विज्ञान के पहिये

कहाँ क्या

पहिया	५
भाप का इंजन	८
मशीन क्या है ?	१३
भाप-इंजन की कहानी	१७
रेल-इंजन	२६
भाप-टरबाइन	२९
भाप क्या है ?	३२
आग क्या है ?	३४
भाप का उपयोग	३७
अन्तर्दहन इंजन	४२
प्रतिक्रिया इंजन	४४

विज्ञान के पहिये

प्रकाशक
सुबोध पब्लिकेशन्स

प्रकाशक :
सुबोध पब्लिकेशन्स
२/४२४० ए, अंसारी रोड,
नई दिल्ली-११०००२

© सुबोध

संस्करण : अक्तूबर १९८१

मुद्रक :
अजय प्रिन्टर्स
नवीन शाहदरा,
दिल्ली-११००३२

पहिया

पहिये हमारी आज की दुनिया के पैर हैं। अगर पहिये न हों तो यह दुनिया जहाँ की तहाँ खड़ी रह जाए; और पहिये ही इस दुनिया के हाथ भी हैं। पहिये न हों तो यह दुनिया बेकार हो जाए। अच्छा ज़रा कल्पना कीजिए कि इस दुनिया में पहिया नाम की चीज़ नहीं है। अब सोचिये कि हमारे आस-पास की कौन-कौन-सी चीजें ग़ायब हो गई हैं।

पहिया ठोस लकड़ी का

हथठेला, बैलगाड़ी, घोड़ा-गाड़ी, साइकल, मोटर-साइकल, स्कूटर, रेल, मोटर, हवाई जहाज़ ''सब चीज़ों की सूची बनाने लगें तो कई पन्ने भर जाएँगे। पहिया न होता तो क्या होता? अधिकांश बड़ी मशीनें तो होतीं ही नहीं, चरखा, कुम्हार का चाक, कुएँ पर की गिर्री भी न रहती। आटा पीसने की चक्की, दही बिलोने की मधानी (मथनी) भी न रहती।

पहिये के विकास की कहानी विज्ञान और सभ्यता के विकास की कहानी है। पहिये के जन्म को ही विज्ञान का जन्मदिन माना जाए, तो भी अत्युक्ति न होगी।

पहिया या चक्का इतना महत्त्वपूर्ण आविष्कार है पर आज भी कोई नहीं जानता कि इसका आविष्कार किसने, कब और कहाँ किया होगा!

अनुमान है कि आदिम युग में आदि-मानव ने ही पहिये का आविष्कार किया होगा। यह लोकोक्ति बड़े महत्त्व की है कि "आवश्यकता आविष्कार की जननी है"। आदि-मानव ने बांस की गोल पोरी को या किसी गोल वस्तु को आसानी से लुढ़कते-सरकते देखकर अनुमान लगाया होगा कि गोल चीज़ें चपटी चीज़ों की अपेक्षा आसानी से सरकाई जा सकती हैं। आज से कोई सात हज़ार वर्ष पूर्व भी हमारे देश के लोग पहिये या चाक का उपयोग करते थे, इसके प्रमाण हमारी प्राचीन पुस्तकों में मिलते हैं। यह बात सच है कि आज का पहिये का रूप, विकास की लम्बी परम्परा का परिणाम है। पहले के पहिये कमज़ोर और बहुत भारी होते थे और प्रायः लकड़ी के बनाए जाते थे। धीरे-धीरे धातु के टिकाऊ और भार में हल्के पहिये बनने लगे। बहुत पहले के पहिये वृक्ष के गोल तने के एक ठोस टुकड़े के रूप में होते थे। केवल धुरे के लिए बीच में छेद कर लिया जाता था। अरों वाला विकसित पहिया उसके बाद की चीज़ है। इसके बाद लकड़ी के अरों वाला पहिया बना और बाद में उसके बाहरी घेरे पर लोहे की हाल चढ़ाई गई। गाँव की बैल-गाड़ियों में आज भी आप इस पहिये को देख सकते हैं। बाद में रबर की खोज और प्रयोग से पहिये में विशेष परिवर्तन हुआ। लोहे की हाल की जगह ताँगे के पहिये पर रबर की हाल चढ़ाई जाने लगी।

लकड़ी के अरोंवाला पहिया

गाड़ी जितनी हल्की होगी, उतनी ही तेजी से चलेगी। इसलिए भारी वज़न के पहियों को हल्का बनाना आवश्यक था। इसके साथ ही दूसरी समस्या यह थी कि ऊँची-

टायर

नीची या कंकरीली धरती पर ठोस पहियोंवाली गाड़ियाँ हिचकोले खाती थीं जिससे सवारियों को असुविधा होती थी और सामान भी टूट-फूट जाता था। ट्यूबवाले रबर के पहिये का आविष्कार होने पर इस समस्या का समाधान हो गया। हवा भरी हुई रबर की ट्यूब पथरीली भूमि में दब जाती थी और धक्का और हिचकोला नहीं लगता था या बहुत कम लगता था। अरों (स्पोक्स), धातु के रिम

टायर-ट्यूब और लोहे की स्पोक्सवाला
साइकल का पहिया

और ट्यूब-टायरवाले पहियों के कारण पहियों का भार तो हल्का हो ही गया, सवारी और सामान लाने-लेजाने में भी सुविधा हो गई और गति में भी वृद्धि हुई। □

भाप का इंजन

प्राचीन समय से मनुष्य प्राकृतिक शक्तियों को ऐसा मोड़ देने का प्रयत्न करता रहा है, जिससे वे उसकी इच्छानुसार कार्य कर सकें। प्रारम्भ में उसने शक्ति के कुछेक साधनों को इसके लिए प्रयुक्त किया। इनमें मुख्य थे—हवा और पानी। आज भी हम हवा और पानी का

पनचक्की

उपयोग शक्ति के विविध रूप में करते हैं। उस समय मशीनों का रूप बहुत ही सरल था और मानवीय शक्ति द्वारा या पालतू पशुओं की शक्ति द्वारा ही उनका संचालन होता था।

समय बीतता गया और बढ़ती हुई आवश्यकताओं ने

पवन-चक्की

मनुष्य को नये-नये शक्ति के साधनों और पेचीदा मशीनों को बनाने के लिए बाध्य किया।

मानव-स्वभाव के आवश्यक अंग जिज्ञासा, निरीक्षण की शक्ति और परिणाम निकालने की योग्यता ने उसे अपने आस-पास की चीज़ों को समझने में बड़ी सहायता दी।

गत दो सौ वर्षों में विज्ञान के क्षेत्र में अभूतपूर्व उन्नति हुई है और शक्ति के स्रोत के रूप में भाप, खनिज तेल

और बिजली द्वारा ऐसे-ऐसे अद्‌भुत कार्य सम्पन्न हुए हैं कि इस युग को विज्ञान-युग कहा जाने लगा।

और अब तो परमाणु-शक्ति के रूप में शक्ति का एक ऐसा स्रोत उपलब्ध हो गया है, जिसकी शक्ति अनन्त है। उससे प्राप्त होनेवाली शक्ति का यदि राष्ट्रों ने सदुपयोग किया तो मानव की सुख-समृद्धि में आशातीत वृद्धि होने की संभावना है।

परमाणु-शक्ति मानव-मात्र को भरपूर पौष्टिक भोजन, कपड़ा, मकान, यात्रा और संचार-साधनों में द्रुतगति एवं अनेक सुख-सुविधाएँ प्रदान कर सकेगी।

मशीनों से मनुष्य किस तरह काम लेता है, यह समझने के लिए पहले 'काम' और 'मशीन' को समझना आवश्यक है।

मान लीजिए कि चार आदमी एक बहुत बड़ी चट्टान को सरकाने के काम में दिनभर लगे रहते हैं पर उसे जरा भी सरका नहीं पाते हैं, और शाम को वे कहते हैं कि हम तो दिनभर काम करते-करते थक गए।

वे अपने दिनभर के जिस परिश्रम को काम कह रहे हैं, विज्ञान उसे काम नहीं मानता।

तो फिर प्रश्न उत्पन्न होता है कि विज्ञान काम किसे मानता है?

