۱۲۱۲۲

تشریح و توضیح علم جر الثقیل و حکمت طبیعی
مرکب شش نماوی ؛ مترجم میرزا زکی مازندرانی
(ترجمه از فرانسوی بفارسی)

۱۲۷۴ ق. تهران. چاپ سنگی

۱۷
۸۶۲

کتابخانهٔ مجلس شورای ملی

مؤسسهٔ ۱۳۰۲

اسم کتاب علم جر الثقیل و علم حکمت طبیعی
مؤلف ترجمهٔ میرزا زکی مازندرانی چاپ سنگ
موضوع تألیف

شمارهٔ دفتر
۱۲۱۲۲

کتابخانهٔ مجلس شورای ملی
۱۷
۸۶۲

۱۲۱۲۲

تشریح و توضیح علم جر الثقیل و حکمت طبیعی

گریشیش نمساوی ؛ مترجم میرزا زکی مازندرانی

(ترجمه از فرانسوی به فارسی)

۱۲۷۴ ق. تهران. چاپ سنگی

۱۷

۸۶۲

کتابخانهٔ مجلس شورای ملی

مؤسسهٔ ۱۳۰۲

اسم کتاب علم جر الثقیل و علم حکمت طبیعی

مؤلف ترجمهٔ میرزا زکی مازندرانی یاور توپخانه

موضوع تألیف

شمارهٔ دفتر ۱۲۱۲۲

کتابخانهٔ مجلس شورای ملی ۱۷ ۸۶۲

کتابخانه
مجلس شورای ملی
مؤسسه ۱۳۰۴
۱۲۱۲۲

بسم الله الرحمن الرحیم

سپاس بقیاس بیکتا نیز است سزا است که جهانرا بزیور وجود خسروان عادل و سلاطین کامل از اوبهر یک را
مظهر جلال و جمال خود کرد و خلایق را در ظل لوای ظلال خود بعلوم مفیده و کمالات فائقه مجلی و مزین ساخت
و شریعت غرای حضرت سید المرسلین خاتم النبیین الا بارا قیام قیامت شاهره پوشیدگان طریقت و خورشیدان حقیقت فرمود
صلوات الله و سلامه علیه و علی آله و اولاده الطاهرین الی یوم الدین اما بعد چون در ملکت و دولت قاهره و مدت
اعلیحضرت ملک الملوک و سلطان السلاطین خسرو جوان بخت و خدیو فلک تخت شهریاری بی نظیر
و مرزبان کشور گیر و ارای سکندر شوکت و بهمن کنجسرو حشمت پیوسته دهیم و دائم و پیوسته
که وجم مفخر نخوانین ملجاء السلاطین مغیث الملة و الدین شاهنشاه عادل کامل و خاقان کریم ماذل
مروج ملت تازی سلطان مؤید غازی سلطان ناصر الدین شاه قاجار ابد الله تعالی شیه و ابد دولته
از میامن تربیت و فواید تقویت جناب جلالتمآب اشرف ارفع امجد خواجه بزرگ کافی بی نظیر صاحب
ارسطو تدبیر اصف ضمیر فخر الکفاة صدر الصدور شخص اول ایران نفس اکمل دوران اعجاد الدوله
العلیة العالیه وکیل دولت معظم صدر اجل اعظم میرزا آقا خان نوری مدظله العالی هر گونه صنایع بدایع عجیبه

غریبه را که در دول خارجه مدتها اول بود در عموم مملکت ایران رونقی تازه و رواجی بی اندازه
حاصل آید و از جمعیت حکما و فلاسفه ممالک اروپا خطه طهران عرصه یونان گردید و معلمین دانا و مدرسین
توانا از ولایت فرنگستان بدار الملک خواسته و بجهة تعلیم و تعلم مستعدین زمان بدرسه مبارکه
دار الفنون ارسته در مدت قلیل از همت بلند و اهتمام بلیغ این ذات منیر مسند جلیل بسیار علوم
و دانشهای گزیده حاصل متعلمین و مستعدین فرا آورد و باهتمام و حسن مواظبت مقرب الخاقان عمدة الاعلام
العظام محمد خان نیکلر بیکی رئیس مدرسه و میر توپخانه ریاضیات کامله و علوم مفیده بجهة مستعدین
حاصل شد از جمله معلمین عالیجاه موسیو کریشیس نمساوی سرهنگ معلم کل علوم توپخانه و مهندسی
است که در این عرض مدت باطمینان شایق و متعلمین صادق بر عایت شاگردان مخصوصه خود پرداخت
و علوم ضروریه را بدستیاری ایشان موخت تا سربازان قابل خدمت و لایق منصب شدند و از
ان علوم بلغات کتبی چند مرقوم و مطبوع افتاده و از انجمله است این کتاب در تشریح
و توضیح علم جر ثقیل و علم حکمت طبیعی که از علوم مفضه و مفیده فایست و چون بدستیاری
عالیجاه میرزا زکی مازندرانی یاور توپخانه و مترجم کامل مدرسه ارا
فرانسه بپارسی متداوله نقل و تحویل یافت بجهة تکمیل فوائد و تعدد
رسایل در دار الطباعه ناظم دار الفنون رضا قلی خبیر مجلد
الطباع یافت و در کتابخانه خاصه مدرسه مذکوره مجموع و مضبوط افتاد

باب اول

بسم الله الرحمن الرحیم

باب اول در علمی که از حرکت اجسام گفتگو مینماید از آن ابزبان
فرانسه فرنمی میگویند **فصل اول** در حرکت مجرده Phoronomie

(۱) در حرکت و سکون هر جسمی را در عالم لابد است از مکانیکه
در آن متمکن باشد و اجسام یا متحرکند یا ساکن متحرک در وقتی میباشند
که مکان متمکنه خود را تغییر داده بمکان دیگر بروند و در وقتی ساکن میباشند
که مکان خود را تغییر ندهند حرکت و سکون اجسام نسبت بمکانی که دارند
یا مطلق است یا متعلق باین معنی که مکان جسم میشود که در یک وسعت متحرکه
باشد یا وسعت غیر متحرکه باعتقاد حکمای فرنگ در روی کرهٔ ارض
سکونی از برای اجسام ممکن و متصور نیست زیرا که جمیع جهاییکه در روی
کرهٔ ارضند در حرکت آن بدور شمس و بدور محور خود با آن شریکند

لیکن

باب اول

لیکن اگر زمین ساکن فرض شود آنوقت کل اجسام که در آن موجودند و مکان
خود را تغییر و تبدیل نمیدهند جمیعا ساکن میباشند

(۲) در حرکات متفاوته مسافات متوالیه را که یک جسم در حرکات
تدریجی خود متمکن میشود از آن محل عبور جسم متحرک مینامند از حرکت نقطه
متحرکه خطی حاصل میشود و از حرکت یک جسم هندسی نیز یک جسم احداث
میشود لیکن در اینجا ملاحظه نمی نمایند مگر خطیرا که از نقطهٔ مرکز آن جسم حاصل
میشود در حرکات یا مستقیم الخطند یا منحنی الخط بنابطریق راهیرا که از حرکت
طی میشود اگر مستقیم الخط مینامند و اگر منحنی باشد منحنی الخط گویند و حرکت
بالنسبه بزمان یا متساویه است یا مختلفه

مستقیم باشد آنحرکت را

(۳) حرکت را وقتی متساویه میگویند که جسم در کمترین فاصله‌های
متساویهٔ زمان مسافت متساویه را طی نماید و وقتی مختلفه گویند که خلاف
آنچه گفته شد باشد وقتیکه در حرکت مختلفه مسافتی را که جسم در کمترین
فاصلهای متساویه زمان طی میکند رفته رفته زیاد شود آنرا حرکت
مختلفه سریعه گویند و اگر رفته رفته کم شود آنرا حرکت مختلفه بطیئه گویند
در حرکات متساویه باید ملاحظه حرکت متساویه را نیز نمود و این حرکت

باب اول

که جسم در فاصلهای متساویه معلوم زمان که مایه تفاوت همانست
مسافات متساویه را طی نماید بهترین مثالی که حرکت متساویه را از آن
میتوان استنباط نمود مثل حرکت زمین است بدور محور خود یا حرکت
اقرصهای ساعت است بدور صفحه ساعت و بهترین مثالی از برای
از برای حرکت مختلفه سریعه و مختلفه بطیئه مثل افتادن یک جسمی است در وسعت
خالی از بلندی بزیر یا انداختن جسمی است در وسعت خالی از زیر
بالا و مثال حرکت متفاوته مثل حرکت رقاص ساعتهای زنجی است
که می آویزند

(۴) در حرکت تساویه شدی عبارت نیست مگر از قوت یا بزرگی
یک حرکت هر قدر مسافت طی شدهٔ یک جسم در زمان معینی مطول
باشد همانقدر حرکت آنجسم بزرگتر و شدیدتر میشود در یک حرکت متساویه
شدی حرکت هیچ نبوده تغییر پذیر نمیشود ولی در حرکت مختلفه شدی
حرکت در هر آن و هر لحظه تغییر مینماید اندازهٔ شدی حرکت در
یکوقت معینه راهی است که یک جسم از ابتدای آنوقت در مدت
یکثانیه طی کند و این اندازه را اغلب شدی اصطلاح مینمایند

باب اول

(۵) فرض میکنیم که یک جسم در هر آنی مسافت a را طی نماید و یکثانیه
مرکب باشد از n دفعه ازین آنات مسافتی که در مدت یکثانیه که
اندازه تندیست و در اینجا فرض کرده ایم این میشود $c = na$
و در مدت t ثانیه آناتی که میگذرند nt خواهد بود لیکن هر یک
از این آنات متعلق بمسافت a پس جمیع مسافاتی که متعلقند
بمدت t و در اینجا s فرض شده اند این میشود $s = nt \times a = nat$
یا آنکه $s = ct$ I پس حرکت متساویه مسافت s
مساویست بحاصل ضرب تندی که c باشد بامدت وقت
که t میباشد یا آنکه مسافت متساویست بتندی که ضرب بشود بزمان
واز تساوی فوق I این دو تساوی نیز حاصل میشود
$c = \frac{s}{t}$ II و $t = \frac{s}{c}$ III مثال اول یک
کالسکه بخار که تندی آن 30^{I} باشد در ۲ ساعت که 120^{I} دقیقه که
7200^{II} ثانیه باشد مسافت s را در اینمدت میرود
$s = 3 \times 7200 = 21600$ مثال دوم اگر $4\frac{1}{2}$ دقیقه که 270^{II}
ثانیه باشد چه کشیدن یکدلو از چاهیکه 120^{I} پا عمق آن باشد

اگر شدی متوسطهٔ دلو ع فرض شود این حاصل خواهد شد

--- ۱۴٫۴۴۴ = ۱۴ ۴/۹ = ۴ ۴/۹ = ۱۲۰۰/۲۷۰ = ع مثال سیم اسبی

که شدی آن ع پا باشد جهة طی کردن یک فرسخ راه که ۲۴۰۰۰ پا

میشود این قدر وقت میست ثانیه ۱ ۱/۶ ۱/۶۰ = ۴۰۰۰ ثانیه = ۲۴۰۰۰/۶ = ت

در اینجا وقت نامعلوم ت فرض شده است

(ع) از بهم سنجی و مقایسه دو حرکت متساویهٔ متفاوته این فقرات

ملاحظه میشود اگر مسافت حرکات یکی این باشد ف = ف و دیگری

این ف = ف پس از تقسیم کردن جمله های ایندو تساوی بر ایکدیگر

(۷) اگر فرض نمائیم که ت = ت این حاصل میشود ت/ت = ت/ت و اگر فرض نمائیم که ت = ت این حاصل

این میشود ت/ت = ت/ت میشود ت/ت = ت/ت و اگر فرض شود ت = ت این میشود ت/ت = ت/ت

پس معلوم می شود که در حرکات متساویه متفاوته مسافاتی را که

اجسام در ازمنهٔ متساویه طی مینمایند مناسب دارند با شدتی

انها و مسافات طی شده با شدتهای متساویه مناسبت دارند

با ازمنه انها و شدتهای متعلقه بمسافات متساویه با ازمنه نسبت منعکسه دارند

(۷) در حرکاتی که متساوی اختلاف میکنند یک حرکت را دو می توان

گفت

گفت که بطور تساوی اختلاف میکنند که شدی آن در ازمنهٔ متساویه

بالسویه زیاد و کم شود و آن یا متساویهٔ سریع میشود یا متساویهٔ بطیء

بهم میرساند در حالت اول یک تصاعد متوالیه حاصل میشود و در حالت

ثانی یک تنازل متوالیه مثلاً اگر جسمی در وسعت خالیه از بالا بزیر افتد

حرکتش متساویهٔ سریع میشود و تصاعد بهم میرساند و اگر از زیر ببالا

انداخته شود حرکتش متساویهٔ بطیئه شده تنازل بهم میرساند

(۸) بزرگی یا قوت اختلاف یک جسم را سرعت او مینامند و آن سرعت

حرکت اگر متصاعد آ باشد موجبه و اگر متنازلا باشد سالبه خواهد بود

هر قدر که صعود یا نزول یک حرکت در مدت زمانی زیاد و عظیم باشد

همانقدر سرعت زیاد و عظیم میشود در حرکات متساوی الاختلاف

سرعت اختلاف پزیر نیست و بنابراین اگر از صعود یا نزول شدی

در مدت یک ثانیه میتوان پی برد و اندازه گرفت

(۹) هر گاه شدی یک حرکت متساوی السرعه در یک زمان الی غیر النهایه

کوچک بقدر س زیاد شود و اگر فرض کنیم که یک ثانیه مرکب است

س دفعه از این ازمنه صعود شدی در یک ثانیه یا سرعت مذکوره

اگر f فرض شود این حاصل میشود $f = n \times a$ و سرعت در t ثانیه این میشود $nt \times a = na \times t = ft$

درحالتی که شدی اول در وقت تعداد زمان t بقدر c باشد ازبرای شدی اخر که عبارت از شدی منتهالیه زمان t باشد اگر v فرض شود این میشود $ft + c = v$ در یک حرکت بدون شدی c مساوی میشود بصفر و در انصورت ازبرای v این حاصل میشود $ft = v$ و در حرکات متساوی البطئه سرعت سالبه خواهد بود که منهای f باشد در انحالت ازبرای v اینجا حاصل می شود $ft - c = v$ مثال اول یک جسمی که در وسعت خالیه باختیار افتاده هستاین بود $25\frac{1}{2}$ و $31\frac{1}{2}$ پس شدی جسم بعد از ۳ ثانیه این می شود $31\frac{1}{2} \times 3 = 93\frac{1}{2}$ $ft = v = 31\frac{1}{2}$ مثال دوم گلوله در روی سطح منحرفی شروع بغلطیدن نمود شدی اول او که c باشد 25 پا بود و بعد از هر ثانیه سرعت شدی او 5 پا می شد پس بعد از $2\frac{1}{2}$ ثانیه این میشود $v = 25 + 5 \times 2\frac{1}{2} = 25 + 12\frac{1}{2} = 37\frac{1}{2}$ مثال سیم یک کالسکه بخار که بشدی ۳۰ پا حرکت

بسکرد

میکرد چنان بازداشته شد که در هر ثانیه $3\frac{1}{2}$ پا کند میرفت سرعت آن که f باشد این میشود $f = -3\frac{1}{2}$ پس شدی آن بعد از شش ثانیه این خواهد شد $v = 30 - 3\frac{1}{2} \times 6 = 9$

(۱۰) در حرکت متساوی السرعه مثلاً در یکزمانی مثل t که الی غیر النهایه کوچک باشد میتوان شدی حرکت را مثل تغیر ناپزیر ملاحظه نمود پس میتوان مسافت s را که بواسطه این حرکت کوچک طی شده است باینطریق قبول نمود $t \times v = s$ و مسافت کل را که در زمان t طی شده هست از جمع کردن این مسافات کوچک میتوان حاصل نمود چون ازبرای همهٔ این مسافات صغیره زمان t یکی است جمع انها حاصل ضرب زمان الی غیر النهایه کوچک یا t میشود باجمع شدیهای متعلقه بفاصلهای متساویه در حرکت متساوی السرعه جمع شدنی اول و اخر که $(v + c)$ باشد مساویست بجمع شدی زمان دوم باز زمان ماقبل الاخیر که این باشد $(t f - v) + t f$ یا انکه مساویست بمجموع شدیهای زمان سیم قبل ماقبل الاخیر که این باشد $(t f - 2 v) + 2 t f$ و همچنین از انجا معلوم میشود

که جمع کل اینها مساویست بتندی اخر که v باشد جمع همه شد بیا موافق
قضیه شانزدهم عددی از پیاد آوردن اینکه جمع همه از منه t با هم جمع
از منه n میشوند این خواهد شد $(v \times \frac{n}{2}) = (0+v)\frac{n}{2}$
و مسافت طی شده محققا این میشود $(t \times \frac{n}{2} \times v)$ یعنی اینکه مساوست
بتندی که ضرب شود با زمنه الی غیر النهایه کوچک که t باشد و مسافت
s را که حرکت متساوی السرعه در زمان t طی کرده است از کذاشتن
t بجای $\frac{n}{2}$ این میشود $s = \frac{vt}{2}$ در حرکت متساوی السرعه
مسافت مساویست بمسافت حرکت متساویه در صورتیکه شدی
ان نصف شدی حرکت اخیره حرکت متساوی السرعه باشد مثال اول
وقتی که یک جسم در مدت ۱۰ ثانیه در یک حرکت متساوی السرعه شدیش
v بود که فرضا ۲۶ پا باشد مسافت طی شده اش در همانوقت
اگر s فرض شود این حاصل خواهد شد $s = \frac{26 \times 10}{2} = 130^{I}$
مثال دویم یک کالسکه که در یک حرکت متساوی السرعه در مدت
۲ ۱/۴ ثانیه مسافت ۲۵ پا را طی نمود شدی اخری آن که v باشد
این میشود ---- $v = \frac{2 \times 25}{2,25} = \frac{50 \times 4}{9} = 22,222^{I}$

(۱۱) دو فورمول اصلی حرکت متساوی السرعه اینانند که

$v = ft$ I و $s = \frac{vt}{2}$ II از اینها معلوم میشود

که شدی حرکت مساویست بحاصل ضرب سرعت بازمان و مسافت
مساوی است بحاصل ضرب نصف تندی بازمان در این دو وضع
از کذاشتن مساوی v و t بجای یکدیگر دو فورمول اصلیه دیگر
حاصل میشود $s = \frac{ft^2}{2}$ III و $s = \frac{v^2}{2f}$ IV از اینجا معلوم میشود
که مسافت طی شده حرکت متساوی السرعه مساویست بنصف
حاصل ضرب شدی سرعت با مجذور زمان یا انکه مساویست
بمجذور شدی اخر که تقسیم شود بضعف سرعت مثال اول یک
جسمی در حرکت خودش باشدی $15,625^{I}$ پا میباشد
در مدت ۵ ثانیه مسافتی را که طی میکند اگر s فرض شود
این میشود $s = \frac{15,625 \times (5)^2}{2} = 195,312^{I}$ مثال دویم یک
جسم با سرعت v که مساویست $16,5^{I}$ پا در شدی v
که مساویست $16,5^{I}$ پا مسافتی را که طی مینماید اگر s فرض
شود این خواهد شد $s = \frac{(16,5)^2}{2 \times 14,5} = 30,25^{I}$

(۱۲) موافق فقره مذکوره در نمره (۹) از برای حرکت متساوی السرعه

که c شدی اول او باشد این حاصل است $I\ v = c + ftt$

لیکن چون از برای شدتی تغییر پذیر c مسافت ct حاصل است

و سرعت f متعلق است بمسافت $\frac{ftt^2}{2}$ از برای مابین حاصل

میشود $II\ s = ct + \frac{ftt^2}{2}$ اگر در این هر دو تساوی f را حذف

نمائیم این تساوی حاصل میشود $III\ s = \frac{c+v}{2}t$ و اگر t در هر دو

تساوی حذف شود اینجا حاصل میشود $IV\ s = \frac{v^2-c^2}{2f}$

مثال اول یکجسم متحرکی با شدی اولش c که مساویست ۳ پا و با

سرعت f که مساویست ۵ پا در ۷ ثانیه مسافتی را که طی مینماید

این است $I\ s = 14\frac{3}{5} = 5 \times 7 + 3\frac{7^2}{2} = s$ مثال دویم یکجسمی ۳

دقیقه یا ۱۸۰ ثانیه حرکت میکند در ابتدای این ۳ دقیقه شدی او $2\frac{1}{2}$

پا و در آخر این ۳ دقیقه شدی آن $7\frac{1}{2}$ پا شد یعنی که از ابتدای این

تا انتهای آن از $2\frac{1}{2}$ پا تا $7\frac{1}{2}$ پا تغییر کرد پس در این مدت مسافت

که را که طی مینماید این خواهد شد $I\ s = \frac{2.5+7.5}{2} \times 180 = 900$

(۱۳) از برای حرکت متساوی البطئه که با شدی c شروع بحرکت مینماید

این فو

این فورمولها حاصل میشوند $I\ v = c - ftt$ و $II\ s = ct - \frac{ftt}{2}$

و $III\ s = \frac{c+v}{2}t$ و $IV\ s = \frac{c^2-v^2}{2f}$

دانیها حاصل شده اند از سالبه نمودن f در تساویهای سابقه

در یک حرکت متساوی السرعه شدی حرکت بالمساوی زیاد میشود ولی

در حرکت متساوی البطئه شدی کم میشود تا آنکه منجر بصفر شود و بعد از آن

حرکت جسم سالبه میشود یا یعنی که بعد از منجر شدن بصفر مبتدا و حرکت

بخلاف امتداد اول میشود فرض میکنیم که در فورمول I

$v = 0$ آنوقت از برای ما اینجا حاصل میشود $c = ftt$

پس زمانی را که در آن زمان شدی مساوی صفر شده است

$t = \frac{c}{f}$ اگر این مقدار را که از برای t حاصل شده است

در فورمول II بجای t بگذاریم مسافت طی شده تا این آن حاصل

میشود که این باشد $s = \frac{c^2}{2f}$ در حالتی که زمان t بزرگتر

از $\frac{c}{f}$ باشد مسافت از قراری که در فورمول II معتقد دیده

میشود کوچکتر از $\frac{c^2}{2f}$ خواهد شد اگر t بالمضاعف یا مساوی

$\frac{2c}{f}$ شود مسافت این میشود $s =$ پس معلوم میشود که جسم رجعت

بنقطه که از آنجا حرکت کرده بوده نموده است وهمچنین اگر زمان t
از $\frac{2c}{g}$ نیز بزرگتر باشد آنوقت مسافت s سالبه میشود یعنی
که جسم در این حالت در تحت نقطه که از آنجا شروع بحرکت کرده
بود واقع میشود و در خلاف جهتی که اول حرکت کرده بود واقع
میشود مثال جسمی در روی یک سطح منحرف رو بالا بنای غلطیدن گذاشت
شدی اول آن $40\frac{1}{2}$ پا بود و کندی آن در هر ثانیه $\frac{1}{8}$ پا شد بالاخره
او در $\frac{40}{8}$ یا ۵ ثانیه این میشود $\frac{40^2}{2\times8} = 100\frac{1}{2}$ و از انجا در وقت
مراجعت که می غلطد بعد از ۱۰ ثانیه باشندی ۴۰ پا بنقطه که از انجا حرکت
کرده بود میرسد و اگر سطح را باز طولا باشد از آن نقطه نیز پایین تر
رفته در ۲ ثانیه دیگر که جمیعاً ۱۲ ثانیه باشد اینقدر مسافت از زیر نقطه
که حرکت کرده بود طی مینماید $s = 40\times12 - \frac{8}{2}\times(12)^2 = -96\frac{1}{2}$ یا انکه
$-(-40\times12 + 4\times(12)^2) = -96\frac{1}{2}$

(۱۴) در حرکت عمودی اجسام ثقیله حرکت عمودی اجسام ثقیله در وسعت
خالیه بهترین مثالیست از برای تحرکت متساوی السرعه سرعت انحرکت
که بعلت ثقالتست و قدر متوسط از آنکه میدانند g فرض مینمایند و ان

مقدار

مقدار این است متر ۹٫۸۱ = g که عبارتست از ۹٫۸۱
متر یا ۳۰٫۵ پای پاریسی یا ۳۰٫۳ پای وینه یا ۳۱٫۲۵ پای
پروسیا اگر یکی از این مقادیر را که مثلاً ۳۱٫۲۵ باشد در فورمولهای
یافت شده بجای g بگذارند میتوان جمیع سئوالاتیرا که در حرکت عمودی
اجسام ثقیله دارند جواب داد و آن فورمولها اینانند

$v = gt$ و $s = \frac{gt^2}{2}$ و $\frac{v^2}{2g}$ و $v = \sqrt{2gs}$

موافق اندازه پروسیا در این فورمولها این حاصل می شود

$\sqrt{s} = 7٫906\,t = 3٫125\,v$ و $v^2 = 0٫016\,s$ و $s = 15٫625\,t^2$

و $\sqrt{s} = 0٫2532\,v = 0٫032\,t$ مثال اول

یک جسمی در حرکتش رو بنشیب در مدت ۴ ثانیه باشندی v که مقدارش
اینست $v = 3٫125\,t = 12\frac{1}{2}$ این مسافت را طی میکند
$s = 15٫625\times4^2 = 250\frac{1}{2}$ مثال دویم یک جسمی که از بلندی
$s = 9$ پفتد شدی آن این میشود $v = 7٫906\sqrt{9} = 23\frac{1}{2}$
مثال سیم یک جسمی که باشندی ۱۰ یا بطور عمودی بیالا انداخته
شده باشد مسافت ارتفاع آن این میشود $s = 0٫016\times10^2 = 16\frac{1}{2}$

باب اول

وانقدر وقت از برای اولاز ست که تقریباً مثلث یکثانیه

می شود $t = 0,032 \times 10$

(۱۵) تطابق نسبت حرکات عمودی اجسام ثقیله با ترقی زمان

بثانیه از این لوح آشکار می شود

t از قرار ثانیه	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
gt سرعت	۰	$1g$	$2g$	$3g$	$4g$	$5g$	$6g$	$7g$	$8g$	$9g$	$10g$
gt^2 مسافت	۰	$\frac{1}{2}g$	$\frac{4}{2}g$	$\frac{9}{2}g$	$\frac{16}{2}g$	$\frac{25}{2}g$	$\frac{36}{2}g$	$\frac{49}{2}g$	$\frac{64}{2}g$	$\frac{81}{2}g$	$\frac{100}{2}g$
ثانیه	۰	$\frac{1}{2}g$	$\frac{3}{2}g$	$\frac{5}{2}g$	$\frac{7}{2}g$	$\frac{9}{2}g$	$\frac{11}{2}g$	$\frac{13}{2}g$	$\frac{15}{2}g$	$\frac{17}{2}g$	$\frac{19}{2}g$

ستون عرضی اخر معلوم مینماید مسافاتیرا که اجسام افتاده شده

در هر ثانیه از برای خود طی مینماید و این مسافات مناسبتشان

با یکدیگر مثل اعداد فرد است مثل ۱ و ۳ و ۵ و ۷ و ۹ وغیرهم

باشند و نسبت از منه و شدیها با یکدیگر مثل نسبت اعداد

طبیعی است که ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ وغیرهم باشند و نسبت مسافات

طی شده جسم افتاده با هم مثل مجذور اعداد طبیعی است که

باب اول

۱ و ۴ و ۹ و ۱۶ و ۲۵ وغیرهم باشند موافق آنچه بیان شد

معلوم می شود که مثلاً شدی یک جسم بعد از مدت ۶ ثانیه این میشود

$g = 180,5$ و بعد از ثانیه هفتم موافق جدول موضی آخر این می شود

$13 \times \frac{g}{2} = 13 \times 15,625 = 203,125$ و در ثانیه

هشتم این می شود ۲۳۴,۳۷۵ و هم چنین

(۱۶) در حالتی که جسم در افت عمودی شدی اول را که c باشد

حاصل نمود فورمولهای سابقه باین شکل میشوند $v = c + gt$

$v = \sqrt{c^2 + 2gs}$ و بهمچنین $c + gt = c + 31,25t$

$s = ct + g\frac{t^2}{2} = ct + 15,625t^2$ و $= \sqrt{c^2 + 62,5s}$

یا آنکه از گذاشتن بجای g مساوی آنرا این حاصل میشود

$s = \frac{v^2 - c^2}{2g} = 0,016(v^2 - c^2)$ و در حالتی که جسم بطور عمودی باشدی

c بلندی انداخته شود فورمولها باین شکل می شوند

$v = c - gt = c - 31,25t$ یا آنکه $v = \sqrt{c^2 - 2gs} = \sqrt{c^2 - 62,5s}$

$s = ct - g\frac{t^2}{2} = ct - 15,625t^2$ یا آنکه $s = \frac{c^2 - v^2}{2g} = 0,016(c^2 - v^2)$

وقتی که از c آن شدیرا منظور بدارند که جسم در وقت افتادن

حاصل مینماید مسافت متعلقه بآن این میشود $\frac{c^2}{2g}$ = ۰٫۰۱۶ c^2

و اینرا ارتفاع شدّی مینامند و بعضی از این فورمولها اگر این ارتفاع شدّی را از شدّی داخلهٔ در آنها حذف نمایند یک شکل مختصرتر حاصل مینماند

پس اگر $\frac{c^2}{2g}$ را که منظور از شدّی اوّل یا h چیا شد و ارتفاع شدّی آخر را که h_1 یا $\frac{c_1^2}{2g}$ یا h_1 چیا شد بگذاریم انچه حاصل میشود $h_1 = h + s$ و $s = h_1 - h$ و ازینرای جسمیکه بهوا انداخته شده اند و بلند می شوند این حاصل میشود $h = h_1 - s$ و $s = h - h_1$

مسافت جسم که بالا میرود و یا پائین می افتد فیمابین این دو شدّی مساوی است بتفاوت فیمابین ارتفاعهای این دو شدّی مثلاً اگر هر دو شدّی c و c_1 مساوی باشند یکی به ۵ پا و یکی به ۱۱ پا پس ارتفاع شدّی این میشود $\frac{1}{2g} \times c^2 = ۰٫۰۱۶ \times ۵^2 = ۱\frac{۴}{۱۰}$ پا و $\frac{1}{2g} \times c_1^2 = ۰٫۰۱۶ \times ۱۱^2 = ۱\frac{۹۳۶}{۱۰۰۰}$ پا و مسافت طی شده فیمابین این دو شدّی s این میشود $۵\frac{۳۶}{۱۰۰۰}$ پا $= ۱\frac{۴۰۰}{۱۰۰۰} - ۱\frac{۹۳۶}{۱۰۰۰} = s$

(۱۱) از فورمول $s = h_1 - h$ میتوان معلوم کرد که شدّی یکجسم که بطور عمودی بهوا انداخته شده باشد در هریک از نقاط

مسافتی که طی مینماید همانقدر است که جسم در وقت مراجعت از هوا بهمان نقطه برسد مثال یکجسمی با قوت ۱۵ پا بطور عمودی بهوا انداخته شده و در فاصله ۲ پا یک مانع دو قوته الشعوب برخورده فی الفور باهمان قوتیکه بآن مانع خورده بود مراجعت نمود میخواهند بدانند شدّی آن چه قدر است و چه قدر وقت لازم است که انجسم بلند شود و بیقید جواب قندی c که مساویست ۱۵ پا مسافتی که جسم در آن بلند می شود متعلق است باین $\frac{c^2}{2g} = \frac{۱۵^2}{2g} = ۳\frac{۶۰}{۱۰۰} = h$ ارتفاع شدّی یا آن تلاقی جسم با مانع این میشود $۳\frac{۶۰}{۱۰۰} - ۲\frac{۰۰}{۱۰۰} = ۱\frac{۶۰}{۱۰۰} = h_1$

و شدّی در این آن این میشود $\sqrt{۲g h_1} = \sqrt{۶۴٫۳۲ \times ۱\frac{۶۰}{۱۰۰}} = ۷٫۹۰۶۱ = v$

و وقت لازمه از برای بلند شدن همه $۳\frac{۶۰}{۱۰۰}$ این میشود $t = ۰٫۰۳۲۷ \times ۱۵ = ۰٫۴۸۰$ ثانیه لیکن زمان بلند شدن بار تفاع $۶\frac{۱۰۰}{۱۰۰}$ پا این میشود $t_1 = ۰٫۰۳۲ \times ۱۰ = ۰٫۳۲$ ثانیه

و زمان بلند شدن بار تفاع ۲ پا یا زمان ابتدای حرکت تا ملاقات مانع این میشود $t - t_1 = ۰٫۴۸۰ - ۰٫۳۲۰ = ۰٫۱۶۰$ ثانیه

پس وقت لازمه از برای بلند شد و افتادن این میشود

ثانیه
۰٫۳۲۰۵ = ۰٫۱۶۰ × ۲ واین مقدار از زمان مساویست

باین $\frac{1}{3} = \frac{۰٫۳۲۰}{۰٫۹۶۰}$ واین جزء زمانی است که ازبرای

جسم لازمست جهة بلند شدن واقتادن درحالتی که درمقابل جسم

مانعی نباشد عمل نیمطلب بکار آهن کرا میاید چون درموقعی که آهن سرخ

شده است میاید بقدر امکان تنگ یا چکش کاری از آن ابتدی وجا بجا

نمود اگر تنگ درموقت بلند شدن در اقطاع ۲ یا تقریبا از برخورد

یک جسم ذوقوة الشعوب مرجعت کند آهنگری توانند در یحرکت

۲ برنده که درمبلند شدن تنگ ستة مرتبه زیادتر از آن تنگ مانعی درمقابل نباشد جمیع آنچه که ازبرای

حرکت عمودی در وسعت خالیه گفته شد باندک تفاوت ازبرای

حرکات عمودی درجو هوا نیز صادق می آید خصوصاً وقتی حساب میکنیم بمناسبت

وزنشان می افتد سنگین بوده شدیشان نیز زیاد نباشد

(۱۸) درمطلق حرکات مختلفه فورمول $v = ct$ که ازبرای حرکت

متساویه است ازبرای هرحرکت مختلفه نیز صادق می آید اگر عوض t

یک جزء الغیر النهایه کوچک از زمان گذشته شود که dt باشد و

منظور ازاین دیفرانسیال یا تفاوت t که زمانست میباشد

دنگین

وهمچنین بجای v یک جزء الی غیر النهایه کوچک مسافت را که ds

میباشد وآن زمان الی غیر النهایه کوچک طی نموده است بگذارند

واین را بدون اینکه خلافی وارد شود میتوان فرض نمود زیرا

که دریک زمان الی غیر النهایه کوچک شدی c را که مادر اینجا v

اعتبار میکنیم تغییر نمیکند وباین وسیله حرکت دراین جزء زمان متساوی

میشود پس ازبرای هر حرکت مختلفه این تساویها است $\text{I}\ ds = v\,dt$

و $\frac{ds}{dt} = v$ شدی v ازبرای هرآن مساویست بجزء مسافت

تقسیم شود بجزء زمان وهمچنین فورمول $ds = v\,dt$ درحرکات

متساوی السرعه ازبرای هرحرکت مختلفه نیز صادق می آید اگر بجای

t و v اجزاء الی غیر النهایه کوچک انها را که dt و dv میباشد

بگذارند بعلت اینکه سرعت v درجزء الی غیر النهایه کوچک زمان

تغییر نخواهد کرد پس ازاین قرار ازبرای همه حرکات این فورمول است

$\text{II}\ dv = p\,dt$ و $p = \frac{dv}{dt}$ سرعت ازبرای هرآن ازحرکت

مساوی است بجزء شدی تقسیم شود بجزء زمان از بهم تطبیق نمودن

فورمولهای I و II یک فورمول ثالث دیگر حاصل میشود که پس

ازاین زیاد بکار خواهد آمد که این باشد III $vdv = pds$

درحرکت متساوی السرعه این فورمول را داشتیم $\frac{v^2-c^2}{2p} = s$

که منظور از ح شدی اول درمسافت ی بود پس $\frac{v^2-c^2}{2} = ps$

درفورمول III اگر همه اجزاء را درطرفین تساوی جمع نمائید و این

بهم منجر رد و این علامت را که $\int$ شکل آن یا جمع کامه مقادیر میسیا میباشد

میتوان گذاشت پس این تساوی حاصل میشود $\int vdv = p\int ds$

$\frac{v^2-c^2}{2} = ps = p\int ds = p\int ds =$ باید دانست که $\int ds$

مساویست به ی زیرا که از جمع کردن همه اجزاء الی غیر النهایه

کوچک مسافت که ds باشد بدیهی است که تمام مسافت ی

حاصل میشود پس فورمول III مبدل باین فورمول میگردد

$\int pds$ ۲ $= v^2 - c^2 = 2p$ یعنی که تفاوت مجذورشدیها مساویست بضعف

مجموع حاصل ضرب سرعت p باجزاء مسافت فصل دویم در حرکات مرکبه

(۱۹) در ترکیب حرکات یکجسم میتوانند در آن واحد دو حرکت یا زیاد

داشته باشد مثلا هر نقطه از نقاط کره ارض را دو حرکت است

بعلت اینکه آن نقاط با زمین هم بدور محورش حرکت میکند

دیگر تبه بدور آفتاب میگردند و همچنین پس حرکات میتوانند

مجرده باشند و مرکبه مجرده عبارتست از حرکت مستقیمه الخط و مرکب

عبارتست از حرکاتی که مرکب شوند از حرکات مستقیمه الخط یا منحنی الخط

پس از این گفتگو خواهد شد از ترکیب چندین حرکات مجرده در یک

حرکت و از تجزیه یک حرکت مرکبه در حرکات مجرده

(۲۰) وقتی که حرکات مجرده در یک خط مستقیم واقعند از جمع نمودن

یا تفریق کردن آنها حرکت مرکبه حاصل میشود از جمع حرکات مجرده

وقتی حرکت مرکبه حاصل میشود که مبتدا حرکات از یک سمت باشد

و از تفریقشان وقتی حرکت مرکبه حاصل میشود که مبتدا حرکات از

سمتهای مختلفه باشند مثال اول شخصی در بام یک کشتی از سنتی که کشتی

در حرکت است با سرعت ۴ پا حرکت میکند و سرعت خود کشتی مساویست

۶ پا پس معلوم میشود که شدی حرکت آن شخص این است $10 = 6 + 4$

مثال دویم راویه با سبی بارشده و از سوراخ راویه آب با شدی

$2\frac{5}{8}$ پا در چریانست و سپس راویه بر او بار است با سرعت ۱۰ پا

بخلاف سمت جریان آب در حرکت است پس نسبت چریان آب

باب اول

باشیاء غیر متحرکه ۱۵–۲۵ می شود که ۱۵ پا باشد

(۲۱) در متوازی الاضلاعات مثلی وقتی که یک جسم در آن واحد دو حرکت بدو سمت مختلفه داشته باشد حرکت در سمتی که فی مابین دو حرکت اول است واقع خواهد شد و در حالتی که این دو حرکت از یکجنس باشند مثلاً یکی حرکت متساویه و دیگری حرکت متساوی السرعه باشد سمت ابتدای حرکت در هر آن تغییر خواهد کرد یعنی اینکه حرکت جسم منحنی الخط خواهد بود مکان حرکت یکجسم را موافق شکل اول رکه O میباشد و در سمتهای Ax و Ay در زمان t فرضاً حرکت میکند وقتی میتوان شناخت که نقطهٔ O در متوازی الاضلاع AM Am Mm OM که از خطین AM Am که مساویست x و AM Mm که مساویست y و زاویهٔ y Ax x حاصل شده است و در آن زاویهٔ حرکات اختلاف بهم میرسانند بتوان شناخت بواسطهٔ یکحرکت جسم خط AM را که مساویست به x طی مینماید و بواسطهٔ حرکت دیگر خط AM را که مساویست به y طی میکند پس از مساوی نمودن خط OM و خط Mm نقطهٔ O حاصل میشود که متعلق است بحرکات

باب اول

x و y

(۲۲) اگر دو حرکت متساویه واقع باشند در سمتهای Ax و Ay و حرکت متساویه یکی c و دیگری C باشد مسافات طی شدهٔ آن حرکات بعد از زمان t فرضاً این میشود x=ct و y=Ct و در همه زمانها نسبت حرکات این خواهد شد $\frac{C}{c}=\frac{y}{x}$ و این یک اختصاصی است که متعلق است بیک خط مستقیم مثل خط OA از اینجا میتوان معلوم کرد اینکه حرکت مرکبه واقع است در یکخط مستقیم و آن خط عبارتست از دیاگنال یک متوازی الاضلاع که بعبارت الاخری خط قاطع الزاویتین متقابلتین باشد پس دیاگنال یک متوازی الاضلاع که مرکب شده است از دو شدی و زاویه آن دو تندی حاصل مینماید سمت آن دو شدی و بزرگی آن را که بواسطه آن حرکت وقوع بهم میرساند این متوازی الاضلاع را متوازی الاضلاع تندیها مینامند و تندیهای مجرده را مرکب کننده ها و شدیهای مرکبه را تندی یا حرکت نتیجه میخوانند

(۲۳) شدی نتیجه را بواسطه علم مثلثات باینطریق پیدا میکنند

باب اوّل

در مثلث ABD در شکل دوم این حاصل است

$c=\sqrt{c_1^2+c_2^2+2c_1c_2\cos(\alpha+\beta)}$ و زاویهٔ β از این

شاسب معلوم میشود c بالنکه $\sin\alpha : \sin\beta = c_2 : c$ $\sin\beta : \sin(\alpha+\beta) = c_2 : c$

و $c_2 : c$ اگر از امتداد سمت تر دد

شدی یک مربع مستطیل حاصل شود بسهولت میتوان فهمید که

$c=\sqrt{c_1^2+c_2^2}$ و $\sin\beta=\frac{c_2}{c_1}$ مثال اوّل آب از سوراخ

قدح تحرکی باشدی c_1 که مساویست $2\frac{1}{2}$ جره یان میکند و خود

قدح باشدی c_2 که مساویست $19\frac{1}{2}$ در یک سمتی حرکت میکند که با سمت

جره یان آب یک زاویهٔ $(\alpha+\beta)=130^\circ$ حاصل میکند میخواهند بدانند

که کدام سمت و شدی نتیجه جواب $c=\sqrt{2\frac{1}{2}^2+19\frac{1}{2}^2+2\times25\times19\cos 130}$

$=\sqrt{968-950\cos 50}=\sqrt{968-610.7}=\sqrt{375.3}=19.37$

و این عبارتست از شدی نتیجه و در تساوی مفصلهٔ $\sin\beta$

$=\frac{19\times\sin 130}{19.37}=0.98058\sin 50=0.75123$ زاویهٔ β مساویست

$48^\circ\ 42'$ و زاویهٔ واقعه فی مابین شدی نتیجه و سمت حرکت قدح

این میشود $180^\circ-48^\circ\ 42'=131^\circ\ 18'$ مثال دویم در حالتیکه این

دویدش

باب اوّل

دو شدی که c_1 و c_2 باشند عمود بر یکدیگر واقع شوند یعنی تساویها

حاصل شوند $\cos(\alpha+\beta)=\cos 90=0$ و شدی نتیجه که این میباشد

$c=\sqrt{986}=31.40$ موافق این از برای سمت این شدی این حاصل

میشود $\sin\beta=\frac{19}{31.40}=0.6$ و زاویهٔ $\beta=37^\circ$

(۲۳) و بالعکس میتوان هر شدی داده شده را مثل مرکب شده از

دو شدی مرکب کننده ملاحظه نمود و نظر بچندین ملاحظه میتوان تجزیه اش

نمود اگر بوده باشند مثلاً α و β زاویتی که دو شدی نامعلوم

با شدی نتیجه $c=AD$ حاصل کرده اند از نقطهٔ D که منتهاالیه شدی

معلومهٔ c میباشد خطین CD و BD را موازی خطین

Ax و Ay میکشند تا انکه $AB=c_1$ و $AC=c_2$ حاصل شوند

که شدیهای مرکب کننده میباشند بواسطهٔ علم مثلثات این شدیها را

از این تساویها میتوان پیدا نمود $c_1=\frac{c\sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)}$ و $c_2=\frac{c\sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)}$

اغلب اوقات این دو شدی را عمود بر یکدیگر میگیرند و در آن حالت انحاصل

می شود $\alpha+\beta=90$ و $\sin(\alpha+\beta)=1$ پس $c_1=c\cos\beta$ و $c_2=c\cos\alpha$

مثال اگر بخواهند شدی c را که مساویست 10 پا در شدی مرکب

باب اول

کننده دیگر مجزا نمایند که با تندی نتیجه زاویه ها را احداث نمایند که یکی

$\beta = 45°$ و دیگری $\alpha = 70°$ این میشود $c_1 = \frac{10 \sin 70}{\sin 135} =$

$c_2 = \frac{10 \sin 45}{\sin 135} = \frac{9{,}063}{9{,}7071} = 12{,}81$ و $\frac{9{,}397}{\sin 45} = 13{,}29$

(۲۵) در ترکیب و تجزیه تندیها شکل سیم از مرکز کردن متوازی

الاضلاع تندیها میتوان هر مقدار تندیها را در یک تندی برآیند

نمود از متوازی الاضلاع $ABDC$ تندی نتیجه AD

از برای تندیهای c_1 و c_2 حاصل میشود و از متوازی الاضلاع

$ADFE$ تندی نتیجه AF از برای تندیهای AD

و AE که مساویست با c_3 حاصل میشود و از متوازی الاضلاع

$AFHG$ تندی نتیجه AH که مساویست به c از برای

تندیهای AF و AG که مساویست c_4 حاصل میشود که

متعلق است تندیهای c_1 و c_2 و c_3 و c_4 این تندی نتیجه را

که عبارت از $c = AH$ باشد مختصرتر از این میتوان پیدا نمود

از ساختن کثیر الاضلاع $ABDFH$ که اضلاع AB

و BD و DF و FH که موازی و مساوی باشند با تندیهای

c_1 و c_2

باب اول

c_1 و c_2 و c_3 و c_4 ضلع آخری AH تندی نتیجه میشود

(۲۶) در مرکب کردن سرعتها شکل چهارم دو حرکت متساوی السرعه

با تندیهای AB شروع بحرکت می کنند از ترکیب آنها باریک

حرکت متساوی السرعه حاصل میشود که در یک خط مستقیم واقع است

فرض میکنیم که حرکتها واقع باشند در ابتدا در A و AM و AN

و سرعت آنها p_1 و p_2 باشند مسافات طی شده در زمان t

این میشوند $\frac{p_1 t^2}{2}$ و $AM = x = \frac{p_1 t^2}{2}$ و از آن $AN = y = \frac{p_2 t^2}{2}$

تساویها این نسبت حاصل میشود $\frac{y}{x} = \frac{p_2 t^2}{p_1 t^2} = \frac{p_2}{p_1}$

و این مدخلیت بزمان ندارد و بنابواسطه مسافت طی شده حرکت

مرکبه که AO باشد یک خط مستقیم خواهد بود باز فرض میکنیم

$AB = p_1$ و $BD = AC = p_2$ در اینصورت یک متوازی

الاضلاع $ABDC$ حاصل میشود که شابهه باشد با متوازی

الاضلاع $AMON$ در اینجا میتوان فهمید اینکه

$AO = \frac{1}{2} AD t^2$ پس $\frac{AO}{AD} = \frac{AM}{AB} = \frac{\frac{1}{2} p_1 t^2}{p_1} = \frac{1}{2} t^2$

موافق این تساوی مسافت AO را که حرکت مرکبه طی کرده است

با مجذور زمان متناسب دارد و سرعت آن مساویست به

AD که دیاگنال متوازی الاضلاع مرکب شده سرعتهای مجرده

که Ah و Ak باشند همچنانکه میتوان تندیها را متوازی الاضلاع

تندیها مرکب و مجزا نمود بهمان طریق میتوان سرعتها را متوازی

الاضلاع سرعتها مرکب و مجزا کرد

(۲۷) در ترکیب تندیها و سرعتها شکل نهم از ترکیب بحرکت

متساویه با حرکت متساوی السرعه یک حرکت مختلفه حاصل میشود و این

در حالتیست که امتدادات حرکات بر روی یکدیگر نیفتند در امتداد

Ay و در یک زمانی مثلاً t جسم با تندی c مسافت AM

را که مساویست y و مساویست ct طی مینماید و در

همان زمان با یک سرعت تغییر ناپذیر در امتداد عمودی Ax

مسافت $AN=x=\frac{pt^2}{2}$ را طی میکند در اینصورت جسم بعد از

زمان t در نقطه O از متوازی الاضلاع که در وسعتهای $y=ct$

و $x=\frac{pt^2}{2}$ واقع میشود لیکن باید ملاحظه کرد که جسم در یک خط

مستقیم حرکت نمیکند از فورمول اولی معلوم میشود که $t=\frac{y}{c}$

اگر این مقدار

اگر این مقدار در فورمول ثانی گذاشته شود این میشود $x=\frac{py^2}{2c^2}$

از اینجا دیده میشود که نسبت مسافات x در امتداد Ax با یکدیگر

مثل نسبت مسافات y^2 در امتداد Ay است بعلت اینکه نسبت مسافات

x با یکدیگر مثل y^2 میباشد در مسافت در امتداد Ay پس معلوم میشود

که مسافت طی شده جسم در اینصورت خط مستقیم نبوده خط منحنی میباشد

که آنرا در اصطلاح علم مساحت پارابول مینامند زیرا که در تساوی

پارابول $x=\frac{py^2}{2c^2}$ مسافات x نیز متناسب دارند با مجذور

مسافات y که y^2 باشد

(۲۸) حرکات در پارابول شکل ششم از برای اینکه بتوان

درست حرکات مرکبه از تندی و سرعت را شناخت باید امتداد

تندی و مسافت طی شده در یک زمانی را مثلاً t شناخت

تندی موازی با Ax که تغییر پذیر بوده مساویست pt و تندی

موازی با Ay که تغییر ناپذیر بوده مساویست c اگر بوده باشد

$OP=pt$ و $OQ=c$ اگر باین دو تندی متوازی الاضلاع

$OPRQ$ ساخته شود از دیاگنال آن که OR باشد تندی

متوسطه را که جسم با آن تندی در مسافت طی شده خود AOM در نقطهٔ O که جزء مسافت طی شدهٔ اوست واقع میشود و این تندی متوسطه که c باشد مساویست $\sqrt{c^2+(pt)^2}$ و از OR مماس آن یا امتداد او را میتوان حاصل نمود که جسم از رسیدن بنقطهٔ O آنی توقف نماید زاویهٔ POR مساویست زاویهٔ xTO مساویست φ یا آنکه بعبارت الاخری زاویه واقعهٔ فی مابین مماس و امتداد Ax مساویست مابین $\tan\varphi=\frac{OQ}{OP}=\frac{c}{pt}$

(۲۹) شکل هفتم تا اینجا بیان شد که حرکات اولی یا اصلی با یکدیگر یک مربع مستطیل مرکب مینمایند حال میخواهیم بیان نمائیم که امتداد سرعت با تندی یک زاویه مطلقی مرکب میکند فرض مینمائیم که جسم را در امتداد Ay تندی c باشد و در امتداد Ax که با اولی این زاویه را مرکب میکند $=\alpha$ سرعت pt داشته باشد نقطه A نقطهٔ راس پارابول شده خط Ax نیز محور آن میشود بعد نقطهٔ C از نقطهٔ A انبیس BC میباشد که مساویست a و AB او در دنیات میباشد که مساویست

b تندی AD مساویست c مرکبست از تندی مرکب کنندهٔ $AE=c\cos\alpha$ و $AF=c\sin\alpha$ از این دو تندی اولی همیشه تغییر ناپذیرست و آخری را از فرض کردن اینکه زمان t را لازم دارد جهة رسیدن از A تا C تغییر پذیر بوده مساویست به pt پس از این قرار از برای ما این حاصل میشود $c\cos\alpha=pt$

پس $t=\frac{c\cos\alpha}{p}$ و $IICB=a=\frac{pt^2}{2}=\frac{c^2\cos^2\alpha}{2p}$

$BA=b=c\sin\alpha\times t=\frac{c^2\sin\alpha\cos\alpha}{2p}=\frac{c^2\sin 2\alpha}{2p}$

اگر بواسطهٔ BA و CB نقطهٔ راس پارابول را که C میباشد حاصل کردند میتوانند نیز نقطهٔ O از جسم متحرک را پیدا کنند

(۳۰) شکل هشتم یک کلوله خمپاره را با زاویهٔ ارتفاع $\alpha=YAD$ انداختند و تا یک ارتفاعی مثلاً ارتفاع BC بلند شد که آن ارتفاع را ارتفاع رمیه اصطلاح کردند و این کلوله بافق در نقطهٔ D که در امتداد AD واقع است میرسد و خط راوسعت عرضی رمیه مینامند بواسطهٔ تندی c و سرعت pt و زاویهٔ ارتفاع و از گذاشتن g بجای pt و $(\alpha+90^\circ)$

باب اول

بجای α معلوم میشود که بجای $\sin\alpha$ و $\cos\alpha$ ایخاصل میشود

که ارتفاع رمیهٔ $CB=a=\frac{c^2\sin^2\alpha}{2g}$ ونصف وسعت

عرضی رمیهٔ AB مساویست b ومساویست $\frac{c^2\sin 2\alpha}{2g}$

بواسطهٔ فورمول ثانی دیده می شود که باهمان خمپاره و باهمان

مقدار بارروط فاصلهٔ ها باوسعت عرضی رمیه مناسب دارند

باسینس ضعف زوایای ارتفاع مثال یک نارنجک با ارتفاع

30° وتندی $1400\frac{I}{}$ انداخته شد پس موافق مطلب مذکوره در نمرهٔ

(۱۸) ارتفاع تندی که این باشد $0{,}016\times c^2=0{,}016\,c^2=\frac{c^2}{2g}$

$a=0{,}016\times 1600000(\sin 30^\circ)^2=0{,}016\times 1600000$ این قدر مرتفع میشود

$2b=2\times 0{,}016\times 1600000\times 0{,}87=6440\frac{I}{}$ = وسعت عرضی رمیه این میشود

$\times\sin 60^\circ=5120\times\frac{1}{2}\sqrt{3}=5120\times 0{,}87=4454\frac{I}{4}$

باب دویم در جر ثقال

با قضیهٔ حرکت تطبیقی مطلقه فصل اول در مادهٔ اصلیه و پایهٔ جر ثقال

(۳۱) در جر اثقال جر ثقال علمی ست که گفتگو می کند از حرکات

اصلیهٔ اجسام طبیعی و این علم شعبه از علم حکمت تطبیقی مطلقه نیز محسوب میشود

باب دویم

(۳۲) در قوت قوت عبارتست از علت حرکات اجسام مادی یا

سکون انها هر تغییری که در حرکت یا در تندی یک جسم می شود از تاثیر

یک قوت ملاحظه می شود بانبواسطه هر جسمی که باختیار از هوا بیفتد

یک قوتی دارد که از ثقل میماند و بک ملاحظه نمیتوان تصور نمود

که جسم ساکن یا متحرک بتساوی هیچ نشده هست که بقوت چند برنخورده

باشد بعلت انکه این قوی میتوانند در حرکت یا سکون جسم باتمداد

مختلفه اثر نمایند و بانبواسطه باعث عدم حرکت جسم بشوند مثلا ثقالتی

که یک جسم با آن بر روی میزی بیفتد باقی خواهد بود ولی اثر ان ثقالت

بواسطه میز معدوم خواهد شد

(۳۳) در میزان و معادله که از ابزار فرانسه اکیلیبر میماند

یک جسم وقتی در میزان و عدل واقع می شود یا انکه قوای بحجم وقتی

بمیزان انطباق می افتد که باعث انعدام اثر یکدیگر واقع شوند مثل یک

جسمی که با یک ریسمان آویخته شده باشد با پیوستگی و اتصال ریسمان

بمیزان خواهد بود از بحجم وقتی معادله و میزان رفع میشود که یکی از

قوتهای او را از دور کنند یا معدوم نمایند مثلا فنری را که

که بایک قوتی خم کرده باشند اگر رفع القوت را از فنر نماید معلوم
است که بحرکت درمی آید زیرا که قوه ثئوب که قوه رجعت بحال اول
باشد میل میکند باینکه اثر خود را ابراز نماید علم معادله اجسام که از ابزار بان
فرانسه ستاتیک میگویند شعبه بسیط از جر اثقال که از معادله و موازنه
اجسام ساکنه گفتگو میکند و بخلاف علم قوه متحرکه اجسام که دینامیک
میباشد گفتگو می کند از قوتهائی که باعث حرکت می شوند

(۳۴) در تقسیم قوتها قوتها موافق تاثیرشان یا قوای متحرکه اند یا
قوای متقاومه قوای متحرکه قوتهائیرا گویند که مستلزم حرکت شوند و قوای متقاومه
قوتهائیرا گویند که مانع حرکت شوند و زانت و ثئوب یک قسم قوه فنری
یا غیر آن شامل هست بقوه متحرکه و مالش جسام پیکدیگر یا اتصال اجزا
داخل قوای متقاومه هست قوای متحرکه یا مسرعه میباشند یا مبطئه
از قوه متحرکه مسرعه سرعت موجبه حاصل میشود و از قوه متحرکه مبطئه سرعت
سالبه حاصل میشود و همچنین یا مستمر البقا اند یا متغیر البقاء از قوتهای
مستمر البقاء حرکات متساوی السرعه حاصل میشود و از قوای مختلف البقاء
حرکات مختلف البطه حاصل میشود

(۳۵) در فشارش و کشرش تغیر و کشرش اولین علل قوتها در اجسام
میباشند و بواسطه انها اجسام فشرده یا کشرده می شوند یعنی باعث
تغییر شکل اجسام میگردند قدر فشارش یا کشرش یک جسم وقتی معلوم میشود
که مثلاً وزنی بطور عمودی از ریسمانی او یخته شده باشد و مقدار ان
وزن مادامیکه ریسمان میتواند متحمل شود قدر قوه کشرش ریسمان
میباشد پس فشارش و کشرش و همچنین اوزان اجسام مقادیر از
یکجنس مخصوصی میباشند که بکار بمودن قوتهای متحرکه می ایند مختصر
ترین طریقه بمودن قوتها بواسطه اوزانست

(۳۶) در تساوی قوتها دو وزن یا دو فشارش یا دو کشرش
و همچنین قوتهای متعلقه بانها وقتی مساوی میباشند که بتوان
یکی از انها را بدون احداث اثار مختلفه بجای دیگری گذاشت
مثلاً اگر یک قریر ابواسطه وزن g یک مقداری پیچانیده باشد
و همانقدر نیز بواسطه وزن g پیچانیده باشد بدیهی هست
که این دو وزن باهم مساوی و یکی خواهند بود

(۳۷) در مادّه مادّه چیزی هست که بواسطه آن اجسام مادی

یا طبیعی و رحواس ما معمول دانسته میشوند توده یا کومه عبارتست از
مقدار ماده که جسم از او مرکب میشود عامه اجسامی که متساوی الهیولا
و شکلند اگر مختلف الماده باشند مختلف الوزن نیز میباشند پس تصور
وزن بجسم را از هیولای آن نمیتوان مشخص نمود بلکه از برای این
میباید وزن واحد ماده آن جسم را دانست که یک پای مکعب
باندازه دیگر از آن جسم باشد

(۳۸) در واحد اوزان یا قوی تهالبسته است
بسنجیدن انها با یک وزن تغییر ناپزیری که از برای واحد
اوزان مشخص شده باشد اگرچه واحد اوزان یا قوی بحسب دلخواه
است لیکن از بابت ملاحظه ثقاق متفق شده یک پای مکعب آب خالص را
واحد اوزان یا قوی قرار دادند

(۳۹) در بی اختیاری اجسام از حیث حرکت و سکون که از ابر بان
فرنسه لیرتیبی میسنامند و اصل این لغت بمعنی ارمیده گی و سکون است
و در اینجا عبارت از حالتی است که اجسام متحرکه نمیتوانند بخودی خود
ساکن شوند و همچنین اجسام ساکنه نمیتوانند بحرکت در آیند هر جسم مادی

در سکون

در سکون خود باقی میماند مادامی که قوی در او اثر نکرده باشد همچنین
هر جسم مادی که بحرکت در آمده باشد در حرکت متساویه و مستقیمه الخط
باقی میماند مادامیکه قوتی بر نخورده باشد مانع حرکت او شود مادامیکه
ما نتوانیم از یک جسم قوتهائی را که مانع حرکت او میتوانند شد دور
نمائیم آن جسم دایما در حرکت متساویه باقی و برقرار خواهد ماند لیکن از برای ما
محالست که بتوانیم در عالم بحرکت متساویه تحصیل نمائیم زیرا که حفظ و حراست
توده ها از تاثیر قوی بدیهی الامتناع عندیک توده اگر در روی میز مبسوط حرکت
داده شود سنگینی آن باعث منع حرکت خواهد شد زیرا که ثقالت توده
بواسطه میز معدوم خواهد بود ولی سائیدن آن توده بمیز تاثیری خواهد شد
که مانع حرکت می شود و آن سائیدن را مالش مینامند و این مالش
علی الدوام مانع متدی جسم شده باعث این میشود که از برای حرکت
مبسوطه حاصل شده تا کم کم و بتدریج موجب عدم حرکت جسم گردد و
همچنین اگر مالش را نیز از جسم سلب نمایند مقاومت هوا باعث حرکت
مبسوطه شده جسم را منجر بسکون مینماید

(۴۰) در اندازه قوتها قوت P که بواسطه آن توده ساکنه M

باب دویم

بسرعت درآمده است متناسب دارد با سرعت v و با توده m

اگر سرعت یکتوده m دفعه بزرگتر شود لابد است که قوت او نیز بهمان مقدار

بزرگتر گردد و یک توده که n دفعه بزرگتر شده باشد با همان سرعتی که

دارد یک قوتی لازم خواهد داشت که او نیز n دفعه بزرگتر باشد

تا بحال یک اندازهٔ جهة تمودن توده از برای ما معلوم نشده است

حال را فرض میکنیم که $P = mv$ یا آنکه قوت مساویست

بحاصل ضرب توده ماندی در اینجا بجای قوت تمیتوان آنرا

گذاشت که عبارتست از مالشی که از او حاصل می شود

(۴۱) درخواص توده ها جمیع اجسام که در وسعت خالیه یک مکان

از زمین بیفتند تندیشان مساوی خواهد بود یعنی با سرعت غیر متغیرهٔ

g که مساویست ۹٫۸۱ متر یا $31\frac{1}{4}$ پا خواهند بود فرض میکنیم

که توده یک جسم مساویست m و اندازهٔ ثقالت یا وزن آن مساویست

G موافق فورمول سابق الذکر این حاصل میشود $G = mg$ یعنی وزن

یک جسم مساویست بحاصل ضرب توده آن با سرعت ثقالت آن

و بعکس این $m = \frac{G}{g}$ یعنی توده یک جسم مساویست بوزن

آن

باب دویم

آن که تقسیم شود بسرعت یا آنکه توده یک جسم مساویست بوزن که جسم را

حاصل میشود در حالتیکه سرعت یکواحد باشد اگر در روی یک قطعه

از زمین باد حول و خوش آن باد در روی یک کره سماوی دیگر که اجسام

در آنجا در ثانیهٔ اول با سرعت $31\frac{1}{4}$ پا بیفتد بلکه با سرعت یکپا

بیفتد باز توده آن جسم وزن آن محسوب می شود اگر توده را بمتر یا پیا

حساب نمائیم این طریق پیدا می شود $m = \frac{G}{9{,}81} = 0{,}1019\,G$

$G = \frac{G}{31{,}25} = 0{,}032\,G$ موافق این اگر وزن یک جسمی بیست لیور باشد

توده آن آین میشود $\frac{20}{62\frac{1}{4}} = 0{,}32$ و بالعکس وزن

یک جسمی را پیدا نمائیم که توده آن بیست لیور باشد این می شود

$G = 31{,}25 \times 20 = 625$ لیور

(۴۲) اگر سرعت غیر متغیره ثقالت را قبول نمائیم این حاصل میشود

$\frac{g}{g_1} = \frac{m}{m_1}$ از اینجا معلوم می شود که توده ها با وزنها متناسب

میباشند لیکن سرعت ثقالت اندکی تغییر پزیرست باینطریق که هر قدر

بقطب ها نزدیکتر می شود رو تزاید میکذارد و در نزدیکی خط استوا

میل تقلیل میکند پس نزدیک قطبها که میرسد زیادتر و نزدیک خط

استوا

باب دویم

استوا امکنه میشود و همچنین در سرعت ثقالت اختلاف بهم میرسد و قتیکه جسم
در زیر یا در زیر سطح دریا واقع باشد بانیطریق که در زیر دریا رو بنقاص
و در زیر دریا رو بتزاید میگذارد از اینجا معلوم میشود که تغییر وزن بجسم بسته است
بمکان آن جسم و از برای ما حاصل میشود که $\frac{g}{g_1} = \frac{g}{g_1}$ و این عبارتست
از وزنی که نسبت دارد با سرعت مکان جسم پس یک فنری که با یک قوت
در جانبهای مختلفه بان زور اورده باشند باختلاف پیچیده میشود بانیطریق
که در خط استوا و در کوههای مرتفع کمتر و در نزدیکی قطبها و سطح دریا زیاد
پیچیده میشود

(۳۴) در کسافت جسم کسافت عبارتست از وسعتیکه مقدار ماده
از آن حاصل کرده باشد جسام هرقدر که در وسعت خود ماده زیادتر داشته
باشند کسافتشان نیز زیادتر خواهد بود اندازه طبیعی کسافت مقدار اراده
یا توده ایست که واحد یک حجم پر کرده باشد بانیواسطه کسافت واحد
اب خالص ۶۴ لیور پروسیا میباشد که تقریبا ۲۵ سیر ایران است
بعلت اینکه وزن یکپای مکعب از آب همین قدر است اگر حجم یک جسم
v باشد و کسافت آن d وزن آن این میشود $g = v \times d$

یعنی

باب دویم

یعنی از ضرب کردن حجم یک جسم بکسافت آن وزن جسم حاصل میشود مثال
I کسافت سرب مساویست ۷۴۶ لیور پس از برای وزن بجسمی که
۲و۳ پای مکعب باشد این میشود $g = 7462 \times 3{,}2 = 23878{,}4$ لیور مثال
II کسافت آهن مساوی است ۵۰۲ لیور از برای حجم توده که وزن
آن جسم ۲۰۵ لیور باشد این پیدا می شود $v = \frac{g}{d} = \frac{205}{502} =$
$0{,}40843 \times 1728 = 705{,}5$ مثال III وزن ۱۴ و ۱۰ مکعب
از یک چوب تر اگر ۵۷۷ لیور باشد کسافت آن این می شود
$d = \frac{g}{v} = \frac{577}{10{,}14} = 55{,}5$ لیور

(۳۴) در وزن مخصوص وزن مخصوص عبارتست از نسبت کسافت یک
جسم با کسافت واحد وزن که آب خالص باشد لیکن چون کسافت
مساویست بوزن واحد حجم باین واسطه وزن مخصوص میتواند نسبت
باین وزن بحجم با جسم دیگر باشد مثلا با آب خالص و این در حالتیست
که حجم انها مساوی باشد از برای اینکه وزن مخصوص با وزن یک جسمیکه با قطر
مطلقی باشد مشتبه نشود ثانی را وزن مطلق معینا مند فرض میکنیم که
d کسافت ماده آب باشد و d_1 کسافت یک ماده دیگر باشد

باب دویم

که وزن مخصوص آنرا ما در فرض میبایم از برای ما این فورمول حاصل میشود

$\frac{d_1}{d} = s$ و $d_1 = s \times d$ یعنی کسافت یک ماده مساویست

بوزن مخصوص آن که ضرب بشود با کسافت آب واگر بوده باشد وزن

مطلقهٔ g از تودهٔ حجم v و وزن مخصوص آن که s باشد این میشود

مثال I کسافت نقرهٔ خالص مساویست $g = v \times d_1 = v \times d \times s$

۶۷۶۵ لیور و کسافت آب خالص مساویست ۶۶ لیور پس وزن مخصوص

نقرهٔ خالص این میشود $\frac{۶۷۶۵}{۶۶} = ۱۰\frac{۲۵}{۶۶}$ لیور از اینجا معلوم می شود هر توده

نقره که حجماً مساوی توده از آب باشد $۱۰\frac{۱}{۴}$ مرتبه بقدره وزن آب میباشد

مثال II وزن مخصوص زیتی مساویست ۵۹۸ ۱۳ لیور کسافت

او که s باشد این میشود $۱۳۵۹۸ \times ۶۶ = ۸۹۷۶۸$ لیور $= g$ وزن یک تودهٔ

زیتی که v باشد این میشود

$g = ۸۹۷۶۸ \times v = \frac{۸۹۷۶۸ \times ۳۵}{۱۷۲۸} = ۱۸\frac{۱۸}{۱۷۲۸}$ لیور

(۴۰۵) در اجتماع اجزاء اجسام موافق ارتباط و اتصال

و بهم پیوستگی منقسم بسه قسمند باین طریق که یا زخیمه اند یا سیاله یا بخاری

اجسام زخیمه جسمهائیرا گویند که اتصال اجزاء آنها بیکدیگر بقسمی است

که در تغییر شکل یا در تجزیه و تقسیم کردن آنها لابد است که قوتی بکار برده شود

و اجسام سیاله جسمهائی میباشند که باندک قوتی اجزاء آنها از

یکدیگر تجزیه و جدا نمود اجسام بخاریرا که شاهد شان جوهوس است توان

باشاهد اجسام سیاله که آب هست تعریف نمود بانطریق که اجسام بخاری

برای حرکت و کشش خود یک قوتی هست که آب یا سایر اجسام سیاله را

نیست اجسام زخیمه را یک شکل مخصوص یا یک حجمی معین است و اجسام سیاله

را یک حجمی و تحت شکلی برقرار است ولیکن اجسام بخاریه را هیچ یک

ازاین دو فقره نیست

(۴۰۶) در تقسیم قوتها اولاً ثقالت که بواسطه آن اجسام میل بمرکز

زمین میکنند ثانیاً قوت ایزِستی که سابق تعریف شده است ثالثاً

قوت اعضاء انسانی و حیوانی رابعاً قوت ثؤب یا قوت فرولدی

خامساً قوت حرارت که بواسطه آن اجسام کشرده یا فشرده میشوند

سادساً قوت مقناطیس سابعاً قوت اجتماع اجسام ثامناً قوت

التصاق اجسام بیکدیگر

(۴۰۷) در تعیین قوتها اولاً نقطهٔ التصاق قوت است ثانیاً امتدادات

باب دویم

قوت ثالثا بزرگی مطلقه قوت یا قدر زور

(۴۸) در تقسیم جر اثقال جر اثقال موافق دو حالتی که از برای اتصال اجزاء انها بیان شد بدو قسمت اصلیه منقسم میشود که اولا جر اثقال اجسام رخیمه و ثانیا جر اثقال آب که عبارت از فن کار خیه یا صنعت آب آراه اندازی باشد و این قسمت ثانی نیز منقسم است بدو قسمت که یکی فن کار خیه و ثانی جر اثقال مایعات هوائی الصفت باشد و کل جر اثقال بهمه جهت منقسم بدین قسمت ها اولا علم معادله اجسام رخیمه که از زبان فرانسه ستاتیک گویند ثانیا قوه متحرکه اجسام رخیمه ثالثا علم معادله

۲ را بعا قوت متحرکه اجسام سیاله

اجسام سیاله حاصل علم معادله مایعات هوائی الصفت و سا قوت متحرکه مایعات هوائی الصفت فصل دویم در جر اثقال نقطه مادیه

(۴۹) در نقطه مادیه نقطه مادیه عبارتست از جسمی که بعد از آنکه بمسافت طی شده خودش الی غیر النهایه کوچک باشد و هر جسم مادی مرکب است از نقاط مادیه الی غیر النهایه کوچک

(۵۰) در قوت مجرده غیر متغیره فرض میکنیم P سرعتی باشد که تودهٔ M را با آن سرعت بحرکت در آورده باشند این حاصل میشود

MP

باب دویم

$P=Mp$ و $p=\frac{P}{M}$ و اگر فرض نمائیم $M=\frac{g}{g}$ آنگاه این حاصل میشود

$I\,P=\frac{I}{g}g$ و $p=\frac{P}{g}g$ مثال فرض میکنیم که یک جسمی در روی صفحه

لیز مسطحی ساکن باشد و جسم را در وقت حرکت مانع نبوده ها دم ثقالت او

بشود و قتیکه این جسم با یک قوت عرضی فشرده شود مطیع آن قوت شده

در امتداد آن حرکت خواهد نمود اگر فرض شود وزن جسم که g باشد

مساویست ۵ لیور و قوت P که در وقت حرکت جسم باو زور

آورده است مساویست ۱۰ لیور حرکت این جسم متساوی السرعه خواهد

شد و سرعتش از این عمل معلوم میشود $p=\frac{P}{g}g=\frac{1}{50}\times$

$\frac{I}{۶٫۲۵}=$ مثال سرعت یک جسم ۴۲ لیوری بواسطهٔ قوت P بسرعت

$\times ۳۱٫۲۵$ درآمده است مساویست ۹ پاس قدر قوت این خواهد شد

$P=\frac{p}{g}g=\frac{9}{۳۱٫۲۵}\times ۴۲=$ لیور $۱۲٫۱=۳۷۸\times ۰٫۰۳۲$

(۵۱) وقتی که قوت باعثه حرکت یک جسم غیر مختلفه باشد حرکت متساوی الاختلاف حاصل شود و این حرکت وقتی مسرعه خواهد بود که امتداد قوت در امتداد اول حرکت باشد و وقتی بطیئه خواهد شد که امتداد قوت بسمت مخالف حرکت اول باشد اگر در فورمولهای نمرهٔ (۱۳)

و (۱۴) بجای $\frac{P}{M}$ قدر او را که این است $\frac{P}{g}g$

بگذاریم این حاصل میشود I از برای حرکت متساوی السرعه

(۱) $v=c+31{,}25\frac{P}{g}t$ یا آنکه $v=c+\frac{P}{g}gt$ و

(۲) $s=ct+15{,}625\frac{P}{g}t^2$ یا آنکه $s=ct+\frac{P}{g}\times\frac{gt^2}{2}$

II از برای حرکت متساوی البطئه (۱) $v=c-\frac{P}{g}gt=c-31{,}25\frac{P}{g}t$

(۲) $s=ct-\frac{P}{g}\times\frac{gt^2}{2}=ct-15{,}625\frac{P}{g}t^2$

بواسطهٔ این فورمولها جمیع مسائلی را که دخل بحرکات مستقیمة الخطوط دارند

و باعث آن حرکات بکقوت غیر متغیره میباشند میتوان جواب داد

مثال I یک عرادهٔ بوزن ۲۰۰۰ لیور در صحرای مسطحی باشدی ۴

پامیرود و مدت ۱۵ دقیقه یک قوت غیر متغیره که ۲۵ لیور است

باو در همان امتداد که حرکت داشت زور آورده میخواهیم بدانیم

که بعد از اثر قوت مذکوره شدی حرکت عراده چه خواهد شد جواب

عملش بانیطور است $v=c+31{,}25\times\frac{P}{g}t=4+$ $\overset{I}{9{,}859}$

در مدت ۳ دقیقه ۹۵۰ پامیرفت بکقوت مدت ۳۵ ثانیه

باو زور آورد و بعد از زور آوردن ان قوت باز بحرکت متساویه طی

مسافت مینمود در مدت ۳ دقیقه ۱۶۵۰ پامیرفت میخواهند بدانند

قدر آن قوت چه بوده است جواب در اینجا از برای ما این حاصل است

$\overset{I}{5{,}277}$ و $c=\frac{950}{3\times60}=\overset{I}{1{,}166}$ و $v=\frac{1650}{3\times60}=$ پس

$P=\frac{3{,}889}{gt}g$ و قدر قوت این میشود $\frac{P}{g}gt=v-c=\overset{I}{3{,}889}$

مثال III یک صندوق سرندهٔ $\times 0{,}032\times 3{,}889\times\frac{5500}{30}=0{,}12446\times$ لیور $=22{,}81=\frac{550}{30}\times$

که ۱۵۰۰ لیور وزنش بود و باشدی ۱۵ پا بحرکت در آمد بواسطهٔ ماشی

در مدت ۲۵ ثانیه قوهٔ حرکت از او بکلی سلب شد میخواهند بدانند

قدر مالش چه بوده است جواب در اینجا این حاصل است $=0$ پس

$P=0{,}032\times\frac{g}{t}c=$ و $c=31{,}25\times\frac{P}{g}t$

$=0{,}032\times\frac{1500\times15}{25}=0{,}032\times900=28{,}8$ لیور

مثال IV یک صندوق سرندهٔ دیگر باوزن ۱۲۰۰ لیور و باشدی

۱۲ پا میاید در مدت لغزش خودش بقدر ۴۵ لیور مالش باو برسد

میخواهند بدانند که تندی صندوق بعد از ۸ ثانیه چه خواهد شد و مسافت

طی شدهٔ او کدام خواهد بود جواب در اینجا این حاصل است

$v = 12 - 31{,}25 \times \frac{45 \times 8}{1200} = 12 - 9{,}375 = 2{,}625$ I

و $s = \left(\frac{c+2v}{2}\right)t = \frac{12+2{,}625}{2} \times 8 = 58{,}5$ I

(۵۲) در عمل جر اثقالی عبارتست از تاثیر یکقوتی که بکار برده می شود جهة غلبه نمودن بیک مقاومتی مثل ثقالت یا مالش یا غیر آن پس عمل جر اثقال عبارت است از بلند کردن اوزان و زیاد نمودن تندی حرکت توده ها و تغییر دادن شکل اجسام و منقسم کردن انها و غیر ذالک و عمل جر اثقال نسبه بقوت فقط نیست بلکه براهی هم که قوت در انجا بکار برده می شود نسبه میباشد و همچنین عمل و فعل جر اثقال با قوت و بار راه که در انجا قوت بکار برده میشود یک مرتبه رو ترقی و از دیاد میکذارد اگر جسمی را جهت انعدام سکون آن تا بحدی بلند کنیم عمل جر اثقال با وزن جسم و ارتفاعیکه جسم بلند میشود متناسبه خواهد بود بعلت اینکه اولاً در اثر تغییری حاصل نخواهد شد از بلند کردن یک جسمی بوزن (mg) که مثلاً $(3g)$ باشد بارتفاع h یا از بلند کردن m جسم که مثلاً ۳ جسم باشد و هریک از انها بوزن g باشد بهمان ارتفاع h ثانیاً در عمل جر اثقالی تغییری حاصل نمیشود از بلند کردن یک جسم

