

河反弓

反弓

## करमणुकीपूर्वी

सुट्टीत करमणूक म्हणून काही वैज्ञानिक प्रयोग रंजक भाष्य करून देण्याचा प्रयत्न या पुस्तकात केला आहे. यांतिल सर्व प्रयोग करून पहाण्यास सोपे आणि करण्यासारखे आहेत. करताना काही अडचण आली तर ती सोडवण्यास विज्ञानदृष्ट्या विचार करायला प्रोत्साहन मिळेल आणि विज्ञानदृष्टि-विकासाला साहाय्य होईल अशी आशा आहे. करून पहाच हे मजेदार प्रयोग. सुट्टीत वेळ चांगला जाईल, कारणी लागेल.

ह्या प्रयोगांचे पुस्तकरूपाने प्रकाशन करायला परवानगी दिल्याबद्दल 'सृष्टिज्ञान' संचालकांचा मी आभारी आहे.

तसेच या पुस्तक प्रकाशनाबद्दल माझ्या 'रसिक' प्रकाशक मित्रांचाही फार आभारी आहे.

गुरुपुण्यामृत

१५।३।७३

## अनुक्रमणिका

प्र. क्र.	प्रयोगाचे नाव	पृष्ठ	प्र. क्र.	प्रयोगाचे नाव	पृष्ठ
१	ज्योतिवरून आवाजाचे परिवर्तन	१	२१	कॅमेऱ्याची करामत	४१
२	नक्षीदार लंबक	२	२२	आधी अंडे की आधी कोंबडी	४३
३	मेणबत्तीची सी-साँ	४	२३	घरगुती सिनेमा	४५
४	हातातील जादू	६	२४	एक्याच चक्राच्या दुटप्पी छाया	४७
५	प्रकाश वक्रीभवनाचा खेळ	९	२५	बिनविषारी रासायनिक साप	४९
६	घरगुती जलचक्र	१०	२६	रेंगाळणाऱ्या छाया	५०
७	पाण्याचा दाब	१३	२७	एक उपयुक्त हवामान-दर्शक	५२
८	अग्निदेवाची सी-साँ	१५	२८	जीवनाचे बुडबुडे पण स्थिर बरं का !	५४
९	संदेश देणारे कागदी घोडे	१८	२९	घरगुती परावर्तन-दूरदर्शक	५६
१०	उष्णतेने न वितळणारा बर्फखड	२०	३०	घरगुती टेलिफोन ट्रॅन्समीटर	५७
११	फुग्यावर चालणारी बोट	२२	३१	कागदी माणूस	६०
१२	पिसाचे विमान	२४	३२	रेडिओची गंमत	६२
१३	वारा येईल तशी पाठ फिरविणारा चेंडू	२६	३३	अतृप्त पक्षी	६४
१४	हरी पाणी आणि बिचारे अंडे	२७	३४	दृष्टिभ्रम आणि टेलिव्हिजन	६७
१५	त दाबाची किमया	३२	३५	पाण्याच्या दाबाने जड वजन उचला	७०
१६	या तालावर गारा कवडसा !	३३	३६	केंद्रोत्सारी यंत्र	७२
१७	सर्कस	३५	३७	शास्त्राची किमया	७३
१८	लित जहाज	३७	३८	शास्त्राची गंमत	७५
१९	री नळातून अखंड जलप्रवाह !	३९	३९	हवेतला भोवरा	७७
			४०	आकार आणि सामर्थ्य	७९



BVBK-0400265

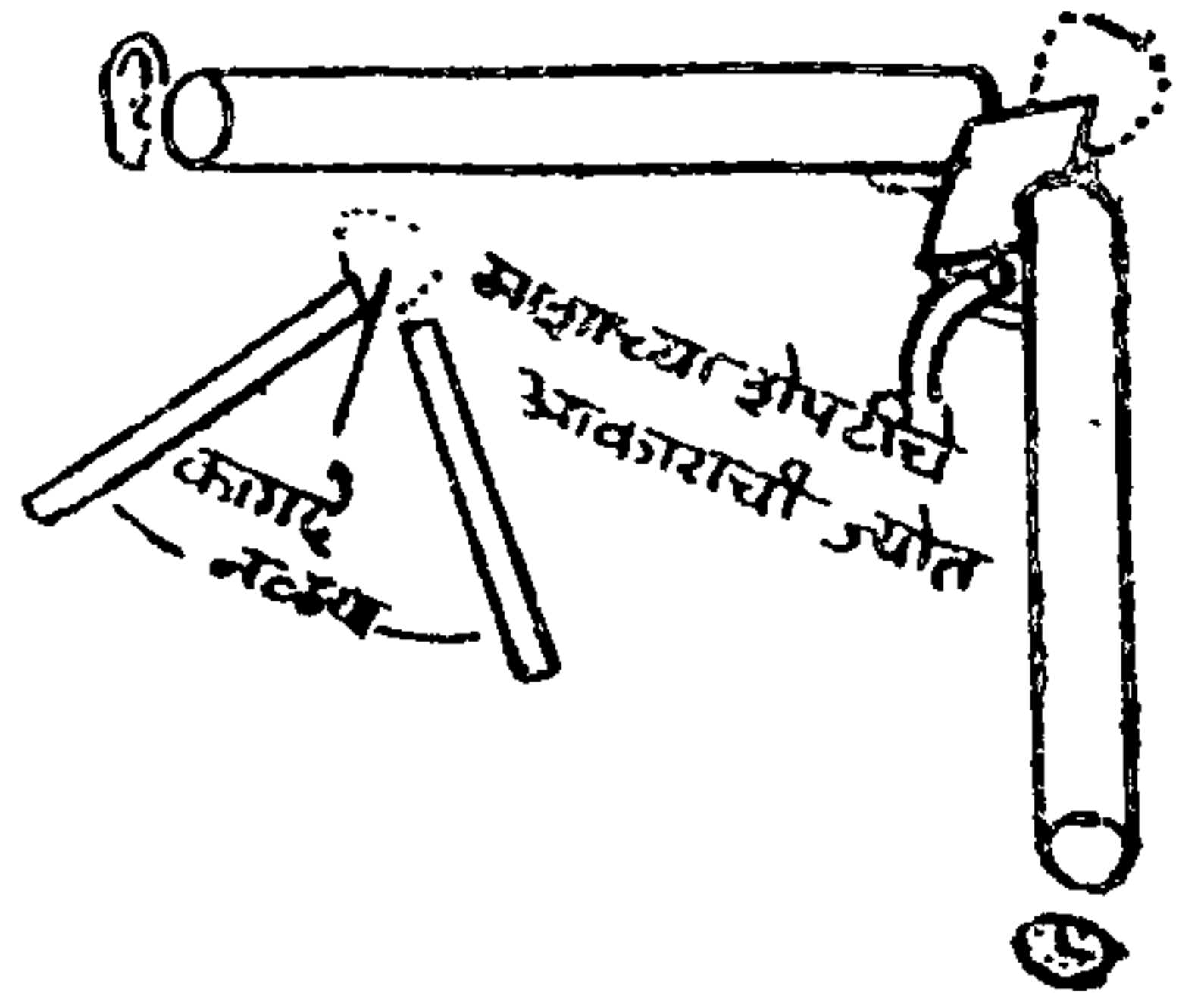
१

## ज्योतीवरून आवाजाचे परिवर्तन

ज्वलंत ज्योति जरी वाटली  
जळतो केवळ स्तंभ वायूचा  
जाणिय बरे घन कार्याची  
परावर्तुनि ध्वनि काळाचा ॥

ज्योतीची व्याख्या करताना, 'ज्योत म्हणजे जळणाऱ्या वायूचा स्तंभ' अशी व्याख्या करतात. त्यामुळे ज्याप्रमाणे घन पदार्थ आवाजाचे परावर्तन करतात, त्याप्रमाणे दिव्याची अथवा बर्नरची ज्योत आवाजाचे परावर्तन करू शकणार नाही असे आपल्याला वाटणे अगदी साहजिक आहे. पण प्रत्यक्षात एका शास्त्रीय प्रयोगाने दिव्याची पसरट ज्योतही आवाजाचे परावर्तन करू शकते हे आपल्याला दाखविता येईल.

एका तिवईवर पुठ्याची दोन नळकांडी चित्रात दाखविल्याप्रमाणे एक-मेकांशी नव्वद अंशांचा कोन करून ठेवा. एका खोक्यावर एक बर्नर अथवा एखादा दिवा ठेवून त्याची ज्योतच फक्त तिवईच्या



पातळीच्या वर येईल अशी रचना करा. ही ज्योत शक्यतो माशाच्या शेपटीसारखी पसरट असावी त्यामुळे प्रयोग जास्त सहजगत्या यशस्वी होऊ शकेल. दोन्ही नळकांड्यांच्या मधोमध दोघांशी समांतर राहिल असे एखादे जाड मोठे पुस्तक अथवा पुठ्ठा चित्रात दाखविल्याप्रमाणे उभा करा. नंतर एक रिस्टवाँच एका नळकांड्याच्या ज्योतीपासून दूर असलेल्या तोंडाशी ठेवा. दुसऱ्या नळकांड्याच्या तोंडाशी तुम्ही कान लावलात तर घड्याळाच्या टिक्टिकीचा आवाज तुम्हाला ऐकू येईल. अर्थातच हा आवाज एका नळकांड्यातून जाऊन ज्योतीवरून परावर्तित होऊन, ज्योतीशी स्वतःच्या कोनाइतकाच परावर्तन कोन करून परत निघाला आणि दुसऱ्या नळकांड्यातून प्रवास करून तुमच्या कानापर्यंत येऊन पोहोचला.

० ० ०

२

## नक्षीदार लंबक

चित्रात दाखविल्याप्रमाणे एक कागदी गाळणीवजा कोन घेऊन त्यात अगदी बारीक अशी वाळू अगर पीठ किंवा रांगोळी भरा. चित्रात दाखविल्याप्रमाणेच एका आडव्या काठीला ती कागदी गाळणी दोन्याने टांगून ठेवा. आता आपला नक्षीदार लंबक तयार

आता खरा खेळ सुरू झाला हं !

चित्रात दाखविल्याप्रमाणे हळूच आपला हात त्या कागदाजवळ आणा. तो कागद उडून न जाईल अशी काळजी घेणे आवश्यक आहे. हो ! नाहीतर खेळाच्या उत्साहान्या भरात तुम्ही हात जोराने कागदाजवळ न्याल आणि तेवढ्याही वाऱ्याच्या झुळकीने कागद उडून जाईल अन् मग पुन्हा . . .

तेव्हा काळजीपूर्वक हात कागदाजवळ आणा. टाचणीवर टांगलेला कागद हळूहळू चक्राकार गतीने फिरू लागेल. पहिल्याने तो हळूहळू फिरेल पण नंतर मात्र त्याची भ्रमणगति वाढेल.

हात बाजूला दूर नेला की कागदाचे भ्रमण थांबेल.

केवळ हात कागदाजवळ आणि दूर नेऊन एक जादूचा खेळच तुम्हाला करून दाखवता येईल.

आता गंमतच करायची असली तर सांगा आपल्या मित्रांना की, ' माझ्या हातात दैवी शक्ति आहे आणि म्हणून केवळ माझ्या हाताच्या इशान्यावर हा कागद फिरतो किंवा थांबतो,

त्यांना हा खेळ खेळण्याची इच्छा झाली तर त्यांच्या हातावर आपला हात थोडासा घासा आणि मग जादुगाराच्या ऐटीत त्यांना सांगा की, ' तुमच्या हातात माझ्या हाताच्या स्पर्शाने मी दैवी शक्ति आणली आहे. आता तुमच्या हाताच्या इशान्यावर कागद फिरेल. '

या खेळामागचे शास्त्र तुम्हाला विचारले तर तेही तुम्हाला सांगता आले पाहिजे हं ! हो ! नाहीतर तुमची जादूगाराची सारी ऐट ओघळून पडेल. तसे नको ना व्हायला ? मग एका तर-

तुम्ही तुमचा हात त्या कागदाजवळ आणलात की तिथली हवा तुमच्या हाताच्या उष्णतेने तापते आणि हलकी होऊन बर

जाऊ लागते. वर जाताना ती कागदाला हळूच ढकलते. कागदाला घड्या पडल्यामुळे छपरासारखा दिसणारा हा कागद त्या वर जाणाऱ्या हवेला विरोध करण्याच्या भरात स्वतःच फिरू लागतो. त्रेडा कुठला ! रागाने तापून डोके चढलेल्या माणसाला उलट झोळून स्वतःचे डोके फिरवून वेण्यासारखेच आहे हे.

आता जरा बारकाईने पाहा ! कागद कोणत्या दिशेत फिरतो हे पाहा बरे ! हात सुलटा करून कागदाकडे जवळ धरा. कागद हाताच्या तळव्याच्या बाजूने बोट्याच्या टोकाकडे फिरतो. कारण हाताच्या तळव्यापेक्षा नेहमी बोट्याच्या टोकाचे तपमान कमी असते.

एखाद्या ताप आलेल्या माणसाने जर आपला हात या कागदा-जवळ धरला तर तो जास्त जोराने फिरू लागतो.

आहे ना शास्त्रीय खेळ ? पूर्वी मात्र अशी समजूत होती हं की माणसाच्या शरीरात काही गूढ असे प्रवाही पदार्थ असतात आणि ते पदार्थ हाताच्या सान्निध्यात असलेल्या कागदाला गति देतात. स्पष्टीकरण शास्त्राभ्यासाने बदलले तरी खेळ कायम आहे !

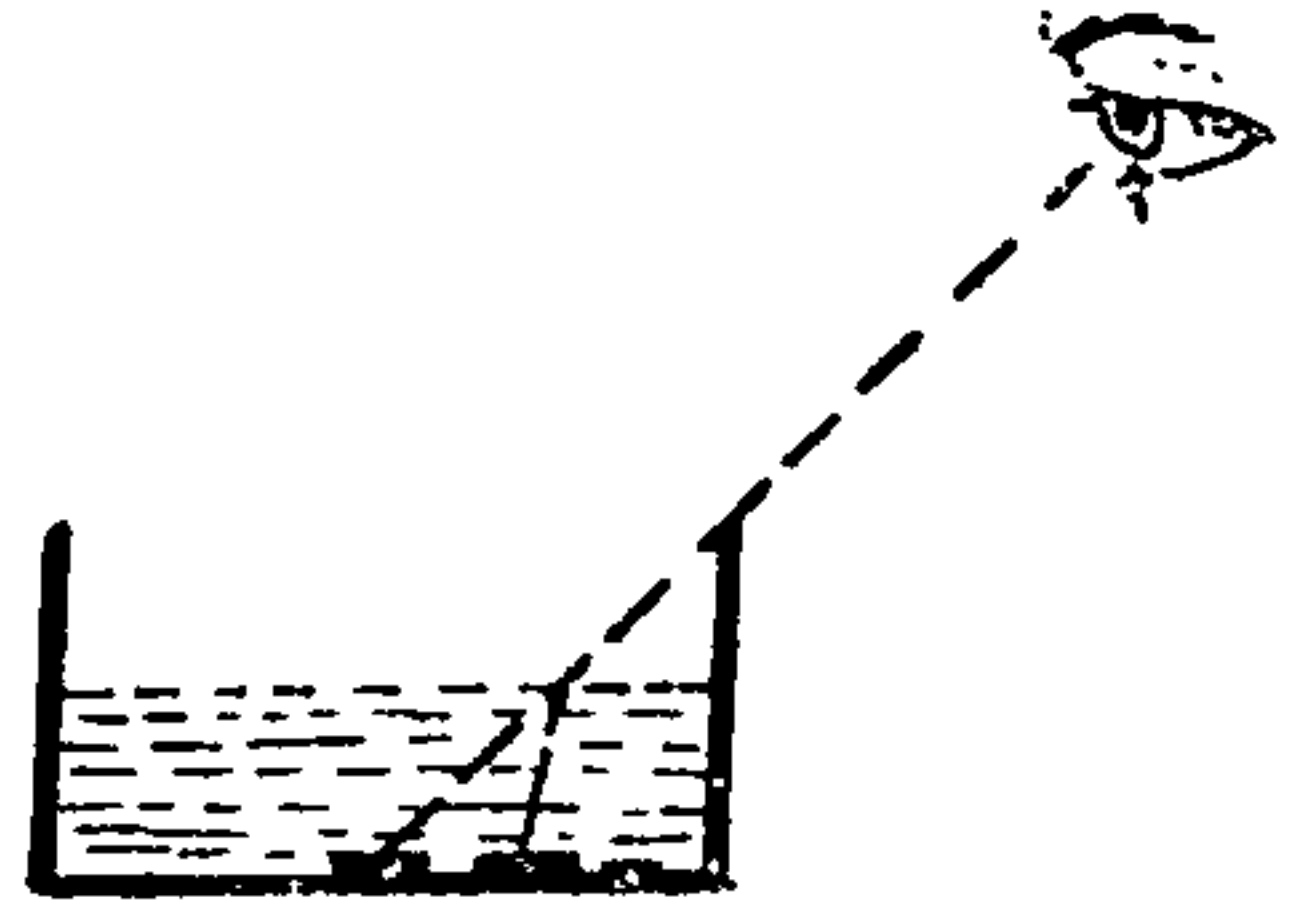
## प्रकाश वक्रीभवनाचा खेळ

दगड बुडत जरि जलांमधीं ।

ये दृष्टि आडुनी दृष्टिमधीं ॥

अगदी साधा खेळ. प्रकाशाच्या वक्रीभवनावर आधारलेला; पण खेळायला गमतीचा.

एका अल्युमिनियमच्या पातेल्यात एक रुपयाचे नाणे किंवा एखाद्या धातूची तेवढीच चकती, किंवा एखादा चपटा दगड अगदी मध्यावर ठेवा. नंतर हा दगड तुम्हाला कसा-



बसा दिसेनासा होईतोपर्यंत तुम्ही तुमची डोळ्याची पातळी पातेल्याच्या कडेला आणा. आता मित्राला पातेल्यात हळूहळू पाणी ओतायला सांगा आणि तो दगड तुम्हाला पूर्ण दिसू लागला की पाणी ओतण्याचे थांबायला सांगा. पाण्याची खोली मोजा आणि टिपून ठेवा.

आता दगडाची जागा बदला आणि तसेच करा. दगड दिसत नसल्यापासून दिसू लागेपर्यंत पाण्याची खोली किती वाढवावी किंवा कमी करावी लागते ? पूर्वीच्या खोलीत काही फरक पडतो का पाहा.



दगडाच्या पातेल्यातल्या जागा बदलून तो दृश्य होण्यासाठी पाण्याची खोली किती लागते ते पहा.

हाच खेळ पाण्याऐवजी इतर पारदर्शक द्रवपदार्थ वापरूनही खेळावा. इतर द्रवपदार्थांच्या बाबतीत दगड दृश्य होण्यास लागणाऱ्या खोलीवरून पाणी आणि ते द्रवपदार्थ यांच्या प्रकाशकिरणांच्या वक्रीभवनसामर्थ्याची तौलनिक कल्पना येईल.

० ० ०

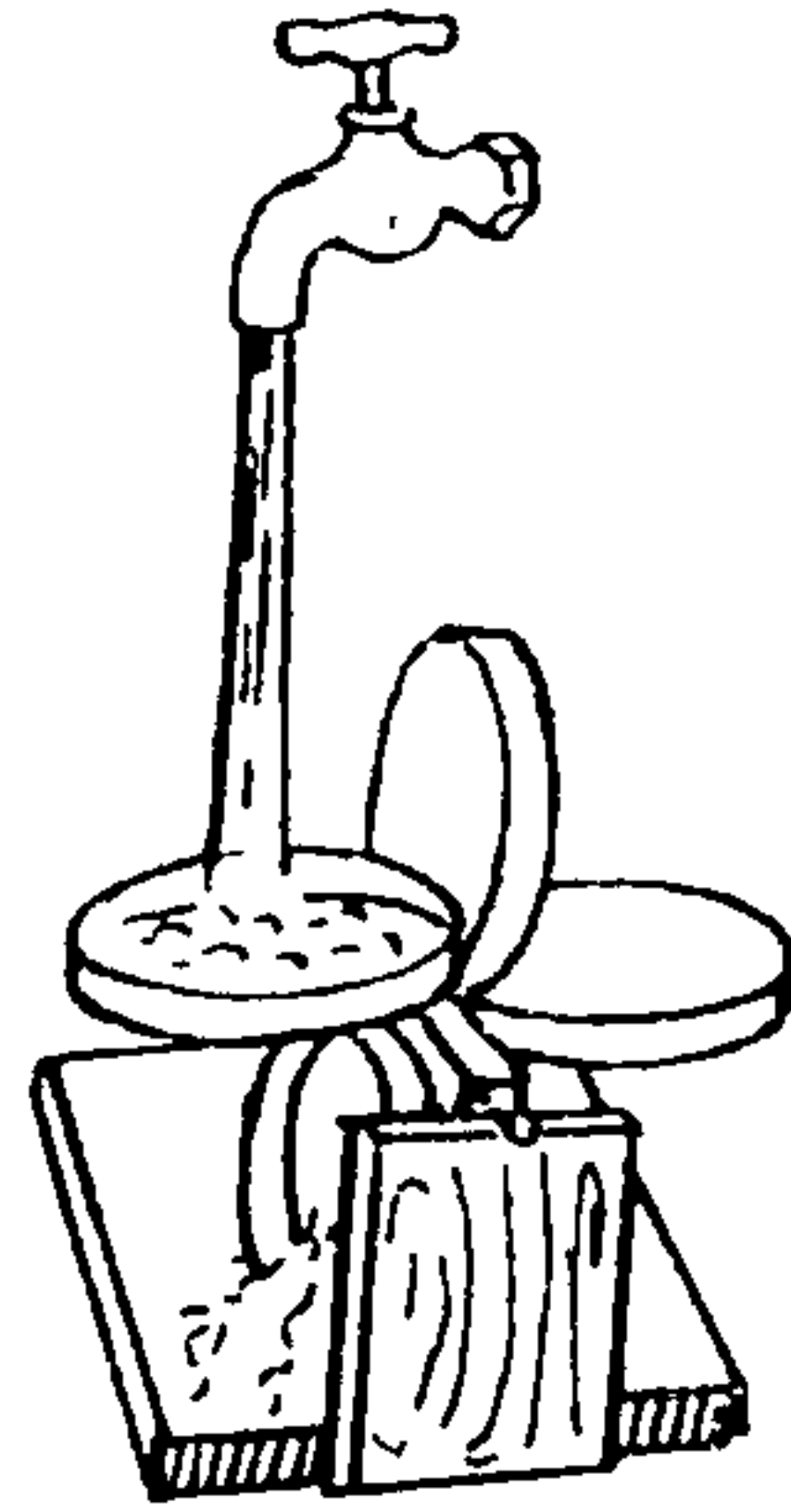
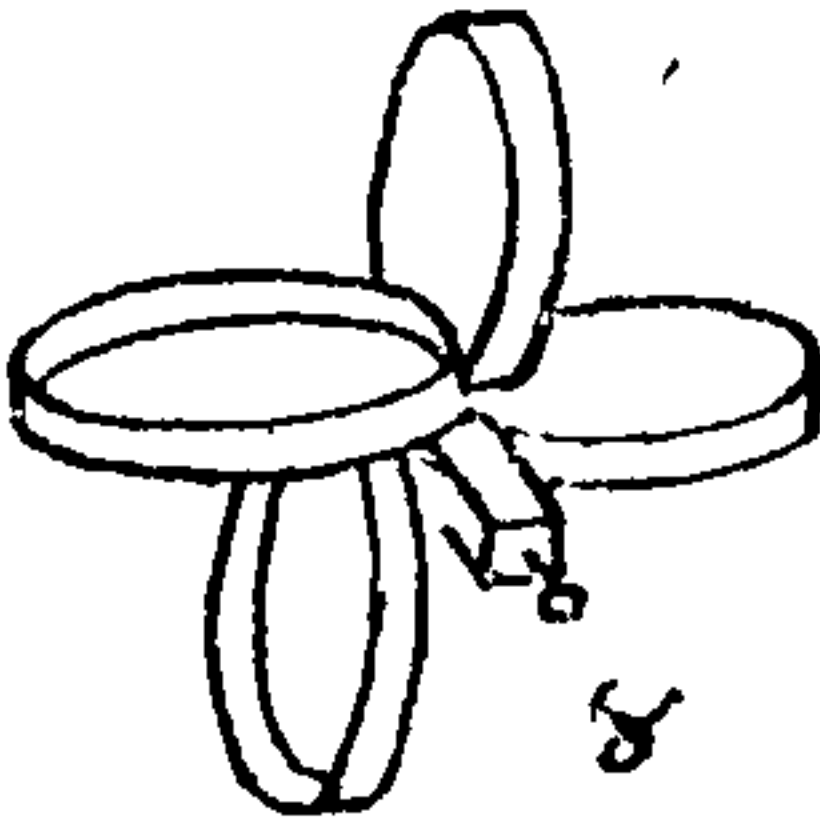
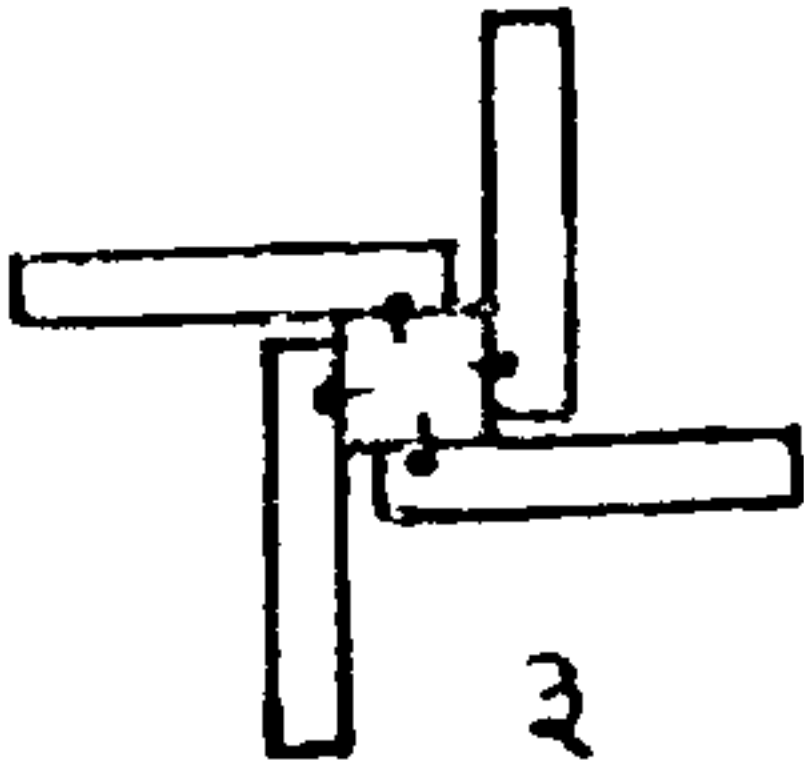
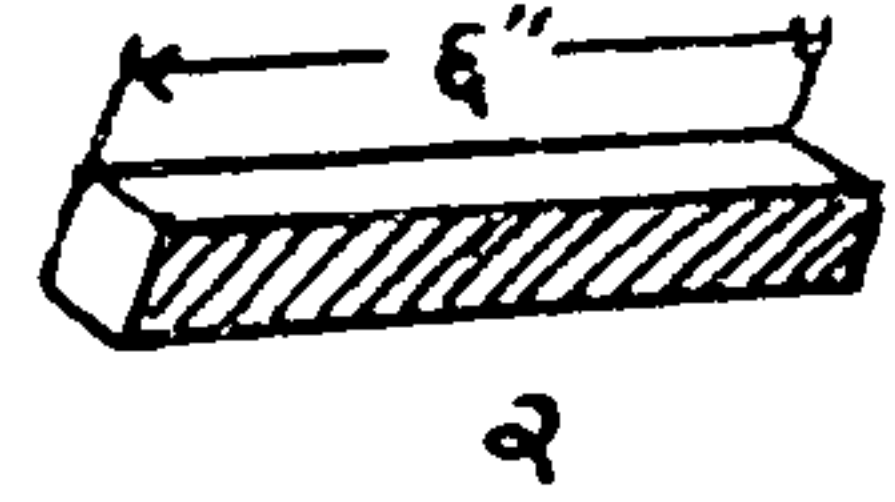
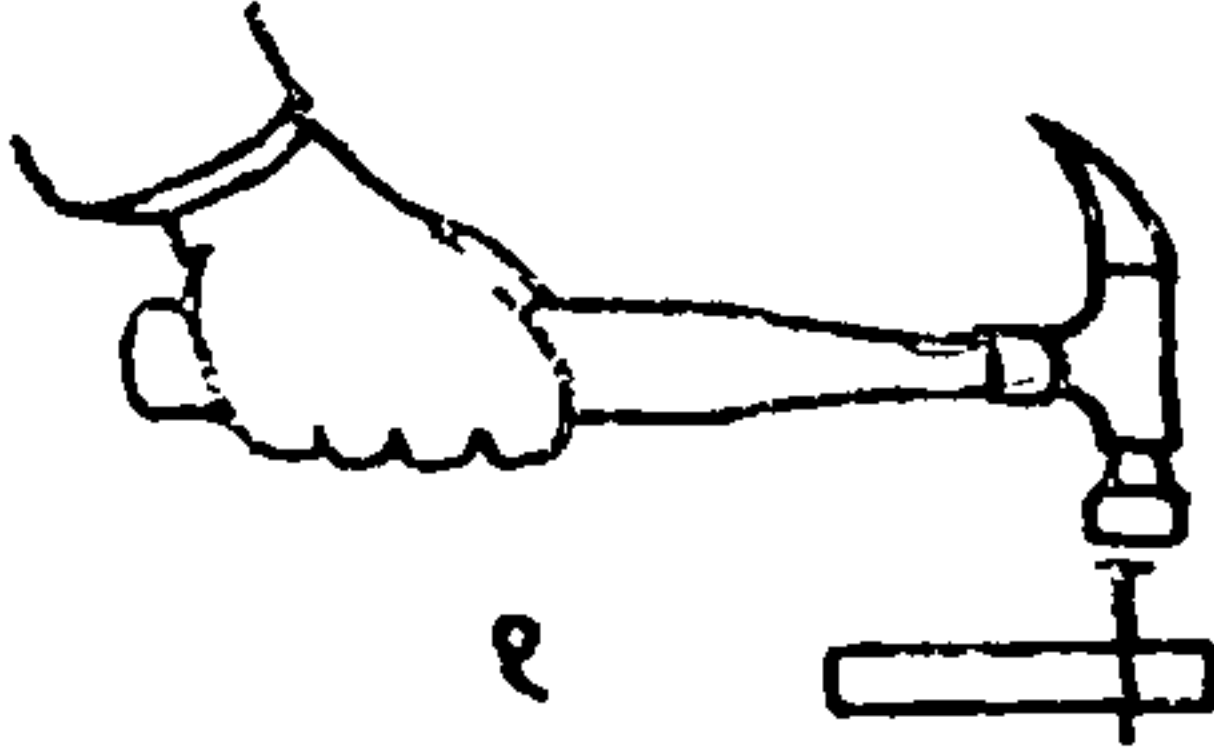
६