विज्ञान कहता है : जब कोई भारवाली वस्तु धक्का देने या खींचने से कुछ दूर चलती है, तब काम होता है।

धक्का देना या खींचना 'बल' कहलाता है, और जिस वस्तु को धकेला या खींचा जाता है, उसे प्रतिरोध कहते

हैं। 'बल' और 'प्रतिरोध' इन शब्दों को भली प्रकार

कुएँ से पानी निकाला जा रहा है

समझ लेने से हमें मशीन के कार्य को समझने में सुविधा होगी।

'काम' की इस परिभाषा के अनुसार जिन चार लोगों ने दिनभर भारी चट्टान को सरकाने का प्रयत्न किया किन्तु सरका नहीं पाए, उन्होंने कुछ काम नहीं किया। किन्तु फुटबाल खेलने वाले जिस लड़के ने ज़ोर की ठोकर मारकर फुटबाल को दूर फेंक दिया, उसने काम किया क्योंकि उसने 'बल' लगाकर 'प्रतिरोध' को दूर फेंक दिया।

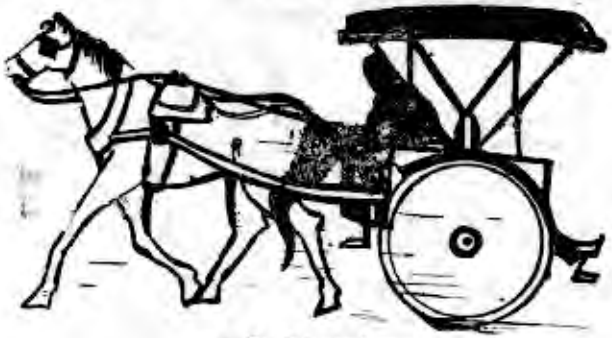
विज्ञान बातों के उत्तर स्पष्ट शब्दों में देता है, गोल-मोल ढंग से नहीं। उदाहरण के रूप में आप कहते हैं,

"आज मैंने बहुत काम किया।" या "आज का दिन यों ही चला गया। बहुत थोड़ा काम हुआ।"

अब इससे कोई क्या समझे! बहुत काम हुआ तो कितना हुआ और कम हुआ तो कितना हुआ?

विज्ञान इस तरह की बात को यों कहेगा : यदि आप १० पौंड भार को ५ फुट ऊँचा उठाते हैं तो आप १० × ५ = ५० फुट पौंड काम करते हैं। इसमें बल को उस दूरी से गुणा करते हैं, जिस तक बल ने काम किया।

शक्ति को नापने के लिए 'अश्व-शक्ति' को मानक



गाड़ी खींचता घोड़ा

माना जाता है। इसे अंग्रेजी मे 'हॉर्स पावर' कहते हैं। बिजली की मोटरों और इंजनों की शक्ति का माप अश्व-शक्ति से किया जाता है। कोई मोटर ५ अश्व-शक्ति की होती है तो कोई १५ अश्व-शक्ति की। यही बात इंजनों की शक्ति के लिए भी है।

काम की मात्रा को उस समय से भाग दिया जाता है, जिसमें वह पूरा किया गया है। □

मशीन क्या है ?

मशीन एक ऐसा यंत्र है जो बल लगाने पर—(क) काम को आसान बनाती है।

चरखा कातती औरत

(ख) काम की गति को बढ़ा देती है।

(ग) लगाए गए बल की दिशा को बदल देती है।

मशीन की सहायता से हम अधिक बल का उपयोग कर सकते हैं, अर्थात् थोड़े परिश्रम से अधिक प्रतिरोध को जीत सकते हैं।

बहुत पहले जब सरल और छोटी मशीनें थीं, जैसे हथठेला, कुएँ पर की पानी निकालने की चर्खी या सूत कातने का चर्खा—मनुष्य उन्हें अपनी शक्ति द्वारा चलाता था; किन्तु ज्यों-ज्यों मशीनें बड़ी और पेचीदा बनती गईं, उन्हें चलाने के लिए बहुत अधिक मनुष्यों की आवश्यकता पड़ी। उस युग में एक मालवाही पोत को खेने के लिए सैकड़ों मल्लाहों की आवश्यकता होती थी।

एक भारी शिला को ढोने के लिए भी पचासों लोग एक साथ खींचते थे।

बाद में लोगों ने पनचक्की को चलाने के लिए पानी के प्रवाह की शक्ति का उपयोग किया। किन्तु उतना पानी सब जगह उपलब्ध नहीं था। कई स्थानों पर पवन-चक्की (विंड-मिल) का उपयोग हुआ। जो आज भी हो रहा है। पहिया जब तक मात्र पहिया था, किसी काम के लिए उपयोगी नहीं था। उस स्थिति में उसे हम यंत्र या मशीन भी नहीं कह सकते थे। किन्तु जब एक धुरे के साथ दो पहिये जोड़ लिए गए तो वह मशीन बन गया।

अब हम यह समझ लें कि पहिये के बन जाने से क्या चमत्कार हुआ और यह भी कि पहियेवाली रिक्शा, रेहड़ी या हथठेले पर रखकर सरलता से अधिक सामान खींच सकने का क्या कारण है?

आप जानते हैं कि खड़ी हुई मोटर-गाड़ी को धकेलना कठिन होता है किन्तु जब एक बार कुछ सरकने लग पड़ती है तो धकेलने में कुछ आसानी हो जाती है, इसी तरह मोटर अगर लुढ़क रही हो तो भी शक्ति लगाए बिना उसे रोकना

असम्भव है। इस बात को वैज्ञानिक भाषा में जड़त्व कहते हैं। वस्तुओं में जड़त्व होता है। इन्हें गतिशील करने के लिए और गतिशील होने पर रोकने के लिए इस जड़त्व को जीतना पड़ता है।

आपने देखा होगा कि हथठेले को खींचनेवाला जब उससे सामान उतारता है तो पहियों के आगे-पीछे रुकावट के लिए ईंट का टुकड़ा आदि कोई चीज़ रख देता है ताकि ठेला आगे-पीछे न सरके। किसी भी गाड़ी को धकेलते समय तब अधिक बल लगाना पड़ता है, जब सड़क ऊबड़-खाबड़ हो या पहिये के आगे कोई रुकावट हो। आप यह भी जानते हैं कि गाड़ियों को रोकने के लिए ब्रेक लगे होते हैं। साइकल में लगे ब्रेक आपने देखे होंगे। साइकल के ब्रेक पहिये के साथ रगड़ खाते हैं और पहिया रुक जाता है। वैज्ञानिक भाषा में इसे 'घर्षण' (फ्रिक्शन) कहते हैं। इस घर्षण के कारण ही ऊबड़-खाबड़ सड़क पर किसी गाड़ी को खींचने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है।

साइकल के साथ लगे ब्रेक

वस्तुओं में भार होता है, जड़त्व और घर्षण होता है और काम को करने के लिए हमें इनको जीतना पड़ता है।

इन्हें जीतने के लिए, शक्ति या ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा बड़ी महत्त्वपूर्ण वस्तु है और अनेक रूपों में उपलब्ध होती है। मुख्य रूप से ऊष्मा बिजली और यांत्रिक ऊर्जा को लिया जा सकता है।