بارتفاع

بارتفاع h m یا از بلند کردن بهمان جسم m دفعه بارتفاع h

(۵۳) بواسطهٔ این علاقه عمل جر اثقال با قوت و با راه قوت میتوان او را مساوی نمود بیکواحد قوه متحرکه که عبارت از واحد دینامیک باشد مرکبست از قوت یا از مقاومت که ضرب شده باشد با راه این قوت فرض میکنیم که مقاومت مساوی با P و راه حرکت مساوی باشد با s عمل جر اثقال این میشود $L = Ps$ که واحد قوه متحرکه است اگر واحد وزن یک کیلوگرام باشد و واحد طول یک متر از برای واحد قوه متحرکه اگر حرف اول این دو اندازه را که m و h باشند بکار ببریم (mh) یا (hm) حاصل میشود

مثال اول از برای بلند کردن یک جسمی بوزن ۲۱۰ لیور بارتفاع ۱۵ انهام عمل جر اثقال که بکار برده می شود این خواهد بود

$L = 210 \times \frac{15}{12} = 262{,}5$ مثال دویم بواسطه یک عمل جر اثقالی که ۱۵۰۰ لیور باشد یک صندوق سرندهٔ که میباید به ۷۵ لیور وزن از بابت مالش غلبه کند این قدر راه میسرود $= \frac{L}{P} = \frac{1500}{75} = 20$ I

درین دو مثال واحد وزن لیور و واحد طول پا منظور شده است

(۵۴) عمل جر اثقالی چنان نیست که شها در وقت غیر متغیره بودن قوت حاصل ضرب قوت و راه باشد بلکه در وقتی هم که قوت یا مقاومت در وقت حرکت متغیره باشند نیز حاصل ضرب قوت و راه خواهد بود بعلت اینکه همیشه ممکن است که یک قوت متوسطه حاصل نمود که مساوی باشد بجمع همه آن قوتها و تقسیم شده باشد بعدد جملهٔ آنها

(۵۵) در ماده اصلیه قوتهای شدیده در فورمول $h=\frac{v^2-c^2}{2g}$ یا انکه $\frac{v^2-c^2}{2}=gh$ بجای سرعت v قدر آنرا که انیست $\frac{P}{g}$ بگذاریم این حاصل میشود $P_1=(\frac{v^2-c^2}{2g})g$ و اگر ارتفاع شدیها که $\frac{v^2}{2g}$ و $\frac{c^2}{2g}$ باشد h و h_1 فرض کنیم این حاصل میشود $P_1=(h-h_1)g$ از این فورمول که در جر اثقال عملی بسیار مفید و بامر اشت معلوم میشود که عمل جر اثقالی یک جسم که قوت حرکت را بقسمی تغییر میدهد که یکمرتبه شدی c و یکمرتبه تندی v حاصل میشود همیشه مساویست بوزن جسم که g باشد ضرب بشود بتفاوت مابین شدیهاکه $\frac{v^2}{2g}$ و $\frac{c^2}{2g}$ باشد مثال I یک کالسکه بخار راکه بوزن ۴۰۰۰ لیور باید بخواهند بر روی یک راه آهنی که در کمال صافی باشد با تندی

۳۰ پا

۳۰ پا بگذارند میباید این عمل جر اثقال بکار برده شود $=P_1=\frac{v^2}{2g}g=$
$=\frac{۴۰۰۰\times۹۰۰\times۰٫۰۱۶}{\text{واحد قوه متحرکه}}=۵۷۰۰۰$ $=۰٫۰۱۶v^2g=$ که هریک از آن واحد ها مرکبست از یک
لیور که ضرب بشود بیک پا مثال II یک کالسکه بخار دیگر بوزن ۶۰۰۰
لیور باشد ی ۱۵ پا میرود لیکن بقوت دیگر بقدر ۲۴ پا باو داده شده
است میخواهند بدانند عمل جر اثقال چه میشود جواب بشدیهای ۱۵ و ۲۴ پا
این ارتفاع شدی ها متعلق است باین $h_1=\frac{c^2}{2g}=۳٫۶$ I
و $h=\frac{v^2}{2g}=۹٫۲۱۶$ I پس از این قرار عمل جر اثقال این میشود

$P_1=(h-h_1)g=(۹٫۲۱۶-۳٫۶)\times۶۰۰۰=$ ۳۳۶۹۶ واحد قوه متحرکه
از فهمیدن راهی که این شدیهای مختلفه در آن وارد ند میتوان فهمید که
چه قدر قوت لازم است که بقوت c علاوه نمود تا مساوی قوت
v بشود و همچنین از شناختن قوت میتوان راه را پیدا کرد مثلاً وقتی
که راه کالسکه زیاده بر صد پا نیست و در عرض این راه تندی ۱۵ پا
مبدل به ۲۴ پا میشود قوت این خواهد شد $P=(h-h_1)\frac{g}{l}=$
لیور $۳۳۶٫۹۶=\frac{۳۳۶۹۶}{۱۰۰}=$ و در حالتی که قوت ۲۰۰۰ لیور باشد از برای راه این
می شود $۱۶٫۸۴۸=\frac{۳۳۶۹۶}{۲۰۰۰}=(h-h_1)\frac{g}{P}=$ در مثال III

یک صندوق سرنده بوزن ۵۰۰ لیور با تندی ۱۶ پا حرکت می کند
و این تندی بعد از طی مسافت ۱۰۰ پا بکلی از او سلب میشود از برای مقاومت
بواسطهٔ مالش این پیدا می شود $P=\frac{hG}{g}=0.016\times v^2\times\frac{500}{100}$

$=0.016\times\frac{2}{16}\times\frac{500}{100}=0.016\times256\times5=20.48$ لیور

(۵۶) فورمول $P_j=(\frac{v^2-c^2}{2g})G=(h-h_1)G$

تنها از برای پیدا کردن عمل جر اثقال نیست بلکه اغلب اوقات از برای
پیدا کردن تندی اخیر بکار میرود و در اینحالت از برای h اینرا مینگارند

$v=\sqrt{c^2+2g\frac{P_j}{G}}$ و از برای تندی اینجا حاصل میشود $h=h_1+\frac{P_j}{G}$

مثال یک کالسکه بخار بوزن ۲۵۰۰ لیور در روی
راه آهن بدون مالش حرکت میکند و تندی اول او مساویست ۱۰ پا
و مقدار ۸۰۰۰ واحد قوه متحرکه که هر واحدی یکپا و یک لیور میباشد در او
اثر میکند شدی اخیرهٔ او بعد از عمل جر اثقال این میشود

$v=\sqrt{10^2+64.5\times\frac{8000}{2500}}=\sqrt{100+200}=17.32$

(۵۷) حاصل ضرب تودهٔ M که مساویست $\frac{G}{g}$ با مجذور شدی
که v^2 باشد Mv^2 میشود و این را قوت شدیدهٔ تودهٔ متحرکه میگویند بواسطهٔ
آن عمل

این عمل جر اثقالی را که از یکتوده متحرکه ترکیب یافته است از نصف قوت
شدید میتوان حاصل نمود بعلت اینکه $P_j=\frac{G}{2g}v^2=\frac{Mv^2}{2}$

(۵۸) در ترکیب قوتها وقتیکه دو قوت یکی P_1 و یکی P_2 باشد
در یک جسمی بسمت واحده یا بسمتهای مختلفه عمل کنند اثرش همان خواهد بود
که اگر یک قوت در آن جسم عمل میکرد و این قوت مساوی خواهد بود
بحاصل جمع یا حاصل تفریق آن دو قوت اول و اگر این قوت P یا منده
شود این خواهد شد $P=Mf=P_1\pm P_2$ قوت P را
قوت مثجه دو قوتین P_1 و P_2 را قوتین مرکبین مینامند مثال اول یک
جسمی که بر کف دست گذارده شده باشد دست را بواسطه وزن
مطلقه و تمامهٔ خودش بقدری فشار میدهد یا ساکن میماند و یا متساوی
بطرف نشیب یا فراز حرکت میکند آن آنی که دست را بسمت بالا حرکت
میدهند یا آنکه با یک سرعتی دست را بلند می کنند فشارش جسم بیج
دست زیادتر اثر میکند و وقتی که دست را با سرعت بپائین میبرند فشارش جسم
کمتر از وزن مطلقه میشود و این فشارش در حالتی صفر میشود که دست را
با سرعت g که میل بمرکز باشد پائین بیاورند فرض میکنیم که فشارش

بر روی دست مساوی P باشد و جسم با قوت $Q-P$ بقعر دو تو

آن مساوی MM باشد که مساویست $\frac{Q}{g}$ و فرض میکنیم سرعتی را

که دست با جسم پایین می آید مساویست f این حاصل خواهد بود

f $Q-P=\frac{Q}{g}f$ و فشارش که P باشد این میشود $P=Q-\frac{Q}{g}f$

$Q(1-\frac{f}{g})=(1-\frac{f}{g})Q$ - در اینجا تحقیق دیده میشود که اگر f را مساوی g بگیریم

فشارش جسم بر روی دست صفر خواهد بود و بخلاف اگر دست با جسم بسرعت

f بلند شود f مخالف g شده فشارش بر روی دست اینجا حاصل میشود

اگر جسمی را با سرعت f که مساوی ۲۰ پا باشد پایین بیاورند فشار من بر روی

دست این میشود $Q(1-\frac{۲۰}{۳۲٫۲۵})=Q(1-۰٫۶۲۴)=Q$ ۰٫۳۷۶ یا آنکه Q (۱+۰٫۶۲۴)

Q ۱٫۶۲۴ = مثال دویم اگر یک جسم بوزن ۳ لیور را قسمی بالکف

دست بارتفاع ۱۴ پا بیندازند که دست با جسم در ۲ پای اول بهوا

شود عمل جر اثقالی این میشود $۳\times۱۴=۴۲=Qh=P_1$ واحد قوه

متحرکه و فشارش جسم بر دست این میشود $\frac{۴۲}{۲}=P=$ ۲۱ لیور در اینصورت

وقتی که جسم ساکن دست را با وزن ۳ لیور فشار بدهد در وقت افتادن

بهوا فشارش آن ۲۱ لیور خواهد شد

(۵۹) در متوازی الاضلاع قوتها شکل نهم فرض میکنیم که یک

نقطه یا یک نقطه طبیعی MM قوتین P_1 و P_2 که امتدادشان

MX و MY باشند عمل مینمایند و زاویه XMY که مساویست

$\angle$ سرعت آنها در همان امتدادات این میشود $\frac{P_1}{M}=f_1$

و $\frac{P_2}{M}=f_2$ از ترکب آنها یک سرعت متوسطه مثل f میشود که MM

باشد و در امتداد MD یا کونال متوازی الاضلاع مرکب کننده

f_1 و f_2 واقع میشود و آن سرعت متوسطه $=f$

$f=\sqrt{f_1^2+f_2^2+2f_1f_2\cos\angle}$ = و از برای زاویه φ که فی مابین سرعت f

و امتداد MX واقع است این پیدا میشود $\sin\varphi=\frac{f_2\sin\angle}{f}$

اگر در این دو فورمول بجای f_1 و f_2 قدرانها را بگذاریم

این میشود $f=\sqrt{(\frac{P_1}{M})^2+(\frac{P_2}{M})^2+2(\frac{P_1}{M})(\frac{P_2}{M})\cos\angle}$

$\sin\varphi=(\frac{P_2}{M})\frac{\sin\angle}{f}$ اگر تساوی اول به MM ضرب شود این حاصل میشود

II $\sin\varphi=\frac{P_2\sin\angle}{f}$ و I $M f=\sqrt{P_1^2+P_2^2+2P_1P_2\cos\angle}$

پس بانیواسطه قوت مثبجه یا قوت متوسطه را یعنی بزرگی و امتداد

آنرا از قوتهای مرکب کننده بهمان طریق میتوان پیدا نمود که سرعت

متوسط بواسطه سرعتهای مرکب کننده پیدا می شود اگر قوتها را
موافق نسبتی که دارند خطوط مستقیمه قرار بدهیم قوت نتیجه در روی خط
دیاگونال متوازی الاضلاع قوتها واقع میشود مثال در شکل دهم
یکجسمی بوزن ۱۵۰ لیور در روی میز بسیار صافی قرار دارد و دو قوتین
P_1 که مساویست ۳۰ لیور و P_2 که مساویست ۲۴ لیور در او
عمل نموده زاویهٔ $\varphi+\alpha$ را حاصل مینمایند که مساویست ۱۰۵
درجه میخواهند بدانند که بچه سمت و با چه سرعت حرکت جسم واقع
وقوع خواهد یافت جواب $\cos(\alpha+\varphi)=\cos 105-\cos 75$ و قوت
متوسطه این می شود $P=\sqrt{30^2+24^2-2\times30\times24\cos75}=33{,}22$ لیور
و سرعت متعلقه باو این میشود $v=\frac{P}{M}=\frac{Pg}{G}=\frac{33{,}22\times31{,}25}{150}=6{,}92$
و زاویهٔ α این خواهد شد $\sin\alpha=\frac{24}{33{,}22}\sin105=0{,}7224$
و α مساویست ۴۶ درجه ۱۵ دقیقه $\times\sin75=0{,}6978$

(۶۵) در تجزیه قوتهای متوازی الاضلاع قوتها نه هستند که تنها از برای
تحویل دو یا چند قوت بیک قوت باشند بلکه از برای تجزیه یک قوت
بدو یا چند قوت نیز می باشد در حالتی که زاویتین α و φ که

در کلف

که در شکل سابق دیده شد معلوم باشند قوتهای مرکب کننده را
با این فورمولها میتوان پیدا کرد $P_1=\frac{P\sin\varphi}{\sin(\alpha+\varphi)}$ و
$P_2=\frac{P\sin\alpha}{\sin(\alpha+\varphi)}$ و این قوتهای مرکب کننده میباشند که عمود
بر یکدیگر پس $\alpha+\varphi=90°$ و $\sin(\alpha+\varphi)=1$ و از برای
P_1 و P_2 این پیدا میشود $P_1=P\cos\alpha$ و $P_2=P\sin\alpha$
و اگر α و φ مساوی هم باشند P_2 مساوی P_1 میشود یا آنکه
مثال I شکل یازدهم فشارش یکجسمی بوزن G که مساویست
۷۰ لیور در روی سطح میز AB هر چه قدر میشود در صورتیکه بان جسم در امتداد
MP که با MP_1 زاویهٔ MP را حاصل میکند که مساویست
α و مساوی هست ۴۰ درجه قوت P عمل کند که مساویست
۵۰ لیور جواب قدر قوت مرکب کنندهٔ عرضی قوت P_1 این می شود
$P_1=P\cos\alpha=50\cos40=38{,}30$ لیور و قدر قوت مرکب کنندهٔ عمودی
قوت P_2 این میشود $P_2=P\sin\alpha=50\sin40=32{,}14$ لیور
چون قوت اخیره میخواهد که جسم را بسمت مخالف وزن مطلقه خودش
بکشد فشارش این خواهد شد $G-P_2=70-32{,}14=37{,}86$ لیور

مثال II یک جسمی مثلاً MM که در شکل دهم در نمرهٔ (۵۹) دیده شد بوزن
۱۱۰ لیور باشد و در روی یک تخته عرضی قرار گرفته باشد و دو قوت او
حرکت بدهند بقسمی که در ثانیه اول مسافت ۵ و۶ پا را طی کند و در یک
خطی برود که با امتدادات آن دو قوت زاویتین ۵۲° که مساویست
۵۲ درجه و ۹ را که مساویست با ۱۲ درجه مرکب کند در اینجا قوتها را
باینطریق پیدا می‌کنند فرض میکنیم که سرعت مساویست بدو القدر
راهی که در ثانیه اول طی میشود پس $I = 13 = 2 \times 6{,}5$ پا و این حاصل
میکردد $P = \frac{pQ}{g} = 0{,}032 \times 13 \times 110 = 45{,}76$ لیور پس

$$P_1 = \frac{P \sin 77^\circ}{\sin(52+77)} = \frac{45{,}76 \sin 77^\circ}{\sin 51^\circ} = 57{,}3 \text{ لیور}$$

و

$$P_2 = \frac{45{,}76 \sin 52^\circ}{\sin 51^\circ} = 46{,}40 \text{ لیور}$$

(۶۱) شکل دوازدهم در قوتهای واقعه در یک سطح قوت منجیا
قوت متوسطه واقعه فیمابین قوای مرکب کننده P_1 و P_2 و P_3
و P_4 را بواسطه متوازی الاضلاع قوتها باین طریق پیدا می‌کنند
از قوتهای P_1 و P_2 بواسطه متوازی الاضلاع $P_1 Q P_2 M$
قوت منجیه MQ که مساویست Q حاصل میشود و از قوتهای

Q

Q و P_3 بواسطه متوازی الاضلاع $P_3 R Q M$ قوت منجیه
MR که مساویست R حاصل میشود و از قوتهای R و P_4
بواسطه متوازی الاضلاع $P_4 R P M$ قوت منجیه MP
که مساویست P حاصل میشود ----------

و این قوت مساویست بقوتهای P_1 و P_2 و P_3 و P_4

(۶۲) شکل سیزدهم قوت منجیه P را سهل تر و صحیح تر
میتوان معین نمود از تجزیه کردن هریک از قوتهای مرکب کننده
P_1 و P_2 و P_3 وغیرهم را در دو امتداد عمود بر یکدیگر که Xx_1
و Yy_1 باشند و این قوتهای مرکب کننده جدیده را بنامند
$R_4 Q_4$ و $R_3 Q_3$ و $R_2 Q_2$ و $R_1 Q_1$ قوتهائیرا که در امتداد واحده واقعند
با هم جمع و قوتهای واقعه در امتداد مخالف یکدیگر را از هم تفریق نمایند
کہ مثلاً $MR = (MR_1 + MR_2 + MR_3 - MR_4)$

$MQ = (MQ_1 + MQ_2 - MQ_3 - MQ_4)$ اگر فرض کنیم که زوایای $P_1 MX$
و $P_2 MX$ و $P_3 MX$ و همچنین مساویند با α_1 و α_2 و α_3 و همچنین قوتهای

مرکب کننده را باین طریق پیدا می کنند $Q_1 = P_1 \cos \alpha_1$ و

$R_2 = P_2 \sin \alpha_2$ و $Q_2 = P_2 \cos \alpha_2$ و $R_1 = P_1 \sin \alpha_1$ و همچنین پس

I $MQ = Q = (P_1 \cos \alpha_1 + P_2 \cos \alpha_2 - P_3 \cos \alpha_3 - P_4 \cos \alpha_4)$

II $MR = R = (P_1 \sin \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2 + P_3 \sin \alpha_3 - P_4 \sin \alpha_4)$

بواسطهٔ قوتهای مرکب کننده Q و R ازبرای قوت متجه یا قوت

متوسطه این پیدا می شود III $MP = P = \sqrt{Q^2 + R^2}$ و زاویهٔ

IV $\tan \varphi = \frac{R}{Q}$ و $PMx = \varphi$ مثال که هست قدر و امتداد قوت

متجه که حاصل شده هست از مرکب کننده های P_1 که مساویست

۳۰ لیور و P_2 که مساویست ۷۰ لیور و P_3 که مساویست ۵۰ لیور

که از امتدادشان این زوایا حاصل میشوند $RMP_2 = 56$

و $P_3 MP_3 = 104$ خط xx را که در شکل سابق دیده شد در امتداد

قوت اول که P_1 باشد میکذاریم و ازبرای ما این حاصل میشود

$\alpha_1 = 0$ و $\alpha_2 = 56$ و $\alpha_3 = 56 + 104 = 160$

(1) $Q = 30 \cos 0 + 70 \cos 56 + 50 \cos 160 = 30 + 39{,}14 - 46{,}98 = 22{,}16$ لیور

(2) $R = 30 \sin 0 + 70 \sin 56 + 50 \sin 160 = 0 + 58{,}03 + 17{,}10 = 75{,}13$

$3{,}2903$

$PMx = \varphi = 73^\circ 34'$ و زاویه (3) $\tan \varphi = \frac{75{,}13}{22{,}16} = 3{,}2903$

و (4) $P = \sqrt{Q^2 + R^2} = 78{,}33$

(۶۳) ازینجا قرار عمل جر ثقالی قوت متجه مساویست بمجموع عملهای جر ثقالی قوتهای مرکب کننده و درینجا میباید متذکر شد که قوت را در سر خط مودّ آن قوت

(۶۴) شکل چهاردهم مثال در یک عمل جر ثقالی یک کالسکه بوزن g که مساویست ۵۰۰۰ لیور در روی راه مسطح AB با قوت P_1 که مساویست ۶۰۶ لیور روبه پیش کشیده میشود و با افق زاویهٔ α را حاصل میکند که مساویست ۲۴ درجه و کالسکه در وقت حرکت

برد و قوت مقاومه باید غلبه کند یکی از انها عرضی هست که P_2 باشد

مساویست ۳۵۰ لیور و متعلقست بمالش و قوه مقاومه ثانی با افق

زاویهٔ φ را حاصل میکند که مساویست ۳۵ درجه و خود آن قوت

P_3 میباشد که مساویست ۲۳۰ لیور میخواهند بدانند از تغییر دادن

تندی اول کالسکه که ۲ پا بود به ۵ پا عمل جر ثقالی قوت P_1 چه می شود

جواب فرض میکنیم راه کالسکه که MO باشد مساویست x انوقت

عمل قوت که همیشه مساویست بحاصل ضرب قوت بار راه این میشود

$P_1 \times MM_1 = P_1 s \cos\alpha = 660 \times s \cos 24^\circ = 602{,}94\, s$

و عمل قوت مقاومت P_2 این میشود $= -(-P_2) s = -350\, s$

و عمل قوت مقاومت P_3 این میشود $= (-P_3) MM_3$

$= -P_3 s \cos\varphi = -230 \times s \cos 35^\circ = -188{,}40\, s$

موافق این عمل جزئی قوت P_1 این میشود $= P_1 s \cos\alpha$

$= s(602{,}94 - 350 - 188{,}40) = 64{,}54\, s$ واحد قوه متحرکه

و هر واحد مساویست یک لیور که ضرب بشود بیکیا موافق نمره (55)

از بدل نمودن شدی دو پایه 5 یا از برآورده این عمل جزئی لازم و لابد است

$P_4 = \left(\frac{v^2 - v_0^2}{2g}\right) g = \left(\frac{5^2 - 3^2}{2g}\right) 5000 = 0{,}016 \times (25 - 16) 5000 = 1680$ واحد قوه متحرکه

اگر هر دو عمل را مساوی هم بگیریم این حاصل میشود $1680 = s \times 64{,}54$

پس $s = \frac{1680}{64{,}54} = 26{,}03$ و عمل جزئی قوت P_1 این می شود

$P_1 = P_1 s \cos\alpha = 602{,}94 \times 26{,}03 = 15694$ واحد قوه متحرکه

باب سیم

در علم معادله اجسام صلبه فصل اول در قواعد معادله اجسام صلبه

(65) در اشکال نقطه علاقه اگرچه هر جسم صلبی بواسطه اثر قوت

از شکل خود تعدیل مینماید مثلاً از اثر فشردن یا کشیدن یا پیچیدن یا غیر آن

ولی میتوان همیشه این جسم را مثل یک جماعتی از نقاط مادیه فرض نمود و پس از این

اجسام صلبه را همیشه مثل کروه نقاط مادیه ملاحظه مینمائیم که درست بهم وصل شده

باشند یک قوتی مثلاً P که بر جسم صلب MM در شکل بالا نزدیک نقطه A

بکار برده شده است در امتداد xx همه این جسم اثر می کند اگر یک قوت

دیگر مثل P_1 که مساوی و مخالف قوت P باشد در همان امتداد

xx بجسم متعلق شود با قوت P در میزان و معادله خواهد بود و دفاع

ما بین Ah و A_1h_1 را مد خلیتی در معادله مینامیم شد موافق آنچه که ذکر شد

میتوان گفت که اثر یک قوت مثل P در شکل شانزدهم تغییر نخواهد کرد

اگر نقطه علاقه اش را در Ah و در A_1h_1 و در A_2h_2 یا جای دیگر قرار بدهند

ولی بیاید در همان امتداد یکه بوده است باقی بماند و تجاوز نکند

(66) شکل هفدهم وقتیکه دو قوت مثل P_1 و P_2 یک جسمی در نقطه

های متفاوته Ah و A_1h_1 تعلق گرفته باشند که آن جسم را حرکت

بدهند اثر آنها در جسم محققاً مساوی خواهد بود اگر این دو قوت در یک نقطه

دیگر مثل C که در امتداد اینها واقع شده است بکار برده شوند

فرض میکنیم که قوت P_2 با A_2 = قوت P_1 با A_1 = P = CQ_1

و $P_2 = CQ_2$ = درمتوازی الاضلاع CQ_1 و Q_2 دیاگونال

C Q پیدا می شود که مساویست P و مساویست بقوت مفروضه

که نقطهٔ علاقهٔ آن C یا D یا A یا هریک از نقاط دیگری که در روی

خط PC واقعند میباشد باز فرض میکنیم که قوت CQ = P — = که در امتداد مخالف قوت P A واقع است با قوتهای

P_1 و P_2 درمعادله خواهد بود پس قوتهای ثلاثهٔ P_1 و P_2

و P — درست با یکدیگر معادله خواهند داشت

(۶۷) شکل پنجدهم درقاعده قوتها اگر بوده باشد M یک نقطهٔ

مادی و MP_1 مساوی باشد P_1 و MP_2 مساوی باشد

P_2 و قوتهائی باشند که بجسم M اثر کنند و قوت مفروضهٔ P MP

مساوی باشد P و فرض میکنیم Mx و My عمود بر یکدیگر باشند

و اگر قوتهای P_1 و P_2 و P تجزیه شوند باین طریق که $P_1 = R_1 + Q_1$ و $P_2 = R_2 + Q_2$ و $P = R + Q$

اینها میشوند Q_1 و Q_2 و Q و قوتهای واقعهٔ درعمود Mx ایضا

میشوند R_1 و R_2 و R پس تحقیق این تساوی ما حاصل شد

$R = R_1 + R_2$ و $Q = Q_1 + Q_2$ درعمود Mx نقطهٔ O را فرض میکنیم و همچنین

عمودهای OM_1 و OM_2 و OM را در مبدا قوتهای P_1 و P_2

و P فرض مینمائیم بانیواسطه این مثلثهای متشابهه حاصل میشوند

$MOM_2 \sim MP_2Q_2$ و $MOM_1 \sim MP_1Q_1$

پس $MOM \sim MPQ$ و $\frac{MQ_1}{MP_1} = \frac{Q_1}{P_1} = \frac{Q}{P} = \frac{MM}{MO}$ و $\frac{Q_2}{P_2} = \frac{MM_2}{MO}$ و $= \frac{MM_1}{MO}$

عوض Q_1 و Q_2 و Q مساوی انهارا که اینست $Q = Q_1 + Q_2$

بگذاریم اینجا حاصل میشود $P \times MM = P_1 \times MM_1 + P_2 \times MM_2$

و بهمین دلیل این تساویها نیز حاصل شوند $\frac{R_2}{P_2} = \frac{OM_2}{MO}$ و $\frac{R_1}{P_1} = \frac{OM_1}{MO}$

پس $P \times OM = P_1 \times OM_1 + P_2 \times OM_2$ و $\frac{R}{P} = \frac{OM}{MO}$

ازاینجا این دو تساوی ازبرای ما حاصل می شوند

(I) $P \times MM = P_1 \times MM_1 + P_2 \times MM_2 + P_3 \times MM_3 + \cdots$

(II) $P \times OM = P_1 \times OM_1 + P_2 \times OM_2 + P_3 \times OM_3 + \cdots$

(۶۸) شکل نوزدهم درفاصلهای عمودی قوتها از یک نقطهٔ

داده شده که بزبان فرانسه در علم جر ثقال مومان اصطلاح شده است

وقتی که در سطح قوتهای P_1 و P_2 و P از یکنقطهٔ مثلاً O عمودهای

OM و OM_2 و OM_1 را بر روی این قوتها که P_1

و P_2 و P باشند وارد آورند این تساوی حاصل میشود

$P \times OM = P_1 \times OM_1 + P_2 \times OM_2$ یعنی که بواسطهٔ عمودهای

OM_2 و OM_1 فاصلهٔ قوت متوسطه را از نقطهٔ O میتوان معین

نمود که OM باشد بانطریق $OM = \frac{P_1 \times OM_1 + P_2 \times OM_2}{P}$

---- اگر بجای زاویهٔ $P_1 C P_2$ بجهة سهولت و اختصار α

گذاشته شود از برای قوت متوسطهٔ P این حاصل می شود

(I) $P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2 P_1 P_2 \cos \alpha}$ و اگر زاویهٔ

PCP_1 مساوی φ فرض شود این پیدا می شود (II) $\sin \varphi = \frac{P_2 \sin \alpha}{P}$

= در حالتی که امتدادهای CP_1 و CP_2 از نقطهٔ O

بفاصلهای OM_1 که مساویست a_1 و OM_2 که مساویست

a_2 دور شده باشند فاصلهٔ قوت متوسطه را که این باشد

$OM = a$ (III) $a = \frac{P_1 a_1 + P_2 a_2}{P}$ از این تساوی پیدا میشود

بواسطهٔ این فاصله که a باشد میتوان مکان قوت مشبه را بدون

ملاحظهٔ نقطهٔ O پیدا نمود بانطریق که از نقطهٔ O بانصف قطر a قوسی

احداث مینمایند و مماس MP را که امتدادش بواسطهٔ زاویهٔ

φ معین است وارد می آورند مثال در یک جسمی دو قوت اثر می کنند یکی

از آنها P_1 است که مساویست ۲۰ لیور و دیگری P_2 است که مساویست

۳۴ لیور و امتدادهایشان واقعست فی مابین زاویهٔ $P_1 C P_2$

که مساویست α و مساویست ۷۵ درجه و فاصلهٔ عمودی آنها از یک

نقطهٔ مثلاً O اینها میباشند $OM_2 = a_2 = 1\frac{1}{2}$ و $OM_1 = a = 4\frac{1}{2}$

میخواهیم بدانیم که بزرگی و امتداد و مکان قوت متوسطه کدام میباشند

جواب در اینجا این تساوی بهاپیدا میشوند $P = \sqrt{20^2 + 34^2 + 2 \times 20 \times 34 \times \cos 75^\circ} =$

$= \sqrt{400 + 1156 + 1360 \times 0{,}34202} = \sqrt{2041{,}15} = 44{,}96$

و $\sin \varphi = \frac{34 \times \sin 75^\circ}{44{,}96}$ و $\log \sin \varphi = 0{,}85163 - 1$ پس $\varphi = 45^\circ\, 17'$

و مکان قوت از این تساوی معلوم و آشکار می شود

$a = \frac{20 \times 4 + 34 \times 1}{44{,}96} = \frac{114}{44{,}96} = 2\frac{5}{6}$

(۹۰) فاصله های OM که مساویست a_1 و OM_2 که مساویست

بارخیر عبارتست از چوب سنجی که با آن خیزهای سنگین را حرکت میدهند و عرب در را مربعه گوید

Brats du Levier

α_2 وغیرهم را بازوهای بارخیز می گویند که زبان فرانسه برادولیه گویند و اینها در قضیه بارخیز بسیار بکار خواهند آمد حاصل ضرب قوت P بابازوی بارخیز که (Pa) باشد مومان قوتها نامیده می شود از اینکه $Pa=P_1a_1+P_2a_2$ معلوم میشود که مومان قوت متوسطه مساویست بمجموع مومانهای قوتهای مرکب کننده میباید علامات نفی و اثبات را که بعلاوه یا منها باشد ملاحظه نمود تا بتوان مومانها را جمع کرد یا تفریق نمود

(۷۰) شکل پیستم در ترکیب قوتها در یک سطح فرض می کنیم که بوده باشند P_1 و P_2 و P_3 وغیرهم قوتهای متعلقه بیک اصولی از قوی و α_1 و α_2 و α_3 مساوی زوایای P_1D_1x و P_2D_2x و P_3D_3x باشند و a_1 و a_2 و a_3 بازوی بار خیزهای OM_1 و OM_2 و OM_3 وغیرهم باشند موافق آنچه ذکر شده است این تساویها از برای ماحاصل میشوند

$OQ=Q=P_1\cos\alpha_1+P_2\cos\alpha_2+\dots$ (موازی با xx_1)

$OR=R=$ (موازی با YY_1) II قوت مرکب کننده

III = $P\sin\alpha_1+P_2\sin\alpha_2+\dots$ قوت مثجه یا متوسطه همه اصول قوی

R

IV $P=\sqrt{Q^2+R^2}$ زاویه xOP که مساویست φ و مرکب شده است از قوت P و محور xx_1 این میشود $\tan\varphi=\frac{R}{Q}$ = بازوی بارخیز قوت متوسطه یا نصف قطر دایره که DP موازی قوت P بر او مماس میباشد $ON=a=\frac{P_1a_1+P_2a_2+\dots}{P}$

..... اگر بجای قوت P یک قوت دیگری مثل $(-P)$ که مساوی او باشد در امتداد او مخالف او بگذاریم قوتهای P_1 و P_2 و P_3 وغیرهم و $(-P)$ بمعادله خواهند بود مثال فرض میکنیم $P_1=40$ بور و $P_2=30$ بور و $P_3=70$ بور و بازوی xx_1 این زوایا را ترکیب مینمایند $\alpha_1=60^\circ$ و $\alpha_2=-80^\circ$ و $\alpha_3=142^\circ$ و فاصله قطعات D_1 و D_2 و D_3 اینها میباشند $D_1D_2=4^{I}$ و $D_2D_3=5^{I}$ میباید کل نقاط خمسه قوت متوسطه مذکوره فوق را که موازی xx_1 میباشد پیدا نمود بانطریق که

$$\begin{aligned}Q&=40\cos60^\circ+30\cos(-80^\circ)+70\cos142^\circ\\&=40\cos60^\circ+30\cos80^\circ-70\cos38^\circ\\&=20+5{,}209-55{,}161=-29{,}952\text{ بور}\end{aligned}$$

مجموع قوتهای مرکب کننده موازی YY_1 اینها میشوند

$$R=40\sin 60^\circ+30\sin(-80^\circ)+70\sin 142^\circ=$$
$$=40\sin 60^\circ-30\sin 80^\circ+70\sin 38^\circ=$$
$$=34,641-29,544+43,096=48,193 \text{ پوند}$$

وقوت منجه این میشود

$$P=\sqrt{Q^2+R^2}=\sqrt{\overline{29,952}^2+\overline{48,193}^2}=\sqrt{3219,681}=56,742 \text{ پوند}$$ وهمچنین

$$tang\, PDX=tang\,\varphi=\frac{R}{Q}=\frac{48,193}{-29,952}=-1,6090$$

پس $\frac{1}{2}$ 58 $=121^\circ\frac{1}{2}$ $\varphi=180^\circ-58^\circ\frac{1}{2}$ بازوی باخیر قوت P_1

که ON_1 میباشد مساوی این میشود $OD_1\sin\alpha_1=(4+5)\times$

بازوی باخیر قوت P_2 $\times\sin 60^\circ=9\times 0,8660=7,794$

که ON_2 باشد این میشود $OD_2\sin\alpha_2=5\sin 80^\circ=4,924$

و بازوی باخیر قوت P_3 که ON_3 میباشد در حالتی مساوی

O میشود که نقطهٔ التصاق O را در نقطهٔ D_3 قرار بدهند پس

بازوی باخیر قوت منجه از برای ما این میشود

$$a=\frac{40\times 7,794-30\times 4,924}{56,742}=\frac{311,76-147,72}{56,742}=\frac{164,040}{56,742}=2,891$$

شکل بیست و یکم در مثال مذکوره در نمرهٔ (۵۱) بکار میرود

(۷۱) شکل بیست و دوم در قوتهای متوازیه چون قوتهای

P_1

P_1 و P_2 و P_3 وغیرهم متوازیه میباشند بازوهای باخیر

که ON_1 و ON_2 و ON_3 وغیرهم باشند در روی یکدیگر واقع

میشوند OD_1 و OD_2 و OD_3 وغیرهم با بازوهای باخیر

ON_1 و ON_2 و ON_3 وغیرهم متناسبه میباشند زاویهٔ

D_1ON_1 که مساویست D_2ON_2 ومساویست D_3ON_3 فرض میکنیم که مساوی α باشد و بازوهای باخیر ON_1

و ON_2 و ON_3 مساوی a_1 و a_2 و a_3 باشند وهمچنین OD_1 و OD_2

و OD_3 مساوی b_1 و b_2 و b_3 باشند این بنا و بیاحاصل

میشوند $a_1=b_1\cos\alpha$ و $a_2=b_2\cos\alpha$ و $a_3=b_3\cos\alpha$

اگر این مقادیر را در این فورمول $Pa=P_1a_1+P_2a_2+$

$\ldots\ldots+P_3a_3+$ بگذاریم این حاصل میشود $Pb\cos\alpha=$

$\ldots\ldots=P_1b_1\cos\alpha+P_2b_2\cos\alpha+\ldots\ldots$ یا آنکه $Pb=P_1b_1+P_2b_2+\ldots\ldots$

بواسطهٔ اینکه b بوسط b_1 و b_2 و b_3 وغیرهم واقع میشود

b که میباید حفظ معادلهٔ فیمابین b_1 و b_2 و b_3 وغیرهم

کند مساوی این فاصله‌ها می‌شود $\ldots\ldots+P_3+P_2+P_1=P$ (I)

(III) $b =$ و (II) $a = \frac{P_1a_1+P_2a_2+P_3a_3+\cdots}{P_1+P_2+\cdots}$

$= \frac{P_1b_1+P_2b_2+\cdots}{P_1+P_2+\cdots}$ = مثال اگر بوده باشد فرضاً بیور $P_1=12$

و $P_2=-32$ بیور و $P_3=25$ بیور و $D_1D_2=21$ II و $D_2D_3=30$ II

میخواهند بدانند که قوت منجه چه میشود و جواب $P=12-32+25=5$ بیور

و فاصلهٔ این قوت که D_1 باشد از نقطهٔ D_1 این میشود

$b=\frac{12\times0-32\times21+25\times(21+30)}{5}=\frac{0-672+1275}{5}=120,6$ II

(۷۲) در قوتهای جهت شکل بیست سیم و بیست چهارم قوتین

متساویتین P_1 و P_2 که مخالف هم میباشند قوت منجه آنها

$P=P_1+(-P_1)=P_1-P_1=0$ و باز وی بار خیر که الی غیر النهایه بزرگ است

است $a=\frac{P_1a_1+P_2a_2}{0}=\infty$ از برای حصول تساوی ها

زوجتین این دو قوت اگر یک قوت فقط P در یک فاصله اثر کند

کافی نخواهد بود و میباید اقلاً دو قوت متوازیهٔ دیگر که P_2 و P_3 -

باشند در سمتهای مخالف هم اثر نمایند چنانچه در شکل بیست چهارم

مشهود می شود بدیهی است که در اینجا قوتهای P_1 و P_1 -

و P_2 و P_2 - باهم در معادله می باشند .....

(۷۳) در قضیهٔ مرکز ثقل از اوزان اجزای یک جسم ثقیل یک اصول قوتهای

متوازیه مرکب میشوند که قوت منجه انها نیست مگر وزن آن جسم بتمامه مرکز

چنین جسمی که محل جمع شدن همه ثقل آن جسم در آن نقطه مرکز فرض میشود و آن

نقطه را مرکز ثقل آن جسم مینامند و بزبان فرانسه تاثر دِ قراویته

میگویند پس این مرکز ثقل نقطه ایست در جسم که وزن آن باعث

تاثیر یک قوت عمودی میشود و قابل این هست که از تکیه دادن آن جسم

در آن نقطه بچیزی جسم را در هر وضع بمعادله نگاه بدارد

Centre de gravité

(۷۴) هر خطی که از مرکز ثقل بگذرد آنرا خط ثقالت مینامند و هر

سطحی که از مرکز ثقل بگذرد آنرا سطح ثقالت میگویند و مرکز ثقل را

از نقطه تقاطع دو خط ثقالت یا از نقطه تقاطع یک خط ثقالت با یک سطح

ثقالت میتوان معین کرد یا از نقطه تقاطع سه سطح ثقالت مشخص متوان

نمود بعلت اینکه نقطه علاقه یک قوت را در امتداد آن قوت بدون اشکال

تبدیل نمود که در اثر آن قوت تغیری حاصل نشود پس یک جسم در وضعی

معادله خواهد ماند که یک نقطه از نقاط خط طولی را که از مرکز ثقل میگذرد

محکم گرفته باشند فرض میکنیم که جسمی از رسمان ABC بشکل مثلث

آنچه شده است امتداد او آن لسیمان که AB باشد خط ثقالتست

اگر آن جسم را از یک نقطه دیگر مثلاً نقطهٔ D بیاویزیم خط ثقالت دیگر حاصل

میشود که CD باشد و مرکز ثقل در نقطهٔ G که نقطهٔ تقاطع دو خط

ثقالتست واقع میشود

(۵۷) در تعیین مرکز ثقل شکل پنجم مرکز ثقل جمیع اجسام منظمه

در مرکز همان جسم است و مرکز ثقل هر خط مستقیم در وسط آن خط است و مرکز

ثقل یکقوسی را که بتحقیق در روی نصف قطر AMB واقع است باین طریق

پیدا می‌کنند فرض میکنیم که مرکز ثقل قوس CG باشد و فاصلهٔ این

مرکز ثقل از مرکز حقیقی قوس که CP میباشد مساویست x و

AB=r و وتر AMB که مساویست CP مساوی است r

α=و قوس AMB اگر بوده باشد PQ

یک جزء اصغر از همهٔ قوس و PN فاصلهٔ این جزء اصغر از محور xx

باشد در اینجا از برای این جزء از قوس PQ×PN مومان جر

اثقالی میشود زیرا که در مثلثین متشابهتین این اربعهٔ متناسبه حاصل است

PQ:QR=CP:PN پس از برای مومان جر اثقالی

قوس

قوس PQ این پیدا میشود PQ×PN=QR×CP ولیکن از جمع کردن همه این مومانهای جر اثقالی از

جمیع قوسهای صغیره که اجزاء قوس AMB تمامه اند در همه جا

جملهٔ R هست و جمع پرورکشیونهای اجزاء قوس تمامه که مساوی اند

به QR مساویست به پرورکشیون وتر قوس که r باشد پس موافق

آنچه مذکور شد مومان جر اثقالی قوس تمامه مساویست r×α

باین معنی که مساوی است بوتر که ضرب بشود بنصف قطر فرض میکنیم که این

مومان جر اثقالی مساویست بقوس g که ضرب بشود بفاصلهٔ x

که میخواهیم پیدا کنیم باینطریق که r×α=x×g در اینجا از اینکه

x=rα/g این اربعه متناسبه حاصل میشود g:α=r:x

پس فاصلهٔ مرکز یک قوس تا مرکز ثقل همان قوس مناسب دارد با نصف

قطر مثل وتر با قوس اگر بخواهند طول یک قوسیرا که مرکب باشد از چند

درجه معلومه پیدا نمایند موافق اربعه متناسبه معلومه در علم مساحت

باینطریق پیدا می‌کنند قوس g بدرجات قوس مثل π هست

به ۱۸۰ درجه و این در حالتیست که نصف قطر یکواحد باشد مثلاً میخواهند

مرکز ثقل یک قطعه کره را که قوسش مساویست ۶۰ درجه و نصف قطرش

واحد است پیدا نمایند صورت عمل ازاین قرارست: $x = 60 : \pi$

$180 : 3{,}141 = 60 : 1{,}047$ و $\frac{3{,}141}{3} = \beta$ و $1 = \frac{1}{2}h$ $x = 1{,}047$

در اینجا $\delta = 1$ و $\frac{1}{2}h = 0{,}955$ و x را برای یک نصف

دایره مرکز ثقل بانطور یافت میشود $180 : \pi = 180 : \beta$ و $3{,}141 = \pi$

$x = \frac{2}{3{,}141}$ و $\frac{1}{2}h = 1 \times 3{,}141 = 0{,}6366$

(۷۶) شکل بیست و هفتم میخواهند مرکز ثقل کثیر الاضلاع

$ABCD$ را پیدا نمایند باین قسم است فرض می کنیم که $AB = \mathcal{L}_1$

$BC = \mathcal{L}_2$ و $CD = \mathcal{L}_3$ و $GG_1 = y_1$ و $GG_2 = x_1$

و $KK_1 = y_2$ و $KK_2 = x_2$ و $MM_1 = y_3$

و $MM_2 = x_3$ و همچنین فاصله نقطه ثقل

$GG_2 = x$ و $GG_1 = y$ از محورین xO و yO اینها میشوند

$$GG_1 = y = \frac{\mathcal{L}_1 y_1 + \mathcal{L}_2 y_2 + \mathcal{L}_3 y_3}{\mathcal{L}_1 + \mathcal{L}_2 + \mathcal{L}_3}$$ و

$$= \frac{\mathcal{L}_1 x_1 + \mathcal{L}_2 x_2 + \mathcal{L}_3 x_3}{\mathcal{L}_1 + \mathcal{L}_2 + \mathcal{L}_3}$$ مثلاً شکل بیست و هشتم اگر بخواهند

مرکز ثقل یک مثلثی را که اضلاع آن از نسیم آهنی قرار شده است پیدا

نمایند یا فاصلهٔ مرکز را که G میباشد معلوم نمایند بانطریق عمل می کنند

فرض میکنیم $AB = c$ و $AC = b$ و $BC = a$ و $CG = h$

مرکز ثقل را که G باشد از این تساوی معلوم می کنند $MG = x = \frac{\frac{1}{2}ah + \frac{1}{2}bh}{a+b+c} = \frac{a+b}{a+b+c} \times \frac{h}{2}$ اگر هریک از اضلاع مثلث

را بدو قسمت متساوی تقسیم نموده و نقطه وسط هر سه ضلع را بیکدیگر وصل نمایند

تا یک مثلث دیگر مثل $H_1 K_1 M_1$ حاصل شود و در میان این مثلث دایرهٔ

احداث کنند که اضلاع مثلث مماس براو باشند مرکز آن دایره

مرکز ثقل مثلث داده شده خواهد بود زیرا که فاصلهٔ ضلع $H_1 K_1$ از

مرکز که خط GD میباشد مساویست باین $GN - DN = GD$

$GN = \frac{h}{2} - \frac{a+b}{a+b+c} \times \frac{h}{2} = \frac{ch}{2(a+b+c)} = \frac{ABC}{a+b+c}$ و مساویست بفاصله های عمودی ضلعین

دیگر از مرکز که GE و GF باشد

(۷۷) شکل بیست و نهم مرکز ثقل یک متوازیه الاضلاع مثل

$ABCD$ در نقطهٔ تقاطع دیاگونالهای اوست که فرضاً نقطهٔ

G باشد شکل سی ام مرکز ثقل سطح یک مثلث مثلاً ABC

را بانطریق پیدا می کنند که دو ضلع از اضلاع ثلاثه را بدو قسمت

مساوی تقسیم نمود و پس از آن از نقطه که بدو قسمت مساوی تقسیم
شده اند مثلاً نقطه E و D خطین AE و CD را کشیده نقطهٔ
تقاطع آنها که G باشد مرکز ثقل خواهد بود بعلت اینکه = BD
$\frac{1}{2}BA = \frac{1}{2}BC$ و = DE و DE متوازیست به AC و بمساوی
$\frac{1}{2}AC$ و همچنین مثلث DEG متشابه است بمثلث
CAG و $CG = 2GD$ پس $CG + GD = CD = 3DG$
یا آنکه $DG = \frac{1}{3}CD$ پس مرکز ثقل در روی خط CD بقدر
دو ثلث بسمت نقطهٔ D نزول کرده است

(۷۸) شکل سی و یکم مرکز ثقل سطح یک ترا پزرا بنحو طریق پیدا
می کنند که ضلعین BA و DC را در نقطتین M و N بدو
قسمت مساوی تقسیم نموده خط MN را می کشند و CG را امتدای
AB و AF را مساوی CD احداث مینمایند خط
FG را می کشند نقطهٔ تقاطع این خط با خط MN مرکز ثقل را خواهد بود

(۷۹) شکل سی دویم از برای تعیین مرکز ثقل یک ذوار
اربعهٔ الاضلاع غیر منتظمهٔ مطلقی مثلاً ABCD قاعده است

که شکل مذبور را بادیاگونال AC بدو مثلث تقسیم نموده موافق قاعدهٔ
سابق الذکر مرکز ثقل آن دو مثلث را که G و H باشد معلوم مینمایند
مرکز ثقل ذوار بعهٔ الاضلاع تحقیق در روی خط GH واقع خواهد
بود دیاگونال BD را نیز کشیده مرکز ثقل مثلثین DCB
و ABD را نیز پیدا می کنند در نقطه تقاطع خط AC با خط
GH که خط ثقالت میباشد مرکز ثقل حاصل میشود که نقطه K
باشد شکل سی و سیم مرکز ثقل سطح خارجهٔ یک اسطوانه مستدیر مثل
ABCD عموداً کان او منحرفاً در وسط محور است که MN
میباشد مثل نقطهٔ G و همچنین مرکز ثقل سطح خارجهٔ یک اسطوانهٔ مضلع
نیز در نقطهٔ وسط محور است شکل سی و چهارم مرکز ثقل سطح خارجه
یک مخروط مستدیر عمودی در روی محور آن یک ثلث از ارتفاع
آن بقاعده مانده واقع است مثل نقطهٔ G که در قطعهٔ GH واقع
شده است مرکز ثقل سطح خارجه یک ذوُن یا یک قطعه کره در وسط
محور عمودی انها واقع است بعلت اینکه در علم مساحت معلوم شد
که سطح یک ذوُن یا یک قطعه کره مساویست بسطح یک اسطوانهٔ

باب سیم

مستدیر که ارتفاعش با ارتفاع ذوذن یکی است ومحورش مساوی است

بمحور ذوذن یا یک قطعهٔ کره

(۸۵) در مرکز ثقل اجسام صلبه مرکز ثقل یک پرسیم درست در وسط

محور آن واقع است مرکز ثقل پیرامید عموداً کان او منحرفاً در روی خطی که

از نقطهٔ رأس آن تا بمرکز ثقل قاعدهٔ آن کشیده شده است یافت

میشود مثل خط DM در شکل سی و پنجم از برای پیدا کردن مرکز

ثقل پیرامید $ABCD$ بهمین طور عمل میکنیم که مرکز ثقل مثلث

ABC که M باشد وهمچنین مرکز ثقل مثلث BCD را که N

باشد معلوم مینمائیم وبعد خطین DM و AN را رسم کشیم

نقطهٔ تقاطع این دو خط که G باشد مرکز ثقل پیرامید خواهد بود

وبجهة پیدا کردن ارتفاع GM باین طریق عمل مینمائیم

$MN=\frac{1}{3}ED$ و $MG=\frac{1}{3}DG$ و $EM=\frac{1}{3}EA$

و $DG=3MG$ و MN متوازی به AD

مساویست به $\frac{1}{3}AD$ $MD=MG+GD=4MG$

و $MG=\frac{1}{4}MD$ و MNG متشابه DAG

باب سیم

از اینقرار مرکز ثقل پیرامید در روی خط DM یک ربع از خط مذکور

از نقطهٔ M که مرکز ثقل مثلث ABC است بسمت نقطهٔ D

واقع خواهد شد که G باشد اگر قاعده یک پیرامیدی که

مربع یا مخمس یا مسدس یا غیر اینها باشد مرکز ثقل او را باینطریق پیدا

می کنیم که آن پیرامید را بواسطهٔ سطوح تقسیم مینمائیم به پیرامید هائیکه

قاعده های آنها مثلث باشد موافق قاعده سابق مرکز ثقل آنها را

پیدا کرده بواسطهٔ خطوط چند مرکز ثقل آنها را بیکدیگر وصل میکنیم در

اینحالت مرکز ثقل پیرامید مطلوب در روی یک خط یا یک مثلث

یا یک مربع یا غیر اینها واقع خواهد شد پس از آن بقاعده مذکوره فوق

مرکز ثقل آن خط یا آن مثلث یا آن مربع را پیدا میکنیم محققاً مرکز ثقل آن

پیرامید مطلوب خواهد بود از برای پیدا و مشخص کردن مرکز ثقل یک

پیرامید گوئیه که مخروط ناقص باشد از قرار اعمال مفصلهٔ ذیل عمل نمود

تا مشخص مینمائیم فرض میکنیم در شکل سی و ششم

سطح قاعده پیرامید تمام $ABCDE=Q$

سطح قاعده پیرامید بریده شده $NOPQR=Q_1$

فاصله ارتفاع مخروط ناقص $GG_1 = h$

فاصله ارتفاع مخروط بریده شده $HK = x$

در اینجا این مناسبت را برای ما حاصل می شود: $g:g_1=(h+x)^2:x^2$ یا آنکه $\frac{g}{g_1}=\frac{(h+x)^2}{x^2}$ پس $\frac{h}{x}+1=\sqrt{\frac{g}{g_1}}$ ،

$h+x=x\sqrt{\frac{g}{g_1}}$ ، $h=x\sqrt{\frac{g}{g_1}}-x$ ،

$h=x(\sqrt{\frac{g}{g_1}}-\sqrt{\frac{g_1}{g_1}})$ ، $h=x(\sqrt{\frac{g}{g_1}}-1)$ ،

$x=\frac{h\sqrt{g_1}}{\sqrt{g}-\sqrt{g_1}}$ ، $x=h:\sqrt{\frac{g-g_1}{g_1}}$ ، $h=x\sqrt{\frac{g-g_1}{g_1}}$

$h+x=\sqrt{\frac{g}{g_1}}\times x=\frac{h\sqrt{g_1}}{\sqrt{g}-\sqrt{g_1}}\times\sqrt{\frac{g}{g_1}}=\frac{h\sqrt{g}}{\sqrt{g}-\sqrt{g_1}}$ و

مومان جرا ثقالی پرامید تمام ازین تساوی حاصل میشود

$$\frac{g(h+x)}{3}\times\frac{(h+x)}{4}=\frac{1}{12}\frac{h^2g^2}{(\sqrt{g}-\sqrt{g_1})^2}$$

و مومان جرا ثقالی پرامید بوبیده شده ازین تساوی حاصل میشود

$$\frac{g_1x}{3}(h+\frac{x}{4})=\frac{\frac{1}{3}h^2\sqrt{g_1^3}}{\sqrt{g}-\sqrt{g_1}}+\frac{1}{12}\frac{h^2g_1^2}{(\sqrt{g}-\sqrt{g_1})^2}$$ چون در هر دو مومانها

جمله $\frac{h^2}{12(\sqrt{g}-\sqrt{g_1})^2}$ یاد داریم فاکتور باید گرفت و مومان پرامید بریده

شده را از مومان پرامید تمام باید تفریق نمود تا مومان پرامید ناقص

حاصل عکس ازین قرار است

$$=\frac{h^2}{12(\sqrt{g}-\sqrt{g_1})^2}\left[g^2-4\sqrt{g_1^3}(\sqrt{g}-\sqrt{g_1})-g_1^2\right]=$$

$$=\frac{h^2}{12(\sqrt{g}-\sqrt{g_1})^2}\left[g^2-4(\sqrt{gg_1^3}-g_1^2)-g_1^2\right]=$$

$$=\frac{h^2(g^2-4g_1\sqrt{gg_1}+3g_1^2}{12(g-2\sqrt{gg_1}+g_1)}=\frac{h}{12}(g+2\sqrt{gg_1}+3g_1)$$

پس حاصل تفریق مومان جرا ثقالی پرامید ناقص است و چون مومان جرا ثقالی مخروط ناقص عبارت از اندازه مکعب اوست که ضرب شود بار تفاع مرکز ثقلش اگر مومان جرا ثقالی او را تقسیم باندازه مکعب او نمائیم ارتفاع مرکز ثقل مخروط ناقص معلوم میشود اندازه مکعب مخروط ناقص را فرض میکنیم که v باشد این حاصل میشود $v=\frac{h}{3}(g+\sqrt{gg_1}+g_1)$ پس GK که فرضاً ارتفاع مرکز ثقل اوست برابر میشود با $\frac{\frac{h^2}{12}(g+2\sqrt{gg_1}+3g_1)}{\frac{h}{3}(g+\sqrt{gg_1}+g_1)}=\frac{h}{4}\times\frac{g+2\sqrt{gg_1}+3g_1}{g+\sqrt{gg_1}+g_1}$ و

$\frac{h^2}{12}\times\frac{3}{h}=\frac{3h^2}{12h}=\frac{h}{4}$

فصل سیم

(۸۱) در معادله و میزان هر جسمی سه چیز باید ملاحظه شود یا معنی که در هر جسم سه سوراخ معین میباشد مثل شکل سی و ششم که آن سوراخها یکی نقطه a که مرکز آن جسم است و یکی نقطه b و یکی نقطه c میباشند که این نقطه ها در روی قطر عمودی واقعند هرگاه میخی در نقطه a قرار

بگذاریم آنجسم در معادله شده بهیچ حرکت نمیتواند و اگر در نقطهٔ g قرار بدهیم آنوقت نیز در معادله میباشد ولی اگر قوتی باو برسد حرکت بتمت چپ و راست نموده قوس mn از این حرکت آن جسم حاصل میشود و اگر در نقطهٔ c قرار بگذاریم در حالتی که نقطتین a و g در بالای نقطهٔ c در همان خط عمودی واقع شوند در اینصورت نیز آن جسم در معادله میباشد لیکن اگر قوتی بر او اثر بگذارد آنجسم برگشته نقطتین a و g در زیر نقطهٔ c واقع میشوند حالت اول را که معادله در نقطهٔ a بود بزبان فرانسه اندیفران میگویند و در حالت ثانی که در نقطهٔ g بود دستابل گویند و در حالت ثالث که در نقطهٔ c بود انستابل میگویند و ازبرای هر جسم این سه حالت ثابت است مثل سیلندر مثلث B که مثل یک سیلندر منحرفیست که هرگاه از مرکز ثقل او که نقطهٔ a باشد عمودی بر قاعدهٔ او که mn باشد وارد بیاوریم آن عمود از قاعده خارج نباشد در روی قاعده او باشد آنوقت آن سیلندر در معادله واقع خواهد بود و اگر از یک سیلندر منحرفی مثل B که مرکز ثقل او در نقطهٔ g و قاعدهٔ عمودی از آن نقطه وارد میافتد بیاورند که از قاعده او خارج باشد در اینحالت در معادله نبوده لابد

(۸۲) در بازوی بار خیز جمیع بار خیزها بر دو قسمت یا مستقیمة الخط میباشند و این در حالیست که امتدادات بازوهای بار خیز از یک سمت باشند یا غیر مستقیمة الخط و این در حالیست که بازوی آن در یک امتداد نباشند و ازبرای بار خیزها یا یک بازوست یا دو بازو مثلا در شکل سیوهم دیده میشود بار خیز او که عبارت از خط B است باشد مرکب است از دو بازو که خطین c و BC بوده باشند و ایضا در شکل مذکور ملاحظه میشود که بار خیز آن مستقیمة الخط است یعنی بازوهای آن در روی یک خط مستقیم میباشند زیرا که امتدادات بازوهای بار خیز از یک سمتند فرض میکنیم خط c که بازوی بار خیز است ازبرای قوت P مساوی باشد a و خط B که بازوی بار خیز دوم آن Q است مساوی g باشد در اینحالت این تساوی ازبرای حاصل است Pa = Qg و بیانکه میکوئیم مومان جر اثقالی وزن مساویست بمومان جر اثقالی قوت و قوت فشارش در اینجا که عبارت از R است مساویست بحاصل جمع قوت و وزن و این تساوی حاصل است R = P + Q و بار خیزهائی که با یک بازو میباشند مثل در شکل چهلم

و شکل چهل یکم و در این اشکال محسوس است که از برای بار خیز یک بازو ست زیرا که قوت و وزن هر دو در یک طرف تخیه گاه واقع میباشند و در اینحالت از برای قوت فشارش که R است

$R = P - Q$ و $R = Q - P$ این تساوی حاصل میشود

و بازوی غیر مستقیم الخط مثل در شکل چهل و دوم که بار خیز او خطی است غیر مستقیم زیرا که امتدادات قوت و وزن متوازی نمیباشند و در این حالت بازوهای بار خیز یکی خط عمودی Ch است که مساویست a و یکی خط عمودی Co است که مساویست b از این مناسبت حاصل میشود $P : Q = b : a$ و در اینحالت قوت فشارش مثل قوه فشارش اشکال سابق نیست که مساوی باشد بحاصل جمع یا بحاصل تفریق قوت و وزن بلکه در اینجا مساویست بدیاگونال CR که مرکبست از قوتین CP و CQ

(۸۳) شکل چهل و سیم مثال اول ACB یک بار خیز است که مرکب است از دو بازو فرض میکنیم که قوت $P = 60$ لیور و بازوی بار خیز او که عبارت از Ch باشد ۱۲ دفعه بزرگتر باشد از بازوی

بار خیز وزن که ACB است در اینصورت این تساوی حاصل میشود

$Q = 12 \times P = 12 \times 60 = 720$ لیور از اینجا معلوم میشود یک شخصی باقوت ۶۰ لیور یک جسمی را که ۷۲۰ لیور وزن او باشد میتواند حرکت بدهد در صورتیکه بازوی بار خیز قوت ۱۲ دفعه بلندتر از بازوی بار خیز وزن بوده باشد مثال دویم شکل چهل و چهارم یک وزنی مثلاً Q در روی بار خیز ACB دو عمله بالکد یکی آن وزن را حرکت داده بمکانی میرسانند بان طریق که آن دو عمله از دو نقطه بار خیز که یکی نقطه A و یکی نقطه B است نگاه داشته باشند و فرض میکنیم که Q مساوی باشد ۱۲۰ لیور و وزن بار خیز که q است مساوی باشد ۱۲ لیور و بازوی بار خیز AB مساویست ۶ پا و بازوی بار خیز BC مساویست $2\frac{1}{2}$ پا و خط CB مساویست $3\frac{1}{2}$ پا و اگر نقطه B نقطه تخیه گاه باشد آنوقت این تساوی حاصل میشود $P \times AB = Q \times CB + q \times CB$

$6P = 2.5 \times 120 + 3.5 \times 12 = 300 +$ یا آنکه $42 = 342$ پس قوت $P = \frac{342}{6} = 57$ و در حالتیکه نقطه A نقطه تکیه گاه باشد این تساوی حاصل خواهد شد

یا آنکه $P_2 \times AB = Q \times AC + g \times AG$

$6P_2 = 35 \times 120 + 25 \times 12 = 420 + 30 = 450$

پس قوت $P_2 = \frac{450}{6} = 75$ لیور از این قرار عملهٔ A هشاد و پنج لیور و عملهٔ B پنجاه و هفت لیور قوت باتفاق یکدیگر باید بکار بردازای حرکت دادن جسم Q که ۱۲۰ لیور وزن دارد مثال سیم شکل پنجم

دربار خیر ترازو هرگاه در وسط خط ab که محور بار خیر است نقطهٔ c تکیه گاه باشد میتوان تصور نمود که دو وزن P و P که مساوی یکدیگر باشند درست در نقطتین ac و cb واقع است در اینصورت نقطهٔ c مرکز ثقل قوتین P و P میشود و فرض میکنیم که مرکز ثقل بار خیر ترازو در امتداد عمودی نقطهٔ c مثلاً در نقطهٔ d واقع باشد در اینحالت این دو وزن در معادله خواهند بود و اگر بر یکی از این اوزان بقدر وزن q افزوده شود آنوقت نقطه تکیه گاه نقطهٔ c نمیشود بلکه حرکت نموده در روی محور cb میل بسمتیکه وزن زیاد شده است مینماید مثلاً در نقطهٔ e واقع خواهد شد و هرگاه نقطتین e و d را بهم وصل نمائیم محققاً مرکز ثقل وزنها با بار خیر ترازو در روی خط de واقع میشود مثلاً در نقطهٔ

m چون نقطهٔ m مرکز ثقل اوزان و بار خیر شد لهذا اوزان در معادله واقع نمیشوند مگر در صورتیکه نقطهٔ m در امتداد نقطهٔ c واقع شود و در اینحالت معلوم است که نقطهٔ g در روی محور cb میل برزگ نموده و نقطهٔ a در روی محور ac میل بالا خواهد کرد بجهة خوب تشخیص دادن اوزان در وقت ساختن میزان باید درست سعی و دقت نمود که زاویهٔ acm زیاد کوچک نشود زیرا که هرقدر زاویه مذکوره کوچکتر شود تشخیص درستی در قدر اوزان داده نمیشود زیرا که اگر بر یکی از اوزان وزن خیلی کم افزوده شود بواسطهٔ کوچک بودن زاویهٔ مزبور چندان تغییری نخواهد کرد که درست محسوس شود از برای ساختن بار خیر ترازو از قرار مطالب مذکوره میباید سه حالت را ملاحظه نمود اولاً اینکه نقطهٔ g که مرکز ثقل بار خیر است باید در امتداد نقطهٔ c واقع شده و فاصلهٔ اش از نقطهٔ c زیاد نباشد بعلت اینکه نقطهٔ g هرقدر در روی خط عمودی gc نزدیکتر بنقطهٔ c واقع شود نقطهٔ m نیز نزدیکتر بمحور ab خواهد شد در اینحالت زاویه مذکورهٔ فوق بزرگتر شده بدین واسطه تشخیص اوزان را بهتر میتوان داد و اگر بار خیر تقسیمی ساخته

شود که نقطهٔ ه درست در نقطهٔ c واقع شود در اینصورت نقطهٔ m هم
در روی بارخیز در نقطهٔ d واقع خواهد شد اندازه زاویه مذکوره در این
حالت ۹۰ درجه می‌شود پس اگر وزن بسیار کمی بر یکی از اوزان افزوده
شود نقطهٔ d در ابتدا در خط عمودی نقطهٔ c واقع شده و بارخیز ab
حرکت نموده بطور خط عمودی خواهد ایستاد ثانیاً باید بارخیز تراز و
زیاد سنگین نباشد زیرا که هرقدر ثقیل تر باشد نقطهٔ m نقطهٔ ه
نزدیکتر شده زاویهٔ مذکور زیاد کوچک میشود ثالثاً بازوهای بارخیز
ac و cb هرقدر بلندتر باشند زاویه مذکوره بزرگتر میگردد
پس در ساختن بارخیز باید ملاحظه نمود که بازوهای او زیاد کوتاه نباشند
والقدر هم بلند نشوند که باعث ثقل بارخیز شوند مثال چهارم شکل چهل و
از برای خوب تشخیص دادن وزنها یک قسم میزان دیگری نیز میباشد مثل
شکل ۴۶ و ساختن آن باین قسم است فرض میکنیم که نقطهٔ ab تخته گاه
باشد در روی بازوی بارخیز ab یک کفه با وزنی از نقطهٔ a
می آویزند و در روی بازوی بارخیز ab از نقطهٔ b یک میل آهنی
بطور عمودی محکم قرار میدهند مثل bc و همچنین در نقطهٔ c میل آهنی دیگر

عمود

عمود وار نصب میکنند مثل cd و در نقطهٔ c یک تخته مثل D بطوری
قرار میکذارند که نقطهٔ d تخته گاه او شود و همچنین در روی میل آهنی b
از نقطهٔ a تخته مثل تخته ab محکم میکنند و بطوری میکذارند که نقطهٔ a
در روی تخته D تخته گاه او شود و از برای معادله اوزان این تناسب
حاصل میشود $ab : ac = a_1d : cd$ و فرض میکنیم
که خط cd مساوی باشد m دفعه بخط a_1d و بواسطه مناسبت
مذکوره فوق میباید ab نیز m دفعه بزرکتر از ac باشد و طریقه
تشخیص اوزان بواسطه این قسم میزان جهاز میرا که میخواهند وزنشان را
معلوم نمایند آن اجسام را در روی تخته ab میکذارند فرض میکنیم
که وزن آن جسم p باشد و مساوی شود به $q + r$ و فرض میکنیم
که وزن q در نقطهٔ a و وزن r در نقطهٔ b قوت مینمایند و در این
وقت خط a_1d در روی تخته D بازوی بارخیز شود از برای
وزن q و از برای معادله شدن اوزان و بعلت مناسب مذکوره
میباید در نقطهٔ c یکوزنی که مساوی $\frac{q}{m}$ باشد که نشد پس در روی
میل آهنی ac در نقطهٔ c وزن $\frac{q}{m}$ قوت مینماید و بجهة معادله شدن

بازوی با خیز r گاه چون که در نقطهٔ r وزن $\frac{g}{n}$ قوت میسنود لهذا میباید
در نقطهٔ a گاه وزنی قوت نماید که n دفعه بزرگتر باشد از وزنیکه در نقطهٔ r
قوت مینماید که آن g میباشد و از اینقرار در نقطهٔ a گاه در روی میل آهنی
c هردو وزن $nr + g$ که مساویند P قوت مینمایند

(۸۴) فورمول در معادله اجسام شکل چهل و هشتم $ABCD$ شکل
یک جسمیست دقیقی که از پهلو ملاحظه شود باین طریق نظر درمی آید میخواهیم با قوت
P آنجسم را بقسمی حرکت بدهیم که بر روی نقطهٔ c و بسمت قوت و در روی
خطوط DA و BC حرکت نماید فرض میکنیم که نقطهٔ g نقطهٔ مرکز ثقل
او باشد و خط عمودی gG ثقل او باشد و خط cC که فرضاً میساوی
a عمود باشد بر امتداد قوت P و همچنین خط cH که مساویست
x عمود باشد بر خط gG در حالتی که cH با خیز باشد از برای
جسم و نقطهٔ c تکیه گاه جسم باشد بجهة معادله جسم این تساوی حاصل میشود
$Pa = gx$ یا آنکه $P = \frac{x}{a} g$ اگر چنانچه بر قوت
$\frac{x}{a} g$ جزئی قوت افزوده شود بدیهی است که آنوقت با آنجسم در معادله
نمیماند و حرکت بر روی نقطهٔ c نموده و بسمتی که قوت بکار برده شده است

خواهد افتاد پس از این قرار معلوم میشود که در معادله جسم وزن g
و امتداد a هردو دخیل میباشند و حاصل ضرب ag در این صورت
اندازه است بجهة استحکام و معادله جسم با بر این دو چیز علت بر استحکام
جسمست یکی در ذات دیگی طویل بودن قاعده که a باشد پس هرقدر
جسم وزین و ثقیل باشد و بهمان نسبت خط قاعده بزرگتر شود آنجسم مستحکم تر
خواهد بود و از برای استحکام جسم بزرگ شدن وزن g چندان لازم
نیست که دو یا سه دفعه بزرگ شود ولی همین قدر که امتداد خط قاعده
x دو یا سه دفعه بلندتر شود آنجسم همان قدر محکم تر خواهد شد

(۸۵) شکل چهل و هشتم اولاً در شکل $ABCD$ فرض میکنیم که
$AD = BC = h$ و $AB = CD = b$ و $AE = l$
و فرض میکنیم که d کثافت آنجسم و g وزنش و v اندازه مکعب
آنجسم باشد در اینحالت وزن g مساوی میشود $v \times d$ و مساویست
$bhld$ از برای معادله جسم این تساوی حاصل است
$G = g \times KN = g \times \frac{1}{2} CD = \frac{gb}{2} = \frac{1}{2} b^2 hld$
ثانیاً شکل چهل و نهم جسم ACD مرکب از دو قسمت است که یک قسمت

باب سیم

آن سمان شکل سابق باشد و قسمتی که عبارت از بانکت باشد بجهة استحکام در جنب جهام ساخته میشود در این حالت اگر بخواهیم که جسم را بتمامه یکدفعه بدور خط C و دفعةً بدور خط mn حرکت دهیم معادله این جسم در این دو حالت واضحست که یک نهج نخواهد بود بلکه تفاوت کلی خواهد کرد فرض میکنیم که خط BC که ارتفاع بانکست مساویست h و $DE = h_1$ و $CD = b$ و $EF = b_1$

پس از برای وزن قسمت بزرگ این تساوی حاصل خواهد شد

$g_1 = bhl\,d$ و از برای قسمت کوچک این حاصل میشود $g_2 = b_1 h_1 l\,d$ از برای حرکت جسم بدور C در هر دو قسمت از جسم این دو بارزوی بار خیز حاصل میشود که یکی mn مساویست $b + \frac{1}{2}b_1$ و یکی $m_2 n_2$ که مساویست $b_1 + \frac{1}{2}b$ و در حرکت جسم بدور خط mn از برای هر دو قسمت از جسم این دو بارزوی بار خیز حاصل است که یکی $b + \frac{1}{2}b_1$ و یکی $b_1 + \frac{1}{2}b$ و در حرکت بدور خط C از برای معادله جسم این تساوی حاصل میشود

$$g = \tfrac{1}{2}g_1 b + g_2(b + \tfrac{1}{2}b_1) = (\tfrac{1}{2}b^2 h + bb_1 h_1 + \tfrac{1}{2}b_1^2 h_1)\,l\,d$$

و در حرکت

باب سیم

و در حرکت بدور خط mn از برای معادله جسم این تساوی حاصل میشود $g_1 = g_1(b_1 + \frac{1}{2}b) + \frac{1}{2}g_2 b_1 = (bb_1 h + \frac{1}{2}b_1^2 h_1 + \frac{1}{2}b^2 h)\,l\,d$ و بجهة دانستن قدر تفاوت معادله در این دو حالت معلوم است که میباید این دو تساوی از یکدیگر تفریق شوند چون تساوی دویم بزرگتر است از تساوی اول لهذا تساوی اول را از تساوی دویم تفریق میکنیم و حاصل تفریق این می شود

$g_1 - g = (h - h_1)\,bb_1\,l\,d$ اگر چنانچه جسم ABC یک دیواری باشد که از یک سمت آن دیواریکی از این قوتها زور بیابد مثلاً قوت آب یا قوت فشار شن جسم دیگر یا قوت باد در اینصورت از برای استحکام آن دیوار یک بانکت مثل mnC می سازند در طرف عکس آن قوت تا آنکه مانع از افتادن آن دیوار شود در این صورت که بانکت در پهلوی دیوار ساخته شده باشد معلومست از برای حرکت دادن دیوار بسمت C این قدر قوت لازم ندارد که اگر بخواهیم آن دیوار را بسمت بانکت حرکت بدهیم ثالثاً شکل پنجاهم $ABCmn$ شکل یک دیواریرا مینماید با یک تالو که شیب باشد از یکطرف آن

کتابخانه
مجلس شورای ملی
موقوفه ۱۳۰۲

باب سیم

دیوار ساخته شده است فرض میکنیم $h = AB$ و BC که ارتفاع دیوار
است مساویست با h و $h = CH$ اگرچنانچه فرضاً ارتفاع برای ار
ارتفاع یکپا AI شیب EI که مساویست n قرار شده باشد پس
ازبرای ارتفاع تمام دیوار که AD است این شیب خواهد بود
$ED = nh$ ازبرای وزن قسمت بزرگ که عبارت از دیوار بشهائی باشد
این تساوی حاصل خواهد شد $g_1 = bhld$ وازبرای قسمت کوچک
که شیب باشد این حاصل میشود $g_2 = \frac{1}{2} nh \times hld$
اگر بخواهیم تمام آن دیوار را بسمت شیب بیندازیم بازوهای بازخیز آنها
خواهند بود یکی $\frac{1}{2} b + \frac{1}{2} DE$ که مساویست $\frac{1}{2} b + nh$
ویکی دیگر $\frac{2}{3} nh = \frac{2}{3} DE$ وازبرای معادله شدن تمام دیوار
درصورتیکه بخواهیم آن دیوار را بدور نقطهٔ E وبسمت شیب بیندازیم
این تساوی حاصل خواهد شد $S = g_1(nh + \frac{1}{2} b) +$
$\frac{2}{3} g_2 nh = (\frac{1}{2} b^2 + nhb + \frac{1}{3} n^2 h^2) hld$ اگرچنانچه دیوار دیگری که وزن
آن مساوی وزن دیوار سابق باشد ولی تقسیمی ساخته شده باشد
که شیبی ازبرای او قرار نداده باشند درینصورت اگر بخواهیم بدانیم