## घरगुती जलचक्र

- साहित्य—१. सिगारेटच्या डब्याची चार झाकणे ( टीनची )  
 २. एक चौकोनी लांबट ठोकळा ( साधारण ६ इंच लांब )  
 ३. एक मोठा सहा इंच रुंद लाकडाचा ठोकळा.  
 ४. दोन सहा इंच उंच व तीन इंच रुंद लाकडाचे ठोकळे.  
 ५. लहान खिळे.

सिगारेटच्या डब्याच्या झाकणांना उभ्या बाजूवर एक एक भोक पाडा. चौकोनी लांबट ठोकळ्यावर एकेका बाजूवर एक एक झाकण खिळ्याने ठोकून पक्के बसवा. ( चित्र पहा ) एका झाक-

णाची खोलगट बाजू दुसऱ्या झाकणाच्या सपाट बाजूला काटकोनांत येईल अशा तऱ्हेने झाकणे बसवा. लांबट ठोकळ्याच्या दोन बाजूवर



एक एक मोठा खिळा ठोका या दोन खिळांचा आसासारखा ( अॅक्सल सारखा ) उपयोग होईल. नंतर मोठ्या लाकडी ठोकळ्यावर एकमेकापासून साधारण सहा इंच अंतरावर दोन लहान ठोकळे उभे करून खिळांची पक्के करा. लहान ठोकळ्याच्या वरच्या कडेवर एकेक खोबण करा. या खोबणी बरोबर एकमेकासमोर याव्या. या खोबणीत झाकणासहीत असलेला लांबट ठोकळा ठेवा. तो अशा तऱ्हेने ठेवा की, त्याच्या दोन टोकांवर ठोकलेले

दोन खिळे दोन खोबणीत बसतील, आणि आडव्या आसावर फिरल्याप्रमाणे तो ठोकळा गरगर फिरू शकेल. आपले घरगुती जलचक्र तयार झाले.

हे जलचक्र नळांतून पडणाऱ्या पाण्याच्या धारेखाली अशा तऱ्हेने ठवा की टिनाची झाकणे बरोबर पाण्याच्या धारेखाली येतील. झाकणात पाण्याची धार पडू लागल्याबरोबर झाकण ढकलले जाईल व नवे झाकण त्याजागी येईल व याप्रमाणे जलचक्र आडव्या आसाभोवती फिरू लागेल. पाण्याची धार जितकी जोरदार पडेल तितका जलचक्राचा फिरण्याचा वेग जास्त होईल. खोबणीत असलेल्या खिळ्यांच्या चपट्या टोकावर रंगीत, नक्षीची, हलकी, पुठ्याची अगर कागदाची चाके बसविली तर तीही गरगर फिरू शकतील व मजेदार दिसतील. त्या चाकांच्या कडेवर काटकोनात जळत्या उदबत्या बसवल्या तर पेटती चक्रे दिसू लागतील. जल-विद्युत्-जनित्रातील चाके याच तत्त्वावर पाण्याच्या झोताने फिरवतात. तीत तारेची वेटोळी असतात व लोहचुंबकीय क्षेत्रात ती फिरत असल्याने त्यात विद्युत्प्रवाह निर्माण होतो. आपल्या देशात नद्या व डोंगर बरेच असल्याने जलविद्युत्-शक्ती याच तत्त्वावर फार मोठ्या प्रमाणावर निर्माण करण्याचा व उद्योग-धंदे वाढवण्याचा जारीचा प्रयत्न चालू आहे. नद्या व डोंगर या निसर्गदत्त देणगीच्या जोरावर भारत निश्चित समृद्ध होऊ शकेल.

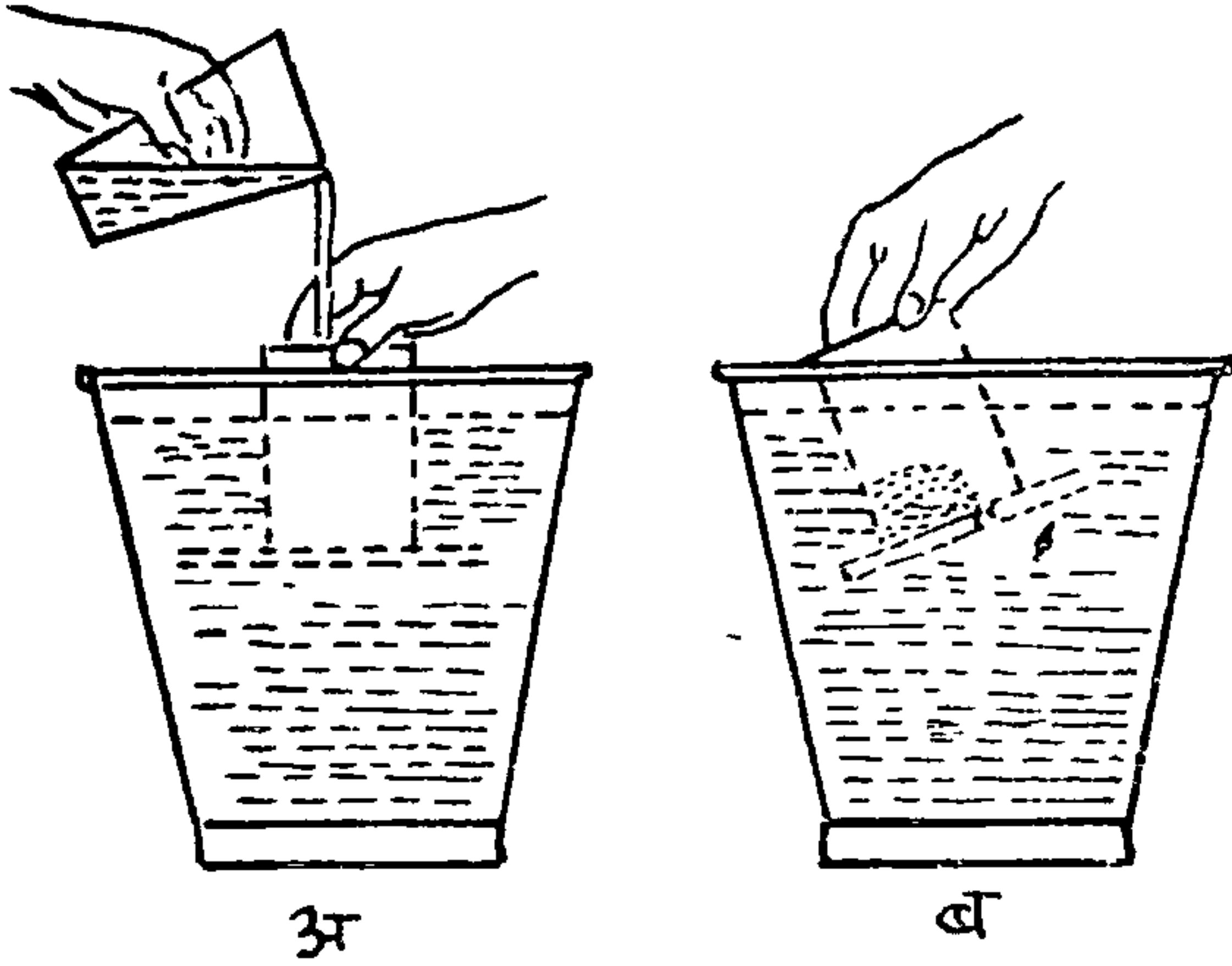
७

## पाण्याचा दाब

एक मोठ्यापैकी टिनाचा डबा घेऊन त्याच्या दोन्ही बाजूंची झाकणे काढून टाका. एक पुठ्याचा चौकोनी तुकडा घेऊन त्या डब्याच्या एका मोकळ्या तोंडावर धरा आणि ते तोंड तात्पुरते बंद करा आणि पुठ्या हाताने तसाच धरून त्याच्यासकट ती बाजू एखाद्या बादलीत पाणी घेऊन त्यात बुडवा. आता पुठ्यावरील हात काढून घ्या. पुठ्या डब्याच्या पाण्याखाली असलेल्या मोकळ्या तोंडावरून बाजूला होणार नाही आणि त्यामुळे डब्यात पाणी येणार नाही. पाण्यात बुडविलेल्या वस्तूला पाणी नेहमी वर ढकलत असते. त्याला पाण्याचा उर्ध्वदाब (बाँयन्सी) म्हणतात. बुडवलेली वस्तू पाण्याहून हलकी असली तर त्या दाबाच्या परिणामाने ती पाण्याच्या पृष्ठभागावर येण्याचा प्रयत्न करते. याच तत्त्वाप्रमाणे पुठ्या पाण्याने वर ढकलला जातो. पण डब्याच्या कडांनी त्याची उर्ध्वगती आडवली जाऊन तो डब्याच्या त्या तोंडावर घट्ट चिकटून राहातो आणि ते तोंड बंद होऊन पाणी आंत येत नाही.

आता वरून त्या डब्यात पाणी ओतावयास लागा. डब्यातील पाण्याची पातळी बादलीतील पाण्याच्या पातळीइतकी झाली की, डब्याच्या पाण्याखालील तोंडावर घट्ट बसलेला पुठ्या सैल पडतो. कारण आता त्याच्या दोन्ही बाजूवर पाण्याचा सारखाच दाब येतो,

व त्याचे कार्यच शिल्लक उरत नाही. कारण अशा परिस्थितीत पुढा असण्याने व नसण्याने डब्यातील व बादलीतील पाण्याच्या पातळ्यात फरक पडण्याचे कारणच उरत नाही.



अ

ब

पुन्हा एकदा असाच प्रयोग करा. पण त्यात त्या डब्यात पाणी न ओतता त्या पुढ्याला एक भोकडे पाडा. पुढ्यावर पाण्याचा जो उर्ध्वदाब आहे त्याचा लगेच परिणाम दिसून येईल. त्यामुळे त्या भोकशातून पाणी कारंजासारखे वर येईल व डब्यात भरू लागेल. पाण्याचा उर्ध्व दाब जास्त पाणी वर येण्यास दाब कमी यामुळे त्या भोकशातून कारंजे उडू लागते व गंमत दिसते. पुन्हा त्या डब्यातील पाण्याची आणि बादलीतील पाण्याची पातळी सारखी झाली की पुढ्यावर दोन्ही वाजूंवरील पाण्याचा दाब सारखा होऊन पुढा सैल पडतो.

पुढ्याला पाडलेल्या भोकशात एक उभी नळी, डब्यात थोडी वर आलेली अशी बसवून व डब्याचे आंतील पृष्ठभागावर निळ्या

शाईच्या व तांबड्या शाईच्या पुडीचे कण टाकून ठेवले तर त्या नळीतून कारंजासारखे उडणारे स्वच्छ पाणी डब्याच्या बाजूवर पडून निल्ले तांबडे ओघळ येतील आणि डब्यांतील पाणी जांभळे व बाहेरचे पाणी स्वच्छ अशी गंमत दिसेल. बादलीत रंगीत पाणी व डब्याचे आतील पृष्ठभागावर एखादे रसायन लावून बदलत्या रंगाची किमयाही अनुभवता येईल. प्रयोगापरी प्रयोग आणि खेळापरी खेळ.

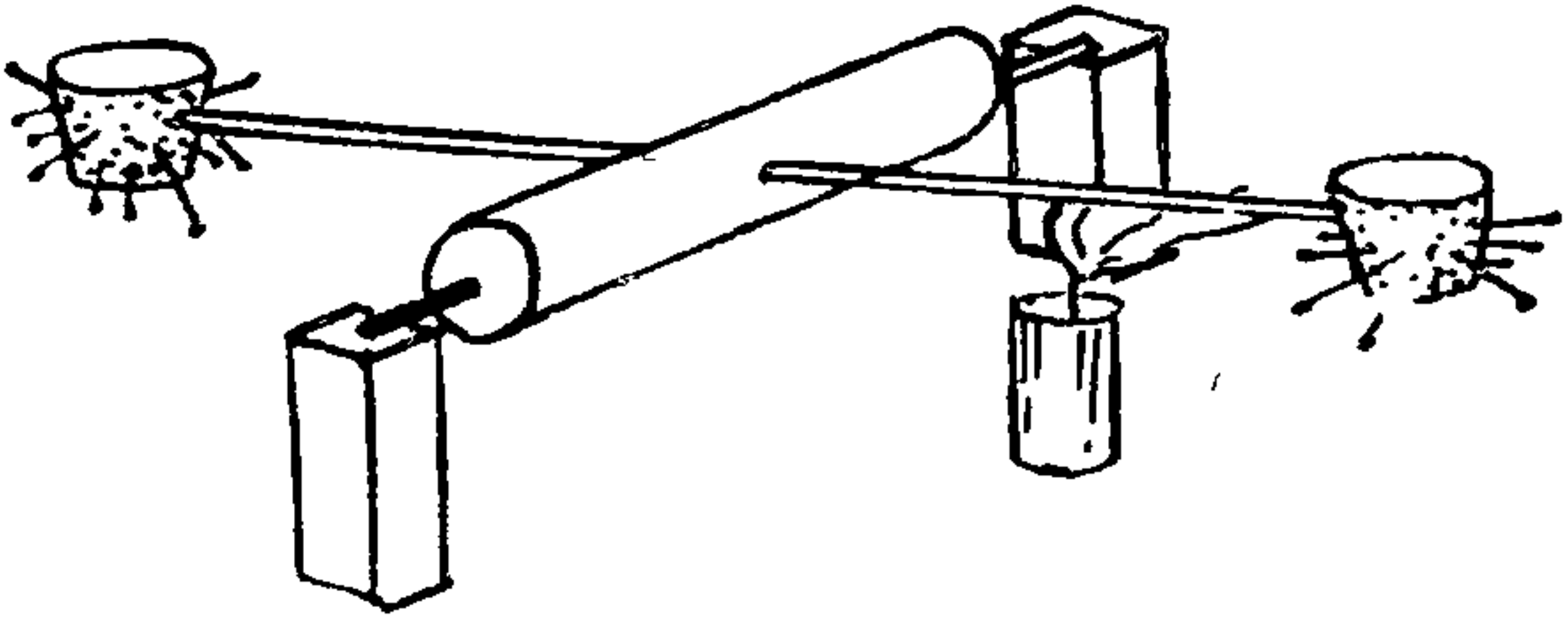
• • •



## अग्निदेवाची सी-सॉ

उष्णतेने घनपदार्थ प्रसरण पावतात हे शास्त्रीय सत्य खेळता खेळता पटवून देणारा एक मजेदार खेळ आपण खेळू या. या खेळासाठी आपल्याला दोन लाकडी ठोकळे, एक जाड मेणबत्ती, एक जाडसर लांब तारेचा तुकडा, दोनतीन बुचे, थोड्याशा टांचण्या आणि शिवाय आणखी एक लहानशी मेणबत्ती इतक्या वस्तु हव्यात. जाड मेणबत्तीऐवजी एखादा हलकासा लाकडी रुळ घेतला तरी चालेल. या लाकडी रुळात बरोबर मध्यावर भोक पाडून त्यात तारेचा तुकडा ओवून रुळाच्या दोन्ही बाजूला सारख्या

लांबीचे भाग राहतील अशा तऱ्हेने तो पक्का करा. रुळ आणि तारेचा तुकडा हे एकमेकाला चित्रात दाखविल्याप्रमाणे काटकोनात राहतील. रुळाच्या लांबीच्या बाजूनेहि भोक पाडून एक लांब जाड तार त्यात ओवून मग चित्रात दाखविल्याप्रमाणे लाकडी ठोकळ्यांवर या जाड तारेची टोके टेकवून उपकरण सज्ज करा. रुळाशी काटकोनात जी तार ओवली आहे त्या तारेच्या दोन्ही टोकांना दोन बुचे टोचून बसवा. जे जड असेल त्या बाजूला ही



सी-साँ, आपली गावठी तागडी झुकेल. बुचांना आवश्यक तेवढ्या टाचण्या टोचून दोन्ही बुचे समतोल होतील अशा तऱ्हेने प्रयत्न करा. दोन्ही बाजू समतोल होतील झाल्या की आपले खेळणे तयार झाले. मग रुळाच्या एका बाजूला असलेल्या तारेच्या भागाखाली चित्रांत दाखवल्याप्रमाणे एक लहान जळती मेणवत्ती ठेवा. तार तापू लागेल तसतशी सी-साँची ही बाजू जमिनीकडे कलू लागेल व दुसरी बाजू उचलली जाईल. आतां तारेच्या दुसऱ्या भागाखाली साधारण तशीच एक जळती मेणवत्ती ठेवलीत तर हळूहळू तोही तारेचा भाग तापू लागेल आणि सी-साँची ही बाजू जमिनीकडे कलू लागेल आणि पहिली कललेली बाजू उचलली जाऊ लागेल आणि थोड्या वेळाने दोन्ही बाजू समतोल होतील. निरनिराळ्या मेण-

-बत्त्या, निरनिराळी बुचे, टाचण्या वापरून, किंवा साध्या दोन्याने टांगता येतील अशा वस्तु बुचाच्या जागी वापरूनही हा मजेदार खेळ खेळता येईल.

यातले शास्त्रीय तत्त्व पाहू गेले की, आपल्याला उष्णतेने घन-पदार्थ प्रसरण पावतात, हे तत्त्व हे खेळ खेळताना दिसते.

सी-साँच्या दोन्ही बाजू समतोल असताना बुचांचे टाचण्या-सकट वजन गुणिले तारेची भागाची लांबी हा दोन्ही बाजूंचा गुणाकार सारखा होतो. मेणबत्तीने तारेचा एक भाग तापल्यावर तो प्रसरण पावून त्याची लांबी वाढली, अर्थात् त्या बाजूचा गुणाकारही वाढला आणि ती बाजू जमिनीकडे कलली. तारेच्या दुसऱ्या भागाखाली मेणबत्ती ठेवताच तो भाग तापून प्रसरण पावू लागला व त्या बाजूचा गुणाकार वाढू लागला आणि ती बाजू जमिनीकडे कलू लागली. थोड्या वेळाने दोन्ही बाजूंचा गुणाकार सारखा होताच दोन्ही बाजू समतोल झाल्या.

आहे ना ही 'अग्निदेवाची सी-साँ'? शास्त्रापरी शास्त्र अन् खेळ हवा तर खेळ.

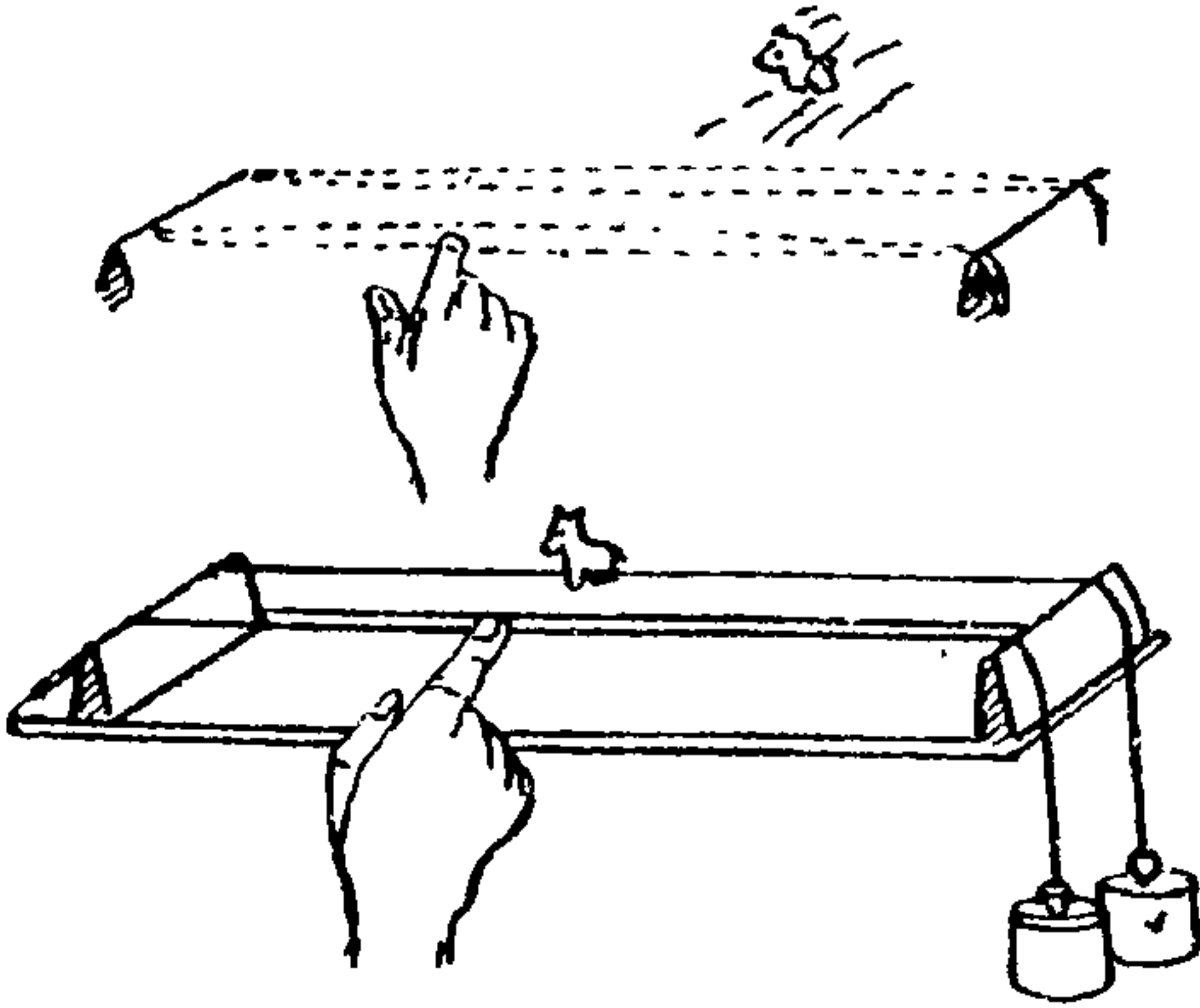
० ०



९

## संदेश देणारे कागदी घोडे

चित्रात दाखविल्याप्रमाणे एका टेबलावर दोन सारख्या तारांचे उपकरण तयार करा. या उपकरणातले 'चल' ठोकळे (तिकोनी) नीट पुढेमागे करून या तारांची ध्वनि देणारी लांबी कमी जास्त करता येते. तारांना ताण देण्यासाठी वापरलेली वजने नीट प्रमाणबद्ध आहेत की नाहीत हे पाहून मग खेळाला सुरुवात करा. एका तारेवर एक कागदाचा कापून तयार केलेला घोडा



तारेवर स्वार होईल असा ठेवा. मग दुसरी तार छेडायला सुरुवात करा. 'चल' ठोकळा पुढेमागे सरकवून तारेची लांबी बदलत

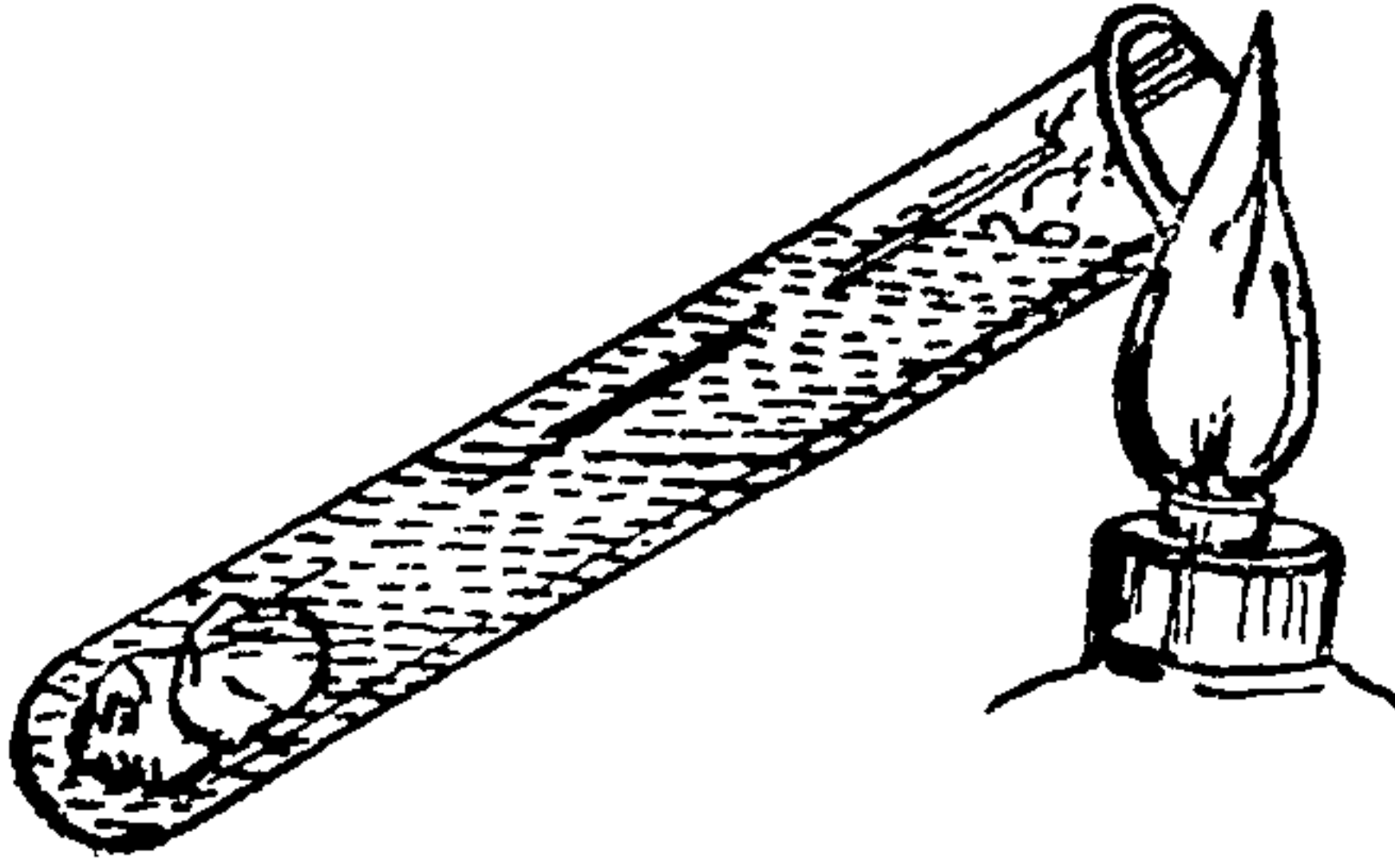
आणि तार छेडत राहा. एक वेळ अशी येईल की, एक विशिष्ट लांबी असताना तार छेडली तर तिच्यामध्ये निर्माण झालेली कंपने, कागदी घोडा ज्या तारेवर ठेवला आहे त्या तारेत तशीच कंपने निर्माण करतील आणि ती तार सहसंवेदन तत्वाप्रमाणे कंप पावू लागेल. त्या बरोबर त्या तारेवरचा कागदी घोडा उडून बाजूला पडेल. दोन्ही तारांची कंपने सारखी आहेत हा संदेश, घोडा असलेल्या तारेला हातही न लावता आपल्याला मिळाला. आहेना अजब करामत. संदेश देणारा हा कागदी घोडा नेहमीच्या आश्वासित कागदी घोड्यापेक्षा जास्त कार्यक्षम आहे.

