

MPPSC मुख्य परीक्षा पेपर-3



Awarded for
Result Oriented Academy
For UPSC/MPPSC-2019
by **Kamal Nath** (CM M.P.)

Awarded for
Leading E-Learning
Academy of MP-2018
by **Shivraj Singh Chouhan** (CM M.P.)



स्थापना पंजीयन क्रमांक : C/177429

शर्मा एकेडमी®

an Institute for IAS/IPS, MPPSC

इकाई	विज्ञान एवं तकनीकी	पेज नं.
इकाई-1	<ul style="list-style-type: none"> ● कार्य(2), बल(3) एवं ऊर्जा (6)– गुरुत्वाकर्षण(11), वायुमंडलीय दबाव एवं कार्य(16)। ● ईकाइयों और माप, दैनिक जीवन के उदाहरण।(17) ● गति(22), वेग(24), त्वरण(25) ● ध्वनि– परिभाषा, प्रसार का माध्यम, श्रव्य और अश्रव्य ध्वनि, शोर और संगीत। ध्वनि संबंधित शब्दावली– आयाम, तरंग–लंबाई, कंपन की आवृत्ति(27)। ● विद्युत – विभिन्न प्रकार के सेल, परिपथ(30)। ● चुंबक – गुण, कृत्रिम चुंबक का निर्माण एवं उपयोग(31)। ● प्रकाश – परावर्तन, अपवर्तन, दर्पण एवं लेंस, प्रतिबिंब निर्माण(32)। ● ऊष्मा – ताप मापन, थर्मामीटर, ऊष्मा का रूपांतरण(39)। 	1-48

इकाई	विज्ञान एवं तकनीकी	पेज नं.
इकाई-2	<ul style="list-style-type: none"> ● तत्व(3), यौगिक(4) और मिश्रण(5) – परिभाषा, रासायनिक प्रतीक, गुण, पृथ्वी पर उपलब्धता। ● पदार्थ, धातुएँ (7) और अधातुएँ(9), आवर्त–सारणी एवं आवर्तता(26)। ● परमाणु, परमाणु–संरचना(29), संयोजनकर्ता(33), बंध(32), परमाणु–संलयन और विखंडन(38)। ● अम्ल, क्षार और लवण, पीएच, मान सूचक(41)। ● भौतिक और रासायनिक परिवर्तन(47)। ● दैनिक जीवन में रसायन(49)। 	1-57

इकाई	विज्ञान एवं तकनीकी	पेज नं.
इकाई-3	<ul style="list-style-type: none"> ● सूक्ष्म जीव(2) और जैविक–कृषि(11) ● कोशिका–संरचना एवं कार्य(14), जन्तुओं(21) एवं पौधों का वर्गीकरण(34)। ● पौधों, (42) पशुओं एवं मनुष्यों में पोषण(47), संतुलित आहार(54), विटामिन, हीनताजन्य रोग(56), हार्मोन्स(57), मानव शरीर के अंग, संरचना एवं कार्य प्रणाली(63)। ● जीवों में श्वसन।(94) ● पशुओं और पौधों में परिसंचरण/परिवहन (ट्रांसपोर्टेशन)(98) ● पशुओं(89) और पौधों में प्रजनन(101)। ● स्वास्थ्य (106), स्वच्छता(110) एवं बीमारियाँ (111)। 	1-118

इकाई	विज्ञान एवं तकनीकी	पेज नं.
इकाई-4	<ul style="list-style-type: none"> ● कम्प्यूटर के प्रकार(2), विशेषताएँ (5) एवं पीढ़ी (जनरेशन)(6)। ● मेमोरी(10), इनपुट और आउटपुट डिवाइसेस(19), स्टोरेज डिवाइस, सॉफ्टवेयर(37) और हार्डवेयर(31), ऑपरेटिंग सिस्टम(38), विंडोज(42), माइक्रोसॉफ्ट ऑफिस के उपयोग(47)। ● कम्प्यूटर की भाषाएँ, कम्पाइलर, ट्रांसलेटर, इन्टरप्रिन्टर तथा एसेंबलर(56) ● इन्टरनेट(57) एवं ई-मेल(68)। ● सोशल मीडिया(70)। ● ई-गवर्नेंस(73)। ● विभिन्न उपयोगी पोर्टल और साइट एवं वेबपेजेस(77)। 	1-79

इकाई 5 अलग से अपडेट की जाएगी

इकाई	विज्ञान एवं तकनीकी	पेज नं.
इकाई-6	<ul style="list-style-type: none"> संक्रामक रोग एवं उनकी रोकथाम।(2) राष्ट्रीय टीकाकरण कार्यक्रम।(14) आयुष (AYUSH) चिकित्सा पद्धतियाँ – आयुर्वेद, योग, यूनानी, सिद्धा, होम्योपैथी चिकित्सा पद्धतियों की प्रारंभिक जानकारी(17) केन्द्र एवं राज्य शासन की महत्त्वपूर्ण स्वास्थ्य संबंधी कल्याणकारी योजनाएँ।(20) केन्द्र एवं राज्य शासन के महत्त्वपूर्ण स्वास्थ्य संगठन।(33) 	2-35

इकाई	विज्ञान एवं तकनीकी	पेज नं.
इकाई-7	<ul style="list-style-type: none"> मानव जीवन पर विकास के प्रभाव(2), स्वदेशी प्रौद्योगिकी की सीमाएँ (3)। रिमोट सेंसिंग का इतिहास(5), भारत में रिमोट सेंसिंग(6)। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO), राजा रमन्ना प्रगत प्रौद्योगिकी केन्द्र, इन्दौर (RRCAT), सतीश धवन अंतरिक्ष केन्द्र, श्री हरि कोटा (SDSC), रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (DRDO), भाभा परमाण्विक अनुसंधान केन्द्र, मुम्बई (BARC), टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, मुम्बई (TIFR), राष्ट्रीय वायुमण्डलीय अनुसंधान प्रयोगशाला, तिरुपति (NARL), तरल प्रणोदन केन्द्र, बैंगलूरु (LPSC), अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद (SAC), इंडियन डीप स्पेस नेटवर्क, बैंगलूरु (IDSN), इंडियन स्पेस साइंस डाटा सेंटर, बैंगलूरु (ISSDC), विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केन्द्र, तिरुवनन्तपुरम (VSSC), भारतीय अंतरिक्ष विज्ञान एवं तकनीकी संस्थान, तिरुवनन्तपुरम (IIST), राष्ट्रीय सुदूर संवेदी केन्द्र, हैदराबाद (NRSC), भारतीय सुदूर संवेदी संस्थान, देहरादून (IIRS), उक्त संस्थानों की सामान्य जानकारी(8-17) भूस्थिर उपग्रह, प्रक्षेपण यानों की पीढ़ियाँ (जनरेशन)(18)। जैव प्रौद्योगिकी –परिभाषा, स्वास्थ्य और चिकित्सा, कृषि, पशुपालन, उद्योग और पर्यावरण जैसे क्षेत्रों में उपयोग(33) क्लोनस(42), रोबोट्स(44) एवं कृत्रिम बुद्धिमत्ता(47)। बौद्धिक संपदा के अधिकार एवं पेटेंट (ट्रिप्स, ट्रिम्स)(50) विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भारतीयों का योगदान—चंद्रशेखर वेंकट रमन, हरगोविंद खुराना, जगदीश चंद्र बसु, होमी जहाँगीर भाभा, एम. विश्वेशरैया, श्रीनिवास रामानुजन, विक्रम साराभाई, ए.पी.जे. अब्दुल कलाम, सत्येन्द्र नाथ बोस, राजा रमन्ना, प्रफुल्लचन्द्र रॉय।(73) विज्ञान के क्षेत्र में राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय पुरस्कार(80) 	1-82

