अध्याय
11

# सरल मशीन
## (SIMPLE MACHINE)

**अध्ययन बिन्दु**

11.1 सरल व जटिल मशीन
11.2 सरल मशीनों के प्रकार
- नतसमतल
- पहिया एवं धुरी
- उत्तोलक
- घिरनी
- पन्नी या पच्चर
- पेच

हम दैनिक जीवन में खेती, मकान निर्माण, आवागमन, सिलाई–कढ़ाई, सुथारी, लुहारी, भोजन निर्माण आदि विविध क्रियाकलापों को करते हैं अथवा अन्य व्यक्तियों को इन्हें करते हुए देखते हैं। इन क्रियाकलापों को करने के लिए कुछ साधनों या वस्तुओं का उपयोग करते हैं।

आगे दी गई सारणी 11.1 में दिए गए कार्यों को सरलता से करने के लिए प्रयुक्त साधनों के नाम उनके सामने लिखिए–

**सारणी–11.1**

| क्र.सं. | कार्य | प्रयुक्त साधनों के नाम जिससे कार्य को सुगमतापूर्वक किया जा सकता है। |
|---|---|---|
| 1. | भारी चट्टान को हटाना | सब्बल,........................................................ |
| 2. | घर से विद्यालय तक जाना | साइकिल,..................................................... |
| 3. | कपड़े सिलना | ........................................................................ |
| 4. | गर्म वस्तु को पकड़ना | ........................................................................ |
| 5. | घर में मोटर साइकिल चढ़ाना | ........................................................................ |
| 6. | बहुमंजिला भवनों में निर्माण सामग्री को पहुँचाना | ........................................................................ |

उपर्युक्त सारणी से स्पष्ट है कि किसी कार्य को सरलता से करने हेतु हमें कुछ साधनों या वस्तुओं की आवश्यकता होती है। इन साधनों को क्या कहते हैं?

**वे साधन जिनकी सहायता से कार्य को शीघ्रता, सुविधा व सरलतापूर्वक किया जा सके, उन्हें मशीन कहते हैं।**

## 11.1 सरल व जटिल मशीन

कार्य के आधार पर इन मशीनों को दो वर्गों **'सरल मशीन व जटिल मशीन'** में विभाजित किया जा सकता है।

**सरल मशीन** :—उन सभी उपकरणों को, जिन्हें चलाने हेतु केवल पेशीय बल का उपयोग किया जाता है, उन्हें सरल मशीन कहते हैं।

निम्नलिखित उपकरण सरल मशीनें हैं—

I. नतसमतल (Inclined Plane)

II. पहिया एवं धुरी (Wheel and Axel)

III. उत्तोलक (Lever)

IV. घिरनी (Pully)

V. पच्चर (Wedge)

VI. पेच (Screw)

इन सरल मशीनों को चलाने के लिए किसी अतिरिक्त ऊर्जा स्रोत की आवश्यकता नहीं होती है।

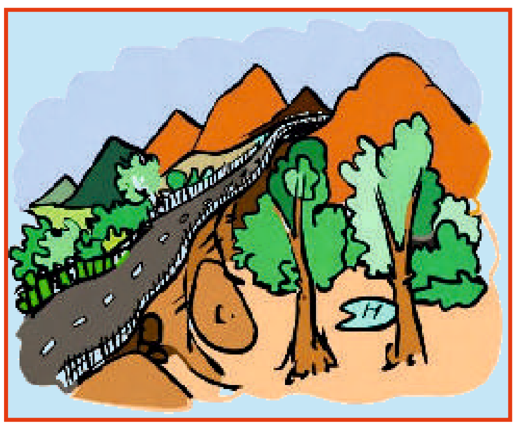
**जटिल मशीन**—वह मशीन जिसको चलाने के लिए सरल मशीन के साथ—साथ विद्युत मोटर, चेन, गियर आदि का उपयोग किया जाता है, **जटिल मशीन** कहलाती है। जैसे साइकिल, मोटर साइकिल, सिलाई मशीन, कुट्टी काटने की मशीन, बड़े—बड़े कल—कारखाने आदि।

यहाँ पर हम केवल सरल मशीनों का अध्ययन करेंगे। जटिल मशीनों का अध्ययन आप उच्च कक्षाओं में करेंगे।

