

Study Circle Career Development Institute

समाजकल्याण अधिकारी परीक्षा मार्गदर्शन



विज्ञान व अभियांत्रिकी

अनुक्रमणिका

(१) वैज्ञानिक विचारसरणी व दृष्टिकोन – विज्ञानाचे स्वरूप, विज्ञानाची पूर्वगृहीतके, शास्त्रीय पद्धती, वैज्ञानिक ज्ञान	५
(१) विज्ञानाच्या व्याख्या, वैशिष्ट्ये व स्वरूप, विज्ञानाचे प्रकार	५
१) विज्ञानाच्या व्याख्या	५
२) विज्ञानाची वैशिष्ट्ये व स्वरूप	७
३) विज्ञानाचे प्रकार	१०
(२) विज्ञानाची उद्दिष्ट्ये, स्रोत व प्रणाली, वैज्ञानिक ज्ञान व दृष्टिकोन	१४
(३) विज्ञानाची पूर्वगृहीतके, वैज्ञानिक पद्धती, वैज्ञानिक ज्ञानाची उत्क्रांती, आधुनिक शास्त्रज्ञ	१५
१) विज्ञानाची पूर्वगृहीतके	१५
२) वैज्ञानिक पद्धती	२०
१) वैज्ञानिक विगमन	२५
२) केवल गणनात्मक विगमन	२५
३) साम्यानुमान	२६
४) प्रतिकृती	२७
* वैज्ञानिक पद्धतीतील महत्त्वाच्या संकल्पना	३२
३) वैज्ञानिक ज्ञानाची उत्क्रांती	४०
४) आधुनिक विज्ञानाचे शास्त्रज्ञ	४१
(२) जागतिक तसेच भारतातील वैज्ञानिक व अभियांत्रिकी प्रगती	४५
१) विज्ञानाचा इतिहास	४५
२) विज्ञान व तंत्रज्ञानाची उत्क्रांती	४५
३) १९ व्या शतकातील विज्ञान-तंत्रज्ञान	५०
४) विसाव्या शतकातील विज्ञान-तंत्रज्ञान	५२
५) जगातील महत्त्वाचे शास्त्रज्ञ	५६
६) रसायनशास्त्रातील प्रगती	५९
७) जीवशास्त्रातील प्रगती	६२
८) वैद्यकशास्त्रातील प्रगती	६५
९) पदार्थविज्ञानातील प्रगती	६७
१०) अवकाशशास्त्रातील प्रगती	७३
११) अणुविज्ञान ७६	
१२) भारतातील अणुऊर्जा कार्यक्रम	७८
१३) अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञानामधील प्रगती	८३
१४) स्वातंत्र्यपूर्व काळातील भारतातील विज्ञान	९१
१५) स्वातंत्र्योत्तर काळातील विज्ञान-तंत्रज्ञानाची प्रगती	९४
१६) महत्त्वाच्या संशोधन संस्था व संघटना	९५
(३) वैज्ञानिक प्रगतीमुळे शहरी तसेच ग्रामीण जीवनावर जालेला परिणाम	१२५
१) वैज्ञानिक प्रगतीचा प्रभाव	१२५
२) विज्ञानाचा समाजावरील परिणाम	१२६
३) तंत्रज्ञानांचा समाजावरील परिणाम	१२८
४) तंत्रज्ञानाचा जातिव्यवस्थेवरील परिणाम	१२९
५) सामाजिक मनोवृत्तीतील बदल	१३०

६)	विज्ञान-तंत्रज्ञानाचा धर्मावरील परिणाम	१३१
७)	मानवी संस्कृतीवरील परिणाम	१३१
८)	मानवी मूल्यांत झालेले बदल	१३३
९)	विकसनशील देशांत तंत्रविद्येचे स्थान	१३४
१०)	वैज्ञानिक प्रगतीचा मानवी जीवनावरील परिणाम	१३४
११)	तंत्रविद्या प्रगतीचे अनिष्ट परिणाम	१३६
१२)	विज्ञानातील त्रुटी व मर्यादा	१३७
१३)	तंत्रज्ञानाच्या त्रुटी	१३७
१४)	मानव आणि पर्यावरण	१३८
१५)	पर्यावरण आणि परिस्थितिकी	१३९
१६)	विज्ञान तंत्रज्ञान व नैसर्गिक आपत्ती	१४३
१७)	पर्यावरण व प्रदूषण	१४५
१८)	हवा प्रदूषण १४७	
१९)	जलप्रदूषण १५३	
२०)	जमीन प्रदूषण १५७	
२१)	ध्वनी प्रदूषणस	१५८
२२)	पर्यावरण संवर्धन	१५९
२३)	पर्यावरण संरक्षणाचे प्रयत्न	१६०
(४)	भारतीय समस्यांवर वैज्ञानिक उपाय, उदा. ऊर्जा समस्या, अन्नधान्य समस्या, लोकसंख्या समस्या, पर्यावरण समस्या, शैक्षणिक समस्या, गृहनिर्माण समस्या, परिवहन समस्या, संपर्क विषयक समस्या, लोकस्वास्थ्य इत्यादी	१६३
१)	विज्ञान तंत्रज्ञान संकीर्ण माहिती	१६३
२)	ऊर्जा समस्या	१६४
३)	अन्नधान्य समस्या	१८०
४)	लोकसंख्या व कुटुंबकल्याण	१९१
५)	पर्यावरण समस्या व तंत्रज्ञान	१९६
६)	शिक्षण समस्या व तंत्रज्ञान	२००
७)	गृहनिर्माण समस्या व तंत्रज्ञान	२०५
८)	संपर्क समस्या व तंत्रज्ञान	२१२
९)	वाहतूक समस्या व तंत्रज्ञान	२२६
१०)	लोकस्वास्थ्य समस्या	२३६

विज्ञान व अभियांत्रिकी (१५ प्रश्न, ३० गुण)

५) वैज्ञानिक विचारसरणी व दृष्टिकोन - विज्ञानाचे स्वरूप, विज्ञानाची पूर्वगृहितके, शास्त्रीय पद्धती, वैज्ञानिक ज्ञान. (३ प्रश्न, ६ गुण)

- २६) विज्ञानाच्या व्याख्या, वैशिष्ट्ये व स्वरूप, विज्ञानाचे प्रकार
२७) विज्ञानाची उद्दिष्ट्ये, स्रोत व प्रणाली, वैज्ञानिक ज्ञान व दृष्टिकोन
२८) विज्ञानाची पूर्वगृहितके, वैज्ञानिक पद्धती, वैज्ञानिक ज्ञानाची उत्क्रांती, आधुनिक शास्त्रज्ञ

६) आधुनिकीकरण व विज्ञान - आधुनिकीकरण म्हणजे काय, आधुनिकीकरणाचे प्रकार, आधुनिकीकरण व भारत (समस्या व उपाय) (३ प्रश्न, ६ गुण)

- २९) आधुनिकीकरणाची प्रक्रिया व स्वरूप, आधुनिकीकरणाचे प्रकार,
३०) विविध सामाजिक प्रक्रिया-यांत्रिकीकरण, नागरीकरण, पाश्चात्यीकरण, सांस्कृतिकीकरण
३१) आधुनिकीकरणाची कारणे व परिणाम, भारताच्या आधुनिकीकरणातील अडथळे

७) जागतिक तसेच भारतातील वैज्ञानिक व अभियांत्रिकी प्रगती (३ प्रश्न, ६ गुण)

- ३२) विज्ञानाचा इतिहास- विज्ञान व तंत्रज्ञानाची उत्क्रांती
३३) १९ व्या व विसाव्या शतकातील शतकातील विज्ञान-तंत्रज्ञान, जगातील महत्त्वाचे शास्त्रज्ञ
३४) भारतातील विज्ञान-तंत्रज्ञानाची प्रगती, महत्त्वाच्या संशोधन संस्था व संघटना- भौतिकशास्त्र (फिजिक्स), रसायनशास्त्र (केमिस्ट्री), प्राणिशास्त्र (झूलॉजी), वनस्पतिशास्त्र (बॉटनी), आरोग्यशास्त्र (हायजीन), अवकाशशास्त्र, अणुविज्ञान, भारतातील अणुऊर्जा कार्यक्रम, अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञानामधील प्रगती

८) वैज्ञानिक प्रगतीमुळे शहरी तसेच ग्रामीण जीवनावर जालेला परिणाम (३ प्रश्न, ६ गुण)

- ३५) वैज्ञानिक प्रगतीचा प्रभाव, विज्ञानाचा समाजावरील परिणाम, वैज्ञानिक प्रगतीचा मानवी जीवनावरील परिणाम
३६) विकसनशील देशात तंत्रविद्येचे स्थान
३७) तंत्रविद्या प्रगतीचे अनिष्ट परिणाम-मानव आणि पर्यावरण परिस्थितिकी, विज्ञान-तंत्रज्ञान व नैसर्गिक आपत्ती, पर्यावरण व प्रदूषण-हवाप्रदूषण, जलप्रदूषण, जमीन प्रदूषण, ध्वनी प्रदूषण, पर्यावरण संवर्धन व पर्यावरण संरक्षणाचे प्रयत्न

९) भारतीय समस्यांवर वैज्ञानिक उपाय, उदा. ऊर्जा समस्या, अन्नधान्य समस्या, लोकसंख्या समस्या, पर्यावरण समस्या, शैक्षणिक समस्या, गृहनिर्माण समस्या, परिवहन समस्या, संपर्क विषयक समस्या, लोकस्वास्थ्य इत्यादी (३ प्रश्न, ६ गुण)

- ३८) मानवी साधनसंपत्तीचा विकास - विज्ञान-तंत्रज्ञानाचा प्रसार, विज्ञान तंत्रज्ञान संकीर्ण माहिती, सामाजिक व आर्थिक विकासासाठी विविध कार्यक्रम
३९) भारतीय समस्यांवर वैज्ञानिक उपाय - ऊर्जा समस्या, अन्नधान्य समस्या, लोकसंख्या समस्या, पर्यावरण समस्या, शैक्षणिक समस्या, गृहनिर्माण समस्या, परिवहन समस्या, संपर्क विषयक समस्या, लोकस्वास्थ्य,
४०) महाराष्ट्रातील महत्त्वाच्या संशोधन संस्था, भारतीय शास्त्रज्ञ, संकीर्ण सामान्यविज्ञान

समाज कल्याण अधिकारी, गट-ब परीक्षा

विज्ञान व अभियांत्रिकी (१५ प्रश्न, ३० गुण)

- १) वैज्ञानिक विचारसरणी व दृष्टिकोन - विज्ञानाचे स्वरूप, विज्ञानाची पूर्वगृहितके, शास्त्रीय पद्धती, वैज्ञानिक ज्ञान.
- २) आधुनिकीकरण व विज्ञान - आधुनिकीकरण म्हणजे काय, आधुनिकीकरणाचे प्रकार, आधुनिकीकरण व भारत (समस्या व उपाय).
- ३) जागतिक तसेच भारतातील वैज्ञानिक व अभियांत्रिकी प्रगती.
- ४) वैज्ञानिक प्रगतीमुळे शहरी तसेच ग्रामीण जीवनावर जालेला परिणाम.
- ५) भारतीय समस्यांवर वैज्ञानिक उपाय, उदा. ऊर्जा समस्या, अन्नधान्य समस्या, लोकसंख्या समस्या, पर्यावरण समस्या, शैक्षणिक समस्या, गृहनिर्माण समस्या, परिवहन समस्या, संपर्क विषयक समस्या, लोकस्वास्थ्य इत्यादी.

(१) वैज्ञानिक विचारसरणी व दृष्टिकोन - विज्ञानाचे स्वरूप,

विज्ञानाची पूर्वगृहितके, शास्त्रीय पद्धती, वैज्ञानिक ज्ञान.

- १) विज्ञानाच्या व्याख्या, वैशिष्ट्ये व स्वरूप, विज्ञानाचे प्रकार
- २) विज्ञानाची उद्दिष्ट्ये, स्रोत व प्रणाली, वैज्ञानिक ज्ञान व दृष्टिकोन
- ३) विज्ञानाची पूर्वगृहीतके, वैज्ञानिक पद्धती, वैज्ञानिक ज्ञानाची उत्क्रांती, आधुनिक शास्त्रज्ञ

१) विज्ञानाच्या व्याख्या, वैशिष्ट्ये व स्वरूप, विज्ञानाचे प्रकार

(१) विज्ञानाच्या व्याख्या

विज्ञानासा माणसाला नैसर्गिक घटनेतील रहस्य उलगडून दाखवायला प्रेरित करते. त्यातूनच शुद्ध विज्ञान जोपासले जाते. त्याला 'मूलभूत विज्ञान' म्हणतात. मूलभूत विज्ञानातून नवकल्पना, नवीन ज्ञान लाभते. या नवज्ञानाचा उपयोग कालांतराने होतो. मूलभूत संशोधनातून लाभलेल्या मूलभूत शक्तींचा उपयोग समाजाला बऱ्याच वेळा प्रत्यक्षपणे होत नसला तरी भविष्यकाळातील तंत्रज्ञान निर्मितीत त्याचे योगदान जास्त असते.

कोणत्याही संशोधनामागे दोन हेतू/प्रेरणा असतात - १) ज्ञानासाठी ज्ञान व २) मानवजातीचे कल्याण.

आपला देश हा पारंपरिक व अधिक अंधश्रद्धा असलेला देश आहे. स्वातंत्र्योत्तर काळातही विज्ञानाबाबत समज-गैरसमजास खतपाणी घातले गेले. भारतात नागरी भागात अलीकडे जी बुवाबाजी व भोंदूगिरी वाढीस लागली आहे, यावरून हे स्पष्ट होते.

शास्त्रीय ज्ञानाबद्दलचा सर्वांत महत्त्वाचा प्रचलित गैरसमज म्हणजे वैज्ञानिक ज्ञान हे केवळ वैज्ञानिक सूत्रांच्या आधारे स्पष्ट होते.

वैज्ञानिक शास्त्रीय विचाराबरोबर तंत्रज्ञानाचाही विचार करतो. प्रयोगशाळा ही प्राप्त ज्ञानाचे प्रत्यंतर पाहण्यासाठी वापरली जाते, सूत्रे ही वैज्ञानिक ज्ञान सुसंघटित करण्यासाठी वापरली जातात.

शास्त्र : 'शास्त्र' म्हणजे कोणत्याही विषयाची व्यवस्थित लावलेली माहिती. एखादे तर्कनिष्ठ विधान वैज्ञानिक विधान असतेच असे नाही. ते तर्कशुद्ध आणि अनुभवशुद्ध असावे लागते. शास्त्र व विज्ञान यातील हा महत्त्वाचा फरक असून शास्त्र म्हणजे विज्ञान नव्हे.

'पद्धतशीरपणे संघटित केलेली कोणतीही ज्ञानशाखा' असा शास्त्र या शब्दाचा व्यापक अर्थ आहे. शास्त्रात शुद्ध

निगमनाचा वापर जास्त होतो. त्यामुळे गृहीतके चुकीची असतील तर त्यातील निष्कर्षही असत्य होतात. विज्ञानाचे असे नाही. ते वस्तुनिष्ठ असते. पुरावा, प्रयोग व निरीक्षण यांपैकी कशाचा तरी आधार त्यास असतो.

विज्ञान : विज्ञान म्हणजे शास्त्रीय माहितीला प्रयोग व पुरावा यांची जोड देऊन वास्तविक बनविणे. विज्ञान हा शब्द Science या इंग्रजी शब्दाकरिता वापरला जातो. विज्ञान म्हणजे प्रत्यक्षपणे अस्तित्वात असलेल्या किंवा घडणाऱ्या घटनांविषयी ज्ञान असते. हे ज्ञान विशिष्ट स्वरूपाची पद्धती वापरून मिळविल्याने ते विस्कळीत नसून सुसंघटित असते. प्रत्यक्ष घडणाऱ्या घटना किंवा तथ्ये हा शास्त्राचा अभ्यास विषय असल्याने तथ्याविषयीचे ज्ञान म्हणजे विज्ञान.

'सायन्स' हा शब्द लॅटिन भाषेतील 'साएन्शिया' या शब्दापासून तयार झाला आहे. त्याचा अर्थ 'ज्ञान'. 'ज्ञान' या शब्दाचा अर्थ 'जाणणे' किंवा 'माहिती होणे' असा आहे. विश्वविषयक विविध अनुभवांची पद्धतशीर मांडणी केल्याने शास्त्रीय ज्ञान निर्माण होते.

ज्ञान म्हणजे सामान्यज्ञान, तर विज्ञान म्हणजे शास्त्रीय ज्ञान. विज्ञान म्हणजे पायाभूत व वस्तुनिष्ठ माहिती, तर अभियांत्रिकी म्हणजे कृतीयुक्त विज्ञान. आधुनिक समाजास गतिशील विज्ञानाचा सातत्याने स्पर्श झाल्याने ज्ञानाबद्दलचे अनेक गैरसमज समोर येतात.

तथ्य : जे जे स्वतंत्रपणे अस्तित्वात आहे व जे अनुभवाच्या कक्षेत येते असे काहीही म्हणजे तथ्य होय. घटनांचे /तथ्यांचे ज्ञान निरीक्षणाने होते, म्हणून जे जे निरीक्षणक्षम आहे त्याचा अभ्यास विज्ञान करते. तथ्ये कोणती असावीत यावर शास्त्राचे बंधन नसते. निरीक्षणक्षम अशा सांस्कृतिक, मानसिक, सामाजिक, भौतिक, जैविक घटना व तथ्यांबाबतची शास्त्रे प्रत्यक्षात अस्तित्वात आहेत.

विज्ञान म्हणजे शास्त्र, अशाप्रकारची व्याख्या काही ठिकाणी आढळते; परंतु शास्त्र म्हणजे कोणतीही विद्याशाखा. त्यात इतिहास, भूगोल, समाजशास्त्र अशा विषयांचादेखील अभ्यास होऊ शकतो. त्यामुळे प्रत्येक विद्याशाखा काही विज्ञान होऊ शकणार नाही.

विज्ञानाची परिपूर्ण व्याख्या आपणास करता येणार नाही. वैज्ञानिक पद्धतीने सुसंघटित केलेल्या व वास्तव स्थितीवर आधारलेल्या ज्ञानाला विज्ञान असे म्हणतात.

विज्ञानाच्या विविध व्याख्या केल्या जातात -

- १) फ्रान्सिस बेकन - 'पूर्वग्रह आणि अंधश्रद्धा याविरुद्ध केलेले बंड म्हणजे विज्ञान.'
- २) जे. सी. ग्रॉडथर - "वस्तुस्थिती किंवा प्रत्यक्ष घडणाऱ्या घटनांचे वैज्ञानिक पद्धतीने मिळविलेले सुसंघटित व सुसंगत ज्ञान म्हणजे विज्ञान होय."
- ३) डेव्हीस - 'आपल्या सभोवतालची परिस्थिती समजावून घेण्यासाठी व तिच्यावर प्रभुत्व मिळविण्यासाठी मानवाने जाणीवपूर्वक केलेला प्रयत्न म्हणजे विज्ञान.'
- ४) प्रा. एफ. सी. कोनंट - 'मानवी बुद्धीने निसर्ग घटनांतील कार्यकारणभाव लक्षात घेऊन निरीक्षण व प्रयोगाद्वारे घटनांचा केलेला सुसंबद्ध अभ्यास म्हणजे विज्ञान.'
- ५) डब्ल्यू. सी. डॅपीयर - ' विज्ञान म्हणजे निसर्गातील संबंधांचा व ते स्पष्ट करणाऱ्या संकल्पनांचा वस्तुनिष्ठ व बुद्धिनिष्ठ अभ्यास.'
- ६) लाव्हाजिएर यांच्या मते, 'ज्ञानाचे विविध प्रकार म्हणजे अनेक धाग्यांनी विणले जाणारे कापडच आहे. त्यातून जो एक सुसंगत बंध व रचना निर्माण होते, ते म्हणजे विज्ञान.'
- ७) कार्ल पॉपर - "विज्ञान म्हणजे अनुभवजन्य घटनांच्या आधाराने एका सर्वसामान्य सिद्धांताप्रत जाणे."
- ८) के. टी. बसंतानी - "वैज्ञानिक पद्धतीने मिळविलेल्या घटनांच्या/तथ्यांच्या ज्ञानाचे सुव्यवस्थित संघटन म्हणजे विज्ञान होय."
- ९) पु. ल. भांडारकर - "विज्ञान ही विश्वातील क्रिया-प्रक्रियांची वा घटनांची सुसंगती लावण्याचा व त्यांचे यथार्थ ज्ञान करून देण्याचा प्रयत्न करणारी बौद्धिक योजना आहे. शक्य तितक्या सुलभपणे, अचूकपणे व पूर्णपणे अनुभवकक्षेत येणाऱ्या तथ्यांचे, ते सप्रमाण सिद्ध करता येतील अशा पद्धतीने वर्णन व संकल्पीकरण करणे म्हणजे विज्ञान होय."
- १०) सर्वसाधारण नियम आणि सिद्धांताच्या साहाय्याने वैज्ञानिक पद्धती आणि वर्गीकरणाचा वापर करून तसेच भविष्यकाळात

एखाद्या नैसर्गिक घटनेच्या किंवा वस्तूच्या वर्तनाबद्दल अंदाज आणि मार्गदर्शन याविषयी समन्वय करू शकेल अशा अनुभवामुळे सातत्याने वाढत जाणारे व वस्तुनिष्ठरीत्या प्रणालीकरण केलेले घटनात्मक ज्ञान म्हणजे विज्ञान.

- ११) विज्ञान म्हणजे पारंपरिक समजुतीपासून मुक्त, वस्तुनिष्ठ माहिती व तर्कशुद्ध नियमावर आधारित व्यावसायिकता व शास्त्रीय प्रवृत्तींनी युक्त दृष्टिकोन.
- १२) इंद्रियजन्य अनुभव व त्यावरून काढलेले अनुमान याद्वारे संपादित पद्धतशीर ज्ञानास विज्ञान म्हणतात.
- १३) मानवीबुद्धीने सृष्टीतील घटनांची कार्यकारणभावानुसार केलेली बुद्धीगत व पद्धतशीर रचना म्हणजे विज्ञान.
- १४) विज्ञान ही निसर्गविषयक ज्ञान संपादणारी, सतत चालू राहणारी, कधी न संपणारी प्रक्रिया असून त्यात वैज्ञानिकांकडून एखाद्या नैसर्गिक आविष्कारामागे दडलेले गूढ उकलून काढण्याच्या कामास सुरुवात होताच त्यात गुरफटलेले, गुंतलेले अनेक धागे अलग करून एक एक धागा सोडवून त्याचा स्वतंत्रपणे उलगडा करावा लागतो.
- १५) एखाद्या निसर्गघटनेचे किंवा प्रक्रियेचे प्रत्यक्ष निरीक्षण करताना वेगवेगळ्या पद्धतींनी वारंवार विविध प्रयोग करून त्या घटनेचा सुसंगतपणे अभ्यास करतेवेळी, सर्व तऱ्हेच्या कसोट्या लावून जे ज्ञान व्यवस्थित पद्धतीने मांडले जाते, ते विज्ञान होय.
- १६) **पारंपरिक व्याख्या** - विज्ञान म्हणजे सुसंघटित ज्ञान-विज्ञानाची ही व्याख्या दोषपूर्ण आहे, कारण प्रत्येक सुसंघटित ज्ञान विज्ञान होऊ शकणार नाही.

(२) विज्ञानाची वैशिष्ट्ये व स्वरूप

निरीक्षित व अनुमानित अशा दोन्ही प्रकारच्या तथ्यांविषयीचे ज्ञान म्हणजे वैज्ञानिक ज्ञान होय. विज्ञान हा शब्द सामान्यतः अनुभवनिष्ठ विज्ञान या मर्यादित अर्थाने वापरला जातो -

- १) विज्ञान म्हणजे तथ्यांविषयीचे ज्ञान होय.
- २) तथ्यांविषयीचे ज्ञान वैज्ञानिक पद्धतीचा अवलंब करून मिळविलेले असते.
- ३) वैज्ञानिक ज्ञान विस्कळीत नसून सुसंघटित असते.

जीवनोपयोगी ज्ञान व विज्ञान यात पूर्णपणे फारकत करणे शक्य नाही. तरीदेखील विज्ञान बऱ्याच अंशी दैनंदिन ज्ञानापेक्षा वेगळे असते. ते वेगळ्या तत्त्वावर उभारलेले असते. त्यामुळे त्याची लक्षणे सामान्यज्ञानापेक्षा वेगळी असतात. ती लक्षणे खालीलप्रमाणे-

विज्ञानाची वैशिष्ट्ये -

- १) वस्तुनिष्ठता आणि निश्चितता
- २) संघटित किंवा सुसूत्र विचाररचना
- ३) पुरावा, निरीक्षण आणि प्रयोग
- ४) वैज्ञानिक पद्धतीचा
- ५) ठाम वृत्ती व निश्चितता
- ६) कारणकार्य, वर्गीकरणात्मक, सैद्धांतिक, गणिती उपपत्ती
- ७) सातत्य - अव्याहतपणे चालणारी वैज्ञानिक प्रक्रिया
- ८) प्रत्यंतरक्षमता व सिद्धता
- ९) संभाव्यतेकडून अचूकतेकडे वाटचाल
- १०) उपयुक्तता

१) वस्तुनिष्ठता - विज्ञान नेहमीच वस्तुनिष्ठ असते. याचा अर्थ असा की, ते वस्तुस्थितीशी सुसंगत असे असते. वास्तविक सत्याचा शोध घेणे हे विज्ञानाचे कार्य असल्यामुळे त्यातील सत्य हे पाहणाऱ्याच्या व्यक्तिगत भावनेवर किंवा मतावर अवलंबून नसते. त्याचे सर्वाना प्रत्यंतर घेता येते. त्याचे स्वरूप स्थलकाल निरपेक्ष व त्रिकालाबाधित असते. ज्ञान ही कोणत्या व्यक्तीची अथवा वर्गाची मिरासदारी नसते. ते सत्य, वस्तुनिष्ठ या संज्ञेस पात्र असते, अशी विज्ञानाची सत्य स्वरूपाविषयीची कल्पना आहे.

टीप - वस्तुनिष्ठतेचा विचार केल्यास गणित व तर्कशास्त्र यांना विज्ञान म्हणता येत नाही.

२) संघटित किंवा सुसूत्र विचाररचना - वैज्ञानिक ज्ञान हे अत्यंत सुसूत्र असे असते. विज्ञानात प्रत्येक नियमाची एक विशिष्ट अशी जागा ठरलेली असते. विज्ञानात प्रथम काही वस्तूंना नियंत्रित करणारे नियम बनतात. नंतर अशा नियमांना सामावून घेणारा असा एक नवीन नियम बनतो. सरतेशेवटी सर्वज्ञात एका अतिसामान्य (**most general**) सिद्धांताखाली आणण्याचे कार्य विज्ञानाकडून चाललेले असते. यातूनच विज्ञानातील सूत्रबद्धता दिसून येते.

३) प्रत्यक्ष पुरावा व परीक्षण - विज्ञान नेहमी प्रत्यक्ष प्रमाणांना महत्त्व देते. प्रत्यक्ष प्रमाणाबरोबर शब्दप्रमाण, अनुमानप्रमाण इत्यादीप्रमाणे आहेत. परंतु विज्ञान हे अनुभवजन्य गोष्टींशी संबंधित असल्यामुळे त्यातील प्रत्येक बाब ही प्रत्यक्ष पुराव्यावर अवलंबून असते. या ठिकाणी प्रत्यक्ष प्रमाण याचा अर्थ डोळ्यांना जे दिसते तेवढाच नसून आपल्या बुद्धीला जे पटते व सृष्टीतील इतर घटनांशी जे सुसंगत वाटते ते, असा करणे आवश्यक आहे.

४) वैज्ञानिक पद्धतीचा वापर - विज्ञानात जे काही शोध लागतात किंवा नवीन नियमांची निर्मिती केली जाते त्यावेळी वैज्ञानिक पद्धतीचा वापर केला जातो. माहितीची जमवाजमव करून सिद्धांत कल्पना (अभ्युपगम) मांडली जाते. त्यातून नवीन नियम शोधून काढला जातो. विज्ञानात कोणताही नियम (गृहीतके सोडून) वैज्ञानिक पद्धतीशिवाय बनत नाही. एखादा बनला असेल तर तो वस्तुस्थितीशी निगडित असतो. **टीप** - फलज्योतिष व हस्तरेषाशास्त्र यांचा विचार केल्यास ते वास्तवाशी संबंधित असतात, परंतु ते वैज्ञानिक पद्धतीचा वापर करीत नाहीत.

विज्ञानाचे स्वरूप

विज्ञानाचा संबंध निरनिराळ्या कल्पनांशी येतो. एका बाजूला आश्चर्य व जिज्ञासा यांची भावना, तर दुसऱ्या बाजूला कल्याणाची भावना व जीवन जगण्यासाठी संघर्ष, असा दुहेरी प्रभाव माणसाच्या जीवनाविषयीच्या आणि पर्यावरणाविषयीच्या दृष्टिकोनावर पडलेला आहे. या दोन्ही मूलगामी गोष्टींचा मानवी विचारांवर पडलेला पगडा अनंत काळापासूनचा आहे. मानवी आणि मानवी प्रयत्न यांचा विज्ञान हा अविभाज्य भाग असल्याने त्यांचा परिणाम विज्ञानावर झाला आहे.

(१) निसर्गाचे आकलन करण्याची आणि मानवी गरजांची पूर्तता व्हावी म्हणून निसर्गाची जडणघडण करण्याचा प्रयत्न म्हणजे विज्ञान. या प्रक्रियेमुळे आपण पुष्कळ ज्ञान संग्रहित केले आहे तसेच एका स्वतंत्र शास्त्रीय ज्ञानभांडाराची वाढ झाली आहे. शास्त्रीय ज्ञान मिळविण्याची एखादी खास पद्धत असते. वैज्ञानिक पद्धतीत ज्यांचा अंतर्भाव करता येईल अशा मानसिक आणि भौतिक क्रिया आहेत.

(२) विज्ञान हे विचार करण्याचा एक मार्ग आहे. निरीक्षण व सूक्ष्मदृष्टी, तर्क आणि अंतर्बोध, योजनाबद्ध कार्य आणि सृजनात्मक प्रेरणा यांच्याशी विज्ञानाचा संबंध येतो.

(३) अज्ञात क्षेत्राबद्दलची जाणीव निर्माण करणारा व तरीही सभोवतीचे रहस्य उलगडू शकणाऱ्या मानवी शक्ती बद्दल आशावादी असणारा दृष्टिकोन विज्ञान निर्माण करते.

