

शास्त्र - ८/२ ५१७८८०

ले. विष्णु चिमणाजी कर्वे

पु. लोहमार्ग आणि इनामगाडी

PREFACE.

IN undertaking the publication of the following pages, the compiler has in view the supply of a cheap manual to the Marathi reading Public especially to Members of the Railway Service and to those interested in various branches of the Locomotive. This little tract, the first of its kind in the language, professes to teach the laws of steam upon which the system depends, the practical management of the locomotive Engine, and the construction of the rail roads. He hopes his Marathi reading brethren employed in the locomotive, who have but few opportunities of becoming acquainted with the theoretical construction of the Locomotive Engine they work, shall find in this tract much that will interest them; a full and thorough exposition of the internal arrangement of the locomotive, and an explanation in extenso of the theories upon which the construction and working of the Engine are based. No new theories have been profounded, nor anything introduced which experience has not confirmed as having an intrusive merit to recommend it.

The compiler has been put to a great difficulty in finding out proper equivalents for most of the technical terms. In cases where they were too commonly known in practice, their translation in to equivalents in the Vernacular was thought to be needless innovation, hence, they have been retained in their Original English form such as *Oxygen, Hydrogen, Station, Railway, Engine &c. &c.*

In conclusion the compiler in submitting this work to the public, entreats an indulgent eye towards its defects and short-comings of which he is already conscious, since it was impossible to avoid

them in a noisy neighbourhood where most of the following pages were written.

The author is greatly indebted to the writings of M. N. Forney and S. Smiles and others less worthy of note, from which most of the following pages were translated.

Station Sanawad

V. C. K.

14th *March* 1880



OPINIONS &c.

(Private and Official.)

A TREATISE ON TELEGRAPHY.

We beg to acknowledge with thanks receipt of "A Treatise on Telegraphy in Theory, History, and Practice," for the use of Native Signallers, compiled by Vishnu Chimnaji Karve, Station Master Holkar State Railway, Bulwara. The work is printed in Marâthi with 78 neatly executed diagrams, and is dedicated to Mr. G. B. Stacey, General Superintendent Indian Sub-marine Telegraph Company, Limited, Bombay. This treatise is especially recommended to the Native employés in the Telegraph Department, who are studying the Morse and Needle systems of Telegraphy.

This is the first treatise of the kind written in Marâthi, and treats very fully on Magnetism and Electricity in various phases, Instruments for signalling, Construction of Electric Road, Land Lines, Sub-marine Lines, Instructions for Beginners, &c., &c., &c. It will no doubt assist to make the science of Telegraphy very popular among the Natives, and we would suggest that the work be printed in Guzerathi, Urdu and Bengali.

We hope Mr. Vishnu Chimnaji will get his reward for the great pains he has taken in compiling such a valuable work, and hope

(2)

that Government will recognise his exertions in some tangible shape.

We understand that his Highness Maharajah Holkar has recognized the exertions of Mr. Vishnu Chimnaji Karve, the compiler of the " Treatise on 'Telegraphy' " in Marathi, by ordering 50 copies of the book to be purchased, besides a present of one hundred rupees. This is very encouraging.

It affords us great pleasure to learn that Mr. Vishnu Chimnaji Karve, the author of " A Treatise on 'Telegraphy,' " is receiving great encouragement in his useful work. The Director of Public Instruction at Bombay has purchased 50 copies, and the Rajah of Dhar has taken 6 copies, besides a present of Rs. 15. *Indian Railway Service Gazette Jubbulpoor.*

INDORE 7th May 1877.

DEAR SIR,

I am glad to inform you that His Highness has ordered 50 copies of your book to be purchased and Rs. 100 given to you as a present. I therefore think it would be better for you to come here once to receive the money.

Yours Sincerely,

(Signed) D. S. GARUD,

To,

VISHNU CHIMNAJEE Esq.,

STATION MASTER

Ajanti

EASTERN TELEGRAPH COMPANY.

Bombay 5th February 1877

Vishnu Chimnaji Karve Esquire

Station Master Ajanty Holkar State Railway.

SIR,

I have to acknowledge with many thanks your letter of the 3rd inst. and copy of your work on telegraphy.

I am sorry that the work should have been dedicated to me as I am of opinion that all works on science or on a scientific subject should only be dedicated to persons, who have become authorities or "shining lights" in that science, I am never-the-less very much obliged to you for the honor you have conferred on me.

I am much pleased with the get up of the work which is very creditable. The woodcuts are however very poor, and here I may perhaps be able to be of use to you in future editions.

I am about to proceed to England and if I can obtain the loan of any "blocks," I may be able to bring out some better illustration on telegraphic subjects. I think I shall be able to do so, but you must not take this as an absolute promise.

Will you be good enough to send me 5 more copies of your work. I enclose Rs. 16(15) for the cost of six, including the one already sent which I beg you will permit me to pay for, and 1/- for carriage. If

(4)

carriage should exceed that sum please let me know and I will remit later.

I propose to present one copy to the society of Telegraph Engineer London if they will accept it which I hope will be the case.

I am sir,
yours truly

(Signed) GEO B. STACEY.

TELEGRAPH DEPARTMENT.

Electricians office Alipoor

The 26th of February 1877.

Dear Sir, .

Mr. Schwendler has requested me to return to you the enclosed documents, and to convey to you the assurance of his pleasure in accepting the dedication of your Marathi work on telegraphy, which he is sure will prove of great utility.

I am, Dear Sir,

Yours faithfully

(Signed) R. S. BRAUGH
Officiating Electrical Superintendent

TO

MR. VISHNU CHIMNAJI.

(5)

GREAT INDIAN PENINSULA
RAILWAY COMPANY

30th April 1877

No. 997/1140,

MR. VISHNU CHIMNAJI

AJANTY

Dear Sir,

Many thanks for the Marathi book on
Telegraphy. I will do my best to have it
introduced on the G. I. P. Ry.

Yours truly
(Signed) D. HOLDEN.

No. 259/4333.

FROM,

The Manager Open Line,
Holkar and Neemuch State Railways.

TO,

MR. VISHNOO CHIMNAJEE,
Station Master Ajanti.

Dated Mhow 15th November 1877.

SIR,

The Right Hon'ble the Secy. of State having request-
ed to be supplied in future, for the use of the British
Museum, with a copy of all books &c, published in
British India, whether in vernacular languages or in
English, I have the pleasure to inform you that I have
accordingly sent a copy of your Treatise on telegraphy
to the Secy. to the Government of India P. W. D.

I have the honor to be,

Sir,

Your most Obedt. Servant,

W. S. S. BISSET,

Manager Open Line

Holkar and Neemuch State
Railway.

(6)

No. 92/119.

From,

The Manager
Holkar and Neemuch S. Ry.

To,

MR. VISHNOO CHIMNAJEE,
Station Master
H. S. Railway
Ajanti.

Dated Mhow 7th January 1878.

In continuation of this Office No. $\frac{259}{4333}$ dated 15th
November 1877, has the honor to enclose copy of a letter
No. 1812 E. G. dated 27th December 1877. from the
Secretary to the Government of India for his informa-
tion.

W. S. S. BISSET,
Manager
Holkar & Neemuch S. Ry.

“ COPY ”

No. 1812 E. G.
GOVERNMENT OF INDIA
PUBLIC WORKS DEPARTMENT
ESTABLISHMENT
GENERAL.

To.

THE MANAGER
Holkar & Neemuch S. Rys.
Fort William 27th Decr. 1877.

SIR,

I am directed to acknowledge with an expression of
thanks to the Author, the receipt of the copy of a
Treatise on Telegraphy &c. by Vishnu Chimnajee for-
warded with your No. $\frac{259}{4331}$ of 15th November 1877.

The Book will be sent to the British Museum as desired.
I have the honor to be,

Sir,

Your most obedient Servant,
(Sd.) A. B. SAMPSON,
Under Secretary to the
Government of India

(True Copy.)
C. H. MASTERS HD. CLERK,
Manager's Office
H. & N. S. Rys.

TO

M. N. FORNEY ESQUIRE,

MECHANICAL ENGINEER

NEW YORK

UNITED STATES OF AMERICA

This work is dedicated as a humble token of sincere respect and in admiration of his zeal in the promotion of Native Education.

By his humble and obedient servant.

THE AUTHOR.

لوہہ مارگ

رسالہ دربارہٴ انجن بموجب علم نظری تواریخی اور سابقہ سائنسی نقشبندیہ

واسطے ہندوستانی ملازمان ریلوے کے جو مڑھی زبان سے وقف ہیں

مؤلف

وشنو چنا جی کرومی اسٹیشن ماسٹر مولکرا سٹیٹ ریلو سٹاؤ

مطبوعہ مطبع اندر پراش پریس

۱۹۰۶ء

بموجب ایکٹ بستم ۱۹۰۶ء ایسوی کے حطری ہوئی ہو

مرتبہ اول ۵۰۰ جلد قیمت فی جلد ۵۰

فہرست مضامین

تمہید۔ اسٹیم انجن۔ قوت ہوا اور دھان۔ کام اور طاقت اور

کل کے ذریعہ سے کس قدر گرمی پیدا ہوتی ہے۔ پردہ دار رخنہ۔

انجن کا آب گرم۔ آبگرہ کے آلات۔ رخنوں کے آلات۔

ہوا روکنے والا رخنہ۔ ہوا بھرنے کا آلہ۔ حرکت اور سکون اور

حرکت اور ذہنیت ہوا۔ آگ روشن ہونے کی حالت۔ ٹرین کو کھینکی

کیفیت۔ انجن کے حصہ۔ انجن کی جانچ۔ حادثات انجن۔

اتفاقات انسانی۔ انجن ڈرا اور ونکی لیاقت۔ نقشہ جات۔

تاریقی کے اشارہ مرہٹی حروف میں۔ نقشہ اور شہدات۔

लोह मार्ग

हिमाला दरवारै अंजन बमोजिव इल्म नजरी
व तवारीखी और साबिकामतासी नक्शा में
वास्ते हिन्दुस्तानी मुलाजिमान रेलवे
के जो मरहटी जवान से वाकिफ है

मुअल्लिफ़ै

विष्णु चिमनाजी करवी स्टेशन मास्टर हुल्कार
स्टेट रेलवे सनादू

मतबूअै मतबै इन्दु प्रकाश प्रेस

सन् १८७६ ई०

बमोजिवगेकृविस्तुम्सन्१८४०ई०केरजिस्टगीहुईहे
मतबा अव्वल १०० जिल्द कीमत फी जिल्द २)

फेहरिस्त मजामीन

तामहीद--म्टीम अंजन--कृवत हवा और
दुग्धां--काम और ताकत और कलके जरिये मे
क्रिस्कादर गर्मी पैदा होती है--पदीदारखना--
अंजन का आव गर्म--आव गर्मी के आलात--
रखने के आलात--हवा रोकने वाला रखना--
हवा भग्ने का आला--हकत और सकून
हवा-- हकत और दुहनियत हवा--आग
गेशन होने की हालत--ट्रेन रोकने की कैफ़ि-
यत--अंजन के हिस्सा--अंजन की जांच--
हादमात अंजन--इतिफांकात इन्मानी--अंजन
झावगे की लियकत--नकह जात--तारबकी
के इशाह मरहटा हकफ में--नकह और
इशतहागत ॥

લોહમારગ.

અને

આગગાડી.

(પ્રથનોત્તરરૂપે)

ઊપપતો, ઈતીહાસ, અને આકૃતીઓ સાથે

હું ધમણ પુંકુંછું, લોઠાને તારીને ધડુંછું

હું ધાતુને ઠોકુંછું, અને ચાકીને ફેરવુંછું

હું દલવાનુ કામ કરુંછું, અને નાણુ પાડુંછું

અને જે ખખરો તમે વાંચોછો તે હું છાપુંછું

વશ્યંત્ર.

મુખ્યત્વે કરીને

હોંદુસ્થાનના, રેલવેના ખાતા માહેલા

મરેઠી વાંચણારાઓને વાસતે.

આએ ગરંથ

વિશનું ચીમનાજી કરવે.

“ વિદ્યુન્મર્ગકર્તા,” સ્ટેશનમાસ્તર “ હોળકર સ્ટેટ
રેલવે સનાવદ.” એએએ રચીએ.

તે

મુંખધમાં

“ ઈન્દુપ્રકાશ ” છાપખાનામાં છાપ્યો

આવૃતી પેહેલી.

૫૦૦ કાપીએ

(આએ પુસ્તક સને ૧૯૪૭ ના આકટ ૨૦ મા
પરમાણે નોદાએલા છે.)

કોંમત રૂપીઆ બે.

સાકલીલિ અગર અનુ કરમણીકા.

ભાગ	વિષય	પાનુ
૧	ઊપોદ્ધાત અથવા વિષયોનુ સ્વરૂપ	૧
૨	પાકના જંતરવિશે	૨૨
૩	હવા અને પાકના શક્તિવિશે	૨૭
૪	કામ, ધમક, અને ઊભણતાનાં યાંત્રીક સમમુદ્ય એવોનાવિશે	૪૦
,,	સરકનારો પડદો	૪૫
૫	તાપક	૫૨
૬	પાઅલરના શાધનો	૫૭
	પાઅલરના કંઠનો પડદો	૬૮
૭	સરકનારા પડદાની કલાશી	૬૯
,,	ચાલતા પરીધની કલાશી	૭૪
,,	વજન તથા એઅનાવિશે	૭૮
,,	ધસવું તથા ગીરીશનાવિશે	૮૧
૮	બલવું	૮૩
૯	ગાડીઓનું અટકાવવું	૯૮
૧૦	પ્રમાણો	૧૦૩
,,	યંત્ર પરિક્ષા	૧૦૫
૧૧	યંત્રોનો અપધાત	૧૧૪
,,	માણુશોને યતા અકશમાત અને દુખાવવું એવોવિશે	૧૧૩
૧૨	ગાડીઓ અલાવનારાઓનાગુણો	૧૨૯
૧૩	પરચુરણ માહેતગારી	૧૨૫
,,	મિશપાકોનાગુણો (કોઠો)	૧૨૬
,,	ગાડીઓની લેનને જુદી જુદી અઠણુ ઊપર જુદા જુદા વેગને મલેલો અટકાવના (કોષ્ટક)	૧૩૩
,,	હીંદુસ્થાનના રલવેનો કોષ્ટક	૧૩૭
,,	દુનીઆ માહેલા રલવેનું કોષ્ટક	૧૩૮
,,	કંઠણુ શબ્દોની શમજવાની પરીભાષા	૧૪૧
,,	પરથવી પરકમા અને નવા શોધ	૧૪૫
	મરાઠી મુલાક્ષરોના તારાયંતરની નીશાણીઓ આકૃતીઓ (જરૂર જોવી)	

लोहमार्ग

आणि
आगगाडी.
(प्रश्नोत्तररूप.)

उपपत्ति, इतिहास, उदाहरणें आणि आकृती
ह्यांसहित.

॥ श्लोक ॥

भाता फुंकितसें तसें घडतसे पोलाद तावूनही,
हातोड्या करुनी अशोधित पिटीं धातू परी मी नहीं।
लोहारादि बरें किं मी दळतसें नाणेंहि पाडीतसें,
चक्रातें फिरवी व वाचित असां जें वृत्त छापितसें ॥ १ ॥

वाफयंत्र.

मुख्यत्वे करून

भागगाडीच्या खात्यांतलि मराठी वाचकांकरितां,

हा ग्रंथ

विष्णु चिमणाजी कर्वे

राहणार शीराड, तालुका अहिल्याजिल्हा

कुलाबा ह्यांनीं रचला.

तो

मुंबईत

“इंदुप्रकाश” छापखान्यांत छापिला.

नवी आवृत्ति.

५०० प्रति.

(हा ग्रंथ १८४७ च्या २० व्या आकाशप्रमाणे नोंदला आहे.)

किंमत दोन रुपये.

अनुक्रमणिका.

भाग	विषय.	पृष्ठ.
१	उपोद्घात.	१
२	-वाक्यंत्रविषयी	२२
३	-हवा आणि वाफ ह्यांच्या शक्तीविषयी	२७
४	-काम, धमक, आणि उष्णतेची यांत्रिक सममूल्ये ह्यांविषयी	४०
५	-उघडी.	४५
६	-तापक.	५२
७	-तापकाची जुळणी	५७
८	-कंठद्वार.	६८
९	-उघडीची कळाशी.	६९
१०	-धांवेची कळाशी.	७४
११	-भार आणि ओढ ह्यांविषयी	७८
१२	-घर्षण आणि ओंगण ह्यांविषयी	८१
१३	-दहन ;	८३
१४	-रांगांचा विरोध.	९८
१५	-प्रमाणे.	१०३
१६	-यंत्रपरीक्षा	१०५
१७	-यंत्रापघात.	११४
१८	-मनुष्यांस होणारे अपघात व दुखापती ह्यांविषयी	११९
१९	-गाडीवानांचे गुण.	१२३
२०	-किरकोळ माहिती	१२५
२१	-मिश्र वाफेचे धर्म (कोष्टक)	१२६

११-गाड्यांच्या रांगांच्या भिन्न भिन्न चढणी- वरील भिन्न भिन्न वेगास मिळालेला विरोध (कोष्टक)	१३३
११-हिंदुस्थानांतील रेल्वेचें कोष्टक	१३७
११-जगांतील रेल्वेचें कोष्टक	१३८
११-कठीण शब्दांची परिभाषा	१४१
११-पृथ्वीप्रदक्षिणा व नवीन शोध	१४५
११-मराठी मूळक्षरांच्या तारायंत्राच्या खुणा- ११-भारुति (अवश्य पहाव्या)	

सूचना.

भागगाडीच्या खात्यांतील एतद्देशीय लोकांस व ज्यांस शास्त्राची अभिरुचि आहे अशांस माहिती देण्याचा हेतु ह्या ग्रंथकाराचा आहे. ह्या ग्रंथांत, लोखंडी सडक आणि तिजवरून चालणारी आगीची गाडी ह्यांचे इग्र-जी ग्रंथाधारे संक्षिप्त रीतीने प्रश्नोत्तररूप वर्णन केले आहे. ग्रंथकार प्राकृत असल्यामुळे विषयप्रतिपादनांतील भारदस्तपणा आणि समर्पक शब्दव्युत्पत्ति हीं सामान्यतः आहेत, तथापि यथामति जें लिहितां आलें तें लिहून " कांहीं न करण्यापेक्षां कांहीं करणें बरें " हा न्याय साधला आहे, असें हें पुस्तक वाचल्यावरून कळून येईल अशी ग्रंथकारास आशा आहे.

ह्या ग्रंथांतील आकृति शेवटीं दिल्या आहेत, त्या वर्णन वाचतेवेळीं लागल्याच पाहाव्या, क्षणजे विषय समजण्यास विशेष सोपें पडेल.

विष्णु चिमणाजी कर्वे.

मुक्काम सनावद स्टेशन,

मिति फाल्गुन शु० ४ रविवार

शके १८०१.

शुद्धिपत्र.

विशेष सूचना—प्रश्नांच्या संख्येत चूकी झाली आहे. एकंदर प्रश्न १८९ आहेत. आकृती १ पासून २४ पर्यंत आहेत त्यांत किंमत (अमुक) असं लिहिलं आहे तेथे आकृती (अमुक) असं वाचावं. वर्णन आणि आकृती ह्यांचा मेळ जमत नाहीसा होईल त्यावेळेस शुद्धिपत्र अवश्य पहावं; सर्व चुक्या त्यांत सुधारून घेतल्या आहेत. टशाच्या आकृती एकंदर १५ आहेत.

पृष्ठ.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
३	४	ता	तो
"	७	!	?
"	९	!	?
६	२५	३००	१४२
८	२१	असल्यास	आल्यास
"	३	असेल.	असले
२६	१८	निनिघ्न	निर्विघ्न
१७	४	लोहमार्गानें	लोहमार्गाचें
२०	२०	चिमणीकडूनही	चिमणीकडून ही
१७	८	त्याच्या	त्यांच्या
२३	१५	दुसऱ्या	दुसऱ्या
२४	२२	ज	ग
"	२४	क फ	फ क
२६	१	केंद्रिय	केंद्रीय

पृष्ठ.	श्लोक.	अशुद्ध.	शुद्ध.
१२७	२२	चकदार	चेकदार
१२३	८	तमासिगराप्रमाणं	तमासगीरांप्रमाणं
"	२३	ज्याच्या	ज्याच्या
१२४	३	होशोब	हिशोब
"	५	स्वभाव	स्वभाव
१३७	३२	उतारुंचं	उतारुंचे
"	"	मालाचें	मालाचे

आकृतींचें शुद्धपित्र.

पृष्ठ.	श्लोक.	अशुद्ध.	शुद्ध.
१०	५८५		८०
१८	१२८५		२७
३५	१०९		८
४३	२५	करावी. आतां	करावी. (आकृती १० पाहा). आतां
५४	२३५८		२८
३७	१२९		८
५५	२६३०		२८
५६	१७३०		२८
६२	१६	उघडे टेवावे	उघडे टेवावे
६२	२१	A A	अ अ
६३	७	ड इ	द ले
"	२१	अ	अ

श्री ११/१९

पृष्ठ.	श्लोक.	अशुद्ध.	शुद्ध.
६३	२६	क	क
६५	२५	अ ब	a b
"	२२	क	c
"	२५	फ	f
६५	२६	ग ह के	g h k
६६	२६	ह	h
"	"	के	k
"	२	ल लं	l l
"	३	मं	m
"	४	न	n
"	५	उ न	o n
"	६	प	p
"	१२	अ ब	a b
"	१२	के ल	k l
"	१३	ग	g
६७	३	र र	r r
"	२६	३ ४	३ २
६८	२४	३ ०	२ ८
७०	१७	श	l
"	२१	श	l
७२	१०	A B	a b
"	२८	ब	B
"	२०	k	K
"	२१	d	D

५५

पृष्ठ.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
७३	५	क क	क क
"	७	ऊ ऊ	ओ ओ
"	१७	द	ड
"	२०	इ	ए
"	२१	र र	र र
७६	६	५२	५३
७८	९	७८	७५
९८	११	अ	अ
"	२२	द	ड
१२१	१५	६३	६२
१२२	१	अ	अ



सूचीपत्र.

वर्णना शिवाय ८ आकृती आहेत.

(अ) आकृतीच्या भागाच्या शेवटीं ४ आकृती आहेत त्या हें पुस्तक मार्मीक रीतीनें वाचल्यानें सहज समजून येतील. त्यांपैकीं एका आकृतींत आगगाडीची भट्टी मोठी करून दाखविली आहे. दुसरींत पाण्याच्या टांकीची गाडी मोठी करून दाखविली आहे. तिसरींत, तुंब, दट्ट्या व बाण्याशय हीं दाखविलीं आहेत. चवथींत इंजनाच्या पुढच्या वाजूचा मार्गोल देखावा आहे.

(क) ३७ व्या आकृतींत “ इंजेक्टर ” (पाणी तापकांत चढविणाऱ्या) यंत्राचा पूर्ण देखावा आहे.

(ख) ७४ व्या आकृतींत स्क्रु, नट, रीव्हेट ह्यांचा समुदाय दाखविला आहे.

(ग) ७९ व्या आकृतींत रुळाखालीं लोखंडाची खुर्ची (बैठक असते ती दाखविली आहे.

(घ) ४९ व्या आकृतींत कंठद्वाराची (ब्राटल व्हॉल्व) रचना दाखविली आहे. ६८ व्या पृष्ठांत ह्यांचे वर्णन आहे.

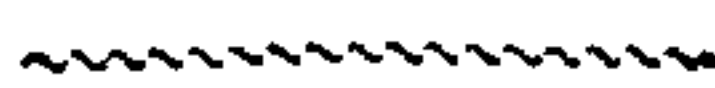
(ङ) ८५ व्या आकृतींत पांच तऱ्हांचे रुळ दाखविले आहेत.

(च) ८६ व्या आकृतींत दुसऱ्या प्रश्नाचे उत्तर आकृती रुपानें दिलें आहे.

(छ) ८७ व्या आकृतींत पॉटस्लीपर दाखविले आहेत.

(ज) ८८ व्या आकृतींत स्टेशन दाखविलें आहे.

(झ) १० व्या आकृतींचें वर्णन ४३ व्या पृष्ठांत दिलें आहे.



भाळती अ ब क भाणि २५ ह्यांत अक्षरांनीं
दाखविलेल्या यंत्राच्या भागांची याद.

संज्ञिक अक्षरें मराठी अर्थ.	इंग्रजी अर्थ.
अ अ	तुंबे.
ब	मुख चार्कें.
क	मुख जोडकाठी.
ड	मुख पाऊची खुंटी.
फ	मागल्या चाक्राचा आंत.
ग	भट्टी.
ह ह ह	सांठी.
इ इ	सांठीची जोर पट्टी.
ज	त्रिकेंद्रिय चक्रें.
झ	डोल्या.
ण	कडी वर करण्याचा दांडा.
न	कडी वर करण्याची भूज.
ओ ओ	राहाट्या.
प प	तापकाचा नगाऱ्याप्रमाणें दिसणारा भाग.
घ	धुमाशय.
र र	धूर जाण्याचा बंत्र.
स	पिंजरा.
ट	पुढचा दिवा.
थू	घंटा.
व	रेतीची पेट्टी.
	सिलिंडर.
	मेन डायव्हिंग व्हील्स.
	मेन कनेक्टिंग रॉड्.
	मेन क्रक गिन.
	फायर वॉक्स्.
	फ्रेम.
	फ्रेम प्लॅट्;
	एक्सटेंडिक्.
	रॉकर.
	रीव्हर्स लिव्हर.
	स्मोक वॉक्स्.
	स्मोक स्टॅक्.
	काऊ कॅचर.
	हेड् लाइट्.
	रॉड वॉक्स्.

संज्ञिक अक्षरें	मराठी अर्थ.	इंग्रजी अर्थ.
उ	शिटीयंत्र.	विहसल.
क्ष	घुमट.	डोम.
य य	यंत्रावर बसण्याची जागा.	
ज्ञ	मागल्या चाकांच्या पाऊ- ची खुंटी.	
अ	जोरनळींतील हवाशय. एअर चेंबर.	
क क क	वाण्याचा पुरवठा करणारी सल्पाय पाइप. नळी.	
क	मागचीं मुख्य चाकें.	बॅक ड्रायव्हींग व्हील्स.
ग	आंकड्याची खुंटी.	कपलिंग पिन
ह	वांसणाग पत्रा.	फ्रिक्शन ल्पेट.
इ	चेकदार.	चेक व्हाल्व्.
क		फुटबोर्ड.
ल		लेशी कॉक.
म	माती वगैरे काढण्याचें द्वार.	मड्डूम.
न न	कमाणी.	स्प्रिंग.
प	नळ.	
स	वाष्पदर्शक.	स्टीम गेज.
अ अ	धूमनलिका.	ट्युबस्.
वा	भट्टीचें दार.	
ड ड	रक्षाकुंड.	एँशमेंट.
फ फ	वाष्पोत्सासाची नळी.	ज्वास्ट पाइप.
ह ह		क्रॉसहेड.

संज्ञिक अक्षरें	मराठी अर्थ.	इंग्रजी अर्थ.
ज	कंठद्वाराचा दांडा.	
म म	शुष्क नळी.	डायपाइप्.
व	धुम्राशयाचें दार.	
यु यु	तापकाची बैठक.	
र	यंत्ररक्षक द्वार.	
उ उ	दात्यांचा अर्धचंद्राकृती	सेक्टर.
	दांडा.	
य	मध्यखीळ.	सेंटर पिन्.
ज्ञ	कंठ द्वाराची मूठ.	
कं कं		बेड् ल्पेट.
ए ए	वाळू पाडण्याची नळी.	सॅण्ड् पाइप्.
फं फं	मुख्य चाकांचा सम दांडा	इक्वलायजिंग लि-
		वर.
इ इ	घांटेची दोरी.	
कं कं	उघडीचा दांडा.	
मं मं मं	हातांत धरून चालण्या-	
	चा दांडा.	
घ घ	यंत्रावर चढण्याच्या पाय-	
	च्या.	
रं रं	सांठी आणि धुम्राशय	
	चेंदार यांस कसून बां-	
	धलेला. एक दांडा आहे.	
सं सं	बाष्पाशय.	स्टीमचेरट्.
उ	झाड्याचें दार उघडण्या-	

संज्ञिक अक्षरं मराठी अर्थ.

इंग्रजी अर्थ.

क्ष
य

चा एक दांडा आहे.
झाडा करण्याचें द्वार.
कंठ द्वाराची पाऊ (ज्या-
प्रमाणें घंटेली असते
तशी आहे.)

ब्लो ऑफ वॉक.

य
ज्ञ ज्ञ

दट्याचा दांडा.
ओढ काठी.

डॉ. वार.



लोहमार्ग.

भाग १.

उपोद्घात.

Introduction.

प्रश्न १.—वाफेच्या शक्तीचा शोध कधी लागला ?
उत्तर—वाफेच्या शक्तीचा शोध बहुतकरून विस्तवा-
च्या शोधावरोवर लागला असावा. पाण्याचें भांडें
ठेवून त्याचें तोंड बंद केलें तर तें वाफेच्या जोरानें
उडतें, मग तें भांडें किती कां बळकट असेना, तरी
फुटून त्याचे तुकडे होतात. अशा अनेक अनुभवां-
वरून वाफेच्या प्रसरणशक्तीची माहिती झाली हें
साहजिकच आहे; परंतु अशी अचाट शक्ति कधी को-
णाच्या हुकमांत राहून काम देखील असें कोणा-
च्या स्वप्नांही नव्हतें. फार प्राचीन काळीं
वाफेच्या वाराची आणि बंदुकीच्या दारूच्या वारा-
ची शक्ति सारख्याच मानीत असत, एका
काळीं हटकलिल आणि पापीन ह्या गृहस्थांनीं तुंब्यांत
दट्ट्या वर खालीं करण्याकरितां वाफेच्या ऐवजीं बंदुकी-
च्या दारूचा उपयोग केला होता.

ख्रिस्ती शकापूर्वी १०० वर्षांपासून आलीकडे ह्या
विषयावर लिहिलेले निबंध आढळतात. सारांश वाफयंत्राची,

माहिती दोन हजार वर्षांपासून झाली आहे. तरी ती माहिती जेम्स वॉट पासून पक्की मानली आहे. जेम्सच्या पूर्वी काहीं वाक्यंत्रे अनेक कारागिरांनी रचली होती, तरी तीं जेम्सच्या पुढे फिकीं पडलीं तीं इतकीं कीं, जेम्स वॉट ह्यास “इंजिनियर लोकांचा बाप!” असें लोक म्हणूं लागले. त्याचें वर्णन येथें संक्षेपानें करितों.

क्लाईड नदीच्या तीरीं ग्रिनाक नांवाच्या शहरांत तारीख १९ जानेवारी सन १७३६ रोजीं जेम्स वॉटचा जन्म झाला. त्याची आईवापें मध्यम प्रतीचीं होती; तीं उद्योगी, ज्ञानशक्तिविशिष्ट व धर्माचरणसंपन्न अशीं असत. त्यांच्या बाप आज्यानें सरकारच्या मोट्या विश्वासाच्या जागा चालविल्या होत्या असा ग्रिनाकच्या दारबारांत लेख प्रसिद्ध आहे. इंग्लंडचा राजा पहिला चार्ल्स ह्याच्या वेळीं ग्रिनाकच्या शेजारीं एक खेडें आहे, तेथें जेम्स वॉटचा आज्ञा प्रथम थोडीशी शेतकी करून रहात असे. हाच त्या घराण्यांतोळ मूळपुरुष होय.

जेम्स वॉट हा फार नाजूक प्रकृतीचा होता म्हणून त्याचा विद्याभ्यास घरीं चालत असे. त्याच्या आईनें त्यास वाचावयास शिकविलें आणि बापानें लिहिण्यास आणि हिशोब करावयास शिकविलें. त्याच्या मनोरंजनार्थ त्याची आई त्यास पेनसलीनें अथवा खडूनें जमिनीवर अथवा भित्तवर रेघा काढून दाखवी. त्याच्या बापानें त्यास काहीं सुताराचीं हत्यारें आणून दिलीं होती, तीं तो पुढें चांगल्या प्रकारें चालवूं लागला.

त्याचीं लांकडाचीं खेळणीं असत तीं तो मोडून पुन्हा जुळवी आणि मुख्यत्वे करून तो ह्याच वालाभ्यासापासून यांत्रिकांत त्या काळीं सर्वांस मार्गें टाकून कीर्तीस चढला, इतकेच नाही; परंतु ता वाफयंत्राचा उत्पन्न कर्ताच झाला.

ह्याप्रमाणें त्याचे लहानपणचे दिवस त्याच्या सुशिक्षित आईवापांच्या संगतींत गेले. असें सांगतात कीं, एके दिवशीं त्याच्या वापाचा स्नेही आला त्या वेळेस जेम्स घरांत कांहीं घडामोड करीत बसला होता. स्नेहानें जेम्सच्या वापास हटलें कीं “तुमचा मुलगा घरीं राहून उनाडक्या करितो, त्यापेक्षां त्यास तुम्हीं शाळेंत कां पाठवीत नाहीं!” त्यावर जेम्सच्या वापानें उत्तर दिलें कीं “तो पाहा माझा मुलगा कामांत कसा गढून राहिला आहे!” जेम्स वॉट साहा वर्षांचा असतां त्यास रेखा गणितांतील उदाहरणें सोडविण्याचा नाद लागला. दुसरो एक गोष्ट अशी आहे कीं, एके दिवशीं टेबलावर चाहादाणी ठेविली होती तेथें जेम्स गेला आणि चाहादाणीवरिल झांकण काढून चाहादाणीच्या तोंडावर चमचा धरिला, तेव्हां चाहादाणीतून वाफ निघून चमचास लागून तेथें ती थंड होई त्या वेळेस चमचाच्या पृष्ठभागावर पाणी जमून त्याचे थेंब पुन्हा चाहादाणींत पडत; ते थेंब जेम्स मोजीत उभा राहिला होता. इतक्यांत त्याची आत तेथें आली आणि त्याच्या ह्या खेळास धिक्कारून ह्मणाली कीं, “तुला असले रिकामे खेळ करण्याची हौस वाटते; परंतु हें फार वाईट आहे. हा काळ त्यां दुसऱ्या एकाद्या उपयुक्त कामांत खर्च

केला तर फार चांगलें होईल." ह्याच खेळावरून जेम्सने वाफेच्या यंत्रांत वाफ थंड करण्याचें एक पात्र केलें आहे. त्यास 'शितक' असें म्हणतात. हे खेळ दुसऱ्या लोकांनीं पाहिले म्हणजे ते जेम्सला वेडा म्हणत.

जेम्स वॉट चवदा वर्षांचा झाल्यावर त्याची आई त्यास हवा पालटण्याकरितां ग्लासगो शहरास घेऊन गेली, आणि तेथें त्यास तिच्या नातलगाच्या घरीं ठेवून ग्रिनाकास परत आली. इकडे जेम्स घरांतल्या माणसांस नानाप्रकारच्या गोष्टी सांगे तेणेंकरून त्यांस रात्रभर जाग्रण होई. असें होतां होतां शेवटीं घरधनिनीनें जेम्सच्या आईस निरोप पाठविला कीं, त्वां सत्वर येऊन आपला मुलगा घेऊन जाणें. त्याची गोष्टी सांगण्याची शैली इतकी चमत्कारिक आहे कीं, त्या ऐकण्याकडे सर्व मनुष्यांचे कान लागतात, आणि रात्रभर जाग्रण पडते. असा निरोप आल्यावर त्याची आई त्यास घरीं घेऊन गेली. पुढें जेम्स व्याकरणाच्यांत अभ्यासास जाऊं लागला, तेथें त्यानें ल्याटिन आणि ग्रीक भाषांचा अभ्यास चांगला केला. परंतु इतक्यावरच तो राहिला नाहीं. तो गणितांत इतका हुषार निघाला कीं, त्याच्या आधारानें तो आपल्याकरितां उपयुक्त यंत्रे रचूं लागला.

ह्याशिवाय तो लहानपणीं तरतऱ्हेचीं पुस्तकें वाचून त्यांत तो आपलें मनरंजन करी. तो रसायनशास्त्रांतील कित्येक कृतींचा अनुभव घरीं घेत असे. त्यानें एक विजेचें यंत्र स्वतः तयार करून त्याचे धक्के लोकांस दिले. औषधींचीं आणि शस्त्रक्रियेचीं पुस्तकें तो

मनापासून वाचीत असे व त्यांतील कृति स्वतः करून पाही. एके दिवशीं शस्त्रक्रियेचा अनुभव घेण्याकरितां एका मेलेल्या मुलाचें डोकें कापून घेऊन जात असतां तो लोकांस रस्त्यांत आढळला. जें जें पुस्तक त्याच्या हातांत येई तें तें त्यानें वाचल्याशिवाय कधीं जाऊं दिलें नाहीं. एके दिवशीं त्याच्या मित्रानें त्यास ह्मटलें कीं, 'त्वां आपलें वाचन कमी करावें. फार वाचल्यास मस्तक फिरेल. त्यावर जेम्सनें उत्तर दिलें कीं, "माहिती, शिक्षण, अथवा मनरंजन ज्यांत नाहीं असें एकही पुस्तक माझ्या वाचण्यांत अद्यापपर्यंत आलें नाहीं.';

पुढें प्रोफेसर रॉबिनसनह्यानें जेम्सला वाफेच्या विषयाचा अभ्यास करण्यास सांगितलें. रॉबिनसनचें ह्मणणें असें होतें कीं, कांहीं तरी युक्ति करून चाकांची गाडी वाफेच्या शक्तीनें चालवावी. जेम्सनेंही पुढें बोलून दाखविलें कीं, त्याकाळीं मी वाफेविषयीं फारच अज्ञानी होतो तरी ज्याप्रमाणें राविन्सनानें यंत्राचा नमुना करण्यास सांगितलें त्याप्रमाणें मी तो तयार केला; परंतु तो नीट उतरला नाहीं पुढें राविन्सनही समुद्रांत सरुन करण्याकरितां गेला. असे कांहीं अडथळे येऊन तो वेत तसाच राहिला. जर त्या वेळीं यंत्रशास्त्र समर्थ असतें तर त्याच वेळेस वाफेची गाडी चालू होती. ही राविन्सनची कल्पना जेम्सच्या लक्ष्यांत विंबून राहिली ती दिवसानुदिवस वाढत जाऊन अखेर फलद्रूप झाली.

जेम्स वॉट हा फावल्या वेळांत वाफेविषयीं विचार करीत बसे. त्या वेळेस रसायनशास्त्र वाल्यावस्थेंत होतें. ह्या वेळेस डॉक्टर हलॉक गुप्त उष्णतेविषयीं विचार करीत

होता, आणि तो जेम्स बरोबर वादविवाद करी, त्यावरून जेम्स सोपे सोपे अनुभव घरीं घेत असे. जरी जेम्सनें वाफयंत्राचा नमुना एकही कधीं पाहिला नव्हता तरी त्याचें लक्ष तिकडे फार लागे. त्या वेळेस वाफेच्या शक्तीबद्दल स्कॉटलंडांत कांहींच माहिती नव्हती.

स्टर्लिंगशायर येथील एलफिन्स्टन नांवाच्या कोळशाच्या खाणीवर सन १७५० त प्रथम वाफयंत्र खाणींतून पाणी उपसण्याच्या कामास लावलें होतें. जेम्स वाटच्या पूर्वी दोन चार गृहस्थांनीं निरनिराळ्या तऱ्हेचीं वाफयंत्रें प्रचारांत आणलीं होतीं त्यांच्या कल्पकांविषयीं राबिन्सनानें जेम्सला कांहीं विशेष सांगितलें. तेव्हां त्यानें त्यास स्पष्ट उत्तर दिलें कीं, "तुझीं त्या मनुष्याविषयीं इतकी वढाई सांगूं नका. मी हल्लीं अशा प्रकारचें वाफयंत्र वनविलें आहे " कीं, त्यांतून यत्किंचितही वाफ वायां जाणार नाही.

प्र० २.—लोहमार्ग हणजे काय ?

उ०—जमिनीवर नियमित लांबीचे चौरस अथवा अर्ध गोल लांकडाचे तुकडे नियमित अंतरानें ठेवून त्याजवर दोन लोखंडी रूळ वसवून जी ओळ तयार करितात तीस लोहमार्ग असें हणतात.

प्र० ३.—ह्या मार्गाच्या चढ उताराविषयीं काय नियम आहे ?

उ०—साधारण रस्त्याप्रमाणेंच ह्या रस्त्यांस चढउतरणी असतात. प्रायः एका मैलांत ३०० फुटीपेक्षां ज्यास्त चढाव ठेवीत नाहीत. सपाटी पुरी होऊन चढाव

सुरू होतो त्या ठिकाणी एक लहानसा खुंट उभा करून त्यास दोन आडव्या भुजा (कळ्या) लावतात. ज्या वाजूकडे रस्ता सपाट असतो त्या वाजूकडील भुज समांतर दिशेस राखतात, आणि तिजवर रंगाने पातळी (लेव्हल) असे लिहितात. जिकडील वाजूस चढण असते तिकडील वाजूच्या भुजेवर चढावाच्या फुटींची संख्या लिहितात, आणि ज्या वाजूस उतरण असते त्या वाजूकडील भुजेवर उतरणीच्या फुटींची संख्या लिहितात. ह्याशिवाय दुसरी अशी गोष्ट आहे की, ज्या वाजूकडे चढाव असतो त्या वाजूकडील भुज किंचित् उचलून वसवितात, ह्मणजे पाहणारा समजतो की, पुढें चढाव आहे. ज्या वाजूकडे उतरण असते त्या वाजूकडील भुज किंचित् खाली करून वसवितात, आणि दोहों वाजूस चढाव असेल तर दोन्ही भुजा उचलून दाखवितात. आणि दोन्ही वाजूस उतरण असली तर दोन्ही भुजा खाली दाखवितात. ह्या प्रयोगाचें स्पष्टीकरण ६४।६५।६६ आणि ६७ ह्या आकृतींवरून चांगलें लक्षांत येईल. हे खुंट मार्गाच्या वाजूस उभे केलेले असतात. त्यांस ग्रेडियन्ट पोष्ट असें ह्मणतात. त्याचप्रमाणें मार्गाची लांबी समजण्याकरितां दरएक मैलावर खुंट उभा करून त्याजवर मैलांची संख्या लिहितात. त्यास मैलपोष्ट असें ह्मणतात.

प्र० ४.—लोहमार्ग तयार करतांना डोंगर आडवा आला तर काय करितात ?

उ०—६८ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें डोंगरास आरपार भोंक पाडून त्यांतून रस्ता तयार करित नेतात

अशा भोंकास विवर अथवा बोगदा असें ह्मणतात.

प्र० ५.—असले बोगदे हिंदुस्थानांत कोठें आहेत ?

उ०—थळघाटांत आणि बोरघाटांत असले विवर-मार्ग पुष्कळ आहेत.

प्र० ६.—बोरघाटांत किती बोगदे आहेत व त्यांस किती खर्च लागला होता ?

उ०—बोरघाटांत २५ बोगदे आहेत त्या सर्वांत जो एक मोठा बोकदा आहे त्याची लांबी ४३७ यार्ड आहे. हा घाट तयार करण्यास चार वर्षे लागलीं होतीं. तें काम तारीख १४ जून सन १८५८ रोजीं सुरू झालें आणि त्यास ७५,००,००० रुपये खर्च लागला.

प्र० ७.—थळ घाटांत किती बोगदे आहेत.

उ०—थळ घाटांत १३ बोगदे आहेत. त्यातील एक मोठा बोगदा ४७४ यार्ड लांब आहे. हा घाट तयार करण्यास चार वर्षे लागलीं, व तें काम सन १८५७ सालीं आक्टोबर महिन्यांत सुरू झालें. ह्या घाटास ४५,००,००० रुपये खर्च लागला. ह्या खेरीज महूच्या छावणीजवळ वाईचा घाट आहे त्यांत चार बोगदे आहेत. ह्या खेरीज हिंदुस्थानांत सांगण्यासारखे दुसरे बोगदे नाहींत.

प्र० ८.—लोहमार्गास उंचवटा अथवा टेंकडी आडवी असल्यास काय करितात ?

उ०—मार्गाच्या सपाटीवरोवर उंचवटा कापून मधून रस्ता बांधून काढितात. त्यास खिंड (कटिंग) असें ह्मणतात. ह्याचा देखावा ८३ व्या आकृतींत दाखविला आहे.

प्र० ९.—लोहमार्ग तयार करते वेळीं सखल प्रदेश आडवा आल्यास काय करितात ?

उ०—मार्गाच्या सपाटीपर्यंत बांध घालून त्या बांधावरून रस्ता तयार करितात. त्यास बांधण (व्यांक) असें म्हणतात.

प्र० १०.—लोहमार्गास नदी आडवी आली तर काय करितात ?

उ०—लांकडी अथवा लोखंडी ताका धिन्यावर वसवून त्यावरून सडक बांधून नेतात, त्यास सेतु अथवा पूल असें म्हणतात. (आकृति ६९ पाहा.) हा पूल टाण्याच्या खाडीवरचा आहे.

प्र० ११.—लोहमार्गाविषयीं पुरातन माहिती काय आहे ?

उ०—इंग्लंडांत कोळशाच्या खाणी फार आहेत आणि त्या खाणींतून पूर्वी घोड्याच्या अगर बैलाच्या गाडींत कोळसे भरून इच्छित टिकाणीं नेत असत. जों जों कोळशाचा खप फार होऊं लागला तों तों तेथील लोकांस कोळसा त्वरित पोहचवून देण्याच्या युक्ति एका मागून एक सुचूं लागल्या. बैलगाडीचे सडकेवरून चालण्यापेक्षां तिच्या चाकाखालीं विशेष गुळगुळीतपणा ठेविला तर ती बैलास ओढण्यास हलकी जाऊन वेगही पुष्कळ येईल. आणि अशा समजुतीनें त्या लोकांनीं लांकडाच गज मारून बैलगाड्या चालविल्या. त्या गाड्यांचीं चाकें गजावरून खालीं पडून येत म्हणून त्यांस एका वाजून कणा राखीत. त्या वेळच्या गजाची आकृति ८४ व्हा आकृतींत दाखविली आहे.

प्र० १२.—वाफेच्या गाडीची युक्ति कोणी काढली ?

उ०—एका कग्नाट नांवाच्या फ्रेंच मनुष्याने वाफेच्या गाडीची युक्ति सन १७६३ साली काढली. ह्या गाडीचा मूळ उद्देश तोफा वाहन नेण्याचा होता. ह्या गाडीची आकृति ८५ व्या आकृतींत दाखविली आहे. कग्नाटच्या नंतर अनेक कारागिरांनी तरतऱ्हेच्या वाफेच्या गाड्या तयार केल्या; परंतु ह्यापैकी एकास देखील वाफेच्या गाडीचें श्रेय मिळालें नाहीं.

प्र० १३.—तर मग तें श्रेय कोणास मिळालें ?

उ०—वाफेच्या गाडीचें श्रेय एका स्काच मनुष्यास मिळालें त्याचें नांव ज्यार्ज स्टिफन्सन.

प्र० १४.—जार्ज स्टिफन्सन विषयीं काय माहिती आहे ?

उ०—जार्ज स्टिफन्सनचें पूर्ववय बहुतेक शेतकीच्या आणि गुरें वळण्याच्या कामांत गेलें. जार्ज्याच्या बापास वाफेच्या यंत्रावर आगवाल्याची नौकरी होती, त्यामुळें ज्यार्जासही थोडथोडा कलाकौल्याचा नाद लागला. ज्यार्जानें आपल्या मनांत एके दिवशीं असा विचार केला कीं, चाकांवर विशेष भार ठेवावा ह्मणजे तीं जागच्या जागीं फिरणार नाहींत व असें झालें ह्मणजे मग चाकांस व रुळांस दांते ठेवण्याची गरज नाहीं. ह्या प्रथम समजुतीवरून ज्यार्जानें एक वाफेची गाडी बनविली आणि ती त्यानें प्रथम किलिंगवर्थ नांवाच्या लोहमार्गावर चालवून दाखविली, आणि ती त्याच्या मनोदयाप्रमाणें चालली. त्यानें त्या गाडीचें नांव “ब्लू-चर” असें ठेविलें होतें. ह्या कल्पनेवरून जार्ज स्टिफ-

उपरोदात.

२२२ ११३

न्सन ह्यास वाफेच्या गाडीचा कल्पक असे म्हटले आहे. जेव्हां जेव्हां कोणा एका राजाच्या मनांत आपल्या राज्यांत लोहमार्ग आणि वाफेची गाडी बांधण्याचें येई तेव्हां तेव्हां ते जार्ज स्टिफन्सन ह्यास बोलावून आणून त्याच्या हातून तें काम पुरें करून घेत.

सन १७८१ तारीख ९ जून रोजी जार्ज स्टिफन्सन जन्मला. त्याचा बाप रॉवर्ट स्टिफन्सन हा पूर्वी स्कॉटलंड देशांतील राहाणारा असे तेथून एका इंग्लिश गृहस्था-वरोवर नौकर होऊन इंग्लंडांत आला होता. त्याची वस्ती विल्यम नांवाच्या कोळशाच्या खाणीवर एक खेडें आहे तेथें होती. रॉवर्ट स्टिफन्सन ह्यास साहा मुलें होती. त्यांत जार्ज स्टिफन्सन हा द्वितीय पुत्र होय. त्याच्या बापाचें कुटुंब मोठें असून प्राप्ति फार कमी असे. जार्ज स्टिफन्सन आठ वर्षांचा झाला नाही तोंच त्याच्या बापानें त्यास गुरें वळविण्यास लावले. त्या नौकरिवदल जार्जास दोन पेन्स ह्मणजे साडेपांच पैसे रोज मिळे. कांहीं मुलगे खरोखर आळशी आणि अविचारी असतात कीं, त्यांनीं कितीही मोठ्या आश्चर्याची गोष्ट पाहिली तरी त्यांचें तिकडे यत्किंचित्ही लक्ष लागत नाही. परंतु जार्ज असा मुलगा नव्हता. त्यास निरर्थक गोष्टी ऐकण्याचा मोठा वोट असे.

ह्याप्रमाणें जार्ज स्टिफन्सनचें पूर्व वय गुरें राखण्यांत आणि दुसरी मोलमजुरी करण्यांत गेलें. जार्ज अठरा वर्षांचा होईपर्यंत त्यास मुळाक्षरांचें देखील ज्ञान नव्हतें. तो इतक्या मोठ्या योग्यतेस चढला, याचें कारण केवळ बुद्धिवळ हेंच होय. त्यास जर विद्या अवगत असती तर

त्याने काय केले असते न कळे ! त्याच्या बापाच्या सह-
वासाने त्यास पुढे दुय्यम आगवाल्याची नौकरी मिळाली.
आणि येथपासून जार्जाचा आणि वाफेच्या यंत्राचानिकट
संबंध पडू लागला. मोटमोठीं सार्वजनिक कामें करून
जिकडे तिकडे त्याची मान्यता झाली. परंतु तो अविद्वान
राहिल्यामुळे त्यास मोठा खेद होई.

प्र० १५.—माल व उतारू लोक वाफेच्या गाडींतून
नेण्याची सुरुवात कधी व कोणत्या रस्त्यावर झाली ?

उ०—पार्लमेन् सभेच्या हुकमानें सन १८२५ तारीख
२७ सप्टेंबर रोजी स्टॉकटन आणि डार्लिंग्टन मंड-
ळीचा लोहमार्ग प्रथम सुरू झाला. त्या दिवशीं ४५०
उतारू लोक वाफेच्या गाडींतून जाण्याकरितां आले होते.
दर अवरास बारा मैलांचा वेग होता. ह्या नंतर सर्व
देशांत वाफेच्या गाड्यांचा फैलाव झाला.

ज्यावेळेंस हिंदुस्थानांत लोहमार्ग बांधण्याकरितां
मिस्तर फॉक्स ह्यानें बाल त्रितीश सरकारांत सादर केले.
त्या वेळेस एडमंडवर्क नांवाच्या एका सभासदानें बोलून
दाखविलें कीं, हिंदुस्थानांत इंग्लंडानें पूल, रस्ते, कालवे,
तळीं वगैरे सार्वजनिक कामें कांहींच केलीं नाहींत
... जर आपणांस तेथून हाकून लाविलें तर आपण
कोण रानटी लोक होतो किंवा जनावरें होतो इत-
कें देखील कळण्याचें चिन्ह राहिल असें दिसत
नाहीं! !

परंतु ती कुचेष्टा आतां होत नाहीं. सांप्रतकाळीं
रेल्वेच्या संबधानें पाटण्यानजीक सोना नदीवर आणि
प्रयागाजवळ यमुनेवर बांधलेले पूल नामांकित आहेत.

पांच हजार मैल लांबीचा रेलवेचा रस्ता बांधला आहे. त्याचे भांडवल ८,८०,००,००० इतके होते. हल्ली रेलवे इतकी वाढली आहे की, दक्षिण दिशेस मद्रासेहून मुंबई आणि पूर्वेस कलकत्ता, हे इलाखे रेलवेने जोडले आहेत. ह्याशिवाय वेदीशें मैलांची एक मोठी शाखा निघून लखनौ, दिल्ली, लाहोर, मुलतान, आणि कराची इतकी शहरे जोडते. दक्षिणेस बंगालच्या उपसागरांत हुबळी नदी आणि आरबी समुद्रांतिल सिंधूनदी ह्यांची तोंडे लोहमार्गाने जोडली आहेत.

प्र० १६—लोहमार्ग बांधण्याचा मुख्य हेतु काय होता?

उ०—त्याच्या कल्पकच्या हेतूप्रमाणे पाहूं गेल्यास सांप्रत फारच फेर पडला आहे; तो हा की, उतारू लोकांची अमदानी फार वाढली. स्टाकतन् आणि डार्लिंगटन नांवाची रेलवे फक्त कोळसे नेण्याआणण्याकरितां तयार केली. पुढे दुसरी एक लिव्हरपूल आणि म्यानचेस्तर ह्यांचे दरम्यान माल वाहून नेण्याकरितां बांधली होती. त्या वेळेस उतारू लोकांपासून नफा होईल हें लोकांच्या स्वप्नां देखील नव्हतें. कारण वाफेचें यंत्र आपणांस ओढून नेईल असा भ्रंवसा लोकांस नव्हता. कदाचित् कोणी कल्पना काढली तर त्यास लोक वेडा म्हणत. एकदां असे घडलें की, लोकांनी मोठा गवगवा केला आणि त्यापासून लिव्हरपूल आणि म्यानचेस्तर रेलवे कंपनीस आपला रस्ता तहकूब ठेवणें भाग पडलें, आणि पुढे लवकरच घोड्यांच्या गाड्या चालवाव्या. वाफेच्या चालवूं नयेत असा सरकारांतून अलाहिदा कायदा निघाला !!

वर सांगितल्याप्रमाणें जरी कायदा जारी होता तरी त्या कंपनीने आपणापुरताच सरकाराशीं एक ठराव करून घेतला, आणि आर्ली वाफेच्या गाडींतून उतारू लोक नेणार आहों झणून लोकांत जाहीर केले. त्या वेळेस आश्चर्यकारक एक गोष्ट अशी घडली कीं, कंपनीजवळ जितक्या लोकांपुरते डबे होते त्यापेक्षा अधिक लोक आपण होऊन वाफेच्या गाडींत वसण्याकरितां आले.

पूर्वीं माणसें वसण्याच्या गाड्या डांकेच्या गाड्यांप्रमाणें असत. उतारू लोक नोंदीत आणि त्यांची नांवनिशीवार याद गाडीजवळ देत. जेव्हां गाडी स्टेशानाजिक येई त्या वेळेस एक मनुष्य प्लॉट फार्मिवर उभाराहून विगूल वाजवीत असे. ही विगूल वाजविण्याची चाल मांचेस्टर स्टेशनावर फार दिवस चालत असे, ती नुकौच्च वंद झाली आहे.

जेव्हां रहदारी फार वाढूं लागली त्या वेळेस कित्येक नवीं इंजनें तयार केलीं. त्यांचा वेग जास्त वाढविला, माणसांचे डबे चांगले प्रशस्त बांधले. तिकिटें काढलीं, अशा अनेक सोई केल्या. पहिली मांचेस्टर आणि लिव्हरपूल लाईन होती ती निरुपयोगी ठरून दुसरी बांधली. त्या वेळेस डांकेची गाडा दर तासास २३ मैल चालत असे. ती वेग वाढत जाऊन आतां ५० पासून ६० मैलांपर्यंत आला आहे. उतारू लोक वाहून नेणाऱ्या वाफेच्या गाडीचें वजन ३० पासून ३५ टनांपर्यंत वाढविलें. पूर्वीं ते ४ ३/४ टनांचें होतें. रुळाचें (दर यार्डास) ३५ पौंडांपासून ७५ पौंडांपर्यंत वाढविलें. स्लीपरांखालीं चिरे वसविले. रुळांचीं तोंडे पूर्वीं खुलींच असत

तीं पट्या लावून मळसूत्रांनीं आंवळून टाकलीं. लोखंडी रूळ काढून पोलादी घातले.

उतारू लोकांची रहदारी आतां पाहा किती वाढली आहे ! सन १८७३ सालीं फक्त ग्रेटविटनांत डेटिकिटें घेणारे ४०,१४,६५,०८० लोक होते. ह्याशिवाय २,५७,४७० पिरौ आडिकल पास विकले होते. अशा अनेक रकमा आहेत; त्या सर्व घेतल्यास फक्त ग्रेटविटनांत एका वर्षांत ४४,८४,८९,०८६ इतके उतारू लोक वाफेच्या गाडींत वसून गेले.

मि. पोरटर ह्यानें राष्ट्राच्या सुधारणुकीवद्दल निबंध लिहिला आहे त्यावरून पाहतां असें दिसून येतें कीं, ज्या वेळेस डांकेच्या गाड्या होत्या त्या वेळेस ३०,००,००० उतारू दरवर्षास अथवा ८२,००० दर दिवसांत जात असत. त्या वेळेस सरासरी दर तासास १२ मैलांचा वेग पडून सरासरी दर उतारूस पांच शिलिंग (ह्मणजे दर मैलास पांच पेनी, ह्या मानानें खर्च पडे, आणि वाफेच्या गाडीनें ४४८ लक्षांवर रोज उतारू जाऊन त्यास एक शिलिंग आणि दीड पेनी इतका खर्च लागे. ह्यावरून हल्लीं पूर्वीपेक्षां $\frac{३}{४}$ खर्च कमी पडूं लागला आहे.

ह्याचसालीं वर सांगितलेल्या उतारूखेरीज खनिज पदार्थ आणि दुसरा माल मिळून १६२ लक्ष टनांचें वजन वाफेच्या गाडींतून वाहून नेलें होतें. त्या वर्षांत १६,२५,६१,३०४ इतके मैल गाड्या चालल्या होत्या. ह्यावरून असा अंदाज काढला आहे कीं, दरएक सेकं.

दास चार मैलांचा रस्ता सर्व वर्षभर गाड्यांनी आच्छादिला राही.

हें काम वजाविण्यास त्या सालीं ११,२५५ इंजिनें होतीं आणि त्यांच्या भट्टींत ४ लक्ष टन कोळशाची खाक होऊन त्यापासून दर मिनिटांत सुमारे ४० टन वजन पाणी वाफेच्या रूपानें वातावरणांत पसरत असे. त्या सालीं २४,६'४४ इतके उतारू लोकांचे डबे होते; ९१२८ ब्रेकें होतीं, ३,२९,१६३ मालाचे डबे होते, त्या वेळेस सर्व इंजिनें एकत्र करून त्यांची एक माळ केली असती तर ती लंडन शहरापासून पिटोवर्ग शहरापर्यंत जाती, सुमारे २३ लक्ष पहिल्या वर्गाचे उतारू लोक होते. ६२ लक्ष दुसऱ्या वर्गाचे उतारू होते, आणि ३०६ लक्ष तिसऱ्या वर्गाचे उतारू लोक होते. ज्यार्ज स्टिफन्सनचें असें ह्मणणे होते कीं, "असे दिवस येतील कीं, लोहमार्ग रावापासून रंकापर्यंत वापरण्याजोगा होईल त्या वेळीं कोणों पायानें मजल करणार नाहीं. ती गोष्ट हल्लीं घडून आली आहे.

इतका खटाटोप निर्निघ्न चालविण्यास ठेवलेल्या बंदोबस्ताविषयींची गोष्ट देखील तशीच वर्णनीय आहे. अलवत जांपर्यंत वाफेची गाडी मनुष्याकडून चालविली जात आहे तोंपर्यंत त्यांत (मनुष्याच्या कृतींत) कमीपणा राहिलच, मग त्यांचें यांत्रिक कितीही सुधारलेलें असलें आणि तें कितीही दीर्घ विचारानें रचलेलें असलें तरी कामकरी मनुष्याच्या क्षणिक सुस्तीपासून मोठा अनर्थ उत्पन्न होतो ! ह्या सर्व स्थितीचा विचार करून पाहिलें ह्मणजे जो बंदोबस्त ठेवला आहे त्याची वेगा-

शीं तुलना करून पाहतां तो उत्तम प्रकारचा आहे असें लक्षणें भाग पडतें. त्यांत दक्षता आणि हस्त-चापल्य हीं मुख्य होत.

तुलनेनें पाहूं गेल्यास लोहमार्गानें काम रात्रंदिवस कोणत्या व किती दक्षतेनें सांभाळून न्यावे लागतें हें समजणारे लोक फारच थोडे सांपडतील. हा मार्ग सतत पाहणीखालीं असतो. एक मुकद्दम असतो, त्याच्या हाता-खालीं नियमित संख्येचे विगारी असतात. त्याच्या मदतीनें मुकद्दमास नियमित हद्द करून दिली असते, रूळ आणि त्यांच्या वैठकी (खुर्च्या) खणखणीत असून त्यांचीं बंधनें बरोबर आहेत आणि त्याचप्रमाणें रस्ता निष्प्रतिबंध आहे किंवा नाहीं हें पाहण्याचें काम या मुकद्दमाचें असतें. ह्याशिवाय मार्गाच्या संगमावर, आणि शाखांवर सांधेवाले नेमलेले आहेत.

लोहमार्गाचें काम कसें चाललें आहे हें पाहून त्या-चा रिपोर्ट करण्याकरितां सरकारांतून इन्स्पेक्टर लोक नेमले ते गाड्यांच्या घडघडाटानें आणि वेगानें अगदीं गोंधळून गेले. टेलर जंकशनाच्या स्टेशनावरील कामाचा रिपोर्ट सर फ्रेडरिक स्मिथ ह्यानें केला त्यांत असें दर्शविलें आहे कीं, २४ तासांत २३ उतारुंच्या गाड्या ह्या स्टेशनावरून जातात. अशा ह्या अवाढव्य कामांत फक्त बंदोबस्तच विशेष पाहिजे इतकेंच केवळ नाहीं; परंतु येथील कामदार लोक सदा ज्यागृत आणि उत्साहयुक्त असे असावे.

प्र० १७-वाफेच्या गाडीची दिशा फिरविण्याची युक्ति कशी आहे ?

उ०—वाफेची गाडी फिरविण्याकरितां एक प्रकारचा चौरंग आहे, त्यास टर्न टेबल असें म्हणतात. लांकडी अथवा धातूची दोन वाहालें, एका पाटीवर बसवून ती पाटी एका कुसावर तोललेली असते. ती त्या कुसावर मोकळेपणीं वाटोळी फिरते. मार्गाच्या सपाटीखालीं एक वाटोळी आणि यंत्राच्या लांबीइतक्या व्यासाची खांच खणून मध्य कूस उभें करितात. आणि त्यावर वाहालाची पाटी ठेवितात. ह्या चौरंगवर यंत्र आणून उभें केलें आणि वाहालांची जोडी फिरविली म्हणजे तिच्या अर्धे फेऱ्यांत यंत्राचें तोंड फिरतें. यंत्र रस्त्यावरून चौरंगावर येतांना आणि चौरंगावरून रस्त्याकडे जातांना वाहालें खालीं दवूं नयेत म्हणून त्यांच्या दोन शेवटांस दोन चाकें लावितात तीं अशावेळीं यंत्राच्या मारास टेकू होतात. हीं चाकें खांचेंत एका वर्तुळ लोहमार्गावर फिरतात. (आ. ८५ पाहा.)

प्र० १८—यंत्र फिरविण्याची दुसरी युक्ति काय आहे!

उ०—इंग्रजी Y सारख्या आकाराची एक रुळांची ओळ मांडून तिजवरून यंत्र फिरवितात. (आ. ७० पाहा.) ह्या आकृतींत अ क आणि व क हीं दोन वांकणें आहेत. आतां अ वाणाच्या दिशेनें मुख्य रस्त्यावर यंत्र उभें असेल तर त्यास अ क वाणाच्या दिशेनें अ क वांकणावर आणून उभें करावें. आणि क व वांकणाकडे जातांना (ब वाणानें दाखविल्याप्रमाणें) क ठिकाणापासून यंत्र येऊन उभें राहिलें म्हणजे त्याचें तोंड ब वाणाच्या दिशेंत होईल.

प्र० १९—एका ओळीवरील गाडी दुसऱ्या ओळीवर कशी घेतात ?

उ०—७८ व्या आकृतीत दोन ओळी एका टिकाणीं मिळवून दाखविल्या आहेत. आकृतीत ब अ ह्या दोन ओळी आहेत त्यांत ब ओळ मुख्य असून अ ही शाखा आहे; ती १, २ ह्या विंदू पासून फुटते (अथवा ती तेथे येऊन मिळते.) हिचा सांधा ३ टिकाणीं आहे, १ आणि २ हीं रुळांचीं तोंडे अशा रीतीनें वसविलीं आहेत कीं, तीं आपल्या बैठकीवर मोकळेपणीं मार्गे पुढें सरतात. तीं मार्गे पुढें करण्याकरितां तेथें एक मनुष्य ठेवितात. आकृतीत अ शाखेवर (वाणाच्या दिशेनें) गाडी येणार आहे म्हणून रुळांचीं टोके मार्गे ओढून धरलीं आहेत. जेव्हां गाडी ब ओळीवर घेणें असेल तेव्हां तीं टोके शून्याच्या रेषेवर येऊन राहतिलि. हीं टोके मार्गे पुढें सारण्याकरितां त्यांस एक दांडा जोडून त्या दांड्याचें दुसरें शेवट ओळीपासून दूर नेऊन त्यास एक भुज लावलेली असते. ही भुज एका अटीवर फिरते, ती फिरविली म्हणजे गाडीची वाट बदलते.

प्र० २०—वाफेची गाडी चालविण्याचीं मुख्य धोरणें काय आहेत ?

उ०—ह्या गाडीचें चालणें अगदीं हुकमी नसतें म्हणून भरधांव गाडी चालत असतां ती एकदम उभी करण्याचें मनांत आणल्यास एकदम घडत नाहीं, म्हणून पुढें कांहीं अंतरावर थांबावयाचें असल्यास तिचा वेग पूर्वीपासून कमी करावा लागतो. स्टेशनापासून दोन्ही बाजूंस सुमारे आध्या अथवा पाऊण मैलावर गाडी

चालविणारास दुरून दिसेल असें चिन्ह उभें करून ठेवितात (आकृ. ८१ पाहा.) ह्या चिन्हास सिग्नल असें ह्मणतात. (आकृति ८० पाहा.) आकृतींत अ अ हा लांकडाचा खांब उभा आहे, त्यास ब फळी आडवी लावली आहे, ती एका दांड्यानें वर खालीं करितात.

प्र० २१—फळी वर खालीं करण्याची आवश्यकता कां असते ?

उ०—स्टेशनांत अनेक प्रकारचे अडथळे ओळीवर असतात. ज्या ओळीवर एक गाडी ध्यावयाची आहे अशा ओळीवर दुसरी एकादी गाडी कांहीं अडचणीस्तव उभी असते, किंवा रुळाची फिरवाफिरव होत असते; अशा अडचणी अनेक असतात, ह्मणून दुसरी गाडी स्टेशनांत येऊं देण्यापूर्वी ती गाडी, ज्या ओळीवर ध्यावयाची असेल ती ओळ साफ आहे अशी खात्री झाल्यानंतर फळी खालीं करितात, ह्मणजे वाहेरून येणारा गाडीवान आंत येतो. हा नियम खाल्यांत सर्वास कळविलेला असतो, ह्मणून फळी खालीं झाली नाही तर गाडीवान त्या चिन्हापर्यंत येऊन तेथें टून उभी करितो.

प्र० २२—फळीस लाल रंग देण्याचें कारण काय ?