आपण ज्या तारेवर घोडा ठेवतो त्या तारेची लांबी कमीजास्त ठेवून व मग दुसरी तार वर सांगितल्याप्रमाणे हा खेळ मजने खेळता येईल. थोडासा संगीतातल्या सहकंपन तत्वाजवळ असलेला हा शास्त्रीय खेळ आकर्षक, श्रुतिगुणी आणि मनोरंजक आहे. खेळून पाहा. तुम्हीही जास्त गमती त्यात खेळू शकाल.

१०

## उष्णतेने न वितळणारा बर्फखंड

पाणी एकच असून दिसति कशी  
एका वेळी तीन रूपे ॥  
आपणांस जरि प्रश्नचिन्ह तरि  
शास्त्रज्ञांना ते सोपे ॥



कांचेच्या परीक्षानळीत पाणी घेऊन त्यांत एका तारेत गुंडाळलेला एक बर्फाचा तुकडा टाका. तारेच्या वजनामुळे तो पाण्याच्या तळाशी राहिल. नंतर पाण्याच्या पृष्ठभागाजवळचा नळीचा भाग स्फिरिट-लॅंपवर तापवा. तेथील पाणी थोड्या वेळाने उकळू लागेल; पण तळाशी असलेला बर्फ मात्र तसाच राहिल. त्यावर उकळण्याचा परिणाम आपल्याला दिसणार नाही. पाणी हे नेहमी अभिसरणाने तापते हे या प्रयोगातून, सहज दाखवून देता येते.

पाण्याच्या पृष्ठभागाशी उष्णता लावल्यामुळे पाण्याचे अणु तापले व हलके झाले. ते पाण्याच्या तळाशी असते तर ते थंड अणूंना खाली ढकलून वर सरकले असते; पण ते पृष्ठभागाशीच असल्याने वरच्यावरच वाष्परूपात जातात. त्यांच्या खाली असलेल्या थंड अणूंना ते वर ढकलून स्वतः खाली जाऊ शकत नाहीत. कारण थंड अणु त्यांचेपेक्षा जड आहेत. अर्थात या तापलेल्या अणूंची झळ बर्फाच्या तुकड्याला लागत नाही आणि तो न वितळता जवळ-जवळ तसाच राहतो. हाच बर्फ आपण पृष्ठभागावर तरंगत ठेवून परीक्षानळीचा तळ तापवला असतां तर हलके होऊन वर येणाऱ्या पाण्याच्या तप्त अणूमुळे तो केव्हाच वितळून गेला असता. ह्या प्रयोगावरून आपल्याला पाणी किती सामान्य उष्णतावाहक आहे हे दिसून येते व त्या त्याच्या गुणधर्मामुळे एकाच परीक्षानळीत बर्फ, पाणी आणि वाफ अशा पाण्याच्या तिन्ही अवस्था एकाच वेळी दिसून प्रथमदर्शनी शास्त्रीय प्रयोगाची अद्भुतता भासते.

शास्त्रीय स्पष्टीकरणाच्या प्रकाशात अद्भुततेचे धुके विरून जाते आणि वरवर वाटणारी अद्भुततेची प्रचंड सावली नाहीशी होऊन, शास्त्रीय सत्याचीच ती छाया आहे हे आपल्याला दिसून येते; अन् एक प्रकारचे ज्ञानानंदाचे समाधान वाटते.

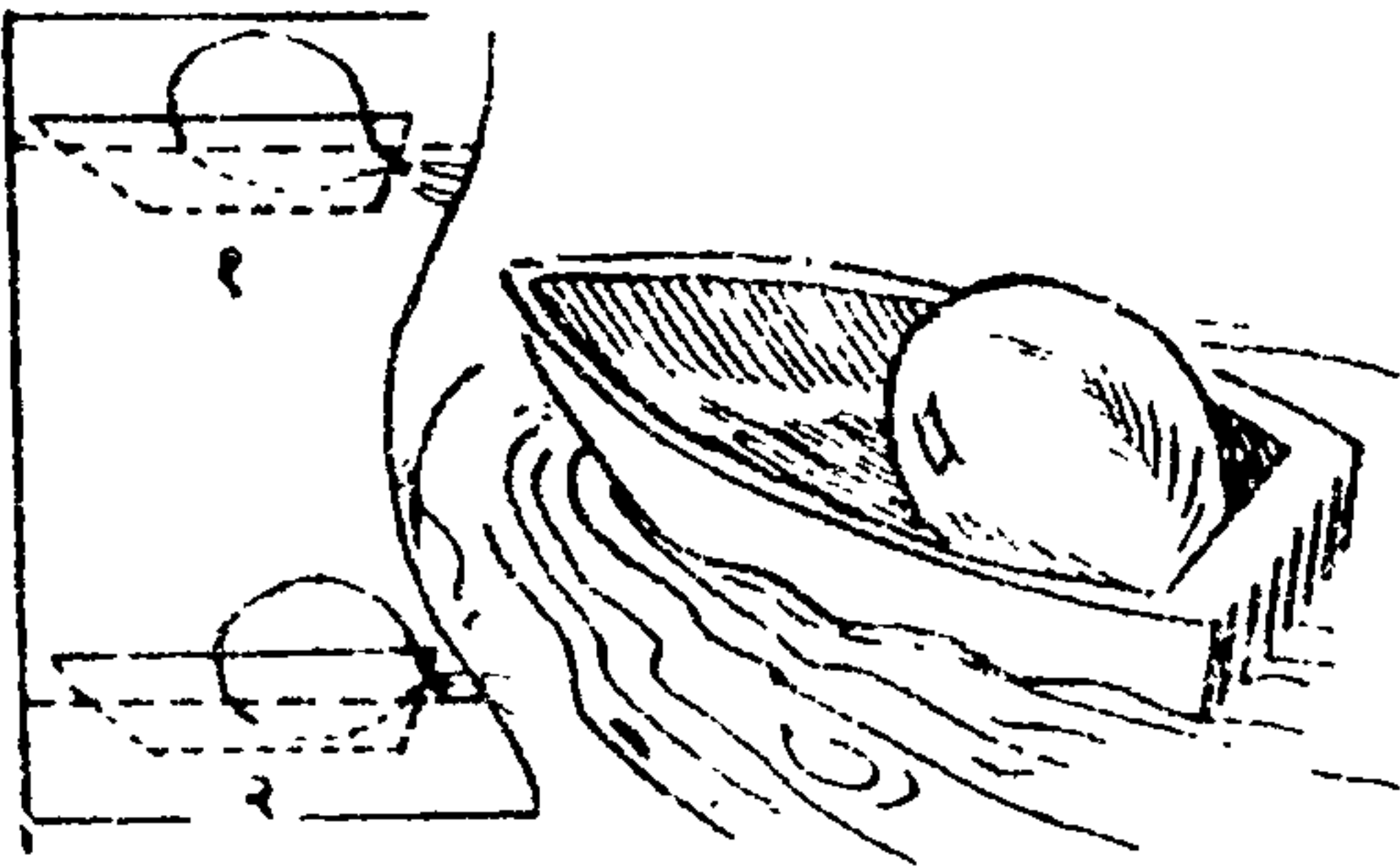
न. पं. सं.	
पा. क्र. ... २६५ ...	
विषय ... फिरोर	... २४४ ...

## फुग्यावर चालणारी बोट

हवा फुंकिली फुग्यानं ।

बोट चालली वेगानं ॥

आपण उलट दिशेला बरे का ! न्यूटनने सांगितलेल्या सिद्धान्ता-  
पैकी एका सिद्धान्ताला आपण आपल्या प्रयोगासाठी राबवू या.  
सिद्धांत कोणता ? आपल्या नेहमींच्या वापरातला आहे आणि  
तसाच विश्वसंचाराला निघणाऱ्या अग्निवाणाच्या कामाला राब-  
वला जाणारा आहे. 'प्रत्येक क्रियेला त्याच्याइतकीच सामर्थ्यवान्  
प्रतिक्रिया उलट दिशेने घडत असते' ? हा तो सिद्धांत. दिवाळीत



आपण उडवतो तो दाखुकामातला बाण याच सिद्धांतानुसार  
आकाशात उडतो. धावताना आपण याच सिद्धांताचा उपयोग

करतो. आपले पाय रस्त्याला जोराने मागे ढकलत असतात म्हणूनच त्याच्या प्रतिक्रियेच्या स्वरूपात आपले शरीर पुढे ढकलले जात असते.

याचेच प्रात्यक्षिक म्हणून एक प्रयोग आपण करून पाहू.

खेळातली एक हलकीशी लाकडी बोट घेऊन तिच्या मागच्या बाजूला चित्रात दाखविल्याप्रमाणे एक धातूची नळी बसवा. एका-रबरी फुग्यात हवा भरून एका चापाने त्याचे तोंड बंद करा. तो फुगा त्या बोटीत ठेवून त्याचे तोंड बोटीच्या मागच्या बाजूला बसविलेल्या नळीला जोडा. त्या नळीचे तोंड पाण्याखाली बुडेल अशा तऱ्हेने व्यवस्था करून बोट पाण्यात सोडा. नंतर फुग्याला लावलेला चाप काढून घ्या. फुग्यातली हवा जोराने नळीतून बाहेर पायला लागेल व त्यामुळे पाणी मागे ढकलले जाऊन त्याची प्रतिक्रिया म्हणून बोट पुढे ढकलली जाऊन चालू लागेल; आणि आपण होऊन (फुग्यातली हवा संपेतो) चालत राहील. नळीचे तोंड पाण्यात न बुडवतां हवेत मोकळेच ठेवले तरीही हाच परिणाम आपल्याला दिसेल; फक्त बोट जरा हळू चालेल येवढेच.

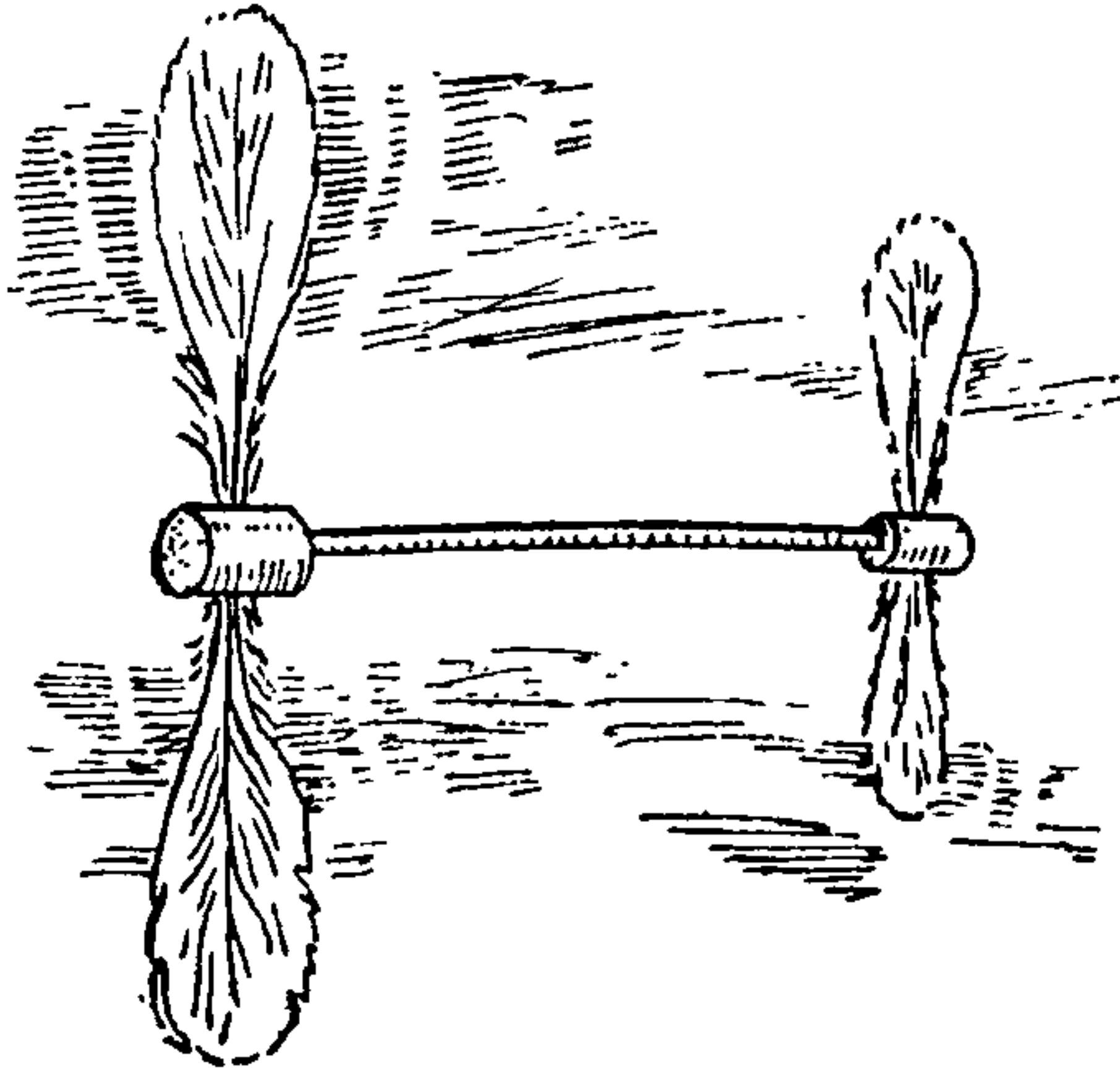
जितक्या हिरिरीने जोरात तुम्ही कार्य कराल त्या प्रमाणात तुम्हाला त्याचा प्रतिसाद किंवा यश मिळते हा आपला अनुभवच आहे.

१२

## पिसाचे विमान

---

मुलांना कागदाची विमाने करणे फार आवडते. कधी ती विमाने करणे त्यांना जमते तर कधी जमत नाही. विमान चांगले



तयार होऊन ते हवेत भिरकावल्यावर हवेतून मजेत विहार करीत, तरंगत तरंगत ते हळूहळू खाली येत असताना पाहिल्यावर मुलांना अवर्णनीय आनंद होतो. अगदी स्वतःच हवेतून हळूहळू तरंगत येत असल्याइतका. जे प्रत्यक्षात करता येत नाही, ते स्वतःच्याच एखाद्या कलाकृतीने केले म्हणजे माणसाला फार आनंद होतो;

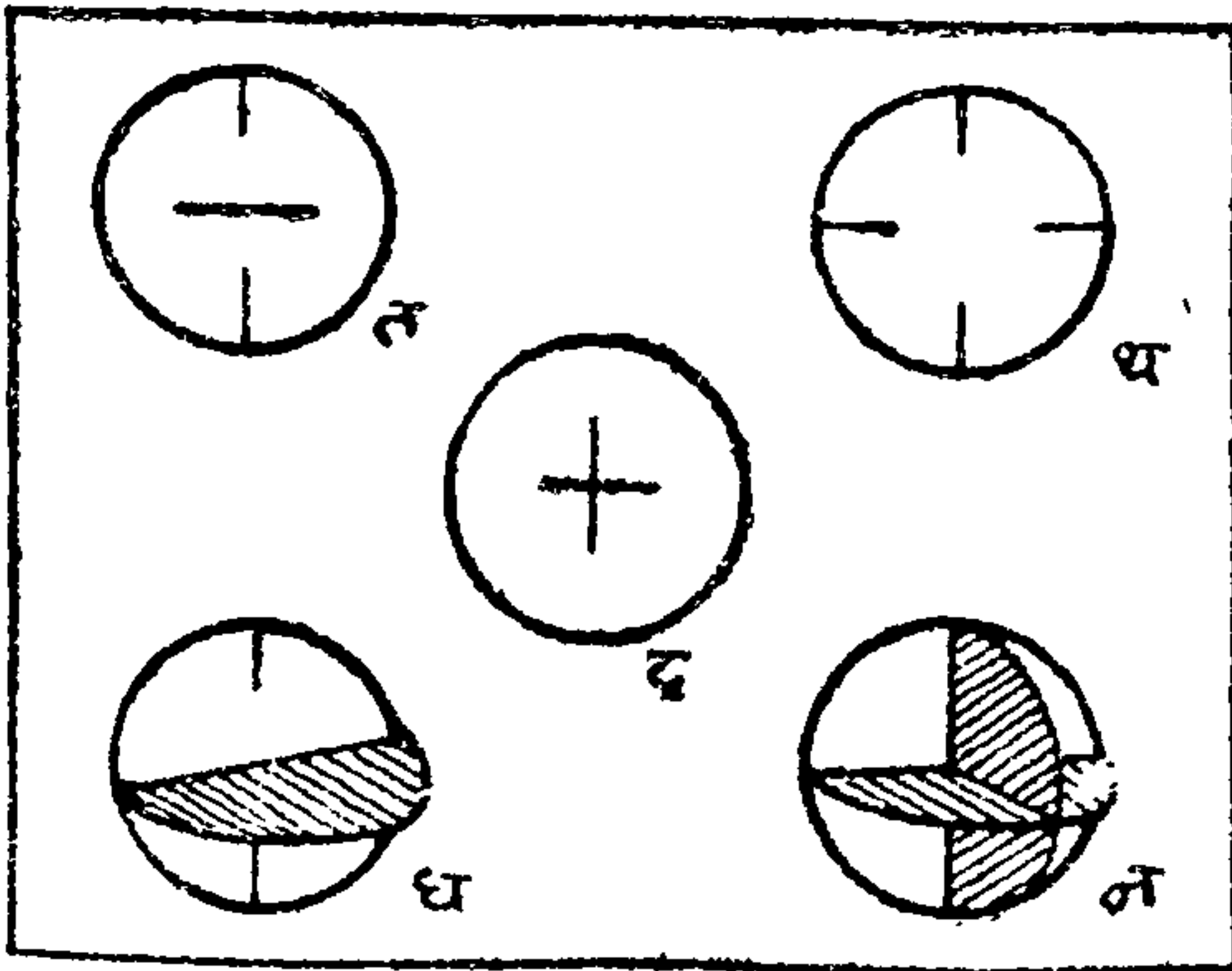
असा आहे हा माणसाचा स्वभाव. तसेच नेहमीच कागदाची विमाने उडवण्याऐवजी एकादे नवीन तऱ्हेचे विमान करून उडवायला मिळाले तर मुलांना जास्तच आनंद होईल. तेच नवे विमान कसे करायचे हे मी आता सांगणार आहे.

आठ इंच लांबीची वेताची छडी घ्या. छडी फार जाड नसावी. छडीच्या दोन्ही टोकाला लाखेचा वापर करून दोन बुचे चिकटवून बसवावी. एक बुच दुसऱ्या बुचापेक्षा दुपटीने जड असावे. दोन मोठी अन् दोन लहान पिसे घेऊन चित्रात दाखविल्याप्रमाणे बुचात खोचून बसवा. मोठी पिसे मोठ्या बुचात आणि लहान पिसे लहान बुचात खोचून बसवा ही चारी पिसे एकाच पातळीत येतील अशी बसवा. किंवा 'पिसांची कड' जड बुडाच्या बाजूस थोडी कलती बसवल्यास जास्त बरें. पिसें खोचून बसवल्यावर लाखेने ती पक्की करा. आपले ग्लायडर पद्धतीचे विमान तयार झाले. हवेत फेकून पहा. निराळीच मजा वाटेल ते तरंगत तरंगत फिरत असताना पाहून. कागदी विमानासारखे हेही विमान का तरंगू शकते याचे शास्त्रीय कारण शोधून काढा आणि अभ्यासवहीत नोंदवून ठेवा.



## वारा येईल तशी पाठ फिरविणारा चेंडू

माणसाचा हा गुण किंवा दुर्गुण म्हणा चेंडूने कुठून चोरलान् ? बहुधा शास्त्रानं शर्विलकाची करामत करून चेंडूला ही ठेव दिली असेल. हा चेंडू तयार केल्यावर आणि जमिनीवर सोडल्यावर कधी स्वस्थ राहणारच नाही. जरा वाऱ्याने दिशा बदलली की सुटला पळत हा त्याप्रमाणे. 'अशी चंचल वृत्ति दाखवून तो माणसा-लाही लाजवतो. वरं त्याला जमीन कुठलीही चालते. वाऱ्याच्या



निमित्ताला तो टेकलेला असतो. मोकळ्या मैदानात याला सोडून त्याचा पाठलाग करण्यात मौजच मौज येईल. त्याच्या पळण्यावरून वारा कोणत्या दिशेने वाहातो आहे हेही कळेल; अगदी

वान्याची शुळूक असली तरी. असा हा चेंडू करण्याची कृति देत आहे. प्रत्यक्ष करून पहा.

एकाद्या जाडसर डॉईंगच्या कागदांतून तीन चकत्या कापून काढा. त्यांचा व्यास साधारणपणे दीड इंच असावा. त आणि थ ह्या चकत्या ध या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे एकमेकांत बसवा. नंतर द चकती त्यांत बसवून चेंडू पूर्ण करा. न या चेंडूतील प्रत्येक कागद निराळ्या रंगाने रंगवलात तर चेंडू वान्याच्या दिशेने पळत असतांना गंमतच गंमत दिसेल.

हा चेंडू असा चंचल का ? नुसते डोके खाजवू नका, नीट विचार करा; खेळता खेळताच यातले शास्त्रीय सत्य तुम्हाला कळेल.

