

Chapter-1 भौतिक जगत

अभ्यास के अन्तर्गत दिए गए प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1:

विज्ञान की प्रकृति से सम्बन्धित कुछ अत्यन्त पारंगत प्रकथन आज तक के महानतम वैज्ञानिकों में से एक अल्बर्ट आइन्स्टाइन द्वारा प्रदान किए गए हैं। आपके विचार से आइन्स्टाइन को उस समय क्या तात्पर्य था, जब उन्होंने कहा था-“संसार के बारे में सबसे अधिक अबोधगम्य विषय यह है कि यह बोधगम्य है?”

उत्तर:

हमारे चारों ओर, उपस्थित ब्रह्माण्ड अत्यन्त जटिल है तथा इसमें होने वाली परिघटनाएँ भी अत्यन्त जटिल हैं, परन्तु विज्ञान के अनेक नियम ऐसे हैं जो इन सभी परिघटनाओं की व्याख्या करने में पूर्णतः समर्थ हैं। अतः जब कोई घटना हम पहली बार देखते या सुनते हैं, वह अबोधगम्य होती है, परन्तु जब हम उस घटना से सम्बन्धित सिद्धान्त, नियम, तथ्य आदि का गहन विश्लेषण करते हैं तो वह घटना हमारे लिए बोधगम्य हो जाती है। अतः भौतिक जगत से सम्बद्ध प्रत्येक तथ्य की सुस्पष्ट व्याख्या विज्ञान विषय में उपलब्ध है। जब हमारी जिज्ञासु प्रवृत्ति किसी तथ्य से सम्बद्ध वैज्ञानिक दृष्टिकोण जानना चाहती है तो हम उसे जान लेते हैं जिससे जटिल से जटिल परिघटना भी हमारे लिए आश्चर्य का कारण नहीं बनती; अतः आइन्स्टाइन का यह कथन तर्कसंगत है।

प्रश्न 2:

“प्रत्येक महान भौतिक सिद्धान्त अपसिद्धान्त से आरम्भ होकर धर्मसिद्धान्त के रूप में समाप्त होता है।” इस तीक्ष्ण टिप्पणी की वैधता के लिए विज्ञान के इतिहास से कुछ उदाहरण लिखिए।

उत्तर:

पारम्परिक रूढ़िवादी विचारधारा के विरोध में प्रगट किया गया मत मात्र किवदन्ती माना जाता है। और सर्वमान्य निर्विरोध माना जाने वाला तथ्य नियम होता है। कोपरनिकस का जिओसेंट्रिक सिद्धान्त प्रारम्भ में एक किवदन्ती के रूप में चर्चा का विषय बना, किन्तु टाइकोब्राहं तथा जॉन्स कैपलर द्वारा प्रतिपादित और समर्पित पाये जाने के उपरान्त उसको सर्वमान्य रूप से मान लिया गया। अतः यह नियम बन गया।

प्रश्न 3:

“सम्भव की कला ही राजनीति है।” इसी प्रकार “समाधान की कला ही विज्ञान है।” विज्ञान की प्रकृति तथा व्यवहार पर इस सुन्दर सूक्ति की व्याख्या कीजिए।

उत्तर:

राजनीति में सब कुछ सम्भव होता है। राजनीतिज्ञ अवसरवादी होते हैं। उनकी न कोई आचार संहिता होती है, न कोई नियम और न कोई उसूल। उनका एकमात्र लक्ष्य सत्ता में बना रहना होता है, साधन चाहे उचित हो अथवा अनुचित। किन्तु वैज्ञानिक घटनाओं का सावधानीपूर्वक निरीक्षण करता है। समंक व । संकलित करता है तथा उनका विश्लेषण करता है और प्राप्त निष्कर्षों के आधार पर नियमों का प्रतिपादन करता है। इस प्रकार यह प्रकृति के रहस्यों का उद्घाटन करता है। उसका एकमात्र ध्येय नियमों का पालन तथा प्रतिपादन करना होता है।

प्रश्न 4:

यद्यपि अब भारत में विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी का विस्तृत आधार है तथा यह तीव्रता से फैल भी रहा है, परन्तु फिर भी इसे विज्ञान के क्षेत्र में विश्व नेता बनने की अपनी क्षमता को कार्यान्वित करने में काफी दूरी तय करनी है। ऐसे कुछ महत्त्वपूर्ण कारक लिखिए जो आपके विचार से भारत में विज्ञान के विकास में बाधक रहे हैं?

उत्तर:

आज भारत विज्ञान और प्रौद्योगिकी में विश्व में अपना स्थान बना चुका है और उसके पास अपना एक विस्तृत आधार है। चाहे वह मानव संसाधन, सूचना प्रौद्योगिकी, रॉके , आयुर्विज्ञान, परिवहन, रक्षायन्त्र, नाभिकीय विज्ञान, अनुसन्धान और बायोटेक्नोलॉजी तथा इंजीनियरिंग कोई भी क्षेत्र क्यों न हो लेकिन फिर भी कुछ कारण ऐसे हैं जिनसे यह विश्व में आज भी एकमान्य वैज्ञानिक शक्ति नहीं है, जिसके निम्नलिखित कारण हैं

1. विज्ञान प्रबन्धन पर नौकरशाही का कब्जा है।
2. अनुसन्धान तथा प्रौद्योगिकी में सामंजस्य का अभाव होता है।
3. भारत में कुछ मूलभूत सुविधाओं की कमी।
4. वैज्ञानिकों के लिए रोजगार के सीमित अवसरों की उपलब्धि।
5. इस देश में प्रारम्भिक अनुसन्धान के लिए प्रचुर धन की आवश्यकता।

प्रश्न 5:

किसी भी भौतिक विज्ञानी ने इलेक्ट्रॉन के कभी भी दर्शन नहीं किए हैं, परन्तु फिर भी सभी भौतिक विज्ञानियों का इलेक्ट्रॉन के अस्तित्व में विश्वास है। कोई बुद्धिमान, परन्तु अन्धविश्वासी व्यक्ति इसी तुल्यरूपता को इस तर्क के साथ आगे बढ़ाता है कि यद्यपि किसी ने देखा नहीं है, परन्तु भूतों का अस्तित्व है। आप इस तर्क का खण्डन किस प्रकार करेंगे?

उत्तर:

इलेक्ट्रॉन की उपस्थिति की मान्यता के आधार पर अनेक घटनाएँ घटित होती देखी गयी हैं और घटित भी की जा रही हैं। इसके सम्बन्ध में कुछ सिद्धान्त प्रतिपादित किये गये तथा उनको प्रायोगिक रूप में

सिद्ध पाया गया किन्तु भूत की उपस्थिति सिद्ध करने के लिए न तो कोई प्रायोगिक प्रमाण मिला है और न ही तत्सम्बन्धी कोई घटना भी अवलोकित हुई है जिससे इसकी उपस्थिति सिद्ध हो सके। यह एक केवल कल्पना : मात्र तथा अंधविश्वास है।

प्रश्न 6:

जापान के एक विशेष समुद्र तटीय क्षेत्र में पाए जाने वाले केकड़े के कवचों (खोल) में से अधिकांश समुद्र के अनुश्रुत चेहरे से मिलते-जुलते प्रतीत होते हैं। नीचे इस प्रेक्षित तथ्य की दो व्याख्याएँ दी गई हैं। इनमें से आपको कौन-सा वैज्ञानिक स्पष्टीकरण लगता है?

