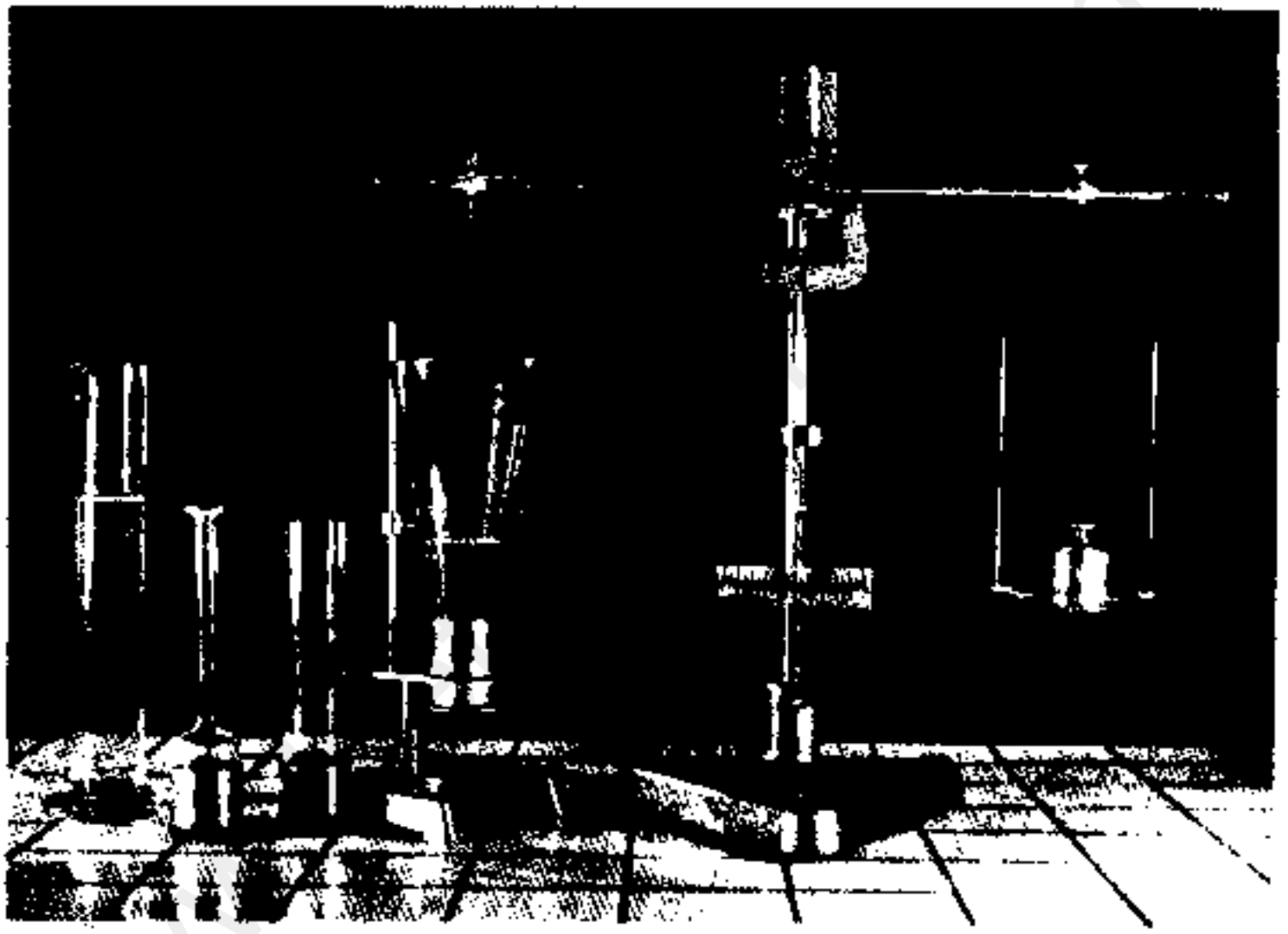
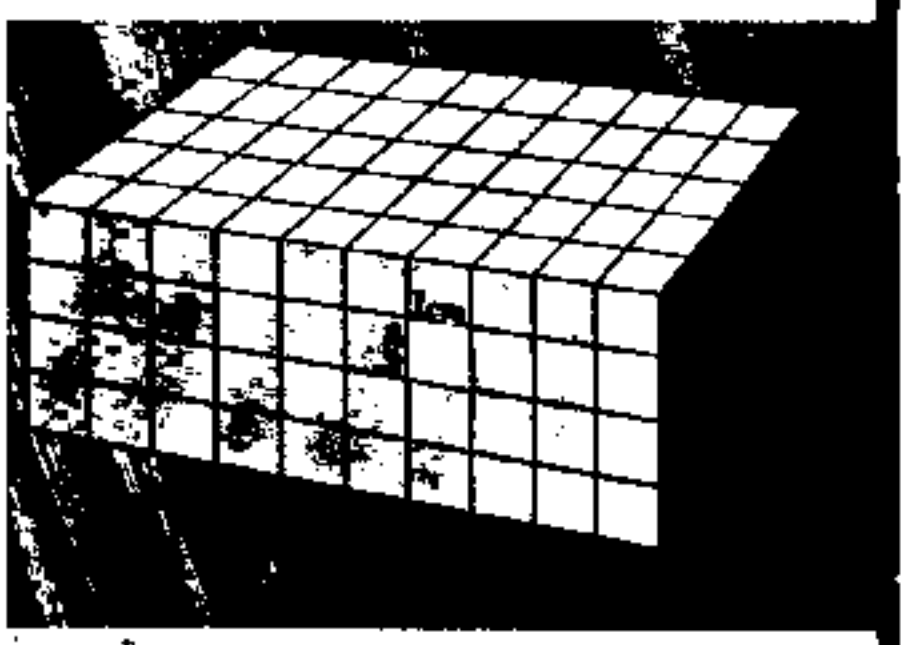
آزمایشهای فیزیک





۲۰۶/۱

www.KetabFarsi.com

آزمایشهای فیزیک

سال اول

آموزش متوسطهٔ عمومی

علوم تجربی و ریاضی

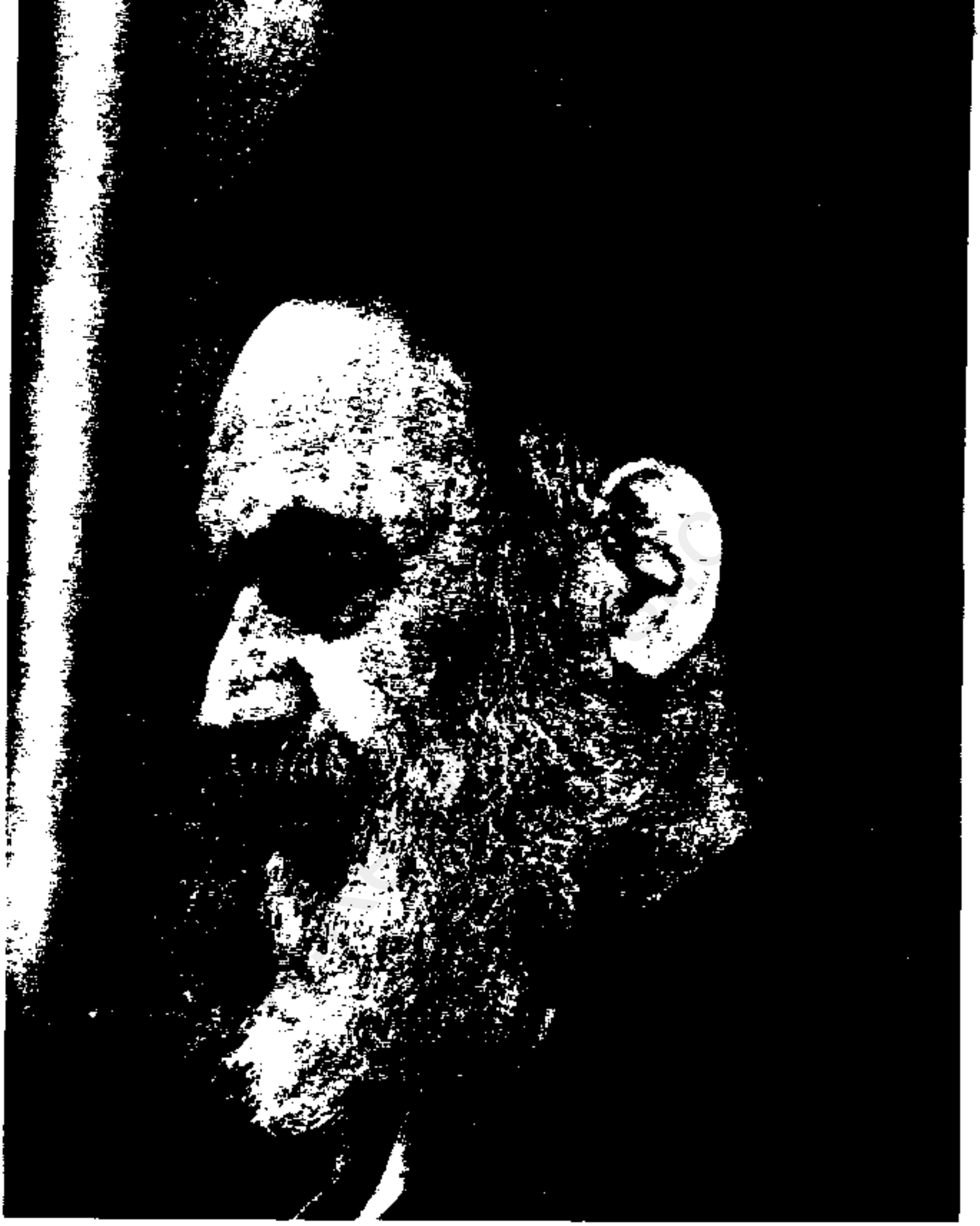
حقوق مادی این اثر متعلق به وزارت
آموزش و پرورش است

صفحه‌آرا اسفندیار حاجی‌طاهری

چاپ از محمدعلی علمی

شرکت چاپ و نشر ایران
تهران ـ کیلومتر ۱۵ جاده مخصوص کرج
خیابان داروپخش ـ تلفن: ۲ ـ ۹۲۱۱۵۱

۱۳۷۰



باید کوشش در راه علم و به دست آوردن تخصّص در رشته‌های مختلفه اساس فعّالیّت جوانان دانشجوی عزیز ما باشد که نیازمندیهای میهن به دست خود آنها برآورده شود و کشور ما با کوشش آنها خودکفا شود.

امام خمینی «قدّس سرّه الشریف»

فهرست

مقدمه : ۱

جلسه اول :

کار در آزمایشگاه ۲

خطا در اندازه‌گیری ۳

آزمایش ۱ ــ اندازه‌گیری طول ۶

جلسه دوم :

آزمایش ۲ ــ کولیس ۹

آزمایش ۳ ــ ریزسنج ۱۲

جلسه سوم :

آزمایش ۴ ــ اندازه‌گیری حجم ۱۵

آزمایش ۵ ــ اندازه‌گیری جرم ۲۰

آزمایش ۶ ــ چگالی ــ چگالی نسبی ۲۳

جلسه چهارم :

آزمایش ۷ ــ نیروسنج ۲۷

آزمایش ۸ ــ اصطکاک ۳۰

آزمایش ۹ ــ کشش سطحی و لوله‌های موئین ۳۳

آزمایش ۱۰ ــ برآیند نیروها ۳۶

جلسه پنجم :

آزمایش ۱۱ ــ تجزیه نیرو ۴۰

آزمایش ۱۲ ــ گشتاور نیرو ۴۴

آزمایش ۱۳ ــ برآیند نیروهای موازی ۴۷

آزمایش ۱۴ ــ گرانیگاه ۴۹

آزمایش ۱۵ ــ تعیین وزن یک جسم همگن ۵۶

www.KetabFarsi.com

جلسهٔ اوّل

کار در آزمایشگاه
خطا در اندازه‌گیری

آزمایش شمارهٔ ۱

اندازه‌گیری طول

وسائل مورد نیاز

۱ ــ خط‌کش میلیمتری یا متر نواری — ۱ عدد

۲ ــ شیء مسطح به شکل مستطیل (یک قطعه شیشه، تخته یا فلز) — ۱ عدد

کار در آزمایشگاه

دانش‌آموز عزیز:

آشنائی با محیط آزمایشگاه و مقررات مربوط به آن ضروری است.

لذا توصیه می‌شود به موارد زیر توجه فرمائید:

۱ ــ در اولین جلسه ورود به آزمایشگاه، از محل وسائل، کلید و پریز برق، شیرهای آب، جعبه کمک‌های اولیه، کپسول آتشنشانی، جای کتاب و وسائل اضافی آگاهی یافته و به خاطر بسپارید.

۲ ــ رعایت نکات انضباطی از شرائط اولیه کار دستجمعی است، همواره مواظب باشید تا مزاحمتی برای دیگران ایجاد نگردد.

۳ ــ محیط آزمایشگاه را تمیز نگه دارید.

۴ ــ پیش از شروع هر جلسه آزمایشگاه، مطالب مربوط به آن جلسه را از کتاب فیزیک و کتاب آزمایشهای فیزیک مطالعه کرده و آمادگی لازم برای انجام آزمایش را کسب کنید.

۵ ــ سعی کنید تمام افراد گروه در انجام آزمایشها شرکت داشته باشند.

۶ ــ برای انجام آزمایش هر یک از جلسات، وسایل مورد نیاز را طبق فهرستی که در اوّلین صفحه مربوط به آن جلسه آورده شده است کنترل کنید و پس از پایان آزمایشهای مربوط، تمام وسائل را در جای اولیه آن قرار دهید.

۷ ــ چنانچه ضمن آزمایش برایتان حادثه‌ای پیش آمد برای رفع آن به مسئول آزمایشگاه مراجعه کنید.

۸ ــ در حفظ و نگهداری وسایل آزمایشگاه دقت کنید، چنانچه طرز استفاده صحیح از وسیله‌ای را نمی‌دانید آن را به کار نگیرید، و در صورت لزوم از مسئول آزمایشگاه کمک بگیرید.

۹ ــ از کلیه آزمایشهائی که مشاهده کرده و یا انجام داده‌اید گزارشی تهیه کنید که شامل موارد زیر باشد:

۹ ــ ۱ نام و نام خانوادگی.....

۹ ــ ۲ کلاس.....، رشته.....، گروه.....، تاریخ انجام آزمایش.....

۹ ــ ۳ موضوع آزمایش.....

۹ ــ ۴ هدف آزمایش.....

۹ ــ ۵ وسائل لازم برای انجام آزمایش.....

۹ ــ ۶ مطالب علمی مربوط به آزمایش به اختصار.....

۹ ــ ۷ شرح نحوه انجام آزمایش.....

۹ ــ ۸ اشکال مورد نیاز.....

۹ ــ ۹ نمودار، جداول و محاسبات لازم.....

۹ ــ ۱۰ نتیجهٔ حاصل از انجام آزمایش.....

۹ ــ ۱۱ پاسخ به سؤالات کتاب آزمایشهای فیزیک.....

۹ ــ ۱۲ نظرات و پیشنهادات.....

۱۰ ــ در تهیه گزارش کار آزمایشگاه واحد کمیات را در متن و در جداول ذکر کنید.

۱۱ ــ هر مطلبی را که دربارهٔ آزمایش مربوطه مفید می‌دانید در ردیف نظرات و پیشنهادات بنویسید.

خطا در اندازه‌گیری

در اندازه‌گیری کمیّتهای مختلف مانند طول، زمان، جرم.... هرگز اندازه واقعی را نمی‌توان به دست آورد. زیرا که در عمل مرتکب خطاهایی می‌شویم. با انتخاب وسائل دقیق و روش صحیح می‌توان اندازهٔ خطا را کم کرد ولی اندازهٔ آن به صفر نمی‌رسد. در هر اندازه‌گیری، وسیله اندازه‌گیری باید با کمیّتی که هدف تعیین اندازهٔ آن است مناسب باشد. برای تعیین فاصلهٔ بین دو شهر چند متر خطا قابل چشم‌پوشی است در صورتیکه در اندازه‌گیری ارتفاع یک ساختمان یک متر خطا قابل چشم‌پوشی نمی‌باشد. همچنین در اندازه‌گیری طول یک میز که تقریباً ۲ متر است، ۲ میلیمتر خطا جایز است، در صورتیکه در اندازه‌گیری ضخامت یک شیشه یا قطر یک سیم که تقریباً ۳ میلیمتر می‌باشند چنین خطائی جایز نیست. بدین جهت است که در موارد مختلف از وسائل اندازه‌گیری گوناگونی استفاده می‌شود. به عنوان مثال طول اتاق را با متر نواری، قطر سیم را با ریزسنج، جرم میوه‌ها را با ترازوی معمولی، جرم دارو را با ترازوی دقیق اندازه می‌گیرند. توجه به این نکته ضروری است که در نوشتن یا بیان نتایج حاصل از اندازه‌گیری بایستی ارقامی را که خارج از حدود دقت اندازه‌گیری است حذف کرد. با استفاده از رابطهٔ $S = a.b$ اگر اندازهٔ طول مستطیلی $a = ۳/۶$ سانتیمتر، و اندازهٔ عرض آن $b = ۲/۴$ سانتیمتر را بدست آورده‌ایم ظاهراً اندازهٔ مساحت مستطیل که از حاصل ضرب a در b به دست می‌آید برابر با $S = ۸/۶۴$ سانتیمتر مربع است. ولی با توجه به ارقام بدست آمده از اندازه‌گیری که هر دو با یک

رقم اعشار (دو رقم معنی‌دار) است باید نتیجه را نیز با یک رقم اعشار (دو رقم معنی‌دار) سنجید. بنابراین باید گفت S= ۸/۶ سانتیمتر مربع است. در صورتیکه S را برابر با S = ۸/۶۴ نشان دهیم، مساحت را با دقتی که فاقد آن هستیم نشان داده‌ایم.