उ०—वाफेच्या गाडीचा वेग कमी करण्यास खुणांचें साह्य घ्यावें लागतें. रंगाच्या खुणा दिवसाकरितां आणि दिव्याच्या खुणा रात्रीकरितां ठरविल्या आहेत. गाडीस पूर्ण वेगानें जाऊं देणें असेल तर (अथवा रस्ता साफ असेल तर) पांढरा रंग अथवा पांढरा दिवा दाखवावा.

कांहीं अडचणींस्तव गाडी हळू चालविण्याची गरज असेल तर फळी खाली करावी अथवा हिरवा दिवा दाखवावा. गाडीस एकदम उभी करणे असेल तर लाल रंग अथवा लाल भिंगाची बत्ती दाखवितात.

वाफेच्या गाडीस थांबविण्याची युक्ति अशी आहे कीं, एक मळसूत्र असतें तें फिरविलें ह्मणजे चाकाच्या दोन बाजूंस दोन लांकडाचे अथवा धातूचे टोकळे असतात ते त्यासरसे चाकाच्या धावेस दोहोंकडून आं-वळून चाकांस फिरूं देत नाहींत. त्यांणीं इतकें काम बजाविलें ह्मणजे मग जरी चाकें न फिरतां घसटत चाललीं तरी त्यांचा दोष टोकळ्यांकडे नसतो. एका मनुष्याकडून हें मळसूत्र फिरविण्याची मात्र गरज असते.

प्र० २३—मनुष्याच्या श्रमाशिवाय गतिरोधक गाडी उभी करूं शकतात किंवा नाहीं ?

उ०—होय, थोड्या दिवसांपासून गतिरोधकांवर वाफे-च्या साहाय्याने हवेचा दाब पाडून त्यांस आंवळतात. हवा दाबण्याकरितां एक अलाहिदा वाफेचें यंत्र इंजिनावर ठेवलेलें असतें तें चालविलें ह्मणजे गतिरोधकावर हवेचा दाब पडूं लागतो, तेंणकरून इंजन आणि त्याच्या मार्गे जितके डबे असतील तितक्यांचीं गतिरोधकें एकदम आपआपलीं चाकें बंद करून टाकतात. डब्याडब्यांतून हवा नेण्याकरितां एक रवराची नळी असते. गाडीवा-नास पाहिजे त्या वेळीं गाडी उभी करण्याचें हें एक उत्तम साधन निघालें आहे. ह्या प्रकारचे गतिरो-धक अनेक कारागिरांनीं तयार केले आहेत, त्यांत वेस्टिंग

हौस नांवाच्या सहेवानें केलेला गतिरोधक मुख्य आहे. हल्लीं त्याचा उपयोग सर्वत्र करितात. हिंदुस्थानांत देखील ही वऱ्हा आतां जागोजाग घेऊं लागले आहेत.

उपोद्घात समाप्त.

भाग २.

वाफयंत्राविषयी.

Steam Engine.

प्रश्न २४—वाफयंत्रांत चरशक्ति कशी आणिली आहे ?

उत्तर—वाफेचीं यंत्रें चालविण्याकरितां वाफेच्या प्रसरणशक्तीचा उपयोग केला आहे.

प्र० २५—वाफेची प्रसरण शक्ति यंत्रांत घेऊन तिजपासून चलन घडते, तें कसें ?

उ०—ज्याच्या एका तोंडापासून दुसऱ्या तोंडापर्यंत दृष्ट्या खेळतो, अशा एका तुंब्यांत तीस घेतात (आकृती १ पाहा) हींत हा तुंबा अ अक्षरानें दाखविला आहे. क आणि ड हीं त्या तुंब्याचीं तोंडे जाणावीं. आतां ह्या तुंब्याच्या क तोंडावाटे वाफ आंत सोडली तर दृष्ट्या तिच्या जोरानें ड तोंडाकडे जाईल, आणि तो दृष्ट्या तेंथें गेल्या नंतर त्या वाफेस खुली करून दिली आणि पूर्ववत प्रमाणें ड तोंडावाटे दुसरी नवी

वाफ तुव्यांत सोडली तर (आकृतींत दृष्ट्या ब अक्षरानें दाखविला आहे) दृष्ट्या पूर्व टिकाणीं येईल, हणजे क तोंडाकडे येईल; ह्याप्रमाणें वाफेस एका रस्त्यानें आंत घेऊन दुसऱ्या रस्त्यानें खुली करीत गेलें तर दृष्ट्यास मागे पुढें सरण्याची अर्थांत गति उत्पन्न होईल. आतां हीच गति र दांड्यास मिळावी हणून त्याचें एक टोंक दृष्ट्यांत खिळवून टाकलें आहे. सारांश कीं, दृष्ट्या फिरूं लागला हणजे त्याच्या वरोवर दांडाही मागे पुढें होऊं लागतो. स्पष्टीकरणार्थ तुंव्याच्या दोन तोंडांस मागलें आणि पुढलें तोंड अशी संज्ञा दिली आहे.

प्र० २६-वर सांगिलेल्या दृष्ट्यास सरळ गति असतां ती चक्राकार गतींत कशी आणिली आहे ?

उ०-सरळ गतीस चक्राकार गतींत आणण्याकरितां दांड्याचें दुसरें टोंक दुस या एका इ ह्या दांड्यास जोडून त्याचें दुसरें टोंक आंसाच्या संबंधांत असलेल्या प ह्या पाऊस जोडलें आहे. आंसाचें एक टोंक स ह्या अक्षरानें दाखविलें आहे (आ. २ पाहा) आतां उघड आहे कीं, ब दृष्ट्या र वाण्याच्या दिशेंत सरकला तर, त्यापासून पाऊस न वाणाच्या दिशेंत झुकावें लागेल. परंतु हा झोक सतत चालणार नाही; कारण कीं, जेव्हां पाऊ ५ व्या आकृतींत दाखविलेल्या शून्याच्या ओळीपर्यंत येऊन पोंचेल तेव्हां दृष्ट्या सरकण्याकरितां जी शक्ति योजिली असेल ती पाऊस फेरा पुरा करूं देण्यास समर्थ होणार नाही. व हाच प्रकार जेव्हां पाऊ विरुद्ध दिशेनें झुकून येईल तेव्हांही घडून येईल. ह्या (पाऊ

थांवण्याच्या) ठिकाणांस पाऊचे मृतविंदु असें ह्मणतात. सारांश कीं, ह्या ठिकाणीं पाऊ आली ह्मणजे वाफेची शक्ति पुरेनाशी होऊन पाऊ लटपटते.

प्र० २७—हे मृत विंदू पाऊ वलांडून कशा जातात कीं, ज्यामुळे त्यांचा फेरा पुरा होतो ?

उ०—स्थार्क वाक यंत्रास जड आणि विस्तीर्ण असें एक चाक लावतात (त्यास फ्लायव्हील असें ह्मणतात) हें चाक २ व्या आकृतींत फ फ अक्षरांनीं दाखविलें आहे. दिलेल्या शक्तीनें पाऊ एका मृतविंदूपासून दुसऱ्या मृतविंदूपर्यंत जात असतां त्या शक्तीपासून उडत्या चाकास चांगला हेलकावा वसतो आणि त्यामुळे तें चाक पाऊस आपल्या वरोवर मृतविंदूवरून खेंचून नेतें. ह्याच कारणास्तव स्थार्क वाकयंत्रास ह्या उडत्या चाकाची आवश्यकता असते.

प्र० २८—तुंब्यांत वाफ घेणें आणि बाहेर सोडून देणें हें कसें घडतें ?

उ०—(आ. २ पाहा) तीस क आणि ड ह्या रस्त्यानें आंत घेतात आणि ज रस्त्यानें बाहेर घालवितात. पहिल्या दोन रस्त्यांस बाष्पमार्ग आणि दुसऱ्यास श्वासमार्ग असें ह्मणतात. ज मार्ग क आणि ड ह्यांच्या मध्ये आहे व तो हवे वरोवर मिळालेला असतो. क, ड, ह्या रस्त्यांतून वाफ तुंब्यांत भरली ह्मणजे ती ज मार्गानें बाहेर पडने, त्या वेळेस पफ् असा ध्वनि निघतो. (आकृति ४ पाहा). फं फं तोंडावर क हें एक कळीचें दार फिरत असतें. त्यास फिरती उघडी अशी संज्ञा दिली आहे. ही उघडी अशा रीतीनें बसविले-

ली आहे कीं, तिच्या मार्गे पुढें फिरण्यानें वाष्पमार्ग एकदां उघडतील आणि दुसऱ्यानें बंद पडतील. ही उघडी तुंब्यावर लोखंडी पेटोंत बसविलेली आहे. ह्या पेटोस वाष्पाशय असें ह्मणतात; कारण कीं वाफ कामास लागण्यापूर्वीं ती ह्या पेटोंत सांचून राहते, नंतर उघडी फिरूं लागली ह्मणजे धोडयोडी तुंब्यांत उतरते. जेव्हां २ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें उघडी एका ठिकाणीं उभी असते त्या वेळेस पुढला वाष्पमार्ग उघडा राहतो, आणि त्यांतून वाफ तुंब्यांत उतरते त्यामुळे दट्यावर थप्पड बसून तो मार्ग घेतो त्या वेळेस उघडी ३ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें सरकते, त्यामुळे ड (ह्मणजे मागचा) मार्ग उघडा पडून त्या वाटे तुंब्याच्या मागल्या तोंडांत वाफ भरते. येथें असें दिसून येईल कीं, उघडीच्या कमाणदार भागानें पुढला वाष्पमार्ग आणि श्वासमार्ग झांकले जाऊन पूर्वीं जी तुंब्याच्या पुढल्या तोंडावाटे वाफ आंत भरली असेल ती पुन्हा क द्वारावाटे श्वासमार्गांतून हवेंत जाईल. उघडी आळीपाळीनें मार्गे पुढें सरूं लागेल त्या वेळेस, वाफ पुढल्या तोंडाकडून आंत भरून दुसऱ्या तोंडावाटे बाहेर पडेल. ह्याप्रमाणें उलट सुलट क्रिया घडूं लागेल.

प्र० २७-उघडी वाफेस तुंब्यांत घेते आणि बाहेर घालवून देते हें सांगितलें, परंतु ती वेळच्या वेळीं मार्गे पुढें कशी सरकते ?

उ०-ही कृति एका विषम केंद्रिय चक्राकडून साधून घेतली आहे. हें चक्र व त्याची भुज ६ व्या आक-

तींत दाखविलीं आहेत. ह्या विषम केंद्रिय चक्रास धांव असते ती त्यावर स्थायिक असून चक्र मात्र तिच्या आंत फिरते. वर सांगितलेली जी भुज आहे तीच ह्या धांवेस अचळ ठेवते. असें नसतें तर चक्रावरोवर धांवही फिरती; परंतु येथें तसा प्रकार घडत नाही. ही धांव वारंवार साफ करण्याकरतां काढून घ्यावी लागते. ह्मणून तिचीं दोन अर्धे करून वसविलीं आहेत; ती आडच अथवा सईल करणें झाल्यास मळसूत्रें फिरवावीं. हिच्या एका अर्धास भुज वसविली आहे, व विषम केंद्रिय चाक आंसास जोडलें आहे. ६ व्या आकृतीच्या रचनेवरून स्पष्ट रीतीनें दिसून येईल कीं, विषम केंद्रिय चाक धांवेच्या आंत फिरूं लागलें ह्मणजे धांवेस जोडलेल्या भुजेस मार्ग पुढें होण्याची गति येईल. त्यांत भुज पुढें जाईल त्या वेळेस ह्या विषम चक्राची मोठी वाजू पुढें असेल, आणि भुज मार्ग येते वेळीं लहान वाजू पुढें होईल. आतां ह्या भुजेचा संबंध एकदम उघडीशीं ठेवला ह्मणजे उघडीही मार्ग पुढें सरकूं लागेल; परंतु आगगाडीच्या यंत्रांत हें विषम केंद्रिय चक्र भुजेच्या पातळींत राहत नाही. उघडी वर आणि विषम केंद्रिय चाक खालीं असें असतें, ह्मणून त्यांची पातळी राखण्याकरतां मध्यें एक उभा दांडा. एका आंसावर वसवितात त्याच्या खालच्या टोंकास वर सांगितलेल्या भुजेचें दुसरें टोंक जोडलेलें असतें आणि त्याच्या दुसऱ्या (ह्मणजे वरच्या) टोंकास दुसरा एक अलाहिदा दांडा जोडलेला असतो (हा म अक्षरानें दाखविला आहे) व त्याच्या दुसऱ्या टोंकाचा संबंध उघडीस केलेला असतो. २ व्या आकृतींत हा उभा

दांडा र र ह्या अक्षरांनीं दाखविला आहे. ह्यास इंग्रजीत राकर (डोल्या किंवा डोलणारा) असं ह्मणतात. विषम केंद्रिय चक्राकडून राकरास मिळणाऱ्या झांक्याची दुसरी दिशा शून्यांच्या ओळीने दाखविली आहे. (आकृति २ री पाहा) ह्यावरून उघड दिसून येईल कीं, आंस स आणि विषम केंद्रिय चाक ग हीं फिरलीं ह्मणजे राकरास झांकाकार गति मिळेल आणि ती वर सांगितलेल्या उघडीस मिळवून दिली ह्मणजे उघडी वेळच्या वेळीं मागे पुढे सरेल.

भाग ३.

हवा आणि वाफ ह्यांच्या शक्तीविषयीं.

Forces of Air and Steam.

प्र० २८—हवेचा दाब ह्मणजे काय ?

उ०—हवेचा दाब ह्मणजे तिची वजनशक्ति होय; आणि ती ज्या ज्या विंदूवर राहते त्या त्या सर्व विंदूवर तिचा दाब पडतो. पृथ्वीच्या गोळ्यासभोंवती ५० मैल जाडीचे हवेचे वेष्टण आहे त्याचप्रमाणें तें सर्व पदार्थांवर आहे आणि हवेस वजन आहे ह्मणून तिचा दाब सर्वांवर पडतो.

प्र० २९—हवेस वजन आहे ह्मणून सांगितलें, परंतु तें कसे सिद्ध करून दाखवितां ?

उ०—हें सिद्ध करून पाहणें असल्यास एक रवराचा हवेनें भरलेला फुगा वजन करावा, आणि त्यांतून

हवा काढून तो पुन्हा वजन करावा, ह्मणजे त्याचें वजन दुसऱ्या वेळीं कमी भरेल. मात्र हा चमत्कार सूक्ष्म रीतीनें पाहिला पाहिजे; परंतु फुगा मोठा ह्मणजे हजार घागरी पाणी राही इतक, असेल तर हा चमत्कार नुस्ता डोळ्यांनीं देखील समजून येईल, व ह्याचप्रमाणें पुढेंही जाणावें.

प्र० ३०—आपल्या शरीरास हा दाव कां समजून येत नाही ?

उ०—ह्याचें कारण असें आहे कीं, हवा आपल्या शरीराच्या सर्व वाजूंवर सारखी पडून ती एका वाजूनें जितकी आपणास दावते तितकीच ती दुसऱ्या वाजूनें दावते, ह्मणून अनेक दिशांकडून पडणारे दाव परस्परांत साम्यता राखतात, ह्मणून तो दाव आपल्या शरीरास समजून येत नाही; परंतु ह्या साम्यतेत फरक पडला तर त्यापासून अनेक चमत्कार घडून येतात. उदाहरणार्थ—एका तोंडास वंद असलेल्या अशा नळींतून हवा तोंडांत ओढून घेतली तर, नळींत जीभ भरते, ह्मणजे नळी जिभेस चिकटते दुसरा प्रकार असा आहे कीं, कमावलेल्या चामड्याचा तुकडा साधारण अवस्थेंत असतां तो कशासही चिकटत नाही; परंतु त्यात ओला करून गुळगुळीत आणि सपाट दगडावर आंथरून खूप दावून वसविला तर, तें चामडें वर उचलूं गेल्यास तें दगडासहित उचलेल. तिसरा प्रकार असा आहे कीं, एक तोंड द्रवांत बुडालें आहे अशा नळीच्या दुसऱ्या तोंडावाटे हवा तोंडांत खेंचून घेतली तर द्रव वर चढून तोंडांत येतो. हे चमत्कार हवेच्या दावानेंच घड-

तात. त्यांपैकी पहिल्या चमत्कारांत, एका वाजूच्या हवेच्या दावाने मनुष्याची जीभ नळींत भरते, दुसऱ्यांत हवेचा दाव चामड्यावर पडून तें दगडास चिकटते, आणि तिसऱ्यांत हवेचा दाव द्रवावर पडून तो द्रव नळींत वर चढतो. ह्या दावास वातावरणाचा दाव असें म्हणतात.

प्र० ३१—वातावरणाच्या दावाचे प्रमाण काय आहे व तें कसे मापतात ?

उ०—हें दर एक चौरस इंचावर मापतातात, आणि तें पृथ्वीच्या दर एक चौरस इंच जाग्यावर १५ पौंडांच्या वजनाचें असतें. उदाहरणार्थ ७ व्या आकृतींत दाखविल्या प्रमाणे आपल्याजवळ एक अ तुंबा आहे त्यांत वायुनिरोधक असा ब दट्या असून त्याचें क्षेत्रफळ एक चौरस इंचाचें आहे असें ग्रहण केलें आणि जर त्या तुंब्यांतील दट्याच्या वरच्या बाजूवरची हवा काढून टाकली तर दट्याच्या खालील हवा त्यास वर सरकवील; ती इतक्या जोरानें की, त्या दट्यावर (आकृतींत दाखविल्या प्रमाणे) १५ पौंडांचें ओझे लादलेलें असलें तरी तें ती उठवूं शकेल. मात्र दट्या तुंब्यांत निष्प्रतिबंध फिरता असावा. परंतु पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर चढत अगर उतरत गेल्यानें ह्या दावांत तफावत पडूं लागते. ह्याचें कारण असें आहे की, सपाटीपेक्षां उंचवट्यावर हवा पातळ असते आणि खालीं ती सपाटी-

१. वास्तविक रीतीनें तें १४. ७ पौंड असतें; परंतु प्रचारांत तें १५ पौंड धरलें आहे.

प्रेक्षां अधिक दाट असते ह्मणून दावांतही फेरफार होतो.

प्र० ३२—वाफ ह्मणजे काय ?

उ०—वाफ हें पाणी असून तें उष्णतेच्या योगानें वायुरूप होतें, व सर्व ऋतूंमध्ये पाण्याच्या पृष्ठभागावरून कण उडून त्यांचीं ढगें बनतात; परंतु हा प्रकार केवळ मंद उष्ण मानावर घडतो तो केवळ पाण्याच्या पृष्ठभागावरच घडतो. परंतु २१२° अशांच्या उष्ण मानावर पाणी भांड्यांत कढविलें तर, पाण्याच्या गोळ्यांतील कण (जे भांड्याच्या तप्त पृष्ठभागावर राहिलेले असतात ते) वायुरूप होतात, आणि बुडबुड्यांच्या रूपानें पाण्याच्या पृष्ठभागाकडे येतात. ह्या चमत्कारास आपण कढणें असें ह्मणतो. परंतु एथें एक गोष्ट सांगणें आहे ती ही कीं, आगगाडीच्या चिमणीवाटे जो पांढरा ढग अथवा गोळा निघतांना दिसतो तो खरी वाफ आहे असें समजू नये. पाण्याचे लहान लहान कण थंड हवेवरोवर मिळून ते पाहणारास ढगाप्रमाणें पांढरे दिसतात. खरी वाफ अदृश्य असते, ह्मणजे तीस रंग नसतो. हें पाहावयाचें असल्यास ती जेव्हां चिमणीतून वाहेर पडते तेव्हां चिमणीकडे सूक्ष्म रीतीनें लक्ष लाविल्यास चिमणीच्या तोंडाच्या अति सान्निध्य भागाजवळ वाफेचा प्रवाह दृष्टोत्पत्तीस येत नाही; परंतु जसजशी ती वर चढते तसतशी तींत थंड हवा मिळून तिचा पांढरा गोळा दिसू लागतो.

प्र० ३३—उघड्या भांड्यांत पाणी कढविलें तर काय होतें ?

उ०—त्याचें उष्णमान कांहीं वेळ वाढत जाऊन पुढें त्या पाण्याचें वाष्पीभवन होऊं लागतें, व सरतेशेवटीं कणांचे बुडबुडे निघून पृष्ठभागाकडे येतात आणि येणें करून कढण्याची क्रिया सुरू होते. पुढें कढणें सुरू झालें ह्मणजे त्याच्या वरोवर उष्णमान वाढत नाहीं, आणि सर्व पाणी कढून जाई तोंपर्यंत तें जितक्याचें तितकेंच असतें. सारांश कीं, जर उष्णता जास्त लाविली तर, कढण्याची क्रिया मात्र जलद घडेल, आणि थोडी लाविली तर, कमी घडेल. ज्या विंदूवर वाष्पीभवन होतें त्यास कढाचा विंदु असें ह्मणतात हा उष्णता-मापक यंत्रानें समजतो.

प्र० ३४ उष्णतामापक यंत्र ह्मणजे काय ?

उ०—उष्णतामापक यंत्र (ज्यास इंग्रजींत थर्मो-
मिटर असें ह्मणतात,) ह्मटलें ह्मणजे एक कांचेची नळी
असते त्या नळीस खालच्या वाजूस एक फुगा असतो, व
तींत पातळ पदार्थ भरतात. ती नळी एका फळीस
वसवून त्या फळीवर अंश मांडतात, त्या अंशांच्या
योगानें तो पातळ पदार्थ किती प्रसरण पावला
(फुगला) हें कळतें. ह्या यंत्रांत बहुधा पाण्याची योजना
करितात; कारण कीं, उष्णता जसजशी जास्त होते किं-
वा कमी होते त्या मानानें कमीजास्त आकुंचन किंवा
प्रसरण पाण्याचेठायीं जसें सूक्ष्मपणें घडतें तसें दुसऱ्या
कोणत्याही पातळ पदार्थाच्या ठायीं घडत नाहीं. ह्या
फळीवर जे अंश मांडलेले असतात त्यांपैकीं एकास
कढाचा विंदु आणखी एका अंशास थिजण्याचा
विंदु असें ह्मणतात. कढण्याच्या विंदूचा असा अर्थ

आहे कीं, पारा प्रसरित होऊन त्या विंदूपर्यंत चढण्यास त्याच्या अंगीं जितकी उष्णता लागते तितकी उष्णता पाण्यांत शिरली असतां तें कढूं लागतें. आतां थिजण्याचा विंदु ह्मणजे पाण्यांत जितकी उष्णता असतां तो आकुंचित होऊन त्या विंदूपर्यंत उतरतो व तितकी उष्णता पाण्यांत उरली असतां तें गोठूं लागतें. उष्णता-मापक यंत्रे अनेक आहेत व त्यांच्या शेवटच्या विंदूंत तरावत असते व त्या सर्वांवर अंशही सारखे मांडलेले नसतात. फाहेनैतचें उष्णतामापक यंत्र विलायतेत चालू आहे, सेंटीग्रेडचें फ्रांसांत चालू आहे, आणि रुमरचें जर्मनींत आणि प्रुशियेंत चालू आहे. पहिल्याचें ह्मणजे फाहेनैतकृत उष्णतामापकाचे २१२ अंश केले आहेत आणि त्याच्या ३२० अंशास थिजण्याचा विंदु आणि २१२ व्या अंशास कढण्याचा विंदु असें ह्मणतात. दुसऱ्या उष्णतामापकांत ह्मणजे सेंटीग्रेडकृत थर्मामेतरांत फक्त १०० अंश असतात. त्यांत जेथें शून्य असतें त्या विंदूवर पाणी थिजतें आणि १०० व्या अंशावर पाणी कढतें आणि तिसऱ्या प्रकारच्या उष्णतामापकांत ह्मणजे रुमरकृत थर्मामेतरांत फक्त ८० अंश असतात, त्यांत जेथें शून्य असतें त्या ठिकाणीं पाणी थिजतें आणि ८० व्या अंशावर तें कढतें. आकृतींत हीं कोष्टकें फाहेनैतच्या थर्मामेतरांत काढून दाखविलीं आहेत. (आकृति ९ पाहा.)

प्र० ३४—कढाचा विंदु कशावर अवलंबून असतो?

उ०—तो मुख्यत्वेकरून पाण्याच्या पृष्ठभागावरील हवे-

च्या दावावर व कांहीं अशीं पाण्याच्या स्वच्छतेवर अव-
लंबून असतो. जसें, जें कढणें २१२ अंशांच्या उष्ण-
तेवर साधारण वातावरणीय दावाखालीं घडतें तेंच पर्व-
ताच्या शिखरावर सखल जमिनीपेक्षां कमी उष्णमानावर
घडतें. निर्वीत नळींत साधारण हाताच्या उष्णतेनें देखील
पाणी कढतें. त्या वेळेस ९२ अंशांची उष्णता हीता-
कडून त्यास मिळते.

प्र० ३५—उघड्या भांड्यांतून जेव्हां वाफ बाहेर
पडते तेव्हां तिचा दाब किती असतो ?

उ०—तिचा दाब ज्या वातावरणांत कढण घडते त्या
वातावरणाच्या दावाइतकाच असतो. व्यवहारांत हा
दाब १५ पौंडांचा आणि कढाचा बिंदु २१२ अंशांचा
असें मानिलें आहे, तथापि जर आपण पर्वतावर (ह-
णजे जेथें दर चौरस इंचाच्या जमिनीवर १० पौंडांचा
वातावरणाचा दाब असतो तेथें) जाऊन पाणी कढविलें
तर १९३.३ अंशांच्या उष्णमानावर कढतें व त्यांतून
जी वाफ बाहेर पडते तिचा दाब तेथील वातावरणाच्या
दावाइतका (हणजे १० पौंडांचा) असेल. आणि
ह्याच्या उलट कृति करून हणजे खाणींत जाऊन पाहि-
लें तर २२८ अंशांची उष्णता लागे तोंपर्यंत पाणी
कढणार नाहीं. कारण सपाटीपेक्षां तेथें वातावरणाचा
दाब भारी हणजे दर चौरस इंचाच्या जमिनीवर २०
पौंडांचा दाब असेल, हणून पाण्यांतून ह्या ठिकाणीं
जी वाफ निघेल तिचा दाब २० पौंडांचा असेल. ह्या
तीन प्रयोगांत तीन प्रकारची भिन्नता आहे ती अशी कीं,
१५ पौंड सपाट जमिनीवर दर चौरस इंचास वातावरणाचा

दाव १५ पौंड असून तेथे पाणी २१२ अंशांवर कढते, आणि पर्वतावर ते १९३.३ अंशांवर घडून तेथील वातावरणाचा (दर चौरस) इंचास १० पौंडांचा दाव असतो आणि खाणीत तो दर चौरस इंचावर २० पौंडांचा दाव असून तेथे पाणी २२८ अंशांच्या उष्णमानावर कढते.

प्र० ३६—जर बंद भांड्यांत पाणी घालून कढविले तर काय होते ?

उ०—अशा बंद भांड्यांतील वाफ प्रथम पाण्यांतून निघून पाण्यावरील पोकळीत भरते, आणि जर तीस बाहेर पडू न दिले, तर तिचा दाव जास्त होत जातो, आणि त्या पाण्याचे आणि वाफेचे उष्णमान दावाबरोबर वाढत जाते, आणि जोंपर्यंत उष्णमान वाढत जाते तोंपर्यंत दाव वाढतो; तो एथपर्यंत वाढत जातो कीं, शेवटीं त्या दावाने भांडें फुटून वाफ बाहेर पडते. त्याचप्रमाणे जितका जितका वाफेचा दाव वाढत जातो, तितका तितका कढाचा विंदु त्याजबरोबर वाढत जातो.

दुसरी एक गोष्ट अशी आहे कीं, प्रत्येक अंशाच्या उष्णमानास नियमित पौंडांचा दाव असतो, जितके पाण्याचे उष्णमान वाढते तितका वाफेचा दाव वाढत जातो. जसें, २१२ अंशांच्या उष्णमानावर वाफेचा दाव वातावरणाच्या दावाइतका असतो. २४० अंशांच्या उष्णमानावर २५ पौंडांचा दाव मिळतो. एथे आतां हा दाव वातावरणाच्या दावापेक्षां १० पौंडांनीं जास्त आहे, आणि ह्याचप्रमाणे पुढें २८१ उष्णतेवर ५० पौंडांचा ३२८ अंशांच्या उष्णतेवर तिचा दाव

१०० पौंडांचा असतो. शेवटीं इतकेंच सांगणें आहे कीं, जसें उष्णमान वाढत जाईल तसा दावही वाढत जाईल.

वाफेंत पाणी असतें तेव्हां तीस मिश्र वाफ असें झणतात, आणि तींत जेव्हां तें नसतें त्या वेळेस तिला शुष्क (अथवा तप्त) वाफ असें झणतात.

प्र० ३७-वाफेचा दाव कसा मापतात ?

उ०-हा वातावरणाच्या दावाप्रमाणेंच दरएक चौ-रस इंचावर मापतात. हा दाव मापण्याचा प्रकार असा आहे कीं, (आ. १ पाहा) ह्या आकृतीच्या रचनेंत अ हा तुंबा होय, ह्यांत ब दट्या खेळतो, ह्या दट्याचें क्षेत्र-फळ १ चौरस इंच आहे, ह्या दट्याखालीं आतां वाफ सोडली तर ती पंधरा पौंडांचा दाव देईल, झणजे तिचा दाव वातावरणाच्या दावाइतका असेल. पुढें वाफेचा दाव वाढवून तिगें १५ पौंडांचे वजन उचलेल झणजे तिचा दाव (१ चौरस इंचास) ३० पौंडांचा असेल, प्रचारांत वाफेचा दाव वातावरणाच्या दावापेक्षां जास्त ठेविला पाहिजे, तेव्हां आपलें कार्य होतें. ही गोष्ट प्रयोग-द्वारा सिद्ध करून घेणें असल्यास ८ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें एक तुंबा घेऊन ३० पौंड शिकस्त दावाची वाफ दट्याखालीं सोडली तर, ती फक्त १५ पौंडांचें वजन उठवील. ह्यावरून स्पष्ट दिसून येतें कीं, प्रथमतः तीसवातावरणीय दावावरोवर सामना करून नंतर तिची शक्ति दृष्टोत्पत्तीस येईल. तेव्हां वरील उदाहरणांत जरी ३० पौंडांच्या शिकस्त दावाची वाफ सोडली आहे तरी तिच्यानें ३० पौंडांचें वजन उठवलें जाणार

नाहीं हें. विहितच आहे. सारांश कीं, तिच्यांतील १५ पौंडांची शक्ति वातावरणाच्या दावाची वरोवरी करण्यांत खर्च होऊन बाकी राहिलेल्या १५ पौंडांच्या दावानें ती १५ पौंडांचें वजन उचलील. आकृतींत हा प्रयोग स्पष्ट करून दाखविला आहे. वाफयंत्रामध्ये वाफेच्या दावाचें माप वातावरणाच्या दावानंतर धरतात, ह्मणजे ८ व्या आकृतींतोळ ब दट्याखालीं वाफ तोडून तिणें १५ पौंडांचें वजन उठविलें तर तिचा दाव एक चौरस इंचास १५ पौंडांचा आहे असें आपण समजावें. तिणें ५० पौंडांचें वजन उठविलें तर, तिचा दाव ५० पौंडांचा (दर चौरस इंचास) आहे असें समजावें, व ह्याप्रमाणें पुढेही ह्यांत वातावरणाचा दाव हिशोबांत घेत नाहींत, आणि हा दाव मापण्याचीं जीं यंत्रे केलीं आहेत त्यांतही वातावरणाचा (१५ पौंडांचा) दाव गाळला आहे, ह्मणून पुढे दावाचीं मापे वगैरे सांगतेवेळीं शिकस्त दावाच्या ऐवजीं अवश्य दाव ह्या संज्ञेचा उपयोग केला आहे.

प्र० ३८-वाफेचें प्रसरण ह्मणजे काय ?

उ०-प्रत्येक वायुरूपी पदार्थातील कणांच्या दरम्यान प्रतिसारक धर्म असतो ह्मणून कोणताही वायुरूपी पदार्थ (प्रमाणानें) लहान असला तरी तो भांड्यांत टाकल्यावरोवर भाडें भरून टाकतो, आणि हाच धर्म वाफेच्या अंगीं आहे, ह्मणून तीस भांड्यांत घातलें ह्मणजे ती तें भाडें भरून टाकते, त्यामुळें भांड्याच्या सर्व बाजूंवर तिचा दाव पडतो. ह्या प्रसरणशक्तीस वाफेचा दाव असें ह्मणतात. ह्यास उदाहरण-८ व्या

आकृतीतील अ तुंबा ३० पौंडांच्या दावानें अर्धा भरला आणि वाफेचा ओघ क तोटी फिरवून बंद केला तर आंत भरलेली वाफ दट्यास वर चढवील. मात्र तिची शक्ति दुसरें कांहीं कारणें आहेत त्यांपासून कमी होत जाईल. तीं कारणें पुढें सांगूं.

प्र० ३९—वाफेचें माप ह्मणजे काय ?

उ०—वाफेचें माप ह्मणजे ती जितकी जागा व्यापून राहते तें.

प्र० ४०—वाफेचे मापांत आणि दांबांत काय भेद आहे ?

उ०—जर उष्णता तितकीच असेल तर, त्या दोघांतील प्रमाण व्यस्त असेल. ह्मणजे जां जां एक वाढत जातें तों तों दुसरें कमी होत जातें. १ व्या आकृतीतील तुंब्यांत १ चौरस इंचास ३० पौंडांच्या दावाची वाफ सोडली आणि पुढें क मळसूत्रानें तिचा पुरवठा बंद केला आणि दट्या लोटण्याकरितां तीस दुप्पट पसळ दिलें तर, वाफेचा दाव फक्त १५ पौंडांचा असेल, आणि तीस तिप्पट पसळ दिली तर ह्याहीपेक्षां कमी (ह्मणजे १० पौंड अथवा $\frac{१}{३}$) होईल. हिशोब करतांना अवश्य दाव न निघतां शिकस्त दाव मात्र वरोवर रीतीनें निघतो. अवश्य दाव काढणें झाल्यास शिकस्त दाव धरून हिशोब करावा, आणि त्यांत वातावरणाचा दाव वजा करावा. बाकी राहिल तो अवश्य दाव असेल, वर सांगितल्याप्रमाणें वाफ पसरल्यानंतर जर दट्या पुनः खालीं चेंपून वाफेस पूर्वठिकाणीं आणूं झटलें तर,

ती खालीं होण्यास तीस पौंडांच्या वजनाचे दडपण ठेवावे लागेल. मात्र उष्णतेचा व्हास न व्हावा.

प्र० ४१—दिलेल्या दणक्यावरून कोणत्याही दिलेल्या (वाफ प्रसरल्यानंतर) कटाफ विंदूवर शिकस्त दाब कसा ठरवितात ?

उ०—दणक्याच्या आरंभाच्या विंदूपासून कटाफ विंदूपर्यंतच्या अंतराने, तुंब्यातील दर चौरस इंचाच्या शिकस्त दाबास (वाफ प्रसरित झाल्यानंतर) गुणून त्या गुणाकारास दणक्याच्या एकंदर लांबीने भागावे, ह्मणजे भागाकार नक्की दाब असेल. उदाहरणार्थ,— आपणापाशीं एक तुंबा आहे कीं, ज्याच्या दट्याचा दणका २४ इंचांचा, आणि वाफेचा दाब ९० पौंडांचा आहे असें ग्रहण करून जर, ८ इंचांवर वाफ कटाफ करूं गेल्यास रीतीप्रमाणे.—

$$\frac{९० \times ८}{२४} = ३० \text{ पौंडांचा दाब कटाफ विंदूवर}$$

असेल.

आतां जर आपण १०।१२ आणि १५ इंचांवर वाफ कटाफ करित गेलों तर अनुक्रमे ३७ $\frac{१}{२}$; ५० आणि ५६ $\frac{३}{४}$ इतका शिकस्त दाब असत जाईल. आतां ह्यां-

१. तुंब्यात दट्या जितक्या अंतरात खेळतो त्या अंतरास दट्याचा दणका असें ह्मणतात. आसाच्या मध्यापासून पाऊच्या खुंटीच्या मध्यापर्यंत जितकें अंतर असतें त्या अंतराच्या दुप्पट दट्याचा दणका असतो.

२. कटाफ ह्मणजे तोडणें. हा इंग्रजी शब्द पर्च्यांच्या खेळांत फार प्रसिद्ध आहे ह्मणून तोच येथें लावला आहे.

त वातावरणाचा दाव वजा करून कावी राहिल तो अवश्य दाव असेल.

प्र० ४२-वाफेचें आणि ती ज्या पाण्यापामून उत्पन्न होते तें पाणी ह्यांत काय प्रमाण आहे ?

उ०-वातावरणाच्या (१५ पौंडांच्या) दावावर पाणी हें आपल्या प्रत्येक घन इंचास १६१० घन इंचांची वाफ तयार करते. ३० पौंडांच्या शिकस्त (ह्मणजे दुप्पट) दावावर तें, ८८८ घन इंचांची वाफ तयार करते, आणि ६० पौंडांच्या शिकस्त दावावर तें, ४३७ घन इंचांची वाफ तयार करते असा नियम आहे. सारांश कीं, जितका वातावरणाचा दाव अधिक तितकी वाफ कमी उत्पन्न होत जाईल.

प्र० ४३-हें व्यस्त प्रमाण सांगितलें तें खरें आहे, परंतु ह्यांत तफावत पडते ती काय ह्मणून ?

उ०-ह्याचें कारण असें आहे कीं, ज्याप्रमाणें दाव वाढत जातो त्याप्रमाणें कढाचा विंदूही वाढत जातो. ह्या मुळें अशा उंच दावावर उत्पन्न झालेल्या वाफेचें उष्णमानही जास्त असतें. पूर्वी वायुरूपी पदार्थ उष्णतेनें प्रसरण पावतात ह्मणून सांगितलें आहे, त्या धर्मावरून व्यस्त प्रमाणापेक्षां दाव काहींसा मोटा असतो.

प्र० ४४-वाफेचें घनीभवन ह्मणजे काय ?

उ०-वाफेचें घनीभवन ह्मणजे वाफेस थंड करून तिचें पाणी करणें; अथवा तिच्यांतली उष्णता काढून घेणें. वर सांगितलें आहे कीं, सांगितलेल्या दावाची वाफ तयार करण्यास पाण्याचें उष्णमान नियमित विंदूपर्यंत वाढवावें लागतें, आणि आतां तीच क्रिया उलट केली

हणजे वाफेचें घनीभवन होतें. जों जों वाफेंतील उष्णता कमी करीत जावें तों तों तिचें पाणी होऊन अखेर वर्क वनतें, आणि त्याचा दाव जितकी उष्णता काढली असेल त्या मानानें कमी अगर जास्त होतो. वातावरणीय दाबाखालीं २१२ अंशाखालीं उष्णमान उतरल्यास एकंदर वाफ थंड होते. सारांश कीं, जितका उष्णतेचा न्हास होईल तितकी वाफेची शक्ति कमी होईल.

भाग ४.

काम, धमक आणि उष्णतेचीं यांत्रिक सम-
मूल्यें ह्यांविषयीं.

On Work, Energy and the Mechanical
equivalent of Heat.

प्र० ४५—वाफयंत्रें कोणत्या कामास लावतात?

उ०—वाफेचीं यंत्रें गति उत्पन्न करण्यास लावतात. तीं गति देऊं लागलीं हणजे त्यांस जो विरोध आणतात त्यास काम असें हणतात. जसें,—मालाच्या डब्यांतून वखारींत धान्य चढविण्याकरितां जें यंत्र आपण योजतां त्याणें यारीस गति दिली पाहिजे; ती गति धान्याच्या वजनानें कमी होईल. जर त्यास लांकूड कापण्यास लावलें तर, त्याणें करवतीस गति दिली पाहिजे. ती गति लांकडाच्या तंतूनीं कमी होते. आणि त्यास गाड्यांची माळ ओढण्यास लावलें तर त्याणें त्या माळेस गति दिली पाहिजे; ती गति हवेनें, चाकाच्या आणि आंखाच्या पर-

स्पर घर्षणानें आणि रुढ्यावरून चालण्यानें कमी होते. गति उत्पन्न होत असतां तीस वर सांगितल्याप्रमाणें विरोध आणिले ह्मणजे तें यंत्र काम करीत आहे असें ह्मणतात.

प्र० ४६—हे काम मापतां येतें काय ?

उ०—होय; परंतु कोणतीही वस्तु ह्मणजे लांकूड, रस्ता व वेळ हीं मोजण्याकरितां जशीं अनुक्रमें तसूं, कोस आणि घटका हीं मापें धरलीं आहेत, त्याचप्रमाणें वाफेचें काम मोजण्याकरतां विलायतेंत एक केले आहेत. तो एक १ पौंड वजन १ फूट वर उचलण्याच्या शक्ती-इतका असतो. जर १ पौंड वजन दोन फुटींवर उचललें तर, दोन फूट पौंड झाले असें ह्मणतात. १ पौंड वजन ३ फुटींवर चढविल्यास ३ फूट पौंड झाले असें ह्मणतात, आणि ह्याच प्रमाणें पुढेही झालेल्या कामाचें माप जाढण्याकरितां जितकी गति उत्पन्न झाली असेल तीस फुटीचे ठिकाणीं आणि त्या फुटीस जितका विरोध दिला असेल त्यास पौंडांच्या ठिकाणीं घेऊन दोहोंचा गुणाकार करावा. गुणाकार येईल तितक्या फुट पौंडांचें काम झालें असें समजावें.

प्र० ४७—पाईल ड्रायविंग यंत्रानें १२०० पौंडांचें वजन २४ फुटींवर उचललें तर, त्याचें किती फूट पौंडांचें काम होईल ?

उ०— $१२०० \times २४ = २८,८००$ फूट पौंडांचें काम होईल.

१ पाईल ड्रायविंग ह्मणून एक वाफयंत्र आहे, तें जमिनीत लांकडें रोंवण्याकडे लावतात.

प्र० ४८—हे वजन पाईल ड्रायविंग यंत्रानें वर उचल्यानंतर, तें वजन उचलण्याकारितां जो जोर लागतो, तो जितक्याचा तितकाच राहतो किंवा कमी होतो ?

उ०—तो कमी होत नाही; कारण कीं, ह्या वजनास त्या जोराइतकें काम करण्याची शक्ति जात्याच असते. ही शक्ति तें खालीं पडण्याच्या वेगापासून उत्पन्न होते. वजन खालीं पडत असतां त्याच्या वेगापासून जी उपयुक्त शक्ति मिळते तीस धमक असें ह्मणतात. यंत्राच्या माथ्यापर्यंत जाऊन तेथें थांबल्यानंतर त्यास गति उत्पन्न करण्याची जशी शक्ति असते तशी, तें जमिनीवर पडून राहतें त्या वेळेस ती नसते. कारण टांगून ठेवलेल्या वजनास गति असणें जरूर आहे. ह्मणून ह्या गतीस भावी गति असें ह्मणतात. कारण कीं, वजन खालीं पडूं दिलें तर, जों जों तें खालीं येत जातें तों तों त्याचा वेग दृष्टोत्पत्तीस येतो, आणि त्याची पहिली भाविक शक्ति जाऊन त्यास वास्तविक धमक येते.

प्र० ४९—गाडीचा आंस फिरत असतां कढत होतो, गतिरोधक आंवाळले ह्मणजे त्यांचे ठोकळे कढत होतात- धातूचा तुकडा हत्यारानें कापित असतां हत्यार कढत होतें आणि घणानें ठोकित असतां धातु कढत होते ह्याचें कारण काय ?

१. गतिरोधक हें नांव आगगाडीस ब्या ब्रेकाच्या गाड्या मार्गे पुढें जोडीत असतात त्यास दिलें आहे; कारण त्या गाड्यात गतिरोधक यंत्र ठेविलें असतें.

उ०—गतीची जी वास्तविक धमक पूर्वी सांगितली आहे तिचें रूपांतर उष्णतेंत होऊन त्यामुळें वर सांगितलेले पदार्थ कढत होतात. अनेक विद्वानांनीं असाच सिद्धांत करून ठेविला आहे.

प्र० ५०—धमकीची उष्णता आणि उष्णतेची धमक करितां येईल काय ?

उ०—होय; हीं एकमेकांत रूपांतर पावतात.

प्र० ५१—एक फूट पौंडाचें काम करण्यास किती उष्णता लागते हें कळलें आहे काय ?

उ०—होय; फार सूक्ष्म अनुभवावरून असें ठरलें आहे कीं, एक पौंड वजनाचें द्रव पाणी फाहेन्हैत थर्मामेटराच्या एका अंशावर चढविण्यास जितकी उष्णता लागते ती ७७२ फूट पौंडांच्या कामावरोबर असते. हें साममूल्य काल्पनिक आहे, प्रचारांत उष्णतेचा न्हास होतो म्हणून त्या ठिकाणीं हें माप वरोबर राहत नाहीं.

प्र० ५२—आतां उष्णतेचें रूपांतर कामांत आणि कामाचें उष्णतेंत होतें तर वाफेची उष्णता तुंड्यांत घालून तिचें तेथें रूपांतर कामांत आणि कामाचें उष्णतेंत होईल किंवा नाहीं ?

उ०—होय; हें अनुभवून पाहणें असल्यास एक तुंबा घ्यावा आणि ह्या प्रयोगाची क्रिया स्पष्ट करून पाहण्याकरितां त्याच्या व दट्याखालीं मिश्र वाफ सोडून (ल. १०० पौंडांच्या दावानें) त्यांस अर्धा भरावा, आणि तो निर्वातस्थलीं आहे अशी कल्पना करावी. आतां त्या वाफेस दुप्पट पसरूं दिली आणि पुनः तोच प्रयोग त्या

एका चौरस इंचाच्या दट्यावर पन्नास पौन्डांचें वजन टेवून केला तर, पूर्वीच्या प्रयोगापेक्षां ह्यांत वाफेची उष्णता कमी होईल; परंतु असा कांहीं प्रकार पहिल्या प्रयोगांत नसेल कीं, ज्यांत ती कांहीं एक काम न करितां पसरली होती. ह्यावरून असं दिसून येतें कीं, उष्णतेचा कांहीं भाग तीस कामास लावल्यानें कमी होतो, अथवा तिचें रूपांतर कामांत होतें. वाफ पसरून तिनें वजन उचलल्यानंतर जर दट्या दावून पूर्वठिकाणीं नेली तर, तिचें उष्णमान पूर्वी इतकें असेल; कारण कीं ज्यावेळीं तीस खालीं दडपण्याचा प्रयोग केला त्या वेळीं तिजकडून काम मिळून, त्या कामाचें रूपांतर उष्णतेत झालें. हवा दावण्याचीं जीं यंत्रें असतात त्यांत हे वरील चमत्कार दिसून येतात. ह्मणजे तीं जेव्हां हवा चेपू लागतात तेव्हां त्यांचें उष्णमान इतकें वाढतें कीं, त्या यंत्राच्या तुंब्यासमोवतीं थंड पाणी राखावें लागतें.

प्र० ५३-वाष्पीभवनाची अनुद्धत उष्णता ह्मणजे काय ?

उ०-अनुद्धत उष्णता ह्मणजे घनपदार्थाचा पातळ पदार्थ अथवा पातळ पदार्थाचा वायुरूप होत असतां पुष्कळ उष्णता गुप्त होते, ती त्या त्या पदार्थाच्या अवस्था बदलण्याच्या कामांत खर्च होते व ती समजुतीस येत नाही, ह्मणून तीस अनुद्धत उष्णती ही संज्ञा दिली आहे. ही उष्णता कशी गुप्त होत असतेहें पहिल्यां असल्यास, ३.२ अंशापेक्षां कमी उष्णता ज्याची आहे असा एक वर्गाचा तुकडा घेऊन तो दिव्यावर धरला तर त्या वर्गात उष्णता अधिक अधिक होत जाईल, आणि ती वाढतां

वाढतां ३२ अंशांवर आली हलगजे वर्फ वितळूं लागेल; परंतु सगळें वर्फ वितळे तों पर्यंत ती ३२ अंशांपेक्षा जास्त होणार नाही. असें जरी आहे तरी नवी उष्णता वर्फांत येत नाही असें समजू नये. कारण कीं, सर्व वर्फ वितळून जाई तों पावेतो त्यास दिव्यावर धरात्रे लागते. हलगून त्यांत क्षणोक्षणां उष्णता भरत असते हें सिद्ध आहे. मात्र ती उष्णतामापक यंत्रांत समजत नाही; ह्याचें कारण असें कीं, ती वर्फाशीं रसायनरीत्या संयोग पावलेली असल्यामुळे यंत्रातील पारा फुगत नाही. ह्या संयोगापासून पाणी हा मिश्र पदार्थ तयार होतो.

उघडी.

Slide-Valve.

प्र० ५४—तुंग्यांत वाष्पाशयांतून वाफ सोडण्याकरितां उघडी केली आहे तरी तिजपासून वेळच्या वेळीं वाफ कशी सुटते ?

उ०—हा प्रयोग लेखनद्वारा स्पष्ट करून दाखविण्यास थोड्याशा आकृति काढून दाखवितां. त्या संबधानें पूर्वी एक गोष्ट लक्षांत वागविली पाहिजे ती ही कीं, विषमकेंद्रिय चाकें आणि पाऊचा खुंटा, ह्यांचो गति एकसारखीच आहे हलगून आकृति सोप्या करून दाखविण्याकरितां विषमकेंद्रिय चाकाच्या ऐवजीं पाऊ किंचित् लांब करून दाखविल्या आहेत. आकृति ११वी पासून २४ वी पर्यंत ह्या संबधाच्या आकृति दाखविल्या आहेत. ह्या आकृतींत पुढील प्रमाणें आहेत. हलगजे तुंबा १६ इंच

व्यासाचा, दणका, २४ इंचांचा, जोडकाठी १० फुटींची, वाष्पमार्ग १ $\frac{१}{४}$ इंच, श्वासमार्ग २ $\frac{१}{२}$ इंच, विषम केंद्रिय चाकाचा उडाव ३ इंच ह्याप्रमाणें आहेत. ११ व्या आकृतींत दृष्ट्या मागल्या दणक्याच्या आरंभास उभा आहे, उघडी तिच्या बैठकीच्या मध्यस्थानीं आहे, त्यामुळे विषमकेंद्रिय चाक आपल्या अर्ध्या उडावांत आहे. पाऊन वाणाच्या दिशेंत किंचित फिरल्या आहेत. ह्मणून पुढील वाष्पमार्ग उघडा पडला आहे. १२ व्या आकृतींत दृष्ट्या ४ इंच मार्ग सरकला आहे, तेणेंकरून उघडीनें वाष्पमार्गास आणि श्वासमार्गास थोडें खुलें करून दिलें आहे. १३ व्या आकृतींत दृष्ट्या ८ इंच मार्ग सरकला आहे आणि तेणेंकरून मार्ग खुले पडले आहेत. १४ व्या आकृतींत दृष्ट्या आपल्या दणक्याच्या अर्ध्यावर (ह्मणजे वारा इंचांवर) आला आहे. १५ व्या आकृतींत दृष्ट्या १६ इंचांवर आहे आणि आतां उघडी परतण्याच्या वेतांत आहे. १६ व्या आकृतींत २० इंचांवर दृष्ट्या आला आहे ह्यामुळे उघडीनें पुढला वाष्पमार्ग आणि श्वासमार्ग बरेच बंद करून टाकले आहेत. १७ व्या आकृतींत दृष्ट्याचा दणका पुरा होऊन उघडीनें दोन्ही मार्ग अर्धी बंद करून टाकले आहेत. १८, १९, २०, २१, २२, २३, आणि २४ ह्या आकृतींत दृष्ट्या आणि उघडी हीं परत दणक्यांत जातांना दाखविलीं आहेत, आणि तो दणका पुरा होई तोपर्यंत वरील प्रकारच्या उलट प्रकार ह्यांत घेडल.

प्र०५२—आगगाडींत मुख्य मुख्य भाग कोणते आहेत ?

उ०—आगगाडींत वाफ तयार करण्याकरितां एक तापक असतो त्यास गाडीवर वसवून त्या गाडीचीं चाकें रुळांवर चालवितात, आणि हां चाकें चालविण्याकरितां एक तुंब्याची जोडी लावतात.

प्र०—५६ तुंबे यंत्र कसें चालवूं शकतात ?

उ०—त्यांचा संबंध चाकावरोंवर ठेविलेला असतो ह्मणून चाकें चक्रवत् फिरतात.

प्र०—५७—चाकें चक्रवत् फिरलीं तर काय होईल ?

उ०—तीं एक तर रुळांवर जागचे जागीं वाटोळीं फिरतील अथवा ज्या दिशेनें तीं फिरत असतील त्या दिशेप्रमाणे आगगाडी मार्गे अथवा पुढें चालेल.

प्र०—५८—चाकें रुळांवर जागचे जागीं वाटोळीं फिरतील किंवा आगगाडी मार्गे अथवा पुढें चालेल ह्याचा अर्थ काय ?

उ०—ह्याचा अर्थ असा आहे कीं, चाकावर पाहिजे तितका भार नसल्यास तीं जागच्या जागीं फिरतील, आणि त्यांवर पुरेसा भार असल्यास यंत्र मार्गे अथवा पुढें चालेल. (भार आणि ओढ ह्या भागांत ह्याजवदलचें वर्णन विस्तारें करून दिलें आहे तें पहा.)

प्र०—५९—आगगाडीस दोन तुंबे लावण्याचें कारण काय ?

उ०—एक तुंबा लावल्यास त्याची पाऊ मृतबिंदूवर आली ह्मणजे यंत्र चालण्यास कठीण पडतें.

प्र०—६०—दोन तुंबे लावल्यानें ही अडचण कशी दूर होते ?

उ०—एका आंसाच्या दोन शेवटांस वर आणि खालीं पाऊ लावल्यानें ही अडचण दूर होते, जेव्हां एक मृतविंदूवर असते तेव्हां दुसरी वाफेच्या पूर्ण शक्ती खालीं असते. मृतविंदूवरून जर एक पाऊ निघून जाती तर दुसऱ्या तुंब्याची गरज लागतीना. ह्या अडचणी-स्तव दोन तुंबे लावणें भाग पडतें. ज्या चाकांस पाऊ लावतात त्या चाकांस कामकरी चाकें असें म्हणतात. आणि त्यांच्या आंसास कामकरी आंस असें म्हणतात. पाऊ चाकांस वाहेरल्या वाजूनें लावतात. पूर्वी पाऊ आंतल्या वाजूनें लावीत असत.

प्र० ६१—कामकरी, चाकें आणि तुंबे हे कसे बसविले आहेत ?

उ०—आकृति अ, ब, आणि क ह्यांत ह्यांची ठेवण दाखविली आहे, त्यांत अ हे तुंबे होत. हे यंत्राच्या पुढल्या शेवटास बसविले आहेत ब हा मुख्य कामकरी आंस तुंब्यापासून वऱ्याच अंतरावर मार्गें राखला आहे, ह्या आंसाच्या पाऊच्या खुंटोत क जोडकाठी बसवून तुंबा आणि पाऊ ह्यांचा संबंध राखला आहे.

प्र० ६२—आगगाडी मार्गें अथवा पुढें कशी चालते ?

उ०—यंत्र मार्गें पुढें होण्याकरितां दरएक तुंब्यास दोन दोन विषम केंद्रिय चाकें लावलेलीं असतात, त्यांतून एक एक विषमकेंद्रिय चाक आगगाडीस पुढें नेतें, आणि दुसरीं दोन मार्गें आणतात. विषमकेंद्रिय चाकांच्या मुजा सांगडीस खिळवून टाकल्या आहेत, आणि त्या सांगडी वर खालीं करून आगगाडीस पुढें मार्गें चा-

लवितात. ह्या सांगडी वर खालीं करण्याकरितां त्यांच्या टिकाणापासून तों गाडीवानाच्या वसण्याच्या टिकाणापर्यंत एक लांबचे लांब दांडा लावतात. हा दांडा दुसऱ्या एका भुजेनें पुढें अंगर मार्गें लोटला ह्मणजे सांगडी वर अथवा खालीं होतात. ह्या भागास रहाट्या असें ह्मणतात. हा चालविण्याची रीति दुसऱ्या एका भागांत लिहिली आहे. आकृति ब आणि क ह्यांत ऊ, ऊ ह्या अक्षरांनीं रहाट्या दाखविला आहे.

प्र० ६३—आगगाडीचा तापक व भट्टी हे भाग कसे बसविलेले आहेत.

उ०—(आकृति ब पाहा) ह्यांत ज ही भट्टी होय, हिच्या सभोंवतीं पाणी भरलेलें असतें. प, प हा पोकळ नगारा, भट्टी आणि धुराडें क ह्यांच्या दरम्यान बसविला आहे. अं अं ह्या नळ्या भट्टी आणि धुराडें ह्यांचा संबंध (मगाच्याच्या पोकळींतून जाऊन) राखतात. ह्या नळ्यांच्या सभोंवतीं पाणी असतें. र र ही धूर वाहेर घालविण्याकरितां चिमणी (बंब) होय. हीस धूम्रमार्ग असें ह्मणतात.

प्र० ६४—हे भाग कशासाठीं केले आहेत ?

उ०—ज, भट्टी सर्पण जाळण्याकरितां आहे. तीस आंतील आणि वाहेरील अशीं दोन कवचें आहेत. ह्या दोन कवचांच्या दरम्यान पाणी सांठविलेले असतें.

(आकृति ब पाहा) हींत व व ही गजांची जाळी आहे, त्या गजांच्या अंतरांतून हवा येते ती दहनास मदत करते. क हें भट्टीचें दार होय, त्यांतून सर्पण टाकले ह्मणजे तें गजाच्या जाळीवर पडतें. ड ड हें रक्षा-

कुंड आहे. गजांच्या जाळींतून राख पडावी ह्मणून त्यास भट्टीखालीं बसविलें आहे. न न, हे रक्षाकुंडास लहान दरवाजे केले आहेत ह्यांच्या साहाय्येनें हवा विस्तवांतून काढतां अगर घेतां येते.

प प ह्या आडव्या नगाऱ्यांत पाणी भरलेलें असतें. हा, व भट्टीवरील कवचांच्या मधील पोकळ जागा ही एकच आहे आणि ह्या सर्व भागास तापक असें ह्मणतात. ह्या नगाऱ्यांतून सुमारे शंभर पासून दोनशें धूमनलिका असतात. ह्या नळ्या सुमारे अकरा फुटी लांब असतात आणि त्यांचा व्यास दोन इंचांचा असतो. मात्र तो दोन इंचांपक्षां कमी नसावा, नाहीपेक्षां अर्धवट जडलेल्या कोळशाचे तुकडे अडकून बंद त्या पडतील. ह्या नळ्या भट्टींतला धूर बाहेर नेतात, तेणेंकरून दहन चांगलें होतें. ह्या नळ्या लहान व्यासाच्या असल्या कारणानें भट्टींतून जाणाऱ्या धुराचे अनेक ओघ होतात, त्यामुळे नळ्यांच्या आजूबाजूवरील पाणी त्वरित कढत होतें. ह्या नळ्यांच्या ऐवजीं एकच मोठा नळ बसविला असता तर पाणी लौकर तापतेना, परंतु अनेक नळ्या केल्यानें तप्तपृष्ठभाग वाढतो ह्मणून पाणी लौकर तापतें.

चिमणीकडूनही मदत मिळते कीं, ती धूमनलिकांतोल धूर बाहेर घालवून हवेस दहनाच्या कामीं लावते. दुसरी मदत ही कीं, तींत एक जें तारांचें जाळें बसवितात त्यांत भट्टींतून येणारे निखारे अडकून कोळपतात आणि त्यांची राख होऊन ती जाळ्यांच्या छिद्रांतून बाहेर पडते.

१. तप्तपृष्ठभाग ह्मणजे जो सर्व भाग विस्तवाकडे असतो तो.

प्र० ६५—भट्टीतील विस्तव कसा पेटवितात ?

—उ०—भट्टीतील विस्तव वाफेच्याच साह्याने पेटवितात; जेव्हां वाफ तुंब्यांतून श्वासमार्गाने चिमणीवाटे हवेत जाते त्या वेळेस ती भट्टीतील विस्तव धूमनलिकांतून आपणाकडे ओढते (पंचविसाव्या आकृतीत हा श्वासमार्ग e e ह्या अक्षरांनी दाखविला आहे) ह्या श्वासमार्गाचा रस्ता चिमणींतूनच असतो यामुळे तेथून वाफ जाऊ लागली ह्मणजे तिच्या मार्गाचा प्रदेश निर्वात होतो तेणेंकरून भट्टीतील विस्तवांत मोठा भडका उठतो.

प्र० ६६—पाणी आणि सर्पण ह्यांचा सांठा आगगाडीबरोबर कसा राखितात ?

उ०—इंग्रजी यू चे आकाराचें एक टांकें तयार करून त्यास एका निराळ्याच गाडीवर बसवून ती गाडी यंत्राच्या मार्गे अखंड जोडून ठेवितात. ह्या टांक्याच्या मध्यभागी सर्पण सांठवितात. ह्या टांक्यांतून तापकांत एक दोन यंत्रांच्या साह्याने पाणी चढवितात. २६ व्या आकृतीत यंत्र पाणी घेतांना दाखविलें आहे. २७ व्या आकृतीत टांक्याची गाडी दाखविली आहे.



भाग ५.

तापक.

The Locomotive Boiler.

प्र० ६७-आगगाडीचा तापक आणि दुसऱ्या वाफयंत्राचा तापक ह्यांची बाष्पोत्तीची तुलना कशी केली आहे ?

उ०- इतर यंत्रांच्या तापकांपेक्षा आगगाडीच्या तापकानें दिलेल्या वेळांत पुष्कळ वाफ उत्पन्न केली पाहिजे.

प्र० ६८-ही बाष्पोत्तीची शक्ति विशेषेकरून आगगाडींतच कशी वाढविली आहे ?

उ०- ही शक्ति वाढविण्याकरितां भट्टीतील विस्तवावर मोठ्या जोराचा फुंकर मारितात. तेणकरून विस्तव चांगला भडकतो इतकेच नाही तर तेथून धूर आणि तप्त हवा हीं धूमनलिकांत जातात. त्या नळ्यासभोंवतीं पाणी भरलेलें असतें त्यामुळे नळ्यांतून धूर आणि तप्त हवा जाऊं लागतात त्या वेळेस त्यांचे नळ्यांच्या संख्येप्रमाणें अनेक ओघ होऊन नळ्या आणि त्यांजवरील पाणी हीं तापतात म्हणून इतर तापकांपेक्षा आगगाडीचा तापक पुष्कळ वाफ उत्पन्न करितो.

प्र० ६९-किती पाण्याचें बाष्पिभवन झालें म्हणजे साधारण वेग राहतो ?

उ०-हें नक्की सांगण्याकरितां एक आगगाडी घेतों. ह्या यंत्राचें वजन ६०,००० पौंड असतें. त्याच्या तुंब्याचा व्यास १६ इंचांचा आणि दट्याचा दणका २४

इंचांचा असतो. आगगाडी धांवत असतां त्यांत ६००० पासून १२००० हजार पर्यंत पौंड वजनाच्या पाण्याची वाफ दर अवरास होते.

प्र० ७०—व्यवहारांत एक पौंड वजनाच्या कोळशानें किती पाण्याची वाफ तयार होते ?

उ०—ह्याजबदलचा कांहीं नियम सांगतां येत नाहीं. तो कोळशाच्या व तापकाच्या स्थितीवर अवलंबून असतो. तरी एक पौंड कोळसा ६ पासून ८ पौंड पाण्याची वाफ तयार करतो असा अंदाज काढला आहे. ह्यासाठीं ५०० शे पासून २००० पौंड (दर अवरास) कोळसा जाळल्यास साधारण वेगापुरती वाफ तयार होते.

प्र० ७१—इतका कोळसा जाळण्यास गजाची जाळी किती मोठी असावी ?

उ०--दर अवरास एक चौरस फुटावर १२५ पौंड वजनाचा कोळसा जळतो असें प्रमाण बसविलें आहे, तेव्हां २००० पौंड वजनाचा कोळसा जाळण्यास पंचवीस चौरस फुटी जाळी असावी.

प्र० ७२—कोणत्याही सांगितलेल्या जाळीस किती तप्तान्ग असावे ?

उ०—दर एक चौरस फुटास ५० चौरस फुटीचें तप्त अंग असावे.

प्र० ७३—आगगाडीची भट्टी कशी केली आहे ?

उ०—हें समजून घेण्याकरितां (आकृति २५ आणि २८ पाहा.) ह्यांत ५ ही तीन फुटी रुंदीची चौकोनी भट्टी आहे, परंतु ही रुंदी रस्त्याच्या सांचाप्रमाणें कमी

अगर जास्त असते. वर सांगितलेली भट्टीची रुंदी चार फुटी साडेआठ इंच रुंदीच्या रस्त्यावर चालणाऱ्या आगगाडीची आहे. हिची आंतील बाजूची लांबी साडेपांच फुटी आहे. ही भट्टी धातूच्या (हलणजे लोखंडी, पोलदी अथवा तांब्याच्या पत्र्यांनी) घटित आहे. ह्या पत्र्याची जाडी $\frac{5}{8}$ पासून $\frac{3}{4}$ इंच पर्यंत असते. हे ह्या भट्टीतील आंतील अंग झाले. बाहेरील अंग (आकृति २९ पाहा) हींत A B C D E F ह्या अक्षरांनी दाखविले आहे. हे B पासून C D आणि E पर्यंत कमानदार केले आहे. ह्या दोन अंगांच्या दरम्यान $2\frac{3}{4}$ पासून $4\frac{3}{4}$ इंचांची पोकळ जागा ठेविलेली असते तीत पाणी रहाते. आंतील कंवचीच्या वरील बाजूस (I I ह्या अक्षरांनी दाखविलेल्या पत्र्यास क्राऊनप्लेट असें हलणतात. ही क्राऊनप्लेट सपाट असल्याकाणानें या दोन पत्र्यांच्या दरम्यान वरीच मोठी पोकळी रहाते. आंतील व बाहेरील कंवच्या खिळ्याच्या साह्यानें खिळवून टाकल्या आहेत. ह्या पोकळीतील पाणी तापकाच्या दुसऱ्या (हलणजे नगाऱ्यातील) पाण्याशीं मिळून असते. क्राऊनप्लेटवर आणि बाहेरील कंवचीवर वाफेचा दाब फार पडतो. कधीं कधीं हे पत्रे वाफेच्या दाबानें फुटतात. ह्या दोन्ही पत्र्यांस थोडथोड्या (हलणजे $3\frac{3}{4}$ पासून $4\frac{3}{4}$ इंचांच्या) अंतरावर खिळे मारून मजबुती आणली आहे. ह्या खिळ्यांस बंद असें हलणतात. हे बंद ५८ व्या आकृतींत n n, n, n, ह्या अक्षरांनी दाखविले आहेत. ह्यांचा व्यास $\frac{3}{8}$ पासून एक इंचापर्यंत असतो. तापकाच्या आकुंचनानें किंवा प्रसरणानें एकादे वेळीं हे बंद तुटतात. उष्ण-

तेच्या कमजास्त मानानें तापक आकुंचित अथवा प्रसरित होतो. हे बंद आंतल्या आंत तुटून राहिल्यास ते सम-जुतींत येत नाहीत, ह्मणून त्यांस फुंकणीप्रमाणें आरपार भोंक ठेवितात. असें केल्यानें जेव्हां त्यांस अपाय होतो त्या वेळेपासून त्या मुद्दाम पाडलेल्या भोंकांतून पाणी उतरूं लागतें. तें भट्टींतल्या आंतल्या अंगास नजरेस येतें. तापकाच्या दर चौरस इंचावर १०० पौंडांचा वा-फेचा दाब असल्यास ह्या दरएक बंदावर १६०० पौंडांचा दाब पडतो, ह्यासाठीं हे बंद घडीव लोखंडाचे किंवा पितळेचे अथवा दुसऱ्या एकाद्या टिकाऊ धातूचे असावे

प्र०७४-आगगाडीच्या तापकांत पाणी किती ठेवितात ?

उ०-ज्या भागावर विस्तव अगर ज्वाळा लागते त्या सर्वांवर पाणी सतत राखलें पाहिजे. हे भाग उघडे पडल्यास त्यापासून मोठा अनर्थ होतो, ह्मणजे पत्रे फुटतात. चार पासून ८ इंच पर्यंत क्राऊनप्लेटीवर पाणी असलेंच पाहिजे.

प्र०७५-पाण्याच्या पृष्ठभागावर वाफेकरितां किती पोकळी ठेवावी ?

उ०-ह्याजबदलचा कांहीं नियम नाही, परंतु जितकी जास्त असेल तितकी चांगली. D पासून C पर्यंत क्राऊनप्लेटीवर जो घुमट आहे तोही पोकळच आहे.