इकाई	विज्ञान एवं तकनीकी	पेज नं.
इकाई-8	<ul style="list-style-type: none"> ऊर्जा के पारंपरिक और गैर-पारंपरिक स्रोत – अर्थ, परिभाषा, उदाहरण और अंतर(2). ऊर्जा दक्षता(10),ऊर्जा-प्रबंधन(11), संगठनात्मक एकीकरण, परिचालन कार्यों में ऊर्जा-प्रबंधन(13),ऊर्जा – क्रय, उत्पादन(15), उत्पादन योजना और निर्यंत्रण, रखरखाव(16),। ऊर्जा रणनीतियों से संबंधित मुद्दे और चुनौतियाँ (16).। ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोत – वर्तमान परिदृश्य और भविष्य की संभावनाएँ (21).। सौर ऊर्जा(23), पवन ऊर्जा(24), महासागरीय ऊर्जा(25), भूतापीय ऊर्जा(25) बायोमास ऊर्जा(24), जैव-ईंधन(26), आदि। 	1-26

इकाई	विज्ञान एवं तकनीकी	पेज नं.
इकाई-9	<ul style="list-style-type: none"> ● पर्यावरण की परिभाषा, क्षेत्र एवं आयाम (2) :- भौतिक(4) आर्थिक(5), सांस्कृतिक(5), शैक्षणिक(9), मनोवैज्ञानिक(7) आदि, भारतीय संदर्भ में पर्यावरण की अवधारणा(10), आधुनिक विश्व में पर्यावरण की अवधारणा(12)। ● मानव गतिविधियों का पर्यावरण पर प्रभाव(15), पर्यावरण से संबंधित नैतिकता और मूल्य (17), जैव-विविधता(21), पर्यावरण-प्रदूषण, पर्यावरण-परिवर्तन(40) ● पर्यावरण से संबंधित समस्याएँ और चुनौतियाँ (56), पर्यावरणीय क्षरण के कारण और प्रभाव(57) ● पर्यावरण शिक्षा :- सार्वजनिक जन जागरूकता के कार्यक्रम, पर्यावरण शिक्षा एवं उसका स्वास्थ्य एवं सुरक्षा से संबंध(59-63)। ● पर्यावरण अनुकूल प्रौद्योगिकी(64), ऊर्जा का संरक्षण(70), पर्यावरण संरक्षण के संवैधानिक प्रावधान(80)। पर्यावरण संरक्षण नीतियाँ और नियामक ढाँचा(81) 	1-89

इकाई	विज्ञान एवं तकनीकी	पेज नं.
इकाई-10	<ul style="list-style-type: none"> ● भू-गर्भशास्त्र की परिभाषा एवं महत्त्व(2), पृथ्वी- भूपर्पटी, मेंटल,कोर(4), स्थलमंडल(2), जलमंडल(6), पृथ्वी की उत्पत्ति एवं आयु(28), भूवैज्ञानिक समयसारणी(33), शैल (घट्टान)- परिभाषा, प्रकार - आग्नेय, अवसादीय, कायांतरित शैल(36), खनिज एवं अयस्क(39), जीवाश्म(40), अपक्षय (43) एवं अपरदन(46), मृदा निर्माण(53), भूमिगत जल(56), प्राकृतिक कोयला(55), प्राकृतिक तेल एवं गैस(58)। 	1-60

कार्य, बल और ऊर्जा

कार्य (Work)

दैनिक जीवन में कार्य का अर्थ 'किसी क्रिया का किया जाना' होता है, जैसे – पढ़ना, लिखना, गाड़ी चलाना आदि। परन्तु भौतिकी में 'कार्य' शब्द का विशेष अर्थ है; अतः भौतिकी में हम कार्य को निम्नलिखित प्रकार से परिभाषित करते हैं – "कार्य की माप लगाए गए बल तथा बल की दिशा में वस्तु के विस्थापन के गुणनफलक के बराबर होती है।"

अतः

$$\text{कार्य} = \text{बल} \times \text{बल की दिशा में विस्थापन (Work = Force} \times \text{Displacement Along the Direction)}$$

कार्य दो सदिश राशि का गुणनफल है, परन्तु कार्य एक अदिश राशि है। इसका SI मात्रक न्यूटन मीटर (N.m) होता है, जिसे वैज्ञानिक जेम्स प्रेस्कॉट जूल के सम्मान में **जूल (Joule)** कहा जाता है और संकेत J द्वारा व्यक्त किया जाता है।

1 जूल कार्य = 1 न्यूटन बल \times 1 मीटर (विस्थापन बल की दिशा में)

अब यदि बल \vec{F} तथा विस्थापन \vec{S} एक ही दिशा में नहीं है, बल्कि दोनों की दिशाओं के मध्य θ कोण बनता है, तो कार्य

$$W = F \times s \cdot \cos \theta$$

इस प्रकार कार्य का मान महत्तम तभी होगा जब बल एवं बल की दिशा में विस्थापन के मध्य 0° का कोण हो, क्योंकि $\cos 0^\circ = 1$ होता है। इसी प्रकार जब बल एवं बल की दिशा में विस्थापन के बीच 90° का कोण हो, तो कार्य का मान शून्य होगा, क्योंकि $\cos 90^\circ = 0$ होता है।

शक्ति (Power)

कार्य करने की दर को **शक्ति** कहते हैं। यदि किसी कर्ता द्वारा W कार्य t समय में किया जाता है। तो कर्ता की शक्ति W/t होगी। शक्ति का SI मात्रक **वाट (Watt)** है, जिसे वैज्ञानिक जेम्स वाट के सम्मान में रखा गया है और संकेत W द्वारा व्यक्त किया जाता है।

$$1 \text{ वाट} = 1 \text{ जूल/सेकण्ड} = 1 \text{ न्यूटन मीटर/सेकण्ड}$$

मशीनों की शक्ति को '**अश्व शक्ति (Horse Power – HP)**' में भी व्यक्त किया जाता है।

$$1 \text{ H.P.} = 746 \text{ वाट}$$

वाट सेकण्ड (Ws) :- यह ऊर्जा या कार्य का मात्रक है।

$$1 \text{ Ws} = 1 \text{ वाट} \times \text{सेकण्ड} = 1 \text{ जूल}$$

वाट – घण्टा (Wh) :- यह ऊर्जा या कार्य का मात्रक है। (Wh = 3600 जूल)