خطای مطلق

فرض کنید طول حقیقی یک ورقه کاغذ ۱۸۵ میلیمتر باشد، اگر طول آن را اندازه بگیرند و عدد ۱۸۷ میلیمتر را بدست آورند اختلاف موجود، ۲ = ۱۸۵ ــ ۱۸۷ میلیمتر است. این اختلاف را خطای مطلق در اندازه‌گیری می‌گویند. بنابراین «*اختلاف بین اندازهٔ واقعی و اندازهٔ حاصل از اندازه‌گیری را خطای مطلق گویند.*» نظر به اینکه اندازه واقعی یک کمیّت هرگز مشخص نیست، در عمل برای اندازه‌گیری یک کمیّت، اندازه‌گیری را چند بار تکرار می‌کنند و اندازه‌های به دست آمده را با هم جمع و بر تعداد دفعات اندازه‌گیری تقسیم می‌کنند و اندازهٔ بدست آمده را اندازهٔ متوسط کمیّت می‌گویند. ثابت شده است هر چه تعداد دفعات اندازه‌گیری بیشتر باشد اندازهٔ متوسط یا میانگین به اندازهٔ واقعی نزدیکتر خواهد بود. بنابراین خطای مطلق در هر اندازه‌گیری، اختلاف بین میانگین و اندازهٔ حاصل در هر یک از اندازه‌گیری‌ها است.* اگر اندازهٔ متوسط طولی ۲۸/۶ سانتیمتر و اندازهٔ حاصل از یک اندازه‌گیری ۲۸/۹ سانتیمتر باشد، خطای مطلق ۰/۳ = ۲۸/۶ - ۲۸/۹ سانتیمتر است. اگر آزمایش را چندین بار تکرار کرده باشند بزرگترین اختلاف بین اندازه‌گیری‌ها و میانگین را خطای مطلق می‌گویند. اگر طولی را چهار بار اندازه گرفته باشند و نتایج زیر برحسب سانتی‌متر به دست آمده باشد: ۱۷۵/۷، ۱۷۵/۸، ۱۷۵/۴، ۱۷۵/۵ میانگین این اندازه‌ها ۱۷۵/۶ سانتی‌متر می‌باشد.

$$\frac{۱۷۵/۵ + ۱۷۵/۴ + ۱۷۵/۸ + ۱۷۵/۷}{۴} = ۱۷۵/۶$$

و خطای مطلق در اندازه‌گیری فوق برابر با ۰/۲ سانتی‌متر است.

۱۷۵/۸ - ۱۷۵/۶ = ۰/۲

خطای نسبی

فرض کنید طول تختهٔ نسبتاً بلندی چند بار اندازه گرفته شده و میانگین اندازه‌گیری‌ها برابر ۳۰۰ سانتی‌متر و خطای مطلق یک سانتی‌متر می‌باشد. در آزمایش دیگری طول تخته کوتاه‌تری را چند بار اندازه گرفته‌اند، میانگین اندازه‌گیری‌ها ۳۰ سانتی‌متر و خطای مطلق این اندازه‌گیری‌ها یک سانتی‌متر است. باید گفت که آزمایش اوّل بسیار دقیق‌تر از آزمایش دوّم است. زیرا که در آزمایش اوّل، در ۳۰۰ سانتی‌متر یک سانتیمتر خطا وجود دارد و در آزمایش

---

* خطاها به سه دلیل عمده ظاهر می‌شوند:
الف ــ خطای ناشی از عوامل محیطی مانند دما، رطوبت، جریان هوا و.....
ب ــ خطای ناشی از وسیله اندازه‌گیری.
ج ــ خطای ناشی از شخص اندازه‌گیر.

دوم در ۳۰ سانتی‌متر یک سانتی‌متر خطا موجود است. از این روست که برای نشان دادن دقت آزمایش به جای خطای مطلق از خطای نسبی استفاده می‌شود. خطای نسبی از تقسیم خطای مطلق بر اندازهٔ واقعی (اندازهٔ متوسط) بدست می‌آید. در این مثال خطای نسبی آزمایش اوّل $\frac{۱}{۳۰۰}$ و خطای نسبی آزمایش دوّم $\frac{۱}{۳۰}$ است. بنابراین آزمایش اوّل ده بار دقیق‌تر از آزمایش دوّم است.

دانستن ارزش عدد صفر بعد از ممیّز و یا بعد از آخرین رقم اعشاری ضروری است. اگر در اندازه‌گیری یک کمیّت نتایج با اعداد ۴۳ و ۴۳/۰ نشان داده شوند باید توجه داشت که اندازهٔ ۴۳ دارای دو رقم معنی‌دار و اندازهٔ ۴۳/۰ دارای سه رقم معنی‌دار می‌باشند. و دقت اندازه‌گیری دوم بیشتر از دقت اندازه‌گیری اوّل است.

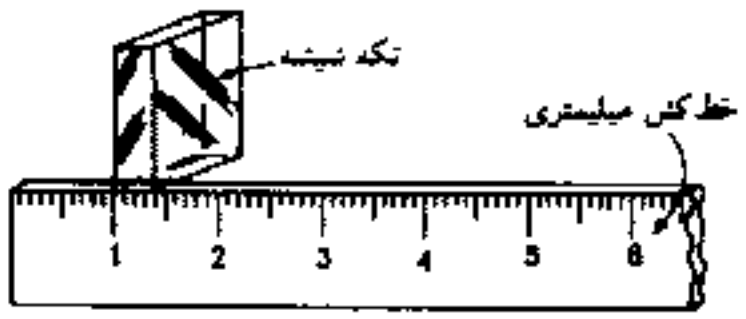
درصد خطا

حاصل ضرب خطای نسبی در عدد ۱۰۰ را درصد خطا می‌گویند. اگر خطای نسبی در یک اندازه‌گیری $\frac{۱}{۹۰}$ باشد درصد خطا در این اندازه‌گیری $\frac{۱۰۰}{۹۰} = ۱۰۰ \times \frac{۱}{۹۰}$ خواهد بود و به صورت ۱/۱٪ نشان داده می‌شود.

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۱

اندازه‌گیری طول



شکل ۱ ــ ۱

هدف: آموزش نحوهٔ استفاده از خط‌کش

وسایل مورد نیاز:

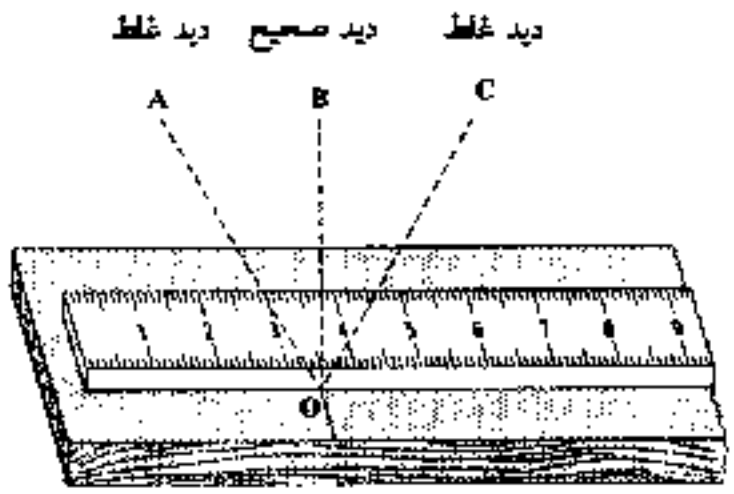
۱ ــ خط‌کش میلیمتری یا متر نواری

۲ ــ شیء مسطح به شکل مستطیل (یک قطعه شیشه، تخته یا فلز)

اندازه‌گیری طول

برای اندازه‌گیری طول یک شیء کافی است که طول‌سنجی را در کنار آن قرار دهیم و تعداد درجه‌هایی از طول‌سنج را که بر طول شیء منطبق است بخوانیم. طول‌سنج مورد استفاده ما خط‌کش یا متر نواری است. طولهایی را که از طول خط‌کش یا متر نواری خیلی بزرگتر یا از کوچکترین درجه آنها کوچکتر باشد نمی‌توانیم با خط‌کش یا متر نواری اندازه بگیریم.

به هنگام خواندن هر یک از درجه‌ها بایستی چشم خود را در امتداد خط عمودی قرار دهید که از درجه مورد نظر می‌گذرد شکل ۱ ــ ۲.



شکل ۱ ــ ۲ ــ به هنگام خواندن درجهٔ طول سنج بایستی چشم در امتداد خط BO قرار گیرد

روش کار: برای اندازه‌گیری طول، صفر خط‌کش را بر ابتدای شیء مورد نظر منطبق کرده و درجه‌ای را که در مقابل انتهای شیء قرار دارد می‌خوانند طول شیء برابر با عددی است که خوانده می‌شود.

به جای درجه صفر خط‌کش هر درجهٔ دلخواه دیگری را میتوان به ابتدای شیء منطبق کرد. طول شیء از تفاضل دو درجه‌ای که بر انتها و ابتدای شیء منطبق است به دست می‌آید.

دستور کار: ۱ ــ خط‌کش یا متر نواری را که در اختیار دارید به دقت مورد بررسی قرار دهید. (۱ ــ آیا خط‌کش کاملاً سالم است؟ ۲ ــ صفر آن سائیده شده است؟ ۳ ــ طول خط‌کش چه اندازه است؟ دقت اندازه‌گیری خط‌کش چه اندازه است؟ و....)

۲ ــ طول و عرض قطعه شیشه یا فلز مستطیل شکلی را که در اختیار دارید با استفاده از خط‌کش یا متر نواری با دقت لازم و با دید صحیح اندازه بگیرید. هر اندازه‌گیری را سه بار تکرار کنید.

با استفاده از اندازه‌های بدست آمده از اندازه‌گیری‌ها و محاسبات لازم جدول زیر را کامل کنید.

شمارهٔ آزمایش	طول cm	عرض cm	مساحت cm^2
۱			
۲			
۳			
میانگین			
خطای مطلق			
خطای نسبی			
درصد خطای نسبی			

جدول ۱ ــ ۱

پرسش

۱ ــ اگر صفر خط‌کش سائیده شده باشد و یا اگر قسمتی از خط‌کش شکسته باشد چگونه میتوان طول پاره خطی را با آن اندازه گرفت؟

۲ ــ آیا می‌توانید با خط‌کشی که در اختیار دارید ضخامت یک ورق کاغذ را اندازه بگیرید؟

۳ ــ طول خط منحنی را چگونه اندازه می‌گیرید؟

جلسهٔ دوّم

آزمایش ۲ ــ کولیس
آزمایش ۳ ــ ریزسنج
وسایل مورد نیاز برای انجام آزمایشهای ۲ ــ ۳

۱ ــ کولیس	۱ عدد
۲ ــ ریزسنج	۱ عدد
۳ ــ استوانه کوچک توخالی	۱ عدد
۴ ــ شیشهٔ تخت یا صفحهٔ فلزی	۱ قطعه
۵ ــ سیم یا میلهٔ نازک فلزی	۱ تکه
۶ ــ گلولهٔ فلزی یا شیشه‌ای	۱ عدد

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۲

کولیس

شکل ۲ ــ ۱

هدف: شناخت کولیس و کسب مهارت لازم برای کار با آن

وسایل مورد نیاز:

۱ ــ کولیس ۱ عدد

۲ ــ لوله یا استوانه توخالی (کوچک شیشه‌ای یا فلزی) ۱ عدد

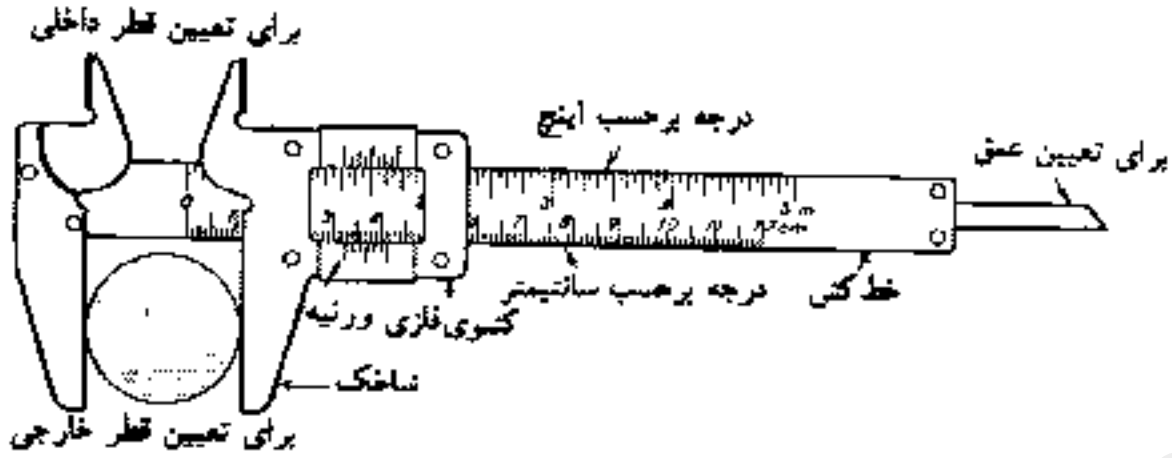
کولیس

قطر داخلی و خارجی یک لوله را نمی‌توان با دقت و به آسانی با یک خط‌کش مدرّج اندازه گرفت. برای اندازه‌گیری دقیق‌تر آنها از کولیس استفاده می‌شود. کولیس از ترکیب یک خط‌کش مدرج و یک ورنیه متحرک درست شده است شکل ۲ ــ ۱. خط‌کش و ورنیه هریک دارای دوشاخک است شاخکهای کوچک برای اندازه‌گیری قطر داخلی و شاخکهای بزرگ برای اندازه‌گیری قطر خارجی اجسام به کار می‌رود. خط‌کش برحسب میلیمتر مدرّج شده و ورنیه دارای درجه‌بندی کوچکی است که اغلب[1] شامل ۱۰ قسمت بوده و معادل ۹ میلیمتر است یعنی ۹ میلیمتر در روی ورنیه به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است. بنابراین هر درجه ورنیه به اندازه $\frac{1}{10}$ میلیمتر از هر درجه روی خط‌کش کوچکتر است. با این نوع کولیس به آسانی می‌توانیم تا $\frac{1}{10}$ میلیمتر را اندازه بگیریم. دقت *اندازه‌گیری کولیس از تقسیم کردن یک درجه خط‌کش بر تعداد تقسیمات ورنیه بدست می‌آید*. برخی از انواع کولیس‌ها برای اندازه‌گیری عمق، یک تیغه باریک دارند که به ورنیه متصل است و با آن حرکت می‌کند. اگر صفر ورنیه بر صفر خط‌کش منطبق باشد،

---

۱ ــ انواع دیگری از کولیس‌ها وجود دارند که در آنها: الف ــ ۱۹ میلیمتر در روی ورنیه به ۲۰ قسمت تقسیم شده است. ب ــ ۲۴/۵ میلیمتر در روی ورنیه به ۲۵ قسمت تقسیم شده است. ج ــ ۳۹ میلیمتر در روی ورنیه به ۲۰ قسمت د ــ ۴۹ میلیمتر در روی ورنیه به ۵۰ قسمت تقسیم شده است.

انتهای تیغه بر انتهای خط‌کش منطبق می‌گردد. در صنعت برای اندازه‌گیری قطر گلوله و سیلندر و پیستون و طول وسایل مختلف از انواع کولیس‌ها با بزرگی‌های مختلف استفاده می‌شود.



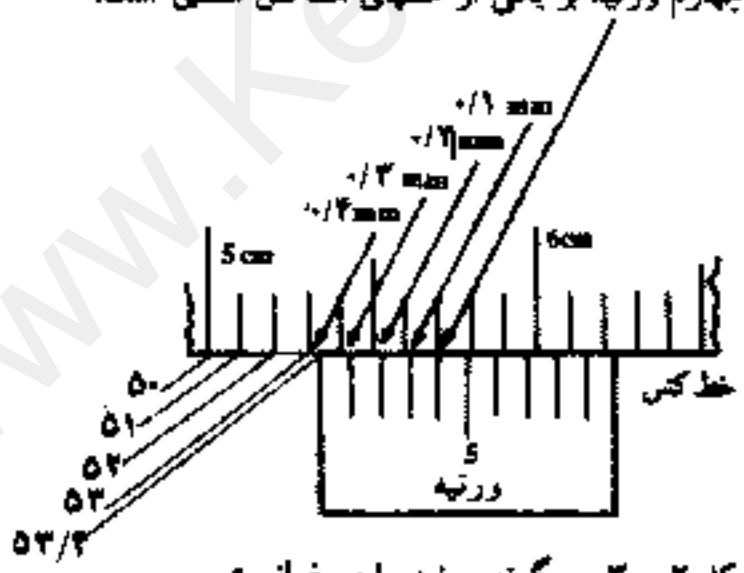
شکل ۲ـ۲

روش کار

اندازه‌گیری قطر یا طول: جسمی را که منظور تعیین طول یا قطر خارجی آن است در بین شاخک‌های ثابت و متحرک بزرگ قرار می‌دهند شکل ۲ ــ ۲. به‌طوریکه هردو شاخک با بدنه جسم تماس داشته باشند. سپس به کمک ورنیه و خط‌کش اندازهٔ طول یا قطر گلوله را تعیین می‌کنند.

درجات را از روی خط‌کش (عددی که صفر ورنیه در مقابل آن قرار دارد و یا از آن گذشته است) و کسر درجات را از روی ورنیه می‌خوانند. برای خواندن کسر درجات، درجه‌ای از درجات ورنیه را پیدا می‌کنند که درست در برابر یکی از درجات خط‌کش قرار گرفته است. شکل ۲ ــ ۳ خط مدرّج و یک ورنیه را نشان می‌دهد که عدد ۵۳/۴ میلیمتر روی آن خوانده می‌شود.

در اینجا خط چهارم ورنیه بر یکی از خطهای خط‌کش منطبق است.



شکل ۲ ــ ۳ ــ چگونه ورنیه را می‌خوانیم؟

اندازه‌گیری قطر داخلی: برای اندازه‌گیری قطر داخلی مثلاً قطر داخلی یک لوله دو شاخک بالایی شکل ۲ــ۲ را در داخل لوله فرومی‌برند و ورنیه را بر روی خط‌کش آنقدر جابه‌جا می‌کنند تا دو شاخکْ با جدار داخلی لوله تماس پیدا کنند. کولیس را تاحدی در داخل لوله می‌چرخانند تا دو شاخک بر قطر لوله منطبق گردد.

در این حالت قطر داخلی را با روش قبلی از روی خط‌کش و ورنیه می‌خوانند.