(४) विज्ञान संस्कृती व जीवनाचे तत्त्वज्ञान देते. त्यामुळे सत्याचा शोध पूर्वदूषित दृष्टिकोनाशिवाय शकतो.

(५) निसर्गाचे स्वरूप आणि काही प्रमाणात माणसाचे स्वरूप समजावून घेण्यासाठी ज्ञान गोळा करण्याचे, ते चाळून त्याचे विश्लेषण करण्याचे तंत्र विज्ञानाकडे आहे.

(६) विज्ञान ही वैयक्तिक व सामाजिक ध्येयसाधना आहे. व्यक्तीची तीव्र सर्जनात्मक कार्यक्षमता या ध्येयाशी निगडित असते.

(७) विज्ञान हे एक समाजपरिवर्तनाचे साधन आहे. कारण सामाजिक परिस्थिती व गरजा यांचा परिणाम वैज्ञानिक प्रगतीवर दिसून येतो. समाजावर विज्ञानाचा प्रभाव असतो.

(८) विज्ञान आधुनिक आहे, म्हणजे आज ज्या गोष्टी माहिती आहेत त्यांचे विश्लेषण ते करते.

(९) परंपरागत कल्पना/सामान्यज्ञान यापेक्षा वेगळी असणारी 'वैज्ञानिक पद्धती' प्रचलित येण्यापूर्वीही विज्ञानाचे अस्तित्व होते. ज्योतिषी, धर्मगुरू, जादूगार व कारागीर आणि अल्केमिस्टस् हे प्राचीन परंपरा चालविणाऱ्यांपैकी होते.

(१०) विज्ञान नैसर्गिक घटनां अभ्यासते. त्यात ग्रह, तारे, अवकाश, सजीव व निर्जीव वस्तूंचा समावेश होतो.

(११) नव्या पातळीवर जगाशी नवे संबंध प्रस्थापित करण्याचे एक साधन म्हणून विज्ञानास ओळखतात. ज्ञानेंद्रियांच्या साहाय्याने ते संबंध आपण प्रस्थापित करू शकतो.

(१२) अज्ञानाच्या क्षेत्रांवर हल्ला करून त्यांचे ज्ञानाच्या क्षेत्रांत रूपांतर करणे यासाठी विज्ञान सदैव साहाय्य करते.

नवनव्या क्षेत्रांतील संशोधनामुळे अनुभवकक्षा विस्तारतात.

(१३) योग्य, नियोजित अभ्यास व पद्धती यांच्या साहाय्याने विज्ञानाच्या विविध क्षेत्रांचा अभ्यास करता येतो. *विज्ञानाची ध्येयसाधना म्हणजे सत्यासाठी सतत संशोधन व अथक परिश्रम.*

(१४) *विज्ञान म्हणजे जगाबद्दलचे ज्ञान करून घेण्यासाठी चाललेला शोध व साधना.* जे अज्ञात आहे त्याबद्दल माणसाने नेहमीच चिंतन केले आहे. अज्ञात क्षेत्रांबद्दलच्या या चिंतनाची जागा जेव्हा ज्ञान घेते, तेव्हा ते क्षेत्र विज्ञानाचा भाग बनते.

(१५) जेव्हा निरीक्षण केलेली घटना समजू शकत नाही त्यावेळी त्याचे रहस्यमय समर्थन किंवा विश्लेषण करण्याकडे आपला कल असतो. *तर्क व सत्य गोष्टी यांच्या आधारे नैसर्गिक घटना समजावून देऊन त्याबद्दलचे रहस्य दूर करायला विज्ञान मदत करते.*

(१६) वैज्ञानिक ज्ञान कधीही थांबत नाही. ती एक *वाढणारी व सतत चालणारी प्रक्रिया* आहे. कारण विज्ञानात एकच एक अंतिम सत्य नाही की, जे सापडल्यावर वैज्ञानिकांचे कार्य संपुष्टात येईल.

(१७) शास्त्रीय ज्ञानाचे सर्वांत महत्त्वाचे वैशिष्ट्य म्हणजे ते कधीही पूर्ण नसते. त्यात जितकी अधिक ज्ञानाची भर आपण घालू तितके निसर्गातील अज्ञात रहस्याबद्दल अधिक प्रश्न निर्माण होतात. नवनवी माहिती सतत गोळा केली जाते. अस्तित्वात असलेल्या सिद्धांतांच्या साहाय्याने नवीन माहितीचे विश्लेषण करता आले नाही तर नवीन सिद्धांत मांडले जातात. विज्ञानाचा अभ्यास करणारे पूर्ण किंवा अंतिम सत्याचा दावा कधीच करीत नाहीत.

(१८) विज्ञान नेहमीच गतिशील असते. शास्त्रीय ज्ञान कधीही अढळ नसते. ज्याला आव्हान देता येणार नाही असे विज्ञानात काहीही नसते. क्रांतिकारी पुरावा सादर करून/विधाने करून अस्तित्वात असलेले सिद्धांत बदलण्याचा/त्यात बदल करण्याचा/त्याऐवजी दुसरा सिद्धांत मांडण्याचा प्रयत्न शास्त्रज्ञांनी केला आहे. विज्ञान नेहमीच स्वतःला सुधारणारे असते, बदलास ते तयार असते.

(१९) मुक्त तपासणीतून विज्ञान निर्माण होते व त्यासाठी ते वाहून घेते. कोणत्याही पूर्वकल्पना असोत, मग त्या कितीही विचित्र असोत, त्यांचा विचार त्यांच्यातील पात्रतेनुसारच होतो. विज्ञान रूढिप्रिय नसल्याने काळजीपूर्वक तपासणी करून चूक म्हणून सिद्ध झालेल्या कुठल्याही कल्पनेला, विचाराला /संकल्पनेसाठी ते विनाकारण आग्रह धरत नाही. चूक सिद्ध करण्यांतूनच विज्ञानाची प्रगती होते. कोणत्याही गोष्टीबद्दल शंका न घेता तिचा स्वीकार करणे, हीच विज्ञानात सर्वांत वाईट गोष्ट समजतात.

(२०) विज्ञानातील कुठलाही शोध असो किंवा काही सापडले असो अथवा एखाद्या घटनेचा अर्थ लावायचा असो, तो सर्वांनी स्वीकारण्यापूर्वी त्याची बारकाईने तपासणी केली जाते, चर्चा केली जाते व वैज्ञानिकांकडून त्याचा पडताळा पाहिला जातो. *वैज्ञानिक सत्ये ही सर्वांच्या मतैक्याने ठरविलेली सत्ये असतात व म्हणूनच ती नेहमीच बदलू शकतात.*

वैज्ञानिक पद्धतीचा काळजीपूर्वक वापर केल्यानंतर सर्वांचे एकमत होते. निसर्गातील नव्या वस्तुस्थितीने या 'सत्याला' आव्हान दिले तर सिद्धांत पुन्हा तपासण्याची वैज्ञानिकांची नेहमी तयारी असते.

(२१) वैज्ञानिक सत्य हे वस्तुनिष्ठ असते. योग्य सुविधा उपलब्ध असतील तर कुठलीही शास्त्रीय पुनरावृत्ती करता येते किंवा त्यांचे सत्य पडताळून पाहता येते. कुठल्याही वैज्ञानिक विधानाच्या अंतिम परीक्षेशी हे वैशिष्ट्य निगडित आहे. निसर्गातील निरीक्षणाशी ते प्रामाणिक असतात. भ्रामक कल्पनांपेक्षा विज्ञानाला निखळ सत्य गोष्टी आवडतात. कुठलेही सत्य स्वीकारण्यापूर्वी त्याला अत्यंत कठीण परीक्षेमधून जावे लागते. कल्पना तपासून पाहण्यासाठी काही वेळेस शेकडो, हजारो वर्षेही लागतात. वस्तुनिष्ठ निरीक्षणामुळे सूर्यमालेच्या अॅरिस्टॉटलच्या कल्पना कोलमडून पडल्या.

(२२) तर्कसंगत व वस्तुनिष्ठ विचारांवर वैज्ञानिक पृथक्करण आधारलेले असते आणि त्यानंतरच अनुमान काढले जाते. कोणत्याही परिस्थितीत घाईगडबडीने निष्कर्ष काढला जात नाही. सबळ पुराव्याअभावी सर्वकष निष्कर्ष काढणेही आपण टाळले पाहिजे.

(२३) कोणत्याही निष्कर्षावर वैयक्तिक कल्पना, लहरी किंवा गैरसमज न लादता मोकळ्या मनाने एखाद्या समस्येला हाताळणे याला आपण वस्तुनिष्ठ दृष्टिकोन म्हणतो. वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचे ते अत्यंत महत्त्वाचे वैशिष्ट्य आहे. सामाजिक दबाव किंवा त्या प्रश्नावर अगोदरच विशिष्ट मत असलेली एखादी व्यक्ती यांचा एखाद्या समस्येसंबंधीच्या वैज्ञानिक दृष्टिकोनावर

परिणाम होता कामा नये.

(२४) वैज्ञानिक संशोधनाच्या बाबतीत लवचीक असणे आवश्यक असते आणि एका दृष्टिकोनाचा उपयोग होत नसेल तर दुसरा दृष्टिकोन उपयोगात आणायची तयारी हवी. बदल हा संबंध जीवसृष्टीचा नियम आहे आणि वैज्ञानिक दृष्टिकोन त्याला अपवाद नाही. विज्ञान म्हणजे बदल सूचित करणारा दूत आहे आणि जो समाज शोधक आणि बदलाभिमुख आहे, तेथे तो चांगला फोफावतो.

(२५) वैज्ञानिक दृष्टिकोनामध्ये तर्कसंगती आणि विशुद्ध विचार यांचा महत्त्वाचा वाटा आहे, कारण सर्व पृथक्करणाचा तो मूळ पाया आहे. पण कल्पनारम्यता व अंदाज यांना एकाच वेळी प्रत्येक समस्या सोडविण्यासाठी उपयोगात आणले जाते.

(२६) वैज्ञानिक ज्ञान पूर्ण नसते, तसे ते चिरंतनही नसते. याचे कारण म्हणजे कुठल्याही क्षेत्रात एकदा अज्ञान दूर झाले आणि ज्ञान प्रस्थापित झाले की आपल्या बुद्धीसमोर नवे प्रश्न उभे राहतात किंवा अज्ञानाचे नवीन क्षेत्र समोर येते.

(२७) वैज्ञानिक संशोधन सुरुच असते. शास्त्रीय ज्ञान प्रचंड गतीने वाढत असते. प्रत्येक विकासाच्या टप्प्यांबरोबर नवीन संशोधनाची क्षेत्रे निर्माण होतात. त्यामुळे वैज्ञानिक सनातनी असू शकत नाहीत. नवनव्या क्षेत्रात ते सदैव संशोधन करीत असतात. वैज्ञानिक क्षेत्रात जे उत्कृष्ट दिसते, ते ताज्या वैज्ञानिक ज्ञानावर आधारित असते. जर एखाद्या प्रश्नाला सध्याच्या वैज्ञानिक ज्ञानात उत्तर नसेल तर त्याचा अर्थ त्याबद्दल शास्त्रज्ञ नसलेल्या माणसाने काहीही सांगितले म्हणजे विश्वास ठेवावा असे नाही.

(२८) विज्ञानात अनेकविध पैलू, आवडीनिवडी किंवा समज, गैरसमज यांच्यावर शास्त्रीय सत्य अवलंबून नसते. त्यातील प्रयोग व नरीक्षणे यांची पुनरावृत्ती करता येते. त्यामुळे वस्तुनिष्ठता हे शास्त्रीय ज्ञानाचे एक खास वैशिष्ट्य आहे.

(३०) वैज्ञानिक ज्ञान उपयुक्त असते. कुपोषण, वाईट अनारोग्य, पिण्याच्या पाण्याचा व स्वच्छता सुविधांचा अभाव, ऊन व पाऊस यांच्यापासून संरक्षण करण्यासाठी विज्ञानाचा परिणामकारक उपयोग होतो.

(३) विज्ञानाचे प्रकार

वैज्ञानिक संशोधनाच्या उद्दिष्टांना अनुसरून विज्ञानाची दोन रूपे दिसतात व ती दोन्ही रूपे परस्परपूरक आहेत—

१) सैद्धांतिक शुद्ध विज्ञान

२) उपयोजित (व्यावहारिक) विज्ञान

जेव्हा विज्ञानाचा मूळ उद्देश केवळ घटकांचे वर्णन/स्पष्टीकरण करण्याचा असतो, तेव्हा त्यास शुद्ध विज्ञान म्हणतात. जेव्हा प्राप्त झालेल्या ज्ञानाचा व्यावहारिक उपयोग केला जातो, तेव्हा त्यास उपयोजित विज्ञान म्हणतात. येथे मूळ उद्देश व्यावहारिक उपयुक्तता हा असतो. यामुळे ज्ञानाच्या कक्षा वाढतात. सैद्धांतिक विज्ञानात जे ज्ञान उपलब्ध होते त्याचा मानवाच्या फायद्यासाठी उपयोग होतो.

उपयोजित विज्ञान जे शोध लावते त्यामुळे सैद्धांतिक विज्ञानाची आणखी प्रगती होते. सैद्धांतिक व उपयोजित विज्ञान ही विभागणी सर्व विज्ञानात आहे. उदा. सैद्धांतिक पदार्थविज्ञान व उपयोजित पदार्थविज्ञान.

शुद्ध विज्ञान दोन प्रमुख गटांत विभागले जाते -

१) अनुभवनिष्ठ विज्ञान आणि २) आकारीक शास्त्रे.

परीक्षेच्यादृष्टीने विज्ञानाचे प्रकार - (१) शुद्ध विज्ञान, (२) उपयोजित विज्ञान, (३) आकारीक शास्त्रे, (४) भौतिकशास्त्र, (५) जैविकशास्त्र, (६) सामाजिक शास्त्र, (७) तथ्यात्मक शास्त्र, (८) मूल्यात्मक शास्त्र, (९) वर्तनशास्त्र, (१०) नैसर्गिक शास्त्र.

आकारीक शास्त्रे - तर्कशास्त्र, गणित, भूमिती.

भौतिकशास्त्रे - पदार्थविज्ञान, रसायनशास्त्र, भूरूपिकी.

जैविकशास्त्रे- प्राणिशास्त्र, वनस्पतिशास्त्र, पर्यावरणशास्त्र.

सामाजिकशास्त्रे - अर्थशास्त्र, इतिहास, समाजशास्त्र,

मानसशास्त्र, सामाजिक मानववंशशास्त्र.

१) **शुद्ध विज्ञान** : शुद्ध विज्ञान पुढील कार्यासाठी उपयुक्त आहे - (१) जग ज्या ज्या भौतिक वस्तूंचे बनलेले आहे त्याचे स्वरूप शोधणे, (२) ज्या नियमांनी सृष्टीचे कार्य अव्याहत चालते ते नियम शोधणे, (३) विश्वाचे नियंत्रण होते ते नियम शोधून काढण्याचा प्रयत्न करणे. (४) मानवी जीवनासमोर असणाऱ्या निरनिराळ्या समस्या सोडविणे. शुद्ध विज्ञान संशोधनाद्वारे प्राप्त होते. शुद्ध विज्ञान म्हणजे ज्ञानासाठी ज्ञान मिळविण्याचा प्रयत्न. उदा. पदार्थविज्ञान, गणित.

शुद्ध विज्ञानाची वैशिष्ट्ये :

- १) संशोधन, शोध लगेच उपयुक्त काम व उत्पादन, उद्योगधंद्याकरिता उपयोगात आणण्याची अपेक्षा, इच्छा नसते.
- २) केवळ नवीन ज्ञानप्राप्तीचा आनंद मिळावा म्हणून संशोधक/शास्त्रज्ञ अज्ञात प्रांतात शिरतात.
- ३) एखाद्या विशिष्ट दिशेने शोध घेत असताना जर काही नवीन व वैशिष्ट्यपूर्ण सत्याचा पडताळा आला तर त्या अनपेक्षित शोधाचे उत्कटपणे स्वागत होते.
- ४) शुद्ध विज्ञानातील संशोधनकार्यात मुक्तपणे संचार करता येतो, त्यावर कालमर्यादा नसते.

२) **उपयोजित विज्ञान** : उपयोजित विज्ञान म्हणजे विज्ञानाच्या व्यावहारिक उपयोगाचे शास्त्र. विज्ञानातील शोधांचा व्यावहारिक उपयोग करून ऐहिक जीवन सुखी आणि समृद्ध करणाऱ्या विज्ञानाला उपयोजित विज्ञान असे म्हणतात. उदा. औषध वैद्यकशास्त्र, धातुशास्त्र, धनुर्विद्या.

३) **आकारीक शास्त्र** : प्रमेय आणि गृहीतकांवर आधारित सुबद्ध तर्काधिष्ठित अभ्यास पद्धती. उदा. गणित आणि तर्कशास्त्र. गणिताचे चार प्रकार - अ) अंकगणित, ब) बीजगणित, क) भूमिती, ड) सांख्यिकी. *तर्कशास्त्राचे तीन प्रकार - अ) निगमनात्मक तर्कशास्त्र, ब) विगमनात्मक तर्कशास्त्र, क) संकेतात्मक तर्कशास्त्र.*

४) **भौतिकशास्त्र** : ज्या शास्त्रात अजैविक नैसर्गिक घटनांचा व वस्तूंचा अभ्यास करतात, ते भौतिकशास्त्र होय. *पदार्थविज्ञान, रसायनशास्त्र, खगोलशास्त्र व भूरूपिकी* यांची प्रगती सर्वांत जास्त झालेली असून त्यांचे नियम निश्चित व अचूक असतात. पदार्थविज्ञान जड द्रव्यांचे स्वरूप व रचना याविषयीचे संशोधन करते. रसायनशास्त्र व भूगर्भशास्त्र संयुगांचा अभ्यास करतात. ग्रह, तारे व अवकाशातील इतर वस्तू हा खगोलशास्त्राचा अभ्यास विषय आहे.

भौतिक व जैविकशास्त्रांना 'नैसर्गिक शास्त्रे' म्हणतात.

रसायनशास्त्राचे प्रकार : १) भौतिक रसायन, २) अकार्बन, ३) कार्बन रसायन, ४) विश्लेषण रसायन.

भूरूपिकीचे प्रकार :

(१) भौतिकी भूरूपिकी - याचे प्रकार -

- (अ) खाणशास्त्र - खनिजांचा अभ्यास,
- (ब) पेट्रोलॉजी - दगडांचा अभ्यास,
- (क) जिओमॉर्फॉलॉजी - जमिन रचना व उत्पत्तीचा अभ्यास.
- (ड) सेडीमेंटेशन - भूकवचातील घटनांचा अभ्यास.
- (इ) रचनात्मक भूरूपिकी - मृदा, दगड भूमितीचा अभ्यास.
- (फ) आर्थिक भूरूपिकी - खनिजसाठ्यांचा अभ्यास.

(२) ऐतिहासिक भूरूपिकी - याचे प्रकार -

- (अ) स्ट्रॅटोग्राफी - दगडांच्या रचनांचे शास्त्र,
- (ब) पॅलिऑटॉलॉजी - जीवाश्मांचा अभ्यास

५) **जैविकशास्त्र** : येथे जैविक वस्तूंची रचना, स्वरूप, वर्तन व कार्याचा अभ्यास केला जातो. जैविकशास्त्रांचा अभ्यास विषय सेंद्रिय किंवा सजीव वस्तू हा आहे. विविध प्रकारचे सजीव प्राणी तसेच वनस्पती याविषयीचे सखोल अध्ययन जैविकशास्त्रांमधून होते. सेंद्रिय वस्तूंनादेखील भौतिकशास्त्रांचे नियम लागू होत असल्याने जैविकशास्त्रांपेक्षा भौतिकशास्त्रांची व्याप्ती अधिक मोठी आहे. उदा. (अ) वनस्पतिशास्त्र, (ब) जीवशास्त्र, (क) शरीर (फिजिऑलॉजी), (ड) परिस्थितीकी (इकोलॉजी).

६) **सामाजिकशास्त्र** : मानव व समाज यांच्यातील संबंध व प्रक्रिया यांचा अभ्यास. 'समाजातील माणूस' हा सामाजिक

शास्त्रांचा केंद्रबिंदू आहे. मानवाचे सामाजिक वर्तन ही सर्व सामाजिक शास्त्रांच्या अभ्यास विषयाची सामायिक बाजू आहे. समाजशास्त्र, अर्थशास्त्र, राज्यशास्त्र, मानववंशशास्त्र व इतिहास ही सामाजिकशास्त्रे आहेत.

७) **तथ्यात्मक शास्त्र** : तथ्यात्मक शास्त्रे मूल्यनिरपेक्ष असून त्यात मूल्य संकल्पनेचा विचार करण्याची आवश्यकता नसते. ही शास्त्रे घटनांचा वास्तववादी दृष्टिकोनातून व अनुभवातून कार्यकारणभावाचा शोध घेतात. यांना वास्तवशास्त्रही म्हणतात.

८) **मूल्यात्मकशास्त्र** : ही शास्त्रे अंतिम मूल्यांचा विचार करताना मानवी मूल्ये व आदर्शांचा अभ्यास करतात.

९) **वर्तनशास्त्र** : येथे मानवी /प्राण्यांच्या वर्तनाचा अभ्यास केला जातो. मानसशास्त्र हे वर्तनशास्त्र आहे. त्याचा सामाजिकशास्त्राप्रमाणे जैविकशास्त्रातही समावेश करतात. मानवी वर्तनाच्या शरीरशास्त्रीय आधारांच्या अभ्यासाला मानसशास्त्रात महत्त्वाचे स्थान असल्यामुळे मानसशास्त्र हे जैविक व सामाजिक शास्त्रे यांच्या सीमारेषेवर आहे.

मानव हा सेंद्रिय असला तरी वनस्पती व प्राणी या अन्य सेंद्रियांपेक्षा तो भिन्न आहे. इतर सजीवांना मानवाप्रमाणे आपल्या हेतूंची व उद्दिष्टांची स्पष्ट जाणीव नसते. मानवात अमूर्त पातळीवर विचार करण्याची व प्रतीकात्मक आंतरक्रिया करण्याची क्षमता आहे. त्यामुळे मानव व मानवेतर प्राणी या दोहोंत खूपच भेद आहेत. मानव हा निसर्गाचाच एक भाग असल्याने व तो सेंद्रिय असल्याने भौतिक आणि जैविकशास्त्रांचे नियम त्याला लागू पडतात. सामाजिक परिस्थितीने प्रभावित झालेल्या मानवी वर्तनापुरताच सामाजिक शास्त्रांचा संबंध मर्यादित आहे. इतर बाबतीत मानव हा नैसर्गिकशास्त्रांचा अभ्यासविषय आहे.

१०) **नैसर्गिकशास्त्रे** : निसर्ग समजून घेणे किंवा नैसर्गिक घटनांचे स्पष्टीकरण करणे, हे विज्ञानाचे सर्वसाधारण उद्दिष्ट आहे. निर्जीव किंवा अचेतन वस्तू व सेंद्रिय किंवा सजीव वस्तू असे निसर्गातील घटकांचे स्थूल विभाजन करतात. या विभाजनानुसार दोन प्रकारची नैसर्गिकशास्त्रे अस्तित्वात आहेत- भौतिकशास्त्रे व जैविकशास्त्रे.

शास्त्रे अनेक असली तरी विविध शास्त्रांच्या परस्परांना भिडणाऱ्या सीमारेषा सुस्पष्ट नाहीत. अनेक विषयांचा संबंध एकाहून अनेक शास्त्रांशी येतो. या परिस्थितीमुळे शास्त्रीय संशोधनात आंतरविद्याशाखीय दृष्टिकोन निर्माण झाले आहेत.

अनुभवनिष्ठ विज्ञान व आकारीक शास्त्रातील फरक

१) **आधार** - अनुभवनिष्ठशास्त्रे ही वास्तवावर आधारलेली असतात, तर आकारीकशास्त्रे गृहीतकांवर अवलंबून असतात.

२) **आरंभबिंदू** - आकारीक शास्त्रांची सुरुवात ही एखाद्या गृहीतकापासून होते, तर अनुभवनिष्ठ शास्त्राची सुरुवात ही वास्तविक घटनेपासून होते. तसेच त्यांच्या संशोधनाची गती वर्तुळाकार असते. एका शास्त्रज्ञाचा निष्कर्ष दुसऱ्या शास्त्रज्ञाच्या कार्याचा उगम असतो.

३) **विधानांचे स्वरूप** - आकारीक शास्त्रातील विधाने किंवा निष्कर्ष हे नेहमी निश्चित असतात. मात्र अनुभवनिष्ठ शास्त्रातील विधानांचे स्वरूप संभाव्य असते.

४) **पद्धत** - आकारीक शास्त्रातील विधाने/ अनुमान हे निगामी पद्धतीवर आधारलेले असते तर अनुभवनिष्ठशास्त्र हे निरीक्षण, प्रयोग किंवा शास्त्रीय पद्धतीचा वापर करते.

५) **ध्येय** - आकारीक शास्त्राचा उद्देश शुद्ध निगामी प्रणालीचे निर्माण हा असतो व ते त्यात यशस्वी होतात. अनुभवनिष्ठ शास्त्रे शुद्ध निगामी पद्धतीजवळ जाण्याचा प्रयत्न करतात; परंतु ते त्यांना शक्य नसल्यामुळे त्यांची अशुद्ध निगामी (अभ्युपगमात्मक निगमन) प्रणाली निर्माण होते.

अनुभवनिष्ठ विज्ञान निरीक्षणायोग्य व अनुभव घेता येण्यासारख्या घटनांचा अभ्यास करते. या विज्ञानाची सुरुवात व शेवट तथ्यांच्या निरीक्षणाने होतो. विज्ञानातील नियम, घटनांच्या निरीक्षणावरून (अनुभवाच्या) सुचलेले असतात. त्यांचे प्रत्यंतर निरीक्षण/ अनुभवाच्या साहाय्याने घेतले जाते.

विज्ञानातील नियम घटनावलंबी असतात व त्यांचा खरेखोटेपणा घटनांच्या अनुभवावर अवलंबून असतो. हे नियम संभाव्य स्वरूपाचे असतात. अनुभवनिष्ठ विज्ञानाचे हे विशेष आकारीक शास्त्रात दिसत नाहीत.

आकारीक शास्त्रांचा निरीक्षणाशी/निरीक्षित घटनांशी काहीही संबंध नसतो. निसर्ग घटनांचे स्पष्टीकरण करणे हा त्यांचा हेतू नसतो. म्हणून आकारीक शास्त्रांची विधाने अनुभवनिरपेक्ष असतात. उदा. (अ+ब) (अ-ब) = अ^२ - ब^२ हे गणितातील विधान घटनांचे निरीक्षण करून मिळविलेले नाही. आकारीक शास्त्रांची सुरुवात अनुभवाने न होता काही गृहितकृत्यांपासून होते. या गृहितकृत्यांपासून त्या शास्त्रातील इतर सर्व विधाने निष्कर्षित केलेली असतात.

आकारीक शास्त्रातील नियम अनुभवात्मक विज्ञानाप्रमाणे घटनावलंबी नसून तार्किकदृष्ट्या आवश्यक असतात. उदा. 'जर एखादी वस्तू 'अ' असेल तर ती 'न-अ' असणार नाही,' हे तर्कशास्त्रातील एक विधान आहे. निसर्गातील घटनांविषयी काही माहिती असली/नसली तरीही हे विधान नेहमी खरेच राहणारे आहे. आकारीक शास्त्रातील नियम घटनावलंबी नसतात. आकारीक शास्त्रांत गृहीतकांपासून निगमनाने निष्कर्ष काढले जात असल्यामुळे ते निश्चित असतात.

आकारिकशास्त्रे अनुभवनिष्ठ विज्ञानापेक्षा वेगळी असली तरी ती विज्ञानातील संशोधनासाठी आवश्यक असतात. गणिती सूत्रे व समीकरणे सर्व प्रगत शास्त्रांच्या संशोधनात आढळतात. अनुभवात्मक विज्ञानाची संशोधनपद्धती ही मूलतः तर्कशुद्ध विचारांची पद्धती आहे. संशोधन करताना शास्त्रज्ञ जो विचार करतो तो तर्कशुद्ध नसेल तर त्याच्या संशोधनाचे निष्कर्ष चुकीचे निघतात. शास्त्रीय संशोधनासाठी तर्कशास्त्रही आवश्यक आहे.

गणित व तर्कशास्त्र ही अनुभवात्मक विज्ञानातील संशोधनाची महत्त्वाची साधने आहेत.

नैसर्गिक आणि सामाजिक शास्त्रातील फरक

नैसर्गिक व सामाजिक शास्त्रे हे अनुभवनिष्ठ विज्ञानांचे वर्गीकरण महत्त्वाचे आहे. येथे विज्ञान व शास्त्रातील मूळ फरक बाजूस ठेवून त्यांचा एकच अर्थ विचारात घेतला जातो. अनुभवनिष्ठ विज्ञानाचे अनेकत्व त्यांच्या भिन्न भिन्न अभ्यास विषयांमुळे निर्माण झाले. नैसर्गिक व सामाजिक शास्त्रातील फरक हा- १) अभ्यासविषय, २) संशोधन पद्धती व तंत्रे, ३) विकास पातळी- याबाबत आहे.

१) अभ्यासविषय - नैसर्गिक व सामाजिक शास्त्रे अनुभव विश्वाच्या भिन्न भिन्न भागांचे स्पष्टीकरण करतात. नैसर्गिक तथ्यांचा अभ्यास नैसर्गिक शास्त्रात, तर सामाजिक तथ्यांचा अभ्यास सामाजिकशास्त्रात केला जातो.

भौतिक व जैविकशास्त्रे ही अनुक्रमे निर्जीव व सेंद्रिय निसर्ग घटनांचा अभ्यास करतात, तर समाजाच्या संदर्भात मानवाचे जे वर्तन होते त्याचा अभ्यास सामाजिकशास्त्रे करतात. मनुष्याचे शरीर ही एक भौतिक वस्तू आहे व मनुष्य हा एक सेंद्रिय प्राणी असल्याने मानवाचा समावेश नैसर्गिकशास्त्रांच्या अभ्यासात होतो, पण त्याच्या सामाजिक वर्तनाचा अभ्यास सामाजिकशास्त्रात होतो.

२) संशोधन पद्धती व तंत्रे - सर्व शास्त्रे संशोधनासाठी अभ्यास विषयानुरूप वैज्ञानिक पद्धतीचा वापर करतात. नैसर्गिक शास्त्रात प्रयोगांचा जास्त वापर होतो, तर चल घटकांची संख्या जास्त असल्याने सामाजिक विज्ञानात प्रयोग करणे कठीण असते, तसेच असे प्रयोग करणे काहीवेळा अनैतिकही असते.