## 11.2 सरल मशीनों के प्रकार

**नतसमतल**—प्रायः हम देखते हैं कि भारी ड्रमों को गाड़ी में चढ़ाने तथा सड़क से मोटर साइकिल को ऊँचाई पर बने मकानों में चढ़ाने के कार्य को सुगम बनाने के लिए झुके हुए तल का उपयोग किया जाता है, इसे **नतसमतल** कहते हैं।

चित्र—11.1 (अ) नतसमतल से ड्रम चढ़ाना



चित्र—11.1 (ब) पहाड़ी का ढलानदार मार्ग

इसके अलावा भी घरों में काम आने वाली सीढ़ी व पहाड़ी पर चढ़ने के लिए प्रयुक्त ढलानदार मार्ग नतसमतल के उदाहरण हैं। नतसमतल के अन्य उपयोगों का पता लगाकर सूची बनाइए।

**धुरी एवं पहिया**–हम अपने दैनिक जीवन में आवागमन हेतु प्रायः मोटर साइकिल, कार, बस, रेलगाड़ी आदि का उपयोग करते हैं। इन सभी का संचालन पहिए के बिना अधूरा है। पहिया एक सरल मशीन है। मानव ने सर्वप्रथम पहिए का ही आविष्कार किया था। दैनिक जीवन में उपयोगी कई जटिल मशीनों में पहिया एक महत्त्वपूर्ण अंग के रूप में कार्य करता है। पहिया कार्य को किस प्रकार आसान कर देता है?

**आओ करके सीखें**

**गतिविधि–1**

एक बिना पहियों वाली भारी अटैची को फर्श पर खिसकाइए (चित्र–11.2 अ)। अब इसके स्थान पर पहिए लगी भारी अटैची को फर्श पर खिसकाइए चित्र–11.2 (ब)। दोनों ही क्रियाओं में आप क्या अन्तर महसूस करते हैं? बिना पहियों वाली भारी अटैची को खिसकाने के लिए हमें अधिक श्रम की आवश्यकता क्यों हुई ?

चित्र 11.2(अ)
बिना पहिए वाली अटैची खिसकाना

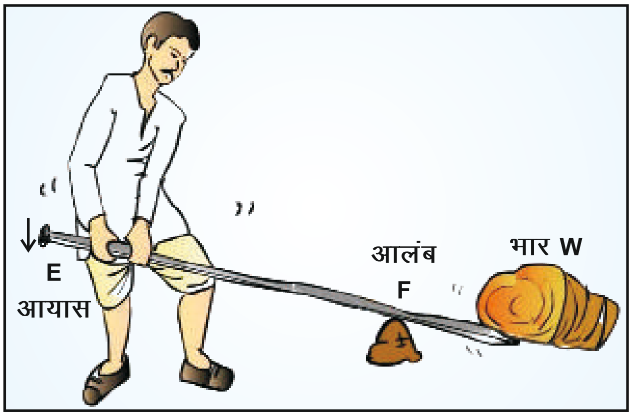
चित्र 11.2(ब)
पहिए वाली अटैची खिसकाना

पहियों के अभाव में अटैची को फर्श पर खिसकाते हैं तो फर्श द्वारा अटैची पर अधिक घर्षण बल आरोपित होता है। इससे स्पष्ट होता है कि पहिए घर्षण बल को कम करते हैं।

इसी प्रकार साइकिल का पहिया इसके केन्द्र पर लगी एक छड़ के चारों ओर घूमता है, इसे **धुरी** कहते हैं। पहिया व धुरी भी सरल मशीन है।

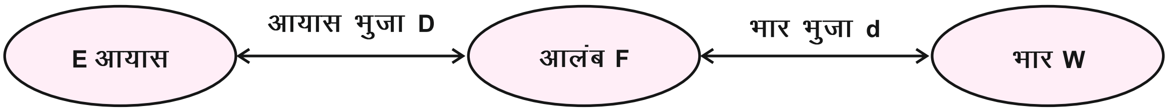
**उत्तोलक** –प्राचीनकाल से प्रयोग की जाने वाली मशीनों में सबसे सरलतम मशीन उत्तोलक है। चित्र 11.3 (अ) में एक व्यक्ति सब्बल (लोहे की एक लम्बी व भारी छड़) की सहायता से भार ऊँचा करने का प्रयास कर रहा है। सब्बल एक प्रकार का उत्तोलक है। व्यक्ति बड़े पत्थर को ऊँचा करने का प्रयास करने के लिए सब्बल के एक सिरे E पर नीचे की ओर बल लगा रहा है। इस प्रयास या बल को **आयास (Effort)** कहते हैं तथा सिरे E को **'आयास बिन्दु'** कहते हैं। व्यक्ति ने बीच में एक छोटे पत्थर का सहारा दे रखा है। इस सहारे