اندازه‌گیری عمق: برای اندازه‌گیری عمق اجسام مثلاً عمق یک استوانه، انتهای خط‌کش را بر لبهٔ استوانه می‌چسبانند و ورنیه را حرکت می‌دهند تا تیغهٔ آن با کف استوانه تماس پیدا کند. عمق استوانه را مانند اندازه قطر از روی خط‌کش و ورنیه می‌خوانند.

برای جلوگیری از هرگونه لغزش ورنیه به هنگام قرائت درجات در برخی از کولیس‌ها در زیر ورنیه پیچ یا شاسی خاصی که عمل ضامن را انجام میدهد وجود دارد. با استفاده از آن ورنیه در روی خط‌کش ثابت می‌ماند.

دستور کار: ۱ ــ کولیسی را که دراختیار دارید به دقت بررسی کنید. (۱ ــ از چه قسمتهایی درست شده است؟ ۲ ــ آیا سالم است؟ ۳ ــ کار هر قسمت چیست؟ ۴ ــ دقت اندازه‌گیری آن چه اندازه است؟.....)

۲ ــ قطر داخلی و خارجی و عمق دو نمونه از وسایلی را که در اختیار دارید اندازه‌گیری کنید و جدول زیر را کامل نمائید.

پرسش

۱ ــ دو عدد کولیس موجود است. طول ورنیه کولیس اوّل ۱۹ و طول ورنیهٔ کولیس دوم ۳۹ میلیمتر است هریک از آنها را به ۲۰ قسمت مساوی تقسیم کرده‌اند. دقت اندازه‌گیری هریک از کولیس‌ها چه اندازه است؟

۲ ــ یک نفر تراشکار برای اندازه‌گیری قطر سیلندر اتومبیل از چه وسیله‌ای استفاده می‌کند؟

۳ ــ دقت اندازه‌گیری کولیس که در آن ۲۴/۵ میلیمتر به ۲۵ قسمت تقسیم می‌شود چه اندازه است؟

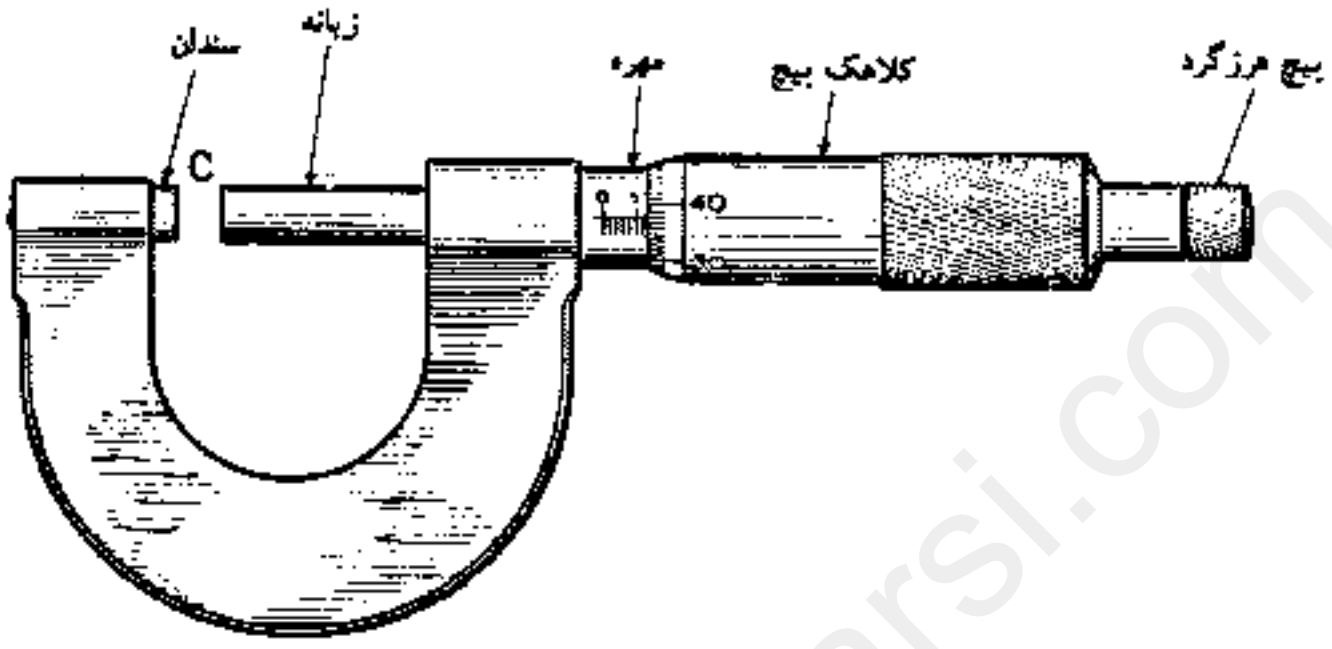
۴ ــ ابعاد داخلی یک مکعب مستطیل توخالی را چگونه اندازه می‌گیرند؟

شماره آزمایش	قطر خارجی	قطر داخلی	عمق
۱ ۲ ۳			
میانگین			
خطای مطلق			
خطای نسبی			

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۳

ریزسنج



شکل ۳ ـ ۱

هدف: شناخت ریزسنج و کسب مهارت لازم برای انجام کار با آن.

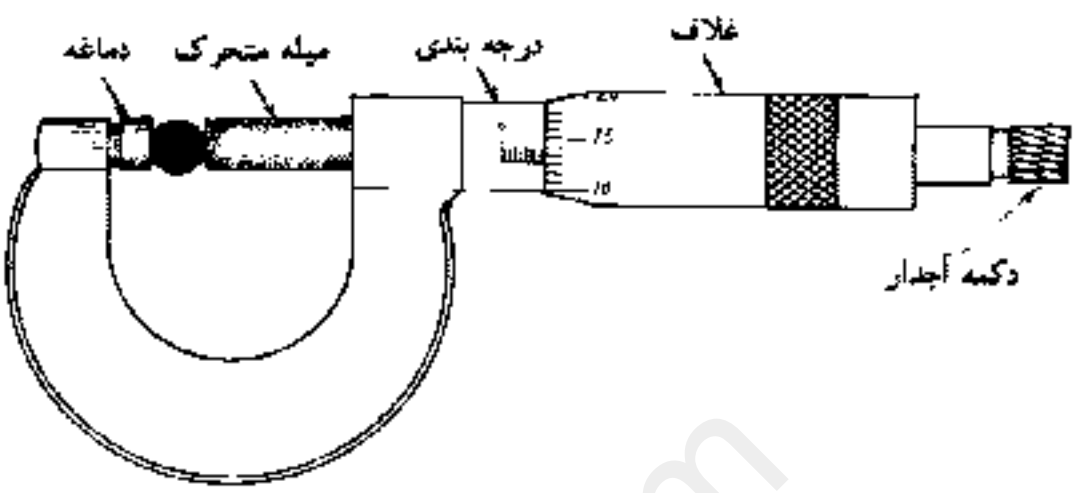
وسایل موردنیاز: ریزسنج ـ یک قطعه شیشه یا صفحهٔ فلزی ـ سیم یا میلهٔ نازک فلزی ـ گلولهٔ فلزی یا شیشه‌ای.

ریزسنج

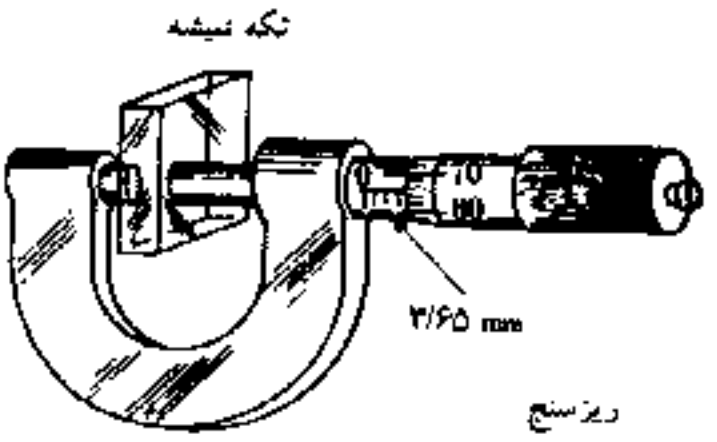
ضخامت ورقه‌های نازک و قطر سیم‌های نازک را با اسبابی به نام ریزسنج اندازه می‌گیرند. این اسباب از ترکیب یک پیچ و یک مهره مدرّج مطابق شکل ۳ ـ ۱ ساخته شده است. در این وسیله، مهره استوانه‌ای است توخالی که سطح خارجی آن مدرّج شده است. این استوانه به کمانی متصل است. در انتهای دیگر کمان زایده‌ای وجود دارد که به آن سندان می‌گویند. پیچ در داخل کلاهکی قرار دارد و در داخل مهره حرکت می‌کند. کلاهک پیچ بر روی سطح خارجی مهره جابجا می‌شود. درصورتی که پای پیچ ۰/۵ میلیمتر باشد دور کلاهک پیچ به پنجاه قسمت و اگر پای پیچ یک میلیمتر باشد دور کلاهک پیچ به صد قسمت تقسیم می‌شود. به آن قسمت از پیچ که از داخل مهره خارج شده و در داخل کمان جابجا می‌گردد زبانه می‌گویند.

اگر پیچ یک دور پیچد در نوع اوّل زبانه ریزسنج نیم میلیمتر و در نوع دوّم یک میلیمتر جابه‌جا می‌شود. بنابراین وقتی پیچ به اندازه یک درجه پیچد دهانه ریزسنج به اندازه یک صدم میلیمتر باز یا بسته می‌شود. بنابراین با استفاده از ریزسنج دقت اندازه‌گیری تا $\frac{۱}{۱۰۰}$ میلیمتر بالا می‌رود.

روش کار: برای اندازه‌گیری، جسم موردنظر را بین زبانه و سندان قرار می‌دهند. پیچ کلاهک را آنقدر می‌چرخانند تا جسم با زبانه و سندان تماس پیدا کند شکل‌های ۳ ــ ۲ و ۳ ــ ۳.



شکل ۳ ــ ۲



شکل ۳ ــ ۳

برای چرخاندن کلاهک پیچ، پیچ هرز گرد را می‌پیچانند. پس از تماس زبانه با جسم، پیچ هرز گرد صدا می‌کند. با شنیدن صدا عمل پیچاندن را متوقف می‌کنند، درغیراینصورت از حساسیت اسباب کاسته می‌شود. درجات میلیمتر را روی مهره و درجات صدم میلیمتر را از روی کلاهک پیچ می‌خوانند. درجه‌ای از کلاهک پیچ خوانده می‌شود که در امتداد خط افقی مهره قرار دارد شکل ۳ ــ ۲.

دستور کار: ۱ ــ ریزسنجی را که دراختیار دارید به دقت بررسی کنید (از چه قسمتهایی درست شده است؟ آیا سالم است؟ کار هر قسمت چیست؟ دقت اندازه‌گیری آن چه اندازه است؟...). ۲ ــ ضخامت یک ورقه فلزی یا شیشه‌ای هم‌چنین قطر یک گلوله و یک سیم فلزی را اندازه بگیرید. ۳ ــ حجم گلوله‌ای را که قطر آن را تعیین کرده‌اید محاسبه کرده و باتوجه به دقت اندازه‌گیری ریزسنج اعداد معنی‌دار مربوط به حجم را مشخص کنید.

ضمن آزمایش جدول زیر را کامل کنید:

پرسش

۱ ــ اساس کار و ساختمان ریزسنجها بر چه مبنایی است؟

۲ ــ دقت اندازه‌گیری ریزسنجی که دراختیار دارید چه اندازه است؟

۳ ــ چنانچه در ریزسنجی فاصله بین دو دندانه متوالی پیچ (پای پیچ) یک میلیمتر باشد و کلاهک پیچ به ۵۰ قسمت مساوی تقسیم شده باشد دقت اندازه‌گیری ریزسنج چه اندازه است؟

۴ ــ چند نمونه از کاربردهای ریزسنج را در صنعت ذکر کنید.

شماره آزمایش	ضخامت ورقه شیشه‌ای یا فلزی	قطر گلوله	حجم گلوله
۱			
۲			
۳			
میانگین			

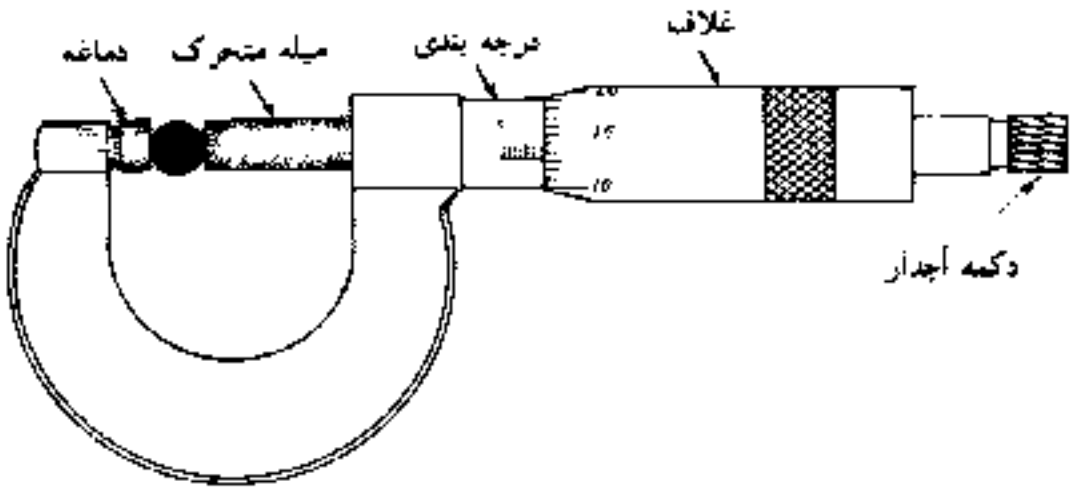
جلسهٔ سوّم

آزمایش ۴ ــ اندازه‌گیری حجم
آزمایش ۵ ــ اندازه‌گیری جرم
آزمایش ۶ ــ تعیین جرم حجمی و چگالی جامدات و مایعات
وسایل مورد نیاز برای انجام آزمایشهای ۴ ــ ۵ ــ ۶:

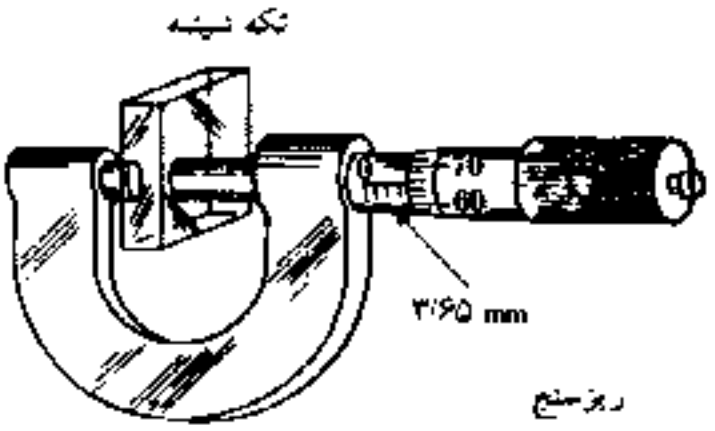
۱ ــ استوانه‌های مدرّج ۲۵۰cc و ۵۰cc و ۱۰cc از هر کدام	۱ عدد
۲ ــ جسمی که منظور تعیین حجم آن است و در آب فرو میرود	۱ عدد
۳ ــ نخ	به مقدار مورد نیاز
۴ ــ ترازِ بنائی	۱ عدد
۵ ــ آب	به مقدار مورد نیاز
۶ ــ جسم با چگالی کمتر از آب	۱ عدد
۷ ــ مهره یا هر جسم جامد دیگر	۱ عدد
۸ ــ جیوه	به مقدار مورد نیاز
۹ ــ ترازوی دوکفه‌ای یا نوع دیگری که در اختیار دارید	۱ عدد
۱۰ ــ جعبهٔ وزنه	۱ عدد
۱۱ ــ جسمی که منظور تعیین جرم آن است	۱ عدد
۱۲ ــ پاره سنگ	چند عدد
۱۳ ــ گلوله فلزی با اندازه‌های مختلف	۲ عدد
۱۴ ــ جسمی که منظور تعیین جرم حجمی آن است	۱ عدد
۱۵ ــ تنگ چگالی (پیکنومتر یا دِکانتور)	۱ عدد
۱۶ ــ الکل صنعتی یا نفت یا محلول غلیظ آب نمک یا...	به مقدار مورد نیاز از هرکدام

www.KetabFarsi.com

روش کار: برای اندازه‌گیری، جسم موردنظر را بین زبانه و سندان قرار می‌دهند. پیچ کلاهک را آنقدر می‌چرخانند تا جسم با زبانه و سندان تماس پیدا کند شکل‌های ۳ ــ ۲ و ۳ ــ ۳.



شکل ۳ ــ ۲



شکل ۳ ــ ۳

برای چرخاندن کلاهک پیچ، پیچ هرز گرد را می‌پیچانند. پس از تماس زبانه با جسم، پیچ هرز گرد صدا می‌کند. با شنیدن صدا عمل پیچاندن را متوقف می‌کنند، درغیراینصورت از حساسیت اسباب کاسته می‌شود. درجات میلیمتر را روی مهره و درجات صدم میلیمتر را از روی کلاهک پیچ می‌خوانند. درجه‌ای از کلاهک پیچ خوانده می‌شود که در امتداد خط افقی مهره قرار دارد شکل ۳ ــ ۲.

دستور کار: ۱ ــ ریزسنجی را که دراختیار دارید به دقت بررسی کنید (از چه قسمتهایی درست شده است؟ آیا سالم است؟ کار هر قسمت چیست؟ دقت اندازه‌گیری آن چه اندازه است؟...). ۲ ــ ضخامت یک ورقه فلزی یا شیشه‌ای همچنین قطر یک گلوله و یک سیم فلزی را اندازه بگیرید. ۳ ــ حجم گلوله‌ای را که قطر آن را تعیین کرده‌اید محاسبه کرده و باتوجه به دقت اندازه‌گیری ریزسنج اعداد معنی‌دار مربوط به حجم را مشخص کنید.