प्र०७६-वाफेचे घुमट ह्मणजे काय आणि ते कशासाठीं केले आहेत ?

उ०-३० व्या आकृतींत हे घुमट X ह्या अक्षरानें

दाखविलें आहे. ह्याचा उद्देश असा आहे कीं, वाफेस पोकळ जागा रहावी ह्मणजे वाफ कोरडी रहाते.

वाफ भिजूं नये ह्मणून एका ग्राहक नळीचें तोंड पाण्याच्या पृष्ठभागावर वर सांगितलेल्या घुमटांत वज्याच उंचीवर वांकवून उंच केलें आहे. ओल्या वाफेपेक्षां शुष्क वाफ अधिक हितावह आहे ह्मणून ह्या घुमटाची आवश्यकता असते. वाफेवरोवर पाणी तुंब्यांत गेल्यास त्या पासून तुंब्याचीं तोंडे फुटतात अथवा दट्या फुटतो. कारण कीं श्वासमार्गांतून पाणी बाहेर पडण्यास दट्याचा दणका पुरा होईपर्यंत वेळ नसतो.

प्र० ७७—हे घुमट कोठें बसवितात ?

उ०—अमेरिकेंत तें बहुतकरून भट्टीवरच बसवितात. आणि युरोपांत तें तापकाच्या मध्यावर किंवा चिमणीजवळ बसवितात.

प्र० ७८—ह्या घुमटांतून तुंब्यांत वाफ नेतात. ती कशी ?

उ०—आकृति ३० पाहा. ह्या आकृतींत m m, ही नळी घुमटाच्या शिखरापासून धूमनलिकांच्या पुढल्या भागापर्यंत जाऊन पोहोचते. ह्या नळीस शुष्कनळी असें ह्मणतात. ह्या नळीच्या पुढल्या शेवटीकडे दुसऱ्या दोन नळ्या फुटतात त्या वाष्पाशयापर्यंत पोहोचतात. त्यांस बाष्पनलिका असें ह्मणतात. घुमटांतील शुष्कनळीच्या उभ्या भागास कधीं कधीं कठनळ असें ह्मणतात.

भाग ६.

तापकाची जुळणी.

The Boiler Attachment.

प्र० ७९-तापकाच्या पाण्याची वाफ होऊन गेल्यानंतर त्या ठिकाणीं दुसऱ्या पाण्याचा पुरवठा कसा करितात ?

उ०-हा पुरवठा बहुत करून वाफेच्या साह्यानेच जारेनळ नांवाच्या यंत्राकडून करितात. आलीकडे दुसरें एक इंजेक्टर लहून पिचकारीसारखें यंत्र बनाविलें आहे त्याचा उपयोग करितात.

प्र० ८०-जोरनळाची रचना कशी आहे व ती चालविण्याचें मुख्य धोरण काय आहे ?

उ०-(आकृति ३० पाहा.) ह्या आकृतींत जोरनळाची रचना दाखविली आहे. तींत A A हा एक बिडाचा नळ आहे, त्यांत B B दट्या खेळतो. ह्या दट्यास यंत्राच्या दट्याच्या दांड्याकडून सीधी गत मिळते. कधीकधी एक लहानशी पाऊ मोठ्या पाऊच्या खुंटींत घालून तिजकडून हा दट्या चालवितात, आणि कधीकधी कामकरी आसास निराळे एक विषम-केंद्रिय चाक लावूनही हा दट्या खेळवितात.

वर सांगितलेल्या A A नळाचें एक तोंड D ह्या प्यासनळाच्या साह्यानें पाण्याच्या टांक्यास आणि E F ह्या पोसनळीच्या साह्यानें, तापकास जोडलेलें असतें. D ह्या प्यासनळावरती एक J अक्षरानें दाखविलेला पडदा

असतो. त्यास प्यासद्वार अशी संज्ञा देतात. हे द्वार पाण्यास वर जाऊं देण्याकरितां वाट देतें; परंतु वरील पाणी खालीं येऊं लागल्यास तें बंद पडतें. पोसनळीच्या खालीं दुसरा एक G अक्षरानें दाखविलेला पडदा असतो त्यास दाबद्वार असें म्हणतात. हीं द्वारे नळांत जलनिरोधक बसतात. जेव्हां दट्या A A ह्या नळांतून बाहेर निघतो त्यावेळेस त्याचा मागचा प्रदेश निर्वात होतो, त्यावेळीं G द्वारावरील हवेच्या दाबानें तें बंद पडतें. इतक्यांत टांक्यांतल्या पाण्यावरील हवेच्या दाबानें तें पाणी प्यास-नळांतून वर येऊन J दार उघडतें आणि A A नळ भरतो. आतां हेंच पाणी, जेव्हां दट्या जोरानें मागे हटतो त्या सरसें J दार बंद होतें, आणि वरच्या बाजूचे G दार उघडतें त्या वेळेस पोसनळीवाटे पाणी तापकांत शिरतें. आतां तापकांत गेलेलें पाणी परत न यावें म्हणून दुसरा एक H पडदा पोसनळी आणि तापक ह्यांच्या दरम्यान बसविलेला असतो त्यास चेकदार असें म्हणतात. त्याच प्रमाणें G ह्या दाब द्वाराच्यावरल्या वाजूस एक हवा-द्वार असतें हे J अक्षरानें दाखविलें आहे. ह्या द्वारांत D C ह्या शून्यांच्या ओळीच्या वर हवा रहाते व ती मृदु असल्याकारणानें पाण्याचा दाब तिजवर पडून ती फुगते, तेणेंकरून तिजवर पाणी तक्याप्रमाणें टेंकून रहातें. पाणी अशा रीतीनें हवेवर टेंकून राहिल्यास, दट्या खेळत असतां नळास हिसके बसत नाहींत.

प्र०८१—वर सांगितलेलीं जोरनळांतील द्वारे कशीं तपासतात ?

उ०—हीं द्वारे तपासणें झाल्यास e e हीं मळसूत्रें

काढवीं ह्मणजे वरचें हवाद्वार निराळें होतें आणि
 II II हीं मळसूत्रें काढल्यानें खालचें हवाद्वार मोकळें
 होतें. असें झालें ह्मणजे K K हे पिंजरे आणि द्वारें मो-
 कळीं होतात. J, J खिळे काढिल्यानें चेकदार निराळें
 होतें.

प्र० ८२—जोरनळ तापकांत पाणी चढवीत
 आहे किंवा नाहीं हे कशावरून समजावें ?

उ०—हे समजण्याकरितां एक द्वार आहे त्यास पेट-
 काक असें ह्मणतात. हा पेटकाक ३० व्या आकृतींत III
 ह्या अक्षरानें दाखविला आहे. जर नळ बरोबर काम
 देत असेल तर, दट्याच्या परत येण्याच्या संधींत हा
 पेटकाक उघडला तर पाणी मोठ्या सोसाट्यानें बाहेर
 पडतें आणि नळ बरोबर चालत नसल्यास तें सोसा-
 ट्यानें बाहेर पडणार नाहीं.

प्र० ८३—तापकांत पाण्याचा पुरवठा कस-
 कसा करितात ?

उ०—जेव्हां आगगाडी फार काम करित असते
 ह्मणजे, जेव्हां तीस चढणीवर पुष्कळ डबे ओढून न्यावे
 लागतात, त्या वेळेस पुष्कळ वाफ आणि तेणें करून
 पुष्कळ पाणी खर्च होतें. ह्यासाठीं ज्या पाण्याची वाफ
 बनत असते त्या ठिकाणीं एकसारखें पाणी पुरवावें
 लागतें; असें जरी आहे तरी जें पाण्याची वाफ झाली
 नाहीं तोंच जास्त पाणी घातलें तर तें वाफेची जागा
 व्यापून टाकील आणि त्यांतला भाग तुंब्यांत जाऊन ते
 फुटतील, आणि जर पाणी थोडें सोडलें तर त्यापासून

तप्त अंगें डुबडुवीत राहणार नाहींत. ह्यासाठीं पाण्याचा पुरवठा नियमित रीतीनें करावा लागतो.

प्र० ८४-हा पुरवठा नियमित रीतीनें कसा करितात ?

उ०-प्यासनळांत एक फीडकाक असतो तो गाडीवान चालवितो तेणें करून पाहिजे तितकें पाणी तापकांत सोडतां येतें.

प्र० ८५-इंजेक्टर ह्मणजे काय ?

उ०-इंजेक्टर ह्मणून एक तापकांत पाणी चढविण्याचें यंत्र आहे. ह्यांत तापकांतील वाफेचा लोट येऊन अडकतो आणि तोच आपल्या दावानें पाण्याचा लोट सतत तापकांत सोडतो.

प्र० ८६-हे व्यापार कसे घडततात ?

उ०-ह्या यंत्राचे मुख्य मुख्य भाग वाजूच्या देखाव्यानें ३१ व्या आकृतींत दाखविले आहेत. तापकांतून अ नळींतून क नळींत वाफ येते, येथें आल्यावर ती ब नळींतून येणाऱ्या पाण्याबरोबर मिळते आणि ह्या पाण्याबरोबर ती ड ह्या जोडनळीमध्ये थंड होते आणि तेथें पाण्याचा लोट तयार होऊन तो फ फ मार्गानें नीट ह ह्या डिलीवरी ट्यूबकडे जातो आणि तेथून थ या चेकदारावाटे तापकांत जातो. ड पासून ह पर्यंत पाणी जात असतां जर पाणी पुष्कळ घातलें असेल तर तें फ फ ह्या उसासांतून ग द्वारावाटे बाहेर रस्त्यांत पडेल आणि पाणी घातलें नाहीं तर बाहेरची हवा ग द्वारावाटे आंत शिरून पाण्याच्या लोटाबरोबर तापकांत जाईल.

दुसरी गोष्ट अशी आहे कीं, पाण्यापेक्षां वाफेस जोर अधिक असतो, ह्मणजे काहीं दात्रावर वाफ सुटली आणि तितक्याच दात्रावर पाणी सुटलें तर त्यांत वाफेचा जोर पाण्याच्या वेगापेक्षां जास्त असतो. आकृतींत क, नळींतून सुटलेली वाफ जोडनळीमध्ये पोसपाण्याशीं (ह्मणजे टांक्यांतून येणाऱ्या) मिळते आणि त्यास ती तेथें मोठा वेग देते. ही पाण्याची शक्ति त्याच्या वजनानें येते आणि तें वेगवान होऊन तापकांत चढते. ह्या व्यापाराकडे सूक्ष्मरीतीनें लक्ष दिलें ह्मणजे असें दिसून येईल कीं, वाफ ही तापकांतून निघतेवेळीं वाफेच्या रूपानें निघते आणि पाण्याच्या रूपानें परत तापकांत जाते, ह्यामुळे तिच्यांतली सुमारें हजारपट शक्ति कमी होते.

प्र० ८७—पोसपाणी कढत असल्यास तें इंजेक्टर यंत्र तापकांत चढवूं शकेल किंवा नाही ?

उ०—पोसपाणी कढत असल्यास इंजेक्टर यंत्र तें चढवूं शकणार नाही; कारण कीं जितकें पाणी कढत असेल तितकी वाफ कमी थंड होईल ह्मणून त्यास वाफेच्यानें लोटवणार नाही. सारांश कीं पुष्कळ वाफ थंड करण्यास पाणी पुष्कळ थंड असलें पाहिजे, आणि थोडी वाफ थंड करण्यास पाणी कमी थंड असल्यास चालतें.

प्र० ८८—तापकांतील पाण्याची उंची कशी समजने ?

उ०—तापकांतील पाण्याची उंची समजण्याकरितां गेजकाक आणि गेजग्लास अशीं दोन साधनें केलीं आहेत.

प्र० ८९—गेजकाक ह्मणजे काय ?

उ०—आकृति ३२ पहा. ह्या आकृतींत S, S, S, S, हे चार गेजकाक आहेत. आणि ही आकृति आगगाडी-चा मागचा भाग दाखविते. ३३ व्या आकृतींत हे काक विशेष स्पष्ट करून दाखविले आहेत. ह्यांचा संबंध तापकांतील पाण्याशीं असतो. आणि हे तीन अथवा चार इंचांच्या अंतरानें तापकास लावलेले असतात. ह्यांपैकीं वरच्या दोन वाष्पाशयांस आणि खालच्या दोन जलाशयांस लागून असतात. हे काक उघडले आणि पाणी पाहिजे तितक्या उंचीचें तापकांत असलें तर वरच्या दोन काकांमधून वाफेचा सोसाटा बाहेर पडेल आणि खालच्या दोन काकांतून पाणी बाहेर निघेल. वाष्पाशयावरोवर संबंध राखून असणारा असा एक काक उघडला झणजे तो बहुधा थंड पाण्यानें भरलेला असेल (कारण वाफ ह्या ठिकाणीं थंड होऊन राहते) झणून हें पाणी काढून टाकण्याकरितां हे काक कांहीं वेळ उघडें ठेवावें. वरचे दोन काक उघडल्या वरोवर पाणी सुटलें तर तापकांत पुष्कळ पाणी आहे असें समजवावें.

प्र० ९०—गेजग्लास झणजे काय ?

उ०—३४ व्या आकृतींत ह्याचा देखावा दिला आहे, तींत A A ही कांचेची नळी होय. हिचा व्यास अर्ध किंवा पाऊण इंच असतो व लांबी १२ पासून १५ इंच पर्यंत असते. हिची जाडी $\frac{1}{8}$ इंचाची असते.

२ येथें पाणी थंड सांगितलें, परंतु त्याचा इतकाच अर्थ आहे कीं, वाफेचें पाणी झालें झणजे त्यास थंड झणावयाचें. त्यांत हात घातल्यास भाजेल.

हिचीं तोंडें तापकांतील जलाशयाशीं आणि वाष्पाशयाशीं मिळून असतात. ह्या नळीच्या दोन तोंडांशीं दोन पडदे आहेत ते आकृतींत इ इ ह्या अक्षरांनीं दाखविले आहेत, आणि प्रसंगवशात् ही कांचेची नळी फुटली तर ते पडदे बंद करितात. ह्या गेजग्लासाच्या खालच्या शेवटाकडे एक क तोटी लाविलेली आहे, तीस ब्लो ऑफ् काक असें म्हणतात. ड इ हीं द्वारे खुलीं केलीं म्हणजे वरच्या द्वारावाटे वाफ आणि खालच्या द्वारावाटे पाणी हीं नळींत भरतात. पाणी हें तापकांतील पाण्याच्या उंचीवरोबर ह्या ग्लासांत चढून राहातें, तेणें करून तापकांतील पाण्याची उंची कळून येते; हा या ग्लासापासून मोठा उपयोग आहे. तापकांतील पाण्यांत सतत फेरफार घडत असतात, ह्या कारणास्तव गेजग्लासांतील पाणी स्तब्ध असत नाहीं, आणि जोंपर्यंत यंत्र काम करीत असतें तोंपर्यंत तें सतत वर खालीं होत असतें.

प्र० ९१—वाफेचा दाब फार होऊन तापकास इजा होऊं नये म्हणून काय तजवीज केली आहे?

उ०—वाफेचा दाब फार होऊं नये म्हणून यंत्ररक्षक नांवाचा एक पडदा केलेला असतो, ह्या पडद्यास गोल भोंकें असतात. तीं ३५ व्या आकृतींत अ ह्या अक्षरानें दाखविलीं आहेत. ह्यांचा व्यास सुमारे ३ इंच असतो. हीं बहुत करून घुमटाच्या माथ्यावर बसवितात. ह्यांतील एक भोंक V ह्या अक्षरानें २८ व्या आकृतींत दाखविले आहे. हीं भोंकें दुसऱ्या एका व पडद्यानें दडपलेलीं असतात. हा व पडदा क क ह्या तरफानें (ड कामा-

णीच्या साह्याने) त्या पडद्यावर चेंपून बसतो. हे भाग ३५ व्या आकृतीत दाखविले आहेत. अथवा ३६ व्या आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे नुस्त्या कमाणीच्या साह्याने ही भोंकें चेंपून ठेवतात. दर चौरस इंचास १०० पातून १३० पौडांचा साधारणतः तापकाचा असतो.

प्र० ९२-ह्या रक्षकद्वाराच्या भोंकावर कीनि दाब ठेवावा लागतो ?

उ०-हा दाब टराविण्याकरतां भोंकाचें क्षेत्रफळ चौरस इंचांत काढून त्यास वाफेच्या दर चौरस इंचाच्या तापकाच्या शिकस्त दावानें गुणावें. उदाहरणार्थ-जर रक्षकद्वाराचें भोंक ३ इंच व्यासाचें असलें तर, त्याचें क्षेत्रफळ ७ चौरस इंचांचें होईल, आणि वाफेचा तापकांतोळ दाब १०० पौडांचा (दर चौरस इंचास) असें ग्रहण केलें तर, रक्षकद्वारावरील पडद्यानें $७ \times १०० = ७००$ पौडांच्या वजनाइतका दाब दिला पाहिजे. आतां हा दाब ३५ व्या आकृतीत दाखविल्या प्रमाणें तरफाकडून उत्पन्न करणें असल्यास रक्षकद्वाराच्या एकंदर वजनास, तरफाच्या लहान भुजेस गणून त्यास ब ने (ह्मणजे तरफाच्या एकंदर लांबीनें) भागावें. ३५ व्या आकृतीत तरफाची लहान भुज $३\frac{१}{२}$ इंच लांब आहे, आणि तरफाची लांबी ३५ इंच आहे ह्मणून जर पडद्यानें ७०० पौडांच्या दावानें दाबावें असें असेल तर तरफाच्या शेवटावर,

$$\frac{७०० \times ३\frac{१}{२}}{३५} = ७० \text{ पौडांचा दाब पडेल.}$$

ह्मणून ड कमाणेने ७० पौंडांच्या तणाव्यानें तर-
फाचें शेवट खालीं ओढून ठेवलें पाहिजे. कमाणेचा
दाब ३६ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें थेट रक्ष-
कद्वाराच्या तोंडावर देणें असल्यास त्या कमाणेचा तणा-
वा द्वारावरील दाबाइतका असला पाहिजे. हा तणावा
वाढविणें झाल्यास कं कं मळसूत्रें आंवळावीं. कमाणेची
एक साधी आकृति ३७ व्या आकृतींत दाखविली आहे.

प्र० ९३-तापकांतील वाफेचा दाब कसा
समजतो ?

उ०-तापकांतील वाफेचा दाब बाष्पदर्शक यंत्रांकडून
समजतो. हीं यंत्रें दोन प्रकारचीं आहेत. त्यांपैकीं पाहि-
ल्या बाष्पदर्शक यंत्राचें वर्णन व क्रिया हीं सांगतां.

३८ व्या आकृतींत ह्या यंत्राचे बाजूचा देखावा दिला
आहे. ह्या यंत्रांत वाफेचा दाब एका तबकडीवर पडतो.
३८ व्या आकृतींत ही तबकडी अं ब अक्षरांनीं दाख-
विली आहे ही पातळ पत्र्याची असून लवचिक असते.
३९ व्या आकृतींत ह्या यंत्राचा पुढचा देखावा दाखविला
आहे, त्यांत दर्शनी तबकडी (ह्मणजे जिच्यावर अंश
मांडलेले असतात ती) काढून टाकली आहे, आणि आं-
तील तबकडी काळ्या छायेनें दाखविली आहे. आतां
३८ व्या आकृतींत प्रथमतः वाफ कं नळींत भरत, तेथून
ड छिद्रावाटे लवचिक तबकडीच्या मागील पोकळींत
भरते. येथें ही तबकडी लवचिक असल्या कारणानें वाफ
तीस दाबते. ह्या तबकडीच्या मध्यस्थानीं एक कांटा वस-
विलेला असतो. हा कांटा आकृतींत फं अक्षरानें दाखविला
आहे. हा कांटा गं हं के ह्या तर्फास जोडला आहे, त्या

तर्फीची अट हं ठिकाणी आहे. ह्या तर्फीच्या के टोंकास ल ह्या दांड्याचें एक टोंक जोडून दिलें आहे. पुनः ल ह्या दांड्याचें दुसरें टोंक म ह्या दांत्यांच्या भुजेस जोडलें आहे. ही भुज ३८ व्या आकृतींत न अक्षरानें दाखविली आहे. हिची अट ऊ या ठिकाणी आहे. न दांत्याचें वर्तुळ दुसऱ्या एका प या दांत्याच्या वर्तुळास जोडलें आहे. आणि प वर्तुळ एका आंसावर फिरतें राखलें आहे. ह्या आंसास एक दर्शनी कांटा (घड्याळांत असतो त्या प्रमाणें) बसविलेला असतो. हा दर्शनी कांटा ३९ व्या आकृतींत दाखविला आहे.

वरील रचनेवरून उघड आहे कीं अ व ही लवचिक तबकडी वाफेच्या दावानें फुगेल त्या वेळेस के हं ग हा वक्र तरफ पुढें हटेल, आणि त्याची गति ल दांड्याकडून न दांड्याच्या वर्तुळास पोहोचेल, तेणेंकरून प वर्तुळ आपला आंस व दर्शनी कांटा ह्यांस घेऊन फिरेल.

ह्या यंत्रांत वाफ सरळ दिशेनें भरूं नये, कारण तशा-नें तबकडीचें मृदुलत्व कमी होईल ह्मणून तीस वक्र दिशेनें नेतात.

६३ व्या आकृतींत दुसऱ्या प्रकारचें वाष्पदर्शक यंत्र दाखविलें आहे, त्याची दर्शनी तबकडी काढून टाकली आहे. a b c ही एक वाटोळी चपटी धातूची नळी आहे, ह्या नळीच्या आंतल्या अंगानें वाफेचा दाब पडून तिचीं तोंडें सरळ होऊं पाहतात. ह्या नळीचें K टोंक एका d तर्फीस जोडलें आहे आणि d तर्फीच्या दुसऱ्या टोंकास दांत्याचेंच चक्र जोडलें

आहे. नळीचीं दोन टोंकें फाकूं लागतात त्या वेळेंस तफांस आणि दांप्याच्या चक्रास गति मिळते. ह्या गती-पासून रं रं हा दर्शनी कांटा फिरतो, तेणेंकरून दर्शनी तबकडीवरील वाफेच्या दावाचे अंश कांटा दाखवितो. ह्या दर्शकांत गं नळीवाटे वाफ जाऊन वक्र नळी फाकूं लागते.

प्र०-२४ हीं वाष्पदर्शक यंत्रें कशीं तपासतात?

उ०-जर दर्शक बरोबर असेल तर कांटा सावकाशपणें तापकांतिल उष्णतेच्या प्रत्येक फेरफाराबरोबर फिरतो, आणि त्यांत ती जाण्याची बंद केली तर तो एकदम शून्यबिंदूवर येतो.

प्र० २५-वाफेची शिटी झणजे काय व ती कशासाठीं फुंकतात ?

उ०-(आकृति ४० पाहा.) त्यांत ही शिटी वाजूच्या देखाव्यानें दाखविली आहे. हींत अ हें एक घंटाकृति पितळेचें पात्र उपडें घसाविलेलें आहे. ह्या पात्राच्या कडा वाफ निघण्याच्या दरवाजासमोर अणून ठेविलेल्या आहेत. तो दरवाजा अं अं ह्या अक्षरानें दाखविला आहे. ह्यांतून सुटलेली वाफ मोठ्या दावाची असल्या कारणानें ती भांड्याच्या पोकळींत शिरून मोठा नाद उत्पन्न होतो. रस्त्यावर काम करणाऱ्या लोकांस रस्त्यावरून दूर होण्याकरितां ही शिटी फुंकतात.

प्र० २६-ह्याशिवाय तापकास दुसऱ्या कोणत्या कळी आहेत ?

उ०-याशिवाय एक विस्तवावर फुंकर मारण्याची कळ आहे. तिची मूठ ३४ व्या आकृतींत b अक्षरानें

दाखविली आहे. ही कळ फिरविलीं झणजे तापकांतून मोठ्या जोराचा वाफेचा ओघ निघून तो चिमणीवाटे वाहेर पडत असतां भट्टींतल्या विस्तारावर चांगला फुंकार वसतो. ह्या कळीस हिटर असेंही झणतात. हिटर ह्या शब्दाचा अर्थ तापविणारा असा आहे.

पेटकाक उघडून जोरनळाचें काम बरोबर आहे किंवा नाहीं हें पाहण्याकरितां e e ह्या दुसऱ्या दोन कळी आहेत.

कंठद्वार.

Throttle Valve.

प्र० ९७—आगगाडी चालू करण्याकरितां तुंब्यांत वाफ कशी सोडतात ?

उ०—तुंब्यांत वाफ सोडण्याकरितां आणि बंद करण्याकरितां एक कळ केलेली आहे, तीस कंठद्वार असें झणतात. काऊन प्लेटवरील पोकळीत शुष्कनळीच्या तोंडाजवळ हें बसविलेले आहे. ज्या वेळेस हें द्वार बंद असतें त्या वेळेस वाफेचा मोठा दाब त्यावर असतो, त्यामुळे हें उघडण्यास बराच जोर लागतो. यंत्र चालू करतांना हें द्वार एकदम खोलून दिलें तर मोठा अपघात होतो, ह्यासाठीं गाडीवानानें तें एकदम खोलूं नये.

आलीकडे कंठद्वार दुसऱ्या एका तऱ्हेचें केले आहे तें ३० व्या आकृतींत H ह्या अक्षरानें दाखविलें आहे. शुष्क नळींतून जाणाऱ्या वाफेचा ओघ बाणानें दाखविला आहे तो पहा.

प्र०९८—हें दार कसें उघडतात ?

उ०—त्यास एक दांडा लावून त्यास मूठ बसविली आहे, ती गाडीवान चालवितो, ह्या मुठीस रेग्युलेटर असेंही म्हणतात. रेग्युलेटर ह्याचा अर्थ चालक म्हणजे चालविणारा असा आहे.

भाग ७ वा.

उघडीची कळाशी.

The Valve-Gear.

प्र०९९—आगगाडीच्या उघडीची कळाशी म्हणजे काय ?

उ०—उघडीची कळाशी म्हणजे विषमकेंद्रिय चक्रे दांडे, कड्या, डोल्या इत्यादिकांची जुळणी, ज्यांत सांगीतली अहे तीस उघडीची कळाशी असें म्हणतात.

प्र० १००—ह्या कळाशीचा काय उपयोग आहे ?

उ०—ह्या कळाशीपासून उघडीची चाल बरोबर रहाते आणि ही कळाशी अशा रीतीने जोडावी लागते कीं, तिजपासून आगगाडी मार्गे अथवा पुढें चालूं शकेल, आणि चाक्राच्या गतींत पाहिजे तेव्हां व पाहिजे त्या दिशेस इच्छेनुरूप त्वरित फेरफार करितां येईल.

प्र० १०१—उघडीची कळाशी कशी जोडली आहे कीं त्यापासून यंत्र मार्गे अथवा पुढें चालनें ?

उ०—ह्याजबदल मार्गे सांगितलेंच आहे कीं, प्रत्येक तुंब्यास दोनदोन विषम केंद्रिय चाकें लावतात. हीं चाकें

अशा तऱ्हेने वसविलीं आहेत कीं, त्यांतून एक एक विषमकेंद्रिय चाक यंत्रास पुढें नेतें आणि दुसरें एक एक त्यास मार्गें नेतें.

प्र० १०२-प्रत्येक तुंब्यास हीं विषम चाकें कशीं वसविलीं आहेत कीं, जेणेंकरून एक जोडी यंत्रास पुढें चालविते आणि दुसरी मार्गें चालविते ?

उ०-ह्याजत्रदलच्या स्पष्टीकरणार्थ ४२ वी आकृति पहा. ह्या आकृतींत प दट्या मार्गोल दट्याच्या आरंभी उभा आहे आणि व उघडी पुढला वाष्पमार्ग उघडण्याच्या वेतांत आहे. आतां दट्याचा मार्गोल दणका पुरा करण्यास्तव तुंब्याच्या पुढल्या तोंडांत वाफ सोडण्याकरितां पुढला वाष्पमार्ग उघडला पाहिजे ह्मणून उघडीनें अ वाणाच्या दिशेस सरकलें पाहिजे. आतां हा प्रकार चालत असतां डोल्याची वरील भुज ही (जी र अक्षरानें आकृतींत दाखविली आहे) त्याच दिशेस वळली पाहिजे, आणि त्याची खालची भुज तद्विरुद्ध ह्मणजे इ वाणाच्या दिशेस फिरली पाहिजे. आतां, पाऊ न वाणाच्या दिशेंत फिरविण्याची असल्यास विषमकेंद्रिय चाकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या वर आला पाहिजे ह्मणजे डोल्या इ वाणाच्या दिशेंत वळेल. आतां अशी कल्पना करूं कीं ४३ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें न वाणाच्या दिशेंत पाऊ फिरली असती तरी त्या प्रयोगांत देखील उघडी पूर्वी प्रमाणेंच फिरली असती. ह्मणजे पुढला वाष्पमार्ग उघडून वाफ आंत भरल्यानें दट्या मार्गें गेला असता. परंतु जर पाऊ ह्याप्रमाणें

(हलगजे ४३ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें) फिरली असती तर विषमचाकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या खालीं आला असता, व डोल्याची खालची भुज क बाणाच्या दिशेंत आणि उघडी अ बाणाच्या दिशेंत फिरती. ह्यासाठीं दट्याच्या दणक्याच्या आरंभीं (४६ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें) विषमकेंद्रिय चाकाचे मध्यं अशा रीतीनें बसविले पाहिजेत कीं, एकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या वर आणि दुसऱ्याचा आंसाच्या मध्याच्या खालीं असे येतील.

प्र० १०३-विषमकेंद्रिय चाकाची गति उघडीस कशा तऱ्हेनें पोहोचविली आहे ?

उ०-विषम चाकांच्या भुजांचीं टोंकें एका A B ह्या कडीस जोडलीं आहेत. (आकृति ४४ पाहा) ही कडी किंचित कमानदार असून तीस एक कोर पाडलेली आहे. तिच्या एका शेवटापासून दुसऱ्या शेवटापर्यंत मोकळेपणीं फिरे अशी कप्पी बसविली आहे. ही कप्पी आकृतींत B अक्षरानें दाखविली आहे. डोल्याची खालची भुज व कप्पीस खिळविली आहे. हा सांधा बोटाच्या पेरप्रमाणें केला आहे. विषम चाकांच्या k आणि t भुजा कडीच्या दोन शेवटांस e आणि f ह्या ठिकाणीं जोडल्या आहेत. जर कडी (४४ व्या आकृतींत दाखविल्या प्रमाणें) खालीं सोडली असली तर वरील विषमकेंद्रिय चक्राच्या भुजेची गति (जें चाक यंत्रास पुढें चालवितें त्याची) डोल्यास मिळेल आणि जेव्हां कडी (४५ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें) वर ओढली असेल त्या वेळेस उघडी खालच्या विषम चा-

काच्या (जें यंत्रास मार्गें नेतें त्याच्या) ० भुजेनें चालेल.

आतां गाडी मार्गें अथवा पुढें चालविणें असेल त्या वेळेस कडी वर अथवा खालीं वारंवार करावी लागेल. राहाट्या हलून मार्गें एक यंत्र सांगितलें आहे, ह्यापासून कडी वर खालीं करितात. गाडीवानानें राहाट्याचा दांडा पुढें लोटून ठेविला हलजे कडी खालीं पडते आणि त्यामुळें डोल्या आणि उघडी हीं पुढें चालणाऱ्या विषमचक्राच्या भुजेनें चालू लागतात, हलजे गाडी पुढें चालते आणि राहाट्यास मार्गें ओढून ठेविला तर कडी वर उचलते, हलजे मार्गें नेणाऱ्या विषम चक्राच्या भुजेकडून उघडी चालते, हलजे गाडी मार्गें चालते.

प्र० १०४-ह्या कडीच्या गतीपासून उघडीच्या चालींत कसा फेरफार होतो ?

उ०-कडी वर अथवा खालीं केल्यानें तदनुसार उघडीची चाल बदलते, त्या वेळेस कडीतील कप्पी आणि डोल्याची खीळ हीं कांहीं अंतरानें विषम चक्राच्या भुजेच्या वर किंवा खालीं असतात. जसें ४६ व्या आकृतींत वरील विषम चक्राच्या भुजेची गति आणि ४५ व्या आकृतींत खालच्या विषम चक्राच्या भुजेची गति डोल्याच्या खिळास आणि तेथून उघडीस पोहोचून दिल्या आहेत.

प्र० १०५-तुंब्यांत वाफ जाते त्या वेळेस तिचा दाब किती असावा ?

उ०-तो तापकाच्या दाबाइतका असावा. जर कंठद्वार अथवा वाष्पमार्ग हें पूर्णपणें न उघडलें तर वाफ

फुकट जाते. अशावेळीं जी वाफ अरुंद रस्त्यानें तुंब्यांत भरते त्यावेळेस तिची तार निघते असें ह्मणतात.

प्र० १०६-राहाट्यास गाडीच्या कोणत्या ठिकाणीं बसवितात ?

उ०-त्यास (ब आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें) क क फूट बोर्डावर उजव्या वाजूस बसवितात. आकृतींत ऊ ऊ फूट बोर्डावर उजव्या बाजूस बसवितात. आकृतींत ऊ ऊ हा तरफ आहे त्याची अट तरफाच्या खालच्या टोंकाजवळ असते. राहाट्याचा वाजूचा देखावा ४७ व्या आकृतींत आणि पुढचा ४८ व्या आकृतींत दाखविला आहे. ४७ व्या आकृतींत क क हे दोन अर्धचंद्राकृति तरफ राहाट्याच्या दोन वाजूस बसविले आहेत, त्यांस दांते पाडलेले असतात, हे दांते न न न न न न न न न ह्या अक्षरांनीं दाखविले आहेत, त्यांत ल अक्षरांनं दाखविलेली खीळ अडकून राहाते. ही खीळ ह ह्या जोरपट्टींत मोकळेपणीं फिरते. राहाट्यास उभा केला ह्मणजे दांत्यांत ती आडकून बसते. ही ल खीळ द घोड्यावरून चालवितात. जेव्हां राहाट्याची मूठ (अ अक्षरांनं दाखविलेली आहे) गाडीवान धरतो, त्यावेळेस घोडाही पकडला जातो. इ ह्या अटीसारख्या खिळीवर तो चालतो. र र ह्या दांड्यांनं घाडा खिळीस जोडला आहे. मूठ दाबली ह्मणजे ह्या दांड्याकडून खीळ दांत्यांतून वर उचलते.

प्र० १०७-वर सांगितलेल्या अर्धचंद्राकृति तफास किती दांते असावे ?

उ०-ते इतके असावे कीं, जेव्हां राहाट्या कोण-

त्याही एका दांत्यांत उभा असेल त्यावेळेस दट्या दणक्या-बरोबर कटाफ होणारी वाफ अमुक एक पूर्ण इंचावर कटाफ होईल ह्यासाठी ते असे पाडलेले असतात कीं, दणक्याच्या सहा, नऊ, बारा, पंधरा आणि अठरा अथवा सहा, आठ, दहा, बारा, पंधरा, अठरा आणि एकवीस इंचावर वाफ कटाफ होईल.

Running Gear.

धांवेची कळारी.

प्र० १०८—धांवेची कळारी झणजे काय ?

उ०—धांवेच्या कळारींत चाकें, आंस, साठी आणि यंत्राचे दुसरे भाग वगैरेंची जोडणा सांगितली आहे. यास धांवेची कळारी असें झणतात.

प्र० १०९—चाकाचें वर्गीकरण कसें केले आहे ?

उ०—त्यांत ओढणारी चाकें आणि कामकरी चाकें असे दोन वर्ग केले आहेत.

प्र० ११०—ओढणाऱ्या चाकांनीं कोणतें काम केले पाहिजे ?

उ०—त्यांनीं रुळावर गाडी ओढली पाहिजे आणि त्याचप्रमाणें यंत्राचे वजनाचा थोडाबहुत भाग त्यांनीं वाहून नेला पाहिजे.

प्र० १११.—साध्या गाडीप्रमाणें आगगाडीस चाकांची एक जोडी न लावतां दोन लावतात ह्याचें कारण काय ?

उ०—ह्याचें कारण असें आहे कीं, यें आपणास

एका जोडीपासून दुसरी जोडी चालविण्याची आवश्यकता असते, परंतु असा कांहीं प्रकार साध्या गाडीत नाही. साध्या गाडीची जोडी एक किंवा दोन दांड्या लावून चालवितात. ह्या दांड्या काढून ती जोडी मागून लोटून लागल्यास ती सरळ न चालतां वाकडी होते हा अनुभव सर्वास असेलच. अशा वेळीं पुढल्या आंसांचे चलन लोटणाराच्या आटोक्यांत राहात नाही. इतकेंच नव्हे; परंतु अशा गाड्या सरळ चालत नाहींत आणि आगगाडीच्या डब्यास एक जोडी लावून तो चालविला तर असेंच होईल. उदाहरणार्थ. (आकृति ४९ पाहा.) ह्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें जर डब्यास चाकांची एक जोडी लावली आणि आंस मध्य खिळीनें सांठीस जोडला कीं जेणें करून तो सांठीभोंवता फिरूं शकेल. आतां ५० व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें सटिकाणीं रुळांवर धोंडा चाकाखालीं सांपडला तर आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें चाक रुळावरून खालीं पडेल म्हणून दुसरी जोडी लावतात. चाकांच्या दोन जोड्या सांठीस जोडून त्याची मध्य खीळ स सांठीच्या मध्यावर लावली तर ज्या वेळेस चाकें मध्य खिळीभोंवतीं फिरूं लागतील तेव्हां त्यांस म न म न ह्या स मध्यापासून पाडलेल्या वक्र दिशांनीं फिरले पाहिजे. हीं चाकें रुळास वलांडून गेलीं आहेत. आतां जर चाकें ह्या वक्ररेषांनीं फिरूं लागलीं तर त्यांतून एका बाजूच्या चाकाचे कणे रुळास लागून ते चाकांस वक्र दिशांत जाऊं देणार नाहींत.

प्र० ११२.—ओढणारीं चाकें कशीं केलीं आहेत?

उ०—तीं धावडी लोखंडाचीं असतात आणि त्यांच्या धांरा पोलादी असतात. ह्या चाकांची जोडी ५२ व्या आकृतींत दाखविली आहे.

प्र० ११३.—आंसाच्या कोणत्या भागावर यंत्राचें वजन पडते ?

उ०—तें ५२ व्या आकृतींत ल पेटीवर पडते.

प्र० ११४.—ओढणाऱ्या चाकांच्या पेट्या (झणजे ज्यांत तेल राहते त्या.) आंसावर कशा बसविल्या आहेत ?

उ०—ह्यांतोल एक पेटी ५२ व्या आकृतींत ल अक्षरानें दाखविली आहे. पेटीच्या व आंसाच्या दरम्यान पितळेच्या उट्या बसविल्या आहेत. ह्यास बेअरिंग असें म्हणतात ह्यांतोल एक बेअरिंग क अक्षरानें दाखविलें आहे. आंस आणि पितळेची ऊटी ह्यांच्या दरम्यान सतत तेल राहून ते भाग नित्य चुळबुळीत राहावे म्हणून ह ह्या अक्षरानें दाखविलेल्या पेटींत लोंकर अथवा सूत तेलांत भिजवून भरतात.

प्र० ११५.—आगगाडीच्या सांठ्या कशा केल्या आहेत ?

उ०—त्या, आकृतींत अ, ब, क, ह्यांत ह ह ह ह्या अक्षरांनीं दाखविल्या आहेत. सांठीचें वर्णन करते वेळीं तिचे दोन माग धरून त्यांस एक भाग पुढचा आणि एक मागचा अशी संज्ञा दिली आहे. गाडीच्या मार्गाला भागास ओढणारीं चाकें लावितात, आणि पुढल्यास तुंब्रे लावितात. मागला भाग ५४ आणि ५५ व्या आकृतींत दाखविला आहे.

प्र० ११६.-सांठी कमानीवर बसविण्याचे कारण काय ?

उ०-ह्याचें कारण असें कीं, रस्ता कितीही चांगला असला तरी त्यावरून गाडी धावतांना हिाके बसतात. आणि मुख्यत्वे करून ते रुळाच्या सांध्यावर ज्यास्त बसवतात. जितकी गाडी जलद पळू लागते तितके हिाके जोरानें बसतात. आणि त्यापासून यंत्र आणि रस्ता हीं विघडतात. ह्यासाठीं जितकें यंत्र जास्त वेगानें चालविण्याचें असेल तितका कमानीपासून ज्यास्त उपयोग होईल.

जर घणानें रुळांवर एकावर एक ठोके मारीत व बसलें तर तो लवकर खराब होईल. आतां ह्याच्या उलट ह्मणजे त्याजवर अचळ रीतीनें कितीही वजन ठेविलें तरी त्यास कांहीं इजा होणार नाही. आणि ह्याच न्यायानें ह्मणजे आंस व त्याजवरील तेलाच्या पेट्या आणि चाकें ह्यांस जेव्हां हिाके बसतात त्या वेळेस तीं घणाप्रमाणें दर एक हिाक्यास रुळांवर आपटतात; परंतु कमानीची गाडी असल्यास तिजपासून रुळ विघडत नाही. मात्र बिन कमानीच्या गाडीपासून जितकें वजन रुळावर पडेल त्यापेक्षां कमानीच्या गाडीपासून जास्त पडेल; कारण कीं कमानीच्या वरच्या भागाचा (ह्मणजे साठीचा) हिाका कमानीस लागून ती लवते त्यावेळेस यंत्राचा भार स्थिरतेनें रुळावर पडतो.

हातोडीचा क्षुल्लक टोला काचेचें ताट फोडण्यास बसत होतो, परंतु जर त्या ताटावर खराप्रमाणें मृदु पदार्थ लावून हातोडीनें टोला मारला तर त्याचा जोर

कांचपात्र फुटण्यापूर्वी विशेष होतो, ह्मणजे टोला जास्त जोरानें मारल्याशिवाय फुटत नाहीं. आतां जर यंत्राचा तापक हातोडीच्या ठिकाणीं, कमानी रबराप्रमाणें मृदु पदार्थाच्या ठिकाणीं आणि रूळ कांचेच्या ठिकाणीं असें ग्रहण केले ह्मणजे दोन्ही प्रयोग एकसारखेच दिसून येतील. ह्या कारणास्तव आंस, पेट्या आणि चाकें ह्यांचें वजन जितकें कमी करवेल तितकें हितावह होईल. एक दोन कमानीच्या साध्या आकृति

७६।७७।७८ आकृतींत दाखविल्या आहेत.

भार आणि ओढ ह्यांविषयीं.

Adhesion and Traction.

प्र० ११७.—आगगाडीचा भार ह्मणजे काय ?

उ०—आगगाडीचा भार ह्मणजे ज्याच्या योगानें रुळांवरून चाकें निसटत नाहींत व ज्याप्रमाणानें रुळांवर चाकांचें घर्षण घडत असेल त्याप्रमाणें हा भार असतो.

प्र० ११८.—आगगाडीचीं कामकरी चाकें साधारण स्थितींत रुळांवरून निसटण्यास किती भार लागतो ?

उ०—हा भार रुळाच्या स्थितीप्रमाणें कमी अथवा जास्त लागतो. जर रूळ कोरडे आणि स्वच्छ असले तर चाकांवरील वजनाचा $\frac{1}{4}$ वस्त होतो.

अशी कल्पना करूं कीं, अ व हें चाक सांठीस आंवरून टाकलेलें असून त्यावर १००० पौंडांचें वजन लादलेलें आहे. (आकृति ५६ पाहा.) आतां चाकाच्या

मधोमध ब टिकाणीं दोर अथवा सांखळी लावून ती कप्पीवरून सोडून दिली तर चाक निसटण्यास २५०० पौंडांचें वजन दोरीच्या दुसऱ्या शेवटास (ड टिकाणीं) बांधावें लागेल, आणि रुळांवर वाळू टाकली तर पहिल्या-पेक्षां जास्त भार होईल. आणि त्यासाठीं ड टिकाणीं जास्त वजन बांधावें लागेल; परंतु ह्याच्या उलट ह्मणजे रुळ ओले अथवा बेरकटलेले असले तर भार फारच कमी होईल.

भाराचें प्रमाण बसवितांना दर चाकावरील वजन घेतात. जसें, आगगाडीस चार ओढणारीं चाकें आहेत व प्रत्येकावर १०,००० पौंडांचें वजन लादलेलें आहे तर वरील रीतीनें $१०,००० \times ४ = ४०,०००$ पौंड वजन होईल. आणि

$$\frac{४०,०००}{५} = ८००० \text{ पौंड भार होईल.}$$

कारण कीं प्रचारांत चाकांवर लादलेल्या ओझ्याचा भार $\frac{३}{५}$ टेंवल्याशिवाय चालत नाही.

प्र० ११९.—आगगाडीची ओढ ह्मणजे काय ?

उ०—आगगाडीची ओढ ह्मणजे तुंब्यांतील वाफेच्या दाबानें आगगाडी चालते. दट्यावरील वाफेच्या दाबा-प्रमाणें ओढ कमी अथवा जास्त असते, वाफेचा दाब, दट्याचें क्षेत्रफळ आणि दणका इतक्या गोष्टींनीं मिळतो. उदाहरणार्थ, १६ इंच व्यासाचा आणि दोन फुटी दणक्याचा एक तुंबा घेऊं ह्मणजे त्यांत दर चौरस इंचास ५० पौंड दाबाची वाफ असेल. आतां अशा दट्याचें क्षेत्र २०१ चौरस इंच असेल, आणि रीती-प्रमाणें $२०१ \times ५० = १००५०$ पौंडांचा दाब दट्यावर

पडेल, आणि आतां चाकांच्या एका फेऱ्यांत दट्यास चार वेळ फिरावें लागेल ह्मणून दोन्ही तुंबे मिळून ८०४०० इतक्या फुट पौंडांची धमक राहिजे. ओढणारीं चाकें ५ फुटी व्यासाचीं असलीं ह्मणजे त्यांचा घेर १५.७ फुटींचा होतो, ह्मणून चाकांच्या एका फेऱ्यांत आगगाडी १५.७ फुटी चालेल ह्मणून १५.७ फुटी लांबीची जागा चालण्यास ८०४०० फुट पौंडांची धमक लागते. ह्या रीतीप्रमाणें एक फूटभर जागा चालण्यास $\frac{८०४००}{१५७} = ५१२१$ फूट पौंड धमक लागेल. चाकें वरच्यापेक्षां अधरानें कमी घेतलीं तर निमि शक्ति बरस होईल, ह्यावरून तुंब्यांतल वाफेचा दाव, दट्याचें क्षेत्र, दगक्याची लांबी आणि चाकाचा व्यास ह्या चार गोष्टींवर आगगाडीची ओढ अवलंबून असते.

प्र० १२०.—ओढीची शक्ति काढण्याची रीति कशी आहे ?

उ०—दट्याचें क्षेत्र चौरस इंचांत, वाफेचा दाव पौंडांत, दगक्याची लांबी चौपटींत काढून त्याच्या गुणाकारास चाकाच्या फेरानें भागावें, ह्मणजे भागाकार ओढीची शक्ति असेल. मात्र भागाचें वजन ओढीपेक्षां जास्त असावें. नाहीं पेक्षां रुळावरून चाकें निसटतील ह्मणजे जागच्याजागें फिरतील.



घर्षण आणि ओंगण ह्यांविषयी.

Friction and Lubrication.

प्र० १२१.-घर्षण ह्मणजे काय ?

उ०-एक पदार्थ दुसऱ्या पदार्थावरून गडगडत असतां त्याच्या गतीस जो विरोध येतो त्यास घर्षण असें ह्मणतात. किंचित् कलथ्या फळीवर वीट ठेविली तर ती तशीच स्तब्ध राहिल; परंतु फळी थोडी जास्त कलथी केली तर वीट तत्क्षणांचे खाली जाईल. असें होण्याचें कारण हें आहे कीं, पहिल्या प्रयोगांत वीट आणि फळी ह्यांजमधील घर्षण अथवा गडगडण्याचा विरोध हीं (ज्या वजनानें ती वीट खाली गडगडत जाणार होती त्या विटेच्या वजनापेक्षां) जास्त होतीं आणि दुसऱ्या प्रयोगांत तो विरोध कमी झाल्यानें वीट गडगडत खाली गेली.

आगगाडी चालत असतां गतिरोधक पिळले ह्मणजे त्यांच्या टोकळ्यांच्या आणि चाकांच्या धांवच्या दरम्यान घर्षण उत्पन्न होऊन आगगाडीच्या वेगास विरोध येतो. आणि ती एकदम उभी राहते. ओढणाऱ्या चाकावर जेव्हां यंत्राचें सर्व वजन पडलेलें असतें आणि अशीं तीं वजनशीर चाकें जेव्हां रुळावर उभीं असतात, तेव्हां त्यांच्यातील घर्षण त्यांस रुळावर निसटूं देत नाहीं, आणि त्यामुळे आगगाडी ओढ घेते. एका पदार्थाचा दाब दुसऱ्या पदार्थावर, आणि लागून असलेल्या पृष्ठभागावर आणि त्यांच्या जातीवर आणि त्यांच्यामध्ये जें ओंगण (तेल तूप इत्यादि) घातलें असेल त्याच्या जातीवर

घर्षणाचें प्रमाण अवलंबून असतें. दुसरी गोष्ट अशी आहे कीं, गुळगुळीत पत्र्यावर (उदाहरणार्थ) १०० पौंडांचें वजन ठेवून वर सांगिल्याप्रमाणें त्याच्या सारख्या दुसऱ्या एका कलथ्या पत्र्यावरून त्यास खाली आणिला तर, ते पत्रे परस्परांवरून गडगडण्यास त्यांच्या दात्राचा अथवा वजनाचा $\frac{१००}{१५}$ वजन लागेल, ह्मणजे तो पत्रा गडगडतांना १५ पौंडांचें वजन असेल. ह्या घर्षणास घर्षणाचा वर्ण (को एफीशीयट आफ् फ्रिक्शन) असें ह्मणतात. घर्षणसमयीं मध्यें ओंगण घातल्यास त्या ओंगणाच्या धर्माप्रमाणें हा वर्ण कमी अथवा जास्त असतो. वर दिलेल्या उदाहरणांत घांसणारा आणि घांसलेला असे दोन्ही पत्रे धावडी लोखंडाचे आहेत, आणि त्याचा वर्ण १५ निघाला आहे. लांकडी फळ्या असल्यास त्यांचा वर्ण ०.४ इतका निघेल. धावडी लोखंडावर पितळेचा पत्रा गडगडविल्यास त्याचा वर्ण ०.२२ असेल, ह्याप्रमाणें पदार्थाच्या धर्माप्रमाणें घर्षणाचा वर्ण असतो.

प्र० १२२.—घसटणाऱ्या पृष्ठभागाच्या दरम्यान ओशट पदार्थ घालण्यापासून कोणता फायदा आहे ?

उ०—ओशट पदार्थ घातल्यानें घर्षणाचा वर्ण पुष्कळ कमी होतो. हा फायदा मुख्य आहे. वर सांगितलेल्या धावडी लोखंडाच्या पत्र्याच्या घर्षणाचा वर्ण १५ आहे; परंतु त्यांत तूप सोडलें तर तो १०१ इतका एकदम कमी होतो. डुकराची चर्बी घातल्यास याहीपेक्षां कमी (ह्मणजे ०.०७) होईल. ओलेव माशाचें तेल सोड-

ल्यास ०.० ६४, आणि डुकराची चरबी आणि प्लुव गो हीं एकत्र करून सोडल्यास याहीपेक्षां कमी (ह्मणजे ०.०५५) होईल. सारांश कीं, भिन्न भिन्न तऱ्हेच्या त्निग्ध पदार्थांचा ओशटपणा भिन्न भिन्न प्रमाणांत असतो.

जर दात्र विशेष होईल, तर त्यामुळें त्या भागांच्या दरम्यानचें आंगण पिळून बाहेर पडेल, आणि अशा समयीं ते पृष्ठभाग बुळबुळीत ठेवण्यास पंचाईत पडेल ह्मणून भार नियमित राहिल अशी तजवीज ठेवावी.

भाग ८ वा.

दहन.

Combustion.

प्र० १२३.—दहन ह्मणजे काय ?

उ०—दहन ह्मणजे ज्या चमत्कारास आपण प्रायः जळणें असें ह्मणतो. जसें, लांकूड अथवा कोळसा हे जळतात. वास्तविक रीतीन पाहूं गेल्यास दहन हा एक रसायनतत्त्वांचा ह्मणजे वातावरणांतील आक्सिजनाचा आणि सर्पणाच्या तत्त्वांचा संयोग असतो.

प्र० १२४.—रसायनतत्त्व ह्या संज्ञेचा अर्थ काय ?

उ०—रसायनाच्या शास्त्रांत असें प्रतिपादन केलें आहे कीं, आपल्या समोवतालचे बहुतकरून सर्व पदार्थ दुसऱ्या कांहीं पदार्थांनीं घटित आहेत. आजकाल 'पर्यंतच्या समजुतीप्रमाणें, हे दुसरे पदार्थ मिश्र नाहींत असें ठरविलें आहे. ह्यासाठीं त्यांस तत्त्वपदार्थ अथवा रसायनतत्त्वे

अशी संज्ञा दिली आहे. आपल्या भोंवतालच्या हवेत दोन वायु आहेत, त्यांतून एकास नैत्रोजन आणि दुसऱ्यास आक्सिजन असें म्हणतात. हॅड्रोजन आणि आक्सिजन हे पाण्याचे घटकावयव आहेत, आणि कार्बान आणि हॅड्रोजन हे कोळशाचे घटकावयव होत. असे तत्त्वपदार्थ आजपर्यंत ६० वर असलेले अनुभवास आले आहेत, आणि ह्यांपासून कोणाही रसायनवेत्त्यास त्या पदार्थांशिवाय रसायनक्रियेनें दुसरा पदार्थ काढतां आला नाहीं. हे तत्त्वपदार्थ दुसऱ्यांविरोधर अशा रीतीनें संयोग पावतात कीं, त्यापासून अगदीं नवा पदार्थ उत्पन्न होतो; परंतु हा नवीन पदार्थ वजन केला तर त्याचें वजन मूलतत्त्वी पदार्थांपेक्षां फारच भरतें; त्यावरून असें स्पष्ट दिसून येतें कीं, ही स्थिति बदलण्यास त्यांत कांहीं तरी मिळतें.

प्र० १२५.—ह्या तत्त्वी पदार्थांचें एकीकरण अथवा दहन हे व्यापार कसे घडतात ?

उ०.—हे व्यापार अशा रीतीनें घडतात कीं सर्पणांतील तत्त्वपदार्थांचे (म्हणजे हॅड्रोजनाचे आणि कार्बानाचे) आणि वातावरणांतील आक्सिजनाचे परमाणु ह्यांस उष्णता लावल्यानें ते एकमेकांस मोठ्या शक्तीनें आणि चपळतेनें आकर्षितात.

प्र० १२६.—तत्त्वपदार्थांच्या एकीकरणापासून काय चमत्कार घडतात ?

उ०.—त्यांत मुख्य दोन चमत्कार दृष्टोत्पत्तीस येतात म्हणजे त्यांच्या एकीकरणापासून उष्णता निघते आणि त्यांच्या वियोगापासून ती अदृश्य होते. ज्या प्रमाणानें हीं तत्त्वं एकत्र मिळून उष्णता उत्पन्न होते तिचें प्रमाण

तितकेंच असतें व ज्या प्रमाणानें तीं तत्त्वे वियोग पावतात त्या प्रमाणानें उष्णताही नाहीशी होते. ह्मणजे जितका रसायनव्यापार घडेल तितकीच उष्णता निघेल. जास्त निघावयाची नाही, असें अनेक वेळां अनुभवावरून सिद्ध झालें आहे.

प्र० १२७.—तत्वपदार्थ कोणत्या प्रमाणानें परस्परांशीं संयोग पावतात ?

उ०.—तत्वपदार्थ हे फक्त कांहीं निरनिराळ्या प्रमाणानें एकमेकांशीं संलग्न होतात असा रसायनशास्त्राचा नियम आहे. हीं प्रमाणें भिन्नभिन्न तत्वांप्रमाणें भिन्नभिन्न रीतीचीं आहेत आणि तीं मोठ्या चिकित्सेनें रसायनवेत्त्यांनीं ठरविलीं आहेत. जसें, वजनानें ८ भाग आक्सिजन वायु नैत्रोजनाबरोबर मिळून वातावरणातील हवा उत्पन्न होते अथवा तितक्याच वजनाचा आक्सिजन हैद्रोजनाबरोबर मिळून पाणी होतें अथवा तो कार्बोनाबरोबर मिळाल्यानें कार्बानिक आसिड उत्पन्न होतें. हा प्राणनाशक वायु विहिरीच्या तळीं सांचतो. आतां, आक्सिजन दुसऱ्या पदार्थाशीं वजनानें ८ ह्या प्रमाणानें नित्यशः संयोग पावतो. जसें $८ \times २ = १६$ भाग. $८ \times ३ = २४$ भाग इत्यादि. आणि, दुसरे प्रत्येक तत्वपदार्थ नियमित प्रमाणानें दुसऱ्या पदार्थाशीं संयोग पावतात. हीं प्रमाणें वजनानें दर्शविलीं असून तीं वजनें अंकानीं स्पष्ट करितात, त्यांस रसायनसममूल्ये असें ह्मणतात. जसें, आक्सिजनाचें सममूल्य ८ आहे. कार्बोन दुसऱ्या पदार्थाशीं ६ ह्या प्रमाणानें मिळतो. नैत्राजन १४ नें मिळतो, ह्यावरून ६ आणि १४ हीं अनुक्रमें कार्बोन

आणि नैत्रोजन ह्यांचीं सममूल्यें होत. आतां ८ भाग आक्सिजन १४ भाग नैत्रोजनाबरोबर मिळवितां येईल, अथवा $८ \times २ = १६$ भाग आक्सिजन नैत्रोजनाबरोबर मिळेल. परंतु १२ भाग आक्सिजन १४ भाग नैत्रोजनाबरोबर मिळवूं गेल्यास चालणार नाहीं. पाहिजे असल्यास $१४ \times २ = २८$ भाग नैत्रोजन ८ भाग आक्सिजनाबरोबर मिळवितां येईल. परंतु रसायनक्रिया १० अथवा २० भाग नैत्रोजनाबरोबर ८ भाग आक्सिजन मिळवूं शकणार नाहीं. जर २० भाग नैत्रोजन ८ भाग आक्सिजनाबरोबर मिळविला तर आक्सिजन १४ भाग नैत्रोजनाशीं संयोग पावेल. परंतु ६ भाग नैत्रोजन खुला राहिल, तेणेंकरून रसायनसंयोग नाहींसा होईल ह्मणजे विस्तव विझेल.

यंत्राच्या भट्टींत जें सर्पण जळतें त्यांतील मुख्य मुख्य तत्वांचीं रसायनसममूल्यें उपयोगाचीं दिसल्यावरून त्यांचा येथें संग्रह केला आहे.

रसायन सममूल्य.

(वजनांत)

आक्सिजन	८
नैत्रोजन	१४
हैद्रोजन	१
कार्बान	६
गंधक	१६

प्र० १२८.—ह्या तत्त्वपदार्थांच्या संयोगापासून कोणते संयोगी पदार्थ बनतात ?

उ०.—ते ज्या ज्या प्रमाणानें परस्परशीं संयोग पा-

वतात त्या त्या प्रमाणाप्रमाणे त्यांचे मूळचे स्वभाव बदलतात. उदाहरणार्थ, रसायनरीत्या आक्सिजन नैत्रोजनाशीं भिन्न भिन्न प्रमाणानें संयोग पावून त्यापासून निराळे पांच पदार्थ उत्पन्न करतो. ते एकमेकांपासून अगदीं भिन्न असतात. जसे—१४ भाग नैत्रोजन ८ भाग आक्सिजनाशीं मिळाल्यानें त्यापासून नैत्रस आक्सेद बनते.

१४	”	१६	”	नैत्रिक अक्सेद	”
१४	”	२४	”	हैपोनित्रस आसिड	”
१४	”	३२	”	नैत्रस आसिड	”
१४	”	४०	”	नैत्रिक आसिड	”

प्र० १२९.—आगगाडीच्या भट्टीतील रसरशीत विस्तवावर कोळसा टाकला तर त्याचें काय होतें?

उ०.—तो कोळसा प्रथम तापूं लागतो, परंतु कोळसा जास्त टांकला तर त्यांतून काळ्या, पिवळ्या अथवा उदी रंगाचा ग्यास निघूं लागतो. जितका कोळसा बारीक फोडलेला असेल तितका ग्यास फार निघतो. ह्या ग्यासाला धूर ह्मणतात, परंतु तो खरा धूर नसतो. हा ग्यास सुटतेवेळीं त्यासमोर पांढरा कागद धरला तर त्या कागदावर एका चिकट पदार्थाचा थर वाजतो. तो अखंड असतो व त्यास डांबर अथवा गंधक ह्यांसारखा वास येतो, आणि खऱ्याधुरावर कागद धरला तर त्यावर काजळ धरते. पहिल्या प्रयोगांत कागदावर उठलेला रंग आणि वास हीं त्या ग्यासांतील अशुद्धें होत. अशा प्रकारानें त्या ग्यासांतील रंगित पदार्थ निघून गेले ह्मणजे शुद्ध ग्यास दोन भाग हैद्रोजन आणि ६ भाग कार्बान ह्यांनीं मिश्रित अ-

१. ह्या वायूस हर्षवायु असें ह्मणतात.

सतो. त्यास काव्युरेतेद् हैद्रोजन ह्मणतात. आणि ह्याच मिश्रणानें आपलीं घरें रात्रीचीं प्रज्वलित होतात. दिवा जळत असतांना देखील हा ग्यास वातीच्या तोंडाशीं उत्पन्न होऊन ज्योतींत जळतो. हा ग्यास त्या ताजा कोळशांतून निघण्यापूर्वी त्या कोळशास १२०० अंशांच्या उष्णमानापर्यंत तापवावा, ह्मणजे ५० अंशांच्या उष्णतेवर जर १०० पौंड कोळसा टाकला तर २३०००० एकं उष्णता, तापविण्याखातर गुप्त होईल. कोळशांत प्रायः शेंकडा ८० भाग कार्बान, ५ भाग हैद्रोजन आणि १५ भाग दुसरीं अशुद्ध द्रव्ये असतात. जेव्हां कोळसा १२०० अंशांच्या उष्णतेपर्यंत तापवितात त्यावेळेस त्यांतला ५ भाग हैद्रोजन आपल्या तिप्पट वजनानें कार्बानाशीं मिळून शेंकडा २० भाग कोळसा सांगितलेला ग्यास तयार करण्यांत खर्च होतो. ह्या क्रियेंत ज्याप्रमाणें पाणी अथवा दुसरे प्रवाही पदार्थ वाय्वीभवन पावतांना पुष्कळ प्रमाणाची उष्णता गुप्त होते, त्याचप्रमाणें कोळशाच्या दहनांतही होते. तेव्हां ह्यावरून असें दिसून येतें कीं, ताजा कोळसा विस्तवावर टाकणें ह्मणजे प्रथम विस्तवास थंड करण्यासारखेंच आहे.

दुसरी गोष्ट अशी आहे कीं, इतर दहनशील ग्यासांप्रमाणेंच कोळशाचा ग्यास दहनशील असतो. आतां हा ग्यास कोणत्या तऱ्हेनें जळतो हें पहाणें असल्यास ग्यास-लाइटाच्या (ज्यांस धुराचे दिवे असें ह्मणतात) जळण्याकडे लक्ष लावून पहावें. हवेच्या तत्त्वांपैकीं आक्सिजन आणि सर्वणांतील हैद्रोजन आणि कार्बान ह्यांचें रसायन मिश्रण दहन आहे असें पूर्वी सांगितलें आहे तें

दहन ह्या कोळशाच्या प्रयोगांत ग्यास तयार करतें. कोळशाच्या धुरानें भरलेल्या पात्रांत जर बाहेरून नळीवाटे हवा नेऊन सोडली तर तीस आग लागेल आणि ती, ज्याप्रमाणें ग्यास हवेंत जळतों त्याप्रमाणें धुरांत जळेल; परंतु ग्यास अथवा हवा हीं प्रज्वलित करण्यास त्यांस बत्ती लावली पाहिजे. हवा आणि ग्यास हीं जरी एका पात्रांत मिळालीं असलीं तरी त्यांस पेटविल्याशिवाय तीं जळणार नाहींत. एकादा जळत पदार्थ अथवा लाल भडक धातूचा तुकडा किंवा विद्युत्प्रतेची टिणगी ह्यांतून एकाद्याचा स्पर्श झाल्यास तीं पेट घेतात. तात्पर्यार्थ हाच कीं, त्या दोन्ही ग्यासांचे परमाणु उष्णता लावून जागृत केले पाहिजेत.

प्र० १३०.—ग्यास लाइटाचा दिवा लावल्या नंतर तो कसा जळतो ?

उ०.—कोळशाच्या ग्यासांतल्या दोन तत्त्वांपैकीं हैद्रोजन ग्यास प्रथम जळू लागतो. हें दहन ज्योतीच्या खालच्या बाजूस घडतें, तेथें ज्योत निळसर रंगाची दिसते. ह्या दहनानें हैद्रोजन कार्बानापासून वेगळा होतो आणि कार्बानि मशीच्या रूपानें वर बसतो. कारण कीं, तो जेव्हां दुसऱ्या पदार्थाशीं मिळालेला नसतो त्यावेळेस तो वायुरूपी कधींही रहात नाहीं; हा त्याचा धर्म आहे. वरील मस (ह्यणजे कार्बानाची भुकटी) प्रज्वलित उष्णमाना-इतकी तापवून आक्सिजनांत मिळविली तर आक्सिजनावरोबर जळते. ह्या दहनांत कार्बानाचे कण मोठे तेजस्वी होऊन चकचकाट होतो. परंतु हा चकचकाट लागलाच नाहींसा होऊन बत्तींतून पारदर्शक ग्यास निघूं लागतो.

प्र० १३१.—मेणवत्ती अथवा ग्यासलैट हीं जळत असतां त्यांतून एकादे वेळेस धूर निघतो ह्याचें कारण काय ?

उ०.—कारण त्या ज्योतीच्या दहनास पुरे इतका आक्सिजन मिळत नसल्याकारणानें पूर्ण दहन होत नाहीं, आणि त्यामुळें कार्बोनाचे भरीव कण जळत नाहींत व ते ज्योतींतून वर उठतांना पहाणारास धुराप्रमाणें दिसतात. ह्याच्या स्पष्टीकरणार्थ (आ० ५७ आणि ५८ पहा.) पहिल्या ह्यणजे ५७ व्या आकृतींत ज्योतीवर जी कांचेची चिमणी बसविली आहे तिच्या कडा कागदावर बरोबर मिळून बसल्या आहेत त्यामुळें खालून हवा न पांचल्यामुळें वत्ती अंधक होऊन धूर निघत आहे. परंतु जेव्हां ती चिमणी ५८ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें कागदावरून उचलली त्यावेळेस खालून हवा जाऊन दहन पूर्णपणें होत आहे. हवेचा झोंक बाणाच्या दिशांनीं दाखविला आहे. ह्या दोन्ही आकृति धुराच्या दिव्याच्या आहेत.

प्र० १३२.—कोळशाच्या धुराच्या दहनापासून कोणकोणते पदार्थ उत्पन्न होतात ?

उ०.—कोळशाच्या ग्यासांतील हैद्रोजन पूर्वी सांगितल्याप्रमाणें आक्सिजनाशीं दहनकाळीं मिळतो, ह्यणजे वजनानें १ भाग हैद्रोजन ८ भाग आक्सिजनाशीं मिळतो. ह्या एकीकरणापासून पाणी उत्पन्न होतें. आतां हें उघड आहे कीं, जेव्हां हे ग्यास मोठ्या उष्णमानावर असतात तेव्हां हें पाणी वाफेच्या रूपानेंच उत्पन्न झालें पाहिजे. शहरांतील मोठमोठ्या रस्त्यांवरील दुकानांत ग्यासलाईटाचे दिवे घेतलेले असतात, थंडीच्या दिवसांत

हे दिवे संध्याकाळच्या वेळेस लावतात त्यावेळेस दहनापासून उत्पन्न होणारी वाफ आजूबाजूच्या भिंतीवर आणि मुख्यत्वेकरून कांचेच्या दारांवर वसून थंड होते. खिडक्यांस हात लावला तर तो ओलसर होतो.

प्र० १३३.—आगगाडीच्या भट्टींत हवा कशी सोडली पाहिजे ?