को आलम्ब (F) कहते हैं। व्यक्ति द्वारा छड़ पर बल लगाने के कारण दूसरे सिरे पर स्थित बड़ा पत्थर ऊँचा उठ रहा है। छड़ के दूसरे सिरे पर स्थित पत्थर पर पृथ्वी का गुरुत्व बल (W) नीचे की ओर कार्य करता है। इस बल को भार (W) कहते हैं। आलम्ब F से आयास (E) की दूरी EF **'आयास भुजा'** (D) कहलाती है। आलम्ब (F) से भार (W) की दूरी FW **'भार भुजा'** (d) कहलाती है।




चित्र— 11.3 (अ) सब्बल से भार उठाना

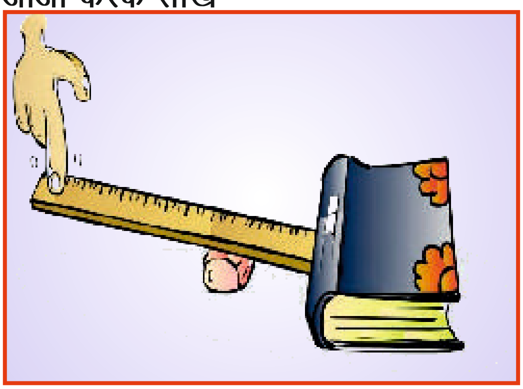
उत्तोलक द्वारा भार उठाने में सुविधा होती है।




चित्र— 11.3 (ब) भार भुजा व आयास भुजा

उत्तोलक किस सिद्धान्त पर कार्य करता है?

**आओ करके सीखें—**



चित्र 11.4 (अ) स्केल से पुस्तक उठाना

चित्र 11.4 (ब) बाँस से भार हटाना

### गतिविधि 2

अपनी एक या दो पुस्तकों को मेज पर रखिए। इनके पास में एक रबर रखिए। अब एक स्केल को चित्र 11.4**(अ)** के अनुसार रखकर पुस्तक को उठाने का प्रयास कीजिए। रबर को पुस्तक से थोड़ा दूर खिसकाते जाएँ तथा यही क्रिया दोहरा कर परिवर्तन का अनुभव कीजिए। आप पाएँगे कि रबर पुस्तक से अधिक दूर होगा तो पुस्तक को उठाने के लिए आपको अधिक बल लगाना पड़ेगा।

### गतिविधि 3

एक कार्टून या बक्से में भार रखकर उसके ठीक निकट एक या दो ईंट रख दीजिए। अब बाँस की एक

लंबी व मजबूत लकड़ी को चित्र 11.4 (ब) के अनुसार कार्टून के नीचे लगा कर उसके भार को उठाने का प्रयास कीजिए। इस स्थिति में कार्टून और ईंट के बीच की दूरी (भार भुजा) कम है जबकि आपके हाथ और ईंट के बीच की दूरी (आयास भुजा) अधिक है। तब आप आसानी से भार को उठा पाएँगे। अब ईंट को कार्टून से थोड़ा दूर खिसकाएँ तथा यही क्रिया दोहरा कर परिवर्तन का अनुभव कीजिए। आप पाएँगे कि ईंट आपके अधिक पास होगी तो कार्टून को उठाने के लिए आपको अधिक बल लगाना पड़ेगा अर्थात् आयास भुजा (ईंट व आपके बीच की दूरी) अधिक होने पर आपको कम आयास (बल) की आवश्यकता होती है जबकि आयास भुजा (ईंट व आपके बीच की दूरी) कम होने पर अधिक आयास (बल) लगाने की आवश्यकता होती है। दूसरे शब्दों में भार भुजा (ईंट व भार की दूरी) कम होने पर कम आयास (बल) की आवश्यकता होती है जबकि भार भुजा (ईंट व भार की दूरी) अधिक होने पर उतना ही कार्य करने के लिए अधिक आयास (बल) लगाना पड़ता है।