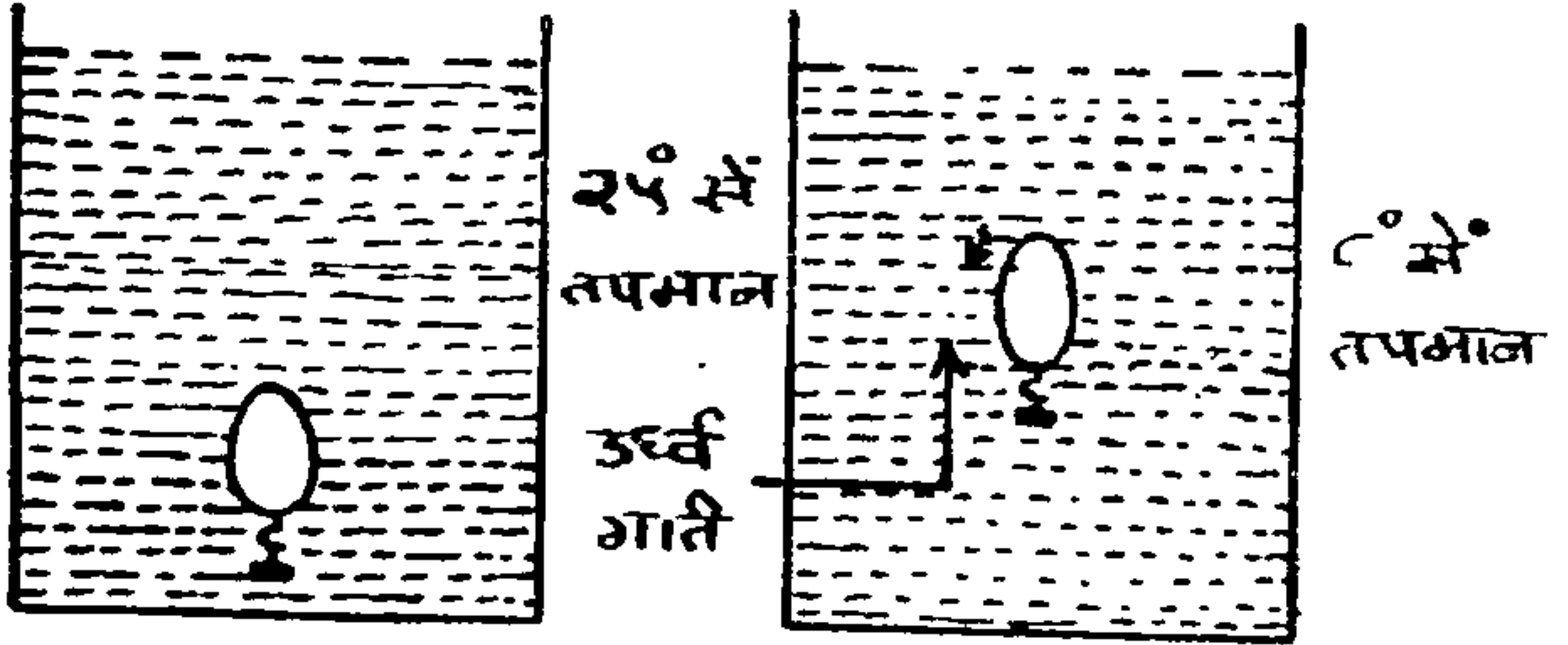
० ० ०

## १४

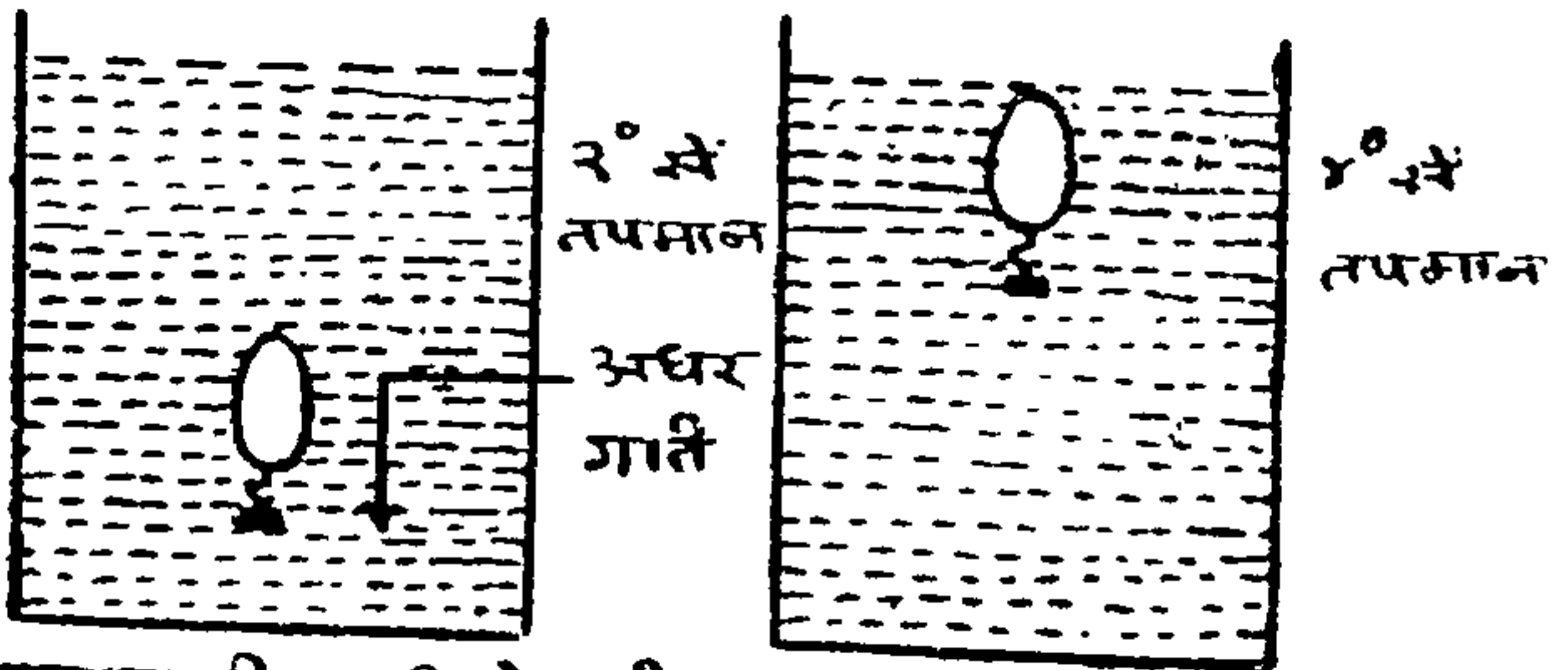
### लहरी पाणी आणि विचारे अंडे

एक मजेदार खेळ आज खेळायचा आहे. कोंबडीचे एक अंडे घेऊन त्याच्या दोन्ही टोकांना एक एक लहानसे भोकसे पाडा. अंड्याच्या आतला बलक अगदी काळजीपूर्वक काढायला या भोकशांचा उपयोग करा. अंड्याचे पोकळ कवच फक्त आता उरले. कवचाला असलेल्या दोन भोकशांपैकी एक भोकसे मेणाने

नीट बंद करा. दुसरेही भोकसे मेणाने बंद करताना त्या मेणात तारेचा एक लहानसा हूक घट्ट बसेल अशा तऱ्हेने बसवा आणि त्या हुकाला एक लहानसे शिशाचे वजन अडकवा. आपल्या खेळण्यातले एक उपकरण तयार झाले.



साण्याची जाटगारी घनता



साण्याची कमी होणारी घनता

एक मोठे काचेचे भांडे घेऊन त्यात पाणी भरा आणि त्यात आपण तयार केलेले अंड्याचे उपकरण सोडून द्या. शिशाच्या तुकड्याचे वजन अशा तऱ्हेने नीट जमवा की त्यामुळे हे अंड्याचे उपकरण भांड्याच्या तळाशी कसेबसे पोहोचेल. पोकळ अंड्यावर

असलेला पाण्याचा ऊर्ध्व दाब त्या शिशाच्या वजनाला तोलून धरतो.

आता पाणी भरलेले व अंडे तळाशी तरंगत असलेले काचेचे भांडे शीतपेटीत ( रेफ्रिजरेटरमध्ये ) ठेवा आणि त्या शीतपेटीचे काचेचे दार बंद करून त्यातून काय दिसते ते पाहा.

पाण्याचे तपमान हळूहळू कमी होऊ लागल्यावर तळाचे अंडे वजनासकट हळूहळू वर जाऊ लागेल. पाण्याच्या भांड्यात एक तपमापक टांगून ठेवलात तर पाण्याचे तपमानही किती आहे हे तुम्हाला कळेल.

पाण्याचे तपमान चार अंश सेंटिग्रेड होईपर्यंत अंडे पाण्यात वर पृष्ठभागाकडेच चढत असलेले तुम्हाला दिसेल. चार अंश सेंटिग्रेड तपमानाला ते थोडा वेळ स्थिर राहिल. पण तपमान चार अंशांच्या खाली जाऊ लागल्यावर अंडे पुन्हा आपला प्रवास चालू करील, पण तो वर नव्हे तर भांड्याच्या तळाकडे.

अंड्याची लहर अशी फिरली का ? का पाण्याचीच लहर फिरली. परस्परसंबंधित गोष्टी वेड्यावाकड्या अनपेक्षित वागू लागल्या की दोघापैकी कुणाची लहर फिरली हे सांगणे अवघड पडते नाही ?

खरे पाहिले तर सध्याच्या खेळाच्या बाबतीत पाण्याची लहर फिरली म्हणून अंड्याची लहर फिरली.

पाण्याचे तपमान कमी होताना त्याची घनता वाढत होती, त्यामुळे अंड्यावरचा त्याला वर ढकलू पाहणारा पाण्याचा उर्ध्व-दाबही वाढत होता. त्यामुळे तळाचे अंडे विचारे मुकाट्याने मान तुकवून वर पृष्ठभागाकडे पळत होते.

चार अंश तपमानाला पाण्याची लहर फिरली. चार अंशा-खाली तपमान जाऊ लागल्यावर पाण्याची घनता कमी होऊ

लागली आणि अर्थात अंड्यावरचा ऊर्ध्व दाब कमी होऊन त्याला पुन्हा तळाकडे पळण्याची आज्ञा झाली; आणि त्याने तळाकडचा प्रवास सुरू केला.

आहे ना मजेदार खेळ. पाण्याची होते लहर पण अंड्याला होतो त्रास. तुम्हाला मात्र खेळच खेळ.

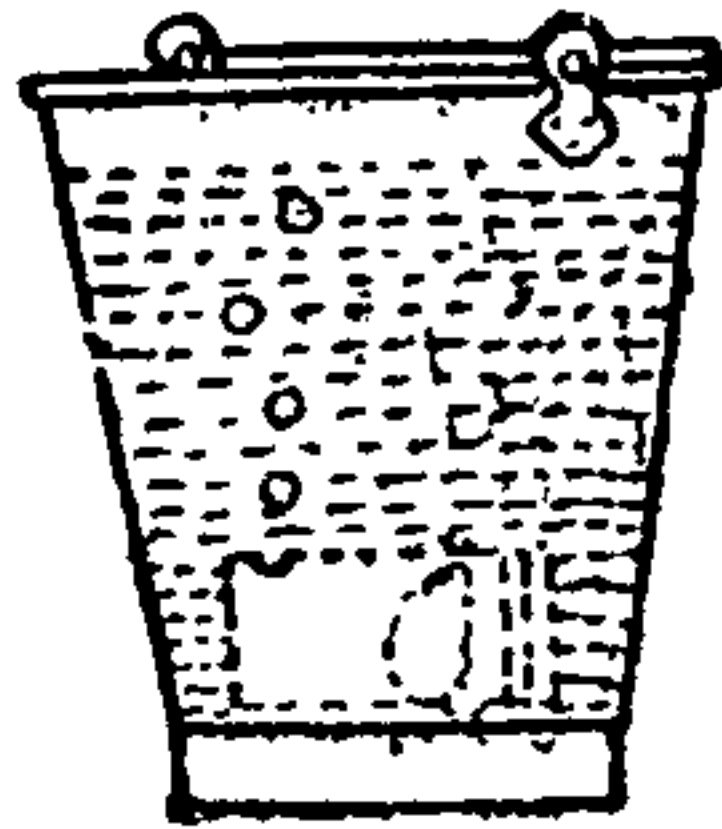
० ० ०

# १५

## कारंजे

टिनाचा एक डबा घ्या; बारकासा. सिगारेटचे टिन चालेल. त्याचे उघडे तोंड बंद करण्यासाठी नेहमीचा रबरी फुगाच वापरा म्हणजे असे करा. रबरी

फुगा बरोबर मध्यावर आडवा कापा आणि तळाकडचा तुकडा टिनाच्या उघड्या तोंडावर घट्ट बांधा.नंतर टिनाच्या तळा-



पासून साधारण पाव इंचावर उभ्या बाजूवर एक भोक पाडा.

बस् ! झाले तुमचे उपकरण तयार. ( एका जवळ एक अशी तीन चार भोके पाडली तरी चालतील. )

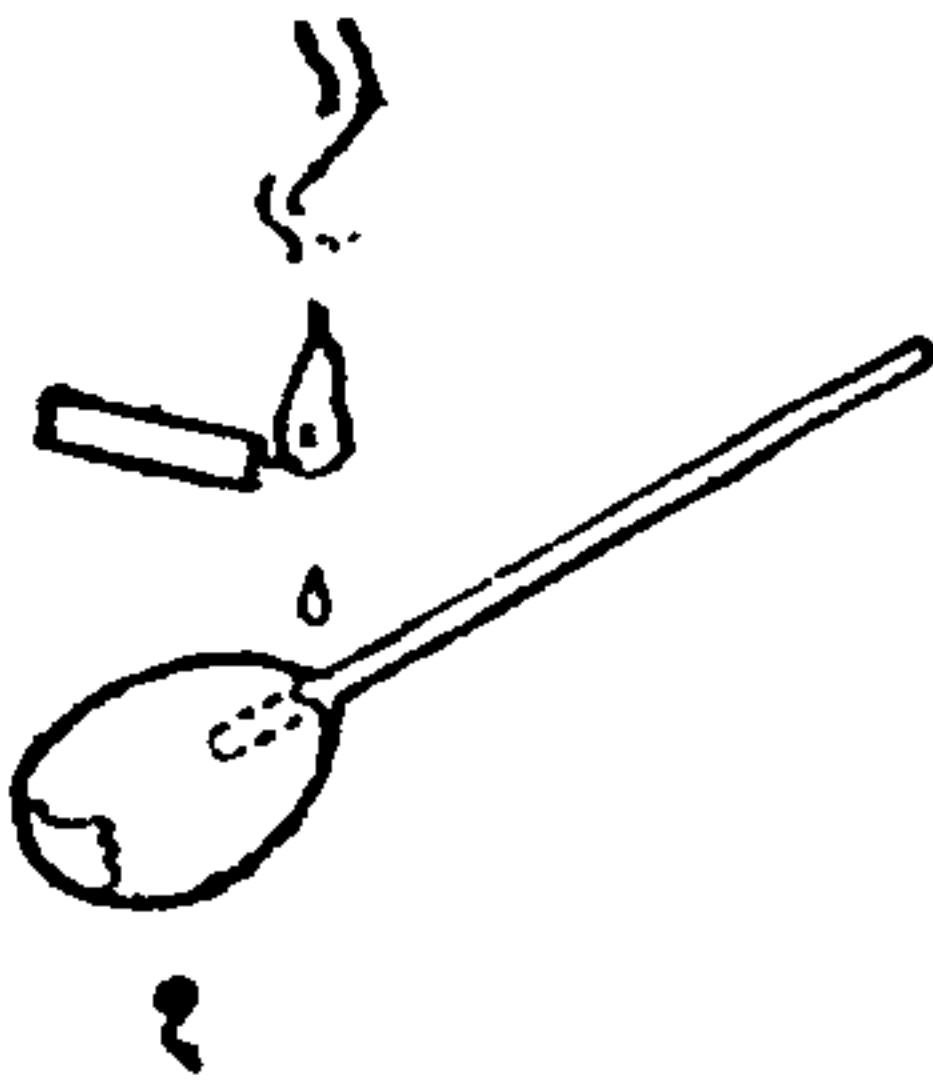
हें उपकरण चित्रात दाखवल्याप्रमाणे एका पाणी भरलेल्या बादलीत आडवे धरून बुडवा. टिनाच्या तोंडावर बांधलेले फुग्याचे रबर दुसऱ्या हाताने आत दाबा. टिनांतील हवा बुडबुड्याच्या रूपाने पूर्ण निघून जाऊन टिनांतील तिची जागा पाण्याने घेईपर्यंत असे करा. मग टिन बाहेर काढा. तुमचे कारंजे तयार झाले.

आता रबरावर हाताने जोराने दाब देऊन ते टिनात दाबा. टिनात भरलेल्या पाण्यावर दाब पडून तो दाब पाणी इतर ठिकाणी पोहोचवण्याचा प्रयत्न करील. अर्थातच टिनाच्या बाजूवर असलेल्या भोकातून बाहेर पडायला त्याला जागा असल्याने एकदम कारंज्याच्या रूपात ते बाहेर पडेल. एक भोक असेल तर एकधारी कारंजे. दोन, तीन असतील तर बहुधारी कारंजी उडतील. रंगीत पाणी असेल तर रंगीत कारंजे उडेल. साधा सोपा प्रयोग आणि त्याच्या मागे उभे असलेले पाण्याच्या दाबाचे कार्य हीच या प्रयोगाची वैशिष्ट्ये.

## विलयन दावाची किमया

पाणी जाते कुठून आत  
बलक राहिना मुळि अंड्यात ।

एक ताजे अंडे घ्या. त्याच्या त्यातल्या त्यात निमुळत्या असलेल्या बाजूला एक भोक पाडा, अगदी बेताने. आपण ज्याने सोडा लेमन पितो तशी गवती नळी जेमतेम बसेल इतकेच मोठे भोक असावे. नंतर अंड्याच्या दुसऱ्या टोकावरचे टरफल अशा तऱ्हेने काढावे की आतला पांढरा पापुद्रा फाटणार नाही व आतला बलक बाहेर येणार नाही. नंतर पहिल्या टोकाला पाडलेल्या भोकात एक गवती नळी बसवा आणि मेणाने ती तिथे पक्की करा. आपले उपकरण तयार झाले. आता हे अंडे, एका ग्लासमध्ये पाणी



घेऊन त्यात ठेवा. तासाभरातच अंड्यांतला बलक गवती नळीच्या वरच्या टोकातून बाहेर पडू लागलेला दिसेल. त्याचे असे होते की, अंड्याच्या दुसऱ्या

टोकाला असलेल्या पांढऱ्या पापुद्र्यातून पाणी अंड्यात शिरते

नाच. नाचणारा कवडसा निरनिराळ्या पलट्या घेत नक्षीदार नाचेल.

तुमच्या गाण्याच्या सुरांनी टिनांतली हवा नाचवली. तिच्यात कंपने निर्माण केली. त्यांनी ताणलेले रबर हुकमेबरहुकूम थरथरवले. त्याने आरशाला हालवले आणि आरशाने स्वतः वरून परावर्तित होणारा प्रकाश हालवला आणि कवडसा नाचवला. अशा तऱ्हेने आवाजाने प्रकाश नाचवला, अन् उपकरणाने किमया केली असे वाटले.

० ० ०

१८

## गोटीची सर्कस

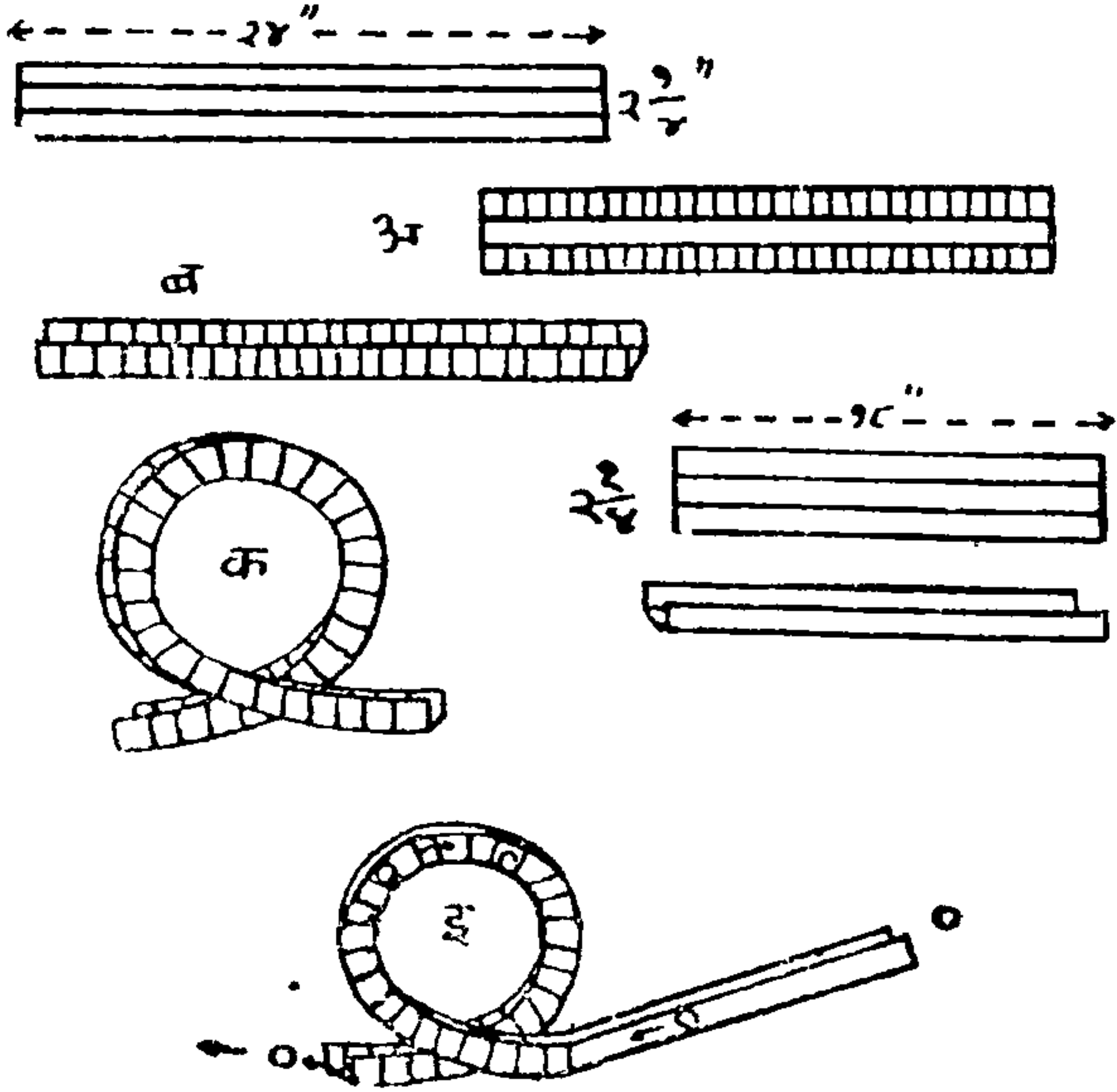
बघणाऱ्यांत पिकली खसखस

काचेची गोटी करते सर्कस ॥

एक चांगला जाडसर ड्रॉईंगचा कागद घ्या. त्याची चौवीस इंच लांब आणि सव्वा दोन इंच रुंद अशी एक पट्टी कापून काढा. या पट्टीवर लांबीला समांतर अशा रेषा मारून पट्टीवर तीन विभाग करा. कडेच्या दोन्ही विभागांवर एक एक इंच अंतरावर, रुंदीला समांतर अशा रेषा मारा— ( अ ) आणि कात्रीने त्या प्रत्येक रेषेवर कात्रा घ्या. अशा तऱ्हेने कापलेले कडेचे विभाग



घडी घालून मधल्या पट्टीला काटकोनात उभे करा. ( ब ) नंतर चित्रात दाखवल्याप्रमाणे ती कागदी पट्टी वाकवून पोकळ गाठ मारा. वाकवून तयार झालेले उपकरण डिकाने पक्के करा.



(क) या उपकरणाच्या एका टोकाला एक ड्रॉईंगच्या कागदाची पन्हळ लावा. ( इ ) या पन्हळीला उतार येईल अशा तऱ्हेने उपकरण ठेवा आणि त्या पन्हळीत एक काचेची गोटी सोडा. ती घरंगळत जाईल आणि उपकरणांतून चक्कर मारून, कोलांटी घेऊन, दुसऱ्या बाजूने बाहेर पडलेली दिसेल. गुरुत्वाकर्षणाला जणू काय दाद न देता या काचेच्या गोटीने जी कोलांटी मारली ती आश्चर्यजनक वाटते खरी. प्रत्यक्षात होते ते असे: पन्हळीच्या उतारामुळे गोटीला

आणि अंड्याच्या बलकाला जास्त पाणी हवे असल्याने ते तिथूनच बाहेर मात्र येऊ शकत नाही. अर्थातच त्यामुळे बलक अंड्यांत मावू शकत नाही आणि गवती नळीच्या वरच्या टोकातून बाहेर पडायला वाट असल्याने तो बाहेर पडू लागतो. या परिणामाला तर्षण-दमन ( ऑस्मॉटिक प्रेशर ) म्हणजे विलयनातील विरघळलेल्या पदार्थाचा दाब अथवा विलयनाचा दाब कारण असतो.

० ० ०

१७

गाण्याच्या तालावर नाचणारा कवडसा !

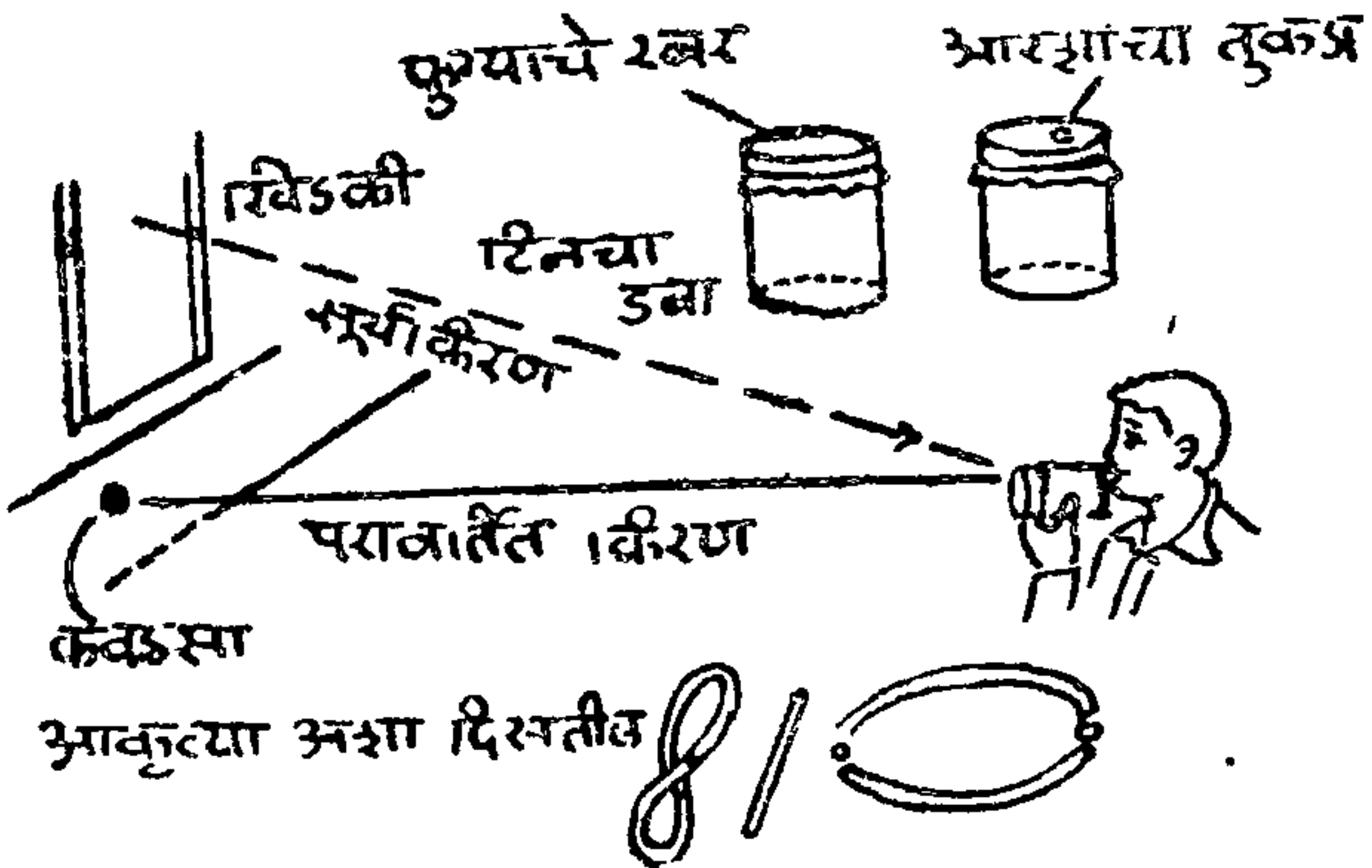
उपकरणाने किमया केली,  
आवाज कैसा प्रकाश हलवी ॥

हवेतील ध्वनिकंपने पहा ! प्रकाश ती तुम्हाला दाखवील !  
स्वतः नाचून आनंदाने दाखवील ! आता तुम्ही म्हणाल की,  
ही काय बुवा विचित्र सांगड ? प्रकाश आणि ध्वनि ? एकत्र ?  
अन् 'एकमेका साह्य करू' असे ? ठीक ! सांगा पाहू कसे  
ते ? ऐका हं !

