଙ୍କ ଅନିଶ୍ଚିତତା ନିୟମର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;

- କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ପ୍ରତିରୂପର ଆବଶ୍ୟକତା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;
- ପରମାଣୁରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ପ୍ରାୟୀକତା ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରିପାରିବ;
- କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ଜାଣିବାରେ ସକ୍ଷମ ହେବ;
- s, p ଏବଂ d କକ୍ଷକର ଆକାର ଅଙ୍କନ କରିପାରିବ;
- ନିସ୍ପନ୍ଦୀୟ ସମତଳ ଜାଣିବାରେ ସକ୍ଷମ ହେବ;
- Pauli ଙ୍କ ଅପବର୍ଜନ (Exclusion) ନିୟମର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;
- Aufbau ଙ୍କ ନିୟମର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ଏବଂ
- ହୁଣ୍ଡଙ୍କ (Hund's) ନିୟମର ସର୍ବାଧିକ ବହୁକତା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବାରେ ସକ୍ଷମ ହେବ ।

3.1 ପରମାଣୁର ମୌଳିକ କଣିକା

1897 ମସିହାରେ J.J. Thomson ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକୁ ପରମାଣୁର ଏକ ଉପାଦାନ ରୂପେ ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ସେ କହିଲେ ଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ ଓ ପରମାଣୁ ତୁଳନାରେ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଖୁବ୍ କମ୍ । ଯେହେତୁ ପରମାଣୁ ଗୁଡ଼ିକ ଚାର୍ଜବିହୀନ ଏଥିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ରହିଛି । ଏହାପରେ ଖୁବ୍ ଶୀଘ୍ର ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇ ପ୍ରୋଟନ ଆବିଷ୍କାର କରାଗଲା ଯାହାକି ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଅବପରମାଣୁକ କଣିକା । ପ୍ରୋଟନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଠାରୁ ପ୍ରାୟ 1840 ଗୁଣ ଭାରି । ଅଧିକ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଜଣାଗଲା ଯେ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟନ ଓ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଠାରୁ ଆଶକରାଯାଉଥିବା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଠାରୁ ସାମାନ୍ୟ ଅଧିକ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ହିଲିୟମ୍ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉଦ୍‌ଜାନ୍ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଦୁଇ ଗୁଣ ହେବ ବୋଲି ଆଶା କରାଯାଉଥିଲା, କିନ୍ତୁ ଏହା ବାସ୍ତବରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଚାରିଗୁଣ ଅଟେ । ଏଥିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଚାର୍ଜବିହୀନ କଣିକା ରହିଛି ଯାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତୁଳନାତ୍ମକ ଭାବେ ପ୍ରୋଟନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହିତ ସମାନ । 1932 ରେ Sir James Chadwick ଏହି ଚାର୍ଜବିହୀନ କଣିକାକୁ ଆବିଷ୍କାର କଲେ ଓ ଏହାର ନାମକୁ ନିଉଟ୍ରନ ବୋଲି ରଖିଲେ । ଏହିପରି ଭାବେ ଆମେ ଜାଣିଲେ ଯେ ପରମାଣୁ ଅବିଭାଜ୍ୟ ନୁହେଁ । ଏହା ମଧ୍ୟରେ ତିନୋଟି ମୌଳିକ କଣିକା ରହିଛି ଯାହାର ଲାକ୍ଷଣିକ ଧର୍ମ ସାରଣୀ 3.1 ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 3.1 ପରମାଣୁର ମୌଳିକ କଣିକାମାନ ଓ ସେମାନଙ୍କର ଲାକ୍ଷଣିକ ଧର୍ମ

କଣିକାମାନ	ସଂକେତ	ବସ୍ତୁତ୍ୱ /କେ.ଜି	ବାସ୍ତବ ଚାର୍ଜ /C	ଆପେକ୍ଷିକ ଚାର୍ଜ
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍	*e*	9.109389×10^{-31}	$-1.602177 \times 10^{-19}$	–1
ପ୍ରୋଟନ	*p*	1.672623×10^{-27}	1.602177×10^{-19}	+1
ନିଉଟ୍ରନ	*n*	1.674928×10^{-27}	0	0

ପରମାଣୁ ଗୁଡ଼ିକ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକା ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ହୋଇଥିବାରୁ ସେମାନଙ୍କର ଏକ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଗଠନ ଅଛି । ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ପରମାଣୁର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଗଠନ ବିଷୟରେ କିଛି ପ୍ରାଥମିକ ଧାରଣା ଦେବା ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 3.1

1. ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ତୁଳନା କର ।

   ....

2. ମୌଳିକ କଣିକା କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?

   ....

ଟିପ୍ପଣୀ

3. ପରମାଣୁରେ ଥିବା ଚାର୍ଜବିହୀନ କଣିକାର ନାମ କ'ଣ ?

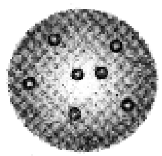
....

3.2 ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପ୍ରତିରୂପ

ଯେତେବେଳେ ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ ପରମାଣୁ ଅବିଭାଜ୍ୟ ନୁହେଁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପରମାଣୁର ଗଠନ ବୁଝିବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା ଜାରି ରଖିଲେ । ପରମାଣୁର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଗଠନ ବିଷୟରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରତିରୂପର ପ୍ରସ୍ତାବ ରଖିଲେ । ଏକ ପ୍ରତିରୂପ ସାହାଯ୍ୟରେ ପରମାଣୁର ଗଠନ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବାପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକ J.J. Thomson ସର୍ବପ୍ରଥମେ ଚେଷ୍ଟା କରିଥିଲେ ।

3.2.1 Thomsonଙ୍କ ପ୍ରତିରୂପ :

ବିସର୍ଜନ ନଳୀର ପରୀକ୍ଷା ଅନୁଯାୟୀ ସେ କହିଥିଲେ ଯେ ପରମାଣୁମାନେ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜର ସମାହାର, ଯେଉଁଥିରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକ ବିକ୍ଷିପ୍ତ ଭାବରେ ଥାଆନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରତିରୂପକୁ (ଚିତ୍ର 3.1) ପରମାଣୁର Plum Pudding Model କୁହାଗଲା । ଏହାକୁ ମଧ୍ୟ Raisin-bread moddel ବା Chocolate chip cookie model ବା Blue berry muffin model କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର (3.1) ***Thomson ଙ୍କ Plum pudding model ର ଚିତ୍ର***

Pudding ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜକୁ ସୂଚାଉଥିବାବେଳେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ plum ର ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ଏହାକୁ ବେଳେବେଳେ Water melon Model ବୋଲି ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ତରଭୁଜର ଲାଲ ଖାଇବା ଅଂଶଟି ପରମାଣୁର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜକୁ ବୁଝାଉଥିବାବେଳେ ତରଭୁଜର ମଂଜି ଗୁଡ଼ିକ ପରମାଣୁର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ବୁଝାଇଥାଏ । ।

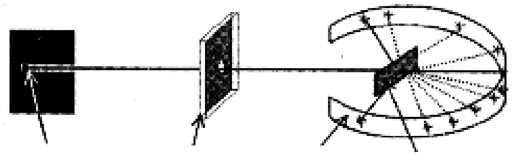
J.J. Thomson
(1856-1940)
1906 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲେ ବିଜେତା

Ernest Rutherford
(1871-1937)
1908 ମସିହାରେ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନର ନୋବେଲ ବିଜେତା ।

3.2.2 ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା (Rutherford's Experiment) :

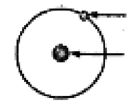
ଏର୍ନେଷ୍ଟ ରଥରଫୋର୍ଡ଼, ଥମ୍‌ସନ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପରମାଣୁର ପ୍ରତିରୂପ ବିଷୟରେ ଜାଣିବାକୁ 'ସୁନା ପାତିଆ ପରୀକ୍ଷା' (Gold Foil Experiment) ବା 'ଆଲଫା କଣିକା ବିଚ୍ଛୁରିତ ପରୀକ୍ଷା' (α-Ray Scattering Experiment) କଲେ । ଏହି ପରୀକ୍ଷାରେ ତୀବ୍ର ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା କଣିକା (ଦ୍ୱିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବହନ କରୁଥିବା ହିଲିୟମ୍‌ଆୟନ) କୁ ଖଣ୍ଡିଏ ଅତି ପତଳା ସୁନାପାତିଆ ଉପରେ ନିକ୍ଷେପ କରାଇଲେ ।

ସେ ଆଶା କରିଥିଲେ ଯେ ଆଲଫା କଣିକା ସିଧା ସଳଖ ସୁନାପାତିଆ ଦେଇ ଚାଲିଯିବ, ଯାହାକି ଏକ ଫଟୋଗ୍ରାଫିକ ପ୍ଲେଟ ଦ୍ୱାରା ଜାଣିହେବ । କିନ୍ତୁ ପ୍ରକୃତ ଫଳାଫଳ (ଚିତ୍ର 3.2) ସଂମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟଜନକ ଥିଲା । ସେ ଦେଖିଲେ ଯେ ଅଧିକାଂଶ ଆଲଫା କଣିକା ସୁନାପାତିଆ ଦେଇ ଗତି କରିଯାଇଛି, କିନ୍ତୁ କମ୍ ସଂଖ୍ୟକ କଣିକା ଗତିପଥରୁ ବଙ୍କେଇ ଯାଇଛନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କିଛି କମ୍ ଓ କିଛି ଅଧିକ କୋଣ ବଙ୍କେଇ କରିଗଲେ । ପ୍ରାୟ ଦଶହଜାରରେ ଗୋଟିଏ ଆଲଫା କଣିକା ଯେଉଁ ପଥରେ ଯାଇଥିଲା ପୁଣି ସେହି ପଥରେ ଫେରି ଆସିଲା ।



ଚିତ୍ର 3.2

(ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ଆଲଫା କଣିକା ବିଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷାର ବ୍ୟବସ୍ଥିତି ପ୍ରଦର୍ଶନ)

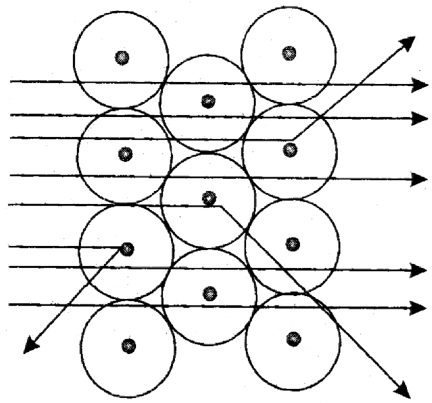


ଚିତ୍ର 3.2

(ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମଡ଼େଲର ବ୍ୟବସ୍ଥିତି ପ୍ରଦର୍ଶନ)

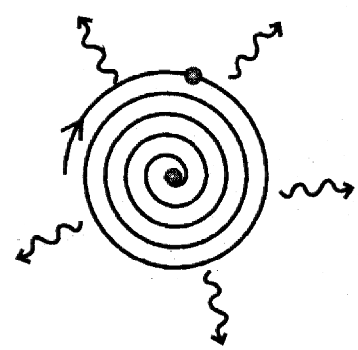
ଏହି ଫଳାଫଳରୁ ରଥରଫୋର୍ଡ଼ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲେ ଯେ :

- ପରମାଣୁରେ କିଛି ଘଞ୍ଚ ଓ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜିତ ଅଂଚଳ ରହିଛି ଯାହାକି ପରମାଣୁର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଅବସ୍ଥିତ । ସେ ଏହାକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ (Nucleus) କହିଲେ ।
- ପରମାଣୁର ସମସ୍ତ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଏବଂ ଏହାର ଅଧିକାଂଶ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଧାରଣ କରିଥାଏ ।
- ପରମାଣୁର ବାକି ଅଂଶ ଫମ୍ପା, ଯାହାକି ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ (ଯିଏ କି ଖୁବ୍ ଛୋଟ) ମାନଙ୍କୁ ଧାରଣ କରିଥାଏ । (ଚିତ୍ର 3.3) ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପ୍ରଦତ୍ତ ପ୍ରତିରୂପ, ଆଲଫା କଣିକା ବିଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷାର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ବୁଝାଇ ପାରିଲା, ଯାହାକି (ଚିତ୍ର 3.4) ନିମ୍ନରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 3.4

(α -ray ବିଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା)



ଚିତ୍ର 3.5

(ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମଡ଼େଲର ତ୍ରୁଟି)

ଯାହାହେଉ ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପ୍ରତିରୂପରେ କିଛି ତ୍ରୁଟି ରହିଗଲା । (Maxwell) ମାକ୍ସୱେଲଙ୍କ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ, ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଘୂରୁଥିବା ଯେକୌଣସି ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ତ୍ୱରଣ ଯୋଗୁ ବିକିରଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ ଓ ଶକ୍ତି ହରାଏ । ଯେହେତୁ ପରମାଣୁରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଏକ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ କଣିକା ଏବଂ ଏହା ତ୍ୱରଣ ପ୍ରଭାବରେ ଅଛି ତେଣୁ ଏହାର ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବେ ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ପାଇବ । ଏହି କାରଣରୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷ ପଥରେ ନ ଘୂରି କୁଣ୍ଡଳାୟିତ ପଥରେ ଘୂରି ଘୂରି ଶେଷରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ମିଶିଯିବ (ଚିତ୍ର 3.5); ଯାହା ଫଳରେ ପରମାଣୁର ଅସ୍ତିତ୍ୱ ରହିବ ନାହିଁ । ଯେହେତୁ ଏହା ଘଟେ ନାହିଁ, ତେଣୁ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପ୍ରତିରୂପ ପରମାଣୁର ଗଠନ ବୁଝାଇବାରେ ଅକୃତକାର୍ଯ୍ୟ ହେଲା ।

ପରମାଣୁର ପ୍ରତିରୂପ ବିଷୟରେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଚେଷ୍ଟା ବୈଜ୍ଞାନିକ ନିଲ୍‌ସ ବୋ'ର (Neil Bohr) (ଯିଏ କି ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କର ଜଣେ ଛାତ୍ର) ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ହୋଇଥିଲା । ଏହି ପ୍ରତିରୂପ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଶକ୍ତିର କ୍ୱାଣ୍ଟମୀକରଣ ଧାରଣା ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ । ଯେହେତୁ ଏହି ସତ୍ୟ ଉଦ୍‌ଜାନର ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିପାଦିତ, ତେଣୁ ଆମକୁ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ଅର୍ଥ ବୁଝିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

ଏଥିପାଇଁ ଆମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣର ପ୍ରକୃତିକୁ ବୁଝିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବା ଉଚିତ୍ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 3.2

1. ପରମାଣୁର ତିନିଗୋଟି ଗଠନକାରୀ କଣିକାର ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କର ।

....

2. ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ଆଲଫା କଣିକା ବିଚ୍ଛୁରଣ ପରୀକ୍ଷାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କ'ଣ ?