३) विकासाची अवस्था - नैसर्गिकशास्त्रातील अभ्यासपद्धती व संशोधन तंत्रे सामाजिकशास्त्रापेक्षा अधिक विकसित झाली आहेत. सामाजिक विज्ञानाची प्रणाली ही वर्गीकरणात्मक असून नैसर्गिकशास्त्रांची ती सैद्धांतिक/ सांख्यिकीही आहे.

(२) विज्ञानाची उद्दिष्ट्ये, स्रोत व प्रणाली, वैज्ञानिक ज्ञान व दृष्टिकोन

विज्ञानाची उद्दिष्ट्ये

विज्ञानाची दोन परस्परपूरक अशी उद्दिष्ट्ये आहेत-

१) विज्ञान तथ्यांचा अभ्यास तथ्ये समजून घेण्यासाठी करते. निसर्गघटनांचे सत्य स्वरूप समजून घेणे, हे विज्ञानाचे प्रमुख उद्दिष्ट होय. विज्ञान 'ज्ञानासाठी ज्ञान' मिळविते. हे ज्ञान नियमांच्या/ सिद्धांतांच्या स्वरूपाचे असल्याने यास 'सैद्धांतिक उद्दिष्ट' म्हणतात.

२) व्यावहारिक उपयोगासाठी ज्ञान हे विज्ञानाचे दुसरे उद्दिष्ट आहे. वैज्ञानिक ज्ञानाचा मानवाच्या फायद्याकरिता उपयोग होतो. व्यावहारिक उपयोग करून घेण्याच्या उद्देशाने जे शास्त्रीय संशोधन केले जाते, त्याला 'उपयोजित संशोधन' म्हणतात. या उद्दिष्टाला 'व्यावहारिक उद्दिष्ट' म्हणतात.

विज्ञानाचे स्रोत

वैज्ञानिक ज्ञान मिळविण्यासाठी जी पद्धती वापरतात ती ज्ञान मिळविण्याची एकमेव पद्धती नसून ज्ञानाचे चार प्रमुख उगमस्रोत म्हणजे - १) सवय, २) अंतर्ज्ञान, ३) सामान्यज्ञान आणि ४) अधिकार.

या चार मार्गांना ज्ञानाचे 'अशास्त्रीय उगमस्रोत' असे म्हटले जाते. कारण या मार्गाने मिळणारे ज्ञान काहीवेळा उपयुक्त ठरले तरी पुष्कळदा ते अविश्वसनीय, असत्य किंवा सबळ, वस्तुनिष्ठ पुराव्यांचा आधार नसलेले असते.

विज्ञानाचे संघटन व प्रणालीकरण

वैज्ञानिक ज्ञानाची व्यवस्था दोन प्रकारे करता येते -

१) विज्ञानातील संकल्पनांच्या साहाय्याने निर्माण होणाऱ्या व्यवस्थेला समस्तर संघटन म्हणतात, २) सिद्धांतामुळे निर्माण होणाऱ्या व्यवस्थेला स्तंभीय संघटन म्हणतात. विज्ञान म्हणजे तथ्यांच/माहितीचे केवळ संकलन नसून ते तथ्यांविषयीच्या ज्ञानाचे सुसंबद्ध संघटन होय. विज्ञानातील नियम म्हणजे तथ्यांचे एक प्रकारचे संघटन असते. असे अनेक नियम एकमेकांशी विशिष्ट पद्धतीने जोडून एक रचना/व्यवस्था निर्माण करणे हे विज्ञानाचे कार्य आहे.

विज्ञानाच्या विकासात पुढील तीन अवस्था दिसतात-

१) पहिला टप्पा - तथ्यांचे वर्गीकरण करून, त्यातील सहसंबंध तपासून त्यांचे स्पष्टीकरण करण्याचा प्रयत्न होतो. या अवस्थेतील नियम संख्याशास्त्रीय सामान्यीकरणांच्या स्वरूपाचे असतात. या अवस्थेत अनुभवसिद्ध सामान्यीकरण व सिद्धांत ऋचितच दिसतात.

२) दुसरा टप्पा - तथ्यांचे वर्गीकरण करण्याचे काम बहुतांशी पूर्ण झाल्याने अनुभवसिद्ध सामान्यीकरणे प्रस्थापित होतात, पण त्यांची विकसित स्वरूपातील निगमनात्मक व्यवस्था तयार झालेली नसते.

३) तिसरा टप्पा - त्या शास्त्रातील सर्व मूलभूत संकल्पना काटेकोरपणे परिभाषित केल्या जातात. संख्याशास्त्रीय परिभाषेचा किंवा गणिती सूत्रांचा/संज्ञांचा यासाठी वापर केला जातो, नियमही काटेकोरपणे मांडले जातात. शास्त्रीय नियमांची वा सिद्धांतांची निगमनात्मक स्वरूपाची व्यवस्था निर्माण होण्यास प्रारंभ होतो.

भौतिकशास्त्रे विकासाच्या तिसऱ्या अवस्थेत, जैविक शास्त्रे दुसऱ्या अवस्थेत, तर सामाजिक शास्त्रे विकासाच्या पहिल्या टप्प्यावर आहेत. सर्व शास्त्रांमध्ये पदार्थविज्ञान सर्वात अधिक विकसित झाले आहे. त्या शास्त्राची विकास प्रक्रिया अजूनही सुरुच आहे.

विज्ञानाच्या प्रणाली : विज्ञानाचे ज्ञान केवळ एकत्र केलेले नसते तर त्या ज्ञानाची एक शिस्तबद्ध प्रणाली निर्माण होते. विज्ञानात ४ प्रमुख प्रणाली आहेत.- १) वर्गीकरणात्मक, २) कारणविषयक, ३) सांख्यिकी व ४) सैद्धांतिक.

१) 'वर्गीकरणात्मक प्रणाली' ही प्राथमिक असते. त्याने अभ्यासत सुलभ होतो. वर्गीकरण हे त्याच्या उद्देशानुसार बदलत जाते. साम्यभेदानुसार वस्तू, पदार्थ/घटना यांचे पडलेले गट म्हणजे वर्गीकरण होय. विज्ञान इतिहासात वर्गीकरणाला महत्त्वाचे स्थान आहे.

२) कारणात्मक प्रणालीनुसार प्रत्येक घटनेस कारण असते. कारण कार्यसंबंध प्रस्थापित झाल्यावर ते बदलत नाहीत.

शास्त्रज्ञ घटनांचे निरीक्षण करून त्या घटनांमधील कार्यकारणभाव शोधतो. त्यातूनच कारणविषयक प्रणाली निर्माण होते.

३) गणिती प्रणालीनुसार शास्त्रीय संकल्पना गणिताच्या माध्यमातून व्यक्त केल्या जातात. उपपत्ती ही सामान्य तत्त्वे असतात. गणिती सूत्रे वैज्ञानिक ज्ञानाला व्यक्तिनिरपेक्ष करतात. प्राप्त झालेले ज्ञान एका विशिष्ट घटनेपुरते असले तरी त्या प्रकारच्या सर्वच समघटनांबाबत शास्त्रज्ञ गणिती पद्धतीने एक व्यापक विचार मांडतात.

४) वर्गीकरणात्मक प्रणाली ही पायाभूत आहे, तर सैद्धांतिक प्रणाली ही विज्ञान विकासातील शेवटच्या अवस्थेतील प्रणाली आहे. काहीजणांच्या मते सांख्यिकी प्रणालीही उच्च श्रेणीची असते.

(३) विज्ञानाची पूर्वगृहीतके, वैज्ञानिक पद्धती, वैज्ञानिक ज्ञानाची उत्क्रांती, आधुनिक शास्त्रज्ञ

१) विज्ञानाची पूर्वगृहीतके

१८ व्या शतकापर्यंत विज्ञान व तत्त्वज्ञान यांना वेगळे समजले जात नव्हते, तत्त्वज्ञानामध्ये कधी कधी हे जग वास्तविक नाही, ते मिथ्या आहे, अशी भूमिका घेतली जाते. परंतु विज्ञानाने १८ व्या शतकात या भूमिकेला फाटा दिला व निसर्ग हे सत्य असून ते कोणाच्या असण्या-नसण्यावर अवलंबून नाही. म्हणजेच वास्तविक आहे. त्यामुळे विज्ञानात प्रत्येक कृती करीत असताना इथला निसर्ग वास्तविक आहे याचे भान ठेवलेले असते, जर निसर्गाला वास्तविक मानले नाही तर विज्ञानाचा पायाच ढासळेल. म्हणून तर विज्ञानाने निसर्ग वास्तविक आहे हे पहिले गृहीततत्त्व म्हणून स्वीकारले आहे.

उपलब्ध माहितीमध्ये 'स्पष्टीकरण, प्रचिती व सिद्धता' ही वैशिष्ट्ये निर्माण करणाऱ्या मूलभूत तत्त्वांना विज्ञानाची पूर्वगृहीतके म्हणतात. एखाद्या वस्तूचे वा विषयाचे यथार्थ ज्ञान मिळविण्यासाठी ज्या गोष्टी गृहीत धरल्या जातात त्यांनाही विज्ञानातील पूर्वगृहीतक असे म्हटले जाते. निसर्ग हा सत्य व वास्तविक आहे ही संकल्पना पूर्वगृहीतकांचा मूल गाभा आहे. प्रत्येक शास्त्र ज्या काही गृहीत कल्पनांवर आधारित असते व जी त्यातील मूलभूत तत्त्वे असतात, त्यांना स्वयंसिद्ध तत्त्वे म्हणतात. ती सिद्ध होऊ शकत नसल्याने ती पूर्वगृहीतके या नावाने ओळखली जातात. निसर्ग सत्य आहे, वास्तविक आहे, कारण संपूर्ण अनुभवजन्य विश्व वास्तविक आहे असा शास्त्रज्ञांचा दृढविश्वास असतो.

शास्त्रीय ज्ञान आणि अनुभव यांचा मूलतः एकमेकांशी संबंध असतो. तंत्रविज्ञानात विकास करण्यासाठी किंवा वैज्ञानिक प्रश्न सोडविण्यासाठी बऱ्याचदा विविध क्षेत्रांतील ज्ञान व अनुभव यांना एकत्रित आणावे लागते. पर्यावरणातील प्रदूषण पडताळण्यासाठी व त्यावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, जीवशास्त्र, गणितशास्त्र, समाजशास्त्र इत्यादी क्षेत्रांतील वैज्ञानिकांचा संबंध येतो.

बायोगॅस, पवनशक्ती/सूर्यशक्ती जे कधीही संपत नाहीत अशा ऊर्जा साधनांचे संशोधन करून त्यांची उपयोगिता अभ्यासण्यासाठी विविध क्षेत्रांतील वैज्ञानिकांना एकत्र यावे लागते. त्यांना आपले ज्ञान व कार्य एकत्रित करावे लागते. सध्या प्राकृतिक विज्ञानाच्या विविध क्षेत्रांच्या सीमारेषा पुसट झाल्या आहेत.

पूर्वकल्पना बांधणे (अभ्युपगमन), हा वैज्ञानिक पद्धतीतील महत्त्वाचा टप्पा आहे. ज्या गोष्टीचा अभ्यास सुरू आहे त्यासंबंधी तर्कावर आधारित केलेले विधान म्हणजे पूर्वकल्पना होय. उपस्थित केलेल्या प्रश्नाला उत्तर शोधण्याचा तो एक प्रयत्न असतो. ज्या गोष्टीचे संशोधन करायचे, त्यासंबंधीची ज्ञात असलेली सर्व निरीक्षणे लक्षात घेऊन पूर्वकल्पनेची निर्मिती केली जाते.

पूर्वकल्पनेमुळे एखाद्या घटनेच्या ज्ञात असलेल्या भागाचे विश्लेषण केले जाते किंवा तिच्या अज्ञात पण शक्य भागाबद्दल भविष्य वर्तविता येते. अनुभव व तर्क यांच्या आधारे स्वयंस्फूर्त अंदाज असे पूर्वकल्पनेचे वर्णन करतात. पूर्वकल्पना बांधण्यासाठी विगमनात्मक व निगमनात्मक या दोन्ही प्रकारचे तर्क वापरता येतात.

१) विज्ञानातील गृहीतके, मूलतत्त्वे आणि स्वयंसिद्ध तत्त्वे हा विज्ञानाचा पाया आहे.

२) गृहीत तत्त्व हे अत्यंत प्राथमिक तत्त्व असते.

३) प्रत्येक शास्त्र काही गृहीतकल्पनांवर आधारित असते. ती त्यातील मूलभूत तत्त्वे असून त्यांना स्वयंसिद्ध तत्त्वे

म्हणतात.

४) ती सिद्ध होऊ शकत नाहीत.

अशा प्रकारची विज्ञानाची पूर्वगृहीतके पुढीलप्रमाणे -

१) नैसर्गिक नियमबद्धता व एकविधता

२) नैसर्गिक वास्तविकता

३) नैसर्गिक सुव्यवस्थितपणा

४) कार्यकारणभाव

५) वैज्ञानिक सरलता.

१) नैसर्गिक वास्तविकता :

निसर्ग वास्तविक आहे. निसर्गाचा श्रवण, दृष्टी आणि आकलनाद्वारे अनुभव घेता येतो. शास्त्रज्ञाची अनुभवजन्य निसर्गावर आणि त्याच्या अस्तित्वावर नितांत श्रद्धा असते. संपूर्ण विश्व वास्तविक असते. लोकांनी विश्वातील घटना पाहिल्या अगर न पाहिल्या तरी त्या घडतच असतात. स्थल आणि काल निरपेक्ष विश्वाचे अस्तित्व आहे. त्याचे ज्ञान होण्यामागे *निरीक्षण* ही अत्यंत महत्त्वाची कृती आहे.

२) नैसर्गिक सुव्यवस्थितपणा :

निसर्ग सुव्यवस्थित आहे - सुव्यवस्थेचा अर्थ असा की निसर्गातील विशिष्ट घटना काही प्राथमिक गुणधर्म दर्शवितात. निसर्ग सुव्यवस्थित आहे याची कल्पना *थेल्स* या तत्त्ववेत्त्यास होती. निसर्ग कोणतीही गोष्ट गुप्त ठेवत नाही. योग्य दिशेने योग्य प्रयत्न डोळसपणे केले तर निसर्ग आपली सर्व गुपिते मानवासमोर उघडी करतो. निसर्ग सुव्यवस्थित असल्याने निसर्ग घटनांच्या नियमांचे आकलन होते.

निसर्गाची सुव्यवस्थितता पाच प्रकारची असते - १) *वर्गीकरणात्मक*, २) *कारणात्मक*, ३) *गणिती*, ४) *सैद्धांतिक*, ५) *अनुक्रमात्मक*.

ऑसिमॉव्ह या लेखकाने 'गाइड टू सायन्स' या पुस्तकात लिहिले आहे की निसर्गाच्या सुव्यवस्थेवर ग्रीक लोकांचा दृढविश्वास होता. निसर्गातील सुव्यवस्था किंवा एखाद्या घटनेच्या निरीक्षणाने सिद्ध होत नाही. त्यासाठी *अव्याहत निरीक्षणाची* नितांत आवश्यकता असते.

निसर्गातील विविध घटना परस्परांशी संबंधित असून त्या एकप्रकारे सुसंघटित असतात व जी जी घटना घडते ती निसर्गाच्या नियमानुसारच घडत असते, हे विज्ञानाचे एक महत्त्वाचे गृहीततत्त्व आहे. असे गृहीततत्त्व स्वीकारल्याशिवाय निसर्गातील नियम शोधून काढणे शक्य होणार नाही.

विज्ञान हा घटनांचा सुव्यवस्थित अभ्यास असतो. म्हणजेच विविध घटनांचे निरीक्षण करून त्यांच्यामधील क्रम शोधून काढावयाचा असतो आणि घटना कोणत्या नियमानुसार घडतात याचे स्पष्टीकरण करावयाचे असते. विज्ञान घटनांचा क्रम लावते यातून असे ध्वनित होते की निसर्गातील घटनांमध्ये क्रम किंवा सुसंघटितता असते.

३) नैसर्गिक एकविधता :

निसर्ग एकविधतेचे तत्त्व - निसर्ग आणि त्याच्या नियमबद्धतेवर असणारी अढळ आणि नितांत श्रद्धा म्हणजे निसर्ग एकविधतेचे तत्त्व. निसर्गात प्रचंड विविधता आहे आणि या विविधतेच्या मुळाशी एक नियमबद्धता आहे. *समान परिस्थितीत, समान घटना, समान प्रमाणात व समान प्रकारे घडतात.* निसर्गात विविध प्रकारच्या एकरूपता आहेत. यालाच निसर्गाची सरूपता (नियमबद्धता) असे म्हणतात.

या तत्त्वानुसार निसर्ग एकविध आहे असे मानले जाते. शास्त्रज्ञांमध्ये जेव्हा एखादा नियम किंवा सिद्धांत मांडला जातो, तेव्हा शास्त्रज्ञ ज्ञाताकडून अज्ञाताकडे झेप घेत असतो. ज्ञात असतात, त्या निरीक्षणात दिसून आलेल्या विशिष्ट घटना अथवा वस्तुस्थिती.

नियम हा प्रत्यक्ष निरीक्षण न केलेल्या अज्ञात घटनांविषयी असतो. एखादा शास्त्रीय सिद्धांत वैध म्हणून स्वीकारण्यासाठी तो त्याहूनही अधिक सामान्य समावेशक अशा तत्त्वातून सिद्ध झालेला असला पाहिजे. हे सर्वसमावेशक तत्त्व म्हणजे

एकविधता. विज्ञानाला असे गृहीत धरावे लागते की “जे काही विशिष्ट गोष्टीविषयी सत्य आहे ते त्या प्रकारच्या सर्व गोष्टींविषयी सदैव सत्य असलेच पाहिजे”, हे निसर्गाच्या एकविधतेचे तत्त्व होय.

जे. एस्. मिलच्या मतानुसार निसर्गाच्या एकविधतेच्या तत्त्वानुसार सृष्टीमध्ये समांतर घटना घडत असतात. त्याच्या मतानुसार निसर्गात दोन प्रकारच्या एकविधता आढळतात -

(१) साहचर्यातील एकविधता

(२) आनुक्रमिक एकविधता

निसर्ग एकरूपतेच्या तत्त्वाला इंग्रजीत Principle of uniformity of nature म्हटले जाते. या तत्त्वाचा इंग्रजीतून मराठीत अनुवाद करित असताना त्याचे वेगवेगळे अर्थ निघतात. परीक्षेच्यादृष्टीने ते सर्व अर्थ पुढीलप्रमाणे-

- १) निसर्गात एकरूपता आहे.
- २) निसर्गात घटनांची पुनरावृत्ती होते.
- ३) निसर्गात ठरावीक कारणांपासून ठरावीकच कार्य घडते.
- ४) अनागत काळ व अतीत काळ यात सारूप्य असते.
- ५) अज्ञात गोष्टी, ज्ञात गोष्टी सारख्याच असतील.
- ६) निसर्गात नियमांचे साम्राज्य आहे.
- ७) समान परिस्थितीत निसर्ग सारख्याच रीतीने वागतो.

वरील सर्व विधाने वाचल्यानंतर मनात प्रश्न येतो तो असा की, निसर्गात नियमबद्धता कोठे आहे? निसर्गात एकरूपता तर कोठेही आढळत नाही. आजचा दिवस व उद्याचा दिवस यात कितीतरी फरक आहे. कधी आकाश ढगाने भरलेले असते, कधी निरभ्र, कधी पाऊस जास्त पडतो, तर कधी वादळे होतात, तर कधी वाऱ्याच्या एका झुळकेची वाट पाहावी लागते. जमिनीवर पाहावे तर कुठे सखल आढळते, तर कोठे डोंगराळ भाग. नद्यांचीही तीच अवस्था! काही मोठ्या, काही लहान. वृक्षांच्या बाबतीतही तेच! एकाच आकाराच्या आणि एकाच प्रकारच्या बियांमधून निर्माण होणारे वृक्षसुद्धा एकसारखे नसतात. निसर्गात वैविध्य अगर निराळेपणा ओतप्रोत भरून राहिलेला आहे.

कार्वेथ रीडसारख्या शास्त्रज्ञाला निसर्ग नियमबद्ध किंवा समरूप आहे असे वाटत नाही, त्याला वाटते निसर्गात एकरूपता असण्यापेक्षा भिताच अधिक आहे.

वरील सर्व विधाने पाहिल्यानंतर वाटते की विश्वात एकरूपताही नाही आणि तो निसर्ग नियमांनी बद्धही नाही. पण हे खरे नाही, कारण वरवर पाहता निसर्ग जरी अव्यवस्थित वाटत असला तरी तसे नाही. निसर्गाच्या वागण्यात काहीतरी सूत्रबद्धता आहे. म्हणून तर सर्व दैनंदिन व्यवहार चालू आहेत. ऋतुचक्र नियमांनी बद्ध आहे. सूर्य उगवणे-मावळणे यात नियमबद्धता आहे. तहान लागल्यावर सर्वजण पाणी पितात, भूक लागल्यावर अन्नाचे सेवन केले जाते. गुरुत्वाकर्षणाचा नियम सर्व पदार्थांना लागू होतो. भरती-ओहोटीच्या वेळा नियमानुसार घडतात. अशा असंख्य बाबींमधून निसर्गाची नियमबद्धता दिसून येते.

निसर्ग म्हणजे गडबड, गोंधळ, अव्यवस्था अथवा अस्ताव्यस्तपणा नव्हे. निसर्ग हे एक मोठे साम्राज्य आहे. नियंत्रण संस्था आहे. सगळी क्षेत्रे ही त्याचे विभाग आहेत म्हणून निसर्गाची समरूपता असे म्हणण्याऐवजी निसर्गाची एकता असे म्हणावे असे वेल्टन या शास्त्रज्ञाला वाटते. एकतेचा अर्थ निसर्ग एकछापाचा, न बदलणारा, अविचल आहे असा घ्यावयाचा नाही तर निसर्गाच्या अनंत व्यापारातून, अनंत घटकांमधूनही एकसूत्रता आहे असा घ्यावयाचा, असा वेल्टनने खुलासा केला. निसर्ग म्हणजे अराजक नसून सुसंघटित राज्य आहे. प्रकृती समरूपतेचे तत्त्व हा विगमनाचा एक आधार मानण्यात येतो. जे. एम. मिल्सच्या मते सर्व विगमनांचा मूलाधार निसर्ग एकरूपतेचे तत्त्व आहे.

निसर्ग (प्रकृती) समरूपतेचे प्रकार

(१) सह-अस्तित्वाची समरूपता-निसर्गात दोन गोष्टींचे अस्तित्व एकत्र नांदत असते. ते एकमेकांपासून वेगळे दाखविता येत नाही, म्हणजेच त्या दोघांचे अस्तित्व नेहमी एकत्रच दिसते, ही एकप्रकारची समरूपता आहे. उदा. साखर व गोडी या दोन बाबी एकत्रच आढळतात. बर्फ-शीतलता या बाबी एकमेकांपासून बाजूला काढता येत नाहीत. पदार्थ आणि त्यांचे अत्यंत प्राथमिक गुण एकाच वेळी अस्तित्वात असतात. पदार्थांपासून त्यांचे अत्यंत प्राथमिक गुण अलग

करता येत नाहीत.

(२) **अनुवर्तनाची समरूपता** - निसर्गात ज्या घटना अनुक्रमाने घडत असतात त्यात अनुवर्तनाची समरूपता असते. उदा. दिवस-रात्र, उन्हाळा-पावसाळा-हिवाळा. अमावास्या-पौर्णिमा इत्यादी घटना आपला क्रम चुकवीत नाहीत म्हणून यास अनुवर्तनाची समरूपता म्हटले जाते. निसर्गातील घटना एकामागून एक अशा विशिष्ट अनुक्रमाने घडत असतात. तो अनुक्रम बदलत नाही किंवा नष्ट होत नाही. त्यास अपवाद नसतो.

(३) **सातत्याची समरूपता**- विश्वात जरी निरनिराळे बदल दिसत असले तरी पदार्थ व शक्ती यांचे परिमाण कायमच राहते व त्यालाच पदार्थाच्या व ऊर्जेच्या अविनाशित्वाचा नियम असे संबोधतात. ही सातत्याची समरूपता होय. उदा. विद्युतउर्जेचे चुंबकीय ऊर्जेत रूपांतर होणे.

कार्यकारण संबंधात निश्चितता असते. समान प्रकारच्या कार्याच्या मुळाशी समान प्रकारची कारणे असतात.

तर्कशास्त्रज्ञ 'सुझन स्टेबिंग' ने या प्रकारास 'गुणात्मक एकरूपता' असे म्हटले आहे. त्यांनी त्यांचा मुद्दा 'ए मॉडर्न इंट्रोडक्शन टू लॉजिक' या ग्रंथात स्पष्ट केला आहे.

(४) **कार्यकारणाची समरूपता** - जर परिस्थिती सारखी असेल तर समान परिस्थितीत समान कारणे समान कार्य घडवीत असतात, अशा प्रकारच्या समरूपतेला कार्यकारणेची समरूपता असे म्हणतात.

४) नैसर्गिक सरलता :

शास्त्रज्ञ नेहमी सरळ सिद्धांत पसंत करतात. गॅलिलिओ व केपलर यांनी याचा वापर केला. टॉलेमीचा भूकेंद्री सिद्धांत सरळ नव्हता, म्हणून बाद ठरवला गेला. आईनस्टाईनचा सापेक्षता सिद्धांत समजण्यास सोपा नाही, पण तो सरळ आहे म्हणून तो मान्य पावला. ज्यात कमीतकमी संकल्पनांचा वापर केलेला असतो, त्या सिद्धांतास सरळ म्हणतात. अशा संकल्पना प्राथमिक स्वरूपाच्या असतात.

सूर्यकेंद्री सिद्धांत भूकेंद्री सिद्धांतापेक्षा जास्त सरळ आहे, कारण तो खोटा ठरण्याची शक्यता कमी आहे. सापेक्षतावाद व ऊर्जापुंज सिद्धांताबाबत तेच आहे. कारण अभासीत्वाची शक्यता कमी आहे.

नेहमी अधिक सरळ असा सिद्धांत / अभ्युपगम स्वीकारण्याकडे शास्त्रज्ञांचा कल असतो. गुंतागुंतीचा जटिल सिद्धांत टाळण्याची त्यांची वृत्ती असते. सिद्धांत किंवा कोणतेही स्पष्टीकरण हे सुलभ आणि सरळ असावे, याविषयी शास्त्रज्ञ आणि तत्त्वज्ञ यांच्यात एकमत दिसून येते. परंतु सरळ किंवा सुलभ म्हणजे काय? त्याच्यावर मात्र एकमत नसून वेगवेगळे तत्त्वज्ञ आणि शास्त्रज्ञ या तत्त्वाची उकल वेगवेगळ्या पद्धतीने करतात, त्याचा अर्थ वेगवेगळ्या पद्धतीने लावतात.

सरलतेच्या तत्त्वाचे उपघटक -

(१) मूलभूत संकल्पनांची कमी संख्या.

(२) अर्थवादाचा नियम,

(३) गतिमान सरलता,

(४) अभासीत्वाची शक्यता,

(१) ज्यामध्ये कमीतकमी मूळ संकल्पनांचा वापर होतो असा सिद्धांत अभ्युपगम किंवा स्पष्टीकरण सरळ आहे असे म्हटले जाते. नैसर्गिक घटनांचे स्पष्टीकरण देण्यासाठी मांडण्यात आलेल्या सिद्धांतात शक्यतो संकल्पनांचे अवडंबर माजलेले असता कामा नये. म्हणजेच एखादा सिद्धांत कमीतकमी संकल्पनांद्वारे जास्तीत जास्त घटनांचे स्पष्टीकरण देत असेल त्याला सरळ असे म्हणता येईल.

(२) सरलतेची संकल्पना बचतीच्या संकल्पनेशी जोडली जाते. मध्ययुगीन तत्त्ववेत्ता विल्यम ओकम याने ही संकल्पना मांडली. त्याच्या मतानुसार एखाद्या गोष्टीचे स्पष्टीकरण करताना विनाकारण संकल्पना वाढवू नयेत. यालाच स्पष्टीकरणातील बचत (ओकमचा वस्तरा) असे म्हणतात. कोणत्याही घटनेचे स्पष्टीकरण करताना कमीतकमी पदांचा (शब्दांचा) वापर करून कमाल आशय विशद केला गेला पाहिजे. या तत्त्वाला 'ओकमचा वस्तरा' असेही म्हणतात.

(३) काही तत्त्वज्ञांच्या मते जो सिद्धांत अधिकाधिक घटनांचे यथातथ्य स्पष्टीकरण करतो आणि अचूक भविष्यकथन करण्यासाठी मदत करतो, तोच सरळ सिद्धांत होय. न्यूटनचा सिद्धांत केपलरच्या सिद्धांतापेक्षा सरळ होता, तर आईनस्टाईनचा सिद्धांत न्यूटनपेक्षा सरळ. म्हणजेच सरलता हीदेखील सापेक्ष असते

(४) कार्ल पॉपरच्या मते जो सिद्धांत अधिक सुलभतेने खोटा ठरविला जाऊ शकतो, तो अधिक सरल असतो.

सरलतेच्या तत्वांचे समर्थन

(१) काही शास्त्रज्ञांच्या मते सरलतेच्या समर्थनाची आवश्यकता नाही. विज्ञान घटनेचे स्पष्टीकरण देण्याचा प्रयत्न करते व एखादी गोष्ट स्पष्ट करणे म्हणजेच ती अधिक सोपी करणे. परंतु अशा प्रकारचे समर्थन स्वीकारता येत नाही, कारण स्पष्टीकरणाची संकल्पना सरलतेहून वेगळी आहे.

(२) गॅलिलिओ, केपलर, न्यूटन व आईनस्टाईन यांच्या मते निसर्गातील मूलभूत नियम हे सरल स्वरूपाचे असतात. त्यामुळे निसर्गाच्या ज्ञानप्राप्तीसाठी आपणास सरलता तत्वाची गरज भासते.

(३) काही शास्त्रज्ञ सरलतेचे समर्थन विगमनात्मक अनुमान पद्धतीनेही देतात. त्यांच्या मते, अधिक सरल असलेले सिद्धांत घटनांचे स्पष्टीकरण देण्यात यशस्वी ठरले आहेत. त्यामुळे भविष्यकाळातही सरल सिद्धांतच यशस्वी ठरतील.