ضمن آزمایش جدول زیر را کامل کنید:

پرسش

۱ ــ اساس کار و ساختمان ریزسنجها بر چه مبنایی است؟

۲ ــ دقت اندازه‌گیری ریزسنجی که دراختیار دارید چه اندازه است؟

۳ ــ چنانچه در ریزسنجی فاصله بین دو دندانه متوالی پیچ (پای پیچ) یک میلیمتر باشد و کلاهک پیچ به ۵۰ قسمت مساوی تقسیم شده باشد دقت اندازه‌گیری ریزسنج چه اندازه است؟

۴ ــ چند نمونه از کاربردهای ریزسنج را در صنعت ذکر کنید.

شماره آزمایش	ضخامت ورقه شیشه‌ای یا فلزی	قطر گلوله	حجم گلوله
۱			
۲			
۳			
میانگین			

۱۳

۱۵

بورت

شکل ۴ ــ ۱ ظروف مدرّج

جلسهٔ سوّم

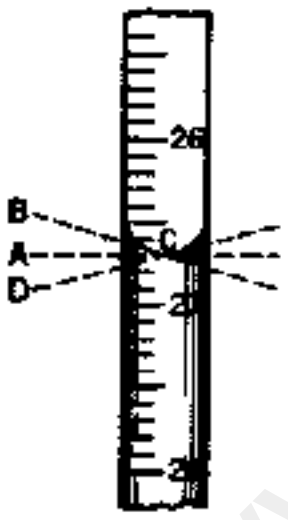
حجم اجسامی که شکل هندسی منظمی دارند با روش هندسی تعیین می‌شود. به عنوان مثال: برای تعیین حجم یک کُره، d قطر آن را اندازه گرفته و در رابطه ریاضی $V=\frac{۴}{۳}\pi(\frac{d}{۲})^{۳}$ قرار می‌دهند. و برای تعیین حجم یک استوانه، d قطر و h ارتفاع آن را اندازه گرفته و در رابطهٔ $V=\pi(\frac{d}{۲})^{۲}.h$ قرار می‌دهند.

حجم مایعات را برحسب لیتر یا میلی‌لیتر (یک هزارم لیتر) می‌سنجند. یک میلی‌لیتر یک سانتی‌متر مکعب است. برای تعیین حجم مایعات از ظرف‌های مدرّج، مانند: استوانهٔ مدرّج، بورت، پیپت، شکل‌های۴ ــ ۱ استفاده می‌کنند.

برای تعیین حجم اجسام جامدی که شکل هندسی منظمی ندارند:

در ظرف مدرّجی مقداری آب یا مایع دیگری که اثری بر جسم موردنظر نداشته باشد می‌ریزند و جسم را در آن فرو می‌برند شکل‌های۴ ــ ۶ و ۴ ــ ۷ سطح مایع درظرف بالا می‌آید. درجه مقابل سطح مایع درحالت اخیر مجموع حجم مایع و جسم را نشان می‌دهد. تفاضل درجه مقابل مایع در حالت اوّل از درجه اخیر اندازهٔ حجم جسم است.

درجه‌ای از ظرف مدرّج خوانده می‌شود که در امتداد صفحه‌ای باشد که از پایین‌ترین (در آب) و یا بالاترین (در جیوه) نقاط سطح انحناء مایع می‌گذرد و بر جدار ظرف عمود است. برای خواندن درجهٔ صحیح ظرف محتوی آب مطابق شکل ۴ ــ ۲ باید چشم را در نقطه A قرار داد.



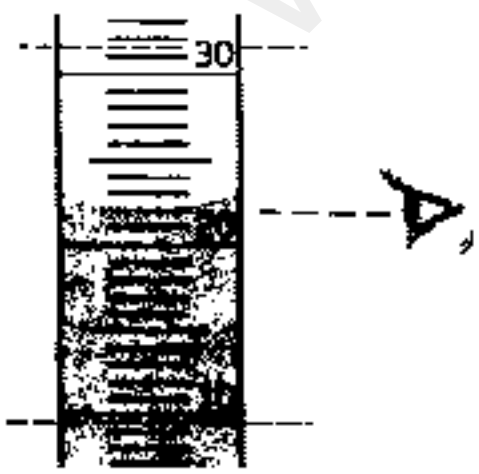
شکل ۴ ــ ۲

شکل ۴ ــ ۳

۱ ــ اندازه‌گیری حجم مایعات

۱ ــ ۱ ــ هنگامی که به سطح آب در داخل ظرف مدرّج نگاه می‌کنید، مشاهده خواهید کرد که آب در قسمتی که با کناره ظرف درتماس است بالاتر از قسمتی است که در وسط ظرف قرار دارد. بنابر این، سطح آزاد آب یک سطح مقعّر خواهد بود شکل ۴ــ۳.

برای آنکه درجهٔ صحیح را بخوانید بایستی چشم خود را در امتداد پائین‌ترین قسمت از سطح مقعّر آب قرار دهید شکل ۴ــ۴.



شکل ۴ ــ ۴

۱ ــ ۲ ــ در صورتیکه ظرف محتوی جیوه یا مایعاتی که جدار ظرف را تر نمی‌کنند باشد سطح آزاد مایع در وسط بالاتر از قسمتهای کناری خواهد بود و بدین ترتیب در سطح آزاد مایع یک سطح محدّب درست

www.KetabFarsi.com

می‌شود شکل ۴ ــ ۵.

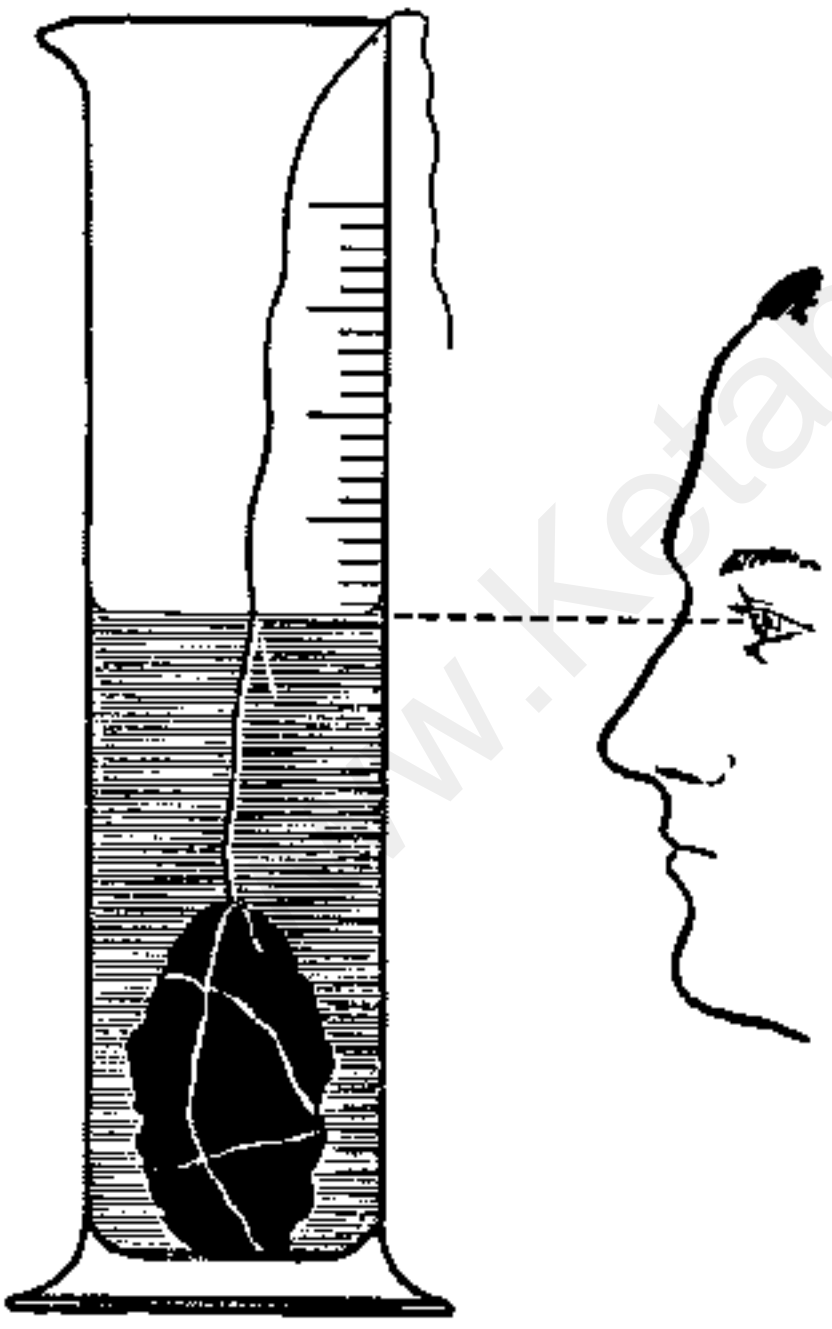
در این حالت بایستی درجه مقابل بالاترین سطح آزاد مایع خوانده شود. حجم مایع برابر درجه‌ای است که خوانده‌اید.

شکل ــ ۴ ــ ۵

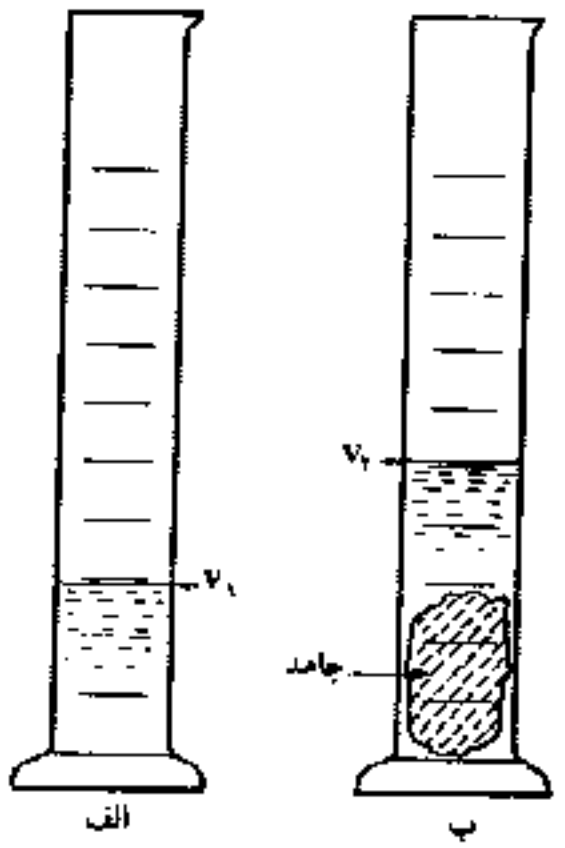
۲ ــ اندازه‌گیری حجم جامدات

۲ ــ ۱ ــ اندازه‌گیری حجم اجسام جامدی که در آب فرو می‌روند: جسم موردنظر را به نخ باریکی بسته و آن را آهسته به داخل مایع فرو می‌برند (شکل ۴ ــ ۶). درجه مقابل سطح آزاد مایع را می‌خوانند اختلاف درجه به‌دست آمده بین دو حالت قبل و بعد از وارد شدن جسم به داخل مایع برابر حجم جسم می‌باشد. درشکل۴ ــ ۷ ــ الف حجم مایع V_1 ومجموع حجم مایع و جسم۴ ــ ۷ ــ ب برابر با V_2 است بنابراین حجم جسم برابر با $V = V_2 - V_1$ خواهد بود.

۲ ــ ۲ ــ اندازه‌گیری حجم اجسام جامدی که در آب فرو نمی‌روند: جسم را به‌وسیلهٔ نخ به وزنه‌ای که حجم آن

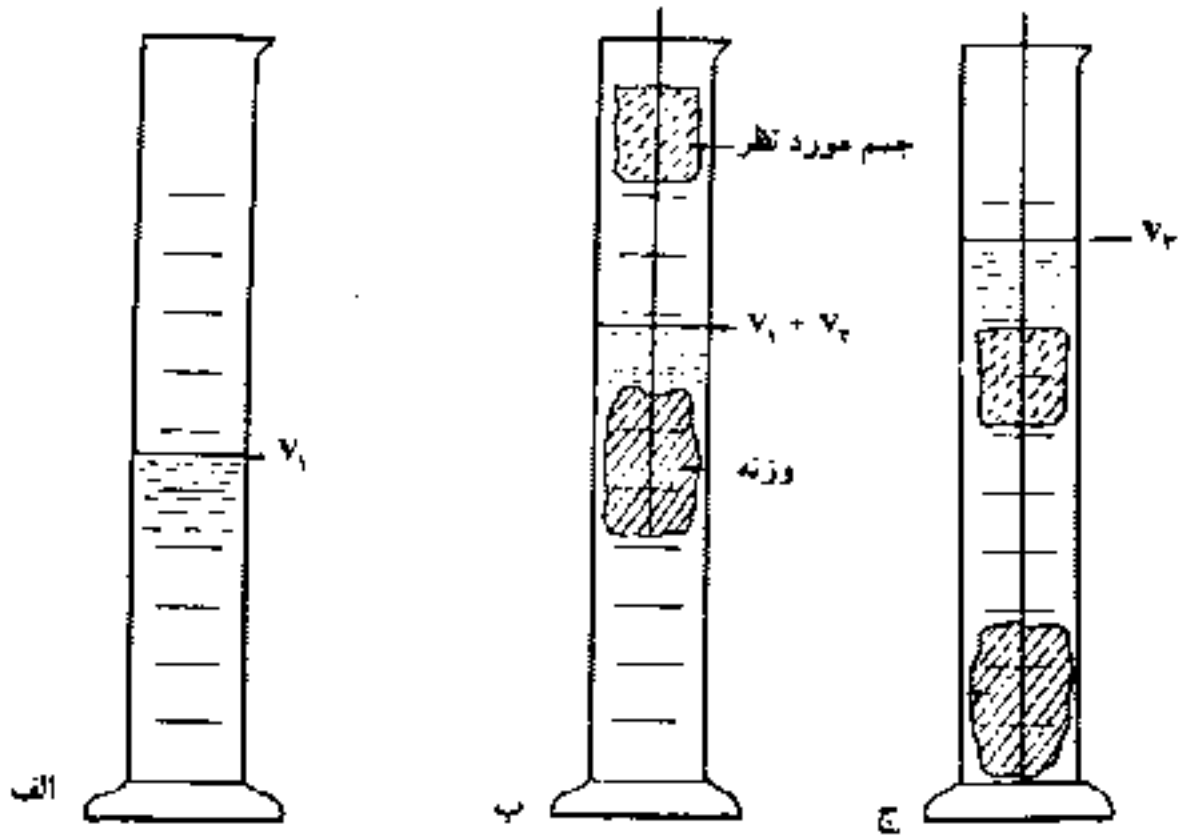


شکل ــ ۴ ــ ۶



شکل ــ ۴ ــ ۷

www.KetabFarsi.com



شکل ـ ۴ ـ ۸

تعیین می‌شود شکل ۴ ـ ۸ ـ ب می‌بندند. جسم و وزنه را به آرامی در داخل آب فرو می‌برند و با استفاده از اختلاف حجمی که سطح آزاد آب نشان می‌دهد، حجم جسم را تعیین می‌کنند. اگر حجم آب را با V_1، حجم وزنه را با V_2 و مجموع حجم آب، جسم و وزنه را با V_3 نشان دهیم، خواهیم داشت:

$V = V_3 - (V_1 + V_2)$ ـــ دراین رابطه V حجم جسم موردنظر است.

(مجموع حجم آب و وزنه) ـ (مجموع حجم جسم و حجم آب و حجم وزنه) = حجم جسم مورد نظر.

دستور کار: افقی بودن میز کار خود را تحقیق کنید (بوسیلهٔ تراز بنّایی).

الف ـ کار با مایعی که جدار ظرف را تر می‌کند:

ظرف مدرج را روی سطح افقی قرار دهید.

مایعاتی را که در اختیار دارید به‌ترتیب در داخل ظرف مدرّج بریزید. حجم آنها را بخوانید. ضمن آزمایش جدول ۴ ـ ۱ را کامل کنید.

ب ـ کار با مایعی که جدار ظرف را تر نمی‌کند:

ظرف مدرّج محتوی جیوه را بر روی یک سطح افقی قرار دهید (مقدار کمی جیوه قبلاً در ظرف مدرّج کوچکی ریخته شده است).

با توجه به حجم جیوه و شکل سطح آزاد آن جدول ۴ ـ ۱ را کامل کنید.

شکل سطح آزاد مایع	cm^3 حجم جسم	نام جسم	آزمایش
			مایعی که جدار ظرف را تر می‌کند
			مایعی که جدار ظرف را تر نمی‌کند
			جسم جامدی که در آب فرو می‌رود
			جسم جامدی که در آب فرو نمی‌رود

جدول ۴ ـ ۱

www.KetabFarsi.com

ج: با استفاده از ظرف مدرّج و آب، حجم جسم جامدی را که در اختیار دارید تعیین کرده در جدول یادداشت کنید.
د: با استفاده از ظرف مدرّج و آب، حجم چوب‌پنبه‌ای را که در اختیار دارید تعیین کرده و در جدول یادداشت کنید.