किलोवाट घंटा (kWh) :- यह भी ऊर्जा (कार्य) का मात्रक है।

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ वाट घण्टा} = 1000 \text{ वाट} \times 1 \text{ घण्टा} = 1000 \times 3600 \text{ सेकण्ड} = 3.6 \times 10^6 \text{ वाट सेकण्ड} = 3.6 \times 10^6 \text{ जूल}$$

W, kW, MV तथा H.P. शक्ति के मात्रक है।

Ws, Wh, kWh कार्य अथवा ऊर्जा के मात्रक है।

बल (FORCE)

“बल वह बाह्य कारक (External effort) है जो किसी वस्तु की विराम (rest) अथवा गति (motion) की अवस्था में परिवर्तन करता है” दूसरे शब्दों में हम यह भी कह सकते हैं कि – “बल वह धक्का (Push) या खिंचाव (Pull) है जो एक निकाय द्वारा दूसरे निकाय पर आरोपित होता है।”

बल का S.I. मात्रक न्यूटन अथवा किग्रा. मी./से.² होता है। बल आकर्षण (attraction) या प्रतिकर्षण (repulsion) किसी भी प्रकार का हो सकता है।

बल के प्रकार (Type of Force)

• संपर्क बल (Force of Contact)

वह बल जो किसी व्यक्ति, जीव, वस्तु, यंत्र (machine) या निकाय (system) द्वारा किसी व्यक्ति, जीव, वस्तु, यंत्र या निकाय पर प्रत्यक्ष संपर्क द्वारा आरोपित (apply) किया जाता है, उसे संपर्क बल (Force of contact) कहते हैं। ऐसा बल आरोपित करने वाला कारक प्रत्यक्ष होता है। जैसे – मुनष्य द्वारा किसी पत्थर को ढकेलना या खींचना, हवा द्वारा वृक्षों को हिलाना, गतिमान वस्तु द्वारा किसी स्थिर वस्तु को गतिमान बनाना या गतिमान बनाने का प्रयास करना इत्यादि। इसके अंतर्गत पेशीय बल (muscular force) आते हैं।

• असंपर्क बल (Force without Contact)

जब बल उत्पन्न करे वाला कारक प्रत्यक्ष दिखता नहीं है बल्कि केवल महसूस किया जा सकता है तो इसे अप्रत्यक्ष अध्यारोपित बल या असंपर्क बल कहते हैं। जैसे – धरती के चुम्बकीय क्षेत्र में दण्ड चुम्बक को स्वतंत्रतापूर्वक लटकाने पर उसका स्वतः घूमकर उत्तर – दक्षिण दिशा में आकर स्थिर हो जाना इत्यादि।

यह बल भी कई प्रकार के होते हैं। यथा :-

1. गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational Force)

ब्रह्माण्ड में स्थित प्रत्येक कण/पिण्ड (particle/body) दूसरे कणों/पिण्डों पर आकर्षण प्रकृति का एक बल आरोपित करता है। जिसकी दिशा पिंड के गुरुत्वीय केंद्र (Centre of gravity) की तरफ होती है। इसे हम गुरुत्वाकर्षण बल कहते हैं। ब्रह्माण्ड में तारों, ग्रहों व उपग्रहों का जो निकाय (System) या एक निश्चित व्यवस्था (Stable arrangement) स्थापित है, वह इसी का परिणाम है। इस बल का परिणाम दोनों पिण्डों (जिनके बीच आरोपित बल ज्ञात करना हो) के द्रव्यमानों (mass) के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती (directly proportional) व उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती (inversely proportional) होता है। इसका मान ज्ञात करने के लिए न्यूटन ने एक सूत्र निगमित (derive) किया है जो निम्नवत् है।

$$F_G = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

जहाँ m_1, m_2 पिण्डों के द्रव्यमान, r पिण्डों के बीच की दूरी G – सार्वत्रिक गुरुत्वकर्षण नियतांक (Universal Gravitational Constant) है जिसका मान 6.67×10^{-11} न्यूटन मी²/किग्रा.² होता है।

पिण्ड m_1 द्वारा पिण्ड m_2 को अपनी तरफ आकर्षित (attract) किया जाता है जबकि उसी बल से पिण्ड m_2 द्वारा पिण्ड m_1 को अपनी तरफ आकर्षित किया जाता है।

इसी सूत्र से हम यह भी ज्ञात कर सकते हैं कि पृथ्वी पर स्थित 1 किग्रा. द्रव्यमान की वस्तु को पृथ्वी $\frac{G m_e}{R_e^2}$ न्यूटन बल से

अपनी तरफ खींचती है। जहाँ M_e पृथ्वी का द्रव्यमान व R_e पृथ्वी की औसत त्रिज्या है। यहाँ एक $\frac{G m_e}{R_e^2}$ नियतांक है जिसे

गुरुत्वीय त्वरण (Gravitational Acceleration) कहते हैं। इसका मान लगभग 9.8 मी./से.² होता है। पृथ्वी की तरफ स्वतंत्रतापूर्वक गिर रही किसी वस्तु पर इसी के बराबर (9.8 मी./से.²) त्वरण उत्पन्न होता है।

2. विद्युत चुम्बकीय बल (Electro – magnetic Force)

यह बल निम्न दो बलों का संयुक्त प्रभाव होता है—

(A). चुम्बकीय बल (Magnetic Force)

(B). स्थिर वैद्युत बल (Electrostatic Force)

(A). **चुम्बकीय बल (Magnetic Force)**- प्रत्येक चुम्बक के दो ध्रुव (Poles) होते हैं। उत्तरी ध्रुव (North pole) व दक्षिणी ध्रुव (South pole)। इन दोनों ध्रुवों के मध्य लगने वाले बल को चुम्बकीय बल कहते हैं इसकी गणना निम्न सूत्र से की जाती है।

$$F_M = \frac{1}{4\pi\mu} \cdot \frac{i_1 i_2}{r^2}$$

जहाँ i_1 व i_2 दोनों ध्रुवों की क्रमशः प्रबलता (intensity) है r ध्रुवों के बीच की दूरी व μ ध्रुवों के बीच के माध्यम की पारगम्यता अथवा चुम्बकशीलता (Permeability) है