....

3. ସଂକ୍ଷେପରେ ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରମାଣୁ ପ୍ରତିରୂପକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।

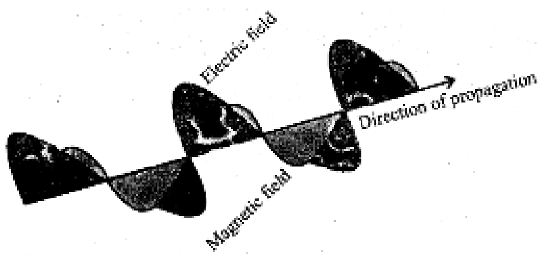
....

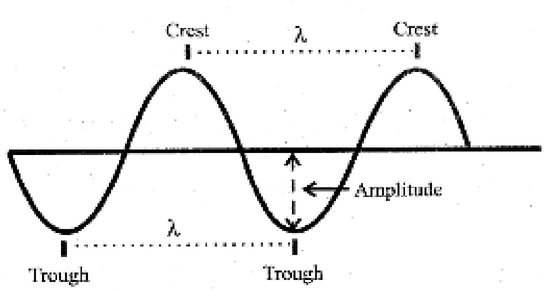
4. କେଉଁ କାରଣରୁ ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମଡ଼େଲ ଗ୍ରହଣୀୟ ହେଲା ନାହିଁ ।

....

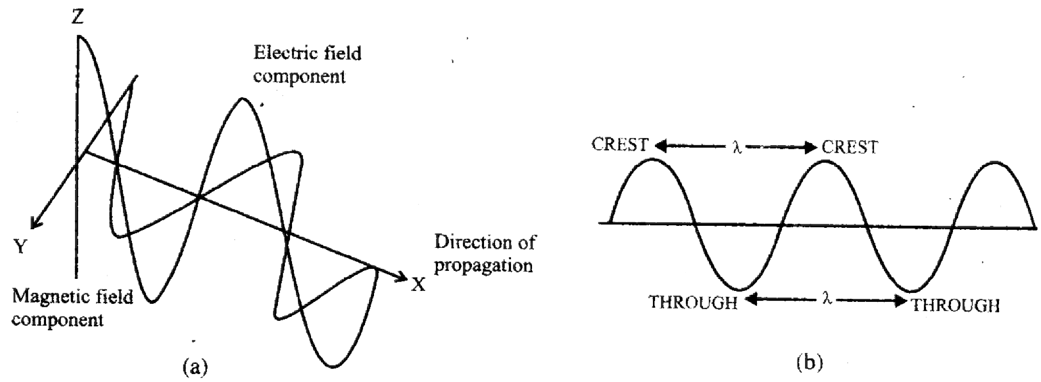
3.3 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ହେଉଛି ଏକ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତି, ଯାହାକି ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଏବଂ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର ରୂପେ ମହାକାଶରେ ପ୍ରେରିତ ହୁଏ । ଏହା ସଂଚରଣ କରିବାକୁ କୌଣସି ମାଧ୍ୟମର ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏନାହିଁ । ଦୃଶ୍ୟ ଆଲୋକ, ତାପ ବିକିରକ, ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ, ଏକ୍ସ ରେ, ଗାମା ବିକିରଣ ପ୍ରଭୃତି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣର କିଛି ଉଦାହରଣ ଅଟେ । ମାକ୍ସୱେଲଙ୍କ ମତବାଦ ଅନୁସାରେ ଏକ ବୁଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଓ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଦୋଳନ ଯୋଗୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଏହା ତରଙ୍ଗ ଆକାରରେ ସମତଳ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରସ୍ପର ସହ ଉତ୍ପତ୍ତି ଦିଗର ଗତି ସହ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ଗତିକରେ । (ଚିତ୍ର 3.6(a)) । ଏହି ବିକିରଣ ଆଲୋକର ପରିବେଗରେ ଗତିକରେ, (3.0×10^8 ms^{-1})





ଚିତ୍ର 3.6 (a)



ଚିତ୍ର 3.6 ଚିତ୍ର 3.6

3.6 : (a) ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ଦେଖାଉଚି ଯେ ଏକ ସମତଳରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଏବଂ ଉପତ୍ତିର ଦିଗରେ (b) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ଲକ୍ଷଣ :-

3.3.1 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣର ପରିମେୟ ଲକ୍ଷଣ :

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣର ବହୁତ ଗୁଡ଼ିଏ ପରିମେୟ ଲକ୍ଷଣ ଅଛି ।

ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା-

ଆୟାମ (Amplitude) : ଏହା ହେଉଛି ତରଙ୍ଗର ଦୋଳନର ସର୍ବାଧିକ ଉଚ୍ଚତା । ଏହା ତରଙ୍ଗର ଶିଖର (crest) ର ଉଚ୍ଚତା ବା ଗହ୍ୱର (trough)ର ଗଭୀରତା ସହ ସମାନ ।

ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (wavelength) : ଦୁଇଟି ତରଙ୍ଗର ଶିଖର କିମ୍ବା ଗହ୍ୱର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ରୈଖିକ ଦୂରତାକୁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷରରେ λ (ଲାମ୍ବଡ଼ା) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିପାଦିତ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏହା m, cm, nm କିମ୍ବା Angstrom ($1°A = 10^{-10}m$) ରେ ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ ।

ଆବୃତି (Frequency): ଏହା ହେଉଛି ତରଙ୍ଗର ଶୀର୍ଷ କିମ୍ବା ଗଭୀରତମ ଅଂଶର ସେହି ସଂଖ୍ୟା ଯାହା ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଦେଇ, ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଏହା ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର ନିଉ (ν) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିପାଦିତ କରାଯାଏ ଏବଂ S^{-1} (ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି) କିମ୍ବା Hz (Hert z) ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ ।

ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟା (wave number) : ପ୍ରତି ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ତରଙ୍ଗ ଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟାକୁ ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟା କୁହାଯାଏ । ଏହା $\bar{\nu}$ (nubar) ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୁଏ । ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟା ପରସ୍ପର ଅନୁବର୍ତ୍ତୀ । $\bar{\nu}$ ର SI ଏକକ m^{-1} (ମିଟର ପ୍ରତି) ଅଟେ । ବେଳେ ବେଳେ ଏହା cm^{-1} (ସେଣ୍ଟିମିଟରରେ) ମଧ୍ୟ ସୂଚିତ ହୁଏ ।

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} \qquad ....(3.1)$$

ପରିବେଗ (velocity) : ତରଙ୍ଗ ଦ୍ୱାରା ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ରୈଖିକ ଦୂରତାକୁ ପରିବେଗ କୁହାଯାଏ । ଆବୃତ୍ତି କୁ ତରଙ୍ଗର ଦୈର୍ଘ୍ୟ (ମିଟରରେ) ସହ ଗୁଣନ କଲେ ଆମେ ପରିବେଗ (ମିଟର ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ) ପାଇପାରିବା ।

$$c = \nu\lambda \quad \text{or} \quad \nu = \frac{c}{\lambda} \qquad ....(3.2)$$

ବିକିରଣର ପରିବେଗ ମାଧ୍ୟମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଶୂନ୍ୟ ମାଧମରେ ପରିବେଗ $3.00 \times 10^{8} ms^{-1}$ ସହ ସମାନ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ମଧ କଣିକା ଗୁଣ ଧର୍ମ ଦର୍ଶାଇଥାଏ । ଏହାକୁ କ୍ୱାଣ୍ଟା (quanta) କୁହାଯାଏ । ଏହି କ୍ୱାଣ୍ଟା ବାସ୍ତବରେ ଏକ ଶକ୍ତିର ଗୁଚ୍ଛ (bundle) । ଦୃଶ୍ୟାଲୋକର ଏକ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍‌କୁ ଫୋଟନ୍ (photon) କୁହାଯାଏ । କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍

ଟିପ୍ପଣୀ

କିମ୍ବା ଫୋଟନର ଶକ୍ତି, ବିକିରଣର ଆବୃତ୍ତି ସହ ସମାନୁପାତି । ଏହି ସଂବନ୍ଧକୁ ନିମ୍ନ ମତେ ସୂଚିତ କରାଯାଏ ।

$$E = h\nu \qquad ....(3.3)$$

କ୍ୱାଣ୍ଟମର ଶକ୍ତି, ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କିମ୍ବା ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କ ନିମ୍ନମତେ ସୂଚିତ କରାଯାଇପାରିବ ।

$$E = h\frac{c}{\lambda} \quad \text{or} \quad E = hc\bar{\nu} \qquad ....(3.4)$$

ଯଦି ଆବୃତି, ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କିମ୍ବା ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟାର ମାନ ଜଣା ଅଛି, ତେବେ ଏହି ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ଫୋଟନର ଶକ୍ତି ହିସାବ କରାଯାଇପାରିବ ।

ଉଦାହରଣ 3.1 :- ଏକ ସୂକ୍ଷ୍ମ ତରଙ୍ଗ ବିକିରଣର ଆବର୍ତ୍ତି 12 ଗିଗାହର୍ଜ (gigahertz) ଅଟେ । ଏହି ବିକିରଣ ସମ୍ପର୍କିତ ଫୋଟନର ଶକ୍ତି ହିସାବ କର ($h = 6.626 \times 10^{-34}$JS ଏବଂ 1 gigahertz = 10^9Hz)

ସାମାଧାନ : ଶକ୍ତିର ସମୀକରଣ; $E = h\nu$

ପ୍ରଶ୍ନରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଯାଗାରେ ବସାଇଲେ ଆମେ E ର ମୂଲ୍ୟ ପାଇପାରିବା ।

$E = 6.626 \times 10^{-34}\text{Js} \times 1.2 \times 10^{10}\text{S}^{-1} = 7.95 \times 10^{-24}\text{J}$.

ଉଦାହରଣ 3.2 : ନୀଳ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 535 nm । ନୀଳ ଆଲୋକର ଏକ ଫୋଟନରେ ଶକ୍ତି କଳନା କର ।

ସମାଧାନ : ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ = $E = h\nu = \dfrac{hc}{\lambda} = \dfrac{(6.626 \times 10^{-34}\,\text{Js}) \times (3.0 \times 10^{8}\,\text{ms}^{-1})}{535 \times 10^{-9}\,\text{m}}$

$= 3.71 \times 10^{-19}$J

3.3.2 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମ :

ଲକ୍ଷଣ ଅନୁସାରେ (ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆବୃତ୍ତି, ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟା) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଅଟେ । ଏହି ସମସ୍ତମିଶି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମକୁ ପରିପ୍ରକାଶ କରନ୍ତି (ଚିତ୍ର 3.7) । ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମର ଯେଉଁ ଭାଗ ଦୃଶ୍ୟ ହୁଏ, ତାକୁ ଦୃଶ୍ୟ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମ କୁହନ୍ତି ଏବଂ ଏହା ପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମର ଏକ ଅତି ଛୋଟ ଭାଗ ଅଟେ ।

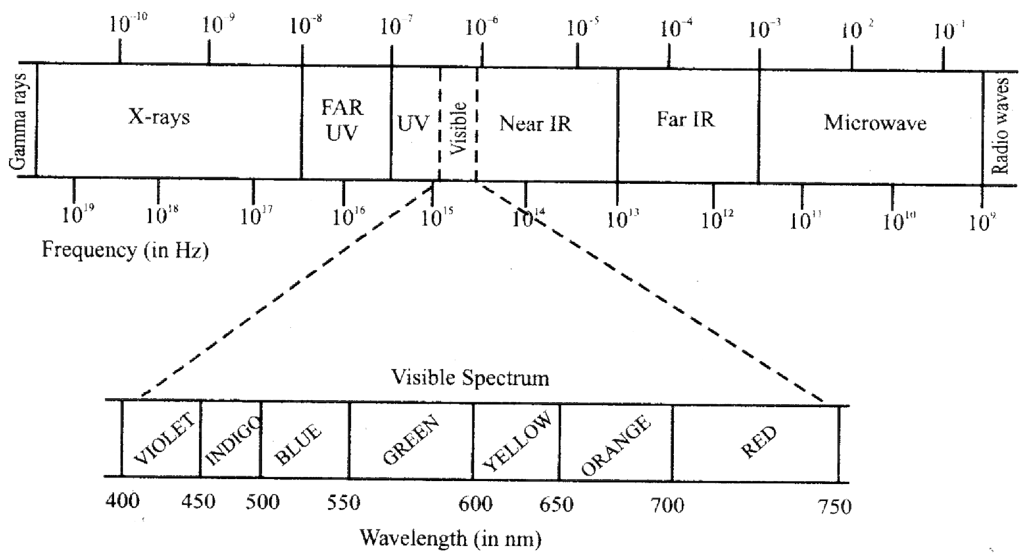


Fig. 3.7: *The electromagnetic spectrum*

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 3.3

1. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ କ'ଣ ?

   ....

2. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣର ତିନୋଟି ଲକ୍ଷଣ କୁହ ।

   ....

3. ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟା କ'ଣ ? ଏହା ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ କେଉଁ ପ୍ରକାରରେ ସଂପର୍କିତ ?

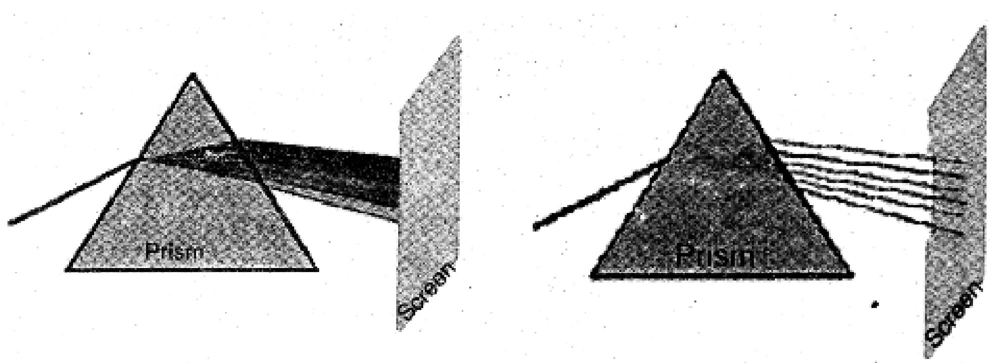
   ....

4. କ୍ୱାଣ୍ଟମ ଏବଂ ଫୋଟନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ତଫାତ୍ କ'ଣ ?

   ....