پرسش

۱ ــ حجم اجسامی را که شکل منظم هندسی ندارند و در آب حل می‌شوند، چگونه تعیین می‌کنید؟

۲ ــ سطح آزاد مایعاتی که به جدار ظرف می‌چسبند چه شکلی دارد؟

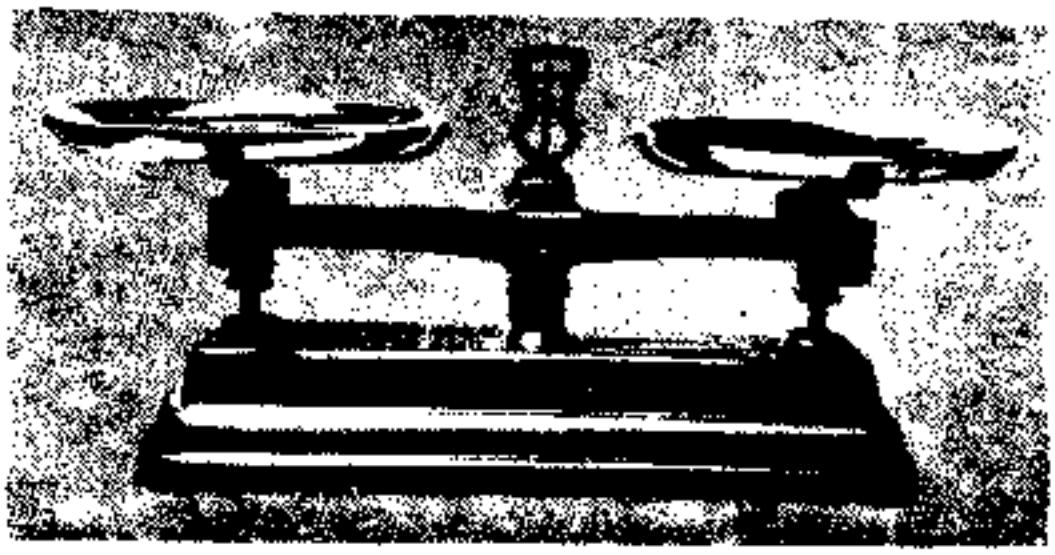
۳ ــ در ظروف مرتبط محتوی مایعاتی که به جدار ظرف می‌چسبند، آیا ارتفاع مایع در لوله‌های باریک و پهن یکسان است؟ اگر یکسان نیست چگونه است؟

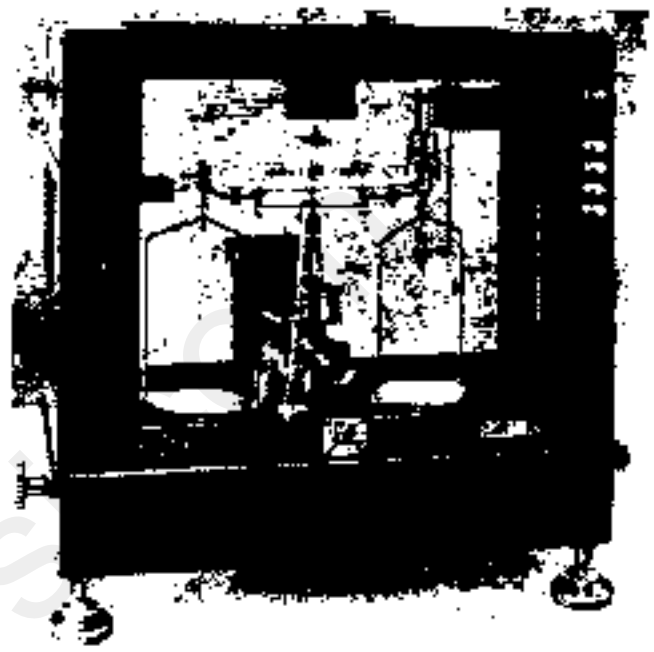
۴ ــ پرسش ۳ را برای مایعاتی که به جدار ظرف نمی‌چسبند پاسخ دهید و علت آن را بنویسید.

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۵

اندازه‌گیری جرم





هدف: شناخت ترازو، اندازه‌گیری جرم با روش ساده و مضاعف.

وسایل موردنیاز:

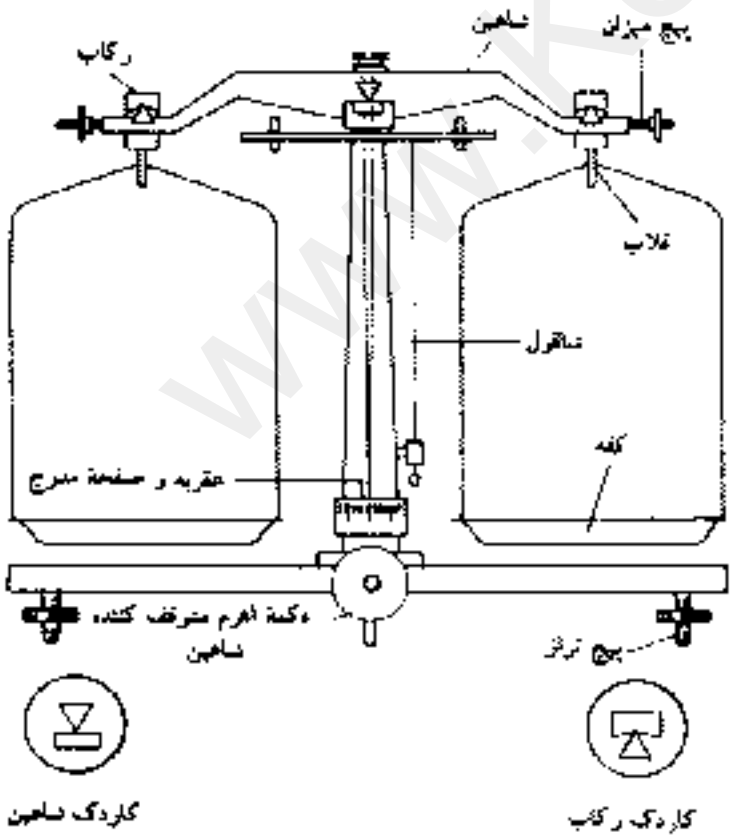
۱ ــ ترازو ــ ۱ عدد ــ ۲ ــ جعبه وزنه ــ ۱ عدد

۳ ــ اجسامی که منظور تعیین جرم آنهاست (چهار جسم مختلف) ــ ۴ ــ پاره‌سنگ.

اندازه‌گیری جرم

برای تعیین جرم یک جسم کافی است نیروی جاذبه‌ای را که زمین بر آن وارد می‌کند با نیروی جاذبه‌ای که از طرف زمین بر یک جسم استاندارد وارد می‌شود مقایسه گردد. این کار **به کمک یک ترازو انجام می‌گیرد. شکل ۵ ــ ۱ یک ترازوی شاهین‌دار معمولی آزمایشگاه** را نشان می‌دهد.

شاهین به وسیله تیغه کاردک وسط، روی بالشتک پایه تکیه دارد و کاردک‌های حامل کفه‌ها به فاصله‌های مساوی از کاردک وسط قرار داده شده‌اند. هنگامی‌که کفه‌ها خالی‌هستند نوک عقربه ترازو درست مقابل صفر صفحهٔ مدرج قرار می‌گیرد و ترازو در حال تعادل است.



شکل ۵ ــ ۱ نقشهٔ یک ترازوی شاهین‌دار معمولی آزمایشگاه

در ترازوهای خیلی دقیق،کاردک‌ها و بالشتک‌های آنها همه از عقیق یـا از اجسام مشابه کـه خیلی مـحکم هستند ساخته می‌شوند. تیغه کاردک‌ها خیلی تیز و در نتیجه شکننده است و اگر ترازو تکان ناگهانی بخورد تیغه سائیده می‌شود.

وقتی ترازو کار نمی‌کند یا قبل از این که بخواهند جسمی را در کفهٔ آن بگذارند باید شاهین را با دکمه اهرمی که به این منظور ساخته شده است متوقف کرد. این اهرم کاردک شاهین را از تماس با بالشتک پایه خارج می‌سازد.

واحد اندازه‌گیری جرم در دستگاه بین‌المللی (SI) کیلوگرم می‌باشد که با Kg نشان داده می‌شود هر ۱۰۰۰ کیلوگرم یک تن و ۰/۰۰۱ کیلوگرم را گرم می‌گویند.

یک کیلوگرم معادل ۱۰۰۰/۱۲۸ سانتیمتر مکعب آب خالص ۴°C است.

روش کار:

الف ــ تعیین جرم با توزین ساده: جسم را در یک کفهٔ ترازو قرارداده و آن‌قـدر جـرم استانـدارد در کـفه دیگر میگذارند تا تعادل برقرار شود. در این حالت مجموع جرم‌های استاندارد برابر جرم جسم است.

ب ــ تعیین جرم با توزین مضاعف: ابتدا جسم را در یک کفه ترازو قـرار داده و آن‌قـدر پـاره‌سنگ در کـفه دیگر می‌گذارند تا تعادل برقرار شود. در مرحله بعد جسم را برداشته و آن‌قدر وزنهٔ استاندارد به جای آن می‌گذارند تا بار دیگر تعادل برقرار شود. جرم جسم برابر مجموع جرم وزنه‌های استاندارد است.

دستور کار: قسمت‌های مختلف ترازوئی را که در اختیار دارید به دقّت بررسی کنید «معمولاً ظـرفیت ترازو بـر روی شاهین یا بدنهٔ آن نوشته شده است». توجّه کنید که قسمت‌های مختلف در جای خـود قـرار داشته بـاشند. «اگـر ترازوی مورد استفاده اهرم متوقف کننده دارد کفه‌های ترازو را بی‌حرکت کنید»، سطح زیرین ترازو را افقی و کـفه‌های ترازو را پاک کنید. در صورتی که انبرک در اختیار دارید هنگام برداشتن وزنه‌ها از انـبرک استفـاده کـنید. جسم را در یک کفه و وزنه‌های لازم را تا برقراری تعادل در کفه دیگر بگذارید.

الف ــ جرم اجسامی که در اختیار دارید با توزین ساده تعیین و اندازه‌های بدست آمده را در جدول زیر یادداشت کنید:

ب ــ جرم دو جسم از اجسامی را که در اختیار دارید با توزین‌مضاعف تعیین و در جدول زیر یادداشت کنید:

شماره آزمایش	نام جسم	جرم جسم با توزین ساده	جرم جسم با توزین مضاعف
۱			
۲			
۳			
۴			

پرسش:

۱ ــ برای برداشتن وزنه چرا از انبرک استفاده می‌کنند؟

۲ ــ در چه مواردی از توزین مضاعف استفاده می‌شود؟

۳ ــ ترازو چه معایبی ممکن است داشته باشد و چگونه مرتفع می‌شود؟

۴ ــ چگونه میتوان سطح زیر کفه‌های ترازو را افقی نمود؟

۵ ــ از پیچ میزانی که در شکل ۵ ــ ۱ نشان داده شده است به چه منظور استفاده می‌شود؟

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۶

چگالی ـ چگالی نسبی

هدف: تعیین چگالی اجسام

وسایل موردنیاز:

ترازو	۱ عدد
جعبه وزنه	۱ عدد
ظرف مدرّج	۱ عدد
گلوله فلزی با اندازه‌های مختلف	۲ عدد
تنگ چگالی (پیکنومتر)	۱ عدد
آب، الکل صنعتی، مخلوط غلیظ آب نمک	به مقدار لازم

چگالی (جرم حجمی)

در صحبتهای روزانه شنیده‌اید که می‌گویند آهن سنگین‌تر از آلومینیم و آلومینیم سنگین‌تر از آب است در فیزیک این مطلب را دقیق‌تر بیان می‌کنند و می‌گویند آهن چگالتر از آلومینیم است.

چگالی یک جسم از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

اگر جرم بر حسب کیلوگرم (kg) و حجم برحسب متر مکعب (m^3) اندازه‌گیری شود چگالی برحسب $\frac{\text{کیلوگرم (kg)}}{\text{متر مکعب } (m^3)}$ خواهد بود.

چگالی جامدات و مایعات اندکی بادما تغییر می‌کند. در اغلب موارد حجم مواد بر اثر گرما زیاد می‌شود و باعث کم شدن چگالی آن ماده می‌گردد.

اگر جرم برحسب گرم (g) باشد در این صورت چگالی برحسب $\frac{\text{گرم (g)}}{\text{سانتی‌مترمکعب}(cm^3)}$ است.

رابطهٔ بین چگالی جرم و حجم را با استفاده از نماد به‌صورت زیر می‌نویسند:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

چگالی نسبی

چگالی نسبی یک ماده نشان می‌دهد که آن ماده نسبت به آب چند مرتبه چگالتر است.

$$\text{چگالی نسبی} = \frac{\text{چگالی ماده}}{\text{چگالی آب}}$$

چگالی نسبی یکا (واحد) ندارد، چگالی نسبی از نظر عددی با چگالی برحسب $\frac{g}{cm^3}$ یکی است.
چگالی نسبی ماده از رابطهٔ زیر نیز به دست می‌آید:

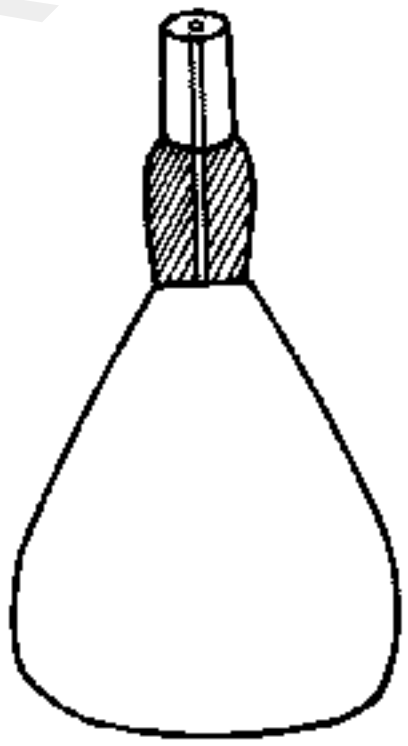
$$\text{چگالی نسبی} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم آب هم حجم آن}}$$

با توجه به اینکه دقت اندازه‌گیری حجم با ظرف مدرج کمتر از دقت اندازه‌گیری جرم با ترازوی کفه‌ای است. این رابطه از این لحاظ مورد توجه است که تنها با اندازه‌گیری جرم‌ها می‌توان چگالی و چگالی نسبی را بدست آورد.
برخی از کتب نسبت چگالی ماده اول را به چگالی ماده دوم، چگالی نسبی گفته‌اند.

تنگ چگالی

عملاً برای تعیین چگالی نسبی مایعات از تنگ چگالی استفاده می‌شود. در وسط در پوش این تنگ سوراخی وجود دارد که هنگام گذاشتن درپوش مایع اضافی از این سوراخ خارج می‌شود. با استفاده از این تنگ می‌توان اطمینان داشت که حجم‌های مایع و آب داخل بطری مساوی است.

برای استفاده از تنگ چگالی یک بار جرم تنگ خالی، و یک بار تنگ پر از مایع مورد نظر و بالاخره جرم تنگ پر از آب را اندازه‌می‌گیرند و چگالی نسبی را تعیین می‌کنند.



www.KetabFarsi.com

دستور کار: ۱ ــ چگالی چند جسم جامد و متفاوت را تعیین و جدول شمارهٔ ۶ ــ ۱ را کامل کنید:

شماره آزمایش	ماده	حجم cm^3	جرم gr	چگالی gr/cm^3	چگالی kg/m^3
۱					
۲					
۳					

جدول ۶ ــ ۱

۲ ــ چگالی چند مایع مختلف را تعیین و در جدولی شبیه جدول ۶ ــ ۱ بنویسید.

۳ ــ چگالی نسبی دو مایع را تعیین و جدول شماره ۶ ــ ۲ را کامل کنید.

ماده	جرم ظرف M	جرم ظرف و مایع M´	$m = M' - M$	چگالی نسبی (d)
آب				
مایع ــ ۱				
مایع ــ ۲				

جدول ۶ ــ ۲

پرسش:

۱ ــ چرا چگالی نسبی از رابطهٔ $d = \frac{m_1}{m_2}$ بدست می‌آید؟

۲ ــ چگالی نسبی بدون واحد است چرا؟

۳ ــ چگالی اجسام جامد را چگونه تعیین می‌کنند؟

۴ ــ چگالی هوا را چگونه اندازه می‌گیرند؟

www.KetabFarsi.com

جلسهٔ چهارم

آزمایش ۷ ــ نیروسنج
آزمایش ۸ ــ اصطکاک
آزمایش ۹ ــ کشش سطحی و لوله‌های موئین
آزمایش ۱۰ ــ بر آیند نیروها

وسایل مورد نیاز:

۱ ــ فنر	۱ عدد
۲ ــ پایه	۲ عدد
۳ ــ میله	۲ عدد
۴ ــ گیره قلابدار	۱ عدد
۵ ــ جعبه وزنه، یا وزنه‌گیر و وزنه‌های مربوطه	۱ عدد
۶ ــ خط‌کش	۱ عدد
۷ ــ کفه	۱ عدد
۸ ــ ترازو	۱ عدد
۹ ــ سطح اصطکاک	۱ عدد
۱۰ ــ لغزنده اصطکاک با کفشک	۱ عدد
۱۱ ــ قرقره کنار میز	۱ عدد
۱۲ ــ تشتک	۱ عدد
۱۳ ــ سوزن خیاطی یا ته‌گرد	۱ عدد
۱۴ ــ کاغذ صافی یا کاهی	۱ برگ
۱۵ ــ لوله‌های موئین	۱ عدد
۱۶ ــ آب	حدود ۱۵۰ سی‌سی
۱۷ ــ ذره‌بین	۱ عدد
۱۸ ــ نخ	به مقدار لازم
۱۹ ــ قرقره گیره‌دار یا قرقره میله‌دار	۲ عدد
۲۰ ــ نقاله	۱ عدد

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۷

نیروسنج

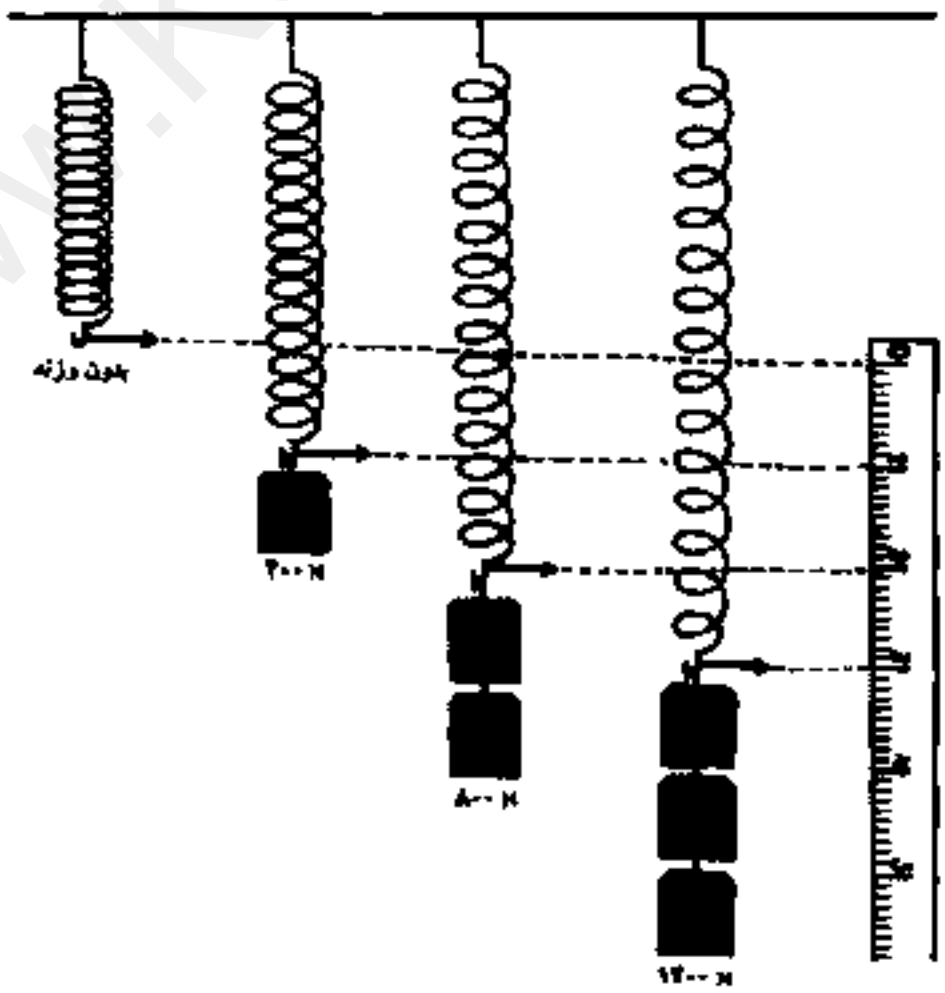
هدف: شناخت نیروی کشسانی، اساس ساختمان و کار نیروسنج.