(४) मॅक व पिअर्सन यासारख्या शास्त्रज्ञांच्या मते विज्ञान हे निसर्गाचे वर्णन कमीतकमी शब्दांत देण्याचा प्रयत्न करते. त्यामुळे विविध सिद्धांतांमधून सर्वांत सरल असा सिद्धांत स्वीकारणेच सयुक्तिक ठरते. अधिक सरल सिद्धांतांना प्राधान्य देणे हे विज्ञानाचे धोरण आहे.

(५) विज्ञानातील अभ्युपगम सत्य आहेत की नाही याचा शोध घेणे विज्ञानाचे कार्य आहे. कार्ल पॉपरच्या मते सरल अभ्युपगम स्वीकारावा, कारण तो तत्परतेने खोटा ठरविला जाऊ शकतो.

पॉपरचा युक्तिवाद धोरण म्हणून स्वीकारता येईल, पण समर्थन करता येणार नाही. कारण ग्रह वर्तुळाकार भ्रमण करतात, हा सिद्धांत असताना, ग्रह लंबवर्तुळाकार भ्रमण करतात, हा कठीण सिद्धांत स्वीकारला व तो सत्य ठरला.

सरलतेच्या तत्वाचे समर्थन करता येत नाही, परंतु शास्त्रज्ञ नेहमी सरल सिद्धांताला प्राधान्य देतात म्हणून ते विज्ञानातील एक गृहीततत्त्व मानण्यात येते.

आधुनिक काळात कारणाचे वर्णन आवश्यक व पुरेशा घटनांचा समुच्चय जो निरपवादपणे व त्वरित कार्याच्या आधी होतो, अशा प्रकारे करतात. गॅलिलिओ व केपलरने त्याचा नकळतपणे वापर केला आहे.

५) कार्यकारण सिद्धांत / कार्यकारणभावाचे तत्त्व:

निसर्गातील प्रत्येक घटनेस कारण असते. प्रत्येक घटना त्या आधीच्या घटनेशी निश्चितपणे निगडित असते. ज्यावेळी दोन घटना कारण सिद्धांताने जोडल्या जातात तेव्हा एकीत झालेला बदल दुसरीत बदल घडवून आणतो.

जे. एस्. मिलच्या भाषेत बोलावयाचे झाल्यास "ज्या घटनेला वा वस्तूला आरंभ असतो त्या त्या घटनेला वा वस्तूला काही तरी कारण असते."

निसर्ग एकविधतेच्या सिद्धांताप्रमाणे कारण सिद्धांतसुद्धा विज्ञानातील अतिशय प्राथमिक गृहीततत्त्व आहे.

ऑरिस्टॉटलने उद्देशमूलक (हेतुमूलक) कारण कल्पना मांडली. त्याचे मत असे होते की, प्रत्येक घटनेमागे काही ना काही उद्देश असतो. त्यामुळे ऑरिस्टॉटलने कारणाची चौभागी संकल्पना मांडली. विश्वात जे जे होते ते सर्व हेतुपुरस्सर होते अशी त्याची दृढ भावना होती.

पुढे काळाच्या ओघात कारणाच्या कल्पनेत खूप बदल झाले. त्यातून कारणाची 'यांत्रिक संकल्पना' मांडली गेली. न्यूटन आणि गॅलिलिओ हे त्याचे पुरस्कर्ते होते.

प्रसिद्ध तर्कशास्त्र जॉन स्टुअर्ट मिलच्या मते, 'कारण म्हणजे भावात्मक व अभावात्मक घटकांचा समुच्चय आहे.'

गॅलिलिओची कारणाची कल्पना पुढीलप्रमाणे आहे- 'त्या आणि केवळ त्याच घटनेस कारण म्हणता येईल की, जिच्या अस्तित्वावर लगेच कार्य घडून येते व जिच्या नष्ट होण्याने कार्यही नष्ट होते. कारणात गुणात्मक/परिणामात्मक बदल निर्माण झाल्यास कार्यातसुद्धा त्या स्वरूपाचा बदल निर्माण होतो.'

कारण म्हणजे अत्यावश्यक व पुरेशा घटकांचे एकत्रीकरण असून ते नेहमीच कार्याच्या त्वरित आधी घडते.

कारण निरपवाद असते व नित्य असते.

गुणात्मकरीत्या कारण ही घटना त्वरित, नित्य, निरपवाद, स्वयंसिद्ध असून ती कार्याच्या आधी घडत असते.

गुणात्मकरीत्या कारण आणि कार्य समसमान असतात.

बेन याने म्हटले आहे की, प्रत्येक घटना कोणत्या तरी घटनेशी संबंधित असते. ती मागची घटना घडली तरच ती पुढची घडेल आणि मागची घडली नाही तर पुढचीही घडणार नाही. म्हणजेच शून्यातून काहीही निर्माण होत नसून त्याला कोणत्यातरी घटना कारणीभूत असतात. बेनच्या भाषेत सांगावयाचे तर अवचित/आपोआप कोणतीही घटना व तिच्यातील बदल अथवा स्थित्यंतर घडू शकत नाही.

कार्यकारणभावाचे तत्त्व हा वैज्ञानिक विगमनाचा आधार असून ते वैज्ञानिक विगमन इतर विगमनांपासून वेगळे असण्याचे कारण आहे.

कार्यकारणभावाचे तत्त्व हे विज्ञानातीलदेखील गृहीतत्त्व आहे. प्रत्येक घटनेमागे काय कारण आहे याचे स्पष्टीकरण व्यवहारात प्रत्येक ठिकाणी आपणास दिसून येते. अशा स्पष्टीकरणांना आपण कारणात्मक स्पष्टीकरण म्हणतो. अशी स्पष्टीकरणे विज्ञान, वैद्यक व तंत्रशास्त्रात दिलेली असतात, त्याबरोबरच सामाजिक शास्त्रातही ती असतात.

कारणात्मक स्पष्टीकरण म्हणजे प्रत्येक घटनेमागे काय कारण होते, याची मीमांसा करणे.

प्रकृती समरूपतेचा नियम व कार्यकारण नियम-

कार्यकारण नियम व प्रकृती समरूपतेचा नियम ही दोन भिन्न भिन्न तत्त्वे आहेत असे सिगवर्ट, बोझांके, वेल्टन इत्यादी शास्त्रज्ञांचे मत होते. त्यांच्या मते कार्यकारण नियमान्वये प्रत्येक घटनेला वा वस्तूला कारण असते एवढेच कळते आणि पुढे जाऊन एका ठरावीक कारणाने ठरावीक काय होते म्हणावयाचे असेल तर प्रकृती समरूपतेच्या तत्त्वांची मदत घ्यावी लागते. दोन घटनांपैकी मागचे कारण व पुढचे कार्य इतकेच ज्ञान आपल्याला कार्यकारण नियमावरून होते.

२) वैज्ञानिक पद्धती

अल्बर्ट आइन्स्टाईनच्या मते - जे "वैज्ञानिक पद्धतीचे खास वैशिष्ट्य तुम्हांला जाणून घ्यायचे असेल तर वैज्ञानिक तुम्हांला काय सांगतो त्याकडे लक्ष देऊ नका. तो काय करतो ते पहा."

वैज्ञानिक संशोधनास आवश्यक गोष्टी -

- (१) वस्तुस्थितीशी एकनिष्ठता,
- (२) शास्त्रीय उपकरणांचा उपयोग,
- (३) तात्पुरता अभ्युपगम,
- (४) गणिताचा वापर.

यामुळे संशोधनात अचूकता, व्यापकता आणि निश्चितता येते. अनुभव व पुरावा यांच्या आधारे निष्कर्ष किंवा अनुमान सांगणे म्हणजेच पुराव्यास अनुसरून नवीन ज्ञान संपादन करणे होय. यात मनाचे वैचारिक संक्रमण होऊन अनुमान प्रक्रिया सुरू होते.

वैज्ञानिक संशोधनात प्राथमिक निरीक्षणानंतर सिद्धांत कल्पनेची निर्मिती होते. अधिक निरीक्षण व संशोधन करून त्याचे निष्कर्षण झाल्यावर त्याचे रूपांतर आधी *उपपत्ती* व मग *वैज्ञानिक सिद्धांतामध्ये* होते. अर्थातच वैज्ञानिक संशोधन क्षेत्रात - निरीक्षण, संशोधनास मार्गदर्शन, घटनांचे कार्यकारण निर्णय व अंतिम नियम किंवा सिद्धांताच्या स्वरूपाची पूर्वनिश्चिती असे - सिद्धांत कल्पनेचे विविध कार्य व महत्त्व आहे. *प्रतिभा, यदृच्छा, गणनात्मक विगमन, साम्यानुमान व प्रतिकृती* हे सिद्धांत कल्पनांच्या सूचनांस कारक, उपयुक्त व पोषक ठरतात.

अभ्युपगमास किंवा सिद्धांत कल्पनेस शास्त्रीय विगमनाचा पाया किंवा वैज्ञानिक संशोधनाचा प्रारंभ म्हटले जाते. त्याच्याशिवाय शास्त्रीय निरीक्षण व प्रयोग या प्रक्रियांना मार्गदर्शन सूत्र लाभत नाही.

विचारप्रक्रियेतील दोष कमी व्हावेत व मानवाच्या विचारास नियमबद्ध व शिस्तशीर स्वरूप देण्यासाठी तर्कशास्त्राच्या २ शाखा निर्माण झाल्या - १) निगमन तर्कशास्त्र, २) विगमन तर्कशास्त्र.

निगमनात्मक तर्कशास्त्र : यातील मुद्दे अधिक स्पष्ट, सरळ असतात. एक संपूर्ण वस्तुसमूह/घटना/परिस्थिती यांच्याबद्दलचे एखादे विधान माहीत असेल तर तेच विधान तर्काने त्याच वर्गातील एका विशिष्ट वस्तूला, घटनेला/परिस्थितीला निगमनामुळे

लागू होते. निगमन तर्क करण्यापूर्वी पुराव्यांची सत्यासत्यता पडताळून पाहावी लागते.

निगमनात्मक तर्क चुकीच्या मार्गानेदेखील मिळू शकतो. निगमनात्मक तर्काने केलेल्या विधानांची सत्यासत्यता वेगवेगळी असते. अपुऱ्या पुराव्यांच्या आधाराने चटकन अनुमान काढणे चुकीचे ठरते व काढलेले निष्कर्ष सत्य आहेत की नाही हे पाहणे महत्त्वाचे असते. रसायनशास्त्रात निगमनाचा उपयोग मोठ्या प्रमाणात होतो.

निगमनात्मक तर्कशास्त्र : एखादी घटना/वस्तू/परिस्थिती याबद्दलच्या एखाद्या अंगाबद्दल, प्रत्यक्ष पुरावा असेल व त्या आधारे ती घटना/वस्तुसमूह/परिस्थिती यांच्या संपूर्ण स्वरूपाविषयी, गुणधर्माविषयी व वर्तणुकी विषयी अनुमान काढण्यासाठी या तर्काचा उपयोग होतो.

निगमन

एखाद्या सामान्य नियमावरून एका विशिष्ट बाबतीत एखादा निष्कर्ष काढला जातो, तेव्हा त्यास निगमन असे म्हणतात.

जगामध्ये आपणास ज्या ज्या काही वस्तू दिसतात, घटना दिसतात आपण त्यांना वेगवेगळ्या नावाने हाक मारतो. उदा. यापूर्वी घोडा हा प्राणी सर्वांनी पाहिला आहे, त्यातून नुसता 'घोडा' हा शब्द कोणत्या एका घोड्यांचा निर्देश करीत नसतो तर तो अखिल घोड्यांच्या जातीचा निर्देश करतो, म्हणून घोडा हे सामान्य आहे. त्याऐवजी राणा प्रतापाचा घोडा हे त्या विशिष्ट कोणाच्या तरी घोड्याचा निर्देश करते म्हणून त्याला 'विशिष्ट' असे म्हटले जाते.

खालील उदाहरण पाहा -

आधारवाक्य - { सर्व माणसे नश्वर आहेत.
प्रसाद माणूस आहे.

निष्कर्ष - ∴ प्रसाद नश्वर आहे

वरील उदाहरणात आपणास लक्षात येईल की, निगमनात आधारवाक्यांच्या आधारे निष्कर्ष काढला जातो. तो निष्कर्ष हा अनेकांबद्दल नसून कोण्या एका (विशिष्टाबद्दल) प्रसादाबद्दल आहे. मात्र आधारवाक्यातील पहिले वाक्य पाहा. ते अखिल मानवाविषयी आहे. म्हणजे आपण निष्कर्ष काढताना सर्वसामान्य नियमाच्या आधारे विशिष्टाबद्दल निष्कर्ष काढतो. म्हणजेच निगमनात आपली गती ही सामान्याकडून विशिष्टाकडे असते.

निगमनात एक गोष्ट लक्षात ठेवली पाहिजे ती ही की, निगमनात फक्त अकारिक सत्येच सांगितलेली असतात. त्यातील निष्कर्ष, आधारवाक्यांवर आधारित असतात. जर आधारवाक्ये चुकीची असतील तर निष्कर्षही चुकीचा निघतो. उदा. निगमन तर्कशास्त्रात किंवा आकारात्मक तर्कशास्त्रात आत्मसंगतीस प्राधान्य दिले जाते.

जे सर्वांच्या बाबतीत लागू आहे ते काहींच्या किंवा एकाच्या बाबतीत लागू असते, हे तत्त्व निगमनात मूलभूत समजले जाते. याचे उद्दिष्ट सामान्य विधानातून विशेष विधाने निष्कर्षित कशी होतात हे पाहणे हे असते. यातील निष्कर्ष, अशा विधानात अभिप्रेत असलेल्या विशिष्ट गोष्टीबद्दल असतो. याची उभारणी अनुभवातून स्फुरलेल्या पण अनुभव निरपेक्ष अशा तत्त्वांवर आधारलेली असते.

उचितता हे याचे ध्येय असल्यामुळे सामान्य तत्त्व किंवा नियम विशेष उदाहरणात कसा लागू पडतो हे यात दाखविले जाते. आधार विधानांच्या सत्यासत्यतेवर यात भर दिला जात नाही व यातील निष्कर्षात नावीन्य नसते. परंतु विचार सिद्ध करण्यासाठी याचा उपयोग होतो म्हणून यास सिद्धतेचे शास्त्र असे म्हणतात.

निगमनाचा शोध कोणी लावला हे सांगणे कठीण आहे. निगमनातील प्रक्रिया ही मानवी विचारासारखी असते. यासाठी भारतात न्याय तत्त्वज्ञानी पंचावयवी वाक्याच्या रूपात निगमनाची सुरुवात केली, तर ग्रीकामध्ये अॅरिस्टॉटलने त्याची सुरुवात केली. अॅरिस्टॉटलने तर्कशास्त्राबरोबरच निगामी तर्कशास्त्राचा पाया घातला असे म्हटले जाते.

निगमनात्मक तर्कप्रक्रिया एक संपूर्ण वस्तुसमूह/घटना/परिस्थिती यांच्याबद्दलचे एखादे विधान माहीत असेल तर तेच विधान तर्काने त्याच वर्गातील एका विशिष्ट वस्तूला, घटनेला/परिस्थितीला लागू करते. आकारिकशास्त्रात निगमनाचा उपयोग फार मोठ्या प्रमाणात केला जातो. गणिती व भौमितिक शास्त्रांमध्ये निगमनाचे स्थान व कार्य प्रमाणभूत स्वरूपाचे आहे.

निगामी अनुमानात आधारविधान यथार्थ असेल तर निघणारा निष्कर्ष यथार्थ असतो. आधारविधानांची वस्तुनिष्ठ सत्यता व यथार्थता. निगमनात गृहीत धरून आकारिकदृष्ट्या प्रमाण/ सुसंगत निष्कर्ष सिद्ध केला जातो.

निगमनात्मक अनुमानात पुरावा जेवढा निश्चित असतो तेवढा त्यापासून निघणारा निष्कर्षही निश्चित असतो. उदा. 'क्ष' ही 'य' ची आई आहे म्हणून 'क्ष' ही स्त्री असली पाहिजे, हा युक्तिवाद निगामी आहे.

अशुद्ध निगमन तर्क करण्यापूर्वी पुराव्यांची सत्यासत्यता पडताळून पाहावी लागते. शुद्ध निगमनात्मक अनुमानामध्ये पूर्वमितीत असणारा सर्वच्या सर्व निश्चितपणा अनुमतीत संक्रमित होत असतो. निगमन विचारपद्धतीत अनुभवाचा आधार पुरेसा असतो. थोड्याशा अनुभवावरून व्यापक सिद्धांत आधीच सांगितला जातो. अँरिस्टॉटलने विचारांच्या चौकटी तयार केल्या. त्या विचारांच्या व्यवस्थापनेला, मांडणीला उपयुक्त ठरू लागल्या. निगमन हे सामान्य विधानांच्या पातळीवरून 'कमी सामान्य' किंवा 'विशेष' विधानांच्या पातळीकडे नेणारे अनुमान आहे.

उदा. मुंबई पुण्यापेक्षा मोठे शहर आहे (१)

लंडन मुंबईपेक्षा मोठे शहर आहे (२)

लंडन पुण्यापेक्षा मोठे शहर आहे (३)

वरील उदाहरणात पहिल्या दोन विधानांच्या आधारे म्हणजेच त्यांचा परस्पर संपर्क घडल्यानंतर तिसरे निष्कर्षात्मक विधान निष्पन्न होते. या तीन विधानांनी निगामी अनुमानाची आकृती तयार होते. यांना संविधान अनुमान असे म्हणतात. संविधान या शब्दाचा मूळ अर्थ एकत्र विधान करण्याची क्रिया असा असतो.

निगमनातील दोष :

- १) संवाक्यावर आधारलेली वैचारिक पद्धत.
- २) या वैचारिक आकृतीत पहिल्या साम्य विधानात, सर्वसामान्य, व्यापक असा नियम / सिद्धांत मांडलेला असतो. हा सिद्धांत अनुभवावर, निरीक्षणावर आधारलेला म्हणजेच पक्षविधान त्याच्या पोटात असते.
- ३) वास्तविकदृष्ट्या निष्कर्ष असत्य असू शकला, तरी आकारीक दृष्टीने योग्य आहे की नाही, एवढेच पाहतात.

कोणतीही आधारविधाने सत्य/यथार्थ असण्यासाठी वस्तुस्थितीचे योग्य निरीक्षण व्हावे लागते. केवळ विधानातील, व्यंजनातील व्यंजनसंबंधावर व आकारीक सुसंगतीवर भर दिल्यामुळे निगामी अनुमानात्मक ज्ञानप्रक्रिया जरी वैचारिक व्यवस्थापनेस उपकारक ठरत असली तरी नवीन ज्ञान संपादण्याच्या कार्यास ती अपुरी ठरते. म्हणूनच अँरिस्टॉटलच्या व मध्ययुगीन विचारवंतांच्या तत्त्वज्ञानाच्या अन्वेषणाची प्रमुख आधार असलेली निगामी तर्कशास्त्रीय विचारप्रणाली आधुनिक ज्ञान संपादन प्रक्रियेत मागे पडली आणि फ्रान्सिस बेकन, जॉन स्टुअर्ट मिल आदी विचारवंतांनी विकसित केलेल्या विगामी विचारपद्धतीचा अवलंब केल्यामुळे वैज्ञानिक संशोधन प्रक्रियेचा अधिकाधिक विकास झाला

विगमन

निगमन विचारपद्धतीचे दोष टाळण्यासाठी वस्तुस्थितीच्या प्रत्यक्ष निरीक्षणावर अधिक लक्ष देणे आवश्यक आहे. त्यामुळे विश्वव्यापारातील घटनांचे कारणकार्य संबंध आणि घटनांमधील नियम अचूकपणे उलगडून दाखविणे शक्य होईल. ही विचारपद्धती म्हणजे विगमन विचारपद्धती होय.

फ्रान्सिस बेकन, जॉन स्टुअर्ट मिल आदी विचारवंतांनी विकसित केलेल्या विगामी विचारपद्धतीचा अवलंब केल्यामुळे वैज्ञानिक संशोधन प्रक्रियेचा अधिकाधिक विकास झाला.

विगमन विचारपद्धतीची कल्पना फ्रान्सिस बेकन (१५६१-१६२६) या पाश्चात्य विचारवंताने प्रथम मांडली व रूढ केली. 'नोव्हम ऑर्गनम' या आपल्या ग्रंथात त्याने विगमन विचारसरणी शास्त्रशुद्ध (तर्कशुद्ध) कशी असावी, या विषयावर सुव्यवस्थितपणे लिहिले आहे. त्याच्या मते सभोवताली घडणाऱ्या नैसर्गिक घटनांचे यथार्थ ज्ञान करून घेणे हे मानवी बुद्धीचे नैसर्गिक कार्य आहे. त्यासाठी निरनिराळ्या नैसर्गिक घटनांचे सुव्यवस्थित निरीक्षण करून मानवी बुद्धीने त्या घटनांचे गूढ नियम शोधले पाहिजेत. सृष्टीनियमांची ही आंतरिक सूत्रे प्रकाशात आणून निसर्गाविषयीच्या मानवी अनुभवांचा संगतवार अन्वयार्थ लावण्यासाठी विगमनात्मक / विगामी अनुमान हेच प्रभावी साधन होय. विगमनाचे विविध अर्थ-

१) बेकनच्या मतानुसार विगमनाची सुरुवात निसर्गातील घटनांमुळे होते. विगमनात 'निरीक्षण आणि प्रयोग' यावर भर दिलेला असतो. विगमनाचा प्रवाह अनुभवजन्य गोष्टींकडून अनुभवीत गोष्टींकडे होत असतो. विगमनात्मक अनुमानात अनिवार्यता नसते.

- २) विगमन म्हणजे प्रत्यक्ष अनुभवावरून व निरीक्षणाच्या आधारे विशिष्ट घटनांच्या अभ्यासाबद्दल केलेले सामान्य अनुमान होय.
- ३) विशिष्ट घटनांचे निरीक्षण करून त्यातील गर्भित सत्याचे संशोधन करणे म्हणजे विगमन होय.
- ४) विगमन म्हणजे प्रत्यक्ष घडणाऱ्या व निरीक्षण करता येणाऱ्या विशिष्ट घटनांवरून, त्याबद्दल सामान्य नियमांचे अनुमान करणे. 'विगमन विशेषांच्या' पातळीवरून 'सामान्यांच्या' पातळीवर जाणे.
- ५) विगमन म्हणजे विशिष्ट वस्तू /घटना यांच्या निरीक्षणावरून त्यासंबंधी काही सामान्य विधानांचे किंवा नियमांचे ज्यात अनुमान होते ते अनुमान. उदा. तापविलेले सोने प्रसरण पावते, तापविलेले तांबे प्रसरण पावते, तापविलेले पितळ प्रसरण पावते. यावरून 'सर्व तापविलेले धातू प्रसरण पावतात' हे विधान निघते.
- ६) एखादी घटना/वस्तू/परिस्थिती याबद्दलच्या एखाद्या अंगाबद्दल, प्रत्यक्ष पुरावा असेल आणि त्या आधारे ती घटना/वस्तुसमूह/परिस्थिती यांच्या संपूर्ण स्वरूपाविषयी, गुणधर्माविषयी आणि वर्तणुकीविषयी अनुमान काढण्याच्या पद्धतीत विगमनात्मक तर्काचा उपयोग होतो.

फ्रान्सिस बेकनने सांगितलेल्या विगमनाच्या अवस्था -

- १) जास्तीत जास्त पुरावा गोळा करणे.
- २) प्राप्त पुरावाचे विश्लेषण करणे.
- ३) निष्कासन किंवा अनुमान काढणे.

जे. एस्. मिल्स याने विगमनाच्या 'पाच' पद्धती स्पष्ट केल्या. सत्यता व वस्तुनिष्ठता ही वैज्ञानिक विचारप्रक्रियेची व दृष्टिकोनाची मूलभूत लक्षणे विगमन प्रकाराचा प्राण आहेत.

विगमनात्मक अनुमानात पुरावात जेवढी निश्चितता असते तेवढी निष्कर्षात येत नाही. उदा. "या स्त्रीच्या कडेवर मूल आहे म्हणून ती त्या मुलाची आई असावी" हे अनुमान विगामी आहे. निसर्गविषयक व सामाजिक शास्त्रांची उभारणी मुख्यतः विगमनात्मक तर्कपद्धतीचा उपयोग करून केलेली असते. वैगमनिक अनुमानाची सुरुवात वस्तुस्थितीदर्शक विधानांपासून होते.

विगमन शक्य व्हावयाचे असेल तर त्यास आधी निसर्गाच्या नियमबद्धतेच्या तत्त्वाचा आधार लागतो.

विगमन प्रक्रियेचे दोन आधार असतात - १) निसर्ग एकरूपतेचे तत्त्व, २) कार्यकारणभावाचे तत्त्व. विगमनाचा आधार हा विगमनाचाच निष्कर्ष आहे, या मिलच्या मताचे वर्णन - विगमनातील विरोधाभास - या शब्दप्रयोगाने केले जाते.

सर्वसामान्यांविषयी असलेली आधारवाक्ये आणण्यासाठी विगमन उपयुक्त आहे.

विगमनाचे स्वरूप -

अ) विशिष्टापासून सामान्याचे अनुमान - ज्या प्रक्रियेच्या द्वारे सामान्य नियम अथवा सिद्धांत शोधून काढून सिद्ध केले जातात, त्या अनुमान प्रक्रियेला विगमन म्हणतात.

विगमनाचे प्रमुख कार्य सामान्य नियमांमधील वास्तविक सत्य सिद्ध करणे हे आहे.

आपल्या व्यवहारातील एखाद्या प्राणीजातीविषयी, मानवजातीविषयी, विशिष्ट प्रदेशातून व्यक्तींविषयीची आपली विधाने ही विगमनातूनच आलेली असतात. समजा, तुम्ही तुमच्या मित्राच्या घरी गेलात, त्याच्या घरच्या मांजराने उंदीर खाल्ला हे तुम्ही पाहिले. तुम्ही तुमच्या घरी आलात तेथेही तुम्हांला हाच अनुभव आला. तुम्ही आणखी दुसऱ्या कुण्या पाहुण्याच्या घरी गेलात तर तेथेही मांजराचा तुम्हांला हाच अनुभव आला तर तुम्ही जर निष्कर्ष काढला की, सर्व मांजरे उंदीर खातात. हा निष्कर्ष काढण्यासाठी आपल्या मनामध्ये जी पद्धत वापरली गेली त्यास आपण विगमन असे म्हणतो.

या पद्धतीत आपण प्रथम सुट्या सुट्या अशा एका एका उदाहरणांचा अनुभव घेतो व त्या सर्व अनुभवांच्या आधारे त्या जातीतील अखिल वैशिष्ट्यांविषयी अनुमान काढतो. याचा अर्थच असा आहे की, आपण प्रथम विशिष्ट अशा एका गोष्टीचे निरीक्षण केले व नंतर त्या जमातीतील सर्वांविषयी निष्कर्ष काढला म्हणजेच येथे अनुमानाची गती ही अनुभवाच्या विशिष्ट घटनांकडून सामान्य नियमांकडे असते.

विगमन ही प्रक्रिया मनातील विचारप्रक्रियेच्या विरोधी असते, असे काही शास्त्रज्ञांचे मत आहे. म्हणून बोक्षांके जेव्हन्स यांनी विगमनाला "प्रतिलोभ (व्यस्त) प्रक्रिया" असे म्हटले जाते. त्यांच्या मते, निगमन प्रक्रिया ही निसर्गसुलभ व स्वाभाविक असून विगमन प्रक्रिया तशी नाही.

ॲरिस्टॉटलच्या मते निसर्गाच्या रचनेत सामान्य नियमांचे अस्तित्व आधी नसते. तसेच विशिष्ट घटनेचे वा गोष्टीचे अस्तित्व नंतर येते. याउलट अनुभवाने मिळविलेल्या ज्ञानामध्ये विशिष्ट घटना आधी पाहिल्या जातात व त्यावरून एखादा सामान्य नियम जाणता येतो. निसर्ग हा पूर्णाकडून भागांकडे जातो, तर अनुभवजन्य ज्ञान हे भागांकडून व्यापकाकडे जाते. अशा रीतीने निगमन हे अधिक प्रमाणात निसर्गरचनेला अनुसरून आहे. म्हणून ते स्वाभाविक व विगमन त्याच्या अगदी उलट म्हणून अनैसर्गिक आहे.

जेव्हन्स म्हणतो की, विगमन तर्कशास्त्र हे निगमन तर्कशास्त्रावर आधारलेले आहे. कारण विगमनाने शोधून काढलेले सामान्य सिद्धांत बरोबर आहेत किंवा नाहीत हे पडताळून पाहण्यासाठी निगमनाच्या प्रक्रियेचा आधार घ्यावा लागतो. म्हणून विगमनशास्त्र हे निगमनशास्त्रावर अवलंबून आहे. याउलट जे. एस्. मिलच्या मते, विगमन तर्कशास्त्राच्या पायावरच निगमन तर्कशास्त्र उभे आहे. त्याच्या मते विगमनाने पुरविलेले सामान्य नियम विशिष्ट घटनांना लावणे एवढेच निगमन तर्कशास्त्राचे काम आहे. ते नियम सत्य आहेत किंवा नाहीत हे पाहणे त्याच्या कक्षेत येत नाही.

ब) अनुभवांचे सामान्यीकरण - विगमनाच्या बाबतीत मिल म्हणतो की, विगमन म्हणजे अनुभवांचे सामान्यीकरण म्हणजे त्यालाही म्हणावयाचे आहे की, आपणास ज्या विशिष्टाचा अनुभव येतो, त्या विशिष्ट अनुभवांना जोडणारे स्थिर स्वरूपाचे नियम शोधून काढावयाचे. उदा. पाण्याने तहान भागते, विषाने मृत्यू येतो, असे नियम विगमनाच्या रीतीने म्हणजे अनुभवांच्या सामान्यीकरणाने प्राप्त झालेले असतात.

वैगमनिक झेप -

वरील सर्व उदाहरणांचा आपण विचार करीत असताना एक गोष्ट लक्षात ठेवणे आवश्यक आहे. ती ही की, आपले निष्कर्ष नेहमी सर्वांसाठी असतात. परंतु आपण सर्वांचे निरीक्षण केलेले नसते, तरीसुद्धा आपण काही एका विशिष्टावरून अनेकांबद्दल निष्कर्ष काढतो. हा जो एकावरून थेट सर्वांकडे उडी घेण्याचा प्रकार आहे त्यास वैगमनिक झेप असे म्हटले जाते.

मिलच्या मतानुसार विगमनामध्ये आपण वैगमनिक झेप घेऊन ज्ञाताकडून अज्ञाताकडे जातो. मिलच्या या मताला बेन या शास्त्रज्ञाने दुजोरा दिला आहे. तो म्हणतो, "निरीक्षण केलेल्या काही उदाहरणांकडून ज्यांचे निरीक्षण केलेले नाही अशा उदाहरणांकडे आपण जी धाव घेतो, तिलाच वैगमनिक झेप असे म्हणतात."

क) कारणकार्यसंबंधाचा शोध - विगमनाच्या साहाय्याने आपण जेव्हा विशिष्टाबद्दलचे निरीक्षण करून एखादा सामान्य नियम बनवितो, तेव्हा तो नियम कधी कधी एखाद्या कार्यातला व कारणातला संबंध शोधून काढत असतो. उदा. एखाद्या व्यक्तीचा मृत्यू विषाने झाला आहे असे अनेक बाबतीत दिसून आल्यानंतर, "विषाने मृत्यू येतो" असा निष्कर्ष निघतो. याचा अर्थ असा की, कारण व कार्य यातील म्हणजेच विष व मृत्यू यातील संबंध शोधून काढला गेला.

विगमनाची गृहीततत्त्वे -

- १) निसर्ग एकविधता सिद्धांत - ठरावीक कारणे सारख्या परिस्थितीत ठराविक परिणाम घडवून आणतात.
- २) कारणकार्य सिद्धांत - जगातील प्रत्येक घटनेला व वस्तूला कारण असते.
- ३) निरीक्षण व ४) प्रयोग

विगामी झेपेचे तात्त्विक समर्थन करण्यासाठी निसर्ग एकविधता सिद्धांत व कारणकार्य सिद्धांत ही दोन तत्त्वे गृहीततत्त्वे मानलेली आहेत. या गृहीततत्त्वामुळे विगामी विचारप्रक्रियेस तात्त्विक अधिष्ठान लाभते म्हणून त्यांना विगमनाचे आधारीक / तात्त्विक आधार म्हटले जाते.

निरीक्षण व प्रयोग यामुळे निसर्गाचे वास्तव ज्ञान मिळते, म्हणून त्यांना विगमनाचे वास्तविक आधार म्हटले जाते.
विगमनाचे प्रकार - १) वैज्ञानिक विगमन, २) केवळ गणन, ३) साम्यानुमान, ४) प्रतिकृती

१) वैज्ञानिक विगमन

वैज्ञानिक विगमनाचा हेतू सामान्य व सर्वव्यापी विधानाची तार्किक प्रस्थापना करणे, हा असतो. वैज्ञानिक विगमनाशी संबंधित विधाने म्हणजे सृष्टीतील घटनांचे वर्णन व उत्पादन करणारे निसर्ग नियम होत. ही सामान्य विधाने 'वास्तव' व 'नवीन ज्ञान' व्यक्त करणारी म्हणजे संश्लेषक असली पाहिजेत. उदा. सर्व गंधर्वाना पंख असतात हे विधान वास्तव नाही, म्हणून ते वैज्ञानिक विगमन कक्षेत येत नाही.

शास्त्रीय संशोधनात जे सामान्य सिद्धांत वा नियम प्रस्थापित केले जातात. त्यामध्ये विशिष्टाकडून सामान्याकडे आणि ज्ञाताकडून अज्ञाताकडे अशी विगमनात्मक झेप असते. हे शास्त्रीय विगमनाचे खास लक्षण होय. ही वैज्ञानिक संशोधन पद्धती भौतिक शास्त्रांच्या अभ्यासामध्ये एक प्रभावी ज्ञानसाधन म्हणून उपयुक्त ठरली आहे.

वैज्ञानिक विगमनाच्या अवस्था -

- १) वैज्ञानिक विगमनाची पहिली अवस्था म्हणजे निरीक्षण.
- २) निरीक्षित गोष्टींचे विकलन, संकलन व त्याबरोबर वर्गीकरण हा दुसरा टप्पा येतो. जो विश्लेषित घटक महत्त्वाचा वाटतो त्याच्या अनुसंधाने वस्तूंचे वर्गीकरण करणे उपयुक्त ठरते.
- ३) वर्गीकरणानंतर तिसरा टप्पा म्हणजे अभ्युपगम बनवणे.
- ४) अभ्युपगम तयार झाल्यावर शास्त्रीय विगमनाच्या प्रक्रियेतील चौथी पायरी- प्रचिती, प्रत्यय /पडताळा.
- ५) आलेली प्रचिती दुसऱ्या कुठल्याही योग्य नियमात बसत नाही असे दाखविण्याचा प्रयत्न करावा लागतो, या प्रयत्नास सिद्धता म्हणतात. सिद्धता हा शास्त्रीय विगमनातील पाचवा टप्पा होय. हा प्रयत्न करण्याच्या निरनिराळ्या तार्किक पद्धती आहेत.

२) केवल गणनात्मक विगमन

एकाच जातीच्या अनेक पदार्थांच्या ठिकाणी विनापवाद एखादा धर्म दिसून आल्यास तेवढ्यावरून तो धर्म त्या जातीच्या सर्वच पदार्थांत असेल अशा प्रकारच्या अनुमानास 'केवल गणनात्मक विगमन' म्हणतात. या पद्धतीत अनेक अनुभवांतील 'साम्याच्या आधारे व अबाधित अनुभवाच्या' आधारे काढलेले निष्कर्ष असतात.

जॉन स्टुअर्ट मिल यांच्या मते, ज्ञात असलेल्या सर्व विधानांच्या आधारावरून एक सार्वत्रिक स्वरूपाचा सत्य निष्कर्ष काढण्याच्या कृतीला केवल गणन म्हणतात.

केवलगणनाची वैशिष्ट्ये -

- (१) प्रतिषेध नसलेला अनुभव,
- (२) एकरूपतेवर विश्वास,
- (३) नियमांचे विश्लेषण नाही,
- (४) कमी प्रमाणातील संभाव्यता.

या अनुमान प्रकारात निरीक्षण, विगामी झेप व सामान्यीकरण या प्रक्रिया आढळतात. यास 'यथार्थ-विगमन-प्रकार' म्हटले जाते.

या क्रियेत प्रथम एकाच जातीतील अनेक पदार्थ मोजून, मोजलेल्या सर्वांच्या ठिकाणी तो धर्म आहे याची निश्चिती करतात. नंतर मोजलेल्या पदार्थांची संख्या पुरेशी मोठी आहे अशी खात्री करून त्या जातीच्या सर्व पदार्थांत तो धर्म आहे अशी अनुमती देतात. यात मुख्य अडचण आहे ती ही की, पुरेशी मोठी संख्या म्हणजे किती याचे गणित आगाऊ सांगता येणार नाही. उदा. मी आजपर्यंत पाहिलेले कावळे एकजात काळे होते या आधारावर 'सर्वच कावळे काळे असतात' असा सिद्धांत काढणे हे केवल गणनात्मक विगमनाचे उदाहरण आहे. 'निळ्या डोळ्यांचे पांढरे बोके बहिरे असतात' असा केवल गणनात्मक विगमन नियम डार्विनने सांगितला.

या विगमनामध्ये अंतिम विधानांची प्रस्थापना निरीक्षित घटनांचे 'संख्याधिक्य' आणि 'अनुभवांचे अबाधित्व' यांच्या आधारे केली जाते. उदा. काही मुले पराधीन आहेत. येथे 'सर्व' न म्हणता 'काही' असे म्हटले आहे. म्हणजे अपूर्ण गणनाच्या साहाय्याने 'सर्व मुले पराधीन आहेत', असे अनुमान निष्कर्षित केले जाते.

केवलगणन यथार्थ असण्याचा संभव पुढील दोन गोष्टींप्रमाणे प्रमाणतः वाढत जातो -

१) एकाच जातीतील विशिष्ट धर्माने युक्त अशा वस्तूंची संख्या जितकी जास्त तितका अनुमितीच्या यथार्थतेचा संभव जास्त.

२) जर कदाचित त्या विशिष्ट अनुमेय धर्माचा अभाव त्या जातीच्या काही वस्तूंत असेल तर अशा वस्तू संशोधकाच्या दृष्टिपथात येण्याची शक्यता पाहिजे. ही शक्यता जेवढी असेल तितकी ती अनुमिती यथार्थ असण्याचा संभव वाढतो.

विगमनाचे दोन्ही विशेष केवलगणनात आढळतात. अनुमानाचा उगम अनुभवात आहे व केवळ आलेल्या अनुभवात घुटमळत न राहता, अदृष्टासंबंधी अनुमान करतात.

केवलगणनातील त्रुटी - पदार्थाच्या स्वरूपाचे विश्लेषण नसल्याने केवलगणनात्मक विगमनात दोष असतो. कुठल्याही 'केवल-गणनात्मक विगमनात 'थोडेबहुत विश्लेषण व साम्यावधारण' असतेच. जो सिद्धांत केवळ परिगणनेवर आधारलेला आहे, तो पुढे येणाऱ्या एखाद्या अनुभवाने केव्हा कोसळेल हे सांगता येत नाही. उदा. युरोप व आशियात आढळणारे हंस पांढरे असतात हे पाहून लोकांनी अशी समजूत करून घेतली की, हंस तेवढा पांढरा असणार. पण ऑस्ट्रेलियातील काळे हंस पाहिल्यावर हे केवल-गणनात्मक विगमन क्षणात व्यर्थ ठरले.

यांचे निष्कर्ष 'अबाधित' व 'केवलगणनात्मक' अनुभवाच्या आधारे तयार झाल्याने ते निश्चित व निःसंदेह स्वरूपाचे न बनता त्यांचे स्वरूप 'संभाव्य' बनते. कारण कार्यात्मक विश्लेषणाऐवजी फक्त 'एकविधता' व दोन घटकांतील (उदा. मुले व पराधीनता) साहचर्य-संबंध यांचा आधार या अनुमानास असल्याने, त्याचे तार्किक प्रामाण्य अशी शास्त्रीय सत्यता डळमळीत ठरते.

३) साम्यानुमान

साम्यानुमान म्हणजे दोन वस्तूंमधील गुणधर्मांच्या साम्यावर आधारलेले विगामी अनुमान होय.

ऑरिस्टॉलच्या मते साम्यानुमान म्हणजे 'प्रमाणसमता' होय. उदा. २ चे ४ शी जे प्रमाण तेच ३ चे ६ शी, यामध्ये फक्त संख्यात्मक प्रश्नांचाच विचार केला गेल्याने हा दृष्टिकोन अपुरा पडतो.

साम्यानुमान म्हणजे दोन वस्तूंमधील काही गुणांच्या बाबतीत अनुभवास आलेल्या सादृश्यांच्या आधारे त्या वस्तूंमधील इतर अज्ञात गुणांच्या बाबतीत असणाऱ्या सादृश्याबद्दलचे अनुमान होय.

साम्यानुमानात दोन विशिष्ट वस्तूंच्या ज्ञात साम्यगुणांपासून त्याच दोन विशिष्ट वस्तूंच्या अज्ञात साम्यगुणांसंबंधी अनुमान असल्याने, खऱ्या अर्थाने विगामी झेप व सामान्यीकरण हे शास्त्रीय विगमनाचे घटक त्यामध्ये आढळत नाहीत. सादृश्यगुणांचे साहचर्य हा त्याचा आधार असतो. त्यांच्या कारण-कार्यासंबंधीची चिकित्सा त्यात आढळत नाही. सादृश्यानुमानात विगमनाची दोन्ही वैशिष्ट्ये - पदार्थाचे निरीक्षण व निघणाऱ्या अनुमितीत ज्ञानाचा विस्तार - ही असतात. येथे गुणात्मक पुरावा महत्त्वाचा असतो. निष्कर्षाचे विषय व तुलनेचे घटक यातील जवळचा संबंध म्हणजे गुणात्मक पुरावा.

सादृश्यानुमानाचे प्रकार - १) सकारात्मक, २) नकारात्मक, ३) तटस्थ साम्यानुमान.

पहिल्या प्रकारात गुणात्मक पुरावा असतो, तर दुसऱ्यात तो नसतो. तटस्थ साम्यानुमानाचे मूल्य उच्च दर्जाचे असते, कारण त्यात ज्ञात साम्य व भेदांचा वापर करून अज्ञात साम्याबाबत निष्कर्ष काढलेले असतात.

सादृश्यानुमानामुळे लागलेले शोध -

१) ब्लॅकचा उष्णता वहनाचा सिद्धांत,

२) ह्युजेनचा प्रकाशाचा लहर सिद्धांत,

३) न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणाचा नियम,

४) हॅलेचा धूमकेतू धूमकेतूंचे भ्रमणसाम्य - १३०५, १३८०, १४५६, १५३१, १६०७, १६८२, १७५८.

५) अणूच्या रचनेचा शोध.

सादृश्यानुमानाचे दोष - साम्यानुमानात दोन विशिष्ट वस्तूंच्या ज्ञात साम्यगुणांपासून त्याच दोन विशिष्ट वस्तूंच्या अज्ञात साम्यगुणांसंबंधी अनुमान असल्याने, खऱ्या अर्थाने विगामी झेप व सामान्यीकरण हे शास्त्रीय विगमनाचे घटक त्यामध्ये आढळत नाहीत.

४) प्रतिकृती

नानाविध घटना, वस्तू, परिस्थिती किंवा पद्धती याविषयीचे गुणधर्म किंवा यासंबंधीच्या प्रायोगिक निष्कर्षांचे विश्लेषण किंवा अचूक वर्णन करणारा एक छोटासा विधानांचा समूह म्हणजे सिद्धांत होय. सर्वसाधारणपणे ज्या वस्तूचा, घटनेचा किंवा परिस्थितीचा शास्त्रज्ञ अभ्यास करतात, ती समजावून घेण्यासाठी ते एक प्रतिकृती तयार करतात. ज्याचा अभ्यास सुरू आहे अशा वस्तूचे गुणधर्म, वर्तन किंवा इतर काही वैशिष्ट्ये स्पष्ट करण्यासाठी जी कृत्रिम रचना करतात, त्याला प्रतिकृती म्हणतात.

प्रतिकृती म्हणून आपण एखादा शब्द, चित्र, सूत्र, चिन्ह वापरू शकतो. प्रतिकृती ज्यासाठी आहे त्याबद्दल किमान माहिती ते देऊ शकले पाहिजे. प्रतिकृती उपयुक्त असतात, कारण त्यामुळे नव्या, अज्ञात किंवा समजायला कठीण असलेल्या वस्तू, घटना किंवा परिस्थिती यासंबंधीची माहिती सोप्या पद्धतीने मिळू शकते.

विज्ञानात उपयुक्त प्रतिकृती या प्रतीकात्मक स्वरूपाच्या असतात. त्यांना *इकोनिक मॉडेल्स* म्हटले जाते. त्याचे उद्दिष्ट *विषयाबद्दल अधिक ज्ञान प्राप्त करून देणे* हे असते. त्यामुळे विज्ञानातील संशोधनास गती प्राप्त होते. त्या विधेयात्मक साम्यानुमानावर आधारित असतात.

१) समरूपी प्रतिकृती - जेव्हा एखादी प्रतिकृती ही तिच्या वस्तूशी किंवा घटनेशी समरूपता दर्शवत असते तेव्हा तिला समरूपी प्रतिकृती किंवा *स्केल मॉडेल (मापन प्रतिकृती)* असेही म्हटले जाते. या प्रतिकृती त्यांच्या *मूळ वस्तूशी विलक्षण साम्य* दर्शवत असतात. वस्तूबद्दल अधिक निष्कर्ष काढण्यास मदत करतात. मूळ वस्तूपेक्षा आकाराने लहान असतात.

२) आकृती रचनात्मक प्रतिकृती - या प्रकारात *मूळ वस्तू व तिची प्रतिकृती* यात भिन्ना असते. अर्थशास्त्रातील *मागणी व पुरवठा हा सिद्धांत* अशा प्रतिकृतीने प्रस्थापित केला गेला. मूळ घटना व प्रतिकृती यात *निषेधात्मक साम्यानुमान* असू शकते. काही वेळा दोन्हीतील साम्य दर्शवण्यासाठी अनुरूप प्रतिकृती यांचा उपयोग केला जातो. यात भिन्ना असूनदेखील साम्याचे ज्ञान होऊ शकते. या प्रकारांच्या प्रतिकृती गणितशास्त्रात वापरल्या जातात.

३) सिद्धांत प्रतिकृती - या प्रकारात एका सिद्धांताच्या आधाराने दुसऱ्या सिद्धांताचे ज्ञान होऊ शकते. म्हणजे सुपरिचित असणाऱ्या नियमाने, तत्त्वाने किंवा सिद्धांताने दुसऱ्या एका सिद्धांताचे ज्ञान होऊ शकते. उदा. ज्याप्रमाणे बागकाम करणारा माळी बागेत केवळ उत्तमोत्तम फुलझाडांची पैदास करतो व त्यांचीच निगा राखतो, त्याचप्रमाणे निसर्गसुद्धा केवळ जगण्यास पात्र किंवा लायक असलेल्या प्राण्यांचीच निवड करतो. हा डार्विनचा 'नैसर्गिक निवड सिद्धांत' या एका कल्पनेवरूनच सुचला.

प्रतिकृतीचे कार्य - प्रतिकृतीचे मूळ कार्य अधिक ज्ञान प्राप्त करणे किंवा अधिक ज्ञान प्राप्त करण्यास मदत करणे हे असते. प्रतिकृतीच्या आधाराने तर्कशास्त्राचा वापर करून आपण निष्कर्ष काढतो व ज्ञानाचा विस्तार करतो.

सिद्धांत प्रतिकृती या नवीन सिद्धांत प्रस्थापित करतात.

प्रतिकृतीचे महत्त्व व्यावहारिक जीवनातसुद्धा फार महत्त्वाचे असते. उदा. स्थापत्यशास्त्रात बांधण्यात येणारी इमारत पूर्ण झाल्यावर कशी दिसू शकेल याची प्रतिकृती पुढ्याने किंवा थर्माकोलने तयार केली जाते. त्यातूनच अभ्युपगम सुचू शकतात.

विज्ञानात प्रतिकृतीचे स्थान अनन्यसाधारण आहे, असे मत 'मॅक्स ब्लॉक'ने व्यक्त केले होते. त्याच्या मतानुसार प्रतिकृतीच्या अनुपस्थितीत संशोधनाची क्रिया बंद पडेल. 'स्टीफन टेलीयिन' यांच्या मतानुसार प्रतिकृती या आपणास प्रत्यक्ष वस्तूपासून बऱ्याच दूर घेऊन जातात व नवीन अभ्युपगम सुचवत असतात.

प्रतिकृतींमुळे लागलेले शोध -

१) समरूपी - उष्णता व वस्तुमान वहनाचे नियम,

२) आकृती रचनात्मक - अर्थशास्त्रात वापरले जाणारे हायड्रॉलिक मॉडेल. मागणी पुरवठा सिद्धांत.

३) सैद्धांतिक - मॅक्सवेलची विद्युतक्षेत्र संकल्पना, रुद्रफोर्ड बोहरची अणूची संकल्पना, डार्विनची नैसर्गिक निवड संकल्पना.

अभ्युपगमात्मक निगमन पद्धती

अभ्युपगमात्मक निगमन पद्धती ही *विगमन व निगमन* या दोन्ही तर्कशास्त्रीय पद्धतींचा सुरेख संगम आहे. यात पुढील अवस्था आहेत- १) समस्येची जाणीव व मांडणी, २) अभ्युपगम सूचन, ३) माहिती संकलन, ४) प्रयोग व निरीक्षण, ५) विश्लेषण व वर्गीकरण, ६) निष्कर्ष, ७) सामान्यीकरण, ८) सिद्धांत, ९) अमूर्तीकरण, १०) नियम.

१) समस्येची मांडणी व सुसूत्रीकरण -

वैज्ञानिक संशोधनाचा हा पहिला टप्पा आहे. नेमक्या कोणत्या समस्येचे संशोधन करावयाचे आहे ते निश्चित केल्यास संशोधनाचे उद्दिष्ट व दिशा निश्चित होते. अशा समस्येचे स्पष्टीकरण केवळ उपलब्ध ज्ञानाच्या आधाराने होऊ शकत नाही. संशोधकाला प्रथम समस्याप्रधान परिस्थितीची जाणीव होऊन त्यास एखादी संशोधनायोग्य अशी समस्या सुचते. याबाबतच्या निरीक्षणावरून व निरीक्षणाधारित मर्मदृष्टीमूलक अशा त्याच्या विचारशक्तीमुळे/संबंधित क्षेत्रातील अभ्यासावरून संशोधकाला अशी समस्या सुचू शकते. या समस्येचे सुसूत्रीकरण करावे लागते.

२) अभ्युपगम सूचन -

सुसूत्रीकरण करताना शास्त्रज्ञ सुसंबद्ध स्पष्टीकरण सुचवितो. प्रत्यक्ष प्रत्यंतर येईल या स्वरूपातील अभ्युपगमांची मांडणी ही संशोधनातील महत्त्वाची पायरी आहे. प्रत्येक संशोधनात अभ्युपगमांची मांडणी केली जातेच असे नाही.

विशिष्ट समस्येसंबंधी झालेल्या संशोधनांच्या निष्कर्षांचे सर्वेक्षण व परीक्षण केल्याने शास्त्रज्ञास समस्येच्या विविध पैलूंबाबत ज्ञान होते. त्याआधारे समस्येची संभाव्य उत्तरे कोणती या दिशेने विचार केल्याने अभ्युपगम सुचतात. उदा. न्युटनने झाडाचे फळ खाली पडताना पाहिले. ते खालीच का पडते? अशी एक समस्या त्यातून त्यांच्यासमोर आली. त्याने त्याचे अनेक ठिकाणी व अनेक वेळा अवलोकन केले. त्यामागचे नेमके कारण त्याच्या लक्षात आले. त्यातून त्याने गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत मांडला.

संशोधनात संबंधित पुराव्याच्या आधारे अभ्युपगम खरे /खोटे ठरण्याची शक्यता असते. ज्यावेळी घटना, वस्तू वा प्रक्रियांचा परिचय करून घेणे हे संशोधनाचे उद्दिष्ट असते, त्याला *अन्वेषणात्मक (परिचयात्मक) संशोधन* म्हणतात. या संशोधनात प्रारंभी अभ्युपगम मांडले जातातच असे नाही. त्यामुळे संबंधित समस्येसंबंधी भविष्यकाळातील अन्य संशोधनात तपासून पाहता येण्यासारखे अभ्युपगम सुचतात. कोणतेही शास्त्रीय संशोधन सुरु करण्यासाठी संशोधकाला संशोधनाची उद्दिष्टे निश्चित करावी लागतात.

३) संशोधनाचा आराखडा व माहिती संकलन -

एकदा समस्या निश्चित झाल्यावर त्या समस्येसंबंधी असलेल्या माहितीचे संकलन करणे महत्त्वाचे बनते. समस्येपाठोपाठ त्यासाठी माहिती गोळा करणे, ती संकलित करून त्यात शिस्त आणल्यास संशोधनाची पद्धत अधिक दृढ आणि विस्तृत होते.

पुरावा गोळा करण्याचे काम सर्वप्रथम निरीक्षणाने होते. *प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष सर्वेक्षण, मूल्यमापन, ऐतिहासिक पुरावा, प्रश्नावली, मुलाखत व प्रत्यक्ष सहभागीकरण* या मार्गाने माहिती व पुराव्याची जमवाजमव केली जाते. संशोधन आराखडा तयार करताना संशोधनाच्या उद्दिष्टपूर्तीसाठी आवश्यक माहिती अत्यंत काळजीपूर्वक पद्धतीने शास्त्रज्ञ जमा करतो. माहितीचे संकलन करताना अशी माहिती संशोधक वस्तुनिष्ठ पद्धतीने गोळा करतो.

संशोधकामार्फत सर्व तपशिलासह संशोधन आराखडा तयार केला जातो. मांडलेले अभ्युपगम व/संशोधनाची उद्दिष्टे हा आराखडा तयार करताना केंद्रस्थानी राहतात.

संशोधनाच्या उद्दिष्टांच्या पूर्तीसाठी तथ्य संकलनाच्या कार्यपद्धती व नमुना निवडीच्या बाबतीत घेतलेल्या निर्णयांचा व तथ्यांच्या विश्लेषणासाठी योजण्यात येणाऱ्या कार्यपद्धतीबाबतच्या निर्णयांचा अंतर्भाव करून बनविलेली योजना म्हणजे *संशोधन आराखडा* होय.

संशोधन प्रक्रियेविषयीचे पद्धतशीर नियोजन संशोधन-आराखड्याच्या रूपाने केले जाते.

४) प्रयोग व निरीक्षण -

याद्वारे आणखी माहिती व पुरावा गोळा होतो. वैज्ञानिक निरीक्षण डोळस असावे लागते. विज्ञानात ते वस्तुनिष्ठ असावे लागते. यात प्रयोगाचा समावेश असतो, कारण नैसर्गिकशास्त्रात प्रयोगाला खूपच वाव असतो. यासाठी उपकरणांचा

वापर करतात.

५) माहितीचे विश्लेषण व वर्गीकरण -

संशोधन करणाऱ्यांनी एकत्र केलेली माहिती बरीच गुंतागुंतीची, अस्ताव्यस्त, कोणत्याही दिशेला व कशीही पसरलेली असते. त्यामुळे माहितीची जमवाजमव करणाऱ्या शास्त्रीय संशोधकास योग्य त्या निष्कर्षाप्रत येता येत नाही. त्यामुळे मिळालेल्या माहितीचे संशोधकाकडून वर्गीकरण केले जाते. त्यामधील कार्यकारणसंबंध समोर येतो. त्यानंतर सिद्धांत कल्पनांचे स्वरूप समोर येते. वर्गीकरण करताना संबंधित घटकांमधील मूलभूत साम्य व भेद विचारात घ्यावे लागतात. वस्तुवस्तूंमधील महत्त्वपूर्ण समान गुणधर्मांचा शोध घेतल्याने वर्गीकरणाला उपयुक्तता प्राप्त होते.

वर्गीकरण ही मिळविलेल्या माहितीची विशिष्ट पद्धतीने केलेली विभागणी होय. वर्गीकरण विविध निकषांवर आधारलेले असते. वर्गीकरणामुळे माहितीला सुसंबद्ध स्वरूप येऊन अर्थ प्राप्त होतो. विश्लेषणाच्या साहाय्याने माहितीत दडलेला अर्थ संशोधक उलगडून सांगतो. प्रत्यक्ष गोळा केलेली माहिती मांडलेल्या अभ्युपगमांना पाठिंबा देणारी आहे की नाही हे निदर्शनास आणून देणारे विश्लेषण केले जाते. गोळा केलेला पुरावा एकत्रित करून त्याचे वर्गीकरण व विश्लेषण केले जाते. जेव्हा विशिष्ट उद्देशाने असे वर्गीकरण होते तेव्हा तेथे विश्लेषण येते. विश्लेषणाशिवाय संशोधन होत नाही.

६) अभ्युपगमाचा निगमनात्मक विस्तार व निष्कर्ष -

अभ्युपगम प्रस्थापित केल्यावर शास्त्रज्ञ त्यापासून काही घटनांचे कथन करतो. त्या अभ्युपगमापासून तो निगमनात्मक निष्कर्ष काढतो. जर अभ्युपगम सत्य असेल तर त्यापासून निष्पादित केलेली कथने ही सत्य ठरतात. पण प्रत्येक शास्त्रीय संशोधनात ही अवस्था असतेच असे नाही. याचे कारण काही अभ्युपगमांचे प्रत्यंतर सहजगत्या व प्रत्यक्षरीत्या होते. मांडलेले अभ्युपगम स्वीकारले वा नाकारले जातात. संशोधनाचे निष्कर्ष संबंधित सिद्धांताशी/आधीच्या निष्कर्षांशी अर्थपूर्णरीत्या जोडले जातात.

निष्कर्षामुळे आधीच्या सिद्धांताला बळकटी प्राप्त होऊन त्यात बदल सुचविले जातात.

७) सामान्यीकरण व सिद्धांत -

सामान्यीकरण म्हणजे एखादा अभ्युपगम स्थल कालदृष्ट्या निरपेक्षपणे सिद्ध होणे. एकदा अभ्युपगमाचा एक तात्पुरता सिद्धांत मांडला गेल्यानंतर त्याचा पडताळा घेणे आवश्यक ठरते. वैज्ञानिकाने जो अंदाज बांधलेला असतो तो प्रत्यक्षात खरा ठरतो की नाही हे पाहावे लागते. असा पडताळा वैज्ञानिकास घेता आला तर त्या आधारे निश्चित स्वरूपाचा सिद्धांत तयार करता येतो. समस्येमधील कार्यकारणभाव निश्चित करणे शक्य होते. यालाच सामान्यीकरण म्हणतात. सामान्यीकरण म्हणजे विशिष्ट परिस्थितीत प्रत्ययास येणारे विज्ञानातील तत्त्व असते.

८) अमूर्तीकरण पूर्वकथन व नियम -

वैज्ञानिक पद्धतीचा हा सर्वांत शेवटचा टप्पा होय. सिद्धांताच्या आधारे तशाच प्रकारच्या परिस्थितीत काय घडू शकेल हे अगोदरच सांगता येते, याला पूर्वकथन म्हणतात. पूर्वकथन म्हणजे केवळ अंदाज किंवा तर्क नव्हे. पूर्वकथनाला निश्चित असा वैज्ञानिक आधार असतो. त्यामुळे वैज्ञानिकाने केलेले पूर्वकथन विशिष्ट परिस्थितीत नेहमीच अचूक ठरते. सिद्धांतास असलेले अपवाद नाहीसे करण्याची प्रक्रिया किंवा घटनेच्या/ वस्तूच्या मूळ गुणधर्माशी जाण्याची प्रक्रिया म्हणजे अमूर्तीकरण. अमूर्तीकरणामुळे नियम प्रस्थापित होतात.

निरीक्षण

ज्ञानेंद्रियांना ज्या तथ्यांचे ज्ञान होऊ शकते, त्यांना 'निरीक्षित तथ्ये' म्हणतात. तथ्ये निरीक्षित व अनुमानित अशा दोन्ही स्वरूपाची असतात. ज्या तथ्यांचे ज्ञान अनुमानाने होते, त्यांना 'अनुमानित तथ्ये' म्हणतात. उदा. पाण्याचे ज्ञान प्रत्यक्ष निरीक्षणाने होते. पाण्याच्या थेंबाकडे सूक्ष्मदर्शकातून पाहिले तर त्याचे अधिक चांगले ज्ञान होते. हे ज्ञान निरीक्षित तथ्य आहे. हायड्रोजन व ऑक्सिजनने पाणी बनते, हे तथ्य निरीक्षित व अनुमानित आहे.

चार्ल्स डार्विन यांच्या मते; चुकीच्या निरीक्षणामुळे झालेला गोंधळ हा चुकीच्या सिद्धांतामुळे झालेल्या गोंधळापेक्षा जास्त हानिकारक असतो. आपण सर्व जगाविषयी निरीक्षणतून बरेच काही शिकतो. आपण जे काही पाहतो, ऐकतो, स्पर्श करतो, चव घेतो, वास घेतो यांतून मिळणाऱ्या अनुभवांमुळे आपल्याला सामान्यज्ञान मिळते.

विज्ञानाच्या क्षेत्रात आपण सर्वसामान्य निरीक्षण आणि अनुभव यांच्या पलीकडे जातो, एखादी घटना कशी घडली

आणि का घडली हे समजावून घेण्याचा प्रयत्न करतो. 'कशाचे' निरीक्षण करायचे आणि ते 'कसे' करायचे याबद्दल वैज्ञानिकाला पूर्ण कल्पना असते. वैज्ञानिकांनी केलेली निरीक्षणे अचूक असावीत. त्यांच्या भावना किंवा इच्छा यांच्यावर ती अवलंबून असत नाहीत. विज्ञान क्षेत्रात व्यक्तिगत अनुभवापेक्षा तथ्य किंवा घटित महत्त्वाचे असते.

अपूर्ण निरीक्षण हानिकारक असते. पृथ्वीला केंद्र मानणाऱ्या खगोलशास्त्रज्ञांच्या मते, कोपर्निकसची परिकल्पना खरी नव्हती, कारण तसे असते तर सूर्य व पृथ्वी यांच्यामध्ये जो शुक्र ग्रह आहे त्याला चंद्रासारख्याच कला असत्या. पण शुक्राच्या कला त्याकाळी दिसू शकत नव्हत्या म्हणून कोपर्निकसचे खगोलशास्त्र असत्य मानले गेले. कोपर्निकसप्रणीत खगोलशास्त्रा विरुद्ध वरवर पाहता खरे वाटणारे हे विधान पुढे आधारहीन ठरले, कारण दुर्बिणीतून लोकांनी शुक्राच्या कला प्रत्यक्ष पाहिल्या. वैज्ञानिक निरीक्षण हे निसर्गातील घटनेबद्दल तसेच प्रक्रियेबद्दल असू शकते.

ज्ञानेंद्रियांच्या साहाय्याने घटनांचे किंवा तथ्यांचे प्रत्यक्ष निरीक्षण करता येते. उपकरणांच्या साहाय्याने केल्या जाणाऱ्या निरीक्षणाचा शास्त्रीय निरीक्षणात समावेश होतो.

निरीक्षणासाठी उपकरणांचा वापर केल्याने निरीक्षणाची व्याप्ती व अचूकता वाढते.

उपकरणे

मानवी ज्ञानेंद्रियांची झेप मर्यादित आहे. ज्या वस्तू अत्यंत सूक्ष्म आहेत किंवा दूर आहेत त्या आपण पाहू शकत नाही. जे ध्वनी अत्यंत मंद आहेत किंवा खूप तीव्र आहेत ते आपण नीट ऐकू शकत नाही. इंद्रियांद्वारे आपल्याला झालेले ज्ञान हे अंतिम सत्य नसते. मानवी ज्ञानेंद्रियांच्या यांपैकी अनेक मर्यादा ओलांडणे आधुनिक विज्ञानामुळे शक्य झाले आहे. आकार-अंतर यांच्यासंबंधीच्या डोळ्यांच्या मर्यादा वैज्ञानिक निरीक्षणाच्या आड येऊ शकत नाहीत, कारण सूक्ष्मदर्शक व टेलिस्कोप या साधनांचा शोध लागला आहे.

मानवी ज्ञानेंद्रियांपासून होणाऱ्या ज्ञानाव्यतिरिक्त निरीक्षण करता येईल अशी साधने सध्या उपलब्ध आहेत. आपल्या सभोवती घडणाऱ्या घटनांचे साक्षीदार म्हणून निसर्गाचे 'निरीक्षक' म्हणून मानवात प्रचंड बदल झाला आहे. मानवी ज्ञानेंद्रिये जेथवर निरीक्षण करू शकतात त्याच्यापलीकडचे निरीक्षण करण्याची शक्ती मानवाला लाभल्याने जगाबद्दल मानवास अधिक जवळीक वाटू लागली आहे.

निरनिराळ्या प्रयोगांसाठी आणि निरीक्षणांसाठी वैज्ञानिक वेगवेगळ्या प्रकारची उपकरणे वापरतात -

१) ज्ञानेंद्रियांच्या साहाय्याने केलेल्या निरीक्षणांच्या अचूकतेसाठी किंवा विस्तार करण्यासाठी दुर्बिण, सूक्ष्मदर्शक व मायक्रोफोन यांसारखी उपकरणे वापरतात.

२) नियंत्रित पद्धतीने एखादी वस्तू किंवा घटना यात बदल घडवून आणण्यासाठी वैज्ञानिक उपकरणांचा उपयोग करतात. उदाहरणार्थ, गाळणयंत्राचा उपयोग द्रव शुद्ध करण्यासाठी केला जातो.

जीवशास्त्रीय नमुने विशिष्ट तापमानात ठेवण्यासाठी उबवण यंत्राचा उपयोग केला जातो. प्रचंड माहिती साठवून ठेवणे, कठीण आकडेमोड करणे किंवा कारखान्यातील उत्पादन ठरविण्यासाठी संगणकाचा उपयोग केला जातो.

काही शतकांच्या कालखंडात वैज्ञानिकांनी अनेक शास्त्रीय उपकरणे शोधून काढली आहेत. वैज्ञानिकांनी वापरलेली अनेक उपकरणे दैनंदिन जीवनात उपयुक्त ठरतात. उदाहरणार्थ, दूरदर्शनचा एक महत्त्वाचा भाग कॅथोड रे ट्यूब म्हणून ओळखला जातो, ते एक शास्त्रीय उपकरण आहे. ऋणाणुकांचे वस्तुमान मोजण्यासाठी मूलतः ते तयार करण्यात आले होते. सर्वत्र वापरात असलेला प्रेशर कुकर म्हणजे ऑटोकलेव्हचा एक भाग आहे. ऑटोकलेव्ह हे उपकरण शास्त्रज्ञ वाफेच्या उच्च दाबाने निर्जंतुकीकरणासाठी वापरतात.

प्रयोग

प्रयोग म्हणजे नियंत्रित परिस्थितीत केलेले निरीक्षण होय. प्रयोग हे वैज्ञानिक संशोधन पद्धतीचे सर्वाधिक काटेकोर आदर्श रूप आहे. तर्कसंगत पृथक्करणाने ज्ञात गोष्टींपासून अज्ञात गोष्टींची माहिती मिळते. यात धोका/संशयाचा अंश असतो. कोणत्याही तर्काच्या साहाय्याने केलेली पूर्वकल्पना स्वीकारण्यापूर्वी तिची सत्यासत्यता तपासून पाहणे आवश्यक असते. पूर्वकल्पना तपासून पाहण्यासाठी खास तयार केलेले प्रयोग हे वैज्ञानिक पद्धतीचे मुख्य अंग आहे.

प्रयोग हे आधुनिक विज्ञानाचे अविभाज्य अंग आहे.

कठोरपणे नियंत्रित केलेल्या परिस्थितीत काही निरीक्षणे करण्यासाठी कृत्रिमरीत्या तयार केलेली किंवा घडवून आणलेली

घटना म्हणजे प्रयोग. निसर्गाचे अनुकरण करणे असा प्रयोगाचा हेतू असतो. एखाद्या घटनेचा पायरी पायरीने अभ्यास करण्यासाठी प्रयोग गुंतागुंतीची नैसर्गिक क्रिया सोपी करतो. अत्यंत संवेदनक्षम उपकरणाच्या साहाय्याने घटनेचे अत्यंत बारकाईने निरीक्षण करणे, हा प्रयोगाचा हेतू असतो.

प्रयोजन व परिणाम यांतील संबंध जाणून घेण्यासाठी विविध प्रकारचे प्रयोग केले जातात. कमाल माहिती उपलब्ध व्हावी आणि निश्चित स्वरूपाचे निष्कर्ष त्यातून काढता यावेत म्हणून प्रयोगाची मांडणी करताना कौशल्य आणि सावधानता आवश्यक असते. अशा प्रयोगाचे निष्कर्ष एखादी पूर्वकल्पना सिद्ध करू शकतात किंवा खोटी ठरवू शकतात. काही वेळेस एखादी पूर्वकल्पना नाकारावी लागते व प्रयोगातून मिळालेले निष्कर्ष स्पष्ट करण्यासाठी नवीन पूर्वकल्पना मांडावी लागते. प्रयोगातून मिळणाऱ्या माहितीनुसार पूर्वकल्पना चांगली करता येते / तिच्यात बदल करता येतात.

निरीक्षणासाठी विविध शास्त्रीय उपकरणांचा उपयोग मोठ्या प्रमाणावर केला जातो. प्रयोग व काटेकोर निरीक्षण तंत्राचा वापर यावर नैसर्गिक शास्त्रातील संशोधनात भर असल्याने मानवी अभिवृत्तीचा व पूर्वग्रहांचा पगडा निरीक्षणावर राहण्याची शक्यता नसते. परिणामी अधिक विश्वसनीय व काटेकोर स्वरूपाचे ज्ञान मिळते.

नैसर्गिक शास्त्रांचे स्वरूपच असे आहे की, त्या शास्त्रांत प्रयोग पद्धती व अत्यंत काटेकोर अशा मापन व निरीक्षण तंत्रांचा वापर करणे सहजपणे शक्य होते.

नैसर्गिक शास्त्रे मुख्यतः प्रयोग पद्धतीद्वारे संशोधन करतात. काहीवेळा साध्या निरीक्षण पद्धतीचा वापर नैसर्गिक शास्त्रांतून होतो. तो करताना शास्त्रज्ञ अत्यंत काटेकोर मापनतंत्रे वापरतात.

नैसर्गिक शास्त्रांच्या तुलनेत सामाजिक शास्त्रे ज्या विषयाचा अभ्यास करतात, तो गुंतागुंतीचा, स्थळकाळानुरूप बदलणारा व गतिशील आहे. सामाजिक शास्त्रांच्या अभ्यास विषयाचे अध्ययन करण्यासाठी या प्रयोग पद्धतीचा वापर करण्यास मर्यादा पडतात. माणसावर प्रयोग करणे अत्यंत कठीण आहे. प्रयोग करताना परिस्थितीतील सर्व संबंधित घटकांवर प्रयोगकर्त्याचे नियंत्रण असावे लागते. सामाजिक शास्त्रात असे नियंत्रण राखणे अतिशय कठीण आहे.

मानवी वर्तन आंतरिक व बाह्य अशा अनेक घटकांनी प्रभावित असते. मानवाच्या प्रेरणा, भावना, विचार, हेतू, उद्दिष्टे हे आंतरिक घटक, तसेच ऐतिहासिक, आर्थिक, सामाजिक, राजकीय, सांस्कृतिक परिस्थितीतील अनेक घडामोडींचा मानवी वर्तनावर, त्याच्या सामूहिक जीवनावर प्रभाव पडत असतो. माणसाच्या वर्तनावर प्रभाव टाकणाऱ्या घटकांवर नियंत्रण ठेवून नियंत्रित परिस्थितीत त्याचे निरीक्षण करणे कठीण आहे.

काहीवेळा सामाजिक शास्त्रातदेखील प्रयोग करणे शक्य असते. पण असे प्रयोग मानवी दृष्टिकोनातून करणे इष्ट नसते, म्हणून असे प्रयोग करता येत नाहीत. उदा. – जाळपोळ करणारा जमाव प्रायोगिकरीत्या निर्माण करणे शक्य आहे, दंगलीचा अभ्यास करण्यासाठी दंगली घडवून आणणे शक्य आहे, माणूस किती वेदना सहन करू शकतो हे प्रयोगाने पाहता येणे शक्य आहे, पण अशा प्रयोगांना समाज परवानगी देत नाही व असे प्रयोग करणे इष्टही नाही.

प्रयोग पद्धती वापरून मानवी सामाजिक वर्तनाचा, मानवी समूहांचा, सामाजिक, आर्थिक, राजकीय, सांस्कृतिक जीवनाचा वा समग्र मानवी समाजाचा अभ्यास करणे दुरापास्त ठरते. त्यामुळे *सामाजिक शास्त्रांचा भर अप्रायोगिक निरीक्षण पद्धती व तंत्रांचा वापर* करण्यावर अधिक असतो.

मानसशास्त्रात प्रयोग पद्धतीचा वापर सर्वाधिक प्रमाणात होतो. समाजशास्त्रातही काही अपवादात्मक प्रायोगिक संशोधने केली जातात. सर्व सामाजिक शास्त्रांचा एकत्रितपणे विचार केल्यास या शास्त्रात प्रयोग पद्धतीचा वापर फारच कमी आहे. प्रयोग पद्धतीचा वापर होत नाही, या कारणावरून सामाजिक शास्त्रांचे वैज्ञानिक स्वरूप कमी होत नाही. सामाजिक शास्त्रे तथ्यनिष्ठा प्रमाण मानतात.

सामाजिक शास्त्रांमध्ये –

१) सामाजिक सर्वेक्षण पद्धती

२) ऐतिहासिक संशोधन पद्धती

३) व्यष्टी अध्ययन पद्धती – यांसारख्या बिगर-प्रायोगिक संशोधन पद्धतींचा वापर होतो. १) साधे निरीक्षण, २)

सहभागी निरीक्षण, ३) मुलाखत, ४) प्रश्नावली, ५) अभिवृत्ती मापनाच्या मोजपट्ट्या, ६) प्रक्षेपण तंत्रे, ७) संख्याशास्त्रीय तंत्रे – यांसारख्या निरीक्षण/माहिती संकलन/मापनतंत्रांचा अवलंब केला जातो.

नैसर्गिक शास्त्रातील निरीक्षण/मापनतंत्रे जितक्या प्रमाणात काटेकोर आणि अचूक आहेत तेवढी अचूकता व काटेकोरपणा सामाजिक शास्त्रातील निरीक्षण तंत्रात नसतो.

सतराव्या शतकामध्ये खाणमजूर आणि विहिरीचे खोदकाम करणाऱ्या लोकांच्या असे लक्षात आले की सर्वसाधारण हातपंपाच्या साहाय्याने ३२ फुटांपेक्षा जास्त व उंच पाणी नेणे अशक्य आहे. *गॅलिलिओला* असे वाटले की यापेक्षा जास्त उंचीच्या पाण्याच्या स्तंभाला स्वतःचे वजन पेलणे शक्य नाही. त्याचा शिष्य *टॉरिसेली* (१६०८-४७) याने याबाबत पुढील पूर्वकल्पना मांडली - "वातावरणातील हवेचा दाब पाण्यावर पडतो म्हणून पंपातले पाणी वर चढते." त्यावरून त्याने असा विचार केला की केवळ वातावरणाच्या दाबामुळे पाणी जर वर चढत असेल तर कोणताही द्रव एका विशिष्ट उंचीपर्यंत वर चढू शकेल. त्याने नंतर गणित करून पाहिले की पाण्याचा स्तंभ ३० इंच उंचीपर्यंत जाऊ शकतो. हे पडताळून पाहण्यासाठी त्याने एक साधा प्रयोग केला. त्याने एका बशीत पारा ठेवला आणि पारा भरलेली काचेची नळी त्यात उलटी ठेवली. पारा ३० इंचांपेक्षा जास्त चढला नाही आणि टॉरिसेलीची पूर्वकल्पना सिद्ध झाली. अशा रीतीने वायुभारमापकाचा शोध लागला. वातावरणाचा दाब मोजण्यासाठी त्याचा उपयोग करतात. समुद्रसपाटीपेक्षा उंच पर्वतावर हवेचा दाब कमी असतो. टॉरिसेलीची पूर्वकल्पना आणखी चांगली सिद्ध करण्यासाठी पास्कलने वायुभारमापक उंच पर्वतावर नेला, तेव्हा पाण्याची पातळी खाली आली. यावरून असे सिद्ध झाले की वातावरणाच्या कमी दाबामुळे पाण्याचा कमी उंचीचा स्तंभ पेलला जातो.

वैज्ञानिक पद्धतीतील महत्त्वाच्या संकल्पना

वैज्ञानिक प्रयोगांचे गणिताच्या भाषेत वर्णन करून निसर्गाचे नियम शोधणे शक्य आहे, हे *गॅलिलिओने* प्रथम दाखवले. या कारणास्तव त्याला '*आधुनिक विज्ञानाचा जनक*' असे म्हटले जाते. *गॅलिलिओच्या* पायाभूत कामगिरीची दोन महत्त्वाची अंगे -

(१) अनुभवाधारित दृष्टिकोन.

(२) निसर्गाचे त्याने केलेले गणिती भाषेतील वर्णन.

वरील दोन अंगे सतराव्या शतकात विज्ञानाचे प्रमुख विशेष बनली आणि वैज्ञानिक उपपत्तीच्या अथवा सिद्धांताच्या सर्वसामान्य कसोट्या म्हणून आजही तेच उपयोगात आहेत.

इटलीमध्ये *गॅलिलिओ* प्रयोग करण्यात गुंतला होता, तेव्हा इंग्लंडमध्ये *फ्रान्सिस बेकन* आपल्या शुद्ध वैज्ञानिक अनुमान पद्धतीचा सिद्धांत रचण्यात गुंतला होता -

१) प्रयोग कसे करावेत

२) खात्रीपूर्वक, निखालस, सर्वसामान्य निष्कर्ष कसे काढावेत

३) पुन्हा प्रयोग करून त्यांची सत्यता कशी पडताळावी

- याचा आराखडा तयार करण्यात तो यशस्वी झाला. त्याने पारंपरिक विचारपद्धतीवर हल्ला चढवून वैज्ञानिक पद्धतीबद्दल सर्वत्र प्रचंड दबदबा निर्माण केला.

बेकनच्या या कामगिरीमुळे वैज्ञानिक संशोधनाचे स्वरूप आणि त्याचा हेतू पूर्णपणे बदलून गेले. निसर्गाची व्यवस्था आणि नियम समजून घेऊन त्याच्याबरोबर सुसंवादी पद्धतीने राहण्याचा प्राचीन काळापासून विज्ञानाचा हेतू होता. निसर्गाच्या व्यवस्थेत सहभागी होण्याचे तसेच निसर्गाशी एकात्मता साधण्याचे हे प्रयत्न होते. सुरुवातीस *वैज्ञानिकांची मनोवृत्ती पर्यावरणात्मक* होती, पण सतराव्या शतकापासून ही मनोवृत्ती विरुद्ध टोकाकडे झुकली.

बेकनच्या वेळेपासून विज्ञानाचा हेतू बदलला. निसर्गावर अधिसत्ता गाजवून त्याला आपल्या कक्षात ठेवण्यासाठी वैज्ञानिक ज्ञानाचा उपयोग होऊ लागला. हा हेतू *पर्यावरणविरोधी* आहे. वैज्ञानिक क्रांतीचा झपाट्याने प्रसार झाला तसा निसर्गाबद्दल *सेंट्रिय दृष्टिकोन* बदलून, त्याऐवजी '*निसर्ग*' म्हणजे एक यंत्र आहे, हा दृष्टिकोन पुढे येऊ लागला. बेकनने घडवून आणलेला हा बदल त्याच्यानंतर *देकार्त व न्यूटन* ने कळसाला पोहोचविला.

देकार्त हा एक कुशाग्र गणिती म्हणून प्रसिद्ध होता. त्याच्या मते, विज्ञान हे निश्चित स्वरूपाचे व प्रकट ज्ञान आहे. त्याचा वैज्ञानिक ज्ञानाच्या निश्चिततेवर पूर्ण विश्वास होता. *विश्वाची रचना गणिती स्वरूपाची* असावी, असा

त्याचा विश्वास होता. याच विश्वासातून त्याने विज्ञानपद्धतीचा शोध लावला. त्याने संख्याशास्त्राचे नियम भूमितीच्या आकृतींना लावून भूमिती व बीजगणित यांचे संबंध प्रस्थापित केले आणि 'विश्लेषणात्मक भूमिती' या नव्या गणितीशास्त्राचा शोध लावला. निश्चित गणिती अनुमाने आणि संबंध कसे शोधावे, यांच्या अभ्यासाचे एक तंत्र त्याने निर्माण केले. संपूर्ण आणि निश्चित स्वरूपाचे विज्ञान निर्माण करण्याची त्याची महत्त्वाकांक्षी योजना त्याने आपल्या 'पद्धतीची मीमांसा' या पुस्तकात मांडली असून त्यात त्याने तार्किक विचारपद्धतीचा ऊहापोह केला आहे.

देकार्तच्या या पद्धतीचे सार म्हणजे शंका निर्माण करण्याची प्रक्रिया होय. देकार्तची ही पद्धत विश्लेषणात्मक आहे. या पद्धतीत विचारांचे आणि समस्यांचे भाग, खंड अथवा तुकडे करून ते पुन्हा तार्किक पद्धतीने व्यवस्थितपणे जुळविणे अभिप्रेत आहे. देकार्तच्या मते हे जग वस्तुयुक्त असून निव्वळ यंत्र आहे. पदार्थांमध्ये हेतू, जीवन किंवा चैतन्य नसते आणि त्याचे सर्व कार्य विश्वाच्या भागांची रचना व हालचाली यांच्या अभ्यासानेच समजून घेणे आवश्यक आहे, अशी त्याची धारणा होती. याचा आधार घेऊनच सतराव्या ते एकोणिसाव्या शतकातील निसर्गाविषयीची सर्व वैज्ञानिक निरीक्षणे, उपपत्ती व स्पष्टीकरणे मांडण्यात आली.

अभ्युपगम (सिद्धांत कल्पना)

अभ्युपगम (Hypothesis) - निसर्ग घटना समस्याप्रधान असतात. त्यांचे स्पष्टीकरण करण्यासाठी तात्पुरती स्पष्टीकरणे प्रस्थापित करावी लागतात. त्यांना अभ्युपगम किंवा सिद्धांत कल्पना असे म्हटले जाते. त्यासाठी घटनांचे निरीक्षण तसेच स्पष्टीकरण, मांडलेल्या घटनांचे प्रत्यंतर या गोष्टींचा त्यात समावेश होतो.

अभ्युपगम म्हणजे शास्त्रीयदृष्ट्या केलेले तात्पुरते स्पष्टीकरण होय. ते अपुऱ्या पुराव्यावर आधारित असते. जर पुरावा पूर्ण असेल तर स्पष्टीकरण तात्पुरते नसते.

घटनांच्या निरीक्षणावरून कारणकार्यासंबंधाविषयी एखादी कल्पना (अंदाज) मनात तयार होते, तेव्हा त्या कल्पनेस 'अभ्युपगम' (सिद्धांत कल्पना) म्हणतात. ही कल्पना वेगवेगळ्या कसोट्यांना उतरल्यास तो 'नियम' बनतो.

अभ्युपगम म्हणजे संशोधन समस्येचे तात्पुरते गृहीत धरलेले संभाव्य उत्तर किंवा स्पष्टीकरण म्हणून मांडण्यात आलेले विधान. हे विधान घटनांतील कार्यकारण संबंधाविषयीचे असते. घटनांच्या स्पष्टीकरणाचा हेतू त्यामागे असतो. हे विधान तात्पुरते गृहीत धरलेले संभाव्य स्पष्टीकरण असते.

तात्पुरत्या सत्य मानलेल्या गृहीतकल्पनेला तिचे तार्किक निष्कर्षण होण्यापूर्वी, तो सिद्ध/असिद्ध ठरविण्यापूर्वी तिच्या प्राथमिक अवस्थेस सिद्धांत कल्पना असे म्हणतात.

जेव्हा प्रस्थापित ज्ञान एखाद्या नवीन घटनेचे स्पष्टीकरण करण्यास असमर्थ ठरते तेव्हा त्याचे स्पष्टीकरण करण्यासाठी एक तात्पुरती सिद्धांत कल्पना मांडतात. अभ्युपगम म्हणजे फक्त कल्पनेतला अंदाज नव्हे. तो पूर्वज्ञानाशिवाय मांडता येत नाही. त्यामुळे अभ्युपगमाचे विज्ञानातील स्थान अनन्यसाधारण आहे.

अभ्युपगम हे अनेकप्रकारे सुचू शकतात - (१) कल्पनाशक्ती, (२) पूर्वज्ञान, (३) साम्यानुमान, (४) निगमनात्मक निष्कर्ष, (५) केवळ गणनात्मक अनुमान, (६) सहपरिवर्तन पद्धती, (७) योगायोग.

कल्पनाशक्तीशिवाय अभ्युपगम मांडता येत नाही. तसेच पूर्वानुभव जितका व्यापक तितका अभ्युपगम योग्य. काही वेळा साम्यानुमान व सहपरिवर्तन पद्धती यांनी ते सुचू शकतात.

अभ्युपगमाची तीन वैशिष्ट्ये - (१) स्पष्टीकरण क्षमता, (२) प्रत्यंतर, (३) सिद्धता. यांपैकी एक जरी नसेल तर अभ्युपगमन अनुचित ठरतो.

अभ्युपगमस्वरूपी विधानाचा खरेखोटेपणा संशोधन प्रक्रियेत तपासून पाहिला जातो. अभ्युपगम निर्मिती हा संशोधनातील महत्त्वपूर्ण टप्पा असतो, कारण त्यामुळेच पुढील संशोधनास निश्चित दिशा मिळते.

कोणताही अभ्युपगम १००% सत्य आहे, असे यशस्वीरीत्या प्रस्थापित करणे कठीण आहे.

वैज्ञानिक संशोधनाची सुरुवात अभ्युपगमाने होते.

अभ्युपगम हा नैसर्गिक घटनांचे निरीक्षण व सामान्य सिद्धांत प्रस्थापित करणे, यांना जोडणारा पूल आहे.

अभ्युपगमाच्या तीन अवस्था आहेत - (१) घटनांचे निरीक्षण (२) निगमन (३) प्रत्यंतर.

उचित अभ्युपगमाच्या पुढील अटी असतात, त्या पाळल्याशिवाय तो उचित आहे की नाही हे कळत नाही-

- १) तो घटनेचे योग्य स्पष्टीकरण करण्यास समर्थ असावा.
- २) त्यात किमान संकल्पना मांडलेल्या असाव्यात.
- ३) तो प्राथमिक ज्ञानाशी विसंगत/आत्मविसंगत/हास्यास्पद नसावा. पूर्वप्रस्थापित ज्ञानाशी सुसंगत असावा.
- ४) त्यात भविष्यकथनाची क्षमता असावी.
- ५) त्यात प्रत्यंतराची क्षमता असावी.

१) **अभ्युपगमाची पर्याप्तता** - म्हणजे ज्या घटनेच्या स्पष्टीकरणासाठी एखादा विशिष्ट अभ्युपगम मांडला जातो तेव्हा तो अभ्युपगम त्या घटनेचे योग्य व समर्पक स्पष्टीकरण करू शकणारा असतो.

२) **अभ्युपगमाची सरलता** - अभ्युपगम क्लिष्ट, गुंतागुंतीचा नसावा. तो सुपरिचित, सोप्या, साध्या व सरळ भाषेत मांडलेला असावा. सुरक्षित व योग्य अभ्युपगम म्हणजे प्रस्थापित ज्ञानाशी सुसंगत असणारा नवीन अभ्युपगम मांडणे.

३) **अभ्युपगमाची प्रत्यंतरक्षमता** - ही अभ्युपगमाची सर्वांत महत्त्वाची अट आहे. अभ्युपगमाचे प्रत्यंतर दोन प्रकारे होऊ शकते - (१) प्रत्यक्ष निरीक्षणाच्या आधारे केलेले प्रत्यंतर - यास प्रत्यक्ष प्रत्यंतर म्हणतात. (२) काही वेळा अभ्युपगमातून निष्पादित केलेले निष्कर्ष पडताळून पाहिले जातात. जर ते निष्कर्ष सत्य असतील तर तो अभ्युपगम सत्य होतो, यास अप्रत्यक्ष प्रत्यंतर म्हणतात.

४) **अभ्युपगमाची सिद्धी** - ही प्रत्यंतराहून भिन्न असते.

एखादा अभ्युपगम सिद्ध झाला, याचा अर्थ त्याला प्रतिस्पर्धी अभ्युपगम उरलेला नाही असा होतो.

एकाच समस्येसाठी दोन वेगळे अभ्युपगम मांडलेले असतात. अशावेळी निर्णायक प्रयोगाच्या आधाराने त्यांपैकी एकाचा स्वीकार होतो व दुसरा त्याज्य ठरवला जातो.

अभ्युपगम सिद्ध झाला की, त्याचा अर्थ असा होतो की, तो ज्या घटनेचे उपपादन करण्यासाठी मांडला गेला, त्या प्रकारच्या सर्वच घटनांचे उपपादन त्याच्या आधारे करता येते. यास सामान्यीकरण म्हणतात.

सामान्यीकरण निसर्गाच्या एकरूपतेच्या सिद्धांतावर अवलंबून असते. वैज्ञानिक संशोधनात 'योग्य दिशा' दाखविण्याचे कार्य अभ्युपगम करीत असतात.

शास्त्रीय नियम हा प्राथमिक अवस्थेत 'अभ्युपगम' असतो.

५) **भविष्यकथन क्षमता** - अभ्युपगमात भविष्य कथनाची पात्रता हवी. अभ्युपगम प्रस्थापित केल्यावर शास्त्रज्ञ त्यापासून निगमनात्मक निष्कर्ष काढतो. अभ्युपगमातून काढण्यात येणारी अनुमाने त्या अभ्युपगमाशी सुसंगती दर्शवितात त्यावेळी असे अभ्युपगम प्रस्थापित होतात.

अभ्युपगमाचे दोन प्रमुख प्रकार -

१) **तदर्थ अभ्युपगम** - हा एखाद्या सिद्धांतास किंवा उपपत्तीस वाचवण्याच्या हेतूने मांडलेला असतो. जी गोष्ट प्रस्थापित अभ्युपगम सिद्ध करू शकत नाही, ती गोष्ट याने सिद्ध होऊ शकते.