(B). **स्थिर वैद्युत बल (Electrostatic Force)**— दो स्थिर (at rest) बिंदु आवेशों (Point of charges) के मध्य लगने वाले बल को स्थिर वैद्युत बल कहते हैं। इसकी गणना निम्न सूत्र से की जाती है।

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

जहाँ q_1, q_2 क्रमशः दो बिन्दु आवेशों की तीव्रता, r दोनों आवेशों के बीच की दूरी व ϵ माध्यम की विद्युतशीलता (Permittivity) है।

विद्युत व चुम्बकीय बल मिलकर **विद्युत-चुम्बकीय बल (electro-magnetic force)** की रचना करते हैं। ये आकर्षण (attractive) या प्रतिकर्षण (repulsive) प्रकृति के हो सकते हैं। यदि दोनों आवेशों की प्रकृति समान हो तो बल प्रतिकर्षी तथा आवेशों की प्रकृति विपरीत होने पर बल आकर्षी प्रकृति का होता है।

ध्यातव्य है कि आवेश यदि स्थिर है तो इनके मध्य लगने वाला बल स्थिर वैद्युत बल (electro static force) तथा यदि आवेशों के बीच सापेक्ष गति होती है तो इनके बीच लगने वाले बल को विद्युत चुम्बकीय बल (electromagnetic force) कहा जाता है। विद्युत चुम्बकीय बल फोटॉन नामक कणों के माध्यम से कार्य करते हैं।

3. नाभिकीय बल (Nuclear Force)

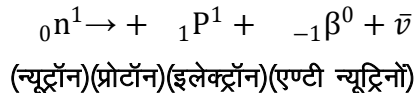
परमाणु के नाभिकों के संयोजन (composition) या वियोजन या क्षय (decay) के लिए जिम्मेदार बलों को नाभिकीय बल कहते हैं। संयोजन व वियोजन के ही आधार पर इन्हें दो रूपों में बांटा जा सकता है।

(i) **प्रबल बल (Strong Force)**— नाभिक में प्रोटानों व न्यूट्रॉनों को बाँधे रखने के लिए जिम्मेदार बल को 'प्रबल' बल कहते हैं। यह दो प्रोटॉनों, दो न्यूट्रॉनों या प्रोटॉन व न्यूट्रॉन के मध्य लगता है। जिसका परास (Range) बहुत कम (10^{-15} m of order) व प्रबलता बहुत अधिक होती है।

उदाहरण स्वरूप यदि दो प्रोटॉन एक फर्मी (10^{-15} m) की दूरी पर हों तो इनके बीच कार्यकारी प्रबल बल जो कि आकर्षण प्रवृत्ति का होता है, दोनों के बीच लगने वाले प्रतिकर्षी स्थिर वैद्युत बल का दस गुना होता है। यही कारण है कि प्रोटॉन आपस में बँधे रहते हैं।

कणों के बीच लगने वाला प्रबल बल दूरी बढ़ने पर बहुत तेजी से घटता है। यदि दो प्रोटॉनों के बीच की दूरी 15 फर्मी हो जाय तो यह बल नगण्य (negligible) हो जाता है। माना जाता है कि प्रबल बल दो क्वार्कों की पारस्परिक क्रिया द्वारा उत्पन्न होते हैं। ये बल प्रकृति (nature) में सबसे शक्तिशाली माने जाते हैं।

(ii) **दुर्बल बल (Weak force)**— रेडियोएक्टिव प्रक्रिया (Radioactivity) के दौरान निकलने वाले β - कणों या इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन (emission) तब होता है जब नाभिक का कोई न्यूट्रॉन व प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन व एण्टीन्यूट्रिनो के रूप में परिवर्तित होता है।



इलेक्ट्रॉनों व एण्टीन्यूट्रिनो के बीच होने वाली पारस्परिक अभिक्रिया (interaction), दुर्बल बलों के कारण ही होती है। इन्हें दुर्बल या क्षीण बल इसलिए कहा जाता है क्योंकि इसका मान बहुत कम (प्रबल बलों का $1/10^{13}$ गुणा) होता है। ऐसा माना जाता है कि ये बल W- बोसॉन नामक कण के आदान - प्रदान द्वारा उत्पन्न होते हैं। इन बलों को क्षीण बल भले ही कहा जाता है, परन्तु इनका परिणाम गुरुत्वाकर्षण बल का लगभग 10^{25} गुणा होता है। साथ ही इनका कार्यकारी परास (acting range) बहुत कम होता है जो कि प्रोटॉन व न्यूट्रॉन के आकार (फर्मी) से भी कम होती है।

4. घर्षण बल (Force of Friction)

जब किसी वस्तु की सतह पर किसी वस्तु को गति कराने का प्रयास किया जाता है या गति कराया जाता है तो सतह से समान्तर व गति (गति न होने पर बल) की दिशा के विपरीत एक गति अवरोधक बल (motion opposing force) कार्य करता है जिसे घर्षण बल कहते हैं।

5. अभिकेन्द्रीय बल (Centripetal Force)

किसी वृत्तीय मार्ग पर एक समान चाल से गति करते हुए पिण्ड पर एक बल कार्य करता है जिसकी दिशा सदैव केंद्र की ओर रहती है। इस बल को अभिकेन्द्रीय बल कहते हैं। इस बल की अनुपस्थिति में वृत्तीय गति संभव नहीं। दृष्टव्य है कि यह बल गतिमान वस्तु में एक त्वरण उत्पन्न करता है जिसका परिणाम v^2/r के बराबर होता है (जहाँ v वस्तु का वेग व r वृत्ताकार मार्ग की त्रिज्या है) व प्रवृत्ति सदैव वस्तु की दिशा बदलने की होती है व दिशा सदैव केंद्र की ओर रहती है।

$$F_c = \frac{Mv^2}{r} = m\omega^2 r$$

जहाँ m = पिण्ड का द्रव्यमान

v = पिण्ड का वेग

r = वृत्तीय पथ की त्रिज्या

ω (ओमेगा) = कोणीय वेग

6. अपकेन्द्रीय बल (Centrifugal Force)

जब कोई वस्तु किसी वृत्ताकार मार्ग पर गति करती है तो वृत्तीय मार्ग के केंद्र के विपरीत दिशा में एक बल का अनुभव होता है जिसे अपकेन्द्रीय बल कहते हैं। यह एक आभासी बल है जिसकी उत्पत्ति वस्तु के जड़त्व गुण के कारण होती है। जैसे— यदि कोई व्यक्ति कार से यात्रा कर रहा है और कार अचानक बायीं ओर घूम जाये तो व्यक्तियों को दायीं ओर की तरफ एक झटका लगता है, जो कि अपकेन्द्रीय बल के कारण होता है। वाशिंग मशीन के कपड़े इसी सिद्धांत पर साफ होते हैं।

7. तनाव बल (Tension Force)