که این

باب سیم

که این دو دیوار کدام یک مستحکم تر میباشد پس در این حالت دیوار را
بقسمی باید ساخت که اندازهٔ مکعبات آن مساوی اندازهٔ مکعب دیوار
سابق باشد لهذا میباید خط قاعده دیوار مساوی باشد بخط $CD +$
$DE + \frac{1}{2}$ یا آنکه مساوی باشد $b + \frac{1}{2} nh$ وازبرای معادله این
قسم دیوار این تساوی حاصل میشود $S_1 = \frac{1}{2}(b + \frac{1}{2} nh)^2 \times$
$hld = (\frac{1}{2} b^2 + \frac{1}{2} nhb + \frac{1}{8} n^2 h^2) hld$
چون معادله در این حالت کمتر است از معادله حالت سابق که دیوار
باشیب بود و بجهة دانستن قدر تفاوت او میباید تساوی دوم را
از تساوی اول تفریق کرد و حاصل این میشود $S - S_1 =$
$\frac{1}{2} nh^2 ld \times (\frac{5}{12} nh + b)$ = مثال یکدیوار از سنگ بطریقی
ساخته شده است که اندازه ارتفاع و قاعده آن از این قرار است
ارتفاع ۱۰ پا و عرض بالای دیوار $1\frac{1}{4}$ پا و شیب آن ازبرای هریک
پا ارتفاع $\frac{1}{5}$ پا درینصورت میخواهیم بدانیم که این دیوار استحکامش چه قدر
است جواب وزن مخصوص مادهٔ دیوار از قراریکه پیدا شده است
اینست ۲ و ۴ پس کسافت ld این خواهد شد

بعبور ۱۵۸٫۴ = ۲٫۴ × ۶۶ = d_0 و در اینجا از برای حروف سابق الذکر

این اندازه‌ها را باید گذاشت $I = I$ و $h = 10$ و $h_0 = 1{,}25$

و $n = \frac{1}{5} = 0{,}2$ و تساوی بجهة معادله این قسم دیوار این میشود

$$G = \left[\frac{1}{2}(1{,}25)^2 + 0{,}2 \times 1{,}25 \times 10 + \frac{1}{3}(0{,}2)^2 \times 10^2\right] \times 10 \times$$

$$\times 1 \times 158{,}4 = (0{,}78125 + 1{,}25 + 0{,}5)(1{,}3333) 1584 =$$

واحد قوة جر انقاط

$$= 7309{,}5 = 1{,}6146 \times 1584 =$$

هرگاه دیواری بطور دیگر ساخته شود بقسمی که همانقدر سنگ که در دیوار سابق بکار رفته بود در این دیوار نیز بکار برده شود ولی از برای او شیبی قرار داده نشود پس در اینصورت استحکام این دیوار چه قدر میشود جواب قدر او را برای ما از این تساوی حاصل میشود اگر بجای حروف مساوی‌ها نوشته شود

$$G_1 = \left[\frac{1}{2}(1{,}25)^2 + \frac{1}{2} \times 0{,}2 \times 1{,}25 \times 10 + \frac{1}{8}(0{,}2)^2 \times 10^2\right] \times 10 \times 1 \times 158{,}4 = (0{,}78125 + 1{,}25 + 0{,}5) \times$$

واحد قوة جر انقاط

$$\times 158{,}4 = 2{,}5311 \times 158{,}4 = 4010$$

از اینجا معلوم میشود که اگر دو دیوار بیکوزن و بیک اندازه ساخته شود که یکی شیب داشته باشد و یکی نداشته باشد استحکام آنکه شیب دارد

تقریبا

تقریبا دو مساوی آنکه بی شیب ساخته شده است می شود

(۸۶) در بکار بردن عمل جر ثقال دینامیک شکل پنجم تا بحال آنچه گفتگوئی که می شد از استحکام جهام و معادله انها بود و باین معنی که قدر قوت لازمه را برای معادله هر جسیر بواسطه اعمال مذکوره معین نمودیم و حالا گفتگو می کنیم از حرکت مرکز ثقل اجسام باین معنی که چه قدر قوت لازمست از برای حرکت مرکز ثقل اجسام بقسمی که بجسم احرکت داده از حالت ستابل بیرون نموده بحالت انستابل در آورد اثر یک قوت عبارتست از حاصل ضرب قوت بجسم یا مسافت طی شده بجسم قوت هر جسم عبارتست از وزن آن جسم مسافت قوت هر جسم عبارتست از مسافتی که مرکز ثقل بجسم در حرکت از حالت ستابل بحالت انستابل طی مینماید

شکل ABCD شکل یک جسمیست که نقطهٔ G مرکز ثقل بجسم و نقطهٔ C یک نقطهٔ از محور او باشد میخواهیم چنین جسم را بدور نقطهٔ C بقسمی بگردانیم که نقطهٔ مرکز ثقل حرکت نموده در نقطهٔ G_1 در امتداد عمودی خط $G_1 C$ واقع شود در این حالت میگوئیم که جسم از حالت ستابل بحالت انستابل رسیده است زیرا که در اینحالت قوت بسیار

حرکت بدهیم اگر خط GC را بدور نقطهٔ C

کلی لازم است که مرکز ثقل جسم از خط قاعده پرون رفته و جسم بیفتد اگر خط عرضی
G_1G_2 را بکشیم خط G_2G که فرضاً مساویست x و مساویست
بمسافت یا ارتفاعی که مرکز ثقل در اینحرکت اوج گرفته است ازبرای فهمیدن
اندازه معادله دینامیک میاید وزن جسم را که عبارت از g است
ضرب نمود بمسافت x که x باشد فرض میکنیم که خط CG
مساویست CG مساوی باشد y و AC مساویست
G_1G_2 مساوی باشد z و ارتفاع G_1C مساویست G_1G
مساوی باشد y ازبرای مسافتی که مرکز ثقل طی مینماید این تساوی
حاصل میشود $G_1N = s = z - y = \sqrt{x^2 + z^2} - y$
وازبرای معادله جسم این تساوی حاصل است $= s = G_1G$
$= g(\sqrt{x^2+z^2} - y)$ = شکل مذکور که شکل یک پرسم است فرض میکنیم که طول
او مساوی h و ارتفاع او AC مساوی h و عرض او CD
مساویست AB مساوی b باشد در اینحالت این چند
تساوی حاصل میشوند $y = \frac{1}{2}h$ و $MG = y = \frac{1}{2}h$
$CG = CG_1 = \sqrt{(\frac{b}{2})^2 + (\frac{h}{2})^2}$ پس $CM = G_1N = x = \frac{1}{2}b$

$-\frac{1}{2}h$

و $-\frac{1}{2}h = \sqrt{(\frac{b}{2})^2 + (\frac{h}{2})^2} = CG_1 - \frac{1}{2}h = G_1G_2 = s$

و $(\sqrt{b^2+h^2} - h) = \frac{1}{2}g(\sqrt{(\frac{b}{2})^2 + (\frac{h}{2})^2} - \frac{1}{2}h) = G = g$

ازاین تساوی ازبرای ما معلوم میشود اگر بخواهیم جسمی را از حالت
مستایل تغییر داده بحالت انستابل نگاه بداریم بقدر قوت یا عمل جر اثقالی
باید بکار برده شود مثال شکل پنجاه و یم $ABCD$ شکل یک پیرامید
ناقصی است که از سنگ مرمر ساخته شده است و آنرا ازبان فرانسه
Obélisque میگویند او بلیسک یا منار فرض میکنیم که ارتفاع او G_1G_2 که مساویست
h مساوی ۳۰ پا باشد و یک ضلع مربع AB که قاعده
بالائی او است مساوی ۲ پا و ضلع مربع CD که قاعده پائین
او است مساوی ۴ پا باشد میخواهیم بدانیم که معادله دینامیک
در اینجسم چه قدر است و چه قدر عمل جر اثقالی لازم است که اینجسم را
از حالت مستایل بحالت انستابل بیاوریم جواب وزن یکپای مکعب
مرمر هیئت $= ۳ \times ۶۶ = ۱۹۸$ پوند $= ۶۶ \times d$ پس وزن پیرامید مذکور
این خواهد شد $= ۷ \times ۱۹۸ = g$ و اندازه مکعب v ازاین
تساوی حاصل میشود $v = \frac{DC^2 + AB^2 + \sqrt{DC^2 \times AB^2}}{3} \times h$
$= \frac{۴^2 + ۲^2 + ۴ \times ۲}{3} \times ۳۰ = ۲۸۰$ ①

..... پس وزن جسم این می شود

$g = ۲۸۰ \times ۱۹۸ = ۵۵۴۴۰$ لیور و قدر ارتفاع مرکز ثقل او از

$MG = \frac{AB}{۴} \times \frac{DC^۲ + ۲\sqrt{DC^۲ \times AB^۲ + ۳AB^۲}}{DC^۲ + \sqrt{DC^۲ \times AB^۲ + AB^۲}}$ این تساوی معادیم میشود

..... واگر چنانچه در این تساوی بعوض حروف مساوات انهارا بنویسیم

$MG = \frac{۳۰}{۴} \times \frac{۱۶ + ۲\sqrt{۱۶ \times ۴ + ۳ \times ۴}}{۱۶ + \sqrt{۱۶ \times ۴ + ۴}} = ۷ر۵ \times ۱ر۵۷ = ۱۱ر۷۷۵$ این حاصل میشود

مذکور بدور نقطهٔ C بارروی بار خیز این میشود $MC = \frac{۱}{۲} \times ۴ = ۲$ وار برای گردانیدن پیرامون

$CG = z = \sqrt{x^۲ + y^۲} = \sqrt{MC^۲ + MG^۲} = \sqrt{۲^۲ + ۱۱ر۷۷۵^۲} =$

$= ۱۱ر\frac{۱}{۹}$ و در حرکت جسم مذکور از حالت ستاتیل بحالت دینامیک ارتفاع

مرکز ثقل او این میشود $x = z - y = ۱۱ر\frac{۱}{۹} - ۱۱ر۷۷۵ = ۰ر۱۲۵$

..... و معادلهٔ دینامیک یا عمل جر اثقالی که مقصود بود این می شود

$g x = ۵۵۴۴۰ \times ۰ر۱۲۵ = ۶۹۳۰$ لیور / واحد قوهٔ دینامیک

از اینجا معلوم میشود هر جسمی که مرکز ثقل او در امتداد عمودی دوورتر از قاعدهٔ

آنجسم باشد بجهة حرکت از حالت ستاتیل بحالت دینامیک مسافتی که مرکز

ثقل طی مینماید کمتر شده استحکام جسم نیز کمتر خواهد شد و از امثال چنان فهمیده

میشود

میشود که در وقت حمل نمودن اجسام بهر قسم محموئی مثل حیوانات و عراده

و کشتی و توپ و غیره باید ملاحظه نمود که مرکز ثقل آنجسم بخط قاعدهٔ خود

جسم نزدیک باشد تا آنکه استحکام آن جسیم بیشتر شود معادلهٔ اجسام

در روی سطح منحرف شکل پنجاه سیم و پنجاه چهارم حرکت جسیم اجسام در روی

سطوح منحرف بر دو قسم است یا بطور لغزش و سوریدنست چنانکه در

شکل پنجاه سیم دیده میشود و یا بطریق معلق و غلطیدنست مثل شکل پنجاه چهارم

که حرکت جسم در روی نقطهٔ C بطور غلطیدن میباشد علت بر حرکت اجسام

در روی سطوح منحرف هر گاه بغیر از وزن جسم قوت دیگری نباشد در آن

حالت وزن g را افزا نموده و بدو قوت دیگر تجزیه مینمائیم یکی قوت

عمودی بر سطح منحرف که MG باشد و دیگری قوت متوازی با سطح منحرف

که P باشد قوت اول بواسطه استحکام سطح منحرف در حرکت جسم مدخلیتی

ندارد بلکه حرکت جسم بواسطه قوت متوازیه با سطح منحرف است و بعلت

این قوت جسم در روی سطح منحرف HK حرکت نموده میل بسوریدن

میکند فرض میکنیم که زاویهٔ HKR که مساوی زاویهٔ

HKG است مساوی α باشد پس از برای قوت فشارش

این قسادی حاصل میشود $g\cos\alpha = m$ و از برای قوت
P که حرکت جسم بواسطهٔ اوست این قسادی حاصل میشود $P = g\sin\alpha$
$\sin\alpha$ × هرگاه خط عمودی g که امتداد مرکز ثقل جسم است
تقسیمی باشد که از خط DC خارج نشود در اینحالت حرکت جسم در روی
سطح منحرف بطریق لغزش خواهد بود چنانچه در شکل پنجاه و سیم لاحظه میشود و اگر چنین
امتداد خط عمودی g تقسیمی باشد که از قاعدهٔ DC خارج
نشود در اینحالت حرکت جسم بطور معلق و غلطیدن خواهد بود چنانچه در
شکل چهارم مشهود میشود شکل پنجم در اینجا ملحوظ می شود که از برای حرکت
اجسام در روی سطوح منحرف تقسیم معادله دیگری خواهد بود که با معادله
در روی سطح عرضی متفاوته پیدا شند در اینجا فرض مینمائیم که DM
مساوی باشد به x و g M مساوی باشد به y از برای
معادله جسم در روی سطح منحرف این بار وی بار خیز پیدا می شود
$DE = DO - MN = x\cos\alpha - y\sin\alpha$ و اگر چنان فرض
شود که سطح H منحرف نبوده بطور عرضی باشد در اینحالت
از برای معادله جسم بار وی بار خیز این میشود $DM = x$ چون

در اینجا

در اینجا دیده میشود که $x\cos\alpha - y\sin\alpha$ پس میگوئیم که معادله
استحکام در روی سطوح عرضیه بزرگ تر است از استحکام و معادله
در روی سطوح منحرفه پس معلوم است که معادله در این دو حالت یک
قرار نشده متفاوته خواهد بود اگر چنان فرض شود که $x\cos\alpha$
مساوی باشد $y\sin\alpha$ یا آنکه $\tan\alpha = \frac{x}{y}$
در اینحالت معادله جسم در روی سطح منحرف صفر خواهد شد از اینجا
نیز معلوم میشود جسمی که در روی سطح عرضی از برای استحکام و معادله او
x g باشد اگر چنانچه این جسم را برداشته بر روی سطح منحرفی بگذاریم
که زاویهٔ او α باین بزرگی باشد $\tan\alpha = \frac{x}{y}$ در اینحالت استحکام
جسم صفر خواهد بود اگر بخواهیم که جسم را رو بالا بحرکت داده در روی
نقطهٔ C بگردانیم در اینحالت استحکام جسم زیاد تر میشود از استحکام در روی
سطح عرضی زیرا که از برای اینحرکت C بار وی بار خیز است
و بزرگ تر است از بار وی بار خیز M در شکل پنجاه و ششم اگر چنانچه از برای
اجسام در روی سطوح منحرف مثل جسم C در روی سطح منحرف
H غیر از وزن جسم که g است قوت دیگری مثل قوت P

در امتداد PO بان جسم قوت نماید جسم C بمعاد اجوا
بود در حالتی که قوت متحرکه MN از قوتهای PO و QO حاصل شده
است از خط قاعدهٔ DC خارج نشود مثال در نمره مذکوره (۸۶)
گفتگو کردیم از برای معادله دینامیک بجهة تپر امید ناقص که اویلیپسیک
نامیده شده بود و در آنجا MC مساوی بود x مساویست با y
و $GM = y = 11,775$ پس زاویهٔ سطح منحرف ازین
تساوی از برای پیدا می شود $\tan\varphi = \frac{x}{y} = \frac{2}{11,775}$
$= 0,16$ و $\varphi = 9^\circ, 36'$ و حال اگر آنجسم اویلیپسیک را عوض اینکه در روی
سطح عرضی بود در روی سطح منحرفی بگذاریم که زاویهٔ او بقدر زاویه مذکوره
باشد در این حالت استحکام جسم اویلیپسیک صفر خواهد شد و از برای اندختن
او لازم نیست که قوتی بکار برده شود

(۸۷) در نمره (۸۶) از برای ما معلوم شد که قوت وزن عمودی
اجسام در روی سطح منحرف مدخلیتی در حرکت اجسام ندارد بلکه همان
قوت متوازنه با سطح منحرف علت بر حرکت جسم میباشد و این همان
مقدار قوتیست که باید بجهة نگاه داشتن جسم در روی سطح منحرف بکار

برده

برده شود و این قوت را از روی عمل میتوان پیدا نمود و در اینحالات است
که قوت متحرکه از قوتین P و Q که MN است در ست عمود شد بر روی
سطح منحرف FH و متوازی الاضلاع $POQN$ این شکل
حاصل میشود $PNO = QON =$ و زاویهٔ $\frac{P}{Q} = \frac{\sin QNP}{\sin PON}$
$PON = POK + KON =$ و زاویهٔ $= KHR = \alpha$
$\frac{P}{Q} = \frac{\sin\alpha}{\sin(90+\varphi)}$ $= 90^\circ + \varphi$ = از این قرار این حاصل میشود
باانکه $\frac{P}{Q} = \frac{\sin\alpha}{\cos\varphi}$ و قوت P بجهة نگاه داشتن جسم در روی
سطح منحرف FH باید بکار برده شود این میشود $P = \frac{Q\sin\alpha}{\cos\varphi}$
و از برای قوه فشارش که N است این حاصل میشود $\frac{N}{Q} =$
و زاویهٔ $QNO = 90^\circ - (\alpha + \varphi)$ و زاویهٔ $= \frac{\sin QON}{\sin QNO}$
پس $QNO = PON = 90 + \varphi$ $\frac{N}{Q} =$
و قوهٔ فشارش $= \frac{\sin[90^\circ - (\alpha+\varphi)]}{\sin(90+\varphi)} = \frac{\cos(\alpha+\varphi)}{\cos\varphi}$
این میشود $N = \frac{Q\cos(\alpha+\varphi)}{\cos\varphi}$ و در حالتی که امتدادات
قوت P بقسمی باشد که متوازی با سطح منحرف شود این حاصل خواهد شد
$\varphi = 0$ و $\cos\varphi = 1$ پس در اینصورت $P = Q\sin\alpha$
و $N = Q\cos\alpha$

باب سیم

واگر چنانچه امتداد قوت P عمود بر سطح منحرف بوده باشد این حاصل
میشود $\cos(\alpha+\varphi)=0$ و $\cos\varphi=\sin\alpha$ و $\alpha+\varphi=90$
پس $P=Q$ و $N=0$ در اینحالت سطح منحرف در معادله جسم طلقی
نباشد و اگر چنانچه امتداد قوت P عرضی بوده باشد این حاصل میشود
$\alpha=-\varphi$ و $\cos\varphi=\cos\alpha$ پس از استقرار $P=$
مثال اگر چنانچه بخواهیم $N=\frac{Q\cos\alpha}{\cos\alpha}=\frac{Q}{\cos\alpha}$ و $P=\frac{Q\sin\alpha}{\cos\alpha}=Q\tan\alpha$
یک جسمیرا که وزن او مساوی ۵۰۰ لیور است در روی سطح منحرفی که زاویه
۵۰ درجه داشته باشد بدون حرکت واداریم در اینصورت یک قوتی
لازمست که از امتداد او و خط عرضی یک زاویه حاصل شود مثل φ که فرضا
مساوی ۷۵ درجه باشد و از برای تعیین قدر این قوت که P است
و قدر فشارش که N است برای هریک این دو تساوی حاصل میشود

$$P=\frac{500\sin 50}{\cos(75-50)}=\frac{500\sin 50}{\cos 25}=422 \text{ لیور}$$

و

$$N=\frac{500\cos 75}{\cos 25}=142.8 \text{ لیور}$$

(۸۸) در عمل نمودن و بکار بردن پاس جمیع اسبابیکه از نوای بیدن
و شکستن پاستند از قبیل کارد و مقراض و تیغ و غیرها از اقسام پاس پاشند

باب سیم

و بدون گفتگو از برای ما واضح است که جمیع خواص و اعمالی که در سطح منحرف
بیان شد در اسباب پاس نیز همان اعمال و خواص جاری و در اینجا که پاس
یک اسبابیست بشکل سطح منحرف می سازند مثل شکل پنجاه و هفت اگر چنانچه
یک جسم چوبی را بواسطه پاس نجواهیم از هم متلاشی نمائیم در صورتیکه قوه التصاق
و پیوستگی چوب فرضا مساوی Q باشد این قدر قوت لازم است
که اگر میخواستیم وزن Q را در روی سطح منحرف AC بالا کشیده
نگاه داریم شکل پنجاه و هفت در عمل نمودن پاس قوتی که پاس بکار برده میشود
مجهته متلاشی نمودن اجسام میباید تقسیمی کار بر دکه قوت عمود باشد بر خط BC
یا انکه متوازی باشد خط BA و قوه التصاق و پیوستگی لابد عمود میشود
بخط AC چنانچه در شکل پنجاه و هفت مشهود میشود در اینجا ما بین قوت بکار رفته
و قوه التصاق و پیوستگی این تساوی حاصل میشود $P=Q\sin\alpha$
مثال فرض نمیمائیم که یک پاسی ساخته شده است بقسمی که زاویه α مساوی
باشد به ۲۵ درجه و قوه التصاق و پیوستگی از جنس چوبی که میخواهیم اورا
بشکنیم مساوی باشد ۱۳۰ لیور این تساوی حاصل میشود
$P=130\times 0.4226=54.938$ لیور در مثلث قائم الزاویه ABD

این مناسب حاصل میشود $AB : BD = 1 : \sin \angle$

و $AB = \frac{BD}{\sin \angle}$ اگر فرض کنیم که BD مساوی باشد

بیکپا در این حالت این قوا، حاصل میشود $= \frac{1}{\sin \angle}$

$\frac{1}{0,3662} = \frac{1}{0,4226}$ = از اینجا معلوم میشود که قوهٔ انصاق و پیوستگی گچ

بر خط C که است هرگاه بواسطه قوهٔ نگاه دارندهٔ در پاس یک پا در

امتداد عمودی حرکت نماید در این حالت پاس در امتداد خط AB

پیشتر از دو پا حرکت مینماید و نیز در اینجا معلوم میشود که هر قدر زاویهٔ

پاس که عبارت از $\angle$ است کوچکتر باشد بجهة شکستن جسام قوت کمتر لازم است

ولی حرکت قوهٔ انصاق و پیوستگی در امتداد عمودی AC کمتر خواهد بود

(۸۹) در اعمال پیچ و جای پیچ و قید شکل پنجاه و نه فرض میکنیم

$a\ b\ m\ n$ یک سیلندر و ACB یک مثلث قائم الزاویه

بوده باشند بقسمی که ضلع AB مساوی باشد بمحیط قاعدهٔ سیلندر

یا مساویست $a\ b\ \pi$ هرگاه مثلث مذکور را بدور سیلندر بقسمی بپیچانیم

که نقطهٔ A در نقطهٔ a و نقطهٔ B نیز در نقطهٔ a و نقطهٔ C در نقطهٔ

c واقع شوند آنوقت معلوم است که سطح منحرف BC در روی سیلندر بخط

لولبی

منحنی خواهد شد و از این عمل شکل یک پیچ حاصل میشود اگر چنانچه بقاعدهٔ

اعمال مذکوره در جوف یک سیلندر مجوفی عمل نمائیم آنوقت از برای ما یک

جای پیچ حاصل میشود که از آن آماده میکویند باید دانست که علت بر عمل نمودن

به پیچ جای پیچ است و بدون جای پیچ عمل نمیتوان نمود و بی ثمر و بیفایده خواهد

بود و پیچ یک اسباب است که در زندگانی ما بسیار مفید و مثمر ثمر است

بخصوص او قاتیکه پیچ را بنفسی قرار داده باشند که متصل با قیدی باشد

که صورت او در شکل منحصر مشهود میشود اگر فرض کنیم که تخته AB بر پیچ

ملصوق و محکم باشد و در روی تخته یک وزنی مثلاً Z گذاشته شود و بخواهیم

آن وزن را با تخته بواسطه پیچ رو بالا حرکت داده بلند کنیم بقسمی که

قوت در خود پیچ بکار برده شود در این حالت بجهة این عمل بقدری قوت

لازم است که اگر همین وزن را میخواستیم در روی سطح منحرفی

بالا کشیده نگاه بداریم خاصیت و ثمر پیچ در صورت اتصال بقید بلند

نمودن و حرکت دادن جسام نیست بلکه ثمره و فایده پیچ متصل بقید

فشردن و نرم کردن جسام صلبه و رخنه پیدا شده و قوت از برای فشردن

و نرم نمودن جسام بقدریست که سابقاً ذکر شد بجهة بلند نمودن جسام

دردوی تخته بکار میرفت ومعلوم است که هنگام عمل نمودن بهیچ قوت را
درروی هیچ بکار نمیبرند بلکه قوت را درروی بازوی بارخیز بکار میبرند
وواضحست که قوت نمودن بواسطهٔ هیچ درحالتی که بازوی بارخیزی
ازبرای او مقرر شده باشد باقوت خیلی کمی هبهام زیاد صلب ورخیم
را میتوان فشرد ونرم کرد

(۹۰) شکل شصت یکم یک اسباب است که مرکب میباشد از چند
اجزاء اولاً بجهة پیچیده شدن ریسمان متصل باوزن که میخواهیم بلند کنیم
یک عراده است دندانه دار ودرروی میل آن عراده یک سیلندر قرار داده
شده است که ریسمان وزن بدور او پیچیده میشود وبجهة بکار بردن قوت
یک عراده پی دندانی که قطر او مساوی قطر عرادهٔ دندانه دار باشد نیز مقرر است
واین عراده دراینحالت بازوی بارخیز میشود وباین معنی درروی محیط او
قوت بکار برده میشود ودرروی این عرادهٔ پی دندان یک عرادهٔ دندانه
دار کوچکی قرار گذاشته شده است بقسمی که قطر او مساوی قطر سیلندر عرادهٔ
دندانه دار بزرگ میباشد درینصورت هنگام بکار بردن قوت تعرادهٔ
پی دندان عرادهٔ دندانه دار کوچک حرکت نموده دندانهای آن در دندانهای

عرادهٔ بزرگ گیر نموده باعث برحرکت او میشود اگرچنانچه محیط عرادهٔ سه
نسبت داشته باشد بامحیط عرادهٔ دندانه دار کوچک که درروی میل
او مقرر است مثل نسبت ۱ : ۴ پس اگر محیط عرادهٔ ۵ چهار دفعه بزرگتر
باشد از محیط سیلندر معلوم است دراین حالت قوت ۴ باوزن
۵ مناسبت دارند مثل نسبت ۱۶ : ۱ درینوقت میل عرادهٔ
سه چهار دفعه بدور خود حرکت می نماید درروقتی که میل عرادهٔ ۵
یکدفعه بدور خود حرکت می کند واین قسم اسباب که مرکب باشد از دو
یا سه یا چهار عراده نه شما را برای بلند کردن وکشیدن اجسام ثقیله
باقوت کم مهیا شده بااین قسم اسباب سرعت ولطافت عراده ها را بامیل
خودشان میتوان تغییر داد باین معنی که یک عراده بامیل خودش بیشتر
حرکت نماید ویک عراده دیگر بامیل خودش کمتر حرکت کند مثال در
طریقهٔ اسباب یک اسباب است که ازبرای او دو عراده از سنگ
مقرر است یکی ساکن ویکی دیگر درروی عراده اولی زیاد متحرک میباشد
ویک عراده دیگری بامیل آهن او را محکم نموده ودرمیان آب قرار
داده شده است وبواسطهٔ آب حرکت مینماید از قرار اسباب مذکوره

میتوان فهمید که هر قدر حرکت عراده در آب لطیف باشد حرکت
عراده بشکلی که باعث نرم کردن اجناس ست سریعتر میشود و هر قدر
که بخواهیم میتوانیم این سرعت را زیادتر نمود

(۹۱) در اسبابی که او را قرقره گویند شکل شصت دو اگر چنانچه
بدور قرقره یک طنابی پیچیده شده باشد بقسمی که در شکل دیده میشود
در یک انتهای طناب یکو زنی باشد که بخواهیم او را بلند کنیم قوت در اینحالت
مساوی میباشد بوزن $\frac{1}{2}$ و اگر چنانچه این اسباب مرکب از دو
قرقره باشد بقسمی که در شکل شصت سه دیده میشود در اینجا قرقره ها را
بقسمی قرار داده اند که یکی از آنها محکم میباشد و یکی دیگر با وزن $\frac{1}{2}$
حرکت میکند در اینحالت می بینیم که در روی طناب ab نصف وزن
$\frac{1}{2}$ و در روی طناب cd نیز نصف وزن $\frac{1}{2}$ قوت نموده میل بزیر مینماید
و بجهة معادله نمودن طناب cd با طناب ef میباید همانقدر قوت
در روی طناب ef بوده باشد که در روی طناب cd زور مینماید
در اینحالت معلوم ست بجهة کشیدن اجسام نسبت بالا بواسطه این
اسباب بقدر نصف وزن جسم که میخواهند بالا بکشند قوت

لازم

لازم ست شکل شصت چهار یک شکلی را مینماید باشش قرقره که
تای از آنها محکم میباشند و سه تای دیگر با وزن حرکت مینمایند و در
اینجا چون شش طناب بسته شده ست قدر قوت از برای بالا کشیدن
جسم مساویست $\frac{1}{6}$ وزن جسم که آنرا $P=\frac{1}{6}Q$ مثال اگر بخواهیم
با این قسم اسباب یک جسمی را که شصت لیور وزن داشته باشد بلند
کنیم در اینصورت با قوت $\frac{1}{6}$ قسمت وزن که ده لیور باشد هر یک
از طنابها کشیده شده میل بزیر مینمایند پس اگر ما یک قوتی بکار بریم که مساوی
ده لیور باشد آن جسم را حرکت داده بلند مینمائیم

(۹۲) در استحکام اجسام در عمل جر اثقالی از برای ما لازم ست
دانستن قدر قوت کشش اجسام که عبارت از استحکام آنجسم باشد
اگر فرض کنیم که از هر جنس از اجسام یک مفتولی ساخته شود که قاعده او
یک سانتیمتر مربع که $\frac{1}{3}$ پوس مربع باشد در اینحالت از برای شکستن
و پاره نمودن اجسام بطریق کشیدن و کشش یکقوت مخصوصی لازم
میباشد و در یک لوحی که نوشته میشود استحکام اجسام از هر جنس معین
شده ست و صورت آن لوح از این قرار ست استحکام حد وسط جمیع اقسام

باب سیم

	کیلوگرام
چوب	۱۱۴۲
مقبول ساخته شدهٔ ارض	۲۷۸۲
مقبول ساخته شدهٔ از برنج	۳۵۵۰
مقبول ساخته شدهٔ از طلا	۴۶۴۵
مقبول ساخته شدهٔ از نیر	۲۷۲
مقبول ساخته شدهٔ از قلع	۴۵۷
مقبول ساخته شدهٔ از نقره	۳۴۱۱
مقبول ساخته شدهٔ از آهن	۴۱۸۲
مقبول شیشهٔ سفید	۲۳۳ تا ۱۴۲
مقبول طناب	۶۲۰ تا ۳۵۰

ویک کیلوگرام مساویست به هزار گرام ویک میلیگرام مساویست $\frac{1}{1000}$ گرام چون یک گرام نزدیک به ۱۵ نخود است از این قرار یک کیلوگرام تقریباً مساوی ۲۱ سیر میشود و بتجربه خوب معلوم نمودن عدد مذکوره را نمیکنیم بلکه بهتر آنست از برای خاطر جمعی یک ثلث تا نصف از اعداد در حساب بیاوریم اگر بخواهیم یک جسمی را از قبیل چوب

یا اجناس دیگر بشکنیم نه بطور کسر تش از برای این سه حالت است

باینمعنی که بسه قسم شکسته میشود هرگاه شکل الچوب یک پرسمی باشد

و بخواهیم در نقطهٔ ab شکسته شود چنانچه در شکل شصت و پنج مشهود میشود

در اینحالت الچوب تا نقطهٔ ab در مابین دو چسم محکمی باید گذاشته شود

فرض میکنیم که طول آن چوب $gh = ab$ باشد و ارتفاعش hk و عرضش

gf و استحکام خود چوب $\frac{hk}{gf}$ باشد در اینحالت میتوانیم خیال بکنیم

که استحکام $\frac{hk}{gf}$ در مرکز ثقل قاعده که باهم ملصق میباشند مثلاً نقطهٔ

p باشد در اینجا از فهمیدن بازوی بار خیر استحکام $\frac{hk}{gf}$ که ap

میباشد و بازوی بار خیر از برای وزن q که بجهة شکستن است

ab باشد از برای مادر معادله بودن مابین قوت q و استحکام

$\frac{hk}{gf}$ این مناسبت حاصل میشود $\frac{hk}{gf} : q = \frac{1}{2}gh : \frac{1}{2}ab$

و $\frac{\frac{hk}{gf}\cdot\frac{1}{2}gh}{\frac{1}{2}ab} = q$ اگر واحد استحکام از برای جنس گرفته شده از نوع

hk باشد معلوم است که این تساوی حاصل میشود $\frac{hk\cdot gh}{gf} = \frac{hk\cdot gh^2}{gf}$

پس $\frac{\frac{hk\cdot gh^2}{gf}}{ab} = q$ از اینجا از برای ما معلوم شد که قوت q

که لازم است از برای شکستن چوب از نقطهٔ ab نسبت دارد با واحد

استحکام ab و باعرض چوب که bc است و با مجذور ارتفاعش
که bc^2 باشد و بعکس طول چوب ثانیاً اگر بخواهیم که چوب را از نقطهٔ a
بقسمی بشکنیم که نقطهٔ a در روی تکیه گاهی واقع شده باشد چنانچه در
شکل شصت و شش دیده میشود در این حالت بازوی بار خیز بجهة قوت بودن
از هر دو طرف مساوی ab باشد بطوریکه طول تمام چوب مساوی $2ab$
باشد قوت P که از هر دو طرف تکیه گاه بجهة شکستن چوب لازم است
معلوم میشود که مساوی $2P$ خواهد بود از برای آنکه بازوی بار خیز
در اینجا که ab است نصف بازوی بار خیز $2ab$ میباشد ثالثاً اگر بخواهیم
که همان چوب را در حالتی که دو انتهای نقطهٔ a در روی تکیه گاه نقطتین
m و n واقع شده باشد در نقطهٔ a شکسته شود چنانچه در شکل شصت و هفت
ملاحظه میشود میباید در وسط چوب بقوتی بقدر $2P$ بکار برده شود
که مساوی $4P$ شد لازم است بعلت اینکه فشارش در نقطهٔ a
مساوی میشود $P+P$ که مساویست $2P$ و مساویست $4P$
پس قوت بجهة شکستن چوب در نقطهٔ a این میشود $\frac{2P \cdot ab}{2ab} = 4P$

فصل چهارم

در میدروستاتیک که علم معادلهٔ اجسام مایعات باشد

(۹۳) آب یکجسمی است درمیانهٔ اجسام که بواسطهٔ قوهٔ فشارش
تغییری در اندازهٔ مکعب او حاصل نمیشود یا بمعنی که بواسطهٔ قوهٔ فشارش
اندازهٔ مکعب او کم نشده و کسافت آن زیاد نمیشود شکل شصت و شش
یک ظرفیست پر از آب در روی ظرف بواسطهٔ جسم دیگری محکم بسته
شده است بقسمی که هیچ منفذی از برای الظرف نمیباشد و در آن
ظرف چهار سوراخ مثل A و B و C و D قرار داده شده است
بشکل سیلندر بطوریکه جمیع سیلندرها با هم مساوی باشند و انسوراخها
نیز بواسطهٔ چوب یا جسم دیگری مسدود میباشند اگر چنانچه باقوتی مثلاً
قوت P دیگی از انسوراخها مثلاً سوراخ A قوت بر آب نموده
شود چونکه اندازهٔ مکعب آب بواسطهٔ قوت بکار برده شده تغییری
نمیکند لابد میل مینماید که از سوراخهای B و C و D بیرون رود
در اینحالت بجهة بیرون نرفتن آب از سوراخهای مذکوره لازمست
در روی هریک از آنسوراخها یک قوتی باشد بقدر قوت P
تا آنکه در معادله بوده آب از سوراخها بیرون نیاید شکل شصت نه

یک ظرفی پر از آب میباشد که روی او نیز بسته شده است و منفذی
از برای او نمیباشد و ab و cd دو سوراخ میباشند بشکل سیلندر
بقسمی که دایرهٔ قاعدهٔ سوراخ cd چهار مرتبه بزرگتر است از دایره
قاعدهٔ سوراخ ab در اینحالت اگرچنانچه در روی سوراخ ab بقدر P
قوت نمائیم بجهة بیرون نرفتن آب از سوراخ cd یک قوتی باید
بکار برده شود که چهار دفعه بزرگتر از قوت P باشد شکل هشتم
دو سیلندر مجوفی میباشند متصل بیکدیگر و میان آنها پر از آب
میباشد بقسمی که آب سیلندرها مخلوط بیکدیگر نمیشود و سوراخ آن دو سیلندر
که یکی سوراخ ab و یکی سوراخ B باشد دو چوب بقسمی محکم نموده شده است
که هیچ منفذی از برای او نمیباشد و آب نمیتواند بیرون بیاید
اگرچنانچه ما یک قوتی در سوراخ ab مثل قوت P قوت نمائیم بجهة
بیرون نرفتن آب از سوراخ B قوت لازمه بقدر یست که آن قدر
دفعه قاعدهٔ سیلندر B بزرگتر از قاعدهٔ سیلندر ab میباشد که مثلاً
وزن Q اگرچنانچه یک قیدی در نقطهٔ ab ملصق نمائیم و هر قدر قوت
که ممکن میشود بواسطهٔ بازوی بار خیز بکار بیریم در اینحالت بجهة فشرده

نشدن

شدن اجسام که در روی سیلندر B میباشند بقدری فشارش افزوده
میشود که آن قدر دفعه قاعدهٔ سیلندر B از قاعدهٔ سیلندر ab بزرگتر
میباشد و جسم نیز بهمان قدر فشرده میشود مثال فرض میکنیم که قاعدهٔ سیلندر
ab ده دفعه کوچکتر باشد از قاعدهٔ سیلندر B پس اگر در روی سیلندر
ab با قوت بسیار کمی قوت نمائیم مثلاً با قوت ۱۲ لیور و نخواهیم
جسمی را که در روی سیلندر B است بواسطهٔ قوهٔ فشارش نرم کنیم
در اینحالت جسم با قوت ۱۲۰ لیور فشرده می شود

(۹۴) قدر وزن جمیع اجسام در حالتیکه در میان آب باشند
کم میشود بقدریکه آب بواسطهٔ آنجسم از هم باز نشود باین معنی که هر قدر
از آب بواسطهٔ جسم خالی شده است بهمان قدر وزن از وزن جسم
کمتر میشود بجهة محسوس کردن این مطلب باحقیقت یک ترازوی بسیار
خوبی ساخته شده است مثل شکل معتاد یکم یک ترازوئیست با دو
کفه که یکی کوتاه و دیگری بلند میباشد و در کفه کوتاه قلابی قرار داده شده است
و یک سیلندر مجوفی مثل سیلندر ab آویخته شده است که اگر این سیلندر را
در میان سیلندر خالی بگذاریم که او را محو نماید باین معنی که وسعت

خالیه در جوف سیلندر ح باقی بماند بجهة معادله ترازو در این حالت
باید بقدر وزن سیلندر ح در روی کفه دیگر وزن گذاشته شود
در اینصورت اگر چنانچه در زیر سیلندر ح ظرفی از آب گذارده شود
که سیلندر ح بتمامه در میان ظرف آب واقع شود انوقت معلوم است
که وزن سیلندر نقصانی بهم خواهد رسید و معادله باقی نخواهد ماند
تا آنکه سیلندر مجوف ح را از آب محلول نمائیم

(۹۵) بواسطهٔ همان اسباب که ترازوی مذکوره باشد میتوان کثافت
و وزن مخصوص جسمی جسام را پیدا نمود و بجهة دانستن کثافت و وزن
مخصوص لازمست دانستن وزن مطلق جسم و پس از آن قدر وزن
آبی که اندازه مکعب آن درست مساوی اندازه مکعب آنجسم باشد
و از برای مایسیار اتفاق می افتد جسام بقاعده که بواسطه وزن انها
نمیتوانیم اندازه مکعب شان را معین کنیم و بواسطه ترازوی هیدرو ستاتیک
در شکل هفتاد و سیم میتوان درست محقق نمود با تقسیم جسمی را که
میخواهیم کثافت او را با اسباب مذکوره پیدا نمائیم آن جسم را در
زیر کفهٔ ح بار یسمانی می آویزیم معلوم است که اگر در کفه دیگر وزنی

مثل وزن g گذاشته شود که آن دو کفه در معادله واقع شوند
آنوقت وزن مطلق جسم وزن g خواهد بود اگر در این حالت یکظرفی
پر از آب در زیر آن جسم بگذاریم که بتمامه در میان آب واقع شود
چون در اینصورت وزن جسم نقصانی بهم میرساند بجهة معادله او
باید در کفهٔ ح بقدر وزن m افزوده شود کثافت جسم مساویست
بحاصل قسمت وزن g که تقسیم شود بوزن m که $\frac{g}{m}$ باشد
(۹۶) شکل هفتاد و سیم یک اسبابیست که بواسطهٔ او میتوان
کثافت و وزن مخصوص جسام ثقیله را و همچنین کثافت و وزن
مخصوص جسام مایع را معین نمود و آن اسباب عبارتست از یک
جسمی مثل ح که از جنس شیشه یا از مس ساخته شده است که میان انها
مجوف میباشد و در انتهای آنجسم یک حقه با یکظرفی از جیوه قرار داده
شده است هرگاه این جسم در ظرفی پر از آب گذاشته شود بواسطه
ثقالت جیوه بطور عمودی خواهد ایستاد و در روی جسم ح یک
لولهٔ مقرر است که در ابتدای آن یک بوشقاب مثل c بجهة گذاشتن
اجسام در روی او ساخته شده است اگر در روی بوشقاب c

جسمی گذاشته نشود آن اسباب تقریباً نصف جسم m بواسطه ثقالت
جیوه در آب فرو میرود و در روی لوله یک نشانی گذاشته شده است
مثل h و بجهه تعیین حجم معدنی جسمی را که میخواهیم کساف و وزن
مخصوص او را معین کنیم در روی بوشقاب c گذارده غیر از جسم آن
قدر وزن میگذاریم که جسم m تا نشان h بآب فرو رود و پس
از آن جسم معدنی را از بوشقاب c برداشته و عوض او وزنی میگذاریم
که انجسم باز تا نشان h در آب فرو برود اگر فرضاً آن وزن مساوی
m میلیگرام باشد آن وقت وزن مطلق جسم معدنی m میلیگرام
خواهد بود و بجهه تعیین قدر کساف جسم وزن m میلیگرام را از روی
بوشقاب برداشته و انجسم معدنی را در روی آنچه گذارده چونکه
وزن جسم بواسطه بودن میان آب کم شده آب بنشان h نخواهد
رسید از برای اینکه نشان h باز بآب برسد یک وزنی فرضاً
m میلیگرام در روی بوشقاب c باید گذاشته شود و کساف
جسم مساویست بحاصل قسمت m به m مثل $\frac{m}{m}$ مثال اگر بخواهیم
که کساف الماس را بدانیم بایطریق عمل میکنیم اولاً باید او را در روی

بوشقاب c گذاشت با این قدر وزن که آنرا h بآب برسد
پس از برداشتن الماس از بوشقاب بقدر ۲ دا کرام وزن در روی
بوشقاب گذاشته تا آنکه دوباره آب بنشان h برسد پس ۲ دا
کرام وزن مطلق آن الماس میباشد بجهه تعیین قدر کساف او الماس را
از روی بوشقاب برداشته در حقه میگذاریم معلوم است که باید یکوزنی
مثلاً بقدر ۳۴ر۰ کرام در روی بوشقاب گذاشت تا دوباره
آب بنشان h برسد پس کساف الماس این میشود $\frac{2 \text{ دا}}{3{,}4}$
و مساویست ۳ ۵ ۳ اگر چنانچه بواسطه این اسباب کساف
اجسام مایع را بخواهیم پیدا کنیم بایطریق عمل مینمائیم اولاً باید وزن
جسم m را فهمید فرض میکنیم که مساوی باشد g اگر این اسباب
در میان آب گذاشته شود و یک وزنی مثل a ضرور باشد
بجهه رسیدن آب تا بنشان h آنوقت $a + g$ وزن آنست
که بواسطه اسباب خالی شده است اگر چنانچه این اسباب را از آب
بیرون آورده در مایع دیگری غیر از آب گذاشته شود آنوقت اگر فرض
شود که بجهه رسیدن آن مایع تا بنشان h وزن b لازم باشد

در اینحالت $b+g$ وزن مایعی است که بواسطه آن اسباب
خالی شده است وکسافت جوهر مساویست بحاصل قسمت $\frac{g+b}{g+a}$
مثال فرض میکنیم وزن اسباب g مساوی باشد ۷۰ گرام از برای
اینکه در آب تا نقطهٔ b برسد یکوزن a که مساویست ۲۰ گرام در
روی پوشقاب باید گذارده شود و از برای اینکه در یک مایع دیگر مثل جوهر
تا نشان b برسد باید یک وزن b که مساویست ۳۷ گرام
در روی پوشقاب گذارد پس کسافت جوهر از این تساوی معلوم میشود

$$\frac{70+37}{70+20}=0,793$$

(۹۷) شکل هفتاد و چهارم یک اسباب پیست بجهة معین نمودن
مکسافات اجسام مایعات متفاوته و آن از جنس شیشه بانیطریق ساخته
شده است که مرکب است از یک لوله باریک و یک دایره و در انتهای آن
لوله یک ظرفی بجهة ریختن چیوه مقرر شده است و بزبان فرانسه آن اسباب را
آرِومتر میگویند فرض میکنیم که این اسباب در آب گذاشته شود بواسطهٔ
ثقالت چیوه الابد بطور عمودی در آب قرار خواهد گرفت در این حالت
وزن آبی که از گذاردن آن اسباب در آب خالی میشود معلوم است
که مساویست

که مساویست بوزن خود آن اسباب اگر چنانچه آن اسباب در مایعی غیر از
آب گذاشته شود یا این است از حدیکه آب گرفته بود در آن مایع فرو رود
پایین تر میرود یا بالاتر می ایستد وکسافت آن مایع در این حالت کمتر یا بیشتر
از آب خالص خواهد بود فرض میکنیم وزن خود آن اسباب مساوی باشد
۱۰ گرام پس اندازهٔ مکعب مایع که بواسطهٔ گذاردن اسباب خالی میشود مساویست
به ده سانتیمتر مکعب از جهة انکه اندازهٔ مکعب آب از یک گرام مساویست
یک سانتیمتر مکعب هرگاه آن اسباب در میان جوهر گذارده شود
در جوهر فرو میرود دیگر یکه وزن جوهر خالی شده مساوی بشود ده گرام
چون اندازهٔ مکعب ده گرام جوهر لابد بیشتر باید باشد از اندازهٔ مکعب
ده گرام آب پس معلوم است که اسباب در جوهر بیشتر فرو خواهد رفت
از قدری که در آب فرو رفته بود و این تزاید بقدری نسبت باندازهٔ
مکعب اسباب است که در جوهر فرو رفته بود با اندازهٔ مکعب اسباب که در آب
فرو رفته بود و مثل کسافت این دو مایع است بیکدیگر در روی لولهٔ آن
اسباب نقطهٔ b علامتست از برای قدر فرو رفته شدهٔ آن اسباب
در حالتیکه در آب خالص گذاشته شود و در طرف دیگر لوله در مقابل

که عدد ۱۰۰ نوشته شده است چون اندازهٔ مکعب قدر فروررفته
شده بسبب در آب ده سانتیمتر مکعب بود بجهة قسمت نمودن آن لوله
بقسمت‌های کوچک میاید مابین هردو خط از لوله اندازهٔ مکعب او مساوی
باشد بیکدهم سانتیمتر مکعب که مساوی باشد به $\frac{1}{100}$ قسمت اندازهٔ
مکعب از لوله که در آب قرار میگرفت تا نقطهٔ ه در روی لوله در زیر عدد ۱۰۰
اعداد را از عشرات بطور نزول نوشته اند تا ۱۰ و از ۱۰۰ ببالا نیز همین
اعداد را با عشرات بطور صعود مینویسند مثل ۱۱۰ و ۱۲۰ و همچنین
مثال آرمتر در یک مایعی گذارده شود که تا درجهٔ ۸۰ در این مایع فرو برود
از اینجا می فهمیم که ۸۰ قسمت مکعب از این مایع مساوی است بصد قسمت
مکعب از آب پس کسافت آن مایع با کسافت آب نسبت دارد مثل
۱۰۰ به ۸۰ که مساویست ۱٫۲۵ = $\frac{100}{80}$ مثال دیگر اگر آرمتر در مایع
دیگری گذاشته شود که تا درجهٔ ۱۱۶ پائین برود پس کسافت این مایع نسبت
دارد بکسافت آب مثل نسبت ۱۱۶ به ۱۰۰ که مساوی است با ۰٫۸۶۲ = $\frac{100}{116}$

(۹۸) در فرنگستان بمجموع چوبهری میباشد که او را بزبان فرانسه
الکهل میگویند که در زندگانی دنیا مفید فائده و ثمر ثمر میباشد و معلوم است

که اثر و فایدهٔ او در تجانت و جوهریات در وقتیست که خالص بوده
مخلوط بچیز دیگری نباشد و این الکهل را بعضی از اوقات بواسطهٔ زیادتی
قیمت او آب مخلوط مینمایند لهذا کم فایده و ثمر میباشد و بجهة امتحان
خوبی و بدی او یعنی خالص بودن یا مخلوط بودن او سه باب آرمتر را
بکار میبریم باینطریق اولاً یک شیشه را که بلندتر از خود آرمتر باشد گرفته
از الکهل خالص پر میکنند و آرمتر را در میان آن شیشه گذارده بقدریکه
در الکهل فرو رفته است آن نقطه را در روی لوله نشان مطلقی میگذاریم و
در آن نشان صفر نوشته میشود دوباره آن شیشه را از یک الکهل دیگر
پر میکنیم که عشری از آن آب باشد باز بواسطهٔ آرمتر امتحان مینمائیم تا بنقطه
بنقطهٔ مطلق دیگری در الکهل فرو میرود و آن نقطه را در روی لوله ۱۰ مینویسیم
و همچنین از اقسام الکهل مخلوط بسم قسمت یا سی ام قسمت تا نودم قسمت
آب مخلوط داشته باشد بواسطهٔ آرمتر امتحان مینمائیم و نقاطی که آرمتر
در قسمهای الکهل فرو میرود در روی لوله در آن نقطه‌ها مثلاً اعداد ۲۰
و ۳۰ تا ۹۰ نوشته میشوند و پس از آن شیشه را از آب خالص پر نموده
آرمتر را در میان شیشه گذارده در آن نقطه که منتهای الیه فرو رفتن آرمتر است

در آب عدد ۱۰۰ نوشته میشود تقسیم نمودن لوله ۱۱ آر متر از قرار مذکوره
در شکل هفتاد و پنج مخطوط میشود مثال اگر چنانچه یک الکهلی از برای ما بیاورند
و او را امتحان نموده بقسمی که لوله ۱۱ آر متر تا درجه ۸۰ در او فرو برود آنوقت
میدانیم که این الکهل خالص نبوده و در صد قسمت ۸۰ قسمت از او آب بوده
پست قسمت الکهل میباشد و اگر چنانچه در یک الکهل دیگری ۱۱ آر متر گذارده
شود و تا درجه ۱۰ در او فرو برود معلوم میشود که در ۱۰۰ قسمت ۹۰ قسمت
او الکهل بوده ده قسمت او آب میباشد شوره که بجهه بکار بردن در بارود
لازم میشود چون بسیار از اوقات مخلوط با چیزهای دیگر مینماید نمیتوان
درست امتحان نمود لابد آن شوره را آب کرده آنچه خالص است در
دور ظرف قرار کرفته و آنچه چرم او ست در ته ظرف میماند و پس از آن
شورهٔ خالص را یک عشر یا دو عشر آب داخل نموده بواسطهٔ ۱۱ آر متر امتحان
مینمایند و طریقهٔ امتحان شوره در روی لولهٔ ۱۱ آر متر اعداد نوشته شده را
بعکس امتحان الکهل عمل میکنند باین طریق که در جای عدد ۱۰۰ صفر نوشته
و در جای صفر عدد ۱۰۰ نوشته میشود و در وقت امتحان لوله ۱۱ آر متر بر کاه
تا نقطهٔ ۱۰۰ در شوره فرو برود آن شوره بسیار خوب میباشد بلکه در صد قسمت

او هیچ آب نمیباشد و جمیعا شوره خالص است و اگر تا نقطهٔ صفر در آن
شوره فرو برود آن شوره زیاد بد بوده بلکه در صد قسمت او هیچ شوره نمیباشد
و جمیعا آب است

فصل پنجم

در آئیر و ستاتیک که معادله اجسام هوائی صفت می باشد

(۹۹) اولا لازم است بجهه دانستن قدر ثقالت و وزانت
هوا و تحقیق آن مطلب او اسطه کشتی هوائی که بزبان فرانسه بالون میکویند
میتوان نمود و این بالون را از پارچه ئی که در میان موم آب شده
مشمع نموده باشند می سازند و زیاد بزرک بودن بالون لازم است
همین قدر که بکپای مکعب اندازه داشته باشد کفایت می کند و بواسطهٔ
اسبابیکه بعد ذکر خواهد شد هوائی که در جوف بالون هست خارج
مینمایم و پس از خارج نمودن منفذ او را مسدود کرده که دوباره هوا
در جوف او داخل نشود و از کشیدن بالون در حالتیکه هوا در آن موجود است
و در حالتی که هوا از آن خارج شده است زبرای ما معلوم شده است
که وزن هوا هزار دفعه کمتر از وزن آب است یا انکه کسافت هوا $\frac{1}{1000}$ کسافت
آب میباشد اگر چنانچه یک لولهٔ چوبی را مجوف نموده جوف او را از هوا

خالی نمائیم و یک سر لوله را در آب بگذاریم آب بخودی خود در جوف
لوله بحرکت در آمده بلند خواهد شد و نهایت صعود آب در لوله بقدر
۳۲ پا میباشد که زیاده بر این بلند نمیشود و اگرچه بخواهیم بواسطه چنانچه
لوله خالی شده از هوا چیوه را در لوله بقاعده مذکوره بلند نمائیم
چون که کسافت چیوه ۱۴ دفعه بزرگتر است از کسافت آب لهذا قدر
صعود چیوه در لوله این میشود $\frac{۳۲}{۱۴} = ۲\frac{۴}{۸}$ و این ۲۸ پوس مثلاً البته
صعود چیوه است در یک لوله خالی شده از هوا از اینجا معلوم میشود
که قدر وزانت و ثقالت یک ستونی از هوا در روی زمین مساوی است
بثقالت و وزانت یک ستونی از آب که ارتفاع آن ۳۲ پا باشد
یا مساوی است بیک ستونی از چیوه که ارتفاع آن ۲۸ پوس باشد در
صورتی که قاعده از این سه ستون مساوی بیکدیگر باشند شکل هشتم
یک لولهٔ باریکی است که از شیشه ساخته شده است که ارتفاع او قدری
زیادتر از ۲۸ پوست و یک سر او بسته شده است اگرچنانچه بواسطه کشیدن
نفس هوای مندرجهٔ در جوف لوله را خالی نمائیم و سر کشاده او را در
ظرف چیوه بگذاریم آن چیوه در لوله تا نقطهٔ ر بلند خواهد شد که فاصلهٔ

ان نقطه

آن نقطه تا سطح چیوه مساویست به ۲۸ پوس که زیاده از آن بلند نمیشود
(۵۱) بواسطه ثقالت هوا در زوریکه در سطح آب میشود بواسطه خالی
نمودن لوله از هوا میتوان از چاهی که عمق آن زیاده از ۳۲
پا نباشد آب کشید بقسمی که در شکل هشتم و هفتاد و هشتم دیده میشود
و هریک از این دو اسباب مرکب از سه لوله می باشند که عبارت از
لولهٔ ر ه که در وقت ساختن در میان آب گذاشته می شود و یکی لولهٔ گ
که بجهة خالی نمودن هوا بواسطهٔ اسباب یکه در جوف او ساخته شده است
و یکی دیگر لولهٔ ه که از برای خارج شدن و ریختن آب بر روی زمین
میباشد و در این سه لوله سه دائیل که سر پوس باشد مقرر است که
یکی ر و یکی ح و یکی گ میباشند و بواسطهٔ اسباب ر که
ملصق بایک لولهٔ میباشد هوای مندرجهٔ در جوف لولهٔ گ را خارج
مینمائیم و بجهة خالی شدن هوا از لولهٔ گ آب از چاه میل بصعود نموده
داخل لولهٔ ر ه می شود و دائیل ر بواسطهٔ قوت آب باز شده آب داخل
لولهٔ گ میشود و همینکام پائین آمدن اسباب ر و دائیل ح باز شده
و آب از لولهٔ گ صعود نموده و دائیل گ را باز نموده آب داخل لوله

ر میشود و از لوله خارج شده در روی زمین می ریزد معلوم است
که فاصلهٔ سوراخ لوله ر که آب از او خارج می شود تا سطح آب زیاده
از ۳۲ پا نمی باشد زیرا اگر از ۳۲ پا زیادتر باشد آب از سوراخ
بیرون نمی ریزد

(۱۰۱) شکل هشتاد و نهم یک سیفون مجوفی را مینماید که بواسطهٔ او
میتوانیم هر قسم مایع واقعه در هر جور ظرفی را خالی نمود بانیطریق که هوای
داخله در آن سیفون را بواسطه کشیدن نفس خالی نموده پس از آن
سوراخ او را با انگشت محکم گرفته در میان آن مایع میگذاریم چون
هوائی در میان آن سیفون نیست بواسطه قوه فشارش هوای
خارجه در سطح مایع آن مایع میل بصعود نموده در آن سیفون بر خواهد
شد دوباره با انگشت سوراخ او را گرفته در خارج ظرف خالی
مینمائیم و بهمین قاعده هر قدر مایع در هر قسم ظرف باشد میتوان
خالی نمود شکل هشتاد و یکم یک لولهٔ ا ب ج د ه میباشد هرگاه
لوله کوچک او را در ظرف پر از مایع بگذاریم آن لوله تا سطح مایع
از آن مایع بر خواهد شد اگرچنانچه در ا گ بواسطهٔ نفس کشیدن

هوای داخله لوله را خالی نمائیم آنوقت تا یعنیکه در ظرف است بواسطهٔ فشارش
هوای خارجه داخل لوله شده بیرون آمده جاری خواهد شد مادامی
که مایع در انظرفست آن جریان باقی خواهد بود

(۱۰۲) شکل هشتاد و یکم یک سیفون است که بکار میبرند تجهه خالی نمودن
هوای داخله در یک ظرفی و همچنین تجهه جمع نمودن هوا در یک ظرفی هر قدر
که میخواهند و این سیفون مشتمل است از یک لوله با یک جسم گ که در میان
آن لوله بطور صعود و نزول حرکت می نماید و بواسطه یک پیچی که در او
مقرر است ظرفی را که میخواهیم کسافت هوای داخله او کم و زیاد شود
یکدیگر ملصق مینمائیم اولاً اگر بخواهیم کسافت هوای داخله ظرفی را کم نموده
یا آنکه هوای او را بالمره خارج نمائیم باین طریق عمل میکنیم و ا ش ل ح
را بسته و و ا ش ل ه ر را کشوده تا هوای ظرف ه ر بواسطهٔ قوه کشش
خود در لوله پر شود پس از آن جسم گ ر را بلند نموده و ا ش ل ه ر را بسته
از کشادن و ا ش ل ح و پائین آوردن جسم گ هوائی که در لوله داخل
شده است از سوراخ ح بیرون میرود از همین عمل هر قدر که بخواهیم
کسافت یک هوائی را کم نموده بلکه بالمره یک هوائی را خارج نمائیم

واکر برعکس که بخواهیم کسافت هوای یک ظرفی را زیاد نموده بلکه
دو دفعه یا سه دفعه یا زیادتر هوای او را سپفرائیم چنانچه در تفنگهای بادی
معمول است باین طریق عمل میکنند پس از ملصق نمودن آن آسباب بظرف
وامثیل b را بسته وجسم g را بلند می کنیم و بعد از آن وامثیل
e را بسته از پائین آوردن جسم g دکشودن وامثیل b هوائی
که در لوله جمع است در ظرف ac خواهد رفت بواسطه تکرار این عمل دو دفعه
یا سه دفعه یا هر قدر که بخواهیم کسافت یک هوا نیز امیتوان زیاد نمود

(۱۰۳) شکل هشتاد و یک آسبابی است که مخترع آن حکیم هرون
میباشد و آن از اینقرار است در ظرفی که تقریباً ثلث آن آب داشته
باشد بواسطه آسباب سابق الذکر هوا را هر چند دفعه که بخواهیم حبس نموده
پس از جمع نمودن هوا هر وقت که وامثیل او را باز نمائیم بواسطه
هوای محبوسه که در ظرف است فشارش بر سطح آب حاصل شده آب
بحرکت در آمده زیاد بلند خواهد شد شکل هشتاد و سیم یک آسباب است
که خاصیت او بیرون انداختن آب است باقوت زیاد و این آسباب
در فرنگستان زیاد بکار برده میشود بخصوص در اسلامبول که اکثر خانهای او

از چوب می باشد و هنگام آتش گرفتن خانها چاره بجهه خاموش
کردن آتش نمیباشد مگر بواسطه این آسباب و این آسباب مرکب است
از سه چیز که هر یک فی حد ذاته یک آسبابی میباشند و تای از آن
مثل آسبابیست که در بلند نمودن آب از چاه مذکور شده و یکی دیگر آسبابیست
که مخترع آن هرون میباشد بجهه جمع نمودن هوا در ظروف اختراع
شده است باین طریق یک صندوق بزرگی از آهن سفید ساخته شده
است و در جوف آن صندوق آن سه آسباب مذکوره قرار داده
شده است و هر قدر که میان صندوق خالیست آب پر مینماید
بقسمی که در میان آن سه آسباب هیچ آب نمیرود مگر از کشودن وامثیل
ab و e اگر چنانچه از یک سمتی مثلاً سمت راست جسم g را
در لوله c بلند نمائیم بواسطه خالی شدن لوله e از هوا وامثیل ab
از قوت آب بازشده آب در میان لوله e داخل میشود و هر وقت
که جسم g را پائین بیاوریم وامثیل c بواسطه فشارش آب از
هوای جامعه داخله در لوله c بازشده آب داخل ظرف ac میشود
واز ظرف چپ نیز همین عمل نموده میشود لو هر وقت از سمت راست این جسم

بلند بشود جسم طرف سمت چپ پایین می آید و هر وقت از سمت راست
پایین بیاید از سمت چپ بلند می شود و پس از پر شدن ظرف از آب
بواسطهٔ اعمال مذکوره هوائیکه در انظرف هست قوت بسطح آب نموده
آب از لولهٔ ح در نهایت قوت بلند می شود و در نقطهٔ ح یک لوله
بواسطهٔ نیچی محکم شده است که در وقت بلند شدن آب بهر سمت که بخواهیم
ان لوله را میگردانیم و آب باقوت خیلی زیاد بلند شده و زیاده
از حد متصاعد خواهد شد و این اسباب را در روی عراده قرار گذارده
اند و باد و اسب یا آبه اسب حرکت داده بهر سمت که میخواهند میبرند

(۱۵۴) شکل هشتاد و چهارم یک اسبابی است که مخترع او نیز حکیم
هرون میباشد و بجهة بلند شدن آب باقوت زیاد ساخته شده است و آن
باین طریق است یک بطری ب ح که تقریبا دو ثلث از آن آب ریخته شده
است و سر بطری را بواسطه یک چسبی خوب محکم نموده اند و در سر او بواسطه
دو سوراخ دو لوله از شیشه یا از آهن سفید مقرر شده است که یکی
لولهٔ ه ک که منتها الیه آن زیاد نازک و باریک میباشد و یکی لولهٔ نیچی
ک ح و یک شیشهٔ دیگری که مساوی بطری اولی است خالی از آب بوده

در منتها الیه لولهٔ نیچی ک ح بواسطهٔ یک سوراخی قرار داده شده است
بقسمی که زیاد محکم میباشد و یک لولهٔ دیگری نیز در شیشه بواسطهٔ سوراخ
دیگری قرار داده شده است که انتهای آن بعکس لولهٔ ه ک زیاده
کشاده میباشد مثل ح و هر وقت از اوقات که آب از دهن کشادهٔ
ح در شیشه ریخته شود هوائی که در شیشه است بواسطهٔ داخل شدن
آب جمع شده و مکان او شک میشود و میل بصعود مینماید چون از راه
کشاده بواسطه ریختن آب نمیتواند بیرون برود لهذا بالا رفته
در شیشهٔ ح جمع میشود و فشارش بر سطح آب داده آب داخل لولهٔ
ه ک شده میل بصعود نموده زیاد بلند خواهد شد

از لولهٔ ک ح

(۱۵۵) قاعده بجهة پیدا کردن اندازه از برای قدر قوت
اجسام هوائی هنگام قوت نمودن بجسم دیگر در شکل هشتاد و پنج و
هشتاد و شش دو شکل ه د و ک ح عبارت از دو وانیل می باشند
که بواسطه آن دو وانیل ظرفی که در او جسم هوائی میباشد بسته شده
است اگر چنانچه از برای ما معلوم بشود قدر قوت وزنی که این دو
وانیل سوراخ ظرف را مسدود می نمایند یا دانستن قدر سطح مربع

باب سیم

قاعده این دو دوائیل که رو بسمت اجسام هوائی داخله در ظرف
میباشند در اینصورت میتوانیم قوت لحظه که اجسام هوائی میل بصعود
مینمایند و میخواهند آن وزن را بلند نمایند معین نمائیم مثلاً فرض
میکنیم که وزن یک دوائیل ۱۰۰ کیلوگرام باشد و سطح قاعده مذکوره
مساوی باشد به ۲۵ سانتیمتر مربع پس بر هریک از سانتیمتر مربع
در وقت کشودن دوائیل آن جسم هوائی انقدر قوت مینماید
کیلوگرام $\frac{۱۰۰}{۲۵} = ۴$ چون میدانیم که قدر قوت هوا بر روی یک سانتیمتر
مربع این است ۳ دا پس قوت جسم هوائی داخله ظرف بر هر
سانتیمتر مربع از دوائیل این میشود $\frac{۳ \times ۲۵}{۴} = ۱۸۷$
اگر بخواهیم که وزن دوائیل با جسم هوائی در معادله واقع شوند قوت
لازمه جسم هوائی بجهة معادله با دوائیل این میشود $۱۸۷ + ۱۰۰$
بعلاوه قوت یک هوائی که در خارجست و بر روی دوائیل قوت مینماید
و این قسم از دوائیل بکار برده میشود اکثر اوقات در کشتیهای هوائی و کالسکه
های هوائی بجهة خاطر جمع بودن از ترکیدن ظرف بواسطهٔ قوت جسم
هوائی زیرا که هر وقت از اوقات که قوت جسم هوائی زیاد بشود

دوائیل را بلند نموده قدر زیاد شدهٔ آن جسم هوائی از ظرف
بیرون میرود

باب چهارم

کشتی هوائی از حرکت اجسام صلبه و ثقیله که بزبان فرانسه دینامیک
گفته میشود

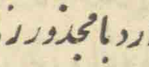
فصل اول

(۱۰۶) شکل هشتاد و هفت یک سطح منحرفی است که در فرهنگستان
نامیده میشود بسطح حکیم قالیله زیرا که این سطح از اختراعات آن حکیم شد
و اول کسیکه حرکت اجسام را در روی سطح منحرف امتحان نمود اگر فرض
شود که این سطح منحرف بطریق ناودانیست و عرضی گذاشته شود
و در این حالت اگر یک جسمی مثل گلوله در روی آن سطح بگذارند چونکه
مایل بهیچ سمتی نیست لهذا در مکان گذارده شده ساکن خواهد ماند
اگر فرض کنیم که آن ناودان بطور عمودی گذاشته شود در این حالت
گلوله گذارده شده بر روی او بطور عمودی پایین خواهد آمد با قوتی
که مساوی باشد بوزن خودش و اگر چنانچه آن ناودان قرار گذاشته
شود بقسمی که نه عرضی و نه عمودی بوده باشد بلکه منحرف گذاشته شود

کلوله گذارده شده بر روی او معلوم است میل بزیر نموده و حرکت
او متساوی السرعه خواهد بود و سرعت کلوله مساویست بحاصل ضرب
وزن کلوله باجیب زاویه سطح منحرف و هرقدر که سطح منحرف بیشتر
یا کمتر منحرف نشود در هر حالت حرکت کلوله متساوی السرعه خواهد بود
نقاوتی که مینماید این است که هرقدر زاویه از سطح منحرف کوچکتر
نشود سرعت کلوله کمتر نشود تا آنکه زاویه صفر شده سرعت کلوله نیز
صفر میشود اگر چنانچه این سطح منحرف منقسم شود بقسمتهای پویش الوقت
معلوم میشود که مسافت نسبت دارد با مجذور زمان شکل هشاد و شش
یک سبابیست که معلوم مینمائیم مسافت طی نموده جسم را در خط عمودی
بواسطه او و این سباب را اول کسی که اختراع نمود حکیم اتوود بود
بجهة امتحان نمودن حرکت عمودی اجسام اختراع نمود و این سباب
عبارتست از یک چوب که ارتفاع او شش تا هشت میباشد و قرار
گذارده شده است در روی قاعده مثلثی بطور عمودی و آنچوب را
منقسم نموده اند بقسمتهای پوس و در نقطهٔ بالا صفر نوشته و بعد از
آن ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و همچنین دو دختهٔ m و n که یحی میان

و یحی میان خالی میباشد در آن چوب قرار گذارده اند بطوری که آن
دو دختهٔ را میتوان در روی آنچوب حرکت بسمت بالا و زیر داد و در ابتدای
آنچوب یک قرقره قرار گذاشته اند که قطر او قدری بزرگتر از قطر ستون
میباشد و یک ریسمانی بدور قرقره پیچیده شده است که در دو انتهای
ریسمان وزن m و m را قرار گذارده اند معلوم است که
از این دو وزن هریک که کوتاه تر و بلند تر نشوند و در هر جا که باشند
لابد در معادله خواهند بود و اگر از یک سمت مثلا سمت راست
یکوزنی مثل وزن m بر وزن m ملصق نمایند آنوزن معلوم است
که حرکت بزیر نموده و واضح است که این حرکت زیاد بطیئه تر خواهد شد
از حرکتی که این جسم در خط عمودی بخودی خود می افتاد زیرا که وزن
m که باعث بر اینحرکت است میباید حرکت بدهد مادهٔ دو m بعلاوهٔ
m را فرض میکنیم که m مساوی باشد ۷ مثقال و m مساوی
باشد یک مثقال پس وزن یکمثقال که علت بر حرکت است میباید
بحرکت در آورد مادهٔ از پانزده مثقال را و این قسم حرکت بعینها
مثل حرکت افتادن جسم است در خط عمودی مگر آنکه این حرکت پانزده دفعه

بطیئه تر میشود از حرکت افتادن جسم بخودی خود و حال اگر یک جسم در خط
عمودی بخودی خود بیفتد در ثانیه اول پانزده پا مسافت طی مینماید و در
اینجا با این حرکت این مسافت را طی خواهد نمود $\frac{1}{15} = \frac{15}{15}$ و در مدت
یک ثانیه جسم با این قسم حرکت یکپا مسافت طی میکند و هر قدر وزن
m نسبت به m کوچک بشود حرکت جسم همان نسبت بطیئه تر خواهد
شد و اگر بخواهیم بواسطه این اسباب حرکت جسم تقسیمی بشود که در ثانیه
اول یک پوس مسافت طی کند در اینصورت وزن m و m
این باید باشد $\frac{2}{15} \times 12 = \frac{24}{180}$ پس اگر وزن m را $98\frac{1}{2}$
مثقال و وزن m را یک مثقال قرار بدهیم در اینحالت نیز حرکت
همان حرکت بطور عمودی خواهد بود ولی ۱۸۰ دفعه حرکت در این حالت
بطیئه تر میشود از حرکت عمودی جسم بخودی خود و در اینصورت جسم
در ثانیه اول یک پوس مسافت طی میکند در امتحان نمودن این قسم
حرکت بواسطه این اسباب و طریقه عمل او از اینقرار است که تخته میان
پر را در روی عددی مثلاً عدد چهار پوس گذارده و وزنی که میخواهیم
بسنجد در عدد صفر نگاه داشته پس از آن وزن را رها نموده الوزن

بحرکت در آمده بعد از مدت دو ثانیه بر تخته خواهد خورد اگر تخته میان
پر را مثلاً در عدد ۲۱۶ پوس بگذاریم آنوقت وزن از نقطه صفر بعد از
مدت شش ثانیه بر تخته خواهد خورد و از اینجا معلوم میشود که مسافت طی
نموده جسم در حرکت عمودی نسبت دارد با مجذور زمان و اگر وزن
m را یک شکلی بدهیم مثلاً باین شکل  هنگام حرکت
جسم بعد از رسیدن بتخته میان خالی وزن m برداشته میشود
و وزن m در حرکت باقی خواهد بود ولی بحرکت متساویه مثلاً فرض میکنیم
که تخته میان خالی در روی عدد ۱۶ پوس گذاشته شود و تخته پر در روی
عدد ۲۴ و وزن $m+m$ از نقطه صفر بحرکت در آمده بر تخته
میان خالی بعد از چهار ثانیه خواهد خورد و در روی تخته وزن m ماند
و وزن m بحرکت متساویه بحرکت آمده باشدی لحظه که وزن
$m+m$ بر تخته میان خالی برخورده بودند پس از تخته میان خالی
تا تخته میان پر طی کرده جسم در هر ثانیه مساوی خواهد بود

(۱۰۷) شکل هشتاد و نهم در قوت مرکز باید دانست که حرکت از تقاطع
حاصل میشود و این حالت لازم است که ملاحظه نمایند و فی الحقیقه

منظور آن است نمیتوان مسلم داشت که امتداد ثقالت با همهٔ نقاط سطح
زمین متوازی باشد و این همان حرکت است که ماه بدور زمین و سیارات
بدور آفتاب مینمایند فرض میکنیم که نقطهٔ a بواسطهٔ قوت مرکزیه بسمت
نقطهٔ m کشیده شده باشد و در ابتدای حرکت در امتداد ag عمود
بر am با یک قوت فوری تصادم نموده بهم برخورند بانبواسطه نقطهٔ a
نه در امتداد ag واقع میشود و نه در امتداد ac بلکه در امتداد ad
اتفاق میافتد که دیاگونال متوازی الاضلاع c ad a میباشد
وقتی که در یک زمان بسیار کوچکی مثلاً زمان t نقطهٔ a بواسطهٔ قوت
مرکزیه راه ac را طی کند و در همان زمان t بواسطهٔ برخوردن بقوت
دیگر مسافت ag را طی نماید نقطهٔ a بجهت تاثیر آن دو قوت راه ad
را طی میکند و در t زمان دیگر راه dg را طی مینماید و همچنین پس دایره
که نقطهٔ a طی کند یک کثیر الاضلاع منتظمه حاصل خواهد بود و چون از منه
t زیاد کوچک فرض شده اند مسافت طی شده یک دایره خواهد شد
بحسب طبیعت قوت مرکزیه دائم در اثر بست و جسم را بسمت خود میکشد
و قوت تصادم چون در مماس دایره واقع است باین واسطه معلوم

میشود

میشود راهی را که سیارات طی مینمایند دایره است که بالطبع متعلق است
برابطه فیما بین قوتهای حرکت قوتی که اجسام را بسمت مرکز میکشد آن را
قوت مایلهٔ بمرکز میگویند و قتی که این قوت در یک زمانی اثر میکند جسم از همان
زمان راه خود را در مماس با قوتی که مخصوص آن مماس است طی میکند و این موافق
مناسبتی که فی ما بین قوت مایلهٔ مرکز و قوت مماس هست سیارات در یک
دایره یا در یک خط بیضی حرکت میکنند حال میخواهیم بدانیم که قوت مایلهٔ
بمرکز چه قدر است و مقدار او را پیدا نمائیم بجهة فهمیدن این مطلب میگوییم که چون
دور کرهٔ ارض ۴۰۰۰۰۰۰۰ متر است که تقریباً ۴۰۰۰۰۰۰۰
وزع باشد لیکن چون نصف قطر دایرهٔ که قمر در حرکت خودش بدور ارض
طی مینماید شصت مرتبه از نصف قطر زمین بزرگتر است معلوم میشود که محیط دایره
که قمر در آن بدور زمین میگردد ۲۴۰۰۰۰۰۰۰ متر است و این دایره را
قمر در ۲۷ روز و ۷ ساعت و ۴۳ دقیقه طی میکند باین معنی که مدت
حرکت او بدور زمین در یک دوره ۳۹۳۴۳ دقیقه میشود پس حرکت
ماه در هر دقیقه این قدر میباشد $\frac{۲۴۰۰۰۰۰۰۰}{۳۹۳۴۳} = ۶۱۰۰۰$ متر مثلاً
در شکل نودم اگر gh قوس ۶۱۰۰۰ متر باشد که ماه در یک دقیقه طی مینماید

ac را می‌شود که قسر بواسطه قوت مایله بمرکز نسبت مرکز زمین حرکت میکند اگر قوت مماس از اثر دور بماند اگر قوس ab خط مستقیمی فرض شود خط ac را میتوان پیدا کرد و در این حالت در قوس ab تقریباً تقارب ac تقاوتی حاصل نخواهد شد پس چون مثلث abn قائم الزاویه است و چون میدانیم که $ab = ac \times an$ و $ab^2 = 61000$ متر لیکن $ac = \frac{ab^2}{an}$ و قطر دایره که قمر طی میکند مساوی است ۷۶۳۹۵۰۰۰۰ متر اگر این مقادیر را در مساوی بجای خودشان بگذاریم این حاصل می‌شود $ac = \frac{ab^2}{an} = \frac{61000^2}{7639500000} = 4\frac{9}{87}$ متر یعنی که ماه در یک دقیقه بسمت مرکز زمین ۸۷ $4\frac{9}{87}$ متر میل میکند ولی باید فهمید اثری که از این قوت حاصل می‌شود کدام است از برای این ما ثابت میکنیم این همان قوت است که باعث افتادن سنگ بطور عمودی بر روی سطح زمین می‌شود ثقالت از سطح زمین تا قمر اثر میکند ولی محققا هر قدر فاصله زیاد باشد اثر ثقالت کمتر می‌شود این تنقیص اثر ثقالت مثل اثر روشنائی نسبت معکوسی با مجذور فاصله‌ها دارد پس ثقالت در فاصله‌های دو سه سه مساوی و چهار مساوی و همچنین چهار مرتبه و نه مرتبه و شانزده

مرتبه ضعیف‌تر از اثر سطح زمین می‌شود پس در قمر $\frac{1}{3600}$ یا ۳۶۰۰ مرتبه اثر ثقالت ضعیف‌تر از اثر سطح زمین می‌شود بعلت اینکه بعد قمر از زمین بقدر ۶۰ نصف قطر زمین است راهیرا که یک جسم در حالت افتادن بطور عمودی بر روی زمین طی میکند چنانچه گفته شده است در ثانیه اول ۱۵ پا یا $4\frac{9}{87}$ متر میباشد پس قمر در یکثانیه میاید $\frac{4\frac{9}{87}}{(60)^2}$ متر بسمت زمین بیفتد پس در یک دقیقه که ۶۰ ثانیه باشد افتادن قمر بسمت زمین این می‌شود $\frac{4\frac{9}{87}}{(60)^2} \times (60)^2 = 4\frac{9}{87}$ متر از اینجا دیده می‌شود راهی را که قمر در یک دقیقه بسمت زمین طی میکند مساوی است براهی که یک جسم در ثانیه اول در نزدیکی سطح زمین بسمت زمین می‌افتد و این همان ثقالت است که شامل است بهمه اجسام در عالم و همه سیارات در حرکت خودشان بدور شمس بهمین دلیل بسمت مرکز شمس کشیده می‌شوند مثل سنگی که از یک بلندی بر روی سطح زمین بیفتد و این است قاعده که بحسب طبیعت در ثقالت عامه اثر دارد و حکیم نیوتون پیدا و معلوم نموده است و باین واسطه اسم خود را در عالم الحکمت و فضیلت مشتهر و معروف ساخته است

(۱۰۱) در قوت مایله بمرکز و قوت متبعده از مرکز شکل نودیکم در مثیالیه

یک ریسمان گلوله کوچکی در نقطهٔ m بسته شده است که بدور مرکز
c حرکت میکند از برای آن ریسمان همیشه یک تمددی هست که باشد
دوران گلوله زیاد میشود اگر یک وقتی ریسمان را ببرند گلوله حرکت
خود را در دایره نمیکند بلکه بعلت کسانقی که دارد از دایره دور شده
در امتداد یک مماس حرکت مینماید در اینجا آنچیزیکه باعث تمدد ریسمان
میشود آنرا قوت مبعدهٔ از مرکز مینامیدند لیکن چون از تمدد ریسمان در
مثال مذکور همان اثر بروز میکند که از قوت مایله بمرکز حاصل میشد ظاهر است
که قوت مبعده مساوی و مخالف قوت مایله بمرکز است و آنچه در باب
قوت مایله بمرکز گفته شد در قوت مبعده از مرکز نیز صادق می آید باین
معنی که قوت مبعده با بزرگی انصاف قطار دوایر زیاد میشود و با مجذور
فاصله ها بالنسبه معکوس دارند قوت مبعدهٔ از مرکز همیشه در یک حرکت
دوری بدور محور قائمی واقع میشود پس یک قوت مبعده با نیمی از قوت
در حرکت زمین بدور محور خودش هم وقوع دارد و حرکت دوری
زمین بدور خودش از برای جمیع نقاط سطح آن یک نهج است لیکن
چون همهٔ آن نقاط از محور دوران آن بالمساوی دور نمیشند معلوم

میشود که قوت مبعده از برای جمیع نقاط سطح آن یک نهج نیست و قوت
مبعده با زیادتی فاصلهٔ این نقطها از محور زمین زیاد می شود و همچنین
بواسطهٔ قرب بمحور کم میشود چنانچه در دو قطب بصفر میرسد و در خط استوا
منتهای بزرگی را حاصل میکند این قوت مبعده که در خط استوا منتهای
بزرگی و در دو قطب منتهای کوچکی را دارد مخالف ثقالت و باعث
تقلیل قوت ثقالت میشود بحساب و محاسبه در کمال سهولت میتوان قدر
حرکت دوری زمین را بدور محور خود معلوم نمود یعنی آن دورهٔ را
مشخص کرد که از قوت مبعده حاصل میشود و در روی خط استوا میتواند
ثقالت را منعدم سازد

(۱۰۹) شکل نود و دویم در شاقول یا رقاصیکه از برای تعیین وقت
است شاقول متعارفی عبارت است از یک گلوله سربی که در یک
نقطهٔ از ریسمانی مثلاً نقطهٔ g از ریسمان gh بند کرده باشند
اگر ریسمان را از امتداد طولی یا عمودی خارج نموده رها نمایند حرکت
دونوسان ریسمان در همان سطح طولی خواهد بود مثلاً اگر ریسمان را به gh
ببریم و بعد رها نمائیم گلوله قوس gh را طی می نماید ولی نقطهٔ g

باب چهارم

بایک شدی میرسد که در انجا توقف نموده از طرف دیگر نقطهٔ گ
تا بنقطهٔ گ حرکت میکند باینمعنی که تا بارتفاع نقطهٔ ره بالا میرود واز
انجا رجعت نموده قوس ره گ را طی مینماید وبهمین طریق نوسان
میکند وقتی که از نقطهٔ ره و نقطهٔ گ بنقطهٔ گ می قند شدی او زیاد
میشود پس این شدی در نقطهٔ گ از همه جا بیشتر است وهمچنین وقتی که بسمت
ره و گ بالا میرود و شدی رو بنقاص میگذارد و در ره و گ
صفر می شود زیرا که گلوله یا شاقول از برای یک مرتبه نوسان لازم
دارد قوس گ ره خواهد بود در نظر اول چنان بخاطر میرسد که شاقول
همین که بحرکت در آمد هرگز ساکن نخواهد شد بعلت اینکه پس از طی کردن
قوس گ ره میاید قوس ره گ را نیز طی کند لیکن این مطلب را حقیقت
واصلی نیست زیرا که مانش نقطهٔ علاقه که هر باشد با ایستادگی
هوا حرکت را رفته رفته بسکون تبدیل مینماید تفاوت ثقلی که
بتدریج در قوسهای طی شده با شاقول حاصل میشود بسیار جزئیست
لیکن نقشی است که حرکات شاقول از ابتدای نوسان اول تا وقتی
که شاقول ساکن میشود همیشه در یک زمان است

باب چهارم

(۱۱۰) در حرکات و نوسان شاقول ها و لاحرکات و نوسان قوس
نه بسته هست بوزن گلوله و نه داخلی بجنس گلوله دارد اگر گلوله از چوب
یا از آهن باشد مسافات و قوسهائی که در نوسانها طی میشود در زمنهٔ
متساویه خواهند بود ثانیاً زمان نوسان های کوچک شاقول بسته
به بزرگی نوسانهاییست مثلاً در زمانی که یک شاقول چهار یا پنج نوسان
نوسان میکند در همانقدر زمان یک تو از نوسان مینماید ثالثاً نسبت
ازمنهٔ نوسانهای دو شاقول متفاوت الطول با یکدیگر
مثل نسبت جذر طول آن شاقولهاست مثلاً اگر طول
سه شاقول ۱ و ۴ و ۹ پا باشد نسبت ازمنهٔ نوسان
انها با یکدیگر مثل نسبت ۱ و ۲ و ۳ خواهد بود

(۱۱۱) در قضیهٔ شاقول ثانیه و پیمودن ثقالت
با این شاقول از لوحهٔ ذیل جمله بعضی درجات عرضی
زمین طول یک شاقول ثانیه از قرار متر که واحد
اندازهٔ طول فرانسه هاست از برای ما حاصل
می شود.