उ०.—पाहिजे त्यापेक्षां जास्त हवा लागली तर तींतील आक्सिजनापासून फायदा न होतां उलटा तोटा मात्र होतो, ह्मणजे वाफेचें प्रमाण वाढण्याचे ऐवजीं झालेल्या वाफेचें तो पाणी करतो. हें दोन प्रकारांनीं होतें तप्तभागाकडे जे ग्यास असतात त्यांचें उष्णमान कमी होतें; परंतु प्रमाण मात्र वाढतें. आतां जास्त हवेच्या योगानें ग्यासाचें प्रमाण वाढलें ह्मणजे ते धूमनलिकांतून दुप्पट वेगानें बाहेर पडतात. अशा वेगापासून केवळ उष्णमान कमी होतें इतकेंच नाही, परंतु ते जितका काळ तप्तभागाच्या संबंधांत राहतात तो काळही त्याच्या प्रमाणानें कमी होऊन थंड हवा भट्टींत शिरते व तेणेंकरून तापकाचा दाब एकदम कमी होतो.

प्र० १३४.—पूर्ण दहन होण्यास किती हवा सोडावी लागते ?

उ०.—किती प्रमाणाची हवा सोडावी ह्याचा नियम दहनाच्या वेगावर (अथवा दरावर) असतो. ह्मणजे गजांच्या जाळीच्या दर चौरस फुटावर दर अवरास अमुक कोळसा जाळणें ह्याजबदलचा जो नियम आहे त्यास दहनाचा वेग असें ह्मणावयाचें. जर ५० पाँडांच्या दहनास अमुक एक प्रमाणाची हवा लागली तर १००

पौडांच्या दहनास त्याच्या दुप्पट लागेल हें उग्रड आहे.

दुसरी गोष्ट अशी आहे कीं, कोळसा जळण्याच्या विषयांत दोन पृथक् पदार्थ जाळावे लागतात. त्यांत एक भरीव आणि दुसरा वायुरूप असे असतात. भरीव ह्मणजे कोळशाचा भरीव भाग, (ज्यास कोक असें ह्मणतात) आणि कोळशाचा ग्यास (वायुरूप) ह्या दोघांच्या दहनक्रिया अगदीं पृथक् होत असतात. जर कोळशाच्या भरीव भागास पुरे इतकी हवा सोडली तर, त्याचें कार्बानिक डीअक्झैद होईल, आणि त्यामुळे त्याचें पूर्ण दहन होईल; परंतु हवा कमी लागल्यास त्यापासून कार्बानिक अक्झैद होईल ह्मणजे त्यापासून कांहीं एक फायदा न होतां उलटा तोटा होईल.

उदाहरणार्थ,—जर गजांच्या जाळीवर कोळशाचा जाड थर आहे असें गृहण केलें, तर खालून हवा जाईल ती थराच्या खालच्या बाजूस लागल्यानें तितक्याचें कार्बानिक डीअक्झैद होईल; परंतु असें कांहीं वर पर्यंत घडणार नाही. कारण कीं, वर पर्यंत जाऊन कोळशातील कार्बानाच्या दहनास आक्सिजन पुरे इतकी हवा नसते. आणि येथें पुनः कार्बानाचें दुसरें सममूल्य कार्बानिक डीअक्झैदाबरोबर मिळून त्यापासून कार्बानिक अक्झैद बनतें, तरी इतकें सिद्ध आहे कीं, जितका विस्तव पातळ पसरलेला असेल तितकी त्यांतून हवा मोकळेपणीं वाहील. सारांश कीं, गजांच्या जाळीवरील विस्तवाचा थर बेतावातानें राखला पाहिजे, ह्याशिवाय दुसरा इलाज नसतो. जर करितां आगगाडीच्या भट्टींत नुस्ता कोक जाळावयाचा असता, तर

त्याचें दहन पूर्ण होतें. परंतु प्रचारांत वारंवार कोळसे भट्टींत टाकावे लागतात त्यामुळे एकदा (१०० पौंड) कोळसे टाकले ह्मणजे तावडतोव ग्यास निघून भट्टी भरते. आतां ह्या ग्यासास दुसरी जास्त हवा लागेल तेव्हां त्याचें दहन होईल व ती निळण्याकरितां विस्तवाचा थर चाळविला पाहिजे, ह्मणजे त्यांत जास्त हवा येऊन ग्यासाचें दहन पूर्णपणें होईल. तरी ह्या दहनांत दोन अडचणी फार त्रासदायक असतात. त्या ह्या कीं, एक तर, हवा बरोबर राखण्यासाठीं शेवट एकसारखें हातांत घेऊन विस्तव चाळवित राहणें अशक्य असतें. दुसरें वारंवार भट्टीचें दार उघडल्यानें तींत थंड हवा शिरून उष्णमान कमी होतें. ह्याशिवाय दुसरी अंशी एक अडचण आहे कीं, गजांच्या जाळीवर विस्तवाचा थर पातळ ठेवल्यास तो वाफेच्या श्वासाबरोबर बाहेर जातो, ह्यामुळे जाळीवर सतत सारखा विस्तव राखणें फार कठीण असतें. सारांश कीं, आगवाल्यास इतकी गोष्ट ध्यानांत ठेवणें आहे कीं, त्यांनीं पुरे इतका कोळसा जाळीवर राखित जावें, नाही तर विस्तव जाईल. तेव्हां, व्यवहारांत पूर्ण दहन होण्यास जाळींतून पुरे इतकी हवा मिळत नाही, ह्यासाठीं हवेचा कांहीं भाग विस्तवाच्या वर सोडावा लागतो. तरी पूर्ण दहन होण्यास्तव सोडलेली हवा आंतील ग्यासांत पूर्णपणें मिळून गेली पाहिजे. जर फार हवा सोडली तर, भट्टीचें उष्णमान इतकें कमी होतें कीं,

१. चमच्यासारखें एक पावडें असतें, त्यानें भट्टींत कोळसे टाकतात.

२. आगवाला ह्मणजे जो भट्टींत कोळसे घालतो तो मनुष्य.

त्यामुळे आंतले ग्यास जळत नाहीत, अथवा जर ती मोठ्या जोराने भरली तर पाण्याच्या दोन पृथक् ओघांप्रमाणे त्या ग्यासाचे आणि हवेचे ओघ वनून वाजू-वाजूने उठतात. त्यांत एक मातट आणि दुसरा स्वच्छ असे प्रवाह असल्यामुळे ते एकमेकांत पूर्णपणे मिळत नाहीत. सारांश की, हवा आणि ग्यास ही एकत्र झाल्यास दहन चांगले होते. बाहेरची हवा आंत जाण्याकरितां भट्टीच्या दारांस भोंकें पाडावीं, ह्मणजे जितकीं भोंकें असतील तितके हवेचे पृथक् ओघ विस्तवांत भरतील. मात्र अशीं भोंकें अर्ध इंचापेक्षां मोठीं नसावीं. दुसरी गोष्ट अशी आहे कीं, वाफेचा श्वासोच्छ्वास चालताना मोठ्या जोराचा फुंकर विस्तवावर वसतो, त्यामुळे कोळशांतील ग्यास नळ्यांत शिरण्यापूर्वी त्याचे पूर्ण दहन होण्यास वेळ सांपडत नाहीं.

प्र० १३५.—ग्यास धूमनालिकांत गेल्यावर त्याचे त्यांत दहन होते काय ?

उ०.—दहन फारच थोडे घडते; कारण कीं, ज्वाळा नळ्यांत शिरल्याबरोबर विझतात.

प्र० १३६.—ज्वाळा नळ्यांत शिरल्याबरोबर विझतात त्याचे कारण काय ?

उ०.—त्यावेळेस ज्वाळा अदाह्य ग्यासाबरोबर मिळतात आणि त्यांस तेथे हवाही मिळत नाही. ह्याशिवाय त्या नळ्यांसभोंवते पाणी सांठवलेले असते यामुळे त्याचे उष्णमान इतके मंद असते कीं, त्यांत ज्वाळा शिरतांक्षणींच थंड होतात.

प्र० १३७.—कोळशाच्या धुरास पेटविण्यास अथवा ज्वाळा उत्पन्न करण्यास किती उष्णमान लागते ?

उ०.—ते फार कडक असले पाहिजे. लाल भडक धातूच्या दांड्याने ग्यासलाइटाचा दिवा लागत नाही. सारांश की, ज्वाळा उत्पन्न करण्यास दुसऱ्या ज्वाळेचाच संबंध केला पाहिजे.

प्र० १३८.—कोळसा विस्तवांत टाकल्यावर त्याचें काय होते ?

उ०.—कोळसा अथवा ग्यास हे जेव्हां आक्सिजनशी पूर्णपणे मिळतात त्यावेळेस त्यांचें पूर्ण दहन होते. ह्याकरितां त्यांच्या स्पर्शाच्या बिंदूंची संख्या वाढविली पाहिजे, किंवा कोळसे बारीक केले पाहिजेत. सणजे दहन आणि उष्णतेची तीव्रता हीं वाढतील, ह्याकरितां कोळसा बारीक करून भट्टींत टाकावा; परंतु फार बारीक मात्र करूं नये. नाही तर जाळीतून भुगा खाली पडेल अथवा श्वासाबरोबर चिमणीवाटे बाहेर पडेल.

दुसरी गोष्ट अशी आहे की, कोळशांत शेंकडा सुमारे ८० भाग कार्बान, ५ भाग हैद्रोजन आणि १५ भाग इतर द्रव्ये असतात. असें पूर्वी सांगितलें आहे. शेवटीं इतर द्रव्ये सांगितलीं तीं दहनशील नसल्यामुळे तूर्त येथें त्यांपैकीं फक्त हैद्रोजन आणि कार्बान ह्यांच्या दहनाविषयीं विचार करूं.

पूर्वी सांगितलें आहे की, १ भाग हैद्रोजन आणि ८ भाग आक्सिजन ह्यांचें मेलन झाल्यास पाणी अथवा वाफ

उत्पन्न होते. आतां ३६ भाग हवेत फक्त ८ भाग आ-
क्सिजन सांपडतो, ह्मणून हैद्रोजन जाळण्यास हैद्रोजना-
च्या वजनाच्या ३६ पट हवा असली पाहिजे. कार्बान
पूर्णपणे जाळण्यास त्यास कार्बानिक डी अक्झैदचे रूपांत
आणिलें पाहिजे. ह्या कार्बानिक डीअक्झैदांत ६ भाग
कार्बान आणि १६ भाग आक्सिजन असतो. आणि ज्या
पेक्षां वातावरणांत ८ भाग आक्सिजनांत २८ भाग नै-
त्रोजन असतो ह्मणून कार्बान पूर्णपणे जाळण्यास कार्बा-
नाच्या दर ६ भागांस ७२ भाग हवा सोडली पाहिजे.
अथवा कार्बान पूर्णपणे जाळण्यास त्याच्या वजनाच्या १२
पट हवा पाहिजे ($१२ \times ६ = ७२$).

पौंडभर कोळशातील हैद्रोजन जाळण्यास १.८ पौंड
हवा पाहिजे आणि त्यांतील कार्बान जाळण्यास ९.६
पौंड हवा असावी, किंवा दोघांचे दहनास ११.४ पौंड
हवा असावी; परंतु प्रचारांत दर एक पौंडभर सर्पणास
१२ पौंड हवा लागते असा नेम काढला आहे. आतां
ज्यापेक्षां १ घनफूटभर हवेचें वजन ०.०८०७२ पौंड
भरतें, ह्मणून.

$$\frac{१२}{०.०८०७२} = १४८-६ \text{ इतक्या घनफुटी हवा होईल.}$$

प्रायः १५० घनफुटी हवा १ पौंड कोळशाच्या दह-
नास लागते.

प्र० १३९.—दहनाची एकंदर उष्णता ह्मणजे
काय ?

उ०.—प्रायः एक पौंड सर्पणाच्या दहनापासून जितकी
उष्णता उत्पन्न होते तीस “एकंदर उष्णता” असें ह्मणतात.

प्र० १४०.—हैं कसें ठरविलें आहे ?

उ०.—१ पौंड हैद्रोजन जाळल्यास ६२०३२ एकं उष्णता निघते आणि तितक्याच प्रमाणाचा कार्बान जाळल्यास १४५०० एकं उष्णता निघते, म्हणून १ पौंड कोळशांत शेंकडा ५ भाग हैद्रोजन जळतो. आतां ह्या एकाच तत्त्वाची $६२०३२ \times ०.०५ = ३१०१.६०$ इतकी उष्णता होते. ह्याशिवाय त्यांत ८० भाग कार्बान जाळल्यास त्याच्या दहनापासून $१४५०० \times ०.८० = ११६००$ इतकी उष्णता होईल. आतां ह्या दोन्ही तत्त्वांची एकंदर उष्णता $३१०१.६ \times ११६०० = १४७०१.६$ एकं होईल. आतां दुसरें असें समजलें आहे कीं, शून्य बिंदूवरून १०० पौंडांच्या दाबाची वाफ तयार करण्यास १२१३.४ एकं उष्णता पाण्यांत आणावी लागते. म्हणजे १२१३.४ एकं उष्णता १०० पौंडांच्या दाबाची वाफ तयार करते. व्यवहारांत ६० अंशांच्या उष्णतेवर पाण्याची वाफ होत असते म्हणून १०० पौंडांच्या दाबांत तीस आणण्यास एकंदर $१२१३.४ - ६० = ११५३.४$ एकं उष्णता लावावी लागते. म्हणून एक पौंडभर कोळशांत, $१२ \frac{३}{४}$ पौंड पाण्याची १०० पौंडांच्या दाबाची वाफ तयार करण्यापुरती उष्णता असते. परंतु व्यवहारांत इतकें पाणी बाष्पीभवन होत नाही, त्याच्या निम्मे म्हणजे ६ पौंड बाष्पीभवन होतें.

प्र० १४१.—उष्णतेचा असा नाश होण्याचें कारण काय ?

उ०.—ह्यांत मुख्य मुद्दा हा आहे कीं, उष्णता हवेंत थंड झाल्याकारणानें तापकांतील उष्णता कमी होते असते.

होते. आंगगाडीच्या भट्टींत प्रायः दहन चांगल्या प्रकारें होत असल्यास ३००० अथवा ४००० अंशांची उष्णता त्यांत असते.

भाग ९.

रांगांचा विरोध.

Resistance of Trains.

प्र० १४२.—रांगांचा विरोध ह्मणजे काय ?

उ०.—रेलावरून गाड्या चालण्यास जितकी शक्ति लागते तीस रांगेचा विरोध असें ह्मणतात. जसें, (आ. ५९ पहा) गाडीच्या एका शेवटास दोर बांधून आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें अ कर्पीवरून टाकून त्याच्या दुसऱ्या शेवटास एक दगड अथवा दुसरें एकादें वजन द ठिकाणीं बांधलें तर गाडी रेलावर चालू लागेल, ह्मणून द ठिकाणीं बांधलेलें वजन त्या गाडीच्या विरोधाबरोबर होईल अथवा त्या वजनाइतका त्या गाडीचा विरोध असेल. सरळ आणि सपाट लोखंडी रस्त्यावरून गाडी एकंदर चालू झाली ह्मणजे ती तशीच चालू ठेवण्यास दर टनास (२००० पौंडांच्या) ६ पौंडांचा जोर लागतो. ह्मणजे असें समजावयाचें कीं, जर एका गाडीचें वजन २० टनांचें असेल तर आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें द ठिकाणीं $२० \times ६ = १२०$ पौंडांचें वजन बांधलें पाहिजे, ह्मणजे गाडी सावकाशापणें रेलावर चालू राहील. आतां त्याच वजनाच्या दोन गाड्या लाविल्या तर त्यांचें एकंदर ४० टन वजन होईल, ह्मणून त्या दोघांस

चालू राखण्यास पहिल्यापेक्षां (दुप्पट झणजे $४० \times ६ = २४०$) वजन लागेल व ह्यापुढेही असेंच जाणावे, अथवा दुसऱ्या रीतीने गाड्यांच्या एकंदर वजनास ६ नों गुणावे, गुगाकार येईल तितका जोर (एकदां चालू झाल्यावर) चालण्यास लागेल. सारांश कीं, गाड्या चालू ठेवण्यास यंत्राचा जोर विरोधाइतका पाहिजे. ज्याप्रमाणें वेग वाढवावा त्याप्रमाणें हा विरोधही वाढत जातो, हें पुढील क्रोष्टकावरून चांगलें ध्यानांत येईल.

कोष्ठक १.

लोहमार्ग.

गाह्योचा दर अवर- चा वेग (मैकात)	५	१०	१५	२०	२५	३०	३५	४०	४५	५०	६०	७०
सपाट रस्त्यावरिक गा- ह्योचा विरोध दर टनास (पौडात)	६.१	६.६	७.३	८.३	९.६	११.२	१३.१	१५.३	१७.८	२०.६	२७	३८.६

भातां जर आपणास दर अवरास ३० मैल पळणाऱ्या १० डब्यांच्या (दरएक डबा २० टनांचा) रांगेचा विरोध $१० \times २० \times ११\frac{१}{४} = २२५०$ पौंड होईल. वर सांगितलेल्या विरोधापेक्षां जेव्हां चढय लागते तेव्हां तो जास्त असतो. कारण कीं, यंत्रास एक तर समांतर दिशेने गाड्या ओढावयाच्या त्या ओढून, शिवाय ज्याप्रमाणें चढाव असेल त्याप्रमाणें त्यास त्या वर उठविल्या पाहिजेत. जसें एका मैलांत ४० फुटींच्या चढणीचा रस्ता आहे व त्या रस्त्यावरून चालणाऱ्या गाडीचें ४०,००० पौंड वजन आहे. तर ह्या गाडीस नुस्ती वर चढविण्यास $४०,००० \times ४० = १६,००,०००$ फूट पौंडांची धमक खर्च होईल. भातां तेंच वजन एकदम वर उचलावयाचें असलें तर त्या वजनाइतका किंवा कांहीं जास्त जोर लागला असता चढावास लागणाऱ्या धमकीच्या फूट पौंडांस जर ५२८० फुटींनीं भागिलें तर चढावाच्या दरएक फुटास किती शक्ति खर्च होते तें कळून येईल. जसें, $\frac{१६,००,०००}{५२८०} =$

१५१.५ फूट पौंडांचा जोर दरएक फूट चढाव चढण्यास खर्च होईल.

प्र० १४३.—रस्त्याच्या वांकणापासून विरोधावर काय परिणाम घडतो ?

उ०—रस्त्याच्या वांकणापासून गाड्यांच्या रांगेचा विरोध वाढतो; परंतु तो कोणत्या प्रमाणानें वाढतो हें अद्याप बरोबर रीतीनें समजलें नाहीं.

प्र० १४४.-वांकणाचा अंश ह्मणजे काय ?

उ०-चक्र मोजण्याकरितां त्याचे ३६० समभाग करितात, ह्या भागांस अंश असें ह्मणतात. वांकणाचा एक अंश $\frac{1}{360}$ पूर्ण वर्तुळाबरोबर असतो; परंतु वांकणाच्या त्रिज्या लांब असल्यास अंशाची लांबी वाढते. सारांश कीं, लांब त्रिज्येस लांब अंश आणि आंखूड त्रिज्येस आंखूड अंश ह्याप्रमाणें जाणावें. मात्र प्रत्येकीस वांक सारखाच असेल, आणि जितका वांक जास्त असेल तितका विरोध जास्त होईल.

प्र० १४५.-रांगेचा विरोध दुसऱ्या कोणत्या कारणांनीं वाढतो ?

उ०-रेलाची स्थिति आणि तोंडचा वारा हीं दोन कारणें जास्त आहेत. गुळगुळीत रेलापेक्षां खडबडीत रेलपासून जास्त विरोध येतो आणि निवांत हवेपेक्षां तोंडचा वारा विरोध वाढवितो.



भाग १०.

प्रमाणे.

Proportions of Locomotives.

प्र० १४६.-कोणत्याही सांगितलेल्या कामाचे चरयंत्र तयार करण्यापूर्वी मुख्य कोणत्या गोष्टी-विषयी विचार केला पाहिजे ?

उ०-यंत्र बांधण्यापूर्वी, आपणास मुख्य तीन गोष्टींचा विचार केला पाहिजे. त्या ह्या कीं, यंत्राने जी रांग ओढावयाची तिचे वजन यंत्राने कोणत्या वेगाने न्यावयाचे तो वेग आणि रस्त्याच्या चढणी आणि वांकणे इतक्यांचा विचार प्रथम केला पाहिजे. इतक्या अंदाजावरून यंत्राचा जोर किती पाहिजे हे शिकस्त रीतीने ठरवावे.

प्र० १४७.-शिकस्त प्रमाणाचा विरोध सम जला ह्मणजे दुसऱ्या कोणत्या गोष्टीविषयी विचार करावा !

उ०-नंतर पूर्वी सांगिल्याप्रमाणे भार काढवा. जसे, आपणास जर ४०० टन वजनाची रांग दर मैलास ४० फुटींच्या चढणीवर दर तासास २० मैल जाई इतक्या गतीने चढवावयाची असेल, तर तिचा विरोध ९३६० पौंड होईल. ह्मणून $९३६० \times २ = ४६८००$ पौंड इतका भार पाहिजे. सारांश कीं, गाडीच्या चालण्याच्या गतीस येणाऱ्या विरोधापेक्षां भार जास्त राखला पाहिजे.

प्र० १४८.-हा भार चाकांवर कसा वांटतात?

उ०.-अनुभवावरून असें कळून आलें आहे कीं, चाकांवर जर पुष्कळ वजन ठेवलें तर रेल चिरतात अथवा फुटतात. हें वजन जर कमी राखलें तर रेलस इजा कमी होते.

प्र० १४९.-भार आणि ओढणाऱ्या चाकांची संख्या कळल्या नंतर चाकांचें आणि तुंब्याचें प्रमाण कसे ठरवावें ?

उ०.-चाकांचें आकारमान कांहीं अंशीं वेगावर अवलंबून असतें; कारण कीं, जितकीं चाकें मोठीं असतील तितकें यंत्र त्या चाकांच्या एका फेऱ्यांत जास्त पुढें जाईल; परंतु कोणत्याही दिलेल्या सीलेंडरास चाकाच्या आकारमानाविषयीं कांहीं नियम नाहीं. पांच फुटींच्या चाकास १६ इंच व्यासाचें सीलेंडर आणि त्याचा दणका २४ इंचांचा, ह्याप्रमाणें घेण्याची चाल आहे. माल वाहून नेणाऱ्या यंत्राचीं चाकें, उतारु लोक वाहून नेणाऱ्या यंत्राच्या चाकापेक्षां लहान करतात. अशा यंत्राचा भार ४०,००० पौंडांचा असतो. चाकाचा घेर १९३.२ इंचांचा असतो. ह्या करतां जर चाक फिरतांना निसटलें नाहीं तर तें १९३.२ इंच जागा पुढें जाईल. आतां १६ इंच व्यासाचें आणि २४ दणक्यांचें सीलेंडर असलें झणजे त्यांत ४८२.५३ घन इंच वाफ मावेल, तेणेंकरून चाकाच्या एका फेऱ्यांत $४८२.५३ \times ४ = १९३०.२$ घन इंचांची वाफ खर्च होईल. चाकाच्या एका फेऱ्यांत दट्या चार वेळां मागे पुढें सरेल. पूर्वी सांगितलें आहे कीं, जर चाकें

निसटलीं नाहींत, तर एका फेऱ्यांत तीं १९३.२ इंच जागा चालतील. जर आपण १९३.०२ इंचांस १९३.३ नीं भागिलें तर एक इंच जागा चालण्यास किती वाफ खर्च होईल तें काढेल. म्हणजे $193.02 \div 193.2 = 99.9$ इतक्या घन इंचांची वाफ दर एक इंच जागा चालण्यास लागेल. व्यवहारांत ९९.९ ऐवजीं १०० घन इंचांची वाफ घेतात ह्यावरून असें दिसून येतें कीं, सीलेंडराचे गुण (म्हणजे शक्ति) भाराच्या वजनाच्या धोरणानें असावे. ओढणाऱ्या चाकांवरील एकंदर वजनाच्या टनास पांचांनीं, आणि चाकाचा घेर गुणून चौहोंनीं भागावे. भागाकार येईल तितकें सीलेंडराचें घनफळ असावें.

यंत्रपरीक्षा.

Inspection of Locomotives.

प्र० १५०--चर यंत्राच्या परीक्षेत मुख्यत्वेकरून तापकाच्या संबंदानें काय पहावें ?

उ०.--पहिल्यानें नवीन तापक कामास लावण्यापूर्वी दावानें तपासून पहावे. दावानें परीक्षा करण्याच्या रीति तीन आहेत. त्यांत पहिलीस शीतोदकपरीक्षा असें म्हणतात. ह्यापरीक्षेत प्रथम तापक थंड पाण्यानें तोंडेतोंड भरून नंतर जोरानळानें जास्त पाणी (जितक्या दावापर्यंत त्याची परीक्षा करणें असेल तितक्या दावापर्यंत) भरतात. दुसऱ्या परीक्षेस उष्णोदकपरीक्षा असें म्हणतात. ह्या परीक्षेत पहिल्यानें थंड पाण्यानें तापक भरतात आणि उष्णता लावतात. पाणी, २१२ अंशापर्यंत चढतेवेळीं $\frac{1}{2}$

फुगतें, द्यावरून उष्णमानाप्रमाणें दाबाचें प्रमाण वाढतें. जितक्या बळकटीची तापकाची परीक्षा पहाणें असेल तेथपर्यंत उष्णमान वाढवीत जावें. तिसऱ्या परीक्षेस बाष्पदाब-परीक्षा असें म्हणतात. ह्या परीक्षेंत एकदा पाणी भरल्यावर भाग मात्र चालू ठेवतात. ही परीक्षा अपायकारक होते म्हणून ती सर्वत्र वर्ज्य आहे.

त्याच प्रमाणें दुसरे भाग तपासतेवेळीं भट्टीतील जाळीचे गज पहावे. जाळीखालील पत्र्यावरून राख पाडावी. जाळीतील कोळपडलेले कोळसे काढून विस्तव स्वच्छ राखावा. पाण्याची तापकांतली उंची गेजकाकानें पहावी. गेजग्लास असल्यास त्यांत पाणी आहे किंवा नाही तें पहावें. यंत्र चालू करण्यापूर्वी गेजग्लासांत कांहीं माती वगैरे पाण्यांत दिसल्यास ग्लास खुलें करून काढावी. ज्या द्वारांनीं तापकांतली पाणी ग्लासांत उतरतें तीं द्वारे तपाशीत जावें. त्याचप्रमाणें इंजेक्टर, व जोरनळ हीं यंत्रें तपासावीं. चरयंत्रांत वारंवार बिघडणोंर असें एक बाष्पदर्शक यंत्र आहे त्याजकडे फार लक्ष ठेवावें लागतें. चिमणींत तारांचें जाळें करून बसविलेलें असतें, त्यास आंतून वारंवार येणाऱ्या ठिणग्या भोंकें पाडतात, द्याकरितां तें तपासलें पाहिजे. सीलंडरांत अथवा उघडींत जास्त तेल पडल्यानें तें बाहेर जातेवेळीं जाळ्यांत अडकून रहातें, तें कळून त्याचीं छिद्रे बंद पडतात जाळ्यास भोंकें राहूं दिल्यास मोठमोठे निखारे रस्त्यावर पडून ज्वालाग्राही पदार्थांस पेटवितात, आणि तेलकटानें जाळ्याचीं छिद्रे बुजून गेल्यास तीं वाफेचा श्वास कमी करतात, तें कळून वाफ बाहेर पडण्यास विरोध येतो, आणि द्या

कारणास्तव तापकांत वाफ तयार होत नाही. ही तेल-कटी जाळण्याकरितां निखारे चिमणींत टाकावे.

प्र० १५१.-जोरनळ बरोबर आहे किंवा नाही हे कसे पहावे ?

उ०.-जोरनळ बरोबर काम देत आहे किंवा नाही हे पहाणे असल्यास पेटकाक उघडावे. जर, नळ बरोबर असेल तर दट्याच्या आंतील दणक्याच्या आरंभापासून शेवटपर्यंत मोट्या सोसाट्याने पाण्याची धार उडेल. जर नळ बरोबर नसेल तर ती धार अशक्त असेल आणि ती दट्याच्या बाहेरील दणक्याच्या वेळेस निघेल.

प्र० १५२.-कंठद्वाराच्या संबधानें काय तपासलें पाहिजे ?

उ०.-कंठद्वार विघडल्यास मोठा अपघात होतो. ह्यासाठीं त्याजकडे जास्त लक्ष दिलें पाहिजे. कंठद्वार बाष्पा-बरोधक बसलेलें असावे व तें तसें बसलेलें आहे किंवा नाही हे पहाणे असल्यास सीलेंडराच्या तोटींतून वाफ सुटते किंवा नाही हे पहावे. कंठद्वार बंद करून ठेवावे, आणि जर कंठद्वारांतून वाफ गळत असेल तर (यंत्रावर कोणी नसल्यास) ती सीलेंडरांत सांचून यंत्र पळून जाईल. यंत्र उभें असतां त्यास एकटेच सोडून जाणे असल्यास कंठद्वाराची मूठ बंद करून ठेवावी. इतकेंच नाही; परंतु तीस गच्च बांधून टाकावी.

प्र० १५३.-सीलेंडरें आणि जोडकाठ्या ह्यांच्या परीक्षेंत काय पहावे ?

उ०.-दट्याची बांधणी इतकी घट्ट असावी कीं, तींतून सीलेंडराच्या एका तोंडाकडून दुसऱ्या तोंडाकडे

वाफ जाऊं नये. नाहीं पेशां पुष्कळ वाफ फुकट जाईल. असें आहे तरी, दट्याची बांधणी फार घट्ट ठेवण्यापेक्षां फार सईठ ठेवावी. बांधणी फार घट्ट असल्यास सीलेंडरास चरे पडतात.

जोडकाठ्यांचे पितळेचे टोकळे (वेरिंगे) नीट तपासले पाहिजेत. ते फार ढिले असल्यास यंत्र चालतांना थडथड वाजतील आणि फार घट्ट असल्यास पाऊ तापेल, झाकरितां त्यांची बांधणी वारंवार तपाशीत असले पाहिजे. ती घट्ट असल्यास जोडाच्या ठिकाणी हातानें काठी हालविल्यास ती हालणार नाहीं.

प्र० १५४.-दट्याची बांधणी फार ढिली अथवा ती गळत आहे हें कशावरून समजावें ?

उ०.-बहुतकरून भट्टीचें दार खुलें असतां वाफेच्या श्वासोच्छ्वासाच्या अवाजावरून हें कळते, बांधणी घट्ट नसल्यास त्यापासून दरएक वाफेच्या सुटकेत आणि सुटके नंतर घरघर असा चमत्कारिक अवाज निघेल. दट्या जर गळत असेल तर सीलेंडराच्या तोट्या खुल्या असतां, पाऊ मृतबिंदु ओलांडितांक्षणींच त्यांतून वाफ बाहेर पडेल. हाच प्रकार उघडी गळत असल्यासही घडेल. नित्याच्या अभ्यासानें ह्या गोष्टींची हुशार गाडीवानास माहिती होतेच, हलून त्याजबदलची जास्त हकीकत येथें देण्याची गरज नाही.

प्र० १५५.-दट्याची बांधणी कशी असते ?

उ०.-ही बांधणी ६० व्या आणि ६१ व्या आकृतींत दाखविली आहे. त्यांत दट्याचा पुढचा आणि बाजूचा देखावा काढला आहे. ६० व्या आकृतींत अ अ हें

एक कडे आहे. जरूर लागेल त्याप्रमाणें अं अं क. माणींच्या साह्यानें तें आकुंचित किंवा प्रसृत करून सीलेंडरांत हें कडे घट्ट अगर सईल ठेवावें.

पोटचाकाच्या धावांचीं मळसूत्रें वारंवार ढिलीं होतात व तीं चाकांच्या मध्यें असल्यानें साहजिक रीतीनें नजरेस पडत नाहींत, ह्मणून त्यांजकडे दुर्लक्ष होते. पोटचाक आणि त्याची धांव ह्यांच्या दरम्यान तेल चब-चबीत राखावें. हें तेल सोडण्याकरितां धावेस भोंकें पाडून त्यांजवर पेले बसविलेले असतात. हे पेले आणि भोंकें अगदीं निर्मळ असावीं. सांगडीची कप्पी आणि पोटचाकाची धांव ह्यांस सारखें तेल पोंचण्याविषयीं फारच काळजी ठेवली पाहिजे. पोटचाकाची धांव तेल न मिळाल्यानें कोरडी पडून जेव्हां तुटते, त्यावेळेस सर्व नेट पोटचाकाच्या भुजेवर पडून त्या भुजा तुटतात, आणि पोटचाकाबरोबर ती धांव आणि मोडकी भूज हीं फिरूं लागतात, त्या वेळेस मोडक्या भुजेचा तडाका भट्टीच्या पुढल्या बाजूस बसून तीस भोंक पडते.

प्र० १५६.—उघड्या बरोबर आहेत किंवा नाहीं हें कसें समजते ?

उ० —जर उघडी गळत असेल तर पूर्वी सांगितल्याप्रमाणें बाष्पोच्छ्वासाचे आवाज चमत्कारीक निघतील. उघडी बैठकीच्या मध्यावर उभी असतां सीलेंडराच्या तोटींतून जर वाफ सोसाट्यानें बाहेर पडत असेल तर उघडी गळत आहे असें जाणावें. उघडीच्या फिरण्याबद्दल संशय असल्यास दरील दोहों प्रकारांनीं त्याची निवृत्ति लागलीच होते. सारांश कीं, ह्यांतून अमुकच

भाग विघडला आहे हें फारच बारकाईनें समजून घ्यावे लागते. यंत्राच्या चाकांतून खणकून अवाज निघतो किंवा नाही हें हातोडीनें टोकून पहावे. चाक फुटके असल्यास त्यावर हातोडी मारल्यास धप् अथवा फुटक्या घंटेप्रमाणें आवाज निघतो. चाकांतून चांगला आवाज उठला तरी चाकाच्या धांवेवरील एका बाजूनें असलेला कणा (अथवा अट) बरोबर आहे असें समजून घ्यावे. ह्यासाठीं तो निराळा तपासला पाहिजे.

प्र० १५७.—प्रवासांत यंत्राबरोबर कोणतीं हत्यारें असावीं ?

उ.—कोळसे घालण्याचा चमचा, कोळसे कोडण्याचा पिकांव, लांब दांड्याचें पावडें, विस्तव चाळविण्याकरितां सुळा (पोकर), स्क्रु अथवा हैड्रालिक ज्याकांची जोडी, सांखळ्या, दोर, सुतळ, यंत्र रेलारून खाली आले असतां त्यास वर चढविण्याकरतां एक भक्कम आणि लांब पाहार (पिंचबार), एक क्रोबार, एक लांब व एक आंखूड तोट्यांचे तेलाचे डबे, एक तोटी-शिवाय तळीं भोंक पाडलेला तेलाचा डबा, एक पोलादी हातोडी, एक तांब्याची हातोडी, हातकरवत, कुन्हाड एक लहान मंकीरेंच, एक मोठें मंकीरेंच धूमनलिका प्रसंगवशात् बंद करण्याकरितां बिडाच्या गुडद्या, व त्या धरून बसविण्याकरतां लांब सांडशी, पाणी आणण्याकरतां दोन डोल, अनेक रंगाच्या भिंगाचे खंदील आणि अनेक रंगाचीं निशाणें (ज्याप्रमाणें उपयोग करण्याचा हुकूम असेल त्याप्रमाणें), ६ फुटाकडे,

१. ह्या फुटाकडेचास फॉग सिग्नल अथवा डीटोनेटिंग सिग्नल असें झगतात.

ह्याप्रमाणें जिनसा यंत्र प्रवासांत असतां अवश्य बाळगून ठेवाव्या.

ह्याशिवाय, लांकडाचे ठोकळे, गेजग्लासाकरितां (जलदर्शक) दोन कांचेच्या नळ्या ह्या वस्तु अवश्य बाळगाव्या.

प्र० १५८.—आगगाडीच्या भट्टींत विस्तव पेटविण्यापूर्वी काय पाहिलें पाहिजे ?

उ०.—विस्तव पेटविण्यापूर्वी तापकांत पुरेसे पाणी आहे हें पहावें. भट्टी खालच्या रक्षाकुडांतून राख, कोळसे वगैरे काढून स्वच्छ करावी. दुसरें असं लक्षांत वागविलें पाहिजे कीं, तापकांत पाणी सळसळं लागल्यावर बुडबुडे पाण्याबरोबर मिळून पाण्याचें प्रमाण पूर्वीपेक्षां फार वाढतें.

प्र० १५९.—यंत्राच्या भट्टींत विस्तव कसा पेटवावा ?

उ०.—यंत्राचे भाग एकदम तापूं नयेत ह्मणून विस्तव हळुहळू पेटवावा, व त्याचप्रमाणें भट्टी विश्रावितेवेळीं त्यास हळुहळू थंड करावें.

प्र० १६० छायेतून यंत्र बाहेर निघण्यापूर्वी काय केलें पाहिजे ?

उ०.—छायेतून तें निघण्यापूर्वी सीलेंडराच्या तोंट्या उघडून पहाव्या, ह्मणजे सीलेंडरें तापविण्याचे कामांत जें पाणी अथवा वाफ थंड हीं होतात तीं निघून जातील. छायेतून यंत्र निघण्यापूर्वी घंटा अगर शिऊळ वाजवावी, तेणेंकरून रस्त्यावर काम करणारीं मनुष्यें बाजूस उभीं राहतील. आणि ही गोष्ट गाडीवानानें पक्केपणीं लक्षांत

टेवून वर सांगितलेल्या इशारती केल्याशिवाय आपलें यंत्र कधींही चालवूं नये. छायेतून निघतेवेळीं गाडीवानानें आपल्या यंत्राचे सर्व भाग बरोबर आहेत किंवा नाहीत हें पहाण्याविषयीं अवश्य असेल तितकी काळजी वाळगावी. आगवाल्यानें गतिरोधकें हालविण्याकरितां आणि आपलें यंत्र रांगेच्या पहिल्या गाडीस जोडण्याकरितां तयार असावें. उतारू लोकांच्या गाड्यांच्या रांगीस लागण्याकरितां येतेवेळीं फार जपून येऊन आपलें यंत्र जोडावें. यंत्र चालू करण्यापूर्वीं पुरेशी वाफ तयार असावी, परंतु तितकी तयार नसेल, तर विस्तवावर फुंकर मारण्याची जी कळ (हीटर अथवा ब्लोअर) असते ती फिरवावी.

प्र० १६१.-ट्रेन तयार झाली ह्मणजे यंत्र कसें चालू करावें ?

उ०.-गाडीकडून इशारत झाल्यानंतर गाडीवानानेही घंटा अथवा शिऊळ फुंकावी. स्टेशनाजवळ असतांना वाफेची शिऊळ जितकी कमी उपयोग करवेल तितकी करावी. ह्याचें कारण असें आहे कीं, ह्या भयंकर आवाजापासून घोडे वगैरे बुजतात व ज्यांस मेंदूचें दुखणें असेल अथवा ज्या लोकांस वाफेची शिऊळ ऐकण्याचा सहवास नसेल अशांस त्रास होईल.

वर सांगितलेल्या इशारती झाल्या ह्मणजे गाडीवानानें आपला राहाट्या पूर्ण कळाशीवर नेऊन टेवावा, आणि कंठद्वार हळुहळू उघडीत चलावें. रांग फार

१.अमेरिकेंत यंत्रावर घंटा बांधलेली असते, परंतु ही घंटा आपले इकडे नसते.

जड असेल तर पहिल्यानें यंत्र मार्गे चालवावें, ह्मणजे सर्व गाड्या एकमेकीस लागून रहातील, आणि त्यांस अशा रीतीनें उभ्या केल्या ह्मणजे यंत्र पुढें चालूं लागल्याबरोबर एकामागून एक अशा रीतीनें त्या गाड्या चालूं लागतात व त्यापासून रांग ओढण्यास हलकी लागते. कंठद्वार जर जलदीनें उघटलें तर ओढणारीं चाकें रेलारून निसटण्याचा संभव असतो. जेव्हां गाड्यांची रांग मोठी असते आणि त्या वेळेस जरी हें द्वार मोठ्या सावकाशीनें उघडलें, तरी चाकें निसटण्याचा संभव असतो. गाडी मुळींच चालेनाशी होईल अथवा चाकें निसटूं लागतील तर वाळवेच्या पेट्यांचीं तोंडें उघडून रेलार वाळू पाडवावी; परंतु ती अगदीं अवश्य असेल तितकीच पाडावी. जास्त पाडविल्यास मागून येणाऱ्या गाड्या जड लागतील. स्टेशनाच्या हद्दीतून सर्व रांग निघून जाई तोंपर्यंत सांधे व दुसरीं इशारतीचीं चिन्हे गाडोवानानें पहात रहावे.



भाग ११.

यंत्रापघात.

Accident to Locomotives.

प्र० १६२.—दोन गाड्या समोरासमोर येत आहेत असें दिसेल तर कोणती हुशारी करावी ?

उ०.—अशा समयास दोन्ही गाड्या थांबवाव्या. व त्या थांबेविण्याकरतां सर्व शक्तीने गतिरोधक आंवळावे, आणि रांगेचा वेग कमी झाला ह्मणजे राहट्यास मार्ग घेऊन यंत्र मार्ग फिरवावे. मात्र रांगेचा वेग कांहीं कमी झालेला असावा. भर वेगांत यंत्र मार्ग फिरवूं लागल्यास सीलिंगरें फुटतील, दट्या मोडेल, जोडकाट्या वगैरे तुटून नाश होईल. आणि जितका वेग जास्त असेल तितका जास्त चुराडा होईल, ह्याकारणास्तव सवड मिळाल्यास गाडीचा वेग कमी केल्याशिवाय यंत्र मार्ग हटवूं नये. गाडीची गति कमी करण्याचे कामांत रेलीवर वाळूही पाडावी.

पुढे कांहीं धोका आहे असें कळल्यास पुढील तजविजी:—

१. कंठद्वार बंद कर.
२. भयाची शिऊळ फुंक, ह्मणजे गतिरोधकांतील लोक गतिरोधक आंवळतील.
३. यंत्र मार्ग फिरवून, कंठद्वार आणि रेलीच्या पेट्यांचीं भोंके खुलीं ठेव.
४. जर टक्कर होतेच असें दिसेल तर दुसरें यंत्र येऊन भिडण्यापूर्वी कंठद्वार बंद कर.

प्र० १६३.—एक गाडी उभी आहे आणि दुसरी गाडी आपणावर येत आहे असे पाहील तर उभ्या गाडीवानाने काय करावे ?

उ०.—उभ्या गाडीवानाने पुढून येणाऱ्या गाडीच्या दिशेत आपली गाडी जलद चालवावी. मागून येणाऱ्या गाडीची ठोंस, उभे राहून जितकी जोराने बसणार होती त्यापेक्षा दोन्ही गाड्या एकाच दिशेत चालवू लागल्यास अशा चालण्याने कमी लागेल.

प्र० १६३.—यंत्र पळू नये म्हणून त्यास एकटे सोडून जातेवेळीं गाडीवानाने कोणत्या तजविजी करून ठेवाव्या ?

उ०.—यंत्रास एकटे सोडून जातेवेळीं कंठद्वार बंद करावे आणि विशेष मजबुतीस्तव त्याच्या मुठीस बांधून टाकावी. सीलिंगराचे वूच खोलून ठेवावे, म्हणजे त्यांत वाफ जमा होणार नाही आणि रहाट्यास सेक्टराच्या मध्ये आणून उभा करावा, म्हणजे कदाचित् कंठद्वार उघडले तरी यंत्र चालणार नाही.

प्र० १६५.—गाडी चालतांना यंत्र रेलारून खालीं आले तर काय करावे ?

उ०.—यंत्र रेलारून खालीं आले असे समजल्याबरोबर प्रथम कंठद्वार बंद करावे. नंतर गतिरोधक आवळण्याकरितां शिट्या फुंकाव्या. नंतर यंत्र मागे फिरवावे. जर ते उभे राहिल्यानंतरही ओढ घेत आहे असे दिसेल तर भट्टीतील विस्तव विझवावा. म्हणजे तपांगे इजा पावणार नाहीत, अशा वेळीं बहुतकरून त्यांवर वाफ रहात असते तेणेकरून त्यांस पाणी मिळत नाही.

प्र० १६६.—अपघातानें यंत्र विघडून चालेनासें झालें तर काय करावें ?

उ०.—यंत्र विघडून चालेनासें झालें तर रांगेस सुरक्षित ठेवावी ह्मणजे मागल्या आणि पुढल्या दिशेनें मनुष्यांस लाल निशाणें देऊन पाटवावें. असें केल्यानें दुसरी गाडी येऊन दुप्पट खराबी होणार ती वांचेल.

प्र० १६७.—तापक फुटण्याचें मूल कारण काय असतें ?

उ०.—तापकाचा दाब सोसणारे जे बाहेर पत्रे असतात, त्या पत्र्यांच्या शक्तीपेक्षां तापकाच्या आंत वाफेचा दाब वाढल्यानें तापक फुटतो.

प्र० १६८.—तापक फुटूं नये ह्मणून कोणती खबरदारी ठेविली पाहिजे ?

उ०—१ तापकांतील पाण्याची उंची इतकी ठेविली पाहिजे कीं, तप्तगांवर पाण्याचें आच्छादन रहावें. २ तापक स्वच्छ ठेवावा (ह्मणजे त्यांत माती आणि दुसरी घाण असल्यास काढावी.) ३ तापकास एकदम तापवूं नये अथवा तापलेला असल्यास त्यास एकदम थंड करूं नये. येणेंकरून त्यास लचक भरून विघडणार नाहीं. ४ वाष्पदर्शक आणि रक्षकद्वार ह्यांस बरोबर ठेवावें.

प्र० १६९.—तापकांतील धूमनलिका चिंबली अथवा फुटली तर काय करावें ?

उ०.—धूमनलिका फुटली असें समजल्याबरोबर गाडीवानानें त्वरा करून रांग उभी करावी, आणि फुटलेल्या नळीचें तोंड बंद करावें; परंतु वाफेच्या सोसाट्यामुळे

बूच ठोकण्याचा इलाज नाहीसा झाल्यास विस्तव पाडून तापक थंड करावा.

प्र० १७०.—दोन्ही पोसनळ विघडल्यास काय उपाय करावा ?

उ०.—एक पोसनळ विघडला तर दुसऱ्याचा उपयोग करावा. दोन्ही पोसनळ विघडल्यास विस्तव पाडून टाकावा.

प्र० १७१.—जोरनळ विघडल्यास त्यांतील दोष सांपडण्याकरितां काय करावे ?

उ०.—जोरनळाचें काम बरोबर चालत आहे किंवा नाहीं हें पेटकाक उघडल्यापासून जो पाण्याचा सोसाटा सुटतो त्यावरून कळतें असें मागे सांगितलेंच आहे. पेटकाक उघडला आणि पाणी आणि वाफ सुटली तर चकदार बरोबर नाहीं असें समजावे. अशा रीतीनें विघडलेल्या नळांतून यंत्र उभें असतां पेटकाक उघडल्यास कढत पाणी निघेल. यद्यपि वरील दाबद्वार बरोबर असल्यास नळ तापकांत पाणी पोंचवील. चेकदार काम बरोबर देत नसल्यास, पेटकाक उघडल्यामुळें चेकदारांतून कढत पाणी सुटतें त्यापासून पोसनळ कढत होतो. सीलेंडरांतून दट्या बाहेर निघतांना खुल्या पेटकाकांतून हवा शोषली जाऊन वरील दाबद्वार चालेनासें होतें; परंतु चकदार बरोबर असल्यास नळाचें काम चालू रहातें; परंतु जर पंप, हवाद्वार आणि पोसनळी ह्यां सर्वांत हवा भरली, तर दट्याही आपल्या प्रत्येक दणक्याबरोबर ही हवा चेंपीत जाईल. हा चेंपण्याचा प्रकार दट्याच्या बाहेर पडण्याच्या वेळेस घडेल. ह्या-

मुळें तो पाणी ओढूं शकणार नाहीं, परंतु त्याच्या आंतील दणक्याबरोबर हवा चेंपली जाईल. दट्या बाहेर पडेल त्या वेळेस ही हवा प्रसृत होईल. हें पहाणें असल्यास पेटकाक उघडावा, ह्मणजे दट्याच्या आंतील दणक्याच्या वेळेस हवा आंत ओढेल. हें पहाणें असल्यास पेटकाका-समोर हात धरावा. असें जरी आहे तरी बहुधा पेटकाकांतून हवा पाण्याबरोबर मिसळून बाहेर येते त्या वेळेस पाण्याची धार सारखी रहात नाहीं. ती वारंवार तुटक पडते.

प्र० १७२.—सीलेंडराचें तोंड फुटलें तर काय करावें ?

उ०.—मुख्य जोडकाठी काढून टाकावी, नंतर दट्या सीलेंडराच्या कोणत्या तरी एका तोंडास नेऊन बंद करून टाकावा. त्याचप्रमाणें उघडीचा दांडा राकरापासून सोडवावा, आणि उघडीस मध्यभागीं नेऊन टेवावी, ह्मणजे ती वाफेस सीलेंडरांत जाऊं देणार नाहीं. नंतर मोठ्या हुशारीनें एका सीलेंडरावर गाडी दुसऱ्या स्टेशनापर्यंत न्यावी; परंतु एका सीलेंडरानें गाडी ओढवली नाहीं, तर रांगेपासून यंत्र अलग करून न्यावें आणि अन्य उपायानें मार्गें राहिलेली रांग दुसऱ्या यंत्राकडून ओढून न्यावी.

प्र० १७३.—रस्त्यांत कांहीं कारणानें पाणी संपल्यास काय करावें ?

उ०.—पाण्याचा पुरवठा कमी पडल्यास यंत्रांतील विस्तव पाडून थंड करावें; परंतु आसपास कोठें तळें, विहीर, नदी वगैरे असल्यास जर यंत्र त्या ठिकाणापर्यंत

जाण्यासारखें असेल तर तेथपर्यंत नेऊन तेथून पांही-
व्यानें पाणी आणून टाकें भरावें अथवा रस्ता सोडून
एका बाजूस उभें राहावें.

मनुष्यास होणारे अपघात व दुखा- पती ह्यांविषयी.

Accidents and injuries to Persons.

प्र० १७४.—भागगाडीवर काम करणाऱ्या
लोकांस कोणत्या दुखापती होतात ?

उ०.—गाडी रेलारून खालीं पडते तेव्हां देह घसटतो
अथवा चेंगरतो अथवा चालत्या गाडीखालीं सांपडून
मनुष्याचा चुराडा होतो. गतिरोधकावरील लोक (ज्यांस
गार्ड असें म्हणतात) व दुसरे लोक ज्यांस गाड्या जोड-
ण्याचें काम असतें अशांचे हात, दंड, आणि छाती
वगैरे भाग दोहीं बफरांमध्ये (आ. ८२ पहा) सांपडून
चिरडतात. त्याचप्रमाणें यंत्रावर काम करणारे लोक
जळतात अथवा पोळतात. ह्याशिवाय उन्हाळ्यांत आ-
णि हिवाळ्यांत त्या त्या ऋतूंप्रमाणें वारंवार पीडा होते.
गाड्यांची टक्कर होणें अथवा रेलारून गाडी खालीं
पडणें ह्या अपघातांशिवाय उतारू लोकांस ते सावध-
गिरीनें वागल्यास त्यांस दुसऱ्या इजा होत नाहींत.

प्र० १७५.—जखमेंतील रक्तस्राव केव्हां भयप्रद
असतो ?

उ०.—ज्या रक्तस्रावाची चळकांडी लागते तो
रक्तस्राव भयप्रद असतो. परंतु हें लक्षांत वागविलें पाहिजे

कीं, रक्तस्राव दोन प्रकारचा असतो, एक धमनी तुटल्याने आणि दुसरा शीर तुटल्याने. ह्यांत धमन्या रक्ताशयांतून शरीराच्या अनेकभागांस रक्त पोंचवितात आणि शिरा अनेक भागांपासून रक्त परत रक्ताशयांत नेतात, ह्यावरून रक्तस्रावाला दोन संज्ञा दिल्या आहेत त्यांतून एकास धमनीचा रक्तस्राव आणि दुसऱ्यास शिरेचा रक्तस्राव असें म्हणतात. एथें असें लक्षांत आणावें कीं, रक्तशय हा एक शरीराचा मोठा जोरनळ आहे आणि त्यापासून शरीराच्या एकंदर भागांस रक्ताचा पुरवठा होतो. हा व्यापार ज्या प्रयोगानें पोसनळ तापकांत पाण्याचा पुरवठा करतो त्यासारखाच आहे. आणि धमन्या ह्या पोसनळ्यासारख्या होत, त्या नळ्यांतून पाहिजे तेंथें द्रव नेतात. आतां हें रक्त रक्ताशयांतून नियमित दावानें धमन्यांत जातें, तेणेंकरून जेव्हां एकादी धमनी तुटते त्या वेळेस तींतून एकी मागून एक अशा रक्ताच्या गुळण्या सुटतात; परंतु जर शीर तुटली असेल तर तींतून गुळण्या न सुटतां भळभळ रक्त बाहूं लागतें. कारण कीं, त्या रक्तावर मुळींच दाब नसतो, म्हणून शिरेचा रक्तस्राव धमनीइतका त्वरित होत नसतो. म्हणून शिरेपेलां धमनीचा रक्तस्राव भयप्रद असतो. कारण त्या वेळेस दावानें (जोरानें) रक्त बाहेर पडत असतें.

प्र० १७६.—धमनी अथवा शिरेचा रक्तस्राव कसा ओळखावा ?

उ०.—धमनीच्या रक्तस्रावाचें रक्त लाल भडक असतें आणि त्याच्या एकामागून एक चळकांड्या फुटतात. ह्या चळकांड्यांचा वेग छातीच्या उडण्याच्या वेगाब-

रोबर मिळून असतो. शिरेच्या रक्तस्रावाचें रक्त काळ्या व निळ्या रंगाचें असतें आणि त्याच्या चळकांड्या कधींही सुटत नाहींत; तें जखमेंतून एकसारखें वाहत असतें.

प्र० १७७.—धमनी तुटली अथवा चिरली तर तो रक्तस्राव कसा बंद करावा ?

उ०.—हा रक्तस्राव बंद करण्यास्तव रक्ताशयाच्या आणि जखमेच्या मध्यें धमनी दावावी. प्रायः हा रक्तस्राव बंद करण्याचें एक यंत्र आहे त्याच्या साहाय्येनें पाहिजे तसा रक्तस्राव होत असला तरी तो बंद करता येतो आतां हें यंत्र अपघाताचे वेळेस नजीक असतेंच असा नियम नसतो, ह्मणून त्याचा उपयोग येथें लिहिण्याचें कारण नाहीं. वैद्याकडून मदत मिळेपर्यंत आंगठ्यानें धमनी दावून धरावी.

प्र० १७८.—धमन्यांचीं ठिकाणें कशीं असतात ?

उ०.—६३ व्या आकृतींत शरीरांतील मुख्य मुख्य धमन्या उघड्या करून दाखविल्या आहेत. त्या ह्या रक्ताशयासून अ अ आणि ब ब अशा शाखा होऊन निघतात. ह्या शाखा शेवटपर्यंत पोचतात. दोहों पायांखालीं आणि कोंपराखालीं ह्यांच्या प्रतिशाखा होतात आणि पुनः हातांत आणि पायांत विभागतात. ह्या धमन्यांस नाडी ह्मणण्याचा प्रचार आहे. धमन्या शरीराच्या बहुतेक ठिकाणीं उडतांना हातास लागतात; परंतु जेव्हां रनायूच्या खालीं असतात तेव्हां त्यांस पकडण्याचा त्रास पडतो.

प्र० १७९.—दंडास जखम होऊन धमनी तुटली अगार फुटली तर काय करावें ?

उ०.—अशा वेळेस अ धमनी वैद्याची मदत मिळे तोंपर्यंत अंगठ्याने दाबून धरावी, अथवा बगलेंत गिरदी भरून दंडास अंगाकडे ओढून बांधावी.

प्र० १८०—ढोंफ्याखालील धमनी तुटल्यास तीस कोठें दावावी ?

उ०.—ती ढोंफ्याच्या मागल्या (कं कं ह्या शून्याच्या रेषेनें दाखविलेल्या ठिकाणीं) धमनीवर असते झणून वैद्याची मदत मिळे तोंपर्यंत अंगठ्याने दाबून ठेवावी अथवा पाय लांब सपाट करून ठेवावा, झणजे धमनी त्या ठिकाणीं (कं कं) ताठून राहिल आणि त्यापासून रक्तस्राव कमी होईल.

प्र० १८१.—मांडीस जखम लागून धमनी तुटली तर तीस कोठें दावावी ?

उ०.—मांडींत बं ठिकाणीं दावावे, त्या ठिकाणीं नाडोचे टोके स्पष्ट समजतात. वाचकांनीं स्वतां शरीरांतील वर सांगितलेले ठिकाणीं नाड्यांचें उडणें अनुभवून ठेवावे ही माहिती करण्यानें अपघातांतील मनुष्यांच्या जिवांचें रक्षण होईल. रक्तस्राव बंद झाल्यावर जखमेत तागाचें लुकण अथवा सूत भरून जखम बांधावी. रोग्यास पाणी पिण्यास फार बेतानें द्यावे. फार रक्त गेलें असेल तर दोन अथवा तीन (टिस्पून) पर्यंत ब्रांडी अथवा व्ही-सकी दारू समभाग पाण्यांत द्यावी, आणि पुढें दर अर्ध्या तासास फक्त एक (टेबलस्पून) दैत चलावे. फार रक्त गेलें असेल तर रोग्यास मनस्वी तहान लागते, झणून फार पाणी प्यावयास दिलें तर तो जास्त आजारी होईल. त्यास वांत्या होऊन निर्बळ होईल, अशा रोग्यास

फार थोडें (१टिस्पून) द्यावें. अथवा मिळाल्यास बर्फाचे लहान लहान तुकडे द्यावे. रोगी बेशुद्ध होऊं लागेल तर शरीरापेक्षां डोकें खाली राहिल अशा रीतीने त्यास निजवावा. त्याच्या तोंडावर. पाणी मारावें आणि विट गरम करून अंग शेकावें आणि चांगली ऊब येण्याकरितां ऊर्ण वस्त्र पांघरूण घालावें. रक्तस्रावाच्या रोग्यास थंडीपासून फार पीडा होते. अशा ठिकाणीं गलबल अगदीं नसावी, तमासिगराप्रमाणें पहाणाऱ्या लोकांस दूर करून रोग्यास निवांत स्थळीं राखावा.

प्र० १८२.—अंग पोळलें अथवा भाजून सालटी जळाली तर काय करावें ?

उ०.—काकवी आणि पाणी ह्यांत सुताची गूत भिजवून ती पोळलेल्या अथवा भाजलेल्या भागांवर बांधावी.

प्र० १८३.—सनस्ट्रूक झालेल्या मनुष्यास काय उपाय करावा ?

उ०.—रोग्याच्या डोचक्यास थंड पाणी अथवा बर्फ लावावें, आणि त्यास थंड ठिकाणीं ठेवावें. सनस्ट्रूक झाल्यानंतर कांहीं दिवस रोग्यानें अगदीं काम करूं नये.

भाग १२.

गाडीवानाचे गुण.

Qualifications of Locomotive Drivers

प्र० १८४.—गाडीवान कसे असावे ?

उ०.—त्याच्या स्वाधीन यंत्र केलें असेल त्याचें त्यास

पूर्ण ज्ञान असावे. आरोग्यता आणि शरीरशक्ति चांगली असावी. त्यास लिहितां वाचतां आणि हीशोब करितां यावे. त्याच्या नौकरीच्या संबधानें जे कायदे ठरलेले असतील ते त्यानें विनचूक आणि संतोषानें पाळले पाहिजेत. सरळ स्वभाव आणि सत्यवचन इत्यां वरून मनुष्य जगास प्रिय असतो. गाडीवानानें मद्यपानाची भीति फार बाळगावी.

गाडीवानास यंत्राचे भाग जोड विजोड करितां आले पाहिजेत व दुरुस्ती राखतां आली पाहिजे व त्यांतही स्वच्छतेकडे विशेष लक्ष पुरवावे. प्रसंगीं धैर्य खचूं न देतां त्याणें शांततेनें वर्तणूक ठेवावी. अविचारीपणा व बेपर्वाई हीं अगदीं कामा नये. त्याची चाल आपल्या वरिष्ठांसमोर आदबीची असावी त्याच प्रमाणें हाताखालच्या लोकांशीं शांत रीतीनें आणि दयाळूपणानें वागावे. तिरसटपणा आणि दुर्भाषण कधींही करूं नये. त्याणें आपल्या बरोबरच्या आगवाल्यास अवश्य तितकें शिकवून त्यास यंत्राच्या रचनेंत आणि तें चालविण्याच्या कामांत हुशार करावे व आपल्या सांगितल्या प्रमाणें तें, तो करितो किंवा नाहीं हें पहावे.

आगवाल्याचें हें काम आहे कीं, त्याणें गाडीवानाच्या आज्ञा बरोबर रीतीनें पाळव्या आणि प्रसंगवशात् एक-एकीं गाडीवान आपलें काम करण्यास असमर्थ झाला तर त्यास सांगितल्याप्रमाणें यंत्र थांबवावे. गाडीवानानें उपयुक्त पुस्तकें आणि वर्तमानपत्रें वाचून आगगाडीचें काम आणि नवीन सुधारणा ह्यांची माहिती ठेवीत जावी. त्याचप्रमाणें सवडीअंतीं रेखागणीताचे आणि

यांत्रिकाचे नकाशे काढण्याचा अभ्यास ठेवावा.

प्र० १८५.—गाडीवान व दुसरे यांत्रिकांत काम करणारे आणि भागवाले ह्यांणीं कोणत्या विषयाचा अभ्यास करावा ?

उ०.—पूर्वी सांगितलें आहे कीं, त्यांस आपली स्वभाषा लिहितां आणि वाचतां यावी त्याचप्रमाणें हिशोबही करतां यावे. कांहीं भूगोलविद्येचें ज्ञान असावें. दरएक गाडीवानास आणि भागवाल्यास पुष्कळ रिकामपण मिळते, त्यांतून कांहीं वेळ त्यांणीं अभ्यासाकडे लावावा आणि त्यांतूनही जरी कोणास लहानपणीं शिक्षण मिळालें नसलें तरी प्रयत्नानें आणि दृढनिश्चयानें सहज लिहितां वाचतां आणि हिशोब करतां येतील. शक्य असेल तर चांगल्या शिक्षकाची मदत मिळवावी. इतकें ज्ञान प्राप्त झाल्यावर पदार्थविज्ञानसंबंधाचीं पुस्तके वाचावीं आणि नंतर यांत्रिक विषय पहावा. तरी इतकें लक्षांत ठेवावें कीं, केवळ पुष्कळ पुस्तके विकत घेऊन संग्रहीं ठेवल्यानें संग्रहकर्त्यास ज्ञान येणार नाही. तें वाचून समजलें तरच होईल.

भाग १३.

किरकोळ माहिती, व मिश्र

वाफेचे धर्म.

कोष्टक.

निर्वातातलि दर चौरस इंजावरील वाफेचा एक- दर दान.	पां.ड.	
वातावरणावरील दाब.	पां.ड.	
इंद्रिय गोचर उष्णत्व. फा-इन्हेत.	अंश.	
उष्णतामापकाच्या शून्यबिंदूपासूनची उ- ष्णता.	अंश.	
एक षनफूट वाफेचे वजन.	पां.ड.	
च्या पाण्यापासून वाफ उत्पन्न होते त्या पाण्या- च्या तुकनेने वाफेचे प्रमाण.		

पाँड.	पाँड.	अंश.	अंश.	पाँड.
२५	२०	२४०	२२	०६२५
२६	२१	२४२	२२	०६५०
२७	२२	२४४	२२	०६७५
२८	२३	२४६	२२	०६९९
२९	२४	२४८	२२	०७२५
३०	२५	२५०	२२	०७५०
३१	२६	२५२	२२	०७७५
३२	२७	२५४	२२	०७९९
३३	२८	२५६	२२	०८२५
३४	२९	२५८	२२	०८५०
३५	३०	२६०	२२	०८७५
३६	३१	२६२	२२	०९००
३७	३२	२६४	२२	०९२५
३८	३३	२६६	२२	०९५०
३९	३४	२६८	२२	०९७५
४०	३५	२७०	२२	१०००
४१	३६	२७२	२२	१०२५
४२	३७	२७४	२२	१०५०
४३	३८	२७६	२२	१०७५
४४	३९	२७८	२२	११००
४५	४०	२८०	२२	११२५
४६	४१	२८२	२२	११५०
४७	४२	२८४	२२	११७५
४८	४३	२८६	२२	१२००
४९	४४	२८८	२२	१२२५
५०	४५	२९०	२२	१२५०
५१	४६	२९२	२२	१२७५
५२	४७	२९४	२२	१३००
५३	४८	२९६	२२	१३२५
५४	४९	२९८	२२	१३५०
५५	५०	३००	२२	१३७५
५६	५१	३०२	२२	१४००
५७	५२	३०४	२२	१४२५
५८	५३	३०६	२२	१४५०
५९	५४	३०८	२२	१४७५
६०	५५	३१०	२२	१५००
६१	५६	३१२	२२	१५२५
६२	५७	३१४	२२	१५५०
६३	५८	३१६	२२	१५७५
६४	५९	३१८	२२	१६००
६५	६०	३२०	२२	१६२५
६६	६१	३२२	२२	१६५०
६७	६२	३२४	२२	१६७५
६८	६३	३२६	२२	१७००
६९	६४	३२८	२२	१७२५
७०	६५	३३०	२२	१७५०
७१	६६	३३२	२२	१७७५
७२	६७	३३४	२२	१८००
७३	६८	३३६	२२	१८२५
७४	६९	३३८	२२	१८५०
७५	७०	३४०	२२	१८७५
७६	७१	३४२	२२	१९००
७७	७२	३४४	२२	१९२५
७८	७३	३४६	२२	१९५०
७९	७४	३४८	२२	१९७५
८०	७५	३५०	२२	२०००
८१	७६	३५२	२२	२०२५
८२	७७	३५४	२२	२०५०
८३	७८	३५६	२२	२०७५
८४	७९	३५८	२२	२१००
८५	८०	३६०	२२	२१२५
८६	८१	३६२	२२	२१५०
८७	८२	३६४	२२	२१७५
८८	८३	३६६	२२	२२००
८९	८४	३६८	२२	२२२५
९०	८५	३७०	२२	२२५०
९१	८६	३७२	२२	२२७५
९२	८७	३७४	२२	२३००
९३	८८	३७६	२२	२३२५
९४	८९	३७८	२२	२३५०
९५	९०	३८०	२२	२३७५
९६	९१	३८२	२२	२४००
९७	९२	३८४	२२	२४२५
९८	९३	३८६	२२	२४५०
९९	९४	३८८	२२	२४७५
१००	९५	३९०	२२	२५००

निर्वातातील दर चौरस
इंचावरील वाफेचा एक.
दर दाब.

वातावरणावरील
दाब.

त्रिभुजगोचर उष्णत्व
फाहेनेहते.

उष्णतामापकाच्या
शून्यबिंदुपासूनची उ.
ष्णता.

एक घनफूट वाफेचे
वजन.

व्या पाण्यापासून वाफ
उत्पन्न होते त्या पाण्या-
च्या तुलनेने वाफेचे प्रमाण.