जब किसी स्थिर (fix) वस्तु से किसी वस्तु को बाँध कर नीचे की तरफ लटकाया जाता है अथवा किसी दिशा में खींचा जाता है तो उस वस्तु में बाँधी गई वस्तु के भार या खींचने के लिए लगाये गये बल का विरोध किया जाता है, फलस्वरूप विपरीत दिशा में एक तनाव बल उत्पन्न होता है जो संतुलन स्थापित करने का प्रयास करता है। जैसे— रस्सी में बाँधकर किसी पत्थर को लटकाना। इसे ही तनाव बल कहते हैं।

बलों का संतुलन (Balance of Force)

यदि किसी वस्तु पर एक से अधिक बल एक साथ कार्य कर रहे हों, परंतु उनका कोई प्रभाव न हो तो कहा जाता है कि बल संतुलन में है ऐसी स्थिति में बलों का परिणामी बल (resultant force) शून्य होता है।

जैसे— रस्साकसी के खेल में जब दो टीमों रस्से को बराबर बल से अपनी-अपनी ओर खींचती है, तो रस्सी तथा दोनों टीमों अपने स्थानों पर स्थिर रहते हैं। इस स्थिति में दोनों टीमों द्वारा रस्से पर लगाये गये बल संतुलित होते हैं।

ऊर्जा (Energy)

ऊर्जा एक ऐसा कारक (Factor) है जो कार्य करने के लिए आवश्यक होता है। अतः "जिस कारण से किसी वस्तु में कार्य करने की क्षमता होती है उसे ऊर्जा कहते हैं।"

इसीलिए जब किसी वस्तु में कार्य करने की क्षमता होती है तो कहा जाता है कि वस्तु में ऊर्जा है। जैसे – गिरता हुआ हथौड़ा, चलती हुई बंदूक की गोली, उच्च दाब पर अथवा तेज बहती हुई वायु, ऊँचाई पर रखा अथवा तेज गति से बहते झरने का जल, ऊष्मा इंजन में जल वाष्प, विद्युत सेल आदि कुछ ऐसी वस्तुएँ हैं जो कार्य कर सकती हैं अर्थात् वस्तुओं पर बल लगाकर उनका विस्थापन कर सकती हैं। अतः इनमें ऊर्जा है। स्पष्ट है कि ऊर्जा का मात्रक (Unit) वही होगा जो कार्य का मात्रक है (क्योंकि किये गये कार्य से ही ऊर्जा की माप की जाती है) इस प्रकार यह भी एक अदिश (Scalar) राशि है।

➤ ऊर्जा स्थानान्तरण से कार्य की माप (Measurement of work through energy Transfer)

हम जानते हैं कि बल लगाने में सदा दो वस्तुएँ भाग लेती हैं। एक जो बल लगा रही है व दूसरी वह जिस पर बल लग रहा है।

हॉकी का खिलाड़ी जब स्थिर बॉल को स्टिक से हिट लगाकर आगे फेंकता है तो स्टिक द्वारा गेंद पर कार्य किया जाता है। जिससे गेंद की ऊर्जा में वृद्धि हो जाती है तथा हिट करने वाले की ऊर्जा का व्यय होता है। इस प्रकार ऊर्जा स्टिक से गेंद में स्थानान्तरित हो गई। अतः स्पष्टतः हम कह सकते हैं कि कार्य होने की क्रिया में ऊर्जा स्थानान्तरण होता है।

जब एक वस्तु दूसरी पर कार्य करती है तो कार्य करने वाली वस्तु की ऊर्जा का व्यय होता है तथा जिस पर कार्य किया जाता है उसकी ऊर्जा बढ़ जाती है, परंतु निकाय (system) की ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होता है। एक वस्तु की जितनी ऊर्जा व्यय होती है। उतनी ही ऊर्जा की वृद्धि दूसरे की हो जाती है। अतः ऊर्जा स्थानान्तरण की माप किये गये कार्य से की जा सकती है।

⇒ स्थानान्तरित ऊर्जा = किया गया कार्य

➤ ऊर्जा के मात्रक (Units of Energy)

- C.G.S पद्धति में ऊर्जा का मात्रक **अर्ग** होता है।
- M.K.S. व S.I. पद्धति में ऊर्जा का मात्रक **जूल (Joule)** होता है 1 जूल, 1 न्यूटन मीटर या 1 किग्रा. मी.²/से.² के बराबर होता है।
- **वाट – घंटा (Watt hour)** – प्रति सेकेंड एक जूल कार्य होने पर इसे **1 वाट** कहते हैं। इसी दर से यदि एक घंटे तक कार्य हो तो इसे 1 वाट – घंटा कहते हैं।
$$1 \text{ वाट – घंटा} = 1 \text{ जूल का कार्य} \times 1 \text{ घंटा}$$
$$= 1 \text{ वाट} \times (60 \times 60) \text{ से.}$$
$$= 3600 \text{ जूल} = 3.6 \times 10^3 \text{ जूल}$$
- **किलोवाट घंटा (Kilowatt hour)** – 1 किलोवाट घंटा = 1 किलोवाट \times 1 घंटा = 1000 वाट \times 3600 से. = 3.6×10^6 जूल
- **अश्वशक्ति घंटा (Horse Power Horse – HPA)** -यदि एक घंटे तक कोई कर्मक एक अश्वशक्ति (746 watt) प्रति सेकेंड की दर से कार्य करे इसे 1 अश्व शक्ति घंटा कहते हैं।

➤ ऊर्जा के विभिन्न रूप (Different forms of Energy)

- **द्रव्यमान ऊर्जा (Mass – Energy)**

प्रत्येक द्रव्य (matter) में उसके द्रव्यमान (mass) के कारण उसमें ऊर्जा संचित रहती है, जिसकी गणना आइंस्टीन के सूत्र $E = mc^2$ [जहाँ $E =$ पदार्थ में निहित ऊर्जा, $m =$ पदार्थ का द्रव्यमान व $c =$ प्रकाश का वेग है] के आधार पर की जा सकती है। नाभिकीय ऊर्जा या परमाणु ऊर्जा इस द्रव्यमान ऊर्जा से ही प्राप्त होती है।

- **सूर्य ऊर्जा (Solar Energy)**

हमारे सौरमण्डल (Solar System) में ऊर्जा का सर्वाधिक प्रत्यक्ष एवं विशाल स्रोत सूर्य है। सभी जीवधारी इसी पर सर्वाधिक निर्भर करते हैं। सूर्य के प्रकाश से हरे पौधे अपना भोजन तैयार करते हैं फिर इन वनस्पतियों व उनके फलों को खाकर अन्य जीव ऊर्जा व जीवन प्राप्त करते हैं।