सु. क...३

एखादे सिगारेटचे टिन घेऊन त्याच्या दोन्ही बाजू उघड्या करा. म्हणजे त्याचा तळ आणि झाकण, दोन्ही काढून टाका. एका बाजूवर रबरी फुग्याचे रबर ताणून बांधा व ती बाजू त्या योगाने बंद करा. आरशाचा अगदी छोटासा तुकडा सरसाने किंवा डिकाने ताणलेल्या रबरावर बाहेरील बाजूस टिनाच्या कडेजवळ चिकटवा, आपले उपकरण तयार झाले.

खिडकीतून येणाऱ्या उन्हाच्या तिरिपेत बसा. ज्या भिंतीत खिडकी आहे त्या भिंतीकडे तोंड करा. टिनचे मोकळे तोंड आपल्या तोंडाशी धरा. उन्हाची तिरिप टिनाच्या दुसऱ्या तोंडावर बसविलेल्या रबरावर चिकटवलेल्या आरशावर पडेल अशा तऱ्हेने ते टिन तोंडाशी धरा. आरशावरून परावर्तित झालेले सूर्यप्रकाशाचे



किरण भिंतीवर एक छोटासा कवडसा पाडतील. आता टिनच्या उघड्या तोंडांत तोंड घालून गाण्याचे सूर काढा. भिंतीवर पडलेला सूर्यप्रकाशाचा कवडसा निरनिराळ्या तऱ्हेने कंप पावत असलेला, नाचत असलेला तुम्हाला दिसेल. जसा आवाज तसा

बोटीच्या शेपटात बसविलेला पंखा जोराने फिरून पाणी कापू लागतो व बोट क्षपाट्याने जलसंचार करू लागते. सुकाणूने योग्य ती दिशा मिळून तो सहल करून परत येते.

२०

## अधांतरी नळातून अखंड जलप्रवाह !

पाण्याच्या टाकीला जोडलेल्या नळातून पाणी येणे यांत अद्भुत काहीच नाही. कारण पाण्याचे उगमस्थान आपल्याला माहित असत. पण या प्रयोगाची करामत ती हीच की कुठल्याही दृश्य टाकीला न जोडलेल्या व केवळ एका तारेने टांगून ठेवलेल्या नळातून सतत पाणी वाहात असलेले दाखविणे आणि बघणाऱ्यांना चकीत करून सोडणे.

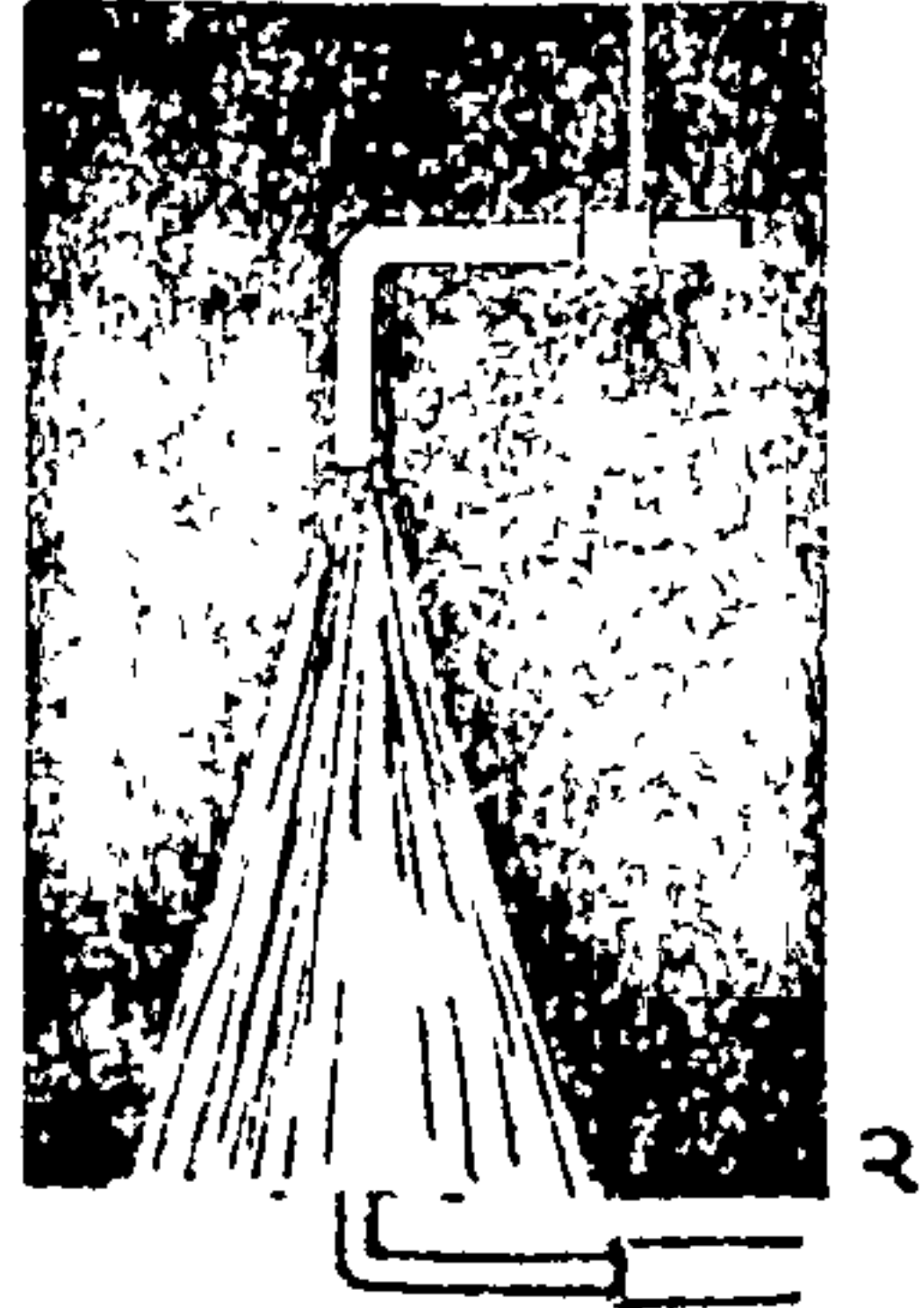
अशा अनंत, आणि अखंड जलप्रवाहाची करामत कशी घडवायची ते गुपित आता तुम्हाला सांगतो.

निरनिराळ्या व्यासांच्या दोन काचेच्या नळ्या घ्या. एक दुसऱ्यात सहज जाऊ शकेल व आजूबाजूला थोडी जागा राहिल, इतका त्या दोघांच्या व्यासात फरक असावा. दोन्ही नळ्या काट-

-कोनांत वाकवून घ्याव्यात आणि वाकवताना त्या समभुज राहाणार नाहीत अशी काळजी घ्यावी. ( चित्र पाहा ).



१



२

नंतर जास्त व्यास असलेली नळी एका तारेने टांगून ठेवावी ( चित्र पाहा ) व दुसरी नळी एका लांब रवरी नळीने नळास जोडावी. तो नळ लोकांना न दिसेल अशा ठिकाणी असावा. तसेच ती रवरी नळी आणि काचेच्या नळीचा लहान भुज ही सारी जमिनीत पुरून दिसणार नाहीत अशी काळजी घ्यावी. या नळीचा लांब भुज मात्र अगदी काळजीपूर्वक जमिनीला काटकोनांत उभा करून टांगलेल्या काचेच्या नळीत त्या भुजाचे टोक बेमालूम बसवावे. नंतर नळाची तोटी उघडून पाण्याचा प्रवाह सुरू करावा. थोड्या वेळाने टांगलेल्या काचेच्या नळीतून पाण्याचा प्रवाह सुरू झालेला दिसेल. ही सर्व व्यवस्था पूर्ण झाल्यावरच आपल्या मित्रांना हा प्रयोग दाखवा. नाहीतर तुमची करामत उघडी पडेल. जलप्रवाहाच्या आदि व अंताचा शोध लागून तुमच्या गंमतीचा अंत मात्र शोकान्त होईल. या प्रयोगातली शास्त्रीय

जो वेग येतो व त्यामुळे तिला जी शक्ती प्राप्त झालेली असते, त्या शक्तीच्या जोरावरच ती गोटी गाठीची कमान चढून उपकरणाच्या वरच्या भागात जाते. तिथे तिची शक्ती संपली तरी पुढे उतारच असल्यामुळे त्या उतारावरून पुन्हा घरंगळत येऊन ती उपकरणाच्या दुसऱ्या टोकातून बाहेर पडते. निरनिराळ्या वजनाच्या गोटाचा वापरून हा प्रयोग करून बघता येईल. पन्हळीचा उतार कमी जास्त करूनही होणारा फरक अजमावता येईल. आपल्या मित्रांना ही गोटीची अजब सर्कस दाखवून चकीत करा.

० ० ०

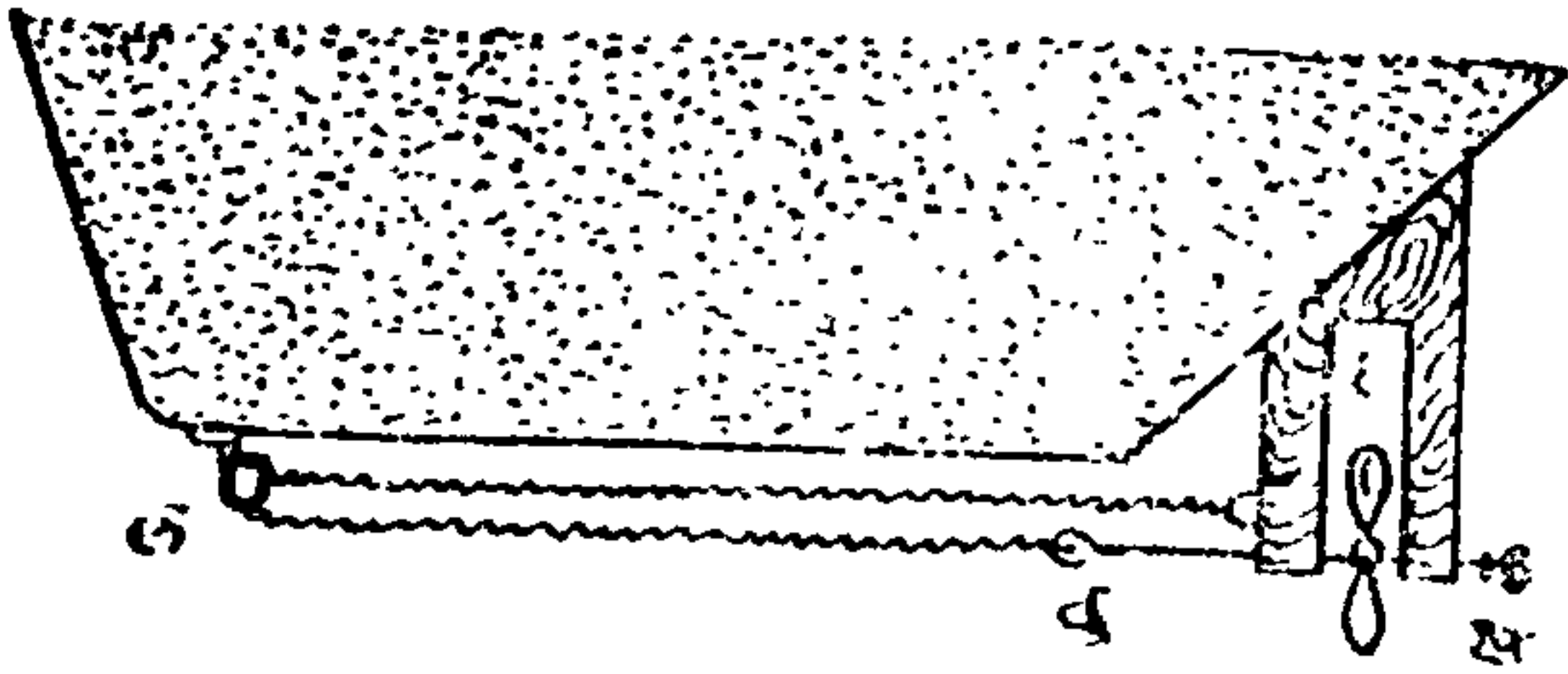
# १९

## स्वयंचलित जहाज

तुम्ही तयार केलेले जहाज जर एखाद्या वाफेच्या बोटीप्रमाणे पाण्यातून सफाईने पाणी कापत पळू लागले तर मजा वाटेल ना तुम्हाला ? मग अशीच बोट तुम्ही पुढीलप्रमाणे तयार करा.

आधी चित्रात दाखविल्याप्रमाणे एक लाकडी बोट कापून घ्या. नंतर तिच्या शेपटाकडील भागातून 'र' ही खाच कापून काढा. नंतर त्या शेपटावर एक पितळी पत्र्याचा तुकडा दारीक चुकांनी बसवा. हा तुकडा थोडासा मोठाच घ्या आणि शेपटाच्या थोडासा

खालीपर्यंत येईल अशा तऱ्हेनेच तो शेवटावर बसवा. नंतर एक लहानसर लोखंडी सळई पितळी पत्र्याच्या खालपर्यंत पसरलेल्या भागात चित्रात दाखविल्याप्रमाणे बसवा व त्या सळईला एका वाँशरच्या साहाय्याने एक धातूच्या अंगठीचे हँडल बसवा (चित्रातील 'क्ष' प्रमाणे). त्या सळईत एक धातूच्या पत्र्याचा पंखा



ओवून बसवा आणि मग वर सांगितलेली कृति करा. त्या सळईला असलेल्या हुकात, ( 'व' मध्ये ) एका रवराच्या पट्टीचे ( चिवट अन् पातळ ) एक टोक अडकवा. बोटीच्या तळाच्या दुसऱ्या टोकाशी एक कप्पी बसवा ( 'ल' ) आणि रवरी पट्टी त्या कप्पी-वरून नेऊन चित्रात दाखविल्याप्रमाणे बोटीच्या शेपटीला लावलेल्या हुकात त्या पट्टीचे दुसरे टोक अडकवा. इतक्या खटपटीनंतर आपल्याला हवी असलेली स्वयंचलित बोट तयार झाली.

बोट पाण्यात सोडण्याआधी 'क्ष' या हँडलने रवरी पट्टीला पीळ द्या. नंतर बोट झटकन् पाण्यात ठेवा आणि हँडलचा हात सोडा. बोट झपाट्याने पाणी कापत हिंडू लागेल. बोटीचे सुकाणू योग्य कोनाने ठेवल्यास बोट सहल करून तुमच्याकडे परत येईल.

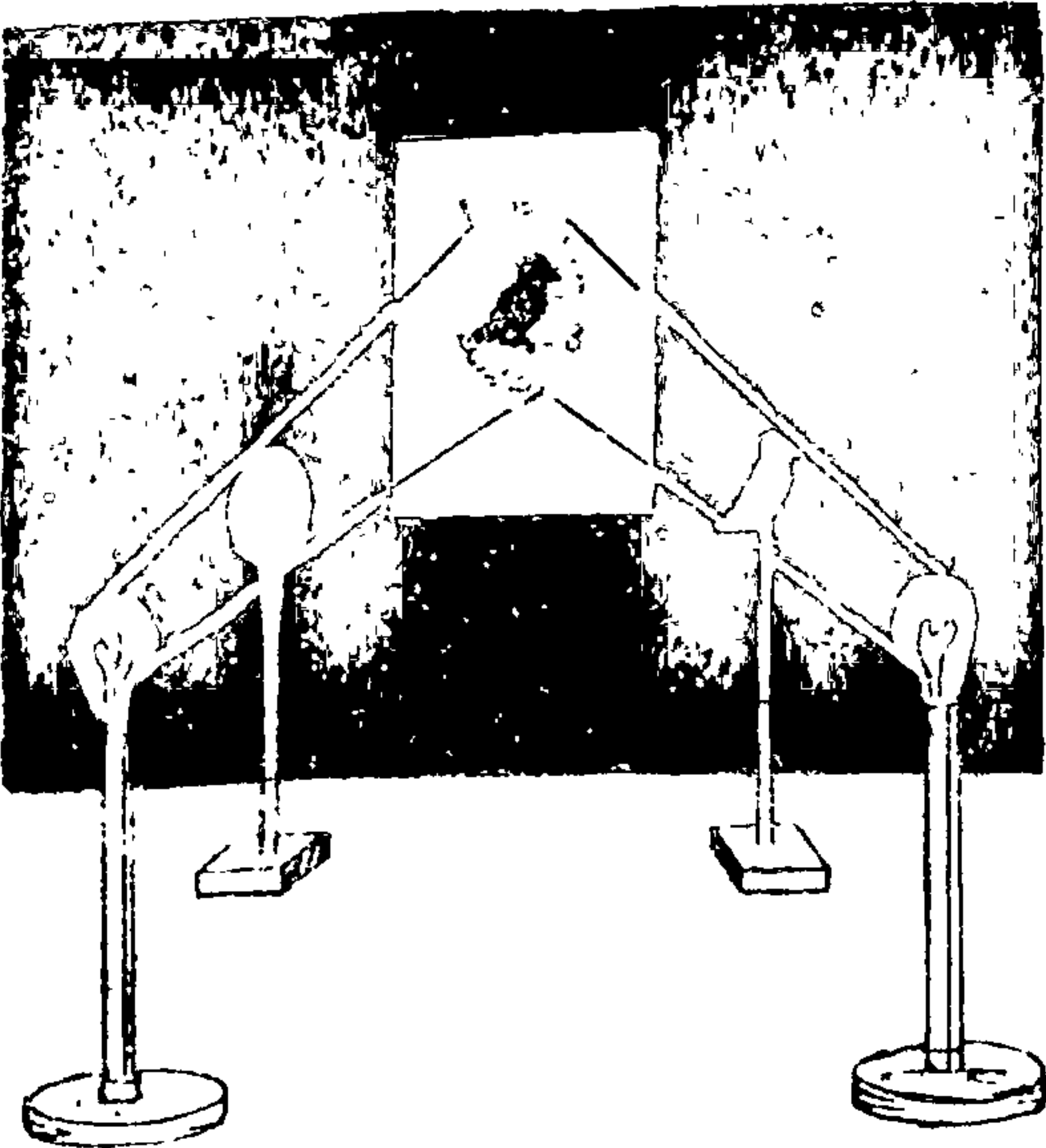
रवराच्या पट्टीला दिलेला पीळ ही करामत करतो. बोट पाण्यात सोडल्याबरोबर तो पीळ सुटू लागतो आणि त्यामुळे

२२

## आधीं अंडे कीं आधीं कोंबडी

आधीं अंडे कीं आधीं कोंबडी ?  
प्रकाश दाखवी गंमत बडी ॥

छायाप्रकाशाच्या खेळातून एक मनोरंजक प्रयोग आपल्याला दाखवतां येईल. एका चौकोनी पुठ्याच्या मध्यभागीं एक चौकोनी





भोंक पाडा. नंतर पांढऱ्या स्वच्छ कागदावर व्हॅसलीन लावून पारदर्शक तेलकागद तयार करा आणि तो त्या चौकोनी भोंकावर चिकटवा. हा चौकोनी पुठ्या पडद्यासारखा टेवलाच्या कडेवर उभा करा. या पडद्याच्यामागे टेवलावर शेड न लावलेले दोन टेबललॅम्प चित्रांत दाखविल्याप्रमाणे ठेवा. त्याचप्रमाणे एक अंडाकृति कापलेला पुठ्याचा तुकडा आणि एक कोंबडीच्या पिलाची आकृतीहि चित्रात दाखवल्याप्रमाणे दिव्यांच्या आणि पडद्याच्यामध्ये ठेवा. एका दिव्याने अंड्याची छाया तेलकागदावर पडेल आणि दुसऱ्या दिव्याने कोंबडीच्या पिलाची छाया तेलकागदावर पडेल. फक्त एकच दिवा लावून अंड्याची छाया तेलकागदावर पाडा आणि विचारा 'आधीं अंडे ?' आणि मग तो दिवा बंद करून दुसरा लावा आणि पिलाची छाया तेलकागदावर पाडून विचारा 'की आधीं कोंबडी ?' मग दोन्ही दिवे एकदम लावून दोन्ही छाया एकदम तेलकागदावर पाडा आणि म्हणा 'मग आपले नेहमींप्रमाणे अंड्यांतच कोंबडी बरी.' खरोखरच पडद्यावर तुम्हांला, अंड्याच्या घूसर अशा पडछायेंत कोंबडीचें पिल्लू वसलेले दिसेल. पडद्यासमोर वसणाऱ्यांना हा प्रयोग गमतीचा वाटेल.

नाहीतर असेहि करता येईल. पहिल्यांदा अंड्याची छाया तेलकागदावर पाडून, 'त्यांत पिल्लू आहे कीं नाहीं हें दाखविणारा दिवा, क्ष-किरण दिवाच म्हणाना मी शोधून काढला आहे' असे बोलून कुतुहल वाढवा. नंतर दुसरा दिवा लावून पिलाची छाया पाडून अंड्यांत पिल्लू आहे आणि ते तुमच्या क्ष-किरणांनी दिसले असे सांगा. पिलाची आकृति वसविलेल्या काठीच्या पायाला चाके लावून त्याला दोरी बांधून जर ती काठी तळापासून ओढली तर

गंमत काही सांगण्याची आवश्यकता नाही. ती तुम्ही प्रयोगाची रचना करतानाच जाणली आहे.

० ० ०

२१

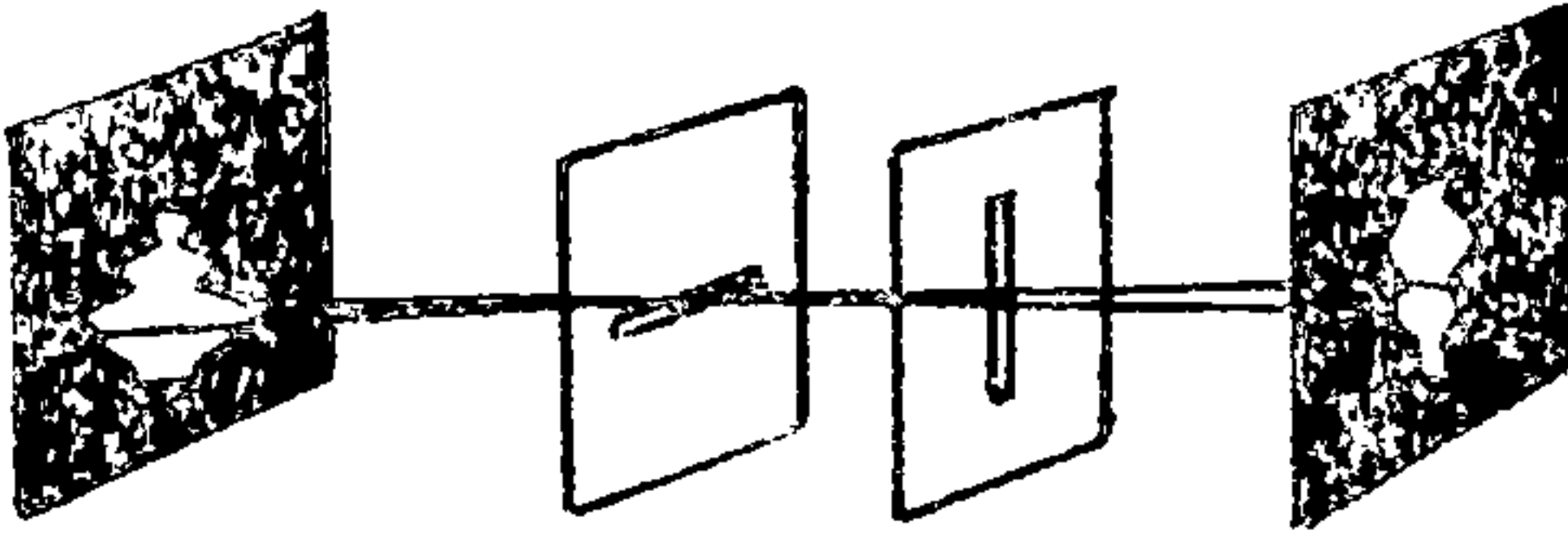
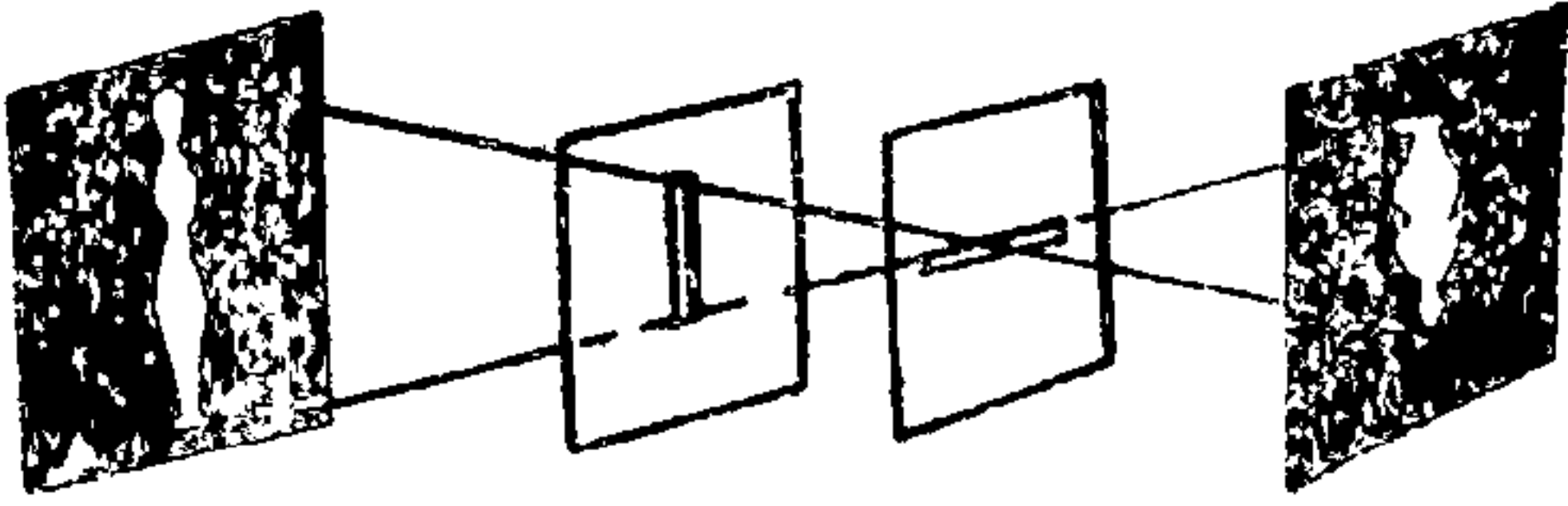
## कॅमेऱ्याची करामत

आडवे दार नंतर उभे दार  
 उंची त्याची वाढली फार ।  
 आडवे करा अन् उभे टाका आडवे  
 जाडी त्याची वाढली इतकी  
 की त्याला नाही पार ॥

ही सगळी विशिष्ट तऱ्हेने बनविलेल्या कॅमेऱ्याची करामत आहे. या कॅमेऱ्यांत भिंगाऐवजी उभी भेग वापरलेली असते. आता कॅमेऱ्याच्या पडद्यावर आपल्याला जर व्यंगचित्रे मिळवावयाची असलीं तर प्रत्यक्ष वस्तु व्यंगयुक्त असण्याचे कांही कारण नाही. कॅमेऱ्यातच भिंगाच्या जागी आधी आडवी भेग व नंतर उभी भेग अशी रचना केली तर आपल्या कॅमेऱ्याच्या पडद्यावर वस्तूची उंचच उंच छाया पडून वस्तू रोडावलेली वाटेल (चित्र १ ले) आधी उभी