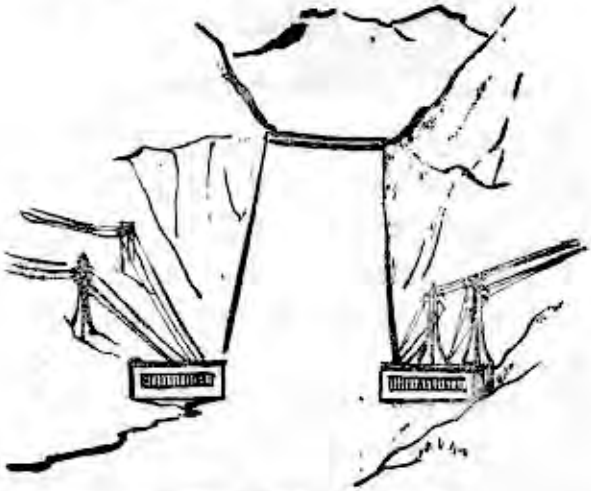
किसी वस्तु को पास खींचने या परे धकेलने, खड़ी वस्तु को सरकाने या चलती वस्तु को रोकने के लिए, या चाल की दिशा बदलने या चाल को तेज़ अथवा धीमा करने के लिए ऊर्जा का उपयोग किया जाता है।

□

भाप-इंजन की कहानी

यह ठीक है कि आज गाँव-गाँव में बिजली पहुँच रही है। अब तो रेलगाड़ियाँ भी भाप की बजाय बिजली से चलने लगी हैं। छोटे-छोटे कारखानों, बड़ी-बड़ी फैक्टरियों, प्रकाश, हवा, गर्मी और सर्दी के लिए बिजली की माँग दिनों-दिन बढ़ती जा रही है।

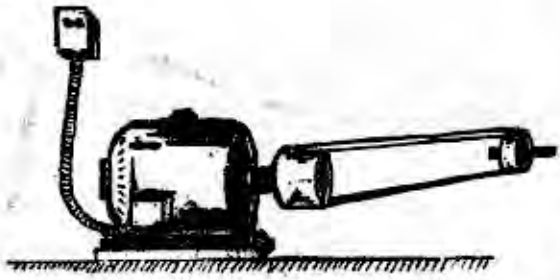
हमारे देश में अनेक नदी-घाटी योजनाओं द्वारा बिजली उत्पन्न करने के लिए पानी का उपयोग किया जा रहा है। बाँधों से सिंचाई के लिए पानी देने और उसका उपयोग



भाखड़ा बाँध के पास बिजली घर

बिजली उत्पन्न करने के लिए हमारे देश में बड़े पैमाने पर किया जा रहा है।

देश में नये-नये उद्योग-धन्धे विकसित होकर फल-फूल रहे हैं। बिजली की सुविधा पहले केवल कस्बों और नगरों में उपलब्ध थी। अब बहुत-से गाँवों में इसका विस्तार कर दिया गया है और ट्यूब-वैलों द्वारा सिंचाई करके अन्न की उपज बढ़ा ली गई है। किन्तु, यह जरूरी नहीं है कि जहाँ कहीं भी आपको बिजली की आवश्यकता हो, वहीं



पर्याप्त जल-शक्ति मिल जाए। हाँ, भाप से उत्पन्न हुई शक्ति का उपयोग आप उन सभी स्थानों पर कर सकते हैं, जहाँ आप ईंधन पहुँचा सकते हैं।

जल की आवश्यकता तो भाप-इंजन के लिए भी होती है पर इसके लिए जल की उतनी अधिक मात्रा नहीं चाहिए।

अब तो भाप बनाने के लिए ईंधन के स्थान पर परमाणु शक्ति का उपयोग किया जाने लगा है। इसलिए कुछ लोगों को यह जो लगने लगा था कि बिजली के उपलब्ध होने पर भाप-शक्ति का प्रयोग धीरे-धीरे समाप्त

हो जाएगा, वह गलत है, क्योंकि अब तो बिजली उत्पन्न करने के लिए भी भाप-शक्ति का प्रयोग उन देशों में बढ़ने लगा है, जिनमें परमाणु शक्ति का विकास हो गया है।

यह भाप-शक्ति किस तरह कार्य करती है और इसका आविष्कार किसने किया, इसे समझ लेना चाहिए।

भाप-इंजन के आविष्कार का यश जेम्स वाट को दिया जाता है। कहा जाता है कि चूल्हे के पास बैठे उसने पतीली में खौलते पानी की भाप से ढक्कन को ऊपर उठते देखा और उसने सोचा कि अगर पतीली की भाप ढक्कन को उठा सकती है तो इसकी मात्रा बढ़ाकर अधिक भारी चीजों को भी उठाया जा सकता है। भाप की शक्ति से महत्त्वपूर्ण काम लिया जा सकता है।

यद्यपि यह बात ठीक है और जेम्स वाट ने भाप-इंजन को बनाया भी, तो भी यह नहीं कहा जा सकता कि इससे पहले लोगों को भाप-शक्ति का पता नहीं था। जेम्स वाट का जन्म १७३६ में हुआ था, १८१६ में उसका देहान्त हो गया।

आज तक जितने भी वैज्ञानिक आविष्कार और खोजें हुई हैं, उनका श्रेय किसी एक वैज्ञानिक को नहीं दिया जा सकता।

वाट के जन्म से बहुत पहले दूसरे लोग भाप की शक्ति को पहचान चुके थे।

दूसरे अनेक आविष्कारों की तरह भाप-इंजन के आविष्कार में भी अनेक लोगों ने अपनी प्रतिभा और श्रम को लगाया है। सैकड़ों वर्षों के परिश्रम और अनेक

वैज्ञानिकों के सहयोग के फलस्वरूप आज के भाप-इंजन का पूर्ण विकसित रूप प्राप्त हुआ है।

कोई दो हज़ार वर्ष पूर्व सिकन्दरिया-निवासी हेरो नामक विद्वान् ने सर्वप्रथम भाप की शक्ति को पहचाना था और उसका उपयोग भी किया था। हेरो ने एक ऐसा यंत्र बनाया था, जिसके द्वारा मंदिर के द्वार अपने-आप खुल जाते थे। पास ही बनी एक वेदी पर आग जलाने-मात्र से इस मन्दिर के द्वार खुल जाते थे।

अब तक उपलब्ध सामग्री में यह सबसे पहला लेख है जो यह प्रमाणित करता है कि ऊष्मा का यांत्रिक उपयोग किया गया था।

यद्यपि हेरो ने प्रत्यक्ष रूप से भाप-इंजन नहीं बनाया था किन्तु जिन सिद्धान्तों का उसने प्रयोग किया था, ये वही सिद्धान्त हैं जो आज भी भाप-इंजन में प्रयुक्त होते हैं। हेरो को इसका ज्ञान था, फिर भी वह इस ज्ञान का कोई महत्त्वपूर्ण उपयोग नहीं कर सका। संभव है उससे पहले के लोगों को भी भाप-शक्ति का कुछ ज्ञान रहा हो पर आज हमारे पास इसका कोई प्रमाण उपलब्ध नहीं है।

एक लम्बे समय तक भाप-शक्ति के उपयोग में कोई प्रगति नहीं हुई। फिर लगभग १५०० वर्षों बाद इटली के गाँव में १४५२ ई० में लियो नार्दो द विंची नामक एक ऐसा बालक जन्मा जिसकी प्रतिभा बहुमुखी तो थी ही, विलक्षण भी थी।

वह संगीतज्ञ, गणितज्ञ, कवि, मूर्तिकार और चित्रकार

के रूप में अपने समय का अत्यन्त यशस्वी व्यक्ति था। उसने इंजीनियरी के क्षेत्र में भी अभूतपूर्व काम कर दिखाया था। उसने सुझाव दिया था कि नौकाओं को चलाने के लिए भाप की शक्ति का उपयोग किया जा सकता है। लियो नार्दो के जीवनकाल में, भाप-शक्ति का उपयोग करके किसी इंजन को चलाना सम्भव नहीं हो सका। वह अपनी चित्रकला और मूर्तिकला के लिए विश्व-भर में प्रसिद्धि पाकर १५१९ में चल बसा।

सत्रहवीं शताब्दी के आरम्भ में इटली के ही एक वैज्ञानिक जिओवन्नी पोर्ता ने बताया कि भाप द्वारा दबाव डालकर पानी को ऊपर उठाया जा सकता है। जिओवन्नी पोर्ता ने एक उपकरण बनाया भी था। पोर्ता ने शून्यक का उपयोग करके भी एक उपकरण बनाया था।

आप सोच सकते हैं कि पानी को ऊपर उठाकर वे लोग क्या करना चाहते थे?