(i) कई शताब्दियों पूर्व किसी भयानक समुद्री दुर्घटना में एक युवा समुद्र डूब गया। उसकी बहादुरी के लिए श्रद्धांजलि के रूप में प्रकृति ने अबोधगम्य ढंगों द्वारा उसके चेहरे को केकड़े के कवचों पर अंकित करके उसे उस क्षेत्र में अमर बना दिया।

(ii) समुद्री दुर्घटना के पश्चात उस क्षेत्र के मछुआरे अपने मृत नेता के सम्मान में सद्भावना प्रदर्शन के लिए, उस हर केकड़े के कवच को जिसकी आकृति संयोगवश समुद्र से मिलती-जुलती प्रतीत होती थी, उसे वापस समुद्र में फेंक देते थे। परिणामस्वरूप केकड़े के कवचों की इस प्रकार की विशेष आकृतियाँ अधिक समय तक विद्यमान रहीं और इसीलिए कालान्तर में इसी आकृति का आनुवंशिक जनन हुआ। यह कृत्रिम वरण द्वारा विकास का एक उदाहरण है।

(नोट : यह रोचक उदाहरण कार्ल सागन की पुस्तक “दि कॉस्मॉस” से लिया गया है। यह इस तथ्य पर प्रकाश डालता है कि प्रायः विलक्षण तथा अबोधगम्य तथ्य जो प्रथम दृष्टि में अलौकिक प्रतीत होते हैं वास्तव में साधारण वैज्ञानिक व्याख्याओं द्वारा स्पष्ट होने योग्य बन जाते हैं। इसी प्रकार के अन्य उदाहरणों पर विचार कीजिए।)

उत्तर:

प्रश्न में दिए गए दोनों कथनों

1. तथा
2. में से कथन
3. प्रेक्षित तथ्य का वैज्ञानिक स्पष्टीकरण देने में पर्याप्त रूप से समर्थ है।

प्रश्न 7:

दो शताब्दियों से भी अधिक समय पूर्व इंग्लैण्ड तथा पश्चिमी यूरोप में जो औद्योगिक क्रान्ति हुई थी उसकी चिंगारी का कारण कुछ प्रमुख वैज्ञानिक तथा प्रौद्योगिक उपलब्धियाँ थीं। ये उपलब्धियाँ क्या थीं?

उत्तर:

जिन मुख्य उपलब्धियों के कारण औद्योगिक क्रान्ति का जन्म हुआ है वह निम्न प्रकार से हैं

1. विद्युत की खोज से ऊर्जा प्राप्ति डाइनमो तथा मोटर की रूपरेखा।
 2. ऊष्मा और ऊष्मागतिकी पर आधारित इंजन का आविष्कार।
 3. हाथ की अपेक्षा कपास से 300 गुना गति से बिनौले अलग करने वाली सूती मशीन।
 4. विस्फोटकों की खोज से न केवल सैन्य बलों, अपितु खनिज दोहन में भी आशातीत सफलता प्राप्त हुई है।
 5. लोहे को उच्च श्रेणी के स्टील में बदलने वाली ब्लास्ट भट्टी।
 6. गुरुत्व के अध्ययन से गोलों/तोपों/बन्दूकों से गोली की गति के अध्ययन की खोज।
- प्रमुख वैज्ञानिकों के नाम की सूची निम्नवत् है

1. क्रिश्चन हाइगेन,
2. गैलिलियो गैलिली,
3. माइकल फैराडे तथा
4. आइजक न्यूटन।

प्रश्न 8:

प्रायः यह कहा जाता है कि संसार अब दूसरी औद्योगिक क्रान्ति के दौर से गुजर रहा है, जो समाज में पहली क्रान्ति की भाँति आमूलचूल परिवर्तन ला देगी। विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के उन प्रमुख समकालीन क्षेत्रों की सूची बनाइए जो इस क्रान्ति के लिए उत्तरदायी हैं।

उत्तर:

विज्ञान और तकनीक की उपलब्धियाँ जो औद्योगिक क्रान्ति लाने में सक्षम हैं, उनमें से प्रमुख निम्नलिखित हैं

1.
 - a. लेजर तकनीक जिसके द्वारा रक्तस्राव के बिना शल्य क्रिया सम्भव हो सकी है तथा जिसके द्वारा रॉकेट तथा उपग्रहों को नियन्त्रित किया जा सकता है।
 - b. सुपरकण्डक्टरों का निर्माण जिसके द्वारा कमरे के ताप पर विद्युत शक्ति बिना हानि के प्रेषित की जा सकती है।
1. कम्प्यूटर का बढ़ता हुआ प्रभाव और प्रयोग जिसने मानव की कार्यकुशलता कई गुनी बढ़ा दी है।
2. बायोटेक्नोलॉजी का अद्भुत विकास।

प्रश्न 9:

बाईसवीं शताब्दी के विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी पर अपनी निराधार कल्पनाओं को आधार मानकर लगभग 1000 शब्दों में कोई कथा लिखिए।

उत्तर:

आज हम सदर देशों की यात्रा वाययान, रेलमार्ग अथवा मोटरकार द्वारा करते हैं जो पेटोल अथवा डीजल से चलते हैं। बाईसवीं शताब्दी तक पहुँचते-पहुँचते हम दूर आकाश में स्थित ग्रहों तथा उपग्रहों की यात्रा कर सकेंगे जिनकी अनुमानित दूरी हजारों प्रकाश वर्ष से भी अधिक है। अनुमान है कि वे यान ईंधन रहित होंगे।

आज उपग्रह को स्थापित करने के लिए रॉकेट का प्रयोग आवश्यक है और उसके लिए उपयुक्त प्लेटफॉर्म का होना भी आवश्यक है, किन्तु बाईसवीं शताब्दी के आते-आते विज्ञान की प्रगति उस अवस्था तक पहुँच जाएगी कि पृथ्वी से प्रेषित यानों को रिमोट कंट्रोल द्वारा संचालित किया जा सकेगा। यही नहीं आकाश में भ्रमण करती हुई कार्यशाला भी होगी जो किसी यान में त्रुटि आने पर उसकी आवश्यक देखभाल और मरम्मत भी कर सकेगी।

प्रश्न 10:

विज्ञान के व्यवहार पर अपने नैतिक दृष्टिकोणों को रचने का प्रयास कीजिए। कल्पना कीजिए कि आप स्वयं किसी संयोगवश ऐसी खोज में लगे हैं जो शैक्षिक दृष्टि से रोचक है। परन्तु उसके परिणाम निश्चित रूप से मानव समाज के लिए भयंकर होने के अतिरिक्त कुछ नहीं होंगे। फिर भी यदि ऐसा है तो आप इस दविधा के हल के लिए क्या करेंगे?