**वस्तुतः ''संतुलन की प्रत्येक अवस्था में 'भार तथा भार भुजा का गुणनफल', 'आयास तथा आयास भुजा के गुणनफल' के समान होता है।''**

इसे निम्नानुसार सूत्र के रूप में व्यक्त किया जा सकता है –

यही उत्तोलक का सिद्धान्त है।

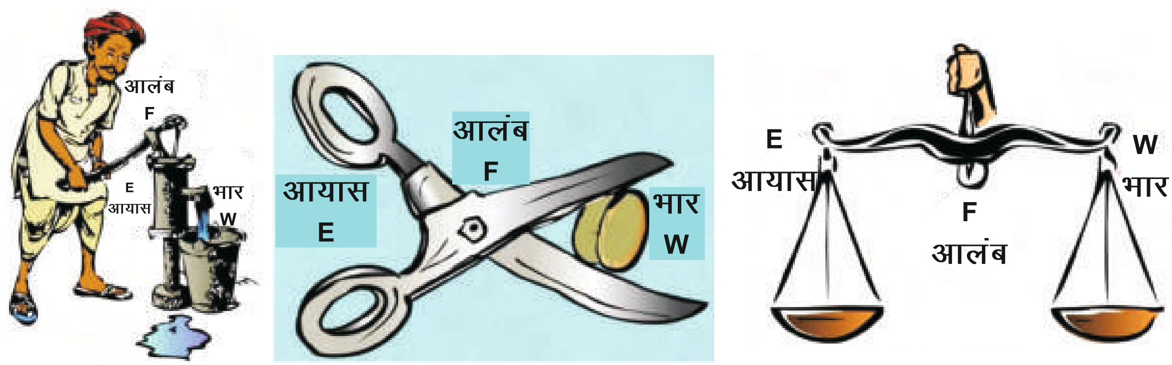
**भार X भार भुजा = आयास X आयास भुजा**

$$W \times d = E \times D$$

पुनः चित्र 11.3 (अ) को देखिए। सब्बल एक लम्बी छड़ होती है। अतः आयास भुजा की लम्बाई अधिक होने से निश्चित भार (W) को उठाने के लिए व्यक्ति को कम आयास की आवश्यकता होती है। इसी कारण सब्बल की सहायता से भारी वस्तुओं को उठाना या खिसकाना आसान हो जाता है अर्थात् उत्तोलक की सहायता से एक बिन्दु पर कम बल लगाकर किसी दूसरे बिन्दु पर अधिक बल प्राप्त किया जा सकता है।

कैंची, सरौता, केरी कट्टा, चिमटा, हैण्डपम्प का हत्था, एक पहिया ठेला, हाथ से भार थामना, तुला आदि उत्तोलक के उदाहरण हैं। क्या ये सभी एक ही प्रकार के उत्तोलक हैं? आओ, पता करें–

आयास E, भार W तथा आलम्ब F की स्थितियों के आधार पर उत्तोलक तीन प्रकार के होते हैं।



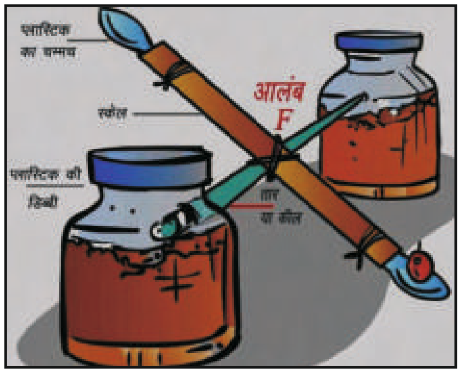

(अ) हैण्डपम्प (ब) कैंची (स) तुला

चित्र –11.5 प्रथम प्रकार के उत्तोलक

**(1) प्रथम प्रकार के उत्तोलक** –सब्बल, कैंची, संडासी, तुला, हैण्डपम्प आदि का अवलोकन कीजिए। इनमें आलम्ब F कहाँ स्थित होता है? ऐसे उत्तोलक जिनमें आलम्ब F की स्थिति भार W तथा आयास E के बीच में किसी स्थान पर होती है, उन्हें प्रथम प्रकार के उत्तोलक कहते हैं।