बात यह है, कृषि के लिए पानी को ऊपर उठाने की आवश्यकता थी। नदी-नालों में नीची सतह पर बहते पानी को ऊँची भूमि पर स्थित खेतों में पहुँचाने के लिए इसकी आवश्यकता थी। खानों को खोदते रहने से उनमें पानी भर जाता था और उस पानी को भी बाहर फेंकना आवश्यक था।

जिओवन्नी द्वारा निर्मित उपकरण भी खिलौनों से आगे नहीं बढ़े, यद्यपि सिद्धान्त के रूप में वे ठीक थे।

१६०३ ई० में फ्रांस के एम० रिवाल्ट नामक व्यक्ति ने मालूम किया कि यदि बम के खोल के भीतर पानी को

भरकर उसे गर्म किया जाए तो वह पानी खोल को विस्फोटित कर देगा, चाहे वह खोल कितना ही मोटा क्यों न हो।

१६१५ में एक फ्रांसीसी इंजीनियर कौस ने, जो बागों में फव्वारे लगाने का विशेषज्ञ था, भाप के दबाव के सिद्धान्त पर एक उपकरण बनाया था, जो पानी को फव्वारे की तरह फेंकता था।

कौस अपने बाग लगाने के काम के सिलसिले में कई देशों में घूमता रहता था। इंग्लैंड में उसकी भेंट रेम्जे नामक व्यक्ति से हुई। रेम्जे ने कई पेटेंट ले रखे थे। पेटेंट से यह अभिप्राय है कि जब कोई व्यक्ति कोई खोज करता है, कोई उपकरण बनाता है तो उस खोज, विधि या उपकरण के नमूने को सरकार से रजिस्टर्ड करवा लेता है ताकि कोई व्यक्ति उसकी नकल न कर सके। इन पेटेंटों में आग की सहायता से पानी को ऊपर उठाने का पेटेंट भी था।

पिछले पृष्ठों में जिन लोगों के इस दिशा में किए गए प्रयत्न का वर्णन है, उन सभी ने भाप-सम्बन्धी ज्ञान में वृद्धि तो की, पर कोई ऐसा इंजन नहीं बना सके जिससे कोई काम लिया जा सके।

इसके बाद १६६३ में फिर एक व्यक्ति एडवर्ड समरसेट ने 'वाटर कमांडिंग इंजन' पेटेंट कराया। उसने चालीस फुट तक पानी को ऊपर उठाकर दिखाया था।

१६८२ में मोरलैंड नामक वैज्ञानिक ने ब्रिटिश सम्राट् के समक्ष एक भाप-इंजन का प्रदर्शन किया। इस इंजन के

द्वारा किसी भी मात्रा में और कितनी भी ऊँचाई तक पानी को ऊपर उठाया जा सकता है।

अब हम डेनिस पापीन नामक व्यक्ति के कथनीय योगदान का विवरण देंगे। वह इंग्लैंड में कुछ वर्ष रहकर इटली चला गया। दो वर्ष इटली में रहने के पश्चात् वह जर्मनी चला गया। वहाँ उसने १६९० में अपने प्रयोग का प्रकाशन किया।

यह एक प्रयोगात्मक नमूना था, किन्तु पिस्टन वाला प्रथम भाप-इंजन था जिसमें संघनन द्वारा उत्पन्न किए गए शून्यक का प्रयोग किया गया था।

इसके बाद डेवानशायर में जन्मे इंजीनियर थामस-सेवरी ने १६९८ ई० में अग्नि-इंजन का पेटेंट लिया। उसने अपने इंजन का माडल बनाया और उसका प्रदर्शन किया। उसने खान-मालिकों को इस इंजन का प्रयोग करने के लिए प्रेरित किया, पर सफलता नहीं मिली। घरों और उद्यानों में पानी पहुँचाने के अलावा इस इंजन का उपयोग नहीं हो सका।

यह इंजन ज्यादा ऊँचाई तक पानी को ऊपर उठाने में असमर्थ था।

इन्हीं दिनों डेवानशायर-निवासी एक दूसरे व्यक्ति थामस न्यूकामेन ने भी इस दिशा में महत्त्वपूर्ण कार्य कर दिखाया। बाद में थामस सेवरी के साथ इसने साझेदारी में भी काम किया। १७१२ में न्यूकामेन का पूरे आकार का इंजन तैयार हो गया। इसे स्टेफोर्डशायर में डडले-कैसल में लगाया गया।

ये इंजन आगामी काफी वर्षों तक खानों से पानी निकालने के काम में प्रयुक्त होते रहे। इसके बाद स्मीटन नामक इंजीनियर ने इस दिशा में अनेक प्रयोग किए और पुराने नमूने के इंजनों में कुछ सुधार किए।

□□□

जेम्स वाट का जन्म १९ जनवरी १७३६ ई० को क्लाइड नदी के किनारे बसे एक कस्बे में हुआ था। उसके पिता की अपनी वर्कशाप थी। किशोरावस्था तक जेम्स ने वर्कशाप-सम्बन्धी काफी ज्ञान प्राप्त कर लिया था। कुछ दिनों तक ग्लैसगो में नौकरी करने के बाद वह लन्दन आ गया और एक उपकरण-निर्माता के पास नौकर हो गया। अपनी योग्यता से उसने मालिकों को प्रभावित किया पर बीमार होने के कारण स्काटलैंड वापस चला गया। फिर ग्लैसगो कालेज में गणित-सम्बन्धी उपकरण-निर्माता के पद पर उसकी नियुक्ति हो गई। यहाँ दो वर्ष नौकरी करने के बाद उसने उपकरणों की अपनी दुकान खोल ली। यह १७५७ की बात है। उसका कारोबार उन्नति करता गया और उसने नये-नये कामों में हाथ डालना आरंभ कर दिया।

१७६४ ई०में ग्लैसगो कालेज के प्रोफेसर जॉन एण्डर्सन ने वाट से, कालेज में स्थापित न्यूकामेन माडल वाले इंजन की मरम्मत करने का प्रस्ताव किया। वाट ने इसे अपने लिए सुनहरा मौका समझा। उसे 'अग्नि-इंजन' की कार्य-विधि के अध्ययन का अवसर मिला और परिणामस्वरूप विकसित भाप-इंजन का आविष्कार संभव हो सका।

जेम्स वाट ने इंजन की शक्ति को मापने का कार्य भी किया। आज हम जिस 'अश्वशक्ति' (हार्सपावर) शब्द का प्रयोग करते हैं, वह जेम्स वाट का ही दिया हुआ है। वाट का फार्मूला इस प्रकार था—

एक अश्व एक मिनट में ३३,००० पौंड भार एक फुट ऊँचाई तक चढ़ा सकता है। यह एक अश्वशक्ति का कार्य हुआ। इस फार्मूले के अनुसार उसने अपने इंजनों को ५, १०, १५, २० अश्व-शक्ति के रूप में बनाया।