3.4 ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ (Line spectrum)

ତୁମେ ଜାଣଯେ ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣକୁ ଏକ ପ୍ରିଜମ୍ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ କରାଇଲେ ଆମେ ବାଇଗଣୀ ଠାରୁ ଲାଲ (VIBGYOR) ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରଂଗଥିବା ଏକ ଆଲୋକମାଳା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ଆକାରରେ (ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ ପରି) ପାଇବା । ଏହାକୁ ନିରବଚ୍ଛନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ (continuous) କହିବା କାରଣ ଅଲୋକର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଆସ ଅନ୍ୟ ଏକ ଉଦାହରଣ ନେବା । ଶିଖା ପରୀକ୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା (Flame test) ଗୁଣାତ୍ମକ ବିଶ୍ଳେଷଣରେ ଧନାତ୍ମକ ଆୟନ (Cations)କୁ ଚିହ୍ନାଯାଏ । ସୋଡ଼ିୟମର ଯୌଗିକ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ହଳଦୀ ରଂଗର ଶିଖା ଦିଏ । ତମ୍ବା (Cu) ର ଯୌଗିକ ସବୁଜ ରଂଗର ଶିଖା ଏବଂ ଷ୍ଟ୍ରୋନସିୟମ ଗାଢ଼ ଲାଲ ରଂଗର ଶିଖା ଦିଅନ୍ତି । ଯଦି ଆମେ ଏହିପରି ଆଲୋକକୁ ପ୍ରିଜମ୍ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଅତିକ୍ରମ କରାଇବା ଏହା ବିଭିନ୍ନ ରେଖାରେ ବିଭାଜିତ ହେବ । ଏହାକୁ ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ (Line spectrum) କୁହନ୍ତି । ଚିତ୍ର 3.8 ରେ ନିରବଛିନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ଓ ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

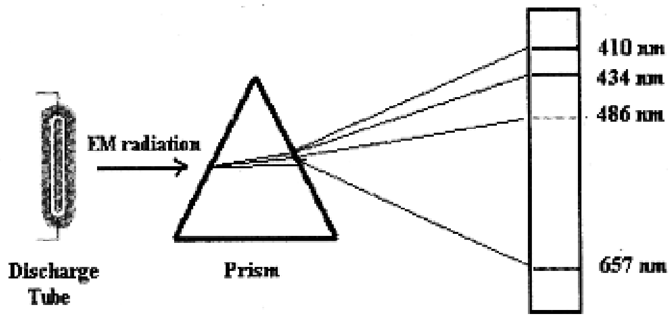


ଚିତ୍ର 3.8 a) ନିରବଛିନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ b) ଏକ ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ

3.4.1 ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ

ଯେତେବେଳେ ଏକ ବିସର୍ଜନ ନଳୀ ଦେଇ କମ୍ ଚାପରେ ଥିବା ଉଦ୍‌ଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିସର୍ଜନ ପ୍ରବାହିତ କରାଯାଏ ଏହା କିଛି ଆଲୋକ ପ୍ରଦାନ କରିବ । ଏହି ଆଲୋକକୁ ପ୍ରଜିମ୍ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ କଲେ ଏହା ପାଞ୍ଚଟି ଧାଡ଼ିରେ ବିଭାଜିତ ହୁଏ । ଏହାକୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ କୁହାଯାଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ




Johann Balmer
(1825-1898)

ଚିତ୍ର 3.9 : *ଦୃଶ୍ୟ ଆଲୋକରେ ଉଦ୍‌ଜାନର ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ଏକ ରେଖାଙ୍କିତ ଚିତ୍ର*

ଉଦ୍‌ଜାନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀକୁ ସାବଧାନତାର ସହ ବିଶ୍ଳେଷଣ କଲାପରେ ଜଣା ଗଲାଯେ, ଅତିବାଇଗଣୀ, ଦୃଶ୍ୟ ଓ ଅବଲୋହିତ ଅଂଚଳରେ କିଛି ରେଖା ପୁଞ୍ଜ ରହିଛି । ବିଭିନ୍ନ ବୈଜ୍ଞାନିକଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଏହି ରେଖାପୁଞ୍ଜକୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରାଗଲା । ଉତ୍ ସର୍ଜନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ରେଖାମାନଙ୍କୁ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସୂତ୍ର ସାହାଯ୍ୟରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

$$\bar{v} = \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) cm^{-1}; R_H = 109677\, cm^{-1} \qquad ....(3.5)$$

ଯେଉଁଠାରେ କି n_1 ଓ n_2 ଦୁଇଟି ଧନାତ୍ମକ ସଂଖ୍ୟା ($n_1 < n_2$) ଏବଂ Rକୁ ରିଡ୍‌ବର୍ଗ (Rydberg) ଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ବିଭିନ୍ନ ଆଲୋକ ରେଖାପୁଞ୍ଜକୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରାଗଲା । ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେ ଲକ୍ଷ କରାଯାଉଥିବା ରେଖାପୁଞ୍ଜ, ସେମାନଙ୍କର ଆବିଷ୍କାରକ ଏବଂ n_1 ଓ n_2 ମୂଲ୍ୟ ସାରଣୀ 3.2 ରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି ।

ସାରଣୀ 2.3 ଉଦ୍‌ଜାନର ଉତ୍‌ସର୍ଜନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ସାରାଂଶ ।

ରେଖାପୁଞ୍ଜର ନାମ	n_1	n_2	ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ଅଂଚଳ
Lyman	1	2, 3, 4	ଅତି ବାଇଗଣି (ultra violet)
Balmer	2	3, 4, 5	ଦୃଶ୍ୟ (visible)
Paschen	3	4, 5, 6	ଅବଲୋହିତ (infrared)
Bracket	4	5, 6, 7	ଅବଲୋହିତ (infrared)
Pfund	5	6, 7, 8	ଅବଲୋହିତ (infrared)

ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ବୋ'ରଙ୍କ ପ୍ରତିରୂପ ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଥିଲା, ଯାହାକି ବିଭାଗ 3.5 ରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି ।

ଉଦାହରଣ 3.3 : ବାଲ୍‌ମର୍ (Balmer) ରେଖାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟକର ଯେଉଁଠିକି $n_2 = 3$ ।

ସମାଧାନ : ବାଲମର୍ ସିରିଜ୍ ପାଇଁ $\bar{v} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

ଯେଉଁଠିକି $R_H = 109,677 cm^{-1}$.ଓ $n_2 = 3$

$$\bar{v} = 109{,}677\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = 109{,}677\left(\frac{5}{36}\right)$$

ମଡ୍ୟୁଲ-II
ପରମାଣବିକ ଗଠନ ଓ
ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ

ଟିପ୍ପଣୀ

ଯେହେତୁ $\lambda = \frac{1}{\nu}$; $\lambda = \frac{36}{109,677 \times 5}$

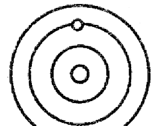
$= 6.56 \times 10^{-5}$cm

$= 656 \times 10^{-7}$cm = 656 nm

3.5 ବୋ'ରଙ୍କ ମଡ଼େଲ (Bohr's Model)

1913 ମସିହାରେ ନିଲ୍‌ସ ବୋ'ର (1885 – 1962) ପରମାଣୁର ଅନ୍ୟ ଏକ ପ୍ରତିରୂପକୁ ଉପସ୍ଥାପନ କଲେ, ଯେଉଁଥିରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଏକ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିଅସ ଚାରିପଟେ ଘୂରିଛି ବୋଲି ମତ ଦେଲେ । ବୋ'ରଙ୍କ ମଡ଼େଲ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ସ୍ୱୀକାର୍ଯ୍ୟ ଉପରେ ଆଧାରିତ, ଯାହା ନିମ୍ନରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହେଲା ।

1. ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଚାରିପଟେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରେ । (ଚିତ୍ର 3.10) । ଏହାକୁ କକ୍ଷପଥ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ତାଙ୍କ ସ୍ୱୀକାର୍ଯ୍ୟ ଅନୁସାରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷପଥରେ ଘୂରୁଥିଲାବେଳେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରନ୍ତି ନାହିଁ (ଅର୍ଥାତ୍ ଶକ୍ତି ସ୍ଥିର ରହେ) । ତେଣୁ ଏହି କକ୍ଷକୁ ସ୍ଥିର କକ୍ଷ କିମ୍ବା ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥା କିମ୍ବା ବିକିରଣ ବିହୀନ କକ୍ଷ ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।



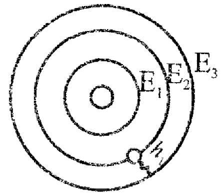
ଚିତ୍ର 3.10 : *ବୋ'ରଙ୍କ ପ୍ରତିରୂପ*

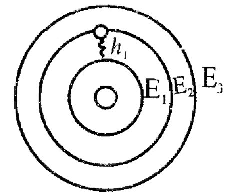
ବୋ'ର ୧୯୨୨ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ତାଙ୍କ କାର୍ଯ୍ୟ ପାଇଁ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଥିଲେ ।

2. ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଶକ୍ତି ଶୋଷଣ କରି ବା ପରିତ୍ୟାଗ କରି ତାର କକ୍ଷପଥ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରିବ । କମ୍ ଶକ୍ତି ସ୍ତରରେ (E_i) ଥିବା ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ସ୍ତର (E_f) କୁ ଯିବାକୁ ହେଲେ ତାକୁ ଏକ ଫୋଟନ ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷଣ କରିବାକୁ ପଡ଼ିବ (ଚିତ୍ର 3.11) । ଏକ ଫୋଟନ ଶକ୍ତି ହେଉଛି

$$E = h\nu = E_f - E_i \qquad ....(3.6)$$

ଏହିପରି ଭାବେ ଯେତେବେଳେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଉଚ୍ଚଶକ୍ତି ସ୍ତରରୁ (E_i) ରୁ କମ୍ ଶକ୍ତିସ୍ତର (E_f) କୁ କକ୍ଷ ବଦଳାଏ, ଏହି ସମୟରେ ଏକ ଫୋଟନ ଶକ୍ତି ($h\nu$) ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।





ଚିତ୍ର 3.11 (ଫୋଟନର ଶୋଷଣ ବା ନିର୍ଗତ ବେଳେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଶକ୍ତିସ୍ତରର ପରିବର୍ତ୍ତନର ଦର୍ଶାଯାଇଛି)

୩. ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଯାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m_e, r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ν ପରିବେଗରେ ଘୂରୁଥିଲା ବେଳେ ଏହାର କୌଣୀୟ ସଂବେଗ $\frac{h}{2\pi}$ ର ଏକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଗୁଣିତକ ଅଟେ ।

$$m_e vr = \frac{nh}{2\pi} \qquad ....(3.7)$$

ଯେଉଁଠାରେ କି n ଯେକୌଣସି ଧନାତ୍ମକ ପୂର୍ଣ୍ଣସଂଖ୍ୟା ଯାହାକୁ କି ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ (Quantum) ସଂଖ୍ୟା କୁହାଯାଏ । ବୋ'ର ତାଙ୍କ ସ୍ୱୀକାର୍ଯ୍ୟକୁ ବ୍ୟବହାର କରି, ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ସ୍ଥାୟୀ କକ୍ଷରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତି ଆକଳନ ପାଇଁ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସୂତ୍ର ପ୍ରଦାନ କରିଥିଲେ ।

$$E_n = -R_H\left(\frac{1}{n^2}\right) \qquad \text{........(3.8)}$$

ବୋ'ର, R_H ର ମାନ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ପାଇଁ ପ୍ରଦତ୍ତ ସୂତ୍ରକୁ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ $R_H = \frac{mz^2e^4}{8h^2{\varepsilon_0}^2}$; ....(3.9)

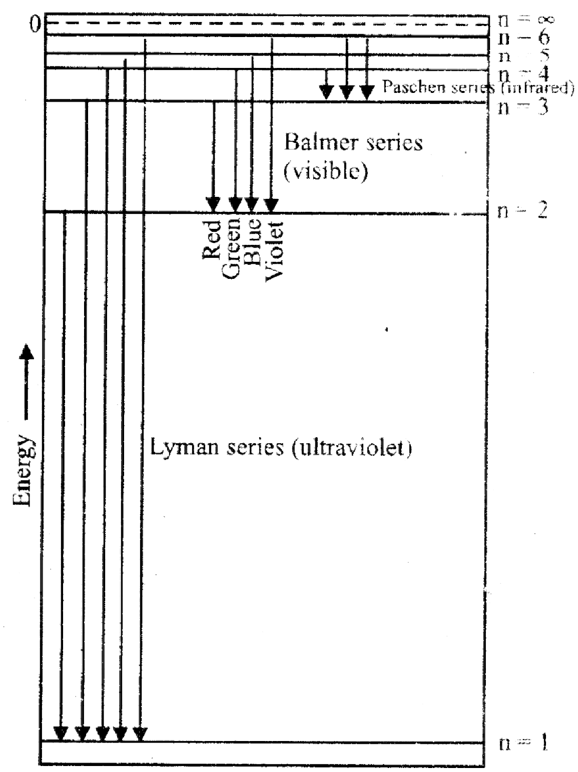
ଯେଉଁଠାରେ କି,

m = ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ
h = ପ୍ଲାଙ୍କ୍ ସ୍ଥିରାଙ୍କ (Planck Constant)
z = ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର ଚାର୍ଜ
ε_0 = ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରେରଣ କରିବାରେ ମାଧ୍ୟମର ଦକ୍ଷତାର ପରିମାପ
e = ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜ

ଶକ୍ତିର ସମୀକରଣରେ ଏକ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚିହ୍ନର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ମଧ୍ୟରେ ପାରସ୍ପରିକ ଆକର୍ଷଣ ରହିଛି । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି କିଛି ପରିମାଣର ଶକ୍ତି (ଯାହାକୁ ଆମେ ଆୟନୀକରଣ ଶକ୍ତି କହିବା), ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ପ୍ରଭାବରୁ ମୁକ୍ତ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ । ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ ବୋ'ରଙ୍କ କକ୍ଷର ଶକ୍ତି, କ୍ୱାଣ୍ଟମ ନମ୍ବର n ର ବର୍ଗସହ ବିସମାନୁପାତିକ । n ର ମୂଲ୍ୟ ବଢ଼ିଲେ E ର ମୂଲ୍ୟ ବଢ଼ିବ (ଏହା କମ୍ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଓ ଅଧିକ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ହେବ) । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯେ ଆମେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ଠାରୁ ଦୂରକୁ ଗଲେ, କକ୍ଷର ଶକ୍ତି ବଢ଼ିବ ।

3.5.1 ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ବ୍ୟାଖ୍ୟା

ଉପରୋକ୍ତ ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ୱୀକାର୍ଯ୍ୟ ଅନୁସାରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାର ଶକ୍ତି ଯଦି E_i ଓ ଅନ୍ତିମ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାର ଶକ୍ତି E_f ହୁଏ, ତେବେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଅବସ୍ଥାନ୍ତର ସମୟରେ ନିର୍ଗତ ଶକ୍ତି ଏହି ପ୍ରକାର ଦିଆଯାଇ ପାରିବ, $h\bar{\nu} = E_f - E_i$, ସମୀକରଣ 3.8 ରୁ Eର ମୂଲ୍ୟ ଏଠାରେ ବସାଇଲେ ସମୀକରଣ 3.5 ର ସୂତ୍ର ମିଳିପାରିବ । ସାରଣୀ 3.2 ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଉଦ୍‌ଜାନ ଲାଇନ୍ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମରର ସାରାଂଶକୁ ବୋରଙ୍କ ପ୍ରତିରୂପ ସାହାଯ୍ୟରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇ ପାରିବ । ଚିତ୍ର 3.12 ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ଶକ୍ତି ସ୍ତର ଏବଂ ପରିଦୃଶ୍ୟ ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ପାଇଁ ଦାୟୀ ଅବସ୍ଥାନ୍ତରକୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ ।



ଚିତ୍ର – 3.12 : *ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ଶକ୍ତି ସ୍ତରୀୟ ଚିତ୍ର ଯାହା ପରିଦୃଶ୍ୟ ରେଖାବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ପାଇଁ ଦାୟୀ ଅବସ୍ଥାନ୍ତରକୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ ।*

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 3.5

1. ଏକ ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ଓ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ମଧ୍ୟରେ ତଫାତ୍ କ'ଣ ?