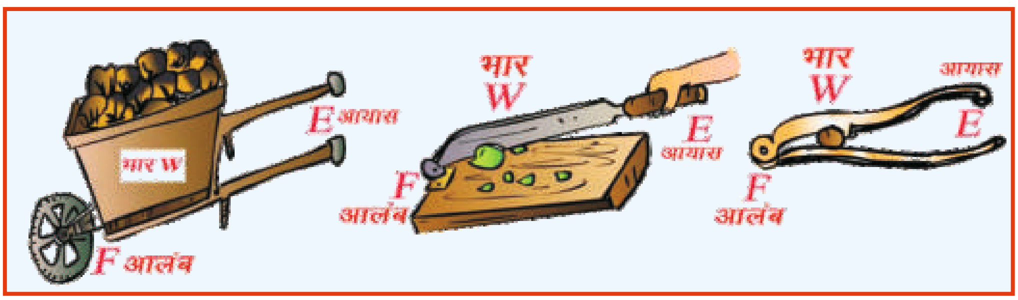
**यह भी कीजिए–**

चित्र 11.6 के अनुसार साइकिल के पहिये की तानी का टुकड़ा लेकर उसके मध्य में एक स्केल को बाँध लीजिए। स्केल के दोनों सिरों पर प्लास्टिक के दो चम्मच बाँध दीजिए। अब प्लास्टिक के दो छोटे पुराने जार लेकर उनको आधा रेत से भर दीजिए ताकि ये पर्याप्त भारी हो जाए। इन जार को थोड़ी दूरी पर रखकर तानी के दोनों सिरों को जारों में चित्र 11.6 के अनुसार इस प्रकार फँसा दीजिए कि यह स्वतंत्र घूम सके। इस प्रकार यह आपका खिलौना **'सी–सॉ'** तैयार हो जाएगा। इसके दोनों चम्मचों पर भार रखकर इस उत्तोलक का प्रदर्शन कीजिए। क्या यह प्रथम प्रकार का उत्तोलक है?आलंब और भार भुजा की लंबाई का मान बदल–बदल कर परिवर्तनों के अनुभव की व्याख्या कीजिए।




चित्र 11.6 खिलौना 'सी–सॉ'

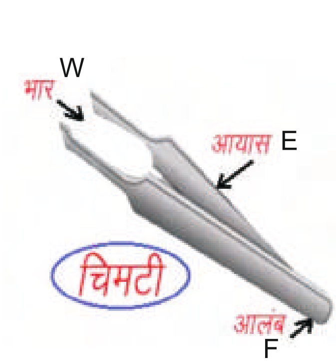
**(2) द्वितीय प्रकार के उत्तोलक** –सरौता, केरीकट्टा, फ्रुट–कटर एवं 'एक पहिया ठेला गाड़ी' का अवलोकन कीजिए (चित्र – 11.7)। इनमें आलम्ब F तथा आयास E के बीच में भार W स्थित होता है। इन्हें द्वितीय प्रकार के उत्तोलक कहते हैं।



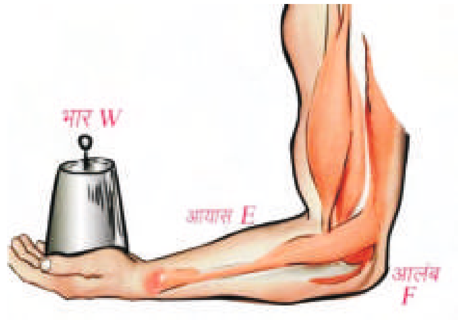

(अ) एक पहिया ठेला गाड़ी (ब) केरीकट्टा (स) सरौता

चित्र 11.7 द्वितीय प्रकार के उत्तोलक

**(3) तृतीय प्रकार के उत्तोलक** –जिस उत्तोलक में भार W तथा आलम्ब F के मध्य आयास E स्थित होता है, उसे तृतीय प्रकार के उत्तोलक कहते हैं। चिमटा, हाथ से भार थामना आदि तृतीय प्रकार का उत्तोलक है।