باب چهارم

درجات عرضیه — طول شاقول ثانیه اقرار مسترفرانسه

بسمت جنوب	۳۲′	۵۱°	۰٫۹۹۹ ۴۱۲۹
بسمت جنوب	۵۲	۳۲	۰٫۹۹۹ ۲۵۱۸
بسمت جنوب	۲	۰	۰٫۹۹۹ ۰۹۵۸
بسمت شمال	۵۶	۱۷	۰٫۹۹۹ ۱۴۷۴
بسمت شمال	۴۳	۴۰	۰٫۹۹۹ ۳۱۶۹
بسمت شمال	۵۰	۴۸	۰٫۹۹۹ ۳۸۶۷
بسمت شمال	۳۱	۵۱	۰٫۹۹۹ ۴۱۲۴
بسمت شمال	۴۵	۶۰	۰٫۹۹۹ ۴۹۳۹
بسمت شمال	۴۰	۷۰	۰٫۹۹۹ ۵۵۴۱
بسمت شمال	۵۰	۷۹	۰٫۹۹۹ ۶۰۳۶

طول شاقول بادرجه عرضی زیاد میشود در زیر خط استوا مساویست ۴۳۹٫۲۰۷ خط پاریس طول شاقول ثانیه را از برای هر بلد میتوان پیدا کرد وقتی که این عدد را ۴۳۹٫۲۰۷ علاوه کنند باین عدد ۳۸۶٫۲ درحالتی که این عدد آخر ضرب شده باشد بمجذور جیب عرض آن بلد در زیر خط استوا طول شاقول چنانچه ذکر شد مساویست به ۴۳۹٫۲۰۷ در روی

دو قطب

دو قطب ۴۴۱٫۵۹۳ تفاوت فیمابین این دو عدد مساویست ۳۸۶٫۲ و این همان عدد است که گفتیم باید ضرب شود بمجذور جیب عرض بلد مثلاً یک شاقولی با یک طول مطلقی در روی خط استوا در یک روز ۸۶۴۰۰ نوسان میکرد و در زیر عرض بلد لندن در یک روز ۸۶۵۳۵ نوسان میکرد نسبت مجذور این دو عدد مثل نسبت ۱٫۰۰۳۱ : ۱ در روی دو بلد دیگر طول شاقولرا بهمین نسبت پیدا میکنند و همچنین وزن ثقالت زمین را یعنی یک تودهٔ که در زیر خط استوا و نزدیک مساوی ده هزار لیور باشد در روی عرض بلد لندن ده هزار و سی و یک لیور میشود یعنی سی و یک لیور علاوه میآید

(۱۱۲) در مقدار حرکت حاصل ضرب تودهٔ یک جسم را باشدی مقدار حرکت میسازند وقتی که یک جسم بوزن ۲۰ لیور باشدی سه پا حرکت بکند مقدار حرکت ۶۰ میشود و همچنین یک جسمی که بوزن ۶ لیور باشد و باشدی ۱۰ پا حرکت کند مقدار حرکت باز ۶۰ میشود بواسطهٔ اینکه میتوان فقط جنس حرکت را تغییر داد بدون اینکه بتوان مقدار حرکت را اندکی علاوه نمود مثلاً وقتی که باز دی بار خیز وزن باشد قوت زنده

باب چهارم

از برای بالا کشیدن چهارم قسمت وزن خواهد بود ولیکن زمانی که از برای این حرکت لازم است چهار مرتبه بزرگتر از حالتی خواهد بود که هر دو با روی یا بار چرخ مساوی باشند

(۱۱۳) در مصادمه وقتی که یک جسم متحرک با جسم ساکنی که مانع از برای حرکت ندارد تصادم کند یک جزء از حرکت خود را بآن جسم ساکن میدهد و توسط این تصادم از برای مقدار حرکت تغییری حاصل میشود مثلاً وقتی که توده جسم ساکن مساوی باشد به توده جسم متحرک شده حرکت بعد از تصادم تحقیق نصف آنچه که بوده است میشود بعلت این که توده متحرکه دو مساوی آنچه که بوده است میشود از اینجا دیده میشود که از برای پیدا کردن دوران شدی قبل از تصادم باشدی بعد از تصادم عملی نباید کرد جز از تقسیم نمودن توده جسم متحرک را به توده های هر دو جسم یعنی توده جسم متحرک و ساکن مثلاً یک کلوله سربی بوزن $\frac{1}{20}$ لیور با یک ثقلی شدی ۱۳۰۰ پا بجانب یک کلوله بوزن ۴۸ لیور که با یا نسبت آویخته شده است بشدازند بعد از تصادم کلوله اول شدی مشترکه نسبت خواهد داشت با شدی ۱۳۰۰ مثل نسبت $\frac{1}{20}$ به $\frac{1}{20}+48$

یا مثل

یا مثل نسبت ۱ به ۹۶۱ خواهد بود یا بمعنی که آن شدی زیاده از $\frac{1300}{961}$ یا $\frac{1}{3}$ پا در یک ثانیه نخواهد بود وقتی که این کلوله یک قنه بسیار سنگینی انداخته شود با یک جزء از حرکت خودش را با آن سنگ میدهد ولی شدی آن حرکت زیاد کم خواهد بود در حالتی که آن سنگ بوزن ۵۰۰ لیور باشد شدی مشترکه بعد از تصادم نسبت خواهد داشت با مثل ۱۳۰۰ مثل نسبت $\frac{1}{20}$ به $\frac{1}{20}+500$ یا آنکه شدی در یک ثانیه یک پوس خواهد بود ولیکن قوت مالش در زمان قلیلی این حرکت را که کم کم در همه اجزاء سنگ منتشر میشود منعدم می سازد از اینجا معلوم میشود که حرکت یک جسم بعد از تصادم بجسم دیگر قدری بجسم صدمه خورده حلول میکند ولی منعدم نمیشود وقتی که یک جسم بسیار کوچکی با جسم بسیار بزرگی مصادمه نماید چنان بنظر می آید که حرکت جسم کوچک منعدم میشود لیکن حرکت را انعدام حاصل نمیشود بلکه بعد از تصادم حلول با جزاء جسم بزرگ نموده بواسطه قوت مالش تمام میشود یک جسمی که ساکن است نمیتواند باعث انعدام حرکت بشود بلکه از برای انعدام هر حرکت حرکت دیگر لازم است

(۱۱۴) درشاقول مادی شاقول مادی را اغلب در درست کردن ساعتهای زنگی بزرگ بکار میبرند در هر ساعت زنگ یکقوت متصاعدهٔ جهت احداث حرکت هست و این قوت متصاعده در ساعتهای زنگ که شاقول دارند از اوزانی که از یک رلیسمان آویخته شده اند و یک سر ریسمان را بواسطهٔ مستدیری پیچیده اند حاصل میشود چنانچه در شکل نود و سه دیده میشود محور این بواسطهٔ مستدیر بواسطهٔ وزنی که از او آویخته شده است دوران میکند و بنابواسطهٔ جمیع الآت ساعت زنگ بحرکت درمی آید لیکن چون این حرکت بواسطهٔ متساوی السرعه بودن منتظمه نخواهد بود پیاید این حرکت را بواسطهٔ شاقول که منتظماً دندانه های چرخ را نگاه میدارد و حرکت را منتظم میکند ساخت و بقاعده در آورد تا حرکت منتظمه شود

(۱۱۵) در موانع حرکت از همه موانع حرکت بزرگتر و عظیم تر مانعی که هست قوت مالش است از برای لغزاندن یک جسم از روی متوسطی را در روی یک سطح عرضی یکقوت زیادی کمی لازم است تا بتوان ایستادگی قوت مالش را مغلوب ساخت در حالتی که سطح لغزش مثل سطح قاعدهٔ جسمی که میلغزد نخت و صاف باشد بانیمعنی که مهره کشیده باشد اگرچه این

چیزیست که در عالم طبیعت نمیتواند یافت شد لیکن اگر بالفرض یافت شود آنوقت قوت بسیار کمی میتواند وزن بسیار سنگینی را بحرکت در آورد و همین که آن وزن بحرکت در آمد لاینقطع در حرکت متساویه خواهد بود

(۱۱۶) شکل نود و چهار وجود قوت مالش محققا بواسطهٔ ارتفاعاتیست اجسام لغزنده را اگرچه آن ارتفاعات بسیار کوچک باشد این ارتفاعات در کودیهای زمین یا بر روی سطحی که جسم در او میلغزد داخل شده موجب ممانعت حرکت میشوند از برای غلبه بر مالش میباید موافق سطح منحنی یک قوتی را بکار برد که یک جزء از جسم متحرک باشد عدد دیگه از نسبت این قوت مالش با وزن از برای ما حاصل میشود از اینکه گوئی فیسیان مالش میماند این گوئی فیسیان بالطبع متعلق نیست مگر بجنس سطحی که خود را میمالد و ابزار نمیتوان پیدا کرد مگر بتجربه و امتحان مثلا اگر بخواهند در روی سطح عرضی از آهن بگویند زیرا که صدلیور است و قاعدهٔ سطحش نیز از آهن است بلغزانند مثل راههای آهن که کالسکه ها در آنها حرکت می کنند یکقوتی که مساوی

۷ و ۲۷ لیور باشد لازم است تا احداث حرکتی بشود یا یک

قوتی لازم میشود که یک جسم بوزن ۷ و ۲۷ لیور را بطور عمودی

بلند گند پس از اینجا معلوم میشود که مالش آهن با آهن ۰٫۲۷۷ از برای صد میباشد پس کوفی فیسیان مالش در اینحالت مساویست باین

$$\frac{27{,}7}{100} = ۰٫۲۷۷$$

(۱۱۷) شکل نود و پنج از برای پیدا کردن کوفی فیسیانهای اجسام مختلفه سطح منحرف الشکل نود و پنج مینماید بکار میبرند باینطریق که سطح R S را اول مسطح و بطور عرضی میگذارند در حالتیکه آن سطح از چوب بلوط فرض شده باشد بر روی آن سطح یک جسم از چوب بلوط میگذارند که قاعده اش بسیار صاف و ورنیش مثلاً هزار گرام باشد بر جسمی که در روی سطح قرار گذاشته شده است ریسمانی متعلق است که از روی قرقره کوچکی میگذرد و در انتهای آن یک کفه سبکی قرار گذاشته شده است در میان آن کفه می باید ۴۱۸ گرام وزن گذاشت که از برای جسم حرکتی حاصل شود و بتوان قوت مالش را مغلوب ساخت پس از اینجا مغلوب میشود که کوفی فیسیان مالش چوب بلوط بر روی چوب بلوط مساوی است $۰٫۴۱۸ = \frac{418}{1000}$ از تبدیل جنس سطح و جنس وزن میتوان کوفی فیسیان مالش همه اجسام را پیدا کرد از لوحه مفصله ذیل کوفی فیسیان مالش اجسام را که بیشتر متداولند میتوان فهمید

مالش

مالش آهن بر آهن	۰٫۲۷۷
مالش آهن بر برنج	۰٫۲۶۳
مالش آهن بر مس	۰٫۱۷۰
مالش چوب بلوط بر چوب بلوط	۰٫۴۱۸
مالش چوب بلوط بر چوب پیناستر	۰٫۶۶۷
مالش چوب پیناستر بر چوب پیناستر	۰٫۵۶۲

بواسطه چرب مای چوب میتوان تقلیل در قوت مالش داد بهترین چربها برای معادن آوها نند و از برای چوب ما پیه نسبت است از فقرات مذکوره فوق دیده می شود که نسبت مالش همیشه با وزن میباشد در تجربه که ذکر شد اگر یک وزن دو هزار گرام را بکار ببرند خواهند دید که ۸۳۶ گرام وزن جهت احداث حرکت لازم خواهد شد پس بزرگی سطوح مالنده را هیچ اثری در بزرگی مالش نمیباشد و مالش بر دو قسم است که یکی مالش لغزنده است و یکی مالش غلطنده مالش اول در همه حالاتیکه یک جسم در سطح عرضی یا منحنی حرکت کند وجود دارد و همچنین در چرخیکه بدور محور خود در نقطه قائمه حرکت کند موجود است مثلاً مالش پیوا یک

اسطوانهٔ مستدیری که بواسطه آن وزنی را بلند می نمایند چنانچه در شکل ۶۰ دیده میشود اثر این بالش در پیو مجتمعاً مساوی وزنی است که از ریسمان او آویخته شده و بدور سطوانه مستدیر پیچیده شده است وزن آن اسطوانه مستدیر باهمه آن چیزهائیکه در روی او موجود است مساوی است مثلاً ۷۵ لیور و وزنی را که نخواهند بلند کنند مساوی باشد ۱۰۰ لیور پس قوتیکه در محیط چرخ بکار برده میشود ۲۵ لیور خواهد بود وزن همه یا فشارش پیوهای اسطوانه در جای خودشان مساوی میشود به این عدد

۲۰۰ لیور = ۱۰۰ + ۲۵ + ۷۵ در حالتی که پیوها از آهن و جای آنها از برنج باشد ایستاده کی بالش در دایرهٔ پیوها مساوی میشود ۳ و ۲۶ از برای صد اثر بالش را تغییری حاصل نمیشود اگر چنانچه ریسمانی از پیو او آویخته وزنی را که اسطوانه مستدیر بالا می کشیدند از پیو بکشند وقتی که از این ریسمان وزن ۶ و ۵۲ = ۰ و ۲۶۳ × ۲۰۰ لیور او آویخته شده باشد قوتی که در روی محیط چرخ بکار برده میشود بعلت این بالش تقدر ۶ و ۵۲ / ۵ با ۵ و ۱۰ لیور بزرگتر می شود و این در حالتیست که قطر پیو ۱/۵ قطر اسطوانه مستدیر فرض شده باشد در مثال مذکور تقریباً از

از برای هر صد از قوت بکار برده شده ده لازم است تا بتوان بالش را مغلوب ساخت بالش غلطنده در همه حالاتیکه یک جسم مدور شکل کره و اسطوانه مستدیر و امثال آنها در روی یک سطحی غلطند وجود دارد ایستاده کی بالش غلطنده خیلی کمتر از ایستاده کی بالش لغزنده است مثلا در یک کالسکه بالش غلطنده در محیط چرخ کالسکه وجود دارد و در محور آن چرخ بالش لغزنده موجود است و هر دوی این بالش ها کم می شوند اگر قطر چرخ را بزرگ نمایند

(۱۱۸) در رجحان عمل و اثر بالش تا بحال قوت بالش را مثل یک ایستاده کی از برای حرکت ملاحظه میکردیم ولیکن در غلب حالات قوت بالش بقدری بکار می آید که بدون او نمیتوانیم موجود بود بدون قوت بالش نمیتوانیم نه راه رفت و نه در سر پا ایستاد و همچنین نمیتوانیم چیزی در دست نگاه داشت و هیچ منج و هیچ نمیتوانست چیزی را محکم نگاه داشت و همچنین رد شرعاده ها و اسباب بها و امثال آنها در روی سطح زمین بسبب قوت بالش است

فصل دویم

در هیدرودینامیک

و آن از رودینامیک که عبارت از قوه متحرکه اجسام سیاله و قوه متحرکه

اجسام هوائی الصفت باشند

(۱۱۹) شدی جریان آبهای یکظرف بزرگ یا کوچک از سوراخی که جهة جریان در آن تعبیه شده است مساویست با ثری یک جسمی که از ارتفاع سطح آن آب تا سوراخ جریان پیدا از اینجا فهمیده میشود که اولاً شدی جریان بسبب تجنس مایع نیست بلکه بسبب است بعمق سوراخی که در سطح آن مایع تعبیه شده است زیرا برای دو ارتفاع مساوی از دو سیال مثلاً از برای آب و از برای زیبق شدی جریان هر دو یکی خواهد بود اگرچه محقق است که هر سطح از چوبه ۱۳۶ مرتبه زیادتر از سطح آب فشرده میشود ولیکن تودهٔ یک جزء لایتجزای چوبه که جاری شده است ۱۳۶ مرتبه بزرگتر است از جزء لایتجزای آب پس شدی جریان با جذر ارتفاعی که از سوراخ جریان تا سطح آب است متناسب میباشد از یک سوراخی که ۱۰۰ سانتیمتر زیر سطح آب باشد جریان آب بایک شدی خواهد بود که ده مرتبه بزرگتر باشد از حالتی که آن سوراخ جریان فقط یک سانتیمتر در زیر سطح آب یا مایع دیگر باشد

(۱۲۰) از برای پیدا کردن شدی جریان بواسطهٔ تجربه یا آپیر املاحظه

می کنند که بطور عمودی از یک فواره ریخته میشود یا آپیر اکه بطور عرضی از سوراخ ظرفی جاری میشود حالت اول مشکل تر است وقتی که آب از سوراخ ○ بایک شدی بالا برود که متعلق باشد بشدی آبی که از سطح فوقانی ظرف تا سوراخ ○ بیفتد فوراً آن آب بپاید از خارج ظرف تا بارتفاع سطح آب در ظرف برسد بواسطهٔ تجربه معلوم شده است که این ارتفاع متعلق است به ۹ ره ارتفاع آب در ظرف و اگر ارتفاع ظرف ده دیمتر باشد از آن بواسطهٔ ایستادگی هوا و همچنین بواسطهٔ مالش اجزای لایتجزای آب که در حالت فوران عمودی آب بر روی یکدیگر واقع اند منعدم میشود حالت دویم مشکل تر است از یک فوارهٔ که آب بطور عرضی جاری باشد یک خط پارابول احداث میشود که شکل آن بسبب است بشدی جریان آن هر قدر سوراخ فوارهٔ پایین تر از سطح آب باشد شدی جریان زیادتر شده و وسعت پارابول نیز زیادتر میشود مثلاً از یک ارتفاعی که ۲۴ پا می باشد در هر ثانیه یک تودهٔ آب بوزن ۸۰۰ لیور میریزد اثر این آب ریخته شده میتواند ۱۹۲۰۰ = ۲۴ × ۸۰۰ بامعنی که بواسطهٔ این قوت همان اثر را میتوان

احداث نمود که یک وزن ۱۹۲۵۰ لیور را در ثانیه بار تفاع بلند
کنند فرض نمیکنیم که اسبی با یک قوت و شدی متوسطی کار میکند و میتواند
در یک ثانیه توده را که بوزن ۱۰۰ لیور است بار تفاع ۴ پا بلند کند
در اینجا از برای اثر آبی که می افتد ۴۸ قوت اسب حاصل خواهد شد
(۱۲۱) میخواهیم ملاحظه نمائیم که چگونه میباید بکار برد مشهی بزرگی مطلقه اثر
از یک ریزش آب را و این مشهی بزرگی اثر را ما فرض مینمائیم از برای
بکار بردن مومان چرثقالی از یک ریزش آب بعضی چرخها بکار میبرند
که بواسطه آب میگردند و این گردش بسبب آن است که آب بمحیط
دایره آنها تصادم نموده باعث گردش آنها میشود و همچنین از قوت
فشارش آب نیز دوران مینمایند چرخهای متعارفی که اغلب بکار برده
می شوند در یک سطح عمودی بدور محور عرضی دوران مینمایند و سه
قسم چرخ عمودی متداول شده است که یکی چرخ پره دار است
دیگی چرخ حقه دار و یکی چرخی که مرکب است از پره و حقه در جنس اول پره ها
عمودند بر محیط دایره چرخ پره هائیکه پایین تر واقع شده اند در وقت
حرکت با آب فرو میروند و شدی چریان آب باعث حرکت آنها

میشود و آب در حالت جریان یک حرکتی بچرخ میدهد و یک شدی
در آن حرکت هست که کاهی بزرگ میشود و کاهی کوچک وقتی که بخواهیم
شدی حرکت چرخ مساوی شدی جریان آب باشد میباید از برای
چرخ در اینحالت هیچ ایستادگی در مقابل حرکت نباشد پس نمیباید که چرخ
باری داشته باشد که موجب ایستادگی او شود و از برای چرخ در همچه
حالت هیچ اثر چرثقالی نخواهد بود و اثر مساوی صفر خواهد شد و همچنین
اگر چرخ را قدری بار کنند که تصادم آب پره های چرخ شوانید چرخ را
بحرکت در آورد باز اثر چرثقالی چرخ صفر خواهد شد از این جا معلوم
می شود که شدی چرخ در وقتیکه میخواهیم آنچرخ ما اثر اثری بشود نمیتواند
بیشتر از نصف شدی ریزش آب باشد بواسطه تجربه معلوم شده است
که این شدی چرخ باز کمتر از نصف شدی ریزش آب است و میتوان
همیشه بدون غلط و خبط مساوی ۳/۵ دانست این چرخهای
دار را همیشه در جائی که آب عمیق یافت میشود بکار میبرند و همچنین
در جائیکه یک ریزش آبی باشد و ارتفاع ریزش زیاد نباشد
باز چرخ پره دار بکار میبرند قسم دویم را که چرخ حقه دار باشد

در جاهائیکه آب بسیاری نباشد و یا ارتفاع ریزش آب بسیار باشد
بکار میبرند آب از آن بلندی که دارد بر روی محیط دایرهٔ چرخ و بمیان
حقه هائی که در محیط دایره تعبیه شده اند ریخته و چرخ را بواسطهٔ وزن
خود و تصادم بگردش درمی آورد در هنگام گردش حقه هائیکه پر از آب
سر از یر شده و خالی میشوند اثریکه از این چرخها حاصل میشود نسبت باثر
ریزش آب در مثلی بزرگی اثر مطلقه از برای هر صد ۷۵ است یعنی
که در این چرخها در هر صد ۲۵ کمتر از ریزش آب است جنس نسبی فی مابین
این دو چرخ است و اثرش نیز فی مابین اثر این دو تا است اگر جائی باشد
که رود خانه آبی از آنجا بگذرد و لیکن سطح آب در کودی واقع شده باشد
بخواهند آب را از رود خانه بالا آورده جاری نمایند از چرخهای
حقه دار در آنجا بکار میبرند و تفاوت این چرخهای حقه دار با چرخهائیکه
مذکور شد این است که در آنجا حقه ها در توی محیط چرخ تعبیه شده بود و
در وقت گردش آبی که بحقه ها ریخته بود سر از یر شده خالی می شد و در
این چرخها حقه ها بر روی محیط دایرهٔ چرخ تعبیه شده اند که در وقت
چرخیدن آب را از رود خانه برداشته ببری که از برای جریان آب

ساخته شده است میریزند و آب در کنار رود خانه جاری می شود
با یک چرخ عمودی میتوان چند چرخ غرضی را بحرکت در آورد و همچنین با یک
چرخ غرضی میتوان چندین چرخ عمودی را متحرک ساخت ولی باید تقسیمی
کار کذ شته شود که دندانها یا پره های چرخ عمودی به پره های چرخ غرضی بهم
بخورند تا باعث حرکت هم شوند

(۱۲۲) در کاریکه قسمی است از انجار و نوعیست از اجسام هوائی اگر کار
را در ظرفی که در او سوراخی نیز باشد حبس نمایند کار از آن سوراخ در حالتی
که زیاده از هوای متعارفی فشرده شده باشد بیرون میرود. قواعد جریان
کار از طرف موافق قانونیست که از برای جریان اجسام سیاله چنان شد
اسبابهائی که مخصوص اند از برای جریان دائمی کار آنها را کار دوتر
مینامند یعنی میزان بیرون کار یا انجار شکل بود نه نمونه کار دوتر لیست
که در عمل خانهای شیمیا بکار برده میشود همه یک سطوانه ایستد یر لیست از
آهن سفید که تقریباً ارتفاع آن ۱۶ یا ۱۸ پوس است و قطرش ۱۰
یا ۱۲ پوس است سر پوش بالای آن اندکی محدب است یک سطوانه ایستد یر
دیگر که B باشد و بالایش باز بوده سر پوشی نداشته باشد و ارتفاعش

ثلث ارتفاع اسطوانهٔ ﻫ باشد بواسطهٔ سه پایه در روی سرپوش اسطوانهٔ
ﻫ قرار دارد از اسطوانهٔ بالائی بواسطه دو لوله با اسطوانه زیری راه است
که یکی از آنها که ﮒ باشد درست در وسط سرپوش واقع است و لولهٔ دیگر که
ﻫ باشد تقریبا تا ته اسطوانهٔ ﻫ کشیده میشود در هر دو لوله یک کلید یا وا مثل
قرار گذاشته اند که بواسطهٔ آنها میتوان راه فیمابین دو اسطوانه را گشود
یا بست در نزدیکی ﻫ یک لولهٔ کوتاه عرضی که هم بواسطهٔ یک واشل بسته است
و در دهنهٔ آن جای پیچی هست بجهة تعبیه کردن لوله دیگر از برای نقل کردن
کاز از این اسطوانهٔ ﻫ بظرف دیگر یا بچه مصرف رساندن آن کاز در
نزدیکی ته اسطوانهٔ ﻫ یک سوراخ دیگری هست که ﮐ باشد و در همین پشت
بالاست و هر وقت که لازم باشد بواسطهٔ یک پیچ محکمی میتوان بست
وقتی که بخواهند این اسطوانه منتدیر را که اسطوانهٔ ﻫ باشد مملو از کاز نمایند
میباید اول بطریقی که ذکر میشود پر از آب کنند و آن طریقه این است که
اول سوراخ ﮐ را می بندند و واشل های ثلاثه را کشاده آب را
در اسطوانهٔ B میریزند و آب از آنجا باسطوانهٔ ﻫ داخل شده بقدری
پر میشود که از سوراخ e جاری میگردد همین که از آنجا جاری شد واشل

ﻫ را می بندند

e را می بندند تقریبا هوائی که بعد از ریختن آب در اسطوانهٔ ﻫ یافت
میشود از لولهٔ ﮒ بیرون میرود بعد لوله های ﮒ و ﮐ را محکم بسته سوراخ
ﮐ را می گشایند در این حالت آب اسطوانهٔ ﻫ از این سوراخ میتواند
بیرون بریزد زیرا که هوا راه دخولی در آنجا نیست لیکن وقتی که در سوراخ
ﮐ یک لولهٔ نی پیچی تعبیه نمایند که سر دیگر آن وصل بظرفی که کاز در آنجا جمع
یا منبعی که کاز را در آنجا ساخته اند نمایند آنوقت آب اسطوانهٔ ﻫ از دو
اطراف لولهٔ مذکور شروع بجریان مینماید و کار علی الاتصال از آن لوله
داخل اسطوانهٔ ﻫ شده در بالای آب قرار میگیرد و بهمین طریق عمل مینمایند
تا اسطوانهٔ مذکوره مملو از کاز شود و اگر بخواهند بفهمند که اسطوانه تا کجا پر
از کاز شده است واشل آن تا کجا خالی گردیده است بواسطهٔ لولهٔ ﮒ
که از شیشه ساخته اند و از بالا و پایین با اسطوانه وصل است و قسمی است
که آب در اسطوانهٔ ﻫ بهر ارتفاعی که باشد در لولهٔ ﮒ نیز بهمان ارتفاع
خواهد بود وقتی که اسطوانهٔ ﻫ را پر از کاز نمودند سوراخ ﮐ را بسته
واشل لولهٔ ﮐ را می گشایند و گر واشل e را بگشایند بجهة حالتی است
که بخواهند کاز را بظرف دیگری که میخواهند بایک شدی که متعلق است

بشمارش ستون آبی که در لوله ده هست تعلل نماید

(۱۴۳) دردم شکل صد نمونه دمی است که در عمل نمایش پمپ تلمبه

وآبنگر خانه بکار میرود چون بادهای متعارفی نمیتوانیم یک جریان لا

ینقطعی از هوا تحصیل نمائیم میباید یک دمی مثل شکل صد و یک ترتیب بدهیم

این دم مرکب است از دو قطعه که یکی قطعه ده و دیگی قطعه گ باشد

وقتی که قطعه ده پر از هوا شد و بواسطهٔ اوزان چند یاقوت مرد

هوای محبوسه در او فشرده شد نمیتواند خارج نشود مگر از سوراخ ث

بعلت اینکه دامثیلهای قطعه ده و گ فوراً وقتی که هوا در قطعه ده

زیاد تر از قطعه گ فشرده شد بسته می شود و مری از برای خروج هوا

جز مجرای باقی نمی ماند ولابد از آنجا خارج میشود وقتی که قاعدهٔ قطعه گ

را بلند کنند هوای واقعه در قطعه گ دامثیلی را که متصل ست بقطعه

ده گشوده داخل آن قطعه میشود و از پایین آوردن قطعه گ مردود دامثیلهای

ده و گ بسته می شوند دامثیلی که متصل ست بهوا از خارج دم وصل

است بقطعه گ باز میشود و قطعه گ مجدداً پر از هوا شده بحرکتی که بدم

میدهند داخل ده شده بلا انقطع و بلا فاصله از سوراخ ث باش میرسد

تمه

بسم الله الرحمن الرحیم

مقدمه علم حکمه طبیعی که در اصطلاح حکمای فرانسه علم فیزیک مصطلح شده
است منقسم بر دو قسمت است یکی جر اثقال متعلق بحکمت طبیعی است
و یکی مواد غیر ممکن الموازنه است قسمت اول در علم جر اثقال دیده شده است
زیرا که جر اثقال حکمه طبیعی باجر اثقال معروف نه بطوری مخلوط است که نتوان
از هم جدا نمود قسمت ثانی که غیر ممکن الموازنه باشد شعبه ایست از حکمه طبیعی که
در بیان تفصیلات آن خواهیم کوشید و نظر باینکه چهار ماده غیر ممکن المیزان
هست این رساله مرکب از چهار باب خواهد شد بطوریکه هریک از آن
بابها مقاله مخصوصی خواهند بود که از برای معرفه هریک از مقالات
محتاج بدانستن مقاله سابقی نخواهند بود با اینمعنی که هریک از آنها را
تعلقی و ربطی بدیگری نیست و هریک از آنها مرکب از مطالبی هستند که
تفصیلشان دخل بیکدیگر ندارد اعتقاد مؤلف آنست که این شعبه از حکمت

طبیعی

طبیعی که در این رساله ترجمه میشود نه تنها از برای اشخاصی لازم است
که میخواهند در علوم معرفتی داشته باشند بلکه لازم است دانستن
آن از برای تحصیل علم شیمیا که فواید آن عموما از برای زندگانی
ما تا چه پایه اهم و الزم است و ما را پا پا هدایت میکند بمعرفه چیزها یکه
بدون دانستن آن همیشه در پرده بوده نامعلوم می ماندند

فهرست مواد یکه در این ابواب اربعه از آنها گفتگو خواهد شد

باب اول در نور که مشتمل بر یکمقدمه و چهار فصل است

فصل اول در انعکاس ضوء فصل ثانی در تقاطع شعاع که عبارت از
تغییر امتداد ضوء شعاع باشد در وقتی که منحرف از وسط های مختلفه بگذرد

فصل ثالث در تجزیه نور پیض فصل رابع در تفصیل بصر و آلات
و اسباب متعلقه بمناظر و مرایا

باب دویم در مقناطیس

باب سیم مشتمل است بر دو فصل

فصل اول در قوه جذب یا رد اجسام که آنرا بزبان فرانسه الکتریسیته میگویند

فصل ثانی در قوه جذب یا رد مقناطیسیه که بفرانسه الکترومیغ نسیم میگویند

باب اوّل

باب چهارم در مبحث حرارت

باب اوّل در نور

مقدمه (۱) از ملاحظات ومطالعات متعارفی یومیه فهمیده میشود که یک نقطه منور نور خود را از همه اطراف منتشر میسازد مثلا اگر فرض نمائیم که در مرکز یک کره مجوف شمعی روشن کرده باشند معلوم است که روشنائی شمع را از جمیع اطراف وجوانب سطح کره میتوان مشاهده نمود همه از این قبیل ملاحظات را که ما در روی زمین جزئیا تجربه مینمائیم در وسعة بی منتهای افلاک نیز همین طور وقوع بهم میرساند آفتاب همینکه نور خود را در وسعة عالم منتشر میکند روشنی او بهمه جهات عالم می تابد وضیاء او در یک لحظه زمین وسایر سیارات وذوذوانب واجسام واقعه در افلاک بوانت را که در بالای این کره باعظمت اتفاق افتاده اند بدون هیچ کونه تفاوت فرا میگیرد جمیع اجسام منوره در حقیقة مرکب از موادی هستند که میتوان بورن در آورد از اتساع ترکیب جسم نور ساطع میتواند شد لکن تولید نور نمیتواند شد دایمة اجسام منوره قابل تجزیه باجسام صغیره هستند وصغیر ترین قسمتهای ان اجسام که قابل حس بصر باشند نقاطی هستند منوره وچون

اجسام کما

اجسام جمیعا مرکبند از اجزاء لایتجزا لهذا اجسام منوره نیز مرکبند از نقاط منوره

(۲) جمیع اجسامیکه بالذات منور نیستند یا اجسام کثیفه اند مثل چوب وسنگ ومعادن وامثال انها یا اجسام لطیفه اند مثل هوا وآب وشیشه ویا اجسام نورنما هستند مثل کاغذ وشیشه های غیر مجلای ناصاف اجسام کثیفه نمیگذارند که نور از توده انها گذر کند کثافة اجسام همیشه مناسبه دارد باضخامت انها بعلة اینکه اجسام کثیفه را که بتوان بقدر کفاف نازک نمود از انها اند که نور نمیگذرد مثلا اگر ورق طلائی را که از کوبیدن زیاد نازک کرده باشند برپشت شیشه گذاشته از آن شعله یا با آسمان نگاه کنند یک نور سبز مایل بکبودی که مثلا رنگ آن رنگ باشد دیده میشود اجسام لطیفه مانع نمیشوند که نور از توده انها بگذرد واگر از پشت انها باشیاء دیگر نگاه کنند اشکال انها درست دیده میشوند کاغذ نازکی که عبارت از انچه باشند واجسام مایعه واکثر اجسام بلورین در وقتی که حجمشان کم باشد چنان مینمایند که بلندیهای لطافت را دارند و همچنین اجسامی که بلندیهای لطافت را دارند در وقتی که بقدر کفایت ضخیم باشند رنگین بنظر می آیند واین دلیلی است

کافی در اینکه اجسام تمامت از نور را انجو دبسبب یه یه سلا یخطوب

چنان مینماید که بهیچوجه برنگ در او نباشد لیکن آب بسیاری که در یکجا

باشد سبز رنگ بنظر می آید اجسام نورنما اگرچه میگذارند

از خود آنها بگذرد لیکن اگر از پشت آنها بخواهند باجسام دیگر نظر کنند

نه شکل آن اجسام دیده میشود و نه رنگ آنها معلوم میگردد هرقدر که

شعاع یک نور در وسط واحد یا مادهٔ واحد بماند آن شعاع در خط

مستقیم منتشر میشود لیکن اگر نور از آن وسط یا از آن ماده بمادهٔ دیگر تابد

بعضی از اشعهٔ آن در سطح آن ماده منعکس شده بعض دیگر از اشعه در آن

جسم مجذوب میشوند اگر آن ماده از اجسام لطیفه باشد لیکن همچنین این

شعاع باشعاع اول متقاطع خواهند بود و قواعد تقاطع اشعه و انتشار

آنها پس از این ذکر خواهد شد شدی انتشار نور بحدی است که فرا

گرفتن او وسعه ارض را زمانی است که حس آن الی غیر النهایه متصعب

و مشکل است از ملاحظهٔ اقمار مشتری در حالت تاریکی آنها منجمین پیدا

کرده اند که نور مسافه فیمابین آفتاب و زمین را در هشت دقیقه و

سیزده ثانیه طی میکند که در هر ثانیه چهل و دو هزار فرسخ جغرافیائی

فصل

قطع مسافه مینماید یک گلوله توپ که در هر ثانیه هزار و دویست پا میرود

اگر بخواهد مسافه آفتاب تا زمین را طی کند چهارده سال وقت از

برای او لازم خواهد شد

(۳) در ظل و کا لظل حاصل کسر تش نور در یک خط مستقیم این است

که هرگاه جسم تیره در مقابل اشعه نور واقع شود سایه از آن جسم حادث

میگردد وقتی که این جسم تیره فقط از یک نقطهٔ منوره روشن شده

باشد سایهٔ او بسهولت مشخص میشود از جمیع خطوط اشعه که از نقطهٔ منوره

بجسم تیره تابیده میشود یک سطح مخروط مستدیر حاصل میگردد و آن

جزء مخروط مستدیر که از طرف دیگر جسم تیره واقع میشود حدود سایه آن

جسم را معین می سازد چنانچه در شکل اول دیده میشود در حالتی که جسم

منور را یک عظمه جسمانی باشد در آنصورت بغیر از ظل یک چیز نکته شبیه

بسایه هست و آنرا کا لظل اصطلاح کرده ایم از جسم تیره حادث میگردد

باینواسطه ظل آن چیزی را گویند که بهیچوجه از هیچ جزء جسم منور روشنی بر او

نتابد و این را ظل حقیقی نیز گویند و کا لظل مکانیز اگویند که روشنائی از

بعضی از اجزاء جسم منور بدو بتابد و از بعض دیگر نتابد چنانچه در شکل دوم

دیده میشود که مثلاً اگر جسم یک کره بزرگ منوری باشد و جسم یک کره کوچک
کثیفی در اینجا تعیین ظل و کانظل از شکل درست معلوم میکرد و اگر این دو جسم
را یک روشنی پوش مثل mm تقاطع کند آنوقت ترکیب سایه چنان
میشود که در شکل سوم دیده میشود در اینصورت قطر ظل بمناسبت فاصلهٔ جسم منور
کوچک میشود لیکن قطر کانظل بمناسبت فاصلهٔ مزبوره زیاد میگردد بنابر
این در نزدیکی جسم کثیف ظل از آن یک کانظل رقیقی احاطه خواهد داشت
در فاصلهٔ زیاد وسعت کانظل زیاد شده ظل حقیقی نیز درست معین نمیکرد
و مخلوط کانظل میشود باین طریق که از ماوراء نقطهٔ o شکل دویم ظل حقیقی
تمام میشود و کانظل زیاد ضعیف و نامعلوم میکرد و باین دلیل است
که سایهٔ یک جسم تیره که مقابل روشنائی گذارده شده باشد در عقب جسم
تیره و در پهلوی آن یعنی نزدیک بآن زیاد معلوم است و در عقب همان جسم
بفاصلهٔ زیاد درست مشخص نیست مثلاً سایهٔ سطح بالای یک برج در روی
زمین درست معلوم میشود و همچنین اگر موئی را در روی کاغذی بفاصلهٔ بسیار
کم نگاه دارند سایهٔ آن در کمال تیزی معلوم میکرد ولیکن اگر بقدر دو
ابهام دور نگاه دارند سایه درست معلوم نمیکرد و باشکال تشخیص داده

میشود

میشود اگر شعاع نور یک جسم منور را بیک روشنی پوشی که سوراخ بسیار باریکی
در او باشد قطع کنند نوری که از آن سوراخ ساطع میشود در کمال وضوح
مشخص میکرد و اگر این نور را بیک روشنی پوش دیگر بیندازند یک
مکان روشنی در محل تاریکی دیده میشود از اینقرار بر دیوار اطاق تاریکی که
به پنجره یا در آن سوراخ باریکی باشد عکس شمائیکه در بیرون در یا پنجره واقعست
می افتد بعلة اینکه جسم منوریکه در برابر در یا پنجره واقعست از آن سوراخ باریک
انتشار شعاع خود را در اطاق مینماید و جمیع اشیاء واقعه در خارج در بطور
وارژگون در دیوار اطاق نموده می شوند شکل چهارم وقتی که نور آفتاب از سوراخ
کوچکی مجوفهٔ بتابد شکل آنسوراخ بهر ترکیب که باشد نور آفتاب بشکل مدور میرسد
میشود اینفقره اگرچه بملاحظهٔ اول غریب بنظر می آید لیکن باندک فکر و
نظر بدانش شکار می شود چنانچه تفصیلش از شکل پنجم پیان میکرد شکل پنجم
فرض میکنیم که سوراخ o بشکل مربع باشد شعائیکه از نقطهٔ بالای آفتاب
می تابد در امتداد mo می افتد و در n یک مکان مربع روشن
کوچک حاصل میشود و از نقطهٔ اسفل آفتاب یکمکان روشن دیگر بشکل مربع
در m حاصل میشود و از نقطهٔ وسط آفتاب یک همچه مکانی در n

حاصل میکردد و از جمیع نقاط اطراف آفتاب اشکال مربع مثل ﻫ و ﻫ
و ﻫ و ﻫ در یکدایره حاصل میکردند و سایر نقاط اقتاب
وسط آن دایره را روشن مینمایند پس از مجموع این اشکال مربع کوچک روشن
یک شکل روشنی بترکیب دایره حاصل میکردد

(۴) قوت تابش نور در یک نسبه تعکوسی با مجذور فاصله رو به تناقص
میکذارد فرض میکنیم بکنقطهٔ منوری در وسط کرهٔ مجوفی باشد جمیع اشعهٔ آن
نقطهٔ منوره که از همه اطراف کره منتشر میشوند باسطح کره متقاطع خواهند بود
اکر همان نقطهٔ منوره در جوف دو کره دیکر باشد که نصف قطر آن ها دو یا سه
مرتبه بزرک تر از کرهٔ اولی باشند یقین است که اشعه ان قسمی که باسطح
کره اولی تقاطع کرده بودند باسطح این دو کرهٔ بزرک نیز تقاطع خواهند
کرد حالا چون از علم مساحه میدانیم که سطح کره ها با مجذور قطر یا نصف قطر
خودشان مناسبته دارند اکر نسبته انصاف اقطار این سه کره مفروضه
ما با یکدیکر مثل نسبته ۳ : ۲ : ۱ باشد نسبته سطح آنها با هم مثل نسبته
۹ : ۴ : ۱ خواهد بود پس بدیهی است هرکاه نقطه منوره در جوف هریک
از این کرات ثلثه واقع باشد شعهٔ نور آن بر سطحی که یک و چهار دهم

امتره

دور تر از سطح کره واقع است مقتضا چهار مرتبه و نه مرتبه ضعیف تر خواهد
بود پس علی وجه العموم قوت تابش نور کم میشود بنسبتی که مجذور فاصله
زیاد میکردد اکرچه این دلیل در اجسام منورهٔ صغیره جاری است لیکن در اجسام
منوره عظیمه که اشعهٔ آنها در فاصلهٔ زیاد بهم تقاطع میکنند علی وجه التحتم جاری
نمیشود در اینجا میخواهیم اشعهٔ نور اجسام منوره مختلفه را ملاحظه نمائیم شکل ششم
در این شکل فرض میکنیم CD یک دیوار سفیدی باشد و در نزدیکی او
یک چوب کوچک تیره اندکی از قلم بزرکتر واقع باشد اکر مایک روشنائی
در H ویکی دیکر در G بکذاریم یقین است که از چوب مذکور دو سایه
بر دیوار خواهند افتاد که یکی در A و یکی در B باشد و ماورای سایهای
چوب سایر اجزاء دیوار بواسطهٔ آن دو روشنائی منور خواهد بود و سایه
A از نور G و در سایه B از نور H بدیوار می افتد اکر هر دو نور
یک قوت بوده در یک فاصله واقع باشند هر دو سایه یک تیرکی خواهند
بود لیکن در غیر این حالت اکرچه فاصله نورها مساوی باشد و قوت نور
G زیاده از نور H باشد سایهٔ B که از نور H افتاده است از سایه

ها که از نور ح افتاده است کمتر تیزی خواهد داشت و از برای تساوی تیزی
این دو سایه لابد میباید نور ح را از دیوار دورتر گذاشت اگر فرض
نمائیم که فاصلهٔ نور ح از دیوار بقدری شود که تیزی هر دو سایه مساوی
بگردد آنوقت نسبت قوت آن دو نور مثل مجذور فاصلهٔ آنها از دیوار خواهد
بود و اگر فاصلهٔ نور ح دو یا سه مرتبه زیادتر از فاصلهٔ نور ح باشد قوت
قوت نور ح چهار یا نه مرتبه زیادتر از نور ح میشود چون میشود
که از ملاحظهٔ تیزی سایه خبط اتفاق نیفتد بقاعدهٔ مفصلهٔ ذیل میتوان
تشخیص قوت نور ها را درست تر داد باینطور که اگر در میان یک سیر پوش
کاغذی در جائی که قطر دایره آن تقریبا یک ابهام باشد یک کاغذ
مدور چربی تعبیه نمایند که بواسطهٔ چربی نور نما شود و در هریک از طرفین
آن کاغذ نوری قرار بدهند و آنوقت ملاحظه نمایند اگر قوت نوری
که از پیش روی کاغذ چرب گذاشته شده است زیادتر باشد وقتی
که از پیش رو نگاه کنند آن کاغذ چرب از پیش رو تاریک تر از طرف
عقب مینماید و اگر بعکس قوت نور پیش رو کمتر باشد اگر از پیش نگاه کنند
آن کاغذ چرب از پیش رو روشن تر از عقب مینماید فانون وی قوتهای

انوار مختلفه نسبت بهم تحقیقی که حال کرده شد و آن باین طریق است که در
شکل هشتم بیان میشود در همریکه در این شکل ساخته شده است منقسم
است بپاره ابهام سه چیز هست که بطور نگشوده میتوان پیش آورد و به پس برد
در وسط و در روی یک کشو یک حایلی از کاغذ هست که مار و شنی پوش
اصطلاح میکنیم و وسط آن بجهت نور نما بودن چرب است و در روی
دو کشو دیگر در یکی یک شمعدان مثلا تعبیه شده است و در دیگری یک
چراغ و ما میخواهیم نور این دو روشنائی را امتحان نمائیم از برای این
آن دو روشنائی را در جای خود میگذاریم بدون اینکه حرکتی بانها
بدهیم بعد روشنی پوش را در جائی وا میداریم که از موضع چرب شده
آن روشنی نمودار نشود در اینحالت روشنائی از آن دو نور بالمساوی
بروشنی پوش تابیده میشود اگر روشنی پوش را اندک حرکتی یکی از آن
دو سمت بدهند از موضع چرب آن کم و بیش روشنائی محسوس میشود
پس همینکه روشنی پوش در جائی قرار گذاشته شد که از موضع چرب آن حس
روشنائی نکردیم آنوقت نسبت قوت تابش آن دو نور بایکدیگر مثل
مجذور فاصلهٔ آنهاست از روشنی پوش فصل اول در انعکاس ضوء

(۵) اگر شعاعی از آفتاب را در اطاق تاریکی بر صفحهٔ فلز شفاف
آینه‌گونه بیندازند در آنجا عموماً دو علامت غریبه مشاهده میشود اولاً
اینکه در یک امتدادی شعاعی می‌بینیم که گویا از آینه می‌آید و بر روی
آنشیائیکه می‌باید چنان یک شکل کوچکی از آفتاب تکوین میکند که گویا آن
شعاع مستقیماً از خود آفتاب بر امکان تابیده میشود این قسم اشعه بقاعده
از آفتاب منعکس میشوند و قوت تابش آنها بسته است بصافی آینه که هر قدر
آینه صاف‌تر باشد قوت تابش آن اشعهٔ منعکسه زیادتر میشود ثانیاً
آنکه از همه جای اطاق تاریک آن جزء از آینه را که شعاع وارد شده
بر او تابیده بود میتوان تشخیص داد بعلت اینکه یک جزء از ضیاء تابیده
شده بر آینه بلاقاعده از نقطهٔ تابیده شده منعکس شده است منظور
از بلاقاعده منعکس شدن این است که قدری از شعاع در حسی که تابیده اند
بمانند و بقاعده از همه طرف متشر گردیده است و هر قدر صفای آینه
کمتر باشد قوت ضیاء بلاقاعده متشرشدهٔ از اطراف زیادتر میشود
اگر سطوح بوجه اکمل صاف و روشن باشند چشم ما از دیدن آنها متعذر
میشود بعلت اینکه اجسام ذو النور را در فاصلهٔ آنها ما بواسطهٔ اشعهٔ

نور

نور متشرشدهٔ بر سطح آنها می‌بینیم اشعه که بقاعده منعکس شده باشند شکل جسم
منوری را که از آن متشر شده اند بما نمایند نه خود جسمی را که اشعه از آن
منعکس امده اند در روی یک آینه بسیار خوب ما بالطبع
سطح روشن نمی‌توانیم دید بعلت اینکه شعاعی در آینه باقی نمی‌ماند که آینه را صاف آن آینه را
روشن کند تا ما بتوانیم دید میخواهیم از شکل هشتم امتداد اشعه که بقاعده
منعکس میشوند مشخص نمائیم اگر فرضاً بر نقطهٔ امتداد شعاع وارد
شدهٔ بر آینه باشد و هر نقطه عمود باشد بر آینه شعاع وارد شدهٔ
در امتداد منعکس میشود بطوریکه زاویه انعکاس که
مساوی است بزاویه که زاویه تابش است در اینجا شعاع قبل
از خوردن بآینه و بعد از منعکس شدن از آینه همیشه با عمود یک
زاویهٔ متساویه حاصل میکنند عمود و شعاع وارده و شعاع منعکسه هر سه
در یک سطح واقعند از این قواعد میتوان بسهولت ثابت کرد که یک
آینه مسطح میباید اشکال اشیائی را که در مقابل او واقعند بنمایاند آن اشیاء
و اشکال آنها نسبت به آینه درست معاکس هم میباشند فرض میکنیم که
در شکل نهم mm یک آینه مسطح باشد و a یک نقطه منوره

واقعه در مقابل آینه باشد و نز یک شعاعی باشد که از نقطهٔ ز
برروی آینه تابیده باشد این شعاع موافق قاعده معلوم شده
قبل در امتداد ج ز منعکس میشود وقتیکه این شعاع منعکس شده
بچشم برمیخورد در چشم چنان اثر میکند که گویا از یک نقطه واقعه در پس
آینه باو میرسد پس چنان تصور میشود که گویا در امتداد ز ج می آید پس
فاصلهٔ ز ج میباید در نظر مساوی شعاع ز ب باشد از کشیدن
خط مستقیم ب ج بسهولت دیده میشود که مثلثین ب ز د و
ب ز ج مساوی اند و از اینجا معلوم میشود که ب ج عمود است
بر m m و ب ج مساوی است ب ز ب ج پس از برای
اینکه بتوان شکل بخیطهٔ منوره را در یک آینه مسطح پیدا کرد میباید عمود
از نقطهٔ منوره بر آینه یا بر امتداد آینه وارد آورد و آن عمود را

امتداد دادن — از پس آینه بقدر یکه از پیش روی آینه فاصله دارد یعنی بقدر فاصله

نقطهٔ منوره از پیش روی آینه عمود را از پس آینه بهمان امتداد داد بحیثیکه

نمایند یا انعکاس نور — که پیدا شد در همه احیانا منوره که از خود بشعاع نور ما خوذه از جسم
دیگر را می کنند صادق است و باین واسطه میتوان ترسیم شکل

اشیاء را بسهولت نمود شکل دهم اگر بوده باشد ب ج یک
آینه مسطحی و ب یک تیری که در مقابل آینه واقع باشد اگر از
نقطهٔ پیکان ب عمود ب ج را بر سطح آینه وارد آورند و در امتداد
آن که مساوی است به ب ج شکل بوک پیکان پیدا میشود پس
ب ج مساوی است جمیع اشعاعیکه از نقطهٔ ب منتشر میشوند پس از ملاحظه
کردن چنان تبادر میکردند که گویا از نقطهٔ ج می آیند پس ج شکل
ب ج میباشد و بهمین دلیل معلوم میشود که ج شکل ب میباشد اگر
وقتی در ملاحظهٔ شکل شود معلوم میشود شیئی و شکل آن نسبت بسطح آینه معا
یکدیگر ند پس ما میتوانیم بقاعده علم مساحه امتداد شعاع منعکسه را
درست مشخص نمائیم لیکن قوت شعهٔ منعکسهٔ مزبوره را نمیتوانیم معین نمود
و بالعموم میباید ملاحظه نمود که اولاً قوت نور بقاعده منعکس شده
باز او یه تالش ترقی میکند بدون اینکه صفر باشد یعنی قوت نور در
هیچ حالت بصفر نمیرسد لیکن کم و زیاد میشوند و وقتی که شعاع بطور عمود
برروی سطح مجلی بیفتد تا نیا قوت نور بسته است بمادهٔ که از او منتشر
میشود و مادهٔ که اشعهٔ نور را آن می تابد تفصیل مذکور از مثالی که بیان

میشود بهتر معلوم میگردد اگر اشعهٔ شعلهٔ یک شمع بطور عمود بر روی سطح
یک شیشه بیفتد که چندان صفائی نداشته باشد شکل شعلهٔ شمع را
در شیشه درست نمیتوان تشخیص داد لیکن اگر اشعهٔ شعلهٔ منحرفا بر روی شیشه
بیفتد شکل شعله درست تشخیص داده میشود و همچنین در این حالت اگر شعاع
شعله بر روی سطح تخته مصقائی بیفتد باز شکل شعله در روی تخته مشاهده
میشود همچنین در روی کاغذ نکین شفاف و امثال آن نیز همین حالت است
از اینجا معلوم میشود که هر قدر شعاع منحرفا تابیده بشود قوت منعکسهٔ
زیادتر می شود

(۶) در آینهٔ دو زاویه شکل یازدهم وقتی که دو آینه را بقسمی باهم
نگاه بدارند که یک زاویه از آنها حاصل بشود اگر چیزی فیمابین
آنها بدارند اشکال متعددهٔ آن چیز در آینه ها دیده میشود که عدد شان
بسته بست تمایل و انحراف آن دو آینه از یکدیگر فرض میکنیم
$\alpha\beta$ و $\beta\gamma$ دو آینه مسطح باشند که باهم یک زاویهٔ قائمه
حاصل کنند و δ یک نقطهٔ منوره در میان زاویه باشد در هر یک
از این دو آینه شکل نقطهٔ δ دیده میشود بهر طریق که در یکی از آینه ها

بنقطهٔ

بنقطهٔ α می افتد و در دیگری بنقطهٔ α' و چشمی که در نقطهٔ θ واقع شده است
علاوه بر همه اشکال اول که α و α' باشند نیز می پیدا لیکن اشعهٔ منعکسه از
یکی از این آینه ها نمیتواند بدیگری بتابد و باز از آنجا منعکس بشود جمیع اشعهٔ
منعکسهٔ از آینهٔ اول بقسمی متفرق میشوند که گویا از نقطهٔ α منتشر شده باشند
پس از استقرار α خودش فی حد ذاته یک شیئی مخصوصی میشود که اشعهٔ
خود را بر آینهٔ $\beta\gamma$ منتشر میسازد که در آنجا شکلش بسهولت دیده
میشود و از برای این کاری نباید کرد جز اینکه عمودی از نقطهٔ α
بر امتداد $\beta\gamma$ وارد آورد و بقاعدهٔ مذکوره در سابق امتداد
داد تا شکل α'' حاصل شود که از آنجا چنانچه بما میسماید جمیع اشعهٔ منعکسهٔ
از آینهٔ $\beta\gamma$ خارج شده بر آینهٔ $\alpha\beta$ می تابد تا از آنجا
دوباره منعکس شود از حقیر چشم θ بواسطهٔ انعکاس مکرر باز یک
شکل α'' می بیند لیکن شکل α' نیز از برای آینهٔ $\beta\gamma$ یک
شیئی است و از تعیین مکان شکل از برای α' معلوم میشود که این باز
α'' میباشد بمعنی که جمیع اشعهٔ منتشرهٔ از آینهٔ $\beta\gamma$ بر آینهٔ
$\alpha\beta$ پس از انعکاس ثانی بقسمی متفرق میشوند که گویا از نقطهٔ α''

می‌آید شعاعی منعکسه در کرهٔ ثانی هیچ یک از آینه‌ها را نمیزند یا نمیگذرد یا نمی‌گذرد که
از شکل "a" دیگر شکلی منظر نمی‌آید و در این مثال اگر شیئی AB مثل شکل در آینه‌ها
دیده میشود در حالتی که آن دو آینه با هم یک زاویهٔ ۶۰ یا ۴۵ یا ۳۶
و همچنین حاصل نمایند یا نمیگذرد که زاویهٔ تمایل $\frac{1}{6}$ یا $\frac{1}{8}$ یا $\frac{1}{10}$
همه دایره باشد با شیئی که فیما بین آنها نگاه داشته میشود ۶ یا ۸ یا ۱۰
و همچنین زیادتر اشکال دیده می‌شوند از اینقرار عدد اشکال با کوچکی زاویهٔ
تمایل زیاد میشود و عدد آنها الی غیر النهایه زیاد میشود در صورتی که زاویهٔ تمایل
صفر شود یعنی در حالتی که آینه‌ها با هم موازی اتفاق بیفتند

(۷) در انعکاس شعاع بر آینه‌های منحنی وقتی که یک شعاعی از نور
بر نقطه از سطح منحنی بتابد انعکاس آن چنان میشود که گویا آن شعاع از سطح نقطه تابش
منعکس میشود یعنی از سطحی که مماس بر سطح منحنی فرض شده نقطه تابش
در آن سطح واقع شده از همانجا منعکس میشود پس یک نقطهٔ منورهٔ واقعه در
مرکز یک کرهٔ مجوف که میانش شفاف باشد شعاع خود را بر همه سطح داخله
کره می‌تابد و جمیع آن شعاعه بسمت مرکز منعکس میشوند اگر یک کره مجوفی را
که میانش خوب شفاف باشد سطحی بر او بگذرد و یک جزء از او را ببرد

بگذرد

یک آینه مقعر کروی حاصل میشود چنانچه در شکل دوازدهم دیده میشود و همچنین
یک آینه محدب یک جزء از کره‌ایست که سطح خارج آن شفاف باشد
قطر یک آینه کروی خط mm میباشد و ca محور آن محسوب میشود
و زاویهٔ mcm کشادگی آن و نقطهٔ c مرکز آن منحنی است

(۸) در آینه‌های مقعر کروی شکل سیزدهم فرض میکنیم AB
نیمرخ یک آینه مقعر کروی بوده m مرکز آن باشد a یک نقطه منورهٔ
باشد که اشعهٔ خود را بر آن آینه بتابد خط مستقیم amd متحققاً
محور مخروط مستدیری میشود که از اشعهٔ نقطهٔ a حاصل میشود و از آینه
منعکس میگردد اگر بخواهند بدانند که یک شعاعی مثلاً شعاع ab
چگونه از آینه منعکس میشود بسهولت میتوانند فهمید زیرا که خط mb
نصف قطر است و بواسطهٔ آن خط زاویهٔ abm را مساوی
mbc احداث مینمایند پس cb شعاع منعکس شده میشود و در
روی آینه یک دایره فرض مینمائیم که فاصلهٔ جمیع نقاط آن از نقطهٔ
d مثل نقطهٔ b بالمساوی باشد از اینجا بسهولت دیده میشود که جمیع
اشعهٔ تابیده شده از نقطهٔ a که با آینه در یک نقطه از دایره برخورد میکنند

از آیینه منعکس میشوند و همه آنها با محور ab در نقطهٔ c تقاطع مینمایند
درحالتیکه نقطهٔ منوره از آیینه زیاد دور باشد میتوانیم اذعان نمود براینکه
جمیع اشعهٔ آن نقطه که بر آیینه میتابند موازی یکدیگر باشند ازبرای اینحالت
میاید وضع نقطهٔ c را در شکل چهاردهم معین نمود فرض میکنیم که ab
یک شعاعی باشد موازی با محور dm و cm نصف قطر باشد در اینجا
زاویهٔ mcb مساوی است بزاویهٔ acd وقتی که زاویتین مذکورتین mcb و acd
زیاد کوچک باشند طوری میشود که مجموع ضلعین bc و cm
از نصف قطر dm کمی بزرگتر میشود و چون bc کم مساوی است
با cm تقریباً و بدون اختلاف زیاد bc کم مساوی میشود بنصف
dm کم یعنی که تقریباً نصف نصف قطر آیینه میشود از اینجا بدون
اینکه اختلاف زیادی حاصل شود میتوان پی برد باینکه جمیع اشعهٔ
یک جسم منور که بر آیینه مقعری در امتدادات متوازیه با محور تابیده
میشوند و بنقطه مانی میافتند که مثلاً مثل نقطهٔ dm کم باشد در جائی که قوس
ab کم کوچک باشد آن اشعه در یک نقطهٔ از محور جمع میشوند که فیما بین
مرکز آیینه و خود آیینه واقع باشد این اشعه که بقسمی نزدیک محور میشوند

کما هو

که فاصلهٔ cm از نصف نصف قطر آیینه تفاوت نمیکند مگر اندکی که
تقریباً نصف dm کم باشد اینها را اشعهٔ مرکزیه مینامند و نقطه را که مجمع اشعه
متوازیهٔ با محور است کانون اصلیه مینامند که بفرانسه Le foyer
capitale میگویند و از آیینه بحرف F در اشکال معلوم و مشهود
مینمایند و این کانون اصلیه که F باشد چنانچه دیده شد فیما بین
مرکز آیینه و آیینه و در روی محور شعهٔ متوازیه واقع است هر قدر که زاویهٔ
acb بزرگتر باشد یعنی هر قدر شعهٔ تابیده شده بر آیینه از محور دور
باشند یا آنکه یعنی هر قدر قوس واقعه فیما بین نقطهٔ تابیده شده از شعاع
و فیما بین وسط آیینه زیادتر منحنی باشد نقطهٔ c از آنجائیکه شعاع منعکس شده
با محور باید تقاطع کند با آیینه نزدیک تر میشود پس نقطه که مجمع اشعهٔ غیر مرکزیه است
از نقطهٔ F با آیینه نزدیکتر است چنانچه در شکل پانزدهم دیده میشود
ازبرای اینکه یک آیینه مقعر کروی در مناظر و مرایا مستعمل شود میاید که آن
آیینه جمیع اشعهٔ یک نقطه منوره را در نقطهٔ واحده جمع نماید و این ممکن نمیشود
مگر در صورتیکه کشادگی قوس آیینه زیاده بر هشت یا ده درجه نباشد
پس اگر کشادگی قوس آیینه هشت درجه یا ده درجه باشد میتوان همه

اشعهٔ تابیده شدهٔ بر آینه را مثل اشعهٔ مرکزیه ملاحظه نمود و من بعد گفتگوئی
که خواهیم کرد فقط از آینه های مذکوره و اشعهٔ مرکزیه خواهد بود اختلافیکه
سابقاً ذکر شد در باب اینکه همه اشعهٔ متوازیه با محور در یک نقطه درست
جمع نمیشوند در اینجا آن اختلاف را حرکت متوجهٔ کرویه اصطلاح کرده اند
و بزبان فرانسه L'aberration spherique
میگویند وقتی که نقطهٔ منوره در یک فاصلهٔ الی غیر النهایه زیاد واقع نباشد
لیکن در فاصلهٔ واقع باشد که از آنجا توانیم قطع نظر از انتشار اشعهٔ که بر
آینه می تابند نمائیم در این حالت کانون نسبت بآینه تغییر مکان میکند
باینطریق که هرقدر نقطهٔ منوره نزدیک بآینه باشد کانون دور
میشود چنانچه در شکل شانزدهم مشاهده میشود دلیل اینمطلب از شکل مشاهده
میشود که هرقدر نقطهٔ منورهٔ ح نزدیک تر میشود زاویهٔ ن ا ز برای
نقطهٔ ک واقعه در آینه کوچک تر میگردد و هرقدر زاویهٔ ن ا ز
کوچکتر میشود نقطهٔ ر بطرف ص نزدیکتر میشود پس هرگاه جسم منوری
آنقدر از آینه دور باشد که اشعهٔ آن در کانون اصلیه جمع شوند اگر
همیشه کم کم بآینه نزدیک شود کانون نیز کم کم از کانون اصلیه تسبت مرکز

آینه

آینه مقعر نزدیک میشود و اگر نقطهٔ منوره نزدیک شود و برسد تا مرکز آینه
آنوقت کانون با آن نقطه در یک مرکز واقع میشوند فرض میکنیم که نقطهٔ منوره
از مرکز آینه هم گذشته بآینه نزدیک برود آنوقت کانون از آینه
دور میشود و همینکه نقطهٔ منوره برسد بکانون اصلی اشعهٔ آن از آینه موازیاً
علی المحور منعکس میشوند در شکل بعد که شکل هفدهم باشد معلوم میگردد در حالتیکه
که نقطهٔ منورهٔ ح فیمابین آینه و کانون اصلی واقع شود چنان مینماید که
اشعهٔ آن بعد از انعکاس گویا از نقطهٔ ط که در عقب آینه واقع است
منتشر میشوند تا اینجا فقط حالاتی را ملاحظه کردیم که نقطهٔ منوره در روی محور
آینه واقع بود لیکن جمیع قواعد سابقة الذکر در حالا میتکه نقطهٔ منوره
خارج از محور آینه بقاق افتاده باشد نیز جاری میباشند و دلیل در
اینجا هم ذکر میشود در این شکل خط ص م محور مخروط مستدیری است
که از اشعات تابیده شدهٔ بر آینه از نقطهٔ ص حاصل میشود و جمیع آن
اشعات خارج شدهٔ از نقطهٔ ص میباید در روی محور جمع شوند در حالتیکه
که یک مخروط مستدیر مرکب شدهٔ از اشعات متوازیهٔ با ص م
بر روی آینه بیفتد آن اشعات پس از انعکاس در نقطهٔ ص که فیمابین

واقع است جمع میشوند ولیکن چون اشعهٔ خارج شده

از نقطهٔ متشر میشوند نقطهٔ اجتماع انها میاید دورتر از نقطه باشد

این نقطهٔ اجتماع اشعات را از انیقرار که ذکر میشود بسهولت میتوان

پیدا کرد بانطریق که اگر بوده باشد موازی با محور آینه

یک شعاعی که با آینه در این ابتداد تابیده شود بقاعدهٔ که سابقا

ذکر شده است در کانون اصلی منعکس میشود که باشد پس خط

را میکشیم نقطه که از تقاطع این خط حاصل میشود نقطه ایست

که جمیع اشعات خارج شدهٔ از نقطه بعد از انعکاس از نا آینه

در انجا جمع میشوند بانمعنی که عکس میشود

(۹) در عکسهای حاصل شدهٔ از آینه های مقعر شکل نوزدهم

فرض میکنیم یک چیزی باشد که فیمابین نقطهٔ که مرکز

آینه است و نقطهٔ که کانون اصلی است واقع شده باشد موافق

انچه سابقا بیان شد پیدا کردن عکس نقطهٔ انتکالی نخواهد داشت

بعلة اینکه انعکس در روی خطی واقع است که از نقطه و نقطهٔ

بگذرد زیرا که یکی از اشعه که باشد در ابتداد منعکس

میشود و یک شعاع دیگر که از نقطهٔ متوازیاً علی المحور

تابیده میشود در کانون اصلی که باشد منعکس میگردد اشعهٔ منعکس

شدهٔ در امتداد و در نقطهٔ که عکس

میباشد تقاطع مینمایند و بهمین نهج را میتوان پیدا کرد که عکس

 میباشد از اینجا دیده میشود که عکس در آینهٔ مقعر بنظر ما

سراز یر و بزرگ و در انطرف مرکز دیده میاید که شکل باشد

موافق انچه بیان شد اشعهٔ خارج شدهٔ از نقطهٔ در نقطه

جمع میشوند و بالعکس اگر یک نقطهٔ منورهٔ باشد اشعهٔ تابیده شدهٔ

از در نقطهٔ جمع میشوند بانمعنی که در این حالت عکس نقطهٔ

میشود و همچنین عکس نقطهٔ میشود پس عکس یک شیئی واقعه در انطرف مرکز

 فیمابین مرکز و کانون اصلی که باشد سراز یر و کوچک بنظر می اید

حال میاید ملاحظهٔ حالتی را نمائیم که شیئی در مقابل آینهٔ مقعر فیمابین

آینه و کانون واقع شود چنانچه در شکل پنجم بیان میشود سابقا دیده

شد که جمیع اشعهٔ خارج شدهٔ از یک نقطهٔ منورهٔ که با آینه نزدیک تر

از کانون واقع است چنان از آینه منعکس میشوند که گویا از عقب

باب اول

آینه تابیده می شوند فرض میکنیم B یک چیزی باشد در مقابل آینه
مقعر و میخواهیم عکس آنرا پیدا نمائیم شعاع m که عمود است بر آینه
در ابتدا در ج m منعکس میشود و شعاع e موازی با محور
کانون f منعکس میگردد حالا شعاعین C e f و m
هرگز با یکدیگر تقاطع نمی نمایند مگر در عقب آینه و در نقطه a که عکس
ج میباشند باهم متقاطع میشوند و بهمین طور نقطه g که عکس B
میباشد در عقب آینه یافت میگردد از اینجا معلوم میشود که هر گاه شیئی فیما بین
آینه و کانون واقع شود عکس آن در عقب آینه بزرگ و بدون اینکه
سر از زیر باشد متکون میشود

(۱۰) در آینه های محدب شکل مبدء یکم آینه های محدب را کانون
مخصوصی نیست بلکه کانون انها خیالی و موهومی میباشد یعنی که اشعه
تابیده شده بر آینه محدب در یک نقطه جمع نمیشوند بلکه آن شعاعات
پس از انعکاس تقسیم میشوند که گویا از نقطه واقعه در عقب آینه می تابند
وقتی که بر آینه محدبی شعاعات متوازیه با محور آن بتابند کانون موهومی
انها فیما بین آینه و مرکز آن که ج باشد واقع میشود که از تقریر پیدا کردن

علی

باب اول

عکس هائی که از این آینه ها حاصل میشوند صعوبتی نخواهند داشت چنانچه
در شکل پیست و دویم نموده میشود که بوده باشد m m یک آینه محدبی
و B ج چیزی باشد در مقابل آن یک شعاعی مثل m a
که عمود باشد بر آینه در ابتدا a m منعکس میشود و شعاع e a
که موازی است با محور در ابتدا e g چنان منعکس میشود که گویا از کانون
موهومی f می آید اگر مستقیمین e g و a m را از عقب
آینه امتداد بدهند این دو خط در a با یک دیگر تقاطع میکنند و
a عکس ج میشود یعنی که جمیع اشعات خارج شده از نقطه
ج از آینه محدب چنان منعکس میشوند که گویا از نقطه a می تابند بهمین
قرار از پیدا کردن عکس نقطه B را در g معلوم میشود که از آینه های محدب
عکس اشیاء در عقب آینه کوچک و دوار تکون نشده بنظر در می آید

فصل دویم در تقاطع شعاع که عبارت از تغییر امتداد و ضوء آن باشد
در وقتی که منحرفا از وسط های مختلفه بگذرد

(۱۱) از تقاطع شعاع که بفرانسه refractions میگویند
تبدیل امتداد شعاع یک نور وقتی فهمیده و معلوم میشود که آن شعاع

از یک وسطی بوسط دیگر گذرد و از برای تحقیق شدن که این تبدیل امتداد
حقیقت دارد از امتحان عملیکه ذکر میشود میتوان مطمئن شد مثلاً اگر
ع ع در شکل پنجم پست سوم یک ظرف بزرگی باشد و یک صاحبقران یا سکه دیگری
از پول مثل ... در قعر آن بنهند از چشم را از نقطه چنان بقعر ظرف بنهند از
که از آن سکه جز کنار آن چیزی دیگر معلوم و دیده نشود و جمیع آن سکه بواسطه
حایل بودن کنار ظرف که ع باشد بنظر در نیاید اگر آب در آن ظرف بریزیم
آن سکه چنان مینماید که کم کم بالا آمده بکلی بنظر ما در می آید همچنانکه مثلاً نقطه
... بنظر در می آید اگرچه چشم از جای اول خود که نقطه ... بود بجای دیگر
برده نشده باشد در اینصورت شعاع از نقطه ... بخط مستقیم بچشم
برنمیگردد بلکه از خط ... منعکس میشود و در اینجا زاویه تابش از حیث
انعکاس مثل آنست که از آینه منعکس شده باشد یعنی زاویه انعکاس عبارت است
از زاویه ... ن ع د در شکل پنجم پست چهارم که فیمابین شعاع ن ع
و عمود ن ... واقع است و زاویه تبدیل امتداد عبارت از زاویه ایست
که حاصل شده باشد از خط تبدیل امتداد شعاع ن ع که ن ...
پیاش ... از عمود ... ن یعنی عبارت است از زاویه ن ن ...