उत्तर:

वैज्ञानिक का कार्य प्रकृति के सत्य की खोज करना और उसे फिर प्रकाशन माध्यम से संसार के सामने प्रस्तुत करना है। इसमें कोई भी सन्देह नहीं है कि एक ही खोज का प्रभाव मानव पर उत्थान और विनाश दोनों के लिये उपयोगी किया जा सकता है। यह बात वैज्ञानिक खोज के व्यावहारिक उपयोग करने वाले पर निर्भर है। यहाँ पर यह बात भी सम्भव हो सकती है कि जो खोज आज विनाशकारी है, वह आगे चलकर लाभकारी भी सिद्ध हो सकती है। यदि मैं एक वैज्ञानिक अन्वेषक हूँ और माना कि मैं स्टेम सेल पर कार्य कर रहा हूँ तो वैज्ञानिक आविष्कारक के रूप में मेरा दायित्व है कि उसके परिणाम समाज के सामने प्रस्तुत करूँ। राजनेता इसका उपयोग एक विशेष मानव जाति के विकास के लिए करते हैं या फिर डॉक्टर इसका उपयोग विभिन्न रोगों के उपचार के लिए करते हैं, इस बात का ध्यान रखना मेरा कार्य नहीं है। आइंस्टाइन ने $E = mc^2$ का सूत्र संसार को दिया लेकिन इसका उपयोग हिरोशिमा व नागासाकी पर परमाणु बम गिराने में होगा ऐसा उसने कभी भी नहीं सोचा था। आज यह समीकरण संसार में ऊर्जा उत्पादन के कार्य में लाई जा रही है, जो कि मानव कल्याण का कार्य ही है।

प्रश्न 11:

किसी भी ज्ञान की भाँति विज्ञान का उपयोग भी, उपयोग करने वाले पर निर्भर करते हुए, अच्छा अथवा

बुरा हो सकता है। नीचे विज्ञान के कुछ अनुप्रयोग दिए गए हैं। विशेषकर कौन-सा अनुप्रयोग अच्छा है, बुरा है अथवा ऐसा है कि जिसे स्पष्ट रूप से वर्गबद्ध नहीं किया जा सकता? इसके बारे में अपने दृष्टिकोणों को सूचीबद्ध कीजिए

1. आम जनता को चेचक के टीके लगाकर इस रोग को दबाना और अन्ततः इस रोग से जनता को मुक्ति दिलाना। (भारत में इसे पहले ही प्रतिपादित किया जा चुका है।)
2. निरक्षरता का विनाश करने तथा समाचारों एवं धारणाओं के जनसंचार के लिए टेलीविजन।
3. जन्म से पूर्व लिंग-निर्धारण।
4. कार्यक्षमता में वृद्धि के लिए कम्प्यूटर।
5. पृथ्वी के परितः कक्षाओं में मानव-निर्मित उपग्रहों की स्थापना।
6. नाभिकीय शस्त्रों का विकास।
7. रासायनिक तथा जैव-युद्ध की नवीन तथा शक्तिशाली तकनीकों का विकास।
8. पीने के लिए जल का शोधन।
9. प्लास्टिक शल्य क्रिया।
10. क्लोनिंग।

उत्तर:

1. **उत्तम**-भारत देश इस संक्रामक रोग से पूर्णतया मुक्त हो चुका है।
2. **उत्तम**-इसके द्वारा शिक्षा का प्रसार होता है एवं साथ ही मनोरंजन और ज्ञान में वृद्धि होती है।
3. इस ज्ञान का दुरुपयोग सम्भव है। बहुधा भ्रूण के कन्या होने पर गर्भपात करा दिया जाता है जो भ्रूण हत्या है और सर्वथा अनुचित भी।।
4. **उत्तम**-कार्यकुशलता बढ़ती है।
5. **उत्तम**-उपग्रह की स्थापना ने संचार व्यवस्था में क्रान्ति ला दी है।
6. **अवांछित**-ये सामूहिक विनाश का कारण होते हैं तथा इनके प्रयोग से जो विनाश का तांडव होता है उसका न तो अनुमान लगाया जा सकता है न
7. इस पर कोई प्रतिबन्ध लगाया जा सकता है।
8. इनका प्रयोग मानवता के विपरीत है या कहिए अमानवीय है।
9. **श्रेष्ठ** – शुद्ध पेयजल मिलने से अनेक रोगों की सम्भावना समाप्त हो जाती है।
10. **उत्तम**-विकृति दूर की जा सकती है।

11. उत्तम-निस्संतान दंपत्ति लाभान्वित हो सकते हैं।

प्रश्न 12:

भारत में गणित, खगोलिकी, भाषा विज्ञान, तर्क तथा नैतिकता में महान विद्वत्ता की एक लम्बी एवं अटूट परम्परा रही है। फिर भी इसके साथ एवं समान्तर, हमारे समाज में बहुत से अन्धविश्वासी तथा रूढ़िवादी दृष्टिकोण व परम्पराएँ फली-फूली हैं और दुर्भाग्यवश ऐसा अभी भी हो रहा है और बहुत-से शिक्षित लोगों में व्याप्त है। इन दृष्टिकोणों का विरोध करने के लिए अपनी रणनीति बनाने में आप अपने विज्ञान के ज्ञान का उपयोग किस प्रकार करेंगे?

उत्तर:

भारत में रूढ़िवादितारुँ और अतार्किक कर्मकाण्ड काफी प्रचलित हैं। इनको समाज से हटाना कोई छोटा-सा सुगम मार्ग नहीं है। इन व्यवहारों को जन्म देने वाले कुछ कारण निम्नलिखित हैं

1. समाज के बड़े भाग को शिक्षा से वंचित रखना।
2. लोगों में विज्ञान के प्रति ज्ञान का अभाव रहना।
3. शासक तथा भूमि मालिकों का स्वार्थ।
4. जाति प्रथा: ।
5. दूसरों को अज्ञानी रखकर उन पर शासन करने की लालसा रखना।

ज्यादा-से-ज्यादा इलेक्ट्रॉनिक संचार माध्यम, जैसे- रेडियो, टी०वी०, समाचार-पत्र, विज्ञान प्रदर्शनियाँ आदि के द्वारा विज्ञान एवं तकनीकी के विकास में लोगों की रुचि को जाग्रत करके व्यवहार को बदलने से अपने ध्येय की प्राप्ति हो सकती है। इससे लोग शिक्षित हो सकते हैं। अभिभावकों को अपने बच्चों को शिक्षित करने के लिये उन्हें स्कूल भेजने के लिये प्रेरित किया जाना चाहिए। भारत की बढ़ती हुई जनसंख्या पर नियन्त्रण पाने के लिये हमें वैज्ञानिक पद्धतियों को अपनाना अतिआवश्यक है। यह एक विस्फोटक स्थिति है। इससे लोगों में विज्ञान के प्रति विश्वास उत्पन्न होगा और विज्ञान के ज्ञान का सदुपयोग होगा।

प्रश्न 13:

यद्यपि भारत में स्त्री तथा पुरुषों को समान अधिकार प्राप्त हैं, फिर भी बहुत से लोग महिलाओं की स्वाभाविक प्रकृति, क्षमता, बुद्धिमत्ता के बारे में अवैज्ञानिक विचार रखते हैं। तथा व्यवहार में उन्हें गौण महत्त्व तथा भूमिका देते हैं। वैज्ञानिक तक तथा विज्ञान एवं अन्य क्षेत्रों में महान महिलाओं का उदाहरण देकर इन विचारों को धाराशायी कीजिए तथा अपने को स्वयं तथा दूसरों को भी समझाइए कि समान अवसर दिए जाने पर महिलाएँ पुरुषों के समकक्ष होती हैं।

उत्तर:

जन्म से पूर्व तथा जन्म के पश्चात् आहार के पोषक तत्वों का एक बड़ा भाग मानव-मस्तिष्क के विकास में योगदान करता है। यह मानव-मस्तिष्क स्त्री अथवा पुरुष किसी का भी हो सकता है। यदि हम स्त्रियों के प्राचीन इतिहास तथा वर्तमान स्थिति पर ध्यान केन्द्रित करें तो हम देखते हैं कि स्त्रियों की स्थिति सदैव सम्मानजनक रही है तथा उन्होंने अनेक उत्कृष्ट कार्य किए हैं। वे प्रत्येक कार्य में सक्षम हैं तथा किसी भी दशा में पुरुषों से कम नहीं हैं। जब कभी भी स्त्रियों को अवसर प्राप्त हुआ है, आश्चर्यजनक परिणाम सामने आए हैं। झाँसी की रानी लक्ष्मीबाई, सती अनुसूया (महर्षि अत्रि की पत्नी), रानी कर्मावती, नूरजहाँ, श्रीमती सरोजिनी नायडू, मैडम क्युरी, कल्पना चावला, मार्गेट थेचर, श्रीमती भण्डारनाइके, इन्दिरा गांधी, बछेन्द्री पॉल, श्रीमती संतोष यादव आदि अनेक नाम स्त्रियों के स्वर्णिम इतिहास का वर्णन करते हैं। आज के समय में सानिया मिर्जा का नाम भी स्त्री-जगत में शीर्षस्थ स्थान पर है। इन स्त्रियों को अवसर प्राप्त हुआ तथा इन्होंने अपनी अपूर्व-क्षमता का परिचय दिया। आज भारत सरकार ने रक्षा-सेवाओं के द्वार भी स्त्रियों के लिए खोल दिए हैं तथा वहाँ भी स्त्रियों ने अपनी कार्यक्षमता सिद्ध कर दी है।

अतः यह सत्य है कि समान अवसर दिए जाने पर महिलाएँ पुरुषों के समकक्ष होती हैं।

प्रश्न 14:

“भौतिकी के समीकरणों में सुन्दरता होना उनका प्रयोगों के साथ सहमत होने की अपेक्षा अधिक महत्त्वपूर्ण है।” यह मत महान ब्रिटिश वैज्ञानिक पी०ए०एम० डिरैक का था। इस दृष्टिकोण की समीक्षा कीजिए। इस पुस्तक में ऐसे सम्बन्धों तथा समीकरणों को खोजिए जो आपको सुन्दर लगते हैं।

उत्तर:

यह कथन असत्य नहीं है। भौतिकी के समीकरण प्रयोगों से मिलने चाहिए और साथ ही सरल और सुन्दर भी होने चाहिए। आइन्स्टाइन का समीकरण ($E = mc^2$) एक ऐसा ही समीकरण है जो बहुत सुन्दर और याद करने में सरल है। लेकिन इस समीकरण ने बीसवीं शताब्दी में विज्ञान एवं समाज का चेहरा ही बदल दिया है। दूसरा समीकरण $F = G$ है जो कि सामान्य एवं सुन्दर है। एक दी गई स्थिति में इस समीकरण ने खगोल विज्ञान की समझ में ही आमूलचूल परिवर्तन कर दिया है। भौतिकी में कुछ अन्य ऐसे ही समीकरण निम्नवत् हैं

$$F = mg, E = \frac{1}{2}mv^2, P = mv, E = hv \text{ तथा स्थितिज ऊर्जा } U = mgh$$

प्रश्न 15:

यद्यपि उपर्युक्त प्रक्कथन विवादास्पद हो सकता है परन्तु अधिकांश भौतिक विज्ञानियों का यह मत है कि भौतिकी के महान नियम एक ही साथ सरल एवं सुन्दर होते हैं। डिरैक के अतिरिक्त जिन सुप्रसिद्ध भौतिक विज्ञानियों ने ऐसा अनुभव किया उनमें से कुछ के नाम इस प्रकार हैं-आइन्स्टाइन, बोर, हाइजेनबर्ग, चन्द्रशेखर तथा फाइनमैन। आपसे अनुरोध है कि आप भौतिकी के इन विद्वानों तथा अन्य महानायकों द्वारा रचित सामान्य पुस्तकों एवं लेखों तक पहुँचने के लिए विशेष प्रयास अवश्य करें। (इस पुस्तक के अन्त में दी गई ग्रन्थ-सूची देखिए)। इनके लेख सचमुच प्रेरक हैं।

उत्तर:

क्रमांक	नाम	प्रमुख योगदान/आविष्कार	मूल देश
1.	आर्किमिडीज	उत्प्लावकता का नियम; उत्तोलक का नियम	यूनान
2.	गैलिलियो गैलिली	जड़त्व का नियम	इटली
3.	क्रिश्चियन हाइगेंस	प्रकाश का तरंग सिद्धान्त	हॉलैण्ड
4.	आइज़क न्यूटन	गुरुत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियम, गति के नियम, परावर्ती दूरदर्शक	इंग्लैण्ड
5.	माइकल फैराडे	विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियम	इंग्लैण्ड
6.	जेम्स क्लार्क मैक्सवेल	विद्युत चुम्बकीय सिद्धान्त; प्रकाश-एक विद्युत चुम्बकीय तरंग	इंग्लैण्ड
7.	हैनरिक रूडोल्फ हर्ट्स	विद्युत चुम्बकीय तरंगें	जर्मनी
8.	जगदीशचन्द्र बोस	अति लघु रेडियो तरंगें	भारत
9.	डब्ल्यू० के० रॉज़न	एक्स-किरणें	जर्मनी
10.	जे० जे० टॉमसन	इलेक्ट्रॉन	इंग्लैण्ड
11.	मैरी स्कलोडोस्का क्यूरी	रेडियम तथा पोलोनियम की खोज; प्राकृतिक रेडियोऐक्टिवता का अध्ययन	पोलैण्ड
12.	अल्बर्ट आइन्स्टाइन	प्रकाश-वैद्युत नियम; आपेक्षिकता का सिद्धान्त	जर्मनी
13.	विक्टर फ्रांसिस हैस	कॉस्मिक विकिरण	ऑस्ट्रिया
14.	आर० ए० मिलिकन	इलेक्ट्रॉन आवेश की माप	अमेरिका
15.	अर्नस्ट रदरफोर्ड	परमाणु का नाभिकीय निदर्श	न्यूजीलैण्ड
16.	नील बोर	हाइड्रोजन परमाणु का क्वाण्टम निदर्श	डेनमार्क
17.	चन्द्रशेखर वेंकटरमन	अणुओं द्वारा प्रकाश का अप्रत्यास्थ प्रकीर्णन	भारत
18.	लुइस विक्टर दे-ब्रॉग्ली	द्रव्य की तरंग प्रकृति	फ्रांस
19.	मेघनाथ साहा	तापिक आयनन	भारत
20.	सत्येन्द्रनाथ बोस	क्वाण्टम सांख्यिकी	भारत
21.	वुल्फगांग पाउली	अपवर्जन नियम	ऑस्ट्रिया
22.	एनरिको फर्मी	नियन्त्रित नाभिकीय विखण्डन	इटली
23.	वर्नर हाइजेनबर्ग	क्वाण्टम यान्त्रिकी; अनिश्चितता-सिद्धान्त	जर्मनी
24.	पॉल डिरैक	आपेक्षिकीय इलेक्ट्रॉन-सिद्धान्त; क्वाण्टम सांख्यिकी	इंग्लैण्ड
25.	एडविन ह्यूबल	प्रसारी विश्व	अमेरिका
26.	अर्नस्ट औरलैण्डो लॉरेन्स	साइक्लोट्रॉन	अमेरिका
27.	जेम्स चैडविक	न्यूट्रॉन	इंग्लैण्ड
28.	हिडेकी युकावा	नाभिकीय बलों का सिद्धान्त	जापान
29.	डॉ० होमी जहाँगीर भाभा	कॉस्मिक विकिरण का सोपानी प्रक्रम	भारत
30.	लेव डेवीडोविक लैण्डो	संघनित द्रव्य सिद्धान्त; द्रव्य हीलियम	रूस