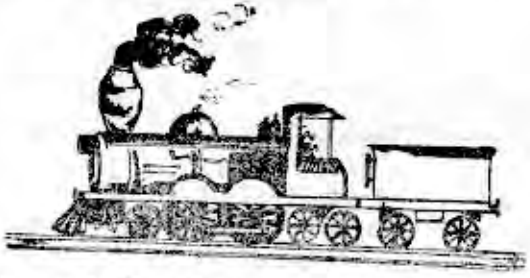
इंजनों का उपयोग पानी ऊपर उठाने, खानों से खनिज को ऊपर उठाने, मशीनों को चलाने आदि कार्यों में होने लगा।

अब तक थल में इसका उपयोग हो रहा था। जल में भी इसका उपयोग करने की बात सोची जाने लगी। सैकड़ों वर्षों तक समुद्र में चलनेवाले जहाजों में हवा की शक्ति का ही उपयोग होता था। अब जहाजों को चलाने के लिए भी भाप-इंजनों का प्रयोग होने लगा। इसके बाद लोगों ने सोचा कि यदि जल-परिवहन में भाप-इंजन का उपयोग हो सकता है तो थल-परिवहन में भी होना चाहिए। भाप-इंजन से सड़क पर चलनेवाली सबसे पहली गाड़ी तोप ढोने के लिए फ्रांस में बनाई गई थी।

□

रेल-इंजन

रेल का इंजन बनाने का कार्य प्रसिद्ध इंजीनियर जार्ज स्टीफन्सन ने किया। उसका जन्म १७८१ में एक मजदूर-परिवार में हुआ था। १४ वर्ष की छोटी अवस्था में ही



स्टीफन्सन ने पिता के साथ सहायक फायरमैन के रूप में ड्यूले कोलरी में नौकरी कर ली। बाद में वह दूसरी कोलरी में इंजनमैन बन गया। १८ वर्ष तक की अवस्था तक स्टीफन्सन को पढ़ने-लिखने का अवसर ही नहीं मिला। वह एक के बाद दूसरी खान में नौकरी करता रहा और इंजन का अच्छा जानकार बन गया।

उसने इंजन में कुछ सुधार करके १८१४ में अपना इंजन बना डाला। इसमें सिलिंडर बायलर के ऊपरी भाग पर लगे हुए थे जो गरारियों के द्वारा लम्बी संयोजी छड़ों (कनैक्टिंग राड) द्वारा पहियों को चलाते थे। सामने की ओर एक धुआं-नली होती थी जो चिमनी के रूप में ऊपर की ओर उठी रहती थी।

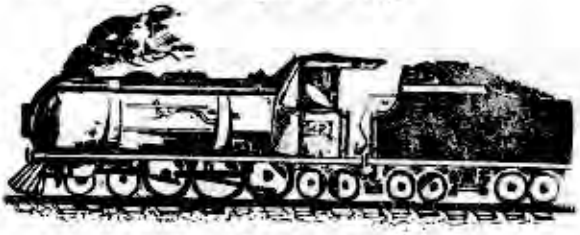
बाद में १८१५ में स्टीफन्सन ने एक दूसरा इंजन बनाया। इसकी संयोजी छड़ें बिना गरारियों के सीधे पहिये को चलाती थीं।

१८२२ ई० में स्टीफन्सन स्टाकटन और डार्लिंगटन रेलवे में इंजीनियर नियुक्त हुआ। उसने रेल-कम्पनी को यात्रियों और भार दोनों को ढोने का सुझाव दिया। उसने अपने पुत्र राबर्ट, एक पूंजीपति और एक अन्य सहयोगी की सांझेदारी में राबर्ट स्टीफन्सन एण्ड कम्पनी के नाम से इंजन बनानेवाली एक कम्पनी की स्थापना की। इस कम्पनी ने 'लोको मोशन' नामक इंजन बनाया जो २७ सितम्बर १८८५ को पटरी पर चलाया गया। 'लोको-मोशन' ५ मील प्रति घण्टा की गति से चलता था और ६० से ७० टन तक बोझ खींच सकता था।

कुछ दूसरे इंजीनियर भी इस कार्य में लगे हुए थे। टिमोथी हेकवर्थ ने 'रायल जार्ज' नाम से एक इंजन बनाया। इसकी चाल तो ५ ही मील प्रतिघंटा थी पर यह १३० टन भार ढो सकता था। १८२६ में लिवरपूल और मांचेस्टर रेलवे ने पटरी बिछाने का काम लगभग पूरा कर लिया था। जार्ज स्टीफन्सन इस कम्पनी का भी इंजीनियर था। कम्पनी के संचालकों ने एक अच्छा रेल-इंजन बनाने वालों को ५०० पौंड का पुरस्कार देने की घोषणा की। वे चाहते थे कि इंजन से धुआँ न निकले और उसका भार भी अधिक न हो। वह पुराने इंजनों की ५ मील प्रति घण्टा की गति से इस इंजन की गति दुगुनी अर्थात् १० मील रखना चाहते थे।

इस प्रतियोगिता में पाँच इंजन आए पर स्टीफन्सन के 'राकेट' नामक इंजन को सर्वश्रेष्ठ माना गया। इसकी भार-सहित अधिकतम गति २४ मील प्रतिघंटा और बिना भार के २९ मील प्रतिघंटा थी।

'राकेट' की सफलता के बाद यह बात पूरी तरह स्वीकार कर ली गई कि रेलगाड़ियों को खींचने के लिए भाप-इंजन ही सबसे उपयुक्त साधन है।



आधुनिक रेल-इंजन

धीरे-धीरे उन रेल-इंजनों में सुधार होता रहा और परिणामस्वरूप इनकी गति १०० मील प्रतिघण्टा तथा भार ढोने की क्षमता १५,००० टन तक पहुँच गई।

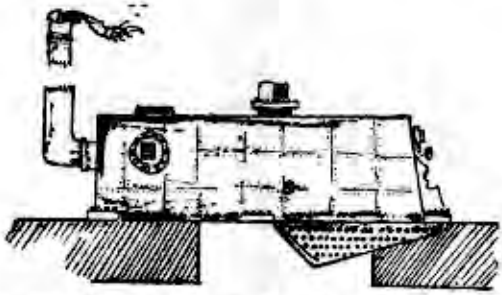
आज भाप के इन रेल-इंजनों का स्थान यद्यपि डीजल-इंजन और बिजली के इंजन लेते जा रहे हैं परन्तु मूल रूप में भाप-इंजनों से ही रेलों का विकास संभव हुआ है। यह भी संभव है कि आनेवाले वर्षों में रेल-इंजनों में परमाणु-शक्ति का उपयोग होने लगे।

भाप-इंजनों ने १०० वर्षों तक रेलों को चलाया है।

□

भाप-टरबाइन

भाप-टरबाइन भी एक प्रकार का भाप-इंजन है। दोनों में केवल इतना अन्तर है कि इंजन की तरह इसमें पिस्टन या सिलिंडर काम नहीं आते। पिस्टन और सिलिंडरवाला इंजन जो गति उत्पन्न करता है, उसे पश्चाग्र गति कहते हैं। पिस्टन आगे और पीछे होता है। इस गति को बाद में घूमनेवाली गति में बदल लिया जाता है। किन्तु टरबाइन से पैदा होनेवाली गति घूर्णक या गोल गति होती है। टरबाइन में बायलर से आती हुई भाप संकरे मुँहवाली टोंटियों से बड़े वेग के साथ निकलती है और पहिये या रिम में लगे बहुत-से तिरछे फलकों (ब्लेडों) पर छोड़ी जाती है।



टरबाइन की विशेषता यह है कि इसकी गति भाप-इंजन की अपेक्षा तेज़ होती है। इसमें कम्पन नहीं होता और इसे पूरी तरह से सन्तुलित रखा जा सकता है।