زاویه

زاویه تابش را با زاویه تبدیل امتداد مناسبه تقسیمی است که بیان میشود
اگر بوده باشد ع ع شکل پست پنجم یک شعاعی که بر بخورد بسطح آب
د ع ع تبدیل امتداد آن شعاع باشد بدور نقطه ع ع یک دایره
فرض میکنیم که با شعاع در نقطه ... تقاطع کند و با تبدیل امتداد شعاع در
ع ع از کشیدن عمود ... د ... د ... ع ع از برای ما ... ع ع حاصل
میشود که مساوی است به ... ۳/۴ ... همین مناسبه وقوع دارد وقتی که
یک شعاع نور از هوا وارد آب شود چنانچه در شکل پست ششم بیان میشود
اگر بوده باشد ... ع ع شعاع و ... ع تبدیل امتداد آن و همچنین ... ع
شعاع دیگر ... ع تبدیل امتداد آن و ... ع یک شعاع دیگر و ... ع
تبدیل امتداد آن این تساوی ها از برای ما حاصل میشود = ... ف ... ع
... ف = ۳/۴ ... د = ۳/۴ ... د ... ف = ۳/۴ ... د ... ع

اگر نصف قطر دایره را یک فرض نمائیم عمودهای مذکوره مسیوس اجب زوایای متعلقه
بخود میشوند چنانچه
... د = sin ... ع ... د = sin ... ع ... د = sin ... ع ... د
... ف = sin ... ع ... ف = sin ... ع ... ف = sin ... ع ...
... ف = sin ... ع ... ف = sin ... ع ...

باب اول

از اینجا مختصراً میتوان گفت که جیب زاویهٔ تبدیل امتداد مساویست
به $\frac{3}{4}$ جیب زاویهٔ تابش از اسباب نموده شده در شکل پیست و ششم
میزان بسهولت قاعدهٔ تبدیل امتداد مذکوره فوق را ثابت نمود
در این شکل حوضچهٔ تا بوسط آب دارد یک شعاعی از نور از شکافی وارد
گه ab میشود از روی آب آن شعاع مستقیماً میگذرد لیکن آن قسمتی از
شعاع که بآب میرود تبدیل امتداد مینماید در میان حوضچه در جات
زوایای تابش و زوایای تبدیل امتداد معین شده است و شکافی
که در ab هست با یک شیشهٔ میباید بسته شود تبدیل امتداد اشعاعی که
از هوا داخل این جزء یا کار نشوند تبدیل امتداد انها زیاد تر است زیرا
که در اینحالت پیدا کرده ایم که جیب زاویهٔ تبدیل امتداد مساویست
$\frac{2}{3}$ جیب زاویهٔ تابش نسبت فیمابین جیب زاویهٔ تبدیل امتداد
و جیب زاویهٔ تابش بلاحظهٔ مواد لغز میکنند این مناسبه را اکس
پوزان یا قوت تبدیل امتداد مینامند مقدار قوت تبدیل امتداد
از برای آب $\frac{4}{3}$ و از برای کاز $\frac{3}{2}$ و از برای الماس $\frac{5}{2}$ میباشد
از اینجا دیده میشود که الماس یک ماده ایست که تبدیل امتداد اشعاعات

باب اول

آن خیلی زیاد ایست

(۱۲) در تبدیل امتداد اشعاعات از سطوح مضلع بلورین شکل بیست و ششم
و بیست و نهم اگر یک سطوح مضلعی بلورین شکل بیست و ششم نگاه کنند دو حالت
غریبه مشاهده میشود اولاً انکه جمیع اشیاء چنان مینمایند از جائی که در آن
حقیقتاً موجودند تغییر مکان بدهند بانطریق که مثلاً بچشم o شکل بیست و ششم
شیئی ab در ab درمی آید ثانیاً انکه دو شیاء بنظر در آمده رنگین
دیده میشود وقتی که یک شعاع آفتاب از شکاف کوچکی در امتداد ab
شکل سی ام وارد اطاق تاریکی شود اگر آن شعاع را از یک سطوح
مضلع بلوری بگذرانند یک تبدیل امتداد شعاع با رنگ های مختلف
می پیوندد و عوض اینکه شکل آفتاب را سفید و گرد و کوچک که بدون سطوح آن
مضلع بلورین در ab بنظر درمی آورند یک صورت بیضی عدسی بالوان
بالوان قوس و قزح در ab درمی بینند

(۱۳) در تبدیل امتداد اشعه از شیشه های عدسی شیشه های عدسی
شش قسمند که اینها باشند انکه شکل ab پیدا شد از اوذ جدتین میتوانند
(Biconvexe) و شکل ab را سطح دو حدبه یا ذو سطح محدبت

باب اوّل

(planconvexe) دشکلین c و f را مقعرذقعه به

(concave - convexe) دشکل d را ذوقعرین

(biconcave) e و d را دوسطح مقعر planconcave باشند یا شان صخیم تر از

دور و کنارشان پیاشد اینها را عینک های جامع میگویند و بفرانسه

(Lunettes recueillantes)

و سه قسم اخیر که d و e و f باشند کنارشان کلفت تر از میان

است و اینها را عینک های بائین میگویند و بفرانسه (Lunettes

فرض میکنیم که S در شکل سی و یکم یک نقطهٔ از محور

بوده بقسمی واقع شده باشد که اشعهٔ تابیده شده از او

بر شیشه عدسی برخورده و از شیشه بطور انعکاس و تقابل symetrique

بگذرند و از طرف دیگر شیشه در نقطهٔ R که فاصله اش از شیشه مساوی است

بفاصله شیشه از نقطهٔ S جمع شوند تبدیل امتداد شعاع S C و C R

میشود از شعاع تابش و شعاع تبدیل امتداد زاویهٔ S C R حاصل میشود

حالا فرض می نمائیم یک شعاع دیگر که از نقطهٔ S تابیده نشده بلکه

از نقطهٔ T بتابد در این حال تبدیل امتداد شعاع T C مثل تبدیل

۲ به قسم اول که a و b و c

باب اوّل

امتداد شعاع S C میشود پس امتداد شعاع خارج شده از شیشه عدسی

وقتی از کشیدن خط T C حاصل میشود که زاویهٔ T C S مساوی زاویهٔ

S C R بشود یا آنکه در وی C R زاویهٔ T C R را بسازند

که مساوی زاویهٔ S C T بشود جمیع اشعاتی که از نقطهٔ T منتشر میشوند

در نقطهٔ T جمع میکردند حالا میخواهیم ملاحظه تبدیل امتداد اشعات را

در حالتی نمائیم که آن اشعات از یک نقطهٔ محور که مثلاً M باشد در شکل سی و دوم

بقسمی بتابد که C M مساوی S M شود در اینصورت زاویهٔ C

مساوی زاویهٔ S C میشود که مساویست بزاویهٔ R لیکن شعاع F C

از شیشه عدسی بقسمی تبدیل امتداد کرده است که مساویست به S C پس F C

مساوی میشود به R از ایجاد دانسته میشود که شعاع F C از شیشه عدسی

در یک امتدادی که موازی محور است تبدیل امتداد کرده است جمیع

اشعات دیگر که از نقطهٔ M بر شیشه عدسی تابیده میشوند از شیشه

گذشته تبدیل امتداد شان موازی محور میشود پس نقطهٔ M فیمابین

نقطهٔ S و شیشه واقع میباشد بملاحظهٔ اینکه شاید اگر فقرهٔ مذکوره فوق

بقسم دیگر بیان شود درک و ضبط آن آسان تر باشد لهذا میگوییم وقتی

که نقطهٔ منوره را از نقطهٔ ص نزدیک شیشهٔ عدسی به برند نقطهٔ اجتماع
اشعات تبدیل امتداد کرده از طرف دیگر شیشه رقته رقته دور میشود
و همینکه نقطهٔ منوره بنقطهٔ ص رسید نقطهٔ اجتماع اشعات الی غیر النهایه
دور میشود یا بمعنی که اشعات تبدیل امتداد کرده موازی محور میشوند و
بالعکس اشعات نقطهٔ منوره که الی غیر النهایه دور باشد همینکه بر شیشه
عدسی تابیده شدند از طرف دیگر شیشه در نقطهٔ ص جمع میشوند و این
نقطه ایست که از آن کانون اصلی میگویند همینکه نقطهٔ منوره از فاصلهٔ الی
غیر النهایه دور به شیشهٔ عدسی نزدیک میاید از طرف دیگر نقطهٔ اجتماع اشعات
تبدیل امتداد کرده از شیشه دور میرود در شکل سی و یکم بر سد نقطهٔ اجتماع
در ص میشود و همینکه نقطهٔ منوره نزدیک تر رقته بنقطهٔ ر بر سد نقطهٔ
اجتماع در ی میشود و از رسیدن نقطهٔ منوره بکانون اشعات تابیده
شده پس از گذشتن از شیشه موازی محور میشوند فاصله کانون شیشه
عدسی که ص باشد نه تها بسته بساختن شیشه نیست بلکه اکس پوزان
یا قوت تبدیل امتداد مادهٔ شیشه نیز در این خصوص دخالت دارد در
یک شیشهٔ عدسی ذو حدبتین (biconvexe) که نصف قطر

وچون نقطهٔ منوره بنقطهٔ ا م

حدبهٔ طرفین مساوی باشد کانون هر طرفی در مرکز قطعه کروی خود شی واقع
در صورتی که قوت تبدیل امتداد بلور درست $\frac{3}{2}$ گرفته شده باشد
جمیع آنچه که در خصوص شیشه های عدسی ذو حدبتین بیان کردیم در عدسی های
مقعر ذو حدبه و ذو سطح محدب نیز صادق است کانون یک شیشهٔ عدسی
ذو سطح محدب که قوت یا اکس پوزان تبدیل امتداد آن $\frac{3}{2}$ باشد تقدیر
ضعف نصف قطر سطح محدب آن شیشه از شیشه دور می افتد وقتی که نقطهٔ
منوره ص شکل سی و سیم بقدری نزدیک شیشه باید که فیما بین شیشه و کانون واقع
شود در اینصورت شیشه را در دیگر حالت تایل کردن اشعات بالتقا
(convergence) هست و میتوانند تبدیل امتداد اشعات را
موازی محور بنابند بلکه آن اشعات از طرف دیگر شیشه عدسی تقسی تشیر میشوند
که گویا از نقطهٔ ی که نسبت بشیشه دور تر از نقطهٔ منوره واقع است تابیده
میشوند در شیشه های ذو قعرین میتوان گفت (biconcave)
که در قتی که اشعهٔ تابش موازی محور ند از طرف دیگر شیشه بطوری متباین میشند
(divergents) که گویا از نقطهٔ ا
شکل سی و چهارم می آیند و این نقطه را نقطهٔ اصلی انفراق می نامند

باب اوّل

(Le point capitale de la

اگر نقطه منوره بازنشیه نزدیکتر شود تقسی که (divergence)

اشعه تالش متفرق شوند آن شعه در ایخالت از طرف دیگر شیشه زیادتر

متفرق میشوند حال میخواهیم ملاحظه حالتی را نمائیم که اشعه تالش متمایل

بالتقا باشند (convergents) درصورتی که اشعات از طرف

دیگر شیشه عدسی در نقطه مکون سی و چهارم مایل بالتقا باشند یعنی اگر

آن شعات را که تابیده اند امتداد بدهند در نقطه که کانون است

تلاقی نمایند آنوقت اشعات تبدیل امتداد کرده موازی محور میشوند

و هرگاه اشعات از طرفیکه شیشه تابیده شده اند تمایل آنها بالتقا زیادتر

از شکل سی و چهارم باشد از طرف دیگر شیشه باز مایل بالتقا شده

نقطه اجتماع آنها فیما بین شیشه و کانون واقع میشود و اشعات بتبدیل

امتداد کرده موازی محور نمیشوند لیکن وقتی که اشعات تالش در نقطه

شکل سی و پنجم که نسبت بشیشه از نقطه کانون دورتر واقع شده است

متمایل بالتقا باشند چنان متفرق میشوند که گویا در پیش روی شیشه از

نقطه شکل سی و پنجم تابیده میشوند

باب اوّل

(۱۴) در عکس های حاصل شده از شیشه های عدسی شکل سی و ششم اگر بوده

باشد AB یک شیئی که در یک طرف

شیشه عدسی مرکز O واقع باشد و نسبت بشیشه دورتر

از کانون F واقع باشد اشعات نقطه A در خط AO در

نقطه a جمع میشوند پس a عکس نقطه A میشود و از همین قرار نقطه

b عکس نقطه B میشود پس ab عکس شیئی AB باشد نگاه

کنند شیئی و عکس آن در زاویه های متساویه دیده میشوند بعلت اینکه زاویه

BOA مساوی است بزاویه aOb برزگی و کوچکی شیئی و

عکس آن بسته بفاصله است که شیئی یا عکس آن از شیشه عدسی دارند

فرضاً اگر فاصله شیئی از شیشه بقدر ضعف فاصله کانون باشد آنوقت

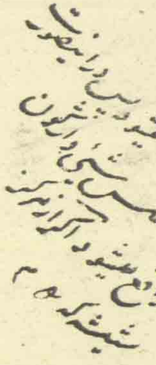
عکس از طرف دیگر شیشه در همان فاصله و به برزگی شیئی حاصل میشود اگر

شیئی از فاصله ضعف . کانون نزدیکتر شود آنوقت عکس

دورتر رفته بزرگتر میشود پس شیائیکه از شیشه عدسی زیادتر از فاصله کانون

و کمتر از ضعف فاصله کانون باشد عکس اشیاء از شیشه دور و بزرگ و وارونه

حاصل میشود چنانچه در شکل سی و ششم دیده شد هرگاه شیئی از شیشه زیادتر



از ضعف فاصلهٔ کانون دور باشد عکس شیشه نزدیکتر واقع شده کوچکتر
میشود بنحویکه از اشیاء واقعه دور از شیشه عکس وارونه و بشیشه
نزدیک واقع میشود مثلاً اگر در شکل سی و ششم gh شیئی باشد عکس آن
در AB وارونه و کوچک و نزدیک واقع میشود اگر فرض نمائیم
که بزرگی شیئی gg و بزرگی عکس آن gg_1 باشد و gh فاصلهٔ شیئی
از شیشه و mn فاصلهٔ عکس باشد این اربعه متناسبه حاصل میشود
$gg : gg_1 = gh : mn$ یعنی نسبهٔ شیئی با عکس مثل نسبهٔ فاصلهٔ آنها
از شیشه عدسی هر شیشه عدسی که فاصلهٔ کانون آن کم باشد اشیاء دور
افتاده را نزدیک بشیشه مینماید و همچنین شیشه‌های عدسی که کانون آنها دور
واقع باشد عکس اشیاء را دور مینمایند پس عموماً هر قدر فاصلهٔ کانون
شیشه‌های عدسی کم باشد عکس شیئی که از آنها انداخته میشود کوچک
مینماید از شکل سی و هشتم قاعدهٔ مذکورهٔ فوق را که در خصوص عکسهای
حاصل شدهٔ از شیشه‌های عدسی گفته شد بسهولت میتوان واضح نمود
وقتی که شیئی در میان فاصلهٔ شیشه عدسی و کانون آن واقع شده باشد
عکس آن شیئی را نمیتوان دید زیرا که اشعات از طرف دیگر شیشه بیرون

متفرق میشوند اگر بوده باشد AB شکل سی و هشت یک شیئی واقعه در میان
فاصلهٔ کانون و شیشه اشعات تابیده شده از A و B در وقت
گذشتن از شیشه متفرق میشوند بقسمی که گویا از نقطه‌های a و b می‌تابند چشمی
که در طرف دیگر شیشه واقع باشد برمیخورد باشعاعیکه از B تابیده میشوند
بقسمی که گویا آن اشعات از b می‌تابند پس ab عکس AB
میشود پس شیئی و عکس آن واقع میشوند در یک زاویه که gh و ab باشد
لیکن در همین صورت شیئی بشیشه اقرب واقع شده است پس عکس آن باید
بزرگ شده باشد از روی این قاعده است که زره نمارا از برای
بزرگ کردن و تشخیص دادن اشیاء زیاد کوچک بکار می برند

فصل تسیم

(۲۵) در تجزیهٔ شعاع سفید شعاع سفید مرکب است از چند شعاع دیگر
دیگر و از برای اثبات این میباید بقاعدهٔ مذکوره در فصل اول یک عکس مدور
کوچکی از آفتاب حاصل نمود اگر بوده باشد شکل سی و نه یک آینهٔ واقعه
در مقابل پنجرهٔ یک اطاق تاریکی که اشعهٔ آفتاب از آن آینه باطاق وارد شود
و بر اسطوانه تبدیل امتداد بوده بر دیوار اطاق باشد که عکسها

باب اول

بر روی آن بپفشند قبل از آنکه اسطوانه را بجای خود بگذارند یک عکس بدور
سفیدی از آفتاب در مقام ح دیده میشود لیکن پس از گذاشتن اسطوانه
یک شکل طولانی در ه ح دیده میشود در صورتیکه طول این عکس طولانی
اقل از ضعف عرض آن باشد در وسط عکس یک جای کوچک سفیدی دیده
میشود لیکن اگر طول عکس نسبت بعرض آن زیادتر از آنکه گفته شد باشد آن
جای سفید محو شده رنگهای هفت گانه اصلی در آنجا دیده میشوند که عبارت
ز ایها باشند سرخ نارنجی زرد سبز کبود نیلی بنفش
این رنگها را رنگهای قوس و قزح مینامند اگرچه در این عکس که از آفتاب
می افتد رنگهای مختلف نامعدود بنظر می آیند لیکن از همه آنها جز این الوان
سبعهٔ اصلیه رنگ دیگر تشخیص داده نمیشود اگر در پنجره یک شکافی بقدر یک
یا دو جزء از هزار جزء متر که ذرع فرانسه است موازی با محور اسطوانه احداث
کنند و زوایای اسطوانه نیم هریک ۶۰ درجه باشند و فاصله دیوار
زیادتر از دو یا سه متر نباشد این الوان سبعه را در کمال خوبی و خوشرنگی
میتوان دید و هریک را از دیگری درست تشخیص داد بدون اینکه
هیچ جای سفید در وسط باشد از برای ملاحظه عکس ملون آفتاب ضرور نیست

باب اول

که با اسطوانه در روی دیوار سفید ملاحظه نمود اگر مثلاً اسطوانه را بطور عمود
در برابر شعلهٔ یک شمع نگاه داشته ملاحظه کنند شعله چنان مینماید که بسیار
عریض و ملون بالوان مذکوره فوق شده باشد اگر در یک پنجره بسته یک
سوراخ که تقریباً یک جزء از صد جزء متر گشادگی آن باشد نموده بآسمان
در وقت صافی هوا نگاه کنند یک دایره تیره که از آن سوراخ نسبتاً
بزرگ تر است دیده و در میان آن یک قرص روشنی بقدر سوراخ دیده
میشود اگر این قرص روشن سفید را از اسطوانه نگاه کنند یک شکل ملون
بسیار طولانی مثل شکلی که در دیوار دیده شده بود بنظر می آید

(۱۶) اشعات مختلفهٔ الالوان را تبدیل امتداد بتفاوت است
این حقیقت از دانستن اینکه هرگاه نور سفید از اسطوانه بگذرد مجزا باشعهٔ مختلفه
ملونه میشود محقق میگردد اشعات سرخ با اشعات بنفش پس از آنکه از اسطوانه
گذشتند یک زاویه احداث می کنند با یعنی که افتراق بهم میرسانند
اشعات بنفش از امتداد اول خود بیش از اشعات سرخ را تبدیل امتداد
شعاع کمتر و اشعات بنفش را تبدیل امتداد زیادتر است و سایر الوان
نسبة باین دو لون حد وسط واقعند

سرخ از اشعات ملون بالوان سبعه مذکوره اشعات م

(۱۸) هریک ازاین الوان درعکس مذکوره بسیط ومجرد میباشند

شکل چهلم هریک ازاین الوان درصورتی بسیط میباشند که ثوان

انهارا تجزیه کرد حالا میخواهیم ثابت نمائیم که این صفت درالوان قوس

وقزح ثابت است یعنی الوان قوس وقزح رانمیتوان تجزیه نمود وقتی که

عکس آفتاب راازیک اسطوانه دریک دیواری اخذ مینمایند اگردریک

جائی ازآن عکس مثلاً آنجائیکه شعاع بنفش هست یک سوراخی کوچک در

دیوار کنند جمیع اشعات رامیتوانند دید مگر یکی راکه رنگ بنفش باشد وآن

درسوراخی که دردیوار کرده اند معدوم میشود این شعاع بنفش قابل تجزیه بر نیک

دیگر نیست اگرچه اورا بار دیگر ازاسطوانه بگذرانند بازرنگ آن تغیر حاصل نمیکند

(۱۸) اشعات بسیط عکس آفتاب بواسطه اسطوانه قابل ترکیبی میشوند

که بتوان ازانها مجدداً شعاع سفید حاصل نمود شکل چهل یکم اگرعکس آفتاب

رابایک شیشه عدسی مثل ⌓ فرضاً اخذ نمایند اشعات مختلفه الالوان

آن درنقطه ⌓ جمع میشوند اگرازاین نقطه ⌓ عکس آفتاب رابرروی

یک شیشه که خوب صاف نباشد یابرروی کاغذی بیندازند اشعات آن

مجدداً سفید بنظر می آیند اگراشعات مختلفه الالوان درشیشه عدسی مجتمع

بباشند

باشند اگرآن شیشه ناصاف یاکاغذ اد ⌓ نگاه نداشته دور تر

نگاه بدارند باز عکس آفتاب راملون وواروونه می بینند مثلاً در ⌓ ⌓

ملاحظه میکنند ازاینجا معلوم میشود که اشعات مختلفه الالوان در ⌓ متقاطع

میشوند درهنگامیکه ازرنگهای مختلفه قوس وقزح یک عکس سفیدی میخواهند حاصل

شد حرفی نیست چنانچه حکیم مشهور برزک که نیوتون باشد تجربه وامتحان معین

کرده است ومیگوید که عکس ملون طولانی که ازیک اسطوانه دیگر دیده شود

مجدداً یک عکس مدوری درنهایت سفیدی بنظر می آید فرض میکنیم که

⌓ ⌓ شکل چهل دویم عکس ملون آفتاب باشد که ازاسطوانه ⌓ ⌓ بدیوار

سفیدی افتاده باشد اگریک اسطوانه دیگری مثل B بقسمی بگذارند

که یک عکس هم ازآن درهمان مکان ازدیوار که ⌓ ⌓ باشد بیفتد

هرگاه یک شعاعی ازآفتاب براسطوانه در امتداد ⌓ ⌓ بیفتد بسهولت

میتوان دید که اشعات تابیده شده ازعکس ⌓ ⌓ براسطوانه نیز

درامتداد ⌓ ⌓ خارج می شوند چشمی که درنقطه ⌓ باشد در امتداد

⌓ ⌓ یک قرص مدور سفیدی ازعکس ملون می بیند

(۱۹) درزنگهای متمم چون هریک ازرنگهای بسیط که درعکس ملون دیده

میشود از اجتماعشان یک نور سفیدی حاصل میکردد و از برای حصول یکرنگ
دیگر از نور سفید میباید یکی یا دو تا از آن رنگها را معدوم کرد یا انکه رابطه
انها را تغییر داد مثلاً اگر از نور سفید رنگ سرخ را از عکس معدوم کنند
وسایر رنگ ها بمانند یک رنگ کبود کونه حاصل میشود که اگر رنگ سرخ
را با آن ممزوج کنند رنگ سفید حاصل میشود و رنگ که دارای شرط مذکور
باشند یعنی اگر با هم مخلوط شوند از انها نور سفید حاصل میشود انها را
رنگهای متمم میکویند هر رنگی را یک رنگ متمم هست بعلة اینکه هرکاه خود
ان نور سفید نباشد بدیهی است که شعاع رنگ دیگری باقی است که با او
مخلوط شده نور سفید حاصل نماید آن شعه که باقی مانده اند انها رنگهای متمم خوانند بود

فصل چهارم

(۲۰) در چشم و آلات متعلقه بمناظر و مرایا احساس نور و رنگ از تاثیر
اعصاب مخصوصه حاصل میشود که منتها الیه لطیف آن اعصاب مثل جلد عصبی
متاثر میکردد احساس ظلمت و تاریکی در وقت کمال آسودکی این یوست
عصبانی دست میدهد و هر نوع حدت و تهیج را که او متحمل شود باعث
احساس روشنائی میکردد و این حدت و تهیج مخصوصه از اشعات نوری

حاصل

حاصل میشود که از اجسام ارضیه منتشر شده بواسطه چشم باین جلد عصبانی
یا غشاء شبکیه میرسد و غیر از این باعث احساس نور در رنگ بواسطه علة
های دیکر است که داخل بعمل اشعه وارده از خارج ندارد مثلاً بواسطه
فشار شش خون یا یک فشار شش دیکری از خارج که بر روی چشم بیاید آنچه
بشود از برای احساس اشیاء واقعه در خارج بواسطه بصر کافی نیست
که همان اشعات نور خارج شده از ان جسم بغشاء شبکیه بیفتد بلکه
محتاج است بنمایش مخصوصه که در حالت جدا کردن نور باعث شود
بر اینکه اشعات خارج شده از نقطه نموده وارد نشوند مکر یک جای
معینی از غشاء شبکیه و اشعات نوری را که از سایر جهات می آیند منبوع نشوند
از ریزش انها در این جای معین و باینطریق جاهای مختلفه از غشاء شبکیه را
بطور اختلاف تاثر میشود و بدیهی است که اشیاء از چشم دیده و تمیز داده
میشوند در چشمی که این نمایش جدا کننده نور وجود نداشته باشد چنانچه
بعضی از حیوانات پست خلقت باینطور مذکور بصیرت حقیقی وجود ندارد
فقط تمیز فیما بین روشنی روز و تاریکی شب داده میشود و چشم معلوم میشود
که بر دو قسم است یکی چشم مرکب است مثل چشم حشرات تا لارض و یکی

که در چشم انها

چشمهای باعدسی جامعه مثل چشم حیوانات لبین العظم

(۲۱) در چشمهای مرکبه بشکل چهل سوم در روی جلد محدب عصب مخروطهای مستدیر لطیف کوچک زیادی هست که بطور عمودی واقعند فقط اشعاتی که در امتداد محور این مخروطهای مستدیر می آیند میتوانند بقاعده یکی از این مخروطها در روی جلد عصبانی برخورند هر نوری که از یک طرف می آید فرو برده میشود بعلة اینکه سطح منحنی این مخروطهای مستدیر از یک دیگر تیرهٔ پوشیده شده است اگر $abcd$ نمرخ جلد محدب عصبی باشد و $abcd$ این مخروطهای مستدیر لطیفه باشند واضح است که اشعات وارده از نقطهٔ منوره m نمیتوانند پوست عصبی را برخورند مگر در c که قاعدهٔ مخروط مستدیر ناقص است که $abcd$ باشد و قاعدهٔ های مخروطهای واقعه در طرفین مخروط $abcd$ باشعات وارده از نقطهٔ m برخورده اند و همچنین یک نقطهٔ منورهٔ دیگر مثل B اشعات خود را از جای دیگر بر پوست عصبی وارد می آورد و کذالک نقاط منورهٔ دیگر که جمیع نورهای وارده از نقاط واقعه در امتداد این مخروطهای واقع در قاعدهٔ یک مخروط مستدیر لطیفه تشریح میشود و

جمیع نقاطی که نور خود را بقاعدهٔ همان یک مخروط وارد می آورند بطوری مخلوط یکدیگر میکردند که بسهولت دیده میشود که روشنائی شکل در روی جلد عصبی هر قدر که عدد مخروطهای لطیفه زیاد باشد بهتر و کامل تر میشود شعاع نظری یعنی مسافه دید در چشمهائی که حقیقة تسبه است بزاویه که از محور مخروطهای خارجه حاصل میشود که عبارت از خباب یا حلقهٔ چشم باشد پوست نورنمائی که پس از چشم را پوشیده است و عبارت است از طبقه قرنیه اغلب منقسم بسطح های کوچکی شده است که هریک از آن سطح های کوچک متعلق است بیکی از این مخروطهای لطیفه مقدار سطح های کوچک چنین چشم بقاعده خیلی زیاد است بطوری که در یک چشم تنها از دوازده تا بیست هزار سطح کوچک واقع میشود

(۲۲) در چشمهای بسیطه باعدسی جامعه شکل چهل چهارم در عشاء شبکیه در چشمهای باعدسی جامعه عکس یک شیئی بطریق عدسی های جامعه معارفی نقش میکرد اشعات یک نقطه از شیئی که برخورند بسطح پیشین چشم یعنی قرنیه در شیشه های عدسی دیده شده است بواسطه مایع شفافی که در چشم است متقاطع میشوند بسمت یک نقطه از عشاء شبکیه بشکل مسطور فوق عبارت است

از قطعه چشم انسانی حباب چشم بتمامه احاطه شده است از یک پوست
صلب بخشی که پیدا است مگر جزء پیشین آن و این جزء پیشین شفاف را طبقه
قرنیه میگویند که جزء سفید آن کثیف و پوست آن صلب است قرنیه
شفاف چشم محدب تر و برآمده تر از سایر اجزاء حباب چشم است
در عقب قرنیه پوست ملون مسطح است که عنبیه میگویند و حباب قرنیه شفاف را
از سایر اجزاء چشم جدا میکند در وسط عنبیه دایره یک کشادگی تشکل
دایره است که اگر از پیش نگاه کنند درست سیاه دیده میشود و این دایره
را مردمک چشم مینامند در عقب عنبیه و مردمک طبقه زجاجیه واقع است
که ... باشد و این طبقه زجاجیه واقع شده است در یک کیسه شفافی
که از همان کیسه شفاف متصل شده است بغلاف خارجی چشم فیما بین
عدسی و قرنیه یک آب صاف شوری است که از اخلاط مایع نیز میگویند
و وسعه واقعه در پشت عدسی مملو است از یک ماده منجمده شفافی که از
خلط زجاجی میگویند و طبقه زجاجیه از پیش مسطح و از عقب نسبة به پیش
محدب تر است در میان چشم بیاض کثیف یا پوست صلب غلاف گرده
شده است در پیشه و در بالای پیشه واقع است غشاء شبکیه که غیت

مگر یک امتدادی از عقب پیش طبقه قرنیه که حاوی است جمیع جوف
بصر را مدهون شده است از یک دهن سیاهی و این سیاهی بجهة آن است
که روشنائی عکس نادر جوف بصر بواسطه تقاطع شعاع کم نشود و بهمین
دلیل است که میان دره نمایان را سیاه میکنند شعاعات نور که بچشم می افتد
یا آنکه بسفیدی چشم برمیخورند که ما جلد صلب کثیفش گفتیم و بلا قاعده از هر
طرف منتشر میشوند و بچشم از طبقه قرنیه فرو میروند اشعاعات خارجه وارده
بچشم از قرنیه بعنبیه می افتند و از همه طرف بلا قاعده منتشر شده الوان
عنبیه را مینماید اشعاعات مرکزیه از مردمک بعدسی افتاده از آن
بسمت شبکیه متقاطعة الشعاع میشوند بقسمی که اشعاعات وارده از یک نقطه
یک شیئی خارجه دوباره گذشته شده از مردمک مجددا در غشاء شبکیه در یک
نقطه جمع میشوند از اینقاعده در روی غشاء شبکیه عکس اشیاء واقعه در پیش
چشم بسته میشود مثلا در شکل چهارم mm عکس نقطه g
و mm عکس نقطه g میباشد

(۲۳) در دید مشخص بفاصله های متفاوته سابقا ملاحظه شد که عکس
یک شیئی از عدسی بواسطه نزدیک آوردن یا دور بردن شیئی تغییر مکان

میکند هر قدر که شیئی بعدسی زیاد نزدیک شود عکس شیئی از عدسی
زیاد دور میشود چون خاصیت چشم مثل خاصیت شیشه عدسی است
چنانچه ما نمیتوانیم اشیاء را چنانچه باید روشن و آشکار به بینیم مگر وقتی
که نقطهٔ اجتماع اشعات متقاطعه الانعکاس درست در غشاء شبکیه بیفتد
یعنی وقتی که در غشاء شبکیه یک عکس روشنی[2] شیئی را درست تشخیص
دهد مگر در یک فاصلهٔ معینی لیکن از تجربه خلاف این بما معلوم شده است
چنانچه یک چشم صحیح سالم اشیاء را در فاصلهٔ زیاده از هشت ابهام
خوب میتواند تشخیص بدهد پس چشم قابل این است که بفاصله های مختلفه
خود را اعادت بدهد وقتی که اشعات خارج شده از یک نقطهٔ منوره
در پشت پالس غشاء شبکیه جمع شوند در غشاء شبکیه بجای نقطهٔ منورهٔ یک
دایرهٔ تیره کوچکی بسته میشود و بهمین جهت است ما اشیائیرا که در فاصلهٔ
زیاده بر حدی که نور چشم تا بآن حد میتواند کار کند واقعند نمیتوانیم
تشخیص داد چون از نزدیک شدن یا دور شدن شیئی بچشم فاصلهٔ اشعات
عدسی از یکدیگر تفاوت پیدا میکند میتوان استنباط نمود دیدن مشخص را
در فاصله های متفاوته بفرض کردن اینکه بزرگ کردن و کوچک نمودن

[2] از شیئی نقش میزند در اینجا سقوط میشاید اعتقاد کرد چشم را دارد

(۲۴) فاصلهٔ دید مشخص و تفصیل فاصر النظر و قاصی النظر که عبارت از نزدیک
بین و دور بین باشد اشیاء واقعه در نزدیکی چشم را نمیتوان خوب
تشخیص داد از برای هر چشمی یک فاصلهٔ معینی هست که زیاده بر آن نمیتوان
شیئی را از نزدیک بر چشم آورد و این فاصله را فاصلهٔ تشخیص نظر میگویند و این همان
فاصله است که مثلاً یک کتاب را با جبار در آن فاصله نگاه داشته
میخوانند و اگر کتاب را از نزدیک تر بدارند درست تشخیص حروف را
نمیتوانند داد مگر بسعی و زحمت زیاد چشمی که از هر حیثیت سالم باشد در
فاصلهٔ هشت و ده ابهام خوب می بیند چشم را در وقتی قاصر النظر میگویند
که فاصلهٔ تشخیص نظر آن کمتر از این اندازه باشد و قاصی النظر در وقتی میباشد
که فاصلهٔ تشخیص نظرش زیاده بر فاصلهٔ مذکوره باشد سبب تاری چشم در
اشیاء قریبه بجهة زیاد انتشار یافتن اشعات وارده از یک نقطهٔ شیئی
است که در نزدیکی واقع شده است و تقاطع اشعات یعنی که در چشم هست
نمیتواند آن اشعات را بقدری جمع کند که در غشاء شبکیه بیفتند
بنابراین اجتماع آن اشعات در عقب شبکیه افتاده یک دایرهٔ تیره حاصل

میکرد دکوتاه بینی و دور بینی علتهائی هستند که سبب انها عدم موافقت
قوت چشم است و بهترین علاجها از برای این علل باعینک نگاه کردن
است باینطریق که از برای چشمهای نزدیک بین شیشه های عینک را
مقعر و چشمهای دور بین شیشه های عینک را محدب می سازند
در یک چشم نزدیک بین عکس اشیاء دور افتاده در پیش روی غشاء
شبکیه می افتد و چشم را آنقدر قوت نیست که آن عکسها را بر روی
غشاء شبکیه بیندازد پس بناء علی هذا این قوت تقاطع اشعه خشم را
بواسطه شیشه های مقعری که پیش چشم قرار میدهند تبدیل مینمایند با
که اشعات ملاقی چشم کمتر میل بالتقا نموده در غشاء شبکیه مجتمع شوند
و در یکچشم دور بین عکس شئی واقع شده در نزدیکی عقب غشاء شبکیه
می افتد و چشم را آنقدر قوت نیست که با این تقاطع اشعات موافقت
نماید و جهة رفع این منقصت شیشه های عینک را محدب می سازند
تا اشعات را زیادتر مایل بالتقا نموده در روی غشاء شبکیه مجتمع سازد

(۲۵) در رابطه فیما بین حساس بصر و اشیاء واقعه در خارج
حالت دیدن بسته است بسبراتی که در غشاء شبکیه میشود باینطریق که

ارتلاقی

ارتلاقی با اشعات یک احساس حسی در او میشود لیکن این حس را
ما فرض دیدنش را کرده نقل بخارج مینمائیم باینمعنی که عکوس غشاء شبکیه در خارج
از برای ما نیست یک تعقل فوری میکرد چون از برای حس غشاء شبکیه یک
مشاهده در خارج ادراک مینمائیم در اینحالت بجای هر عکس روی شبکیه
یک شئی در خارج میگیریم فرض میکنیم که شئی و عکس آن که در روی شبکیه است
بیک خط مستقیم بیکدیگر وصل شده باشند در اینحالت عکوس را در امتداد
آن خط بطرف خارج ترسیم میکنیم چون سابقا مذکور شد که عکس اشیاء
واقعه در خارج در روی غشاء شبکیه کوچک و معکوس می افتد حال میخواهیم
بدانیم چرا در خارج اشیاء را معکوس و وارونه نمی بینیم در وقت احساس
پوست عصبی که غشاء شبکیه باشد اشعاتی را که ما در میخورند تقاط این پوست
عصبی که برخورده شده اند باشعات در یک امتدادی رو به خارج
ترسیم میشوند یعنی در امتدادیکه اشیاء واقعه در خارج که در غشاء شبکیه تحصیل
عکس مینمایند واقعند مرتسم میشوند لیکن در همین امتداد همین اشیاء را
باحس های دیگر نیز میتوانیم پیدا نمائیم مثلاً بلمس پس فیما بین احساس متحصله
یک حسن رابطه تامی جهة تعین جا باهست و بدون این حسن رابطه ما

ما اشیاء را اوارونه نمیبینیم از مشاهدهٔ اشیاء واقعه در خارج بواسطهٔ
چشم در همان وقت مشاهدهٔ فاصله و بزرگی آن اشیاء را نیز مینمائیم
عکس اشیاء در غشاء شبکیه پهلوی یکدیگر می افتد و وقتی که ما اشیاء
متعلقهٔ بعکوس را بلافاصله در پهلوی یکدیگر و در عقب یکدیگر نیز میبینیم
این فقره نتیجهٔ حس بصر نیست بلکه نتیجهٔ هوش است مثلاً طفل تا تعقل فاصله
را نکرده است دست دراز میکند که ماه را مثل سایر چیزهائیکه در پهلوی
او واقعند بکف دست بزرگی ظاهری اشیاء بسته است به بزرگی عکس آنها
در روی شبکیه فرض میکنیم که از دو انتهای عکس شبکیه که a و a
باشند خطوط مستقیمه تا دو انتهای اشیاء کشیده شده باشند این
خطوط با یکدیگر تقاطع کرده زاویهٔ a a را حاصل مینمایند که زاویهٔ
نظری نامیده میشود و بزرگی این زاویه نسبت دارد به بزرگی عکس واقعهٔ
در شبکیه پس میتوان گفت که بزرگی ظاهری اشیاء بسته است به بزرگی
زاویه نظری که فیمابین آن دیده میشوند هر شیئی مختلفه التجه مثل A B
و A B میتوانند که بزرگی ظاهری آنها یکی باشد
وقتی که این بزرگی نسبته داشته باشد با فاصله انها از چشم

پس اشیاء

پس اشیاء مختلفه که نسبته بزرگی آنها مثل نسبته ۳ : ۲ : ۱ و همچنین
از همین قرار باشد در فاصله های مفرد و مضاعف و سه برابر و زیاده
زوایای بهمین بزرگی دیده میشوند و تفهم ما در خصوص بزرگی حقیقی اشیاء
و فاصله آنها بسته است بتجربه و امتحان

(۲۶) در دیدن با هر دو چشم هرگاه در فاصلهٔ که قوت چشم بآن
فاصله موافقت دارد با هر دو چشم به شیئی نظر بیندازند آن شیئی را
فرد می بینند و هرگاه شیئی در فاصلهٔ باشد که موافقت قوت چشم زیاده
بر آن فاصله یا کمتر از آن فاصله باشد آنوقت شیئی خفت دیده میشود
در حالت اول چشم شیئی را واضح و درست می بیند لیکن در حالت ثانی
تیره و تار مشاهده میکند فردیا زوج دیدن اشیاء می تواند باختیار شخص
باشد مثلاً یک انگشت را در برابر چشمها بفاصلهٔ یک پا نگاه میدارند
و انگشت دیگر را بفاصلهٔ دو پا هرگاه چشم ها را با انگشت دویمی بیندازند
انگشت اول را خفت می بیند و همچنین هرگاه چشمها را با انگشت اول بیندازند
انگشت دویمی را زوج می بینند فرض میکنیم که در شکل چهل و ششم L
و R دو چشم باشد A و B دو شیئی واقع شده

در برابر چشم بفاصله های مختلفه از نظر افکندن بشیئی ⟨ محور هر دو چشمها
بسمت ⟨ ممتد میشوند و یک زاویهٔ بزرگی حاصل میکنند و عکس ⟨
در هر دو چشم بمرکز شبکیه می افتد دار نظر انداختن بشیئی B زاویهٔ
محور های چشم کوچک میشود و عکس B نیز در مرکز شبکیه می افتد از نظر
انداختن به ⟨ عکس B در چشم چپ براست مرکز شبکیه می افتد
و در چشم راست بچپ مرکز شبکیه می افتد عکسهای گ و ه در هر دو
چشم بیک جای شبکیه نمی افتد و باین واسطه شیئی B جهت نظر
می آید و از جهه اینکه عکس گ در چشم چپ براست نقطهٔ ⟨ می افتد
B بنظر در چپ ⟨ می آید و حال انکه چشم راست شیئی B را در راست
⟨ می بیند و اگر هر دو چشم را بشیئی ⟨ بطوری بیندازند که فرد دیده
شود دو B جهت بنظر میاید می توان عکس راست یا چپ B را
ناپدید کرد از بهم گذاشتن چشم راست در حالت اول و چشم چپ
در حالت ثانی و هرگاه بعکس شیئی B را بقسمی قرار دادند که شیئی
⟨ جهت بنظر میاید عکس راست آن از بهم گذاشتن چشم چپ ناپدید میشود

(۲۷) در حد نظر از برای اینکه بتوان یک شیئی را دید زاویه نظر

که از مابین آن می بینند نمی باید تا بیک حد معینی کوچک شود و آن
کوچکی بیشتر نسبه است بنور و رنگ آن شیئی و خلقت چشم و از
محل جائی که شیئی در آن واقع است از برای یک چشم متعارفی
و با یک نور متوسط یک شیئی را فیما بین زاویه نظر که سی ثانیه باشد
باز میتوان دید و یک شیئی روشن بنور را که در یک قعر تاریکی
باشد در یک زاویهٔ نظری که دو ثانیه باشد باز میتوان دید

(۲۸) در مدت طول نقش گرفتن نور هرگاه با ذغال مشتعل
یک دایرهٔ بسازند ذغال را نمیتوان تمیز داد لیکن یک دایرهٔ
مشتعلی مشاهده می نمایند و دلیل این را میاید از غشاء شبکیه فهمید
یک نقطهٔ از شبکیه را که نور اثر کرد فی الفور آرام نمیشود اگرچه اثر نور
باتمام برسد از همین قرار چون اشیاء را می باید یک بزرگی باشد
تا بتوان مشاهده نمود و همچنین اثر نور می باید یک زمانی طول بکشد
تا در شبکیه تاثیر بکند باین دلیل است که ما شیئی سریع الحرکه را نمیتوانیم
ملاحظه نمود مثلا کلوله توپ را پس از خالی کردن نمیتوانیم دید
بعلة اینکه عکس این کلوله سریع الحرکه در روی شبکیه پیک شدی حرکه

سیکند که نقش آن در هیچ جای شبکیه قرار نمیگیرد اثر ثانوی در روی
شبکیه بقدری باقوت و با دوام میشود که اثر اول را قوت و
استقامت هست نقش های متوالیهٔ اشیاء روشن روشن است
و نقشهای اشیاء تیره تیره میشود هرگاه چشم را از نقش گرفتن متصل
متوالی باز دارند مثلاً هرگاه چند لحظه از یک پنجره بآسمان صاف روشن
نگاه کنند و بعد چشم را بهم گذاشته برگردانند باز فاصله های روشن
واقعه نمایین آلت ها را می بینند و هرگاه در این حالت چشم از آسمان
برگردانده بدیوار سفیدی بیندازند آنچه را که اول تار میدیدند
آنوقت روشن می بینند و هرچه را که روشن میدیدند تار مشاهده
مینمایند باینطریق که آلت ها را روشن و مابین آلت ها را تار می بینند
این تغییرات را از برگردانیدن چشم خیره شده بواسطه نور بدیوار سفید
بسهولت میتوان فهمید نقاط شبکیه را که سابقا نور روشن اثر کرده
بود حال نور سفید دیوار اکمتر احساس نور میکنند مثل جاهای شبکیه که در آن
جاها عکس آلت های تیره افتاده است

(۲۹) در سببی که آنرا اطاق تاریک می نامند شکل چهل و هفتم

این شکل

این شکل شامل است بیک جعبه و یک لوله که ab cd ef باشد
و در آخر لوله شیشهٔ عدسی محدب را که mn باشد کار گذاشته اند
اشعات وارده از عدسی باین جعبهٔ تار بواسطهٔ آینهٔ مسطحی مثل ghk
که بزاویه چهل و پنج درجه مقابل محور جعبه قرار گذاشته اند بسمت بالا قطع
الشعاع میشوند و عکس یک شیئی واقعه در جای دور در محل gh در
شیشهٔ ناصافی که آنجا کار گذاشته شده است می افتد شکل چهل و هشتم
عبارت است از یک جعبهٔ بلندی که در ته آن یک ورق کاغذ سفید
میگذارند و در بالای آن یک لوله است که شیشهٔ عدسی دارد
و در بالای عدسی یک آینهٔ مسطحی است که باعمود یک زاویه چهل و پنج
درجه حاصل میکند شعاعات اشیاء از آینه رو بپائین متقاطع الشعاع
میشوند و عکس آنها در روی کاغذ نقش میگیرد و این عکس بسیار واضح بنظر می
آید بعلت اینکه همهٔ شعاعات از کل اطراف بواسطهٔ شیشه های جعبه درست
می افتند و آنوقت خطوط محیطهٔ عکس را بسهولت میتوان در روی
کاغذ نقش کرد در حالتی که در دست ما را از دریچه که در جعبه هست
میان جعبه برد و عکس را ترسیم نمود Daguerre

که یکی از ملت فرانسه است یک قسم بسیار خوب ازین جعبه را اختراع
کرد که بواسطهٔ آن میتوان بشکل اشیاء را که بمیان جعبه می افتد ثابت
برداشت و فوتوگرافی Photographie که قسم دیگری است
نیز نمونهٔ بسیار خوب نقشه است

(۳۰) در تفصیل ذره نمای مفرد که از انفرانسه لالوپ می نامند
La loupe سابقاً ذکر شد که بزرگی متعلق بشیئی نسبت
به بزرگی زاویهٔ نظر که فیمابین آن زاویه شیئی بچشم درمی آید لیکن این
زاویهٔ نظری هرقدر که شیئی بچشم نزدیک تر شود بزرگتر میکردد و ما
شیئی را بچشم زیادتر از یک مسافهٔ معینه نمیتوانیم نزدیک نمود
و آن مسافه عبارت از فاصلهٔ دید مشخصی است و حد بزرگی زاویهٔ نظری
نیز همین فاصله است هر سبب و آلتی که باعث بزرگی زاویهٔ نظری
میشود و اشیاء صغیره واقعه در نزدیکی را بزرگ مینماید از آن ذره نما
میکویند از برای دانستن اینکه یک عدسی جامعه مفرد را چکونه
مثل ذره نمای مفرد بکار می برند باید از شکل چهل و نهم فهمید و از
برای این فرض میکنیم AB یک عدسی جامعه بوده
AB یک شیئی

AB یک شیئی واقعه در فاصله شیشه و کانون جمیع اشعات
وارده از یک نقطه شیئی AB پس از کذشتن از عدسی بطوری
منتشر میشوند که کویا از همان نقطهٔ متعلقه در عکس ab وارد میشوند
چنانچه سابقاً نیز اثبات این مطلب شد یک چشم واقعه در پس عدسی
شیئی را وقتی واضح می بیند که عکس آن شیئی مثلاً ab در فاصله
دید مشخصی بیفتد لیکن در این حالت شیئی بچشم نزدیک تر واقع میشود
و بدون عدسی خوب دیده نمیکردد و قوت متزایدهٔ عدسی را بخصوصه
در اثر آن یافت مینمایند باینطریق که شیئی را بتوانند درست نزدیک
بچشم کنند و باین سبب زاویهٔ نظری را بزرک نماید از برای پیدا کردن
بزرکی حاصل شدهٔ بواسطه ذره نمای مفرد که لالوپ باشد باید بزرکی
زاویهٔ نظری که از مابین آن عکس ab وقتی بچشم درمی آید که در فاصله
دید مشخص واقع است با بزرکی زاویهٔ نظری که از مابین آن خود شیئی
در حالتی که فاصله اش از بصر بقدر فاصلهٔ عکس است بنظر درمی آید مقایسه
نمود چون ما چشم را در پس لالوپ نزدیک نکاه میداریم و چون
کلفتی این عدسی زیاد نیست میتوانیم قبول نمود که نقطه را که در چشم اشعاعات

دران متقاطع شده اند بیفتد برکز ○ از عدسی بنگاه گردن از نقطه
○ شیئی AB و عکس آن که ab باشد هر دو در مابین
یک زاویه نظری دیده میشود پس بزرگی شیئی را از مقایسه زاویه
بنظری که شیئی AB و از مابین آن دیده میشود با زاویه که همان شیئی
از مابین آن در وقتی دیده میشود که از ○ تا بفاصله دید مشخص دور بکار
بدارند با نیمعنی که آنها در جای عکس ab بگذارند و چون بزرگی متعلق
بیک شیئی با فاصله آن از چشم در یک نسبت معکوس است این بنابر
حاصل میشود که زاویه نظری AB○B برابر زاویه که از مابین آن
AB اگر بجای عکس ab بود دیده میشود مثل فاصله ab
از ○ بفاصله AB است از ○ فرض میکنیم که فاصله
عکس از ○ مساوی d باشد و فاصله شیئی AB از ○
مساوی x باشد از برای بزرگی شیئی $\frac{d}{x}$ حاصل میشود که میباید
بجای d فاصله دید مشخص را گذاشت و هرگاه فرض کنیم که عکس شیئی
بفاصله دید مشخص واقع بوده شیئی در کانون عدسی که f است باشد
بزرگی $\frac{d}{f}$ میشود هرگاه f را فاصله کانون لالوپ محسوب

بداریم

بداریم هرگاه بخواهند عکس ab در فاصله d نمودار شود در اینحالت
شیئی میباید در میان فاصله کانون واقع باشد پس x تفاوت
تر از f میباشد و بزرگی شیئی در هر صورت قدری زیاد تر از
$\frac{d}{f}$ میشود مثلاً فرض میکنیم فاصله دید مشخص مساوی ده انبهام باشد
و فاصله کانون عدسی دو انبهام باشد بزرگی که حاصل میکند زیاده
از قدر $\frac{d}{f}$ میشود که در اینجا مساوی است $= \frac{10}{2} = 5$
هر قدر فاصله کانون یک لالوپ که ذره نمای مفرد است کم باشد همانقدر
بزرگی که حاصل می کند زیاد می شود

(۳۱) در ذره نمای آفتابی شکل پنجاهم این اسباب که در علم مناظر
مرایا زیاد معتنا به است در اطاق تاریکی که پنجره های آن بسته است نگاه
می برند بانطور که آینه mn را در خارج اطاق قرار میکنند تا
که اشعات آفتاب را از لوله rs باطاق تاریک می اندازد و بعد
rn آن اشعات را قدری مایل بالتقا می کند و عدسی دیگر که f
باشد این تمایل بالتقا را زیاد تر میکند بطوریکه اشعات در یک کانون
قریب بشیئی که ما میخواهیم ملاحظه نمائیم جمع میشوند و این عدسی f

متحد متحرک است بجهه اینکه بتوان درست برابر شیئی که باید ملاحظه
نمائیم قرار بدهیم شیئی را که میخواهند ملاحظه نمایند درمیان دو شیشه
میگذارند یا در روی یک شیشه چسبانیده فیمابین f و g
در جای اجتماع اشعات قرار میگذارند وقتی که شیئی از قرار مذکور
قرار داده شد روشن میشود و بسهولت میتوان تحصیل عکس بزرگ
نمود و از برای این یک عدسی جهت Achromatique دیگری
دارند که g باشد و این عدسی برگشته بطرف شیئی است و مثل عدسی
f متحرک است و آن را از شیئی دور میکنند یا نزدیک می برند
بشیئی تا عکس شیئی در دیوار سفید بفاصله ده یا پانزده یا بیست پا
روشن و واضح هویدا شود

(۳۲) در ذره نمای مرکب شکل پنجاه و یکم قواعدیکه ساختن هر قسم
ذره نما بسته است بانها ازین قرارند که اولاً اشیائی را که میخواهند
ملاحظه نمایند نزدیک بیک عدسی جامعه مثل g بمسافه کمی از کانون
اندکی از آنطرف کانون میگذارند این عدسی خواه مفرد باشد
خواه مرکب اگر دو ماتیک باشد یا نه از آن عدسی شیئی میگویند که در برابر

شیئی

شیئی واقع است ثانیاً عکس حقیقی بزرگ شده اشیاء را از عدسی
جامعه g می بینند که بجای یک لوپ کار میکند و این عدسی
ثانی را خواه مفرد باشد خواه مرکب و خواه اگر دو ماتیک باشد خواه
از آن شیشه بصری مینامند بعلت اینکه در برابر چشم واقع میشود از اینجا
دیده میشود که هر ذره نمای متعلق بمبحث Dioptrique تقاطع
اشعات مرکب است بخصوصه از یک شیشه شیئی و یک شیشه بصری و در ک
شدن شیئی بواسطه ذره نما از اثر بزرگ شدن هر دو شیشه بزرگ میشود
و یک ذره نمای مرکب از این دو عدسی قطر شیئی را بچاه مرتبه
بزرگ تر نموده سطحش را دو هزار و پانصد برابر مینماید از برای اینکه
قطر یک شیشی هزار مرتبه بزرگ تر شود که سطحش یک میلیان دفعه
بزرگ بنماید میباید عدسی شیئی و بصری این اعداد باشند

(۳۳) در دوربین آینه دار شکل پنجاه و دویم که آن را تلسکوپ مینامند
ترتیب متعارفی این اسباب از شکل پنجاه و دویم بیان میشود و این اسم
دوربین شامل است بهر اسبابیکه اشیاء بعیده را بزرگ بنماید و آن
مرکب است از یک آینه مقعر یا از یک عدسی جامعه که بواسطه آن

باب اول

عکس اشیاء بعیده ترکیب می‌نمایند و آنرا از یک عدسی بصری مفرد یا مرکب
می‌بینند در حالتی که عکس بواسطه یک آینه مقعر ترکیب به بندد آن اسباب
را دوربین آینه دار میگویند و جزء اصلی آن آینه مقعری است از فلز که بسمت
شیئی قرار گذاشته شده است و بواسطه آن موافق قوانین سابق
الذکر یک عکس واژگون حاصل میشود در مرکز آینه [illegible] یک سوراخ
مدوری هست که [illegible] باشد اشعات وارده بطوری عکس انداخته
میشوند که در [illegible] عکس وارونه از شیئی واقعه در دور می افتد و این
عکس در مابین فاصله کانون آینه مقعر کوچک که [illegible] باشد واقع است
و بواسطه آن در مقابل عدسی بصری یک عکس راستی از عکس وارونه
[illegible] می افتد در اینجا عدسی بصری مثل ذره نما اغلب مرکب است
از دو شیشه عدسی اول اشعات وارده از آینه [illegible] را اندکی
مایل بالتقا میکند و عکس [illegible] را اندکی بسمت آینه [illegible] پیش
میراند الوقت عکس [illegible] را بواسطه عدسی دیگر که در برابر چشم است
می بینند موافق فاصله اشیاء از حسب قرب و بعد می باید آینه
[illegible] را از عدسی بصری دور کرد یا بآن نزدیک نمود

باب دویم

(۳۴) در دوربین مختصر در این دوربین ما بجای آینه مقعر یک
عدسی جامعه میگذارند بجهة اینکه از عدسی شیئی یک عکس روشن مشخص
از اشیاء بعیده حاصل شود میباید یک عدسی اگرو ماتیک انتخاب کرد بمعنی که
انچنین عدسی شیئی باید همیشه مرکب باشد از دو ماده که انتشار شعات انها
مختلف السمت باشد اغلب این عدسی شیئی مرکب است از دو عدسی که بهم
وصله ساختن یکدیگر مثل اینکه بیان شد از پیش [illegible]
شکل پنجاه و سوم عدسی شیئی است که در [illegible] یک عکس وارونه می اندازد اگر اشعات
در پیش رو بواسطه عدسی مقعر [illegible] منقطع نشده باشند جمیع شعات مایل بالتقا
شده و یک نقطه از عکس [illegible] بواسطه [illegible] متقاطع میشوند همچنین
که ان شعات پس از گذشتن چنان منتشر میشوند که گویا از یک نقطه پیش روی
عدسی می آیند شعات مایله بالتقا در بسمت [illegible] چنان منتشر میشوند که گویا از [illegible]
می آیند و اشعات مایله بالتقا در بسمت [illegible] چنان متفرق میشوند که گویا از [illegible]
می آیند لهذا از دوربین عکس را راست و بزرگ در [illegible] ملاحظه مینمایند
شکل پنجاه و چهارم شامل است یک دوربین بجوی که آنرا
تلسکوپ میگویند [illegible] عکس بعکوس یک شیئی است

که از عدسی [illegible] حاصل

شده است که اگر از ذره بین [illegible] نگاه کنند

در [illegible] بزرگ شده بنظر می آید بدیهی است

که از این الکت اشیاء معکوس دیده میشوند بعلة اینکه

از عدسی یک عکس معکوس حاصل میشود که اگر از ذره بین

نگاه کنند باز معکوس دیده میشود از برای درست کردن

این عمل میباید شیشه نزدیک به چشم را از آنجا برداشت و

بجای آن یک لوله گذارد که چهار عدسی محدب

داشته باشد و اثر آنها معکوس کردن عکوس باشد

تا بینواسطه عکس معکوس واقع شده مجدداً معکوس

بشود و درست بنظر درآید و این آلت یک اسباب زمینی میشود

باب دویم در مقناطیس

اثر آهن رباها مشترکا در یکدیگر و در اجسام آهن ربائی یا مقناطیسی

در جسم زمین معادنی هم میرسند از آهن که آهن را بخود کشیده می ربایند

آنها را آهن رباهای طبیعی میگویند و این صفت جذب را با آهن بطور عادت

میتوان داد لیکن فولاد قابل آن است که این صفت را پس از دا

شدن همیشه داشته باشد و این سنین آهن رباراکه از فولاد ساخته شده

باشد آهن رباهای مصنوعی میگویند از برای ملاحظه خصایص مقناطیس بهتر

آن است که آهن رباهای مصنوعی را بکار ببرند بعلة اینکه با نها هر

که مناسب تر باشد میتوان داد و آهن رباهای مصنوعی را اغلب

بشکل مستطیل یا بشکل سوزن و یا بشکل نعلی است در قطبهای مقناطیسی

(۳۵) شکل پنجاه و پنجم هرگاه یک آهن رار در برادهٔ آهن بگذارند

و زود بردارند آن برادها در همه جهات یک طور نمی چسبند و از وسط

فوراً از یکدیگر جدا میشوند بعلة اینکه در وسط جان نمی نماید که آهن ربا

قوهٔ جذابه داشته باشد لیکن از مرکز بدو طرف دیگر که بعبارة اخری

بطرف دو قطب باشد قوهٔ جذابه چنانکه در شکل دیده میشود زیاد

میباشد و برادها بیشتر بطرف دو قطب جذب شده اند

(۳۶) شکل پنجاه و ششم قطب های مشابه یکدیگر را رد مینمایند

وقطب های غیر متشابهه یکدیگر را جذب میکنند مثل مذکور یک
آهن ربائی است که در یک غلاف چوبی یا کاغذی گذاشته شده و بطور
عرضی آویخته شده است اگر هریک از قطبین ab و cd قطب منسوب
بیکی را نزدیک به بر بند دیگری رد شود مثلاً
قطب ab جذب شود و قطب cd رد کرده در انصورت قطبین
ab و cd متناسب نیستند حال اگر آهن ربائی را که در دست گرفته
بودند یک سرش را نزدیک قطبین ab و cd می بردند که یکی را
جذب دیگری را رد میکرد برگردانده سر دیگرش را نزدیک ab
و cd به بر بند و قطب ab را رد نموده قطب cd را جذب نماید قطبین
همان آهن ربا نیز معلوم میکردد که از جنس مختلف بوده غیر متشابهه
خواهند بود و بهمین طریق میتوان ثابت نمود که قطبین هر آهن ربا
از جنس مختلف می باشند

(۳۷) شکل پنجاه و هفت بواسطهٔ اثر آهن ربا در آهن آهن
نیز خاصیت آهن ربا را می بخشد از برای اثبات این صفت آهن
موافق عملی که در شکل پنجاه و هفت شده است میتوان فهمید باین طریق

که اگر

که اگر یک استوانه از آهن باشد که آهن ربای cd آن را جذب
کرده باشد هرگاه برادهٔ آهن را نزدیک بجزء زیرین آهن cd به بر بند برادهٔ
را بخود میکشد و مادامیکه خود شان آهن ربا چسبیده است برادها را
رها نمیکند استوانه آهن چنانچه که دیده میشود تا وقتی که با آهن ربا چسپیده شده است
آهن ربای کاملی است و از برای او نیز دو قطب هست که برادهای
آهن در آنجا جذب شده اند و خط مرکز نیز دارد که در آنجا چیزی چسپیده
نشده است و این خط مرکزی را تعلقی بمرکز ثقل هندسی نیست

(۳۸) در موانع مقناطیسی از برای فهمیدن اعمال مختلفهٔ مقناطیس چنان تصور
میکنند که یک آهن ربا را در مایع مختلفهٔ مقناطیسی باشد که در آن بطوریکه
ما بعد ازین گفتگو خواهیم کرد منتقم شده باشد و طوری باشد که
اجزاء هر مایع یک دیگر را رد نموده لیکن اجزاء مایع دیگر را بخود بکشند
موانع مقناطیسی در هر جزء لایتجزای آهن یا فولاد یک مقدار است لیکن آن
موانع نمیتواند از یک آهن ربا نشر پیک پاره چه از آهن نماید یا آنکه
از یک جزء لایتجزاء پیک جزء لایتجزای دیگر نشر کنند بعلت آنکه حالت
مقناطیسی بسته نیست مگر بآن طریقه که این موانع در هریک از اجزاء لایتجزا

باب دویم

منقسم شده اند یک آهن ربا یا یک آهن مقناطیسی را مثل شکل مخصوص
میتوانیم تصور نمود و آن مرکب است از اجزاء صغیره که هریک از آنها
دارای هر دو مایع است لیکن در یک حالت جداگانه باین طریق که هر جزء
لایتجزای آهن دو یا هر دو مایع مقناطیسی که قسمی منقسم شده اند که مایع های مجانسه
همیشه از یک طرف ممتد شده اند باین طریق که یکی از مایع ها در طرف راست
و یکی در طرف چپ تفصیل قطب های آهن ربا از این بیان مدلل و مشهود
و از اینجا استنباط میشود که هرگاه یک آهن ربائی را دو پارچه نمایند
هر پارچه مجدداً یک آهن ربای تامی میشود

(۲۹) در اثر مقناطیسی آهن و امتداد آهن ربا ها و انحطاط و تمایل
آنها در شکل نجاه نه یک آهن ربائی که بطور عرضی با یک تار ابریشم آویخته
شده باشد یا آنکه یک عقربه مقناطیسی که بطور عرضی در روی یک نقطه
قرار داده شده باشد چنانچه در شکل پنجاه نه دیده میشود در هر وضعی بمیزان دقت
نمی ایستد عقربه بیک وضع خاصی میگیرد بعد از آنکه حرکت چندی نمود
و بسمت یکی از نقاط افق ممتد میگردد هرگاه از آن وضع بخواهند تغییرش
بدهند باز قدری حرکت نموده در همان امتدادی که بود قرار میگیرد

باب دویم

و همیشه بهمان امتداد هست تا وقتیکه عقربه را همیشه در همان امتداد وا میدارد
قوت مقناطیسی است بعلت اینکه یک عقربه غیر مقناطیسی را این خاصیت
و این قوت را از آن مشاهده نمیشود این صفت عجیبه آهن ربا را در همه جا
مشاهده میتوان نمود در جمیع اجزاء عالم و در روی همه دریاها و قله
همه کوه های بلند و در قعر همه کوه ها عقربه مقناطیسی یک وضع و امتدادی
میگیرد که اگر از آن وضع تغییرش بدهند باز بآن حالت رجعت
مینماید پس یک قوت مقناطیسی هست که در همه روی زمین اثر خود را
مینماید بعلتیکه آهن ربا نمیتوانند بخودی خود از یک سمت مخصوص
ممتد شوند چنانکه هیچ یک از اجسام بخودی خود بدون یک جهت
خارجه نمیتوانند تحرک شده در هر حالت بماند یک قوت خارجه اثر
کرده باشد تا جسم بحرکت در آید از تحقیق و استدلال همه ملاحظات
مختلفه که در اینکه مختلفه کرده اند استنباط دیگری نمیتوان کرد بجز اینکه
خود زمین را یک آهن ربای بزرگی دانست که خط مرکزی آن تقریباً
در حوالی خط استوا است و از اینجا میتوان بطور شایسته تعیین قطب
های آهن ربا را نمود و قطب آهن ربای بزرگ زمین نزدیک

دو قطب محور زمین واقع میشوند و بآن جهت قطب مقناطیسی شمالی
و قطب مقناطیسی جنوبی میگویند چون مامیدانیم که دو آهن ربا قطبهای
غیر متجانسهٔ خود را بسمت یکدیگر امتداد میدهند پس قطب جنوبی یک
عقربه مقناطیسی بسمت شمال ممتد شده قطب شمالی آن بسمت جنوب
امتداد میکرد و این معنی که از برای قطبها چنان شد در همه جا شایع
نیست بعلت آنکه بعضی از دلائل آن قطب آهن ربا را که بسمت شمال ممتد
قطب شمالی و قطبی را که بسمت جنوب کشیده شده است قطب جنوبی
میگویند خط نصف النهار مقناطیسی آن سطحی است که بطور عمودی از
امتداد یک آهن ربای عرضی گذشته باشد خط مقناطیسی یک مکان
با خط نصف النهار جغرافیائی همان مکان یک زاویه حاصل میکنند که آنرا
زاویهٔ انحطاط میگویند و این انحطاط یا بجانب مشرق است یا بجانب
مغرب موافق امتدادیکه عقربه را از یکی از دو طرف خط نصف النهار است

انحطاط چه آید

از آنرا قطب نمای

هر سببیکه بکار اندازه کردن زاویهٔ انحطاط میباشد عقربه های مقناطیسی
که ما تا بحال گفتگو کردیم حرکت نمیکنند مگر در یک سطح عرضی و در روی
یک محور عمودی لیکن در صورتیکه عقربه را از مرکز ثقلش بیاویزند چنانچه

در شکل شصت دیده میشود بطور عرضی می ایستد و با افق یک زاویه
حاصل میکند که آنرا زاویه تمایل میگویند اسبابی که از برای اندازه گیری
این زاویه بکار میرود اسبابیست که تمایل عقربه مقناطیسی را در کمال وضوح
می نماید از اینجا دیده میشود که عقربه میتواند تبدیل وضع در عمودی و عرضی
و در این قاعده میتواند مطیع اثر زمین باشد عقربه بوضعی قرار میگیرد
و امتداد او بسمت خط نصف النهار مقناطیسی باشد نوک عقربه که بسمت
شمال است تمایل بهم میرساند بطوریکه با افق یک زاویه حاصل کند و آن
زاویه در نمسه تقریبا هشتاد درجه میشود اسبابیکه ذکر شد از آنرا قطب نمای
تمایل میگویند زاویه تمایل هر قدر که بسمت شمال نزدیکتر برویم بزرگتر
میشود و بعضی جاها هست که قطب نمای تمایل عمودی می ایستد و معلوم
میشود که زاویه تمایل در آنجاها نود درجه میباشد کاپیتان رُس انگلیسی خودش
به قطب مقناطیسی زمین رفت با نیمعنی تا به هشتاد درجه و پنج دقیقه از
درجه عرضی شمالی و دویست و شصت و سه درجه و چهارده دقیقه
از کرویج بجانب مشرق زاویه تمایل را نود درجه بکار بردن کشتی
نشیمنی نیست چنانچه در بسیاری از سفرهای بجانب شمال این تجربه ما را

قطب نمای تمایل

قطب نمای عرضی شمالی جنوبی

کرده باشد و بلکه ازمودهٔ ایم هر قدر که بسمت خط استوا نزدیک شوند
زاویهٔ تمایل کم میشود تا آنقدر که در جوار خط استوا یا در منطقهٔ محترقه بجائی میرسند
که زاویهٔ تمایل صفر میشود یا بمعنی که قطب نمای تمایل بطور عرضی می ایستد از حرکت
کردن بجانب جنوب مجدداً یک تمایلی در قطب نمای تمایل مشاهده میشود
ولی بخلاف تمایلی که در سمت جنوب ملاحظه میشد بعلت اینکه در این حالت
نوک بسوی عقربه تمایل میشود و این تمایل جنوبی نیز هر قدر که بسمت جنوب
پیشتر میروند پیشتر میشود و در جوار قطب جنوب جغرافیائی یک محل دیگری
هست که باز عقربه بطور عمودی می ایستد و آن قطب جنوب مقناطیسی
زمین است در وقت گذشتن از خط استوا در یک درجه طولی مطلقی
همیشه بیک نقطه میرسند که در آنجا قطب نمای تمایل عرضی می ایستد این نکته
بدور زمین در منطقهٔ محترقه یک دایره حاصل میکند که از خط استوای
مقناطیسی میگویند و این خط استوای مقناطیسی در روی خط استوای
جغرافیائی نمی افتد و مثل خط استوای جغرافیائی یک دایرهٔ صحیحی نمیشود کلیهٔ
اثر زمین در یک عقربه مقناطیسی نیست مگر یک قوه امتدادی نه یک
قوه جذابه یا بمعنی که همان در امتداد سمت عقربه اثر دارد اگر غیر از این

بود

بود لازم می آمد که وزن یک عقربه مقناطیسی خیلی زیادتر باشد از خالتی
که مقناطیس شده بود وقتی که با یک عقربه مقناطیسی را در روی محکه که در آن
حرکت میکند بگذاریم عقربه در خط نصف النهار مقناطیسی قرار گرفته بسمت من
بسمت شمال میشود ولی سعی نمیکند در آن که بسمت شمال نیز حرکت بکند
هرگاه بعقربه که در حرکت است آهن ربائی نزدیک نمایند موافق قطب آن آهن
ربا عقربه یا مجذوب میشود یا مردود و باین طریق که آن عقربه یا بطرف
آهن ربا حرکت میکند یا بطرف مخالف آهن ربا میل مینماید پس چرا
عقربه بسمت قطب شمال مقناطیسی حرکت نمیکند همچنانکه زمین حرکت می نماید
زیرا که موافق آنچه بیان شد زمین نیز یک مقناطیس بزرگی است
جواب این بحث از قرار یست که ذکر میشود قوت مقناطیسی جاذبه
چنانچه عقربه بپایان خواهد شد موافق اندازه فاصله کم میشود حال را
از نزدیک نمودن آهن ربا به عقربه متحرکه قطبین عقربه از قطب آهن ربا
نزدیک برده شده با المساوی دور نمیشند پس همیشه یکقوهٔ جاذبه
یا یک قوه روکننده غلبه دارد پس حرکت عقربه تفاوت می نماید قطب
مقناطیسی شمالی زمین در یک بعدی اندازه واقع است که طول

عقربه در پهلوی این مسافت زیاد تقریباً هیچ میباشد پس ما میتوانیم بگوئیم که یکی
از دو قطب این عقربه بمقناطیسی تقریبی از قطب مقناطیسی زمین جذب
شده هست که قطب دیگر آن عقربه رد شده هست

(۴۵) در قوت مقناطیس زمین وقتی که یک عقربه تمایل را از وضع
اعتدال خارج نماید مقناطیس زمین سعی میکند که او را بهمان وضع
باز دارد و آن عقربه بعد از نوسان چند بهمان حالت که بود می ایستد
وقت لازمه از برای هریک از آن نوسانها بسته هست بتوده آن
عقربه و قوت مقناطیس آن و قوت مقناطیس زمین پس یک عقربه را در یک
زمان زیاد یا کم بقدری نوسان خواهد بود که مقناطیس زمین در آن
عقربه اثر زیاد یا کم باشد از برای این یک قاعده هست که میتوان اندازه
مقناطیس زمین را فهمید باین معنی که از گذاشتن قوت آن در جاهای
مختلفه بمناسب میتوان قوت آنرا فهمید و از برای این ملاحظه میکنند
که یک قطب نمای تمایل در مدت پنج دقیقه مثلاً در جاهای مختلفه چه قدر
نوسان میکند با این ملاحظات میتوان حساب نمود و پیدا کرده
نسبت قوت مقناطیس زمین در یک جا با قوت مقناطیس زمین در یکجای
دیگر

دیگر چه چیز هست بعلت اینکه ما میدانیم که نسبت قوت های مقناطیس
زمین با یکدیگر شش مجذور اعداد نوسان های هست که در یک
وقت و یک زمان می شوند

(۴۱) در اثر مقناطیس زمین در آهن وقتیکه یک تخته آهن نرم
را که بطول شش تا ده سیمتر باشد که عبارت از شش جزء از ده جزء یک
متر میشود در امتداد قطب نمای تمایل نگاه بدارند عقربه بواسطه اثر
مقناطیس زمین مقناطیسی میشود و منتها الیه زیری تخته آهن قطب جنوبی
و منتها الیه بالائی آن قطب شمالی میشود چنانچه اگر بخواهند تجربه نمایند
از نزدیک نمودن یک عقربه مقناطیسی بدو انتهای تخته آهن میتوانند معلوم
نمود باین طریق که یک قطب عقربه را یک انتهای تخته آهن جذب میکند
و انتهای دیگرش همان قطب را رد میکند و هرگاه تخته آهن را سر از یر
نگاه بدارند قطب های آن عوض شده تغییر میکند و باز آن سری
که در زیر واقع میشود قطب جنوبی و آن سری که در بالا قرار میگیرد قطب
شمالی میگردد و در یک تخته آهنی که بطور عمودی قرار گرفته باشد مقناطیس
ارضی باز اثر خود را میکند ولیکن قوتش اندکی ضعیف تر میباشد