२) **प्रवर्तक अभ्युपगम** - हा कामचलाऊ स्वरूपाचा असतो. त्याने नवीन संशोधनास गती व दिशा मिळत असते. नवीन संशोधनासाठी मार्गदर्शन करणारा नवीन अभ्युपगम निर्माण झाला तर त्यास 'प्रवर्तक अभ्युपगम' म्हणतात. प्रवर्तक अभ्युपगम कामचलाऊ व तात्पुरते असतात. रुडरफोर्ड यांच्या मतानुसार प्रवर्तक अभ्युपगम हे सूचनाक्षम असतात.

तदर्थ अभ्युपगम प्रस्थापित नियमास वाचविण्यासाठी मांडतात. प्रवर्तक अभ्युपगम हा निसर्गघटनांचे स्पष्टीकरण करणे व संकलन करणे यासाठी मांडलेला असतो.

उपपत्ती

उपपत्ती म्हणजे विशिष्ट वर्गातील ज्ञान प्रकट करण्यासाठी वापरलेले सामान्य तत्त्व होय. अभ्युपगम हे तात्पुरते स्पष्टीकरण असते, तर उपपत्ती म्हणजे प्रस्थापित अभ्युपगम होय. उपपत्ती ही व्यापक स्वरूपाची असते. एका उपपत्तीतून अनेक तत्सम गोष्टींचा खुलासा होत असतो. ज्यावेळी अभ्युपगमाच्या सिद्धीसाठी निर्णायक उदाहरण व प्रयोग त्याज्य ठरतात अशा वेळी, 'सरल सिद्धांत' या संकल्पनेचा आधार घेतला जातो. उपपत्ती जास्त प्रमाणात अमूर्त असते व सामान्यीकरण त्यात अधिक असते.

सिद्धांत

सामान्यीकरण झालेला अभ्युपगम म्हणजे सिद्धांत. विज्ञानातील सिद्धांत म्हणजे कमी-अधिक व्याप्तीच्या अनेक वैज्ञानिक नियमांची एक व्यवस्था असते.

अपवाद असलेला नियम म्हणजे सिद्धांत होय. विविध सिद्धांतांची मिळून बनलेली ज्ञानाची व्यापक व्यवस्था निर्माण करणे, हे विज्ञानाचे उद्दिष्ट असते.

नियम

एखादा अभ्युपगम शंकेच्या पलीकडे जाऊन प्रस्थापित होतो तेव्हा त्यास नियम म्हणतात. नियम हे सामान्य विज्ञानांच्या स्वरूपाचे असतात. उपपत्ती आणि नियम यात भेद करणे कठीण आहे.

निरनिराळ्या परिस्थितीमध्ये केलेली अनेक निरीक्षणे आणि प्रयोग यांच्यातील सर्वकष संबंधाला नियम म्हणतात. जर मोठ्या प्रमाणात प्रायोगिक पुरावा असेल व कोणताही अपवाद नसेल तर अभ्युपगमन नियम म्हणून स्वीकारली जाते. जेव्हा जेव्हा एखाद्या नव्या प्रयोगामध्ये एखादा नियम मोडताना दिसतो तेव्हा तेव्हा तो तसा का मोडला जातो, हे सांगण्यासाठी नवीन पूर्वकल्पना/घटना/नवीन प्रक्रिया शोधण्यास चालना मिळते.

कोणत्याही शास्त्रातील 'नियम' ही अनुमानित तथ्येच असतात. निरीक्षण व प्रयोगातून मिळालेले निष्कर्ष यापासून फार मोठे शास्त्रीय ज्ञान उपलब्ध होते. अशा निष्कर्षांची केवळ जंत्री म्हणजे काही शास्त्रीय ज्ञान नव्हे. तर्कशुद्ध व सुसंगत सिद्धांत/नियम तयार करण्यासाठी या निष्कर्षां मध्ये संबंध निर्माण करून ते एकमेकांशी जोडले जातात.

वैज्ञानिक नियम हे विश्लेषण आणि अमूर्तीकरण यांच्या संयोगातून निर्माण झालेले असतात. तसेच ते विविध संकल्पनांतील संबंध दर्शवीत असतात.

(१) वर्गीकरणात्मक नियम म्हणजे विशिष्ट वस्तूचे केलेले वर्गीकरण जे त्यांच्या सारगुणांवर आधारित असते. विज्ञानाची सुरुवात वर्गीकरणात्मक नियमांनी होत असते.

(२) कारणात्मक नियम दोन संकल्पना एकत्रित आणत असतात. ते दोन घटनांतील संबंध प्रस्थापित करतात. वर्गीकरणात्मक नियमाप्रमाणे कारणात्मक नियम बनवतानासुद्धा वर्गनामाचा उपयोग होतो.

कारणकार्यवाद

कारणकार्यसंबंध म्हणजे दोन अथवा अधिक प्रकारच्या घटनांतील नियतक्रम होय. कारण म्हणजे अशा प्रकारची घटना की, ज्यास कार्य म्हणावयाचे, त्या प्रकारच्या घटनेपूर्वी ती नियतपणे म्हणजेच अनिवार्यपणे घडते.

'क', हे 'ख' चे कारण आहे असे म्हणताना जो संबंध अभिप्रेत असतो तो 'क' आणि 'ख' या विशिष्टांमधील नसून 'क' सदृश काहीही व 'ख' सदृश काहीही अशा दोन जातींतील असतो. उदा. विषबाधा मृत्यूचे कारण आहे याचा अर्थ विषबाधा या सदरात घडणारी घटना व मृत्यू यांच्यात कार्यकारण संबंध आहे असा होतो. दारू प्यायल्याने बेहोषी येते म्हणजे माणसाच्या रक्तात मद्यार्क भिनणे व त्यास बेहोषी येणे या दोन प्रकारच्या घटनांच्या क्रमात सातत्य असणे असा अनिवार्यतेचा अर्थ विज्ञानास पुरेसा आहे.

कारणकार्यवादाची वैशिष्ट्ये-

१) घटनाघटनांतील संबंध - कारणकार्यसंबंध दोन वस्तूत राहतो असे मानणे विज्ञानास सोयीचे नसते, त्याऐवजी तो संबंध घटनाघटनांमधील आहे असे मानणे उपयुक्त ठरते. उदा. चंद्र ही वस्तू समुद्राच्या भरतीचे कारण न मानता चंद्राने अमुक एका स्थितीमध्ये येणे ही घटना भरती येणे या घटनेचे कारण होय.

जे काही निर्माण करते त्याला कारण म्हणतात व जे निर्माण होते त्यास कार्य किंवा परिणाम म्हणतात.

काही तत्त्वज्ञ कारणाचे अंतर्वर्ती व बहिर्वर्ती कारणे असे दोन प्रकार कल्पितात. अंतर्वर्ती कारणे स्वतःच स्वतःमध्ये बदल घडवितात. बहिर्वर्ती कारण म्हणजे एका वस्तूने दुसऱ्या वस्तूत बदल किंवा हालचाल घडविणे.

२) कारणकार्याची सलगता - कारण व कार्य कालक्रमात एकामागून एक येतात. कारण व कार्य ही वास्तवात विलग असतात. आधी कारण घडते व मध्ये थोडा वेळ जाऊन कार्य घडते असे नाही. कारण व कार्य ही विळ्याने तोडावीत अशी एकमेकांपासून भिन्न नाहीत. एकाच सलग प्रक्रियेचे ते भिन्न भिन्न टप्पे आहेत.

३) कारणकार्याची अनिवार्यता - 'कारण हे कार्याच्या आधी येत नसून ते अपरावलंबी व अनिवार्य आहे - ही कारणाची संकल्पना जे. एस. मिल याने मांडली.

कारणकार्य संबंధामधील अनिवार्यता एकेरी आहे, दुहेरी नाही. कारणकार्य 'संबंधामधील अनिवार्यता कारणाच्या बाजूने नाही, कार्याच्या बाजूने आहे. स्थलकालांची भिता ही कारणकार्यसंबंधात गैरलागू आहे. कारणकार्यसंबंध हा नियत / अनिवार्य असतो.

ज्या घटनेनंतर कार्य नियत अथवा अनिवार्य नाही तिला कारण समजणे हा तर्कदोष आहे. या दोषास *काकतालीय न्याय* म्हणतात. कधी असे होईल की, कावळा बसतो आणि नंतर लगेच टापी मोडते. म्हणून काही कावळा बसणे हे फांदी मोडण्याचे कारण होत नाही. बहुतेक लोकभ्रमांचा आधार काकतालीय न्याय नावाचा तर्कदोष असतो. युरोपीय तर्कशास्त्रात काकतालीय न्याय तर्कदोषास असे म्हणतात. या लॅटिन वाक्याचा अर्थ 'याच्यानंतर हे, अतएव, याच्यामुळे हे' असा आहे.

दोन विशिष्ट घटनांमधील कारणकार्यसंबंध हा अगदी काटेकोरपणे पाहता विज्ञानाच्या कक्षेत येत नाही.

विज्ञानास कारणकार्यसंबंध अभिप्रेत असतो, तो दोन विशिष्ट घटनांमधील नसून घटनांच्या दोन वर्गामधील अथवा जातींमधील असतो.

कारणकार्यवादाचे प्रकार

१) कारणानेकता - जे. एस. मिलच्या मते, कार्यकारणसंबंध हा अनेक-एक या तऱ्हेचा आहे. या मतास म्हणतात. सामान्य व्यवहारात आपण एखादे विशिष्ट कार्य घडण्यासाठी कारणांची अनेकता मान्य करतो. जे. एस. मिलने कारण व कार्य यांचे अमूर्तीकरण भिन्न पातळीवर केले आहे.

कारणानेकतेची उदाहरणे -

१) गावाच्या वरच्या बाजूचे धरण फुटले तर नदीला पूर येईल, खूप पाऊस पडल्यास पूर येईल.- येथे कारण भिन्न पण कार्य एकच.

२) पाण्यात बुडाला की माणूस मरेल, बंदुकीची गोळी छातीतून आरपार गेली तरीही मरेल, विषबाधा होऊनही मरेल. मृत्यू हे एकच कार्य निरनिराळ्या कारणांनी घडू शकते.

३) घर्षणाने उष्णता निर्माण होईल, रासायनिक प्रक्रियेने होईल, विद्युतप्रवाहास अडथळा झाल्यानेही उष्णता निर्माण होईल. कारणानेकतावाद हा सर्वस्वी अग्राह्य नसून व्यवहारात आपण तो मानतोच मानतो. विज्ञानातही तो एका मर्यादेपर्यंत स्वीकारला जातो.

२) कारणसंयोजन- अनेक कारणे मिळून एकच कार्य घडते तेव्हा त्या कारणसमूहास कारणसंयोजन म्हणता येईल. कारणसंयोजनापासून जे कार्य घडते, त्यास कार्यसंमिश्रण अथवा कार्यसंकर म्हणतात. उदा. भारतातील जातीसंस्था ही अनेक कारणांचा परिणाम आहे.

३) कार्यसंमिश्रण / कार्यसंकर - भिन्न भिन्न कारणे एकत्र आल्याने ती एकाच कार्याची उत्पादक होतात.

अ) समजातीय कार्यसंमिश्रण-प्रत्येक सुट्या सुट्या कारणांचे जे कार्य असेल त्याच प्रकारचे कार्य सर्वांचे मिळून घडते. उदा. एक दिवा जळल्याने प्रकाश पडणे हे कार्य घडते. दहा दिवे जळले तरी प्रकाशच पडतो. फक्त तो अधिक पडतो एवढेच. हे एकजिनसी अथवा समजातीय कार्यसंमिश्रणाचे उदाहरण होय.

ब) विषमजातीय कार्यसंमिश्रण- या प्रकारात प्रत्येक सुट्या सुट्या कारणांचे जे कार्य घडेल त्याहून त्यांचे संयुक्त कार्य फारच विलक्षण असते. उदा. चुना लावल्यास भिंतीवर पांढरा रंग चढेल, हळद लावल्यास पिवळा चढेल. पण चुना व हळद दोन्ही मिळून लावल्यास तांबडा रंग येईल. हे विषमजातीय कार्यसंमिश्रणाचे उदाहरण होईल.

४) अॅरिस्टॉटलचा हेतुगर्भ कारणवाद -

अॅरिस्टॉटलच्या कारण कल्पनेत *कारण व हेतू (प्रयोजन)* या दोघांचाही समावेश आहे.

एखाद्या वस्तूची उपपत्ती किंवा तिचे अस्तित्व यथार्थपणे समजण्यासाठी जे जे म्हणून आवश्यक आहे, मग ते कारण असो की प्रयोजन असो त्यांचा समावेश अॅरिस्टॉटलच्या कारण सिद्धांतामध्ये झालेला आहे.

अॅरिस्टॉटलने पुढील चार प्रकारची कारणे सांगितली आहेत - १) द्रव्य उत्पादन, २) निमित्त, ३) आकार व

४) अंतिम उद्दिष्ट (प्रयोजन). प्रत्येक घटनेत ही चारही कारणे उपस्थित असतात. कारणाच्या प्रक्रियेत चारही घटक एकाच वेळी कार्य करीत असतात असे अॅरिस्टॉटल मानतो.

द्रव्य उत्पादन कारण - ज्या विशिष्ट द्रव्याची वस्तू बनत असते ते तिचे 'उत्पादन कारण' असते. म्हणजे ज्या पदार्थापासून वस्तू तयार होते किंवा तिचा जो कच्चा माल असतो तो वस्तूचे उत्पादन करणारा होय. उदा. एखाद्या संगमरवरी दगडाचा जर पुतळा केला तर तो संगमरवरी दगड हा त्या पुतळ्याचे उत्पादन कारण असतो. तांबे, पितळ, लोखंड हे धातू, माती, लाकूड, दगड अशासारख्या ज्या पदार्थांना भौतिक पदार्थ किंवा द्रव्य म्हणतात ते सर्व अॅरिस्टॉटलच्या कल्पनेप्रमाणे उत्पादन कारण होते.

निमित्त कारण - जे गती हालचाल घडविण्यास जबाबदार असते. यात स्थलांतराबरोबर रूपांतरही अंतर्भूत असते. उदा. दगड खाली पडण्यात किंवा एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी जाण्यात जशी गती आहे, तशीच गती हिरवे पान पिवळे होण्यातही आहे. म्हणजे बदल घडून येण्यास जे जबाबदार ठरते, जे शक्ती किंवा सामर्थ्य पुरविते त्यास अॅरिस्टॉटल निमित्त कारण म्हणतो.

आकारीक कारण - कारणाचे कार्यात परिवर्तन होताना किंवा झाल्यावर त्याला जो आकार किंवा रूप मिळते, ते आकारीक कारण ठरते. त्याला अॅरिस्टॉटल द्रव्य म्हणतो.

अंतिम उद्दिष्ट - म्हणजे वस्तूचे जे सार किंवा सारतत्त्व असते ते मूर्तरूपात साकार व व्यक्त होणे, हे तिचे प्रयोजन असते. प्रत्येक घटनेचे, ती घडवून आणणारे कारण असते हे एक तत्त्व. याला कार्यकारण भावाचे तत्त्व असे म्हणतात. दुसरे तत्त्व म्हणजे तेच कारण (किंवा त्याच प्रकारचे कारण) त्याच प्रकारचे कार्य नेहमी, नियमाने घडवून आणते - या तत्त्वाला निसर्ग एकविधता तत्त्व म्हणतात.

५) मिल्सच्या प्रायोगिक पद्धती -

कारण शोधण्याच्या ५ प्रायोगिक पद्धती मिल्सने सांगितल्या आहेत. *कार्यकारण संबंधाची चार उपविचार सूत्रे:*

- (१) **सहभाव सहउपस्थिती** - कारणाचा भाव किंवा अस्तित्व असेल, तर कार्याचा भाव /अस्तित्व दिसून येते.
- (२) **सहअनुपस्थिती** - कारणाचा अभाव/अनुपस्थिती असेल तर कार्याचाही अभाव/अनुपस्थिती दिसून येते.
- (३) **सहपरिवर्तन** - कारणामध्ये काही बदल झाला तर कार्यातही अनुरूप विकार किंवा बदल दिसून येतो.
- (४) **प्रतियोगित्व** - एका कारणाचे एकच कार्य असू शकते. कारण व कार्य यांच्यात अन्वय संबंध असतो.

१) **साम्य पद्धती** - हिला अन्वय पद्धती असेही म्हणतात. कारणकार्यातील साहचर्य म्हणजे सहउपस्थिती, हा या पद्धतीचा पाया आहे. जेव्हा एखाद्या संशोधन घटनेच्या अनेक उदाहरणांत तिच्या विविध पूर्ववती उपाधींमध्ये एक उपाधी किंवा उपाधीसमूह नित्य, निरपवादपणे उपस्थित असलेला दिसतो, तेव्हा ती उपाधी किंवा उपाधीसमूह त्या घटनेचे कारण किंवा कारणांश असतो. ही पद्धती निरीक्षणप्रधान आहे. कारणविषयक गृहीतकाचे म्हणजे सिद्धांत कल्पनेचे सूचन व सिद्धी यासाठी तिचा उपयोग होतो. उदा. उष्णता हे धातूंच्या प्रसरणाचे एकमेव कारण आहे.

२) **भेद पद्धती** - कारणकार्यामधील 'अभाव साहचर्य - सहअनुपस्थिती' हा या पद्धतीचा पाया आहे. या पद्धतीत फक्त दोन उदाहरणे (भाव व अभाव साहचर्याची) लागत असल्याने या पद्धतीचे स्वरूप आटोपशीर ठरते. यात कारण प्रयोगाने रचना येतात म्हणून तिचे निष्कर्ष सर्वाधिक निश्चित स्वरूपाचे मिळू शकतात.

३) **साम्यभेद पद्धती** - या पद्धतीत कारणकार्यामधील सहउपस्थिती आणि सहअनुपस्थिती या उभय नात्यांचा एकत्रित विचार होतो. याशिवाय कारण निश्चितीसाठी अनेक घटनांची नोंद केली जाते. त्यामुळे कार्यकारण संबंधाची स्वरूपनिश्चिती या पद्धतीने केवळ साम्य पद्धतीपेक्षा अधिक यशस्वी होते. उदा. टिंडाल या पदार्थविज्ञान शास्त्रज्ञाने अनेक प्रकारच्या दीप्तीमान वायूंचे नमुने घेतले. उष्णतेच्या साहाय्याने त्याने या वायूंमधील सूक्ष्म कणांचा नाश केला. त्यावेळी त्या वायूंचे प्रकाशमत्त्व व दीप्ती नष्ट झाल्याचे आढळले. यावरून वायूची दीप्ती त्यामधील प्रकाशकणांवर अवलंबून असते हे गृहीतक त्याने सिद्ध केले.

४) **सहपरिवर्तन पद्धती** - वैज्ञानिक संशोधनात अंश, परिमाण, प्रमाण यांना पायाभूत मानून घटनांची संख्याबद्ध कार्यकारणात्मक चिकित्सा व निश्चिती करण्यासाठी ही पद्धत वापरतात.

५) **अवशेष पद्धती** - जेव्हा वैज्ञानिक संशोधनातील प्रगतीमध्ये संशोध्य घटनेच्या काही भागांचा उलगडा झालेला

असतो, संमिश्र कार्याची काही कारणे पूर्वज्ञात असतात. अशा वेळी राहिलेल्या भागाचे संशोधन पूर्ण करून उरलेल्या कारणांचा शोध घेण्यास ही पद्धती उपयोगी ठरते. याचे प्रसिद्ध उदाहरण *नेपच्यून ग्रहाचा शोध* होय.

६) न्यूटनप्रणीत यांत्रिकी चौकट (अन्वेषण रीती) -

कोपर्निकस, गॅलिलिओ, न्यूटन, बेकन, देकार्त यांच्या कामगिरीने मध्ययुगीन विज्ञान संकल्पनेत, विचारसरणीत बदल घडवून आणला. विश्वाची रचना गणिती स्वरूपाची आहे. जग हे वस्तुयुक्त आहे, निव्वळ यंत्र आहे, हा दृष्टिकोन यांच्या विचारसरणीचा मूळ पाया आहे. आधुनिक विज्ञान याच विचारसरणीवर आधारलेले आहे. माणसाने बौद्धिक सामर्थ्य निसर्गाचे ज्ञान व निसर्गाचे नियंत्रण यासाठी वापरले पाहिजे, हे बेकनचे मत आधुनिक काळात भौतिकशास्त्रांच्या विकासास पायाभूत ठरले. न्यूटन दर्शनातून परिणत झालेले विज्ञान व वैज्ञानिक विचारसरणी यांची तीन प्रमुख अंगे -

१) **पृथक्करण तत्त्व** - एखाद्या प्रश्नाचे विश्लेषण करून त्याचे साध्या व सोप्या उपप्रश्नात विभाजन करावयाचे, प्रत्येक उपप्रश्न निराळा सोडवायचा व त्या सर्व सोडवणुकी एकत्र आणल्या की मुख्य प्रश्नाचे संपूर्ण उत्तर तयार होते.

२) **कार्यकारण तत्त्व** - सर्व घटनांचा उलगडा कार्यकारण भावातून सरळ व साध्या रीतीने होतो. कुठल्याही घटनेच्या आधी येणारी अशी एक दुसरी घटना असते व कुठल्याही एकाच प्रकारच्या घटना व त्यांच्या पूर्ववती घटना यांच्यातील रचनात्मक संबंध जवळजवळ सारखाच असतो. कार्यकारण संबंध म्हणजे एक प्रकारचे सामान्यीकरण होय.

३) **यंत्रणा तत्त्व** - विश्व ही एक यंत्रणा आहे. ही कल्पना वरील दोन तत्वांतूनच निर्माण होते. या विश्वात काळ हा सर्वत्र सारखाच व एकच आहे.

वैज्ञानिक विचारसरणीत प्रथम विश्वातील प्रत्यक्षाची माहिती विचारात घ्यावयाची व तिच्या आधाराने त्या निरीक्षिकांतील कार्यकारणा संबंधाबद्दल काही सिद्धांत कल्पना बांधावयाच्या व त्यांचा वास्तवातील माहितीशी पुन्हा पडताळा पाहावयाचा, तो जुळला तर सिद्धांत कल्पनेस सिद्धांताचे स्वरूप प्राप्त होते. अशाप्रकारचे विश्लेषण म्हणजे सिद्धांत कल्पनांच्या आधाराने निगमन होय.

एखाद्या घटनेचा उलगडा म्हणजे उपलब्ध माहितीच्या आधारे त्या घटनेच्या कारणाचा शोध होय. मग या कारणमीमांसेच्या आधारे पुढे काय होईल याचे पूर्वकथन करणे, म्हणजे कारणांकडून त्यांच्या परिणामांकडे जाणे होय. उलगडा करणे व पूर्वकथन करणे या एकमेकांविरुद्ध दिशेने केलेल्या विवेचनाच्या एकत्रित प्रक्रिया होत.

अमूर्तीकरण आणि सामान्यीकरण

अमूर्तीकरण - अमूर्तीकरण म्हणजे प्रत्यक्ष अनुभव घेऊन वस्तू किंवा घटनांतील मूलभूत ज्ञान प्राप्त करून घेणे होय. भाषिक आणि गणिती ज्ञान अशा स्वरूपाचे असते. अमूर्तीकरणाशिवाय व्यावहारिक ज्ञानसुद्धा प्राप्त होत नाही.

अमूर्तीकरणामध्ये विश्लेषणाचा समावेश असतो.

सर्वसाधारणपणे संकल्पनांची निर्मिती अमूर्तीकरणातून होते. वैज्ञानिक उपपत्ती याचे उत्तम उदाहरण आहे. कोणत्याही शास्त्राची प्रगती अमूर्तीकरणाशिवाय झाली नाही.

अमूर्तीकरण ही एक प्रक्रिया आहे. नवीन घटना, पदार्थ यांच्यातील सारभूत गुणधर्माची जाणीव होण्याची क्रिया. उदा. जेव्हा एखाद्या बालकाला आपण एखादी काळ्या रंगाची वस्तू दाखवितो व 'ही घे काळ्या रंगाची वस्तू' असे म्हणतो तेव्हा त्याला काळा रंग म्हणजे काय ? याची जाणीव नसते. त्याला त्या वाक्यातले काही समजत नाही. मात्र जेव्हा त्याला परत परत इतर काळ्या रंगाच्या वस्तू दाखविल्या जातात तेव्हा अनेक काळ्या रंगाच्या वस्तू पाहून त्याला प्रत्येक वेळी तो रंग व तोच शब्द यातील संबंध कळायला सुरुवात होते. शेवटी त्याला काळा रंग म्हणजे काय हे कळते. म्हणजे अनेक वस्तू पाहून काळ्या रंगाच्या सारभूत गुणांची जाणीव होते. ही जी प्रक्रिया आहे त्या प्रक्रियेलाच अमूर्तीकरण असे म्हटले जाते. त्याद्वारे अनेक नवीन गोष्टी जाणून घेता येतात.

लहान मुलांना अंक शिकविण्यासाठी अंकांची जाणीव प्रत्यक्षात कळावी यासाठी पेन्सिल, रबर इत्यादी बाबी दाखविल्या जातात. अशाप्रकारे लहान मुलांमध्ये अमूर्तीकरण घडून येते. भाषा शिकत असतानादेखील नवीन वस्तू अनेकवेळा पाहून आपण त्यातील सारभूत गुणधर्म जाणून घेतो. त्याचप्रमाणे बसणे, उठणे, पळणे अशा क्रियादेखील आपणास अमूर्तीकरणानेच कळतात.

गणितातील बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार, भागाकार अशा प्रक्रियादेखील समजावून घेत असताना आपण दोन पायऱ्यांमध्ये

त्याचा विचार करतो. प्रथम अंकाचा अर्थ समजावून घेतो, नंतर क्रियांचा. त्यामुळे गणित विषयामध्ये अमूर्तीकरणाची पातळी वाढलेली असते. तसे इतर विषयांचा विचार केल्यास गणितात अमूर्तीकरणाची पातळी सर्वोच्च असते, असे म्हणावे लागेल.

विस्तारात्मक अमूर्तीकरण - ए. एन्. व्हाईटहेड या तत्त्ववेत्त्याने विस्तारात्मक अमूर्तीकरण ही संकल्पना मांडली. समजा, बिंदू या भौमितिक आकृतीचा विचार करताना त्याची व्याख्या आपण पाहिली तर आपणास असे दिसून येईल की ज्याला लांबी, रुंदी, उंची नाही अशी भौमितिक आकृती म्हणजे बिंदू जेव्हा आपण रेषेचा विचार करू तेव्हा ती अनेक बिंदूंचा संच असते. म्हणजे जे आपण बिंदूच्या संदर्भात अमूर्तीकरण केलेले असते त्याचा विस्तार करतो. हीच विस्तारात्मक अमूर्तीकरण ही संकल्पना होय. शास्त्रीय नियम, सामान्य किंवा सर्वव्यापी विधाने असतात. अशी विधाने अनेक घटनांतील साम्य आणि भेद यावर अवलंबून असतात.

सामान्यीकरण - सामान्यीकरण ही प्रक्रिया एकाच गटातील असंख्य वस्तूंत आढळणाऱ्या साम्यावर आधारित असते. त्यात ज्ञात आणि अज्ञात अशा दोन्ही घटकांचा विचार केला जातो. अमूर्तीकरण व सामान्यीकरण या प्रक्रिया परस्परपूरक व परस्परावलंबी आहेत.

जेव्हा एखाद्या संकल्पनेचे अमूर्तीकरण होते तेव्हा ती संकल्पना आपण व्यवहारात म्हणजे सामान्य जगात वापरतो, त्यालाच सामान्यीकरण म्हटले जाते. म्हणजे बालकाला जेव्हा काळा रंग काय हे कळते तेव्हा तो 'मला काळ्या रंगाचा शर्ट हवा, आई' असे म्हणतो, याचा अर्थ तो सर्वसामान्य जगात ती संकल्पना वापरतो. म्हणजे सामान्यीकरण होण्यासाठी प्रथम अमूर्तीकरण व्हावे लागते. अमूर्तीकरणाशिवाय सामान्यीकरण शक्य नाही.

दुसरी महत्त्वाची बाब अशी की, आपण असे पाहिले की बालकाला जेव्हा या रंगाला काळा रंग म्हणतात, हे समजले तेव्हा त्याने सामान्य जगतात त्याचा वापर केला. परंतु त्याआधीच काळ्या रंगाचे सामान्यीकरण झाले होते. जगातील सर्व लोक त्या रंगाला काळा रंग म्हणूनच ओळखत होते. तसे सामान्यीकरण झाले नसते तर अमूर्तीकरण शक्य झाले नसते. म्हणजे अमूर्तीकरणाशिवाय सामान्यीकरण व सामान्यीकरणाशिवाय अमूर्तीकरण शक्य नसते. याचा अर्थच अमूर्तीकरण व सामान्यीकरण या परस्परपूरक प्रक्रिया आहेत.

वर्गनाम

वर्गनाम म्हणजे विविध प्रकारच्या वस्तूतील साम्यगुण लक्षात घेऊन त्याच्या आधारे त्या सर्वच वस्तूंना संयुक्तपणे नाम प्रदान करणे होय. उदाहरणार्थ, सर्व कुत्री शेंपूट असणारी व चतुष्पाद प्राणी आहेत. शास्त्रीय ज्ञानाच्या उगमाच्या शेकडो वर्षे आधीपासून वर्गनामांची कल्पना अस्तित्वात होती.

एखाद्या वर्गातील प्राण्याचा आपण विचार करतो तेव्हा आपण त्याला त्या वर्गात त्याच्या गुणधर्मांचा विचार करून टाकलेले असते. प्रत्येक वेळी त्या विशिष्ट गुणधर्मांचे प्राणी आपल्यासमोर येतात तेव्हा प्रत्येकाला वेगवेगळ्या नावाने संबोधण्याऐवजी त्यांना आपण एकाच वर्गात टाकतो. कारण आपणास त्या विशिष्ट वर्गाच्या सारभूत गुणधर्मांची जाणीव झालेली असते. त्यातूनच विशिष्ट गुणधर्म असणाऱ्यांना एक विशिष्ट नाम देतो. तेच वर्गनाम होय.

वर्गनामासाठी अमूर्तीकरणाची आवश्यकता भासते.

अमूर्तीकरण व विज्ञान - विज्ञानात उष्णता, वेग, त्वरण यांसारख्या अनेक संकल्पना असतात. प्रत्यक्षात त्या अमूर्तीकरणातून समजतात. या संकल्पना तयार झाल्या की, परत परत पुढील भागात त्या संकल्पनेचा पूर्ण अभ्यास करण्याची गरज भासत नाही अथवा त्याच्या वर्णनाची गरज भासत नाही. त्यातून विज्ञान विषयाची लांबी कमी होते व विज्ञान विषय सोपा होण्यास मदत होते. याचा अर्थ सारांशाने भाषा समजण्यासाठी, विज्ञानातील संकल्पना समजण्यासाठी आपणास अमूर्तीकरणाची गरज भासते.