   ....

2. ବୋ'ରଙ୍କ ମଡ଼େଲର ମୁଖ୍ୟ ସ୍ୱୀକାର୍ଯ୍ୟମାନ କ'ଣ ?

   ....

3. ବୋ'ରଙ୍କ କକ୍ଷର ଶକ୍ତି କିପରି କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ମୁଖ୍ୟ ସଂଖ୍ୟା 'n' ସହିତ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ।

   ....

3.6 ତରଙ୍ଗ-କଣିକା ଦ୍ୱୈତ ପ୍ରକୃତି

ଭାଗ 3.3 ରେ ତୁମେ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ପ୍ରକୃତି ବିଷୟରେ ପଢ଼ିଅଛ । ଆଲୋକର କିଛି ଗୁଣଧର୍ମ ଯେପରିକି ବିବର୍ତ୍ତନ ଓ ଅପବର୍ତ୍ତନର ବ୍ୟାଖ୍ୟା ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ପ୍ରକୃତି ଆଧାରରେ କରାଯାଇ ପାରେ । କିନ୍ତୁ କିଛି ଅନ୍ୟ ଗୁଣଧର୍ମ ଯେପରିକି ଆଲୋକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପ୍ରଭାବ ଓ ଆଲୋକର ବିଚ୍ଛୁରଣ, ଆଲୋକ କଣିକାର ପ୍ରକୃତି ଆଧାରରେ ବୁଝାଯାଇ ପାରିବ । ଏଣୁ ଆଲୋକର ଦ୍ୱୈତଗୁଣ ଅଛି, ଯେଉଁଥିରେ ଉଭୟ ତରଙ୍ଗ ଏବଂ କଣିକାର ଗୁଣଧର୍ମ ନିହିତ ଥାଏ । ତେଣୁ କେତେକ ପରିସ୍ଥିତିରେ ତାହା ତରଙ୍ଗର ଗୁଣଧର୍ମ ଦେଖାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ କେତେକ ପରିସ୍ଥିତିରେ କଣିକାର ଗୁଣଧର୍ମ ଦେଖାଏ ।

1923 ମସିହାରେ ଜଣେ ଯୁବ ଫରାସୀ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀ 'Louis de Broglie' ଯୁକ୍ତିକଲେ ଯେ ଆଲୋକ ଯଦି ଦ୍ୱୈତ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିପାରୁଛି, ତେବେ ବସ୍ତୁର କଣିକା (ଯଥା- ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍) କାହିଁକି ତରଙ୍ଗ ପ୍ରକୃତି ଦର୍ଶାଇପାରିବ ନାହିଁ ? ତେଣୁ ସେ ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଲେ ଯେ ବାସ୍ତବରେ ବସ୍ତୁର କଣିକାମାନଙ୍କର ତରଙ୍ଗ ପ୍ରକୃତି ଅଛି । m ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଥିବା କଣିକା ଯଦି v ପରିବେଗରେ ଗତିକରେ ତେବେ ତା ସହ ସଂଲଗ୍ନ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ λ (କେବେ କେବେ de Broglie ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ) ର ସୂତ୍ର ନିମ୍ନମତେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରିବ ।

$$\lambda = \frac{h}{mv} \text{ କିମ୍ବା } \lambda = \frac{h}{p} \qquad \text{........(3.10)}$$

ଏଠାରେ p = mv , ଯାହା କଣିକାର ସଂବେଗ ଅଟେ । କୌଣସି ବସ୍ତୁ ପାଇଁ de Broglie ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ତାର ସଂବେଗର ବିଷମାନୁପାତି ହେବ । ଯେହେତୁ h ର ମାନ ବହୁତ କମ୍, ତେଣୁ ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବସ୍ତୁର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଆମେ ଅନୁଭବ କରିପାରୁନା, କାରଣ ଏହାର ମାନ ମଧ୍ଧ ବହୁତ କମ୍ । ଆସନ୍ତୁ ଏହାର କଳନା କରିବା ।

ଉଦାହରଣ 3.4 : 380 ଗ୍ରାମର କ୍ରିକେଟ ବଲକୁ ଯଦି ଘଣ୍ଟାପ୍ରତି 140 କି:ମି ବେଗରେ ନିକ୍ଷେପ କରାଯାଏ, ତେବେ ତାହାର 'de Broglie' ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ହେବ ?

ସମାଧାନ : କ୍ରିକେଟ ବଲର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 380 g = 380×10^{-3}kg.

= 0.38 kg

ବେଗ = 140 କି.ମି /ଘଣ୍ଟାପ୍ରତି = $(140 \times 1000)/3600\ ms^{-1}$.= 38.89 ms^{-1}.

କ୍ରିକେଟ ବଲର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ

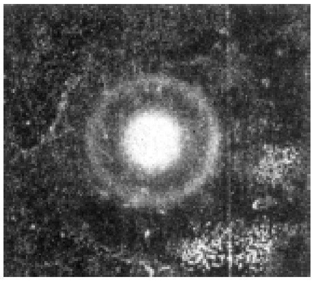
$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}\ Js}{(0.380\,kg)(38.89\,m.s^{-1})};\ (J = kg\ m^2 s^{-2})$$

= 4.48×10^{-35}m

ଚିତ୍ର : de- Broglie
(1892-1987)
1929 ରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଥିଲେ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ଯଦି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତରଙ୍ଗ ସ୍ୱଭାବ ଦେଖାଏ ତେବେ ଆଶା କରାଯାଇପାରେ, ଯେ ଇଲେକଟ୍ରନ୍ ଗୁଚ୍ଛ ବିବର୍ତ୍ତନ ପ୍ରକୃତି ଦର୍ଶାଇବ, ଯାହା ତରଙ୍ଗର ଏକ ଧର୍ମ । 1927 ମସିହାରେ ଜି.ପି. ଥମ୍‌ସନ୍ ଏବଂ ସି.ଜେ. ଡ଼େଭିସନ୍ ନିକେଲ୍ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକ ଦ୍ୱାରା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତରଙ୍ଗର ବିବର୍ତ୍ତନ ପରୀକ୍ଷା ମାଧ୍ୟମରେ ଦେଖାଇଦେଲେ । (ଚିତ୍ର 3.13) । ଅର୍ଥାତ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ମଧ୍ୟ ଦ୍ୱୈତ ଗୁଣ ଦେଖାଏ । ବେଳେବେଳେ ଏହା କଣିକା ସ୍ୱଭାବ ଦେଖାଏ ତ ବେଳେବେଳେ ତରଙ୍ଗ ସ୍ୱଭାବ ଦେଖାଏ ।



ଚିତ୍ର 3.13 : *ନିକେଲ ସ୍ଫଟିକ ଦ୍ୱାରା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବିବର୍ତ୍ତନର (diffraction) ଦୃଶ୍ୟ*

ବର୍ଣ୍ଣର ହାଇଜେନବର୍ଗ
(1901-1976)
ସେ 1932 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଥିଲେ ।

3.7 ହାଇଜେନବର୍ଗଙ୍କର ଅନିଶ୍ଚିତତା ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ହାଇଜେନବର୍ଗ 1927 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ବିକିରଣର ତରଙ୍ଗ - କଣିକା ଦୈତ ସ୍ୱଭାବର ମୁଖ୍ୟ ଫଳାଫଳ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ସେ ତାର ନାମ ଅନିଶ୍ଚିତତା ସିଦ୍ଧାନ୍ତ (Uncertainty Principle) ରଖିଥିଲେ । ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁସାରେ ଏକ ସମୟରେ କୌଣସି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସ୍ଥିତି ଏବଂ ସଂବେଗ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ସରଳ ଅର୍ଥରେ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ଯଦି ତୁମେ କଣିକାର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥିତି କଳନା କରୁଛ, ତେବେ ତାହାର ସଂବେଗର କଳନାର ସଠିକତା କମ୍ ହେବ ଏବଂ ଏହାକୁ ବିପରୀତ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଇପାରିବ ।

ଗାଣିତିକ ରୂପରେ ହାଇଜେନବର୍ଗ ସିଦ୍ଧାନ୍ତକୁ ନିମ୍ନମତେ ଦର୍ଶାଯାଇ ପାରିବ ।

$$\Delta x \ \ \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \qquad \text{.......... 3.11}$$

ଏଠାରେ Δx ଏବଂ ΔP ଯଥାକ୍ରମେ ସ୍ଥିତି ଏବଂ ସଂବେଗର ମାପର ଅନିଶ୍ଚିତତା ଅଟେ । ଯଦି ବସ୍ତୁର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥିତି ଜଣାଅଛି (Δx = ୦) ତେବେ ବେଗର ଅନିଶ୍ଚିତତା ଅସୀମ ହେବ, ଅର୍ଥାତ୍ ବେଗ ବିଷୟରେ କିଛି ବି କୁହାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ଏହି ପ୍ରକାର ଯଦି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିବେଗ ଜଣାଅଛି, ତେବେ କଣିକାର ସ୍ଥିତି କେଉଁଠିନା କେଉଁଠି ଥାଇପାରେ, ଅର୍ଥାତ୍ ଏହାର ସ୍ଥିତି ବିଷୟରେ କିଛି କୁହାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ବାସ୍ତବରେ ଏହି ଦୁଇଟି ଗୁଣ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ଗୋଟିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ ନାହିଁ । ପ୍ଲାଙ୍କ୍ ସ୍ଥିରାଙ୍କ, h(6.626×10^{-34}Js) ର ମାନ ଅତି କମ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ବଡ଼ ବଡ଼ ବସ୍ତୁ ଯଥା ବସ୍, କାର, ଏରୋପ୍ଲେନ ଆଦି ପାଇଁ ପ୍ରଜୁଜ୍ୟ ନୁହେଁ । ଏହା କେବଳ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପରି ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକା ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ।

ହାଇଜେନବର୍ଗଙ୍କ ନିୟମ ବୋ'ରଙ୍କ ମଡ଼େଲର ବୈଧତା ଉପରେ ପ୍ରଶ୍ନବାଚି ସୃଷ୍ଟିକରେ, ଯେହେତୁ ବୋ'ରଙ୍କ ପ୍ରତିରୂପ ଅନୁସାରେ କକ୍ଷର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ (ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସ୍ଥିତି) ଏବଂ ବେଗ ମଧ୍ୟ ଠିକ୍ ଭାବରେ କଳନା କରାଯାଇ ପାରିବ । କିନ୍ତୁ ହାଇଜେନ୍‌ବର୍ଗଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଏହା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ଏହି ତଥ୍ୟ ଅନେକ ବୈଜ୍ଞାନିକଙ୍କୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଦ୍ୱୈତ ସ୍ୱଭାବ ଆଧାରରେ ପରମାଣୁ ପ୍ରତିରୂପ ବିକାଶ ପାଇଁ ପ୍ରବର୍ତ୍ତାଇଲା । ଏହାର ପରିଣାମ ସ୍ୱରୂପ ପରମାଣୁର କ୍ୱାଣ୍ଟାମ୍ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ପ୍ରତିରୂପ ବା ତରଙ୍ଗ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ମଡ଼େଲ ବିକଶିତ ହେଲା, ଯାହାକୁ ଆମେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 3.5

1. କଣିକା-ତରଙ୍ଗ ଦ୍ୱୈତ ପ୍ରକୃତି କହିଲେ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝ ?

   ....

2. ଯେଉଁ ପରୀକ୍ଷା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ତରଙ୍ଗ ପ୍ରକୃତି ପ୍ରତିପାଦନ କରେ ତାର ନାମ ଲେଖ ।

   ....

3. 100km /sec ପରିବେଗରେ ଗତିକରୁଥିବା ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପାଇଁ de Broglie ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ହେବ ? ($m_e = 9.1 \times 10^{-31}$kg)

   ....

୪. ହାଇଜେନ ବର୍ଗଙ୍କ ଅନିଶ୍ଚିତତା ନିୟମ ପ୍ରକାଶ କର ।

   ....