31.	एस० चन्द्रशेखर	चन्द्रशेखर-सीमा, तारों की संरचना तथा विकास	भारत
32.	जॉन बारडीन	ट्रांजिस्टर, अतिचालकता सिद्धान्त	अमेरिका
33.	सी० एच० टाउन्स	मेसर; लेसर	अमेरिका
34.	अब्दुस सलाम	दुर्बल तथा विद्युत चुम्बकीय अन्योन्य क्रियाओं का एकीकरण	पाकिस्तान

प्रश्न 16:

विज्ञान की पाठ्य-पुस्तकें आपके मन में यह गलत धारणा उत्पन्न कर सकती हैं कि विज्ञान पढ़ना शुष्क तथा पूर्णतः अत्यन्त गम्भीर है एवं वैज्ञानिक भुलक्कड़, अन्तर्मुखी, कभी न हँसने वाले अथवा खीसे निकालने वाले व्यक्ति होते हैं। विज्ञान तथा वैज्ञानिकों का यह चित्रण पूर्णतः आधारहीन है। अन्य समुदाय के मनुष्यों की भाँति वैज्ञानिक भी विनोदी होते हैं। तथा बहुत से वैज्ञानिकों ने तो अपने वैज्ञानिक कार्यों को गम्भीरता से पूरा करते हुए अत्यन्त विनोदी प्रकृति के साथ साहसिक कार्य करके अपना जीवन व्यतीत किया है। गैमो तथा फाइनमैन इसी शैली के दो भौतिक विज्ञानी हैं। ग्रन्थ सूची में उनके द्वारा रचित पुस्तकों को पढ़ने में आपको आनन्द प्राप्त होगा।

उत्तर:

फाइनमैन तथा गैमो द्वारा रचित इन पुस्तकों के नाम निम्नलिखित हैं

1. आर० पी० फाइनमैन द्वारा रचित 'Surely you are joking, Mr. Feynman', बेन्टन बुक्स (1986)।
2. जी गैमो द्वारा रचित 'Mr. Tompkins in paperback', कैम्ब्रिज यूनिवर्सिटी प्रेस (1987)। उपर्युक्त पुस्तकों को पढ़ने पर ज्ञात होता है कि वैज्ञानिक भी अन्य समुदाय के मनुष्यों की भाँति ही विनोदी होते हैं। विज्ञान विषय पढ़ना शुष्क तथा पूर्णतः गम्भीर नहीं है यदि इसका अध्ययन हम रुचिपूर्वक, तथ्यों को भली-भाँति समझकर करें।

परीक्षोपयोगी प्रश्नोत्तर

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्रश्न 1:

भौतिक शास्त्र है।

- (i) भौतिक विषयों का अध्ययन
- (ii) भौतिक वस्तुओं का अध्ययन
- (iii) प्रकृति के विभिन्न घटनाक्रमों का अध्ययन
- (iv) विकल्प (ii) एवं (iii) दोनों

उत्तर:

(iv) विकल्प (ii) एवं (iii) दोनों

प्रश्न 2:

नोबेल पुरस्कार प्राप्त करने वाले प्रथम भारतीय वैज्ञानिक थे

(i) श्री जे०सी० बोस

(ii) एचजे० भाभा

(iii) एम० एन० शाह

(iv) सर सी०वी० रमन

उत्तर:

(iv) सर सी०वी० रमन

प्रश्न 3:

गुरुत्वाकर्षण की खोज की

(i) बेथे ने

(ii) आइन्सटाइन ने

(iii) न्यूटन ने

(iv) रदरफोर्ड ने

उत्तर:

(iii) न्यूटन ने

प्रश्न 4:

रेडियोधर्मिता की खोज किसके द्वारा की गयी?

(i) चैडविक

(ii) रदरफोर्ड

(iii) बेकुरल

(iv) रॉज्जन

उत्तर:

(iii) बेकुरल

प्रश्न 5:

प्रथम इलेक्ट्रॉनिक कम्प्यूटर का आविष्कार हुआ

(i) 1942 में

(ii) 1946 में

(iii) 1947 में

(iv) 1948 में

उत्तर:

(ii) 1946 में

प्रश्न 6:

अब्दुस सलाम को निम्न में से किस क्षेत्र में नोबेल पुरस्कार प्राप्त हुआ?

- (i) अणुओं द्वारा प्रकाश का अप्रत्यास्थ प्रकीर्णन
- (ii) दुर्बल तथा विद्युत चुम्बकीय बलों का एकीकरण
- (iii) अति चालकता
- (iv) लेसर तकनीक

उत्तर:

(ii) दुर्बल तथा विद्युत चुम्बकीय बलों का एकीकरण

प्रश्न 7:

टेलीविजन का आविष्कार किया

- (i) राइट ब्रदर्स ने
- (ii) मूलर ने
- (iii) बेयर्ड ने
- (iv) गोडार्ड ने

उत्तर:

(iii) बेयर्ड ने

प्रश्न 8:

डी-ब्रॉगली सम्बन्धित है।

- (i) जर्मनी से
- (ii) इंग्लैण्ड से
- (iii) फ्रांस से
- (iv) अमेरिका से

उत्तर:

(iii) फ्रांस से

प्रश्न 9:

परमाणु के नाभिक की खोज की थी

- (i) न्यूटन
- (ii) थॉमसन
- (ii) रदरफोर्ड
- (iv) मैक्सवेल

उत्तर:

(iii) रदरफोर्ड

प्रश्न 10:

द्रव्यमान-ऊर्जा की तुल्यता किस वैज्ञानिक ने स्थापित की?