निर्वाततिल दर चौरस इंचावरील वाफेचा एक- दर दाब.	वातावरणावरील दाब.	इंद्रिय गोचर उष्णत्व. फाहेन्हेत.	उष्णतामापकाच्या शून्यबिंदूपासूनची उ- ष्णता.	एक घनफूट वाफेचे वजन.	ज्या पाण्यापासून वाफ उत्पन्न होते त्या पाण्या- च्या तुलनेने वाफेचे प्रमाण.		
पाँड.	पाँड.	अंश.	अंश.	पाँड.			
४९	३४	२७९	७	२२९८	७	२२७९	५२९
५०	३४	२८२	०	२२९९	२	२२०२	५२८
५१	३४	२८२	३	२२९९	५	२२२४	५०९
५२	३४	२८३	६	२२९९	९	२२४६	५००
५३	३४	२८४	९	२२००	१२	२२६९	४९१
५४	३४	२८५	१२	२२००	१५	२२९२	४८२
५५	४०	२८७	१५	२२०१	१८	२३१४	४७४
५६	४२	२८८	१८	२२०१	२१	२३३६	४६६
५७	४२	२८९	२१	२२०१	२४	२३६४	४५८
५८	४४	२९०	२४	२२०२	२७	२३८०	४५२
५९	४४	२९१	२७	२२०२	३०	२४०३	४४४
६०	४५	२९२	३०	२२०२	३३	२४२५	४३७
६१	४६	२९३	३३	२२०३	३६	२४४७	४३०
६२	४६	२९४	३६	२२०३	३९	२४६९	४२४
६३	४८	२९५	३९	२२०३	४२	२४९३	४१६
६४	४९	२९६	४२	२२०४	४५	२५१६	४१२
६५	५०	२९८	४५	२२०४	४८	२५३८	४०५
६६	५२	२९९	४८	२२०४	५१	२५६०	३९९
६७	५२	३००	५१	२२०४	५४	२५८३	३९३
६८	५३	३००	५४	२२०५	५७	२६०५	३८८
६९	५४	३०२	५७	२२०५	६०	२६२७	३८३
७०	५४	३०३	६०	२२०५	६३	२६४८	३७८
७१	५५	३०३	६३	२२०६	६६	२६७०	३७३
७२	५६	३०४	६६	२२०६	६९	२६९२	३६८
७३	५६	३०५	६९	२२०६	७२	२७१४	३६३
७४	५७	३०६	७२	२२०७	७५	२७३६	३५८
७५	५७	३०६	७५	२२०७	७८	२७५८	३५३
७६	५८	३०७	७८	२२०७	८१	२७८०	३४८
७७	५९	३०८	८१	२२०८	८४	२८०२	३४३
७८	५९	३०९	८४	२२०८	८७	२८२४	३३८
७९	६०	३१०	८७	२२०८	९०	२८४६	३३३
८०	६०	३११	९०	२२०९	९३	२८६८	३२८
८१	६१	३१२	९३	२२०९	९६	२८९०	३२३
८२	६१	३१३	९६	२२०९	९९	२९१२	३१८
८३	६२	३१४	९९	२२१०	१०२	२९३४	३१३
८४	६२	३१५	१०२	२२१०	१०५	२९५६	३०८
८५	६३	३१६	१०५	२२१०	१०८	२९७८	३०३
८६	६३	३१७	१०८	२२११	१११	२९९९	२९८
८७	६४	३१८	१११	२२११	११४	३०२१	२९३
८८	६४	३१९	११४	२२११	११७	३०४३	२९८
८९	६५	३२०	११७	२२१२	१२०	३०६५	२९३
९०	६५	३२१	१२०	२२१२	१२३	३०८७	२८८
९१	६६	३२२	१२३	२२१२	१२६	३१०९	२८३
९२	६६	३२३	१२६	२२१३	१२९	३१३१	२८८
९३	६७	३२४	१२९	२२१३	१३२	३१५३	२८३
९४	६७	३२५	१३२	२२१३	१३५	३१७५	२७८
९५	६८	३२६	१३५	२२१४	१३८	३१९७	२७३
९६	६८	३२७	१३८	२२१४	१४१	३२१९	२६८
९७	६९	३२८	१४१	२२१४	१४४	३२४१	२६३
९८	६९	३२९	१४४	२२१५	१४७	३२६३	२६८
९९	७०	३३०	१४७	२२१५	१५०	३२८५	२६३
१००	७०	३३१	१५०	२२१५	१५३	३३०७	२५८

निर्वातातील दर चौरस इंचावरील वाफेचा एक- दर दाब.	वातावरणावरील दाब.	इंद्रिय गोचर उष्णत्व फाईचेत.	उष्णतामात्रकाच्या शून्यबिंदूपासूनची उ- ष्णता.	एक घनफूट वाफेचे वजन.	व्यापाण्यापासून वाफ उत्पन्न होते त्या पाण्या- च्या तुलनेने वाफेचे प्रमाण.
पौंड.	पौंड.	अंश.	अंश.	पौंड.	
२००	२००	२००	२२२२	२२४१	२६०
२००	२००	२००	२२२३	२२६३	२६५
२००	२००	२००	२२२३	२२८५	२६२
२००	२००	२००	२२२३	२३०७	२६०
२००	२००	२००	२२२३	२३२९	२६०
२००	२००	२००	२२२३	२३५२	२६५
२००	२००	२००	२२२४	२३७३	२६२
२००	२००	२००	२२२४	२३९३	२६०
२००	२००	२००	२२२४	२४१४	२६०
२००	२००	२००	२२२४	२४३५	२६५
२००	२००	२००	२२२४	२४५६	२६५
२००	२००	२००	२२२५	२४७७	२६५
२००	२००	२००	२२२५	२४९९	२६९
२००	२००	२००	२२२५	२५२१	२६८
२००	२००	२००	२२२५	२५४३	२६५
२००	२००	२००	२२२५	२५६४	२६३
२००	२००	२००	२२२६	२५८६	२६२
२००	२००	२००	२२२६	२६०७	२६२
२००	२००	२००	२२२६	२६२९	२६३
२००	२००	२००	२२२६	२६५०	२६५
२००	२००	२००	२२२६	२६७१	२६३
२००	२००	२००	२२२६	२६९२	२६२
२००	२००	२००	२२२६	२७१३	२६२
२००	२००	२००	२२२६	२७३४	२६६

निर्वातीतील दर चौरस इंचावरील वाफेचा एक- दर दाब.	वातावरणावरील दाब.	इंद्रिय गोचर उष्णत्व फाहेन्हेत.	उष्णतामापकाच्या शून्यबिंदूपासूनची उ- ष्णता.	एक घनफूट वाफेचे वजन.	ब्या पाण्यापासून वाफ उत्पन्न होते त्या पाण्या च्या तुलनेने वाफेचे प्रमाण.	
पाँड.	पाँड.	अंश.	अंश.	पाँड.		
१२१	१०६	३	३४१	१२१.६	२७८०	२२५
१२२	१०७	३	३४२	१२१.७	२८०१	२२४
१२३	१०८	३	३४३	१२१.८	२८२२	२२३
१२४	१०९	३	३४३	१२१.८	२८४५	२२१
१२५	११०	३	३४४	१२१.८	२८६७	२१९
१२६	१११	३	३४४	१२१.८	२८८९	२१७
१२७	११२	३	३४५	१२१.८	२९११	२१५
१२८	११३	३	३४६	१२१.८	२९३३	२१४
१२९	११४	३	३४६	१२१.९	२९५५	२१२
१३०	११५	३	३४७	१२१.९	२९७७	२११
१३१	११६	३	३४७	१२१.९	२९९९	२०९
१३२	११७	३	३४८	१२१.९	३०२०	२०८
१३३	११८	३	३४८	१२१.९	३०४०	२०६
१३४	११९	३	३४९	१२२.०	३०६०	२०५
१३५	१२०	३	३५०	१२२.०	३०८०	२०३
१३६	१२१	३	३५०	१२२.०	३१०१	२०२
१३७	१२२	३	३५१	१२२.०	३१२१	२००
१३८	१२३	३	३५१	१२२.०	३१४२	१९९
१३९	१२४	३	३५२	१२२.०	३१६२	१९८
१४०	१२५	३	३५२	१२२.१	३१८४	१९६
१४१	१२६	३	३५३	१२२.१	३२०६	१९५
१४२	१२७	३	३५४	१२२.१	३२२८	१९४
१४३	१२८	३	३५४	१२२.१	३२५०	१९३
१४४	१२९	३	३५५	१२२.१	३२७३	१९२

निर्वातातीळ दर चौरस इंचावरील वाफेचा एक- दर दाब.	वातावरणावरील दाब.	इंद्रिय गोचर उष्णत्व. फाहेन्हेत.	उष्णतामापकाच्या- मान्यांबद्दपासूनची उ- ष्णता.	एक घनफुट वाफेचे वजन.	व्यापाण्यापासून वाफ उत्पन्न होते त्या पाण्या- च्या तुलनेने वाफेचे प्रमाण.
पांढ.	पांढ.	अंश.	अंश.	पांढ.	
२४५	२५०	२५५	२२२	२५४	२५०
२४६	२५०	२५५	२२२	२५५	२५०
२४७	२५०	२५५	२२२	२५६	२५०
२४८	२५०	२५५	२२२	२५७	२५०
२४९	२५०	२५५	२२२	२५८	२५०
२५०	२५०	२५५	२२२	२५९	२५०
२५५	२५०	२५५	२२३	२६०	२५०
२६०	२५०	२५५	२२४	२६१	२५०
२६५	२५०	२५५	२२५	२६२	२५०
२७०	२५०	२५५	२२६	२६३	२५०
२७५	२५०	२५५	२२६	२६४	२५०
२८०	२५०	२५५	२२६	२६५	२५०
२८५	२५०	२५५	२२६	२६६	२५०
२९०	२५०	२५५	२२६	२६७	२५०
२९५	२५०	२५५	२२७	२६८	२५०
३००	२५०	२५५	२२७	२६९	२५०
३०५	२५०	२५५	२२७	२७०	२५०
३१०	२५०	२५५	२२७	२७१	२५०
३१५	२५०	२५५	२२८	२७२	२५०
३२०	२५०	२५५	२२८	२७३	२५०
३२५	२५०	२५५	२२८	२७४	२५०
३३०	२५०	२५५	२२९	२७५	२५०
३४०	२५०	२५५	२२९	२७६	२५०
३५०	२५०	२५५	२२९	२७७	२५०
३६०	२५०	२५५	२२९	२७८	२५०
३७०	२५०	२५५	२२९	२७९	२५०
३८०	२५०	२५५	२२९	२८०	२५०
३९०	२५०	२५५	२२९	२८१	२५०
४००	२५०	२५५	२२९	२८२	२५०
४१०	२५०	२५५	२२९	२८३	२५०
४२०	२५०	२५५	२२९	२८४	२५०
४३०	२५०	२५५	२२९	२८५	२५०
४४०	२५०	२५५	२२९	२८६	२५०
४५०	२५०	२५५	२२९	२८७	२५०
४६०	२५०	२५५	२२९	२८८	२५०
४७०	२५०	२५५	२२९	२८९	२५०
४८०	२५०	२५५	२२९	२९०	२५०
४९०	२५०	२५५	२२९	२९१	२५०
५००	२५०	२५५	२२९	२९२	२५०
५१०	२५०	२५५	२२९	२९३	२५०
५२०	२५०	२५५	२२९	२९४	२५०
५३०	२५०	२५५	२२९	२९५	२५०
५४०	२५०	२५५	२२९	२९६	२५०
५५०	२५०	२५५	२२९	२९७	२५०
५६०	२५०	२५५	२२९	२९८	२५०
५७०	२५०	२५५	२२९	२९९	२५०
५८०	२५०	२५५	२२९	३००	२५०
५९०	२५०	२५५	२२९	३०१	२५०
६००	२५०	२५५	२२९	३०२	२५०
६१०	२५०	२५५	२२९	३०३	२५०
६२०	२५०	२५५	२२९	३०४	२५०
६३०	२५०	२५५	२२९	३०५	२५०
६४०	२५०	२५५	२२९	३०६	२५०
६५०	२५०	२५५	२२९	३०७	२५०
६६०	२५०	२५५	२२९	३०८	२५०
६७०	२५०	२५५	२२९	३०९	२५०
६८०	२५०	२५५	२२९	३१०	२५०
६९०	२५०	२५५	२२९	३११	२५०
७००	२५०	२५५	२२९	३१२	२५०
७१०	२५०	२५५	२२९	३१३	२५०
७२०	२५०	२५५	२२९	३१४	२५०
७३०	२५०	२५५	२२९	३१५	२५०
७४०	२५०	२५५	२२९	३१६	२५०
७५०	२५०	२५५	२२९	३१७	२५०
७६०	२५०	२५५	२२९	३१८	२५०
७७०	२५०	२५५	२२९	३१९	२५०
७८०	२५०	२५५	२२९	३२०	२५०
७९०	२५०	२५५	२२९	३२१	२५०
८००	२५०	२५५	२२९	३२२	२५०
८१०	२५०	२५५	२२९	३२३	२५०
८२०	२५०	२५५	२२९	३२४	२५०
८३०	२५०	२५५	२२९	३२५	२५०
८४०	२५०	२५५	२२९	३२६	२५०
८५०	२५०	२५५	२२९	३२७	२५०
८६०	२५०	२५५	२२९	३२८	२५०
८७०	२५०	२५५	२२९	३२९	२५०
८८०	२५०	२५५	२२९	३३०	२५०
८९०	२५०	२५५	२२९	३३१	२५०
९००	२५०	२५५	२२९	३३२	२५०
९१०	२५०	२५५	२२९	३३३	२५०
९२०	२५०	२५५	२२९	३३४	२५०
९३०	२५०	२५५	२२९	३३५	२५०
९४०	२५०	२५५	२२९	३३६	२५०
९५०	२५०	२५५	२२९	३३७	२५०
९६०	२५०	२५५	२२९	३३८	२५०
९७०	२५०	२५५	२२९	३३९	२५०
९८०	२५०	२५५	२२९	३४०	२५०
९९०	२५०	२५५	२२९	३४१	२५०
१०००	२५०	२५५	२२९	३४२	२५०

गाड्यांच्या रिंगांच्या भिन्नभिन्न चढणिवरील भिन्नभिन्न वेगास मिळालेला विरोध.

दर मेल सचटाव फुटीत.	दर टनाचा (फक्त चढ- णीचा) विरोध.	दर अकरासप्तमैलांच्या वेगानें चाललेल्या री- गेचा दरटनास एकंदर विरोध पौडांत.	१० मेल दर तासास.	१५ मेल दर तासास.	२० मेल दर तासास.	२५ मेल दर तासास.	३० मेल दर तासास.	३५ मेल दर तासास.	४० मेल दर तासास.	४५ मेल दर तासास.	५० मेल दर तासास.	६० मेल दर तासास.	७० मेल दर तासास.
३०००	११.३	११.३	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०
२५००	११.३	११.३	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०
२०००	११.३	११.३	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०
१५००	११.३	११.३	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०
१०००	११.३	११.३	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०
५००	११.३	११.३	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०
०	११.३	११.३	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०	१५.०

दर मंजूर सचदाव फुटांत.	दर टनाचा (फक्त च. ढणीचा) विरोध.	दर अवरास ५ मैलांच्या वेगानें चाललेल्या रा- गेचा दरटनास एकंदर विरोध पोंडांत.	१० मैल दर तासास.	१५ मैल दर तासास.	२० मैल दर तासास.	२५ मैल दर तासास.	३० मैल दर तासास.	३५ मैल दर तासास.	४० मैल दर तासास.	४५ मैल दर तासास.	५० मैल दर तासास.	६० मैल दर तासास.	७० मैल दर तासास.
३५००	१३००	२०००	१०००	२०००	२०००	२०००	२०००	२०००	२०००	२०००	२०००	२०००	२०००
४०००	१४००	२१००	१०००	२१००	२१००	२१००	२१००	२१००	२१००	२१००	२१००	२१००	२१००
४५००	१५००	२२००	१०००	२२००	२२००	२२००	२२००	२२००	२२००	२२००	२२००	२२००	२२००
५०००	१६००	२३००	१०००	२३००	२३००	२३००	२३००	२३००	२३००	२३००	२३००	२३००	२३००
५५००	१७००	२४००	१०००	२४००	२४००	२४००	२४००	२४००	२४००	२४००	२४००	२४००	२४००
६०००	१८००	२५००	१०००	२५००	२५००	२५००	२५००	२५००	२५००	२५००	२५००	२५००	२५००
६५००	१९००	२६००	१०००	२६००	२६००	२६००	२६००	२६००	२६००	२६००	२६००	२६००	२६००
७०००	२०००	२७००	१०००	२७००	२७००	२७००	२७००	२७००	२७००	२७००	२७००	२७००	२७००
७५००	२१००	२८००	१०००	२८००	२८००	२८००	२८००	२८००	२८००	२८००	२८००	२८००	२८००
८०००	२२००	२९००	१०००	२९००	२९००	२९००	२९००	२९००	२९००	२९००	२९००	२९००	२९००

गाड्यांच्या रांगांच्या भिन्नभिन्न चढणीवरील भिन्नभिन्न वेगास मिळालेला विरोध.

लोहमार्ग

१२५

दर मैला स टांत.	१५	२०	२५	३०	३५	४०	४५	५०	६०	७०
२१००००	७५.५	८५.५	९५.५	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०
२२००००	७३.३	८३.३	९३.३	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०
२३००००	७१.१	८१.१	९१.१	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०
२४००००	६९.०	७९.०	८९.०	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०
२५००००	६७.८	७७.८	८७.८	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०
२६००००	६६.६	७६.६	८६.६	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०
२७००००	६५.५	७५.५	८५.५	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०
२८००००	६४.४	७४.४	८४.४	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०
२९००००	६३.३	७३.३	८३.३	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०
३०००००	६२.२	७२.२	८२.२	१००.०	१०५.०	११०.०	११५.०	१२०.०	१२५.०	१३०.०

गाड्यांच्या रंगांच्या भिन्नभिन्न चढणीवरील भिन्नभिन्न वेगास मिळालेला विरोध.

दर टनाचा (फक्त चढणीचा) विरोध.
 दर अवरास ५ मैलांच्या वेगानें चाललेल्या गेचा दरटनास एकंदर विरोध पोंडत.
 १० मैल दर तासास.
 १५ मैल दर तासास.
 २० मैल दर तासास.
 २५ मैल दर तासास.
 ३० मैल दर तासास.
 ३५ मैल दर तासास.
 ४० मैल दर तासास.
 ४५ मैल दर तासास.
 ५० मैल दर तासास.
 ६० मैल दर तासास.
 ७० मैल दर तासास.

हिंदुस्थानांतलि रेलवेचें कोष्टक. १३७

रेलवेचें नांव.	मैल (लांबी)	नौकर लोक (संख्या)
सावकारी रेलवे.		
ईस्ट इंडियन रेलवे.	५,०३३	१,९३,२२
ग्रेट इंडियन पेनिनसुला रेलवे.	१,२०६	१,४६,४७
मद्रास रेलवे.	८५८	६,५५,९
बाबे बडोदा आड सेंट्रल इंडिया रेलवे.	४२०	४१,०४
साऊथ पंजाब आणि दिल्ली रेलवे.	६७४	९,३१०
साऊथ इंडियन रेलवे.	५,९९३	२,०७,४
इस्टर्न बेंगाल.	१,५६३	४१,५५
भोंड आणि रोहिलखंड रेलवे.		
सरकारी रेलवे.	५,४०	२,२३,४
कलकत्ता आणि साऊथ ईस्टर्न स्टेट रेलवे.	२०	२०४
नलाटी स्टेट रेलवे.	२५	१,४१
स्वामगाव स्टेट रेलवे.	८	०
उमरावती स्टेट रेलवे.	५	०
पाटी स्टेट रेलवे.	२२	०
ट्रिहूट स्टेट रेलवे.	५३	१,०७
हैदराबाद स्टेट रेलवे.	१२१	०
पंजाब नार्दन स्टेट रेलवे.	३२९	३,०७
राजपुताना स्टेट रेलवे.	८४४	३,४२,७
इंडस व्हाली स्टेट रेलवे.	४९३	०
होळकर स्टेट रेलवे.	८६	३,९१
निमच स्टेट रेलवे.	७३	०
वरधा व्हाली स्टेट रेलवे.	४५	०
नागपूर आणि छत्तीसगड स्टेट रेलवे.	१३१	०
इरावती स्टेट रेलवे.	१६०	०
नार्दन बेंगाल स्टेट रेलवे.	१०४	०
धोंड आणि मनमाड स्टेट रेलवे.	१४६	०
पाठणा आणि गया स्टेट रेलवे.	५७	०
एकंदर लांबी.	८५,०३३	६,५८,२०

हिंदुस्थानांत उतारुंचें आणि मालाचें मिळून एकंदर ३५,५,९२ इतके डबे आहेत. ह्याशिवाय १,७०१ इंजिनें आहेत. ९१८ स्टेशनें आहेत उग्न ६६,९६,९१०, खर्च ३,२,९५,७७८ आणि नफा ३,४०,१,३३६ रुपये.

जगांतिल रेलवेचें कोष्टक.

रेलवेचें नांव.	लांबी (मैल)
युरप.	
बेल्जम,	२१७४
ग्रेटब्रिटन व ऐर्लँड,	१६६६४
स्वीटझर्लँड,	१३००
जर्मनी,	१७४७२
फ्रांस,	१२३७६
डेनमार्क,	५६१
निदरलँड,	१०१६
आस्ट्रिया-हंगारी,	२०१५४
इटाली,	४८१७
स्पेन,	३८२२
रोमानिया,	७७०
पोर्तुगाल,	५९६
स्वीडन,	२२३७
टर्की इन युरप,	९६५
रशिया इन युरप,	२१५९१
नॉर्वे,	१३९
ग्रीस,	७
अमेरिकेंतील रेलवे.	
युनाइटेड स्टेट्स,	७४८९०
क्यूबा,	४००

जगतील रेलवेचें कोष्ठक.

रेलवेचें नांव.	लांबी (मैल)
चिली.	८२०
जमेका.	२४
उरुगे.	१९०
पेरू.	१२८०
आर जेन टाईन (कानफीड्रेशन)	९९०
हानडूरास.	६६
कानडा (डोमिनियन)	४४४३
कोस्टारिका.	२९
पाराग्वे.	४६
मेक्सिको.	३७२
ब्राझिल.	१०३८
कोलंबिया.	६६
व्हेनी झुला.	८
आफ्रिका खंडातील रेलवे.	
आल्जिरिया.	३३६
इजिप्त (प्रापर)	९६३
एथ्योपिया.	३७
केप आफ गुड होप.	१३२
नाटाल.	२९
आशिया खंडातील रेलवे.	
रशियन काकेशस.	६२७

जगांतील रेलवेचें कोष्टक.

रेलवेचें नांव.	लांबी (मैल)
सिलोन (लंका)	९२
जावा.	१६३
टर्की इन एशिया.	१७२
जपान	३८
आस्ट्रेलेशियेंतील रेलवे.	
व्हिकटोरिया.	६२८
न्यूझीलंड.	५४२
टसमानिया.	१६७
न्यू साऊथव्हेल्स.	४३७
क्वीन्सलंड.	२६३
साऊथ आस्ट्रेलिया.	२५८
वेस्टर्न.	४०
एकंदर भूगोलावरील रेलवे.	
	२८५०१४



कठिग शब्दांची परिभाषा.

शब्द.	अर्थ.
आक्सिजन.	वायुरूपी पदार्थ.
आसिड.	आंबट पदार्थ.
अनुदूत.	गुत.
ओढ.	ओढण्याची शक्ति.
ओशट.	बु ळु ळीत पदार्थ. तेल नूप इत्यादि.
कटाफ.	तुटणें; तोडणें.
कारबान.	कोळसा.
गेजकाक.	तापकांतील उंची पहाण्याची एक प्रकारची तोटी आहे. (आ. ३२ पहा S, S, S, S. ह्या अक्षरांनीं तोट्या दाखविल्या आहेत.
गेज ग्लास.	तापकांतील पाण्याची उंची पहाण्याकरितां एक कांचेळी नळी आहे. तां ७२ व्या आ. त P ह्या अक्षरानें दाखविली आहे.
उघडी.	एक प्रकारचें कळीचें दार आहे तें दुसऱ्या आकृतींत ब या अक्षरानें दाखविलें आहे.
घनीभवन.	घट्ट होणें.
घुमट.	ह्याचा देखावा ७२ व्या आकृतींत दाखविला आहे.

शब्द.
गजांचा जाळी.
चर शक्ति.
चलन.
जोरनळ.
तुंबा.
नैत्रोजन.
पाऊ.

अर्थ.

हिचा देखावा ८६ व्या आकृतीत दाखविला आहे.

चालण्याची शक्ति.

चालणं.

आकृ. ३० वी पहा.

आकृति २ पहा.

वायुरूपी पहार्य.

चाक्राच्या तुंबास पट्टी लावलेली असते कीं जिच्या मदतीने चाक्र फिरते. उदाहरणार्थ भात दळण्याच्या मोठाल्या जांतिणी असतात त्यांस खुंटा मारण्याकरितां जांतिणीस भोंक पाडतात, तें न पाडतां जांतिणीच्या गळ्यांत एक लांकूड बांधतात त्यास पाऊ असें म्हणतात. ही पाऊ दुसऱ्या आकृतीत (प) ह्या अक्षराने दाखविली आहे.

पौन्ड.
वाष्पमार्ग.

कच्चा अर्धा शेर.

हा पहिल्या आकृतीत ड ह्या अक्षराने दाखविला आहे.

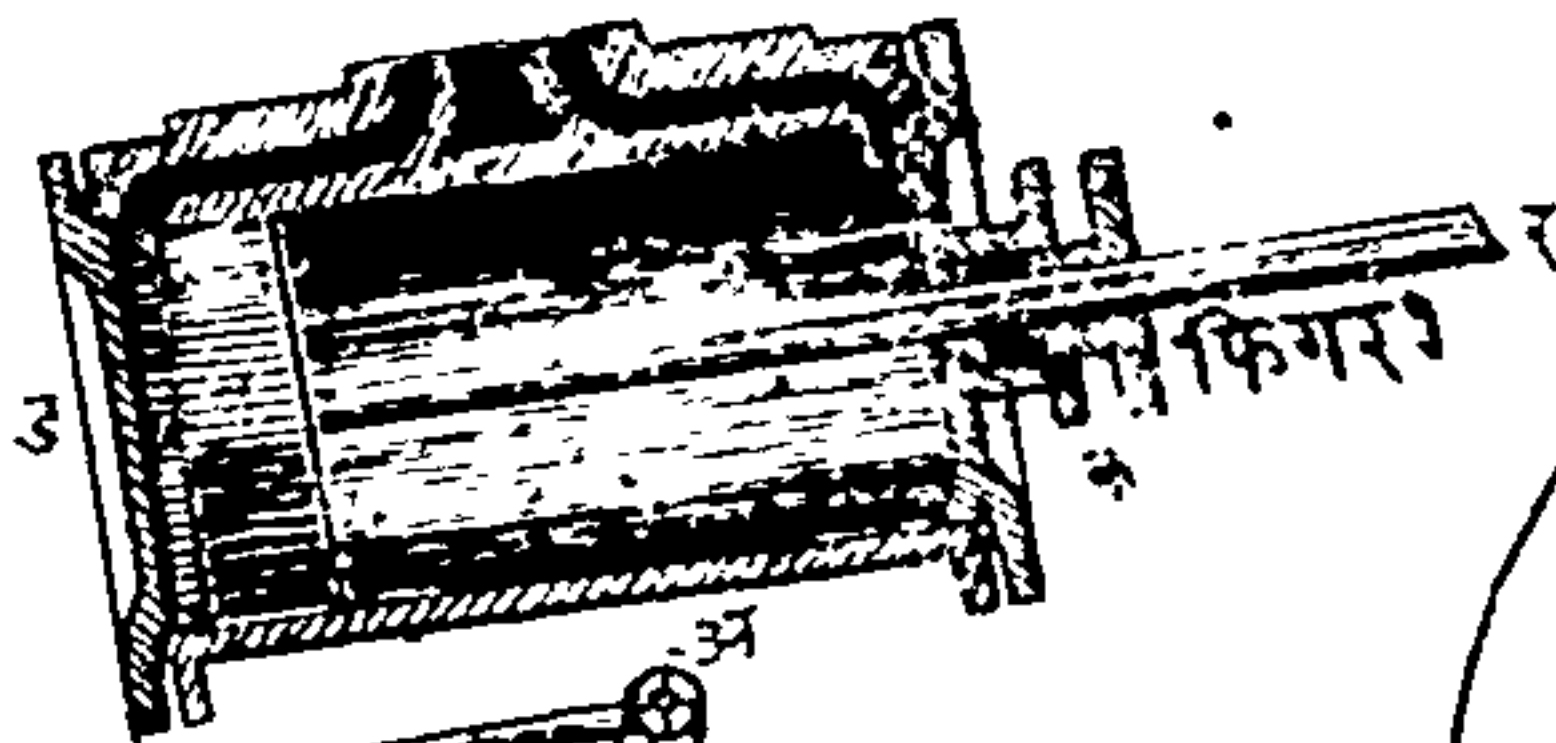
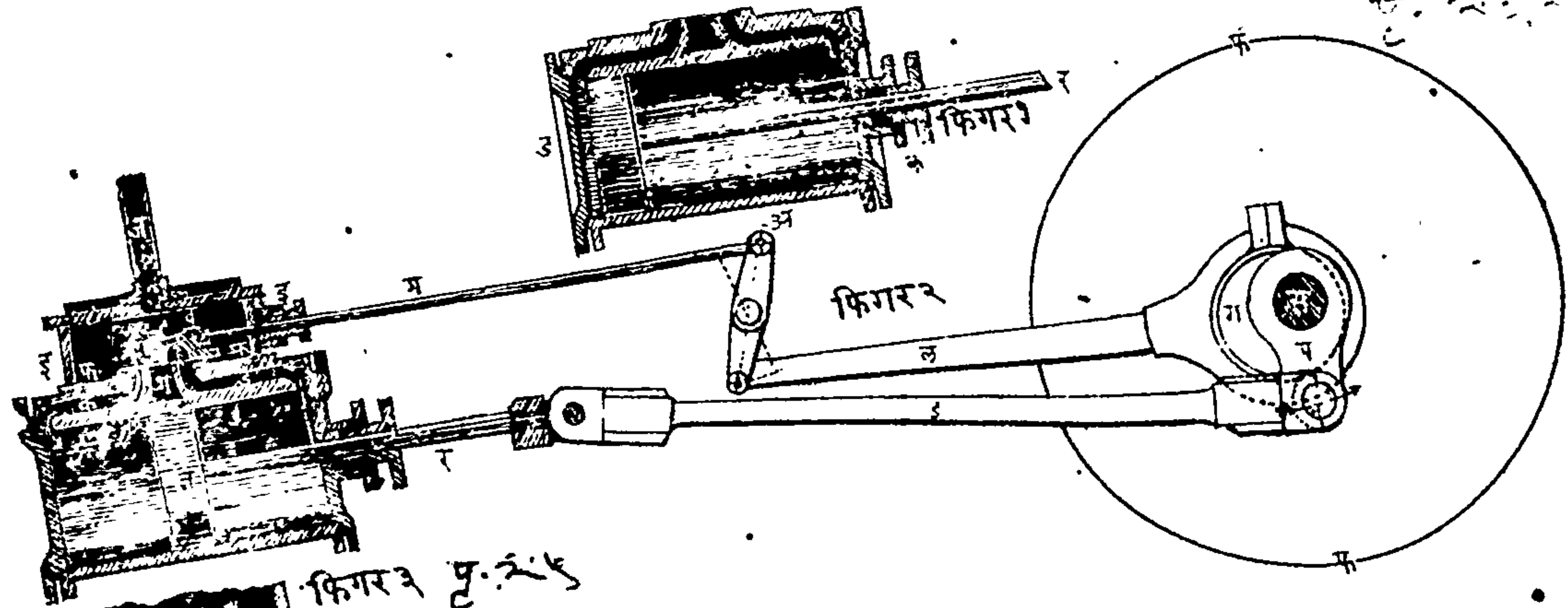
शब्द.	अर्थ.
प्यास द्वार.	हें ३० व्या आकृतींत फ, ह्या अक्षरानें दाखविलें आहे.
प्यास नळ.	हा ३० व्या आकृतींत ड ह्या अक्षरानें दाखविला आहे.
दाबद्वार.	हें ३० व्या आकृतींत ग अक्षरानें दाखविलें आहे.
चेकदार.	हें ३० व्या आकृतींत ह या अक्षरानें दाखविलें आहे.
पोतनळ.	ह्याचा देखावा ३० व्या आकृतींत दाखविला आहे.
पेटकाक.	ह्याचा देखावा ३० व्या आकृतींत म या अक्षरानें दाखविला आहे.
वाष्पाशय.	वाफेची पेटा ही आकृतींत स, अक्षरानें दाखविली आहे.
ब्रेक.	गतिरोधक.
भट्टी.	हिची आकृति ८७ व्या आकृतींत दाखविली आहे.
बाष्पदर्शक.	तापकांत वाफेचा जोर किती आहे हें पहाण्याकरितां एक घड्याळप्रमाणं यंत्र केलेलें असतें. (आ. ३९ पहा.)
श्वासमार्ग.	हा दुसऱ्या आकृतींत ग ह्या अक्षरानें दाखविला आहे.
स्टेशन.	आगगाडींत मागसें चढण्या उतरण्याची जागा.

शब्द.	अर्थ.
विरोध.	अडधळा.
विषम केंद्रिय चक्र.	ज।। चाकांचा आंस मध्यावर नस- तो तें (आ. ६ पहा.)
धमक.	शक्ति.
शिलिंग.	आठ आणे.
हैड्रोजन.	वायुरूपी तत्त्व. जलोत्पादक.
थर्मामिटर.	उष्णतामापक. यंत्र.
मैल.	अर्ध कोश.
मिनिट.	अडीच पळें.
इंजेक्टर.	तापकांत पाणी पोहोंचविण्याक- रितां एक पिचकारीसारखें यंत्र केलेलें असतें.

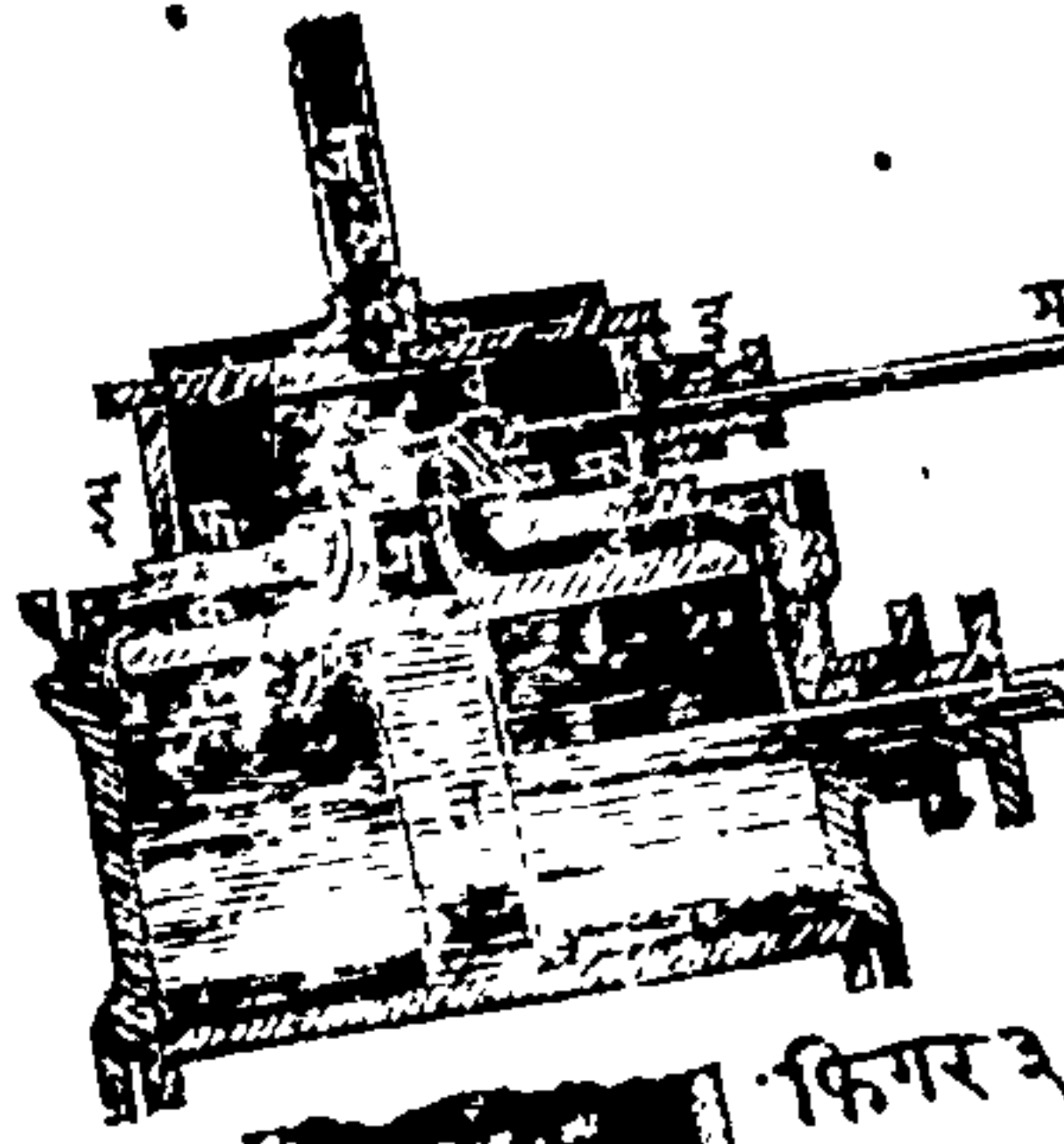


पृ. २३,

पृ. २३, २४, २५



फिगर १



फिगर २ पृ. २५

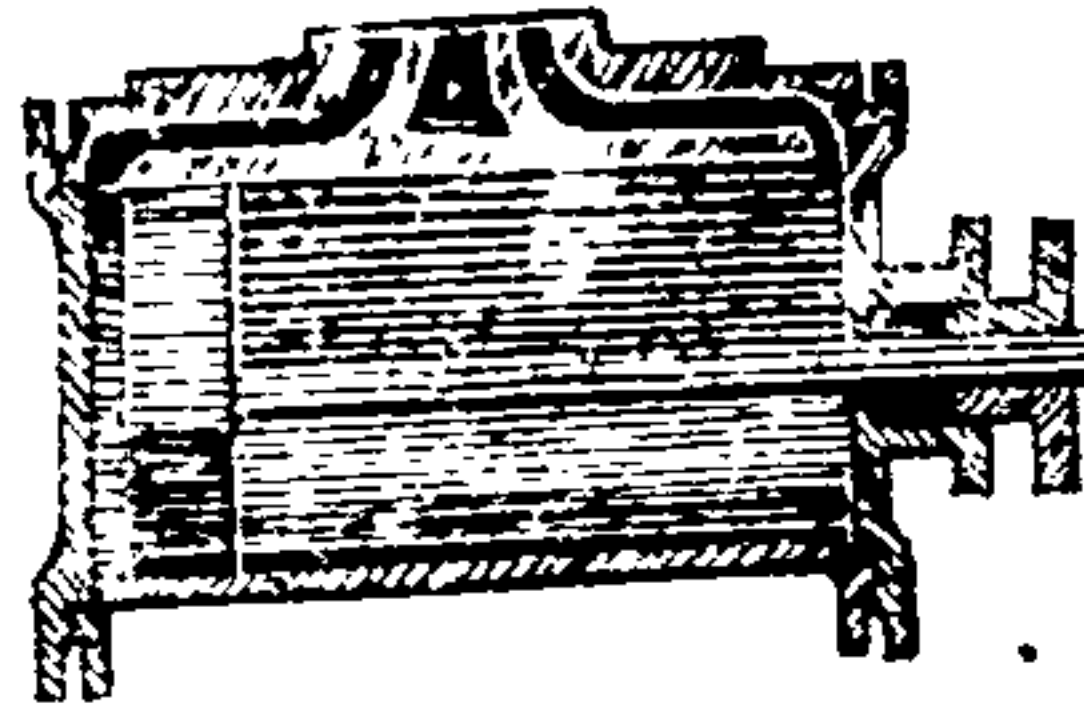


फिगर ३ पृ. २४

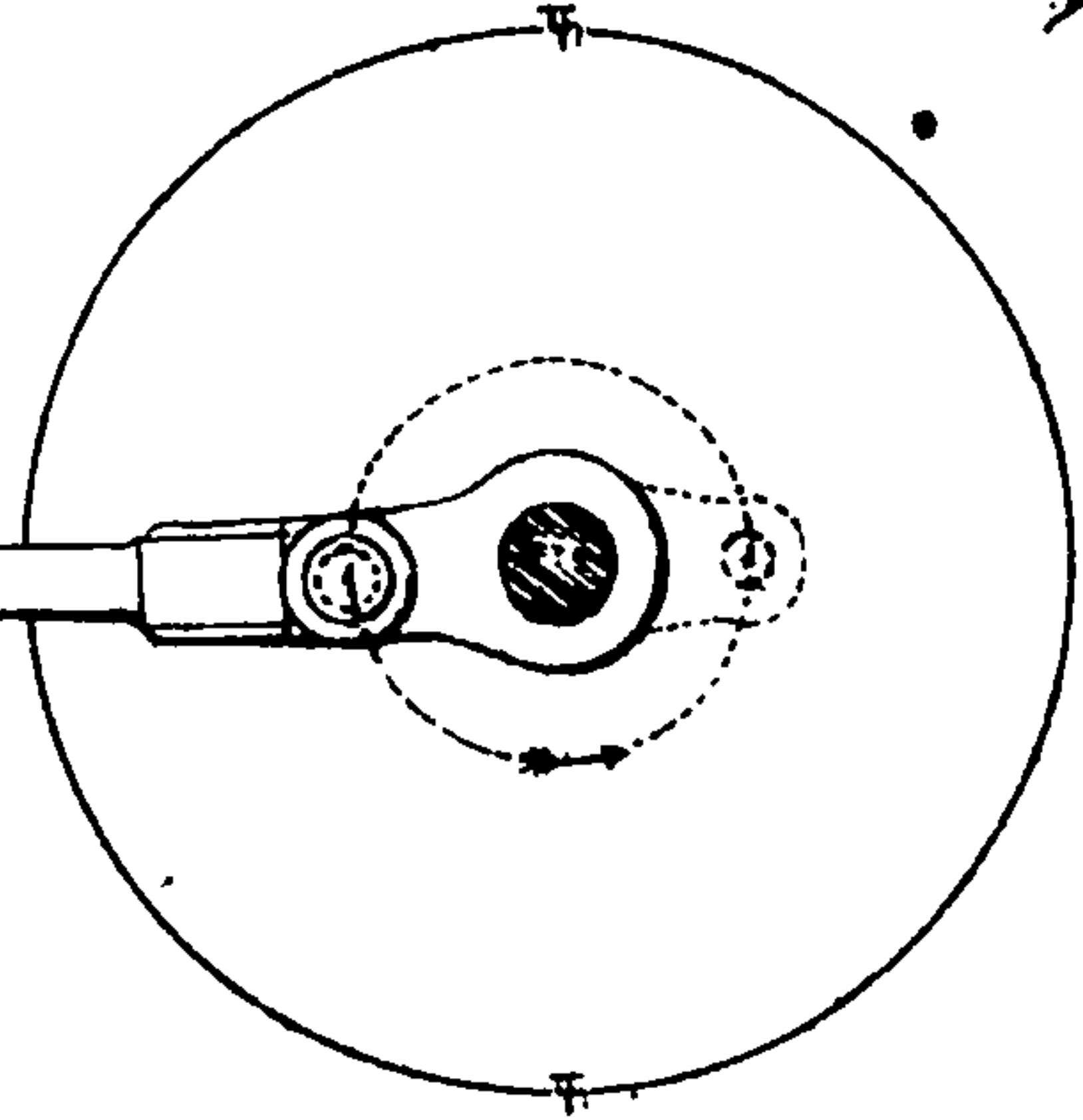


४

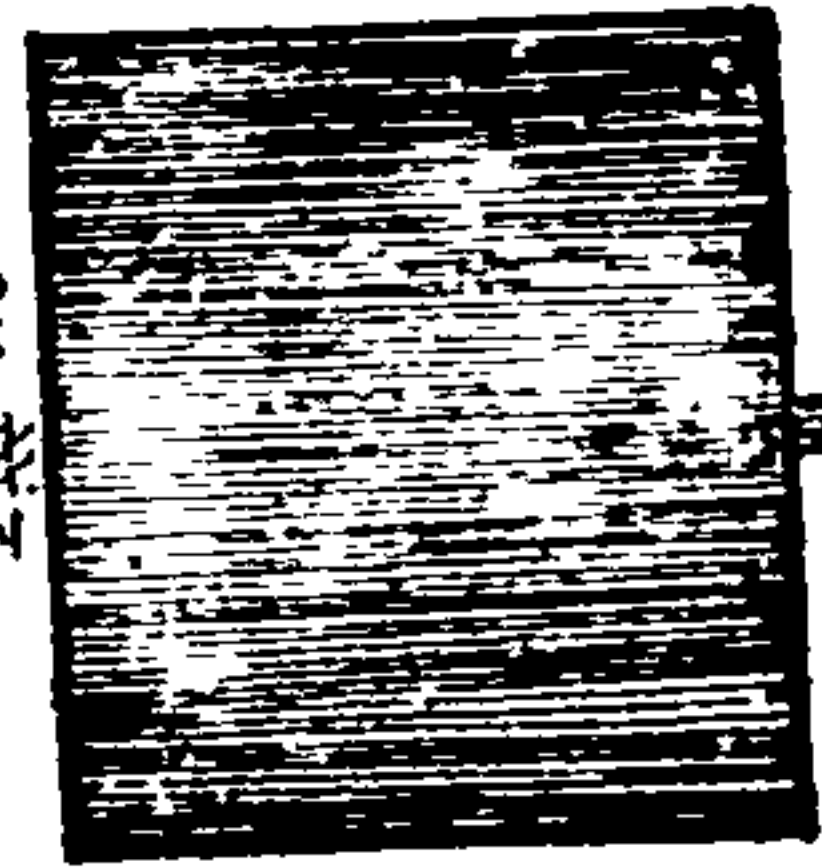
पृ. २३,



फिगर ५

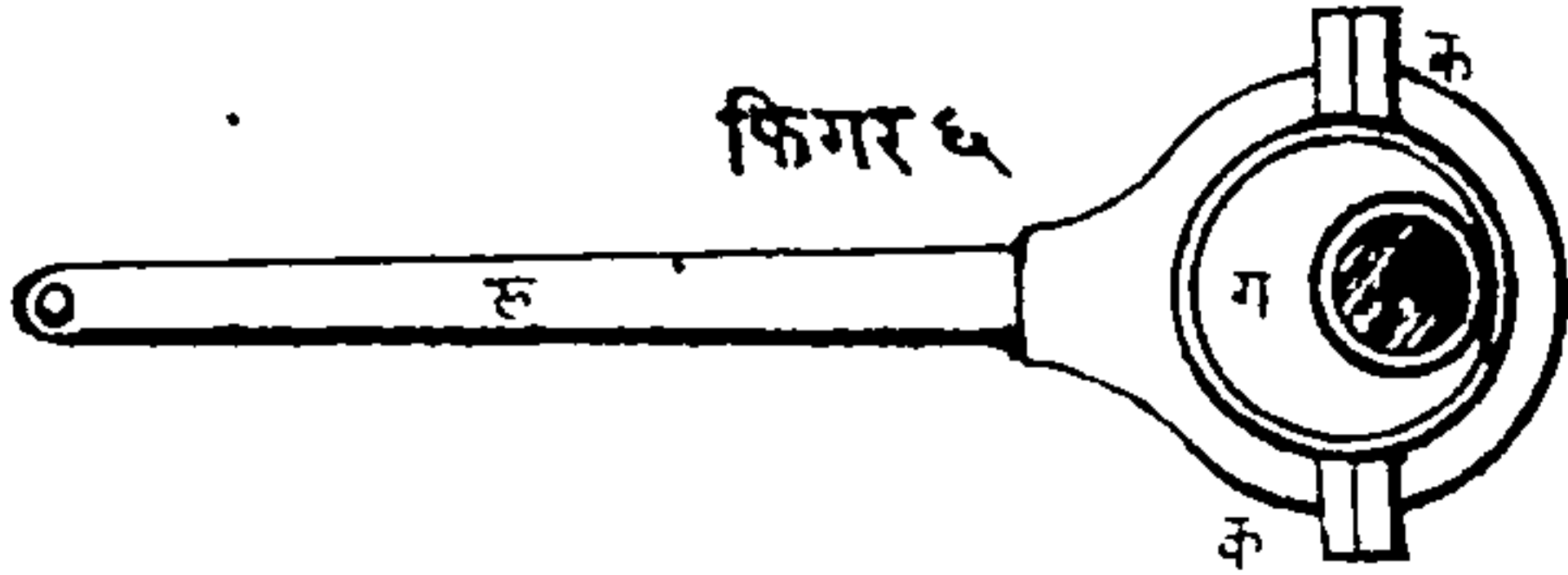


पृ. २४, २५, २६



फिगर ७

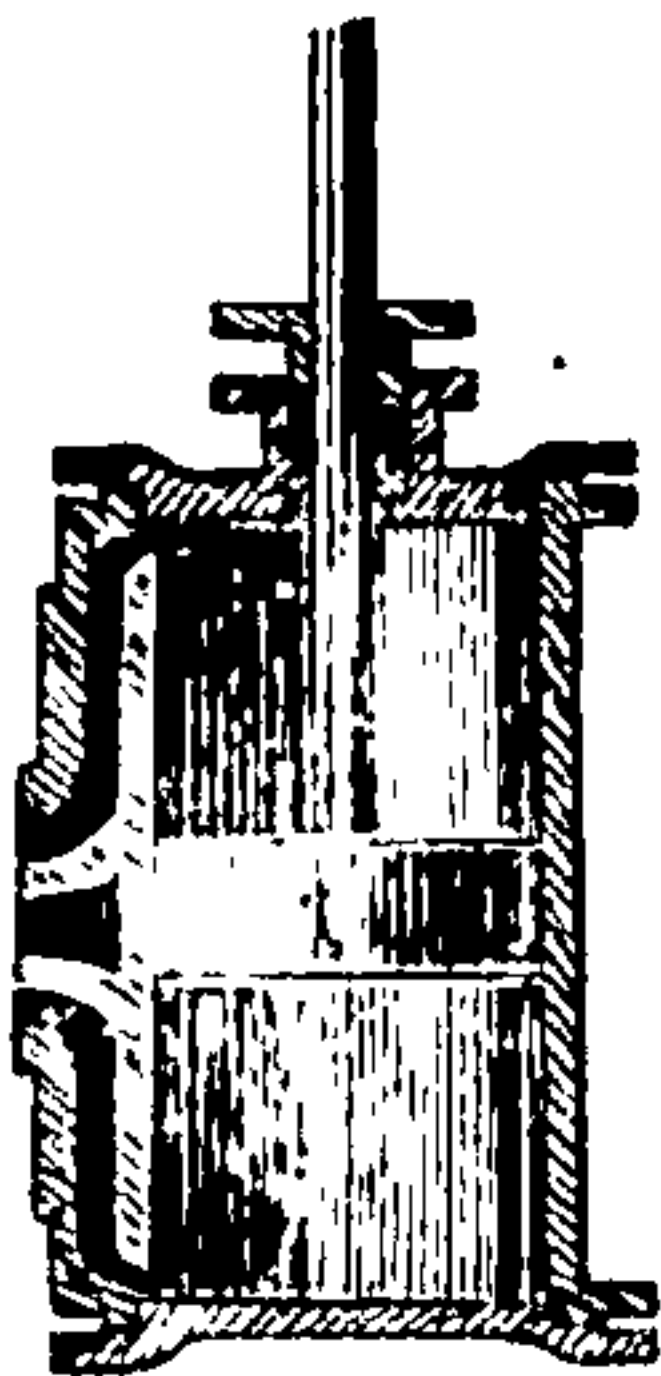
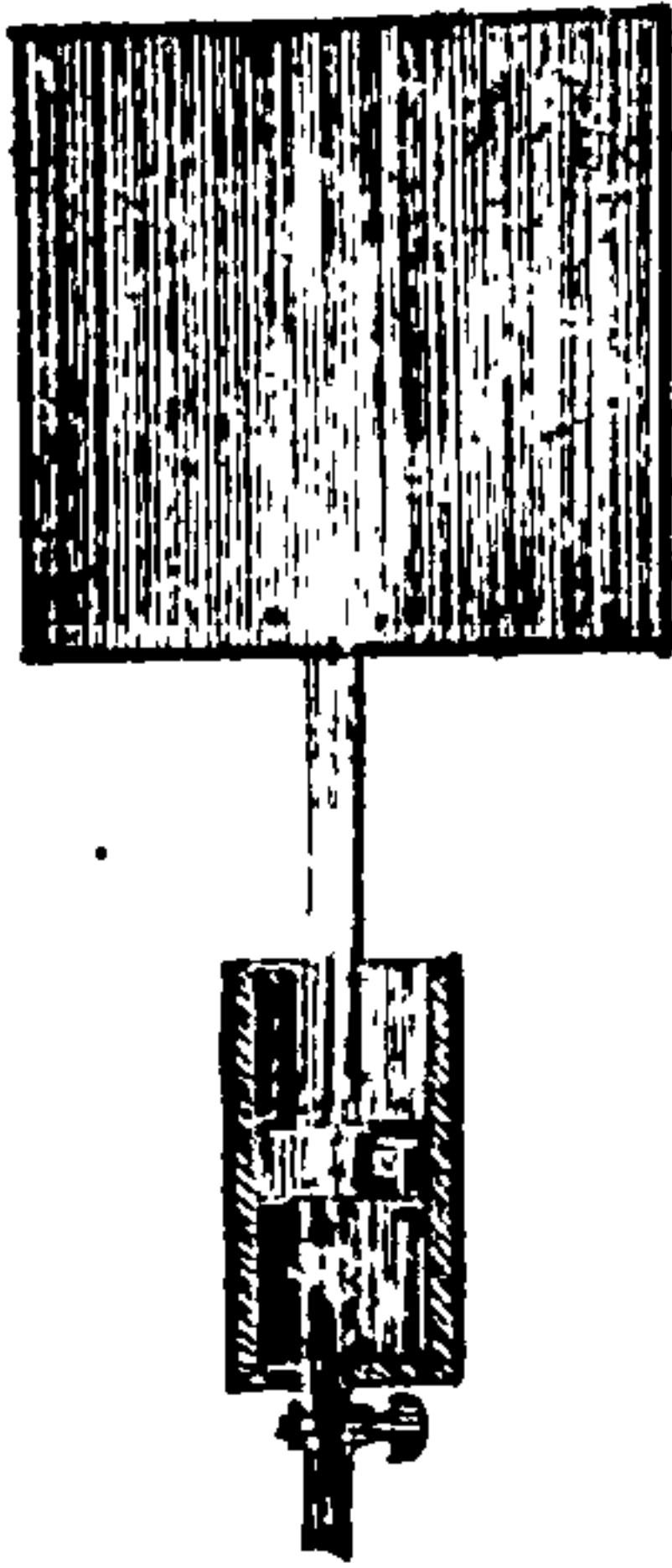
फिगर ६



पृ. २५, २६.

८२

फिगर ८
१५ पोंड



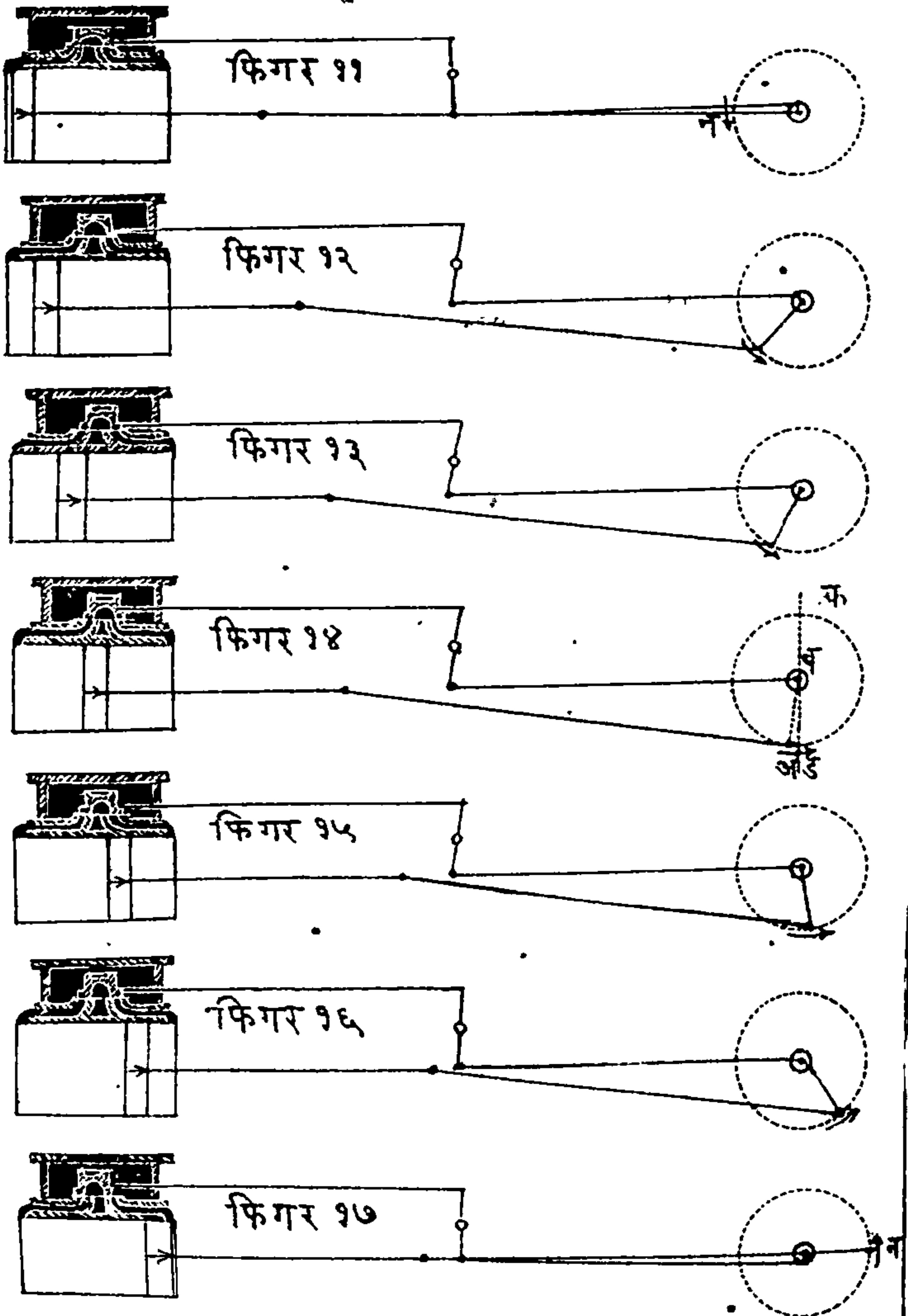
फिगर १०
स्केल ३ इंच = १ फुट

फिगर ९

३

फ	स	र	
२१२	१००	८०	
२०३	९५	७६	
१९४	९०	७२	
१८५	८५	६८	
१७६	८०	६४	आलकोइल दासूक टने.
१६७	७५	६०	
१५८	७०	५६	
१४९	६५	५२	
१४०	६०	४८	
१३१	५५	४४	
१२२	५०	४०	
११३	४५	३६	
१०४	४०	३२	
६५	३५	२८	इथर कटने.
८६	३०	२४	
७७	२५	२०	
६८	२०	१६	
५९	१५	१२	परमित.
५०	१०	८	
४१	५	४	
३२	०	०	पाणीगोठने.
३३	५	४	
१४	१०	८	
५	१५	१२	
०	१८	१४	

४ पु-०५



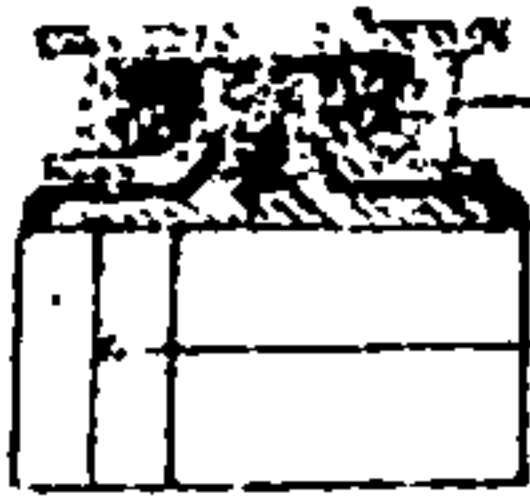
स्केल १ इंच = १ फुट .

पृ. ४५



फिगर २४

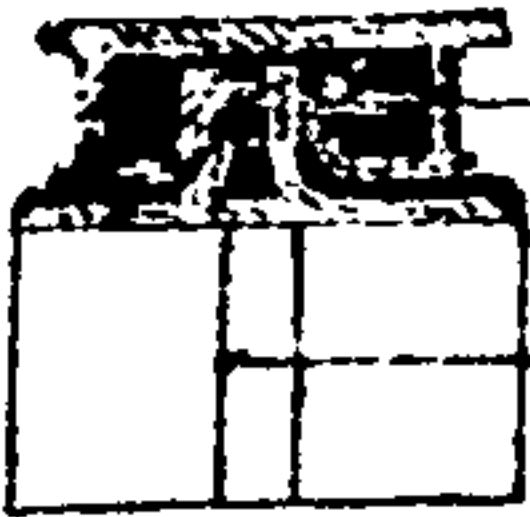
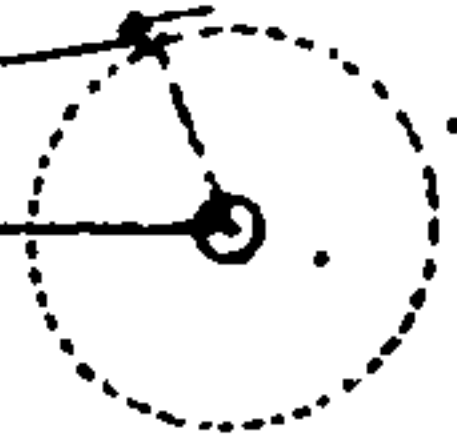
क. क.