- **नाभिकीय ऊर्जा (Nuclear Energy)**

परमाणु का नाभिक भी ऊर्जा का भंडार है इसका विखंडन (fission) अथवा संलयन (fusion) कर इस ऊर्जा को प्राप्त किया जा सकता है। इसी आधार पर परमाणु बम, हाइड्रोजन बम, नाइट्रोजन बम आदि बनाये जाते हैं। नाभिकीय ऊर्जा से ही नाभिकीय रिएक्टर द्वारा विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जाती है।

- **ध्वनि ऊर्जा (Sound Energy)**

यदि कोई वस्तु कंपन करती है तो उसके कंपनों के कारण ध्वनि व्युत्पादित (Produce) होती है, जिससे ऊर्जा निहित होती है। यही कारण है कि तेज ध्वनि से कभी-कभी कान के पर्दे फट जाते हैं अथवा तेज आवाज करती हुई वायुयान के गुजरने से कभी-कभी घरों की खिड़कियों के शीशे चटक (crack) जाते हैं। किसी के बोलने से व्युत्पादित ध्वनि से हमारे कान के पर्दे भी कंपन करते हैं जिससे हम ध्वनि को सुन सकते हैं।

- **रासायनिक ऊर्जा (Chemical Energy)**

विभिन्न तत्वों व पदार्थों (matters) के रासायनिक संयोग या अभिक्रिया (Reaction) से ऊर्जा व्युत्पादित (produce) होती है, जिसे रासायनिक ऊर्जा कहते हैं जैसे – चूने को पानी में डालने पर पानी का खौलना, विभिन्न अम्लों व क्षारों के संयोग से सेल का निर्माण कर बल्ब जलाना आदि।

- **प्रकाश ऊर्जा (Light Energy)**

विभिन्न प्रकाश स्रोतों यथा सूर्य, दीपक, विद्युत बल्ब आदि से उत्सर्जित प्रकाश (Emitted Light) जैसे – फोटो इलेक्ट्रिक सेल में प्रकाश ऊर्जा का ही उपयोग होता है। सौर कुकर (Solar cooker) से भी प्रकाश ऊर्जा ही भोजन को पकाती है। इसी प्रकार हरे पौधे, प्रकाश ऊर्जा द्वारा ही भोजन निर्माण (food production) करते हैं।

- **विद्युत ऊर्जा (Electrical Energy)**

आवेश के प्रवाह (flow of charge) से विद्युत (electric) उत्पन्न (Produce) होती है जिसमें ऊर्जा निहित होती है। जैसे – विद्युत के प्रयोग से पंखा चलाना, बल्ब जलाना इत्यादि।

- **ऊष्मीय ऊर्जा (Heat Energy)**

विभिन्न वस्तुओं के जलने (burning) सौर ऊर्जा के विकिरण, दो सतहों (surfaces) के घर्षण (Friction) आदि से गर्मी या ऊष्मा (Heat) उत्पन्न होती है जिसे ऊष्मीय ऊर्जा कहते हैं। यह किसी वस्तु के ताप को बढ़ाने का गुण रखता है। जैसे– हथेलियों के रगड़ने (rubbing) से हथेली का गर्म होना।

- **यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical Energy)**

यांत्रिक क्रिया (Mechanical Energy) से प्राप्त ऊर्जा यांत्रिक ऊर्जा होती है जैसे– ऊँचाई पर रखा हुआ पत्थर, गिरता हुआ पत्थर, दबी हुई स्प्रिंग आदि में यांत्रिक ऊर्जा होती है। यांत्रिक ऊर्जा भी दो प्रकार की होती है– (i) गतिज ऊर्जा (ii) स्थितिज ऊर्जा।

- (i) **गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy)**

यदि किसी वस्तु में कार्य करने की क्षमता उसकी गति के कारण है तो उसे हम गतिज ऊर्जा कहते हैं।

उदाहरण– ऊँचाई से गिरती वस्तु (falling goods), बहता पानी (flowing water), बहती हवा (blowing air), घूमता हुआ पहिया (Fly - Wheel) आदि में गतिज ऊर्जा होती है और यह तभी तक होती है जब तक गतिशील वस्तु, गतिशील रहती है।

- **गतिज ऊर्जा की माप (Measurement of kinetic Energy)**

यदि m द्रव्यमान (mass) की वस्तु v वेग (velocity) से गतिमान है तो

$$\text{गतिज ऊर्जा, } KE = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

उदाहरणार्थ— यदि 5 किग्रा. द्रव्यमान की वस्तु 2 मीटर/सेकेंड के वेग से चल रही है तो गतिज ऊर्जा

$$KE = \frac{1}{2} \times 5 \times 2 \times 2 = 10 \text{ जूल}$$

- (ii) **स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy)**

जब किसी वस्तु में किसी विशेष दशा (state) या स्थिति (position) के कारण कार्य करने की क्षमता होती है तो उसे हम स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।

जैसे—बाँध (Dam) में एकत्र पानी में संचित ऊर्जा, तनी (Expend) या दबी (forced) स्प्रिंग से संचित ऊर्जा, घड़ी की चाभी में संचित ऊर्जा, ऊँचाई पर रखे पत्थर की संचित ऊर्जा इत्यादि स्थितिज ऊर्जा के उदाहरण हैं।

- **स्थितिज ऊर्जा की माप (Measurement of Potential Energy)**

इस ऊर्जा की माप उस कार्य से की जाती है जो वह वस्तु अपनी अवस्था विशेष से प्रारम्भिक अवस्था (सामान्य अवस्था) में आने में कर सकती है। स्थितिज ऊर्जा सापेक्ष रूप से ही मापी जाती है। वस्तु की प्रारम्भिक अवस्था कुछ भी मानी जा सकती है और स्थितिज ऊर्जा की माप उस अवस्था के सापेक्ष मापी जाती है। जैसे – स्प्रिंग के मामले में आवश्यक नहीं कि तनावरहित स्थिति को ही प्रारम्भिक स्थिति माना जाये। संपीडित (compressed) अथवा तनी (expanded) स्थिति को भी प्रारम्भिक अवस्था मानकर अन्य अवस्था के सापेक्ष स्थितिज ऊर्जा की माप की जा सकती है।

स्थितिज ऊर्जा कई रूपों (Forms) में निहित हो सकती है व हर रूप में ऊर्जा की माप अलग – अलग तरीके से की जाती है।