3.୫ ପରମାଣୁର ତରଙ୍ଗ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ପ୍ରତିରୂପ

1926 ମସିହାରେ ଅଷ୍ଟ୍ରିଆର ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ଇର୍ୱିନ୍ ଶ୍ରୋଡ଼ିଙ୍ଗର (Erwin Schrodinger) ପରମାଣୁର ତରଙ୍ଗ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ପ୍ରତିରୂପର ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଇଥିଲେ । ଏହି ପ୍ରତିରୂପ ବାସ୍ତବରେ ଏକ ବାହ୍ୟାଚାରନିଷ୍ଠ କିମ୍ବା ଏକ ଗାଣତିକ ମାର୍ଗ, ଯାହା କିଛି ସ୍ୱୀକାର୍ଯ୍ୟ ଉପରେ ଆଧାରିତ, ଯାହାର ପୁରାତନ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ କୌଣସି ସ୍ଥିତି ନାହିଁ । ତାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦତ୍ତ ଫଳାଫଳର ସଠିକତା ସ୍ୱୀକାର୍ଯ୍ୟମାନଙ୍କର ସଠିକତାକୁ ସାବ୍ୟସ୍ତ କରେ । ଏହି ପ୍ରତିରୂପ ଅନୁସାରେ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଗତିକୁ ଏକ ଗାଣିତିକ ଫଳନ ଆକାରରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇ ପାରେ, ଯାହାକୁ ତରଙ୍ଗ ଫଳନ (Wave Function - Greek letter ψ ଦ୍ୱାରା ସୂଚୀତ କରାଯାଏ) ଏହି ତରଙ୍ଗ ଫଳନରୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବିଷୟରେ ସମସ୍ତ ତଥ୍ୟ ଜଣାପଡ଼େ ଏବଂ ଏହା ଏକ ବିଭେଦୀ ସମୀକରଣର ସମାଧାନରୁ ମିଳିଥାଏ ଯାହାକୁ Schrodinger ତରଙ୍ଗ ଫଳନ ସମୀକରଣ (SWE) କୁହାଯାଏ । ଏହି ତରଙ୍ଗ ଫଳନର ବର୍ଗ (ψ^2) ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ଚାରିପାଖରେ ତ୍ରିବିମ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ପାଇବାର ସମ୍ଭାବନାକୁ ପରିପ୍ରକାଶ କରେ ।

ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ ପାଇଁ SWE ସମାଧାନ କଲେ ଆମକୁ ବହୁତ ଗୁଡ଼ିଏ ତରଙ୍ଗ ଫଳନ ମିଳେ । ଏହାକୁ ତିନୋଟି କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟାଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଥାଏ ।

- ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା (n)
- ଆଜିମୁଥାଲ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା (l)
- ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା (m_l)

ଏହି କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟାଗୁଡ଼ିକୁ ତରଙ୍ଗ ସମୀକରଣର ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତ ସମାଧାନ ଦ୍ୱାରା ପାଇଥାଉ । ପରମାଣୁରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଇଲୋକ୍ଟ୍ରନପାଇଁ ଅଦ୍ୱିତୀୟ (ଭିନ୍ନ) କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟାର ସମୂହ (ସେଟ୍) ପାଇଥାଉ; ଯାହା ତ୍ରିବିମ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ପାଇବା ସମ୍ଭାବନାକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରକୁ ଆଣବିକ କକ୍ଷକ (orbital) ବା କେବଳ କକ୍ଷକ କୁହାଯାଏ ।

3.୫.1.କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ।

ଉପରୋକ୍ତ ତିନୋଟି କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ତ୍ରିବିମରେ ପରମାଣୁବିକ କକ୍ଷର ଆକାର, ଆକୃତି ଏବଂ ଅଭିବିନ୍ୟାସର ବର୍ଣ୍ଣନା କରିଥାଏ । ଆଉ ଏକ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା, ଯାହା Schordinger ତରଙ୍ଗ ସମୀକରଣ ସମାଧାନରୁ ମିଳେ ନାହିଁ, ପ୍ରଚଳନ କରାଗଲା, ଯାହା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ (spin) ବିଷୟରେ ଧାରଣା ଦିଏ । ଏହି ଚତୁର୍ଥ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ପରମାଣୁରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ନାମକରଣରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ଆସନ୍ତୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟକୁ ବୁଝିବା ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା (n) : Principal Quantum Number

ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟାରୁ ପରମାଣୁରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଶକ୍ତି ସ୍ତର (ମୁଖ୍ୟକୋଷ) ଜଣା ପଡ଼ିଥାଏ । n ର ମାନ ଧନାତ୍ମକ ପୂର୍ଣ୍ଣସଂଖ୍ୟା ହୋଇପାରେ (ଯଥା n = 1, 2, 3, 4 ......) । ଏହାର ଅର୍ଥ ପରମାଣୁରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର କିଛି ଶକ୍ତି ଅଛି । ତେଣୁ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଶକ୍ତିର କ୍ୱାଣ୍ଟମୀକରଣ ହୋଇଥାଏ । ଏହା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଠାରୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଦୂରତାକୁ ମଧ୍ୟ ଇଂଗିତ କରିଥାଏ । ଯେତେବେଳେ nର ମାନ ବଢ଼ିଚାଲେ, ନାଭି କେନ୍ଦ୍ରଠାରୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଦୂରତା ମଧ୍ୟ ବଢ଼ିଥାଏ ।

ପ୍ରତ୍ୟେକ ମୁଖ୍ୟ କୋଷରେ ଅଧିକତମ $2n^2$ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ରହିପାରେ ଯଥା :-

n = 1 , ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା : 2

n = 2 , ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା : 8

n = 3 , ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା : 18

ଆଜିମୁଥାଲ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ନମ୍ବର (l) (Azimuthal Quantum Number) :

ଏହା କକ୍ଷକର ଜ୍ୟାମିତିକ ଆକୃତି ସହ ସମ୍ପର୍କିତ । l ର ମାନ 0 କିମ୍ବା ଧନାତ୍ମକ ପୂର୍ଣ୍ଣସଂଖ୍ୟା ହୁଏ ଯାହାକି (n-1)ସହ ସମାନ ବା ତା ଠାରୁ କମ୍ ହୋଇପାରେ । (ଯେଉଁଠାରେ n ହେଉଛି କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା) । l = 0, 1, 2, 3 ..... (n – 1) । l ର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାନ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଉପକୋଷକୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପକୋଷର ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଆକୃତିର କକ୍ଷକ ଥାଏ ।

$l = 0$ ଅର୍ଥାତ୍ s -ଉପକୋଷ, ଯେଉଁଥିରେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକର କକ୍ଷକ ଥାଏ, ଯାହାକୁ s -କକ୍ଷକ କୁହାଯାଏ ।

$l = 1$ ଅର୍ଥାତ୍ p – ଉପକୋଷ, ଯେଉଁଥିରେ ଡ଼ମ୍ବରୁ ଆକାରର କକ୍ଷକ ଥାଏ, ଯାହାକୁ p କକ୍ଷକ କୁହାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ p ଉପକୋଷରେ ତିନୋଟି p କକ୍ଷକ ଥାଏ ।

$l = 2$ ଅର୍ଥାତ୍ d – ଉପକୋଷ, ଯେଉଁଥିରେ ଲବଙ୍ଗ ଗଛର ପତ୍ର ଆକାରର କକ୍ଷକ ଥାଏ, ଯାହାକୁ d କକ୍ଷକ କୁହାଯାଏ ।

$l = 3$ ଅର୍ଥାତ୍ f – ଉପକୋଷ, ଯେଉଁଥିରେ f କକ୍ଷକ ଥାଏ, ପ୍ରତ୍ୟେକ f ଉପକୋଷରେ ସାତଟି f କକ୍ଷକ ଥାଏ ।

s, p, d ଏବଂ f କକ୍ଷକର ଆକୃତି ତୁମେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଭାଗରେ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବ ।

ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା (m_l): (Magnetic Quantum Number)

m_1 କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା କକ୍ଷକର ତିନ୍ତ୍ରିମରେ ଅଭିବିନ୍ୟାସ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ସୂଚନା ଦେଇଥାଏ । m_l ର ମାନ $-l$ ଠାରୁ $+l$ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା ହୋଇପାରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ l = 1 ପାଇଁ m_l ର ମୂଲ୍ୟ -1, 0, +1 ହୋଇପାରେ ।

ଚୁମ୍ବକୀୟ ସ୍ପିନ୍ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା (m_s): (Spin Quantum number)

କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା (m_s), ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସ୍ପିନ୍‌କୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିଥାଏ । ଏହା ଦକ୍ଷିଣାବର୍ତ୍ତ କିମ୍ବା ବାମାବର୍ତ୍ତ ହୋଇପାରେ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ଦକ୍ଷିଣାବର୍ତ୍ତ ଓ ବାମାବର୍ତ୍ତର ମୂଲ୍ୟ ଯଥାକ୍ରମେ +1/2 ଏବଂ –1/2 ହୋଇପାରେ ।

ଏବେ, ଚାଲ ଏକ ଉଦାହରଣ ନେବା ଯେଉଁଥିରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତୃତୀୟ କୋଷରେ ଅଛି (n = 3) । ତେବେ ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର s ଉପକୋଷ (l = 0) ବା p – ଉପକୋଷ (l = 1) ବା d ଉପକୋଷ (l = 2) ରେ ଥାଇପାରେ, ଯଦି ଏହା p ଉପକୋଷରେ ଅଛି, ତେବେ ଏହା ସମ୍ଭାବ୍ୟ ତିନି p କକ୍ଷକ ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଥିରେ ଥାଇପାରେ । ସେହି କକ୍ଷକମାନଙ୍କର m_lର ମୂଲ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ହେଲା m_l = –1, 0, +1, ଯେଉଁ ଗୁଡ଼ିକ x, y, z ଅକ୍ଷକୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରିଥାଏ । କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ମାନ +1/2 କିମ୍ବା –1/2 ହୋଇପାରେ ।

ତୃତୀୟ କୋଷର ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ସମ୍ବନ୍ଧିତ ମାନ ସାରଣୀ 3.3 ରେ ଦିଆଯାଇଅଛି ।

ସାରଣୀ 3.3 ତୃତୀୟ କୋଷରେ ଅବସ୍ଥିତ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପାଇଁ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା

ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା m	ଏଜି ମୁଥାଲ୍ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା /	ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା m/	ଚୁମ୍ବକୀୟ ସ୍ପିନ୍ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା m /s
3	0	0	+1/2
			-1/2
	1	-1	+1/2
			-1/2
		0	+1/2
			-1/2
		+1	+1/2
			-1/2
	2	-2	+1/2
			-1/2
		-1	+1/2
			-1/2
		0	+1/2
			-1/2
		+1	+1/2
			-1/2
		+2	+1/2
			-1/2

ତୁମେ ଧ୍ୟାନ ଦେଇ ଦେଖିଲେ ଜାଣିବ ଯେ ତୃତୀୟ କୋଷରେ ଅଧିକତମ 18 ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ରହିପାରେ, ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଚାରୋଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ରହିଛି ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 3.6

1. ତରଙ୍ଗ ଫଳନ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?

   ....

2. କକ୍ଷ (orbit) ଏବଂ କକ୍ଷକ (orbital) ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ?

   ....

3. କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ ? Schrodinger ର ତରଙ୍ଗ ସମୀକରଣରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ବିଭିନ୍ନ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ଗୁଡ଼ିକର ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କର ।

   ....

4. ମୂଖ୍ୟ, ଅଜିମୁଥାଲ୍ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ଗୁଡ଼ିକର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରଦାନ କର ।

   ....

ଟିପ୍ପଣୀ

3.8.2.କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକର ଆକୃତି :

କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକୁ ଆମ୍ଭେ ଏହି ପ୍ରକାର ବାଖ୍ୟା କରିଅଛୁ – "ନାଭିମଣ୍ଡଳ ବାହାରେ, ସେହି ତ୍ରିବିମ କ୍ଷେତ୍ର ଯେଉଁଠାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକୁ ଗୁଡ଼ିକୁ ପାଇବାର ସମ୍ଭାବନା ସର୍ବାଧିକ" । ଆସନ୍ତୁ ଆମେ $1s$ କକ୍ଷକ ($n = 1, l = 0$) ର ଉଦାହରଣ ନେଇ ଏହି ପରିଭାଷାକୁ ବୁଝିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା । ଏହାକୁ ତ୍ରିଜ୍ୟ ପ୍ରାୟୀକତା ବକ୍ରରେଖା ଦ୍ୱାରା ବୁଝାଯାଇ ପାରିବ । ଏହି ପ୍ରକାର ବକ୍ରରେଖା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକୁ ନାଭିମଣ୍ଡଳଠାରୁ କିଛି ଦୂରରେ ପାଇବାର ବିଭିନ୍ନ ସମ୍ଭାବନାକୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ ।

$1s$ କକ୍ଷକ ପାଇଁ ତ୍ରିଜ୍ୟ ପ୍ରାୟୀକତା ବକ୍ରରେଖା (ଚିତ୍ର : 3.14(a)) ଦର୍ଶାଇଥାଏ ଯେ $1s$ କକ୍ଷକରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ପାଇବାର ପ୍ରାୟୀକତା ବୃଦ୍ଧିପାଏ ଯେତେବେଳେ ଆମେ ନାଭିମଣ୍ଡଳ ଠାରୁ ଦୂରକୁ ଯାଉ ଏବଂ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୂରତାରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଥାଏ (ଉଦ୍‌ଜାନ୍ ପରମାଣୁ ପାଇଁ ଏହି ଦୂରତା ହେଉଛି 0.0529 nm ବା 52.9pm) । ଏହି ଦୂରତାରୁ ଅଧିକ ଦୂରକୁ ଗଲେ ପ୍ରାୟୀକରଣର ହ୍ରାସ ହୁଏ ଏବଂ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୂରତା ପରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଥାଏ । ବକ୍ରରେଖାଟି ଏକ ପ୍ରଦତ୍ତ ଦିଗରେ ତ୍ରିଜ୍ୟ ପ୍ରାୟୀକତାକୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ ।

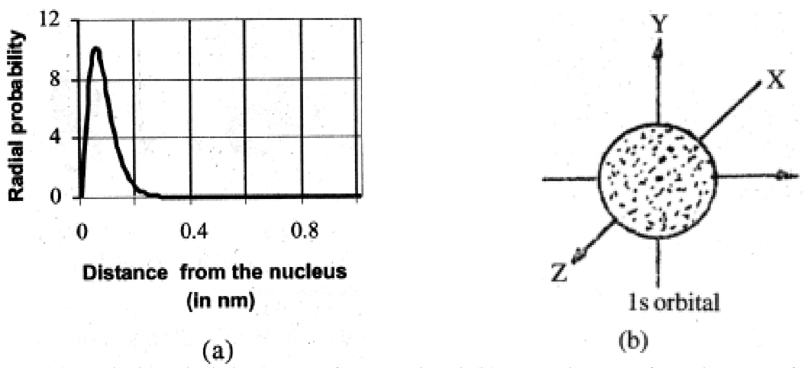


Fig.3.14: *(a) Radial probability curve for 1s orbital (b) Boundary surface diagram for 1s orbital*

ପ୍ରାୟୀକତା ସମସ୍ତ ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଦିଗରେ ସମାନ ଅଟେ । ଯଦି ଆମେ ଏହି ସମସ୍ତ ବକ୍ରରେଖାକୁ ଏକତ୍ର କରିବା ତେବେ ଏହା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପ୍ରାୟୀକତାକୁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ସମମିତି (spherically symmetrical) ପ୍ରଦାନ କରିବ । ଯେହେତୁ ତ୍ରିଜ୍ୟ ପ୍ରାୟୀକତା କୌଣସି ଦୂରତାରେ ଶୂନ୍ୟ ନୁହେଁ, ଆମେ ଗୋଲକର ଆକୃତିକୁ ନିର୍ଦ୍ଧିଷ୍ଟ ଭାବରେ କହିପାରିବା ନାହିଁ । ତେଣୁ କକ୍ଷକକୁ ସୀମାପୃଷ୍ଠ ଚିତ୍ରଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ । ଏହା ତ୍ରିବିମରେ ସେହି ଅଞ୍ଚଳକୁ ବୁଝାଏ ଯେଉଁଠାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ପାଇବାର ପ୍ରାୟୀକତା 95 ପ୍ରତିଶତ [ଚିତ୍ର : 3.14(b)] । ଏହିପରି ଭାବରେ 1s କକ୍ଷକକୁ ଗୋଲକ ଆକାରରେ ଦର୍ଶାଯାଏ ।