وسایل مورد نیاز:

فنر	۱ عدد
پایه	۲ عدد
میله	۱ عدد
جعبه وزنه یا وزنه‌گیر و وزنه‌های مربوطه	۱ عدد
کفه	۱ عدد
خط‌کش	۱ عدد

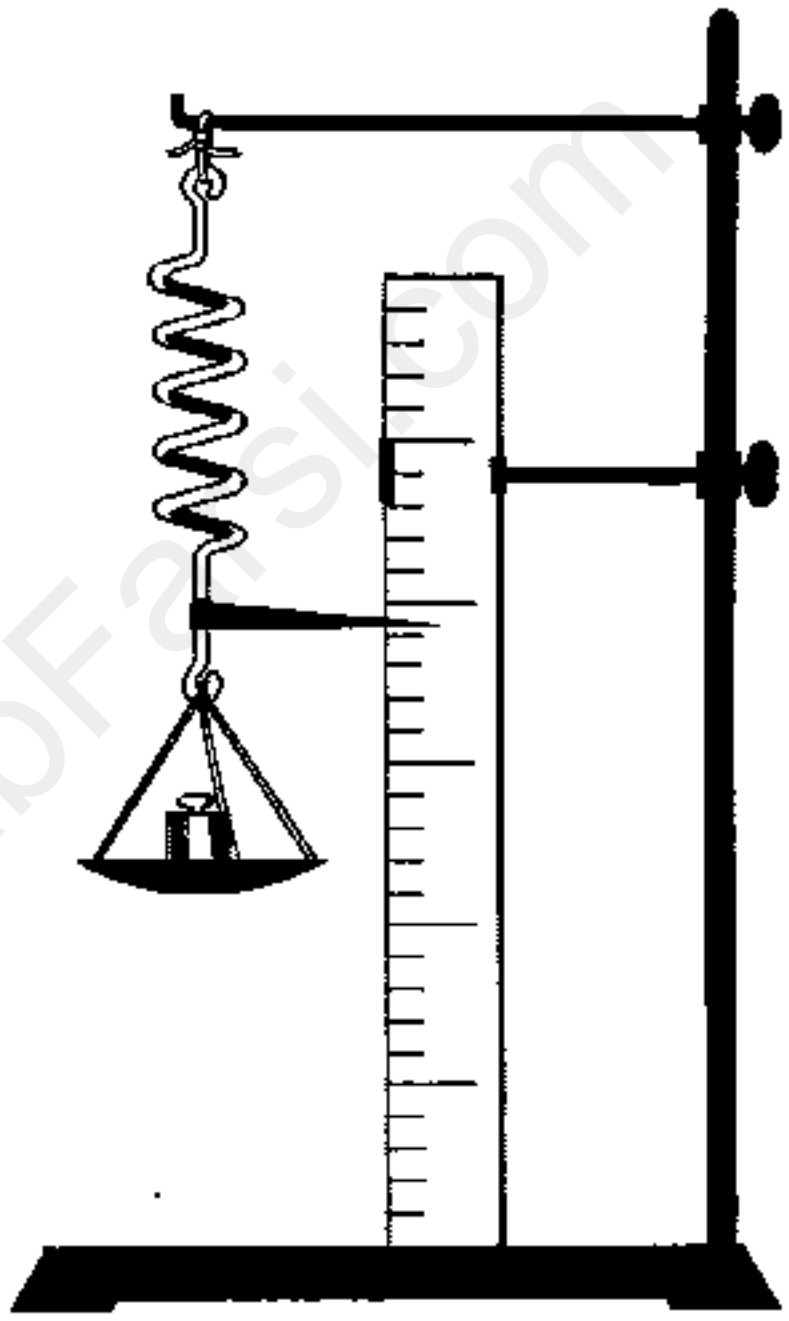
نیروسنج

به طور کلی جامدات در مقابل تغییر شکل مقاومت می‌کنند و می‌خواهند حالت اولیهٔ خود را حفظ کنند. نیرویی را که می‌خواهد جسم را به حالت قبل از وارد شدن نیروی خارجی برگرداند، نیروی کشسانی نام دارد. اگر جسمی را مطابق شکل ۷ ــ ۱ به انتهای فنری آویزان کنیم فنر قدری کشیده می‌شود و به حال تعادل درمی‌آید تا وقتی که فنر کشیده می‌شود نیروی کشسانی رو به بالا وارد می‌آید. هر جسمی که به فنری آویزان شود فنر را به طرف پایین می‌کشد. نیرویی

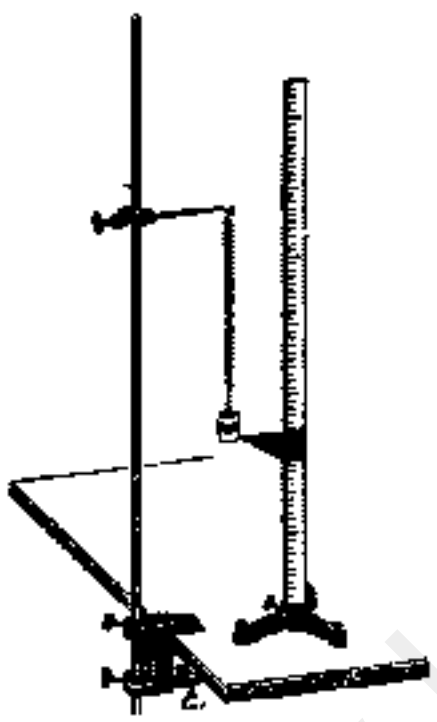


شکل ۷ ــ ۱

که فنر را به طرف پایین می‌کشد نیروی جاذبه زمین است و اندازه این نیرو برای هر جسم وزن آن جسم نام دارد. چنانچه افزایش طول فنر را که در اثر اعمال نیروی F صورت می‌گیرد با Δl نشان دهیم رابطه $F = k\Delta l$ همواره صادق است. k ضریبی است که از ویژگیهای ساختمانی فنر می‌باشد و ثابت فنر نام دارد. اگر فنری را در محلی آویزان کرده و به انتهای آن عقربه‌ای متصل کنید که بتواند در مقابل صفحه‌ای حرکت کند شکل ۷ ــ ۲ نیروسنجی خواهید داشت که میتوانید آن را مدرّج کرده و از آن استفاده کنید و برای اینکه نیروسنج شما مورد استفادهٔ عموم قرار گیرد لازم است که بر حسب نیوتن (واحد نیرو) مدرّج شود.



شکل ۷ ــ ۲



شکل ۷ ــ ۳

روش آزمایش: دستگاه را مطابق شکل سوار کرده، وزنه‌های مختلف F_1 و F_2 و.... را در کفه می‌گذارند، افزایش طول فنر با استفاده از خط‌کش و عقربه تعیین می‌گردد. افزایش طول به ازاء نیروهای مختلف را به ترتیب با Δl_1 و Δl_2 و.... نشان میدهند. نسبت $\frac{F}{\Delta l}$ را برای هر آزمایش تعیین می‌کنند. ملاحظه می‌شود که این نسبت مقدار ثابتی است و آن را با K نشان می‌دهند. K ثابت فنر است.

دستور کار: دستگاه را مطابق یکی از شکل‌های ۷ ــ ۲ یا ۷ ــ ۳ سوار کنید.

۱ ــ با استفاده از وزنه‌های موجود، ثابت فنری را که در اختیار دارید تعیین کنید. ضمن انجام آزمایش جدول

(۷ـ۱) را کامل کنید.

شماره آزمایش	جرم‌وزنه(M ـ کیلوگرم)	نیروی F نیوتن	Δl افزایش طول متر	ثابت فنر $K = \frac{F}{\Delta l}$
۱				
۲				
۳				

جدول ۷ ـ ۱

۲ ـ نمودار تغییرات Δl به ازاء تغییرات F را رسم کنید، Δl را روی محور قائم و F را روی محور افقی ببرید.

پرسش:

با استفاده از نمودار، افزایش طول فنر را برای وزنه‌هایی با جرم‌های مختلف تعیین کنید.

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۸

اصطکاک

هدف: شناخت نیروی اصطکاک، بررسی عوامل مؤثر در اصطکاک، اندازه‌گیری نیروی اصطکاک، تعیین ضریب اصطکاک.

وسایل مورد نیاز:

۱ــ ترازو	۱ عدد
۲ــ جعبه وزنه	۱ عدد
۳ــ سطح اصطکاک	۱ عدد
۴ــ لغزندهٔ اصطکاک و کفشک	۱ عدد
۵ــ کفه	۱ عدد
۶ــ قرقره کنار میز	۱ عدد
۷ــ تراز	۱ عدد
۸ــ نخ	به مقدار لازم

نیروی اصطکاک

هرگاه سطح جسم در حال حرکتی با سطح جسم دیگری در تماس باشد، نیروی اصطکاک ایجاد می‌شود. نیروی اصطکاک همواره سبب کند شدن حرکت می‌گردد. بنابراین، نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت جسم اثر می‌کند.

یکی از عوامل زیاد شدن نیروی اصطکاک ناهمواری زیاد دو سطح یا صیقلی بودن زیاد دو سطح است. نیروی اصطکاک در بین سطح‌هایی که به‌طور متوسط صیقل شده باشند کمتر است.

یکی دیگر از عوامل زیاد شدن نیروی اصطکاک، زیاد شدن نیرویی است که بطور عمودی بر سطح دو جسم وارد می‌شود.

نیروی اصطکاک بستگی به تعداد نقطه‌هایی دارد که از دو سطح، با هم در تماس باشند.

ممکن است تصور کنید که صندوق را از سطح کوچکتر آن راحتتر می‌توانید روی سطح اتاق بکشید، امّا این تصور درست نیست. صندوق به هر شکل با کف اتاق تماس داشته باشد تعداد کل نقطه‌های تماس ثابت است.

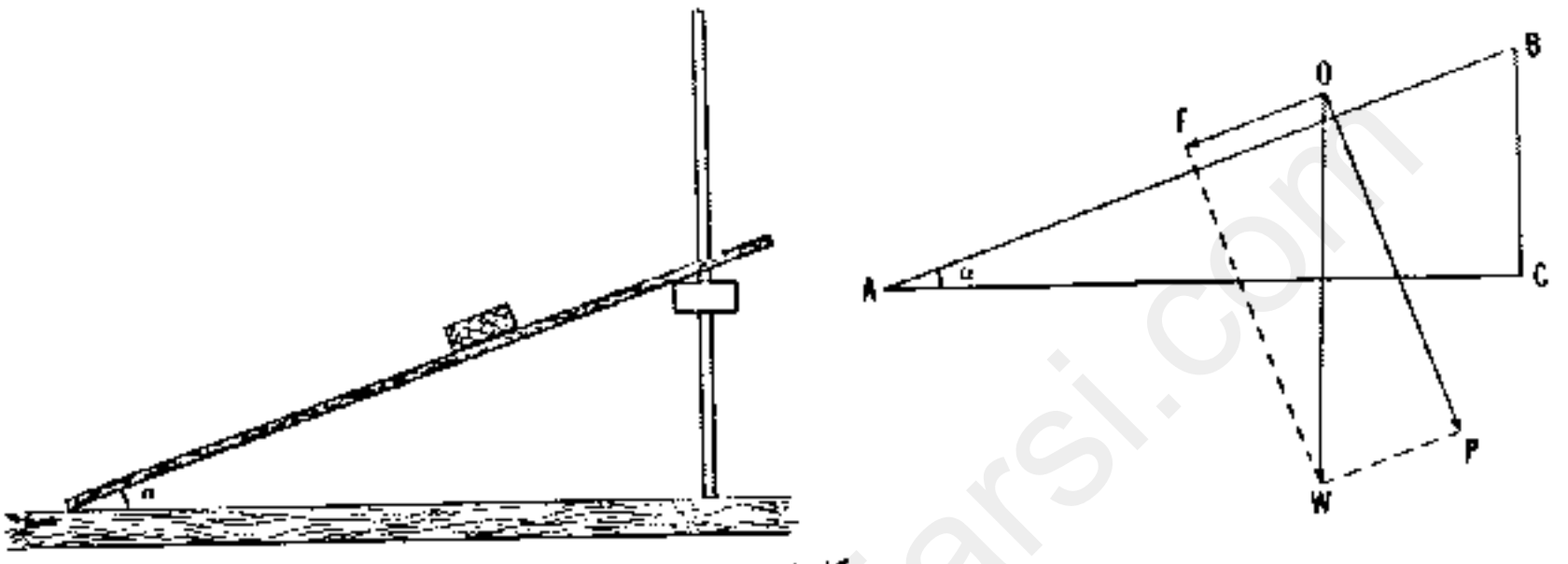
آزمایش نشان می‌دهد که نیروی اصطکاک F_f، با نیرویی عمودی که به سطح وارد می‌شود F_n متناسب است ضریب تناسب را که با μ نشان می‌دهند ضریب اصطکاک نام دارد.

$$F_f = \mu \times F_n$$

روش آزمایش

الف ــ استفاده از سطح شیبدار: برای تعیین نیروی اصطکاک و ضریب اصطکاک روش‌های مختلفی وجود دارد. در اینجا دو روش بیان می‌شود، شما با استفاده از روش دوم آزمایش را انجام خواهید داد.

۱ ــ جسم را بر روی سطح شیب‌دار قرار می‌دهند و شیب سطح را به مرور و به آرامی زیاد می‌کنند. در لحظه‌ای که جسم شروع به لغزیدن می‌کند، نیروهای OF و OP را اندازه می‌گیرند. خارج قسمت OF بر OP ضریب اصطکاک، و نیروی OF نیروی اصطکاک بین جسم و سطح شیبدار است.

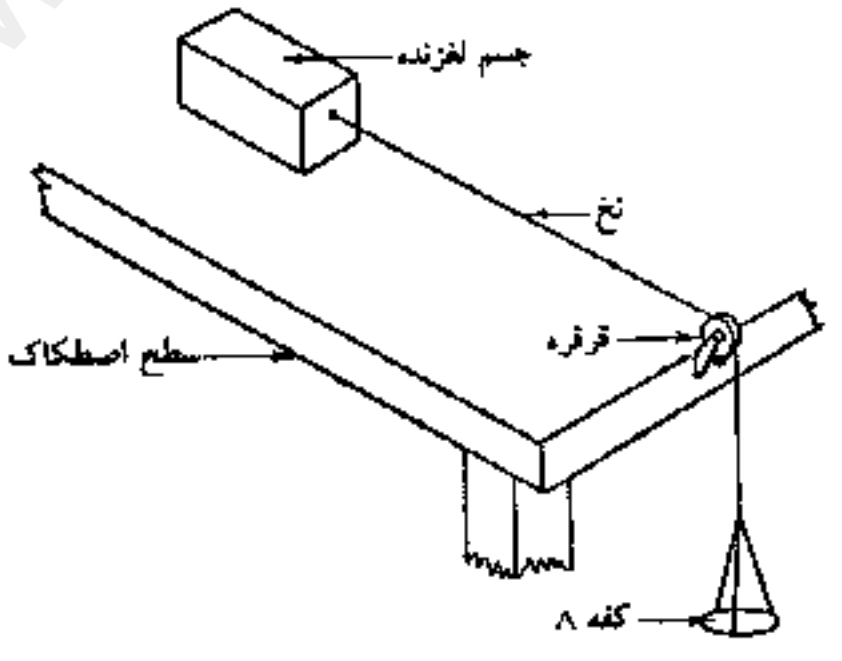


شکل ۸ ــ ۱

در این روش که روش مناسبی است، بیشتر از روشهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد به اندازه‌های نیروهای OF و OP نیاز داریم. نحوهٔ تعیین آنرا در این کتاب نمی‌آوریم.

۲ ــ استفاده از سطح افقی و قرقره: سطح جسم لغزنده و سطح اصطکاک را کاملاً تمیز کرده و مطابق شکل دستگاه را سوار می‌کنند.

در کفهٔ A کم‌کم و به آرامی آنقدر وزنه می‌گذارند تا حدی که اگر ضربه کوچکی به لغزنده وارد شود لغزنده با سرعت ثابتی حرکت کند. مجموع نیروی وزن وزنه‌های موجود در کفه و وزن کفه و نخ برابر نیروی اصطکاک (F_f)



شکل ۸ ــ ۲

می‌باشد. نیروی وزن جسم لغزنده (F_n) را نیز اندازه می‌گیرند. از تقسیم $\frac{F_f}{F_n}$ اندازهٔ μ ضریب اصطکاک بین دو سطح به‌دست می‌آید.

$$\mu = \frac{F_f}{F_n}$$

برای تعیین F_f و F_n بر حسب نیوتن از رابطه $W = m.g$ استفاده می‌شود. m جرم وزنه‌های موجود در کفه یا جرم جسم لغزنده است که به وسیلهٔ ترازو تعیین می‌گردد. g شتاب، ثقل زمین می‌باشد. g را برابر ۹/۸ اختیار می‌کنند. در صورتیکه نیروسنج در اختیار باشد می‌توان نیروی وزن F_f و F_n را مستقیماً با نیروسنج اندازه گرفت.

دستور کار:

الف ــ سطح میز کار یا سطح اصطکاک و سطح لغزنده را تمیز کرده و دستگاه را مطابق شکل ۸ ــ ۲ سوار کنید.

ب ــ به آرامی و کم‌کم در داخل کفه وزنه‌هایی قرار دهید تا حدی که اگر ضربهٔ کوچکی بر لغزنده وارد کردید جسم لغزنده حرکتی یکنواخت پیدا کند. نیروی وزن لغزنده F_n را تعیین کنید. نیروی وزن کفه و نخ و وزنه‌های موجود در کفه (F_f) را در جدول بنویسید. جدول را کامل کنید.

ج ــ تغییر نیروی وزن: بر روی لغزنده وزنهٔ دلخواه قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید.

د ــ تغییر مساحت و جنس سطح: این آزمایش را برای سطوح مختلف لغزنده و لغزنده‌های مختلف انجام دهید با تغییر سطح تماس، مساحت سطح تماس را تغییر داده و آزمایش را تکرار کنید.

به کمک کفشک، با انتخاب سطح اصطکاک و لغزنده دیگر، جنس سطوح را تغییر دهید و آزمایش را تکرار کنید.

ه ــ نمودار تغییرات F_f بر حسب تغییرات F_n را رسم کنید.

آزمایش	نیوتن F_f	نیوتن F_n	$\mu = \frac{F_f}{F_n}$	مساحت سطح جسم لغزنده	جنس سطح جسم لغزنده
۱					
۲					
۳					
۴					
۵					

پرسش:

۱ ــ نمودار دستور (ه) را بررسی کنید و نتایج حاصل را یادداشت کنید.

۲ ــ چرا به لغزنده ضربه وارد می‌کنید؟

۳ ــ آیا نیروی لازم برای آغاز حرکت و ادامهٔ آن به‌طور یکنواخت یکسان است؟ چرا؟

آزمایش ۹

کشش سطحی و لوله‌های موئین

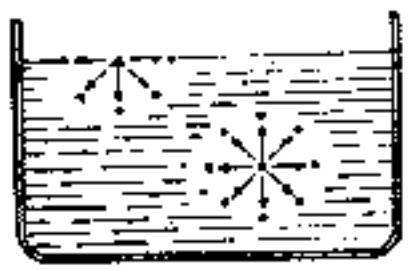
هدف: بررسی کشش سطحی،خاصیت موئینگی

وسائل مورد نیاز:

	مقدار مورد نیاز
۱ ــ آب	
۲ ــ سوزن خیاطی یا ته‌گرد	۱ عدد
۳ ــ کاغذ صافی	۱ برگ
۴ ــ لوله‌های موئین	۱ دستگاه
۵ ــ ذره بین	در صورت وجود ۱ عدد

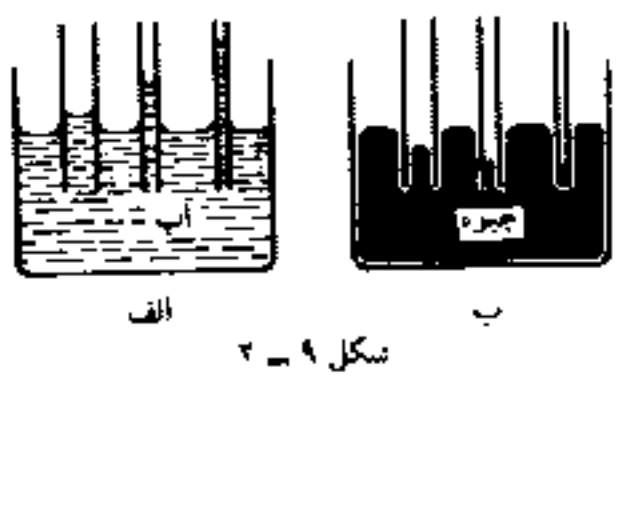
کشش سطحی

بین مولکولهای اجسام، نیروی جاذبه وجود دارد. اگر مولکولی از داخل مایع را در نظر بگیریم مطابق شکل ۹ ــ ۱ مولکولهای اطراف بر آن نیروهای جاذبه‌ای وارد می‌سازند. ولی چون این مولکولها، مولکول مورد نظر را فرا گرفته‌اند، برآیند نیروهای آنها صفر است.



شکل ۹ ــ ۱

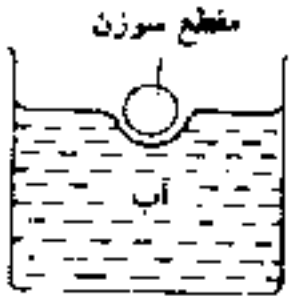
ولی اگر مولکولی واقع بر سطح مایع را در نظر بگیریم مطابق شکل فقط از طرف مولکولهای پائینی به آن نیرو وارد می‌شود. در نتیجه برآیند نیروها صفر نیست و مولکول به طرف پایین کشیده می‌شود. این کیفیت را کشش سطحی مایعات می‌گویند. به علت کشش سطحی است که قطرات مایعات مثل باران شکل کروی دارند. دلیل کروی بودن سطح آزاد مایعات در لوله‌های باریک نیز همین امر است. چنانچه چند لولهٔ باریک با قطرهای مختلف را در ظرف آبی فرو کنیم، مشاهده خواهیم کرد که آب در لوله بالا می‌رود. هر اندازه قطر لوله کوچکتر باشد ارتفاع آب زیادتر خواهد بود. شکل ۹ ــ ۲ الف. چنانکه آزمایش را با جیوه انجام دهیم سطح جیوه در لوله‌های باریک پائین‌تر از سطح جیوه داخل ظرف قرار می‌گیرد شکل ۹ ــ ۲ ب. پدیده‌های مربوط به آب و جیوه هر دو در نتیجه نیروهای کشش سطحی است.



الف ب

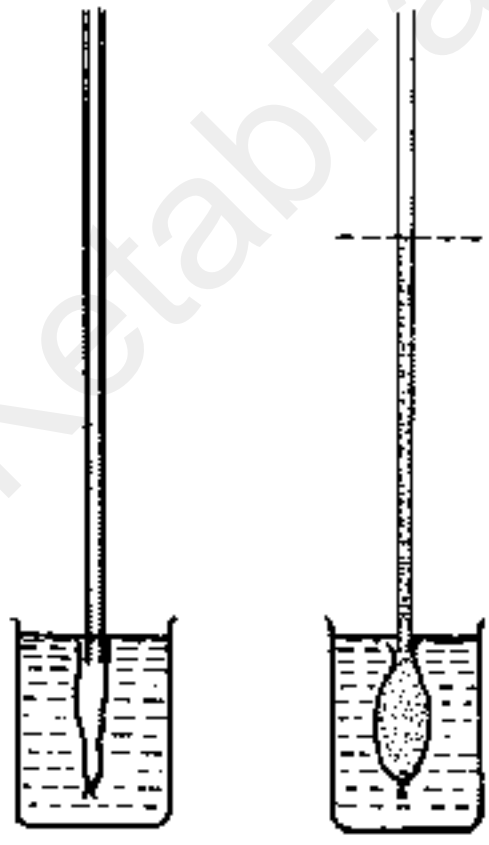
شکل ۹ ــ ۲

مایعاتی که به جدار ظرف می‌چسبند مانند آب به مایعات تر کننده موسومند و از لوله‌های باریک بالا می‌روند مایعاتی که به جدار ظرف نچسبند و آنرا ترنکنند در لوله‌های باریک پائین‌تر از سطح مایع، داخل ظرف می‌ایستند، مانند جیوه. سطح آزاد مایع در داخل لوله محتوی مایعات ترکننده مقعّر و سطح آزاد مایع در داخل لوله محتوی مایعاتی که جدار لوله را ترنمی‌کنند محدّب است. بالا رفتن نفت از فتیلهٔ چراغ، جذب آب بوسیلهٔ حبهٔ قند، یا جذب مرکب به‌وسیلهٔ کاغذ خشک کن و بالاخره بالا رفتن شیرهٔ خام در آوندهای چوبی گیاهی، در نتیجهٔ همین خاصیت است. لوله‌های باریک را اصطلاحاً لوله‌های موئین می‌گویند. علت بالا آمدن آب در لوله‌های موئین این است که نیروهای چسبندگی بین مولکولهای آب و شیشه بزرگتر از نیروهای پیوستگی بین مولکولهای آب است. عکس این مطلب در بارهٔ جیوه صادق می‌باشد.



شکل ۹ ـ ۳

روش آزمایش: در ظرفی مقداری آب می‌ریزند سوزن خیاطی کوچکی را بر روی کاغذ صافی می‌گذارند و آنرا بر روی آب شناور می‌کنند. پس از مدت کوتاهی کاغذ در آب فرو می‌رود وسوزن بر سطح آب شناور می‌ماند. چنانچه اطراف سوزن بوسیلهٔ ذره‌بین بررسی شود مشاهده خواهد شد سطح آب در اطراف سوزن اندکی فرو رفته است شکل ۹ ـ ۳


شکل ۱۰ ـ ۴

خاصیت اسمز

در شکل ۱۰ـ۴ در داخل لوله و غشاء نیمه تراوا، محلول غلیظ شکر وجود دارد وظرف محتوی آب است. سطح آب و محلول شکر در شکل الف یکی است، در اثر عبور آب از غشاء نیمه تراوا سطح محلول شکر در لوله بالا می‌رود، در نتیجه می‌توان گفت فشار داخل غشاء از فشار داخلی آب بیشتر شده است.

www.KetabFarsi.com

فرآیند عبور مایع رقیق به‌داخل مایع غلیظ از جدار نیمه تراوا را خاصیت اسمز گفته‌اند. این فرآیند با نظریه جنبشی مولکول‌ها قابل توضیح است. سوراخهای بسیار کوچکی در غشاء نیمه تراوا وجود دارد که مولکولهای آب می‌توانند از آن عبور کنند ولی مولکولهای شکر از آن عبور نمی‌کنند. اختلاف فشار دو طرف غشاء را فشاراسمزی می‌گویند. گیاهان در اثر این خاصیت آب را جذب می‌کنند. اگر آب کافی برای حفظ فشار اسمزی وجود نداشته باشد گیاهان پژمرده می‌شوند.

خاصیت موئینگی: دو ظرف محتوی آب و جیوه تهیه می‌شود، یک سرلوله‌های راست و باریک شیشه‌ای با قطر مختلف را که لولهٔ موئین نام دارند، در داخل ظرف آبی قرار می‌دهند. مشاهده می‌شود که هرچه لوله باریکتر باشد آب در آن بیشتر بالا می‌آید شکل ۹ ــ ۲ الف.

لوله باریک با قطر مختلف را در داخل ظرف جیوه قرار می‌دهند. مشاهده می‌شود که سطح جیوه در داخل لوله‌ها پائین‌تر از سطح آن در داخل ظرف‌جیوه است. وهرچه لوله باریکترباشد سطح جیوه‌در لوله پائین‌تر است‌شکل۹ــ۲ب.

دستور کار

۱ ــ در تشتک یا هر ظرفی که در اختیار دارید مقداری آب بریزید و سوزن را درسطح آب شناور کنید و با ذره بین اطراف سوزن را بررسی کنید و نتیجه را یادداشت کنید.

۲ ــ دو لولهٔ موئین را در داخل ظرف آب فرو برید. ارتفاع سطح آب در داخل هر یک از آنها را مشاهده و یادداشت کنید.

۳ ــ دو لولهٔ موئین را در داخل ظرف جیوه فرو کنید. ارتفاع سطح آزاد جیوه در داخل لوله‌ها را مشاهده و یادداشت کنید.

۴ ــ با استفاده از هویج، خاصیت اسمزی را آزمایش و نتیجه را مشاهده و یادداشت کنید.

آزمایش ۱۰

برآیند نیروها

هدف: تعیین برآیند نیروها از طریق ترسیم و آزمایش.

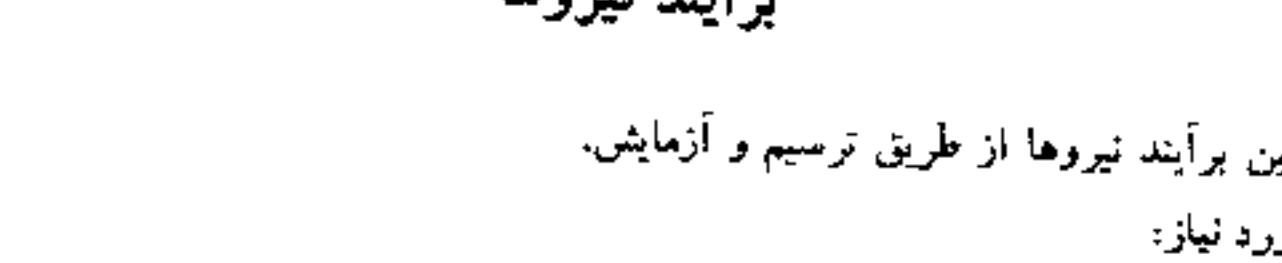
وسایل مورد نیاز:

۱ ــ پایه	دو عدد
۲ ــ میله مناسب	دو عدد
۳ ــ قرقره گیره‌دار یا قرقره میله‌دار	دو عدد
۴ ــ وزنه‌های قلاب‌دار یا وزنه‌گیر و وزنه	به مقدار مورد نیاز
۵ ــ نخ (نخ نایلونی بهتر است)	
۶ ــ نقاله	

برآیند نیروها

هرگاه دو یا چند نیرو با هم بر جسمی وارد شوند می‌توان نیرویی یافت که درست همان اثر دو یا چند نیرو را داشته باشد. چنین نیرویی را، برآیند آن نیروها می‌گویند. مثلاً اگر دو پسر قایقی را به‌وسیلهٔ یک طناب با هم از روی آب بکشند، یکی نیروی ۲۰۰ نیوتن و دیگری نیروی ۳۰۰ نیوتن وارد سازد، برآیند این دو نیرو ۵۰۰ نیوتن است و یک مرد می‌تواند به تنهایی این نیرو را وارد سازد. برای تعیین برآیند نیرو، حالات مختلفی را در نظر می‌گیرند:

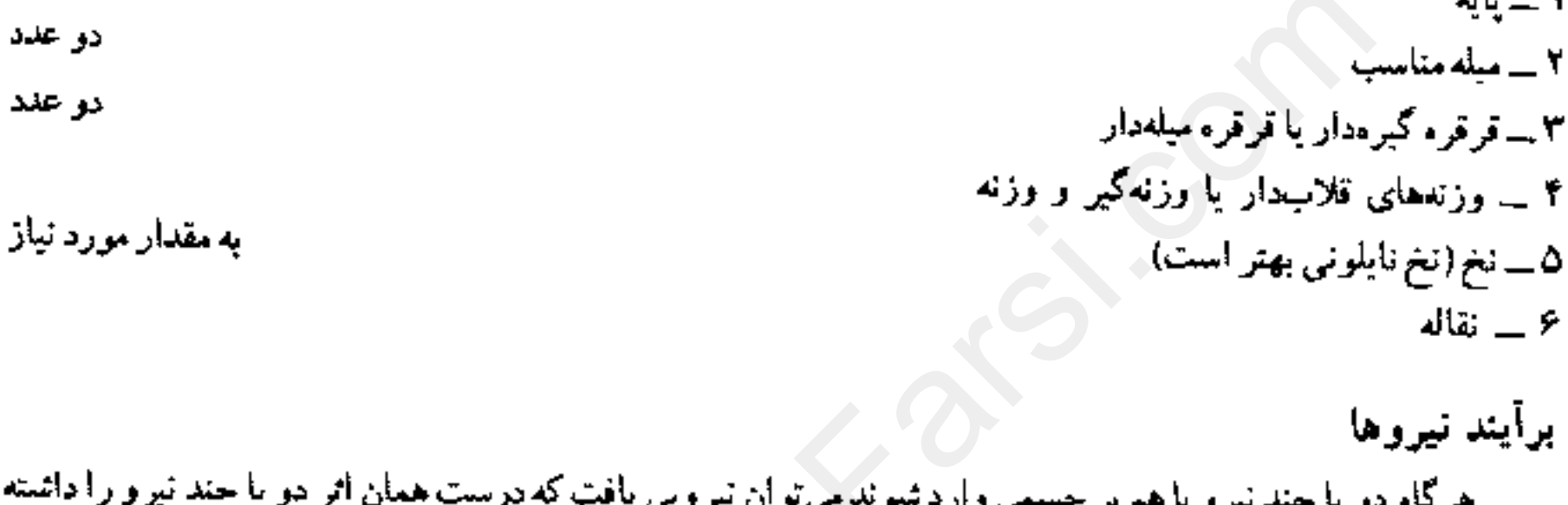
الف ــ برآیند نیروهایی که در امتداد یک خط راست برجسمی وارد میشود: برآیند نیروهایی که راستای آنها یکی است، از به هم افزودن، یا از هم کاستن آنها به دست می‌آید. مثلاً برآیند چهار نیرو با اندازه‌های ۳۰ و ۵۰ و ۱۰ و ۷۰ نیوتن شکل (۱۰ ــ ۱) برابر با ۸۰ نیوتن است.



شکل ۱۰ ــ ۱

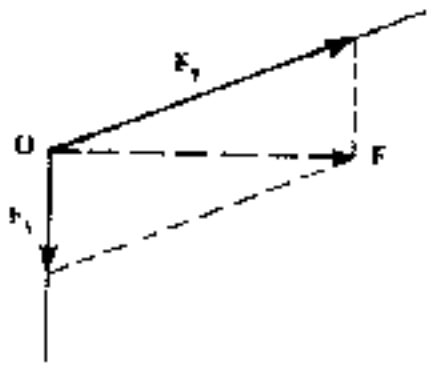
شکل ۱۰ ــ ۲

برآیند نیروها در شکل‌های ۱۰ ــ ۲ و ۱۰ ــ ۳ برابر صفر است.