- **स्थितिज ऊर्जा के विभिन्न स्वरूप (Different forms of Potential Energy)**

(a) **गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (Gravitational Potential Energy)**— यदि कोई वस्तु पृथ्वी से ऊँचाई पर होती है तो ऊपर उठाने में पृथ्वी का गुरुत्व बल (Gravitation force) आरोपित होता है, अर्थात् किसी वस्तु को पृथ्वी से ऊपर उठाने में पृथ्वी के गुरुत्व बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है। ऊँचाई पर स्थित होने पर इस सम्पादित कार्य के तुल्य वस्तु में स्थितिज ऊर्जा संचित हो जाती है। इसे गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा कहते हैं पृथ्वी पर पड़ी वस्तु में गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का मान शून्य होता है। (सतह के सापेक्ष) इसकी माप कार्य के उस परिणाम से करते हैं जो वस्तु की वर्तमान स्थिति से किसी दूसरी मानक स्थिति तक आने में वस्तु द्वारा किया जाता है। यदि m द्रव्यमान की वस्तु पृथ्वी तल से h ऊँचाई पर स्थित है तो वस्तु की स्थितिज ऊर्जा

$$E_p = \text{गुरुत्व बल (i.e पिण्ड का भार) के विरुद्ध किया गया कार्य (W = F.d. से) = पिण्ड का भार} \times \text{ऊँचाई} = (m g) \times h = mgh$$

(b) **प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा (Elastic Potential Energy)**— संपीडित (compressed) अथवा तनी हुई कमानी (stretched spring), तनी हुई कमान (bow) खिंची हुई रबर की पट्टी, मुड़ी हुई धातु की छड़, संपीडित गैस आदि में उनकी प्रत्यास्थता (elasticity) के गुण के कारण ऐसे बल उत्पन्न हो जाते हैं जो उन्हें सामान्य प्रारम्भिक अवस्था में लाने का प्रयास करते हैं। इन बलों को अन्य वस्तुओं पर आरोपित करके कार्य किया जा सकता है। अतः प्रत्यास्थ बलों के कारण वस्तुओं में निहित ऊर्जा को प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।

(c) **वैद्युत स्थितिज ऊर्जा (Electrical Potential Energy)**— विद्युत क्षेत्र (electric field) में यदि कोई आवेशित वस्तु रखी हो तो उस पर लगने वाले वैद्युत बलों के कारण वस्तु विस्थापित हो सकती है। अतः उसमें कार्य करने की क्षमता अर्थात् ऊर्जा संचित हो जाती है। वैद्युत क्षेत्र के कारण उत्पन्न इस क्षमता को वस्तु की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।

इसकी माप दो आवेशों के आकर्षण या प्रतिकर्षण के कारण होने वाले कार्य से करते हैं, जिसका सूत्र (formula) निम्नवत् है।

$$E_{EP} = 9 \times 10^9 \times \frac{q_1 q_2}{d}$$

जहाँ q_1, q_2 दो आवेशित वस्तुओं के क्रमशः आवेश है व d उनके बीच की दूरी है। 9×10^9 नियतांक है जिसे **कूलाम बल** नियतांक कहते हैं।

(d) **चुम्बकीय स्थितिज ऊर्जा (Magnetic Potential Energy)**— चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित किसी गतिशील आवेश या धारावाही चालक पर चुम्बकीय बलों के कारण जो कार्य करने की क्षमता उत्पन्न हो जाती है उसे चुम्बकीय स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।

➤ **ऊर्जा के विभिन्न स्वरूपों में रूपान्तरण (Transformation of different forms of energy into other forms)**

किसी वस्तु की प्रत्यास्थ व गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा के योग को उस वस्तु की यांत्रिक ऊर्जा कहते हैं इसी यांत्रिक ऊर्जा के विभिन्न रूपों का दूसरे रूपों में रूपान्तरण हो सकता है, जैसे – जब दो गतिमान वस्तुएँ एक दूसरे से टकराती हैं तो उससे ध्वनि ऊर्जा तथा ऊष्मा (तापीय ऊर्जा) दोनों उत्पन्न होते हैं। इसी प्रकार जब कोई वस्तु बहुत गर्म हो जाती है तो उसमें से प्रकाश ऊर्जा का उत्सर्जन होने लगता है। भौतिक जगत में सभी प्रक्रियाओं में किसी न किसी प्रकार ऊर्जा का एक या अधिक स्वरूपों में रूपान्तरण होता है। ऊर्जा रूपान्तरण के कुछ उदाहरण निम्नवत् है यथा –

उपकरण	ऊर्जा का स्वरूप परिवर्तन
• विद्युत बल्ब	वैद्युत ऊर्जा से उष्मा एवं प्रकाश
• विद्युत सेल	रासायनिक ऊर्जा से वैद्युत ऊर्जा
• मोमबत्ती	रासायनिक ऊर्जा से प्रकाश तथा ऊष्मा
• फोटो इलेक्ट्रिक सेल	प्रकाश ऊर्जा से वैद्युत ऊर्जा
• माइक्रोफोन	ध्वनि ऊर्जा से वैद्युत ऊर्जा
• लाउडस्पीकर	वैद्युत ऊर्जा से ध्वनि ऊर्जा
• सितार एवं अन्य वाद्य यंत्र	यांत्रिक ऊर्जा से ध्वनि ऊर्जा
• भाप, पेट्रोल एवं डीजल का इंजन	ऊष्मा से यांत्रिक ऊर्जा

➤ **ऊर्जा संरक्षण का नियम (Principle of Conservation of Energy)**

ऊर्जा का विनाश नहीं होता बल्कि एक प्रकार की ऊर्जा का दूसरे प्रकार की ऊर्जा में रूपान्तरण होता है जैसे – ऊर्जा का संपूर्ण परिणाम सदैव स्थिर बना रहता है। जैसे – हथौड़े से कील ठोकने पर हथौड़े की ऊर्जा का कुछ अंश ऊष्मा में बदल जाता है तो कुछ किल की गतिज ऊर्जा में, कुछ ध्वनि ऊर्जा में कुछ अन्य ऊर्जा में।

➤ **ऊर्जा प्रमुख स्रोत (Main Sources of Energy)**

ऊर्जा का उद्गम (Production) जहाँ से होता है उसे ऊर्जा का स्रोत कहते हैं। कुछ महत्वपूर्ण ऊर्जा के स्रोतों का विवरण निम्नवत् है:—

(i) **मांसपेशियाँ (Muscles)**— हमारी मांसपेशियों में ऊर्जा संग्रहित होती है। इस ऊर्जा का उपयोग कर विभिन्न प्रकार के भौतिक कार्य किये जाते हैं। यह ऊर्जा भोजन से प्राप्त होती है। पाचन व स्वांगीकरण की क्रिया से भोजन की रासायनिक ऊर्जा, मांसपेशियों में एकत्र होती है। अतः मानव की मांसपेशियों की ऊर्जा का स्रोत भोजन ही है।