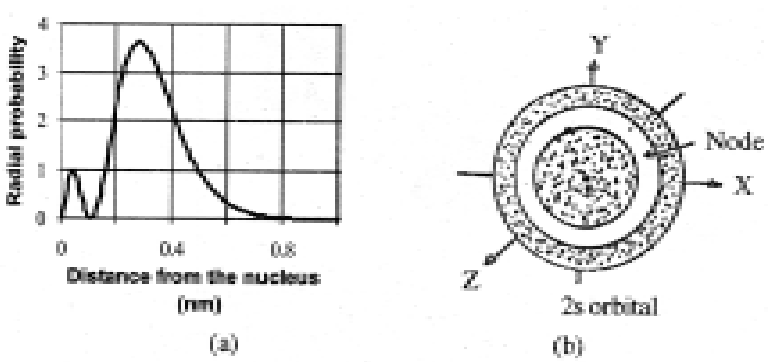


Fig.3.15: *(a) Radial probability curve for 2s orbital (b) Boundary surface diagram for 2s orbital*

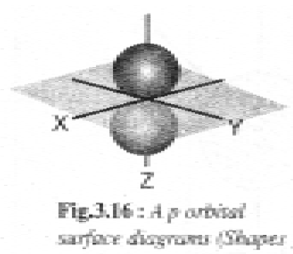
ନାଭିମଣ୍ଡଳ ଠାରୁ ଦୂରତା (nm ରେ (a))2S କକ୍ଷକ ନିମିତ୍ତ ସୀମା ପୃଷ୍ଠ ରେଖାଚିତ୍ର

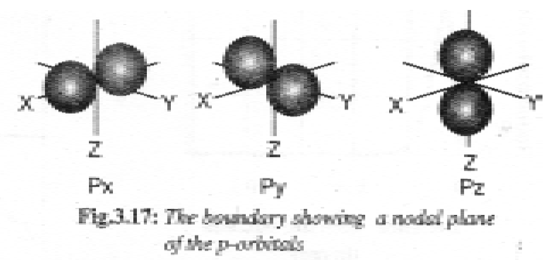
ଚିତ୍ର 3.15(a) 2s କକ୍ଷକର ତ୍ରିଜ୍ୟ ପ୍ରାୟୀକତା ବକ୍ରରେଖାକୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ ଏବଂ ଚିତ୍ର 3.15 (b) ସୀମାପୃଷ୍ଠ ରେଖାଚିତ୍ରକୁ ଦର୍ଶାଇ ଥାଏ । ଏଠାରେ ଦୁଇଟି କଥା ଉପରେ ଧ୍ୟାନ ଦିଅ । ପ୍ରଥମତଃ; ତୁମେ ଦେଖିବେ ଯେ 2s କକ୍ଷକର ସୀମାପୃଷ୍ଠ ଚିତ୍ର 1s କକ୍ଷକ ତୁଳନାରେ ବଡ଼ । ଦ୍ୱିତୀୟତଃ; ତ୍ରିଜ୍ୟ ପ୍ରାୟୀକତା ବକ୍ରରେଖା ଦୁଇଟି ଶୀର୍ଷବିନ୍ଦୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ । ପ୍ରାୟୀକତା

ପ୍ରଥମେ ବଢ଼ିଚାଲେ, ଏକ ଉଚ୍ଚିଷ୍ଠ ସୃଷ୍ଟିକରେ ଓ ପରେ କମି କମି ଯାଇ ଶୂନ୍ୟର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୁଏ । ଯେତେବେଳେ ଆମେ ନାଭିକେନ୍ଦ୍ର ଠାରୁ ଦୂରକୁ ଦୂରକୁ ଯିବା ତାହା ପୁଣି ଦ୍ୱିତୀୟଥର ପାଇଁ ବଢ଼ିବାକୁ ଲାଗେ, ଅଧିକତମ ହୁଏ ଏବଂ ପୁଣି କମିବାକୁ ଲାଗେ । ସେହି କ୍ଷେତ୍ର ଯେଉଁଠାରେ ପ୍ରାୟୀକତା ପ୍ରାୟତଃ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯାଇଥାଏ (ଦ୍ୱିତୀୟ ଥର ବଢ଼ିବା ପୂର୍ବରୁ) ତାହାକୁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ନୋଡ୍ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଏକ କକ୍ଷକର ($n-l-1$) ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ନୋଡ଼ ଥାଏ ।

ନୋଡ୍ ତ୍ରିବିମରେ ସେହି କ୍ଷେତ୍ରକୁ କୁହାଯାଏ, ଯେଉଁଠାରେ ଇଲେକଟ୍ରନ୍ ପାଇବାର ପ୍ରାୟୀକତା ପ୍ରାୟତଃ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଥାଏ ।

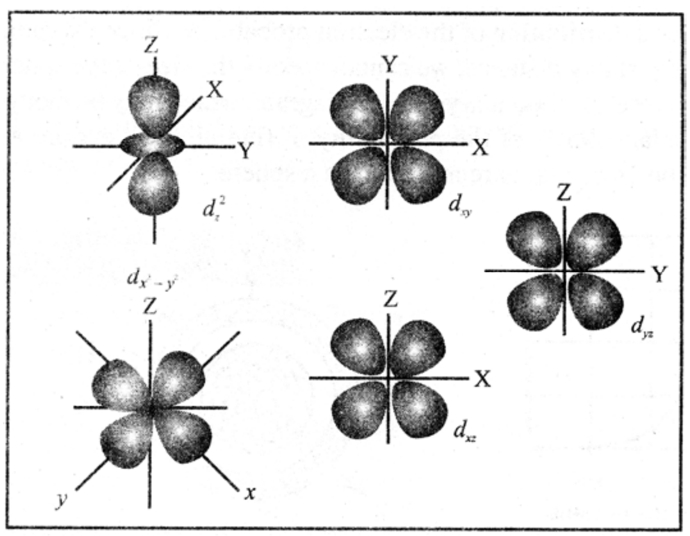
***p* କକ୍ଷକ :** *p* କକ୍ଷକ ($n = 1$; $l = 1$) ର ଆକୃତି ଚିତ୍ର 3.16 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଚିତ୍ରରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଆକୃତି *p* କକ୍ଷକର ତିନୋଟି ସମ୍ଭାବ୍ୟ କକ୍ଷକ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ, P_z (Z ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ) ଚିତ୍ର ଅଟେ । P_z କକ୍ଷକର ପ୍ରାୟୀକତା ଚିତ୍ରରେ ଦୁଇଟି ଦୋଳନ (lobes) ଅଛି । ଗୋଟିଏ ଧନାତ୍ମକ z- ଅକ୍ଷ ଏବଂ ଅନ୍ୟଟି ଋଣାତ୍ମକ z-ଅକ୍ଷରେ ଅଛି । *p* କକ୍ଷକର ଅନ୍ୟ ଏକ ମୁଖ୍ୟ ଲକ୍ଷଣ ହେଉଛି ଯେ *xy*- ସମତଳରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପ୍ରାୟୀକତା ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ । ଏପରି ସମତଳକୁ ନିଷ୍ପନ୍ଦ ସମତଳ କୁହାଯାଏ । ତିନୋଟିଯାକ *p* କକ୍ଷକର ଆକୃତି ଚିତ୍ର 3.17 ରେ ଦିଆଯାଇଅଛି ।





ଚିତ୍ର 3.16 P

ଚିତ୍ର 3.17 P କକ୍ଷକର ନିଷ୍ପନ୍ଦୀୟ ସମତଳକୁ ଦର୍ଶାଉଥିବା ସୀମା



ଚିତ୍ର 3.18 : ପାଞ୍ଚଟି d – କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକର ସୀମା ଭୂମିଚିତ୍ର (ଆକୃତି)

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 3.7

1. s, p ଏବଂ d କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକର ଆକୃତି କିପରି ? ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।

....

2. 2 s କକ୍ଷକର ଆକୃତି ବର୍ଣ୍ଣନା କର । ଏହା 1s କକ୍ଷକ ଠାରୁ କିପରି ଭିନ୍ନ ଅଟେ ?

....

3. ତୁମେ ଏଥିରୁ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ?
   (i) ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ନିସ୍ପନ୍ଦ (spherical node)
   (ii) ନିସ୍ପନ୍ଦୀୟ ସମତଳ (nodal plane)

....

4. 3 *s* କକ୍ଷକରେ କେତେଗୋଟି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ନିସ୍ପନ୍ଦ ଥାଏ ?

....

3.9 ମୌଳିକର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନୀୟ ବିନ୍ୟାସ :

ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତୁମେ ପଢ଼ିଲ ଯେ, ପରମାଣୁରେ ଗୋଟିଏ ଧନାତ୍ମକ ନାଭିକ ଥାଏ, ଯାହା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା ପରିବେଷ୍ଟିତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆକାର ଏବଂ ଆକୃତିର କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକରେ ଥାଆନ୍ତି । ଏହି କକ୍ଷକ ବିଭିନ୍ନ କୋଷ ଏବଂ ଉପକୋଷରେ ବିଭକ୍ତ ହୋଇଥାନ୍ତି ଯାହାକୁ ତିନୋଟି କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା n, l ଏବଂ m_l ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ । ଆସ ଏବେ ଏହି କୋଷ ଏବଂ ଉପକୋଷ ଗୁଡ଼ିକରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ବିତରଣ ଦେଖିବା । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଏହି ବିତରଣକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନୀୟ ବିନ୍ୟାସ କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହା ତିନୋଟି ନିୟମ ବା ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳିତ ହୋଇଥାଏ ।

3.9.1 Aufbau ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଏହି ନିୟମ ପରମାଣୁର ଶକ୍ତି ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଥିବା ସ୍ତର ସହିତ ସମ୍ପର୍କିତ ଅଟେ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକ କକ୍ଷକରେ ଏପରି ପୂରଣ ହୁଅନ୍ତି ଯାହାଦ୍ୱାରା ପରମାଣୁର ଶକ୍ତି ନିମ୍ନତମ ହୁଏ । ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ପରମାଣୁରେ କକ୍ଷକର ଶକ୍ତିର ବୃଦ୍ଧିକ୍ରମରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରାଯାଏ । କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକର ଶକ୍ତିର ବୃଦ୍ଧି କ୍ରମ କେଉଁ ପ୍ରକାରର ହୋଇଥାଏ ତାହା କିପରି ଜାଣିବ ?

ତୁମେ ପଢ଼ିଛ ଯେ, ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକର ଶକ୍ତିକୁ ସୂଚିତ କରାଏ । n ର ଅଧିକ ମାନ ପାଇଁ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟ ଅଧିକ ହେବ । ଏହା କେବଳ ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ ପାଇଁ ସତ୍ୟ ଅଟେ । ଅନ୍ୟ ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ଉଭୟ n ଏବଂ l କୁ ବିଚାରକୁ ନେବାକୁ ହେବ । ଏହାର ଅର୍ଥ, ପ୍ରଦତ୍ତ କୋଷର ଉପକୋଷ ଗୁଡ଼ିକର ଶକ୍ତି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହେବ । କକ୍ଷକ ଶକ୍ତିର କ୍ରମ ନିମ୍ନଲିଖିତ (n + l) ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ଜ୍ଞାତ ହୁଏ ।

ନିୟମ 1 :- (n + l) ର କମ୍ ମାନ ଥିବା କକ୍ଷକର ଶକ୍ତି କମ୍ ହେବ ।

ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ : 4s କକ୍ଷକ ($n + l = 4 + 0 = 4$),
3d କକ୍ଷକ ($n + l = 3 + 2 = 5$)

ତେଣୁ 3d କକ୍ଷକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେବା ପୂର୍ବରୁ 4s କକ୍ଷକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେବ ।

ନିୟମ 1 : ଯଦି ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ କକ୍ଷକର (n + l) ମୂଲ୍ୟ ସମାନ ହୁଏ, ତେବେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପ୍ରଥମେ ସେହି କକ୍ଷକକୁ ଯିବ ଯାହାର *n* ମୂଲ୍ୟ କମ୍ ।

ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ : 3*d* କକ୍ଷକ ($n + l = 3 + 2 = 5$),
4*p* କକ୍ଷକ ($n + l = 4 + 1 = 5$)

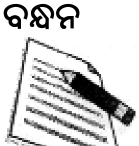
ତେଣୁ 4*p* କକ୍ଷକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେବା ପୂର୍ବରୁ 3*d* କକ୍ଷକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେବ ।

ଏହି ନିୟମର ପାଳନ କଲେ ବଢ଼ିବା କ୍ରମରେ କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକର ଶକ୍ତି ଏହି ପ୍ରକାରର ହେବ :-

1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s

3.9.2 ପାଉଲୀଙ୍କ ବର୍ଜନ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ (Pauli's Exclusion Principle) :

ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତ କୌଣସି କକ୍ଷକରେ ଉପସ୍ଥିତ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସ୍ପିନ୍ ସହିତ ସଂପୃକ୍ତ ଅଟେ । ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁସାରେ, "ପରମାଣୁରେ ଉପସ୍ଥିତ ଥିବା ଯେକୌଣସି ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଚାରୋଟିଯାକ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ହୋଇପାରିବ ନାହିଁ ।"ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ :- ଯଦି ପରମାଣୁରେ କୌଣସି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଚାରୋଟିଯାକ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ଠିକ୍ n = 2, l



= 1, m_l = 1 ଏବଂ m_s = +1/2, ହୁଏ, ତେବେ ସେହି ପରମାଣୁର ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ସେହି ପ୍ରକାର ହୋଇପାରିବ ନାହିଁ । ତୁମେ ଜାଣ ଯେ, ଯଦି କୌଣସି କକ୍ଷକକୁ ତିନୋଟି କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ଦ୍ୱାରା ଚିତ୍ରଣ କରାଯାଏ, ତେବେ ସେହି କକ୍ଷକରେ ଉପସ୍ଥିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ନିମିତ୍ତ ତିନୋଟିଯାକ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ହେବ । କିନ୍ତୁ ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକର ସ୍ପିନ୍ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ଭିନ୍ନ ହେବ । ଯେହେତୁ ସ୍ପିନ୍ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟାର କେବଳ ଦୁଇଟି ମାନ ଥାଏ, ଏଥିପାଇଁ କେବଳ ଦୁଇଟି ମାତ୍ର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୋଟିଏ କକ୍ଷକରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରାଯାଇପାରିବ ।

3.9.3 ହୁଣ୍ଡଙ୍କ ନିୟମ (Hund's Rule) :

ଏହି ନିୟମ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକର ସମାନ ଶକ୍ତି ଥିବା କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକ (ଅର୍ଥାତ୍, ଉପକୋଷ ଗୁଡ଼ିକର ଉପାଦାନ) ମଧ୍ୟରେ ବିତରଣ ସହିତ ସମ୍ପର୍କିତ ଅଟେ । ଏହି ନିୟମ ଅନୁସାରେ– ଯଦି ଗୋଟିଏ ଉପକୋଷର ଅନେକ କକ୍ଷକ ଉପଲବ୍ଧ ହୁଏ, ତେବେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଏପରି ଭାବରେ ବାଣ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ଯେପରି କି ପ୍ରତ୍ୟେକ କକ୍ଷକରେ ସମାନ ସ୍ପିନ୍ ଥିବା ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପହଞ୍ଚିବ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଅଙ୍ଗାର (କାର୍ବନ)ର ଛଅଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ନିମ୍ନପ୍ରକାରର ବାଣ୍ଟି ହୋଇଥାନ୍ତି; ଯେପରି–