यद्यपि इसकी प्रारम्भिक जानकारी दो हज़ार वर्ष पूर्व मिल चुकी थी किन्तु इसे आधुनिक रूप में एक स्वीडन के इंजीनियर, जिसका नाम कार्ड डी लावल था, ने दिया। कार्ड डी लावल का जन्म १८४५ ई० में हुआ था। उसने भाप-नलियों के मुँह पर विशेष प्रकार की टोंटियाँ लगाईं जिनके कारण भाप-शक्ति का अधिकाधिक उपयोग किया जा सका। पर इससे पहिया घूमने की गति इतनी बढ़ गई कि एक नई समस्या पैदा हो गई। पहिये के घूमने की गति बन्दूक की गोली की गति से भी तेज थी। यह टरबाइन एक मिनट में ३०,००० चक्कर काटता था। इस गति से पहिये को घुमाने से उसके धुरे के टूट जाने का डर था। इस समस्या का समाधान बेयरिंग लगाकर कर लिया गया। यह बेयरिंग पहिले की गति को नियन्त्रित करती थी।

बेयरिंग

अब दूसरी समस्या यह थी कि जहाँ कम गति की आवश्यकता हो, वहाँ क्या किया जाए ? इसका समाधान

भी निकल आया। गरारियों का प्रयोग करके गति को १/१० तक कम किया जा सका, अर्थात् ३०,००० चक्कर प्रतिमिनट की गति कम होकर ३००० चक्कर प्रति मिनट रह गई।

इन शक्तिशाली टरबाइनों का प्रयोग बिजलीघरों में बिजली उत्पन्न करने के लिए, मशीन चलाने और भारी मशीनोंवाले कारखानों में होता रहा।

बिजली उत्पन्न करनेवाले जनरेटरों और कारखानों में टरबाइन के प्रयोग के बाद समुद्री जहाजों को चलाने के लिए भी इनका प्रयोग किया जाने लगा। समुद्री जहाज में टरबाइन का प्रयोग सर्वप्रथम १९०१ ई० में प्रारम्भ हुआ।

□

भाप क्या है ?

'भाप दिखाई नहीं देती'—यह बात हो सकता है आपको सच न लगे। आप कह सकते हैं कि केतली से निकलती हुई भाप स्पष्ट रूप से दिखाई देती है। किन्तु जिसे आप देखते हैं और समझते या कहते हैं कि यह भाप है, वह भाप नहीं है। वह तो भाप से बने जल-बिन्दुओं का बादल होता है। भाप बर्तन से निकलकर ज्योंही हवा में पहुँचती है और संघनित होती है, ये बादल-से दिखाई देने लगते हैं।

आप खौलते हुए पानीवाली केतली की टोंटी को ध्यान से देखें तो आपको पता लगेगा कि टोंटी और दिखाई देने-वाले भाप के बादल के बीच में कुछ स्थान रिक्त है। यह रिक्त स्थान जिसे आप देख नहीं सकते—भाप है। यह बहुत गर्म होती है। भाप जब बर्तन से बाहर निकलती है तो तब तक फैलती रहती है, जब तक वातावरण की वायु का दबाव और उसका दबाव एक-जैसा नहीं हो जाता। बायलर, उस बन्द बर्तन को कहते हैं, जिसमें भाप बनती है। इसमें से नालियों द्वारा भाप निकाली जाती है। नाली के मुँह पर तंग मुँहवाली, विशेष प्रकार की टोंटी लगाकर जब भाप निकाली जाती है तो उसकी गति बहुत तेज़ होती है। भाप की गति और दबाव दोनों का उपयोग शक्ति उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। इसके अतिरिक्त

बन्द बायलर में भाप को ठंडा करके पानी बना देने से उसमें शून्यक (वैक्युम) पैदा हो जाता है। यह तो आप जानते ही होंगे कि शून्यक उस रिक्त स्थान को कहते हैं, जिसमें दबाव हो। उस शून्य का भी उपयोग किया जा सकता है।

□

आग क्या है ?

आग एक रासायनिक प्रक्रिया है। दो भिन्न प्रकार के रासायनिक पदार्थों के बीच होनेवाली क्रिया को रासायनिक क्रिया कहते हैं। रसायन क्या है, यह भी हमें भली प्रकार समझ लेना चाहिए। इस संसार की प्रत्येक चीज रसायन है।

भोजन, वस्त्र और दूसरी सभी वस्तुएँ उन मूल तत्त्वों के संयोग से बनी हैं।

जब ऑक्सीजन गैस के परमाणु, हाइड्रोजन और कार्बन के परमाणुओं से मिलते हैं तो फलस्वरूप आग पैदा होती है।

किसी ने बिलकुल ठीक ही कहा है कि मानव-सभ्यता का विकास—उसकी आग पैदा करने और उसका उपयोग करने की क्षमता के साथ बँधा हुआ है।

हमारी परिचित आग कार्बन के साथ ऑक्सीजन के मिलने से बनती है। वायु में पाँचवें भाग के लगभग ऑक्सीजन गैस होती है। लकड़ी, कोयला और खनिज तेल में मुख्य अंश कार्बन का होता है।

हमारे शरीर में, जो तापमान रहता है, वह भी कार्बन और ऑक्सीजन गैसों के जलने से बनता है। एक प्रकार से हमारे शरीर में निरन्तर आग जलती रहती है। हम जो भोजन करते हैं, उसमें कार्बन होता है और फेफड़ों द्वारा साँस खींचकर हम ऑक्सीजन को ग्रहण करते हैं। इन

दोनों के मिलने से आग पैदा होती है, जो शरीर को गर्म रखती है।

हम जानते हैं आग से गर्मी पैदा होती है। इस बात को प्रमाणित करने के लिए कहीं दूर जाने की आवश्यकता नहीं। हममें से प्रत्येक व्यक्ति जानता है कि आग के पास बैठते ही गर्मी अनुभव होने लगती है। चीजों को गर्म करने के लिए हम उन्हें आग पर रखते हैं। यदि पानी की पतीली के नीचे देर तक आग जलाए रखें तो पतीली का सारा पानी भाप बनकर उड़ जाएगा।

यह गर्मी या ऊष्मा क्या चीज है? वैज्ञानिकों का कहना है कि ऊष्मा या गर्मी परमाणुओं और अणुओं के खाली जगह में इधर-उधर चलने की गति बढ़ने के अतिरिक्त और कुछ नहीं है।

प्रश्न उत्पन्न होता है कि जब एक लोहे का टुकड़ा गर्म किया जाता है तो उसमें अणुओं-परमाणुओं के इधर-उधर चलने के लिए जगह कहाँ होती है ? पर सच बात यह है और यह विचित्र बात भी है कि अणुओं के बीच में बहुत जगह खाली होती है। वे लगातार घूमते रहते हैं। ज्यों-ज्यों ऊष्मा बढ़ती जाएगी, उनके घूमने की गति भी बढ़ती जाएगी।

जब लकड़ी, कोयला या मिट्टी का तेल ठंडे होते हैं तो उनके अणु छोटे घेरे में और धीरे-धीरे घूमते हैं, पर जब तेज गर्मी से ये चीजें जलने लगती हैं तो अणु तेजी से और बड़े घेरे में घूमने लगते हैं। वे इतनी तेजी से घूमने लगते हैं कि टूटकर टुकड़े-टुकड़े होने लगते हैं। वस्तु का सारा