- (ii) **बहती हवा (Wind)**— बहती हवा व आँधी वस्तुओं को उड़ाकर दूर ले जाती है अर्थात् इसमें ऊर्जा निहित होती है। इस हवा से पवनचक्कियाँ चलाकर बिजली बनायी जाती है जिससे विभिन्न कार्य सम्पादित किये जाते हैं। ध्यात्व है कि पवन चक्कियों द्वारा वायु की गतिज ऊर्जा यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित होती है। इस यांत्रिक ऊर्जा को जनित्र की मदद से विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जा सकता है। हवा में निहित गतिज ऊर्जा से ही पाल वाली नाव भी चलाई जाती है।
- (iii) **बहता जल (Flowing Water)**— नावों (boats) को नदी की धारा में छोड़ देने पर वह बिना किसी अन्य प्रयास के धारा की दिशा में गतिमान हो जाती है। अर्थात् बहते जल में भी ऊर्जा होती है। पहले बहते पानी या गिरते पानी द्वारा पवनचक्कियाँ (water-mills) चलाई जाती थी व आटा पीसने का कार्य किया जाता था। आजकल गिरते जल की सहायता से जल – विद्युत भी उत्पन्न की जा रही है।
- (iv) **अग्नि तथा ईंधन (Fire and Fuel)**— किसी वस्तु को जलाने से ऊष्मीय ऊर्जा (Thermal Energy) प्राप्त होती है। सूखी लकड़ी कोयला, चारकोल, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस (CNG), पेट्रोलियम गैस (LPG) व जैव गैस (Bio-gas) आदि का प्रयोग विभिन्न घरेलू व व्यावसायिक कार्यों के लिए किया जाता है जिन्हें ईंधन कहते हैं। 17वीं शताब्दी के बाद से ऊष्मीय ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में रूपान्तरित कर उससे कार्य लेना आरंभ किया गया। पत्थर के कोयले को जलाकर पानी से भाप तैयार करते हैं और इस भाप से भाप इंजनों (Steam engine) का गतिपालक चक्र (Fly wheel) चलाते हैं जिससे ट्रेन गतिमान होती है। तापीय शक्ति संयंत्रों (Thermal Power Plants) में भी इसी युक्ति (Technique) से विद्युत उत्पादित की जाती है।
- (v) **सूर्य (Sun)**— अधिकांश ऊर्जाओं का मूल स्रोत सूर्य ही है। जन्तुओं (animal) की मांसपेशियों में निहित ऊर्जा का स्रोत भोजन व भोजन का मूल स्रोत सूर्य है क्योंकि सौर्यिक ऊर्जा (Solar Energy) जो कि धरती को विकिरण (Radiation) माध्यम से प्रकाश (light) व ऊष्मा (Heat) के रूप में प्राप्त होती है, से ही प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा पौधे अपना भोजन बनाते हैं और सभी जंतु व मानव इसी भोजन को ग्रहण करके ऊर्जा प्राप्त करते हैं व जीवित रहते हैं। व अपना कार्य सम्पादित करते हैं। इसके अलावा सौर्यिक ऊर्जा का प्रयोग कर आज तमाम अन्य कार्य भी किये जा रहे हैं यथा सोलर सेल से सौर ऊर्जा को प्रकाश ऊर्जा धूप में खाना पकाया जा रहा है। सोलर ऊर्जा से गीजर में पानी गर्म किया जा रहा है इत्यादि।
- (vi) **परमाणु का नाभिक (Nucleus of Atom)** – सभी तत्वों के परमाणुओं के नाभिक में ऊर्जा भंडार होता है जो नाभिक की बंधन ऊर्जा (Binding Energy) के रूप में होता है अतः नाभिक को तोड़ने (Fission) में भारी मात्रा में ऊष्मीय ऊर्जा का निर्गमन (Relision) होता है जिसको नाभिकीय भट्टियों में नियंत्रित कर विद्युत बनाया जाता है और विभिन्न कार्य संपादित किये जाते हैं। परमाणु बम में भारी मात्रा में विनाशक शक्ति (Distructing power) इसी ऊर्जा स्रोत का परिणाम है। सूर्य की ऊर्जा का स्रोत भी नाभिकीय ऊर्जा ही है। क्योंकि वहाँ सदैव हाइड्रोजन के दो परमाणुओं के संलयन (जुड़ने) से हीलियम परमाणु के नाभिक का निर्माण होता रहता है जिससे कुछ मात्रा में द्रव्यमान (mass) का ह्रास होता रहता है। जो कि आइन्स्टीन की द्रव्य ऊर्जा परिवर्तन समी. ($E = mc^2$) के अनुसार ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है।
- (vii) **समुद्र (Ocean)**— आज समुद्र भी ऊर्जा का महत्वपूर्ण स्रोत बन चुका है। ज्वार—भाटा आने वाले स्थानों पर बाँध बनाकर बाँध के द्वार पर टरबाइन स्थापित कर ज्वार—भाटा से विद्युत निर्माण किया जा रहा है। इसी प्रकार महासागरों में बहने वाली प्रबल पवनों से उत्पन्न प्रबल तरंगों की गतिज ऊर्जा का उपयोग भी विद्युत उत्पादन में किया जा रहा है। महासागरों के विशाल पृष्ठ का जल सूर्य द्वारा तप्त हो जाता है परन्तु गहराई में स्थित जल का ताप कम ही रहता है। ताप में इस अंतर का उपयोग सागर तापीय ऊर्जा रूपान्तरण विद्युत संयंत्र (Ocean Thermal Energy Conversion Plant) में ऊर्जा प्राप्त करने के लिए किया जाता है परन्तु शर्त यह है कि सतह के ताप व गहराई पर जल के ताप का अंतर कम से कम 20° से. हों।
- (viii) **पृथ्वी (Earth)**— भौमिकीय (Geographical) परिवर्तनों के कारण भूपर्पटी में गहराइयों पर तप्त क्षेत्रों में पिघली चट्टानें ऊपर धकेल दी जाती हैं, जो कुछ क्षेत्रों में एकत्र हो जाती है। इन क्षेत्रों को **तप्त स्थल** कहते हैं। जब भूमिगत जल इन तप्त स्थलों के संपर्क में आता है तो भाप उत्पन्न होती है। कभी—कभी इस तप्त जल को पृथ्वी के पृष्ठ से बाहर निकालने के लिए निकास मार्ग मिल जाता है। इन निकास मार्गों को **गैसर (Gayser) अथवा ऊष्ण स्रोत (Hot Spring)** कहते हैं। कभी—कभी यह भाप चट्टानों के बीच फँस जाती है जहाँ इसका दाब अत्यधिक हो जाता है। इनमें पाइप डालकर इस भाप को बाहर निकाल लिया जाता है। जिससे टरबाइन को घुमाकर विद्युत बनाई जाती है। न्यूजीलैण्ड तथा अमेरिका में भूतापीय ऊर्जा पर आधारित कई विद्युत शक्ति संयंत्र कार्य कर रहे हैं।

$$F_e = \frac{1}{4\pi \epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

जहाँ q_1, q_2 क्रमशः दो बिन्दु आवेशों की तीव्रता, r दोनों आवेशों के बीच की दूरी व ϵ माध्यम की विद्युतशीलता (Permittivity) है।