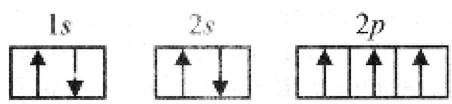
$1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^0$ କିନ୍ତୁ $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^0\ 2p_z^0$ ନୁହେଁ ।

ଯେହେତୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପରସ୍ପରକୁ ବିକର୍ଷଣ କରନ୍ତି, ତେଣୁ ସେମାନେ ଅଲଗା ଅଲଗା କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକରେ ପରସ୍ପର ଠାରୁ ଦୂରରେ ରୁହନ୍ତି ।

ଉପରୋକ୍ତ ନିୟମ ସାହାଯ୍ୟରେ ବିଭିନ୍ନ ମୌଳିକର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନୀୟ ବିନ୍ୟାସ ଲେଖା ଯାଇଥାଏ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନୀୟ ବିନ୍ୟାସ ଲେଖିବାର ଦୁଇଟି ସାଧାରଣ ପ୍ରଣାଳୀ ହେଲା–

(a) କକ୍ଷକ ସଙ୍କେତ ପଦ୍ଧତି : ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନୁସାରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଥିବା କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକୁ ଶକ୍ତିର ବଢ଼ିବା କ୍ରମରେ ଲେଖାଯାଏ । ସେଥିରେ ଭରି ରହିଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟାକୁ superscript (ଲେଖାଧାଡ଼ି ଉପରେ ଲିଖିତ) ଦ୍ୱାରା ଇଙ୍ଗିତ କରାଯାଏ; ଯେପରିକି ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉଦାହରଣରେ ଦର୍ଶାଯାଇଅଛି । ଉଦାହରଣ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍ ପରମାଣୁର (ପରମାଣବିକ କ୍ରମାଙ୍କ 7) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନୀୟ ବିନ୍ୟାସ : $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ ହେବ ।

(b) କକ୍ଷକ ଚିତ୍ର ପଦ୍ଧତି : ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନୁସାରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକୁ ବୃତ୍ତ ବା ବର୍ଗ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଏହା ଶକ୍ତିର ବୃଦ୍ଧି କ୍ରମରେ ଲେଖାଯାଇଥାଏ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକୁ ତୀର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ, ଯାହାର ଶୀର୍ଷ ସେମାନଙ୍କର ସ୍ପିନ୍‌କୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ :– ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍‌ର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ବିନ୍ୟାସ କକ୍ଷକ ଚିତ୍ର ପଦ୍ଧତି ଅନୁସାରେ ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ ।



ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ବିନ୍ୟାସକୁ ଆଶୁଲିପି (short hand) ପଦ୍ଧତିରେ ମଧ୍ୟ ଲେଖାଯାଇପାରିବ । ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ଶେଷ ପୂର୍ଣ୍ଣ କକ୍ଷକ କୋଷକୁ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ଗ୍ୟାସ୍ ମାଧ୍ୟମରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ : ଲିଥିୟମ ଏବଂ ସୋଡ଼ିୟମ୍‌ର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ବିନ୍ୟାସ ନିମ୍ନପ୍ରକାର ଲେଖା ଯାଇଥାଏ :–

Li [He] $2s^1$

Na [Ne] $3s^1$

ନିଷ୍କ୍ରିୟ ଗ୍ୟାସ୍ ବିନ୍ୟାସର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକୁ "କୋର୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍" କୁହାଯାଏ, କିନ୍ତୁ ବାହାର କୋଷରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ "ସଂଯୋଜକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍" ବା "ଭାଲେନ୍ସ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍" କୁହାଯାଏ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 3.8

1. ପରମାଣୁର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ବିନ୍ୟାସରୁ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝିଲ ?

   ....

୨. ପାଉଲିଙ୍କ ବର୍ଜନ ନିୟମ କ'ଣ ?

   ....

୩. ଆଫବାଉ ନିୟମ କ'ଣ ? (n + l) ନିୟମ କ'ଣ ଲେଖ ?

....

୪. ନିମ୍ନଲିଖିତ କକ୍ଷକ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ପ୍ରଥମେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେବ ?

....

(i) 2p ବା 3s

(ii) 3d ବା 4s

....

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ :

- ପରମାଣୁ ତିନୋଟି ମୌଳିକ ଉପାଦାନରେ ଗଢ଼ା ହୋଇଥାଏ, ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା- ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍, ପ୍ରୋଟନ୍ ଏବଂ ନିଉଟ୍ରନ୍ ।
- ସର୍ବପ୍ରଥମେ ଜେ.ଜେ. ଥମ୍ସନ ପରମାଣୁ ସଂରଚନା ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବାର ପ୍ରୟାସ କରିଥିଲେ, ଯାହା ପ୍ଲମ୍ - ପୁଡ଼ିଙ୍ଗ୍ ମଡ଼େଲ ନାମରେ ଜଣାଯାଏ । ଏହା ଅନୁସାରେ ପରମାଣୁ ଗୋଟିଏ ଧନାତ୍ମକ ପିଣ୍ଡ (ପୁଡ଼ିଙ୍ଗ୍) ଯେଉଁଥିରେ ଛୋଟ ଛୋଟ ରଣାତ୍ମକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ (ପ୍ଲମ୍) ଖେଳେଇ ହୋଇ ଥାଆନ୍ତି ।
- ରଥରଫୋର୍ଡ଼ ପ୍ରତିରୂପ ଅନୁସାରେ ପରମାଣୁର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ କଣିକା ଓ ଅଧିକତମ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନାଭିକରେ (nucleus) ଥାଏ । ବାକିସବୁ ପରମାଣୁର ଖାଲିସ୍ଥାନ ଅଟେ ଯେଉଁଠାରେ ବହୁତ ଛୋଟ ଛୋଟ ରଣାତ୍ମକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଥାଏ ।
- ବୃଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ଏକ ପ୍ରକାରର ଶକ୍ତି, ଯାହା ଅନ୍ତରୀକ୍ଷରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ରୂପରେ ସଂଚରଣ କରନ୍ତି । ଏହା ଆଲୋକ ବେଗରେ ଗତି କରେ ଏବଂ ଏହା ଗତି କରିବାପାଇଁ କୌଣସି ମାଧ୍ୟମର ଆବଶ୍ୟକତା ପଡ଼େ ନାହିଁ ।
- ବୃଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ଅନେକ ପରିମେୟ ଲକ୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୁଏ, ଯେପରିକି ଆୟାମ, ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆବୃତ୍ତି, ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟା, ପରିବେଗ ଇତ୍ୟାଦି ।
- ଉଦ୍‌ଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ପ୍ରଦାନ କରିଥାଏ,. ଯେଉଁଥିରେ ସ୍ୱଷ୍ଟ ରେଖାପୁଞ୍ଜ ଥାଏ ଓ ଏହା ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ଶକ୍ତିର କ୍ୱାଣ୍ଟମୀକରଣ ଦର୍ଶାଇଥାଏ ।
- 1913 ମସିହାରେ ନିଲ୍‌ସ ବୋର୍ ପରମାଣୁର "ସୌର ମଣ୍ଡଳୀୟ ପ୍ରତିରୂପ" ପ୍ରତିପାଦନ କରିଥିଲେ । ଏହି ପ୍ରତିରୂପ ଅନୁସାରେ କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ସ୍ଥିର ନାଭିକର ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱରେ ସ୍ଥିର ଶକ୍ତିଥିବା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ, ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗତି କରିଥାଏ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ hν କିମ୍ବା ତାର ପୂର୍ଣ୍ଣସଂଖ୍ୟା ଗୁଣିତକ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷଣ ବା ଉତ୍ସର୍ଜନ କରି କକ୍ଷ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରେ । ଏହି ଶକ୍ତି ଦୁଇ କକ୍ଷର ଶକ୍ତିର ପାର୍ଥକ୍ୟ ସହ ସମାନ ।
- ବୋର୍ ପ୍ରତିରୂପ ପରମାଣୁର ସ୍ଥାୟୀତ୍ୱ ଏବଂ ଉଦ୍‌ଜାନର ରେଖାବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରି ପାରିଲା । ମାତ୍ର ଏହା ଉଦ୍‌ଜାନ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ପରମାଣୁ ପ୍ରତିରୂପ ଗୁଡ଼ିକର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରି ପାରିଲା ନାହିଁ ।
- Louis de Brogile ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଦ୍ୱୈତ ସ୍ୱଭାବ ପ୍ରତିପାଦନ କଲେ ଏବଂ କହିଲେ କି, ପଦାର୍ଥ କଣିକାର ଓ ତରଙ୍ଗର ସ୍ୱଭାବ ହେବା ଉଚିତ୍ । ସଂପୃକ୍ତ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଏ ।

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad ବା \quad \lambda = \frac{h}{p}$$

- ଥମ୍ସନ ଏବଂ ଡ଼େଭିସନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଏହାର ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ସମାଧାନ ନିକେଲ ସ୍ଫଟିକ୍ ଜାଲକ ଦ୍ୱାରା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତରଙ୍ଗର ବିବର୍ତ୍ତନରୁ କରାଯାଇଥିଲା ।

- ପଦାର୍ଥର ତରଙ୍ଗ-କଣିକା ଦ୍ୱୈତସ୍ୱଭାବ ଓ୍ୱାର୍ଣ୍ଣର ହାଇଜେନ୍‌ବର୍ଗଙ୍କୁ ଅନିଶ୍ଚିତତା ନିୟମ ପ୍ରତିପାଦନ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିଥିଲା । ଏହା ଅନୁସାରେ କଣିକାର ସ୍ଥିତି ଏବଂ ସଂବେଗ ଏକା ସମୟରେ ସଠିକ୍ ଭାବେ ମାପିବା ଅସମ୍ଭବ ।
- ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଦ୍ୱୈତ ସ୍ୱଭାବ ଏବଂ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ବର୍ଗଙ୍କର ଅନିଶ୍ଚିତତା ନିୟମ ତରଙ୍ଗ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ପ୍ରତିରୂପର ପ୍ରସାର ପାଇଁ ପ୍ରେରଣା ଯୋଗାଇଲା ।
- ତରଙ୍ଗ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ପ୍ରତିରୂପ ଅନୁସାରେ ପରମାଣୁରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଗତିକୁ ଏକ ଗାଣିତିକ ଫଳନ ଦ୍ୱାରା ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇପାରିବ; ଯାହାକୁ ତରଙ୍ଗ ଫଳନ (ψ) କୁହାଯାଏ । ଏହି ତରଙ୍ଗ ଫଳନ, ବ୍ୟବସ୍ଥାର ସମସ୍ତ ତଥ୍ୟ ପ୍ରଦାନ କରେ । ଏହାକୁ ଶ୍ରୋଡ଼ିଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ସମୀକରଣର ସମାଧାନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାପ୍ତ କରାଯାଏ ।
- ତରଙ୍ଗ ଫଳନର ବର୍ଗ (ψ^2) ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ଥିବା ତ୍ରିବିମରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ପାଇବାର ଆନୁମାନିକ ଭାବେ ଏକ ମାପ । ଏହି ଅଂଚଳକୁ ପରମାଣବିକ କକ୍ଷକ ବା କେବଳ କକ୍ଷକ କୁହାଯାଏ ।
- ଏହି ତରଙ୍ଗ ଫଳନ ମାନଙ୍କୁ ତିନିଗୋଟି କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ । ଏହି କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା ଗୁଡ଼ିକ ତ୍ରିବିମରେ ପରମାଣବିକ କକ୍ଷକର ଆକାର, ଆକୃତି ଓ ଅଭିବିନ୍ୟାସକୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ପ୍ରତି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଏକ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ସଂଖ୍ୟାର କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ଥାଏ ।
- ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା n ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଶକ୍ତିର କ୍ୱାଣ୍ଟମୀକରଣ (quantisation of energy) ସହ ସଂପୃକ୍ତ, ଯେତେବେଳେ ଆଜିମୁଥାଲ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା, l କକ୍ଷକର ଆକାର ସହ ସଂପୃକ୍ତ । ମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ସଂଖ୍ୟା m_l ତ୍ରିବିମରେ କକ୍ଷକର ଦିଗ ଓ ଅଭିବିନ୍ୟାସକୁ ଦର୍ଶାଇ ଥାଏ ।
- ପ୍ରଚଳିତ ଥିବା ଅନ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା m_s ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ (spin) ବିଷୟରେ ବତାଇଥାଏ । ଏହି କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ତରଙ୍ଗ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ପ୍ରତିରୂପକୁ ଅନୁସରଣ କରେ ନାହିଁ ଏବଂ କେବଳ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଦର୍ଶାଏ ।
- ବିଭିନ୍ନ କକ୍ଷକର ବିଭିନ୍ନ ଆକାର ଅଛି । s କକ୍ଷକ ଗୋଲକ ଆକାର, p କକ୍ଷକ ଡ଼ମ୍ବରୁ ଆକାର, d କକ୍ଷକ ଲବଙ୍ଗଗଛର ଆକୃତିର ଓ f କକ୍ଷକ ଆଠପାଖୁଡ଼ା ଆକାରର ହୋଇଥାଏ ।
- ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର କକ୍ଷ ଓ ଉପକକ୍ଷରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବଣ୍ଟନକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନୀୟ ବିନ୍ୟାସ କୁହାଯାଏ । ଏହା ମୁଖ୍ୟତଃ ତିନୋଟି ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳିତ ଯାହାକି ଆଫବାଓ ନିୟମ, ପାଉଲିଙ୍କ ଅପବର୍ଜନ (exclusion) ନିୟମ, ଏବଂ ହୁଣ୍ଡଙ୍କ ଅଧିକତମ ଗୁଣିତକ (multiplicity) ନିୟମ ।
- ଆଫବାଓଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ କକ୍ଷକମାନଙ୍କର ଶକ୍ତିର ବୃଦ୍ଧିକ୍ରମରେ ପୂରଣ ହୋଇଥାଏ; ଯାହାକି ($n + l$) ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ସ୍ଥିରିକୃତ ହୋଇଥାଏ ।
- ପାଉଲିଙ୍କ ଅପବର୍ଜ୍ଜନ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଗୋଟିଏ ମୌଳିକର କୌଣସି ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସମସ୍ତ ଚାରୋଟି କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ନଥାଏ ।
- ହୁଣ୍ଡଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁସାରେ, ଏକା ଉପକକ୍ଷର କକ୍ଷକରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକୁ ଭରିବା ସମୟରେ, ପ୍ରଥମେ ପ୍ରତି କକ୍ଷକକୁ ସମାନ ସ୍ପିନ୍ ଥିବା ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଯାଏ ଓ ପରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଯୋଡ଼ି- ଯୋଡ଼ି ହୁଅନ୍ତି ।

ପାଠ୍ୟାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନ

1. a) ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ତିନିଗୋଟି ମୌଳିକ କଣିକା କ'ଣ ?

   b) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଓ ପ୍ରୋଟନର ଚାର୍ଜ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ତୁଳନା କର ।

2. ତୁମ ବିଚାରରେ ପରମାଣୁ ଗଠନର କ୍ରମଃବିକାଶ ପାଇଁ ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମହତ୍ତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କାର୍ଯ୍ୟ କ'ଣ ?