(3) वैज्ञानिक ज्ञानाची उत्क्रांती

व्यक्तीजीवनातील प्रत्येक क्षेत्रात विज्ञानाने महत्त्वाचे कार्य केल्याचे आपणास दिसून येते. मानवाच्या मूलभूत गरजा अ, वस्त्र, निवारा पुरविण्यास विज्ञानाचा हातभार लागला आहे. विज्ञानाचे हे कार्य काही एका रात्रीतून घडलेले नाही.

विज्ञानाची सुरुवात मानवाच्या जन्मापासूनच झाली आहे. पूर्वी विज्ञान हा स्वतंत्र विषय नव्हता. त्या काळी गणित, इतिहास, भूगोल हे सर्व विषय तत्त्वज्ञान या एकाच विषयाची विविध अंगे होती. परंतु १७ व्या शतकातील वैज्ञानिक क्रांतीपासून सर्व विषयांतील एकात्मता नाहीशी होऊ लागली.

सर्वप्रथम खगोलशास्त्राने आपले स्वतंत्र स्थान निर्माण केले. गॅलिलिओच्या काळापासून भौतिकशास्त्रे व यंत्रशास्त्रे वेगळी झाली. पुढे रसायनशास्त्र व जीवशास्त्राचा विकास झाला. १९०० च्या सुमारास मानसशास्त्र तत्त्वज्ञानापासून दूर झाले. २० व्या शतकात सामाजिक शास्त्रांचा तसेच अतिप्रगत तंत्रज्ञानाचा जन्म झाला.

काळाच्या ओघात वाढत जाणारे ज्ञान मांडणी करावयास व लक्षात ठेवण्यासाठी वर्गीकरणाची युक्तीही अपुरी पडते. या अडचणीतून मार्ग काढण्यासाठी या वर्गीकरणाची तार्किक वर्गीकरणात परिणती केली जाते. तार्किक परिणती म्हणजे सिद्धांत मांडणे व सिद्धांतन करणे होय.

भूमिती हे मानवी जीवनातील पहिले विज्ञान होय. ग्रीक तत्त्वज्ञ युक्लीडच्या भूमितीने वैज्ञानिकशास्त्र प्रथम साकार झाले. या अनुषंगाने विज्ञान म्हणजे भूमितीसारखे, ही कल्पना सर्वत्र रूढ झाली. वास्तवातील प्रत्यक्ष वस्तूंच्या आकारासंबंधी तर्कशुद्ध गणिती सिद्धांत मांडता येतात व त्यावरून काढलेल्या निष्कर्षांचा वास्तवात पडताळा मिळतो.

खगोल विज्ञान हेही आद्य विज्ञान म्हणता येईल. शेतीचा शोध लागल्यानंतर शेतीतून मिळालेले धान्य साठविणे, टिकविणे, जमिनीची जोपासना करणे, यासाठी माणसाने निरनिराळी साधने, अवजारे तयार केली. तसेच बी-बियाणे पेरण्यासाठी, योग्य काळ ठरविण्यासाठी व शेती सफल व्हावी, यासाठी मानवाला जमिनीखेरीज आकाशाकडेही पाहावे लागले. मानवाच्या कालमापनाच्या गरजेतून खगोलविज्ञान निर्माण झाले. कालमापनासाठी माणसाने सूर्य, चंद्र आणि तारे यांच्या गतीच्या अनुभवांचा उपयोग केला. त्यातही सूर्याचा उपयोग दोन प्रकारे – एक म्हणजे दिवस व रात्र यांची माहिती त्याला शेती सुरु झाल्यापासून अधिक उपयोगाची वाटली. शिवाय या दोन कालखंडांमधल्या तीस दिवसांच्या कालखंडासाठी चंद्राच्या गतीचा उपयोग झाला. व्यापारासाठी माणसांना जेव्हा समुद्रावरून किंवा वाळवंटातून दूरचा प्रवास करावा लागू लागला, तेव्हा दिशा नेमकेपणे ठरविणे भाग पडले. दिवसा सूर्याच्या साहाय्याने दिशा ठरविता येऊ लागल्या. ध्रुव तारा आकाशात ठरावीक ठिकाणी असतो. इतर तारेही नियमितपणे ठरावीक ठिकाणी उगवतात आणि मावळतात हे आढळून आल्यावर त्याच्या अनुरोधाने जहाजे इष्ट त्या दिशांना हाकारता येऊ लागली.

ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञ हिपार्कस व टॉलेमी यांनी अनेक साधने वापरून भूमितीवर रचनांची सांगोपांग माहिती दिली व या मार्गावरून ग्रहांनी भ्रमण केले तर पृथ्वीवरून ते कसे दिसतील हेही दाखवून दिले.

व्यापार उदिमांच्या गरजेतून निर्माण व अखिल शास्त्रीय ज्ञानाला मूलभूत व महत्त्वाचा असणारा शोध म्हणजे अंकनचिन्ह होत. प्राचीन काळी (इ.स.पू. १०००) बाबिलोनियनांनी आकडे व्यक्त करणारी पहिली पद्धत शोधून काढली. तिला षष्ठ्यंश पद्धती म्हणतात. सर्वांत सोपी अंकन पद्धती भारतीयांनी शोधून काढली. १ ते ९ अंक व शून्य ही कल्पना हा भारतीयांनी लावलेला शोध होय. इ.स. ७ व्या शतकापासून ब्रह्मगुप्ताच्या काळापासून या अंकनपद्धतीचा व्यवहारात उपयोग केलेला दिसतो.

जसे गरजेतून आणि उपयुक्तेतून विज्ञान प्रकट होते, तसेच जीवनसंघर्षातील एखादे आव्हानही विज्ञानाचे कारण ठरू शकते. ही आव्हाने युद्धातून, रोगराईतून किंवा साहसी कृत्यातूनही निर्माण होतात. प्रतिकूल परिस्थितीचे आव्हान ज्या माणसांच्या पुढे येते ते स्वीकारून त्यातून यशस्वीपणे मार्ग शोधण्याच्या धडपडीतून विज्ञान प्रकट होते. निसर्गाचे एखादे रहस्य उलगडले जाते. लुई पाश्चर, जेर इत्यादी शास्त्रज्ञांनी मानवजातीला त्रस्त करणाऱ्या रोगराईवर इलाज शोधून काढले. त्यांना दोन प्रकारच्या कठीण परिस्थितीला तोंड द्यावे लागले. एक म्हणजे ज्या रोगांवर तोडगा शोधून काढावयाचा त्यांचा जवळून अभ्यास करणे धाडसाचे होते. दुसरे म्हणजे त्या रोगांच्या प्रस्थापित असलेल्या जुन्या चिकित्सा पद्धती बदलून नव्या चालू कराव्यात, हे समाजाला पटविणे हे काही तितके सोपे नसते. शारीरिक कष्ट, अपमान, एवढेच

काय पण समाजाचा बहिष्कारही सोसावा लागतो. पण एवढे सोसून ठामपणे आपली मते पुढे रेटण्याचे काम या शास्त्रज्ञांनी केले.

(४) आधुनिक विज्ञानाचे शास्त्रज्ञ

विज्ञानाचा विकास अविरतपणे चालू असून या विकासास अनेक शास्त्रज्ञांनी मोलाचा हातभार लावल्याचे दिसते. आधुनिक विज्ञानाची सुरुवात कोपर्निकस, केपलर, गॅलिलिओ व न्यूटन या शास्त्रज्ञांच्या प्रभावाखाली झाल्याचे मानले जाते.

१) निकोलस कोपर्निकस - निकोलस कोपर्निकस याचा जन्म १९ फेब्रुवारी १४७३ रोजी पोलंड देशातील टोरून शहरात झाला. त्याच्या वडिलांचे नाव कोपर्नाईड आणि आईचे नाव बारबारा होते. कोपर्निकसच्या आधी टॉलेमी या इजिप्तमधील अलेक्झांड्रिया शहरात जन्मलेल्या खगोलशास्त्रज्ञाने पृथ्वी स्थिर असून सर्व ग्रह त्याच्याभोवती फिरतात, असा सिद्धांत मांडला होता. त्याच्या या सिद्धांताला कोपर्निकसने विरोध केला. टॉलेमीचा हा सिद्धांत भूकेंद्री सिद्धांत म्हणून ओळखला जाई, त्यास उत्तर देण्यासाठी कोपर्निकसने सूर्यकेंद्री सिद्धांत मांडला. त्याच्या मतानुसार- (१) सूर्य स्थिर असून इतर ग्रह त्याच्याभोवती वर्तुळाकार कक्षेत फिरतात. (२) पृथ्वी सूर्याभोवती फिरत असून त्याबरोबरच स्वतःभोवतीदेखील फिरते. स्वतःभोवती फिरण्याचा तिचा परिवलन कालावधी २४ तासांचा असतो. त्याच्या या सिद्धांतामुळे विश्वाकडे पाहण्याचा जगाचा दृष्टिकोन बदलला. त्याचा मृत्यू १५४३ मध्ये झाला.

२) जोहान्स केपलर - जोहान्स केपलरचा जन्म १५७१ मध्ये जर्मन देशातील वील या शहरात झाला. त्याला गणित व विज्ञान या विषयांमध्ये रस होता. शक्षण घेतानाच त्याचे लक्ष कोपर्निकसच्या सूर्यकेंद्री सिद्धांताकडे वेधले गेले. त्याला खरे तर धर्मगुरू बनावयाचे होते. परंतु कोपर्निकसच्या सिद्धांताच्या अभ्यासानंतर त्याने तो विचार सोडून दिला.

वयाच्या २३ व्या वर्षी तो ग्रेटस् विद्यापीठात व्याख्याता म्हणून रुजू झाला. काही दिवस तो ब्रॉई या खगोलशास्त्रज्ञाचा साहाय्यक म्हणून राहिला. ब्रॉईच्या मृत्यूनंतर त्याने त्याचे अपूर्ण काम पूर्ण करताना ग्रहांच्या भ्रमणगतीचे तीन नियम मांडले. ते पुढीलप्रमाणे -

- १) ग्रहांच्या भ्रमणकक्षा वर्तुळाकार नसून त्या लंबवर्तुळा कृती आहेत व सूर्य हा त्यांच्या एका केंद्रात असतो.
- २) ग्रह व सूर्याचा केंद्रबिंदू यांना जोडणारी एक काल्पनिक रेषा काढली असता त्या रेषेने समान कालावधीत आक्रमिलेले क्षेत्रफळ हे नेहमी समान असते. त्यामुळे ग्रह सूर्याच्या जितक्या जास्त जवळ तितकी त्याची भ्रमणगती जास्त असते.
- ३) कोणत्याही ग्रहाच्या सूर्याभोवतीच्या परिभ्रमणाच्या कालावधीचा वर्ग हा त्याच्या सूर्यापासूनच्या अंतराच्या घनाच्या समप्रमाणात बदलतो. (\propto)

केपलरने सूर्याचा इतर ग्रहांच्या गतीवर परिणाम होतो, असा विचारही मांडला होता. ग्रह व सूर्य यांच्यात काही चुंबकीय बल असावे असे त्याला वाटत होते. त्याचे म्हणणे पुढे खरे ठरले व न्यूटनने त्या प्रकारचा नियम शोधून काढला. केपलरने दूरदर्शकचा अभ्यास केला. त्याचा मृत्यू १६३१ मध्ये झाला.

३) गॅलिलिओ गॅलिली - गॅलिलिओचा जन्म १५ फेब्रुवारी १५६४ मध्ये पिसा या इटलीतील शहरात झाला.

- १) गॅलिलिओ - प्रायोगिक भौतिकशास्त्राचा जनक
- २) त्याने दुर्बिणीचा शोध लावला.
- ३) त्याने आधुनिक गतिशास्त्राचा पाया घातला
- ४) त्याने सर्वप्रथम विज्ञानात गणिताचा वापर केला.
- ५) केपलरच्या नियमांची सत्यता सिद्ध केली.
- ६) विसाव्या वर्षी त्याने समान लांबीच्या दोलकाच्या दोलनाचा कालावधी समान असतो, हे सिद्ध केले.

गॅलिलिओला आधुनिक विज्ञानाचा जनक मानले जाते. त्याची कारणे पुढीलप्रमाणे -

घटनेशी निष्ठा - विज्ञानाचा अभ्यास करण्यासाठी, निसर्गातील नियम समजावून घेण्यासाठी प्रत्येक शास्त्रज्ञाने घटनानिष्ठ असले पाहिजे, तसेच निसर्गातील भौतिक सत्ये शोधून काढण्यासाठी निरीक्षण व प्रयोगांचा वापर करावा, असे आग्रही

प्रतिपादन त्याने केले.

प्रयोगपद्धतीचा वापर - प्रयोगशाळेत निसर्गासारखीच कृत्रिम परिस्थिती निर्माण करून निसर्ग नियमांचा शोध घेतला जाऊ शकतो, हे त्याने दाखवून दिले. पिसा येथील मनोऱ्यावरून वेगवेगळ्या वजनाचे पदार्थ सोडून ते समान कालावधीत जमिनीवर पोहोचतात हे प्रयोगानिशी सिद्ध केले व अँरिस्टॉटलचा सिद्धांत खोडून काढला.

भौतिकशास्त्रात गणिताचा वापर - भौतिक शास्त्रातील नियम गणिती सूत्रात बांधता येतात, हे सर्वप्रथम त्याने दाखवून दिले. गणिती विश्लेषण व प्रयोग यांचा त्याने मेळ घातला. गणिताच्या उपयोगाने निसर्गातील अनेक गुपिते समजतात.

४) सर आयझॅक न्यूटन - आयझॅक न्यूटन हा युगप्रवर्तक शास्त्रज्ञ मानला जातो. त्याचा जन्म २५ डिसेंबर १६४२ मध्ये इंग्लंड येथे झाला. आयझॅक न्यूटन याने गुरुत्वाकर्षणाचा शोध लावून आधुनिक अवकाश तंत्रज्ञानाची दारे खुली केली. त्याबरोबरच गतिशास्त्रात सुसूत्रता आणली. न्यूटनने गणित व भौतिकशास्त्रात अनेक शोध लावले. महाविद्यालयात असतानाच त्याने सूक्ष्मकलन ही गणिताची नवीन शाखा शोधली. गतीचे तीन नियम मांडले. विज्ञानाचे ध्येय तात्त्विक असून ज्ञानासाठी ज्ञान या ध्येयाने वैज्ञानिक प्रेरित व्हावेत असे त्याचे मत होते. त्याचा परिणाम म्हणून न्यूटनने आपले सिद्धांत जगासमोर मांडले नव्हते. पुढे जगप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ हँले याच्या आग्रहावरून त्याने आपला प्रसिद्ध ग्रंथ 'प्रिन्सिपिया' लिहिला. तो त्रिखंडी असून विज्ञानावरचा सर्वांत मोठा ग्रंथ आहे. १७०३ साली न्यूटन रॉयल सोसायटीचा अध्यक्ष बनला. २० मार्च १७२७ रोजी त्याचे निधन झाले.

१) न्यूटनने 'प्रिन्सिपिया' हा ग्रंथ लिहिला.

२) गतीविषयक तीन नियम मांडले.

३) प्रकाशाचा कणसिद्धांत मांडला.

४) गुरुत्वाकर्षणाचा शोध लावला.

५) सूक्ष्मकलन ही गणित शाखा शोधली.

७) पांढरा रंग सात रंगांचा बनलेला असतो, हे न्यूटनच्या तबकडीने सिद्ध केले.

८) शीतकरणाचा नियम मांडला.

९) न्यूटन हा सैद्धांतिक/तात्त्विक भौतिकशास्त्राचा जनक आहे.

५) अल्बर्ट आईनस्टाईन - या जर्मन शास्त्रज्ञाचा जन्म १४ मार्च १८७९ रोजी जर्मनीच्या दक्षिण भागातील उल्म या गावी झाला. त्याचे कुटुंब तेथून म्युनिच या शहरी स्थलांतरित झाले. आईनस्टाईन लहानपणी इतर मुलांपेक्षा उशिराने बोलावयास शिकला. त्याला खेळण्यात कधीही आवड निर्माण झाली नाही. मात्र तो संगीत अतिशय तन्मयतेने ऐकत असे. त्याला वयाच्या सहाव्या वर्षापासून व्हायोलिन वाजविण्याचा छंद जडला.

अल्बर्ट आईनस्टाईनला त्याच्या काकांमुळे गणित व भौतिकशास्त्र या विषयांमध्ये गोडी निर्माण झाली. त्याच्या वडिलांना आर्थिक कारणामुळे म्युनिच शहर सोडावे लागले व ते इटलीला जाऊन स्थायिक झाले. आईनस्टाईनला गणितात रस असल्यामुळे त्याने स्वित्झर्लंडमधील झुरीक येथील शाळेत प्रवेश घेतला. १९०५ मध्ये त्याने झुरीक विद्यापीठाची पी.एचडी. मिळविली. १९०२-१९०९ या काळात त्याने बर्न येथील पेटंट ऑफिसात तपासनिशाचे कार्य केले. १९०९ मध्ये तो झुरीक विद्यापीठात प्राध्यापक म्हणून रुजू झाला. १९१३ साली बर्लिन येथील 'कैसर विल्यम इन्स्टिट्यूट ऑफ फिजिक्स' या प्रख्यात संस्थेचे संचालक झाला. जर्मनीत हिटलरचा प्रभाव वाढल्यानंतर १९३३ मध्ये त्याने अमेरिकेला प्रयाण करून १९४० मध्ये त्याने अमेरिकेचे नागरिकत्व स्वीकारले.

आईनस्टाईनचा सापेक्षतावाद - न्यूटन या शास्त्रज्ञाने भौतिकशास्त्रात गतीविषयक नियम शोधून काढले होते. त्याचे गतीविषयक नियम व गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत बऱ्याच प्रश्नांची उत्तरे देत असे. न्यूटनच्या काळीदेखील सापेक्षतावाद होताच. आपण गाडीच्या बाहेर असलो, तर गाडीतील प्रत्येक मनुष्य वेगवान असल्याचे आपणास दिसते. मात्र आपण गाडीत बसलो तर मात्र सर्व माणसे स्थिर असल्याचे दिसते. म्हणजे वेग हा सापेक्ष असतो. अंतर व वेळ हे कोणत्याही बाबींचा विचार केला तरी बदलत नाहीत, मात्र आईनस्टाईनने वेळ व अंतरदेखील सापेक्ष असते, असे सांगितले. त्याच्या मते वेळ किंवा अंतर ही बाब आपणास जरी स्थिर दिसत असली तरी वेग वाढला की वेळ व अंतर यावर त्याचा

परिणाम होतो. म्हणजे जर आपण असे म्हणत असू की, अमुक एका वस्तूची लांबी १ मीटर आहे तर ती कोठेही, कधीही तेवढीच राहणार, मात्र आईनस्टाईन म्हणतो, वेग बदलला की लांबीमध्ये बदल होतो. मात्र तो आपणास मोजता येत नाही. कारण तसे करत असताना आपण ज्या मोजपट्टीच्या साहाय्याने तो मोजू, त्या पट्टीच्या लांबीतदेखील बदल होतो. एवढेच नव्हे तर वेगामुळे वस्तूच्या वस्तुमानातदेखील बदल होतो. मात्र हा बदल अतिशय लहान असतो. कारण गाडीचा वेग किंवा कोणत्याही गोष्टीचा वेग हा प्रकाशाच्या वेगापेक्षा खूपच कमी असतो. जर वस्तू प्रकाशाच्या वेगाने जात असेल तर तिला वजन असणार नाही.

वस्तुमान व ऊर्जा यांचे एकमेकांमध्ये रूपांतर होऊ शकते, असा सिद्धांत आईनस्टाईन याने मांडला. त्यासाठी त्याने हे सूत्र मांडले. $E = mc^2$, $E =$ वस्तुमान तर $c =$ प्रकाशाचा वेग.

आईनस्टाईनचा समकालीन शास्त्रज्ञ मॅक्स प्लँक याने प्रकाशाच्या स्वरूपाबाबत मांडली होती. ती स्वीकारण्यास शास्त्रज्ञ तयार नव्हते, तेव्हा ही संकल्पना आईनस्टाईनने त्या साहाय्याने सिद्ध करून दाखविली. आईनस्टाईनला त्याच्या या शोधाबद्दल १९२१ सालचे भौतिकशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक देण्यात आले.

आईनस्टाईनने दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात हिटलर अणुऊर्जेचा वापर करून संहारक शस्त्रे निर्माण करू शकेल, अशा इशान्याचे पत्र अमेरिकन अध्यक्ष रूझवेल्ट यांना लिहिले. त्याचा परिणाम म्हणून मॅनहटन प्रकल्प हाती घेण्यात आला व अमेरिकेने अणुबॉम्बची निर्मिती केली. त्याचा हिरोशिमा व नागासाकी या शहरांवर प्रयोग केला. आईनस्टाईनला या घटनेने अतीव दुःख झाले. त्याने कायम जागतिक शांततेसाठी प्रयत्न केले.

आईनस्टाईन जन्माने ज्यू असल्यामुळे त्याने दुसऱ्या महायुद्धानंतर अमेरिकेत शरण आलेल्या ज्यूंसाठी कार्य केले. स्वतंत्र इस्रायलची निर्मिती झाल्यावर त्याचे अध्यक्षपद स्वीकारण्यास आईनस्टाईनने नकार दिला. मी विज्ञानातील प्रश्न सोडविण्यास उपयुक्त आहे. तेव्हा मी तेच कार्य करीन, असे म्हणून त्याने त्याला नकार दिला. या थोर शास्त्रज्ञाचा मृत्यू १८ एप्रिल १९५५ रोजी प्रिन्सटोन येथे झाला.

वैज्ञानिक ज्ञान व दृष्टिकोन

विज्ञान ही एक सुव्यवस्थित अशी ज्ञानरचना असल्यामुळे त्यात शिस्त आहे. त्याला एक तार्किक सुसंगती असल्याने अभ्यासपद्धतीत शिस्त व तार्किक सुसंगती असणे आवश्यक आहे. वैज्ञानिक संशोधनात अशा प्रकारची शिस्त वा तार्किक सुसंगती वैज्ञानिक पद्धतीमुळेच येते.

निसर्गात घडणाऱ्या काही आश्चर्यकारक किंवा चमत्कारिक घटनांमुळे मानवी मनात प्राचीन काळापासून घर करून राहिलेल्या भ्रामक समजुती, अज्ञान व त्यातून उत्पन्न झालेले पूर्वग्रह म्हणजेच अंधश्रद्धा होत. त्यांचे निराकरण करण्याचे सामर्थ्य म्हणजेच विमोचक सामर्थ्य विज्ञानात आहे.

धर्मपंथाचे पुरस्कर्ते देवाचे अस्तित्व सिद्ध करू पाहतात. धर्मगुरू लोकांच्या अंधश्रद्धेचा उपयोग आपल्या स्वार्थासाठी करतात. सामान्य माणूस तर अंधश्रद्धा, धर्मगुरूंचा प्रभाव यात अडकलेला होताच; पण केप्लर, न्यूटनसारखे मोठे वैज्ञानिकही धार्मिक श्रद्धेत अडकलेले होते.

केप्लरला वाटत होते, ग्रहगोलांच्या नैसर्गिक गतीमध्ये दैवी संगीत लपले आहे. तर न्यूटनला निसर्गविषयक शास्त्रांइतकाच ईश्वरविषयक चर्चेत रस वाटत होता.

पाश्चात्य देशात धर्म व विज्ञान यांच्यात जवळजवळ हजार वर्षे झगडा सुरू होता. परंतु आधुनिक काळात वरील तिन्ही बाबतीत अनुक्रमे भूगर्भीय उत्क्रांती व आधुनिक विश्वरचनाशास्त्र या कल्पना पुढे येऊन त्यांचा विकास साधता आल्यामुळे वरील संबंधात आजवर गृहीत धरले गेलेले अज्ञात गूढ शक्तीचे पटल काही अंशी दूर करणे शक्य झाले आहे. भ्रामक समजुती, अंधश्रद्धा दूर करण्याचे सामर्थ्य विज्ञानाच्या अंगी आहे. विज्ञानाबद्दल सामान्य माणसाच्या मनात आणखी जो एक चुकीचा दृष्टिकोन ठाण मांडून बसलेला असतो, तो म्हणजे विज्ञानाच्या अंगी माणसावर चढाई करण्याची, हुकमत गाजविण्याची व माणसाचा विनाश करण्याची ताकद असते.

विश्वात घडणाऱ्या विविध घटना व प्रक्रिया, त्यांचे प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष, पूर्वीचे व आत्ताचे अनुभव यांचा अभ्यासाने उलगडा करून आणि त्यांच्या साहाय्याने या विश्व व्यापारांचे नियम शोधून त्यातून त्यांचे नियंत्रण करण्याची शक्ती

मिळविणे हे विज्ञानाचे उद्दिष्ट असते. विज्ञान वास्तवावर आधारलेले असते आणि विश्व व्यापारांचा अभ्यास करून कार्यकारणभाव शोधून काढते. ही विज्ञानाची सर्वसामान्य लक्षणे आहेत. वैज्ञानिक सत्य 'सार्वजनिक' असते, ते 'व्यक्तिगत' नसते.

मान्य केलेल्या मूलभूत सिद्धांतातून किंवा गृहीततत्त्वातून काही शास्त्रीय विधाने व त्यांचा आधार म्हणून घेतलेली मूलभूत गृहीततत्त्वे यांचा समुच्चय म्हणजे वैज्ञानिक ज्ञान होय. वैज्ञानिक ज्ञानाचे स्वरूप काही आधारविधाने व त्यापासून निघणारे निष्कर्ष अशा तऱ्हेचे असते. हे ज्ञान बुद्धिगम्य असते.

विज्ञान हे अनुभवावर आधारलेले असल्याने त्याचे प्रयोजन, आशय व प्रवाह इहलौकिक आहे. वैज्ञानिक ज्ञान हेतुपूर्वक, सूक्ष्म, पद्धतशीर व काटेकोर निरीक्षण आणि प्रयोग यांच्याद्वारा केलेल्या संशोधन अभ्यासावर व प्रमाण निकषांवर आधारित असते.

शास्त्रीय ज्ञान पुराव्यावर आणि वस्तुनिष्ठ अनुभवावर आधारित असते. त्यात व्यक्तिनिष्ठता नसते. शास्त्रीय ज्ञानात संदिग्धपणा नसतो. कारण ते वस्तुनिष्ठ असते. शास्त्रीय ज्ञान हे मूळ रूपात सांगता येते. ते वस्तुनिष्ठ सूत्राच्या आधारे प्रस्थापित झालेले असते. सर्व शास्त्रीय ज्ञान हे तात्कालिक स्वरूपाचे आणि परिवर्तनशील असते. शास्त्रीय ज्ञान पारलौकिक, अदृष्टवाद, अंधश्रद्धा आणि दैववाद दूर करण्याचा प्रयत्न करते. मानवी अनुभवावर आधारित वैज्ञानिक ज्ञान मनुष्याच्या शरीराप्रमाणे मर्त्य असते. संशोधनाच्या प्रगतीबरोबर नवीन ज्ञान प्राप्त होते. जुन्या ज्ञानाच्या संशोधनाचे ऐतिहासिक महत्त्व शिल्लक राहते.

अशा विश्वसनीय ज्ञानाच्या लालसेने मनुष्याने या जगातील घटनांचे आपल्या इंद्रियांद्वारे निरीक्षणाला सुरुवात केली व त्याला इंद्रियांद्वारे ज्ञान मिळण्यास सुरुवात झाली. इंद्रियांद्वारे मिळणाऱ्या ज्ञानाचे स्पष्टीकरण करणे हे विचारांचे प्रमुख कार्य आहे. सामान्य माणसाच्या विचारात कित्येकदा दोष आढळतात.

इतर प्राण्यांच्या तुलनेने मनुष्याच्या जीवनात वेगळेपणा दिसून येतो. निसर्गाशी झगडा करित असताना निसर्गाला पूर्णपणे शरण न जाता हळूहळू मनुष्याने निसर्गाचे रहस्य समजावून घेतले. यामुळे इतर प्राण्यांना जे जवळजवळ अशक्य होते ते मनुष्याला साधता आले. मनुष्याने संस्कृती निर्माण केली. धर्म, तत्त्वज्ञान, साहित्य, कला, विज्ञान आणि सुसंघटित सामाजिक जीवन यांनी मानवी संस्कृती बनलेली आहे. मनुष्याच्या आत्तापर्यंतच्या इतिहासाकडे पाहिले असता मानवी संस्कृतीची किती विविध प्रकारांनी जोपासना झाली आहे, याचे भव्य चित्र डोळ्यांपुढे येते.

संस्कृतीच्या विकासात मनुष्याच्या ज्ञान साधनेला अग्रमान द्यावा लागतो. ज्ञानसाधना म्हणजे मानवी अनुभवातील शक्य त्या सर्व गोष्टींचे स्वरूप व रहस्य जाणून घेण्याचा मनुष्याने चालविलेला अह्निक प्रयत्न. मनुष्याची विचार करण्याची नैसर्गिक देणगी, हे या सर्व प्रयत्नांत साहाय्यक ठरलेले प्रभावी साधन आहे.

सर्वसामान्य मनुष्याची आपल्या भोवतालच्या जगाकडे पाहण्याची दृष्टी श्रद्धेवर किंवा विश्वासावर आधारलेली असते, परंतु केवळ विश्वासाच्या जोरावर मनुष्याची ज्ञानलालसा तृप्त होत नाही. उदाहरणार्थ, लहानपणी मुलाला आईवडील जे सांगतात त्यावर त्याचा चटकन विश्वास बसतो. परंतु वयाने मोठा झाल्यावर त्याचा आईवडील सांगतात त्यावर चटकन विश्वास बसतोच असे नाही. विश्वासाची जागा शंकेने घेतली म्हणजे मनुष्याची दृष्टी समाजातील प्रचलित सामान्य ज्ञानाकडे वळते. हे सामान्यज्ञान म्हणजे समाजात रूढ असलेल्या, कमीअधिक प्रमाणात खऱ्याखोट्या असलेल्या समजुतींचे भांडार होय. परंतु मनुष्याची अधिकाधिक प्रगती होण्यासाठी ढोबळ, संदिग्ध व कमी विश्वसनीय व्यवहारज्ञानापेक्षा, निश्चित व अधिक विश्वसनीय अशा ज्ञानाची जरूरी आहे.