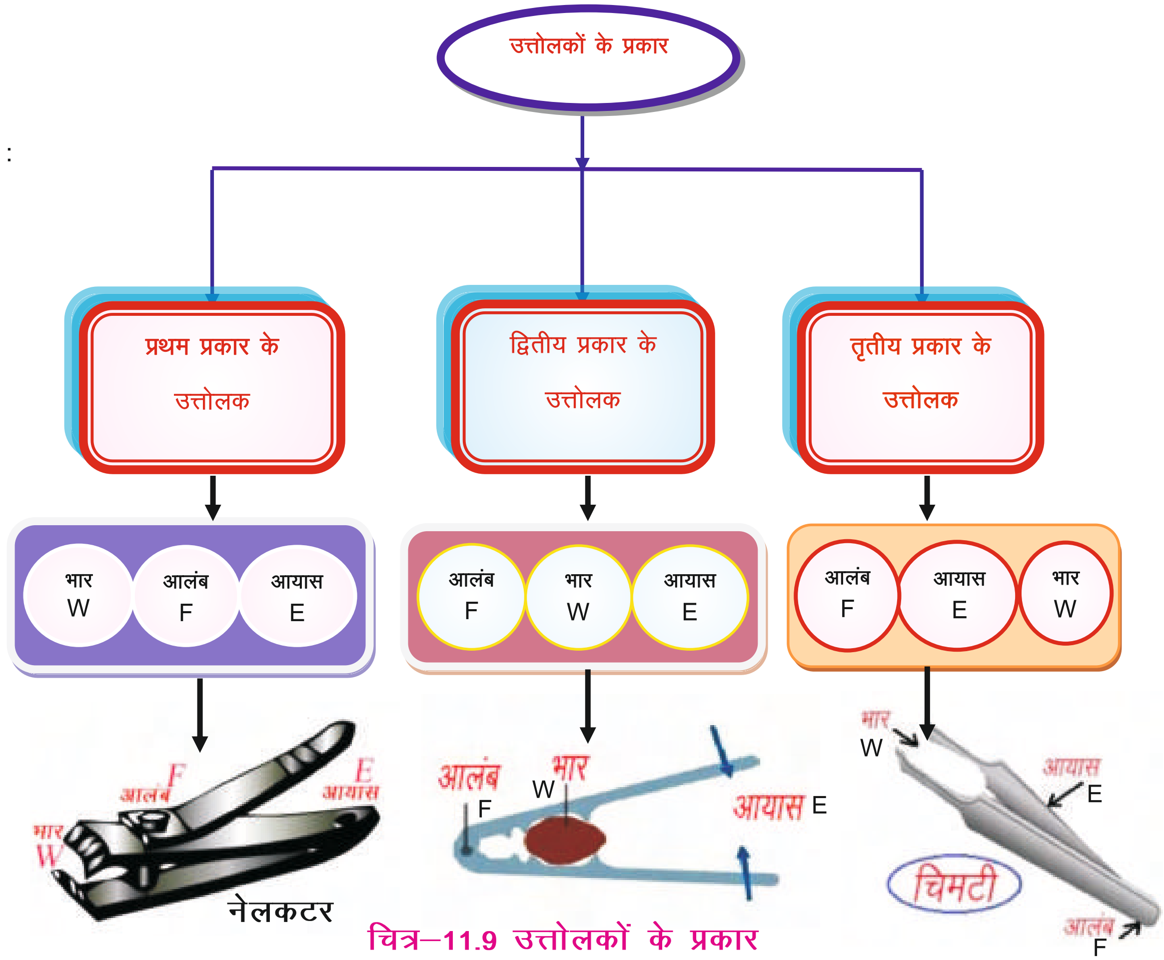



(अ) चिमटी




(ब) हाथ से भार थामना

चित्र–11.8 तृतीय प्रकार के उत्तोलक




चित्र–11.9 उत्तोलकों के प्रकार

**घिरनी** – घिरनी एक छोटा सा पहिया होता है। ये प्रायः ढलवाँ लोहे की बनी होती है जिनके बीच का भाग घिरनी के छिद्र (Hole) से बाजुओं द्वारा जुड़ा होता है। इनकी संख्या 4 या 6 होती है। पहिया अपने गुरुत्व केन्द्र से जाने वाली तथा स्वयं के तल के लम्बवत धुरी के चारों ओर स्वतंत्रतापूर्वक घूमता है।