3. ଆଲୋକର ଦ୍ୱୈତଗୁଣ ଦର୍ଶାଇବାକୁ କେଉଁ ପରୀକ୍ଷଣ କରାଯାଏ ?

   a) ଯଦି ଏକ FM ରେଡ଼ିଓ ସିଗ୍ନାଲ 100 MHz ଆବୃତ୍ତିରେ ସଂଚରିତ ହୁଏ, ତେବେ ତାର ଶକ୍ତିକୁ କଳନା କର ।

   b) λ = 670 nm ର ଲାଲ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗର ଶକ୍ତି କେତେ ?

4. କେଉଁ ପ୍ରକାରରେ ବୋର'ଙ୍କ ମଡ଼େଲ, ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମଡ଼େଲ ଠାରୁ ଉତ୍କୃଷ୍ଟତର ଥିଲା ?

5. ବୋ'ରଙ୍କ ମଡ଼େଲରେ କ'ଣ ଦୋଷ ଥିଲା ?

6. ପରମାଣୁର ତରଙ୍ଗର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ମଡ଼େଲର ବିକାଶ କେଉଁ କାରଣ ଯୋଗୁ ହୋଇଥିଲା ?

7. କକ୍ଷକ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ? s ଏବଂ p କକ୍ଷର ଆକୃତି ର ରେଖାଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

8. ଉଦାହରଣ ସହ ହୁଣ୍ଡଙ୍କ ସର୍ବାଧିକ ଗୁଣାତ୍ମକ ନିୟମର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

3.1

1. ପ୍ରୋଟନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଠାରୁ ଭାରୀ ଅଟେ । ସେମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅନୁପାତ

$$= m_p/m_e = \frac{1.6726230 \times 10^{-27} kg}{9.109389 \times 10^{-31} kg}$$

$$= 1836$$

2. ପରମାଣୁର ମୌଳିକ କଣିକାମାନେ ହେଲେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍, ପ୍ରୋଟନ୍ ଓ ନିୟୁଟ୍ରନ୍ ।

3. ନିୟୁଟ୍ରନ,

3.2

1. ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍, ପ୍ରୋଟନ୍ ଏବଂ ନିୟୁଟ୍ରନ୍ ।

2. ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାର ଲକ୍ଷ୍ୟ ହେଉଛି ଥମ୍ସନ୍‌ଙ୍କ ପ୍ଲମ୍-ପୁଡ଼ିଙ୍ଗ୍ ମଡ଼େଲକୁ ଜାଣିବା ।

3. ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା ଅନୁଯାୟୀ ପରମାଣୁର ନାଭିକରେ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଥାଏ ଓ ତାର ଅଧିକାଂଶ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମଧ୍ୟ ନାଭିକରେ ଠୁଳ ହୋଇଥାଏ । ପରମାଣୁର ବାକି ଅଂଶରେ ଫାଙ୍କ ରହିଛି ଯେଉଁଥିରେ କି କ୍ଷୁଦ୍ର ଓ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଥାଆନ୍ତି ।

4. ରଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମଡ଼େଲ୍ ଗ୍ରହଣ ଯୋଗ୍ୟ ହେଲାନାହିଁ, କାରଣ ଏହା ପରମାଣୁର ସ୍ଥାୟୀତ୍ୱକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରି ପାରିଲା ନାହିଁ ।

3.3

1. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ ହେଉଛି ଏପରି ଏକ ଶକ୍ତି ଯାହା ତ୍ରିବିମରେ ସଂଚରିତ ହୋଇ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଓ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହା ଅଲୋକ ବେଗରେ ଗତି କରେ ଓ ଗତିପାଇଁ କୌଣସି ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ କରେ ନାହିଁ ।

2. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣର ବିଭିନ୍ନ ଲକ୍ଷଣ ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି

   (i) ଆୟାମ

   (ii) ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ

   (iii) ଆବୃତି

(iv) ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ

(v) ପରିବେଗ ।

3. ପ୍ରତି ସେଣ୍ଟିମିଟର ପ୍ରତି ତରଙ୍ଗର ସଂଖ୍ୟାକୁ ତରଙ୍ଗ ସଂଖ୍ୟା କୁହାଯାଏ । ଏହା ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ବ୍ୟୁତ୍କ୍ରମାନୁପାତି ସହ ସମାନ ।

4. ଏକ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ପରିମାଣର ଦୃଶ୍ୟ ଆଲୋକକୁ ଫୋଟନ୍ କୁହାଯାଏ । କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ (କିମ୍ବା ଫୋଟନ୍)ର ଶକ୍ତି, ବିକିରଣର ଆବୃତ୍ତି ସହ ସମାନୁପାତି ।

3.4

1. ଏକ ରେଖାବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ରେଖାପୁଞ୍ଜ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଲକ୍ଷଣଯୁକ୍ତ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଧାରଣ କରିଥାଏ, ଯେଉଁଠାରେ କି ଏକ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ଚଉଡ଼ା ପଟିର ବିକିରଣ ଯାହା ତାର ସୀମାରେ ସମ୍ଭାବ୍ୟ ସମସ୍ତ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଧାରଣ କରିଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ବିକିରଣର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥାଏ ।

2. ବୋ'ରଙ୍କ ମଡ଼େଲର ମୁଖ୍ୟ ସ୍ୱୀକାର୍ଯ୍ୟ ଗୁଡ଼ିକ

   (i) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବୃତ୍ତାକାର ପଥ (ଯାହାକୁ ସ୍ଥାୟୀ କକ୍ଷ କିମ୍ବା ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥା କୁହାଯାଏ), ରେ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥିବା ସ୍ଥିର ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ଘୂରୁଥାଏ ।

   (ii) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଏକ ଫୋଟନ ଶକ୍ତି ($= h\nu$) ଅବଶୋଷଣ କରି ବା ବିକିରଣ କରି ତାର କକ୍ଷ ବଦଳାଇ ଥାଏ, ଯାହା କକ୍ଷଦ୍ୱୟର ଶକ୍ତିର ପାର୍ଥକ୍ୟ ସହ ସମାନ ।

   (iii) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର କୌଣିକ ସଂବେଗର କ୍ୱାଣ୍ଟମୀକରଣ ହୋଇଥାଏ ।

3. ବୋ'ରଙ୍କ କକ୍ଷର ଶକ୍ତି ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ନମ୍ବର 'n'ର ମୂଲ୍ୟ ବଢ଼ିବା ସହ ବଢୁଥାଏ । ବାସ୍ତବରେ ଏହାର ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ମୂଲ୍ୟ କମି କମି ଯାଉଥାଏ ।

3.5

1. ତରଙ୍ଗ- କଣିକା ଦ୍ୱୈତଗୁଣ ଏହି ସତ୍ୟକୁ ପ୍ରତିପାଦନ କରେ ଯେ ଆଲୋକ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପରି ପଦାର୍ଥ କଣିକା, କେବେ କେବେ କଣିକା ତ ଅନ୍ୟ କେତେବେଳେ ତରଙ୍ଗ ପରି ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି ।

2. ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତରଙ୍ଗର ସ୍ୱଭାବ, ନିକେଲ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକ ଦ୍ୱାରା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତରଙ୍ଗର ବିବର୍ତ୍ତନ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାପଡ଼ିଲା ।

3. ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 9.1×10^{-31} କେ.ଜି.

   ବେଗ କିମ୍ବା ପରିବେଗ = 100 km. $s^{-1} = 10^5$ m s^{-1}.

   ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସମୀକରଣକୁ ପ୍ରୟୋଗ କଲାପରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସଂପୃକ୍ତ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ ।

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34} J\, s}{(9.1 \times 10^{-31} kg)\ (10^5 ms^{-1})} = 7.28 \times 10^{-9} m$$

4. ହାଇଜେନବର୍ଗଙ୍କ ଅନିଶ୍ଚିତତା ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଏକ କଣିକାର ସ୍ଥିତି ଏବଂ ସଂବେଗକୁ ଯେ କୌଣସି ସମୟରେ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ମାପ କରିବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ଯେତେ ଅଧିକ ସଠିକ୍ ଭାବେ ଆମେ କଣିକାର ସ୍ଥିତିକୁ ମାପିବା, ସେହି ପରିମାଣର ଅନଶ୍ଚିତତା ତାର ସଂବେଗ ମାପିବାରେ ସୃଷ୍ଟି ହେବ । ଏହାକୁ ବିପରୀତ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଲେଖାଯାଇପାରେ ।

3.6

1. ଏକ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଗତିକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବା ଏକ ଗାଣିତିକ ଫଳନ । ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥାର ସମସ୍ତ ତଥ୍ୟକୁ ଧାରଣ କରିଥାଏ ଏବଂ ଏହା ତରଙ୍ଗ ସମୀକରଣର ସମାଧାନରୁ ମିଳିଥାଏ ଯାହାକୁ Schrodinger ତରଙ୍ଗ ସମୀକରଣ କୁହାଯାଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

2. କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥିବା ସ୍ଥାୟୀ ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ସ୍ଥିର ଶକ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବୃତ୍ତାକାର ପଥକୁ କକ୍ଷ କୁହାଯାଏ, ଯେତେବେଳେ କି ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ତ୍ରିବିମ ଅଂଚଳକୁ କକ୍ଷକ କୁହାଯାଏ, ଯେଉଁଠାରେ କି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ କୁ ପାଇବାର ସମ୍ଭାବନା ଅଧିକ ।
3. କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ଗୁଡ଼ିକ ପୂର୍ଣ୍ଣସଂଖ୍ୟା ଯାହା ତରଙ୍ଗ ଫଳନର ସୂଚନା ଦେଇଥାଏ । ସ୍କ୍ରୋଡ଼ିଙ୍ଗରଙ୍କ ତରଙ୍ଗ ସମୀକରଣର ସମାଧାନରୁ ଏହା ମିଳିଥାଏ ଏବଂ ପରମାଣୁର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପାଇଁ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ସ୍କ୍ରୋଡ଼ିଙ୍ଗରଙ୍କ ତରଙ୍ଗ ସମୀକରଣରୁ ପାଉଥିବା ତିନିଗୋଟି କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ହେଲା –
   i. ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା, (n)
   ii. ଆଜିମୁଥାଲ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା, l ଏବଂ
   iii. ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା (m_l)
4. ମୁଖ୍ୟ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା n କକ୍ଷରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ଶକ୍ତି ସହ ସମ୍ପର୍କିତ । କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା l କକ୍ଷର ଜ୍ୟାମିତିକ ଆକୃତି ଏବଂ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା m_l କକ୍ଷକର ତ୍ରିବିମରେ ଅଭିବିନ୍ୟାସ ସହ ସଂପୃକ୍ତ ।

3.7

1. s କକ୍ଷକ : ଗୋଲକ ଆକାରର
   p କକ୍ଷକ : ଡ଼ମ୍ବରୁ ଆକାର
   d କକ୍ଷକ : ଲବଙ୍ଗ ପତ୍ର (clover leaf) ଆକାରର
2. 2s କକ୍ଷକ 1s କକ୍ଷକ ପରି ଗୋଲକ ଆକାରର । ତଥାପି ସେଥିରେ ଦୁଇଟି ପାର୍ଥକ୍ୟ ଅଛି । ପ୍ରଥମତଃ 2s କକ୍ଷକର ଆକାର 1s କକ୍ଷକ ତୁଳନାରେ ବଡ଼ । ଦ୍ୱିତୀୟତଃ ଏହାର ଏକ ଗୋଲକ ଆକାରର ନିସ୍ପନ୍ଦ (Node) ଅଞ୍ଚଳ ଅଛି ।
3. i) s କକ୍ଷକ (1s କକ୍ଷକ ବ୍ୟତୀତ) ପାଇଁ ଏହା ଏକ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଅଂଚଳ ଯେଉଁଠାରେ ପ୍ରାୟୀକତା ହେଉଛି ଶୂନ୍ୟ ।
   ii) ଏହା କକ୍ଷକର (s କକ୍ଷକ ବ୍ୟତୀତ) ସମତଳ ଅଂଚଳ ଯେଉଁଠାରେ କି ଇଲୋକ୍ଟ୍ରନ୍ ପାଇବାର ସମ୍ଭାବନା ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ ।
4. 3 s କକ୍ଷକର ଦୁଇଟି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ନିସ୍ପନ୍ଦ ଅଞ୍ଚଳ ଥାଏ ।

3.8

1. କକ୍ଷ ଓ ଉପକକ୍ଷ ମାନଙ୍କରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ବଣ୍ଟନକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବିନ୍ୟାସ କୁହାଯାଏ ।
2. ପାଉଲିଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁରେ ଏପରି ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ନାହାନ୍ତି, ଯାହାର କି ଚାରି ଗୋଟି କ୍ୱାଣ୍ଟମ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ଥିବ ।
3. ଆଫବାଓଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁସାରେ କୌଣସି ଏକ ପରମାଣୁରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ସେମାନଙ୍କର କକ୍ଷକର ଶକ୍ତିର ବଢ଼ିବା କ୍ରମରେ ଭରି ହୁଅନ୍ତି, ଯାହାକି $(n + l)$ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ସ୍ଥିର ହୁଏ ।

   $(n + l)$ ର ଦୁଇଟି ନିୟମ ଅଛି ।

   ଯେଉଁ କକ୍ଷକର $(n + l)$ ର ମୂଲ୍ୟ କମ୍ ତାହା ପ୍ରଥମେ ପୂରଣ ହୁଏ । ଯଦି ଦୁଇଟି କକ୍ଷକ ପାଇଁ $(n + l)$ ର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ ହୁଏ, ତେବେ n ର କମ୍ ମୂଲ୍ୟଥିବା କକ୍ଷକଟି ପ୍ରଥମେ ପୂରଣ ହେବ ।
4. i) 2p : $(n + l) = 2 + 1 = 3$; 3s $(n + l) = 3 + 0 = 3$; 2p ପ୍ରଥମେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେବ ।

   ii) 4s : $(n + l) = 4 + 0 = 4$; 3d $(n + l) = 3 + 2 = 5$; 4s ପ୍ରଥମେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେବ ।