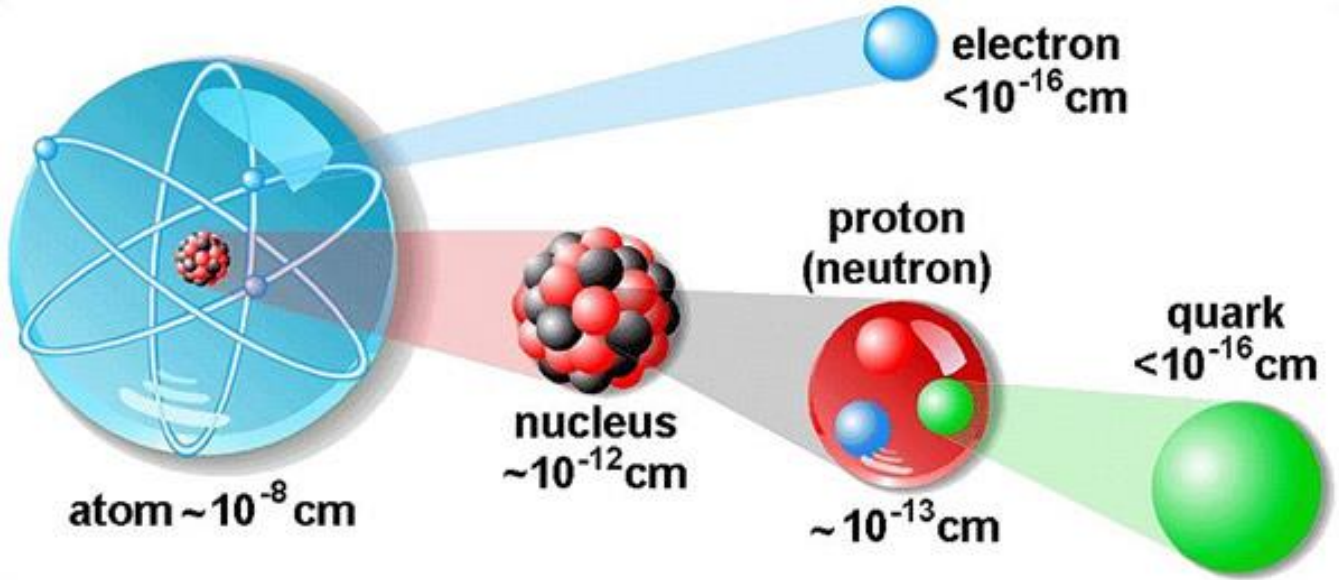
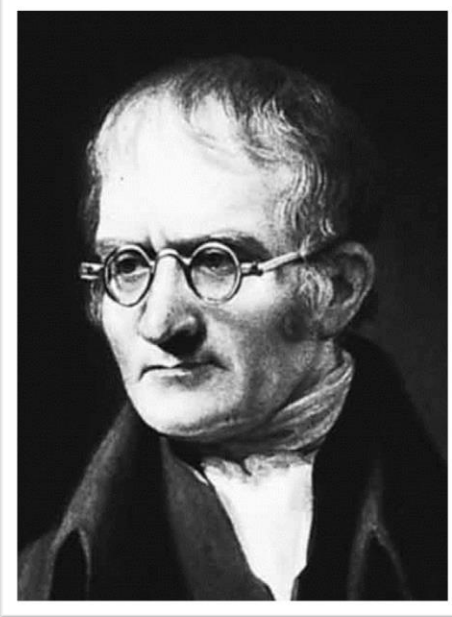


अनुसंरचना

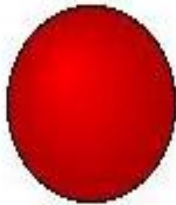


- काही थोड्या पदार्थाच्या रेणूमध्ये एकच अणू असतो.
- रेणू हे अणूंच्या रासायनिक संयोगाने तयार होतात. त्यावरून आपल्याला समजते की रासायनिक संयोगात भाग घेणारा मूलद्रव्याचा लहानात लहान कण म्हणजे अणू.
- अणूविषयी संकल्पना 2500 वर्षांहूनही जुनी आहे. पण काळाच्या ओघात ती विस्मृतीत गेली.
- आधुनिक काळात वैज्ञानिकांनी प्रयोगांच्या आधारे अणूचे स्वरूपच नव्हे तर अंतरंग स्पष्ट केले आहे. याची सुरुवात डाल्टनच्या अणुसिद्धांताने झाली.
- द्रव्याचे लहान कणांमध्येविभाजन करायला एक मर्यादा असते, असे भारतीय तत्वज्ञ कणाद यांनी सांगितले.
- द्रव्य ज्या अविभाज्य कणांचे बनलेले असते त्यांना कणाद मुनींनी परमाणू (म्हणजे लहानात लहान कण) असे नाव दिले. त्यांनी असेही मत मांडले की परमाणू अनाशवंत असतो.
- ग्रीक तत्ववेत्ता डेमोक्रीटस यांनी असे प्रतिपादन केले की द्रव्य लहान कणांचे बनलेले असते व ह्या कणांना कापता येत नाही. द्रव्याच्या लहानात लहान कणाला डेमोक्रीटसने अॅटम असे नाव दिले. (ग्रीक भाषेत अॅटमॉस म्हणजे कापता न येणारा)