وهمچنین در روی جمیع توده های آهن مقناطیس زمین را اثر زیاد یا کم

در وجود هست

(۴۲) در کم شدن قوت مقناطیس نسبت بفاصله حال که اثر مقناطیس

زمین را امید انیم میتوانیم ملاحظه نمود که بچه قاعده قوت جذب در مقناطیس

نسبت بفاصله ها کم میشود این ملاحظه بواسطه عمل و تجربه قلیل اشکالی دارد بعلته

اینکه ما نمیتوانیم هرگز تنها با یک قطب مقناطیس امتحان عمل بکنیم زیرا که قطب

دیگر آهن ربار ا همیشه در این قطب اثری هست باین جهت سعی مینمایم که قطب

دیگر آهن ربار در یک فاصله قرار بگیرد که اثرش در این قطب معدوم بشود

شکل شصت و یکم یک عقربه کوچکی از آهن ربار ا با یک ریسمان باریک

بطوری می آویزند که بتواند نوسانهای خود را باختیار در یک سطح عمودی

بجا بیاورد ولیکن بواسطه حرکت هوا اغتشاشی در حالت او وارد نیاید

بیاید و آن عقربه را اول میکذارند که فقط از اثر مقناطیس زمین نوسان

نماید بعد یک قطب از یک تخته فولاد را که بقوت تمام مقناطیسی کرده

اند میکذارند که در آن عقربه اثر کند این تخته فولاد را در خط نصف النهار

مقناطیسی عقربه که (شمال و جنوب) میباشد میکذارند در حالتیکه بطور عمودی

کرفته

کرفته باشند باین طریق که قطب شمال از تخته فولاد نزدیک قطب

مخالف خودش از عقربه که شمال میباشد واقع بشود بعلته اینکه این دو قطب

یکدیکر را جذب مینمایند و می باید تخته شمال بقدری طول داشته باشد

که فاصله شمال و جنوب فاصله شمال بقدری کوچک باشد که

بتوان اثر قطب شمال در قطب جنوب را از حساب خارج کرده و بنظر در نیاورد

بواسطه اثر قطب شمال از تخته فولاد عقربه شمال نوسان خود را شروع

از نوسانیکه از اثر مقناطیس زمین فقط مینمود می نماید و این نوسانها هر قدر که

شمال به جنوب نزدیکتر باشد شتابش میشوند هرگاه اعداد نوسانهای عقربه را در یک

فاصله مفرد یا دو برابر یا سه برابر و همچنین از نقطه شمال و جنوب بشمارند و

در والیتیکه تخته فولاد نباشد باز تعداد کنند از آن اعداد معلوم میکنند

که قوت جاذبه قطب شمال بر قطب جنوب در فاصله دو برابر و سه

برابر و همچنین بقدر چهار مرتبه یا نه مرتبه و همچنین کمتر میباشد با یمعنی که اثر

مقناطیسی مثل همه آثار خارجه از یک نقطه یک نسبت معکوس با مجذور

فاصله دارد از برای امتحان این قاعده اشکالی که وارد است این است

که هرگز نمیتوان با یک قطب شمالی آهن ربا امتحان عمل نمود و قطب دیگر آن

باب دویم

همیشه یک اثری در قطب اولی میباشد پس در اینجا میاید فکر دور کردن
آن قطبی را که نمیخواهند با او امتحان عمل کنند بنماید تا بجد یکه اثر آن در
این یکی معدوم شود یک عقربه کوچک مقناطیسی را با یک ریسمان فیبه بپاویزند
بطوریکه بتواند در سطح عرضی نوسان کند ولیکن حرکت هوا در او اثر نکند این
عقربه را میگذارند که اول شها با اثر مقناطیس زمین حرکت کند بعد از آن عقربه
کوچک میگذارند که یکی از دو قطب یک آهن ربای بسیار قوی آلا اثر
تاثیر نماید این آهن ربا میاید در خط نصف النهار مقناطیسی و در ارتفاع عقربه
و وضع عمودی گذاشته شود بقسمیکه قطب آن که در باشد نزدیک
به قطب د از عقربه واقع باشد که او نه اجذب نماید آهن ربای
ح م میاید طولش زیاد باشد بطوریکه مثلاً فاصله م د در جنب طول
ح د صفر شود پس در این صورت اثر قطب ح در قطب د صفر
میشود و در تحت استیلای قطب م د از آهن ربا عقربه د م نوسان
خود را بسیار شدت و سریعتر از اثر مقناطیس زمین قطع مینماید با یعنی که
هر قدر نوسان عقربه د م شدت باشد همان قدر قطب م د
به قطب د نزدیک تر میشود هر گاه عدد نوسان های عقربه را از برای

فاصله

فاصله یک برابر و دو برابر و سه برابر و همچنین از نقطه های م د و ه
شمرده باشند و همچنین در حالتی که آهن ربای ح م را در نگاه
داشته نوسانهای عقربه را تعداد نموده باشند از این اعداد معلوم
میشود که قوت جاذبه قطب م د در د با فاصله دو برابر و سه برابر
چهار مرتبه و نه مرتبه ضعیف تر میباشد فرض میکنیم مثلاً عدد نوسانها
از برای فاصله م د مساوی باشد به ن که مساوی به ن بگیریم نوسانها
از برای فاصله ۲ د مساوی $\frac{m}{4}$ میشود و نوسانها از برای ۳ د مساوی
$\frac{m}{9}$ میشود یا انکه باین طریق میگیریم که مثلا

از برای	د	عدد نوسانها	۳۶ باشد
و از برای	۲ د	عدد نوسانها	۹ باشد
و از برای	۳ د	عدد نوسانها	۴ باشد

در حالتیکه بخواهند چنانچه میاید ملاحظه قوت یا اثر آهن ربا را بتمامه
با قطبین او نمایند نه تنها با یک قطب چنانچه در ورق پیش دیده شد و قتیکه
یک آهن ربا کوچک باشد بملاحظه فاصله که در آن میاید اثر خود را بتمامه
قوت تامه او با مکعب فاصله معکوس شاره و بنقصان میگذارد باین

باب دویم

معنی که نسبت تمام اثر یک آهن ربا در فاصلهٔ a بمین آهن ربا بفاصلهٔ a مثل نسبت a^3 به a^3 هرگاه بوده باشد گاهی دلیل نصف دوم یک آهن ربائی که طولش یک جزء از ده جزء مطر یا یک دسی مطر باشد و وسط او از نقطهٔ c بفاصلهٔ ده دسیمطر باشد پس فاصلهٔ قطب a و قطب c از یک دیگر مساوی است $۹٫۵$ دسیمطر و فاصلهٔ قطب a و قطب c مساوی است $۱۰٫۵$ دسیمطر هرگاه فرض شود که c یک قطب مقناطیسی باشد و قوت جاذبهٔ قطبین a و c در فاصلهٔ یک دسیمطر مساوی یک واحد باشد قوت جاذبهٔ قطب a و قطب c در فاصلهٔ $۹٫۵$ و $۱۰٫۵$ دسیمطر بواسطهٔ اربعه متناسبه معروفه که این است پیدا میکنند

$$۱۰٫۵ : ۹٫۵ = \text{قوت } a : \text{قوت } c$$

$$۱ : \frac{۱}{۱۰٫۵^2} = \text{قوت } a : \text{قوت } c$$

پس قوت جاذبهٔ قطب a و c مساوی است به $\frac{۱}{(۹٫۵)^2}$ و قوت جاذبهٔ قطب a و c مساوی است $\frac{۱}{(۱۰٫۵)^2}$ پس اثر همهٔ آهن ربا را باین طریق تعلوم می نمایند $\frac{۲۰}{۹۹٫۵۰} = \frac{۱}{۱۱۰٫۲۵} - \frac{۱}{۹۰٫۲۵} = \frac{۱}{(۱۰٫۵)^2} - \frac{۱}{(۹٫۵)^2}$

هرگاه آهن ربا را بنفاصله دو برابر بگذارند باین معنی که فاصلهٔ وسط

باب دویم

اوارقطب c بیست دسیمطر باشد پس a دسیمطر $= ۱۹٫۵$ گاهی a دسیمطر $= ۲۰٫۵$ و همچنین معلوم میشود که ازین قاعده اثر کلی آهن ربا باین میشود

$$\frac{۴۰}{۱۵۹۸۰۰} = \frac{۱}{۴۲۰٫۲۵} - \frac{۱}{۳۸۰٫۲۵} = \frac{۱}{(۲۰٫۵)^2} - \frac{۱}{(۱۹٫۵)^2}$$

پس وقتیکه آهن ربا را از فاصله ده دسیمطر بفاصله بیست دسیمطر میکذارند باید اثر او بنسبت $\frac{۲۰}{۹۹۵۰}$ با $\frac{۴۰}{۱۵۹۸۰۰}$ باشد در صورتیکه اثر هریک از قطب ها جداگانه بنسبت معکوس با مجذور فاصله فرض شده باشد لیکن این مناسبت وجود دارد

$$\frac{۲۰}{۹۹۵۰} : \frac{۴۰}{۱۵۹۸۰۰} = \frac{۱}{۹۹۵} : \frac{۲}{۱۵۹۸۰} = \frac{۱۵۹۸۰}{۱۹۹۰} = ۸$$

پس اثر کل آهن ربا بفاصله دو برابر هشت مرتبه که عبارت از مکعب دو باشد ضعیف تر است این حقیقت را ما در یکمثال مخصوص ثابت کردیم میتوانیم که بطور کلیت و عموم نیز ثابت نمائیم یعنی محقق کنیم که تمام اثر یک آهن ربا با مکعب فاصله نسبت معکوس دارد و اثر قطب ها هریک جداگانه با مجذور فاصله نسبت معکوس دارند هرگاه یک تخته چنان چه در شکل ششم مشاهده میشود یک مطر طول داشته باشد و به نیم دسیمطر منقسم شده باشد بوضعی میگذارند که بخط نصف النهار

مقناطیسی عمود باشد درمیان آن یک قطب نمائی تعبیه میکنند که عقربه
آن درحالتیکه بجز مقناطیس زمین مقناطیس دیگر در آن اثر نکند صفر
درجه بایستد حال اگر در پهلوی او یک آهن ربائی گذاشته شود عقربه
قطب نما بطرف آهن ربا منصرف میشود بطوریکه قوت انصراف با
مماس زاویه انصراف مناسبه میشوند یا بعبارة اخری قوت یا اثر
آهن ربا با مماس زاویهٔ انصراف مناسبه میشوند حال را یک
آهن ربائی بطول یک دسیمطر بطوری در روی تخته منقسمه میگذارند
که وسط او از مرکز عقربه قطب نما $\frac{1}{2}$ دسیمطر یا ۴۵ سانتیمطر دور باشد
مثل آهن ربای ss که در شکل دیده میشود با یک آهن ربائی
در وقت امتحان عمل یکزاویهٔ $11\frac{1}{2}$ درجه پیدا کرده اند دو دفعه دیگر آهن
ربا را در وضع ss گذاشته تقسیمی که وسط او از مرکز عقربه
قطب نما شته دسیمطر یا سی سانتی مطر بود در این وضع آهن ربا زاویهٔ
انصراف $35\frac{1}{4}$ درجه شد نسبت فاصله ها بیکدیگر مثل نسبت
۳۰ به ۴۵ یا مثل نسبت ۲ به ۳ میباشد لیکن مماس های زوایای
انصراف میباید با مکعب فاصله ها نسبت معکوس که مثل ۲ به ۳

یا مثل

یا مثل ۸ به ۲۷ باشد اینجا $\frac{27}{8}$ مساوی است $3,375$
ولیکن مماس $11\frac{1}{2}$ مساوی است $0,2034$ و مماس
$35\frac{1}{4}$ مساوی است $0,7115$ پس $\frac{0,7115}{0,2034}$ مساوی است
$3,49$ از اینجا دیده میشود که نسبت مماسهای زوایای انصراف
با یکدیگر مثل نسبت هشت است به ۲۷ یا مثل نسبت مکعب معکوس
فاصله ها است واضح تر ازین باین طور است که نوشته می شود

$$\tan 11\tfrac{1}{2} : \tan 35\tfrac{1}{4} = \left(\text{قوت آهن ربا در فاصله ۳۰ سانتیمطر}\right) : \left(\text{قوت آهن ربا در فاصله ۴۵ سانتیمطر}\right)$$

و

$$\tan 11\tfrac{1}{2} : \tan 35\tfrac{1}{4} = (3)^3 : (2)^3$$

پس

$$(3)^3 : (2)^3 = \left(\text{قوت آهن ربا در فاصله ۳۰ سانتیمطر}\right) : \left(\text{قوت آهن ربا در فاصله ۴۵ سانتیمطر}\right) = 27 : 8$$

یا آنکه مثل مکعب معکوس فاصله ها است

باب سیم

باب سیم در الک ترلیسیه که قوهٔ جذب و رد دارد

فصل اول در تاثیرات قوای جاذبه و رادعه که آنرا الک ترلیک گویند

(۴۳) بعضی از اجسام هستند که هرگاه آنهارا مالش بدهند خاصیتی

بآنها دست میدهد که اجسام خفیفه را جذب می نمایند این خاصیت را

در اینکه اجسام در حالت متعارفی خود مذارند واضح است و بسهولت

میتوان امتحان نمود و اتمینان حاصل کرد لیکن اگر پک لوله از بلور

یا یک پارچه از کوکرد یا یک لوله از لاک یا یک پارچه از کهربای زرد

و امثال آنهارا با یک قماشی از پشم یا از حریر مالش بدهند این اجسام

را قوهٔ جذب و رد حاصل میشود قوت جاذبه بحدی قوی اثر می شود که از

فاصله یک یا اجسام خفیفه را جسم جاذب جذب می نماید علت و باعث

این خاصیت را الک ترلیسیه میگویند که عبارت از قوه جذب و رد

باشد از برای فهمیدن آنکه یک جسم بواسطه مالش قوه جذب و رد

حاصل می نماید باشا قول جذب و رد عمل میکند چنانچه در شکل ششصت

چهارم دیده میشود و آن شا قول مرکب است از یک کلوله کوچکی

از مغز درخت خمان که با یک ریسمان پنبهٔ باریک آویخته شده است

در وقت

باب سیم

در وقت ملاحظه یک جسم از نزدیک بآن کلوله می برند در حالتیکه

کلوله بواسطه آنجسم مجذوب شود جسم را خاصیت جذب و رد هست

والا فلا یا آنکه قوهٔ جذب و رد آن بحدی ضعیف است که نمیتواند

اثر نماید از این شا قول میتوان ثابت کرد که جمیع صمغیات و کهربای

زرد و بلور از مالش قوه جذب و رد حاصل می نماید و از جواهرات

و چوب و ذغال مذرتاً قوهٔ جاذبه دیده می شود و معادن در بادیهٔ

نظر چنان نمی نمایند که قوه جاذبه داشته باشند بعلته اینکه هرگاه یک

پارچه از معادن را مالش بدهند و در دست کرفته هرقدر که میخواهند

در دست نگاه داشته برابر کلوله مذکوره چنان چه در شکل شصت چهارم

دیده میشود نگاه بدارند هرگز علامتی از قوه جاذبه در انها محسوس نمیشود

پس جمیع اجسام بر دو قسم می باشند قسمی بواسطه مالش قوه جاذبه

هم میرسانند و قسمی هم نمیرسانند

(۴۴) در اجسامیکه قوه جذب و رد را سرایت می نمایند

و اجسامیکه سرایت نمی نمایند جمیع اجسام از جنس اول که از مالش

قوه جذب بهم میرسانند این قوه را سرایت نمیدهند با معنی که فقط

در همان نقطه مالیده شده نگاه نمیدارند و جمیع اجسام از نیخ‌ها
که بواسطه مالش قوه جاذبه انها محسوس میشود مثل معدنیات و غیرهم قوه
جاذبه را پس از آن که اخذ کردند در محال خوبی همه جا سرایت میدهند
بجای اینکه اجسام را منقسم کنند باجسامیکه قوه جاذبه را سرایت میدهند
و باجسامیکه سرایت نمیدهند بهتر انست که منقسم سازند باجسامیکه
آن قوه را خوب سرایت میدهند و اجسامیکه بد سرایت میدهند بعلت اینکه
جسمی نیست که بهیچ وجه سرایت بقوه جاذبه ندهد

(۴۵) در قوه تین جاذبه تین متفاوته وقتیکه یک لوله از شیشه یا یک
پارچه از صمغ که مالش داده باشند به کلوله مذکوره در شکل شصت چهارم
نزدیک میبرند ان کلوله را شیشه یا صمغ مالش داده شده بوقت تمام بخود
میکشند ولیکن ان کلوله بشیشه یا بصمغ نمی چسبد بگذرانند قلیلی و بعد
باز رد کرده میشود و این رد شدن بواسطه قوت جاذبه است که
از اتصال کلوله بشیشه یا بصمغ در ان سرایت کرده است بعلت اینکه
اگر کلوله را با دست بگیرند که بحالت خود بیاسید مجددا بواسطه
ان اجسام مجذوب شده دوباره رد میگردد هرگاه دوشاول

جدا کانه داشته باشند که یکی را با شیشه تحریر مالش داده جذب کرده
باشند و دیگری را با صمغ بپشم مالیده شده وصل کرده باشند این
علامات عجیبه از انجا ملاحظه میشود که یکی از آن کلوله ها که از شیشه رد میشود
بواسطه صمغ مالش داده شده جذب میکرده و کلوله از صمغ رد
میشود و بواسطه شیشه مالش داده شده جذب میکرد پس قوه جذب
در دو شیشه مالش داده شده با صمغ مالش داده شده یکی نیست
بعلت اینکه هریک از این اجسام چیزی را که آن یکی رد میکند این
جذب می نماید این دو قوه جذب و رد یکی موسوم بقوه جاذبه شیشه
و یکی موسوم بجاذبه صمغی است اول را مثبته و ثانی را منفیه فرض مینمایند

(۴۶) در موانع جاذبه و حالت طبیعی اجسام چه بودن آن عالمی که
عمل جذب و رد از او ناشی میشود تا بحال مبهم و نامعلوم است و لیکن
مشکل است که بطور وضوح قوه جذب و رد را بیان نمائیم بدون اینکه
یک قاعده از برای او فرض کرده باشیم و لابد یم که انها را با
موانع جذب و ردی بیان نمائیم اگرچه وجود این موانع بسیار از حقیقت
دور است دو مانع جذب و ردی فرض میکنند باین طور که هرگاه این

باب سیم

دو مایع در یک جسم مخالف هم بوده یک دیگر را منعدم نسازند جسم
در حالت طبیعی خود برقرار می ماند و قتیکه در یک جسم بین دو مایع مجرا شده
باشند اجسام با قوه جذب رد خواهد بود باین طریق که هرگاه قوه جاذبه
شیشه غالب باشد آنرا شیشه گویند و اگر غلبه قوه جاذبه صمغی زیادتر
باشد منفیه خوانند و فیما بین موایع جذب ورد ی و موایع مقناطیسی
یک تفاوت حقیقی هست باین طور که مایع جذب ورد ی میتواند در
کمال سهولت از جسمی بجسم دیگر سرایت کند به مایع مقناطیسی سرایت
نمی نماید و در اجزای فلز تشنجرای آهن را منحنی میماند و قتیکه در یک
جسم بواسطه مالش احداث قوه جاذبه مشتبه می نمایند می باید در آن
جسم از همین جنس قوه جاذبه منفیه نیز باشد و این بواسطه امتحان معلوم
و مبرهن میشود باین طریق هرگاه دو قرص از دو جنس مختلف را بیکدیگر
بمالند در حالتیکه از دسته های بلوریکه دارند گرفته در روی هم نگاه
بدارند ماداميكه آن دو قرص در روی یک دیگر ند هیچ علامت جذب
ورد از آنها مشاهده نمیشود لیکن وقتیکه از هم جدا می نمایند یکی
با قوه جاذبه اثباتی هست و دیگری نفسی

باب سیم

(۴۶) در سرایت قوه جذب ورد قوه جذب ورد اختیاری
به سایر اجسام بواسطه الصاق یا در یک فاصله معین سرایت میکند سرایت
قوه جذب ورد همیشه بسته بهت ماده جسم یا بیرونی سطح آن و قتیکه
قوه جاذبه از یک جسمی در یک فاصله کم بجسم دیگر سرایت کند حالت
سرایت با یک برقی تعجل می آید آن برق را برق جاذبه میگویند و قتیکه
یک شیشه یا یک پارچه صمغی مالش داده شده یک لوله از فلز بیابند
انگشت را نزدیک ببرند یک برق روشن برآق مشاهده میشود که
با یک صدائی میگذرد و قتیکه جسم مجدد به یک فلز علیحده با یک سطح وسیعی
باشد مثلاً مثل قرص یک سماب جاذبه بر قها شدیدتر بنظر می آیند و تا
بفاصله دوازده انهام میروند نور آنها چشم را خیره میکند و صدائی
که می کنند بسیار قوی هست

فصل دویم در قوه جذب ورد بواسطه اقتسام

(۴۸) سابقاً دیده شد که هریک از موایع جاذبه های هم جنس
را رد نموده غیر متجانسه را جذب می نمایند این جذب ورد نه این است
که تنها در موایع تجزیه شده آشکار شود بلکه در موایع تجزیه نشده نیز معلوم

باب سیم

میشود از اینجا دانسته میشود که قوای جاذبه تجزیه نشده از یک جسم که در
حالت طبیعی خود باشد بواسطه نزدیک شدن یک جسم دو قوه جذب
وردی اقسام پذیر میکردند یک جسمیکه بجهة اقسام تحصیل قوه جذب
وردی کرده هست عکس فی حد ذاته بطوری هست که او نیز اقسام جذب
وردرا در اجسام دیگر که نیز دیک باو اتفاق افتاده اند یا در فاصله
واقع شده اند که این جسم در انها بطور شدت اثر نمیکند مینماید وقتیکه
یک جسم منفرد دو امیکذارند که تسریه جذب وردی نماید و عمل جذب
وردیش بواسطه اقسام باشد در حالتیکه اتصال بزمین داشته
در حالتیکه جسم جذب وردی باز عمل کند به جسم نزدیک واقع شده
جمیع قوای ردی بزمین سرایت میکند و جسم منفرد حامل نمیشود مگر از قوه
جذبی که از جسم مقسم حاصل شده باشد و قتیکه پا ویزند در زمین با
مجرای جذب وردی و وقتیکه دور نمایند جسم جذب وردی عمل
کننده را جسم منفرد کلیتاً حامل همان قوه میشود از شکل شصت پنجم که
m جسم جذب وردی عمل کننده هست و m جسم منفرد پیدا شد
که حال حامل قوه جذب وردی مشبته پیدا شد تفصیل فوق بهتر معلوم میکردد

باب سیم

 در آلت حامله از ماده ناریه که آنرا اکلک تر و فر میکویند
واین یکی از الزم آلات جذب وردی میباشد و میتوانند در بسیاری
از مقامات نایب مناب اسباب چرخ الماس بشود و آن مرکب است
از یک قرص صمغی که بشکل یک فلزی ریخته شده هست مثل
در شکل شصت ششم یا فقط از یک قرص صمغی که آنرا بر روی یک
تنکه بزرکتر فلزی میکذارند و سطح آن قرص میباید خوب مسطح باشد بر روی
این قرص که سطحش از زدن با دم روباه یا پوست کربه قوه جذب وردی
منفیه حاصل کرده هست یک سرپوشی مثل a از فلز میکذارند که یک
دسته جدا کننده مثل m دارد جذب وردی منفیه قرص عمل اقسامی
در جذب وردی مشبته سرپوش عمل میکند آنچه از آن قوا مثبت هست
جذب میشود و آنچه منفیه هست رد میکردد باین واسطه جذب وردی
مشبته در جزء زیرین سرپوش رو باز دیاد میکذارند و جذب وردی منفیه
در جزء بالائی سرپوش زیاد میشود اکر بان سرپوش فلزی بند انکشت را
نزدیک جرندیک برقی از انش احداث میشود و از رساندن
انکشت بسرپوش جمیع ماده ناریه منفیه از او دور شده و سرپوش

فقط حامل مواد ناری مثبته میکرد دو آن ماده بجهة قوه جاذبه منفیه قرص
درسرپوش نگاه داشته میشود مادامیکه آن سرپوش بربالای قرص واقع
است حالرا اگر سرپوش قرص را مجدداً بگذارند درحالتیکه باو دسته
جدا کننده گرفته باشند این ماده ناریه مثبته آزاد میشود و سرپوش
کلیتاً حامل ماده ناری مثبته میگردد تنکه فلزی که برروی آن قرص گذاشته
میشود میتوان تنکه ازروی بکار برده سرپوش بقاعده بپاید از نفت
چوش بوده اطرافش مدور باشد و نیز میتوان سرپوش شیشه یا چوبی
یا مقوائی بکار برد لیکن بپاید ورق قلع برروی آنها کشیده شده باشد
ولازم است اهتمام نمود تا سطح زیرین آنها که ملاصق با قرص است خوب
مسطح باشد و هم چنین خود قرص نیز باید همین حالت را داشته باشد
وبجای دسته شیشه میتوان سه قیطان ابریشمی درسرپوش تعبیه کرد

(۵۰) درسهاب چرخ الماس این سهاب مرکب است ازیک
جسم مالش دهنده و یک آلت مالش و یک جسم جداکاننده بجهة قوه جاذبه
ورد جسم مالش دهنده ازجهت متعارفی یک بالشی است که میان آن را
از موی یال اسب پرکرده باشند و سطح مالش دهنده یک چرمی است

کهربا مخلوط

که برمخلوط فلزات گذرانده باشند و جسم مالیده شده یک تنکه است
از شیشه یا یک استوانه مستدیری است که نیز از شیشه باشد مجرای جدا
کاننده که دارد بقاعده متعارفی یک اصولی است از استوانه های مستدیر
مجوف که از ورق هفت جوش باشند در منتهاالیه آنهاکه بترکیب کلوله
مدور است دستونهای شیشه برآنها قرار گذاشته شده است که برروی
آنها یک رنگ وروغن صمغی نیز مالیده اند وقتیکه تنکه شیشه را با یک
دسته دور بگردانند آن شکه قوه جذب وردی مثبته از مالش دادن
برروی بالش های مذکور که برروی آنها ممزوج فلزات کشیده شده
است حاصل می نماید همیشه بعد از دور کردن یک ربع دایره
یک محل از تنکه که از بالش گذشته میشود به میلها برمیخورد قوه جذب
ورد مثبته از شکه شیشه عمل میکند درحالتیکه تجربه میشود درروی میل قوه
جذب ورد منفیه جذب میشود و برروی شیشه میگذرد تا اینکه قوه
جذب ورد مثبته او را از عمل بیندازند درروی میل نمی ماند مگر قوه
جذب ورد منفیه برای اینکه قوه جذب ورد شیشه از مابین بالشها
و میلها بسهولت خارج نشده جزء هوا نگردد شکه شیشه در انجا از مرور

باب سیم

ظرف با پارچه های تافته صمغ آلود پوشیده شده است قوه جذب
وردی منفصله از آلت مالش که بالش نامند بزمین میگذرد و این
لازم است که بسهولت بگذرد بعلت اینکه اگر در روی بالشها بماند
کم کم زیاد میشود تا بحدی که به شکه شیشه میگذرد و در آنجا قوه جذب
در دسته را از عمل انداخته بی دخل مینماید

فصل سیم در قوتهای مواد ناریه

(۵۱) در کم شدن قوتهای مواد ناریه با اضافه شدن فاصله ها
قاعده که از قرار آن قوای جذب و رد ناریه از بابت زیادتی
فاصله نقصان پذیر میگردد میتوان با نوسانهای یک مثاقیل
ناری ثابت نمود از این عمل معلوم میشود که جذب و رد مواد ناریه
را با مجذور فاصله یک نسبت معکوسی هست

(۵۲) در اقتسام ماده ناریه در سطح جسم مادامیکه یک جسم
بحالت متعارفی خود است باین معنی که تا وقتیکه دو مایع ناری هنوز
تجزیه نشده اند احتمال میرود که در همه توده آنجسم بطور تساوی
تقسیم شده باشند ولیکن مادامیکه یک مایع از دیگری جدا نشود

بواسطه

باب سیم

بواسطه یک جسم محمول با یک ماده ناریه آزاد که در یک فاصله
شدید الاثر میکذارند اجزای این ماده ناریه آزاد در یکدیگر
بطور رد عمل مینمایند و بقدریکه میتوانند از هم جدا میشوند تا
وقتیکه بواسطه یک مانعی از عمل باز بمانند یا آنکه بعلتهوائیکه با طراف
اجسام احاطه دارد از کار بیفتد و مواد ناریه مشتر نمیشوند مگر بردی
سطح اجسام

(۵۳) در مواد ناری معقد یا بسته سابقا دیده شد هرگاه
دو جسم منفرده حامل ماده ناریه مختلف باشند و قریب بیکدیگر
نیز واقع باشند ماده ناریه یکی از این اجسام ماده ناریه جسم دیگر
را جذب میکنند و ما میتوانیم یکی از این اجسام را بزمین تعدیه و
اتصال نمائیم بدون اینکه ماده ناریه آن درست بیرون کرده
شود بجهة ملاحظه نمودن صفات و خواص ماده ناریه بسته را از نزدیک
یک اسبابی هست که از آن اسباب فرانکلن میگوید چنانچه در شکل
شصت و هفتم دیده میشود این اسباب مرکب است از یک شکه شیشه
که هر طرف آن تقریبا باندازه یک پا میشود وسط این شیشه را از هر دو

باب سیم

طرف باقلع پوشانده اند بطوریکه اطراف ان از هر طرف بقدر
چهار انگشت تقریبا پوشیده و باز است از برای اینکه جزء پوشیده
نشده شیشه درست منفرد شود میتوان رنگ ورونغنی هم بر روی آن
کشید هرگاه یک شیشه را با ماده ناریه ثبته وطرف دیگرش با ماده
ناریه منفیه تحمیل کنند هر دو ماده ناریه بیک دیگر نزدیک اند و فاصله
انها از یک دیگر بهمان قطر شیشه است و در این حالت ان دو ماده را
جزء آلت نمی پندیگر هست از برای اینکه هر دو طرف آلت را از مواد
ناریه متخلفه محمول نمایند محتاج باین نیشد که هر دو طرف را بمنابع مواد
ناریه متصل نمایند فقط یک روی آن آلت را مثلا روی بالائی آن
بامیل مجوف یک اسباب چرخ الماس وصل میکنند بجز از ماده
ناریه ثبته از میل بهمان روی آلت میگذرد و ماده ناریه ثبته روی
بالائی عمل میکند در حالتیکه منقسم میشود بر روی ماده تین ناریه تین
روی زیری و هنوز با یک دیگر بسته دارند و از اتصال این بسمت
زیرین باز تین ماده ناریه ثبته بر زمین میگذرد و ماده ناریه منفیه بطرف
پشت آلت منتشر میشود ولیکن این ماده ناریه منفیه طرف عقب ماده

ناریه

باب سیم

ناریه ثبته طرف پیش را جذب میکنند پس در اینصورت از برای ما ممکن است
که باز از ماده ناریه ثبته بطرف پیش بگذرانیم که بواسطه قوت اقتدام خود بیش
قوت اقتدام ماده ناریه منفیه طرف پشت را زیاد میکند بانیطریق میتوان
یک طرف آلت فرانکلن را با ماده ناریه ثبته طرف دیگر را با ماده ناریه
منفیه حمل نمایند بانیطور میتوان در کمال سهولت یک طرف این آلت فرانکلن را
با ماده ناریه ثبته وطرف دیگر را با ماده ناریه منفیه محمول نمود فاصله
فیما بین این دو قوت هر قدر کم که باشد باز بواسطه قطر شیشه اگرچه
نازک باشد تفاوت میکند و مواد ناریه درست باهم التصاق بهم
نمیرسانند از برای اینکه ماده ناریه یک طرف بطرف دیگر جوب
بسته شود میاید از طرف دیگر شیشه یک زیادتی از برای ماده ناریه
باشد مثلا هرگاه بقلع طرف دیگر انگشت ربسانند در حالتیکه قلع
طرف پیش بامیل اسباب چرخ الماس اتصال نداشته باشد بانطور
اندکی از ماده ناریه را خارج مینمایند بعلته اینکه در طرف عقب باز
ماده ناریه منفیه که خوب بستگی دارد بسیار باقی می ماند و از برای
باعث شدن بر اینکه این ماده ناریه بالکمال بستگی بماند لابد

محتاج بهت باینکه از طرف دیگر ماده ناریه مثبته زیادتی داشته باشد
و این حالتیست که بزودی نمیتوان اطمینان حاصل نمود در صورتیکه همه ماده
ناریه منفیه غیر متصدره را خارج کرده باشند و قلم را از طرف پیش
دست برسانند از آبا ماده ناریه مشاهده می نمایند یا آنکه هرگاه
بند انگشت را با دو نزدیک بیرند یک برقی مشاهده می نمایند که گذر
میکند هرگاه باینطریق همه ماده ناریه مثبته طرف پیش را خارج نمایند
ماده ناریه منفیه آزاد طرف دیگر می ماند و از اینرو میتوان با بند انگشت خارج نمود

(۵۴) شکل شصت و هشتم بسیار کشیده شده شکل مذکور را
بطری ماده ناری میگویند و آن از اختراعات لیدن پیدا شد و با
اسباب فرانکلن تفاوتی ندارد مگر بحسب ترکیب شیشه بطری مذکور را
از بیرون با قلع پک فاصله بدهنش مانده روکش کرده اند و از اندرون
نیز یا روکش کرده اند یا با یک اجزائیکه اتصال ماده ناریه میکنند
پر ساخته اند مثلا با برادهٔ آهن یا با ساچمه مملو ساخته اند میان
بطری وصل شده هست با یک لوله برنجی که از چوب سر بطری میگذرد
و سر لوله بشکل یک کلوله یا کرهٔ کوچک هست آن جزء از بطری که با قلع

پوشیده

پوشیده نشده هست باید رنگ روغن بار مالیده باشند از برای
حمل بطری قلع طرف بیرون را با زمین وصل میکنند و کلوله کوچک
را با میل اسباب چرخ الماس می چسبانند و از برای حاصل نمودن
مادهٔ ناریه بسیار شدید چاپید بطریهای بزرگ بکار برد یا آنکه از چند
بطریها متعدد یک مرتبه استعمال نمایند و این بار ابهم دیگر وصل
می نمایند تا آنکه یک دستهٔ مادهٔ ناریه حاصل نمایند آنچیزیکه از
بطری ماده ناری خارج میشود هرگاه بجسم انسان بگذرد باعث
یک حالت خاصی میشود که بیان آن بسیار مشکل هست و یک از
تعاشش اعصابی دست میدهد که تصور نمی توان نمود این تجربه را
میتوان حاصل نمود هرگاه قلع طرف بیرون را با یکدست ملاقی
نمایند و دست دیگر را به کره کوچک برسانند هرگاه مجعولات بطری
قوی باشند ضرب مادهٔ ناریه معلوم نمی شود مگر در ساعدها و اگر
چنانچه قوی باشد حرکت بدن شدید شده و در بسیار بهم در سینه
پیدا می شود و اگر ضرب مادهٔ ناریه بسیار شدید باشد محل خطر است
اگر چند نفر دست یکدیگر را بگیرند و شخص اول دست را بر قلع بیرون

باب سیم

شیشه کلاه و دو انبری کلوله کوچک را بگیرد همه آن اشخاص میکنیم بجاس
اثر می نماید

(۵۵) در مکاشف هر آلت ماده ناری و همچنین اسباب فرانکلن
و بطری لیدن نیز مکاشف لیکن این اسم مخصوص است از برای آلاتیکه
بعلت تخفیف یک ماده ناریه ضعیف الاعشار را شدت میدهد همه این
مکاشفات مرکبند از دو شکه که اتصال مواد ناریه مینماید که بواسطه
یک اجزاء اتصال نمانیده از هم جدا شده اند

فصل چهارم در کالوانیه یا کالوانیم

این جنس از ماده ناریه را که حال بیان میشود در سنه هزار و هفتصد و هفتاد
نه عیسوی در شهر بلنی حکیم کالوانی اختراع کرد و این علم عموماً بدو منسوب
گردید اصل این علم مبنی است بر اثر بی معنی که از زبانهای ورق تازه
مرده معلوم میشود در حالتیکه بان تکه های کوچک مس را با دو صل
نمایند یک ارتعاشی در آن زبانها بهم میرسد هر وقت که اعصاب
آنها از این آهن برخورد و از معلوم شدن این فقره میدان وسیع
مجددی از برای حکمای علم حکمت طبیعی پیدا شد و باعث انبساط

این علم

باب سیم

این علم گردید

(۵۶) در ساختن ستون ولت از برای ساختن این اسباب جسم
مختلف را بکار میبرند که دو تای آنها از فلزات و یک واسطه نمداری
آنهاییکه از فلز ند یکی مس و یکی روی است روی در مثلهای الیه مثبته
و مس در مثلهای الیه منفیه واقع است و اغلب یک قرص از مس یا قرصی
از روی بهمدیگر ملحوم ند جسم سیم از ستون ولت یک قرص نمداری
است از ماهوت یا نمد آکه با آب یا آب نمک بسیار کم نمک تر کرده
باشند چنانچه در شکل شصت منهم دیده میشود یک تکه مس که یک جزء
منفیه آن بواسطه یک سیم مس با زمین اتصال دارد و در روی
این تکه مس یک تکه دیگر از روی گذاشته شده است که بهمان برابر
تکه مس است بواسطه قوت ماده ناریه در روی اثر مثبته و در مس منفیه
میشود ولیکن ماده ناریه آزاد مس بزمین ساری میشود و در تکه روی
یک ماده ناریه آزادی با یک کثافت متعلقه بتفاوت ماده ناریه
که از مس در روی عمل می آید بنمایند فرض میکنیم این کثافت مساوی
یکواحد باشد مامی تو انیم گفت که با این اتفاقات کثافت ماده ناری

باب سیم

آزاد که در روی مس واقع است مساوی است به صفر و در شکه روی
یک ماده ناریه آزاد مثبته میماند که کثافتش مساوی است به یک واحد
هرگاه بیک واسطه بعضی از مادهٔ ناریهٔ آزاد روی را خارج کنند
بقسمی که کثافت او مکرر واحد نبود این تنقیص روی از ماده ناریه
مثبته فی الفور بعلت قوت ماده ناریه عوضش باز می آید و حال آنکه یک
قسمت از ماده ناریه منفیه مس که برزمین فرو میرود مساوی است
بمادهٔ ناریه مثبته جدیدهٔ روی حالا بر بالای روی یک قرص بگذاری
میگذارند یک جزء از ماده ناریه مثبته بآن قرص میگذرد و عوضش
فی الفور باز می آید بطوریکه کثافته ماده ناریه مثبته روی مساوی واحد
می ماند و بر قرص نیز از ماده ناریه مثبته کثافت که یکواحد است میرساند
اگر حالا بر بالای قرص بگذارند مجدداً یک شکه مس بگذارند ماده
ناریه مثبته بر بالای آن نیز با یک کثافت مساوی بیک واحد منتشر
میشود پس در بالای شکه زیری کثافت مساوی است به صفر و در
بالای شکه روی و در بالای قرص بگذارد و شکه مس بالائی ماده
ناریه مثبته در کثافت مساوی بیکواحد میباشد اگر باز بر بالای

شکه مس

باب سیم

شکه مس بالائی یک شکه روی بگذارند این یکی نیز با مادهٔ ناریه مثبته که
کثافتش مساوی یک واحد است محمول میشود اگرچه هیچ قوت ماده
ناریه عمل نکند و لیکن بتفاوت ماده ناری فیمابین مس و روی همیشه همانطور
میماند پس موافق فرضی که کرده ایم یک قوت ماده ناری دایمی هست
که مساوی است بیک در اینصورت وقتیکه شکه مس بالائی حامل
ماده ناریه مثبته از کثافت مساوی بیکواحد میباشد ماده ناریه مثبته از
شکه روی که بر بالا گذاشته میشود میباید کثافتش مساوی دو باشد
و ازاین قرار از برای ما در شکه سیم و چهارم و پنجم و هم چنین تا صدم
از روی یک ماده ناریه مثبته آزادی که کثافتش ۳ و ۴ و ۵
و همچنین صد بار شده حاصل میکرد و شکل هشتادم عبارت است از
یک ستون ولت که پست جفت شکه یا پست عناصر در ان هست
پایه ستون از چوب خشک است و طرفین آن که ستون را نگاه
میدارد از شیشه است یکی از دو اشهار امشی به روی شده است
از آن اقطب روی یا قطب مثبته میگویند و مشهای الیه دیگر را که مشهی
به مس شده است از آن اقطب مس یا قطب منفیه میگویند در این

باب سیم

اسباب قطب منفیه بارزین اتصال دارد و قطب مثبته فرد ایست
و در روی همه ستون یک ماده ناریه مثبته منتشر شده است که کثافت
آن از سمت بالا رو بتزاید است در صورتی که قطب منفیه فرد باشد
و قطب مثبته بزمین اتصال داشته باشد کثافت مادهٔ ناریهٔ مثبته در شکه روی
آخرین مساوی است به صفر و در همه ستون یک ماده ناریه منفیه ارادی
که کثافتش بسمت شکه مس زیری رو بتزاید است منتشر میباشد در ستون فشرده شده
در صورتیکه یکی از این ماده های ناریه را بزمین نکذرانند ولکن
باسیمهای مسین طوری بکنند که بتوان آنها را بهم فشرد و محکم بهم دوخت
یک ستون پیچیده حاصل میشود که جریان ماده ناری آن بسیار شدید است
چنانچه هرگاه آن سیمها را به بدن برسانند یا بدست بگیرند اثر
شدیدی در اعصاب احداث میشود بغیر از این اثرها شکه
دارد این است که یک سیم فلزی را سرخ میکند و قطب نمارا برمیگرداند
و اجسام را تجزیه شیمیائی میکند

(۵۱) پارهٔ آلات کالوانیک دیگر هستند که یک مایعی را
در میان استیکان یا پیالهای دیگر که بطور دایره یا بخط مستقیم

باب سیم

چیده شده اند و از یکدیگر جدا میشوند میریزند در هر شیشه یک شکه روی
و یک شکه مس هست که پهلو بیکدیگر برنخورند هر شکه روی با شکه مس واقعه در استکان
قبل با یک سیم یا با یک باریکه مسی وصل شده اند دستهٔ دلاسان متعلق
است بخصوصه باین جنس اسباب از برای اینکه بتوان ساختن آنرا بهتر
ادراک کرد اول از دو جهت شکه که در شکل هفتاد و یکم و هفتاد و دوم دیده
میشود گفتگو می نمائیم شکل هفتاد و یکم شامل هست یک اسبابی که از پهلو دیده
میشود و شکل هفتاد و دوم همان اسباب را از پیش رو می نماید باریکه مس
که عبارت از ده باشد در نقطهٔ ه باشکه روی که ج ه باشد
لحیم شده هست و ه ر یک باریکه مس دیگر هست که با یک شکه روی
دیگر ا ج ه در نقطهٔ ه لحیم شده هست باریکه مسی ه ر چسپیده
است یک شکه مس که محیط هست بدور شکه روی اولین بدون اینکه با آن
برخورد و در دور شکه روی دویم نیز یک شکه مس دیگر هست که بدون
برخوردن با آن احاطه اش کرده هست و متصل هست به قطب منفیه سیم
مس هر جفتی از شکه ها در یک استیکان پر از آب نمک هست شکه روی
اول بواسطه اتصال باریکه مس ده ب با مادهٔ ناریه مثبته میشود و این

حمل قطبه بواسطه ان مایع به شکه مس میکذرد که بدون التصاق به شکه
روی محیط هست و از اینجا بواسطه باریکه مس به شکه روی دویمی میکذرد
این ترکیب و این بار است نسبت بسایرین بسهولت پیشتر هست شکل هفتاد و
سیم شامل هست یک دسته از دولاستان که حاوی دوازده
عناصر هست هر جفت از شکه ها که نشته شده اند بر روی یک تخته باین
طور که میتوان همه را یک مرتبه در مایع فرو برد و یک مرتبه بیرون آورد
و از برای مایع آب را با یک شانزدهم آن جوهر کوگرد و یک پیستم
آن جوهر شوره بکار میبرند موافق اعمالیکه بخواهند با آن اسباب بکنند
میباید بعضی اوقات ملاحظه مقدار عناصر را بنمایند و بعضی اوقات بزرکی
جفت های شکه ها را در نظر داشته باشند یک مرتبه ما میتوانیم با یک دسته
از عناصر بسیار موفق بشویم و یک دفعه دیکر فقط یک جفت شکه لازم میشود
ولیکن شکه ها باید خیلی بزرک باشند بواسطه بزرکی جفت های شکه ها
مقدار برق زیاد میتوان نمود باین معنی که طول مدت جریان ماده ماریه
زیادتر میشود و از مقدار عناصر قوت ماده ماریه تزاید میپزیرد

(۵۸) در تاثیرات شیمیائی استون و لت اولین اثر استون

ولت

ولت و اهم اعمال آن در سنه هزار و هشتصد بواسطه کارنیل و فی شلمان
هویدا شد این دو حکمای علم حکمت طبیعی همین که استنباط مطلب را کردند
معجلاً استون را با پول سیاه و شکه روی و قوای نمدار ساخته بعد از بعضی
تجربیات بوی مخصوص هیدروژن را استنباط میکردند حال را باین
خیال خوش افتادند که جریان ماده ماریه را از آب بکذرانند بطوریکه
هر دو قطب را در آب و از هم جدا بکذارند بعد از چند لحظه هیدروژن
از بالا ترکیب حباب کوچک آمده پهلوی قطب منفیه و قطب مثبته از روی
رنک میکرفت هرکاه از برای سیم قطبه سیم طلای سفید یا نقره بکار ببرند
آن سیم رنک نمی زند بعلت اینکه در اینصورت باز اکسیژن از بالا
به ترکیب حباب کوچک می آید در اینصورت آب را مستقیما از عناصر
خود مجزا مینمایند یکی از اسبابهای بسیار مناسب از برای تجزیه آب
این که در شکل هفتاد و چهار دیده میشود و آن مرکب هست از یک استیکان
که در ته آن دو سیم از قلع تعبیه شده هست که عبارت از

و باشند از آب پر می باشند و واژکونه در میان
استیکان کذارده شده اند نقسی که هر یک از آن سیم ها در میان

باب سیم

یکی از لوله ها رفته اند هر کاه سیمهای Cu و Zn با قطب های
سنون فشرده وصل نمایند حباب های کاز در کمال وفور تولید میشوند
در لوله واقعه در روی قطب مثبته همیشه اکسیژن خالص حاصل میشود و هیدروژن
در لوله دیکر حاصل میشود و آب نمی باید از لوله ها و استیکان بهیده شود تا لازم
جریان ماده ناریه بتواند از سیمی بسیم دیکر بواسطه مایع بکذرد و انبساط کازها
هر قدر که سیمهای Cu و Zn نزدیکتر باشند و هر قدر که وسط
فلزیکه با آب وصل است وسیع تر باشد زیادتر میشود باین واسطه است
که بجای سیم باریکه فلزرا بکار میبرند هر کاه قدری نمک یا چند قطره
از یک ترشی در آب بریزند تجزیه آب زودتر و سریع تر از آب خالص
میشود و باین طور در زمان قلیل میتوان مقدار زیادی از کاز بعمل آورد
وقتیکه محتاج نباشند باینکه هر دو کاز را جدا جدا بکیرند اسباب
شکل هفتاد و پنجم را بکار میبرند در این اسباب آب بسیاری بواسطه
دو شکه از طلای سفید که نزدیک بیکدیکر واقع شده اند میتوان
تجزیه نمود کاز آتش آور از لوله منهی خارج میشود هر کاه سوزاخ آنرا
در زیر آب قرار بدهند میتوان کاز را جمع نمود یا آنکه حباب ها را

و بی بعد از

باب سیم

یکی بعد از دیکری ترکاند مقدار اکسیژن که در شکل هفتاد و چهارم در قطب مثبته
و در لوله O جمع میشود چهار مثل مقدار هیدروژن که
در لوله H جمع میشود پس انبساط کازها بهمان نسبت است که آنها با هم
ترکیب میشوند بنحوه حاصل شدن آب و آب چنان چه ما میدانیم مرکب است
از یک جزء اکسیژن و یک جزء هیدروژن ولیکن یک جزء لایتجزای
از هیدروژن ضعف وسعتی را که یک جزء لایتجزا از اکسیژن جا میکیرد
متمکن میشود و کازهای منبسط شده از شکل هفتاد و چهارم را هر کاه بیک
دیکر مخلوط نمایند مجددا آب حاصل میشود

(۵۹) در قضیه ماده ناریه شیمیائی از لوحه ذیل یک سلسله اجسام
معلوم میشود که هر یک از آنها با جسم تالی خود هر کاه بهم برخورند
قوه ماده ناری مثبته حاصل می نمایند و ماده ناریه هر قدر که آنها
از یک دیکر دورتر واقع باشند شدیدتر میشود

+ روی	تفاوت ماده ناریه فی مابین روی و مس و تفاوت
سرب	ماده ناریه فیما بین مس و طلای سفید مساویند به تفاوت
قلع	ماده ناریه روی و طلای سفید باین معنی که هر کاه بالای

آهن
مس
نقره
طلا
طلای سفید
ذغال

یک شکه از روی یک شکه مس بگذرانند و بر بالای شکه
مس یک شکه از طلای سفید بگذارند تمد و مواد ماریه
شکه های خارجی چنان میشود که گویا شکه طلای سفید را بلاواسطه
بر بالای شکه روی گذاشته باشند و بهمین طریق روی
و مس در حالت اتصال بیک دیگر ماده ناری آنها
مختلف شده یکی مثبته و یکی منفیه میشود اجزاء لایتجزای دو عنصر

در اتصال آنها بیک دیگر آنها با ماده ماریه میشوند عناصر خارجه این دو ماده
یکی اکسیژن و یکی کالیوم میباشد اکسیژن در مثبتها الیه ثقیه و کالیوم
در منفیها الیه ثقیه و اغلب بعضی حالات در پاره از آلات مشاهده شد

اکسیژن
کوکیر
کاربن یا زغال
ماده انثی زن یا صفر
سم الفار
ذغال
طلا
طلای سفید
نقره خالص
مس
سرب
آهن
روی
هیدروژن
کالیوم

که در آنها جریان ماده ناریه را از موانع حاصل
میکردند این موانع بعلت این مواد ناریه بطور
شیمیائی تجزیه شده در شکه های فلزی عمل مینمایند
ستون های فشرده ولت که در آنجا بکار برده
نمیشود مگر یک مانع در لحظه اول یک جریان ماده
ناریه شدیدی حاصل می نمایند و بعد بزودی

رو بتناقص میگذارد و بعضی اوقات بکلی زایل و دان یل
و غیرهم مستند باینکه جریان ماده ناریه را همیشه یک قوت نگاه میدارند
میخواهیم بدانیم که چرا جریان شدیدی که از یک مانع میگذرد قوتش
کم میشود یا آنکه بکلی تمام میگردد و در یک سیستکا شکه پر از آب زاج باشد
یک شکه روی و یک شکه مس میگذارند و آن دو شکه را از بالا با یک سیم
مس بیک دیگر وصل می نمایند چنانچه در شکل هفتاد و ششم دیده میشود در اول
جریان ماده ناریه بسیار شدید میشود و بعد رو بتناقص گذاشته با الاخره
تمام میشود بعلت اینکه زاجیکه در آب هست تجزیه میشود جوهر او بر شکه روی میگذرد
تا بطور شیمیائی عمل کند تا یک جوهر تازه حاصل نماید و از طرف دیگر روی
شکه مس فلز روی حاصل میشود و بعد از چند زمانی صفحه شکه مس از روی
پوشیده میشود و باین جهت جریان ماده ناریه با الطبع تمام میشود در اینصورت
مس را با آن مانع اتصالی نمانده از هر دو طرف در میان آب شکه روی
واقع خواهد بود از فهمیدن سبب اینکه چرا جریان ماده ناریه را در اسباب
های متعارفی قوت رو بتناقص میگذارد میتوان بسهولت چاره از آن استنباط
نمود و دانست که بچه نحو از این فقره احتراز باید کرد و از برای این کار دیگری

باب سیم

لازم نیست بجریان پیدا کردن یک چیزی که بواسطه آن انفراق هیدروژن
از صفحه تنکه مس یا از صفحه تنکه طلای سفید ممنوع باشد باینطور این تنکه همیشه
با مایع اتصال خواهد داشت در سابهائیکه بکرل و وان یل اختراع کرده
اند هیدروژن بصفحه تنکه مس نمیرود بلکه همان مس فلزی بصفحه میرسد پس همیشه
یک تنکه مس خالص با مایع اتصال خواهد داشت مثلا میتوان یک استوانه از
با آب و جوهر کوکرد پر کرد و میان آن یک استوانه ذو منافذ که از کل کوزه
کری یا از مقوا نه حیوانات ساخته باشند گذارد و پر کرد آن استوانه
را با آب خالص کات کبود در آب جوهر کوکرد یک استوانه از تنکه روی
و در استوانه کوزه یک استوانه از تنکه مس میگذارند یک دسته مرکب شده
از این اجزاء اد سته تغییر ناپذیری نامند بعلته اینکه جریان ماده ثانویه
انها همیشه یک نهج است و تغییر قوت ندارد

(۶۰) شکل ۶۰ و ۶۱ و ۶۲ و ۶۳ و ۶۴ و ۶۵ و ۶۶ و ۶۷ و ۶۸ و ۶۹ و ۷۰ و ۷۱ و ۷۲ و ۷۳ و ۷۴ و ۷۵ و ۷۶ و ۷۷ و ۷۸ و ۷۹ و ۸۰ و ۸۱ و ۸۲ و ۸۳ و ۸۴ و ۸۵ و ۸۶ و ۸۷ و ۸۸ و ۸۹ و ۹۰ و ۹۱ و ۹۲ و ۹۳ و ۹۴ و ۹۵ و ۹۶ و ۹۷ و ۹۸ و ۹۹ و ۱۰۰ و ۱۰۱ و ۱۰۲ و ۱۰۳ و ۱۰۴ و ۱۰۵ و ۱۰۶ و ۱۰۷ و ۱۰۸ و ۱۰۹ و ۱۱۰ و ۱۱۱ و ۱۱۲ و ۱۱۳ و ۱۱۴ و ۱۱۵ و ۱۱۶ و ۱۱۷ و ۱۱۸ و ۱۱۹ و ۱۲۰ و ۱۲۱ و ۱۲۲ و ۱۲۳ و ۱۲۴ و ۱۲۵ و ۱۲۶ و ۱۲۷ و ۱۲۸ و ۱۲۹ و ۱۳۰ و ۱۳۱ و ۱۳۲ و ۱۳۳ و ۱۳۴ و ۱۳۵ و ۱۳۶ و ۱۳۷ و ۱۳۸ و ۱۳۹ و ۱۴۰ و ۱۴۱ و ۱۴۲ و ۱۴۳ و ۱۴۴ و ۱۴۵ و ۱۴۶ و ۱۴۷ و ۱۴۸ و ۱۴۹ و ۱۵۰ و ۱۵۱ و ۱۵۲ و ۱۵۳ و ۱۵۴ و ۱۵۵ و ۱۵۶ و ۱۵۷ و ۱۵۸ و ۱۵۹ و ۱۶۰ و ۱۶۱ و ۱۶۲ و ۱۶۳ و ۱۶۴ و ۱۶۵ و ۱۶۶ و ۱۶۷ و ۱۶۸ و ۱۶۹ و ۱۷۰ و ۱۷۱ و ۱۷۲ و ۱۷۳ و ۱۷۴ و ۱۷۵ و ۱۷۶ و ۱۷۷ و ۱۷۸ و ۱۷۹ و ۱۸۰ و ۱۸۱ و ۱۸۲ و ۱۸۳ و ۱۸۴ و ۱۸۵ و ۱۸۶ و ۱۸۷ و ۱۸۸ و ۱۸۹ و ۱۹۰ و ۱۹۱ و ۱۹۲ و ۱۹۳ و ۱۹۴ و ۱۹۵ و ۱۹۶ و ۱۹۷ و ۱۹۸ و ۱۹۹ و ۲۰۰ و ۲۰۱ و ۲۰۲ و ۲۰۳ و ۲۰۴ و ۲۰۵ و ۲۰۶ و ۲۰۷ و ۲۰۸ و ۲۰۹ و ۲۱۰ و ۲۱۱ و ۲۱۲ و ۲۱۳ و ۲۱۴ و ۲۱۵ و ۲۱۶ و ۲۱۷ و ۲۱۸ و ۲۱۹ و ۲۲۰ و ۲۲۱ و ۲۲۲ و ۲۲۳ و ۲۲۴ و ۲۲۵ و ۲۲۶ و ۲۲۷ و ۲۲۸ و ۲۲۹ و ۲۳۰ و ۲۳۱ و ۲۳۲ و ۲۳۳ و ۲۳۴ و ۲۳۵ و ۲۳۶ و ۲۳۷ و ۲۳۸ و ۲۳۹ و ۲۴۰ و ۲۴۱ و ۲۴۲ و ۲۴۳ و ۲۴۴ و ۲۴۵ و ۲۴۶ و ۲۴۷ و ۲۴۸ و ۲۴۹ و ۲۵۰ و ۲۵۱ و ۲۵۲ و ۲۵۳ و ۲۵۴ و ۲۵۵ و ۲۵۶ و ۲۵۷ و ۲۵۸ و ۲۵۹ و ۲۶۰ و ۲۶۱ و ۲۶۲ و ۲۶۳ و ۲۶۴ و ۲۶۵ و ۲۶۶ و ۲۶۷ و ۲۶۸ و ۲۶۹ و ۲۷۰ و ۲۷۱ و ۲۷۲ و ۲۷۳ و ۲۷۴ و ۲۷۵ و ۲۷۶ و ۲۷۷ و ۲۷۸ و ۲۷۹ و ۲۸۰ و ۲۸۱ و ۲۸۲ و ۲۸۳ و ۲۸۴ و ۲۸۵ و ۲۸۶ و ۲۸۷ و ۲۸۸ و ۲۸۹ و ۲۹۰ و ۲۹۱ و ۲۹۲ و ۲۹۳ و ۲۹۴ و ۲۹۵ و ۲۹۶ و ۲۹۷ و ۲۹۸ و ۲۹۹ و ۳۰۰ و ۳۰۱ و ۳۰۲ و ۳۰۳ و ۳۰۴ و ۳۰۵ و ۳۰۶ و ۳۰۷ و ۳۰۸ و ۳۰۹ و ۳۱۰ و ۳۱۱ و ۳۱۲ و ۳۱۳ و ۳۱۴ و ۳۱۵ و ۳۱۶ و ۳۱۷ و ۳۱۸ و ۳۱۹ و ۳۲۰ و ۳۲۱ و ۳۲۲ و ۳۲۳ و ۳۲۴ و ۳۲۵ و ۳۲۶ و ۳۲۷ و ۳۲۸ و ۳۲۹ و ۳۳۰ و ۳۳۱ و ۳۳۲ و ۳۳۳ و ۳۳۴ و ۳۳۵ و ۳۳۶ و ۳۳۷ و ۳۳۸ و ۳۳۹ و ۳۴۰ و ۳۴۱ و ۳۴۲ و ۳۴۳ و ۳۴۴ و ۳۴۵ و ۳۴۶ و ۳۴۷ و ۳۴۸ و ۳۴۹ و ۳۵۰ و ۳۵۱ و ۳۵۲ و ۳۵۳ و ۳۵۴ و ۳۵۵ و ۳۵۶ و ۳۵۷ و ۳۵۸ و ۳۵۹ و ۳۶۰ و ۳۶۱ و ۳۶۲ و ۳۶۳ و ۳۶۴ و ۳۶۵ و ۳۶۶ و ۳۶۷ و ۳۶۸ و ۳۶۹ و ۳۷۰ و ۳۷۱ و ۳۷۲ و ۳۷۳ و ۳۷۴ و ۳۷۵ و ۳۷۶ و ۳۷۷ و ۳۷۸ و ۳۷۹ و ۳۸۰ و ۳۸۱ و ۳۸۲ و ۳۸۳ و ۳۸۴ و ۳۸۵ و ۳۸۶ و ۳۸۷ و ۳۸۸ و ۳۸۹ و ۳۹۰ و ۳۹۱ و ۳۹۲ و ۳۹۳ و ۳۹۴ و ۳۹۵ و ۳۹۶ و ۳۹۷ و ۳۹۸ و ۳۹۹ و ۴۰۰ و ۴۰۱ و ۴۰۲ و ۴۰۳ و ۴۰۴ و ۴۰۵ و ۴۰۶ و ۴۰۷ و ۴۰۸ و ۴۰۹ و ۴۱۰ و ۴۱۱ و ۴۱۲ و ۴۱۳ و ۴۱۴ و ۴۱۵ و ۴۱۶ و ۴۱۷ و ۴۱۸ و ۴۱۹ و ۴۲۰ و ۴۲۱ و ۴۲۲ و ۴۲۳ و ۴۲۴ و ۴۲۵ و ۴۲۶ و ۴۲۷ و ۴۲۸ و ۴۲۹ و ۴۳۰ و ۴۳۱ و ۴۳۲ و ۴۳۳ و ۴۳۴ و ۴۳۵ و ۴۳۶ و ۴۳۷ و ۴۳۸ و ۴۳۹ و ۴۴۰ و ۴۴۱ و ۴۴۲ و ۴۴۳ و ۴۴۴ و ۴۴۵ و ۴۴۶ و ۴۴۷ و ۴۴۸ و ۴۴۹ و ۴۵۰ و ۴۵۱ و ۴۵۲ و ۴۵۳ و ۴۵۴ و ۴۵۵ و ۴۵۶ و ۴۵۷ و ۴۵۸ و ۴۵۹ و ۴۶۰ و ۴۶۱ و ۴۶۲ و ۴۶۳ و ۴۶۴ و ۴۶۵ و ۴۶۶ و ۴۶۷ و ۴۶۸ و ۴۶۹ و ۴۷۰ و ۴۷۱ و ۴۷۲ و ۴۷۳ و ۴۷۴ و ۴۷۵ و ۴۷۶ و ۴۷۷ و ۴۷۸ و ۴۷۹ و ۴۸۰ و ۴۸۱ و ۴۸۲ و ۴۸۳ و ۴۸۴ و ۴۸۵ و ۴۸۶ و ۴۸۷ و ۴۸۸ و ۴۸۹ و ۴۹۰ و ۴۹۱ و ۴۹۲ و ۴۹۳ و ۴۹۴ و ۴۹۵ و ۴۹۶ و ۴۹۷ و ۴۹۸ و ۴۹۹ و ۵۰۰ و ۵۰۱ و ۵۰۲ و ۵۰۳ و ۵۰۴ و ۵۰۵ و ۵۰۶ و ۵۰۷ و ۵۰۸ و ۵۰۹ و ۵۱۰ و ۵۱۱ و ۵۱۲ و ۵۱۳ و ۵۱۴ و ۵۱۵ و ۵۱۶ و ۵۱۷ و ۵۱۸ و ۵۱۹ و ۵۲۰ و ۵۲۱ و ۵۲۲ و ۵۲۳ و ۵۲۴ و ۵۲۵ و ۵۲۶ و ۵۲۷ و ۵۲۸ و ۵۲۹ و ۵۳۰ و ۵۳۱ و ۵۳۲ و ۵۳۳ و ۵۳۴ و ۵۳۵ و ۵۳۶ و ۵۳۷ و ۵۳۸ و ۵۳۹ و ۵۴۰ و ۵۴۱ و ۵۴۲ و ۵۴۳ و ۵۴۴ و ۵۴۵ و ۵۴۶ و ۵۴۷ و ۵۴۸ و ۵۴۹ و ۵۵۰ و ۵۵۱ و ۵۵۲ و ۵۵۳ و ۵۵۴ و ۵۵۵ و ۵۵۶ و ۵۵۷ و ۵۵۸ و ۵۵۹ و ۵۶۰ و ۵۶۱ و ۵۶۲ و ۵۶۳ و ۵۶۴ و ۵۶۵ و ۵۶۶ و ۵۶۷ و ۵۶۸ و ۵۶۹ و ۵۷۰ و ۵۷۱ و ۵۷۲ و ۵۷۳ و ۵۷۴ و ۵۷۵ و ۵۷۶ و ۵۷۷ و ۵۷۸ و ۵۷۹ و ۵۸۰ و ۵۸۱ و ۵۸۲ و ۵۸۳ و ۵۸۴ و ۵۸۵ و ۵۸۶ و ۵۸۷ و ۵۸۸ و ۵۸۹ و ۵۹۰ و ۵۹۱ و ۵۹۲ و ۵۹۳ و ۵۹۴ و ۵۹۵ و ۵۹۶ و ۵۹۷ و ۵۹۸ و ۵۹۹ و ۶۰۰ و ۶۰۱ و ۶۰۲ و ۶۰۳ و ۶۰۴ و ۶۰۵ و ۶۰۶ و ۶۰۷ و ۶۰۸ و ۶۰۹ و ۶۱۰ و ۶۱۱ و ۶۱۲ و ۶۱۳ و ۶۱۴ و ۶۱۵ و ۶۱۶ و ۶۱۷ و ۶۱۸ و ۶۱۹ و ۶۲۰ و ۶۲۱ و ۶۲۲ و ۶۲۳ و ۶۲۴ و ۶۲۵ و ۶۲۶ و ۶۲۷ و ۶۲۸ و ۶۲۹ و ۶۳۰ و ۶۳۱ و ۶۳۲ و ۶۳۳ و ۶۳۴ و ۶۳۵ و ۶۳۶ و ۶۳۷ و ۶۳۸ و ۶۳۹ و ۶۴۰ و ۶۴۱ و ۶۴۲ و ۶۴۳ و ۶۴۴ و ۶۴۵ و ۶۴۶ و ۶۴۷ و ۶۴۸ و ۶۴۹ و ۶۵۰ و ۶۵۱ و ۶۵۲ و ۶۵۳ و ۶۵۴ و ۶۵۵ و ۶۵۶ و ۶۵۷ و ۶۵۸ و ۶۵۹ و ۶۶۰ و ۶۶۱ و ۶۶۲ و ۶۶۳ و ۶۶۴ و ۶۶۵ و ۶۶۶ و ۶۶۷ و ۶۶۸ و ۶۶۹ و ۶۷۰ و ۶۷۱ و ۶۷۲ و ۶۷۳ و ۶۷۴ و ۶۷۵ و ۶۷۶ و ۶۷۷ و ۶۷۸ و ۶۷۹ و ۶۸۰ و ۶۸۱ و ۶۸۲ و ۶۸۳ و ۶۸۴ و ۶۸۵ و ۶۸۶ و ۶۸۷ و ۶۸۸ و ۶۸۹ و ۶۹۰ و ۶۹۱ و ۶۹۲ و ۶۹۳ و ۶۹۴ و ۶۹۵ و ۶۹۶ و ۶۹۷ و ۶۹۸ و ۶۹۹ و ۷۰۰ و ۷۰۱ و ۷۰۲ و ۷۰۳ و ۷۰۴ و ۷۰۵ و ۷۰۶ و ۷۰۷ و ۷۰۸ و ۷۰۹ و ۷۱۰ و ۷۱۱ و ۷۱۲ و ۷۱۳ و ۷۱۴ و ۷۱۵ و ۷۱۶ و ۷۱۷ و ۷۱۸ و ۷۱۹ و ۷۲۰ و ۷۲۱ و ۷۲۲ و ۷۲۳ و ۷۲۴ و ۷۲۵ و ۷۲۶ و ۷۲۷ و ۷۲۸ و ۷۲۹ و ۷۳۰ و ۷۳۱ و ۷۳۲ و ۷۳۳ و ۷۳۴ و ۷۳۵ و ۷۳۶ و ۷۳۷ و ۷۳۸ و ۷۳۹ و ۷۴۰ و ۷۴۱ و ۷۴۲ و ۷۴۳ و ۷۴۴ و ۷۴۵ و ۷۴۶ و ۷۴۷ و ۷۴۸ و ۷۴۹ و ۷۵۰ و ۷۵۱ و ۷۵۲ و ۷۵۳ و ۷۵۴ و ۷۵۵ و ۷۵۶ و ۷۵۷ و ۷۵۸ و ۷۵۹ و ۷۶۰ و ۷۶۱ و ۷۶۲ و ۷۶۳ و ۷۶۴ و ۷۶۵ و ۷۶۶ و ۷۶۷ و ۷۶۸ و ۷۶۹ و ۷۷۰ و ۷۷۱ و ۷۷۲ و ۷۷۳ و ۷۷۴ و ۷۷۵ و ۷۷۶ و ۷۷۷ و ۷۷۸ و ۷۷۹ و ۷۸۰ و ۷۸۱ و ۷۸۲ و ۷۸۳ و ۷۸۴ و ۷۸۵ و ۷۸۶ و ۷۸۷ و ۷۸۸ و ۷۸۹ و ۷۹۰ و ۷۹۱ و ۷۹۲ و ۷۹۳ و ۷۹۴ و ۷۹۵ و ۷۹۶ و ۷۹۷ و ۷۹۸ و ۷۹۹ و ۸۰۰ و ۸۰۱ و ۸۰۲ و ۸۰۳ و ۸۰۴ و ۸۰۵ و ۸۰۶ و ۸۰۷ و ۸۰۸ و ۸۰۹ و ۸۱۰ و ۸۱۱ و ۸۱۲ و ۸۱۳ و ۸۱۴ و ۸۱۵ و ۸۱۶ و ۸۱۷ و ۸۱۸ و ۸۱۹ و ۸۲۰ و ۸۲۱ و ۸۲۲ و ۸۲۳ و ۸۲۴ و ۸۲۵ و ۸۲۶ و ۸۲۷ و ۸۲۸ و ۸۲۹ و ۸۳۰ و ۸۳۱ و ۸۳۲ و ۸۳۳ و ۸۳۴ و ۸۳۵ و ۸۳۶ و ۸۳۷ و ۸۳۸ و ۸۳۹ و ۸۴۰ و ۸۴۱ و ۸۴۲ و ۸۴۳ و ۸۴۴ و ۸۴۵ و ۸۴۶ و ۸۴۷ و ۸۴۸ و ۸۴۹ و ۸۵۰ و ۸۵۱ و ۸۵۲ و ۸۵۳ و ۸۵۴ و ۸۵۵ و ۸۵۶ و ۸۵۷ و ۸۵۸ و ۸۵۹ و ۸۶۰ و ۸۶۱ و ۸۶۲ و ۸۶۳ و ۸۶۴ و ۸۶۵ و ۸۶۶ و ۸۶۷ و ۸۶۸ و ۸۶۹ و ۸۷۰ و ۸۷۱ و ۸۷۲ و ۸۷۳ و ۸۷۴ و ۸۷۵ و ۸۷۶ و ۸۷۷ و ۸۷۸ و ۸۷۹ و ۸۸۰ و ۸۸۱ و ۸۸۲ و ۸۸۳ و ۸۸۴ و ۸۸۵ و ۸۸۶ و ۸۸۷ و ۸۸۸ و ۸۸۹ و ۸۹۰ و ۸۹۱ و ۸۹۲ و ۸۹۳ و ۸۹۴ و ۸۹۵ و ۸۹۶ و ۸۹۷ و ۸۹۸ و ۸۹۹ و ۹۰۰ و ۹۰۱ و ۹۰۲ و ۹۰۳ و ۹۰۴ و ۹۰۵ و ۹۰۶ و ۹۰۷ و ۹۰۸ و ۹۰۹ و ۹۱۰ و ۹۱۱ و ۹۱۲ و ۹۱۳ و ۹۱۴ و ۹۱۵ و ۹۱۶ و ۹۱۷ و ۹۱۸ و ۹۱۹ و ۹۲۰ و ۹۲۱ و ۹۲۲ و ۹۲۳ و ۹۲۴ و ۹۲۵ و ۹۲۶ و ۹۲۷ و ۹۲۸ و ۹۲۹ و ۹۳۰ و ۹۳۱ و ۹۳۲ و ۹۳۳ و ۹۳۴ و ۹۳۵ و ۹۳۶ و ۹۳۷ و ۹۳۸ و ۹۳۹ و ۹۴۰ و ۹۴۱ و ۹۴۲ و ۹۴۳ و ۹۴۴ و ۹۴۵ و ۹۴۶ و ۹۴۷ و ۹۴۸ و ۹۴۹ و ۹۵۰ و ۹۵۱ و ۹۵۲ و ۹۵۳ و ۹۵۴ و ۹۵۵ و ۹۵۶ و ۹۵۷ و ۹۵۸ و ۹۵۹ و ۹۶۰ و ۹۶۱ و ۹۶۲ و ۹۶۳ و ۹۶۴ و ۹۶۵ و ۹۶۶ و ۹۶۷ و ۹۶۸ و ۹۶۹ و ۹۷۰ و ۹۷۱ و ۹۷۲ و ۹۷۳ و ۹۷۴ و ۹۷۵ و ۹۷۶ و ۹۷۷ و ۹۷۸ و ۹۷۹ و ۹۸۰ و ۹۸۱ و ۹۸۲ و ۹۸۳ و ۹۸۴ و ۹۸۵ و ۹۸۶ و ۹۸۷ و ۹۸۸ و ۹۸۹ و ۹۹۰ و ۹۹۱ و ۹۹۲ و ۹۹۳ و ۹۹۴ و ۹۹۵ و ۹۹۶ و ۹۹۷ و ۹۹۸ و ۹۹۹ و ۱۰۰۰

از اکسید

باب سیم

از اکسید مس بطرف قطب مثبته میرود این تجزیه کات کبود در یکی از اسبابی
سابقت الذکر منصوب به بکرل یا وانیل بسهولت میشود وقتیکه اسباب
فشرده شده است و ما از آن اسلسله فشرده شده می نامیم جریان مثبته
روی از آب شده کوگردی و بعد از آب شده کات کبود بر مس
میگذرد روی که با مس مماس دارد ماده ثانویه مثبته میشود و مس ماده
ثانویه منفیه میگردد روی قطب مثبته و مس قطب منفیه میشود پس جریان
ماده ثانویه مثبته از مایع بر روی میرسد و جریان ماده ثانویه منفیه از مایع
بمس میگذرد از یک طرف استوانه ذو منافذ آب مخلوط با جوهر کوکرد
تجزیه میشود اکسیژن آن بر بالای روی میرود تا اینکه اکسید روی حاصل
نماید و آن در ترشی کداخته شده زاج سفید حاصل میکند و هیدروژن
تا باستوانه گذشته در انجا قطب مثبته را که حالا در آن مایع دیگر هست
حاصل میکند اکسیدن مس بواسطه این جریان تجزیه میشود اکسیژن از
اکسید بقطب مثبته میگذرد پس تا استوانه میرسد و در انجا با هیدروژن
که از طرف دیگر آمده هست ترکیب شده هست حاصل می نماید و مس
فلزی حرکت نموده خود را بقطب منفیه می بندد از این حرکت مس

فلزی یک عمل بسیار واجب الاعتنائی میکنند و آنرا کالوانیه اثر میکنند گفته

میشود در این عمل کاری نیست بجز اینکه اگر بعضی منفعیه یک شکلی بدهند

و بخواهند نقش آن یا نسخه آنرا بس فلزی بگیرند میتوانند مثلا مثل نقل کردن

نقش یک نشان یا امثال آن و عمل مطلا کردن نقره فلزی و امثال آن

بطور کالوانیه مبنی بر همین قاعده است و در اینجا معلوم است که بجای

تنکه مس جسم نقره را که میخواهند مطلا کنند بکار میبرند و بجای کات

کبود گداخته طلا را در خلر که اثر اخلرات در میکوبند بکار میبرند

(۱۶) در قوت سلسله کالوانیه فقره که در اعمال کالوانیه اثر میکند نسبت

مکر ماده ناریه حاصل شده از اسباب چرخ الماس یا از الک ترفر

فقط ماده ناریه کالوانیه در حرکت است و ماده ناریه اسباب ساکن است

که یکی باعث حرکت و یکی باعث فشارش میگردد و همچنین یکی باعث جریان

شدید و یکی علت یک ماده ناریه ضعیفی میگردد و آلات کالوانیه را

میتوان بیک چشمه پر منفعتی نسبت داد که ریزش آب آن بسیار عظیم

نباشد و در یک نهر وسیعی به آزادی منتشر شده باشد آب بسیار یکه

در یک نهر جریان دارد به اطراف نهر زیاد زور نمی آورد و لیکن

قابل

قابل این هست که از او اعمال و آثار اسباب و آلاتی زیاد ناشی

شود چنانچه باعث حرکت چرخها و امثال آنها می شود

فصل پنجم در ماده ناریه مقناطیسیه

(۲۶) در اینکه جریان ماده ناریه قابل برگردانیدن قطب نما هست

و در اثر مقناطیسی جریان ماده ناریه و عمل مقناطیس کردن با جریان

کالوانیه بواسطه اثر جریان ماده ناریه با کالوانیه قطب نما برمیگردد

از اینجا یک راه خوبی بجهة ملاحظه قوانین شدت یک جریان پیدا

کرده اند اثر جریان ماده ناریه نه تنها در مقناطیس هست بلکه قابل

اقسام موانع مقناطیسیه که با هم پیوستگی دارند نیز میباشد از

برای اثبات اثر جریان ماده ناریه در آهن نرم هرگاه سیمی را

که ماده ناریه از آن میگذرد در بر آهن بگذارند کفایت میکند

در اینصورت مادامیکه در آن سیم جریان ماده ناریه هست براده

های آهن بادمی چسبند سوزن های کوچک فولادی را میتوان

بعمل کالوانیه مقناطیس کرد بطوریکه آنها همیشه بحالت مقناطیسی بمانند

ولیکن جهت باعث شدن بر اینکه جریان ماده ناریه بسیار شدید

باب سیم

باشد میاید سیم را بدور آنها مثل خط حلزونی اشکل کرد اند خط حلزونی
خط منحنی است که همیشه از مرکز خود دور شده چندین پیچ بدور مرکز میخورد
باین طور که یک سیم مسی را بشکل حلزونی بدور یک لوله شیشه که
در آن یک روزن گذاشته شده است میگذرانند هرگاه جریان
ماده ناریه را بان سیم بگذرانند اگرچه یک لحظه باشد ان سیم
مقناطیس دائمی میشود هرگاه شکل حلزونی را از زیر بسمت بالا و از راست
بطرف چپ بگیرند قطب شمالی در انتها الیه زیری میشود و هرگاه شکل
حلزونی از چپ بطرف راست باشد قطب شمالی در بالا اتفاق
می افتد از یک آهن نرم میتوان بواسطه جریان گالوانیه مقناطیس
ساخت که قوت بسیار شدید تر از همه قسم مقناطیس های فولادی
باشد هرگاه سیم مس را بدور یک آهنی بشکل نعل بگذرانند بطوریکه
در شکل هفتاد و پنجم دیده میشود کفایت میکند ولیکن سیم باید ابریشم
پیچ شده باشد تا جریان ماده ناریه نتواند از یکی بدیگری گذشته
بآهن برسد بلکه بهمه طول سیم بگذرد وقتیکه جریان مثبته به a وارد
میشود a قطب شمالی میگردد و b قطب جنوبی میشود یک آهن