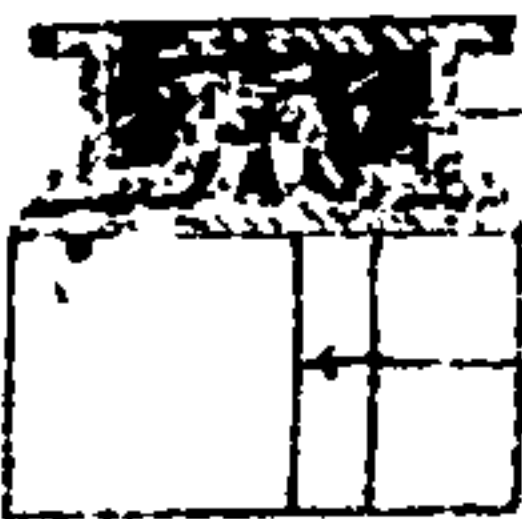
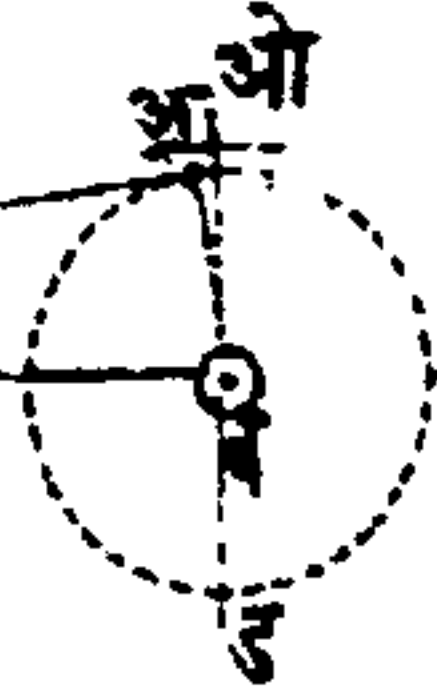
फिगर २३



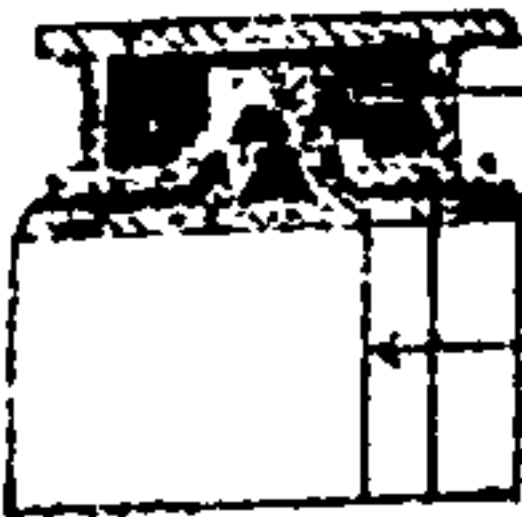
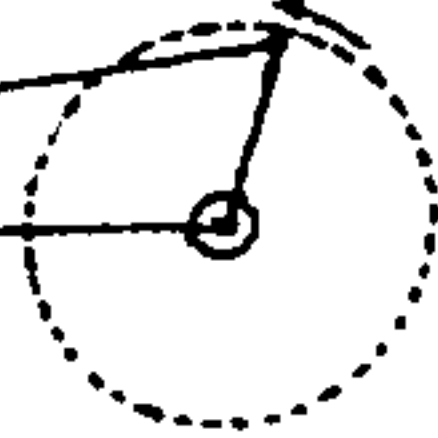
फिगर २२



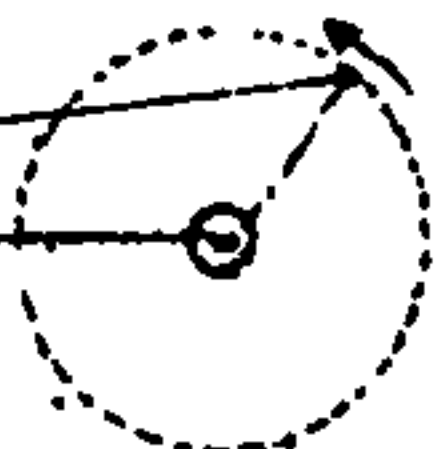
फिगर २१



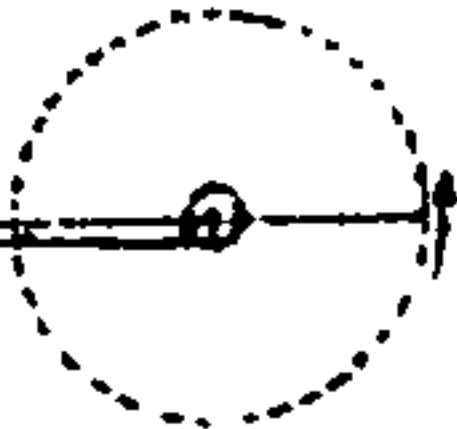
फिगर २०



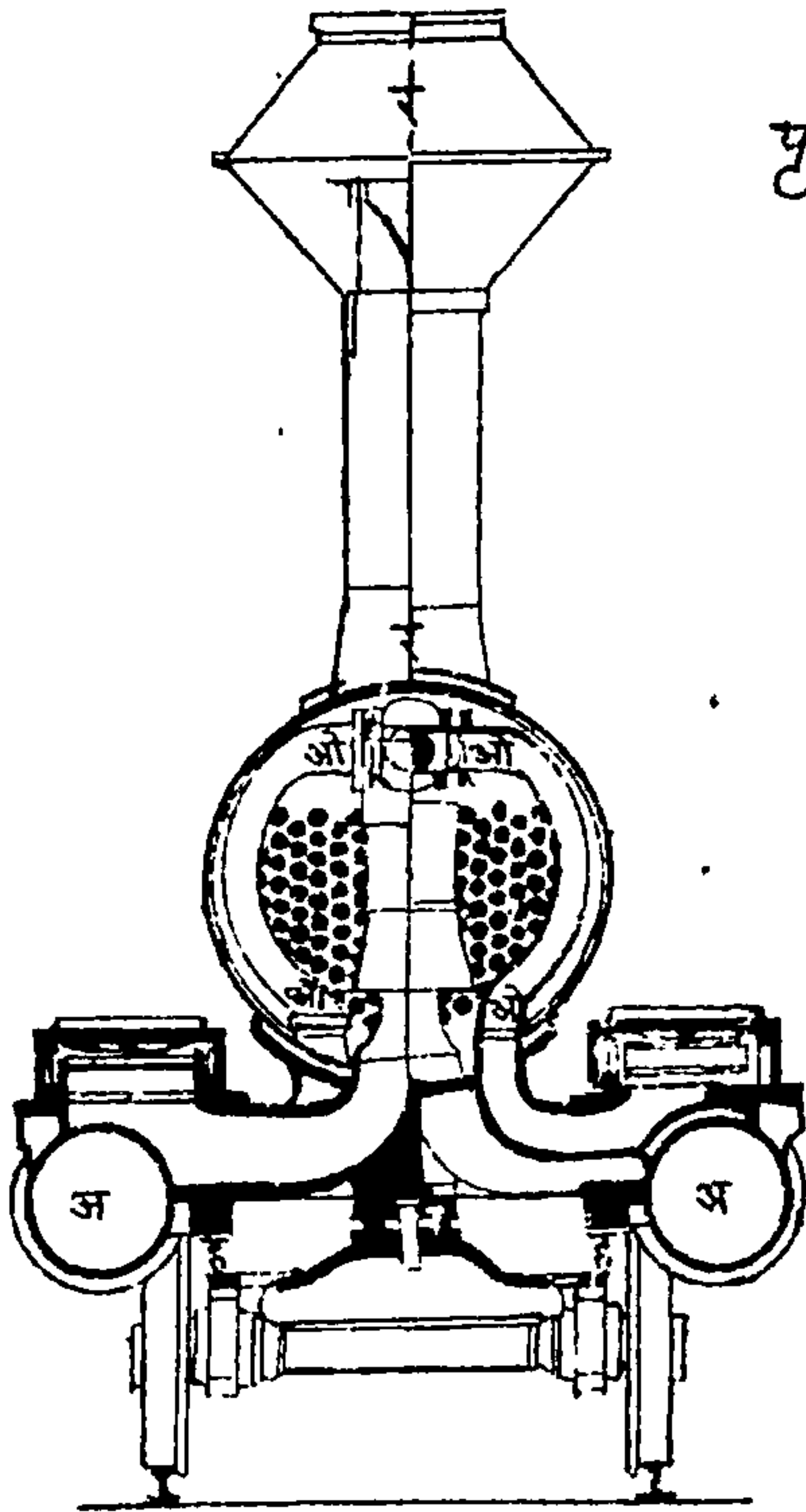
फिगर १९



फिगर १८



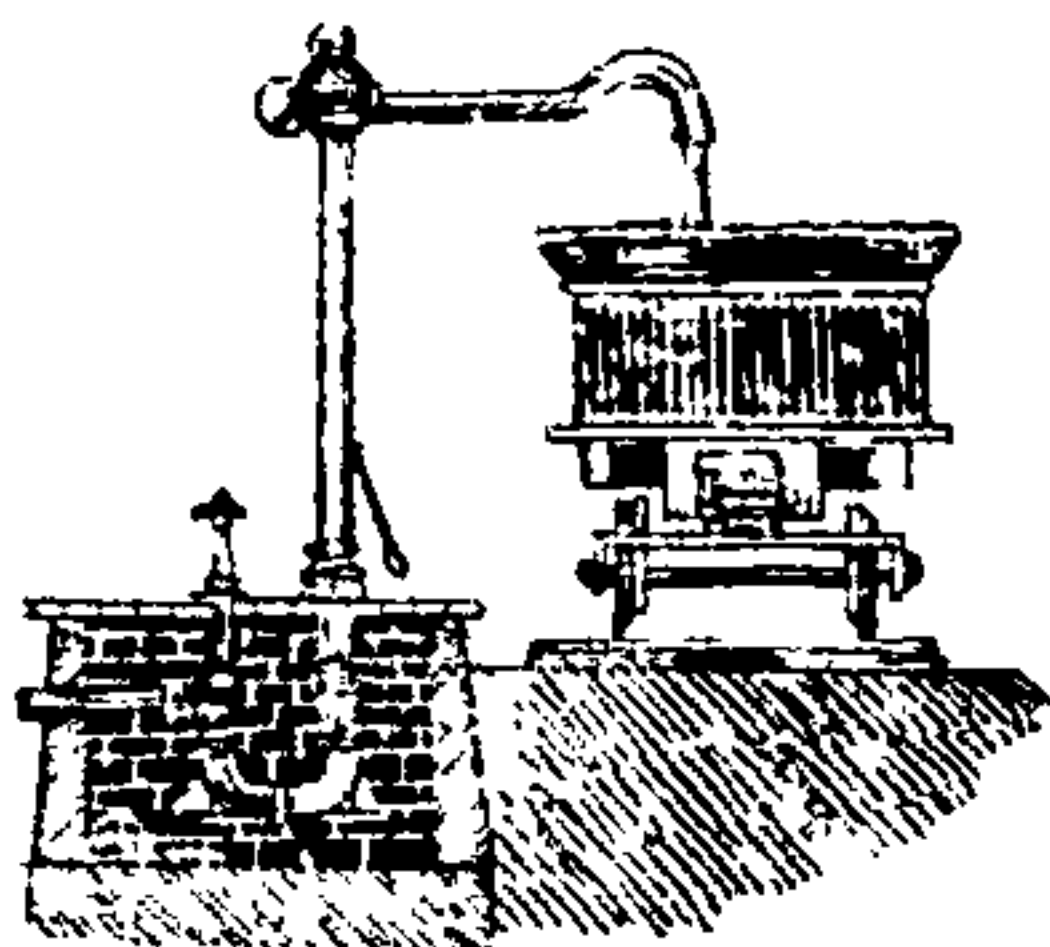
स्केल १ इंच = १ फुट



पृ. ५१

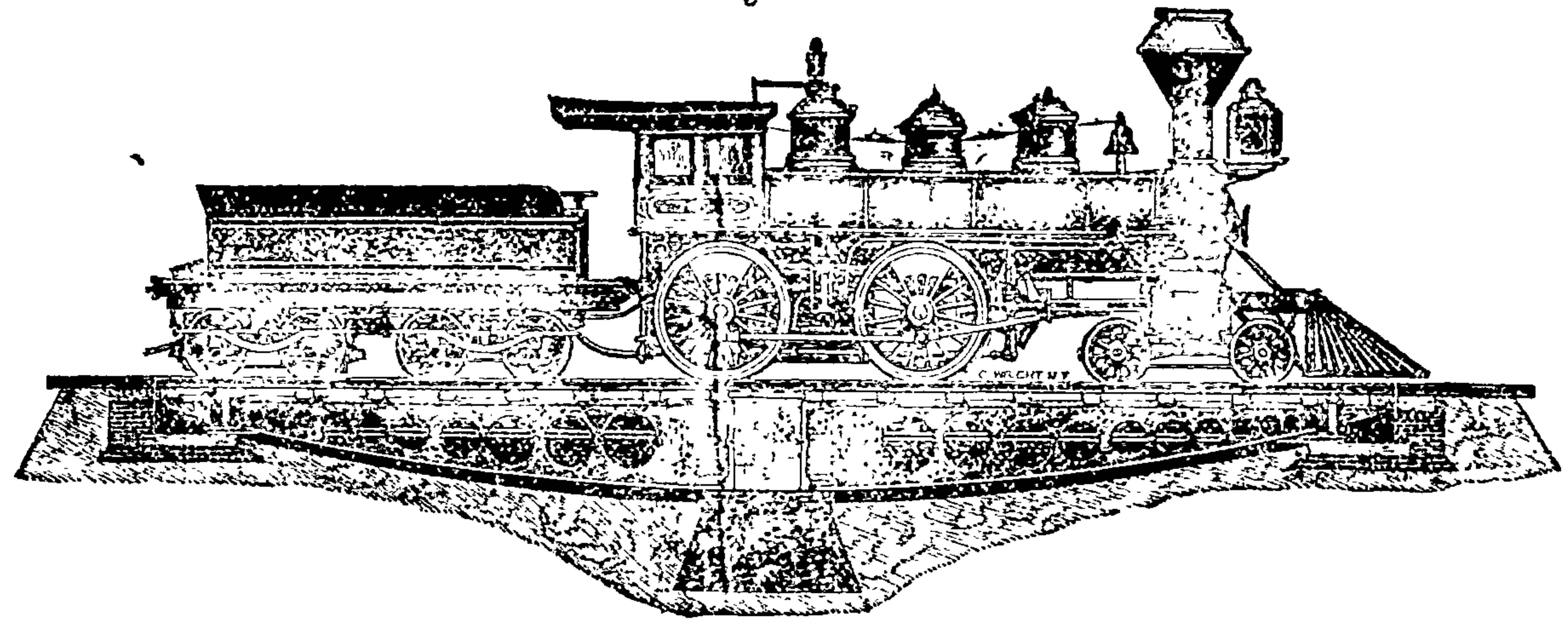
आकृति २५
 स्केल $\frac{1}{4}$ -इंच = १ फुट.

पृ. ५३

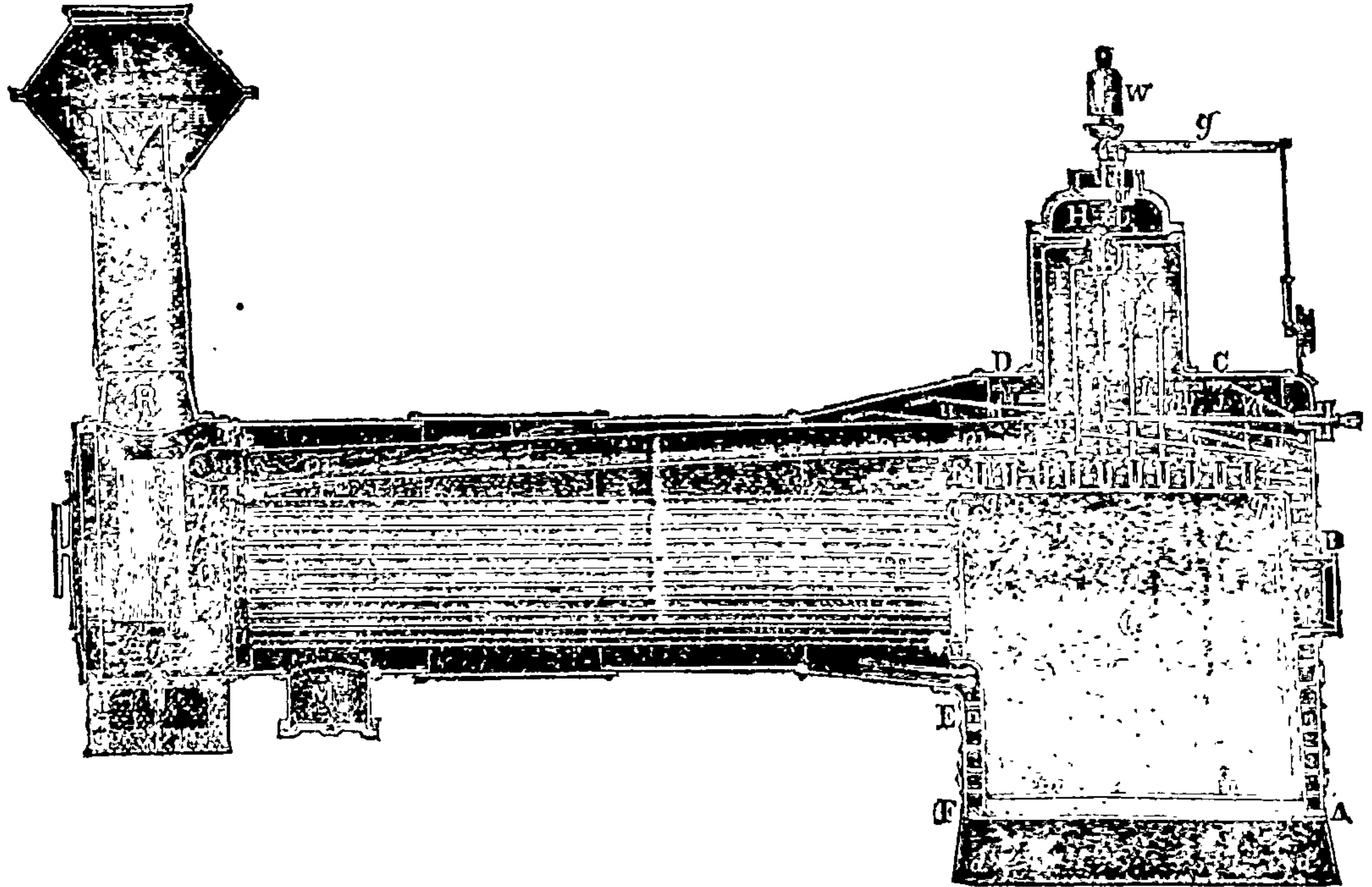


आकृति २६ . स्केल $\frac{1}{4}$ इंच = १ फुट.

आकृति २७.



आकृति २८.



आकृति ३०.

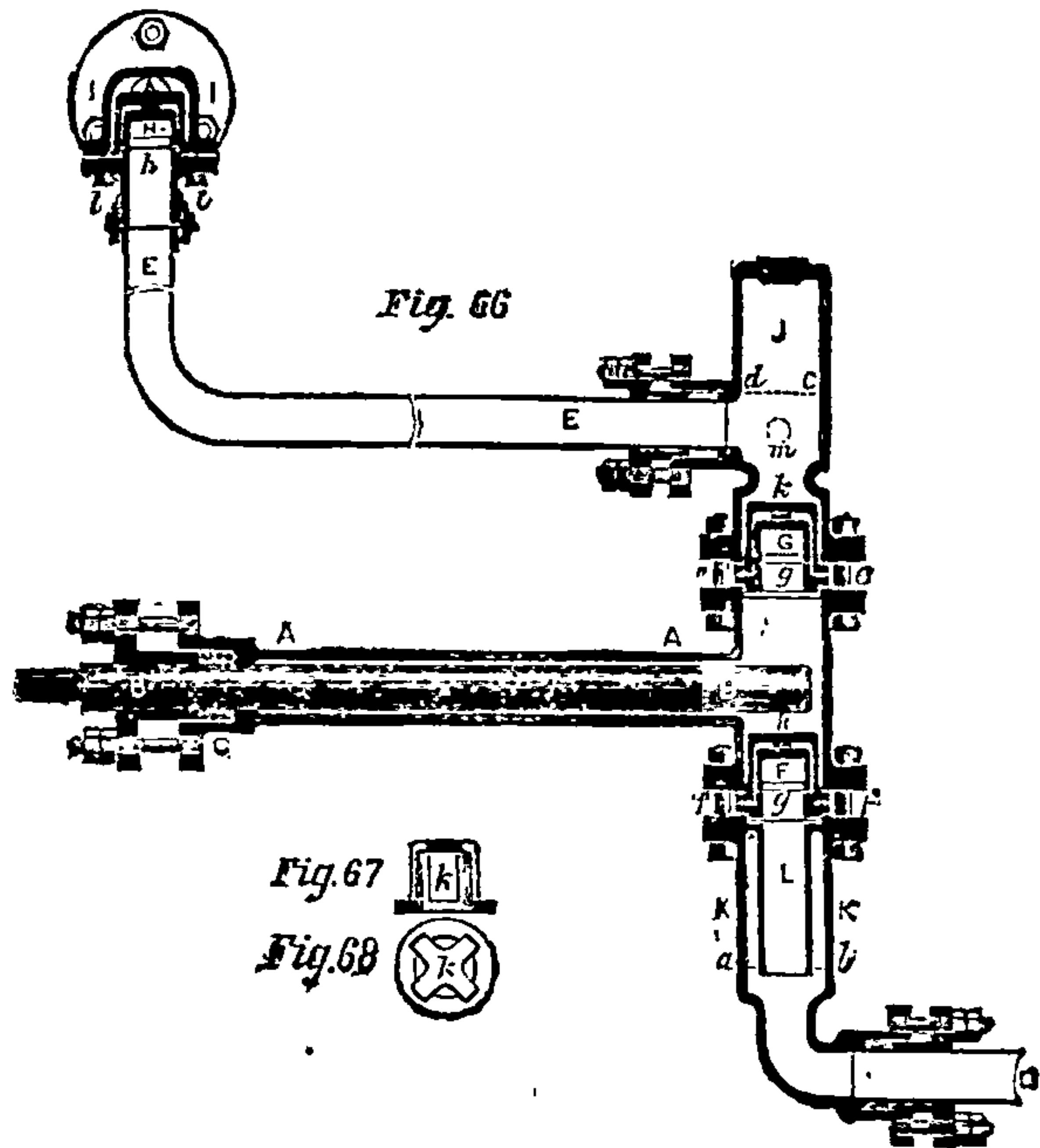


Fig. 66

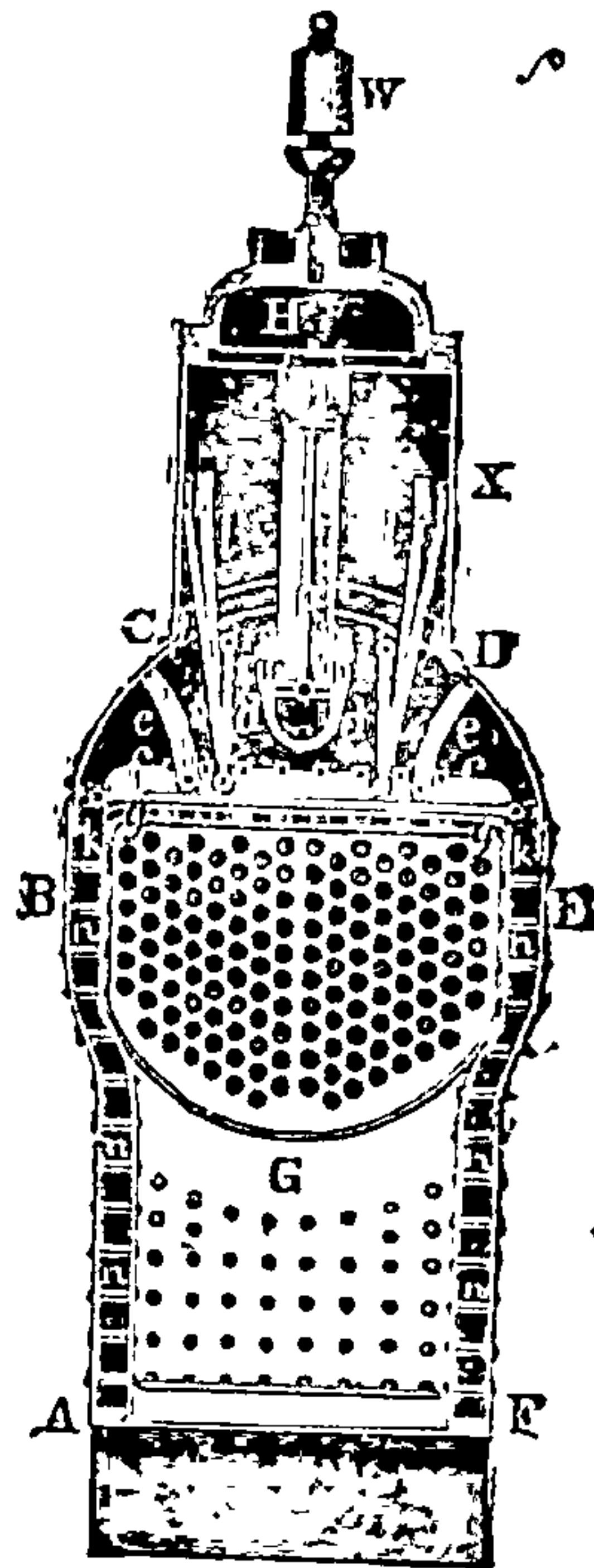
Fig. 67



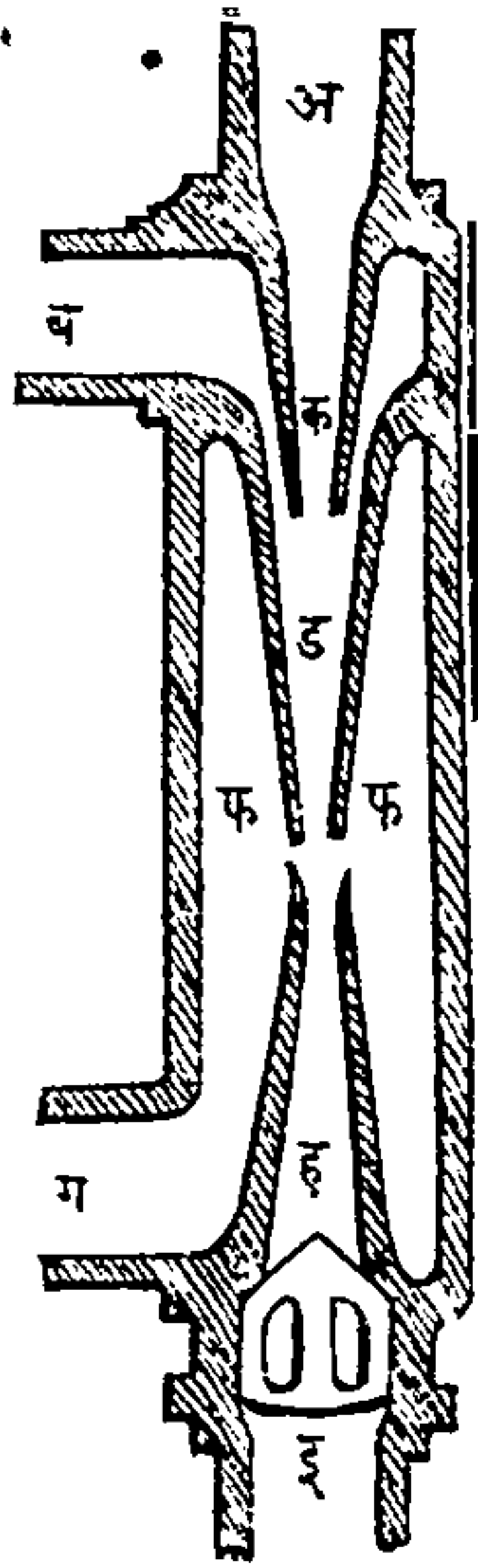
Fig. 68



आकृति २९.



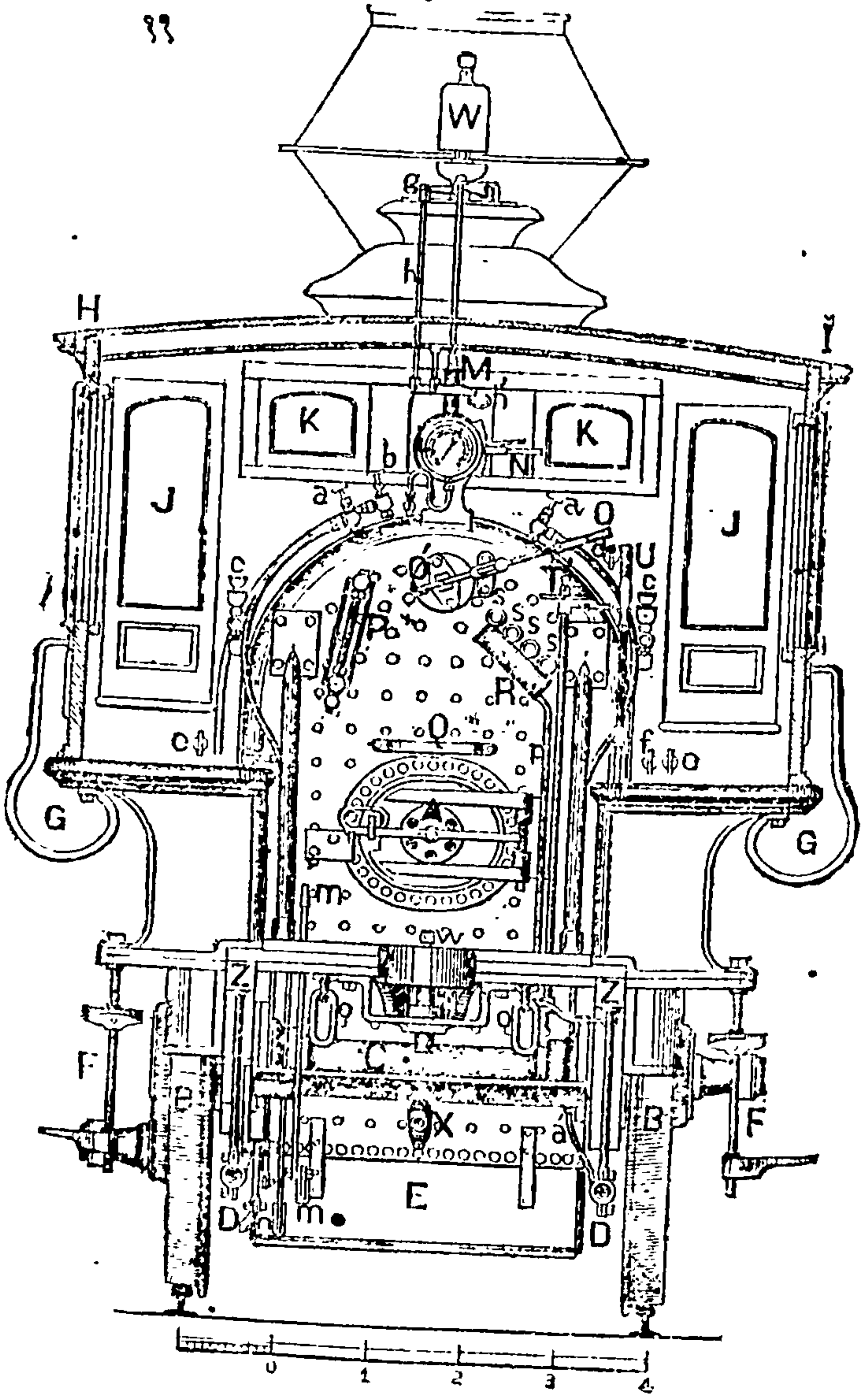
५. ६०

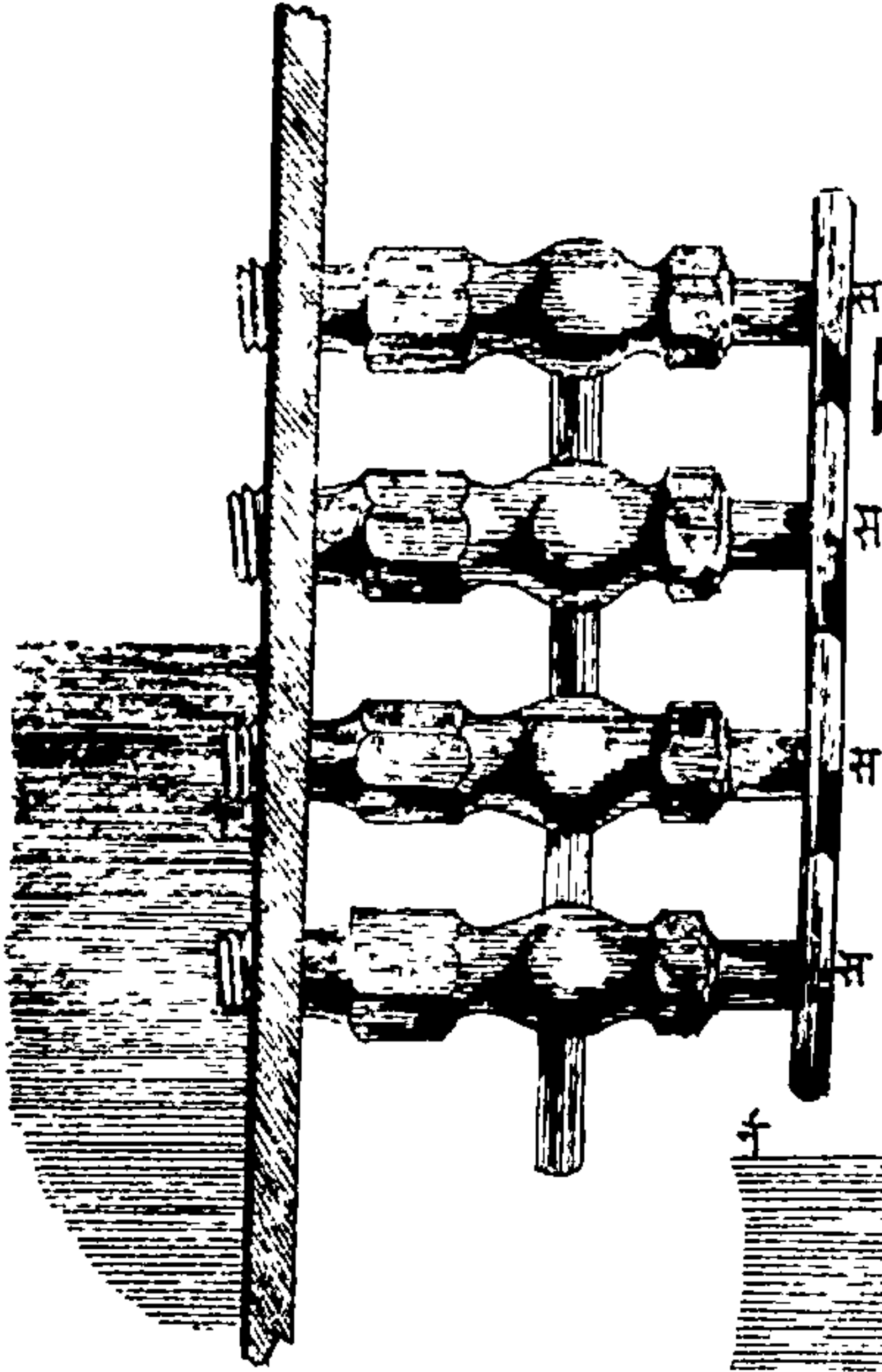


आरुति ३१.

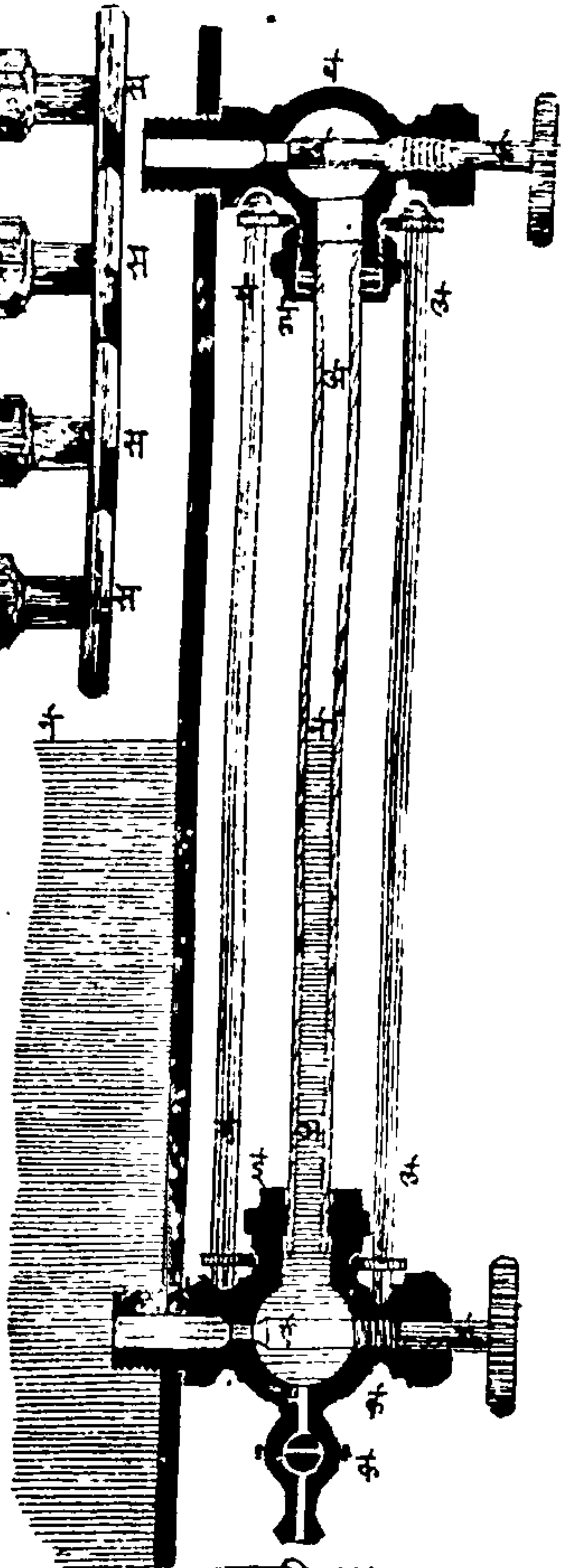
आकृति ३२.

११





आकृति ३३ स्केल १



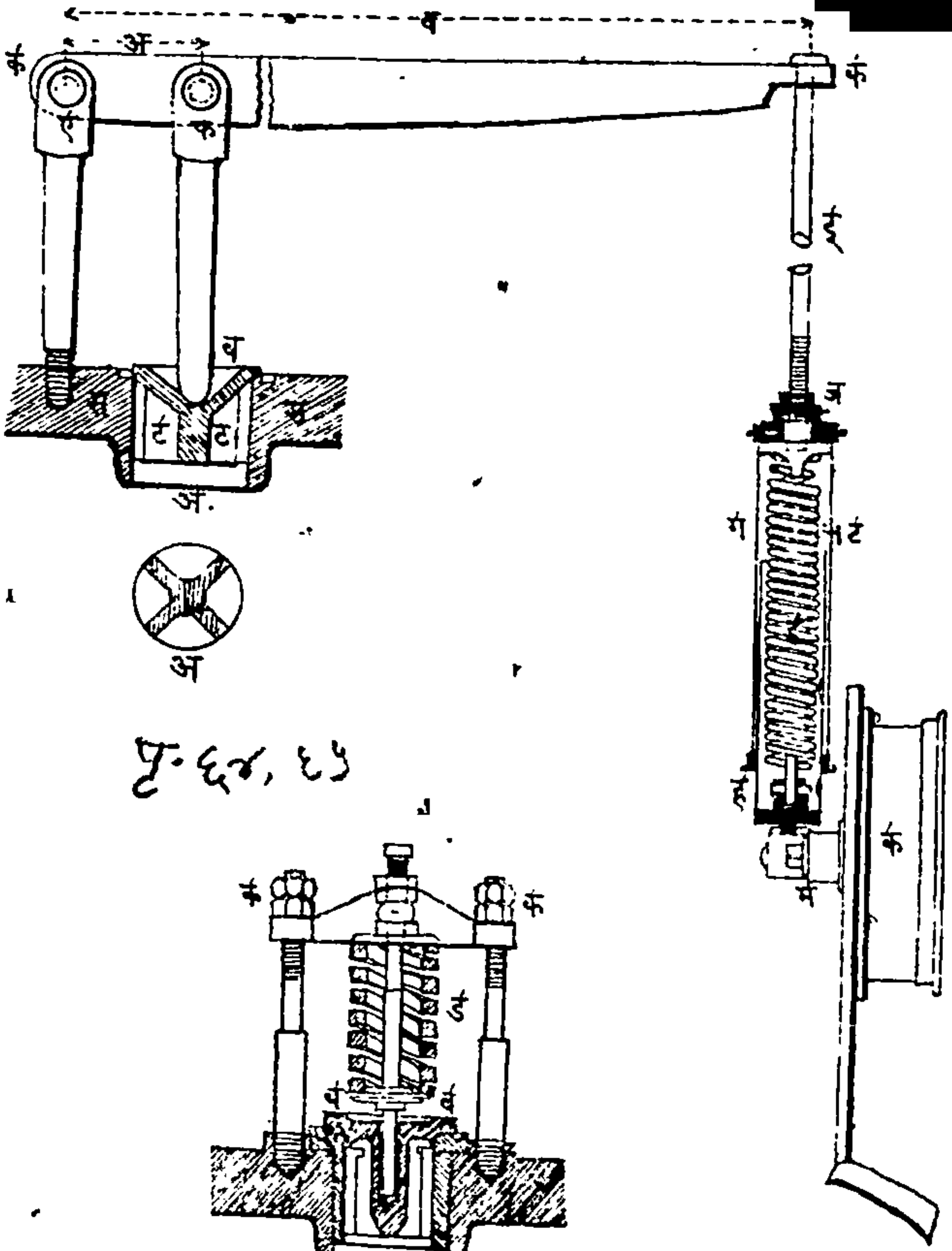
आकृति ३४

स्केल, ३ इंच = १ फुट.

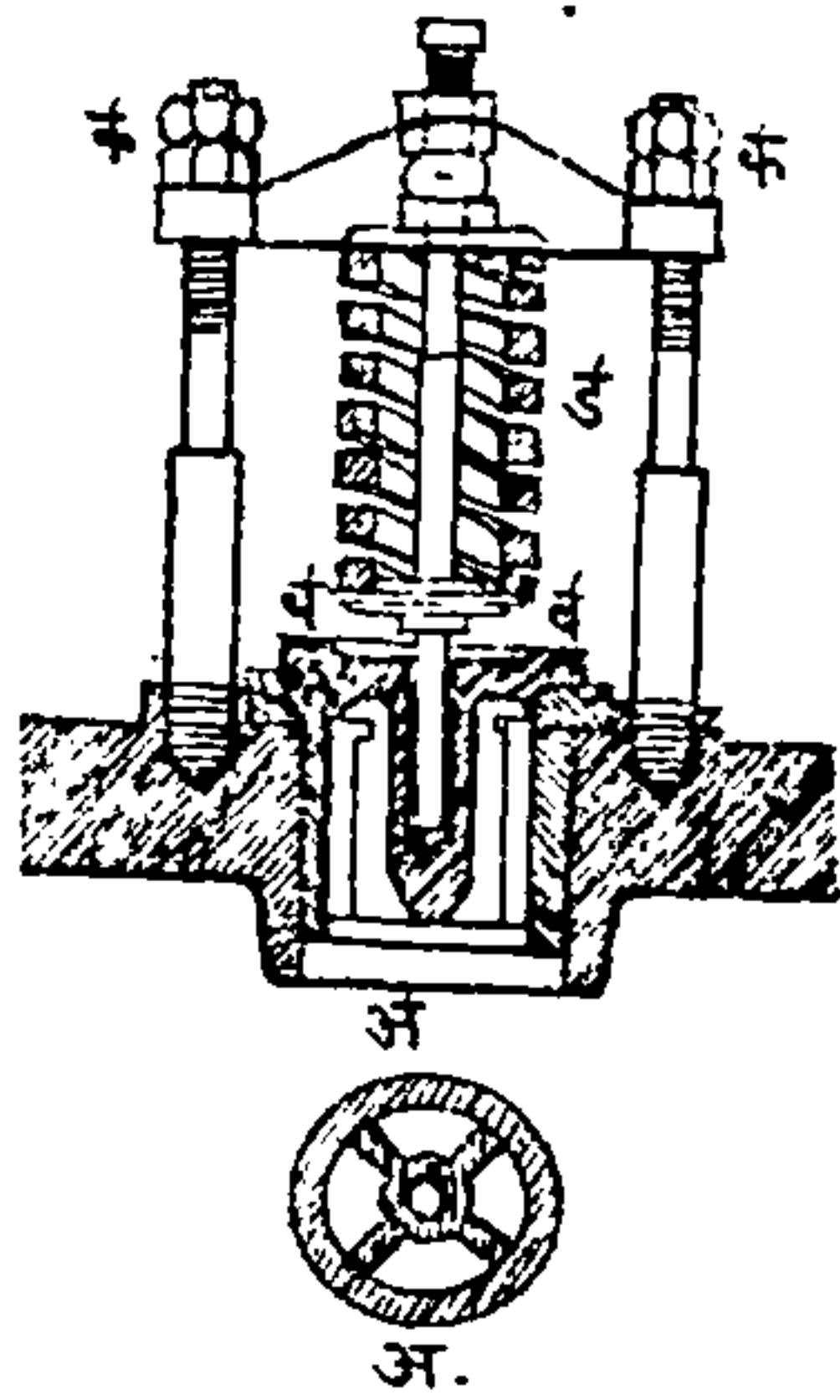
१३

आकृति ३५

स्केल १ १/२ इंच = १ फुट -

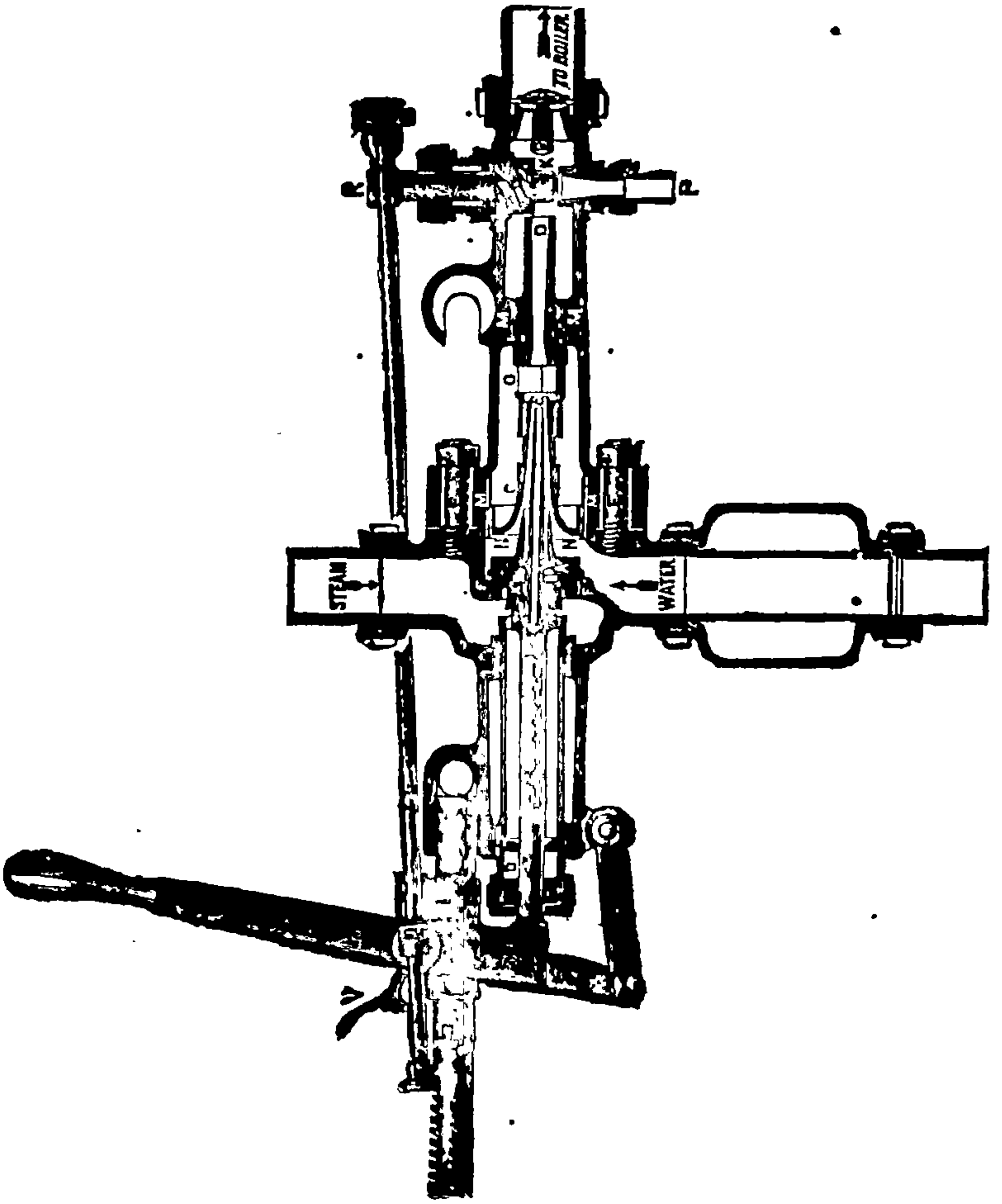


पृ. ६४, ६५



आकृति ३६ स्केल १ इंच = १ फुट -

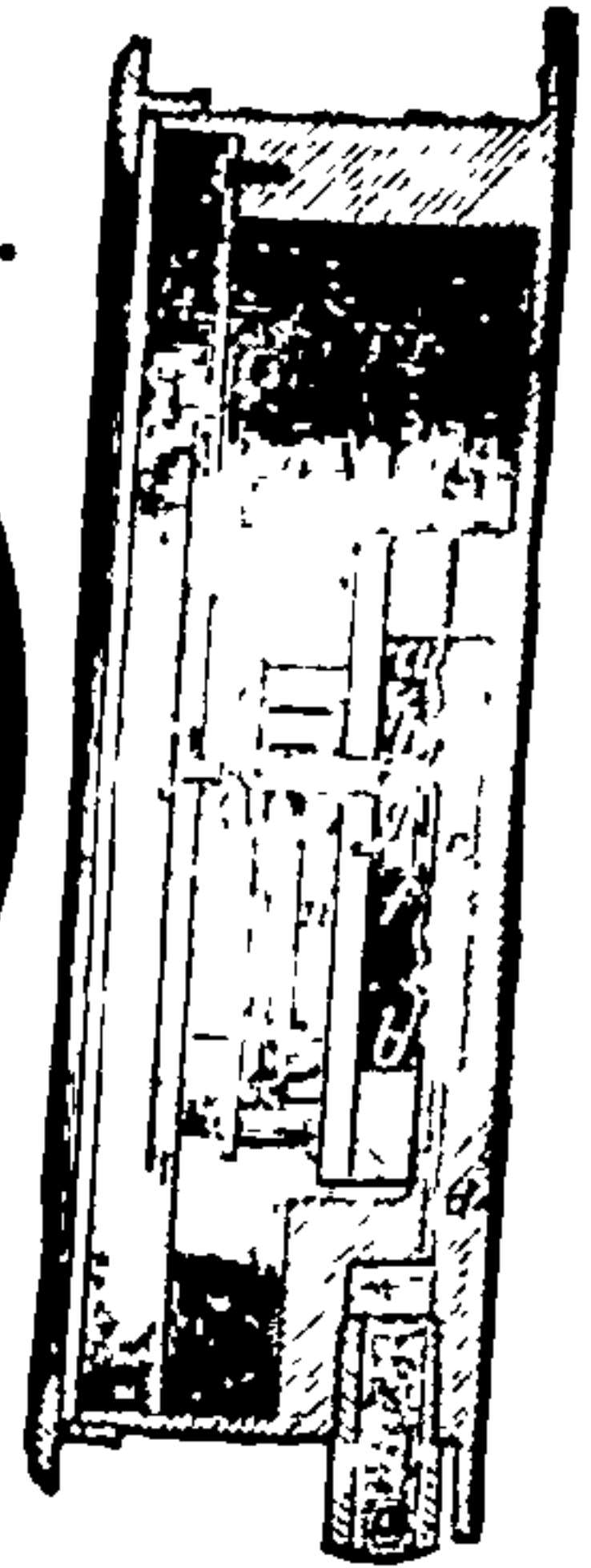
आकृति ३७.



पृ. ५५, ५६



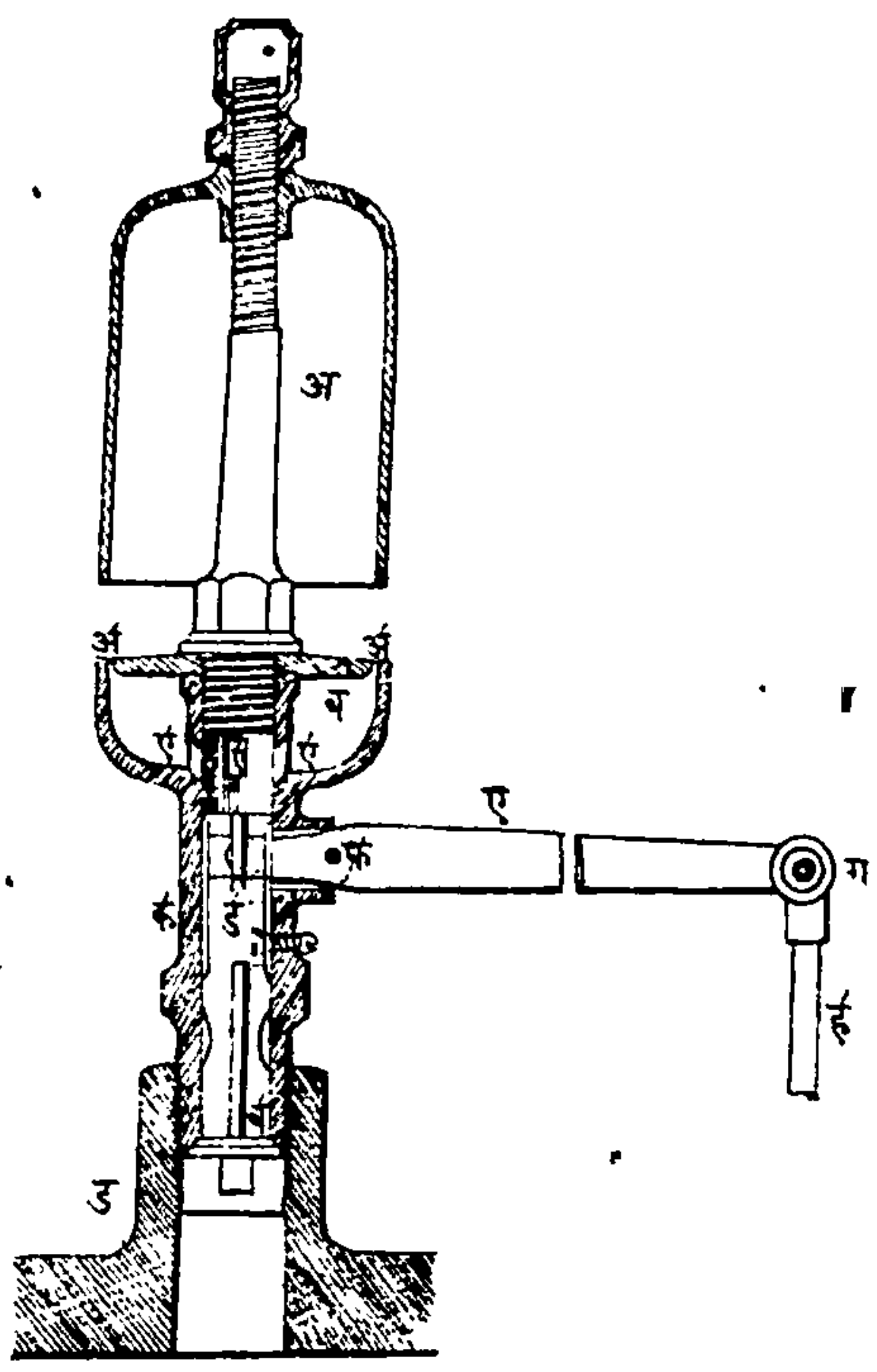
आकृति ३२.



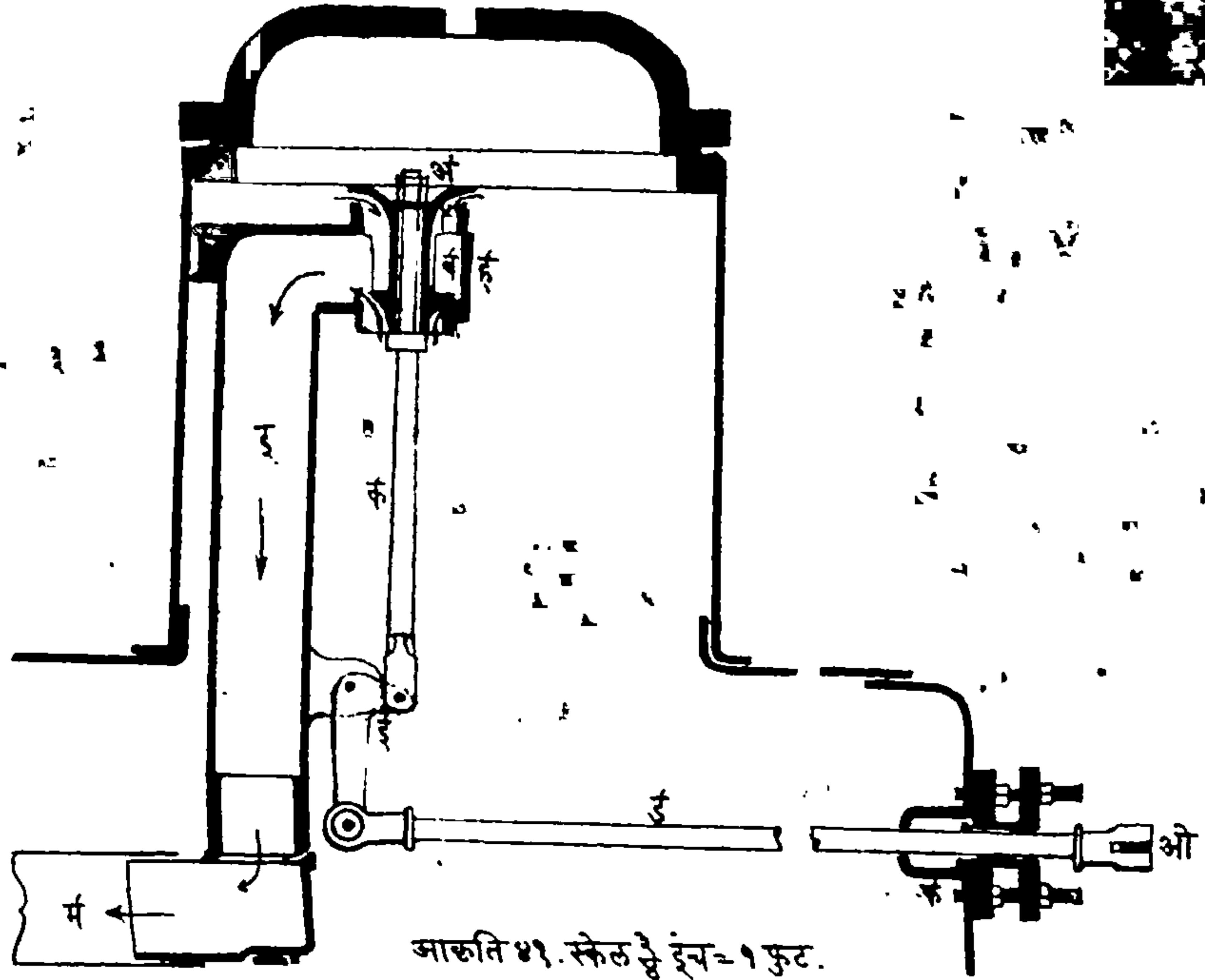
आकृति ३८.

पृ. ६७

१६



आकृति ४० . स्केल १ १/२ इंच = १ फुट.

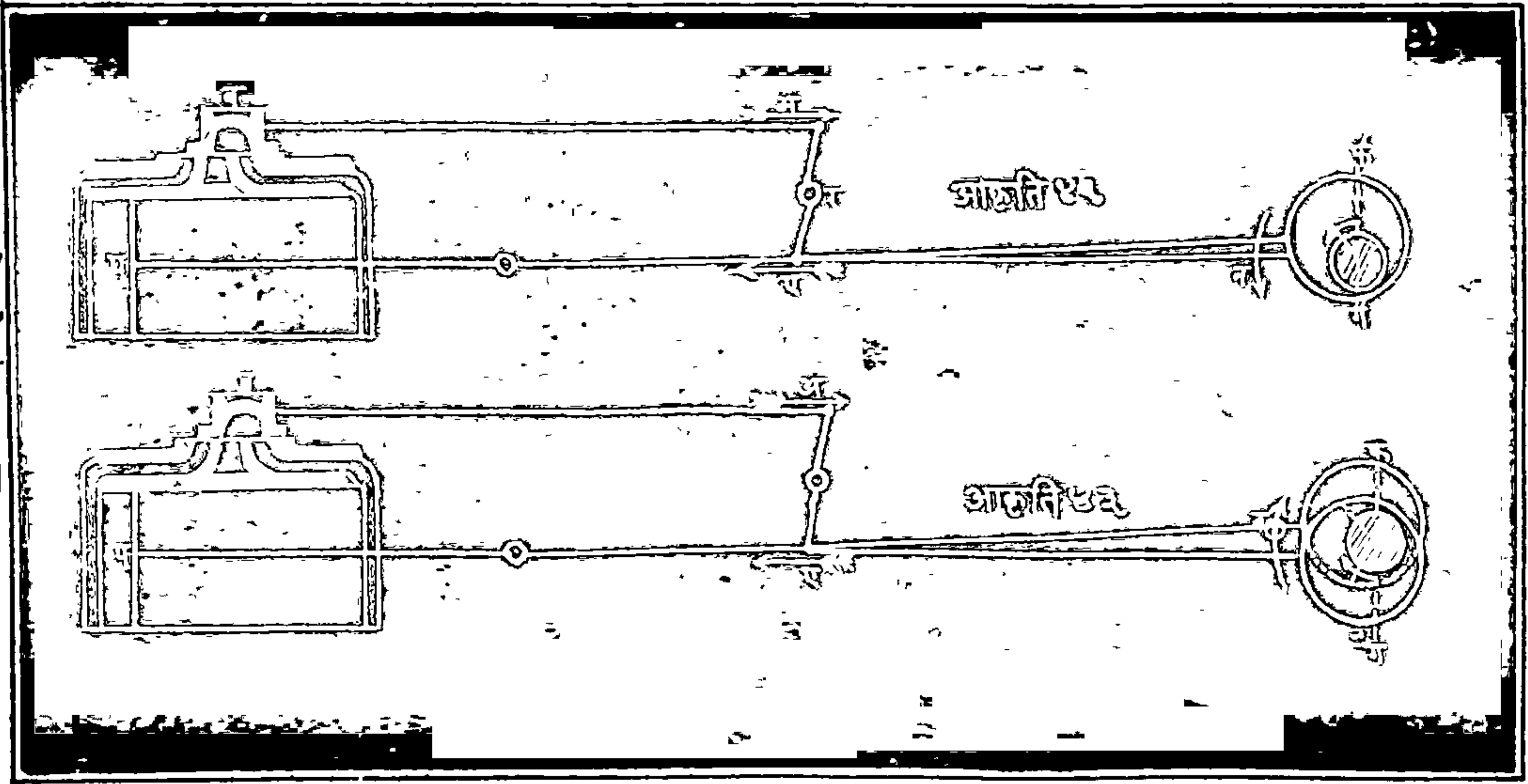


आकृति ४१. स्केल ३/४ इंच = १ फुट.

पृ: ७ : २६



संज्ञक २१ सं०-११५८



F. 69

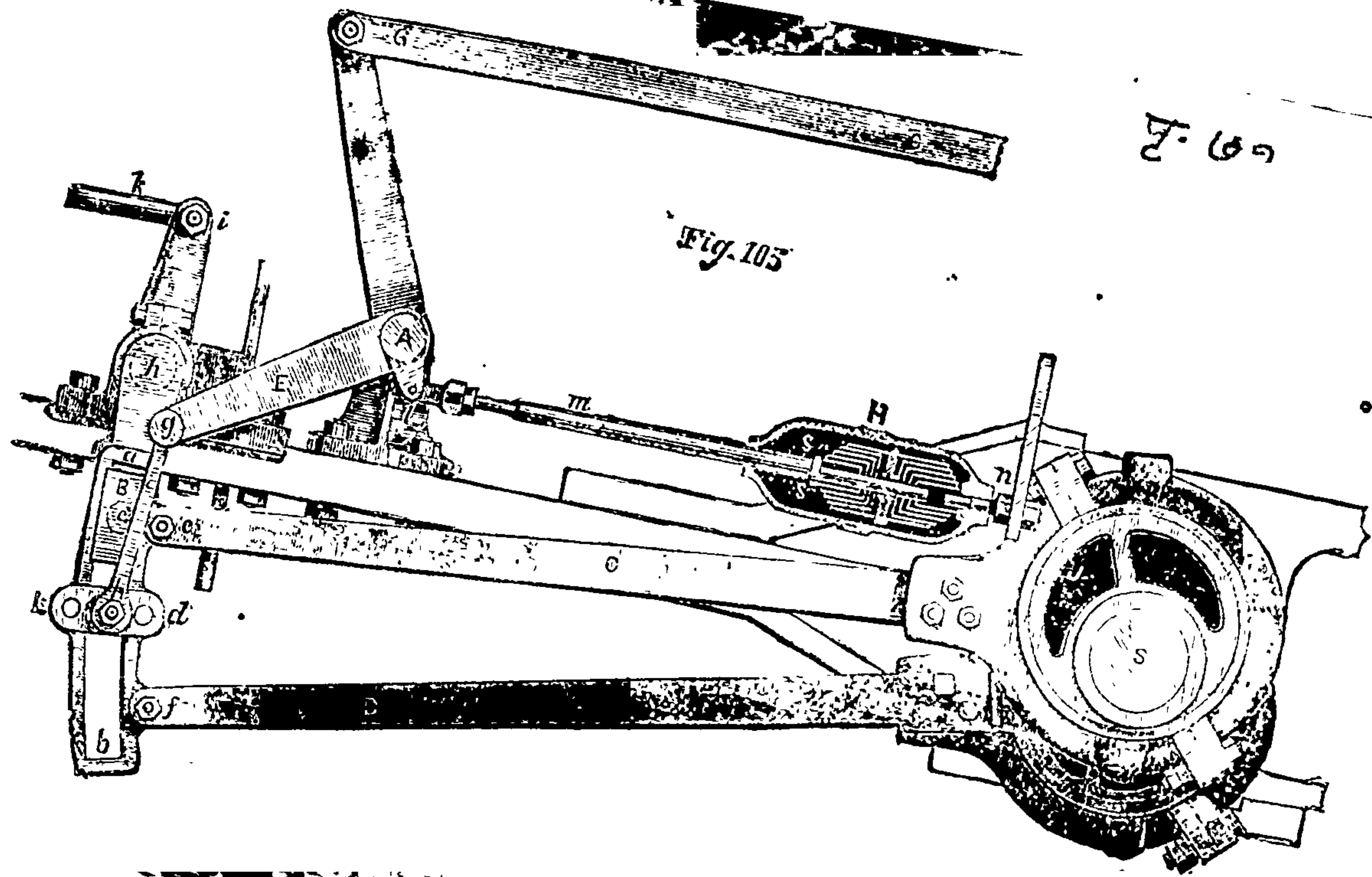
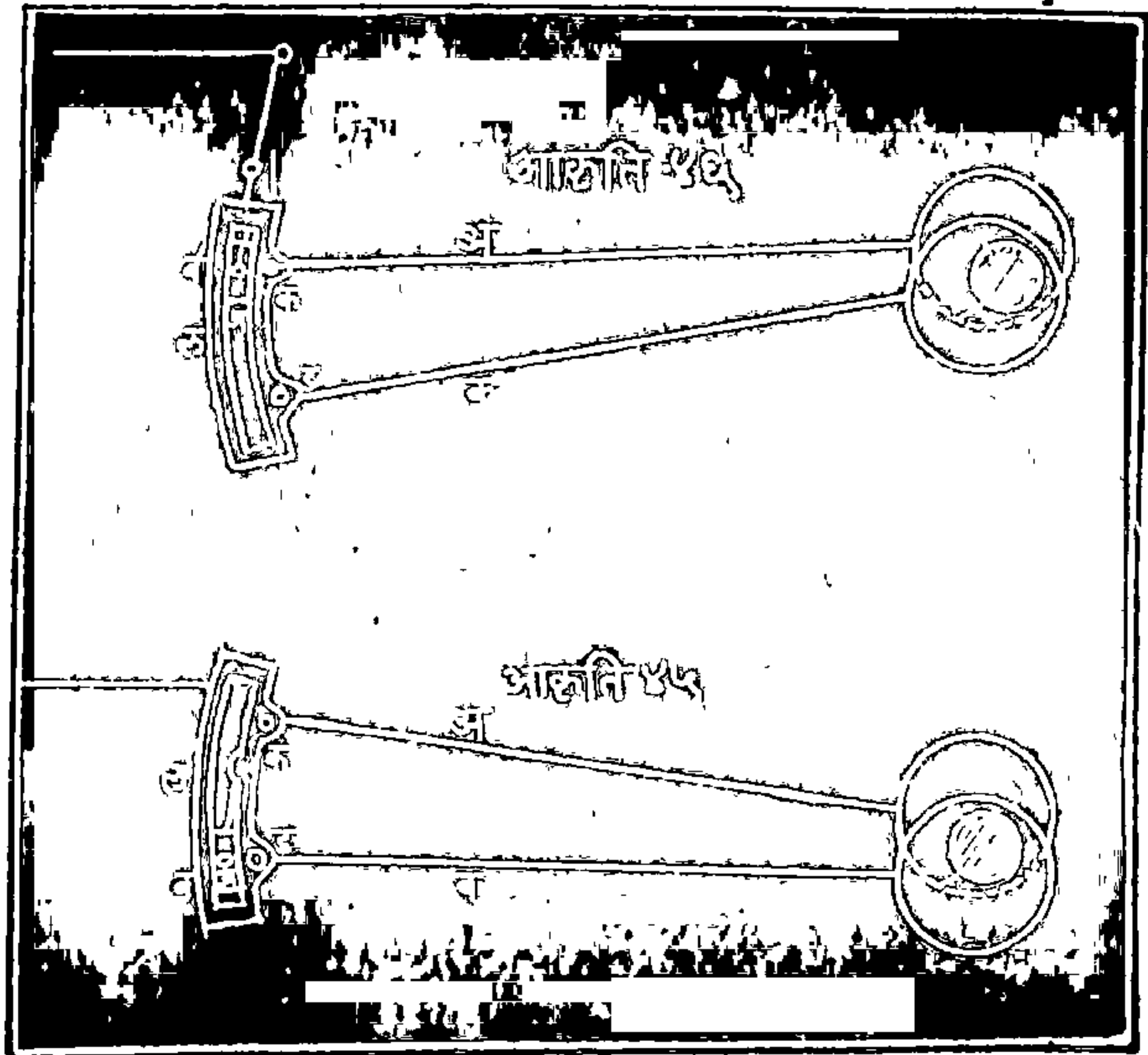


Fig. 105

१२

आकृति ४४.

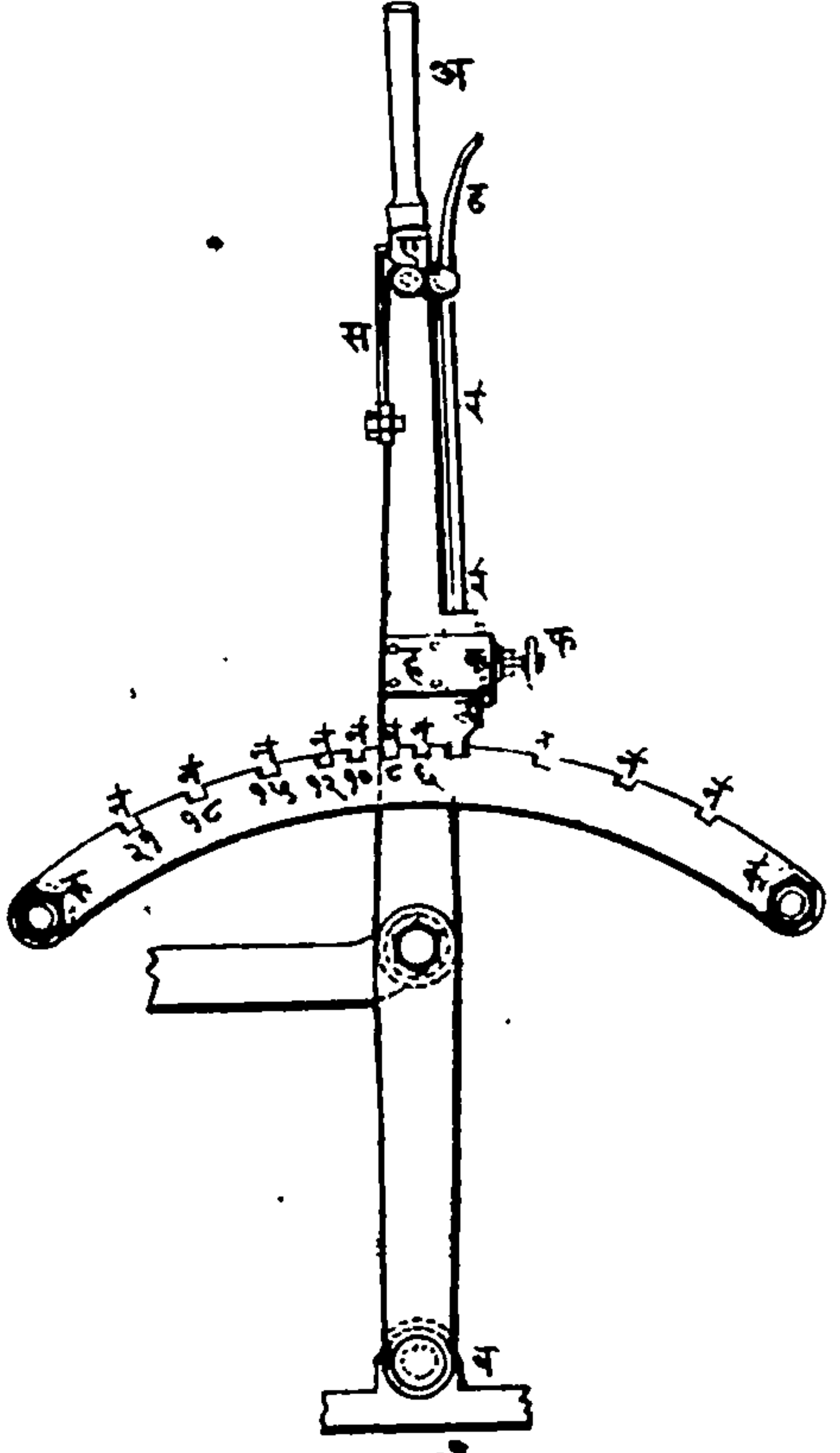


स्केल ३/४ इंच = १ फुट.

३६५ (३) ३६५



आकृति ४६.