□ डाल्टनचा अणुसिद्धांत :



- ब्रिटिश वैज्ञानिक जॉन डाल्टन यांनी 1803 मध्ये अणुसिद्धांत मांडला. या सिद्धांतानुसार त्याने 'द्रव्य' हे अणूंचे बनलेले असते, आणि अणू हे अविभाजनीय व अनाशवंत असतात असे मत मांडले.
- द्रव्य हे अणूंपासून बनलेले आहे. हे अणू आपल्याला वेगळेही करता येत नाहीत. आणि नाहीसेही करता येत नाहीत. एकाच मूलद्रव्यांचे अणू हे एकसमान असतात. तर भिन्न मूलद्रव्यांचे अणू भिन्न असतात व त्यांचे वस्तुमानही भिन्न असते, तसेच डाल्टनने काही विशिष्ट चिन्हांचा वापर करून मूलद्रव्ये दर्शवली.
- उदाहरणार्थ, तांबे, सल्फर, हायड्रोजन. डाल्टनच्या म्हणण्यानुसार अणू हा एक भरीव गोल आहे. त्यामुळे अणू हा एखाद्या कडक, भरीव गोलाप्रमाणे काहीच संरचना नसलेला दिसून येतो व अणूचे वस्तुमान सर्वत्र एकसारखेच दिसून येते.
- मात्र जे. जे थॉमसन यांनी अणूच्या आत असलेल्या ऋणप्रभारित कणांचा शोध लावला.
- अणूंच्या अंतरंगात असलेल्या ऋणप्रभारित कणांचे वस्तुमान हे हायड्रोजन अणूपेक्षा 1800 पट कमी असते. या कणांनाच 'इलेक्ट्रॉन' हे नाव देण्यात आले आहे.
- पदार्थ विद्युत प्रभार दृष्ट्या उदासीन असतात. याचाच अर्थ असा होतो की, पदार्थाचे रेणू हे ज्यांच्या रासायनिक संयोगाने बनतात ते अणू विद्युतप्रभार दृष्ट्या उदासीन असतात.



1 oxygen atom at 16 mass units each =

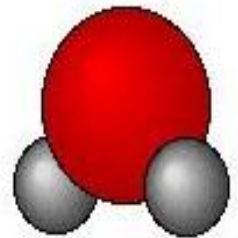
16 mass units

+



2 hydrogen atoms at 1 mass units each =

2 mass units



1 water molecule at 18 mass units each =

18 mass units

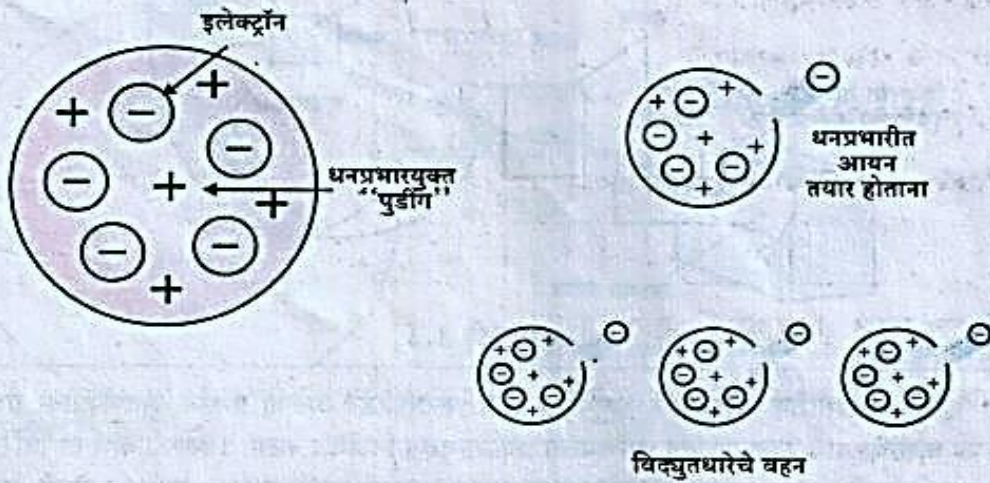
डाल्टनने आपला पाच मुद्द्यांचा अणुसिद्धांत मांडला

1. प्रत्येक पदार्थ हा अणूंपासून तयार झालेला असून, तो अणूपेक्षा अधिक विभागता येत नाही.
2. एका ठरावीक मूलद्रव्याचे सर्व अणू सारखेच असतात.
3. वेगवेगळ्या मूलद्रव्यांचे अणू हे वेगवेगळ्या वजनाचे व वेगवेगळ्या आकारांचे असतात.
4. संयुगे ही या अणूंच्या पूर्णांक संख्येच्या एकत्रित येण्यातून निर्माण होतात.
5. रासायनिक अभिक्रिया म्हणजे संयुगांतील विविध अणूंची पुनर्रचना.

- जॉन डाल्टनचे हे निष्कर्ष 'लिटरी अँड फिलॉसॉफिकल सोसायटी ऑफ मँचेस्टर'ने १८०५ साली प्रकाशित केले. त्यानंतर १८०८ मध्ये डाल्टनचा अणुसिद्धांतावर लिहिलेला 'ए न्यू सिस्टीम ऑफ केमिकल फिलॉसॉफी' हा ग्रंथही प्रसिद्ध झाला.

□ थॉमसनचा अणुसिद्धांत :

जॉन थॉमसन याने 1867 मध्ये अशी कल्पना मांडली की ऋणप्रभारयुक्त इलेक्ट्रॉन हे धनप्रभारयुक्त जेल (gel) मध्ये रोवलेले आहेत. ("प्लम पुडींग" प्रतिकृती, आकृती 3.1)



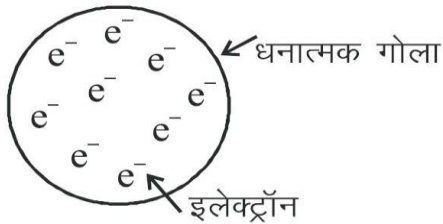
- सर जोसेफ जॉन थॉमसन किंवा जे. जे. थॉमसन हे इलेक्ट्रॉन म्हणून ओळखले जातात.
- थॉमसनचा जन्म इंग्लंडच्या मँचेस्टरजवळील चीथम हिल येथे 18 डिसेंबर 1856 रोजी झाला. 30 ऑगस्ट 1940 रोजी केंब्रिज, केंब्रिड्जशायर, इंग्लंड येथे त्यांचा मृत्यू झाला. सर आयझॅक न्यूटन जवळ थॉमसन यांना वेस्टमिन्स्टर अँबीमध्ये दफन करण्यात आले आहे.

- अनेक शास्त्रज्ञांनी कॅथोड रे ट्यूबचे विद्युत स्त्राव अभ्यासले. हे थॉमसनचे अर्थ होते जे महत्वाचे होते. त्यांनी मॅग्नेट्स आणि चार्जलेस प्लॅटेस्च्या किरणांना 'अॅटमसपेक्षा थोडा लहान' असल्याचा पुरावा म्हणून किरणांचे कडवे घेतले. 1904 मध्ये, थॉमसन यांनी इलेक्ट्रोस्टॅटिक फोर्सवर आधारित केलेल्या इलेक्ट्रॉनांसह सकारात्मक वस्तूच्या क्षेत्रामध्ये अणूचा एक प्रारूप प्रस्तावित केला. म्हणूनच, त्यांनी केवळ इलेक्ट्रॉन शोधले नाही, परंतु हे निर्धारित केले की हा अणूचा एक मूलभूत भाग होता.

➤ थॉमसनला मिळालेल्या उल्लेखनीय पुरस्कारामध्ये खालील समाविष्ट आहेत:

- भौतिकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक (1906) "गॅसद्वारे वीज वाहून नेण्याच्या सैद्धांतिक व प्रायोगिक तपासणीच्या महान गुणवत्तेची मान्यता". नाइटड (1908).
- केव्हेंडिश केंब्रिज येथील प्रायोगिक भौतिकशास्त्राचे प्राध्यापक (1884 - 1918)

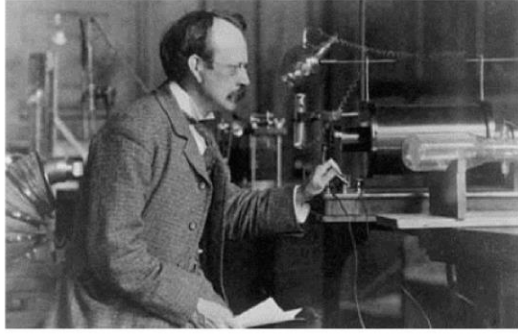
➤ थॉमसनचा अणूसिद्धांत :



- अणुसंरचनेचे पहिले प्रारूप म्हणजे थॉमसन यांनी सन 1904 मध्ये मांडलेले प्लम पुडिंग प्रारूप होय. ह्या प्रारूपानुसार अणूमध्ये सर्वत्र धनप्रभार पसरलेला असतो व त्यामध्ये ऋणप्रभारित इलेक्ट्रॉन जडवलेले असतात.
- पसरलेल्या धनप्रभाराचे संतुलन इलेक्ट्रॉनांवरील ऋणप्रभारामुळे होते. त्यामुळे अणू विद्युतप्रभारदृष्ट्या उदासीन होतो. त्यांनी असा प्रस्ताव मांडला की अणू एक गोल आहे, परंतु त्याच्यात सकारात्मक आणि नकारात्मक आकार अंतर्भूत होता. थॉमसनच्या मॉडेलला "प्लम पुडिंग मॉडेल" किंवा "चॉकोलेट चिप कुकी मॉडेल" असेही म्हणतात.

➤ जे.जे. थॉमसन बदल माहिती :

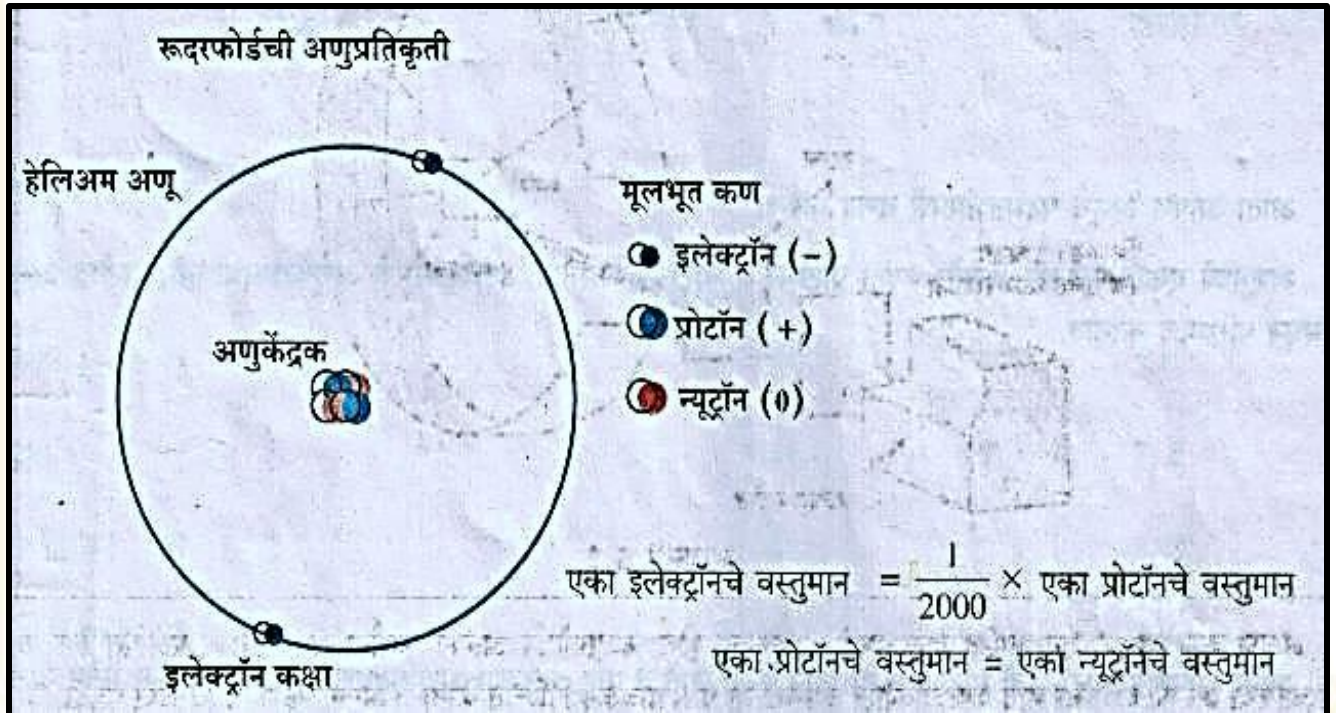
- थॉमसनच्या इलेक्ट्रॉन्सच्या शोधापूर्व, शास्त्रज्ञांचा विश्वास होता की अणू हा पदार्थाचा सर्वात लहान मूलभूत घटक होता. थॉमसनने इलेक्ट्रॉनची जागा शोधून काढलेल्या कणांना 'कॉर्पस्कुले' म्हणतात.



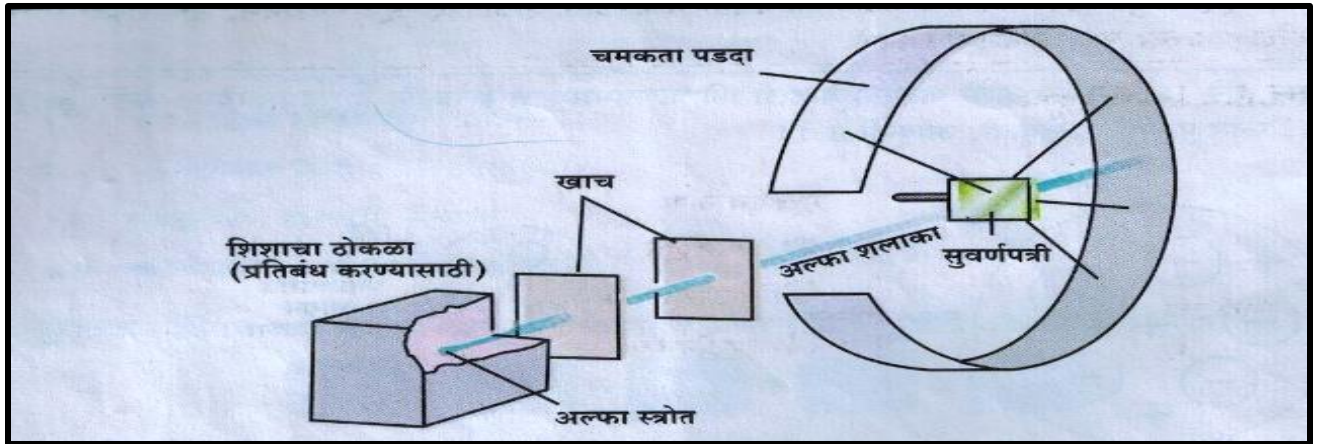
- थॉमसनचे काम, विष्टेच्या रिंगच्या मोहिमेवरील ग्रंथ, अणूचे विल्यम थॉमसन यांच्या भोवरा सिद्धांताचे गणिती वर्णन प्रदान करते. 1884 मध्ये त्यांना अँडम्स पुरस्कार मिळाला.
- 1905 मध्ये थॉमसनने पोटॅशियमची नैसर्गिक रेडिओएक्टिव्हिटी शोधली.

- 1906 मध्ये, थॉमसनने हे दाखवून दिले की हायड्रोजन अणूचे फक्त एकच इलेक्ट्रॉन होते.
- थॉमसनने सकारात्मक चार्ज झालेल्या कणांची प्रकृती तपासली. या प्रयोगांमुळे द्रवरूप स्पेक्ट्रोग्राफचा विकास झाला.
- थॉमसनच्या आण्विक सिद्धांतामुळे अणूसंबंधी बाँडिंग आणि परमाणूंची संरचना समजण्यास मदत झाली. 1913 मध्ये थॉमसन यांनी रासायनिक विश्लेषणातील वस्तुमान वर्णक्रमानुसार वापरण्यात येणारी एक महत्त्वाची मोनोग्राफ प्रकाशित केली.

□ रूदरफोर्डचे केंद्रकीय अणूप्रारूप (1911) :

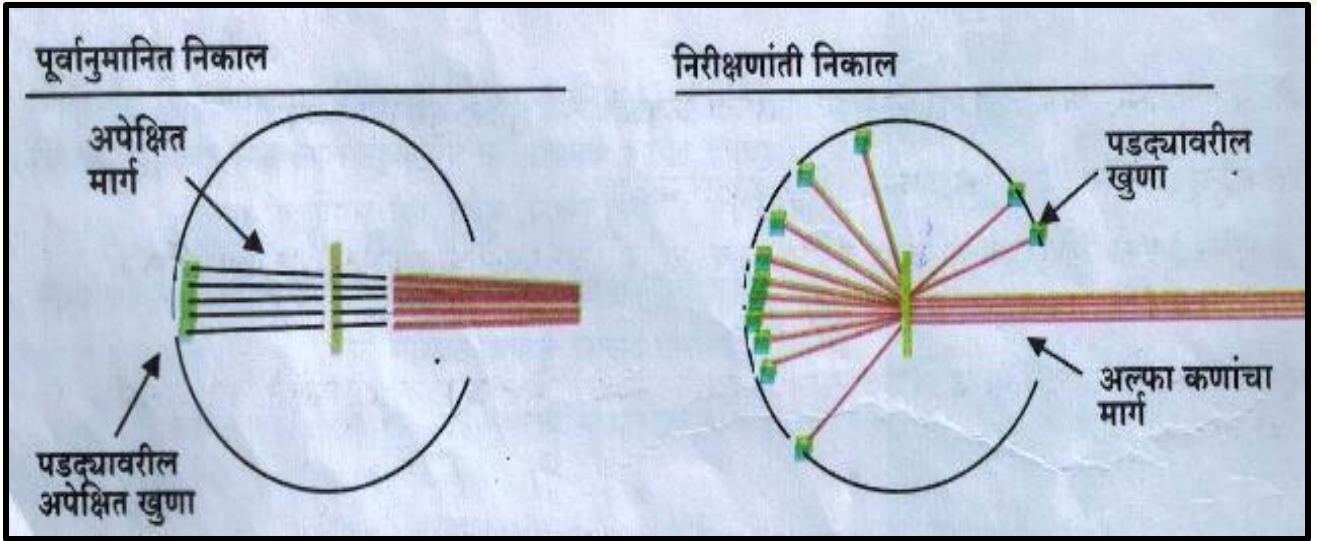


- अर्नेस्ट रूदरफोर्डयांनी त्यांच्या सुप्रसिद्ध विकीरण प्रयोगाने अणूच्या अंतरंगाचा वेध घेतला व सन 1911 मध्ये अणूचे केंद्रकीय प्रारूप मांडले.
- रूदरफोर्डयांनी सोन्याचा अतिशय पातळ पत्रा घेऊन त्यावर किरणोत्सारी मूलद्रव्यातून उत्सर्जित होणाऱ्या धनप्रभारित α – कणांचा मारा केला.
- सोन्याच्या पत्र्याभोवती लावलेल्या प्रतिदीप्तीमान पडदा लावून त्यांनी α – कणांच्या मार्गाचा वेध घेतला.



रूदरफोर्डचा विकीरण प्रयोग

- जर अणूंमध्ये धनप्रभारित वस्तुमानाचे वितरण सर्वत्र एकसमान असेल तर धन प्रभारित α – कणांचे पत्र्यावरून परावर्तन होईल अशी अपेक्षा होती.
- अनपेक्षितपणे बहुसंख्य α -कण पत्र्यातून आरपार सरळ गेले, काही थोड्या α – कणांचे मूळ मार्गापासून लहान कोनामधून विचलन झाले, आणखी थोड्या α – कणांचे मोठ्या कोनातून विचलन झाले आणि आश्चर्य म्हणजे 20000 पैकी एक α -कण मूळ मार्गाच्या उलट दिशेने उसळला.
- मोठ्या संख्येने आरपार गेलेले α – कण असे दर्शवतात की त्यांच्या वाटेत कोणताच अडथळा नव्हता.
- याचा अर्थ सोन्याच्या स्थायुरूप पत्र्यामधील अणूंच्या आत बरीचशी जागा मोकळीच असली पाहिजे. ज्या थोड्या α – कणांचे लहान किंवा मोठ्या कोनातून विचलन झाले त्यांच्या वाटेत अडथळा आला. याचा अर्थ अडथळ्यास कारण असलेला अणूचा धनप्रभारित व जड भाग अणूच्या मध्यभागी होता.

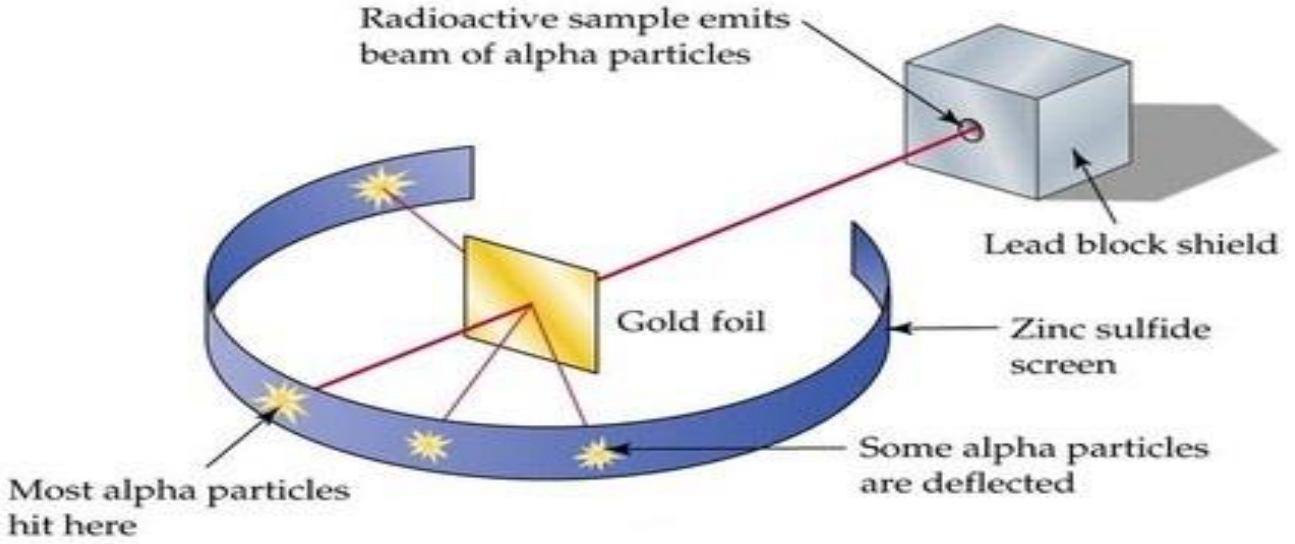


- यावरून रूदरफोर्डने पुढीलप्रमाणे अणूचे केंद्रकीय प्रारूप मांडले.
 1. अणूच्या केंद्रभागी धनप्रभारित केंद्रक असते.
 2. केंद्रकात अणूचे जवळजवळ सर्व वस्तुमान एकवटलेले असते.
 3. केंद्रकाभोवती इलेक्ट्रॉन नावाचे ऋणप्रभारित कण परिभ्रमण करीत असतात.
 4. सर्व इलेक्ट्रॉनांवरील एकत्रित ऋणप्रभार हा केंद्रकावरील धनप्रभाराएवढा असल्याने विजातीय प्रभारांचे संतुलन होऊन अणू हा विद्युतदृष्ट्या उदासीन असतो.
 5. परिभ्रमण करणारे इलेक्ट्रॉन व अणुकेंद्रक ह्यांच्या दरम्यान पोकळी असते.

□ नील्स बोरचे स्थायी कक्षा अणुप्रारूप (1913) :

- सन 1913 मध्ये डॅनिश वैज्ञानिक नील्स बोर यांनी स्थायी कक्षा अणुप्रारूप मांडून अणूचा स्थायीभाव स्पष्ट केला.
- बोरच्या अणुप्रारूपाची महत्त्वाची आधारतत्त्वे पुढीलप्रमाणे आहेत.
 - I. अणूच्या केंद्रकाभोवती परिभ्रमण करणारे इलेक्ट्रॉन केंद्रकापासून विशिष्ट अंतरावर असणाऱ्या समकेंद्री वर्तुळाकार कक्षांमध्ये असतात.
 - II. विशिष्ट कक्षेत असताना इलेक्ट्रॉनची ऊर्जा स्थिर असते.
 - III. इलेक्ट्रॉन आतील कक्षेतून बाहेरील कक्षेत उडी मारताना फरकाइतक्या ऊर्जेचे शोषण करतो, तर बाहेरील कक्षेतून आतील कक्षेत उडी मारताना फरकाइतकी ऊर्जा उत्सर्जित करतो.

- अणूची संरचना केंद्रक व केंद्रकाबाहेरील भाग यांचा मिळून अणू बनतो.
- यांच्यामध्ये तीन प्रकारच्या अवअणुकणांचा समावेश असतो.



1. केंद्रक :

- केंद्रक अणूचे केंद्रक धनप्रभारित असते.
- अणूचे जवळजवळ सर्व वस्तुमान केंद्रकात एकवटलेले असते.
- केंद्रकामध्ये दोन प्रकारचे अवअणुकण असतात. एकत्रितपणे त्यांना न्युक्लिऑन म्हणतात.
- प्रोटॉन व न्यूट्रॉन हे न्युक्लिऑनचे दोन प्रकार आहेत.