भेग व नंतर आडवी भेग अशी रचना केली तर वस्तूचें जाडजूड अगदी लठ्ठंभारती छायाचित्र तुम्हांला कॅमेऱ्याच्य पडद्यावर दिसेल (चित्र २ रे). जसा ज्याला वाव दिला तशी त्याने करामत दाखवली. शेवटी ज्याचा अधिकार त्याप्रमाणेच त्याचा शेवटी प्रभाव. उभी भेग रचनेत शेवटीं असलीं की उंचीकडून जाणाऱ्या प्रकाश-

चित्र १

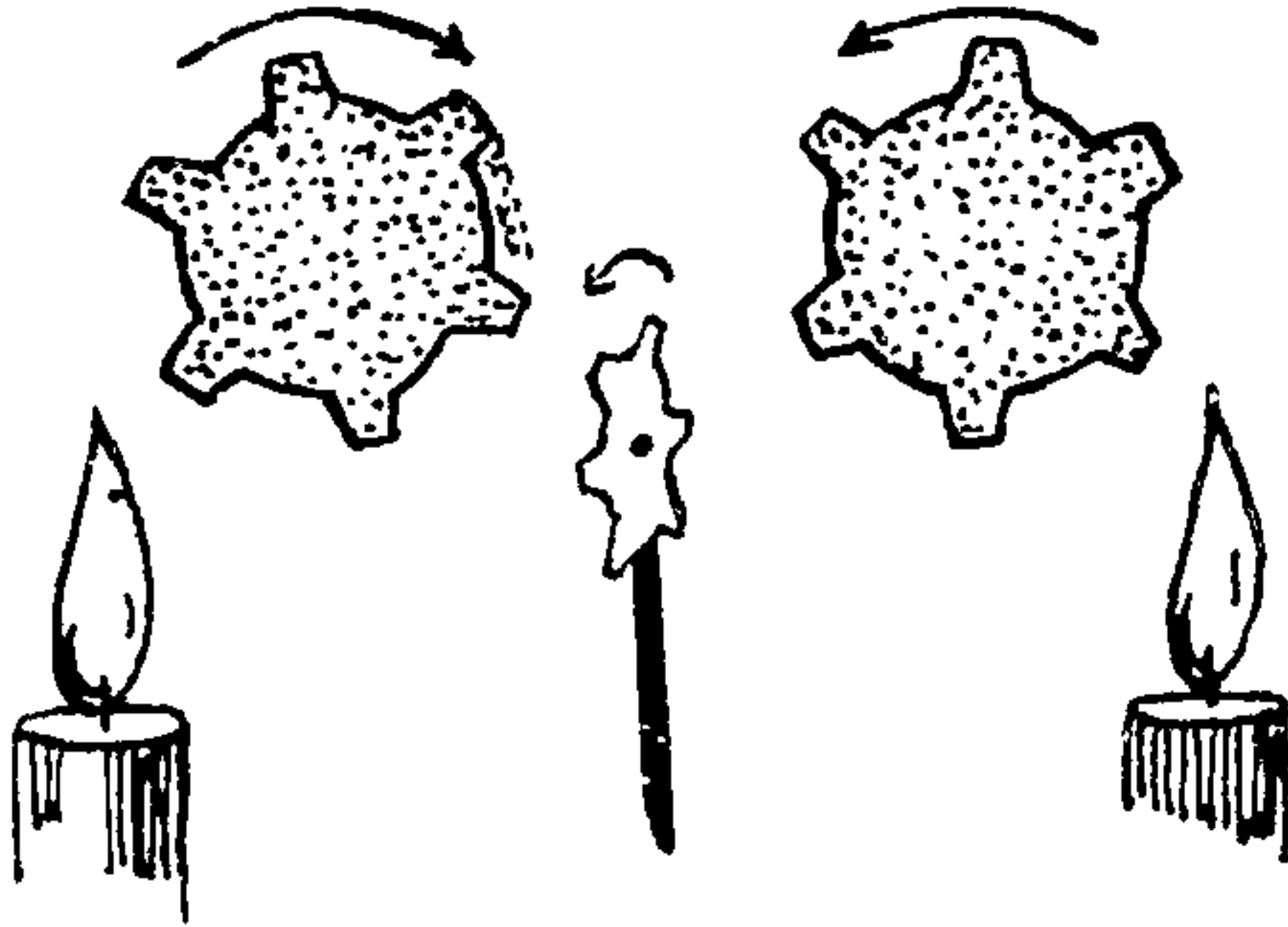


चित्र २

किरणांना विस्ताराला वाव मिळून वस्तूचें छायाचित्र उभंटे होते तर आडवी भेग नंतर आली तर रुंदीकडून जाणाऱ्या प्रकाशकिरणांना विस्तार मिळून छायाचित्र रुंदीत जास्त असल्याने ते लठ्ठ व जाडजूड दिसते. माणसांची, प्राण्यांची, छायाचित्रे फारच विनोदी दिसतील असा कॅमेरा वापरल्याने. बघा आता तुम्हीच आणखी काही गमती करून. उभ्या, आडव्या तिरप्या भेगा भिंगाच्या जागी वापरून काय दिसते तें बघा.

## एकाच चक्राच्या दृष्टी छाया

एकाच वस्तूच्या दोन छाया एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेने हलतात हे कुणी सांगितलं तर आपल्याला खोटं वाटेल की नाही ? पण एका अगदी साध्या उपकरणाचा वापर करून हा मजेदार खेळ आपण खेळू शकतो.



एखाद्या पातळसर पुठ्याचे आठ इंच व्यासाचे एक काटकोनी दाते असलेले चक्र मोठ्या पुठ्यांतून कापून घ्या. आणि तें एका उभ्या काठीवर टाचणीने, त्याच्या केंद्राच्या ठिकाणी सैलसर पण अगदी पक्के टाचून टाका. असे टाचल्याने ते चक्र केवळ फुंकर घालूनहि गरगरं फिरवता येईल. नंतर चित्रात दाखविल्याप्रमाणे भितीशी समांतर ठेवलेल्या दोन जळत्या मेणबत्यांच्या बरोबर मध्ये त्यांच्यापेक्षां भितीच्या थोडीशी जवळ, अशी ही चक्रधारी

काठी उभी करा. मेणवत्यांच्या उजेडामुळे त्या चक्राच्या दोन छाया भिंतीवर पडतील. उजवीकडच्या मेणवत्तीमुळे डावीकडच्या बाजूला छाया पडेल आणि डावीकडच्या मेणवत्तीमुळे उजवीकडच्या बाजूला छाया पडेल. आतां मेणवत्या विझणार नाहीत अशा तऱ्हेने हळूच त्या चाकावर फुंकर घाला की चक्र फिरू लागेल. भिंतीवर पडलेल्या छायांच्याकडे पाहा. चित्रात दाखविल्याप्रमाणे एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेने त्या फिरतील. यासाठी चक्र मात्र भिंतीशी काटकोनांत उभे केले पाहिजे.

( चक्र जर मेणवत्यांच्या मध्ये थोडेसे भिंतीजवळ भिंतीशी समांतर धरले तर त्याच्या भिंतीवर ज्या दोन छाया पडतील त्या छाया मात्र चक्र ज्या दिशेने फिरेल त्याच दिशेने म्हणजे एकाच दिशेने फिरतील. )

आपल्याला हे जे छायांचे जगावेगळे वागणे दिसते ते खरे पाहिले तर अगदी गणित सिद्धान्ताला अनुसरून आहे.

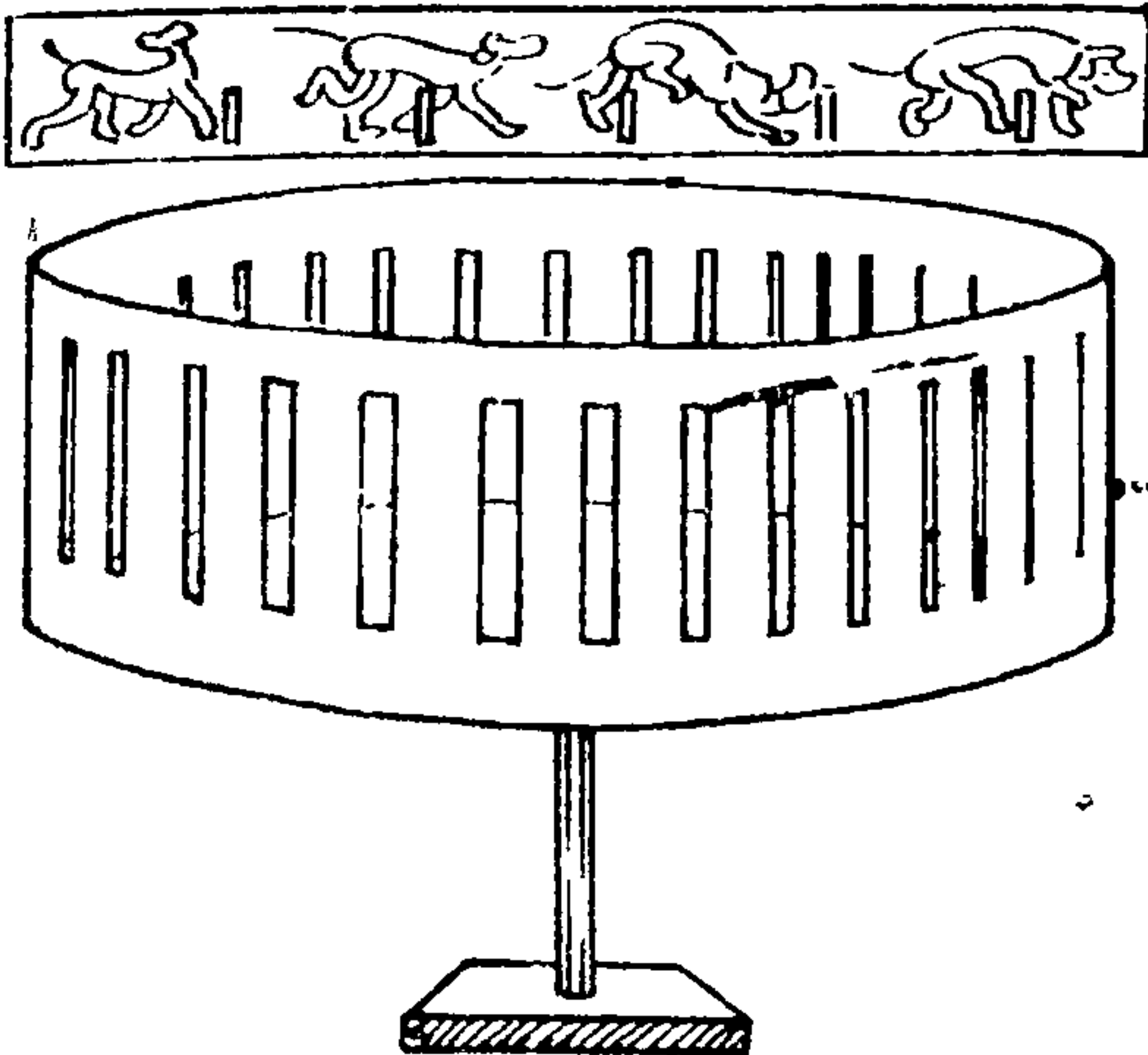
दोन्ही मेणवत्यांनी फेकलेल्या प्रकाश शंकूचे छेद एकाच चक्राने घेतल्याने भिंतीवर ज्या छाया पडल्या त्यांना गणित शास्त्रात अपोलोनियस 'छेदा' च्या छाया म्हणतात. एकाच वस्तूच्या अशा छाया एकमेकांच्या विरुद्ध हलतात.

डोळ्यांदेखता अंडे न फोडतां पिल्लू खुशाल अंड्याबाहेर पडद्याच्या काळोखांत गेलेले दिसेल. ही छायाप्रकाशाची किमया. शास्त्र न जाणणाऱ्यांना या प्रयोगांत जास्त गंमत वाटेल.

# २३

## घरगुती सिनेमा

भ्रमणगति आणि दृष्टिसातत्य या तत्त्वांचा वापर करून घरच्या-घरी सिनेमाचा खेळ खेळतां येतो.

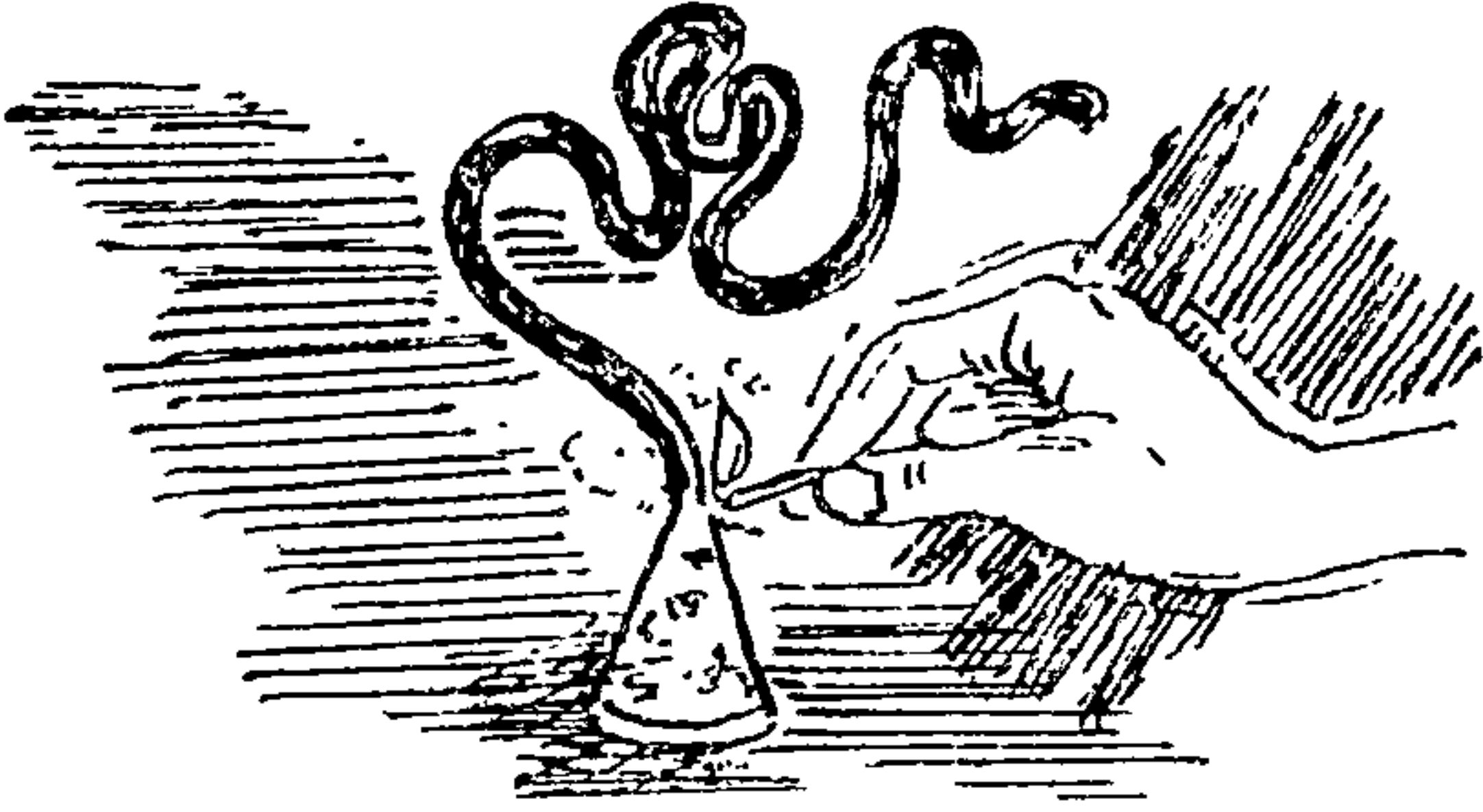


पातळशा पुठुचाची रुंदशी पट्टी घेऊन त्याचें एक नळकांडे तयार करा. त्यावर सारख्या अंतरावर लांबट चौकोनी पट्ट्या कापून काढा. हे नळकांडे जमिनीशी काटकोनांत असलेल्या आसावर जमिनीशीं समांतर वर्तुळाकार फिरवतां येते. आंतल्या बाजूनें, बाँक्सिंग करणारी माणसे, उड्या मारीत जाणारा कुत्रा, दोरीवरून उड्या मारणारी मुलगी अशा तऱ्हेची चित्रें काढलेली एकामागून एक होणाऱ्या सर्व हालचाली क्रमशः दाखवणारी चित्रांची पट्टी लावली म्हणजे आपला सिनेमाचा खेळ तयार झाला. नळकांडे वेगाने फिरवले कीं, सिनेमासारखीं चलचित्रे आपल्याला दिसतात. सिनेमात ज्याप्रमाणें सारख्या मध्यंतराने प्रकाशकिरण छेदले जातात त्याचप्रमाणे याहि खेळांत सारख्या मध्यंतरानें असलेल्या नळकांड्यावरील भेगांनी तें काम होते, आणि म्हणून सिनेमासारखा चलचित्राचा भास आपल्याला होतो आणि घरच्या घरी सिनेमाचा खेळ खेळता येतो.

जाड पुठुचाच्या दोन मोठ्या चकत्या वापरूनहि हा खेळ खेळता येतो. एक चकती काळी रंगवावी आणि दुसरीवर पांढरा कागद चिकटवावा. क्रमशः हालचाली दाखवणारीं चित्रें पांढऱ्या चकतीवर क्रमशः (वर्तुळाकार) चिकटवावीत काळ्या चकतीवर सारख्या अंतरावर वर्तुळाकार लांबट चौकोनी पट्ट्या कापून काढाव्या. प्रत्येक पट्टी कापून तयार झालेल्या भेगेच्या मध्यभागीं एक एक चित्र याचें याप्रमाणे पट्ट्या कापून काढाव्या. एका धातूच्या सळईवर या दोन्ही चकत्या त्यांच्या केंद्रातून सळई ओवून सळईच्या टोकाला बसवाव्या. पांढरी चकती वेगाने फिरवली की, काळ्या चकतींत असलेल्या भेगांच्या योगाने आपल्याला, आधीं वर्णन केलेल्या तत्त्वाप्रमाणेंच, चलचित्राचा भास होतो. आधींच्यापेक्षां हें उपकरण जास्त सोपें आहे.

## बिनविषारी रासायनिक साप ✓

बिनविषारी रासायनिक साप निर्माण करण्यासाठीं पुढील-  
प्रमाणें कृति करून पाहण्यासारखी आहे.



पोटॅशियम बायक्रोमेट, पोटॅशियम नायट्रेट आणि साखर हीं तिन्ही रसायनें वस्त्रगाळ पूड करून घ्यावीत. नंतर दोन भाग बायक्रोमेट, एक भाग नायट्रेट आणि एक भाग साखर यांचे अगदी एकजीव मिश्रण करावे. जाड कागदाचा वारका शंक तयार करून त्यांत हें मिश्रण ठासून गच्च भरावे आणि त्याचें तोंड बंद करावे. ज्या वेळीं रासायनिक साप निर्माण करायचा असेल त्या वेळीं त्या नसराळ्याचे टोक पेटवा. बिळांतून एखादा साप बाहेर निघावा त्याप्रमाणें राखेचा साप हळहळू नसराळ्याच्या टोकातून बाहेर पडतो.



शोभेच्या दारूच्या दुकानांत मिळणारी साप देणारी कांडी ही पाऱ्याच्या एका विषारी संयोगाची केलेली असते. म्हणून धोका टाळून गंमत पाहण्यासाठी वरीलप्रमाणे विनविषारी साप तयार करण्याचा प्रयोग करून पाहण्यासारखा आहे.

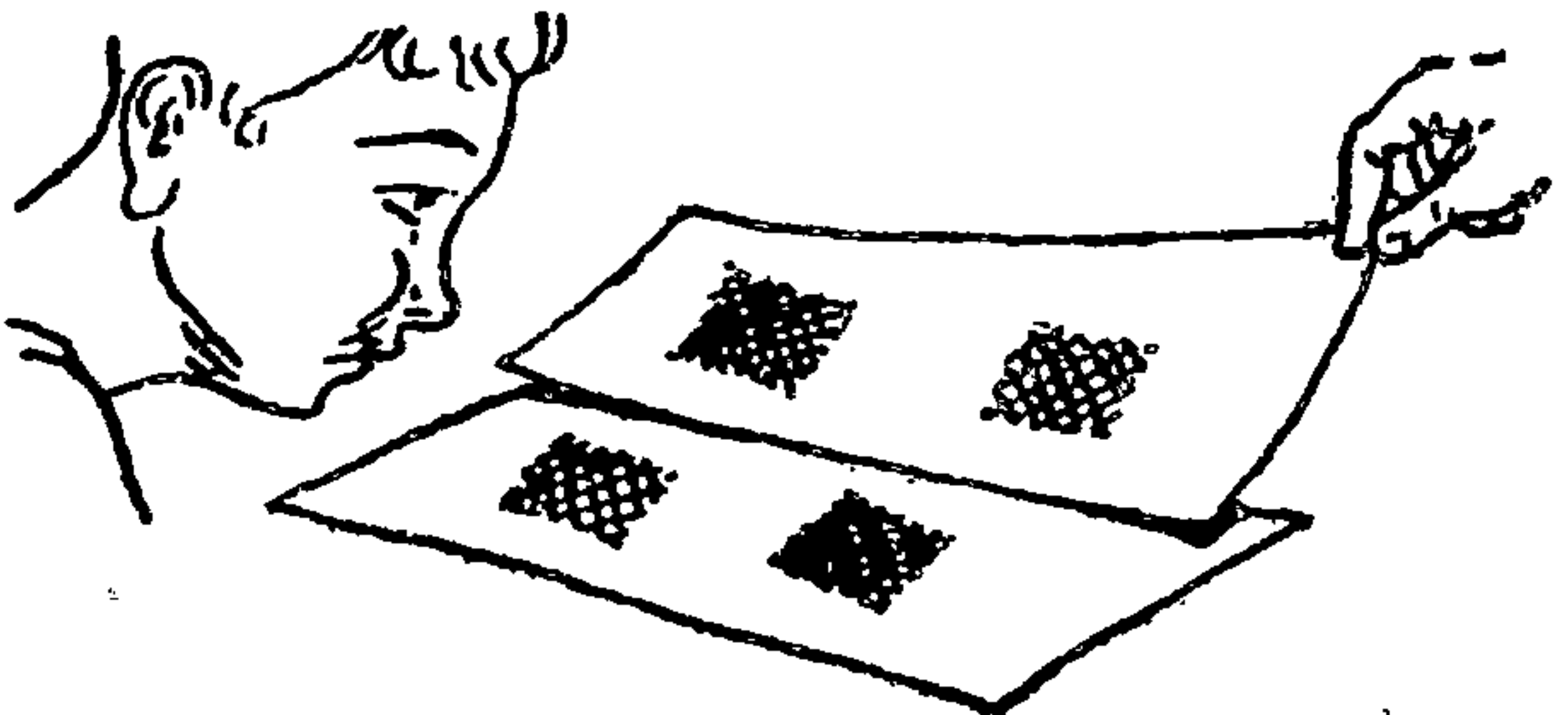
० ० ०

२६

रंगाळणाऱ्या छाया

हा प्रयोग आपल्याच दृष्टीच्या खेळांवर आधारलेला आहे.

पुठ्याचे तीन सारखे तुकडे घेऊन एकावर पिवळ्या रंगाचा कागद चिकटवावा, दुसऱ्यावर निळ्या रंगाचा कागद चिकटवावा आणि तिसऱ्यावर तांबड्या रंगाचा कागद चिकटवावा. नंतर हे



पुठ्याचे तुकडे एका पुठ्याचे पट्टीवर शेजारी शेजारी चिकटवा. नंतर या तिन्ही तुकड्यांकडे थोडा वेळ टक लावून पाहा. साधारण एक मिनिटभर असे पाहिल्यानंतर एकदम पांढऱ्या कागदाची एक पट्टी पुठ्याच्या पट्टीवर सरकवून रंगीत तुकडे डोळ्यासमोरून एकदम नाहीसे करा. तुम्हाला मूळ रंगीत तुकड्यांच्या पांढऱ्या कागदावर त्या त्या रंगांचे पूरक-रंग (Complementary colours) दिसू लागतील. या मूळ रंगीत तुकड्यांच्या रंगाळणाऱ्या छाया असतात.

या तत्वावर आधारलेला रंगीत छायांचा पुढील प्रयोग करून पाहा.

एक फूटपट्टी भितीपासून दोन फूट अंतरावर उभी करा आणि दोन सारख्या तीव्रतेचे बॅटरीवर चालणारे इलेक्ट्रिकचे दिवे अशा तऱ्हेने उभे करा की, पट्टीच्या छाया भितीवर पडतील आणि त्या छाया अंशतः एकमेकावर आक्रमण करून एक संयुक्त छाया तयार करतील. म्हणजे त्या संयुक्त छायेत एकूण तीन भाग दिसतील. मध्ये पूर्ण काळी छाया आणि तिच्या दोन्ही बाजूला अर्धकृष्ण छाया. या अर्धकृष्ण छायांची तीव्रता सारखी राहिल अशा तऱ्हेने दिव्यांची रचना करा.

एका दिव्यासमोर तांबडी काच धरली की छाया एकदम तांबडी-हिरवी दिसू लागेल. छायेतील हिरवा रंग दृष्टिभ्रमामुळे दिसणाऱ्या रंगाळणाऱ्या छायेचा परिणाम आहे. त्या दिव्यासमोर निळी काच धरली की छाया निळी-पिवळी दिसते. कुठल्याहि रंगाची काच वापरली की अर्धी छाया त्याच रंगाची आणि अर्धी छाया पूरक रंगाची दिसेल.

प्रकाश हा लहरींचा बनलेला असतो. प्रकाश फेकणारे दोन बिंदू असले तर प्रकाशलहरी ज्या वेळी भितीवर पडतात त्या वेळी एका बिंदूपासून निघणारी प्रकाशलहरीतील टेकडी दुसऱ्या बिंदूपासून निघणाऱ्या प्रकाशलहरीतील खड्याशी संयुक्त झालीं की, त्या एकमेकांचा परिणाम नाहीसा करून प्रकाशहीन काळे प्रदेश निर्माण करतात. आणि त्यामुळे भितीवर सारख्या अंतरावर काळपट्टे निर्माण होतात. हाहि प्रयोग करून पाहण्यासारखा आहे. या प्रयोगासाठी अगदीं बारीक दिवे जास्त उपयोगी पडतात.

० ० ०

२७

एक उपयुक्त हवामानदर्शक ✓

एक पाऊण इंचाची दहा इंच लांब काचेची नळी घेऊन ती एका बाजूने बंद करा. एका जाड पुठ्यावर ती पऱ्याच्या पट्टीने बसवून पक्की करा. त्या पुठ्याला एक दोरी बाधून तो भितीवर टांगता येईल असें करा. बंद केलेली नळीची बाजू जमिनीकडे असावी. आतां खालील पदार्थ घेऊन एक विलयन तयार करा.