(i) जूल

(i) न्यूटन

(iii) आइन्सटाइन

(iv) फैराडे

उत्तर:

(iii) आइन्सटाइन

प्रश्न 11:

प्रकृति में पाया जाने वाला सबसे अधिक निर्बल बल है।

(i) गुरुत्वाकर्षण बल ,

(ii) वैद्युत चुम्बकीय बल ,

(iii) दुर्बल नाभिकीय बल

(iv) प्रबल नाभिकीय बल

उत्तर:

(i) गुरुत्वाकर्षण बल

प्रश्न 12:

प्रबल नाभिकीय बल विद्युत चुम्बकीय बलों की अपेक्षा होता है।

(i) 100 गुना क्षीण

(ii) 100 गुना प्रबल

(iii) 10^6 गुना क्षीण

(iv) 10^6 गुना प्रबल

उत्तर:

(ii) 100 गुना प्रबल

अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1:

भौतिकी क्या है?

उत्तर:

भौतिकी विज्ञान की वह शाखा है जिसके अन्तर्गत प्रकृति एवं प्राकृतिक घटनाओं का अध्ययन किया जाता है।

प्रश्न 2:

उस वैज्ञानिक का नाम लिखिए जिसने x-किरणों की खोज की।

उत्तर:

डब्ल्यू० के० रॉज्जन।

प्रश्न 3:

उस वैज्ञानिक का नाम बताइये जिसे विज्ञान की दो पृथक्-पृथक् शाखाओं में नोबेल पुरस्कार मिला।

उत्तर:

मैडम मेरी स्कलेडोवेक क्यूरी (Skladowak Curie) को भौतिकी में वर्ष 1903 में तथा रसायन विज्ञान में वर्ष 1911 में नोबेल पुरस्कार मिला।

प्रश्न 4:

बेतार सन्देश के आविष्कारक का नाम क्या है?

उत्तर:

बेतार सन्देश के आविष्कारक जी० मार्कोनी थे।

प्रश्न 5:

मैक्सवेल का नाम किस वैज्ञानिक सिद्धान्त से सम्बद्ध है?

उत्तर:

वैद्युत चुम्बकीय सिद्धान्त

प्रश्न 6:

भौतिकी में तीन संरक्षण नियमों के नाम बताइए।

उत्तर:

ऊर्जा संरक्षण का नियम, रेखीय संवेग संरक्षण का नियम तथा वैद्युत आवेश संरक्षण का नियम।

प्रश्न 7:

रेखीय संवेग संरक्षण का नियम लिखिए।

उत्तर:

रेखीय संवेग संरक्षण का नियम—यदि कणों के किसी निकाय पर कार्य करने वाला बाह्य बल शून्य है, तो उस निकाय का संवेग संरक्षित रहता है।

प्रश्न 8:

द्रव्यमान तथा ऊर्जा का तुल्यता का नियम बताइए तथा इसका एक उदाहरण दीजिए।

उत्तर:

आइन्सटाइन के अनुसार, द्रव्यमान तथा ऊर्जा पृथक्-पृथक् अस्तित्व वाली भौतिक राशियाँ नहीं हैं,

बल्कि एक ही राशि के दो रूप हैं। द्रव्यमान को ऊर्जा में तथा ऊर्जा को द्रव्यमान में बदला जा सकता है। द्रव्यमान तथा ऊर्जा के बीच तुल्य सम्बन्ध, $E = mc^2$, जहाँ E ऊर्जा तथा m द्रव्यमान हैं। इसके अनुसार यदि ऊर्जा E विलुप्त हो जाए, तो द्रव्यमान m बढ़ जाता है और यदि द्रव्यमान m नष्ट हो जाए तो इसके समतुल्य ऊर्जा E उत्पन्न होती है।

उदाहरण—सूर्य पर चल रही नाभिकीय संलयन की क्रियाओं में सूर्य का द्रव्यमान निरन्तर ऊर्जा में परिवर्तित हो रहा है।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1:

वैज्ञानिक विधि क्या है? वैज्ञानिक विधि के विभिन्न चरणों की व्याख्या कीजिए।

उत्तर:

भौतिक जगत की प्राकृतिक घटनाओं का क्रमबद्ध एवं सुव्यवस्थित ज्ञान प्राप्त करने के लिए जो विधि अपनायी जाती है, उसे वैज्ञानिक विधि कहते हैं। वैज्ञानिक विधि निम्नलिखित चार चरणों में पूर्ण की जाती है।

1. क्रमबद्ध प्रेक्षण Systematic observations:

प्राकृतिक घटना अथवा अध्ययन के लिए चुनी गई समस्या से सम्बन्धित भौतिक राशियों के पर्याप्त संख्या में प्रेक्षण लिए जाते हैं और उन्हें सुव्यवस्थित करके उनका विश्लेषण किया जाता है।

2. परिकल्पना की रचना Construction of hypothesis:

प्राप्त प्रेक्षणों का विश्लेषण करने के लिए एक कार्यकारी मॉडल (working model) तैयार किया जाता है, जिसे परिकल्पना कहते हैं। इसमें समस्या को गणितीय रूप में अभिव्यक्त किया जाता है।

3. परिकल्पना का परीक्षण Testing of the hypothesis:

बनाई गई परिकल्पना का परीक्षण करने के लिए, उस परिकल्पना के आधार पर कुछ निष्कर्ष निकाले जाते हैं एवं उनका सत्यापन करने के लिए नए प्रयोग भी किए जाते हैं।

4. सिद्धान्त की स्थापना Establishment of theory:

यदि परिकल्पना सत्यापित हो जाती है, तो उसे अन्तिम सिद्धान्त मान लिया जाता है। यदि परिकल्पना सत्यापित नहीं हो पाती है तो उसमें संशोधन किए जाते हैं अथवा नई परिकल्पना तैयार की जाती है और उसके परीक्षण के लिए पुनः नये प्रयोग किए जाते हैं। इसी क्रम को तब तक जारी रखते हैं जब तक प्रयोगों द्वारा पूर्णतः सत्यापित अन्तिम सिद्धान्त प्राप्त न हो जाये।

प्रश्न 2:

आवेश-संरक्षण का नियम लिखिए। उदाहरण दीजिए।

उत्तर:

जब दो वस्तुओं को परस्पर रगड़ा जाता है, तो दोनों वस्तुओं पर एक साथ विपरीत प्रकृति परन्तु समान

परिमाण के आवेश उत्पन्न हो जाते हैं। अर्थात् दोनों वस्तुओं पर उत्पन्न आवेश की कुल मात्रा शून्य ही रहती है। इस बात को हम इस प्रकार भी कह सकते हैं कि “न तो आवेश उत्पन्न किया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है।” यह कथन ही “आवेश-संरक्षण का नियम”(Law of conservation of charge) कहलाता है। प्रत्येक प्राकृतिक घटना में, जहाँ वैद्युत आवेश का आदान-प्रदान होता है, इस नियम को सत्य पाया गया है।

उदाहरणार्थ:

इलेक्ट्रॉन तथा पॉजिट्रॉन का संयोग आवेश-संरक्षण को प्रदर्शित करता है। इलेक्ट्रॉन पर ऋणावेश होता है तथा पॉजिट्रॉन पर ठीक इलेक्ट्रॉन के आवेश के बराबर परिमाण का धनावेश होता है।

अतः दोनों के आवेश का कुल योग शून्य होता है। ये दोनों परस्पर संयोग करके दो γ -प्रोटॉन उत्पन्न करते हैं जिसमें प्रत्येक पर आवेश शून्य ही होता है।

अतः संयोग से पूर्व कुल आवेश = संयोग के पश्चात् कुल आवेश।

विस्तृत उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1:

भौतिकी का प्रौद्योगिकी से सम्बन्ध उदाहरणों सहित स्पष्ट कीजिए।

उत्तर:

भौतिकी तथा प्रौद्योगिकी के बीच सम्बन्ध—भौतिकी तथा प्रौद्योगिकी के बीच घनिष्ठ सम्बन्ध है।

भौतिकी के सिद्धान्तों पर प्रौद्योगिकी को प्रयुक्त कर अनेक मशीनें तथा उपकरण बनाए गए हैं जो समाज के लिए अत्यधिक लाभकारी सिद्ध हुए हैं। इसके उदाहरण निम्नलिखित हैं

1. टेलीफोन, टेलीग्राफ और टेलेक्स के विकास से हम दूर तक बात कर सकते हैं। समाचार भेज सकते हैं।
2. रेडियो, टेलीविजन और सैटेलाइट (satellite) के विकास से संचार साधन (communication) में क्रान्ति (revolution) आ गयी।
3. इलेक्ट्रॉनिक (electronic), कम्प्यूटर, लेसर (laser) के विकास से समाज (society) को अत्यधिक लाभ हुआ है।
4. विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण (electro-magnetic induction) के सिद्धान्त पर विद्युत का उत्पादन आधारित है।
5. ऊष्मागतिकी (thermodynamics) के नियम पर आधारित ऊष्मा इंजन, पेट्रोल इंजन, डीजल इंजन आदि से सामान को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना।

6. न्यूक्लीयर चेन प्रतिक्रिया (nuclear chain reaction) को नियन्त्रित करके न्यूक्लीयर रिएक्टर से शक्ति (power) का उत्पादन करना।
7. रॉकेट की उड़ान न्यूटन के गति के तीसरे नियम पर आधारित है।
8. बर्नोली के सिद्धान्त पर हवाई जहाज का उड़ना।
9. भौतिकी के अध्ययन से ही लेसर (laser) का आविष्कार हुआ है जिससे समाज को अधिक लाभ पहुँचा है।
10. X-किरणों का व्यवहार औषधि विज्ञान (medical science) में किया जाता है। कुछ प्रौद्योगिक उपलब्धियाँ एवं उनसे सम्बन्धित भौतिकी के सिद्धान्तों को नीचे सारणी में दिया गया है

प्रौद्योगिकी	वैज्ञानिक सिद्धान्त
<ul style="list-style-type: none"> ● भाप-इंजन ● नाभिकीय रिएक्टर ● रेडियो तथा टेलीविजन ● कम्प्यूटर ● अति उच्च चुम्बकीय क्षेत्रों का उत्पादन ● लेसर ● रॉकेट नोदन ● विद्युत जनित्र ● जल विद्युत शक्ति ● वायुयान ● कण त्वरित्र ● सोनार ● प्रकाशिक रेशे ● अपरावर्ती आवरण ● इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी ● प्रकाश-विद्युत सेल 	<ul style="list-style-type: none"> ● ऊष्मागतिकी के नियम ● नियन्त्रित नाभिकीय विखण्डन ● विद्युत-चुम्बकीय तरंगों का उत्पादन, संचरण, संसूचण ● अंकीय तर्क ● अतिचालकता ● विकिरणों के उद्दीपित उत्सर्जन द्वारा प्रकाश प्रवर्धन (समष्टि प्रतिलोमन) ● न्यूटन के गति के नियम ● फैराडे के विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त ● गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का विद्युत ऊर्जा में रूपान्तरण ● तरलगतिकी में बर्नोली का सिद्धान्त ● विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्रों में आवेशित कणों की गति ● पराश्रव्य तरंगों का परावर्तन ● प्रकाश का पूर्ण आन्तरिक परावर्तन ● तनुफिल्म प्रकाशीय व्यतिकरण ● इलेक्ट्रॉन की तरंग प्रकृति ● प्रकाश-विद्युत प्रभाव
<ul style="list-style-type: none"> ● संलयन परीक्षण रिएक्टर (टोका मैक) ● ग्रह मीटर वेब रेडियो टेलीस्कोप (GMRT) ● बोस आइंस्टाइन दाब 	<ul style="list-style-type: none"> ● प्लाज्मा का चुम्बकीय प्रतिरोध ● कॉस्मिक रेडियो किरणों का संसूचन ● लेसर पुंजों तथा चुम्बकीय क्षेत्रों द्वारा परमाणुओं का प्रग्रहण तथा शीतलन

प्रश्न 2:

प्रकृति के मूल बल कौन-कौन से हैं? प्रत्येक के प्रमुख गुण लिखिए। उदाहरण सहित बलों के एकीकरण को समझाइए।

या

प्रकृति के चार मूल बल कौन-कौन से हैं। उनका वर्णन कीजिए।

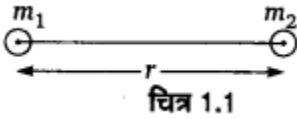
उत्तर:

प्रकृति के मूल बल: प्रकृति में चार प्रकार के मूल बल हैं जो निम्नलिखित हैं-

1. गुरुत्वाकर्षण बल,
2. विद्युत चुम्बकीय बल,
3. प्रबल नाभिकीय बल तथा
4. दुर्बल नाभिकीय बल।

1. गुरुत्वाकर्षण बल:

न्यूटन के अनुसार, ब्रह्माण्ड में प्रत्येक द्रव्य-कण दूसरे द्रव्य-कण को अपनी ओर आकर्षित करता है तो इन कणों के बीच एक आकर्षण बल लगता है। यही आकर्षण बल गुरुत्वाकर्षण बल कहलाता है।



न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण बल के नियमानुसार, किन्हीं दो पिण्डों के बीच कार्यरत् गुरुत्वाकर्षण बल उनके द्रव्यमानों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती तथा उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है। यह एक सार्वत्रिक बल है।

$$\text{अर्थात्} \quad F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \Rightarrow \quad F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

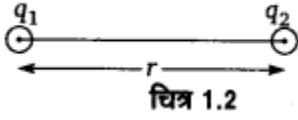
जहाँ m_1 व m_2 = पिण्डों के द्रव्यमान तथा r = द्रव्यमानों के बीच की दूरी गुरुत्वाकर्षण बलों के गुण निम्नलिखित हैं