ढाँचा टूट जाता है और परमाणु उड़ने लगते हैं।

ऊष्मा या गर्मी से पैदा होनेवाली इस हलचल से अणु प्रति सैकंड कई मील की गति से इधर-उधर घूमने लगते हैं। तेजी से गति करते हुए ये अणु पतीली से टकराते हैं और उसपर एक प्रकार की तेज गोलाबारी करते हैं। इससे पतीली की धातु के अणु गतिशील हो जाते हैं और तेज़ी से घूमने लगते हैं। वे घूमते हुए पतीली के पानी पर बमबारी करते हैं। पानी के अणु इस ऊष्मा से गतिशील हो जाते हैं और बिखरने लगते हैं। पानी सूखने लगता है। अगर पतीली को लगातार गर्म किया जाता है तो उसके अणु भी टुकड़े-टुकड़े होने लगते हैं। इसे हम पतीली का पिघलना कहते हैं। पतीली की धातु पिघलकर बहने लगती है और यह भी सम्भव है कि अधिक ऊष्मा से वह धातु उसी तरह भाप बनकर उड़ जाए जैसे पानी उड़ जाता है।

□

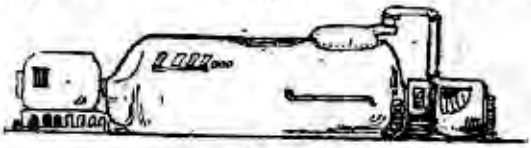
भाप का उपयोग

जब पानी खौलता है तो पानी के अणु इतनी तेज़ गति से चलते हैं कि उनमें से बहुत-से तरल जल के बाहर उड़ जाते हैं। ये उड़े हुए जल के अणु ही 'भाप' हैं। तीव्र गति से चलनेवाले इन अणुओं को जब एक घिरे हुए स्थान में बन्द कर दिया जाता है, तब वे अणु जितने अधिक होंगे और जितनी तीव्र गति से चलेंगे, उतनी ही अधिक दाब (प्रेशर) होगी।

आपने प्रेशर कुकर में भोजन पकता देखा होगा। प्रेशर कुकर का ढक्कन इस तरह बन्द हो जाता है कि उसके भीतर की हवा बाहर नहीं निकल सकती और बाहर की हवा भीतर नहीं जा सकती। प्रेशर कुकर में पकानेवाली वस्तु और उचित मात्रा में पानी डालकर चूल्हे के ऊपर रख दिया जाता है। जब पानी खौलने लगता है तो पानी के अणु उड़कर ऊपरवाले भाग में आ जाते हैं। उन्हें बाहर निकलने का कोई मार्ग नहीं मिलता। ऊष्मा से अधिकाधिक अणु तरल पानी से टूटकर अलग हो जाते हैं और दीवारों और ढक्कन पर धक्का मारते हैं। यदि प्रेशर कुकर को चूल्हे पर से उतारा न जाए और उसका भाप निकलने का मार्ग खोला न जाए तो वह फट जाएगा। उसके फटने से दुर्घटना हो सकती है। दुर्घटना से बचने के लिए प्रेशर कुकर के ढक्कन में सेफ्टी वाल्व लगा होता है। अधिक प्रेशर होने पर वह सेफ्टी वाल्व खुल जाता है जिससे भाप

बाहर निकल जाती है और दुर्घटना रुक जाती है।

भाप-इंजन को मुख्य रूप से दो भागों में बाँट सकते हैं : एक भाग बायलर और दूसरा सिलिंडर और पिस्टन।



बायलर, सिलिंडर, पिस्टन

बायलर में पानी को गर्म करके भाप में परिवर्तित किया जाता है। फिर इस भाप को नालियों द्वारा सिलिंडर में पहुँचाकर उसके दाब से पिस्टन को आगे-पीछे धकेला जाता है। पिस्टन की इस गति को पश्चाग्र गति कहते हैं। पश्चाग्र का अर्थ है पीछे-आगे।

अब सिलिंडर और पिस्टन को भी समझ लें।

सिलिंडर एक बड़ा खोखला बर्तन है जिसका एक पेंदा कटा हुआ है। पिस्टन दूसरा कुछ छोटा बर्तन है और उसका भी एक पेंदा कटा हुआ है। यह दूसरे बड़े बर्तन से केवल इतना ही छोटा है कि फँसकर उसके भीतर आ जाता है। अब यदि बड़े बर्तन के कटे पेंदे में छोटे बर्तन को कटे पेंदे की ओर से भीतर घुसा दिया जाए तो मोटे तौर पर सिलिंडर और पिस्टन की मोटी-सी रूपरेखा बन जाएगी। भाप पिस्टन को कैसे चलाती है? यह उसी तरह होता है जैसे पतीली की भाप पतीली के ढक्कन को चलाती है।

यदि पिस्टन को बलपूर्वक रोके रखने का उपाय न किया जाए तो भाप उसे दूर फेंक देगी। सिलिंडर के दोनों सिरे बन्द होते हैं और पिस्टन सिलिंडर के भीतर फँसता

हुआ पीछे-आगे सरकता है। पिस्टन के साथ जुड़ा हुआ एक

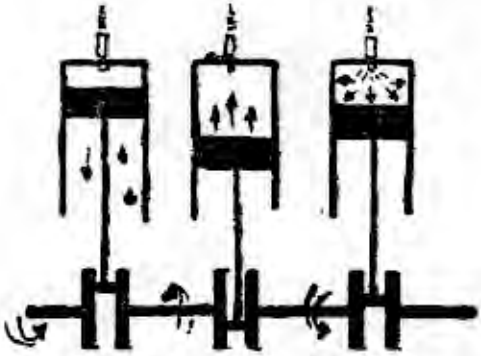
सिलिंडर और पिस्टन

डंडा सिलिंडर के बाहर निकला रहता है। यह डंडा पिस्टन के पीछे-आगे होने से पीछे-आगे होता रहता है।

सिलिंडर में पिस्टन के दोनों ओर दो-दो टोंटियाँ लगी रहती हैं। प्रत्येक ओर की दो टोंटियों में से एक के द्वार तो बायलर से भाप आती है और दूसरे द्वार उस भाप को बाहर निकाल दिया जाता है। जब भाप की टोंटी खुलती है तो बायलर से भाप आने लगती है, जैसे नल में पानी आता है। जब भाप बाहर निकालने की टोंटी खुलती है तो भाप बाहर निकल जाती है। जब पिस्टन के बाईं ओर की भाप की टोंटी से भाप आती है तो वह पिस्टन को दाईं

ओर को धकेलती है। और जब पिस्टन के दाईं ओर की भाप की टोंटी से भाप आती है तो वह पिस्टन को बाईं ओर को धकेलती है और बाईं ओर की पहली वाली भाप दूसरी टोंटी में से बाहर निकल जाती है।

यों समझिए कि जब बाईं ओर की टोंटी से सिलिंडर में भाप पहुँचती है तो दाईं ओर की भाप बाहर निकालने की टोंटी खुल जाती है और जब दाईं ओर की भाप-टोंटी से सिलिंडर में भाप पहुँचती है तो बाईं ओर की भाप बाहर



भाप की विचलित (आटोमैटिक) क्रिया

निकालने की टोंटी खुल जाती है। यह क्रिया बहुत जल्दी और विचलित (आटोमैटिक) ढंग से होती है।

अब पिस्टन के डंडे की आगे-पीछे चलने की गति को इस प्रकार बदला जाता है कि वह घूर्णक (गोल) गति में बदल जाती है।

यह सब क्रिया यांत्रिक ढंग से सम्पन्न की जाती है। इसके द्वारा पीछे-आगे की गति को घूमनेवाली गति में बदल

दिया जाता है। घूमनेवाली गति को पीछे-आगेवाली गति में भी बदला जा सकता है।

भाप-शक्ति का प्रयोग दाल-चावल पकाने से लेकर संसार के बड़े-से-बड़े जनित्रों (जेनरेटर्स) को चलाने तक किया जाता है। समुद्र में विशालकाय जहाज़ों को चलाने के लिए भी इसका प्रयोग होता है। बिजली, जो शक्ति का महान् स्रोत है, उसे उत्पन्न करने के लिए भी भाप-शक्ति का प्रयोग किया जाता है।