शास्त्रीय करामतीने सावणाच्या बुडबुड्यांचे आयुष्य वाढवले  
तसेच ती करामत मानवी जीवनाच्या बुडबुड्यांचे आयुष्यही  
वाढवील का ?

○ ○ ○

## घरगुती परावर्तन-दूरदर्शक ( Reflecting Telescope )

एक अंतर्गोल आरसा घेऊन, एका लहानशा लाकडी पेटीवर एक भोक पाडून त्या भोकावर ठेवा. या रचनेमुळे आरसा आपल्याला निरनिराळ्या कोनांत ठेवता येईल ( आकृती पाहा ). त्या लाकडी पेटीच्या एका कडेच्या मध्यावर एक लाकडी पट्टी उभी बसवा. ही पट्टीही लाकडी पट्टीच्या पातळीवर निरनिराळ्या कोनांत उभी राहिल अशी योजना करा. या लाकडी उभ्या पट्टीवर एक पुठ्याची अथवा पितळी नळी बसवा. ही नळीसुद्धा आपल्याला हवी तशी कोनात ठेवता येईल अशी रचना करा. दोन बुचांना भोके पाडून त्यात प्रत्येकी एकेक अशी कमी केंद्रीय अंतरे ( फोकल लेंग्थ ) असलेली दोन भिंगे बसवा. ही नळी अशा तऱ्हेने कोनात आणून ठेवा कीं, ज्या योगे तिच्या खालील टोकाचे अंतर्गोल आरशापासूनचे अंतर, आरशाच्या केंद्रीय अंतराइतके असेल. आपला घरगुती परावर्तन दूरदर्शक तयार झाला.

अंतर्गोल आरसा लांबच्या पदार्थापासून येणारे किरण परावर्तित करून ते त्याच्या केंद्राशी केंद्रित करतो व एक खरे प्रतिबिंब तयार करतो. ते प्रतिबिंब नळीतील भिंगांच्या योगाने मोठे करून बघता येते. या साध्या घरगुती परावर्तन दूरदर्शकाच्या योगाने आपल्याला पुष्कळ गमती-अगदी आकाशातल्यासुद्धा बघत

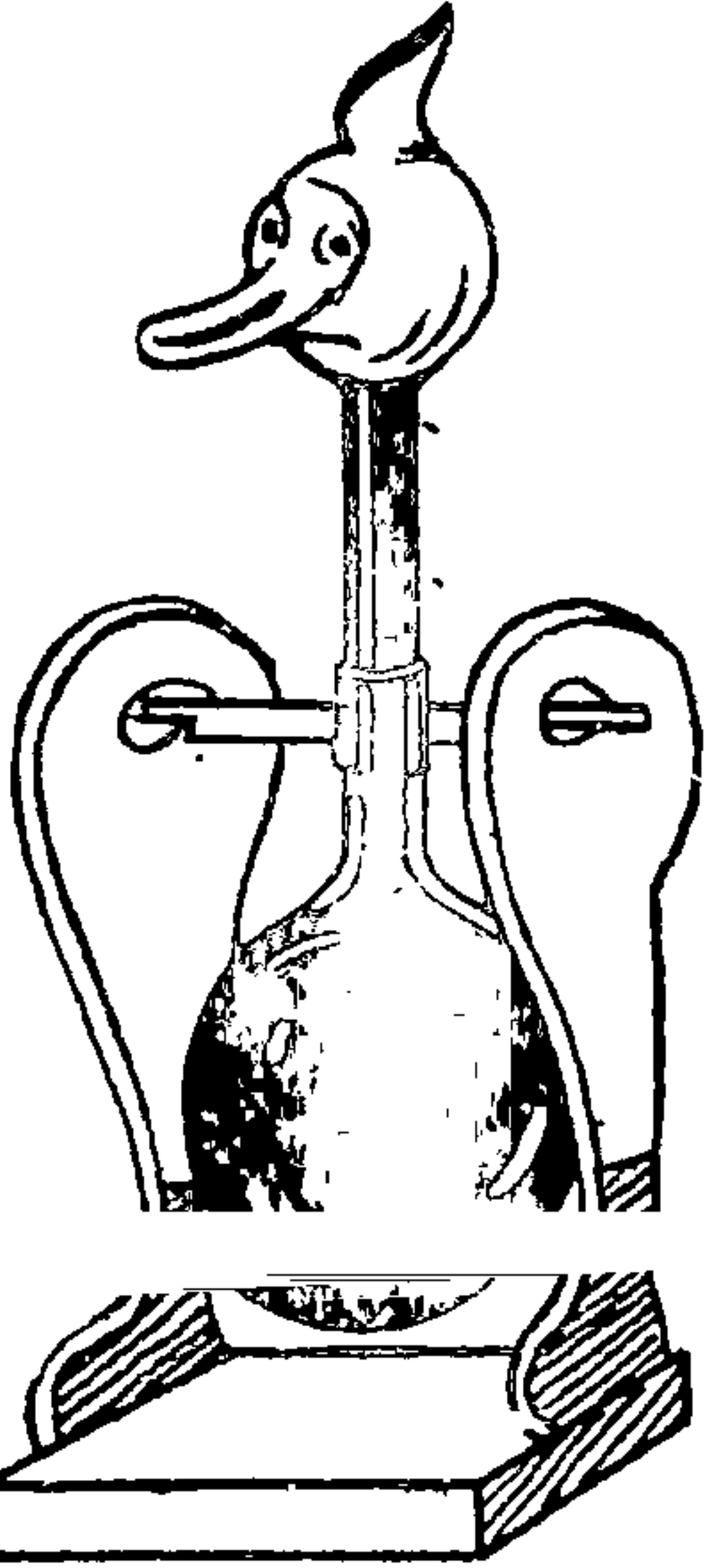
—वरहि न्यावी. मुलांना सतरंजीवर कार्यक्रम ऐकण्यास बसवावे. बोलणाऱ्याने नळीतून एखादा सुसंगत कार्यक्रम बोलावा. अगदी नेहमीच्या रेडिओसारखा आवाज मुलांना ऐकू येईल. निरनिराळ्या गोष्टी, खेळ इत्यादि अशा तऱ्हेने घरच्याघरी ध्वनिक्षेपित करता येतील. हा घरगुती रेडिओ मुलांना एखादी अभ्यासातली गोष्ट शिकविण्यासही उपयुक्त ठरेल. खेळापरी खेळ अन् उपयोगही तसाच.

खरी गम्मत काय होते की सांगणारा इसम कितीहि किरकोळ असला तरी आवाज जरा बदलून त्या जोरावर तो या रेडिओवर यशस्वी होतो. कारण तो दिसत नाही आणि आवाज भरदार येतो, मोठा येतो.

प्रत्यक्षांत बोलला गेलेला आवाज हा त्या लांबच लांब नळीतून—हवेतून घुमत घुमत येऊन कर्ण्यतून चांगलाच मोठा अन् भरदार होतो. नळी आणि कर्णा यांतील बंदिस्त हवा ही आपण बोलून उत्पन्न केलेल्या ध्वनिलहरींच्या आधीनच केवळ असते अन् त्यामुळे आवाजाचा मोठेपणा वाढण्यास मदत होते. अगदी सामान्य माणूस नाही का अधिकारपदाच्या कर्ण्यतून केवळ वशिल्याची लांबच लांब नळी वापरून बोलला तर त्याचाही आवाज अन् भाषण भरदार अन् मोठीच वाटतात. आपल्या रेडिओच्या खेळासाठी हे शास्त्र उपयुक्त असले तरी आपला सामान्यपणा झांकायला मात्र हे वापरता कामा नये हं. लक्षातच ठेवा तुम्ही.

## अतृप्त पक्षी

एक पक्षी आहे. फारच तहानलेला. नेहमी अतृप्त. त्याच्यापुढे पाण्याचे भांडे ठेवले आणि त्याच्या डोक्यावर पाणी शिंपडले की



याला आपण तहानलेले आहोत याची आठवण येते. आणि मग सारखा तो एकच एक कृती करू लागतो. वाकतो, चोच पाण्याच्या भांड्यात घालतो. पाणी पितो मान वर पुन्हा ताठ करून समोर बघतो. पुन्हा वाकतो, पाणीपितो. पुन्हा मान वर ताठ करतो. असे तो कितीतरी वेळ करित राहतो.

तुम्ही म्हणाल असा हा अजब पक्षी आहे तरी कोण ? जगातले एक आश्चर्यच म्हणावे लागेल.

पण हा काही खरा पक्षी नाही. एका शास्त्रीय क्रियेवर आधारीलेले हे एक चिनी खेळणे आहे.

सोबतच्या चित्रात दाखविल्याप्रमाणे एका लाकडी फळीवर पक्ष्याच्या पायासारख्या कापलेल्या दोन लाकडी फळ्या उभ्या बसवतात. त्यात एक आडवा गज घालतात. तो सैलसर बसविल्या-मुळे स्वतःच्या आसाभोवती फिरू शकतो. त्याला पक्ष्याचे धड काटकोनात उभे जोडलेले असते. हे धड म्हणजे एक बेताचा मोठा काचेचा पोकळ गोळा आणि त्यात उभी बसविलेली एक नळी. या नळीचे खालचे उघडे टोक त्या गोळ्याच्या तळाच्या थोड्या वरपर्यंत राहिल अशा तऱ्हेने ही नळी गोळ्यात बसविलेली असते. या नळीच्या वरच्या टोकाला कापसाच्या गोळ्याचे केलेले पक्ष्याचे डोके बसविलेले असते. त्याला एक चोचही केलेली असते.

असा असतो हा अतृप्त पक्षी. याच्यापुढे एक पाण्याचे भांडे ठेवले व याच्या डोक्यावर पाणी शिंपडले की थोडा वेळ हा काहीहि हालचाल करीत नाही. नंतर लगेच खाली वाकून हा आपली चोच भांड्यातील पाण्यात बुडवितो व थोडे पाणी पिऊन पुन्हा ताठ होतो आणि बराच वेळ म्हणजे त्याचे कापसाचे डोके जलमय होईतो ही कृती करत राहतो.

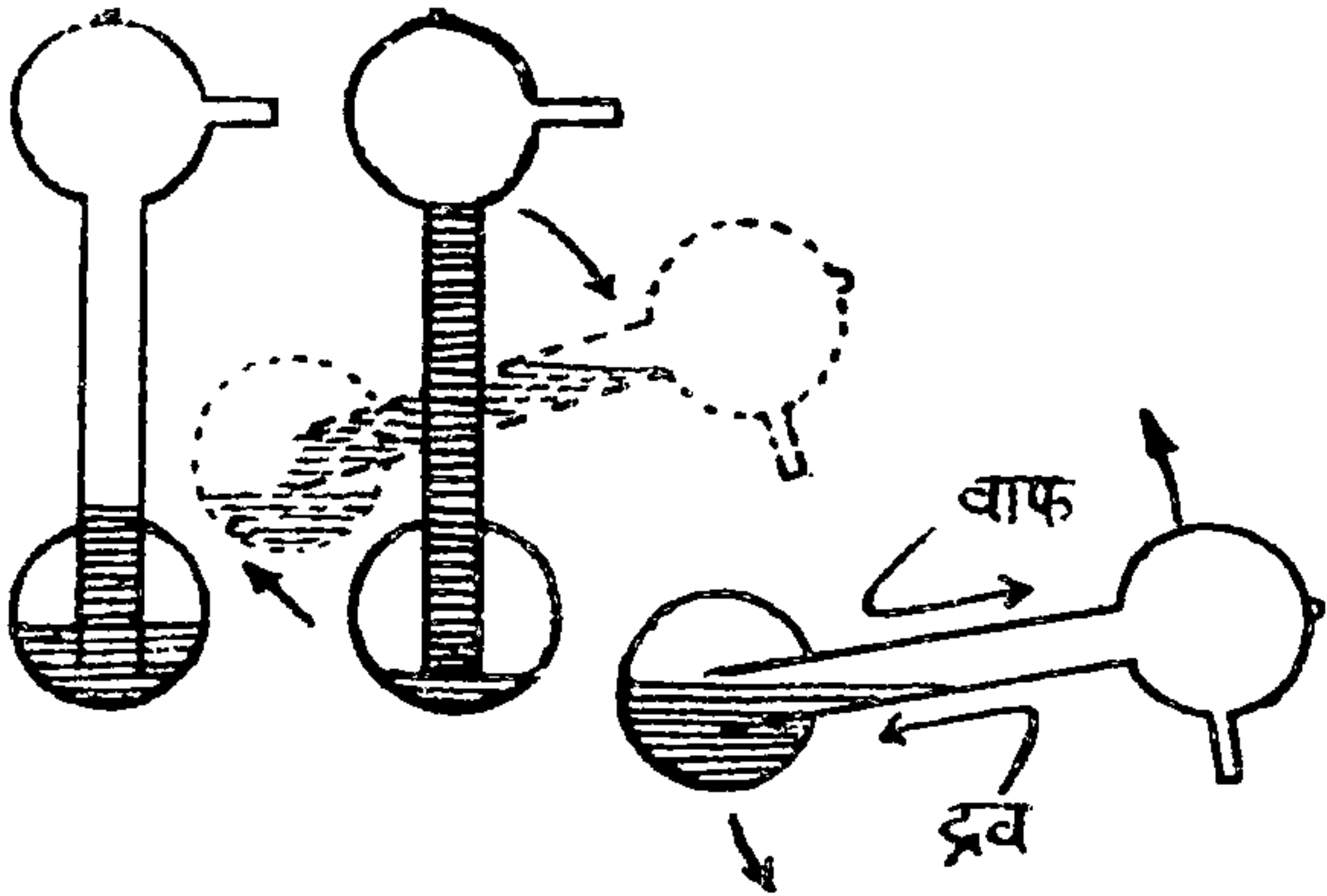
या पक्षाच्या पोटात असते तरी काय ? आणि हा असा विलक्षण तऱ्हेने का वागतो ? या त्याच्या वागण्यामागे एक शास्त्रीय सत्य आहे.

या खेळण्यात काचेच्या पोकळ गोळ्यात ' ईथर ' नावाचा एक द्रव पदार्थ भरलेला असतो. हा अगदी नेहमीच्या हवेच्या तपमानालासुद्धा बाष्पीभूत होऊ शकतो. कारण याचा उत्कलन-बिंदू पस्तीस अंश सेंटिग्रेड या तपमानाच्या जवळपास आहे.

पक्ष्याच्या डोक्यावर पाणी शिंपडले की ते कापसाचे डोके ओलसर होते. काचेच्या गोळ्यात असलेली ईथरची पातळी, ही



नळीचे खालील टोक त्यात बुडून ईथर त्या नळीत थोडेसे चढेल इतकी असते. नळीच्या उरलेल्या भागात आणि सच्छिद्र अशा कापशी डोक्यात ईथरचीच वाफ भरलेली असते. गोळ्याच्या उरलेल्या भागातहि ईथरची वाफच असते. कापशी डोकेवर शिंपडलेल्या पाण्याने ओलसर झाले की, त्या पाण्याचे जलद बाष्पीभवन होते. त्यामुळे डोक्याचे तपमान एकदम कमी होते. अर्थातच त्यामुळे तेथील ईथरच्या वाफेचा दाब कमी होतो आणि गोळ्यातील द्रव ईथर नळीत चढतो आणि पक्षाच्या धडाचा वरचा भाग जड होतो. तरफेच्या तत्त्वाप्रमाणे त्यावर गुरुत्वाकर्षणाचा परिणाम होऊन तो खाली होतो आणि पक्षाची चोच पाण्यात बुडते. आणि थोडे पाणी कापशी डोक्यात शोषले जाते. तेवढ्यात नळीचे गोळ्यातील तोंड उघडे पडून गोळ्यात साठलेली वाफ बाहेर निसटते आणि नळीतील ईथर गोळ्यात निघून जाते. गोळा पुन्हा जड होतो. आणि पक्षाचे डोके पुन्हा



वर होते. तेवढ्यात चोचीने शोषलेल्या पाण्याचे कापशी सच्छिद्र डोक्यात जलद बाष्पीभवन होते. आणि पूर्वीचीच हालचाल होऊन

पक्षी वाकून पुन्हा पाणी पितो. ही क्रिया बराच वेळ होत राहते. हवेतील बाष्पाचे प्रमाण फार नसल्यास ही क्रिया बऱ्याचवेळा होते. शेवटी पक्ष्याचे कापशी डोके शोषलेल्या पाण्याने जलमय झाले की ही क्रिया थांबते. जिथे हे खेळणे ठेवले असेल तिथले तपमान बरेच असले तर हा पक्षी ही पाणी पिण्याची क्रिया बराच वेळ करीत राहातो. साहजिकच आहे. इतके तपमान असल्यावर इतकी तहान लागायचीच आणि बरेच पाणी पिऊन सुद्धा अतृप्ती ही राहायचीच.

• • •

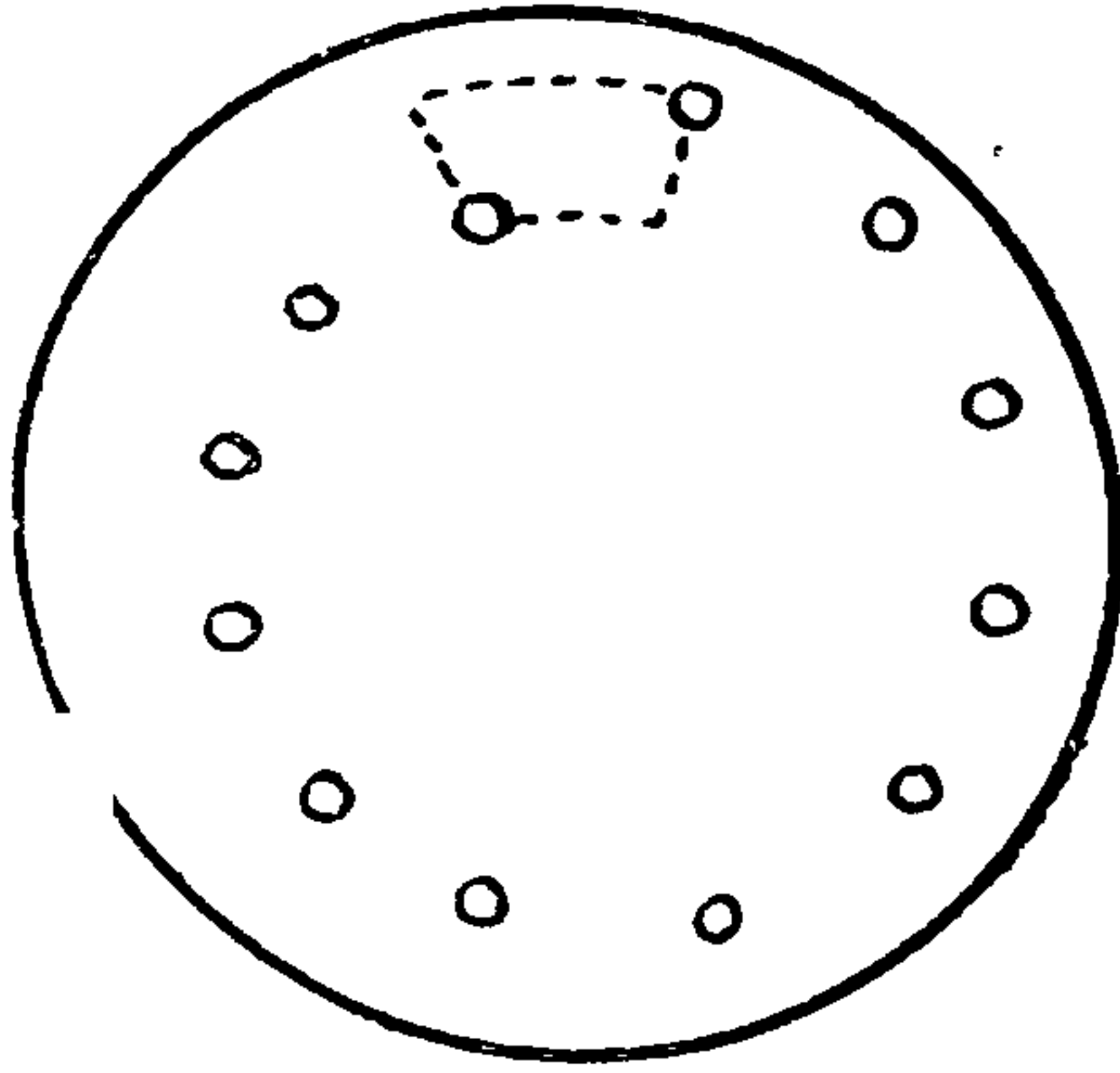
# ३४

## दृष्टिभ्रम आणि टेलिव्हिजन

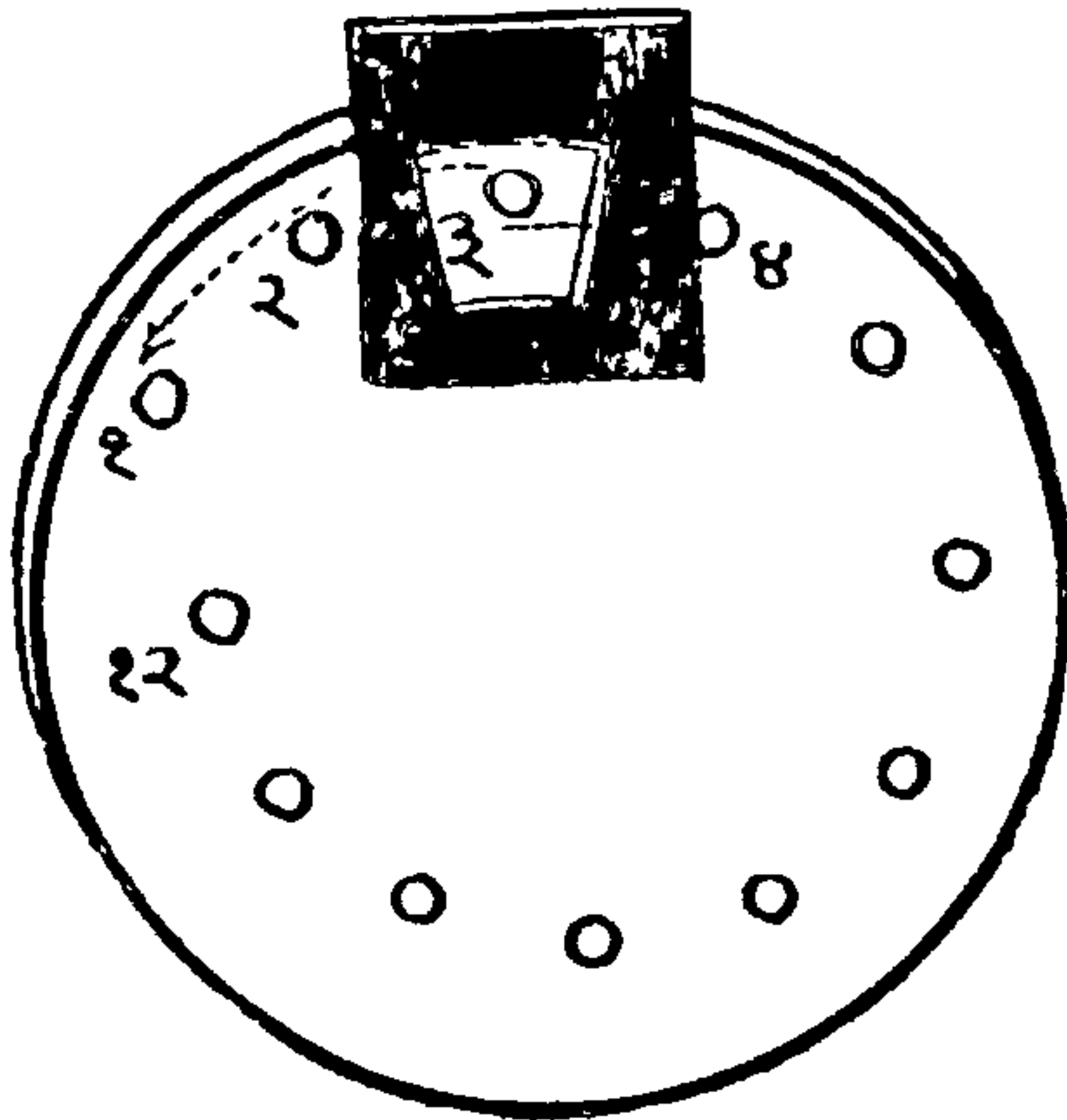
दृष्टिभ्रमाचे जे तत्त्व टेलिव्हिजनमध्ये वापरले आहे तेच तत्त्व वापरून आपल्याला एक मजेदार खेळ खेळता येईल.