2. प्रोटॉन (p) :

- प्रोटॉन हा अणुकेंद्रकात असणारा धनप्रभारित अवअणुकण असून केंद्रकावरील धनप्रभार हा त्याच्यातील प्रोटॉनांमुळे असतो.
- प्रोटॉनचा निर्देश 'p' ह्या संज्ञेने करतात.
- अणूच्या केंद्रकातील प्रोटॉनसंख्या म्हणजे त्या मूलद्रव्याचा अणूअंक असून तो 'Z' ह्या संज्ञेने दर्शवतात.
- एका प्रोटॉनचे वस्तुमान सुमारे 1u (unified mass) इतके असते.
- हायड्रोजनच्या एका अणूचे वजनसुद्धा सुमारे 1 u इतके आहे.

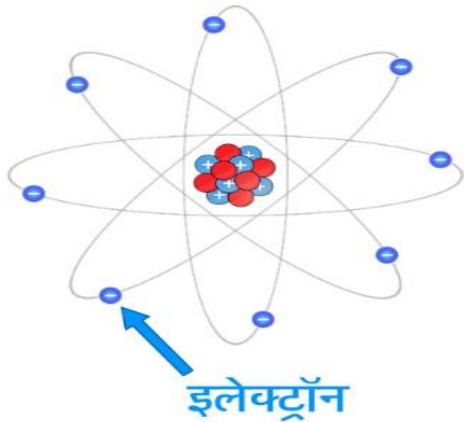
3. न्यूट्रॉन (n) :

- न्यूट्रॉन हा विद्युतप्रभारदृष्ट्या उदासीन असलेला अवअणुकण असून त्याचा निर्देश 'n' ह्या संज्ञेने करतात.
- केंद्रकातील न्यूट्रॉन संख्येसाठी 'n' ही संज्ञा वापरतात.
- 1u इतके अणुवस्तुमान असलेल्या हायड्रोजनचा अपवाद वगळता सर्व मूलद्रव्यांच्या अणुकेंद्रकांमध्ये न्यूट्रॉन असतात.
- एका न्यूट्रॉनचे वस्तुमान सुमारे 1u इतके आहे, म्हणजेच जवळजवळ प्रोटॉनच्या वस्तुमानाइतकेच आहे.

□ केंद्रकाबाहेरील भाग :

- अणूच्या संरचनेत केंद्रकाबाहेरील भागात परिभ्रमण करणारे इलेक्ट्रॉन आणि केंद्रक व इलेक्ट्रॉन यांच्या दरम्यान असलेली पोकळी यांचा समावेश होतो.

➤ इलेक्ट्रॉन (e⁻) :



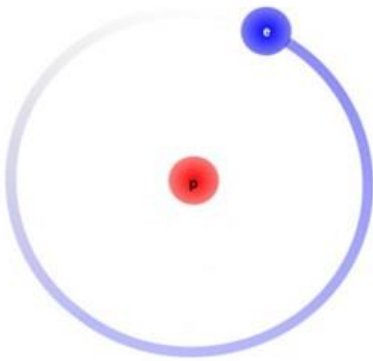
- इलेक्ट्रॉन हा ऋणप्रभारित अवअणुकण असून त्याचा निर्देश 'e⁻' ह्या संज्ञेने करतात.
- प्रत्येक इलेक्ट्रॉनवर एक एकक ऋणप्रभार (-1e) असतो.
- इलेक्ट्रॉनचे वस्तुमान हायड्रोजन अणूच्या वस्तुमानापेक्षा 1800 पटीने कमी आहे. त्यामुळे इलेक्ट्रॉनचे वस्तुमान नगण्य मानता येते.
- अणूच्या केंद्रकाबाहेरील भागातील इलेक्ट्रॉन हे केंद्रकाभोवती असलेल्या वेगवेगळ्या कक्षांमध्ये परिभ्रमण करतात. भ्रमणकक्षेचे स्वरूप त्रिमित असल्याने 'कक्षा' ह्या पदाऐवजी 'कवच' (shell) हे पद वापरतात. इलेक्ट्रॉनची ऊर्जा तो ज्या कवचात असतो त्यावरून ठरते.
- अणुकेंद्रकाबाहेरील इलेक्ट्रॉनांची संख्या केंद्रकामधील प्रोटॉनसंख्येइतकीच (Z) असते. त्यामुळे विद्युतप्रभारांचे संतुलन होऊन अणू विद्युतदृष्ट्या उदासीन असतो.

➤ इलेक्ट्रॉन वितरण :

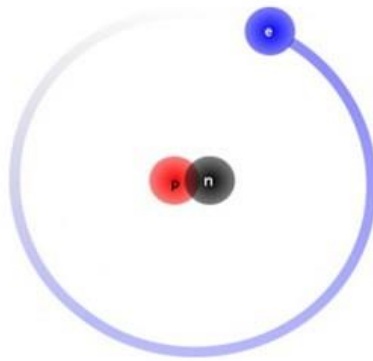
- बोरच्या अणुप्रारूपानुसार इलेक्ट्रॉन स्थायी कवचांमध्ये परिभ्रमण करतात. या कवचांना विशिष्ट ऊर्जा असते.
- अणुकेंद्रकाच्या सर्वांत जवळ असलेल्या कवचाला पहिले कवच, त्यानंतरच्या कवचाला दुसरे कवच म्हणतात.
- कवचांच्या क्रमांकासाठी 'n' ही संज्ञा वापरतात. $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ या क्रमांकानुसार कवचांना K, L, M, N,.... ह्या संज्ञांनी संबोधण्यात येते.