باب سیم

را بای باین طور که دو طرفش بحسب قطر از شش تا هشت سانتی متر
باشد و بحسب طول از یک پا تا یک پا و نیم باشد میتواند یک ورنیرا
که از صد و شصت تا دویست من تبریز است نگاه دارد و از بار دا
جریان ماده ناریه مقناطیس از عمل باز نمی ماند

(۶۳) در بکار بردن جریان گالوانیه مثل قاعده حرکات تاثیرات
مقناطیسیه شدیده که از جریان ماده ناریه حاصل شدند بکار
بردن جریان ماده ناریه را مثل قاعده حرکات بخیال در آوردند

(۶۴) در آلات بحرکت دوریه مقناطیسی و مواد ناریه در شکل
هفتاد و ششم a b یک مقناطیس شدیدی بشکل نعل میباشد یک
آهن نرمیرا که دو طرف آن m و n میباشند و با یک سیم یک
پارچه مسی بسیار نازک از هر دو طرف پیچیده شده است جذب
میکند بطوریکه در شکل مذکور دیده میشود فرض میکنیم که هر دو انتهای
سیم از شکل حلزونی با یک فلزی اتصال داشته باشند و میگذاریم
که آهن جذب شده بدور محور عمودی خود بقدر یک نصف دایره
بدور خود بپیچد بطوریکه قطب m که در روی a واقع است

باب سیم

در بالای g قرار پذیرد بواسطه دور شدن قطب α از m
و قطب g از n یک جریان ماده ناریه در سیم مس بواسطه
سرایت حاصل میشود این جریان مشغول عمل خود با یک قوت متغیره میشود
ولی در یک امتداد ثابت نمیماند در حرکت دوری که در یک نصف دایره
میشود باین معنی تا وقتیکه m به g و n به α میرسد
ولیکن در ابتدای حرکت دوری نصف دایره دیگر امتداد جریان
ماده ناریه تغییر میکند باین طور که امتداد جریان با حرکت دوری
در هر نصف دایره عوض میشود بعلت اینکه α و g قطب های
متضاده هستند دور شدن آن بواسطه تحریک یک جریانی در همان
امتداد مثل جریان نزدیک شدن نقطه g حاصل میکند بجهه دانستن
تجربه حاصل کردن و باعث حرکت شدن بطور سهل با مجاری مواد
ناریه بواسطه تحریک با مقاطیس اسبابهای مخصوص بقاعده مذکوره
در فوق ساخته اند که آنها را آلات حرکت دوری مقناطیسی
و مواد ناریه میگویند شکل ۴ مشتمل بر یک اسبابیست که بسیار
خوب هست از برای نمودن اینکه چه گونه میتوان یک حرکت

باب سیم

دائمی از قوت مقناطیسیه جریان کالوانیک حاصل نمود تفصیل این اسباب
از اینقرار است که AB یک آهن نرمی است بشکل نعلی که در روی پایه چوبی
مستحکم است و بدور او سیم مسی پیچیده شده است بقاعده که در شکل هفتاد و هشتم
دیده شد یک طرف سیم بمیل کوچک قسلعی میگذرد که α باشد و طرف دیگرش
بمیل g میگذرد در α و g قطب های یک اجزای شدید
کالوانیه را وصل میکنند پس باین واسطه باعث میشوند بر اینکه آهن
AB مقناطیس شود فی مابین آهن B یک آهن دیگر بهمان
شکل و از آن کوچکتر که CD باشد هست که میتواند بدور محور خود
در یک دایره حرکت کند و آن را نیز سیم مس بقاعده مذکوره بدور
پیچیده شده است ولیکن دو انتهای سیم در یک ظرف چوبی مملو از
زیبق میباشد و این ظرف چنانچه دیده میشود بواسطه یک تخته از
چوب یا از آج از وسط بدو قسمت مساوی تقسیم شده است یکی از آن
قسمتها بواسطه یک سیم مسی با میل کوچک قسلعی که c باشد
متصل است و قسمت دیگر بهمان طور متصل است به میل bk در
و bk دو قطب یک اسباب کالوانیه را برقرار میکنند دو انتهای

باب سیم

سیم مقناطیس باده ناریه که D C باشد تقسی در ظرف میکذارند
که یک انتهاء همیشه در یکی از قسمتهای ظرف مذکور میماند در حالتیکه انتهای
دیکر در قسمت دیکر آن ظرف میباشد در حالتیکه هر دو انتهاء در وقت
حرکت دوری مقناطیس باده ناریه که D C است میتوانند
بسهولت از بالای تخته انقسام آن دو قسمت از ظرف بکذرند چنانچه
وضع مقناطیس باده ناریه D C می بینیم در حالتیکه در c
قطب مثبته و در d قطب منفیه یک اجزای کالوانیه شدیدی هست
جریان مثبته c در قسمت جانب چپ میکذرد و از اینجا بواسطه سیم
مسی به D و C میرود و از C بقسمت طرف راست ظرف
وارد شده از آنجا به d میرسد در این وضع و مقام قطب C
بواسطه A جذب میشود و قطب D بواسطه B کشیده میشود
از اینجا یک حرکت دوری از برای مقناطیس D C دست
میدهد ولیکن C وقتیکه به A میرسد D به B میرسد
دو انتهای سیم مسی از مقناطیس باده ناریه میانی از بالای تخته انقسام
ظرف میکذرد جریانی که D C مقناطیس میکند یک لحظه از کار

می افتد

باب چهارم

ولیکن همین که این دو انتهای سیم مس از یک قسمت ظرف کذشتند
جریان از سیم مس بدور D C در امتداد مخالف میکذرد و در این
وقت قطب C بواسطه A و قطب D بواسطه B رد کرده
میشوند در حالتیکه C و B و همچنین D و A یکدیکر را جذب
مینمایند باین واسطه حرکت دوری مقناطیس باده ناریه میانی که C D
باشد وقوع خواهد داشت تا اینکه C به B و D به A
برسد و از یک تغییر قطب D C حرکت دوری بطوریکه کفته شد
بجا آورده میشود پس طریقه باعث شدن بر حرکت بواسطه قوت مقناطیسیه
باده ناریه از شکل معلوم می شود

باب چهارم در حرارت

فصل اول در انبساط

(۶۵) حس ما در جهام حالات مختلفه احساس میکند و آن حالات را
باسامی مختلفه نمایکرده اند مثل کرم و نیم کرم و سرد و همچنین هرکاه یک جسم
سردی کرم شود از جهت حجم بزرکتر شده و ضبط میشود علت نامعلومه
این انبساط را و همچنین باسامی مفصله فوق را حرارت می نامند حرارت

باب چهارم

نشها باعث انبساط اجسام میشود بلکه سبب تغییر دادن بحالت اتصال
اجسام شده، باعث کداختن جسمهای صلب نیز میگردد و همچنین موانع
را بخار میسازد پس از این قانون این حالات را بیان خواهیم کرد
(۶۶) در ترمومتر چون همه اجسام بواسطه حرارت منبسط میشوند واز
اینکه حجم یک جسم بسته است بدرجه گرم شدن آن از انبساط یک جسم
میتوان اندازه درجه گرم شدن آنرا فهمید شکل ۱۰۴ حجم شامل
است پک ترمومتر جیوه گرد، که در زیر آن شکل است مملو است از جیوه و این
مایع از کره بمیان لوله تا یک ارتفاعی که بسته است بگرمی هوا بلند میشود
هرگاه کره را گرم کنند حجم زیبق زیاد میشود و زیبق بمیان لوله بلند میشود
در آن حالت میگویند که حرارت زیاد شده است وقتیکه کره سرد
میشود حجم زیبق رو بنقاص میگذارد از لوله پائین میاید و در آنحالت
میگویند که حرارت کم شده است و در حرارت یک حالت ارتفاع جیوه
همیشه یک نخ بوده رأس آن در یک مکان قرار میگیرد اگر دو ترمومتر
را که بزرگتر یا کوچکتر از یکدیگر باشند باهم تطبیق کنند هر دو در یک
وقت بالا میروند و پائین می آیند ولیکن بزرگی مطلقه بلند شدن

پائین

باب چهارم

و پائین آمدن جیوه میتواند بسیار مختلف باشد مثلا هرگاه هر دو لوله
مساوی الحجم باشند ولیکن یکی از لوله ها ده مرتبه گشادتر از دیگری
باشد در آن صورت جیوه از لوله تنگ تر ده مرتبه بیشتر صعود میکند از برای
ساختن ترمومتر لوله های شیشه که درست بترکیب بتوانند مدور مکار میزند
و پس از آنکه در یک انتهای لوله یک کره مجوفی ساختند میان آنرا
پر از زیبق مینمایند و از برای این کار اول کره را گرم مینمایند تا هوا که
در میان هست خارج شود پس از آن طرف باریک لوله را در زود
بمیان زیبق میگذارند و همین که کره سرد شد جیوه از لوله بالا رفته تا
بمیان کره وارد می شود و چند قطره از زیبق بجهة این عمل کفایت
میکند بعد از ریختن جیوه لوله را بر میگردانند بقسمیکه سمت کره بویش
در زیر باشد و مجددا کره را گرم میکنند تا بحدیکه زیبق بجوش بیاید
بخار جیوه همه وسعت لوله را پر میکند و هوا بکلی از لوله خارج میشود
هرگاه باز طرف کشاده لوله را بزودی در میان زیبق بگذارند
کره بتمامه از زیبق مملو می شود قبل از بستن لوله ترمومتر میاید بقاعده
اش در آورد باین معنی که میاید باز زیبق اضافه نمود یا انکه

باب چهارم

زیبقش را کم کرد تا موافق هوای متوسطی که از برای آن میسازند
شود و تقسیم ترمومتر بدرجات از این قرار است که در روی لوله دو نقطه
معین میکنند و فاصله فی مابین آن دو نقطه را در یک عدد معلومی
بقسمتهای متساویه تقسیم میکنند و از برای آن دو نقطه بهتر آن است
که یکی نقطه انجماد و یکی نقطه جوشش آب را تعیین نمایند از برای تعیین نقطه
انجماد آب ترمومتر را با مه در میان قدح محلول یخ نرم کرده میگذارند
در صورتیکه حرارت هوای محیط بر اطراف قدح کمتر از هوای
انجماد باشد یخ گداخته میشود و همه توده بهوای انجماد درمی آید و ترمومتر در زمان
قلیلی آن هوا را اخذ نموده به آن حالت برقرار میماند در این صورت
میباید در کمال دقت و درستی نقطه را که در روی لوله ارتفاع چیوه
در آنجا قرار گرفته است میباید نشان کرد و اول آن نشان را با مرکب
معین نمود و بعد با الماس خطی از روی آن نشان میکشند تا باقی
بماند و از برای تعیین نقطه جوشش آب تقطیر شده اول آب را میجوشانند
پس از آنکه قدری جوشید و همه اطراف قدح پر از هوا گرم شد
و بخار از همه جا بنا کرد بخارج شدن ترمومتر را بر روی آب نگاه

میدارند

باب چهارم

میدارند که بخار بر آن از همه طرف احاطه داشته باشد تا هوای
ترمومتر مثل هوای سطح آب جوشیده بشود در این حالت زیبق بحدت
قلیلی تا یک نقطه از نوله بلند میشود و در آنجا اقامت نموده و بالاتر نمیرود
این نقطه را نیز نشان کرده بطریق مذکور با الماس خطی نیز از روی
نشان میگذرانند و فاصله فی مابین دو نقطه را موافق راه و مور
به هشتاد قسمت مساوی تقسیم می نمایند و موافق سلزوی به صد قسمت
و موافق فهرانهیت به صد و هشتاد قسمت مساوی تقسیم می نمایند
و هر قسمتی را یک درجه میگویند

(۳۶) در انبساط اجسام صلبه چون انبساط اجسام صلبه بواسطه
حرارت بسیار کم است میباید فکری کرد که بواسطه آن انبساط منتشر شود
از برای این فرض میکنیم ﻫگ گ در شکل هشتاد و سیم باریکه باشد از
جسمی که میخواهند ملاحظه نمایند که یک طرف آن تکیه بمانعی داشته باشد
مثل ﻫگ گ و طرف دیگر آن برخورده باشد به بازوی باریخیر
که کوتاه تر از خود باریخیر ذو زاویه است که ﻫگ گ باشد و حرکت
کند بدور نقطه ثابته c وقتیکه طرف ﻫگ از باریخیر کوتاه اندکی

بواسطه تمدد باریکه اگ گ پیش برود طرف دیگر آن که باشد بیشتر
پیش خواهد رفت و باین طریق میتوان امتداد لسپار کوچک باریکه
اگ گ را واضح نمود بخصوص وقتیکه بازوی بار خیر اگ c
از بار خیر دیگر c بزرگتر باشد باین اسباب امتدادات جهام
مختلفه را که تفصیل آنها در این جا ذکر میشود پیدا کرده اند و این امتدادات
از صفر درجه حرارت است تا صد درجه سرمزوی

طلای سفید	امتداد می پزیرد ... ۰٫۰۰۰۰۸۶ یا $\frac{1}{11627}$
شیشه	۰٫۰۰۰۰۸۷ یا $\frac{1}{11477}$
فولاد	۰٫۰۰۱۲۴ یا $\frac{1}{8057}$
آهن	۰٫۰۰۱۲۲ یا $\frac{1}{8197}$
مس	۰٫۰۰۱۷۱ یا $\frac{1}{5847}$
قلع	۰٫۰۰۲۱۷ یا $\frac{1}{4623}$
سرب	۰٫۰۰۲۸۵ یا $\frac{1}{3511}$
روی	۰٫۰۰۲۹۴ یا $\frac{1}{3401}$

مثلا هرگاه یک فولادی در حرارت صفر درجه ۸۰۵ طول

داشته باشد در حرارت صد درجه طولش ۸۰۸ خط میشود و همچنین
فی مابین صفر درجه حرارت تا صد درجه تقریبا همه اجسام بالمساوی
و یک نهج منبسط میشوند با اینمعنی که انبساط آنها نسبت دارد بزیاد
شدن حرارت در یک حرارت از صفر تا ده درجه همین مقدار ۰٫۰۰۰۱۷۱
منبسط میشود ولیکن در یک حرارت از صفر درجه تا یک درجه بقدر
۰٫۰۰۰۰۱۷۱ از طولیکه در حرارت صفر درجه داشت انبساط
و امتداد هم میرساند عددیکه تعیین می نماید که یک جسم چه قدر از طول
خودش در یک حرارت از صفر درجه تا صد درجه انبساط بهم میرساند
از آنرا کوئی فیسیان امتداد طول میگویند

(۶۸) شکل چهارم مکعب انبساط مکعب عبارت است از بزرگی
که در حجم بواسطه حرارت حاصل میشود هرگاه بگویند که کوئی فیسیان
انبساط زنبق ۰٫۰۱۸ د میباشد منظور از این عبارت آن است
که زنبق در حرارت صد درجه بقدر $\frac{18}{1000}$ حجمیکه در حرارت
صفر درجه داشت انبساط بهم میرساند از شناختن و دانستن کوئی
فیسیان انبساط حجم یک جسم در صفر درجه میتوان بحساب قدر حجم

باب چهارم

از آن در یک درجه دیگر از حرارت پیدا کرد کوئی فیثیان انبساط مکعب
اجسام صلبه سه مرتبه بزرگتر است از کوئی فیثیان انبساط طولی و این
فقره را بمحاسبه مرقومه در ذیل میتوان استنباط نمود هرگاه بوده
باشد $\mathcal{G}$ ضلع یک مکعبی در صفر درجه انوقت $\mathcal{G}^3$ اندازه حجم آن
میشود که از آنرا $\mathcal{V}$ فرض مینمائیم اگر آن مکعب را تا صد درجه گرم
نمائیم هر ضلع آن این قدر میشود $(\mathcal{G}+1)\mathcal{G}$ درصورتیکه $\mathcal{G}$
کوئی فیثیان انبساط طولی فرض شده باشد حالا اندازه حجم مکعب
که عبارت از سطح خارجه آن باشد این میشود

$$(\mathcal{G}^3+3\mathcal{G}^2+3\mathcal{G}+1)\mathcal{G}^3=(1+3\mathcal{G}+3\mathcal{G}^2+\mathcal{G}^3)\mathcal{G}^3=\mathcal{V}$$

ولیکن چون $\mathcal{G}$ یک مقدار بسیار کمی است میتوان قوتهای اعلای
آنرا از حساب انداخت آنوقت $\mathcal{V}$ تحویل باین میشود

$$\mathcal{V}(1+3\mathcal{G})=(1+3\mathcal{G})\mathcal{G}^3=\mathcal{V}$$ پس حجم $\mathcal{V}$ بقدر $3\mathcal{G}\mathcal{V}$
بزرگ شد پس کوئی فیثیان $3\mathcal{G}$ میباشد

(۶۹) در انبساط موایع از برای پیدا کردن انبساط چندین
موایع مختلفه میتوان اسباب کشیده شده در شکل هشتاد و پنجم را بکار

باب چهارم

بردوان آسمانی است از شیشه که گردن باریکی دارد و سر آن شکل یک
قیف کوچکی است فرض میکنیم که جزء سه پارشنک گردن آن α باشد
مایعی را که میخواهند امتحان انبساط آنرا نمایند در میان آن شیشه میریزند تا
بقدریکه از نقطهٔ α بگذرد پس آن مایع را با شیشه سرد میکنند در حالتیکه
دور از آب برف یخ گرفته باشند تا بجدیکه حرارت آن تا صفر درجه
برسد وقتیکه حرارت مایع به صفر درجه رسید بقدری از آن برمیدارند
که تا بجد نقطهٔ α برسد انوقت شیشه را بوزن در آورده میکشند و وزن
شیشه را از آنچه حاصل شد کسر نموده وزن مایع را در حرارت صفر درجه
معلوم میکنند بعد شیشه را گرم میکنند و مایع منبسط شده از نقطهٔ α
میگذرد بمیان قیف میرسد هرگاه مثلاً مایع را تا صد درجه حرارت گرم
کنند هرقدر از آن را که از نقطهٔ α در گذشته است برمیدارند
و بعد شیشه را مجدداً میکشند و با این دو وزن حاصل شده انبساط ظاهری
آن مایع را بسهولت میتوانند استنباط نمود این انبساط گفته شده نسبت
مکرر انبساط ظاهری مایع و انبساط حقیقی آن وقتی معلوم میشود که باین انبساط
ظاهری زیاد شدن حجم شیشه را بواسطه حرارت نیز افزود در حرارت

باب چهارم

صفر درجه تا صد درجه جهام مفصله باین تفصیل منبسط می شوند

زیبق	بقدر	۰۱۸ ده
آب		۰۴۵ ده
الکول یا جوهر عرق		۱۰۰ ده
دهن		۱۰۰ ده

(۶۰) درهبا ط کارنا ها نبا ط کارنا ها که عبارت از انجره باشند بواسطه حرارت خیلی بیشتر از انبا ط اجسام صلبه و اجسام مایعه میباشد کوئی فیسیان انبا ط در همه درجات حرارت یک سان است و انجره همیشه باحرارت بالمناسبه منبسط میشوند در حرارت صد درجه انبا ط انجره بقدر ۰۶ حجم در درجه صفری انها میشود از برای تعیین کوئی فیسیان انبا ط انجره اسهل قواعد این است که ذکر میشود اسباب این عمل یک بوله از شیشه که زیران بشکل کره است و سران بسیار باریک است چنانچه در شکل مقابل دیده میشود وقتیکه تهه آن شیشه را در آب جوش بگذارند هوای واقعه در جوف آن موافق قاعده تا صد درجه حرارت حاصل میکند و بواسطه این حرارت حاصل شده یک جزء از هوای واقع شده

در میان

باب چهارم

در میان کره و لوله از انجا خارج میشود الوقت دهن شیشه را با یک چراغ چوهر شراب که داخه محکم می بندند بعد میگذارند تا کم کم سرد شود همین که سرد شد سر از زیر نموده نوک شیشه را در میان زیبق گذاشته پس از آن در میان زیبق آن نوک را می شکنند و زیبق قدری بمیان کره صعود میکند بعلیه اینکه هوای جوف آن بواسطه حرارت ضعیف شده است اگر تهه شیشه را با برف یا یخ سرد نمایند تا حرارت آن بدرجه صفر برسد زیبق متصاعد شده در کره همه وسعت از کره را که هوای پس رفته شده در شیشه بار دیگر حرارت از صفر درجه تا صد درجه منبسط میشود میگیرد مقدار زیبق را که در کره واقع میشود بوزن مشخص مینمایند و مقدار زیبق در همه شیشه را معین نموده بحاسبه کوئی فیسیان انبا ط هوا را پیدا می کنند وقتیکه هوا بواسطه حرارت کشیده شده باشد بالطبع خفیف و سبک میشود و وزن مخصوصی آن کم تر میگردد پس هوای گرم شده صعود میکند و هوای سرد نزول نموده میل به پایین مینماید در یک اوطاق گرم شده هوای گرم میل به بالا نموده از انجا بواسطه منافذ خارج میشود و هوای سرد از زیر داخل میگردد

باب چهارم

فصل دویم در تغییر حالت تا لاحق آخر

(۱۱۱) در کداختن از قراریکه بطور وضوح ملاحظه میشود کداختن اجسام یعنی تحویل آنها از حالت صلبی بحالت مایعیت یک عملی است که حرارت باعث آن میشود و در عالم هیچ قوتی وجود ندارد که این فعل و این عمل تواند از او ناشی شود چنانچه هر کاوش را بشکنند و نرم نمایند و بهر قسم که خواهند در او عمل نمایند بهیچ طور از تحویل و تبدیل بآب نمیتوانند نمود مگر بواسطه حرارت و بدین قیاس است حالت جمیع اجسام پس مایعیت و صلبیت اجسام بسته بحرارت است مگر در هر فاصله از آفتاب زمین را حالات مختلفه بظهور می پیوندد در یک فاصله کم معادن یا اقلا بعضی از آنها همیشه کداخته میباشند ولیکن در فاصله زیاده بعکس آن دریاها منجمد شده یک توده صلبه میشوند و آب جاری وجود بهم نمیرساند و میشود موا یعیکه جریان آنها باعث حیات حیوانی و نباتی میشود نمیتواند وجود حاصل نماید چون حرارت در همه اجسام میکذرد و باعث انبساط آنها میکردد میخواهیم بدانیم که آیا حرارت میتواند همه اجسام را نیز بکذارد یا نه در این ملاحظه تفاوت بسیاری در اجسام دیده میشود بعضی از آنها به اسهل وجه و بحرارت اندک کداخته میشوند

باب چهارم

مثل یخ و نوشادر که ماده آنش کیر باشد و کوگرد و موم و امثال آنها و بعضی از اجسام چنانند که از برای کداختن آنها حرارت قدری بیشتر لازم میشود مثل قلع و سرب و امثال آنها و بعضی دیکر از اجسام چنانند که در کداختن آنها محتاج بحرارت شدیدی میشوند مثل طلا و آهن و طلای سفید و امثال آنها از برای کداختن دغال هنوز را هیچکه پیدا نکرده اند اکرچه بعضی از علمای علم حکمت طبیعی ادعا میکنند بملاحظه نمودن در اطراف الماس که این عمل را بواسطه آن می نمودند علامت کداخته ملاحظه کرده باشند و بواسطه مشابهت و مجانست میباید استدلال کرد بر اینکه جسمی بهم نمیرسد که کداخته نشود و همه اجسام قابل کداختن میباشند در صورتیکه ما نتوانیم یکدرجه اعلائی از حرارت تحصیل نمائیم که از برای کداختن آنها کافی باشد اجسام آلاتی بواسطه تاثیر حرارت تقریبا همیشه اوقات قبل از کداخته شدن یک تجربه شیمیائی می پذیرند در تحویل یک جسم صلب بحالت مایعیت دو چیز عجیب مشاهده میشود اولا آنجسم تا بیک درجه از حرارت تغییر نه پذیرفته بحالت میماند این حرارت از برای آنجسم ثابت میماند ثانیا حرارت وقت کداختن

باب چهارم

تغییر نمی نماید اگرچه بقدر یکه بخواهند حرارت را زیاد نمایند
پس بواسطه کدختن همیشه یک حرارت فرو برده شده هست که
در جسم پنهان میماند بدون اینکه اثری در احساس باقی گذاشته
باشد تغییر پذیرفتن جدکدا زو فرو رفتن حرارت مخفیه دو شرط اصلی کدا ختن
میباشند لوحه درجات کداخته شدن اجسام مختلفه شند

آهن انگلیسی کوبیده شده	۱۶۰۰
آهن نرم فرانسه	۱۵۰۰
فولاد سخت	۱۴۰۰
فولاد نرم	۱۳۰۰
آهن کداخته تیره رنگ	۱۲۰۰
آهن سفید نرم کداخته	۱۰۵۰
طلا	۱۲۵۰
نقره	۱۰۰۰
هفت جوش	۹۰۰
انتیمون	۴۳۲

باب چهارم

روی	۳۶۵
سرب	۳۳۴
قلع	۲۳۰
کوکرد	۱۰۹
نطران	۹۰
قلی	۵۸
فوسفر	۴۳
موم نرم	۶۸
موم زرد	۶۱
یخ	۰
روغن سقز	-۱۰
زیبق	-۳۹

(۲۷) درحرارت مخفیه حرارت بسیاری لازم است بجهة تحویل
نمودن برف یا یخ از صفر درجه به آب صفر درجه حرارت در آب
مخفی هست یا با آن بسته شده است و از جهة احساس وارزیابی

تر دمومتر مثل این است که هیچ وجود نداشته باشد هرگاه یک
من آب هفتاد و نه درجه را با یک من برف صفر درجه مخلوط کنند
دو من آب صفر درجه حاصل میشود پس همه حرارت آب گرم مفقود
می شود بدون اینکه اثری از آن در ترمومتر پدید گردد و آن حرارت
بکار برده شده است تا بجهة تحویل برف صفر درجه به آب صفر درجه
هرگاه برف یا یخ خورد شده را با نمک مخلوط نمایند این دو جسم
بهم دیگر پیچیده میشوند که تا یک کداخته مایع تمکین حاصل نمایند در این حالت
حرارت رفته رفته تنازل میکند بعلة اینکه بسبب حالت مایعیت دو جسم
که سابقاً صلبه بودند بسیاری از حرارت خفیه شده است فرض میکنیم
که مقدار حرارت لازمه از برای زیاد کردن حرارت یکمن آب تا
یک درجه مساوی یک واحد باشد مقدار حرارت خفیه در یکمن
برف آب شده مساوی ۷۹ میشود همچنانکه در کداخته برف یا یخ
حرارت خفیه است بهمین طور در کداخته سایر اجسام نیز حرارت
خفیه وجود دارد و همچنین چون در وقت کداخته شدن یکجسم صلب
حرارت خفیه وجود دارد از همان قرار وقتیکه آنجسم کداخته شد باز

دارای حرارت خفیه است مثلاً شوره نرم را هرگاه در آب بریزند
واز برای اینکه زود تر کداخته شود آنرا حرکت بدهند حرارت آب
بقدر چند درجه تنزل میکند

(۲۳) در حالت جسام وقتیکه صلبه میشوند در تحویل اجسام مایعه
از حالت مایعیت بحالت صلبی حالاتیکه مشاهده میشود بعینه مشابه
اند به حالات کداخته شدن اولاً بی حسی یا انجماد در یک درجه از
حرارت وقوع بهم میرساند که تقریباً مساوی است بحرارت کداختن
ثانیاً جمیع حرارت خفیه که در حالت کداخته شده بود در حالت
انجماد دفعی علاقه شده خارج میشوند یک عکسیکه اثبات خارج شدن
حرارت خفیه جسم مایع را در وقت منجمد شدن مینماید از این قرار
است که در سنه هزار و هفصد و چهارده عیسوی فهرانهیت ملاحظه
نمود که آب خالص در بعضی اوقات میتواند از ۱۰° تا ۱۲°
سرد شود بدون اینکه منجمد شود و از برای این یک قعر انبیق شیشه را
پر از آب خالص نموده میجوشانند پس از انکه مطمئن شدند که همه هوا را
بواسطه بخار از انجا خارج نمودند دهن انبیق را در کمال دقت با یک

چوب سر بطری می بندند و روی آنرا از نمک روغن میمالند در میان
ابنیق و در روی سطح آب بار نجار باقی میماند که در هوای سرد خالی از آب است
هرگاه چنین ابنیق را پیک هوای منهای ۱۲ نگاه بدارند باز آب
منجمد نمیشود ولیکن یک حرکتی که داده شود جمیع توده آن آب
در یک لحظه انجماد می یابد اگر سابقا یک ترمومطری در میان قعر
ابنیق تعبیه کرده باشند که کره آن در میان آب باشد در روی
آن بتوان هوای منهای دوازده درجه را دید میتوان ملاحظه نمود
که ترمومطر در وقت انجماد آب تا بصفر درجه صعود میکند باشدی
که آب در آن حالت انجماد پذیرد و ترمومطر صعود مینماید دو علتی هستند
که بسهولت میتوان ادراک نمود حرارت خفیه جزء اول آب که منجمد میشود
بجزء مایع داقرب متشر میشود اگرچه از این انتشار آن اجزاء حرارتی
اخذ مینمایند لیکن آن حرارت بقدری نیست که مانع انجماد انها گردد
از اینجاد و اثر بروز میکند که یکی انجماد مایع و دیگری صعود ترمومتر باشد
وقتیکه مثلا آب در حرارت صفر درجه منجمد میشود انجماد آن بقاعده
در جاهای مختلفه شروع مینماید و از این جاهای مختلفه اجزای لایتجزی

آب یخ نشده حرارت خفیه خود را باجزای لایتجزای آب های هوا
خود که هنوز باز مایعند و منجمد نشده اند میگذرانند و باین جهت است
که در آب وقتیکه میخواهد یخ ببندد سوزنهای یخ اول دیده میشود
که در توده یخ نگردد آب منعقد شده زیاد میشود و آب منجمد نمیگردد باین
طور حرارت خفیه کم کم منعدم میشود و بدون این حرارت خفیه توده
مایع تمامه سرد میشود تا وقتیکه بدرجه انجماد رسیده منجمد میگردد همچنین
هر وقت که یک مایع با یک جسم دیگر مخلوط شده یک ترکیب
صلبی حاصل نماید یک حرارت آزادی هست که ملتبط میگردد مثلا
آهک پخته وقتیکه با آب ممزوج میشود یک ترکیب صلبی حاصل مینماید
و حرارت خفیه آن آزاد شده خارج میگردد و از این جهت است
که هرگاه آب بر روی آهک پخته بریزند حرارت بسیاری احداث میشود

(۷۴) در حاصل شدن انجره وقتیکه سطح یک مایع با هوا اتصال
داشته باشد مقدار آن رقه رقه کم میشود تا انکه در یک مدتی چیزی
از آن مایع باقی نمیماند همچنین بعد از آمدن باران در روی زمین میماند
جهت اینکه از وزیدن بادهای خشک و تابیدن آفتاب معدوم میشوند

سبب نه تنها فرو رفتن زمین است بلکه هم سبب انعقاد آش بخار شدن
و متصاعد گردیدن هست کیفیت بخار شدن در صورتیکه آبرا در ظرف
سرو ازی ریخته و در روی آتش بجوشانند زود تر بپایان میرسد و همه
آبها بدون اینکه جائی فرو رفته باشد منعدم میشوند از اینجا دیده میشود
که آب حالت جسمانی خود را تبدیل نموده مثل کاز ها نامرئی و قابل انبساط
میگردد هر مایعی که تبدیل بحالت کاز شد آنرا بخار می نامند مدتی بدین
باین عقیده باطله بودند که انجره فی حد ذاته نمیتوانند وجود داشته باشند
و باین خیال بودند که انجره در هوا مثل نمک در آب منتشر میباشند
و چنان تصور میکردند که از برای ساختن یک مایع کاز می باید
یک کاز زنده هوا نیز وجود داشته باشد چنانچه از برای نمک یک کاز
زنده هست مثلا مثل آب از برای تصحیح این عقیده فاسده و از برای
اثبات قاعده صحیحه ترکیب یافتن کاز ها باید کاری کرد که انجره در یک
وسعت خالیه منبسط شوند و از برای این عمل بهترین آلات اسبابی است که آنرا
تخلیه فری سلی میامند و این اسباب نه تنها بکار عمل و امتحان در وسعت
خالیه می آید بلکه از حرکت ستون زیبقی که در او تعبیه شده است میتوان

اندازه قوت انبساط انجره را معلوم نمود فرض میکنیم که در یک ظرف
مملو از جیوه مثل ع ع شکل هشتاد و ششم سه لوله فری سلی در هلوی
یک دیگر قرار بدهند در هر سه انها جیوه یک اندازه صعود میکند و بگمان
اگر با یک چیزی قدری آب بلوله ع داخل کنند آب فی الفور
بجای خالی لوله بالا میرود و در رأس ستون جیوه فوراً قدر چند جزء از
هزار جزء مطر که ملی مطر را مانند تنزل میکند این فشارش را نمیتوانیم مقدار
قلیلی از آب که بالای ستون جیوه رقبه است نسبت بدهیم هرگاه
آب را بجوشانند تا تبدیل بهوا شود باز انفشارش را نمیتوان بهوای
منبسط شده از آب نسبت داد پس انجره چیزی هستند که از آب منبسط
شده اند و مثل کاز ها یک عددی دارند بعلت اینکه انجره آب بهمان
طور عمل میکنند که گویا اندکی هوا در وسعت خالیه داخل شده باشد
بزرگی فشارش در همان وقت اندازه انبساط انجره آب را میدهد
فرض میکنیم که در رأس جیوه ع بواسطه فشارش انجره پانزده ملی مطر
پائین تر از رأس جیوه ع باشد که در انجا باز از بالای جیوه یک
وسعت خالیه هست بدیهی است که انجره آب بقدری رأس ع

را مثل یک ستون جیوه که بارتفاع پانزده ملی متر باشد فشار میدهد پس
فشارش پانزده ملی متر اندازه است از برای تمدد انجرهٔ آب در صورتیکه
در لوله گ بجای آب یک مایع دیگر بگذارند صعود کند مثلاً اگر گوگردی
فشارش بیشتر میشود و معلوم میگردد که انجرهٔ اتر را یک فشارش یا یک
انباطی هست که مناسبت دارد با تمدد یا فشارش یک نصف هوا

(۷۵) در منهای بزرگی تمدد انجره سعی انجره در منبسط شدن مثل کارها
تا بما لانهایه نمیرسند باین معنی که یک مقدار کمی از بخار در وسعت
خالیه که هر قدر بزرگ شد از همه طرف منبسط میشود و کم یا زیاد اطراف
ایستاده کی را فشار میدهد پس قلیل ترین مقداری از آب قابل این
هست که با انجرهٔ خود یک وسعت چندین هزار مطر مکعب را مانند
هوا مملو نماید اگرچه انجره را یک انباط نهایتی هست ولیکن نمیتوان
بحسب دلخواه انباط انهار ا بواسطه فشارش زیاد نمود ولیکن
این حالت با کارها میتواند دست بدهد مثلاً وقتیکه یک مقداری
از هوا را بفشارند مؤثر با نباط آن بنسبتی که تصغیر در حجمش حاصل
شده است بالا میرود وقتیکه این امتحان را با انجره میکنند از برای

فشردن

فشردن انها و زیاد کردن قوه مؤثره انها در زمان قلیلی بجائی میرسند
که انجره تکثیف شده تحویل بحالت مایعیت میشوند بزرگی ایستادگی در مقابل
فشارش خیلی بزرگ باعث زیادتی قوه مؤثره بخار نمیشود ولیکن ما
میکنند و از آنها برای بزرگی انباط بخار میگویند

(۷۶) در تمدد و انباط انجره انباط بخار در یک نسبتی که شدت
از حرارت هست زیاد میشود باین معنی که در حرارتهای زیاد انباط
خیلی زیادتر از حرارتهای کم میشود وقتیکه یک اضافه کردن حرارت
از صد درجه تا ۱۲۱ درجه عبارت از ۲۱ درجه باشد انباط بخار آب را
از برای یک هوا زیاد میکند و در حرارت ۲۲۶ تا ۲۳۶
که عبارت از ده درجه باشد بقدر پنج هوا زیاد میشود زیاد شدن انباط
بخار با زیاد شدن حرارت دو جهت دارد فرض میکنیم که در یک
وسعت بسته شدهٔ بخار آب از صد درجه باشد که انباط آن بقدر
یک هوا می شود و در این وسعت هیچ آب نباشد اگر حرارت این
وسعت را بقدر بیست و یک درجه زیاد کنند که تا ۱۲۱ درجه
برسد بخار سعی میکند که منبسط شود و چون نمیتواند منبسط شود تمددش

اندکی زیاد میکرد و چون بخار بدست میرسید مثل کار نمیماند در حالتی که آب
نیز در آن وسعت باشد بعد از زیاد کردن حرارت مقداری دیگر
از بخار در آنجا حاصل میشود پس زیاد کردن تمدد و بسط از برای
یک هوا بخصوصه اصلش این است که بخار کثیف تر میشود و بواسطه تکثیف
بزرگتر شده قوت فشارش آن نیز زیاد تر میکرد و یک ابهام مکعب از آب
۱۷۰۰ مکعب بخار از ۱۰۰ میدهد ۸۹۷ مکعب از بخار از
۱۲۱ میدهد و ۲۰۷ مکعب از بخار از ۱۸۲ میدهد بعضی از مواقع
که حد جوشیدن انها در حرارت متوسط هوا است این قسم اجسام بخار میشوند
بالطبع بخارهای متداوله مایع شوند بعلت اینکه انها در حرارت متعارفی
هوا است کار نمی پیدا شوند و این قسم کار را پیدا فشرد و سرد کرد تا مایع
حاصل شود مثلاً چوهر کوکرد با حرارت منهای ۱۰ در یک لوله شیشه که
محکم بسته شده باشد میجوشد و بخار آن با ۲۵ فشارش ۵ هوا حاصل
میکند مثلاً آتشید کار بنیک مایع با انبساط ۴۶ هوا را دارد و با ۳۰
انبساط ۷۳ هوا را حاصل میکند

(۱۷۱) در اسبابهای بخاری آب از قراریکه حالا پیدا شد

مثل یک قوه متحرکه است و بواسطه آن آلات و اسباب بخاری بدست
میکنند که باسلوب انها صنایع و تجارت را ترقیات کلیه حاصل
شده است اجزای اصلیه این آلات عبارت است از آتش خانه و دیگ
بخار و استوانهای مستدیر با تودههای انها که از بالا و از زیر بقوت بخار
حرکت مینماید و چرخهای اسباب اثری که از یک اسباب بخار حاصل میشود
از قوت آن اسباب میکوبند و آن قوت بسته است به مقداریکه
در یک زمان معین تحویل به بخار شود پس حال ملاحظه اثر حاصل شده
اسباب را از یک لیتر آب تحویل شده بخار ملاحظه مینمائیم که عبارت
از یک دسیمتر مکعب وبوزن چهارده سیر باشد فرض میکنیم قاعده
تودهٔ که در استوانه مستدیر از بالا و از زیر حرکت میکند مساوی باشد
بیک دسیمتر مربع و ارتفاعیکه بان ارتفاع تودهٔ باستوانه میرسد مساوی
ده دسیمتر باشد پس وسعت استوانه مستدیر ده دسیمتر مکعب میشود که
مساوی است بده لیتر پس از برای بلند کردن در استوانه از بالا
تا بزیر ده لیتر بخار لازم میشود که از دیگ باستوانه داخل میشود هرگاه
بخار کثافت یک هوا را داشته باشد فشارش در هر سانتی متر

بک کیلوگرام است که تقریباً صد کیلوگرام یا چهار ده سیر بلند میشود (مساویست صد سانتیمتر مربع)

ربع اگر در صورتیکه هیچ مانع در حرکت نباشد میتوان توده را تا صد کیلوگرام
حمل نمود و این صد کیلوگرام بار تفاع ده دسیمتر بلند میشود و این در حالتی است
که ده لیتر از آب به حرارت صد درجه در استوانه مستدیر داخل کنند
پس اثر حاصل شده از ده لیتر بخار آب که بحرارت صد درجه باشد تقریباً
است به عمل بلند کردن صد کیلوگرام بار تفاع ده دسیمتر یا انکه مساوی است
بعمل بلند کردن هزار کیلوگرام بار تفاع یک دسیمتر یک لیتر آب ۱۷۵۵
لیتر بخار آب صد درجه میرسد پس میتوان با یک لیتر آب بشکل بخار از ضد
درجه یک اثری حاصل نمود که مقابل باشد بعمل بلند کردن ۱۷۰۰۰۰ کیلوگرام
بار تفاع یک دسیمتر از برای درست فهمیدن قوت اسباب بخار نسبت
از البته اسب میدهند فرض میکنیم که یک اسب در یک ثانیه ۷۵۰
کیلوگرام وزن را که ۲۶۲ من تبریز باشد بار تفاع یک دسیمتر بلند
کند در این صورت یک اسبابی که در آن در هر ثانیه انقدر بخار عمل بیاید
که کافی باشد به بلند کردن ۷۵۰ کیلوگرام بار تفاع یک دسیمتر یا انکه
صد من تبریز را بار تفاع یک پا انوقت میگویند که آن اسباب قوت
یک اسب را دارد پس این اسبابی که در فوق ذکر شد ۲۲۶ مرتبه قوت

برابر

یک اسب را دارد یا انکه بقوت ۲۲۶ اسب است بخار انگاه از
لیتر آب حاصل میشود میتواند ۱۷۰۰ کیلوگرام را بار تفاع یک دسیمتر
بلند کند پس وقتیکه در دیک یک لیتر آب را در $\frac{۱۷۵۰۰۰}{۷۵۰}$ ثانیه
که مساوی است ۲۲۶ ثانیه اثر حاصل شده این بخار در اسبابی مساوی است
بقوت یک اسب پس یک همچه اسبابی در هر ساعت تقریباً ۱۵ لیتر آب
مصرف میرساند باین طور که $۳۶۰۰ : ۲۲۶ = ۱۵$ لیتر و $۶۰ \times ۶۰ = ۳۶۰۰$ ثانیه
ولیکن نمیتوان همه قوت اسبابیکه بخار را مشغل قوت متحرکه ملاحظه نمود
بسیاری از این قوت معدوم میشود بعلته اینکه همه توده آن پیک و سعتیکه
فی الحقیقه خالی باشد و چون میاید مالش توده را در استوانه مستدیر
مقلوب نمود و همچنین نقطه های لسپاری هستند که باید حرکت کنند
و موانع دیگر نیز هستند که مانع عمل اثر حقیقی را تقریباً بقدر نصف آنچه که
بحاسبه پیدا شده کم میکند تحویل کردن موانع را بشکل احسام کاری
عموماً عمل تخمین میکنند وقتیکه موانع را بجوشانند بخار از انها صعود
میکند و بانواسطه بخار در همه توده مانع حاصل میشود و اگر مانع را بجوشانند
بخار از آن مانع بتدریج خارج میشود و بانواسطه بتدریج جزء هوا میشود

باب چهارم

پس اولین شرط عمل جوشیدن این است که حرارت بقدری زیاد باشد
که قوت ثوبت انجره تبوانند طاقت فشارش را از همه طرف در حبابهای
داشته باشد شرط ثانی این است که حرارت بقدر کفایت که در وقت
حاصل شدن بخار بطور حرارت خفیه فرو برده میشود موافق شرط اول
معلوم میشود که حد جوشش یک مایع با فشارش بالای آن مایع تفاوت
میکند و از شرط ثانی دانسته میشود که شدی عمل جوشیدن بسته است به
مقدار حرارت که در یک زمان داده شده بان مایع میرسد در
روی سطح دریاو در زیر آن فشارش متوسط از ۷۶۰ ملی مطر آب خالص
باصد درجه میجوشد در روی قله من بلان بارتفاع ۴۷۷۵ ملی مطر که فشار
هوا ۴۱۷ ملی مطر میباشد آب در یک حرارت میجوشد که هبا ط بخار آب
۴۱۷ ملی مطر میباشد بامعنی که با ۸۴ میجوشد و در ارتفاعات زیاد
از این تا آب در یک حرارت کمتر نیز بجوش می آید در زیر یک فشارشی
مثلاً ۳۰ ملی مطر آب در حرارت ۶۹ میجوشد و در زیر هوای ده ملی مطر آب
در ۱۱ بجوش می آید و در فشارش پنج ملی مطر آب در صفر درجه میجوشد حقیقه
این نتایج را بواسطه عمل و امتحان میتوان بسهولت ثابت نمود و آن باین

باب چهارم

طریق است که انبیق را از زیر سحاب هوا خارج کن کار میکذارند و بعد
از چند مرتبه کشیدن میل انبسته و انبساط آب با قوت تمام شروع
بجوشیدن مینماید بهمان طوریکه گویا آن آب را در معرض هوا و در روی
آتش بسیاری گذاشته باشند این جوشش را دوام زیادی نمیباشد
بعلت اینکه بخار در انبیق مملو میشود و پس از آن بر روی خود مایع زور آورده
فشار میدهد و لیکن اگر میل را مجدداً بکشند بخار را خارج میکند و آب
دوباره بنای جوشیدن میکذارد در سحاب شکل هفتاد و هشتم یک علامتی
عجیب تر از این مشاهده میتوان نمود یک انبیق کردن درازی داشته
باشد و تا نصف آنرا آب ریخته باشند و قتیکه بواسطه جوشیدن آب
همه بخار از آنجا خارج شد دهن انبیق را با یک چوب سر بطری می بندند
و انبیق را چنانچه در شکل دیده میشود سر از زیر میکنند هر گاه حرکت میدهند
انبیق را از آتش بکذارند آب دیگر نمیجوشد و لیکن هر گاه آب سرد بر بالای
آن بریزند آب در بخار شدی شروع بجوشیدن می نماید بعلت اینکه
این آب سرد بخار انبیق را که در بالای آب ایستاده است تخفیف میکند باین
واسطه فشارش با ثبوت آنرا بر روی آب کم می نماید و باین جهت آب

بجوش می آید پس آب جوشش در همه جای زمین بیک طور گرم نیست
مثلاً در کیت آب در نود درجه میجوشد و این حرارت از برای جوشاندن
چیزهائیکه صد درجه حرارت لازم دارند بسیار نازل و اندک است
وچون حالت بارومتر در یک مکان وقت بوقت تغییر میکند معلوم میشود
که حد جوشیدن نیز تغییر پذیر است اگر چنانچه فشارش را بر روی مایع
زیاد نمایند جوشش آن موقوف میشود یا آنکه به تعویق می افتد و میتوان جوشش را
بکلی موقوف کرد هرگاه فشارش را بقدر وافری زیاد نمایند اسباب شکل
هشتاد و نهم یک آب تابه بخاری است که میتوان در آنجا آب را تا یک
درجه اعلای حرارت گرم نمود بدون اینکه بجوش بیاید و این اسباب
مرکب است از یک ظرف بشکل استوانه مستدیر که از آهن یا مس بوده اطراف
آن قابل مقاومت فشارش باشد یک سوراخی از آن با یک توپی
اطمینان بسته شده است بطوریکه از برای بلند کردن آن یک فشاری
از چهل تا پنجاه درجه هوا لازم است در این صورت چوشیدن آب
محال است بعلت اینکه بخار از روی مایع نمیتواند خارج شود و بواسطه
فشارش بخار آب از جوشیدن ممنوع است هرگاه توپی را بردارند

فوراً

بخار با قوت عظیمی خارج میشود و حرارت ظرف کم میکرد و بعلت اینکه آن ظرف
میباید همه حرارت را تحویل بدهد که از حصول تبدیل بخار فی الفور خفیه میشود بواسطه
این اسباب در کمال تعجب معلوم میکرد که از استخوانها میتوان یک خوراک
باغذائیتی مثل سایر اعضای عصبانی کثیر الغذا حاصل نمود بواسطه مواد یکه
در آب گداخته میشوند جوشش آن به تعویق می افتد و دیر بجوش می آیند
چنانچه نمک آب سیر شده بجوش نمی آید مگر در ۱۰۸٫۴ و گداخته سیر شده شوره
در ۱۱۶ و گداخته سیر شده جوهر قلی در ۱۶۹ و گداخته نشادر شوره در
۱۵۸ بجوش می آید

(۷۸) در برخواستن بخار از روی موایع خارج شدن بخار عبارت است
از مرکب شدن آن در روی سطح بی مانع مایع و از قراریکه دیده شده
بواسطه جوشیدن در جوف توده مایع نیز بخار تشکیل میشود آب در روی
سطح رودخانه ها و بحیره ها و دریاها و در زمین های نمناک و در روی نباتات
بخار میکند و محقق است بخاریکه باین طور حاصل میشود چندان قوت ارتباط
ندارد که بفشارش هوا غلبه کند

(۷۹) در حرارت خفیه بخره و قتیکه یک مایع بخار میشود میباید از حرارت

باب چهارم

فرو میرود این حرارت فرو برده شده که آنرا حرارت خفیه میگویند در حالت
خروج بخار از برای حس مثل اینکه از برای ترمومتر هست مخفی میماند مانند حرارت
خفیه که در حالت گداختن میباشد اینکه همیشه در وقت حاصل شدن بخار
حرارت خفیه هست از اثر یک قرار بودن حرارت مایع در وقت جوشیدن
بطور بداهت معلوم میگردد حرارت آب جوشان هر قدر که مائش را
زیاد کنیم صد درجه میماند و همه حرارتیکه ما به آب جوش میدهیم بکار میرود
مگر از برای تبدیل کردن آب صد درجه به بخار صد درجه حرارت خفیه را
در وقت بخار شدن موائع میتوان بحس معلوم نمود و از برای این هر گاه
چند قطره از مایعی که بسهولت بخار میشود به کف دست بریزند مثلاً مثل الکول
یا اتر کوکردی یک احساس سردی در جلد دست میکنند بعلت اینکه حرارت
لازمه بخار شدن مایع از دست به خارج کشیده میشود و همچنین هر گاه
گره یک ترمومتر را با پنبه به پیچند و چند قطره اتر کوکردی بر آن پنبه بچکانند
ترمومتر قدر چند درجه تنزل میکند حال را که دانستیم حرارت خفیه در حاصل
کردن بخار چه چیز است میاید این حرارت خفیه را بحسب مقدار بفهمیم و بایت
کنیم که چه قدر حرارت لازم است از برای تبدیل مقداری از یک

باب چهارم

مایع به بخار در شکل شود م بجام a یک انبیقی هست از شیشه و در میان آن
آب هست که بواسطه یک چراغی از جوهر شراب میجوشد همین که ابخره از
لوله گ خارج شده بشیشه c پر از آب سرد هست داخل شده تکثیف
میشوند و حرارتی که در a وقت حاصل شدن ابخره خفیه بوده در c
بی مانع میشوند و آب سرد در c کم کم گرم میشود بطوریکه میتوان بواسطه
حرارت منبسط شده در آنجا قدر حرارت ابخره خفیه را پیدا کرد فرض میکنیم
که جوشیدن آب در a چند زمانی طول کشیده باعث شد بر اینکه
تمام هوا از آنجا خارج شوند و این پس از آن میشود که لوله گ در آب
شیشه c بگذارند الوقت همه حبابهای بخار از تلاقی با آب سرد تکثیف
میشوند و هر قدر که آب در c گرم میشود حبابهای بخار زیاد میشوند
و بزرگ میشوند تا بقدریکه آب شیشه c گرم شده بجد جوشش میرسد حبابها
نیکه در c جمع شده بودند بلند میشوند بدون اینکه دیگر بواسطه آب
شیشه c تکثیف شوند فرض میکنیم در ابتدای امتحان در شیشه c یازده
ابهام مکعب آب از صفر درجه بوده و در آخر امتحان ۱۳ ابهام مکعب
آب صد درجه حاصل شد پس دو ابهام مکعب آب زیاد تر شده

است

است پس این دو ابهام مکعب از آب در ۵۰ بخار شده در
۵۰ تلیف شده اند و حرارت خفیه در ۵۰ و در ۵۰ بی مانع شده
است و یازده ابهام مکعب از آب صفر درجه را بحرارت ۱۰۰ آورده
است پس همان مقدار از حرارت که در بخار شدن دو ابهام مکعب
از آب فرو برده شده است کافی است بجهة زیاد کردن حرارت
یازده ابهام مکعب آب صفر درجه تا ۱۰۰ ولیکن نسبت دو به یازده مثل
نسبت ۵ر۵ : ۱ پس ما میتوانیم حاصل امتحان خود را در این
عمل باین طور بیان کنیم که مقدار حرارت لازمه از برای تبدیل
آب ۱۰۰ به بخار ۱۰۰ میباید حرارت یک توده آب را بقدر
۵½ از صفر درجه تا به ۱۰۰ زیاد نمود سابقا دگر شد که از برای واحد
مقادیر حرارت آنقدر گرمی لازم است که حرارت یک من آب را
تا یکدرجه زیاد کند پس از برای زیاد کردن حرارت ۵½ من آب تا یکدرجه
۵ر۵ از این واحد ها لازم است و از برای زیاد کردن حرارت آنقدر
از آب تا ۱۰۰ ۱۰۰ر۵ از این واحد های حرارت لازم است پس حرارت
خفیه بخار یک من آب مساوی است به ۵۵۰

(۸۰) در حاصل شدن برودت بواسطه بخار و قتیکه یک مایع در
معرض هوا یجوشد یک حرارت تغییر پذیری اخذ می نماید بعلتیه آنکه
آن مایع همیشه از اطراف ظرف آنقدر حرارت اخذ میکند که بواسطه
حاصل شدن بخار فرو برده میشود ولیکن وقتیکه جوشش در زیر آنچنین
اسباب اخراج هوا اتفاق می افتد حرارت همیشه تنزل میکند بعلتیه آنکه
آنوقت بخار میباید طالب حرارت خفیه لازمه ایجاد خود از خود مایع و از
اجسام محاطه بر آن بشود و قتیکه قدری جوهر شراب یا الکه اندکی
از آن کوکردی که از برای این کار بهتر از جوهر شراب است برروی
دست بریزند یک برودت زیادی در دست احساس مینماید
بعلتیه آنکه آن مایع که اتر یا جوهر شراب باشد حرارت خفیه را
بقدریکه از برای بخار شدن خودش لازم دارد از دست بیرون
کشیده جذب مینماید وقتیکه ما در وقت گرما خود را بجائیکه در آنجا
جریان هوا هست وامیداریم فی الفور یک برودت وخنکی احساس
میکنیم و این برودت نه این است که بواسطه جریان هوا باشد که بما
برمیخورد بعلتیه آنکه همان هوا که از اطراف ما میگذرد میتواند حادی

باب چهارم

درجات بسیاری از حرارت باشد چنانچه این حالت از ترمومتر
مشاهده میکردد بلکه بعلت این است که آن جریان هوا در جلد ما یک تبخیر
محسوسی حاصل نموده نگاه میدارد و آن تبخیر باعث خنکی بدن میشود و وقتیکه
در هوای آرام سیر شده از رطوبت احساس حرارت مهلکه مینمائیم
سببش این است که در جلد ما تبخیر حاصل نمیشود

(۸۱) منجمد شدن آب در وسعت خالیه در زیر انفق سباب اجراج
هوا یک ظرف آکشاد و مملو از جوهر کوکرد خالص میکذارند و چند لحظه
از بالای آن یک شقاب بسیار نازک از یخ مسطح بواسطه سه پایه نازک
قرار میدهند که چند کندم یا کرم آب در آن است چنانچه در شکل نود و یکم
کشیده دیده میشود پایهای شقاب از یخ است و بسیار نازک ساخته
شده است پس از آنکه چند دقیقه مشغول خارج کردن هوا از آن سباب
شده است پس از آنکه چند دقیقه مشغول خارج کردن هوا از آن سباب
شدن سوزنهای یخ در میان شقاب مشاهده میشود و بعد از زمان
قلیلی جمیع آب یک پارچه یخ نمیکردد و این عمل غریب را تسلیک
کرده است و مخترعش اوست و سببش این است که جوهر کوکرد بخار آب را
جذب میکند و باین واسطه یک تبخیر سریعی در آب می نماید در شکل نود و دوم
یک سباب

باب چهارم

یک سباب دیکر از ولاستان مشاهده میشود که با ان سباب
نیز آب بعلت بخار شدن خودش یخ می بندد و آن باین طریق است
که دو کره مجوف از شیشه که با یک لوله پیک دیکر وصلند در هر یک از
آن کره ها از سوراخ صه قدری آب میریزند و بواسطه جوشش آب
هوا ایکه در آن کره ها و لوله هست خارج نموده سوراخ صه را بدقت
تمام می بندند بعد از آن همه آبها در یکی از ین کره ها جمع میکنند اکر کره
دیکر را که خالی از آب است در میان یخ بکذارند بواسطه تکیف دا
انجره آب در کره که آب دارد چنان تبخیر سریعی حاصل میشود که آب منجمد شده
یخ میکردد

(۸۲) در انجا در زمستان میتوانیم برودت را بواسطه تبخیر باندی
زیاد کنیم که زئیق نیز منجمد شود از برای این کره ترمومتر را با یک ابر
کوچکی پیچیده با جوهر کوکرد مایع تر میکنند تبخیر آن زیاده از حد سریع میشود
و باین واسطه جذب حرارت بقدری عظیم میکردد که ترمومتر تنزل نموده
به ۱۰° و ۲۰° و ۳۰° میرسد و بالاخره انجا دمیدزیرد
بخار شدن یک مایع و حاصل شدن برودت بواسطه تبخیر آن بقدری

زیاد میشود که حد جوشیدن آن تنزل کند و کم کرد و باین معنی که هر قدر حد
جوشش یک مایع تنزل کند همان قدر تبخیر آن سریع تر شده برودت آن
زیادتر میکردد و باین جهت بخار شدن ترکو کردی زیادتر از بخار
شدن آب علت برودت زیاد میکردد

فصل سیم در حرارت مخصوصه اجسام

(۸۳) فرض میکنیم که یک کره از طلای سفید را که بوزن ۲۰۰ کرم
و حرارت ۱۰۰ باشد در یک مقداری از آب بوزن ۱۰۵ کرم و
حرارت ۱۵ گذاردیم و کره را تا به پست درجه سرد نمودیم که تا باین
واسطه حرارت آب به پنج درجه برسد در این صورت واضح است که کره
بوزن ۲۰۰ کرم بقدر 20° سرشده بهشتاد درجه حرارت باقی میماند
بعلت اینکه تواند یک مقدار از آب را که بوزن ۱۰۵ کرم است
تا پنج درجه کرم کند این مقدار از حرارت را که کره از خود واگذار
کرده است نیز کفایت میکند که حرارت مقدار 525 کرم آب را
تا یک درجه زیاد کند در صورتیکه وزن کره طلای سفید زیاد بر یک
کرم نباشد حرارتی را که از او واگذار میشود و قتیله بقدر ۸۰ درجه

سرد شد بقدر $2,625 = \frac{525}{200}$ کرم از آب را بقدر یک درجه کرم
میکند یا آنکه یک کرم از آب را بقدر $2,625$ حرارت
میدهد از اینجا معلوم میشود آن مقدار از گرما که حرارت یک
کرم طلای سفید را بقدر ۸۰ درجه زیاد میکند نمیتواند حرارت
همان مقدار از حرارت آب را زیاد کند مگر بقدر $2,625$ پس طلای
سفید بقدر $\frac{2,625}{80}$ که مساوی است با ۰۳۲۸ وه مرتبه کمتر حرارت
لازم دارد که حرارت همان مقدار از آب را حاصل نماید پس حرارت
مخصوصه طلای سفید ۰۳۲۸ وه میباشد فرض مینمایم در مثال ۱۰۵
کرم پنج درجه حرارت که (m) عبارت از وزن و (t) عبارت
از زیاد شدن حرارت باشد و در مثال ۲۰۰ کرم طلای سفید
(m') عبارت از وزن و (t') عبارت از تقلیل حرارت
جسم ملاحظه کرده شده باشد یک فورمول حاصل میشود که میتوان
حرارت مخصوصه یک جسم (c) را بدانمود و فورمول این است

$$c = \frac{m \times t}{m' \times t'}$$

از این فورمول معلوم میشود و میباید وزن
آب را ضرب نمود بمقدار زیاد شدن حرارت و حاصل ضرب را

تقسیم کردیم حاصل ضرب وزن جسم بالقلیل حرارت آن

فصل چهارم در انتشار حرارت

(۸۴) در فرو بردن اشعات حرارت بهر جسمی قابل این است که بقدر زیاد یا کم اشعاتیرا که از جسم دیگر باو میرسند فرو ببرد و این از امتحانات بسیار معلوم گردیده است لیکن قابل این خصلت بودن همه اجسام بدیهی است بعلة اینکه جسمهای واقع شده در شعاع آفتاب یک حرارت بلند تر از حرارت هوا اخذ مینمایند و فرو بردن اشعات حرارت در همه اجسام یک نهج نیست و همچنین یک سطحی که بسهولت انتشار اشعات حرارت میکند میاید قابل فرو بردن آنها نیز باشد اختلاف قابلیت اجسام را در فرو بردن اشعات یک عمل سهلی میتوان اثبات نمود از برای این یک تره مقتر را که گرده آن سیاه کرده شده است با یک تره تر دیگر که گرده آن سیاه کرده نیست با آفتاب میگذارند در اینصورت تره مقتر سیاه شده خیلی بالاتر از تره تر سیاه نشده می ایستد بعلة اینکه سطح سیاه شده با البداهه زیاد تر از سطح سیاه نشده حرارت را فرو میبرد پس این بواسطه زیاد فرو بردن حرارت است که قره مقتر سیاه شده

بالا می ایستد هرگاه بخواهیم که یک جسم بواسطه حرارت فرو برده شده بسیار گرم شود میاید که آن جسم را با چیزی بپوشانیم که قابل فرو بردن بسیاری باشد

(۸۵) در قابل بودن اجسام بگذراندن اشعات حرارت اینکه جسمهای صلبه میتوانند اشعات حرارت را بطوریکه نور از اجسام نور نما میگذرد بگذرانند از اینجا معلوم میشود که میتوان اجسام نوشفی را از گرفتن در کانون شیشه عدسی واقع شده در برابر آفتاب بسوزانند از برای گذراندن حرارت هوا بهترین چیزها است اگرچه بسیاری از اجسام صلبه و مایعه هستند که همین خاصیت را دارند

(۸۶) در انتشار حرارت بواسطه ممر و مجرا حرارت نه تنها بواسطه ریزش و انصباب از جسمی بجسمی میرود بلکه از تلاقی فوری نیز می شود که حرارت از جسمی بجسم دیگر رفته در همه توده آن منتشر شود و لیکن تفاوت بسیاری فی مابین اجسام از حیثیت زود یا دیر قبول کردن حرارت از جسم دیگر میباشد در بعضی جسمها حرارت بسهولت تمام انتشار مییابد و در بعض دیگر بسیار دیر و کم منتشر میشود یک کبریتی که از یک طرف میسوزد

میتوان با انگشت طرف دیگر آنرا نگاه داشت بدون احساس
حرارتی نمیشود پس معلوم میشود که حرارت درجه اعلای چوب بسهولت در
همه اجزای آن منتشر نمیشود یک مفتول فلزی را که طولش نقریبا سه گز است
باشد هرگاه یک طرف آنرا در میان آتش سرخ نمایند از طرف دیگر با انگشت
نمیتوان دست زد در اینجا معلوم میشود که حرارت از یک طرف بسیم
بسهولت تا طرف دیگر میرسد پس فلز مجرای خوبی است از برای حرارت
یک پارچه از آهن با یک پارچه از قماش پشمی را اگر در شب سرد زمستان
بیرون بگذارند بدیهی است که حرارت آنها یک نهج و در یک درجه تنزل
مینمایند ولیکن اگر آن پشم و آهن را بدست بگیرند از پشم بردی معلوم میشود
و آهن بجهه اینکه مجرای خوبی است از برای حرارت بسرعت تمام
حرارت دست را جذب میکند و باین واسطه آهن بیشتر از پشم
در دست احداث برودت می کند

فصل پنجم در منبع های مختلفه حرارت

(۱۸۸) در حرارت بواسطه ترکیبات شیمیایی بعد از اتفاقات تولیدات
شیمیائی از برای ما بهترین منابع شیمیائی میباشند تقریبا هر یک از اتفاقات

شیمیائی

شیمیائی یک انبساط حرارت میباشد و اهم آنها انبساط حرارتی است
که از احتراق بعمل می آید و آن احتراق بواسطه ترکیب میزاج شیمیائی
اجسام است با اکسیژن

(۱۸۹) در حرارت حیوانی حرارت خون همه حیوانات تقریبا
با حرارت جائیکه در آن زندگانی میکنند اختلاف دارد چنانچه
حیواناتیکه در طرف قطب شمالی هستند و همیشه در میان یخ زندگانی
میکنند گرم تر از یخ میباشند و همچنین حیواناتیکه در منطقه محترقه نشو و نما
دارند سرد تر از هوای حار پر حدتی هستند که تنفس مینمایند و همچنین طیور با هوا
و ماهی ها با آب هرگز یک حرارت نیستند پس جسم حیوانی را حرارت مخصوصی
هست که میباید همیشه قابل احداث آن حرارت باشد پس منبع حرارت
حیوانی از قراری است که ذکر میشود هوائیرا که ما تنفس مینمائیم بطوریکه هوا
در احتراق بکار میرود تجزیه نمیکردد و در تنفس هوا نیکه تنفس میشود احتراق
پذیرفته اکسیژن آن بدل به جوهر ذغال که آسید کاربونیک باشد میشود
ماده ذغالی بواسطه غذاهائیکه خورده میشود وارد بدن میکردد و در
شش با اکسیژن هوای تنفس کرده شده مخلوط میکردد و از اختلاط

ماده

ماده دغالی با کسیژن در جسم حیوان لابد میباید تمام آن قدر حرارت
حاصل شود که بواسطه احتراق بسیار سریع دغال بتدریج بجوهر دغال که اسید
کاربونیک باشد میشود در هوای سرد از انسان و حیوان بیشتر از هوای گرم
حرارت خارج میشود لیکن چون حرارت خون بسته بحرارت هوا نیست
واضح است جسیکه در هوای سرد واقع است در هر لحظه یک مقداری
از حرارت خارج مینماید می باید خیلی بیشتر تحصیل حرارت کند از جسیکه در
هوای گرم اتفاق افتاده است و حرارت چندانی خارج نمینماید و لیکن
از برای اینکه در فاصلهای متساویه بتواند بیشتر حرارت تحصیل نماید لابد
از ماده دغالی بجسم بیشتر رساند که بواسطه اکسید شدن آن حرارت حاصل
شود و این بسیار شبیه است بیک بخاری که در هوای سرد اگر بخواهند حرارت
زیاد حاصل شود میباید هیزم زیادتر بسوزانند از اینجا مفهوم میشود که چرا
ساکنین بسمت شمال بیشتر بعد احتیاج بخصوص غذائیکه دارای
دغالند و ساکنین منطقه متحرقه بقدر انها محتاج نیستند

(۸۹) در انبساط حرارت بواسطه اسباب و آلات و افشردن هوا
حرارت خفیه از او میشود و از فشارش سریع هوا میتوان حرارت هوا را

بسیار زیاد نمود موانع که بسیار کم قابل فشار شند از فشردن انها
قلیلی بقدر حرارت می افزاید اجسام صلبه بعضی اوقات زیاده از
اندازه بواسطه فشارش کسب حرارت می نماید چنانچه در فلز اتیکه با تک
کوبیده میشوند مشاهده میکرد و عموماً زیاد شدن حرارت را از مالش
میتوان فهمید چنانچه چوب خشک را بواسطه مالش میتوان آتش زد
در روی یک سنگ آسیای متحرک که بقدر $\frac{1}{2}$ ۷ پا قطر داشته
باشد یک میخ آهنی بحد سرخ شدن گرم میشود تا بحال نتوانسته اند دلیل
واقعی این حالات را پیدا نمایند و ما باین فرضیات میباید خود را
راضی نمائیم

(۹۰) در قضیه حرارت تا بحال از خصایص حرارت گفتگو نمودیم مدون
اینکه بدانیم حرارت چه چیز است اغلب اوقات حرارت را یک
ماده غیر ممکن المیزان تصور میکنند که وارد اجسام میشود لیکن احتمال میرود که چیز
متعلق بغیر ممکن المیزان است از علم حکمت طبیعی خارج کنند چنانچه نور را
غیر ممکن المیزان دانسته اند خصایص حرارت شعاعی بقدری شبیه است
بخصایص نور که نسبت دادن نوسان اثر به حرارت هیچ استبعاد ندارد
لیکن

کتابخانه
مجلس شورای ملی
مؤسسه ۱۳۰۲

باب چهارم

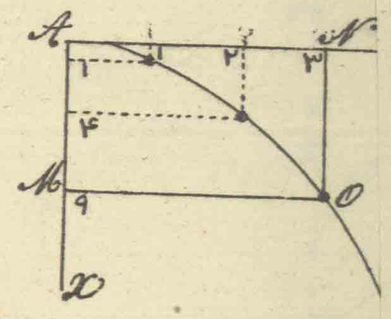
لیکن اگر حقیقت دارد که حرارت شعاعی بواسطه نوسان اثر منتشر می‌شود حرارت حسی می‌باید بواسطه نوسان اجزاء مادیه اجسام حاصل شود و در این فقره احتمال کلی میرود از برای فهمیدن عجایبات حرارت را بواسطه نوسان لابد از قبول کردن اینکه حرارت اجسام بواسطه زیاد شدن نوسان زیاد میشود و اینجا نیز انبساط اجسام بواسطه حرارت خوب دانسته و معلوم میگردد در تبدیل اجسام از حالت صلبی بحالت مایعی و از حالت مایعی بحالت بخاریا کار مقدار نوسان زیاد میشود در همان بزرگی حرکت بواسطه نوسانات بزرگ شدن عدد نوسانات ممکن نیست مگر در حالتی که وسعت حرکت نوسانات کوچک شود و از اینجا حرارت خفیف مفهوم میگردد

تمت

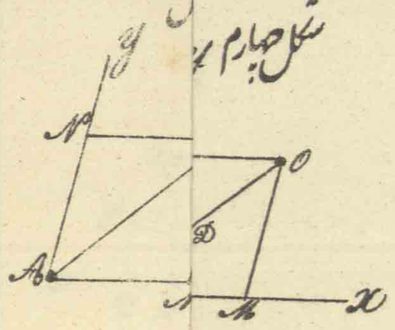
حروفات و اندازه‌ها و نقشه‌های این کتاب را کمترین غلام جان نثار محمد تقی مقدم نوشته و کشیده است