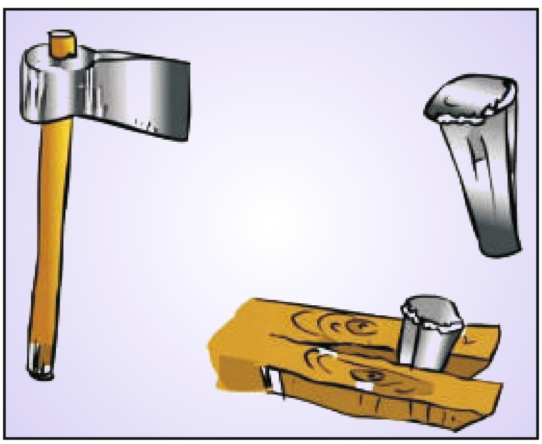
(अ) घिरनी (ब) बिना घिरनी से बाल्टी खींचना (स) घिरनी की सहायता से बाल्टी खींचना

चित्र 11.10 : घिरनी का उपयोग

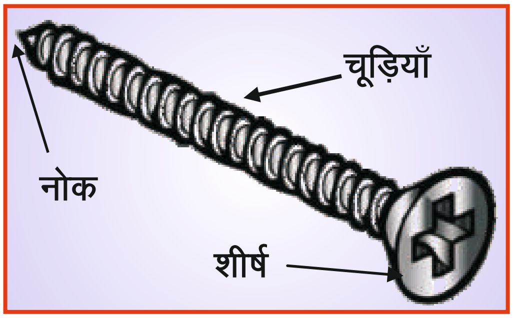
आपने देखा होगा कि जल से भरी बाल्टी को बिना घिरनी के कुएँ से बाहर खींचने में कठिनाई होती है तथा थकान भी शीघ्र आ जाती है, क्योंकि इस समय व्यक्ति द्वारा लगाए गए बल की दिशा, गुरुत्वाकर्षण बल के विपरीत होती है। किंतु घिरनी की सहायता से जल से भरी बाल्टी को कुएँ से बाहर खींचना आसान होता है। घिरनी के प्रयोग से वस्तुओं को ऊपर खींचना आसान क्यों होता है? वस्तु को सीधा ऊपर खींचने के लिए हमें गुरुत्वाकर्षण के विपरीत ऊपर की ओर बल लगाना पड़ता है लेकिन घिरनी के प्रयोग से बल की दिशा बदल जाती है। जिससे रस्सी को ऊपर खींचने की अपेक्षा नीचे की ओर खींचना आसान हो जाता है।

घिरनी का प्रयोग बड़े—बड़े कारखानों, क्रेनों, मकानों में भारी वस्तुओं को ऊपर चढ़ाने में, मंच से पर्दा हटाने आदि कार्यों में किया जाता है।

**पच्चर या वेज (Wedge) :** कृषि अथवा सुथारी कार्य करने वाले के यहाँ कुल्हाड़ी तथा छैनी का अवलोकन करके पता कीजिए कि इनकी आकृति कैसी होती है?इसमें दो परस्पर झुके हुए तल होते हैं, जिससे ये उपकरण आगे से तीखे व पीछे से मोटे होते हैं। इस प्रकार की आकृति को **'वेज आकृति'** कहते हैं। छैनी व कुल्हाड़ी की वेज आकृति के कारण ही ये आसानी से लकड़ी में घुस जाती है। कार्य को सरलता से सम्पन्न करने के कारण ही वेज एक सरल मशीन है।



चित्र — 11.11 विभिन्न आकृतियाँ के वेज



चित्र–11.12 पेच

**पेच**–वह सरल उपकरण जो दो भागों को परस्पर जोड़ने (कसने) के काम आता है, उसे **पेच** कहते हैं। एक पेच लेकर उसका ध्यानपूर्वक अवलोकन कीजिए। इसका निर्माण धातु की बेलनाकार छड़ पर वर्तुलाकार चूड़ियाँ काट कर किया जाता है। इसका एक शीर्ष होता है जिसके द्वारा इसको घुमाया या कसा जा सकता है। पेच को कसने के लिए इनको घड़ी की सुईयों के घूमने की दिशा में घुमाया जाता है जबकि इसे खोलने के लिए घड़ी की सुईयों के घूमने के विपरीत दिशा में घुमाया जाता है।