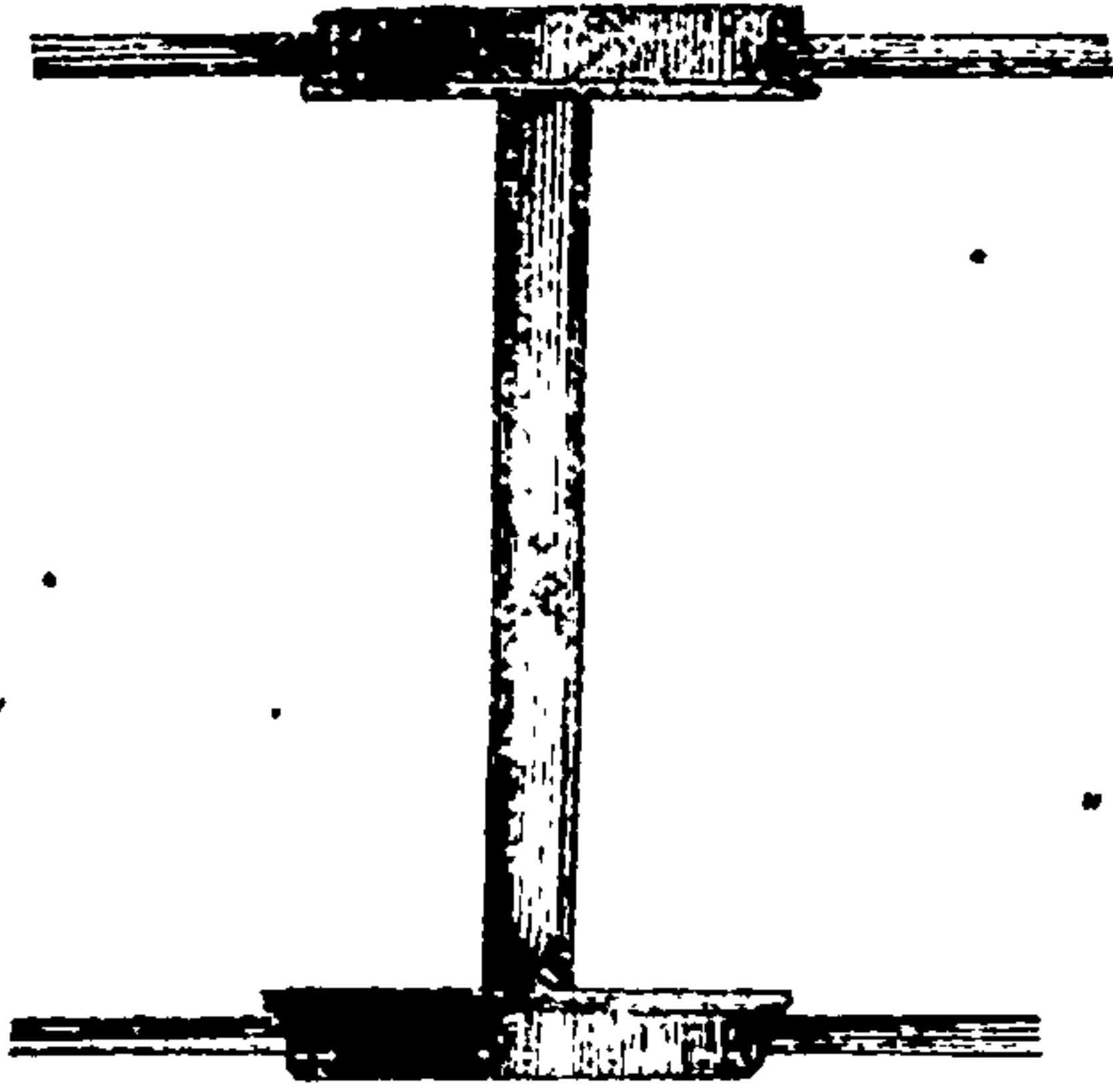


आकृति ४७

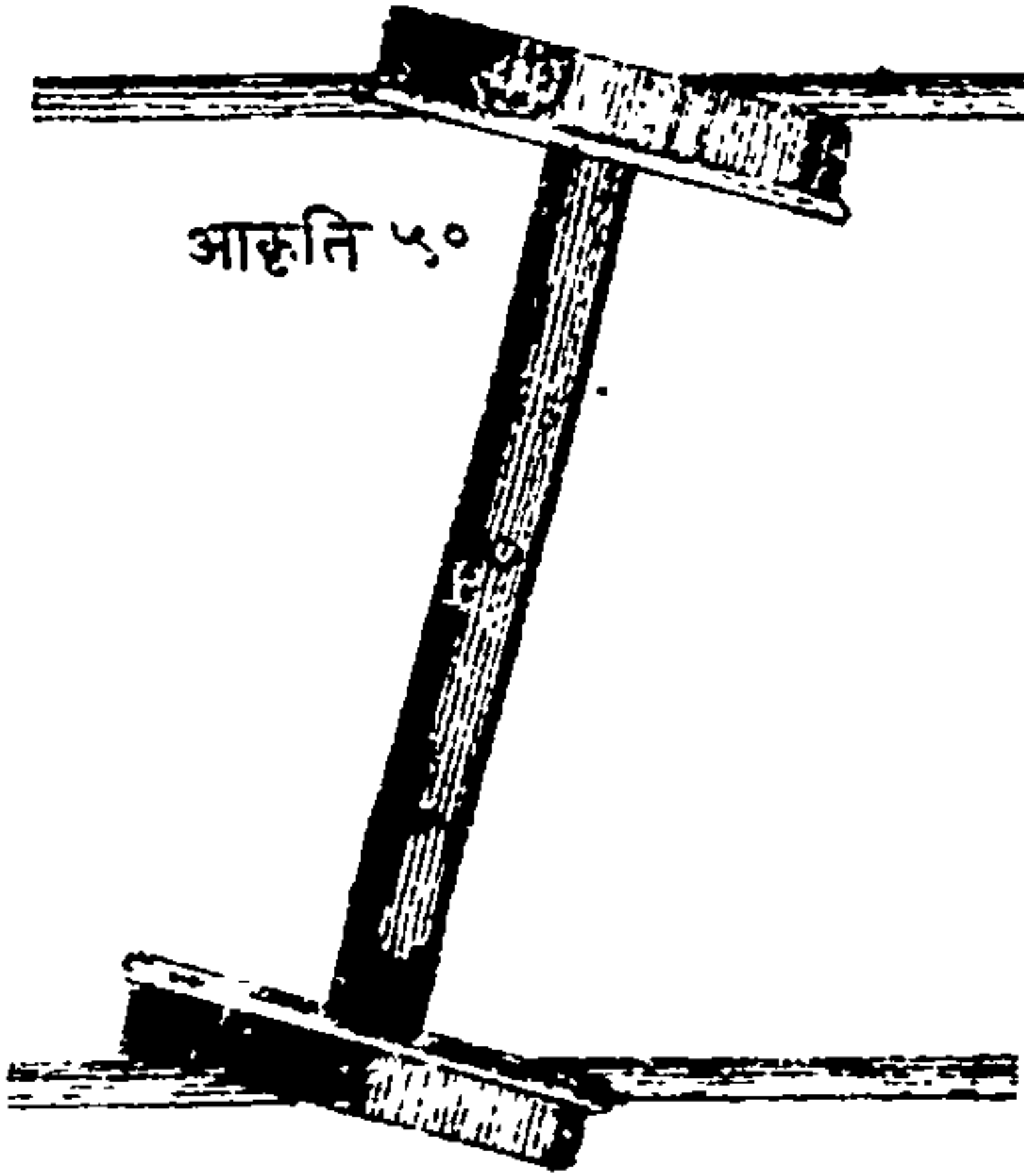
स्केल चें इंच = १ फुट.

७०६

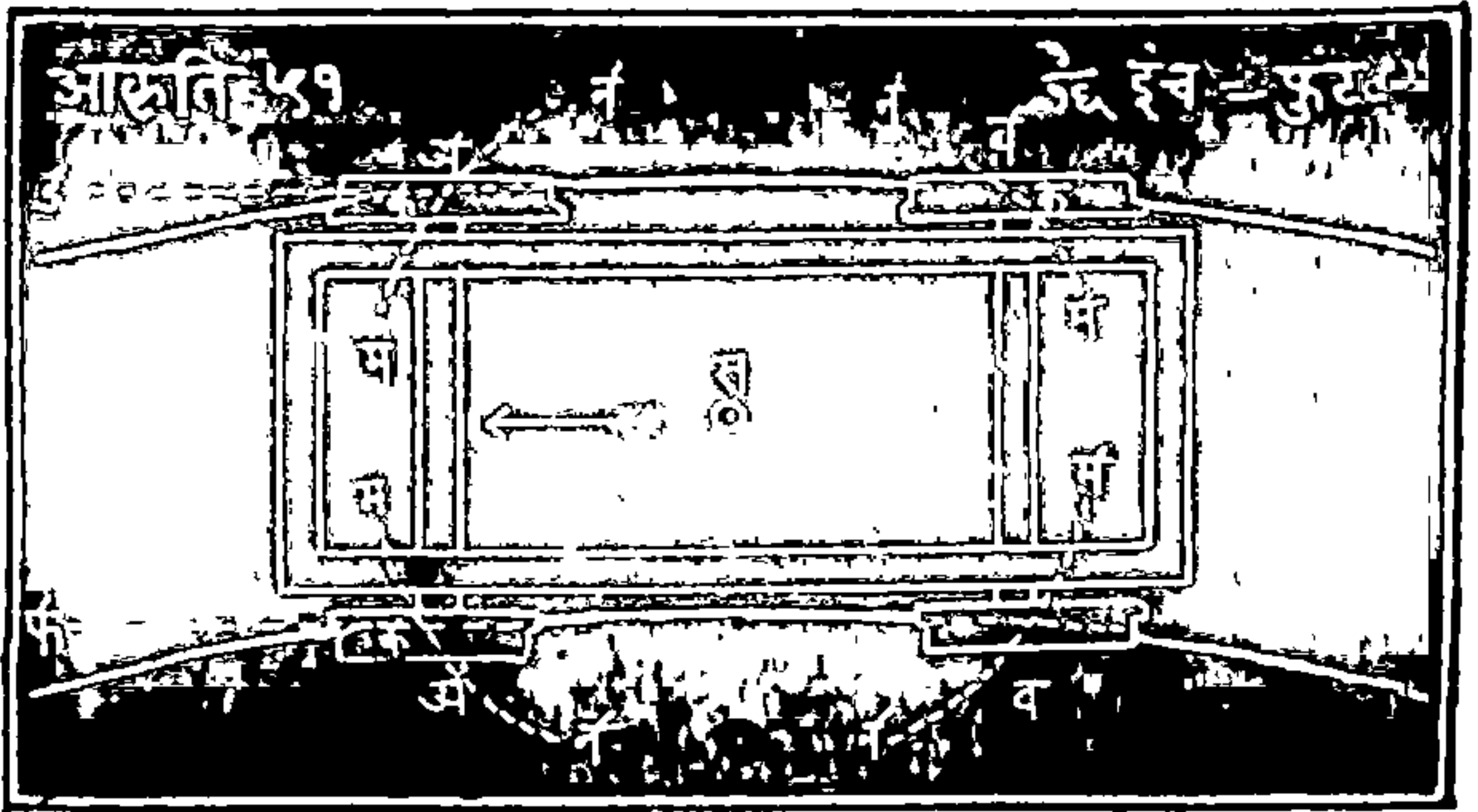
आकृति ४९

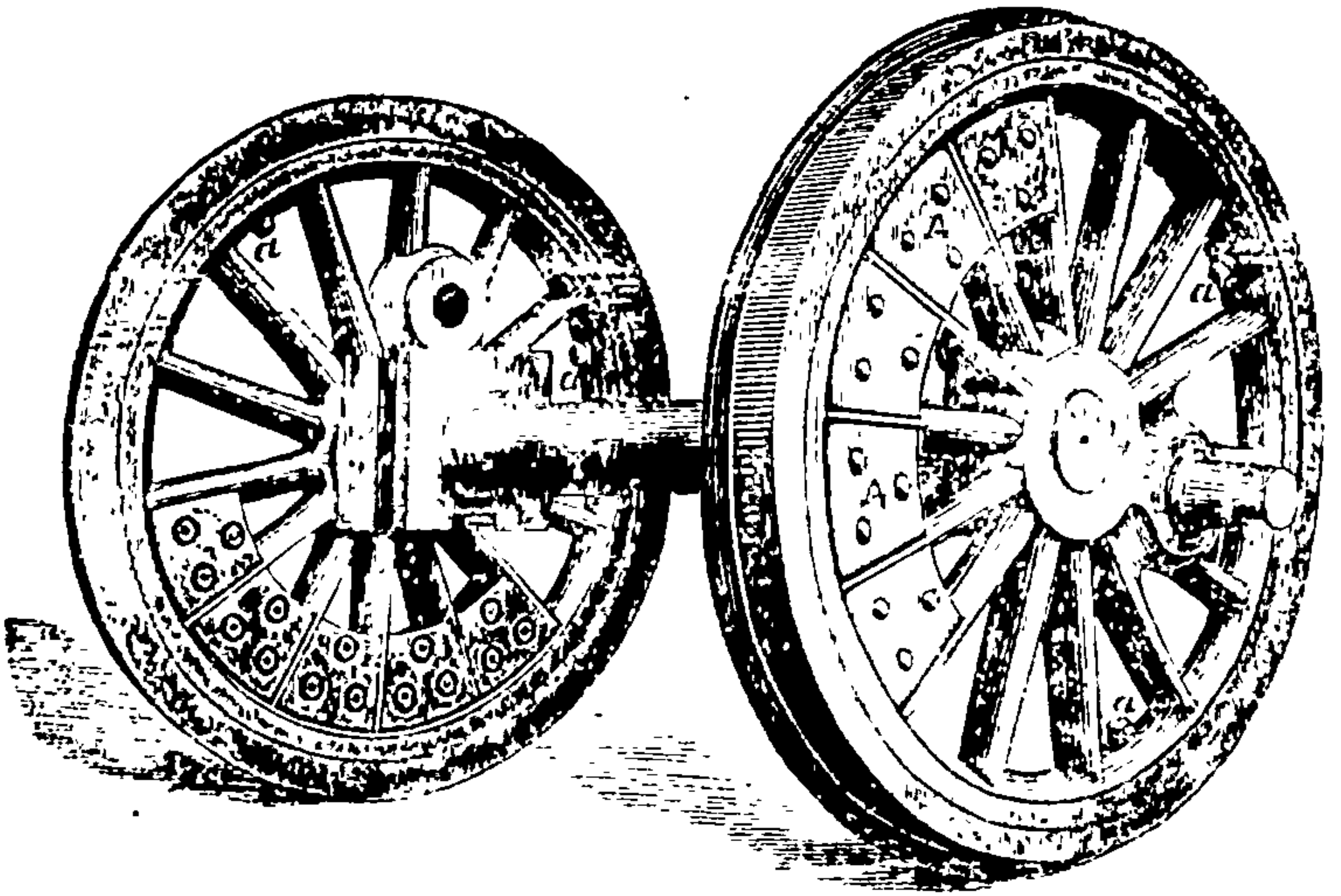


आकृति ५०

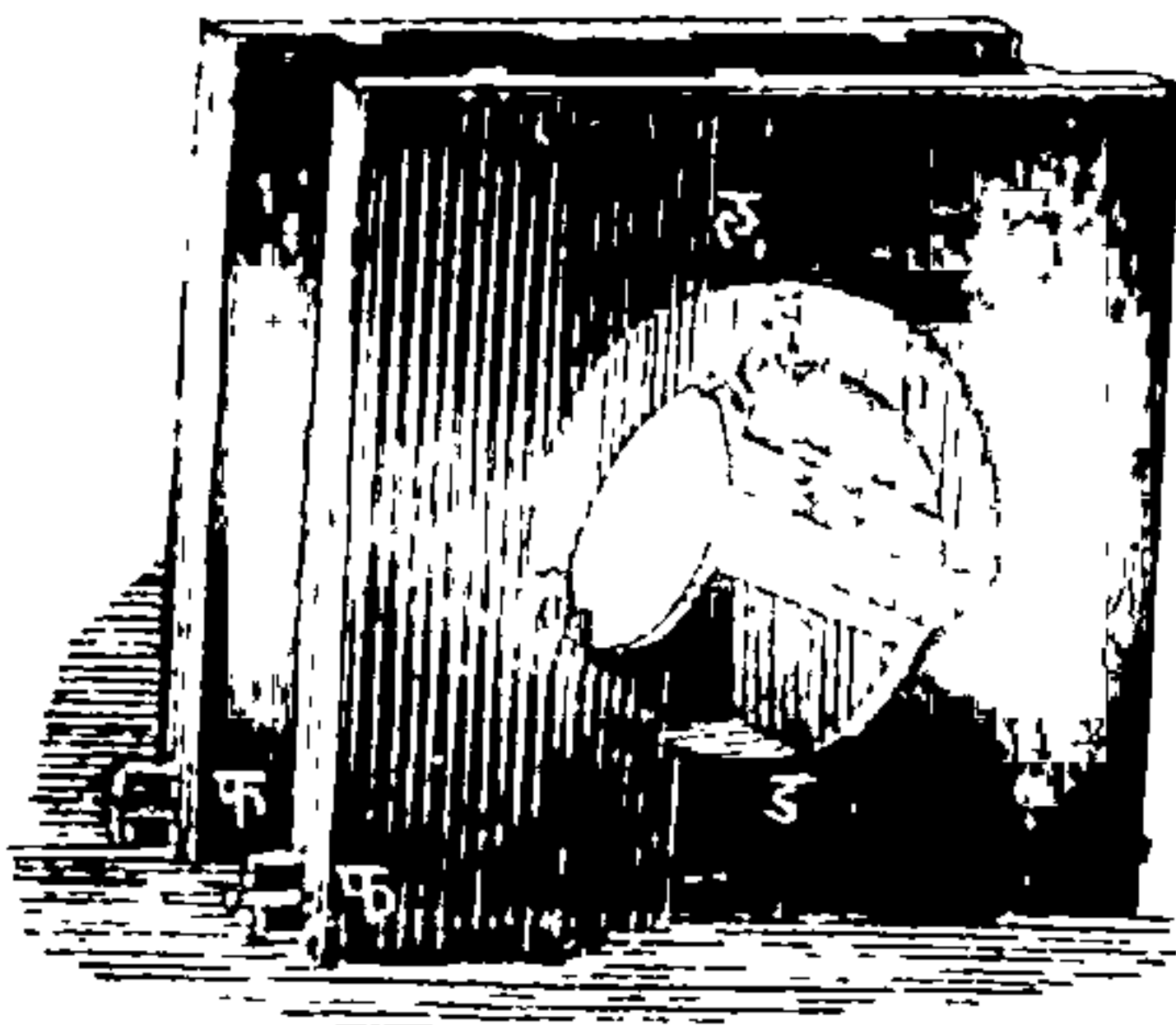


स्केल ३ इंच = १ फुट.



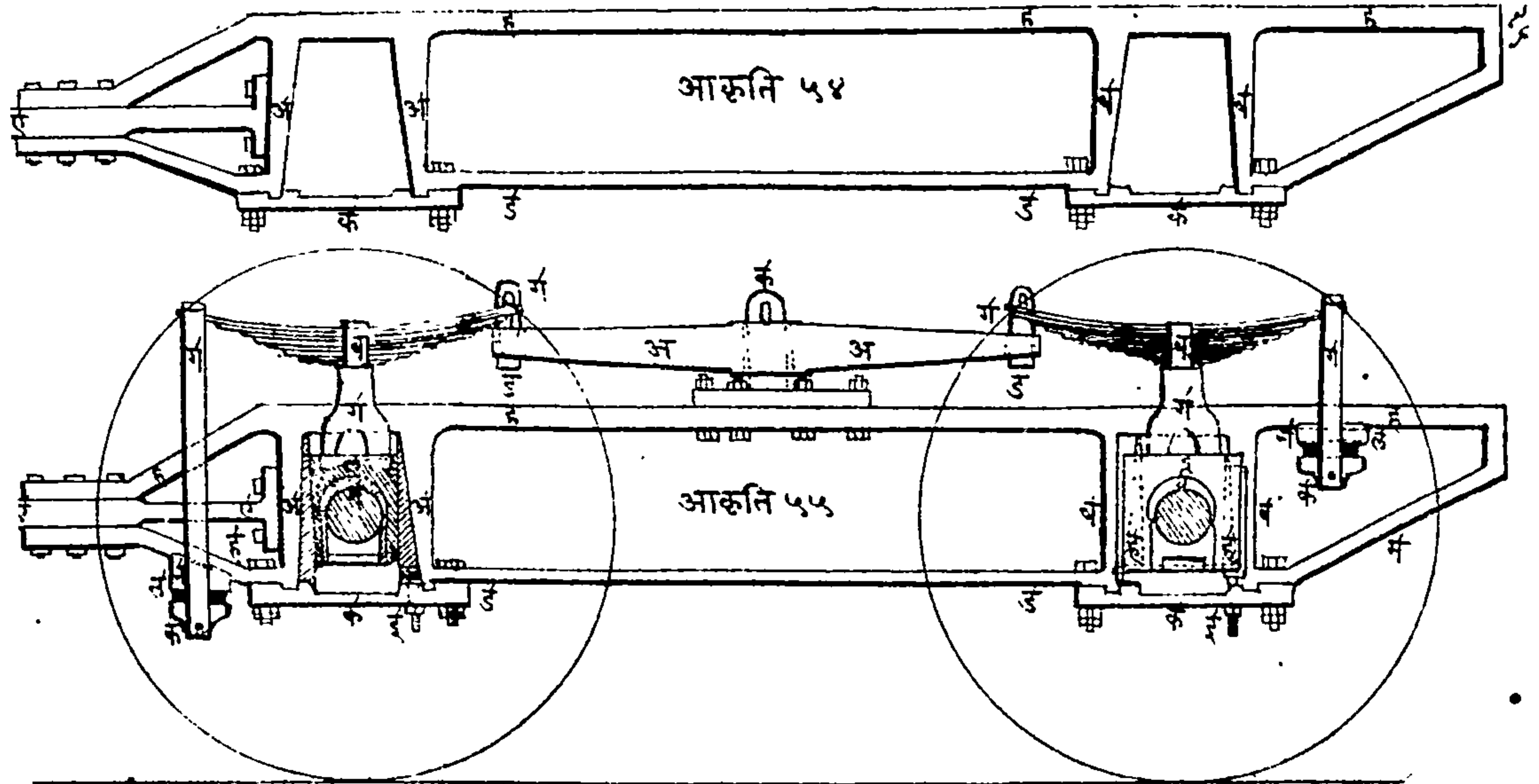


आकृति ५२.



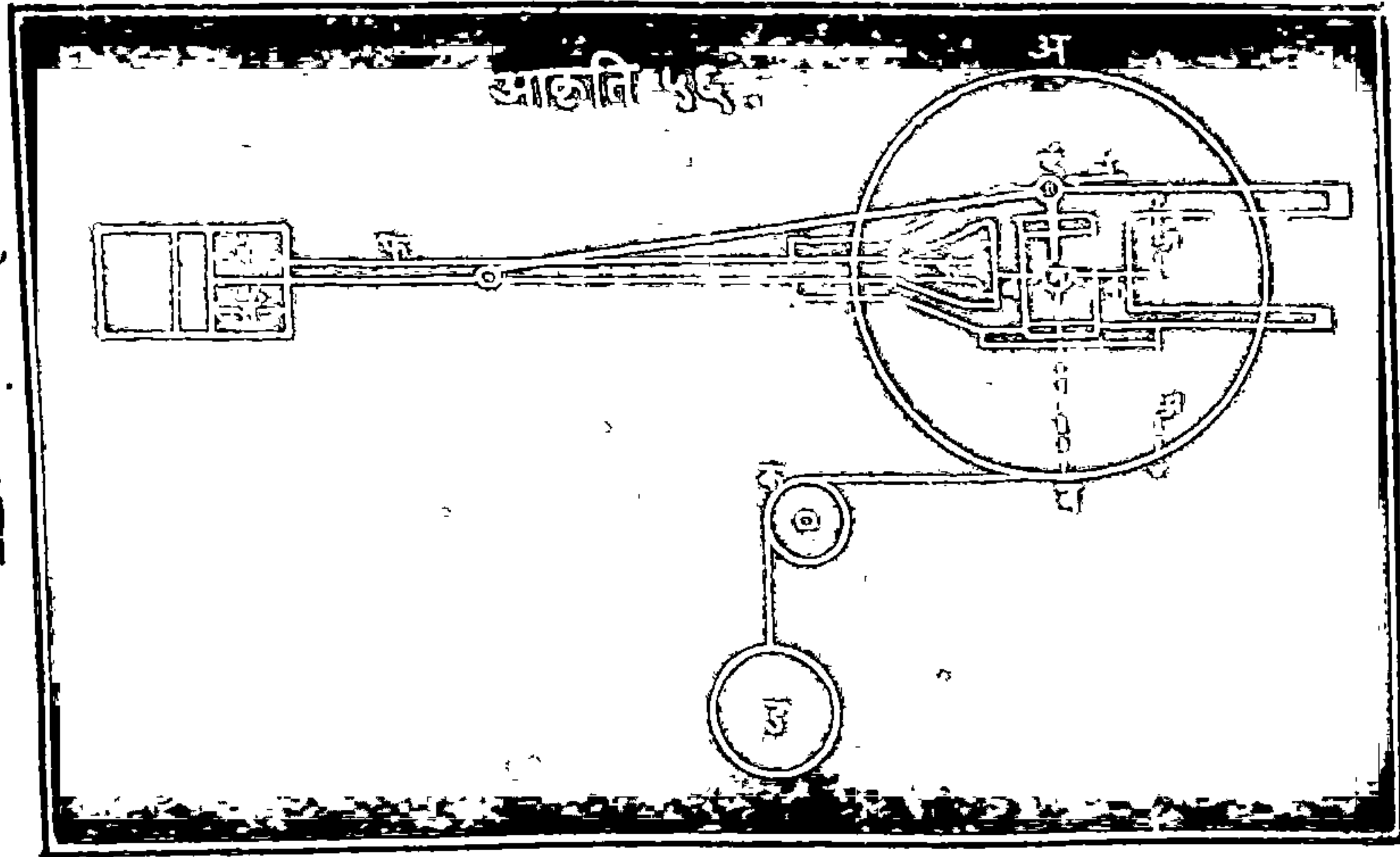
आकृति ५३.

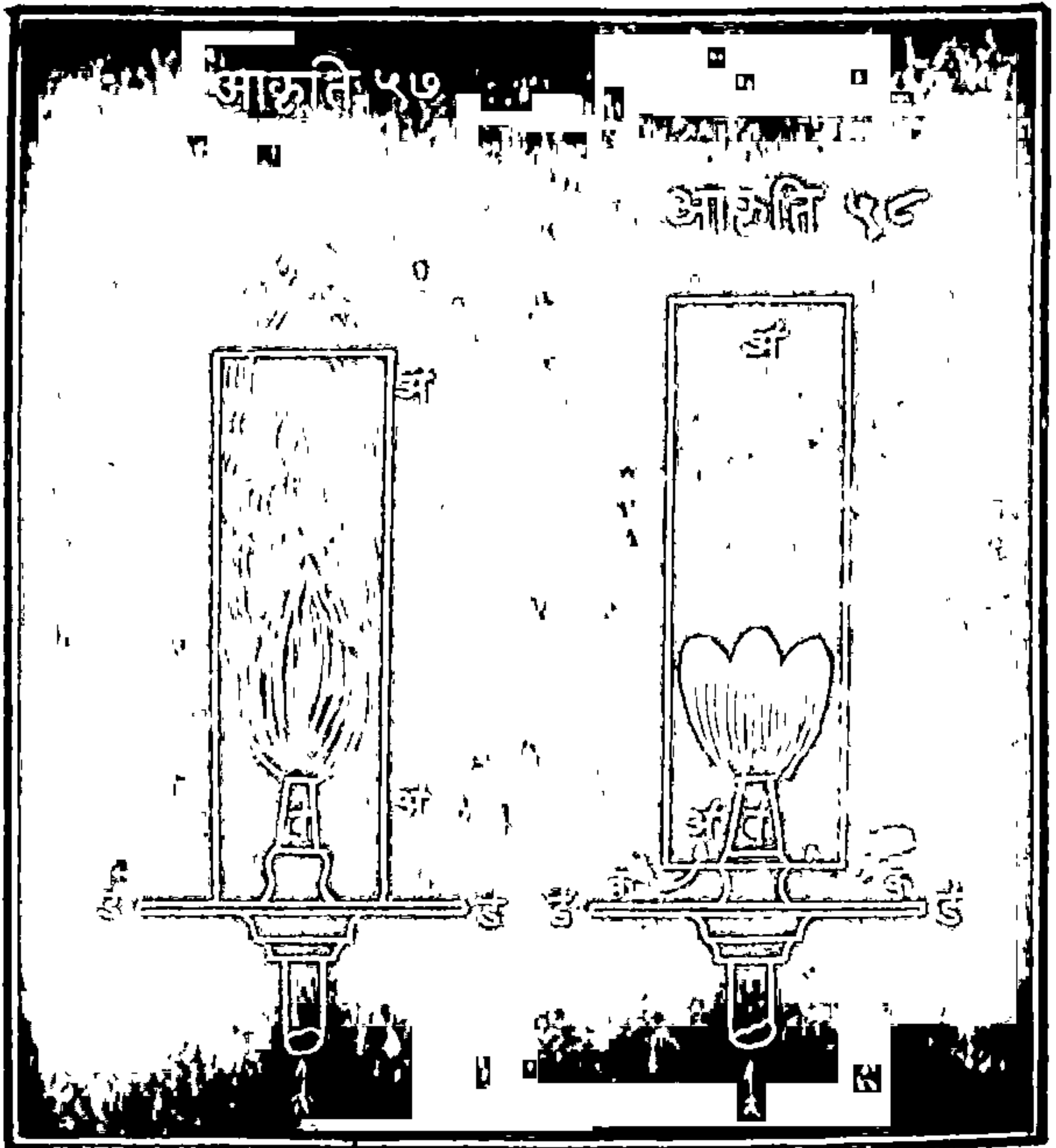
- ७६

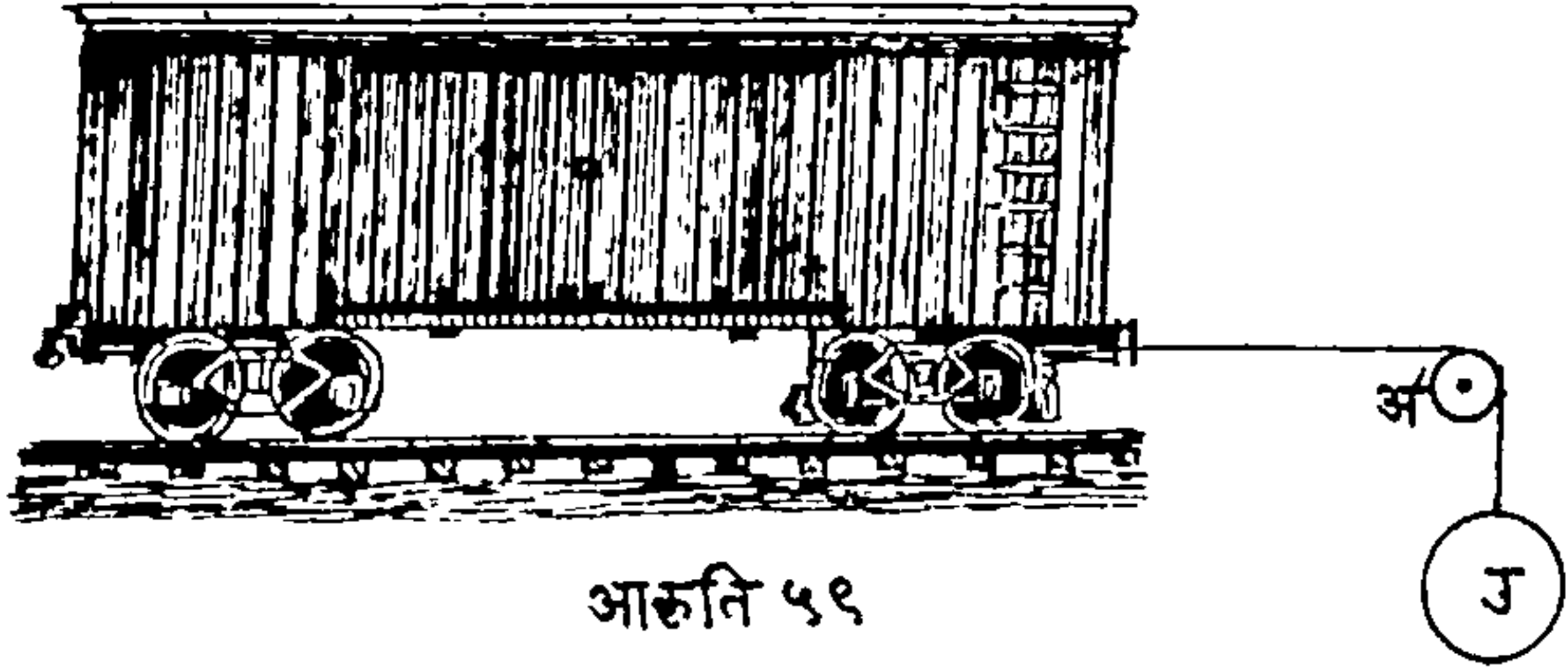


स्केल ३/४ इंच = १ फुट.

सिद्ध १ इंच = १ फुट.

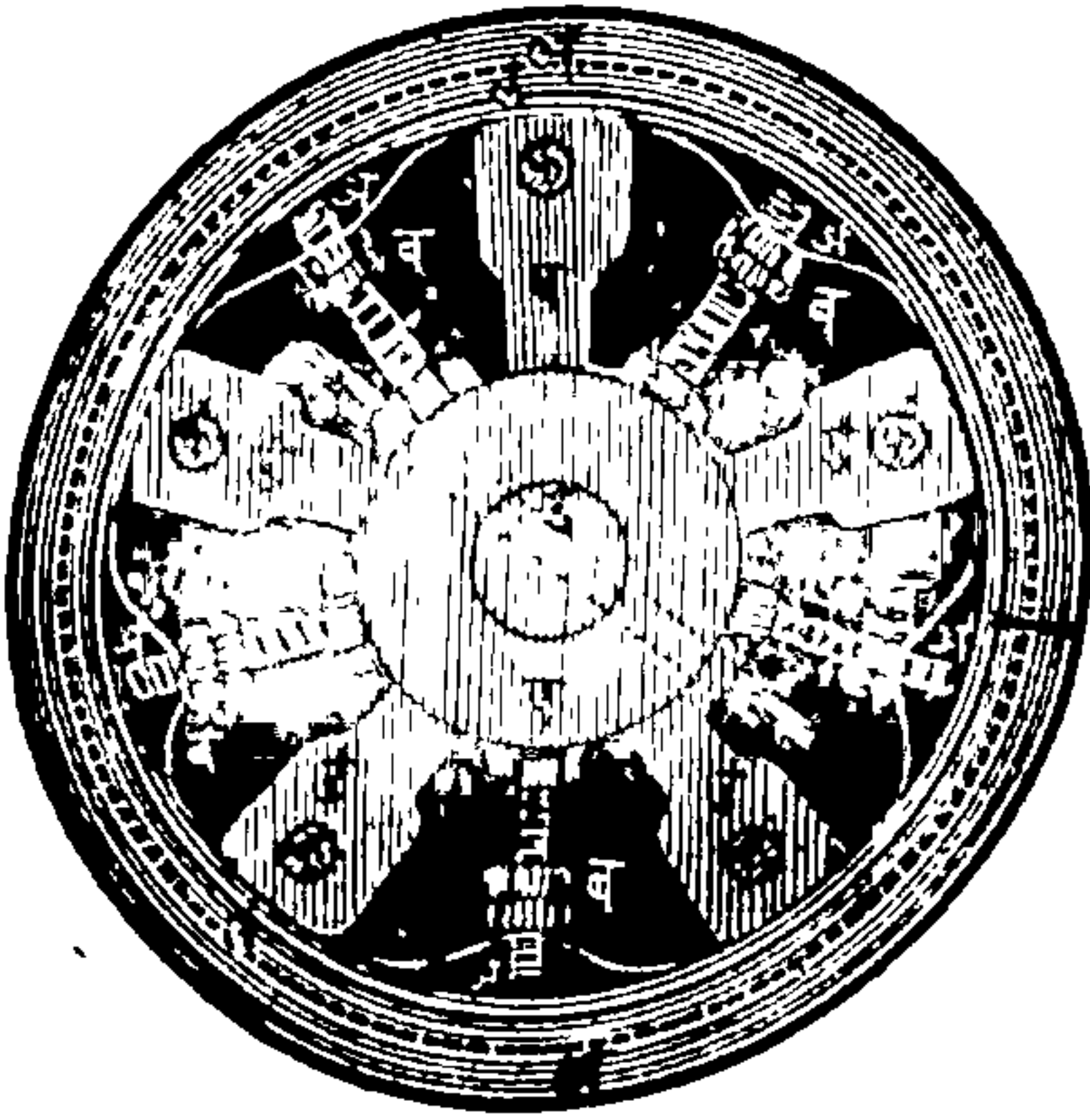




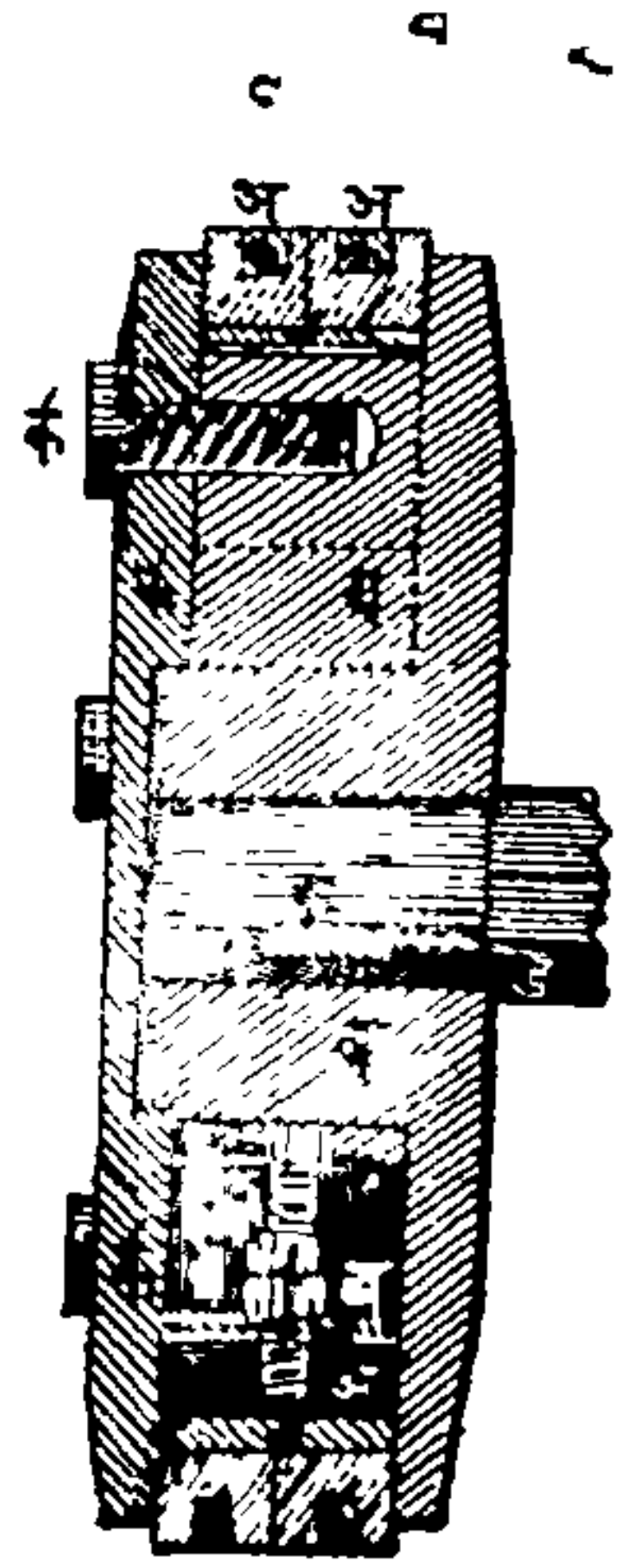


आकृति ५९

१ २ ३ ४



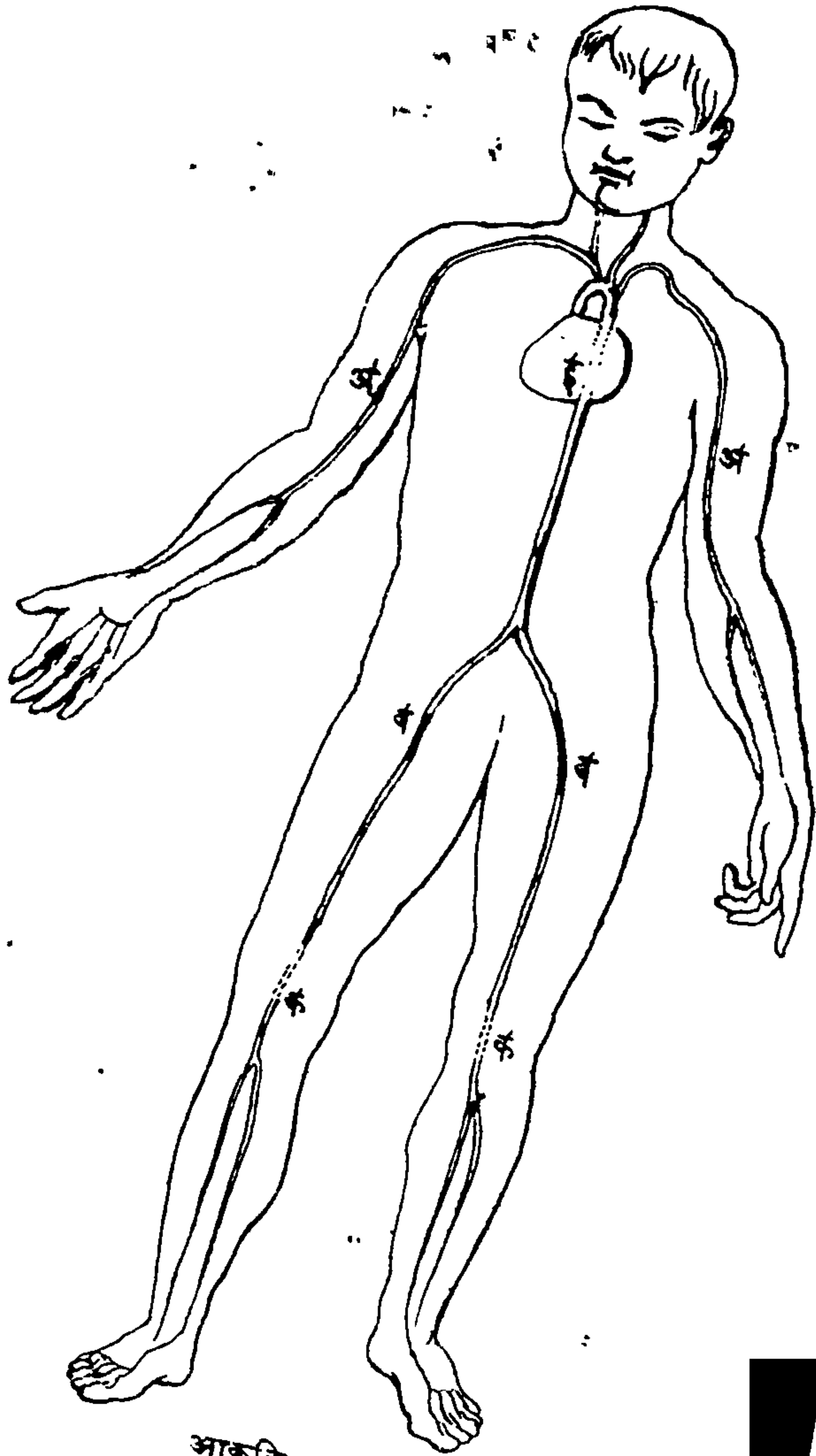
आकृति ६०



आकृति ६१

स्केल १ इंच = १ फुट.

२९.

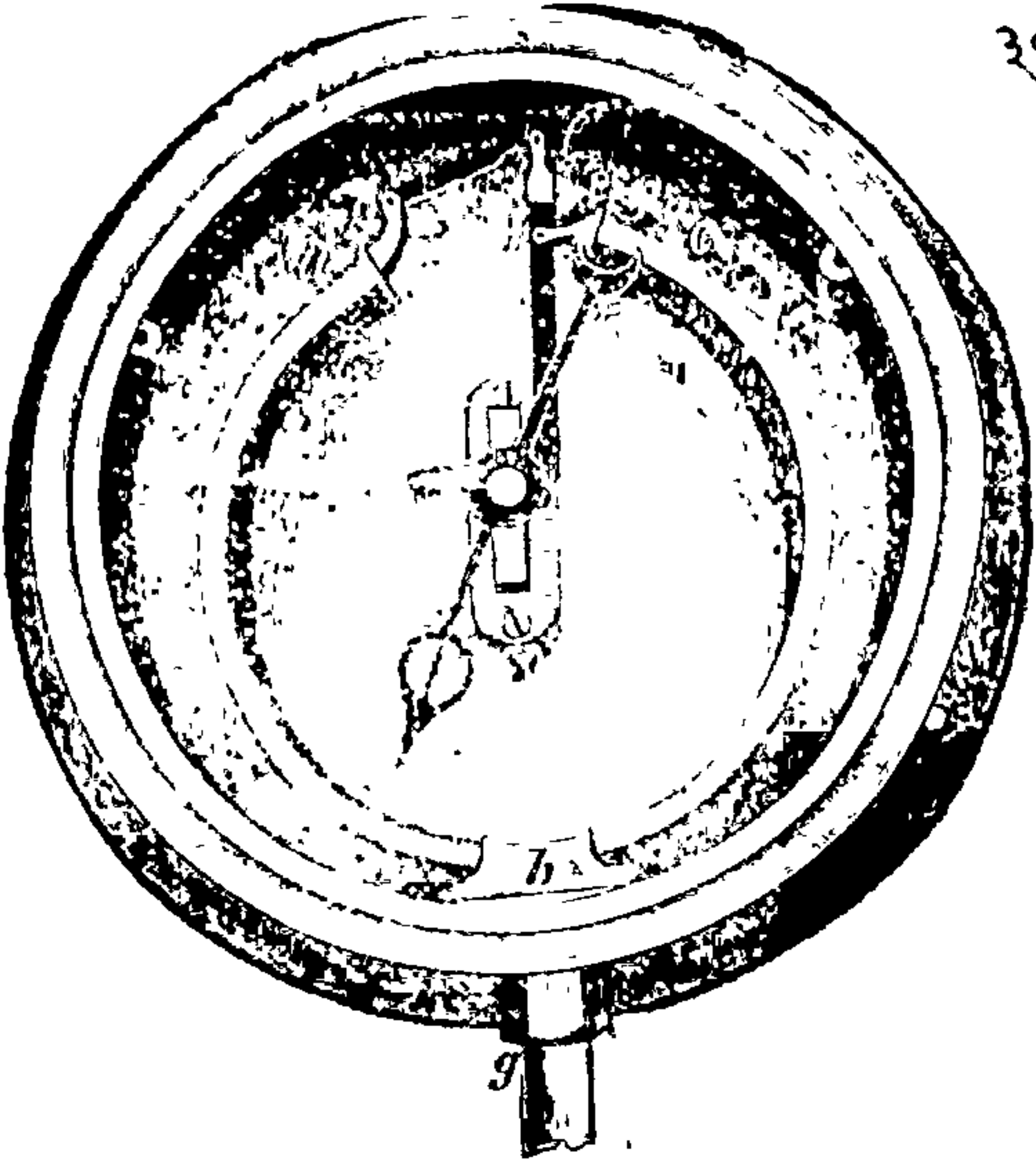


आकृति ६२.

पृ. १२१

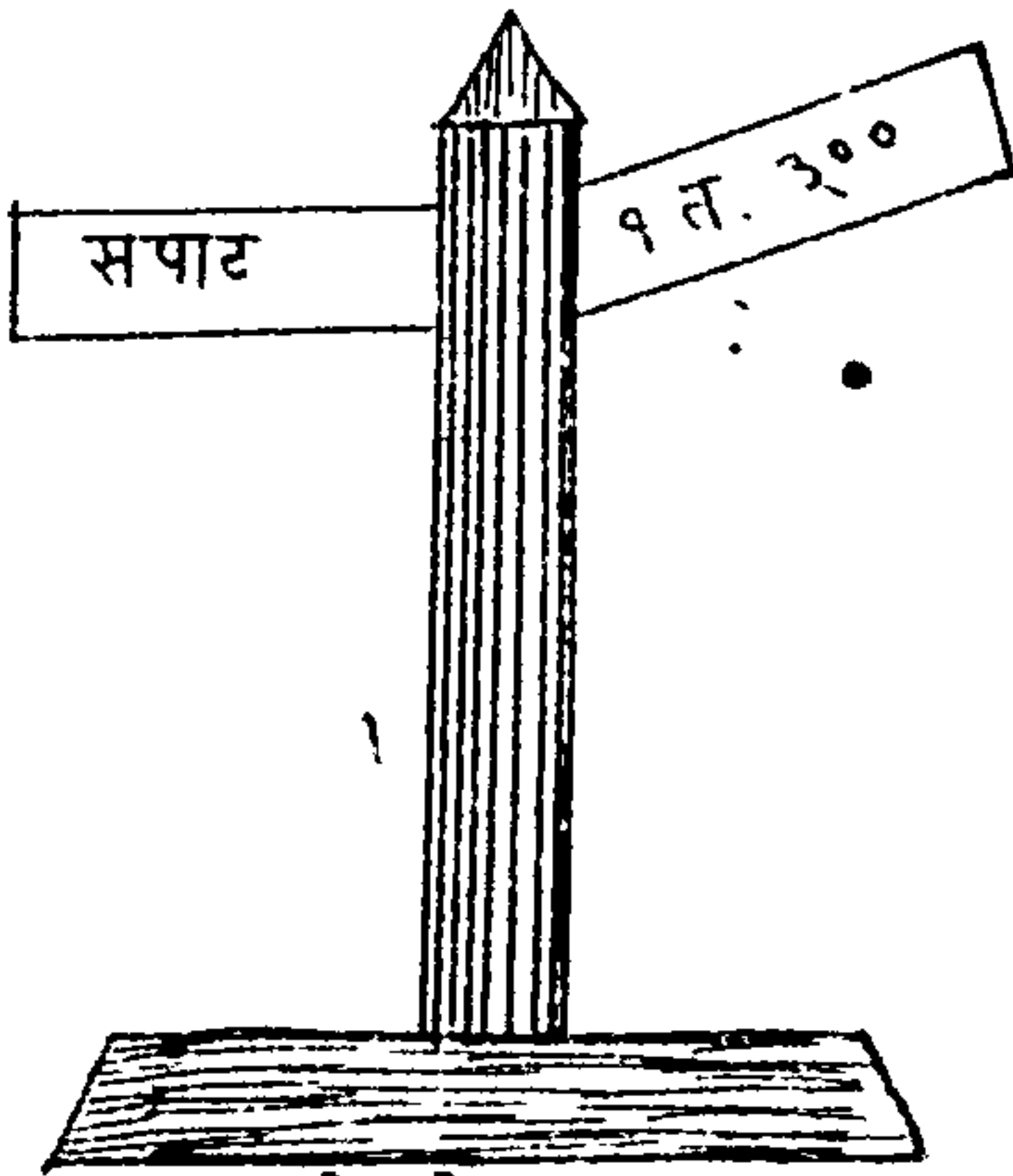
आकृति ६३.

३०



पृ. ७,

आकृति ६४

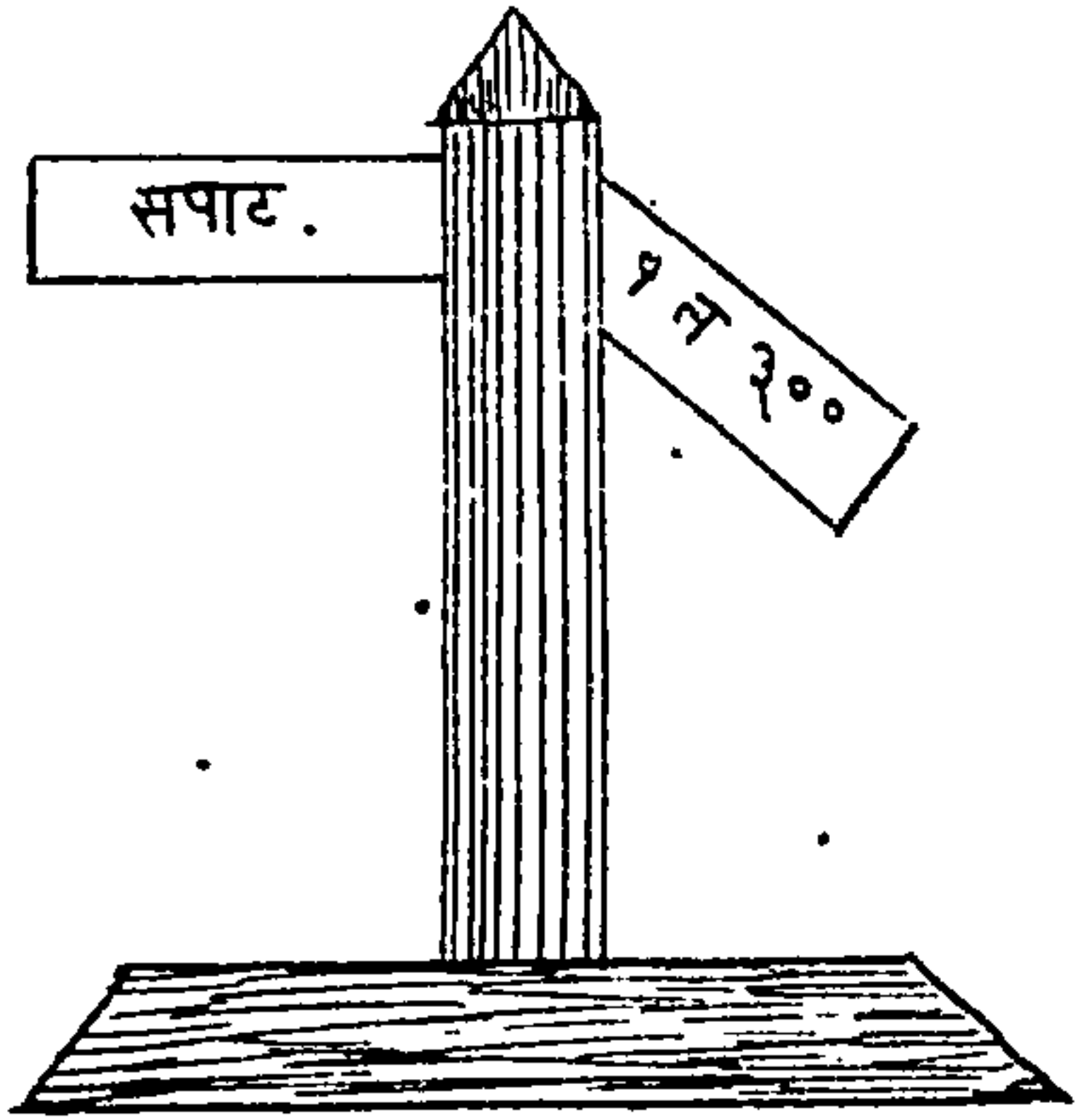


ग्रेड पोस्ट.

पृ. ७,

३१

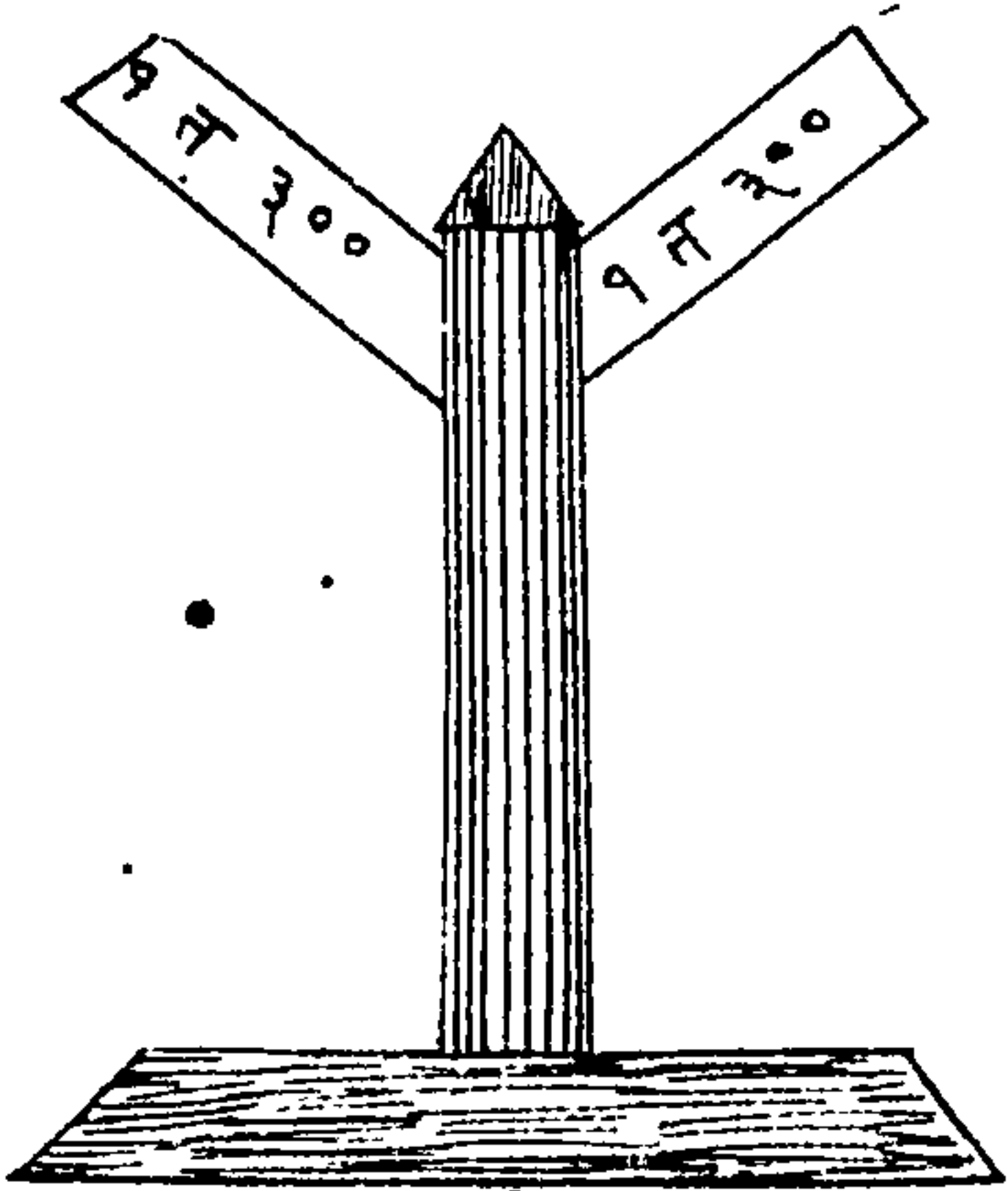
आकृति ६५.



ग्रेड पोस्ट.

पृ. ७,

आकृति ६६.

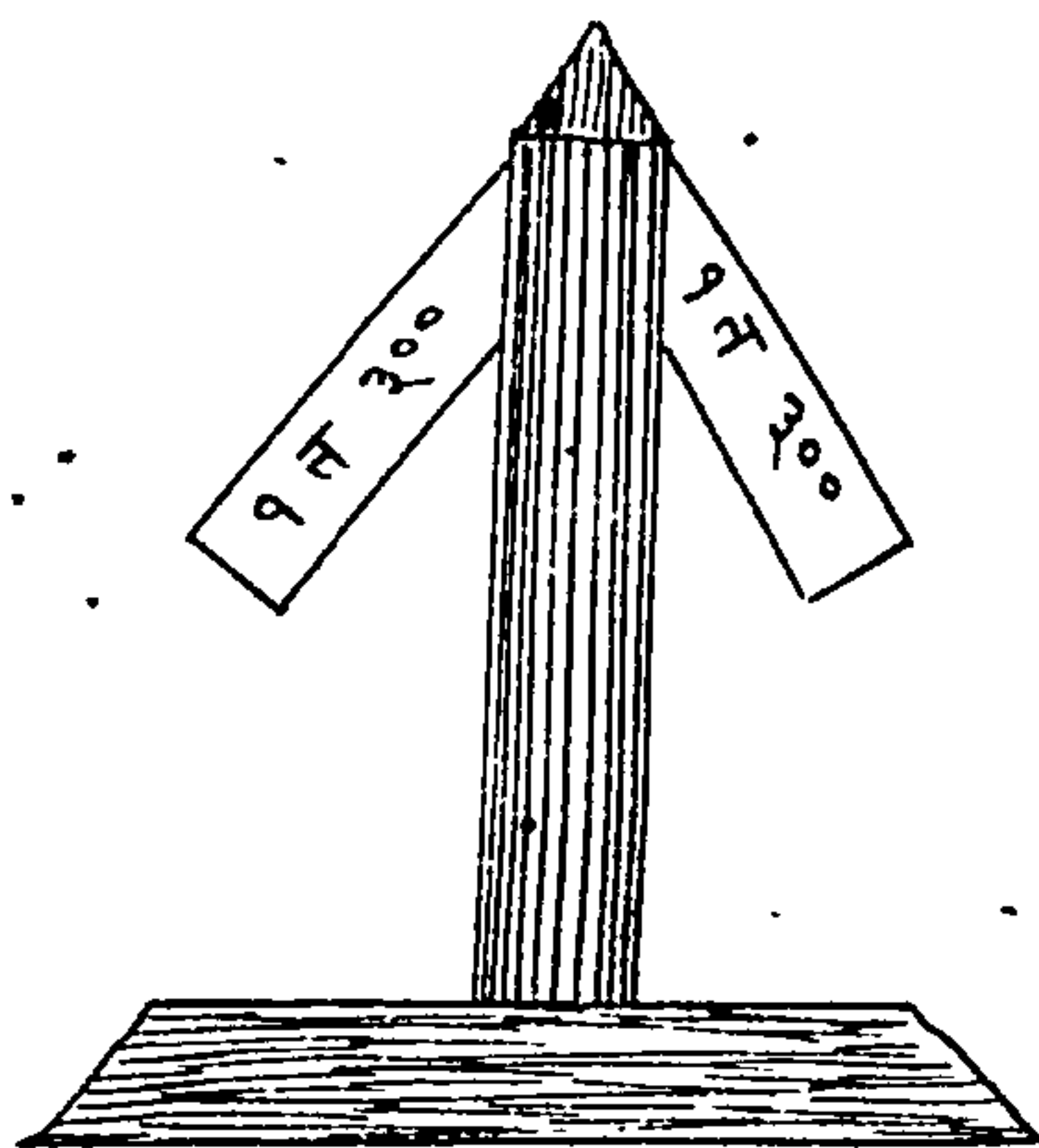


ग्रेड पोस्ट.

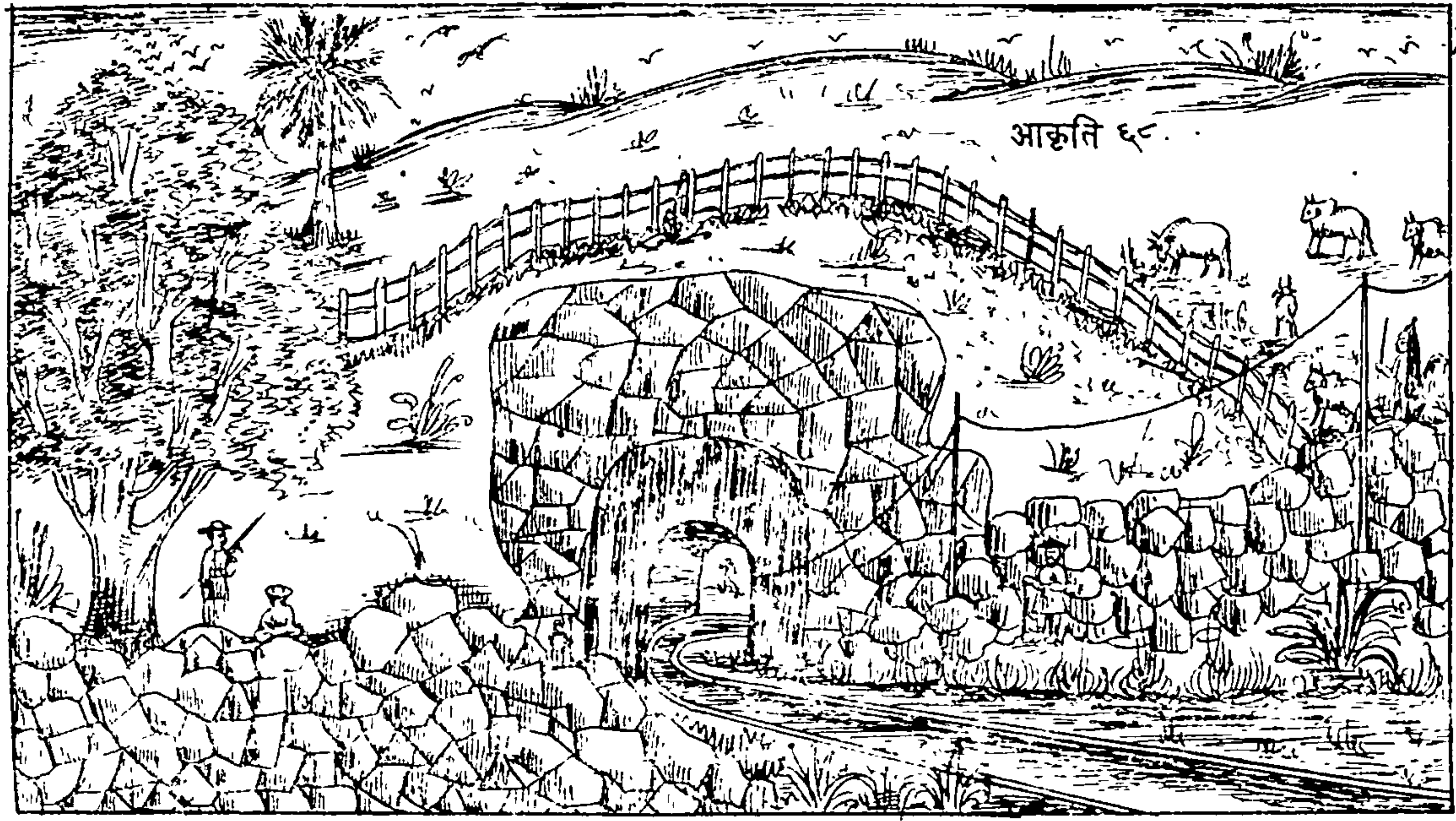
पृ. ७,

३२

आकृति ६७.



ग्रेड पोस्ट.