1. ये बल सदैव आकर्षणात्मक होते हैं तथा कभी भी प्रतिकर्षणात्मक नहीं होते हैं।
2. ये प्रकृति में सबसे दुर्बल बल होते हैं।
3. ये विस्तृत दूरियों पर भी कार्यरत् रहते हैं।
4. ये दूरी सम्बन्धी व्युत्क्रम वर्ग के नियम का पालन करते हैं।
5. ये केन्द्रीय बल होते हैं अर्थात् दोनों वस्तुओं के केन्द्रों को जोड़ने वाली रेखा के अनुदिश कार्य करते हैं।
6. ये बल संरक्षी बल होते हैं।

2. विद्युत चुम्बकीय बल:

आवेशित कणों के बीच कार्यरत् बल को विद्युत चुम्बकीय बल कहते हैं। स्थिर आवेशित कणों के बीच कार्यरत् बल को कूलॉम के नियम द्वारा व्यक्त किया जाता है, इसीलिए इसे कूलॉम का नियम भी कहते

हैं।



कूलॉम के अनुसार, किन्हीं दो स्थिर बिन्दु आवेशों के बीच कार्यरत् स्थिर वैद्युत बल, आवेशों के परिमाणों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती तथा उनकी बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

अर्थात्
$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

जहाँ, q_1, q_2 = कार्यरत् आवेश तथा r = कार्यरत् आवेशों के बीच की दूरी है। समान आवेशों के बीच कार्यरत् बल प्रतिकर्षण तथा असमान आवेशों के बीच कार्यरत् वैद्युत बल आकर्षण प्रकृति का होता है।

विद्युत चुम्बकीय बलों के गुण निम्नलिखित हैं

1. ये बल आकर्षणात्मक अथवा प्रतिकर्षणात्मक हो सकते हैं।
2. ये बल कूलॉम के नियम का पालन करते हैं।
3. ये दूरी सम्बन्धी व्युत्क्रम वर्ग के नियम का पालन करते हैं।
4. दो प्रोटॉनों के बीच स्थिर वैद्युत बल किसी भी स्थिर दूरी के लिए गुरुत्वाकर्षण बल की तुलना में 10^{36} गुना प्रबल होते हैं।
5. ये अधिक दूरी तक प्रभावी नहीं होते हैं।
6. ये केन्द्रीय बल होते हैं।
7. ये संरक्षी बल होते हैं।

3. प्रबल नाभिकीय बल:

वे बल जो एक नाभिक में न्यूट्रॉनों तथा प्रोटॉनों को परस्पर साथ-साथ बाँधे रखते हैं, प्रबल नाभिकीय बल कहलाते हैं। अतः ये बल दो प्रोटॉनों अथवा दो न्यूट्रॉनों अथवा एक

टॉन व एक न्यूट्रॉन के बीच कार्यरत रहते हैं, जबकि ये कण परस्पर एक-दूसरे के काफी निकट होते हैं।

जब दो न्यूक्लिऑन परस्पर 10-15 मीटर दूरी पर होते हैं तो उनके बीच प्रबल नाभिकीय आकर्षण बल इतनी ही दूरी पर स्थित दो प्रोटॉनों के बीच लगने वाले प्रतिकर्षणात्मक वैद्युत बल की तुलना में 10 गुना प्रबल होता है।

प्रबल नाभिकीय बलों के गुण निम्नलिखित हैं

1. नाभिकीय बल आकर्षण बल हैं।

2. ये बल अत्यन्त प्रबल हैं। मानव जानकारी में अब तक जितने भी बल ज्ञात हैं उनमें सबसे अधिक तीव्र नाभिकीय बल ही हैं।
3. ये वैद्युत बल नहीं हैं। यदि ये वैद्युत बल होते तो इनके कारण प्रोटॉनों के बीच प्रतिकर्षण होता और नाभिक की संरचना सम्भव न हो पाती।
4. ये गुरुत्वीय बल भी नहीं हैं। दो न्यूक्लिऑनों के बीच गुरुत्वीय बल बहुत क्षीण होते हैं, जबकि नाभिकीय बल अत्यन्त तीव्र हैं। अतः नाभिकीय बल मूलतः गुरुत्वीय बल नहीं हो सकते।
5. ये बल आवेश पर किसी प्रकार भी निर्भर नहीं करते अर्थात् विभिन्न न्यूक्लिऑनों के बीच (जैसे-प्रोटॉन-प्रोटॉन के बीच, न्यूट्रॉन-न्यूट्रॉन के बीच, प्रोटॉन-न्यूट्रॉन के बीच) बल एकसमान (uniform) होते हैं।
6. ये बल अत्यन्त लघु परिसर (short range) के हैं। अतः ये बहुत कम दूरी (केवल नाभिकीय व्यास, 10^{-15} मीटर के अन्दर) तक ही प्रभावी होते हैं।

4. दुर्बल नाभिकीय बल:

इन बलों की उत्पत्ति की खोज रेडियोधर्मिता में β -रूप की घटना के दौरान हुई। ये बल अल्प जीवन काल वाले कणों के बीच अन्योन्य प्रक्रियाओं के फलस्वरूप उत्पन्न बल हैं। दुर्बल नाभिकीय बलों के गुण निम्नलिखित हैं।

1. ये बल आकर्षणात्मक अथवा प्रतिकर्षणात्मक हो सकते हैं।
2. ये बल कूलॉम के नियम का पालन करते हैं।
3. ये दूरी सम्बन्धी व्युत्क्रम वर्ग के नियम का पालन करते हैं।
4. दो प्रोटॉनों के बीच स्थिर वैद्युत बल किसी भी स्थिर दूरी के लिए गुरुत्वाकर्षण बल की तुलना में 10^{36} गुना प्रबल होते हैं।
5. ये अधिक दूरी तक प्रभावी नहीं होते हैं।
6. ये केन्द्रीय बल होते हैं।
7. ये संरक्षी बल होते हैं।
8. विद्युत चुम्बकीय बलों का क्षेत्र कण फोटॉन होता है जिस पर कोई आवेश नहीं होता है तथा जिसका विराम द्रव्यमान शून्य होता है।

बलों का एकीकरण:

एकीकरण भौतिकी की मूलभूत खोज है। भौतिकी की महत्त्वपूर्ण उन्नति प्रायः विभिन्न सिद्धान्तों तथा प्रभाव क्षेत्रों के एकीकरण की ओर ले जाती है। न्यूटन ने पार्थिव तथा खगोलीय प्रभाव क्षेत्रों को अपने

गुरुत्वाकर्षण के सर्वमान्य नियम के अधीन एकीकृत किया। ऑस्टेड तथा फैराडे ने प्रायोगिक खोजों द्वारा दर्शाया कि व्यापक रूप में वैद्युत तथा चुम्बकीय परिघटनाएँ अविच्छेद्य हैं। मैक्सवेल की इस खोज ने, कि प्रकाश विद्युत चुम्बकीय तरंगें हैं, विद्युत चुम्बकत्व तथा प्रकाशिकी को एकीकृत किया। आइंस्टाइन ने गुरुत्व तथा विद्युत चुम्बकत्व को एकीकृत करने का प्रयास किया परन्तु अपने इस साहसिक कार्य में सफल न हो सके। परन्तु इससे भौतिक विज्ञानियों की, बलों के एकीकरण के उद्देश्य के लिए, उत्साहपूर्वक आगे बढ़ने की प्रक्रिया रुकी नहीं।