□ समस्थानिके :

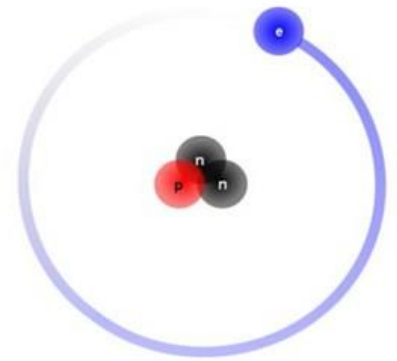
- मूलद्रव्यांचा अणुअंक हा मूलद्रव्याचा मूलभूत गुणधर्म व त्याची रासायनिक ओळख आहे.
- निसर्गातील काही मूलद्रव्यांमध्ये अणुअंक समान परंतु अणुवस्तुमानांक मात्र विभिन्न असे अणू असतात.



Hydrogen



Deuterium



Tritium

- एकाच मूलद्रव्याच्या अशा भिन्न अणुवस्तुमानांक असलेल्या अणूंना समस्थानिके म्हणतात.
- हायड्रोजनची एकूण तीन समस्थानिके आहेत, त्यांना हायड्रोजन, ड्युटेरियम व ट्रिटियम अशी स्वतंत्र नावे आहे.

➤ समस्थानिकांचे उपयोग :

- काही मूलद्रव्यांची समस्थानिके किरणोत्सारी असतात. त्यांचा उपयोग विविध क्षेत्रांत केला जातो.

- उदा. औद्योगिक क्षेत्र, कृषी क्षेत्र, वैद्यक क्षेत्र, संशोधन क्षेत्र.
- युरेनिअम – 235 चा उपयोग केंद्रकीय विखंडन व वीजनिर्मितीसाठी होतो.
- कॅन्सरसारख्या प्राणघातक आजारांवरील वैद्यकीय उपचारांमध्ये काही मूलद्रव्यांच्या किरणोत्सारी समस्थानिकांचा उपयोग होतो.
- गॉयटर या थायरॉईड ग्रंथींच्या आजारावरील उपचारांमध्ये आयोडिन -131 चा उपयोग होतो.
- किरणोत्सारी मूलद्रव्यांच्या समस्थानिकांचा उपयोग जमिनीखालून गेलेल्या नळांमधील चीरा शोधण्यासाठी होतो.
- अन्नपदार्थांचे सूक्ष्म जीवाणूपासून परिरक्षण करण्यासाठी किरणोत्सारी मूलद्रव्यांचा उपयोग होतो.

□ अणुभट्टी :

- अणुऊर्जेच्या वापराने मोठ्याप्रमाणावर वीजनिर्मिती करण्याचे संयंत्र म्हणजे अणुभट्टी.
- अणुभट्टीमध्ये अणुइंधनावर केंद्रकीय अभिक्रिया घडवून आणतात व अणूमधील केंद्रकीय ऊर्जा मुक्त करतात.



- मंद गतीच्या न्यूट्रॉनांचा मारा केला असता युरेनिअम – 235 ह्या समस्थानिकाच्या केंद्रकाचे विखंडन होऊन क्रिप्टॉन – 92 व बेरिअम – 141 ह्या वेगळ्या मूलद्रव्यांची केंद्रे व 2 ते 3 न्यूट्रॉन निर्माण होतात.

- ह्या न्यूट्रॉनांची गती कमी केल्यावर ते आणखी U- 235 केंद्रकांचे विखंडन घडवतात.
 - अशा प्रकारे केंद्रकीय विखंडनाची शृंखला अभिक्रिया होते.
 - यामध्ये केंद्रकातून मोठ्या प्रमाणात केंद्रकीय ऊर्जा म्हणजेच अणुऊर्जा मुक्त होते. संभाव्य विस्फोट टाळण्यासाठी शृंखला अभिक्रिया नियंत्रित ठेवतात.
 - अणुभट्टीमध्ये शृंखला अभिक्रिया नियंत्रित करण्यासाठी न्यूट्रॉन्सचा वेग व संख्या कमी करण्याची आवश्यकता असते. त्यासाठी पुढील गोष्टींचा वापर केला जातो.
1. **संचलक / मंदक (Moderator)** – न्यूट्रॉन्सचा वेग कमी करण्यासाठी ग्रॅफाईट किंवा जड पाणी यांचा संचलक किंवा मंदक म्हणून वापर केला जातो.
 2. **नियंत्रक (Controller)** – न्यूट्रॉन शोषून घेऊन त्यांची संख्या कमी करण्यासाठी बोरॉन, कॅडमिअम, बेरिलिअम इत्यादींच्या कांड्या नियंत्रक म्हणून वापरतात.