आकृति ६८

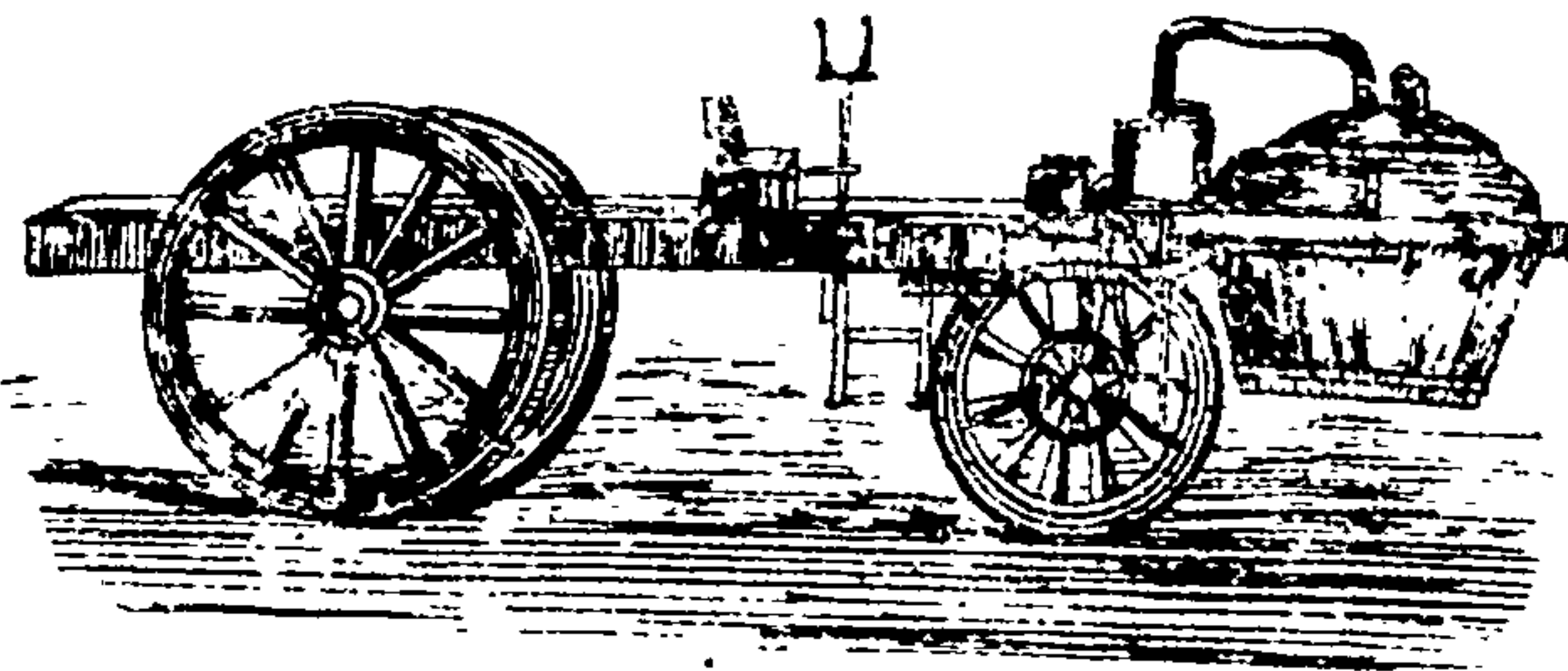
आकृति ३८.



आकृति ३९



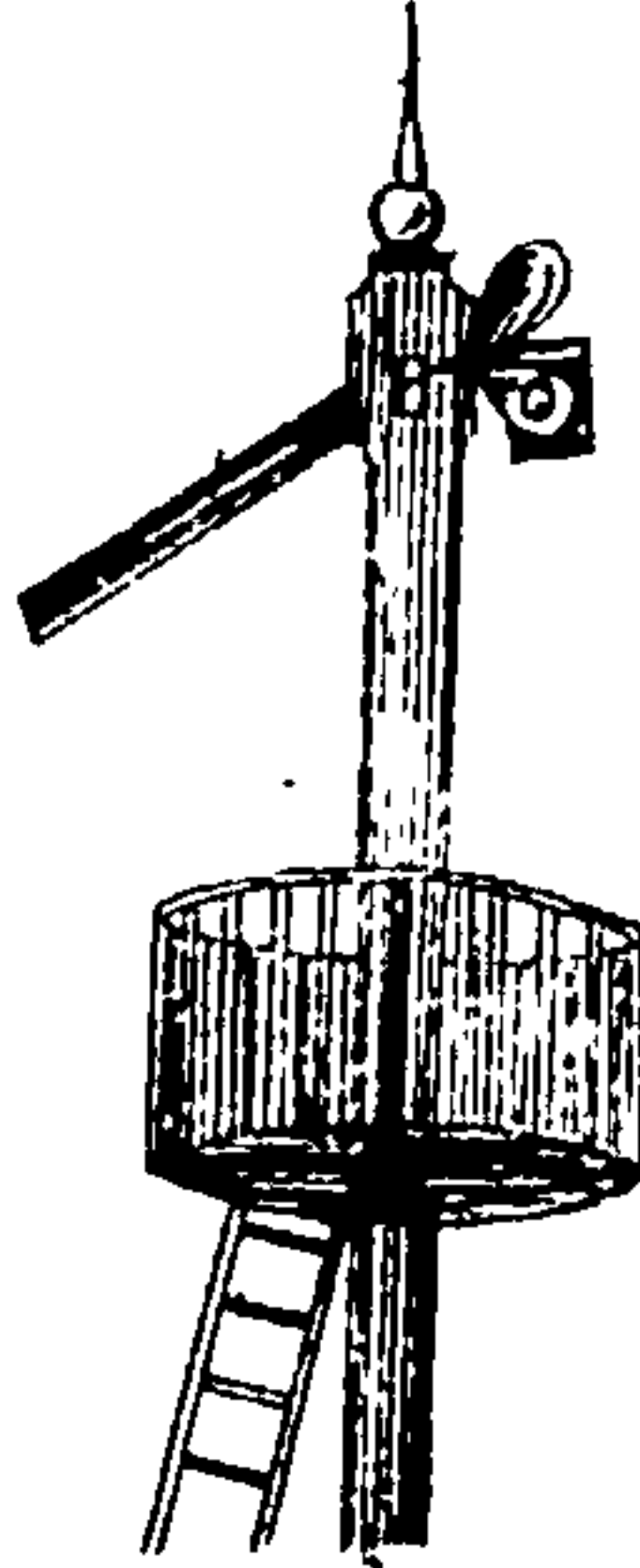
आकृति ८०



पृ. २०

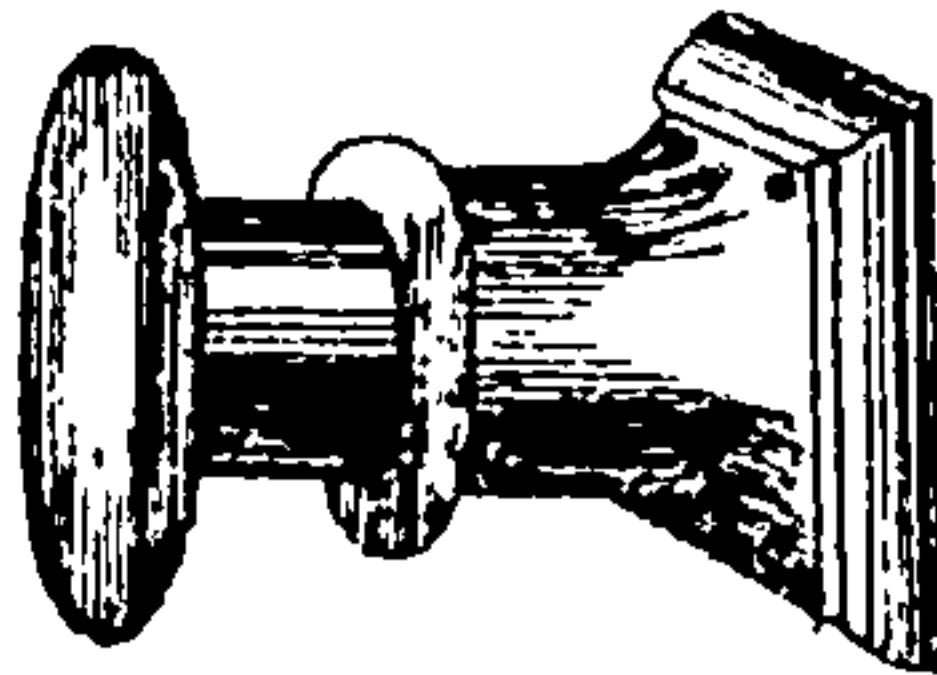
२१.

आकृति ८१.



पृ. ११९

आकृति ८२.

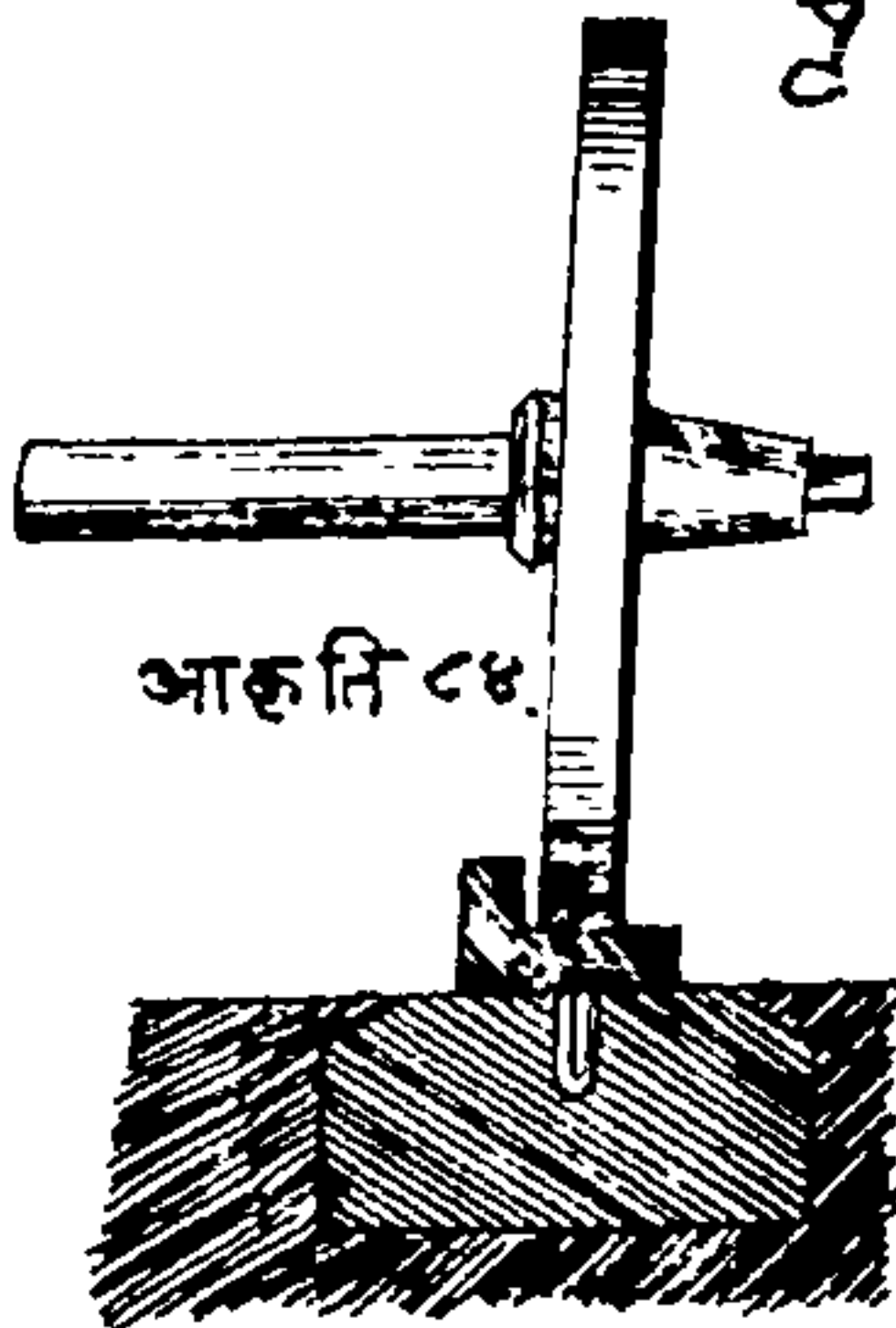


आकृति ८३.



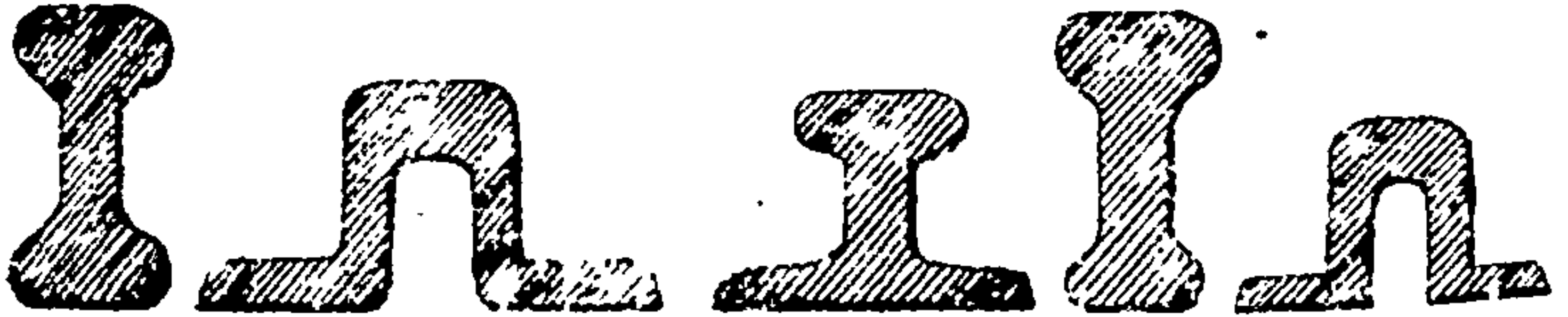
४०

८४

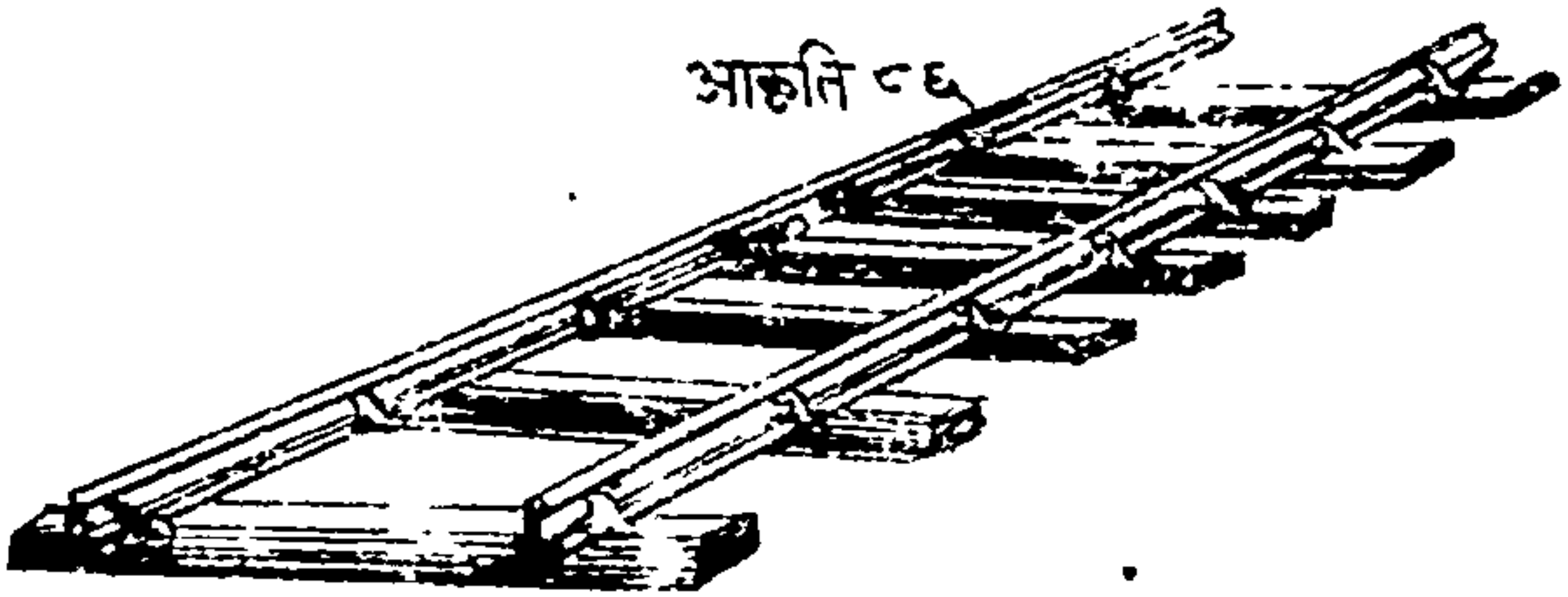


आकृति ८४.

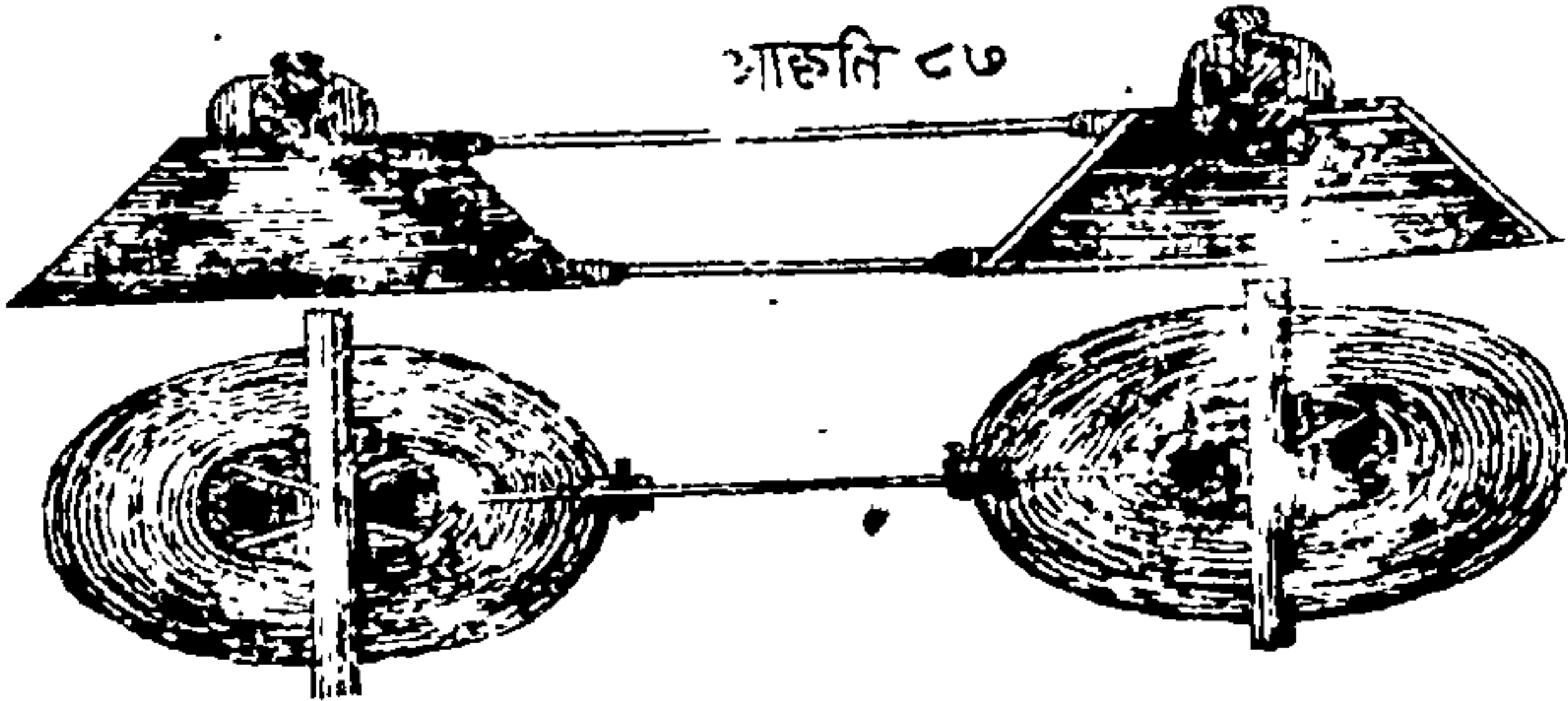
आकृति ८५



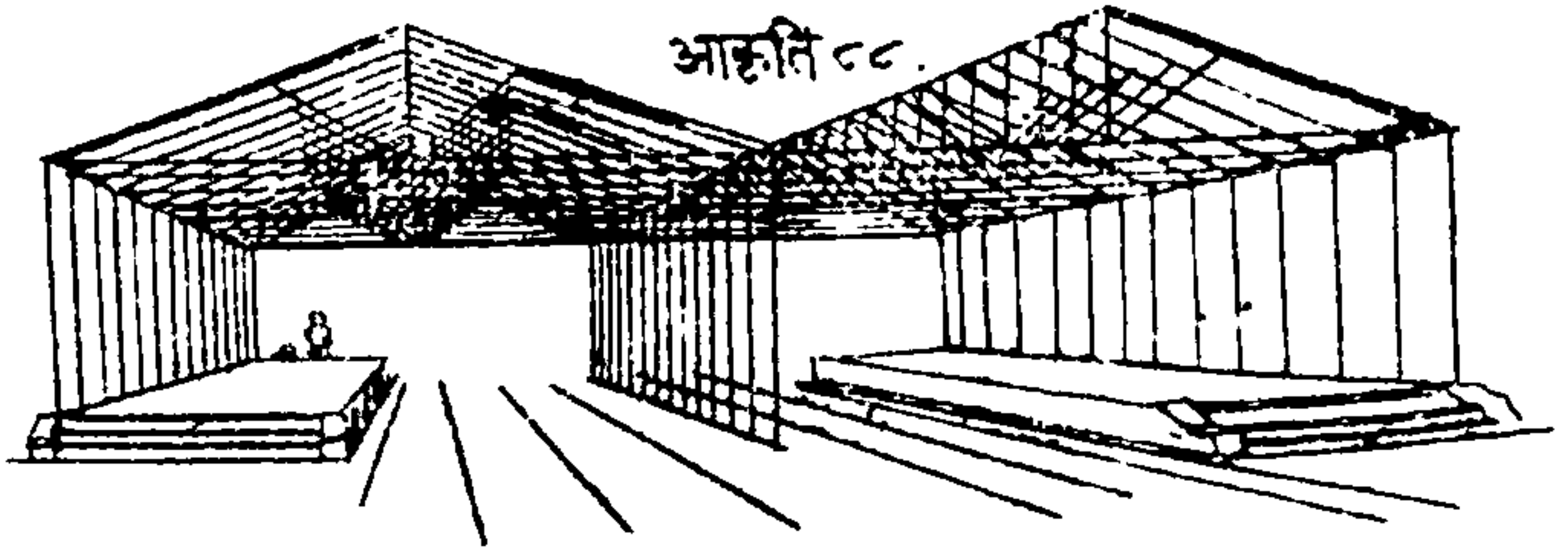
आकृति ८६

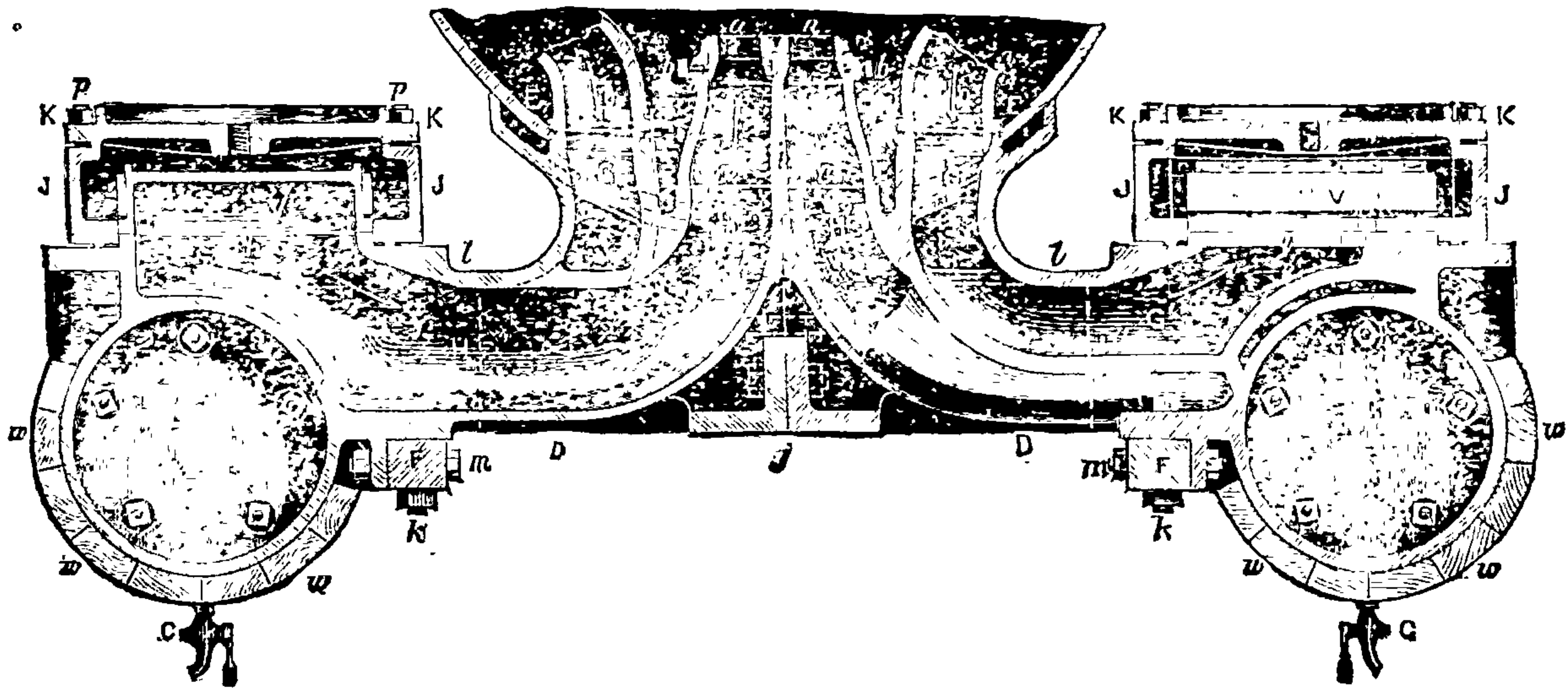


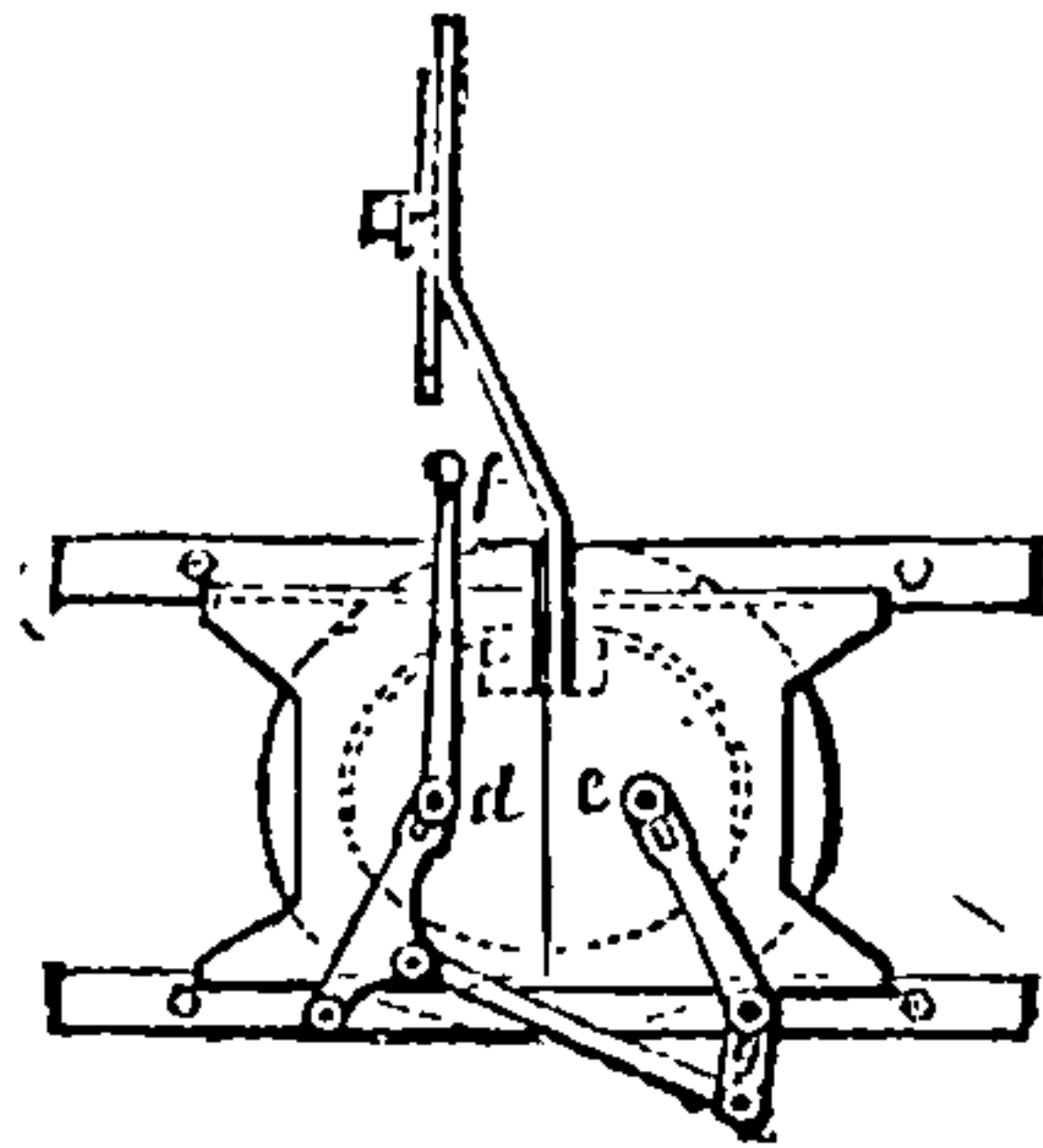
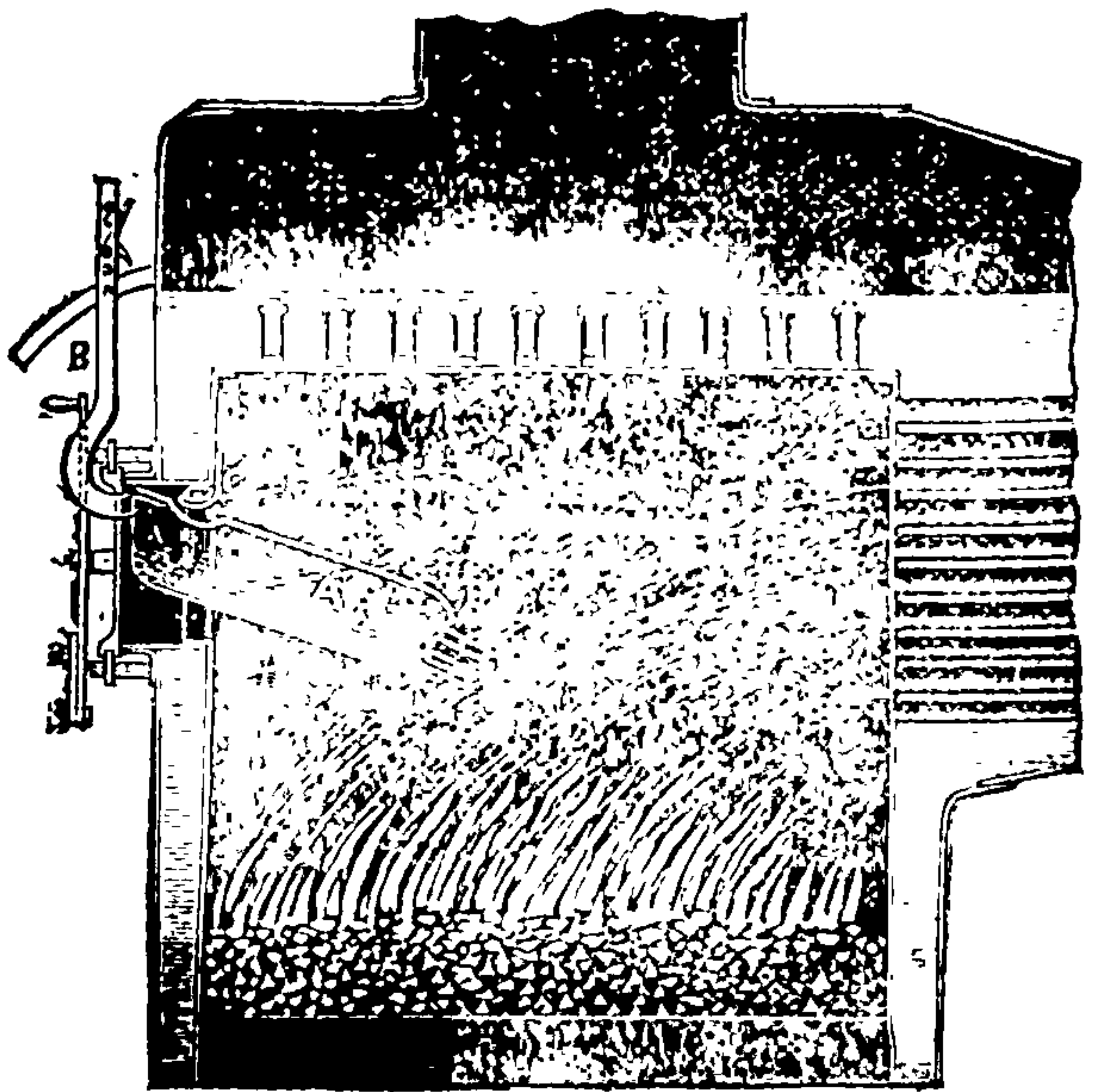
आकृति ८७

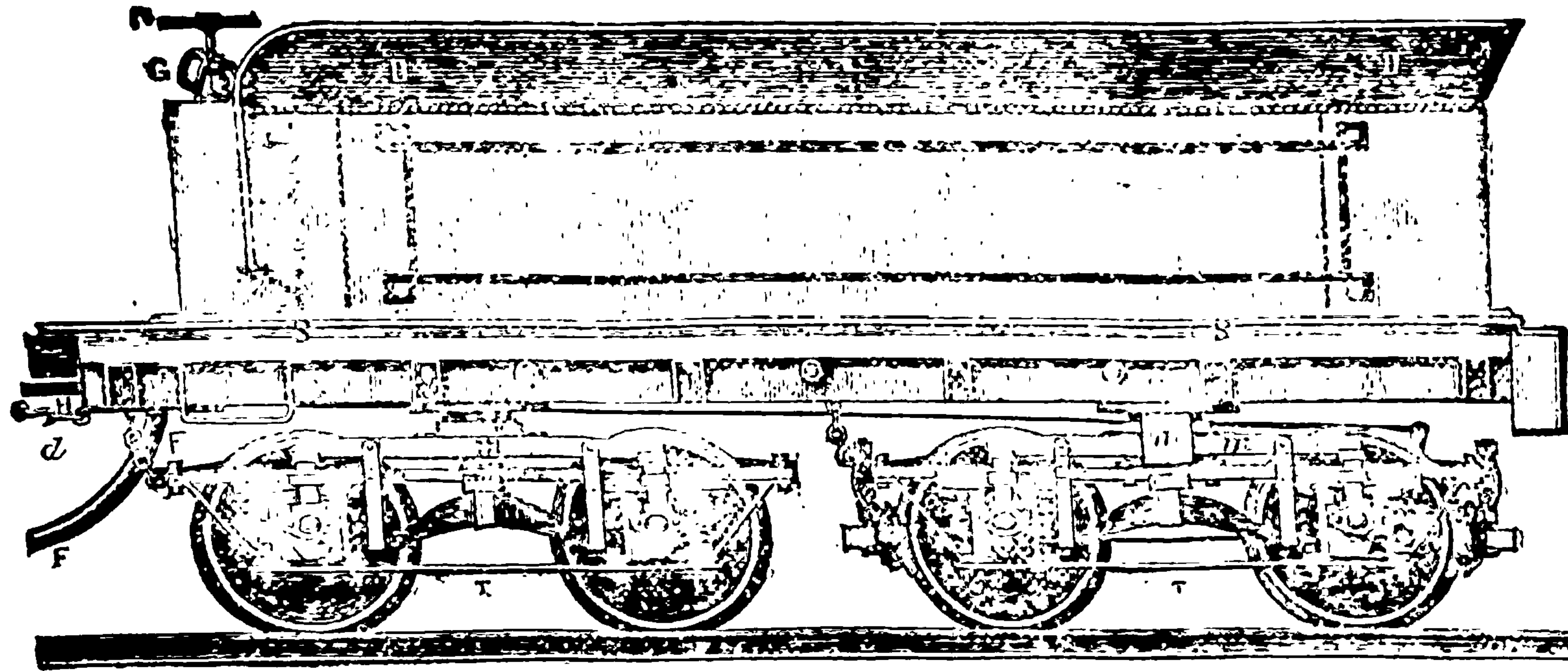


आकृति ८८









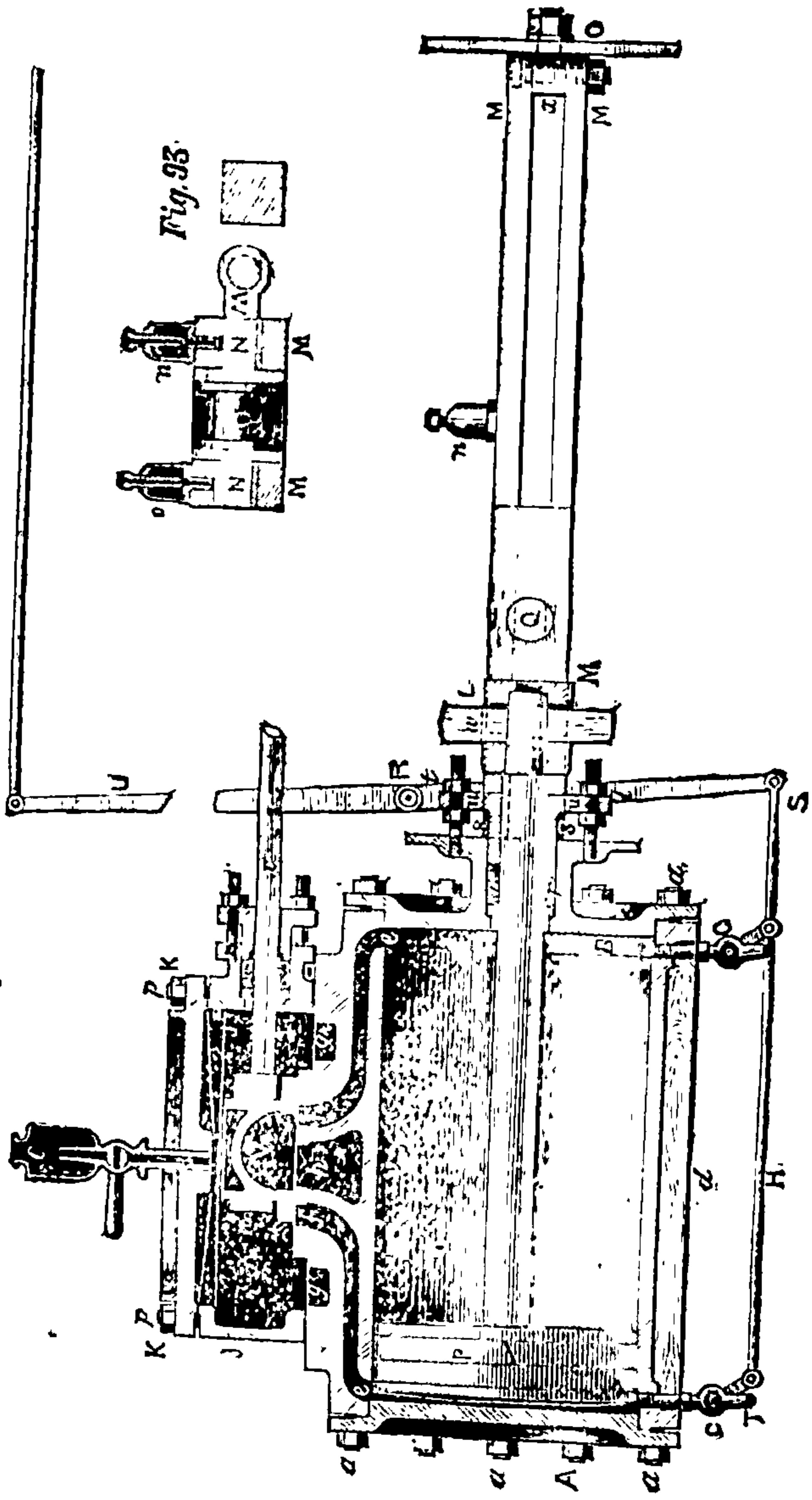
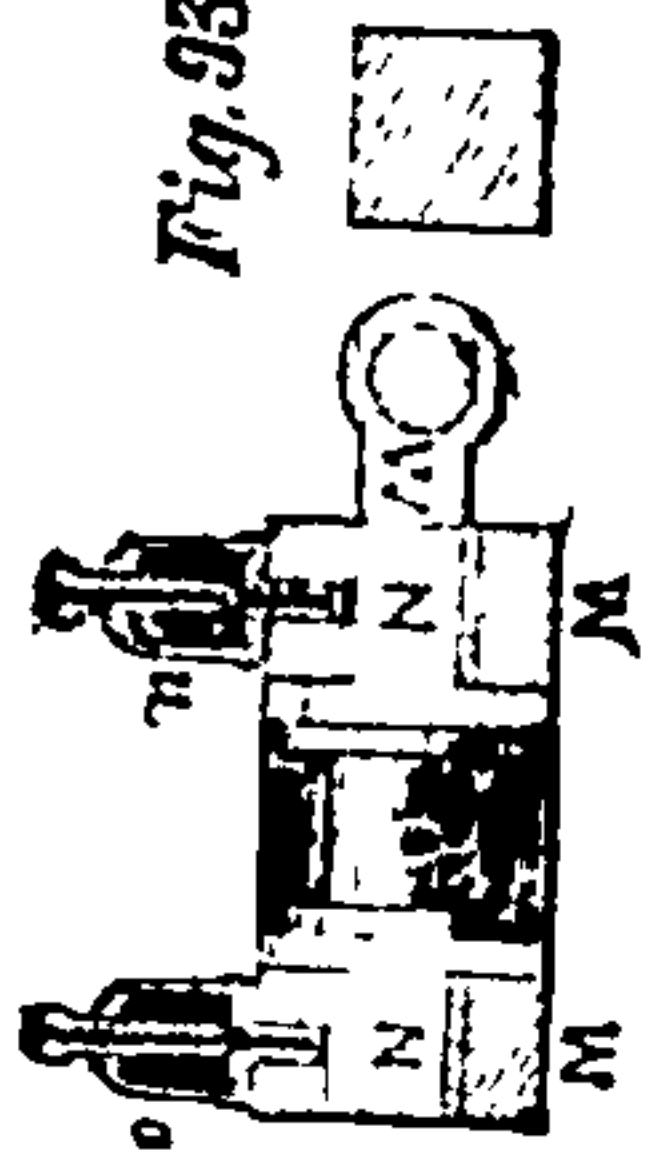


Fig. 93.



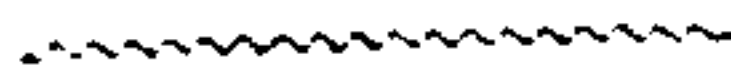
काना —	वरचा रकार ●●
वेलांटी —●●	खालचा रकार ●●●●
उकार —●	विसर्ग ●●—●—○—
मात्रा ●—	रेफ ●●●●●●
अनुस्वार ●	जोडाक्षराची खूण — —

सूचना—हीच चिन्हें कांट्याच्या तारायंत्रांत ध्यावीं; त्यांत जितक्या डांट्या खूणा आहेत त्या डाव्या दिशेस ध्याव्या, आणि वारच्या उजव्या दिशेस ध्याव्या. मात्र त्यांचा अनुक्रम सोडूं नये.

ही चिन्हें पाठविण्याची रीति—प्रथम अक्षर द्यावें, नंतर काना, नंतर वेलांटी, नंतर उकार, नंतर मात्रा, अनुस्वार, आणि विसर्ग द्यावे, असा साधारण नियम ठेवावा. जोडाक्षर देणें असेल तेव्हां अगोदर जोडाची खूण द्यावी आणि जोडाक्षरांत ज्या अक्षराचा उच्चार प्रथम होत असेल तें द्यावें, नंतर दुसरें द्यावें, ह्याप्रमाणें जितकीं अक्षरें जोडणें असतील तितकीं जोडून शेवटीं पुनः जोडाची खूण द्यावी. ऱ्ह्रस्व दीर्घाचा नियम असा ठेवावा कीं, ऱ्ह्रस्व वेलांटी असली तर वेलांटीची खूण एकदां द्यावी आणि दीर्घ असल्यास ती दोनदां द्यावी; ह्याचप्रमाणें उकार व मात्रा ह्यांविषयीं समजावें. उदाहरण—कौ हें अक्षर देणें असेल त्या वेळेस अगोदर क देऊन नंतर काना द्यावा, आणि शेवटीं दोन मात्रा द्याव्या. संबंध शब्द देण्याघेण्यास कठीण पडला तर

१. ह्या शब्दाचा अर्थ विद्युन्मार्गपुस्तकांत सांगितला आहे भाग १०, पृष्ठ १६४, पाहा.

त्याचीं अक्षरें तोडून द्यावीं आणि दर अक्षरानंतर घेणारानें समजलीं ह्मणून एक डाट द्यावा, आणि अक्षर समजलें नसल्यास उगीच बसविं ह्मणजे देणारानें तोच शब्द पुनः द्यावा. उदाहरण-नारायण हा शब्द एकदम द्यावा, परंतु तसें करण्यास अवघड पडेल त्या वेळेस ना. रा. य. ण. ह्याप्रमाणें द्यावा. तसेंच स्त्र हें जोडाक्षर देणें असेल त्या वेळेस प्रथम जोडाची खूण देऊन स नंतर त आणि र देऊन जोडाची खूण द्यावी, नंतर कांहीं काना मात्रा देणें असल्यास ती द्यावी. अंक व विरामचिन्हें इंग्लिश भाषेंत आहेत तींच उपयोग करावीं. अक्षरें सरून अंक आले ह्मणजे आरंभीं आणि शेवटीं ●●● ●●● ●●● ही खूण द्यावी.



पृथ्वीप्रदक्षिणा.

(पूर्व पश्चिम)

पहिल्या प्रतीचा प्रवास करणे असेल तर फक्त १९५० रुपये भाडे पडेल. विशेष माहिती खाली को-टकांत दिली आहे त्यावरून पश्चिमेस जाऊन पूर्वेस मनुष्य कसे जाते हे वाळेल.

टप्पे.	आगबोटोतून किंवा आगगाडीतून.	लांबी. मील.	वेळ.	
			दिवस.	तास.
मुंबईपासून स्वेज	आगबोट.	३६००	१४	००
स्वेजपासून आलेक्झांद्रिया	आगगाडी.	२२५	००	१२
आलेक्झांद्रियापासून ब्रिंडी-सी अथवा वेनीस.	आगबोट.	८५.०	३	००
ब्रिन्डिसी अथवा वेनिसपासून लिवरपूल.	आगगाडी.	१४००	३	५
लिवरपूलपासून न्यूयार्क.	आगबोट.	३०००	१०	००
न्यूयार्कपासून सान फ्रान्सिस्को	आगगाडी.	३२९४	६	११
सान फ्रान्सिस्कोपासून कलकत्ता	आगबोट.	१०३३४	४२	००
कलकत्तापासून मुंबई.	आगगाडी.	१४००	२	००
एकंदर.		२४१०७	८८	४

नवीन शोध.

उत्तर आणि दक्षिण दिशांकडून फेरा पुरा होत नाही हे सर्वास माहित आहेच; परंतु थोडक्याच दिवसांमागे कोलंबसाप्रमाणे कांहीं मंडळी युरोपांतून ह्या गोष्टीचे निदान पाहण्यास गेली आहे व ती पुढे तो वेत सि-झीस नेईल अशी आतां आशा उत्पन्न होत आहे. वर सांगितलेल्या मंडळीस जेव्हां बर्फाकडून अडथळा आला

त्यावेळेस त्याणीं विमानांत बसून सुमारे शंभर फुटी तें वर
 नेलें, व तेथून त्याणीं तें उत्तरेकडे चालविलें. जों जों तें
 पुढें जाऊं लागलें तों तों उतरण दिसूं लागली व बर्फ
 कमी कमी होऊन समुद्र दिसूं लागला, आणि शेवटीं
 किनाऱ्यावर आले. त्यावेळेस कांहीं कोळी लोक आपलीं
 मासे धरण्याचीं जाळीं नीट करीत होते त्यांस आपल्या
 हिकडून गेलेली मंडळी आकाशांतून उतरल्याप्रमाणें
 वाटूं लागली. त्या लोकांस लातीन भाषा समजते. तेथें
 सर्व प्रकारचे पदार्थ आहेत. आजून पुष्कळ माहिती
 तिकडून येईल. एरीश टैम्स.



खात्रीलायक सहा.

नांवे.	प्रति.
अंबाशंकर विद्यमान विजयशंकर दवाखान्याचे मुख्याधिकारी संस्थान धांगडा	१०
सर शिव राजे दिनकर राव, के. सी. एस. आय. यांचे चिरंजीव रघुनाथराव	१
रा. रा. रामचंद्र गोविंद ओक, अ. इंजीनियर सोलापूर	१
११ गोविंद कृष्ण निमके, स्कूलमास्तर मोर्ती	१
११ विष्णु शिवराम, सिमलर आजंटी	१
११ व्यंकटेश गोविंद लेले जमखिंडीकर, मुसनफ इचलकरंजी	१
११ बाबा वल्लद दानाप्या लिगाडे, सोलापूर	१
११ कृष्णाजी बापू किडे, कारंजे	१
११ विष्णु गणेश, स्टे. मास्तर राहू	१
११ गोविंद रामचंद्र हरहरे, सब पोस्टमास्तर मोखाडी	१
११ रामचंद्र सखाराम गोखले, ब्रह्मावर्त	१
११ शिवराम चंद्रभान पाटील, स्टे. मास्तर आजंटी	१
११ बकतावर टिळक स्टे. मास्तर, खेडी	१
११ प्रभाकर नारायण आगाशे, स्टे. मास्तर मोरटका	१
११ सिताराम विठ्ठल स्टे. मास्तर, बडवाई	१
११ सदाशिव नारायण सिमलर, मोरटका	१
११ विनायक व्यंकटेश स्टे. मास्तर, बलवाडा	१
११ दाजी वामन गुडसू क्लार्क सनावद	१

नांवें.	प्रति.
रा. रा. गणेश लक्ष्मण सहस्रबुद्धे, क्लार्क मडू ..	१
॥ वामन नारायण कोल्हटकर, क्लार्क मडू	१
॥ गोविंद जनार्दन लगेज क्लार्क मडू	१
॥ विष्णु मार्तंड पोस्टमास्तर, बडवाई	१
॥ गंगाधर नारायण चांफेकर, सिन्नलर कालाकुंड	१
॥ रुष्णाजी नारायण सिन्नलर, कालाकुंड	१
॥ विनायक वामन सिन्नलर, सनावद	१
॥ वामन धोंडो कर्वे, किहीम	१
॥ गणेश बळवंत क्याशीअर, मडू	१
॥ तुकाराम सिताराम हेड क्लार्क अहमदनगर ..	१
॥ रुष्णाजी विठ्ठल पुणतांबे, क्याशीअर	१
॥ अमृतराव आपाजी फौजदार. संस्थान महेश्वर	१
॥ विश्वनाथ परशराम सिन्नलर, सनावद	१
॥ नथू गोविंद गुड्स क्लार्क, सनावद	१
शेख रसूल फिटर, खंडवा	१
शेख अबदूल रहमास सब. इन्स्पेटर, आजटी ..	१
मि. कामजी फायरमन, खंडवा	१
शेट बाळमुकुंद गोपाळ हरडकर, हरडा,	१

समाप्त.



(ह्याच ग्रंथकाराकडून)

जाहिरात.

विद्युन्मार्ग,

. अथवा

तारायंत्र.

(७८ आकृति)

तारायंत्राकडील एतद्देशीय कारकून लोकांक-
रितां मराठींत नवीन पुस्तक.

अभिप्राय.

जायक नंबर ५९.

रा. रा. विष्णु चिमणाजी कर्वे यांस,

दक्षिणाप्राईज कमेटीचे सेक्रेटरी यांजकडून कळ-
विण्यांत येतें कीं, तुमचें ' विद्युन्मार्ग ' नांवाचें पुस्तक
पाहिलें; परंतु अशा पुस्तकास सदर कमेटीकडून अभ्रय
मिळत नाहीं, सबब निरुपाय आहे. तुमचें पुस्तक परत
पाटवून देऊं-कळावें, ता. १२ माहे फेब्रुवारी सन
१८७७ इ०.

RAWJEE S. GODEBOLE.

द. प्रा. कमेटीचे सेक्रेटरी.

२. विद्युन्मार्ग—हें पुस्तक रा. रा. विष्णु चिमणाजी
कर्वे यांनीं आपल्या इकडील तारायंत्रखात्यांतील कारकु-
नांचे उपयोगार्थ तारायंत्रासंबंधी बहुतेक आवश्यक मा-

हितीचा संग्रह करून तयार केले आहे. त्याची एक प्रत ग्रंथकारांनीं आझांकडे मेहरबानीने पाठविली तिचा स्वीकार यापूर्वीच केला आहे. आतां या पुस्तकसंबंधानें दोन शब्द लिहितों.

हें पुस्तक त्याचे नांवावरूनच तारायंत्रसंबंधी आहे असें सहज कळून येईल. यांत बातमी पाठविण्याकरितां विद्युत्तेचा उपयोग कसा करितात याचें मुख्यत्वे प्रतिपादन आहे. त्या संबंधानें अवांतर माहिती पुष्कळ दिली आहे. विषयप्रतिपादन बहुतेक ठिकाणीं सरळ व मार्मिक झालें असें आहे. तारायंत्राकडील ज्याला थोडीवहुत माहिती आहे त्याला हें पुस्तक समजण्यास कांहीं आयास पडायचे नाहीत. विषय शास्त्रीय असल्यामुळे सर्वास एकसारखा समजणार नाहीं हें उघड आहे; तथापि ग्रंथकाराकडून आपल्या कामांत कोठें कसर झाल्याचें आढळत नाहीं. प्रत्येक ठिकाणीं विषयानुरोधानें जितकी ग्रंथांत सरलता आणावी तितकी आणण्याविषयीं ग्रंथकारांनीं प्रयत्न केला आहे असें अनेक प्रसंगीं स्पष्ट दिसते. तशांतून आपल्या मराठी भाषेंत तारायंत्राविषयीं आजवर सोपपत्तिक असा दुसरा ग्रंथ झाला नसल्याकारणानें प्रस्तुत ग्रंथकारास शास्त्रीय परिभाषा नवीन बनवावी लागली.*

०. या विषयावर एक छहानसें पुस्तक वे. शा. सं. रा. रा. कृष्णशास्त्री भाटवडेकर यांनीं लिहून सन १८५९ त “वर्तमान-वाहक विद्युयंत्र” या नांवानें प्रसिद्ध केले आहे. पुस्तक सुमारे ५० पृष्ठांचें असल्याकारणानें त्यांत फार थोड्या विषयांचा समावेश झाला आहे. त्यांतून विषयप्रतिपादनही सोपपत्तिक नाहीं. तथापि टीकाविषयक ग्रंथापेक्षा या शास्त्रीवावांचे पुस्तकांत विषयसंबंधानें ऐतिहासिक माहिती आहे त्यांत विशेष आहे. इतर संबधानें पाहतां प्रस्तुत पुस्तकापुढें तें पुस्तक सर्वस्वी फिकें पडेऊ.

हैं काम फारच त्रासाचें व विचाराचें आहे. त्यांतून हा विषयच आपल्या भाषेला व देशाला अगदीं नवीन असल्यामुळे एकही जुना शास्त्रीय शब्द ह्या विषयाच्या परिभाषेशीं जुळेल असें नाहीं. तेव्हां नवीन परिभाषा बसविण्याचें बिकट काम रा. कर्वे यांस करावें लागलें व ते बहुतेक ठिकाणीं चांगल्या तऱ्हेनें तडोस नेले आहे. याबद्दल प्रस्तुत ग्रंथकारांची तारीफच करणें योग्य होय, या पुस्तकांतील पारिभाषिक शब्द मराठी, उर्दु व संस्कृत या तीन भाषांतील मिळून योजले आहेत, हे कित्येकांचे मतें प्रशस्त नाहीं. त्यांचें असें लक्षणें आहे कीं, ज्याप्रमाणें युरोपांत जीं शास्त्रें बऱ्याच काळापासून प्रचारांत आहेत किंवा नवीन प्रचारांत आलीं आहेत किंवा येत आहेत, त्या सर्वांचे पारिभाषिक शब्द ग्रीक अगर लाटिन भाषेतून घेतलेले आढळतात, किंवा मुसलमान लोकांत शास्त्रीय पारिभाषिक शब्द आरबी भाषेतून घेण्याचा संप्रदाय आहे, त्याप्रमाणें आमच्या इकडे जीं शास्त्रें किंवा तदंगें प्रचारांत आणायाचीं असतील त्यांतील पारिभाषा संस्कृत भाषेतील असाव्या. आतां विषय नूतन असल्यास योग्य असे सिद्ध शब्द दुर्मिळ खरे, परंतु नवीन शब्दव्युत्पत्ति करण्यास संस्कृत भाषेसारखी दुसरी नवीन भाषा सुकर नाहीं. पुनः संस्कृत पारिभाषिक शब्द पोक्त व भारदस्त दिसतात व त्यामुळे विषयासही बरेंच वजन येतें. 'सडक ओघ', 'उघडी', 'ज्यादामंडळ' 'ज्यादाविद्युच्चक्र' 'सडकतारा', 'जामीनखांब' 'खेंचतार' 'मापीतार' असे कित्येक पारिभाषिक शब्द वजनदार दिसत नाहीत इतकेंच नव्हे, परंतु सरुद्धर्शनीं

त्यांजपासून विपरीत अर्थबोध होतो. तेव्हा अशा शब्दांची योजना संज्ञाप्रकरणां करणे प्रशस्त नव्हे असे कित्तीएकांचें मत आहे, व हे मत विचारदृष्ट्या बरेंसें दिसतें; परंतु या प्रकरणां वराच मतभेद दृष्टीस पडतो. याकारितां प्रस्तुत ग्रंथकारांस इतकेंच सुचविणें आहे कीं, त्यांनीं संस्कृत पारिभाषिक शब्दांची जशी ग्रंथाचे पूर्वार्धां योजना केली आहे तशीच पुढील भागां दुसरी आवृत्ति छाहितेवेळीं करावी.

या पुस्तकांतलil विषय सुलभ रीतीनें लक्षांत यावा याकारितां निरनिराळे पदार्थ व यंत्रे यांच्या ७८ आकृति दिल्या आहेत. ग्रंथांत या आकृतींवरून यंत्रे नीटपणें लक्षांत भरावीं झणून चांगली फोड केली आहे. विषय समजण्यास अत्युपयोगी अशीं बहुतेक चित्रे दिलीं आहेत. आतां कित्येक पदार्थांचीं चित्रे वगैरे देणें राहिलीं आहेत. पण तीं कदाचित् ग्रंथकारास आवश्यकशीं वाटलीं नसावीं. परंतु तीं नसल्यामुळे तारायंत्रास आवश्यक अशा कित्येक पदार्थांची माहिती व्हावी तशी होत नाहीं. इकडे ग्रंथकारांनीं लक्ष पुरवावें.

अब्जलपासून तीं अखेरपर्यंत विषयप्रतिपादन सुरेख झालें आहे, तथापि त्यांतले त्यांतही कांहीं विषयांचें विवेचन निःशेष सुरेख झालें आहे. ओहमस्मेथड (Ohms' method) झणून जी विदुल्लतेचा विरोध वगैरेविषयीं गणितपद्धति सन १८५७ सालीं ओहमस्मानें काढिली आहे तिचें स्पष्टीकरण व उपयोग हीं या ग्रंथांत उदाहरणें देऊन उत्तम तऱ्हेनें दाखविलीं आहेत.

या गणितपद्धतीचा वास्तविक पाहतां फार उपयोग असून, व ही समजण्यास ह्मणजे विशेष कठिण आहे असें कांहीं नसून तारायंत्राकडील कामगारांस बहुधा हिची माहिती नसते. तेव्हां या पद्धतीचा या पुस्तकांत खुलासेवार संग्रह केला आहे हें फार उत्तम केलें आहे. तारायंत्र खात्यांतील बातमी देणारे घेणारे जे कारकून असतात त्यांस बहुधा 'खुट् खुट्' करण्यापेक्षां विशेष माहिती नसते. कांहीं तारेंत घोटाळा किंवा प्रतिबंध आला असतां त्यांचें निवारण त्यांचे हातून न होतां दुसऱ्या. कडे पहावें लागतें. अशी स्थिति बहुधा सर्वत्र आहे ह्मणून ऐकतां ही पराधीनता सहज जाण्याजोगी आहे असें हें पुस्तक वाचल्यानें लक्षांत येईल.

आतां हें पुस्तक चांगलें झालें आहे असें पूर्वीच सांगतलें आहे. यावरून यांत दोष नाहींत असें मात्र समजूं नये. यांत विषयसंबंधानें पाहिलें असतां बारीक बारीक दोष कोठें कोठें दृष्टोत्पत्तीस येतात; परंतु ठळक असा एकही दोष आमचे नजरेस आला नाहीं. 'नाल्पीयान् बहु सुकृतं हिनस्ति दोषः' या मताप्रमाणें हें पुस्तक चांगलें उतरलें आहे असें ह्मणण्यास कांहीं बाध नाहीं.

या पुस्तकांत विद्युत्संबंधी कांहीं माहिती गाळली आहे. ती दिली असती ह्मणजे ग्रंथास शोभा आली असती. कारकुनाची गरज न लागतां वाक्येचे योगानें तारंतून बातमी देतां व घेतां येते असा प्रकार नवीन शोधून काढला आहे याचा या ग्रंथांत उल्लेखही नाहीं. विद्युत्तेचे योगानें घड्याळें नीट चालवितां येतात, दिवे

लावतां येतात वगैरे माहिती या ग्रंथांत दाखल करण्या-
जोगी होती. तसेंच 'वातावरणीय विद्युल्लते'चें वर्णन
बरेंच विस्तारानें झालें आहे; तथापि विजेचे निरनि-
राळे प्रकार, त्याचा रंग, आकार, व कोणत्या प्रकारचे
विजेपासून मनुष्यास व इमारतीस विशेष धोका आहे
वगैरे माहिती उपयोगाची असण्याकारणानें ती दाखल कर-
ण्यालायक होती. मूळ विषयानुरोधानें ज्या पदार्थांचें
वर्णन करणें जरूर होतें, असे कांहीं पदार्थ वर्णनाशि.
वाय दाखल केलें आहेत. रबर, गटापर्का, 'जर्मन
शिल्हर' इत्यादि पदार्थांविषयी माहिती, कृति व त्यां-
चा उपयोग हीं विस्तारानें दाखल करणें अवश्य होतीं,
परंतु या ग्रंथांत त्यांचा नामनिर्देश मात्र आढळतो.

या ग्रंथाची भाषा बहुतेक ठिकाणीं इंग्रजी धर्तीवर
लिहिलेली दिसते. प्रस्तुत मराठी भाषा जुन्या व शुद्ध
धर्तीवर लिहिण्याचा प्रचार सुरू असल्या कारणानें
इंग्रजी पद्धतीप्रमाणें लिहिलेली भाषा हेंगाडी दिसते.
पुस्तकाची भाषा वाईट असल्यास पुस्तक वाचवत नाहीं;
कारण पुष्कळ वेळां अर्थ समजण्याची मारामार पडते,
व ती भाषा कानालाही कडू लागते. हा भाषाविषयक
दोष ह्या ग्रंथांत बलवत्तर आहे. यापुढें अशी इंग्रजी
मराठी लिहिण्याची चाल ग्रंथकारांनीं सोडून द्यावी
ह्मणजे त्यांचे ग्रंथ विशेष प्रिय होतील.

याप्रमाणें या ग्रंथांत जे जे मुख्य गुणदोष दृष्टीस
पडले ते सादर केले आहेत. यावरून सहज लक्षांत
येईल कीं, या पुस्तकांत गुण फार असून जे कांहीं दोष
आहेत ते भाषादोषाखेरीज विशेष कटाक्ष ठेवण्याजोगे

नाहींत. तारायंत्रासंबंधी ज्यास उत्तम माहिती आहे अशा आमच्या एका मित्रानें हें पुस्तक साद्यंत वाचून पाहिलें. त्याचेंही मत बहुतेक अंशीं आमच्या मताशीं जुळतें. तेव्हां हें पुस्तक एकंदरीनें चांगलें झालें आहे व आजवर तारायंत्राविषयीचे माहितीचा ग्रंथ मराठींत नव्हता ती उणोव रा. विष्णुपंत कर्वे यांनीं मरून काढिली याबद्दल ते सर्वांचे स्तुतीस पात्र आहेत. रा. कर्वे यांचा ग्रंथकर्तृत्वाचे संबधानें हा प्रथम प्रयत्न असून व हातीं घेतलेला विषय शास्त्रीय असतांही त्यांनीं विषयप्रतिपादन चांगल्या रीतीनें केले आहे हें पाहून त्यांचा विशेष तारीफ करणें योग्य आहे. ह्याप्रमाणें आमच्या प्रस्तुत ग्रंथकारांनीं त्यांना रेलवे स्टेशनमास्तर असल्या कारणानें जो विषय विशेष माहित असण्याचा संभव त्यावर ग्रंथरचना केली त्याप्रमाणें जे जे विषय ह्मणून उद्योगधंद्याच्या संबधानें माहित असण्याचा आमच्या महाराष्ट्रजसांस विशेष संभव आहे त्यांनीं जर आपापल्या विषयावर निबंधरचना करण्याचा उद्योग चालविला तर अन्य सुधारलेल्या राष्ट्रांतील भाषांप्रमाणेंच मराठी भाषेंतही विषयांची रेलचेळ होऊन जाईल. विविधज्ञानविस्तार.

श्री.

ता. २१ माहे एप्रिल १८७७.

सजश्री विष्णुपंत स्टेशनमास्तर होळकर

स्टेटरेलवे स्वामीचे सेवेसी,

साष्टांग नमस्कार विनंती येथील कुशळ मजकूर
दिनांति वैशाख शुद्ध ८ सन १२८४ पावेतो मुक्काम

देवासें येथें असों विशेष आपलेकडून एक पत्र व एक प्रत तारायंत्र बूक इंग्रजी डांक टपालांतून आलें त्याचा मोठे आभारी होऊन स्वीकार केला. वास्तविक या कार्मी आपण बरीच तकलीफ उचलून सर्वास तारायंत्राचा मार्ग सुलभ करून दाखविला. आजपावेतो या कार्मी कोणीच मेहनत केली नाहीं याकरितां आर्मी पुनः शिफारस करतो कीं, आणखी सुमारे १० प्रति या ग्रंथाच्या आपण मेहरबानगी करून टपालमार्गे पाठविल्यास त्यांचा एथें खप करून किमतीबद्दल आपलें लिहिणें येईल त्याप्रमाणें वसूल करून पैसे पाठविण्यांत येतील. बंगीखर्चासुद्धां यादी पत्रासोबत पाठवून द्यावी, क्षणजे ठीक पडेल. लोभ असावा ही विनंती.

(सही) रामराव गोविंद ऊर्फ नाना साहेब पंडित.

मुक्काम देवास, पाती मोठी.

श्री.

धार, ता. १७ माहे मे सन १८७७
राजमान्य राजश्री विष्णु चिमणाजी कर्वे स्टेशन-
मास्तर साहेब होळकर स्टेट रेलवे स्टेशन
आजटीं स्वामीचे सेवेसी,

कृतानेक साष्टांग नमस्कार विनंती विशेष—आपण पत्र नंबर ५६७ तारीख ५ माहे एप्रिल सन मजकूरच्या समागमें जनाब रावसाहेब गोपाळ विश्वासराव यांजकडे वितुन्मार्गे नांवाचा ग्रंथ तयार करून छापविल्याची एक प्रत पाठविली ती जनाब रावसाहेब यांनी

सरकार साहेबांस नजर केली. सरकार साहेबांनीं ३० रुपये आपणाकडे पाठविण्याविषयीं हुकूम फरमाविला, व. आणखी ५. काप्या मागविण्याची आज्ञा केली, त्याप्रमाणें सदरहू ३० रुपयांची हुंडी धारेहून (दर्शनी) परसादीराम धोकलसिंग दुकान धार यांणीं गंगाराम चुणीलाल दुकान छावणी महू यांजवर मिति अधिक जेष्ठ वि १३ स लिहिलेली या पत्रासोबत आज्ञेप्रमाणें पाठविली आहे. पात्रल्यावर हुंडीचा रुपया वसूल करून मेहेरबानगी करून रसीद सरकार साहेबांच्या नांवाची पाठविली.

आपण सदरहू बूक चांगलें तयार केलें याजविषयीं आपली तारीफ सरकार साहेबांनीं करून आणखी पांच काप्या मागविण्याचा हुकूम फरमाविला, करितां आणखी पांच काप्या पाठविण्याचें करतील. किंमत दर कापीस २॥ रु. आपण छापली आहे, त्याप्रमाणें ६ काप्यांचे रुपये १५ वजा जाऊन बाकीचे बक्षीत समजतील. कळावं, लोभ असावा ही विनंती.

(सही) वासुदेव रामचंद्र,
नि. महकमे हुजूर दरबार धार.