यह ठीक है कि परमाणु शक्ति द्वारा उत्पन्न ऊर्जा से अब बिजली उत्पन्न की जाने लगी है। अमेरिका का प्रसिद्ध सातवाँ बेड़ा परमाणु शक्ति से ही चलता है। हमारे देश में भी इस दिशा में उल्लेखनीय प्रगति हुई है। निरन्तर हो रही विज्ञान की प्रगति से यह सब सम्भव हुआ है।

अन्तर्दहन इंजन

भाप-इंजन का सामान्य ज्ञान प्राप्त कर लेने के बाद इंजन के एक दूसरे प्रकार से परिचय प्राप्त करना आवश्यक है।

भाप-इंजन और अन्तर्दहन इंजन में बहुत-सी बातें एक जैसी हैं। दोनों में सिलिंडर और पिस्टन कार्य करते हैं और सिलिंडर के भीतर के दाब से पिस्टन चलता है। पिस्टन के पीछे-आगे चलने की गति को यांत्रिक पद्धति से घूमनेवाली गति में बदल दिया जाता है।

इन दोनों में मुख्य अन्तर यह है कि भाप-इंजन में, इंजन से बाहर, आग जलाकर पानी को भाप में बदला जाता है और सिलिंडर में पहुँचाया जाता है। परन्तु अन्तर्दहन इंजन में सिलिंडर के भीतर ही आग जलती है और उससे दाब पैदा होती है।

अन्तर्दहन इंजन को बाहर से देखने के लिए आपको कहीं दूर नहीं जाना पड़ेगा। कार, बस, या ट्रक में आप इसे देख सकते हैं। मोटर के आगे का ढक्कन उठाने पर इंजन का बाहरी रूप आपको दिख जाएगा।

अन्तर्दहन इंजन में जब पिस्टन को सिलिंडर में धकेला जाता है तब उसके भीतर की हवा संपीडित (कम्प्रेस) होती है। इस संपीडित हवा में गैसीलोन की भाप होती है। इस संपीडित भाप को इसी जगह चिंगारी पैदा करके

जला दिया जाता है जिससे विस्फोट होता है। इस विस्फोट की शक्ति से पिस्टन नीचे धकेल दिया जाता है।

शेष कार्यपद्धति भाप-इंजन जैसी ही होती है। पिस्टन की इस पश्चाग्र गति को घूर्णक गति में बदल दिया जाता है।

□□

प्रतिक्रिया इंजन

महान् वैज्ञानिक न्यूटन (जन्म १६४२, मृत्यु १७२७) ने अपने सुप्रसिद्ध तीसरे नियम में बताया था कि "हर भौतिक क्रिया की प्रतिक्रिया अवश्य होती है और यह प्रतिक्रिया जहाँ परिमाण में क्रिया के तुल्य होगी, वहाँ दिशा में उसकी विरोधी भी होगी।"[1]

इस नियम के कितने ही उपयोग हैं। पर सबसे महत्त्वपूर्ण उपयोग राकेटों या जेट विमानों की उड़ान में दिखाई देता है।

राकेट इंजन के बारे में कुछ बताने से पहले हम आपको दीवाली की रात में आतिशबाज़ी का दृश्य दिखाना चाहते हैं। क्या आप बता सकते हैं कि आतिशबाज़ी आकाश में बहुत ऊँची कैसे उड़ जाती है?

हवा में गुब्बारे

आप एक लम्बूतरा गुब्बारा लीजिए और उसे अच्छी तरह फुलाकर छोड़ दीजिए। गुब्बारा तेज़ी से घूमने लगेगा।

आतिशबाज़ी के आकाश में उड़ने और हवा-भरे गुब्बारे के घूमने में एक ही सिद्धान्त काम करता है। यह न्यूटन

१. एक्शन एण्ड रिएक्शन और आलवेज़ ईक्विल एण्ड अपोज़िट।

का वह सिद्धान्त है जिसे हम पहले उद्धृत कर आए हैं।

किसी बन्द सिलिंडर में यदि वायु को संपीडित किया जाए तो वायु-दाब सिलिंडर में सब ओर एक-समान होगी। इससे सिलिंडर में किसी प्रकार की गति उत्पन्न नहीं होगी।

परन्तु यदि सिलिंडर के एक सिरे को हटा दें तो सिलिंडर में गति उत्पन्न हो जाएगी और वह हटाए हुए सिरे से विपरीत दिशा में चलने लगेगा। एक सिरा खुला होने के कारण, उस ओर हवा के अणु धक्का नहीं मार सकते। बन्द सिरे की ओर धक्का मार सकते हैं, इसलिए सिलिंडर उस ओर को गति करने लगता है।

सिलिंडर के खुले सिरे से हवा जितने अधिक वेग के साथ निकलेगी, उसकी प्रतिक्रिया भी विपरीत दिशा में उतने वेग के साथ होगी। हवा के निकलने के वेग को हम जितना अधिक बढ़ा सकेंगे, विपरीत दिशा में सिलिंडर की गति उतनी ही तेज हो जाएगी।

जेट विमान

साधारणतया तो इस तरीके से सिलिंडर का एक सिरा खुलने पर प्रतिक्रियास्वरूप गति अधिक नहीं होगी, किन्तु अगर सिलिंडर में ऊँची दाब स्थिर रखी जा सके तो बन्द सिरे पर वायु के अणुओं के धक्के से, गतिशील रह सकता है। ऊँची दाब को स्थिर रखने के लिए सिलिंडर में ईंधन जलाया जाता है जिसके परिणामस्वरूप धक्का देने की शक्ति निरन्तर बनी रहती है।

आप जानते हैं कि आग जलने के लिए ऑक्सीजन गैस की आवश्यकता होती है, और प्रतिक्रिया इंजन में भी ईंधन को जलाने के लिए ऑक्सीजन गैस की आवश्यकता होती है।

एक प्रकार के प्रतिक्रिया इंजन में ऑक्सीजन की आवश्यक मात्रा, उसमें जमा रखी जाती है, जबकि दूसरे प्रकार के प्रतिक्रिया इंजन में ऑक्सीजन वायु में से ली जाती है।

गैसों के अणु राकेट के सिलिंडर में सब ओर तेजी से दौड़ते और बमबारी करते हैं। सिलिंडर का पिछला भाग खुला होने पर, गैस के अणु उस ओर से बाहर निकलने लगते हैं। इस कारण सिलिंडर के दूसरे सिरे पर गैस के अणु बमबारी करके सिलिंडर को आगे को धकेलते हुए पीछे के खुले सिरे से तेजी के साथ बाहर निकल जाते हैं और प्रतिक्रिया पैदा करते हैं।

एक मिनट के लिए सोचिए कि यदि सिलिंडर का पिछला सिरा भी बन्द हो तो क्या होगा ?

गैस का अणु सिलिंडर के अगले सिरे पर टकराता और उछलकर पीछे की ओर भागता, किन्तु पिछले भाग से

टकराकर फिर दूसरी ओर उछल जाता। इस प्रकार अगले और पिछले दोनों सिरों पर अणुओं के धक्के लगने से दोनों धक्के एक-दूसरे को प्रायः सन्तुलित कर देते और सिलिंडर में किसी ओर को भी गति नहीं होती।

परन्तु जब पिछला सिरा खुला होगा तो अणु अगले सिरे पर धक्का मारने के बाद उछलकर पिछले खुले सिरे से बाहर निकल जाएँगे और इस प्रकार असंख्य अणुओं के अगले सिरे पर धक्का मारने और बाहर निकल भागने से गति उत्पन्न हो जाती है।

□□