चित्रात दाखवल्याप्रमाणे कार्डबोर्डची एक तबकडी कापून त्याच्या केंद्राला एक भोक पाडा आणि आडव्या गजावर ती बसवा. त्या तबकडीवर बाहेरील कडेपासून जवळ सारख्या अंतरावर चित्रात दाखविल्याप्रमाणे बारा भोके (दोन मिलीमीटर व्यासाची) पाडा. या तबकडीसमोर एक कार्डबोर्डमध्ये कापलेलीच खिडकी उभी करा (चित्र पाहा) आणि कार्डबोर्डच्या पलीकडे खिडकीच्याच पातळीत

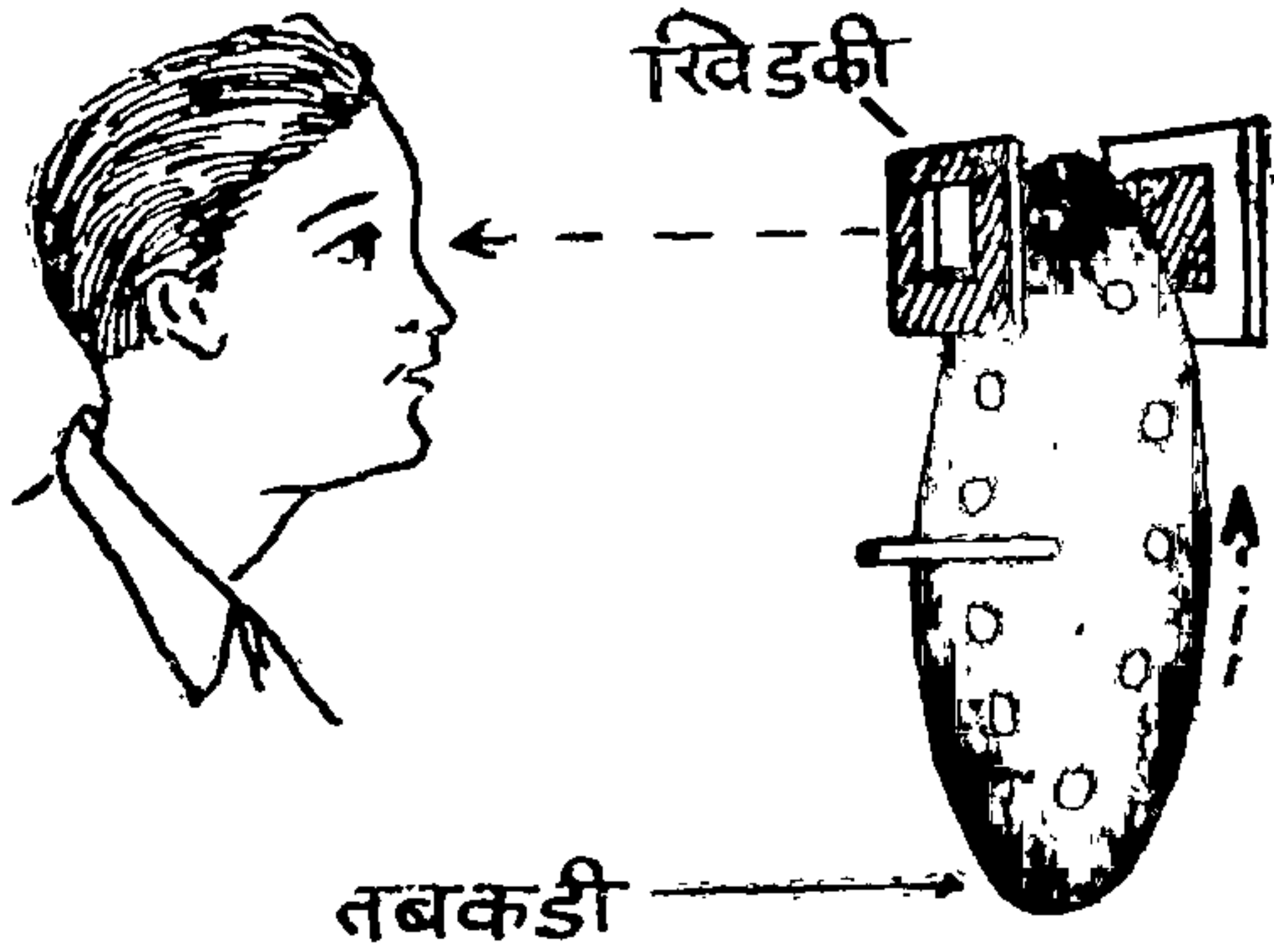
एक चित्र ठेवा. चित्रावर चांगला उजेड पडेल अशा तऱ्हेने सारे उपकरण नीट ठेवा. ती तबकडी तिच्या केंद्राभोवती फिरविता यावी म्हणून ज्या गजात ती तबकडी बसविली आहे तो गज एका लाकडाच्या फळीवर अगदी गुळगुळीत अशा खोबणीत बसवा. गजाच्या खिडकी-



कडील टोकाला एक हँडल बसवा. म्हणजे गज त्या खोबणीत गरगर फिरवणे सोपे होईल. आता तुम्ही खिडकीसमोर तुमची दृष्टी आणा आणि हँडलच्या योगाने तो गज त्याच्या आसाभोवती गरगर फिरवा. तबकडीही फिरेल आणि तबकडीपलीकडील चित्र तुम्हाला स्वच्छ दिसेल. एखाद्या माणसाच्या हालचालीची चित्रे दाखविणारी झपाट्याने सरकणारी पट्टी वरील चित्राच्या जागी ठेवली तर हालचाल करणारे चित्र तुम्हाला खिडकीतून दिसेल. नाना तऱ्हेच्या अशा पट्ट्या वापरून हा खेळ तुम्हाला खेळता येईल.



तबकडी जलदी अथवा सावकाश फिरवून दिसणारे चित्र स्पष्ट अथवा पुसटही तुम्हाला करता येईल.



या खेळामागचे शास्त्रीय सत्य काय ? तबकडी सावकाश फिरवून प्रत्यक्ष काय काय घडते ते पाहू.

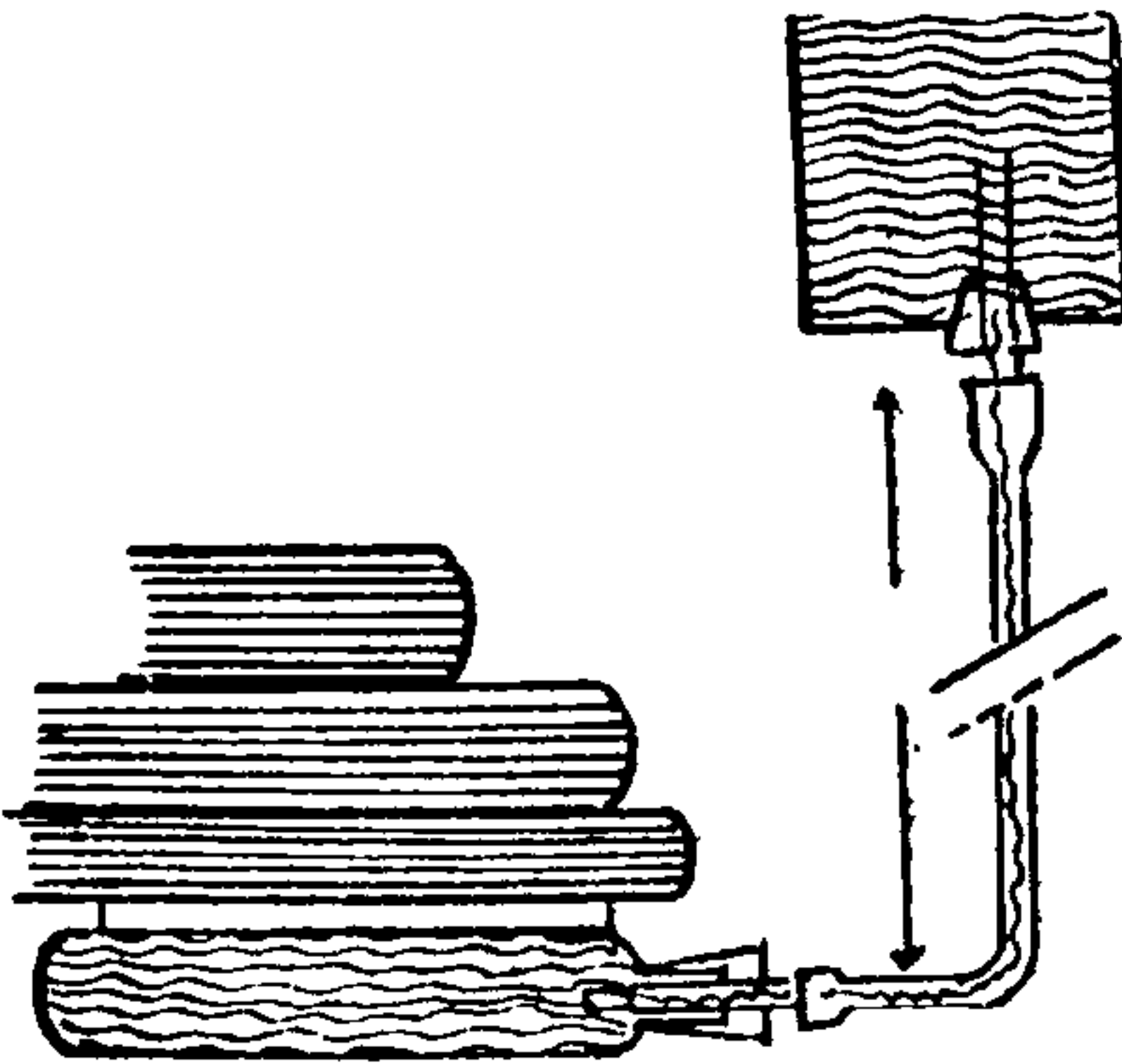
तबकडीच्या केंद्रापासून सर्वात दूर असलेले भोक खिडकीच्या वरच्या कडेच्या जवळून फिरते. तबकडी झपाट्याने फिरवली की चित्राच्या वरच्या कडेचा भाग झपाट्याने त्याच्या समोरून सरकणाऱ्या भोकांमुळे आपल्याला खिडकीतून स्पष्ट दिसतो. तबकडीवरील दुसरी छिद्रे क्रमाने चित्राच्या मधल्या व खालच्या भागासमोरून झपाट्याने फिरतात. त्यामुळे तो तो भाग आपल्याला खिडकीतून दिसू शकतो. म्हणजे झपाट्याने तबकडी फिरवली की झपाट्याने फिरणाऱ्या सर्व भोकांमुळे सर्वच चित्र आपल्याला खिडकीतून दिसते. प्रत्येक झपाट्याने फिरणाऱ्या भोकांमुळे चित्राची क्रमाने एक पट्टीच्या पट्टी आपल्याला दिसून क्षणाधीत संबंध

चित्र दिसल्याचा भास आपल्याला होतो. हालचाल दर्शविणारी चित्राची पट्टी तबकडी पलीकडे जलद सरकवीत ठेवली तर आपल्या दृष्टीला चलचित्रपटाप्रमाणे दृष्टिभ्रम होऊन खिडकीतून हालचाल करणारे चित्रही दिसू शकेल. घरच्याघरी जणू टेलिव्हिजन.

• • •

३५

पाण्याच्या दाबाने जड वजन उचला

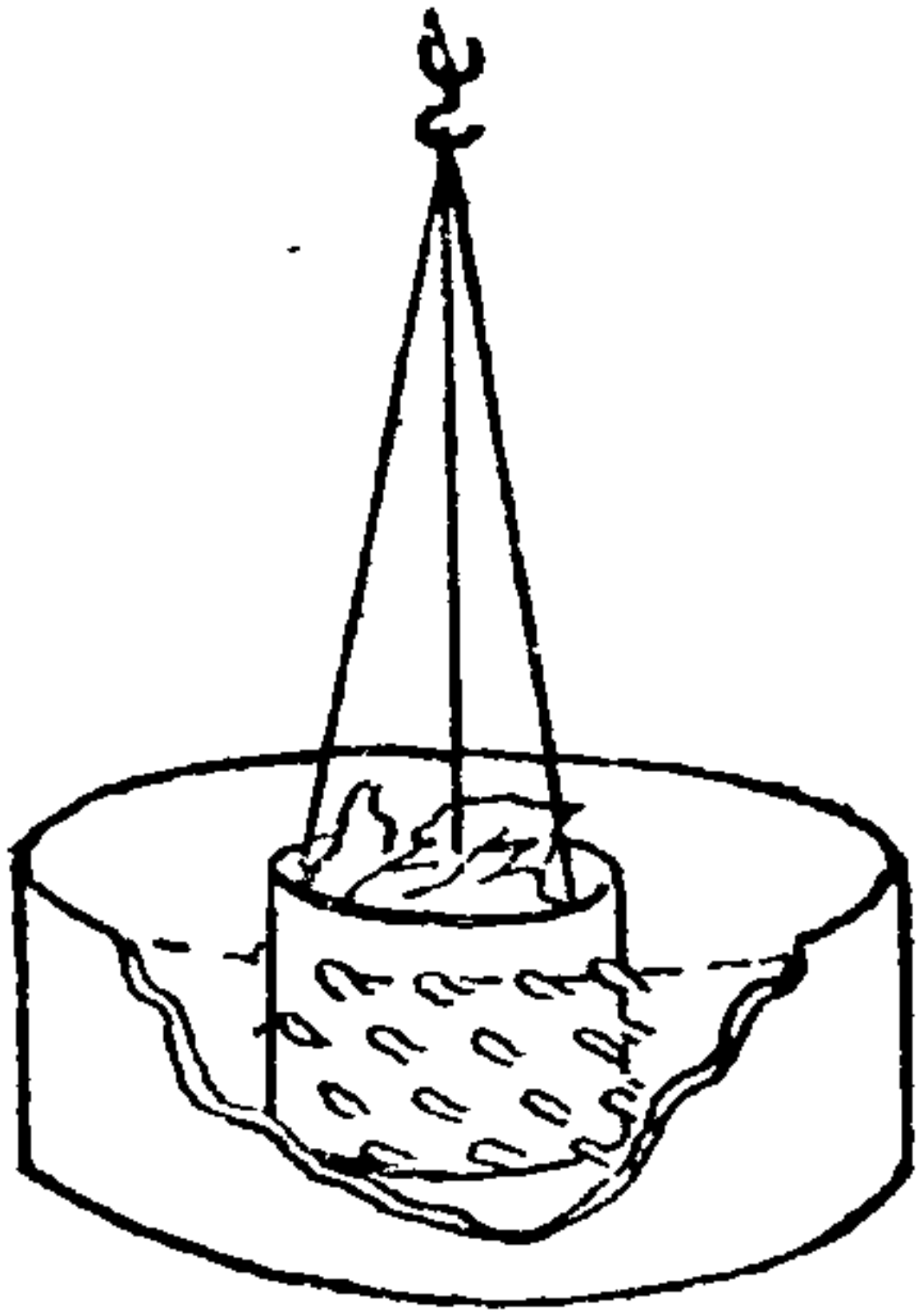


खरी हॉट वाँटर बॅग घ्या आणि एक अगदी घट्ट बसणारे बूच त्या बॅगच्या तोंडात बसवा. या बुचाला भोक पाडून त्यात एक वाकडी काचेची नळी अगदी घट्ट बसवा. (चित्र पाहा). एक टिनाचा डबा घेऊन त्याच्या तळाला एक बेताचे मोठे भोक पाडा.

त्यातही एक घट्ट बसणारे बूच बसवा. बुचाला एक भोक पाडून त्यात एक काचेची नळी बसवा. एका जाड चार फूट रबरी नळीने हे उपकरण आणि आधी तयार केलेले हॉटवॉटर बॅगचे उपकरण जोडा. वॉटरबॅगमध्ये टिनाच्या डब्याला जोडलेल्या रबरी नळीच्या साहाय्याने पाणी भरा. वॉटरबॅग, रबरी नळी आणि टिनाचा डबा ही सर्व पाण्याने भरून टाका. नंतर वॉटरबॅग जमिनीवर आडवी ठेवा. तिच्यावर एक हलकी लाकडी फळी ठेवा. त्या फळीवर जाड जाड पुस्तके अगर एखादी वजनदार वस्तू ठेवा. नंतर पाणी भरलेला टिनचा डबा जमिनीपासून उंचावर धरा. जसा तो जास्त उंचीवर धराल तसे जास्त जड वजन वॉटरबॅगवर ठेवल्यास ते विनायास उचलले गेलेले तुम्हाला दिसेल. जमिनीपासून निरनिराळ्या उंचीवर टिनचा पाणी भरलेला डबा उचलून धरून वॉटरबॅगवर नीट तोलल्या जाणाऱ्या वजनाचा अंदाज घेऊन एक कोष्टकही तुम्हाला करता येईल. टिनचा डबा वर उचलल्याने वॉटरबॅग आणि टिनचा डबा यांतील पाण्याच्या पातळीत जो फरक पडतो त्यामुळे पाण्याचा दाब निर्माण होतो आणि हा पाण्याचा दाब वॉटरबॅगवरील वजन उचलू शकतो. जितका पातळीतील फरक जास्त तितका पाण्याचा दाब जास्त आणि तितके जास्त जड वजन उचलले जाते.

## केंद्रोत्सारी यंत्र

एक तीन इंच खोलीचा आणि पाच इंच व्यासाचा टिनचा डबा घेऊन त्याच्या बाजूवर खिळ्याने भोकशी पाडा. त्याच्या



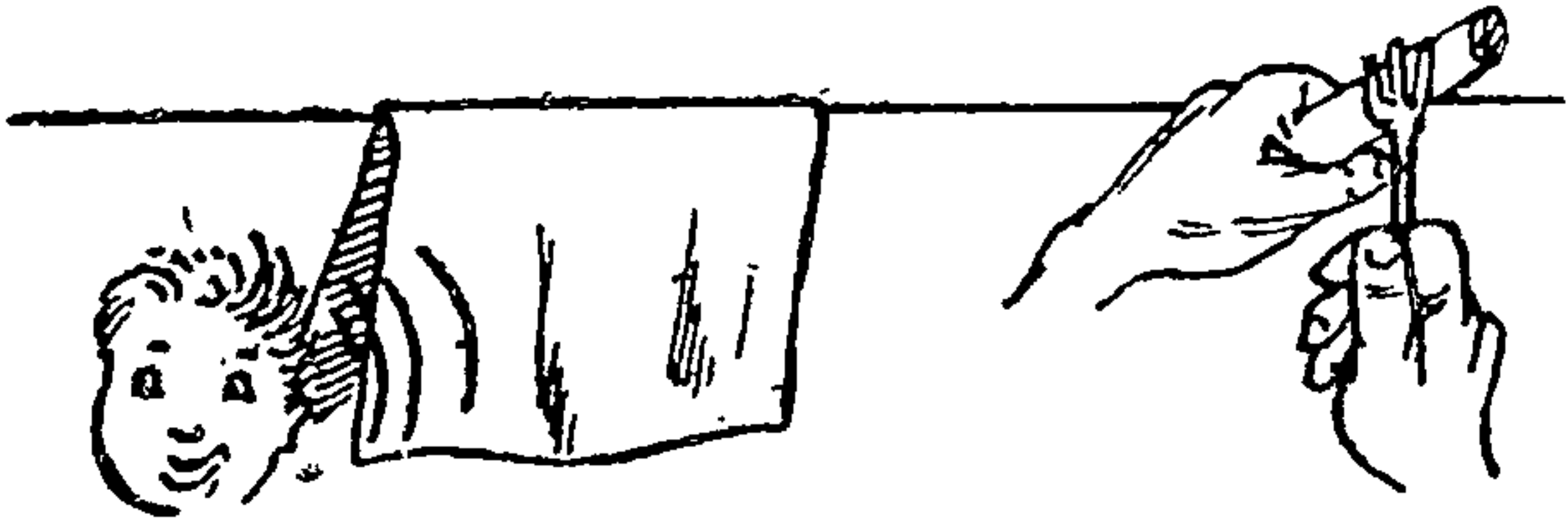
झाकणाच्या कडेवर एकमेका-पासून सारख्या अंतरावर अशी ती भोके पाडा. त्यात जाड दोरा ओवून शिकाळ्यासारखी रचना करून हा टिनचा डबा एका स्टुलाच्या खाली सैलशा बसविलेल्या हुकाला अडकवा. ह्या हुकाचे दुसरे टोक स्टुलाच्या पृष्ठभागावर आणून हुक हाताने जोरात गोल फिरवता येईल अशी रचना करा. ( एखादे

बारके चाक आणि हँडल लावून ही रचना करावी). स्टुलाखाली एक मोठा टिनचा डबा ठेवा. आधी तयार केलेल्या उपकरणात एखादा ओला कपडा ठेवा आणि ते उपकरण मोठ्या टिनाच्या डब्यात टांगले जाईल अशी रचना करा. नंतर भोकशी पाडलेला लहान टिनचा डबा हुकाच्या साहाय्याने जोरात फिरवा. केंद्रोत्सारी प्रेरणेमुळे कपड्यातील पाणी टिनच्या भोकशातून बाहेर फेकले जाऊन कपडा कोरडा होतो.

३७

## शास्त्राची किमया

किमया केली शास्त्राने ।  
ध्वनी अडविला पाण्याने ॥



ध्वनिलहरींच्या गुणधर्मविर प्रकाश टाकणारा एक मजेदार प्रयोग आज मी तुम्हाला सांगणार आहे. तो बघायला लागणारा प्रेक्षकवर्गही शास्त्रीय ज्ञानाची आवड असणाराच हवा.

प्रयोगासाठी ट्वाइनचा दौरा, हातरुमाल ( रेशमी ) आणि जेवण्यात वापरण्याचा काटा इतक्याच गोष्टी पुरेत.

ट्वाइनचा दौरा खोलीत एकमेकासमोरच्या भितीत असलेल्या खिडक्यांच्या गजांना ताणून बांधा. नंतर त्या दोऱ्यावर मोठासा रेशमी हातरुमाल चित्रांत दाखविल्याप्रमाणे टाचण्यांनी अडकवा. रुमालाच्या मध्यभागी अगदी रुमालाजवळ आपला कान लावा. मित्राला रुमालापलीकडे जेवणाच्या काट्यावर एखादा स्वर छेडायला सांगा. तो स्वर तुम्हाला अगदी स्वच्छ ऐकू येईल. जणू कांहीं रुमालाचा आडोसा मध्ये नाहीच.



नंतर तो रुमाल पाण्याने भिजवा, आणि पुन्हा तसाच प्रयोग करून पाहा. या वेळेला तुम्हांला काट्यावर छेडलेला स्वर जवळ जवळ ऐकूच येणार नाही. रुमालाचे रेशमी फडके मोठे असले तर तो स्वर ऐकू येणारच नाही.

असे होण्याचे शास्त्रीय कारण काय ? हा प्रश्न लागलीच आपल्यासमोर उभा राहाणे साहजिकच आहे.

ऐका तर मग याचे शास्त्रीय गूढगुंजन. पहिल्या प्रयोगात, रुमालात विणकामामुळे जी बारीक छिद्रे असतात त्यामुळे छेडलेला स्वर अडथळा न येता हवेच्या साहाय्याने तो तुमच्या कानापर्यंत पोहोचला.

दुसऱ्या प्रयोगात ओल्या झालेल्या रुमालात छिद्रे पाण्याने भरल्यामुळे एक पातळशी पाण्याची भित्तच तुमच्या कानाच्या आणि छेडल्या जाणाऱ्या स्वराच्यामध्ये निर्माण झाली. छेडलेल्या स्वरांच्या ध्वनिलहरी त्या पाण्याच्या भितीवर आदळून परावर्तित झाल्या आणि त्यामुळे त्या तुमच्या कानापर्यंत पोहोचल्याच नाहीत, आणि म्हणून तुम्हाला स्वर ऐकूच आला नाही.

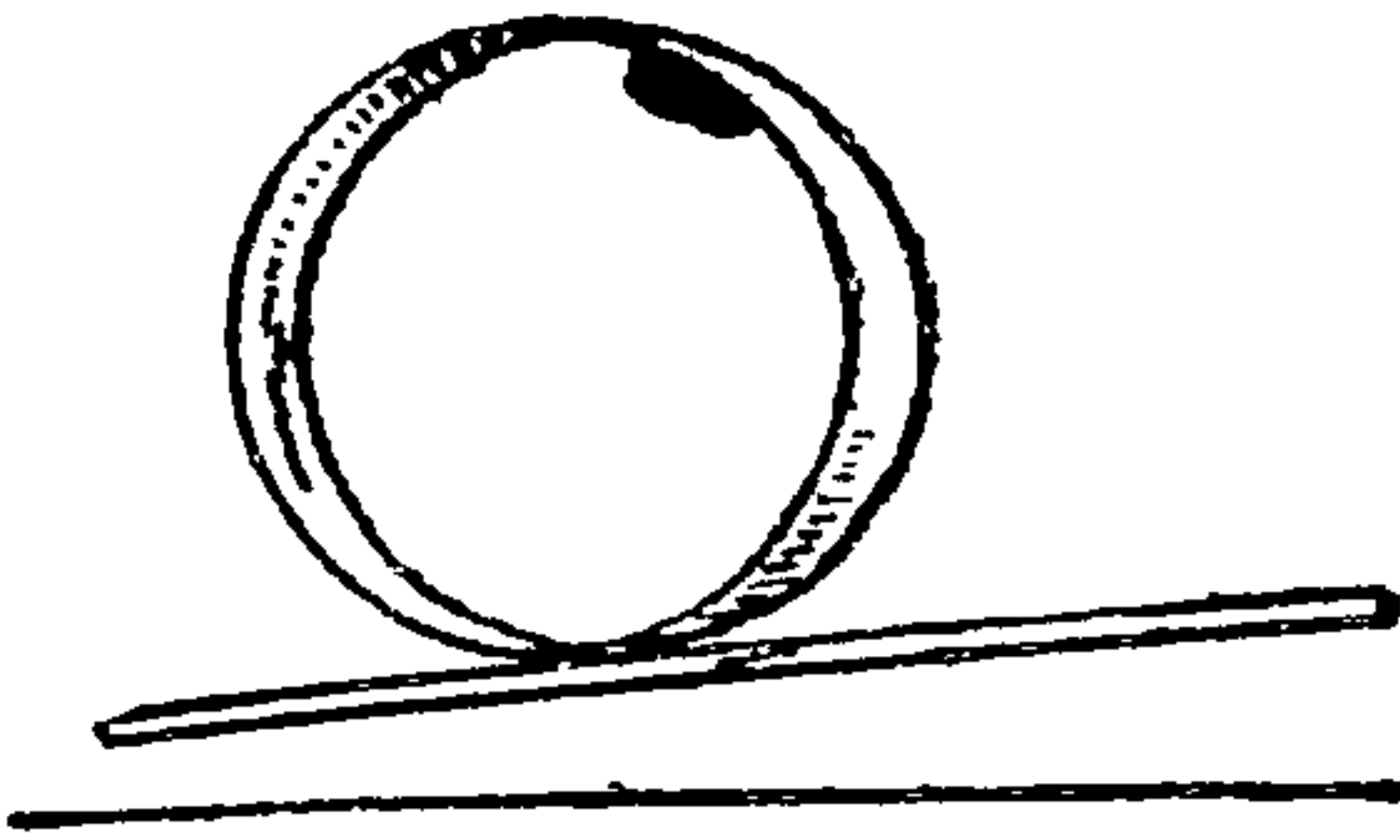
## शास्त्राची गंमत

चाक ठेवतां उतारावरती चढूं लागले चढावरी ।

अशी कशी ही गुरुची विद्या उलटू लागलि गुरुवरी ॥

अगदीं गुरुत्वाकर्षणाच्या नाकावर टिच्चून या पुठ्याच्या चाकाला विरुद्ध वागायला लावा. पण कानगोष्ट सांगतो. ' मदत घ्या गुरुत्वाकर्षणाचीच. '

पुठ्याची मोठ्या तोंडाची नळी घ्या. त्यांतून चित्रांत दाखविल्याप्रमाणे चाक कापून काढा. जाड पुठ्या असेल तर फ्रेटवर्कच्या करवतीने हे चाक कापून काढा. चाक कापून काढीत असतांना चाकाचा गोलावा बिघडणार नाही अशी काळजी घ्या.



नंतर प्लॅस्टीसीनचा ( एक चिकट भिजल्या शाडूच्या सारखा हवा तो आकार देण्यासारखा पदार्थ ) एक जडसा गोळा चाकाच्या आंतल्या पृष्ठभागावर चिकटवा. झाले भापले उपकरण

तयार. एक लाकडाची फळी घेऊन एका बाजूला तिला टेकू लावा. हे झाले उतरते मैदान. आतां हें चाक उतारावर साधारण

मध्यावर ठेवा. मात्र ठेवतांना आंतील चिकटवलेला जड गोळा चढाच्या बाजूला कलता राहिल असें करा. चाक उभें करून सोडून द्या. थोडा वेळ ते चढावर चढत जाईल व गोळा त्या पृष्ठभागाशीं आल्यावर एकदम उतारावर पळत सुटेल. पुष्कळ वेळा नाही का स्वतःच्या तोऱ्यांत एखादा माणूस सरळ सिद्ध नियमाच्या विरुद्ध जातो, पण लगेच पश्चात्ताप पावून मुकाट्याने निवान्यासाठी स्वस्थानाकडे पळत सुटतो. या प्रयोगात गुरुत्वाकर्षणाने तुम्हाला फसवले. प्रथम गोळ्यावर आकर्षण घालून चाकाला ओढ दिली व चाक चढावर चढू दिले. पण लगेच तो गोळा पृष्ठभागाशी आल्यावर, उतारावर चाकाला खाली ओढले. काहो ! गुरुत्वाकर्षणावर टिच्चून काय ते करणार होता ना ? मग तोरा कुठे गेला ? अरे बाबा, शास्त्रापुढें कसला आला आहे तोरा ? त्याच्याच मदतीने गमतीजमती अन् त्याच्याच करामतीने आपली प्रगती हो की नाही ?

० ० ०



BVBK-0400265