**करके देखें** –

आपने अब तक के अध्ययन में देखा कि मशीनों के उपयोग से कार्य में आसानी हो जाती है। इन मशीनों का रखरखाव ढंग से नहीं किया जाता है तो इनकी क्षमता कम हो जाती है एवं ये ठीक से कार्य नहीं करती हैं। अपने आस–पास किसी फैक्ट्री अथवा कारखाने का अवलोकन करके पता लगाइए कि मशीनों का रखरखाव कैसे किया जाता है? इन उपायों को सूचीबद्ध कीजिए।

## आपने क्या सीखा

1. मशीन वह साधन है जिससे कार्य सरलता व शीघ्रता से किया जा सकता है।
2. मशीनें दो प्रकार की होती हैं–1. सरल मशीन 2. जटिल मशीन।
3. सब्बल उत्तोलक के रूप में कार्य करती है। यह एक लम्बी मजबूत छड़ होती है, जिसे चारों ओर घुमाया जा सकता है।
4. वस्तुओं को उठाने या हटाने के लिए उत्तोलक के एक सिरे पर बाह्य बल लगाया जाता है, जिसे आयास कहते हैं।
5. उत्तोलक जिस सहारे के चारों ओर घूम सकता है, उसे आलम्ब कहते हैं।
6. उत्तोलक के किसी स्थान पर उस वस्तु का भार कार्यरत होता है जिसे उठाना या हटाना होता है।
7. आलम्ब, आयास और भार की अलग–अलग स्थितियों के आधार पर उत्तोलक तीन प्रकार के होते हैं।
8. घिरनी, नतसमतल, पहिया एवं धुरी, वेज आदि सरल मशीनों के उदाहरण हैं।

# अभ्यास कार्य

## सही विकल्प का चयन कीजिए

1. चिमटे में आयास, आलम्ब व भार का क्रम होता है–
   (अ) आयास, आलम्ब, भार (ब) आलम्ब, भार, आयास
   (स) भार, आयास, आलम्ब (द) भार, आलम्ब, आयास ( )
2. मशीन की सहायता से कार्य करने में –
   (अ) ऊर्जा अधिक लगती है (ब) बल अधिक लगता है
   (स) सरलता व सुविधा होती है (द) कठिनाई हो जाती है ( )
3. निम्नलिखित में से जटिल मशीन है–
   (अ) पेच (ब) वेज
   (स) सिलाई मशीन (द) पहिया ( )
4. भारी वस्तु को खिसकाने के लिए पहिए लगाए जाते हैं–
   (अ) गुरुत्व बल को कम करने के लिए (ब) घर्षण बल को कम करने के लिए
   (स) चुम्बकीय बल को कम करने के लिए (द) घर्षण बल बढ़ाने के लिए ( )

## रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए

1. पेच को ........................ के लिए घड़ी की सुईंयों के घूमने की दिशा में घुमाया जाता है।
2. धुरी व पहिए के प्रयोग से ........................... बल कम लगता है।
3. मशीनों को लम्बी आयु प्रदान करने व क्षमता बढ़ाने के लिए उचित ....................... करना आवश्यक है।
4. घिरनी के प्रयोग से बल की .............................. बदल जाती है।

## लघू उत्तरात्मक प्रश्न

1. घिरनी का नामांकित चित्र बना कर इसकी बनावट का वर्णन कीजिए।
2. उत्तोलक के सिद्धान्त का सूत्र लिखिए।
3. मशीन किसे कहते है? यह कितने प्रकार की होती हैं?
4. पेच व वेज भी सरल मशीनें हैं। समझाइए।
5. निम्नलिखित उपकरणों को प्रथम, द्वितीय तथा तृतीय प्रकार के उत्तोलक में वर्गीकृत कीजिए– चिमटा, सब्बल, हैण्डपम्प, सरौता, कैंची, तुला, हाथ से भार थामना, एक पहिया ठेला गाड़ी और संडासी।

## दीर्घ उत्तरात्मक प्रश्न

1. दो उपकरणों द्वारा समझाइए कि मशीनों की सहायता से कार्य सरलता व सुगमता से किया जा सकता है?
2. उत्तोलक क्या है? इसके विभिन्न प्रकारों में उदाहरणों की सहायता से अन्तर स्पष्ट कीजिए।

◆◆◆