سنه ۱۲۷۶

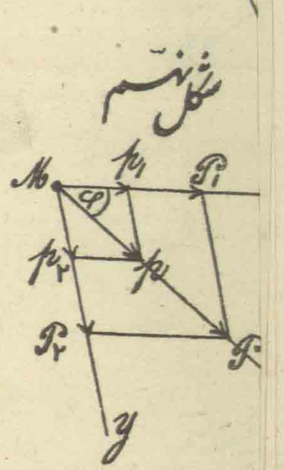
شکل پنجم



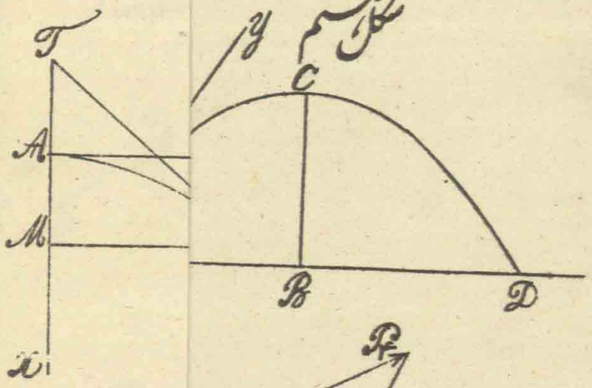
شکل چهارم



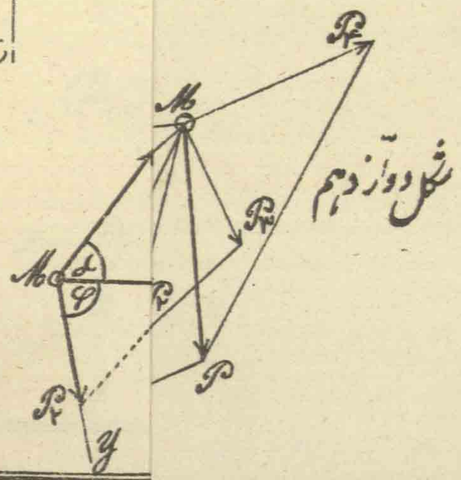
شکل نهم



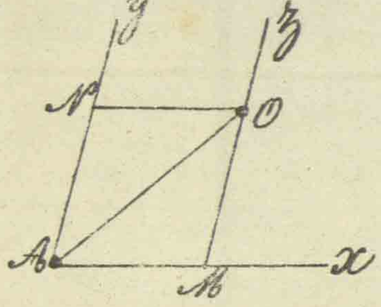
شکل هشتم



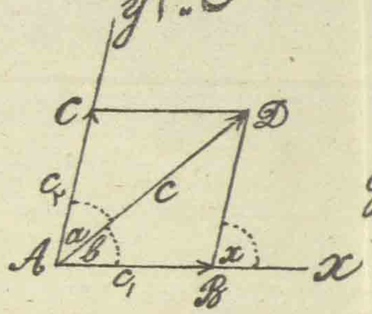
شکل دوازدهم



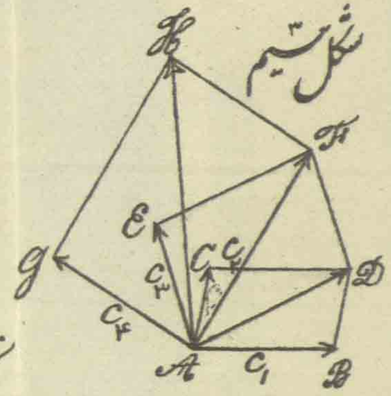
شکل اوّل



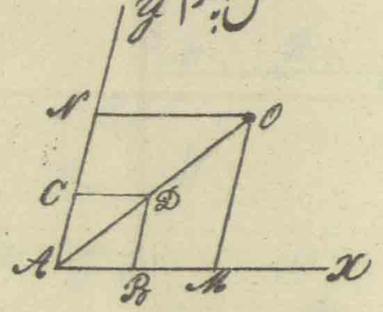
شکل دوّم



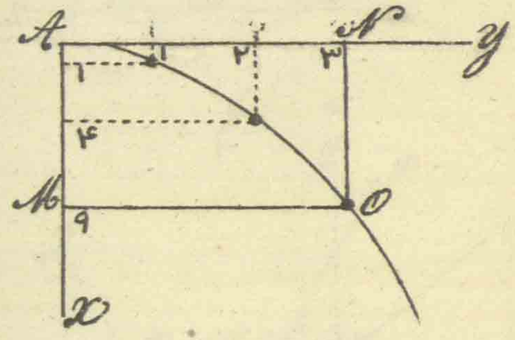
شکل سیم



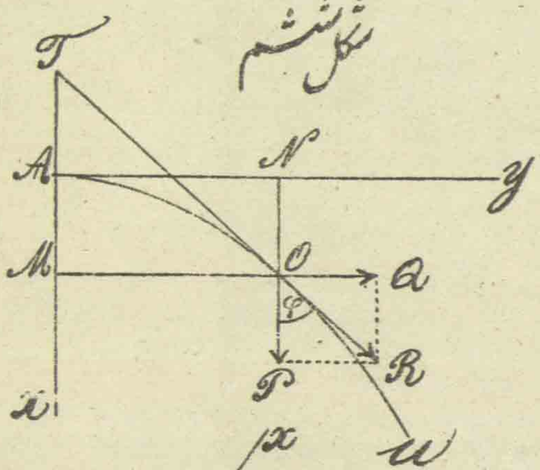
شکل چهارم



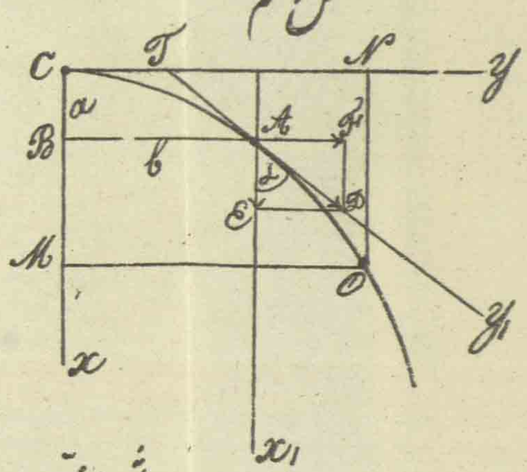
شکل پنجم



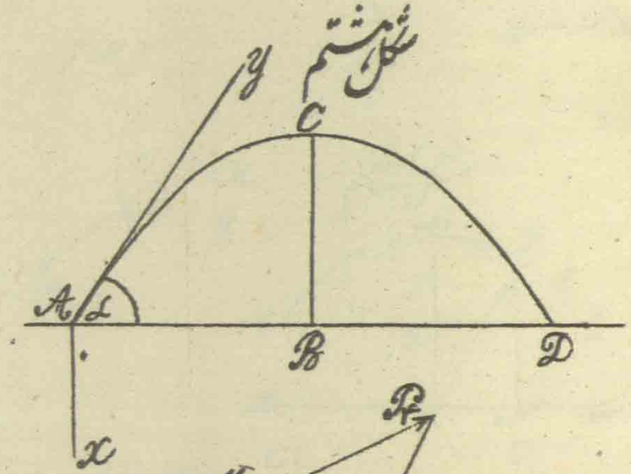
شکل ششم



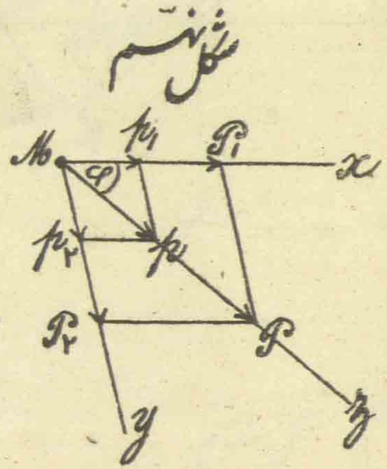
شکل هفتم



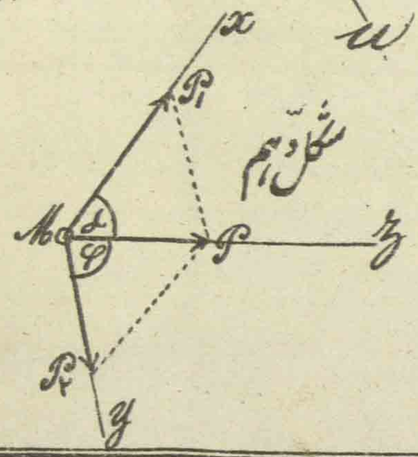
شکل هشتم



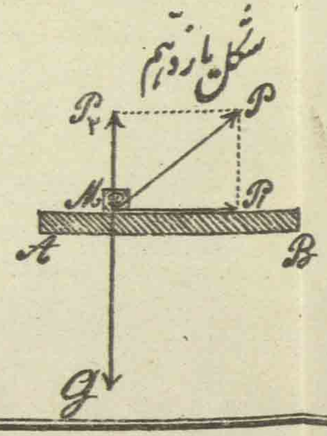
شکل نهم



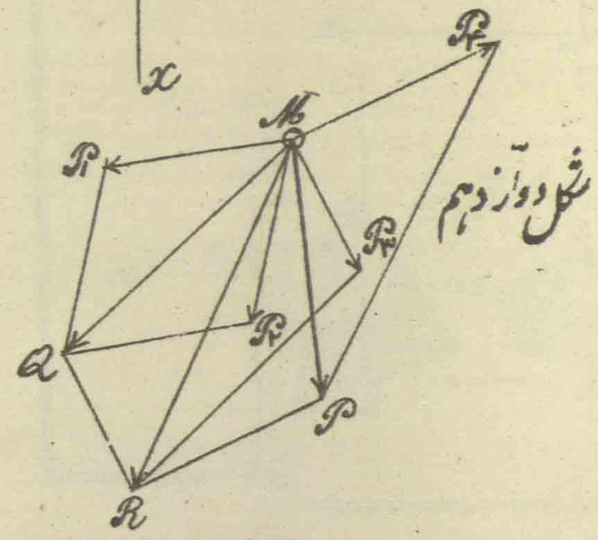
شکل دهم



شکل یازدهم



شکل دوازدهم



شکل سیزدهم

شکل چهاردهم

شکل پانزدهم

شکل شانزدهم

شکل هفدهم

شکل هیجدهم

شکل نوزدهم

شکل بیستم

شکل بیست و یکم

شکل بیست و دوم

شکل بیست و سیم

شکل بیست و چهارم

شکل بیست و پنجم

شکل بیست و ششم

شکل بیست و هفتم

شکل سی و یکم

شکل سی و دوم

شکل سی و سوم

شکل سی و چهارم

شکل سی و پنجم

شکل سی و ششم

شکل سی و هفتم

شکل سی و هشتم

شکل سی و نهم

شکل چهل

شکل چهل و یکم

شکل چهل و دوم

شکل چهل و سوم

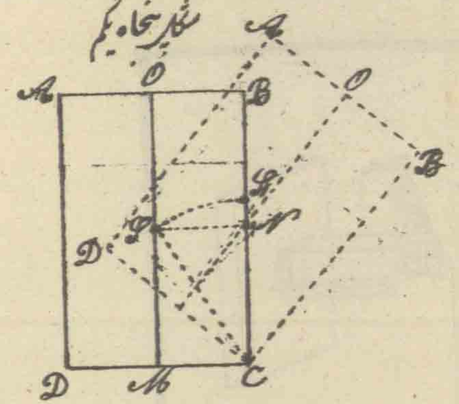
شکل چهل و چهارم

شکل چهل و پنجم

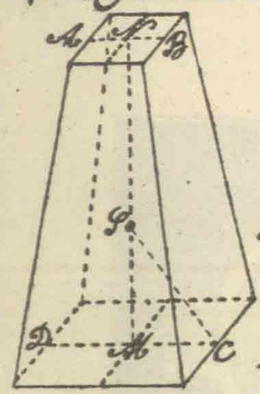
شکل چهل و ششم

شکل چهل و هفتم

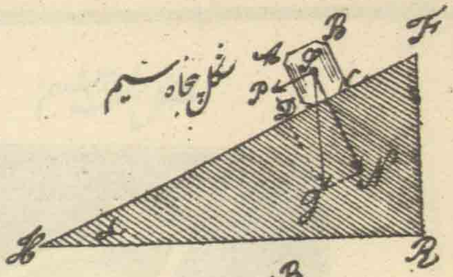
شکل پنجاه یکم



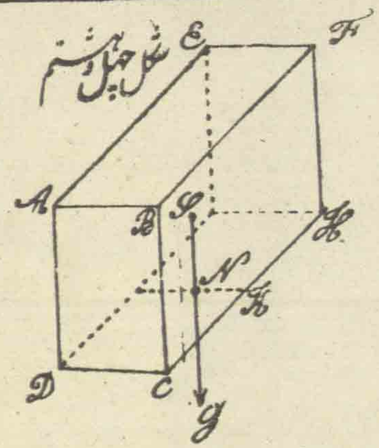
شکل پنجاه دوم



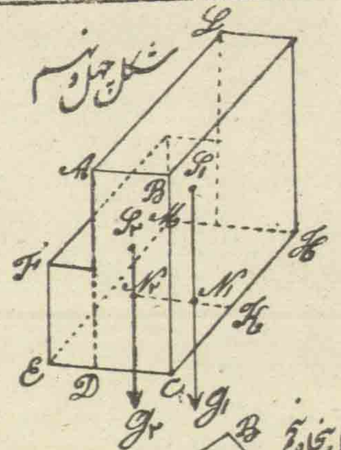
شکل پنجاه سیم



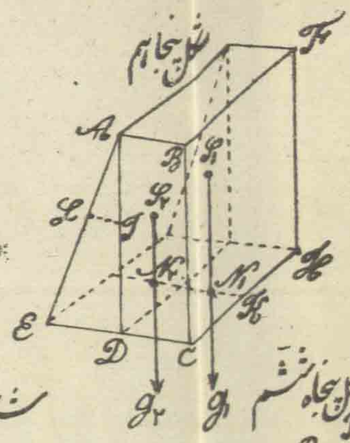
شکل چهل و هشتم



شکل چهل و نهم



شکل پنجاهم

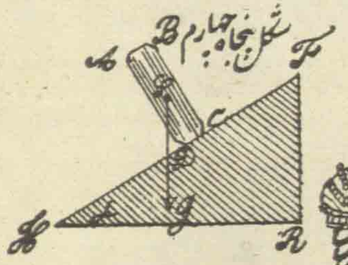


شکل پنجاه و یکم

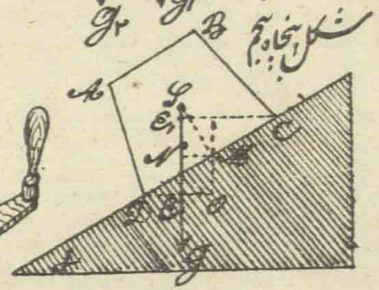
شکل پنجاه و دوم

شکل پنجاه و سیم

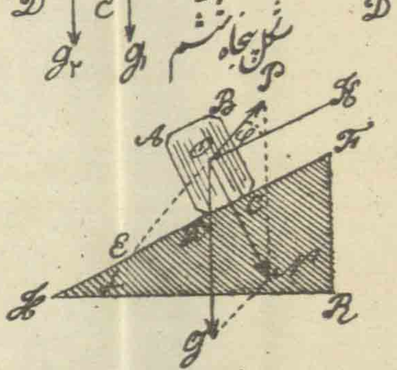
شکل پنجاه و چهارم



شکل پنجاه و پنجم

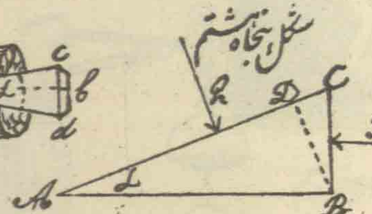


شکل پنجاه و ششم

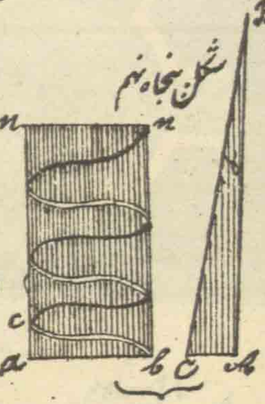


شکل پنجاه و هفتم

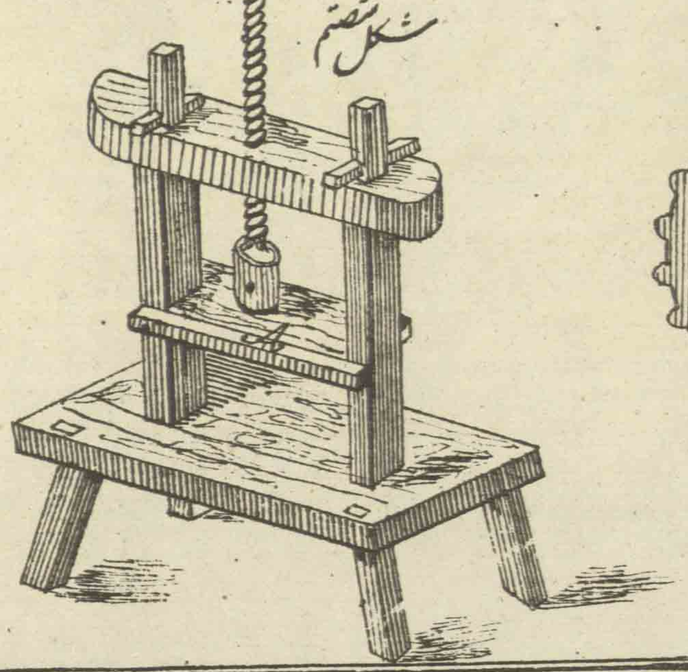
شکل پنجاه و هشتم



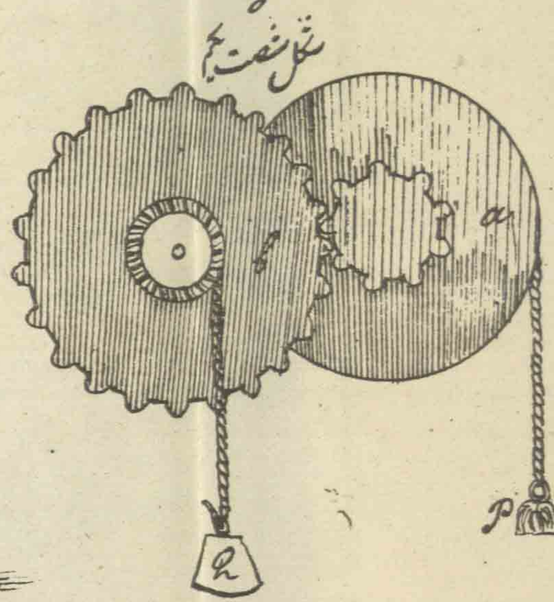
شکل پنجاه و نهم



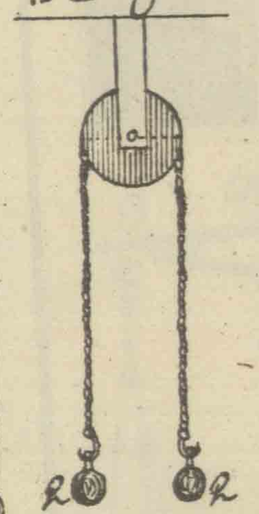
شکل شصتم



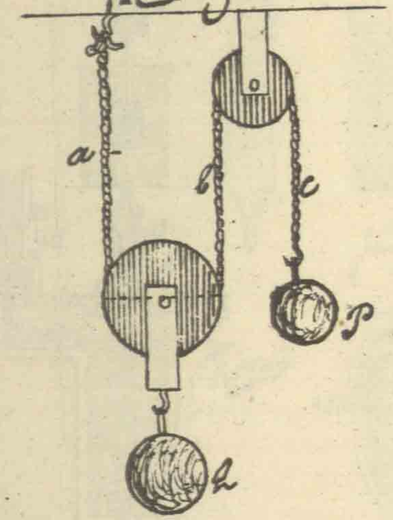
شکل شصت و یکم



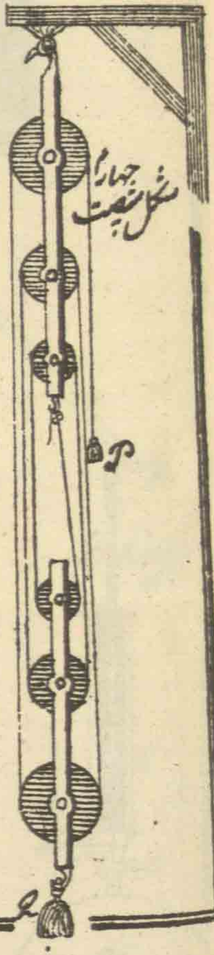
شکل شصت و دوم



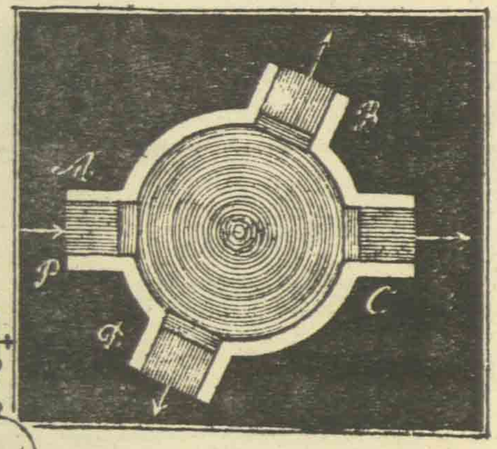
شکل شصت و سیم



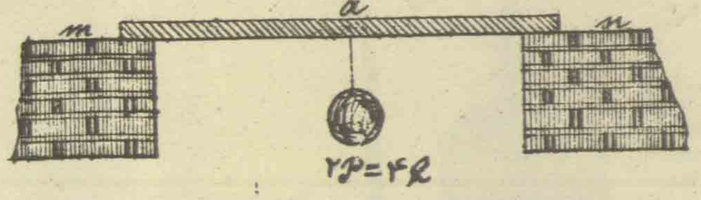
شکل شصت و چهارم



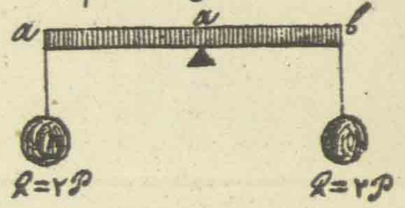
شکل شصت و ششم



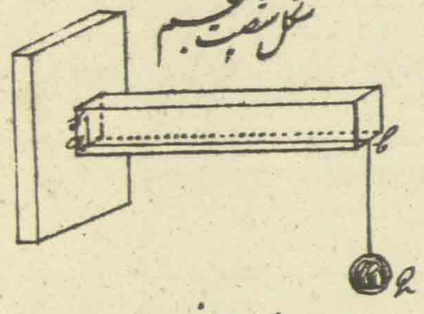
شکل شصت و هفتم



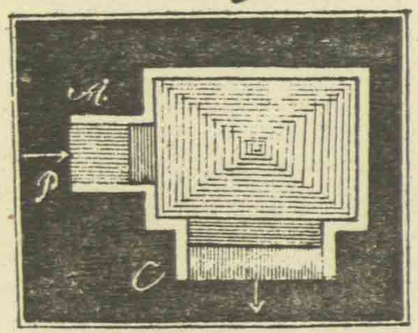
شکل شصت و پنجم



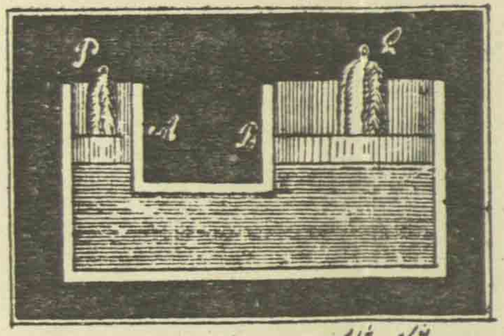
شکل شصت و چهارم



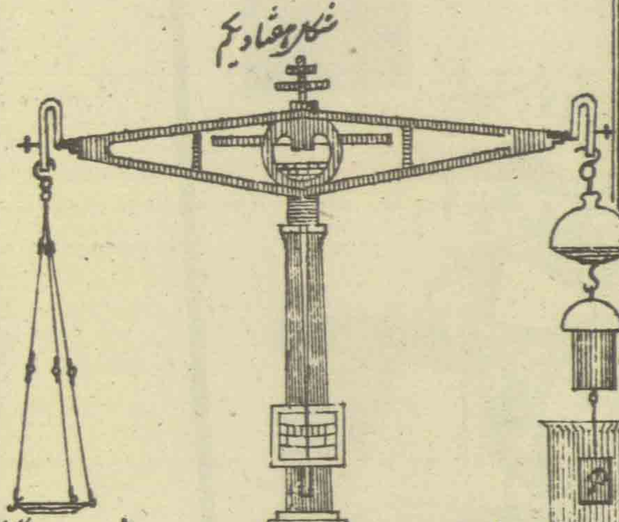
شکل شصت و سوم



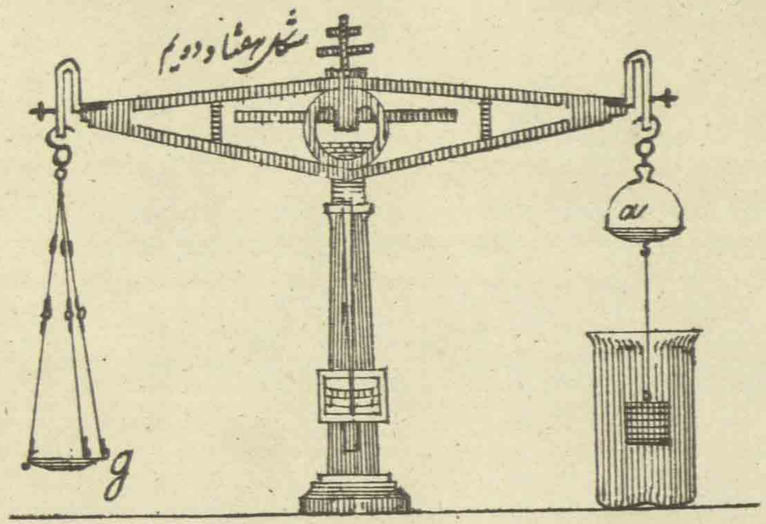
شکل هفتادم



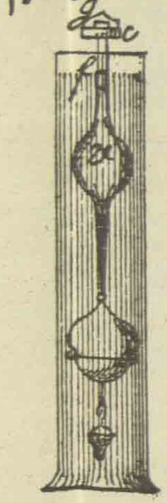
شکل هفتاد و یکم



شکل هفتاد و دوم

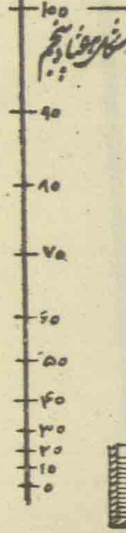


شکل هفتاد و سوم

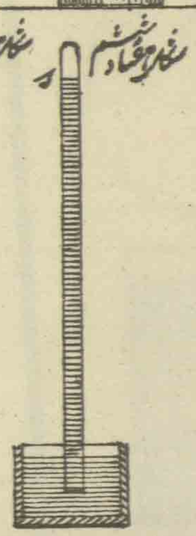


شکل هفتاد و چهارم

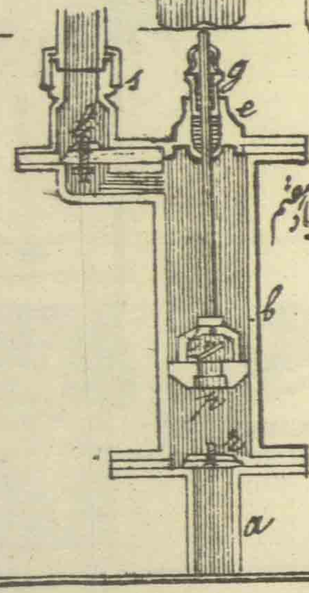
شکل هفتاد و پنجم



شکل هفتاد و ششم

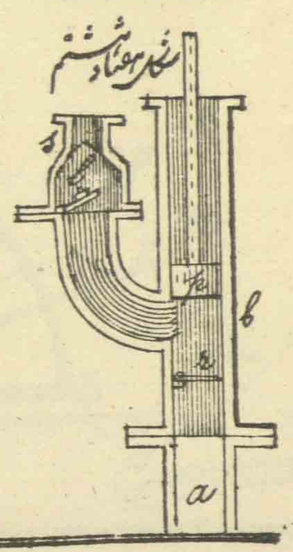


شکل هفتاد و هفتم



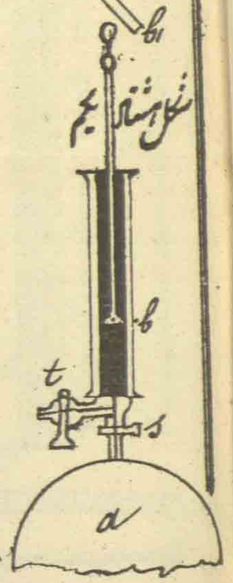
شکل هفتاد و هشتم

شکل هفتاد و نهم



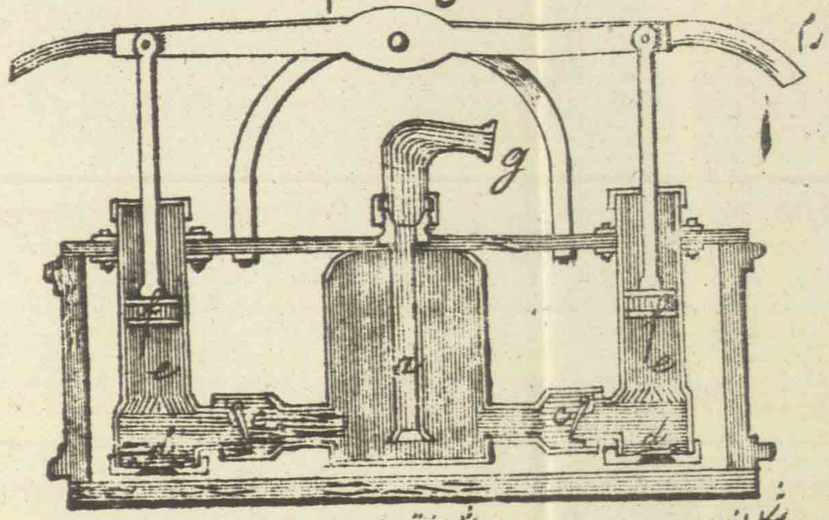
شکل هشتادم

شکل هشتاد و یکم

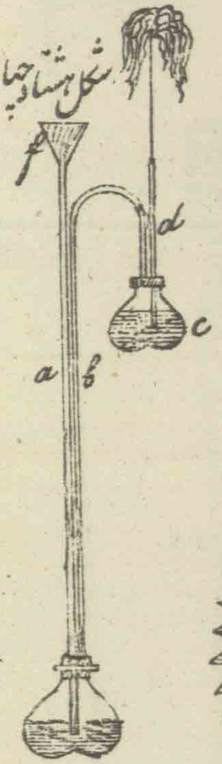


شکل هشتاد و دویم

شکل هشتاد سیم



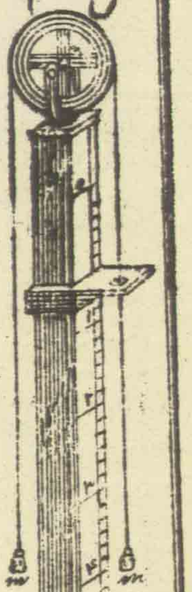
شکل هشتاد چهارم



شکل هشتاد پنجم

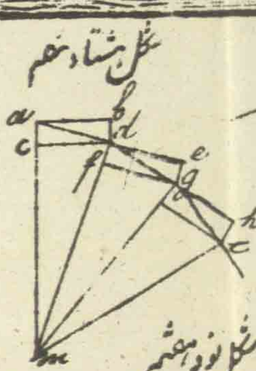
شکل هشتاد ششم

شکل هشتاد هشتم



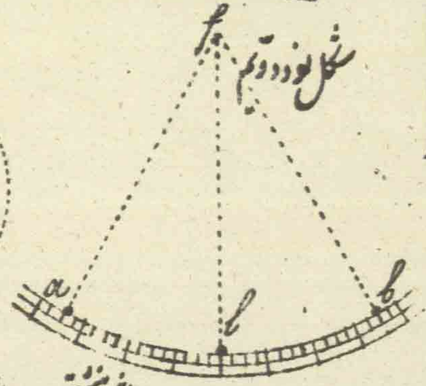
شکل هشتاد هفتم

شکل هشتاد هشتم

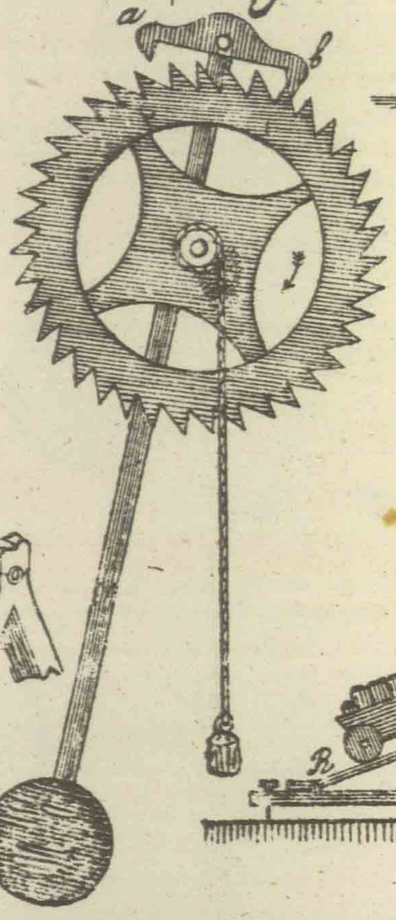


شکل نود و یکم

شکل نود و دویم

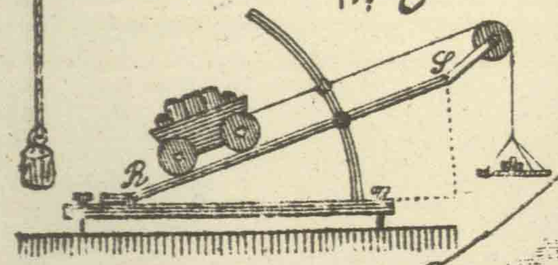


شکل نود و سیم

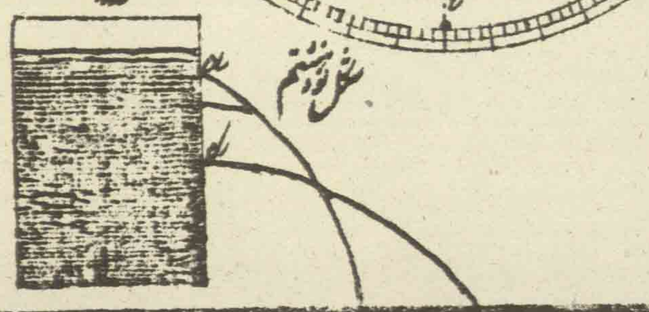


شکل نود و چهارم

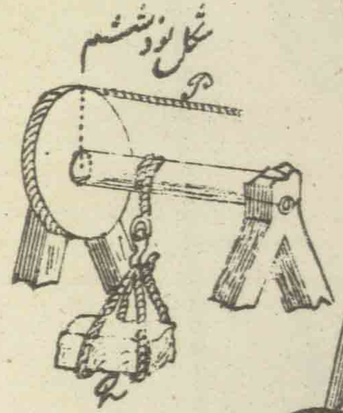
شکل نود و پنجم



شکل نود و ششم

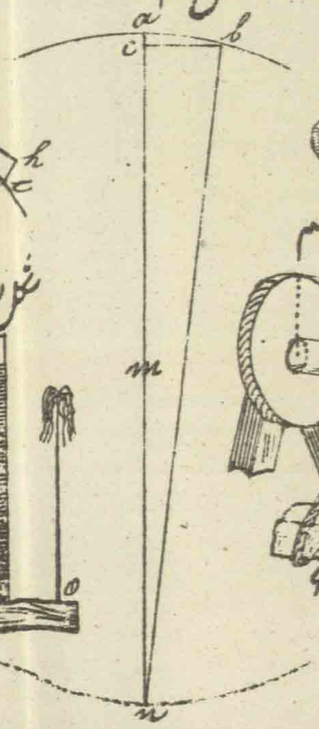


شکل نود و هفتم

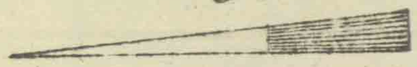


شکل نود و هشتم

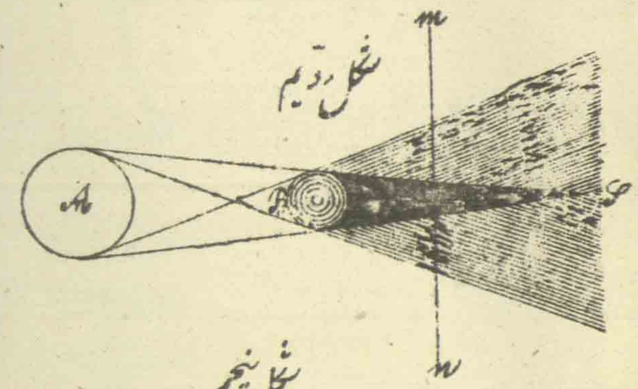
شکل نود



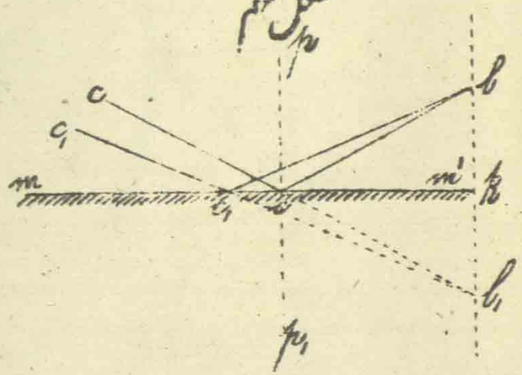
شکل اول



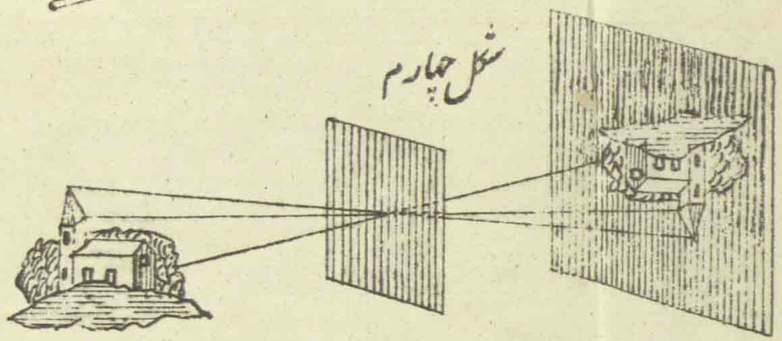
شکل دوم



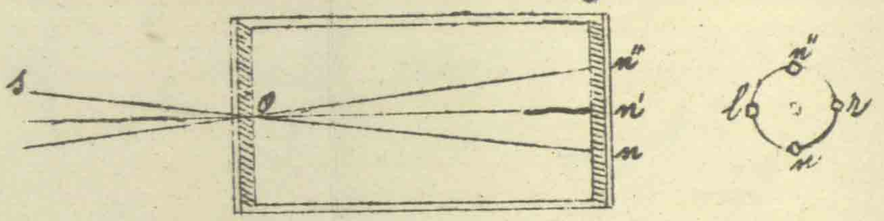
شکل سوم



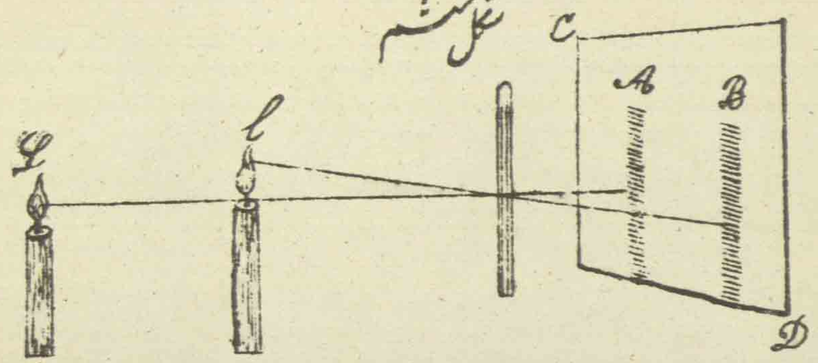
شکل چهارم



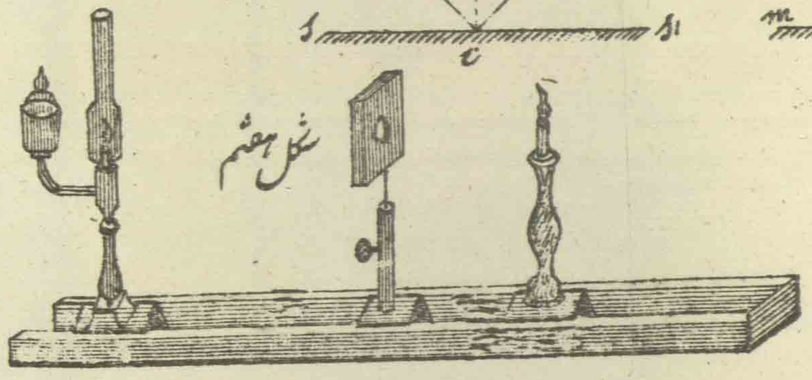
شکل پنجم



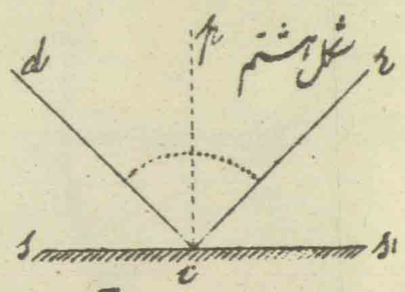
شکل ششم



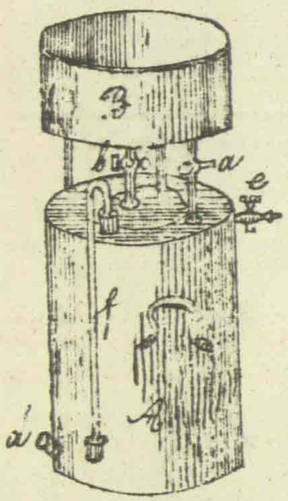
شکل هفتم



شکل هشتم

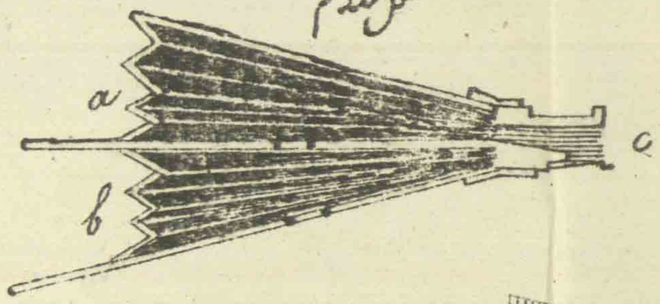


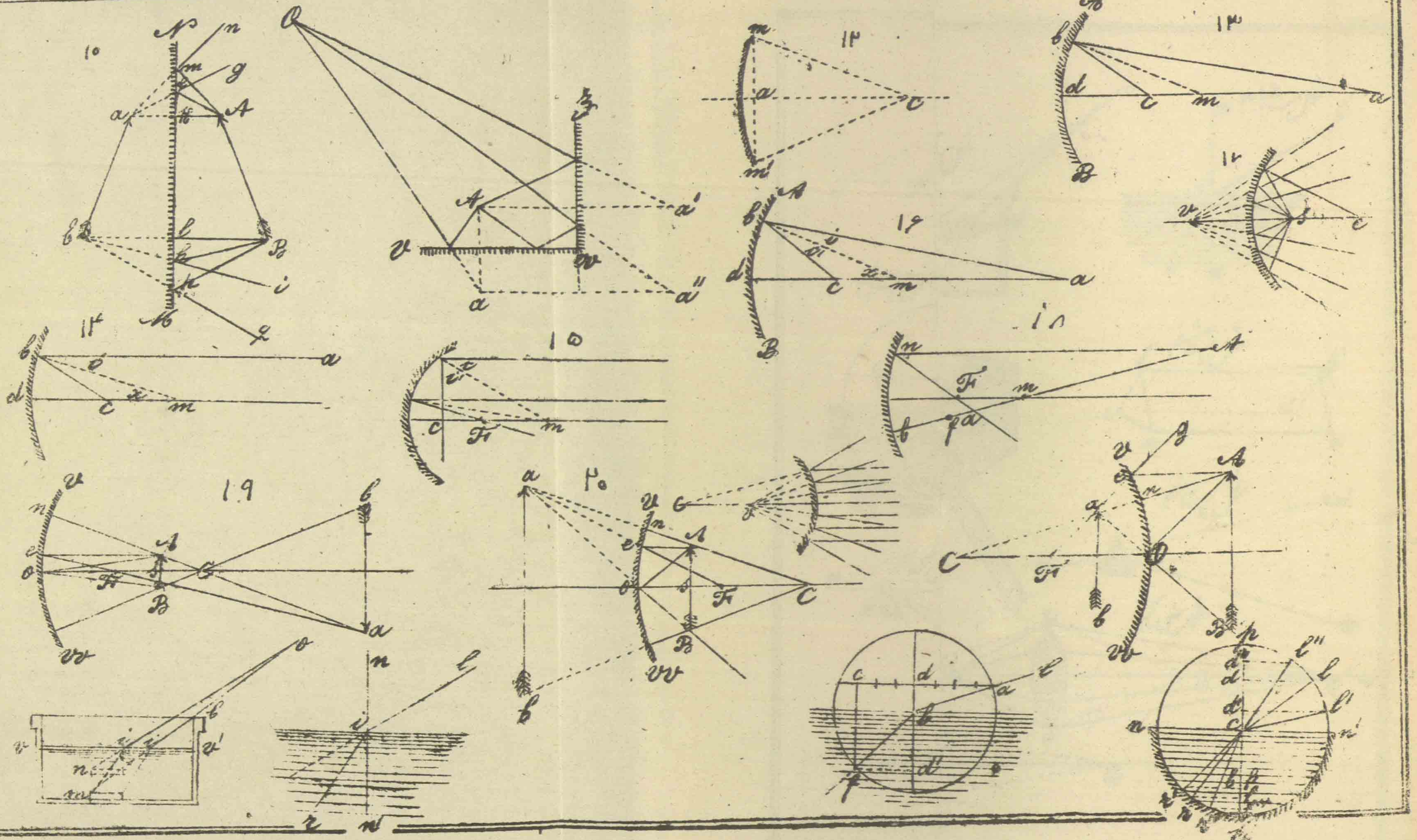
شکل نهم



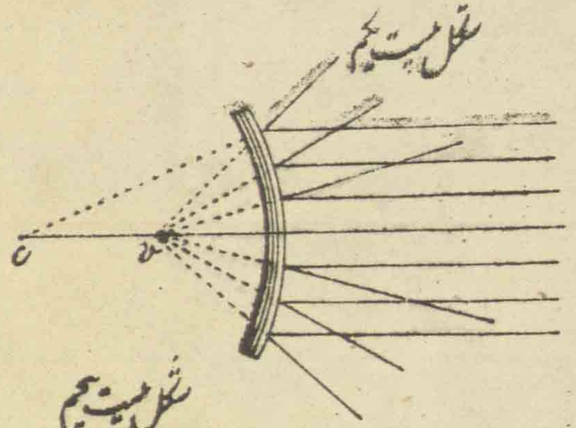
شکل دهم

شکل صدم

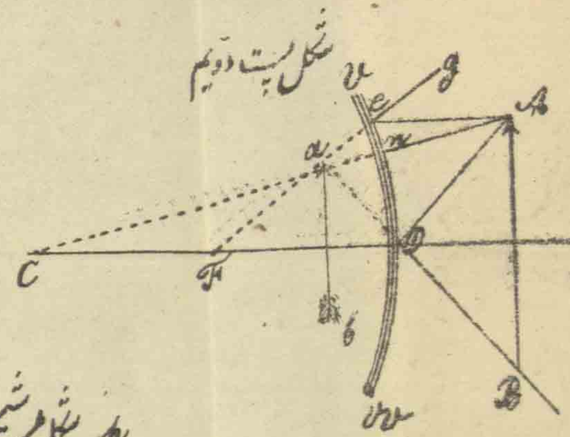




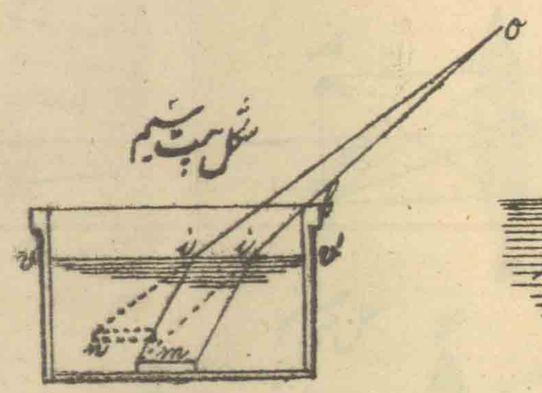
شکل پنجم



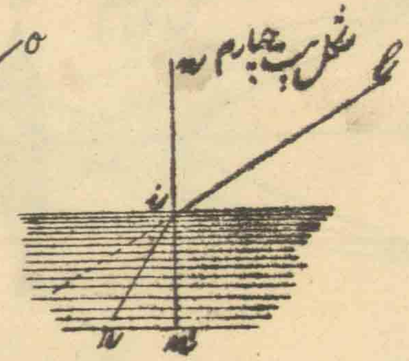
شکل دوم



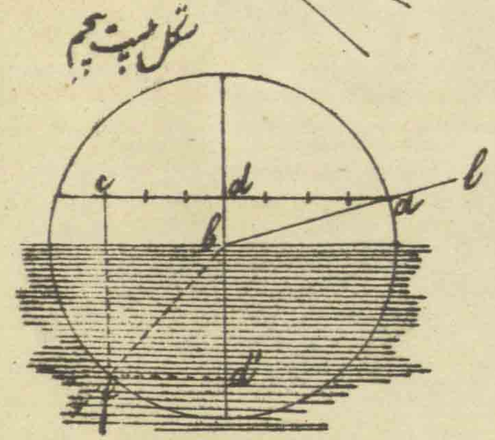
شکل سیم



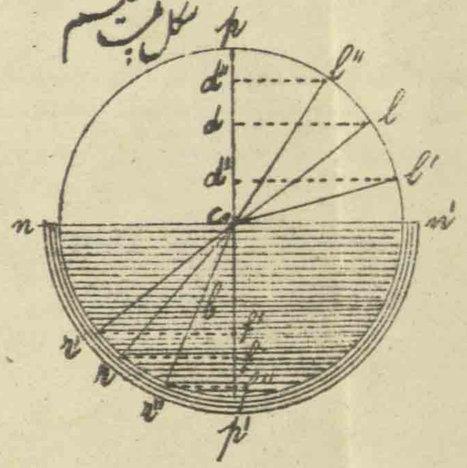
شکل چهارم



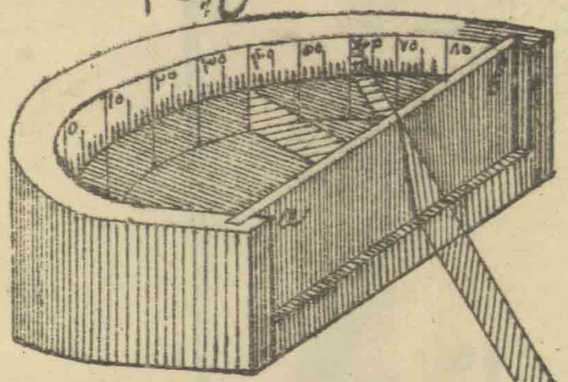
شکل پنجم



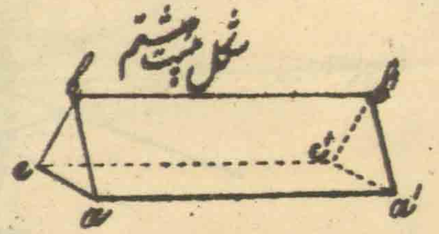
شکل ششم



شکل هفتم

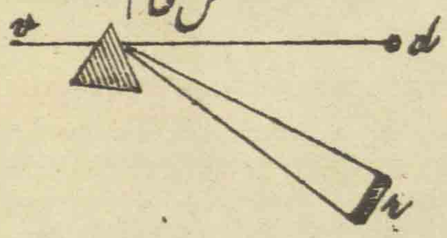


شکل هشتم

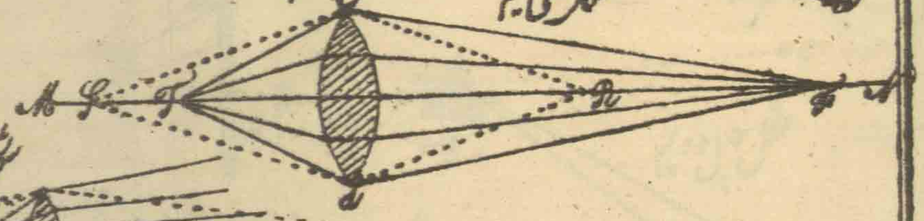


شکل نهم

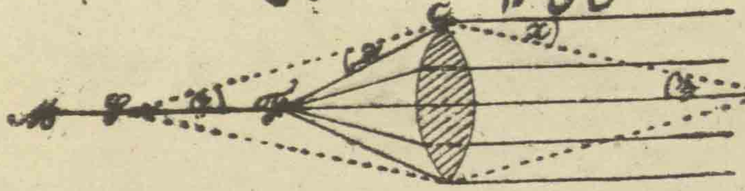
شکل سی ام



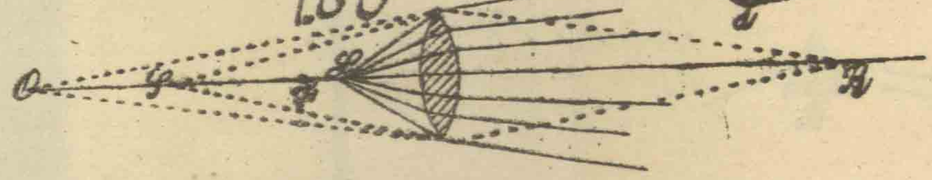
شکل سی و یکم



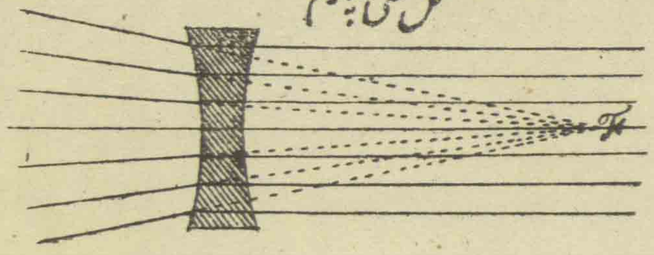
شکل سی و دوم



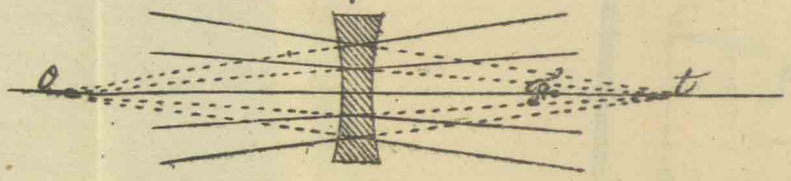
شکل سی و سیم



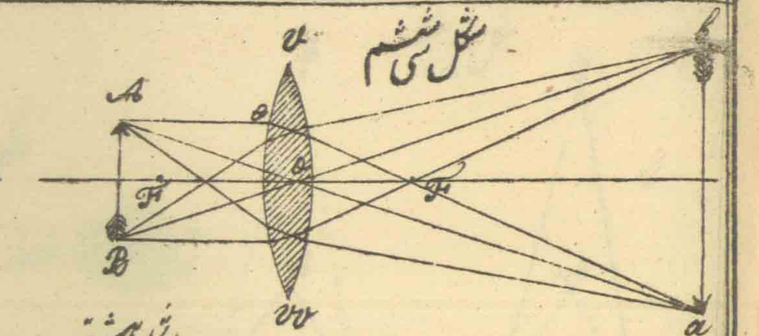
شکل سی چهارم



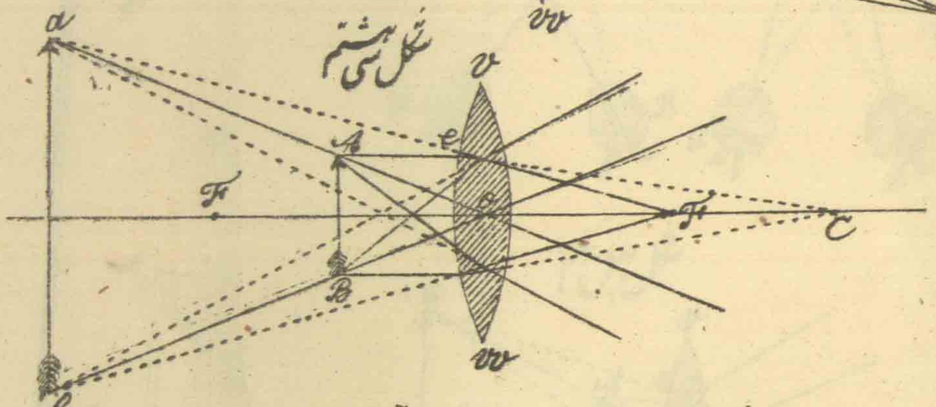
شکل سی پنجم



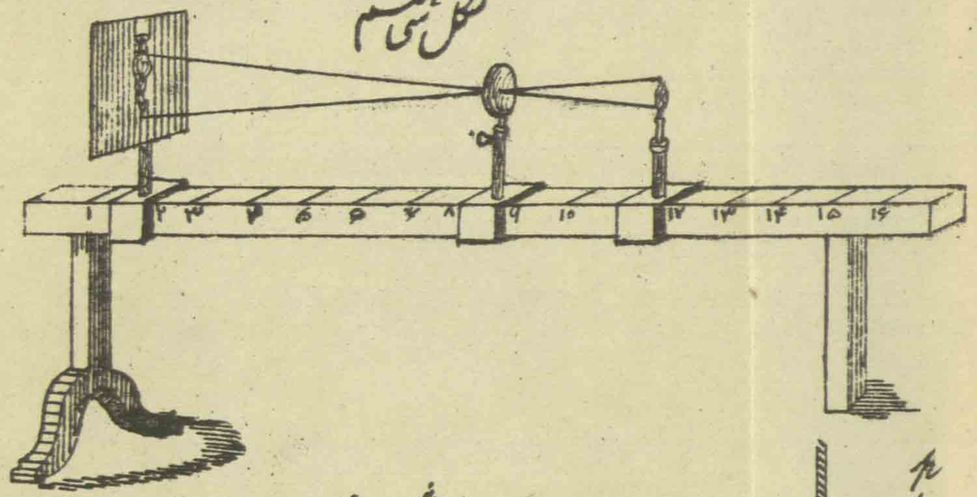
شکل سی ششم



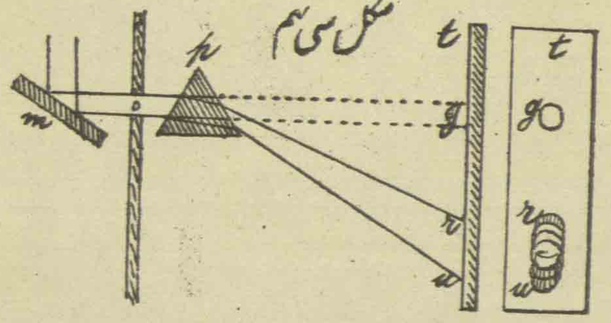
شکل سی هشتم



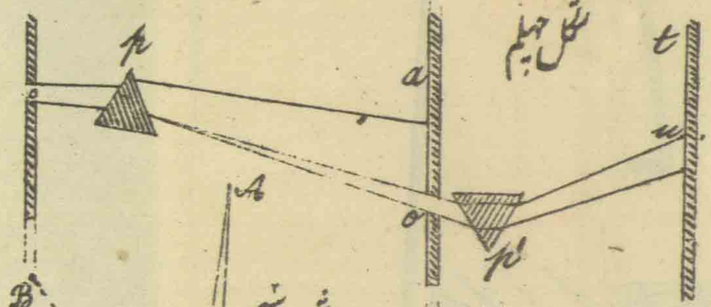
شکل سی هفتم



شکل سی نهم

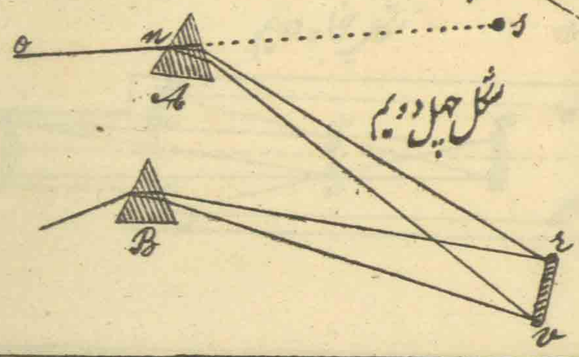


شکل چهلم

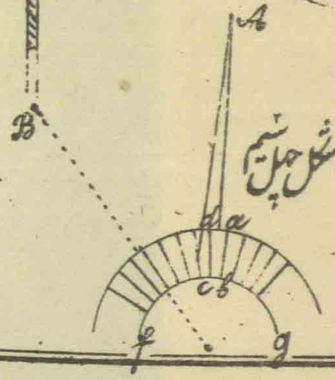


شکل چهل و یکم

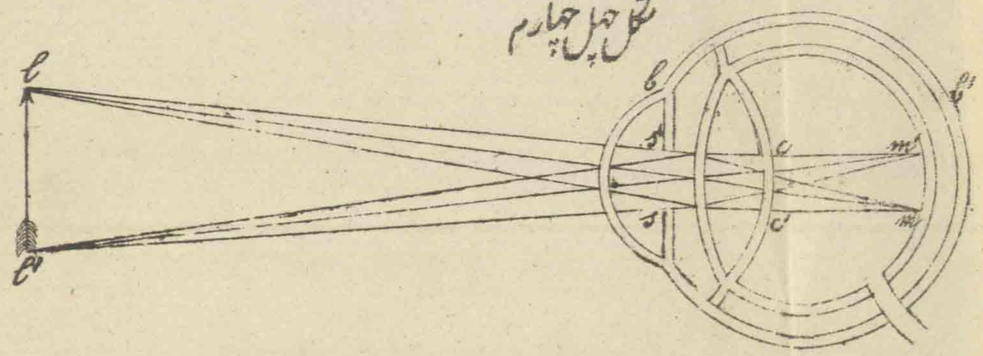
شکل چهل و دوم



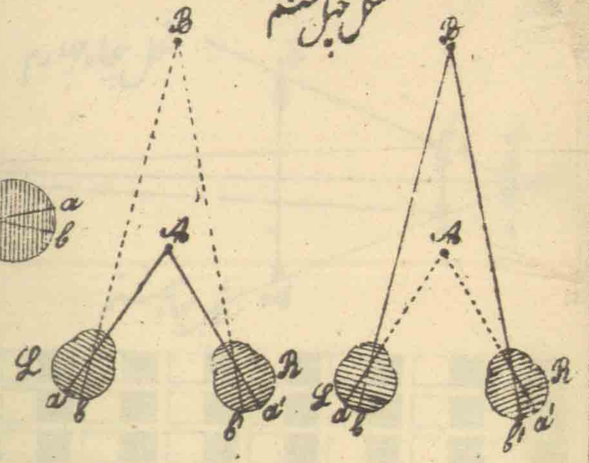
شکل چهل و سیم



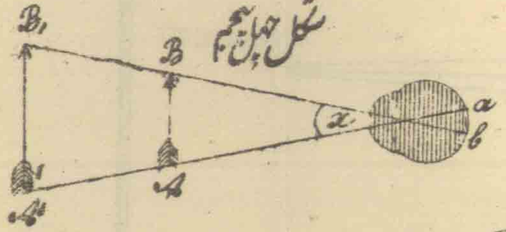
شکل چهل چهارم



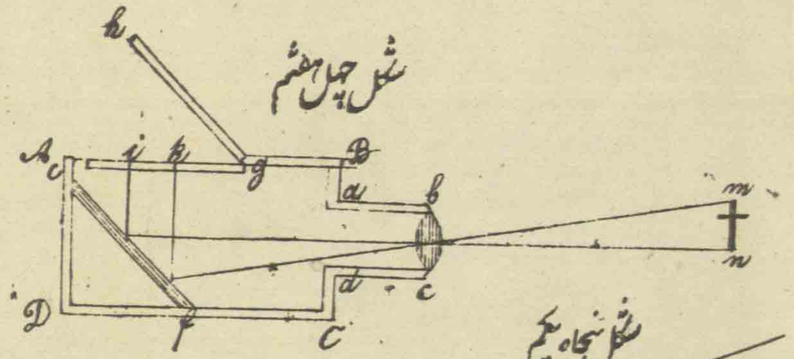
شکل چهل ششم



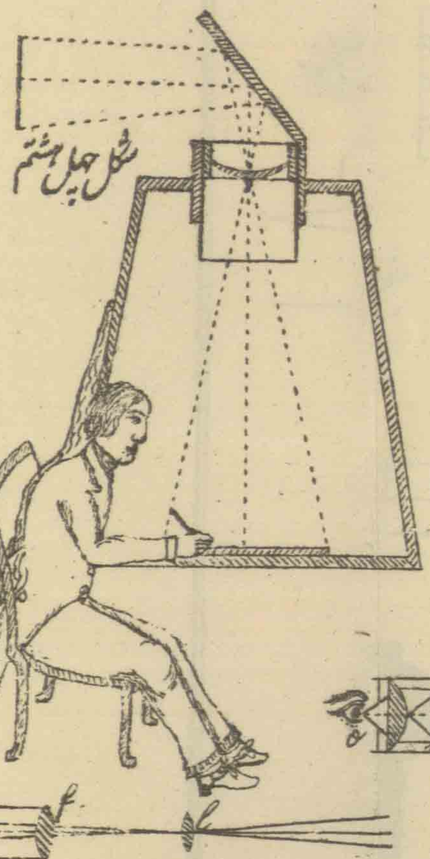
شکل چهل پنجم



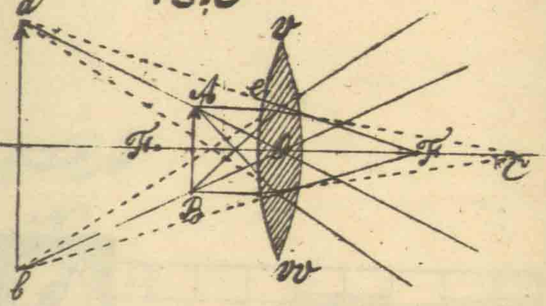
شکل چهل هشتم



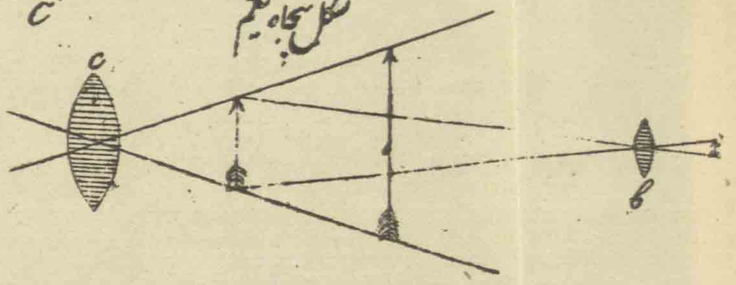
شکل چهل هفتم



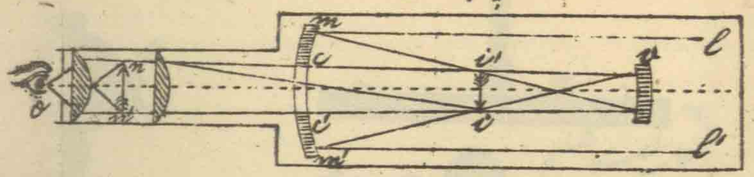
شکل چهل نهم

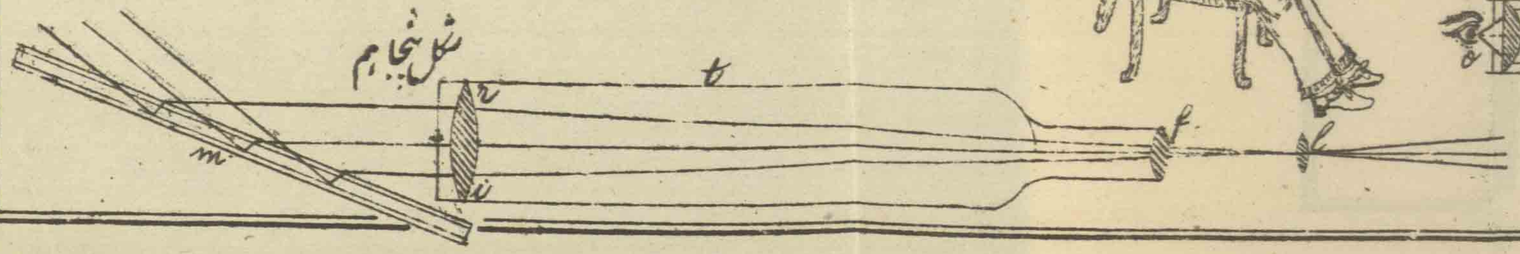


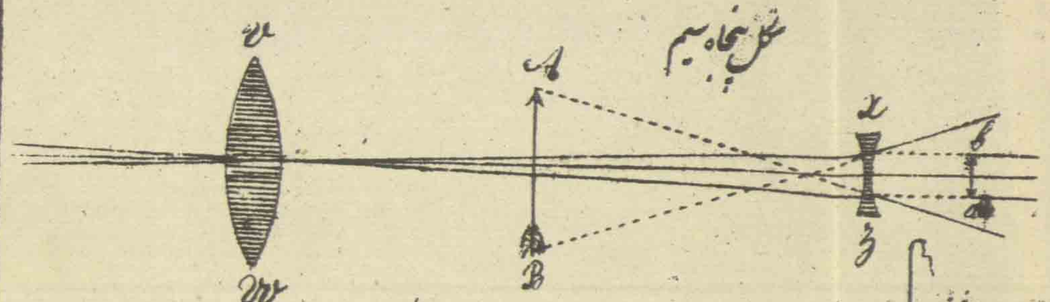
شکل پنجاه یکم



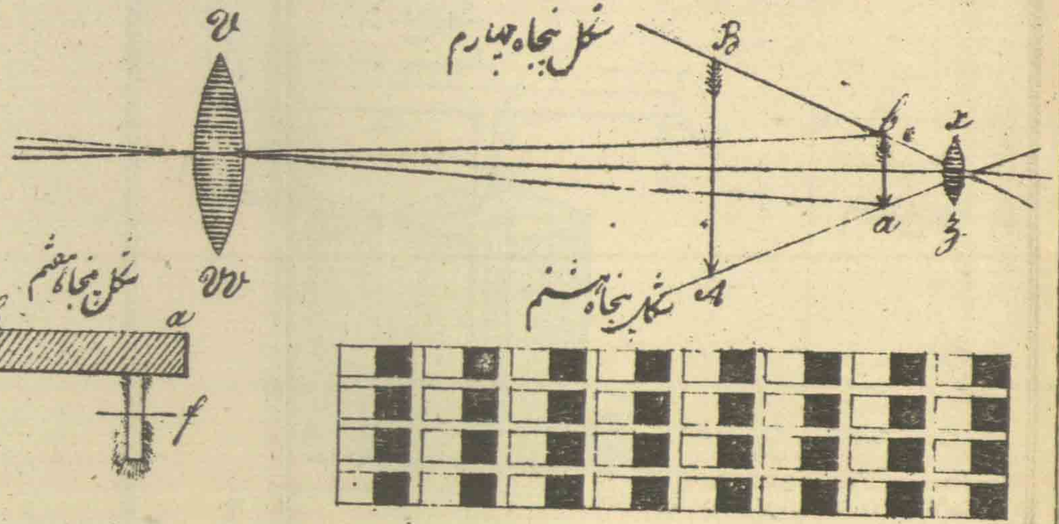
شکل پنجاه دویم



شکل پنجاه سیم

شکل پنجاه سیم



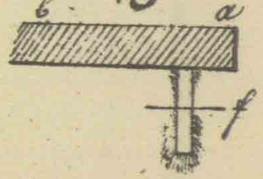
شکل پنجاه چهارم



شکل پنجاه پنجم

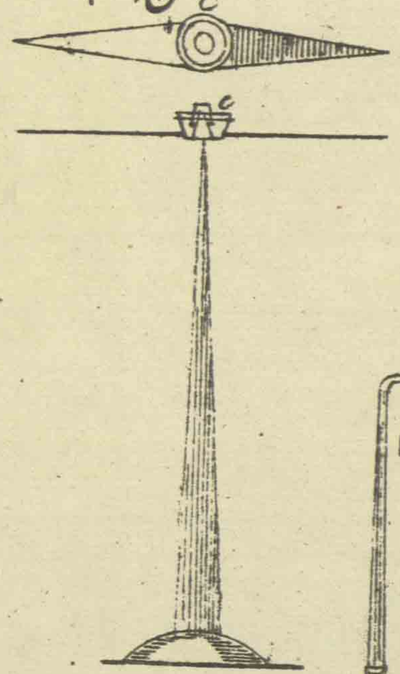
شکل پنجاه ششم

شکل پنجاه هفتم

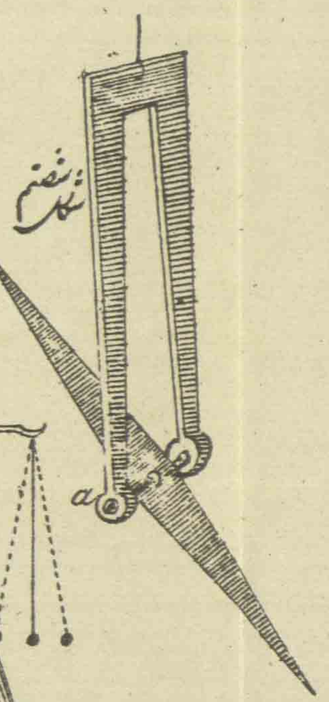


شکل پنجاه هشتم

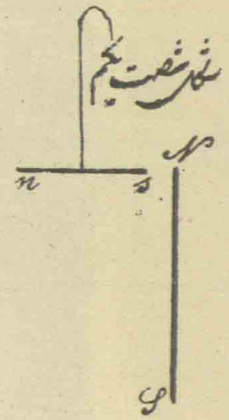
شکل پنجاه نهم



شکل شصت

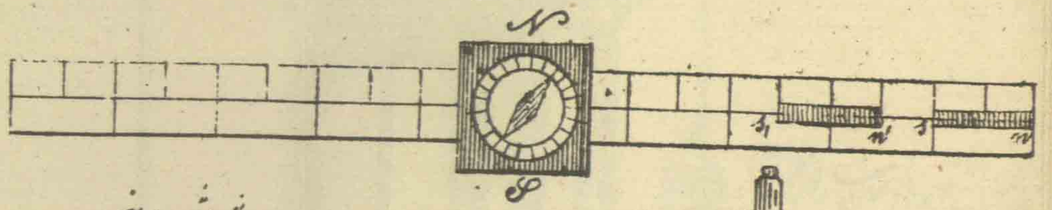


شکل شصت و یکم



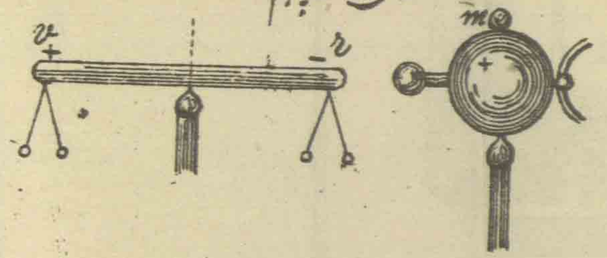
شکل شصت و دوم

شکل شصت و سیم

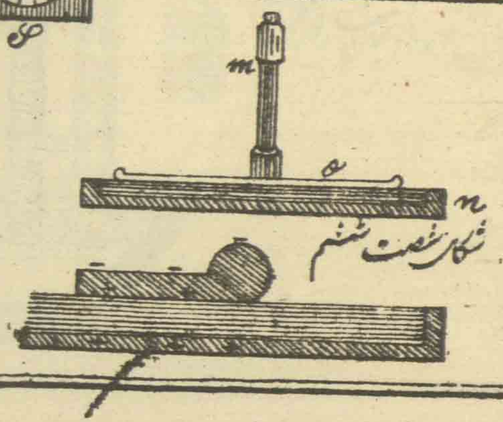


شکل شصت و چهارم

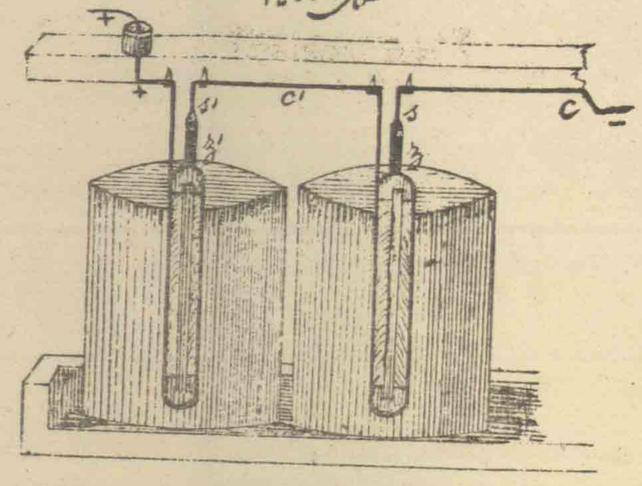
شکل شصت و پنجم



شکل شصت و ششم

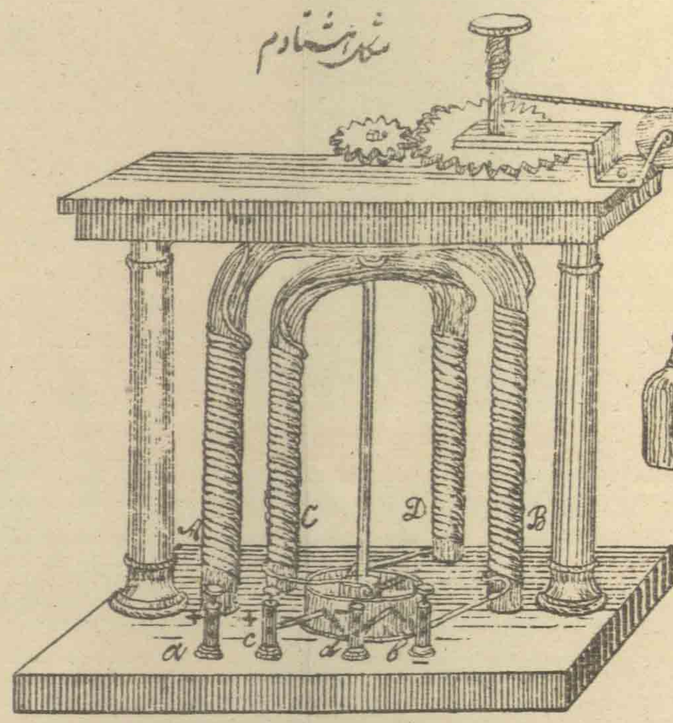


شکل هفتاد و یکم



شکل هفتاد و دوم

شکل هفتاد و سوم



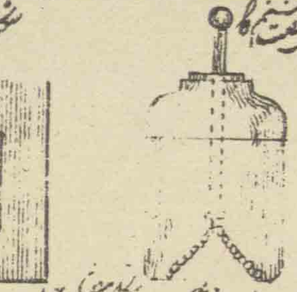
عمده کمترین خانه زاد جان نثار محمد حق تقدم

شکل هفتاد و چهارم

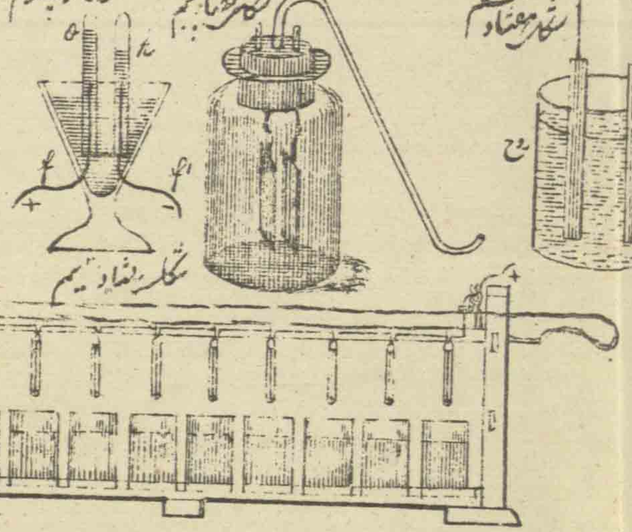
شکل هفتاد و پنجم

شکل هفتاد و ششم

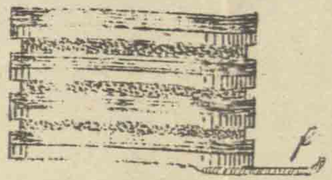
شکل هفتاد و هفتم



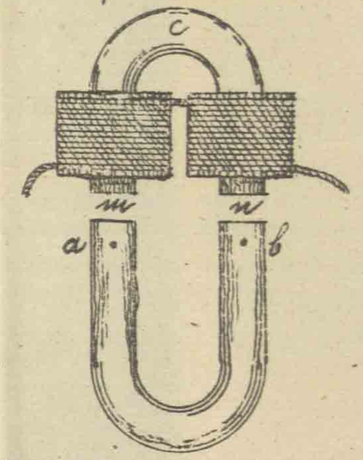
شکل هفتاد و هشتم



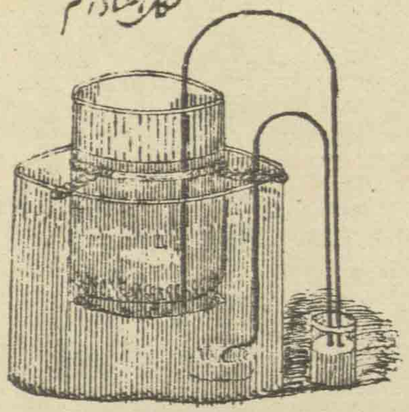
شکل هفتاد و نهم



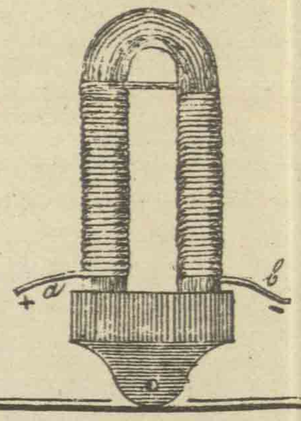
شکل هشتادم



شکل هشتاد و یکم



شکل هشتاد و دوم



شکل هشتاد و یکم

شکل هشتاد و دوم

شکل هشتاد و سیم

شکل هشتاد و چهارم

شکل هشتاد و پنجم

شکل هشتاد و ششم

شکل هشتاد و هفتم

شکل هشتاد و هشتم

شکل هشتاد و نهم

شکل نود

شکل نود و یکم

شکل نود و دویم

شکل نود و سیم