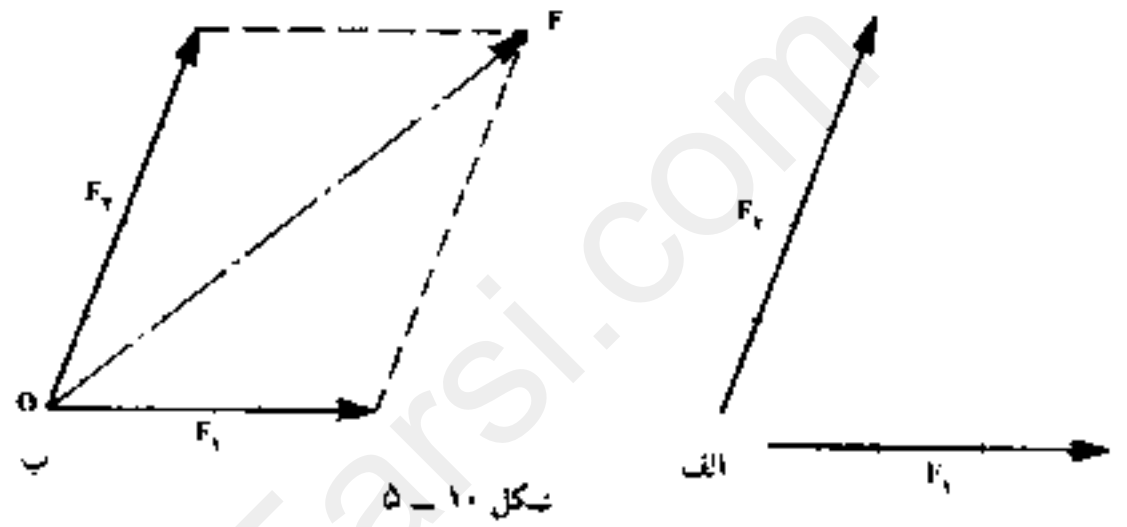


شکل ۱۰ ــ ۳

ب ــ برآیند نیروهایی که راستاهای متفاوت دارند: برای تعیین برآیند نیروهایی که راستاهای متفاوت دارند از روش «متوازی الاضلاع» استفاده می‌شود بدین معنی که اگر دو نیروی وارد بر یک نقطه مانند O از جسم، از لحاظ اندازه و راستا با دو ضلع یک متوازی الاضلاع نمایش داده شوند نیروی برآیند آنها از لحاظ اندازه و راستا برابر با قطر متوازی‌الاضلاعی است که از همان نقطه با آن دو نیرو رسم می‌شود. در شکل ۱۰ ــ ۴ OF برآیند دو نیروی F_1 و F_2 است. چنانچه نقطه اثر دو بردار یکی نبود یک نقطه‌ای مانند O اختیار می‌شود و بردارهایی موازی و مساوی با بردارها رسم می‌گردد. سپس با روش متوازی‌الاضلاع برآیند آنها را تعیین می‌کنند. در شکل ۱۰ ــ ۵ F_1 و F_2 دو بردار می‌باشند که همسنگ آنها از نقطه O رسم گردیده و برآیند آنها تعیین شده است (OF در شکل ۱۰ ــ ۵ ــ ب).



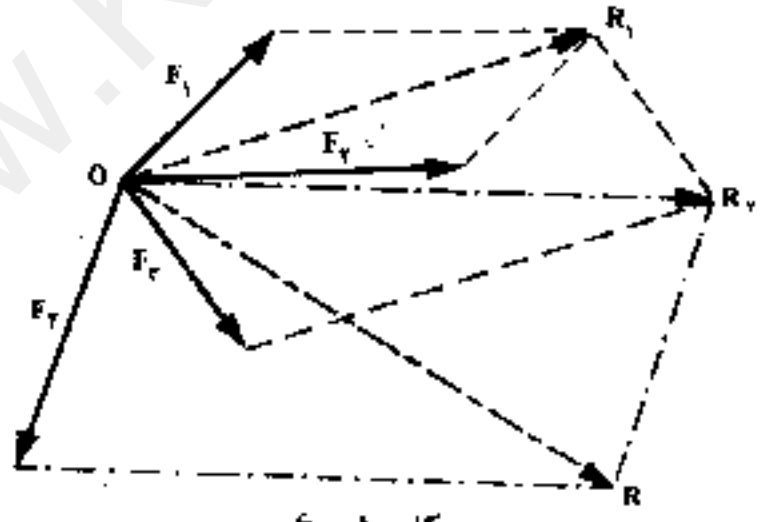
شکل ۱۰ ــ ۴



شکل ۱۰ ــ ۵

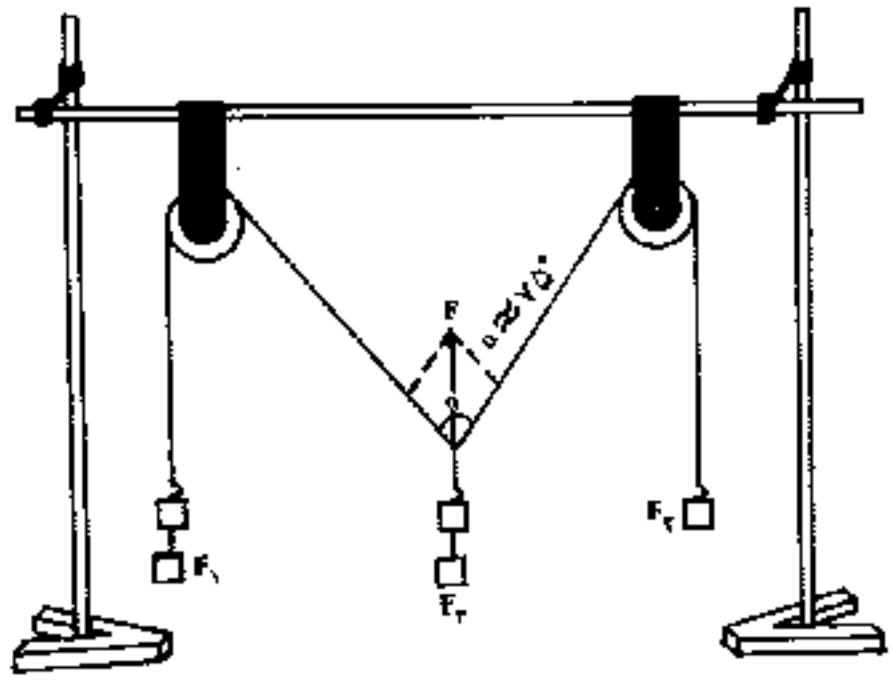
اگر عده نیروهای غیر هم راستا بیش از دو نیرو باشد ابتدا با دستور فوق بر آیند دو نیرو را پیدا کرده سپس برآیند نیروی اخیر و نیروی سوم تعیین می‌شود و این عمل تا تعیین برآیند تمام نیروها ادامه می‌یابد شکل ۱۰ ــ ۶. ترتیب تعیین برآیند در تعیین نیروی برآیند اثری نخواهد داشت.

OR_1 برآیند دو نیروی F_1 و F_2 و OR_2 برآیند دو نیروی OR_1 و F_3 و بالاخره OR برآیند OR_2 و F_4 یعنی برآیند نیروهای F_1، F_2، F_3 و F_4 می‌باشد.

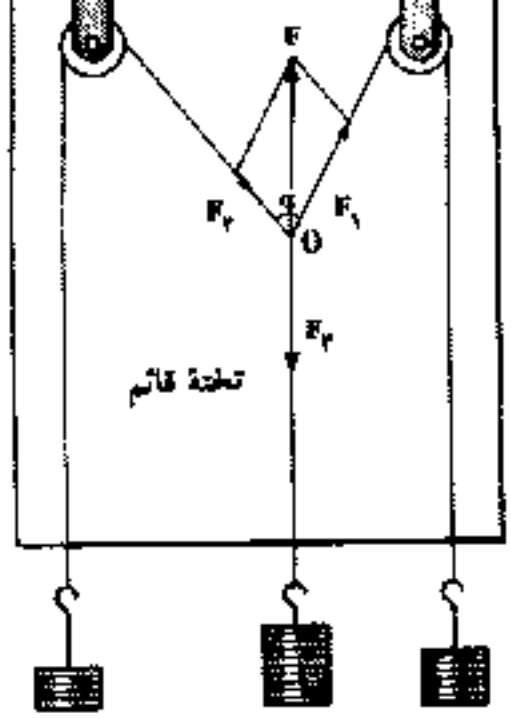


شکل ۱۰ ــ ۶

روش کار: دستگاه را مطابق شکل ۱۰ ــ ۷ آماده می‌کنند با قرار دادن چند وزنه F_1، F_2، F_3 دستگاه را به حال تعادل در می‌آورند و نقطه اثر سه نیروی وزن را نقطهٔ O می‌گیرند. نیروی وزن وزنه‌های سمت چپ معادل F_1 و نیروی وزن وزنه‌های سمت راست معادل F_2 میباشد. برآیند دو نیروی متقاطع معادل F است. برای برقراری تعادل، یعنی برای



شکل ۱۰ ــ ۷



شکل ۱۰ ــ ۸

بی‌حرکت ماندن نقطه O بایستی نیروی وزن F_3 با F برابر باشد. استفاده از دستگاه شکل ۱۰ ــ ۸ برای انجام آزمایش ممکن می‌باشد.

دستور کار:

۱ ــ دستگاه را مطابق یکی از شکلهای ۱۰ ــ ۷ یا ۱۰ ــ ۸ سوار کنید تا تعادل برقرار شود.

۲ ــ نمودار نیروهای F_1 و F_2 را رسم کنید (هرسانتیمتر نمایش یک نیوتن) و با استفاده از روش متوازی‌الاضلاع نمودار برآیند نیروها (F) را رسم کنید.

۳ ــ نیروی F_3 را با نیروی F مقایسه کنید.

۴ ــ برای آنکه زاویهٔ α ۳۰°، ۴۵° و ۹۰° شود نیروی F_3 تقریباً چه اندازه باید باشد. نیروی F_3 را با آزمایشی که به کمک نیروسنج انجام می‌دهید مشخص کنید.

۵ ــ وزنه‌های F_1 و F_2 را تغییر داده و آزمایش را حداقل برای یکی از زوایای فوق تکرار کنید.

۶ ــ جدول ۱۰ ــ ۱ را تکمیل نمایید.

شمارهٔ آزمایش	زاویهٔ α(درجه)	نیروی F_1 N	نیروی F_2 N	نیروی F_3 N	نیروی F N
۱					
۲					
۳					
۴					
۵					

جدول ۱۰ ــ ۱

پرسش:

اگر نیروی کوچکی را به جای F_3 آویزان کنیم آیا می‌توان با افزودن F_1 و F_2 نخ را به صورت افقی نگه داشت. چرا؟

جلسهٔ پنجم

آزمایش ۱۱ ــ تجزیه نیرو
آزمایش ۱۲ ــ گشتاور نیرو
آزمایش ۱۳ ــ برآیند نیروهای موازی
آزمایش ۱۴ ــ گرانیگاه
آزمایش ۱۵ ــ تعیین وزن یک جسم همگن

وسائل مورد نیاز:

وزنه متناسب با نیروسنج‌ها	چند عدد
قرقره ساده	۱ عدد
نخ	به مقدار لازم
ترازو و جعبه وزنه	۱ عدد
نقاله	۱ عدد
گونیا	۱ عدد
پایه	۳ عدد
گیره قلابدار	۲ عدد
میله	۳ عدد
نیروسنج	۲ عدد
خط کش سوراخ‌دار و خط کش معمولی	۱ عدد
نیرو سنج ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرمی	۲ عدد
گیره میله‌دار	۱ عدد
گیره لوله گیر	۲ عدد
شاقول	۱ عدد
وزنه‌های قلابدار (یا وزنه با وزنه‌گیر)	۱ عدد
میله نوک تیز	۱ عدد
صفحهٔ مقوائی	۱ عدد

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۱۱

تجزیهٔ نیرو

شکل ۱۱ ـ ۱

الف ب ج د

هدف: تعیین مؤلفه‌های نیرو از طریق رسم و آزمایش.

وسایل مورد نیاز:

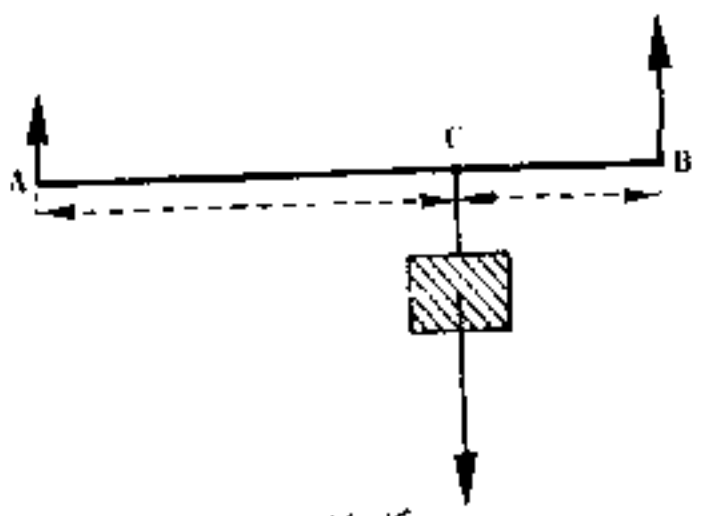
وزنه متناسب با نیرو سنج‌ها	چند عدد	گونیا	۱ عدد
قرقره ساده	۱ عدد	پایه	۲ عدد
تخ	به مقدار لازم	گیره قلابدار	۲ عدد
ترازو و جعبه وزنه	۱ عدد	میله بلند	۲ عدد
نقاله	۱ عدد	نیرو سنج	۲ عدد

تجزیه نیرو

گاهی لازم است که یک نیرو را به دو نیرو در دو راستای مختلف تبدیل کنیم. این عمل را «تجزیه نیرو» به دو مؤلفه می‌گویند.

الف ـ تجزیه یک نیرو به دو نیروی موازی: دو پسری را در نظر بگیرید که در شکل ۱۱ ـ ۱ب و ج چمدانی را به میله‌ای آویخته و با خود می‌برند. نیروی وزن چمدان قائم و به طرف پایین است و هر یک از پسرها نیرویی رو به بالا به سر میله وارد می‌سازد شکل ۱۱ ـ ۲.

در این حالت نیروی وزن چمدان به دو نیروی موازی و هم جهت تجزیه شده است که نیروی دست بچه‌ها، آنها را



شکل ۱۱ ـ ۲

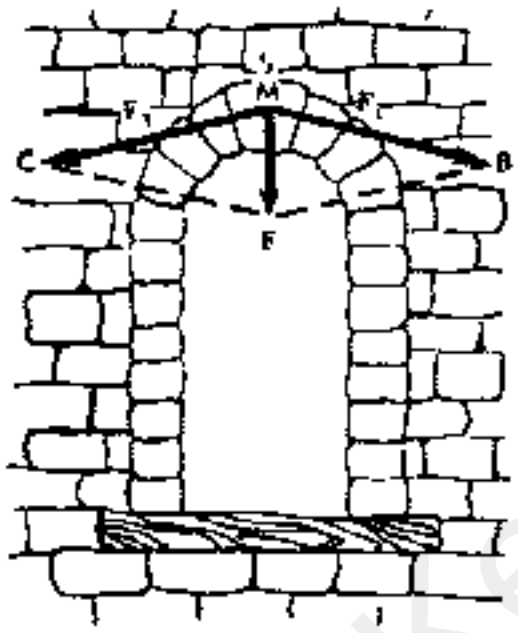
خنثی می‌کند نیروهای نشان داده شده در شکل، نیروهای اعمال شده از طرف بچه‌ها است.

ب ـ تجزیهٔ یک نیرو به دو نیروی متقاطع: به شکل ۱۱ ـ ۳ نگاه کنید و سنگ M را در نظر بگیرید. از طرف بالا نیروی بسیار زیادی به این سنگ می‌توان وارد کرد. این نیرو را با F نشان داده‌ایم. با توجه به شکل سنگ نیروی F به دو نیروی F_1 و F_2 تجزیه می‌شود. به علت تجزیه نیروی F به دو نیروی F_1 و F_2 است که سنگ M میتواند نیروی بسیار زیاد F را تحمل کند و از جا کنده نشود.

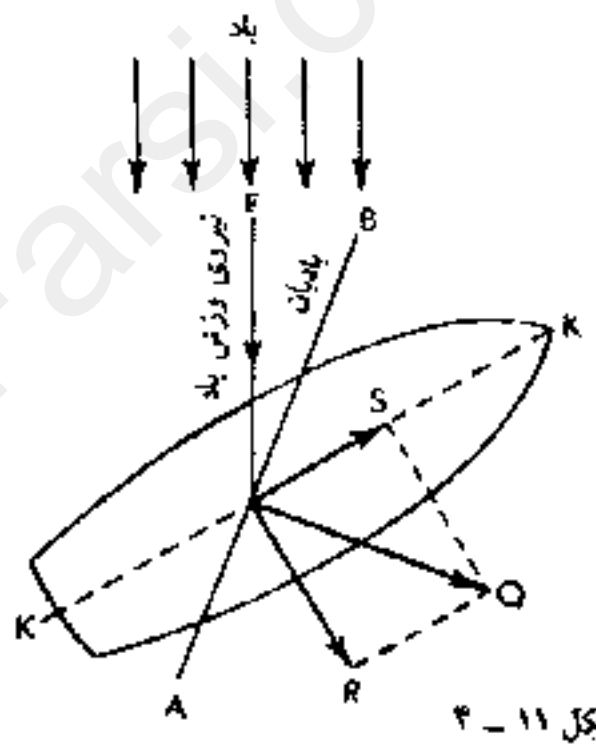
البته چنانچه نیروی معادل F حتّی کمتر از آن از طرف پایین به‌طرف بالا به سنگ M اعمال گردد طاق خراب می‌شود.

هنگامیکه باد بر بادبان یک کشتی می‌وزد و آن را تحت زاویه‌ای با امتداد وزش باد به حرکت در می‌آورد باز هم تجزیه یک نیرو به دو نیروی غیر موازی و غیر عمود بر هم مطرح است شکل ۱۱ ـ ۴.

در اثر وزش باد نیرویی برابر با F بر بادبان اعمال می‌شود و کشتی در امتداد نیروی S حرکت می‌کند. (نیروی (F) به دو نیرو، یکی در امتداد AB و دیگری نیروی Q تجزیه می‌شود، نیروی Q خود به دو نیروی R و S تجزیه می‌گردد.)

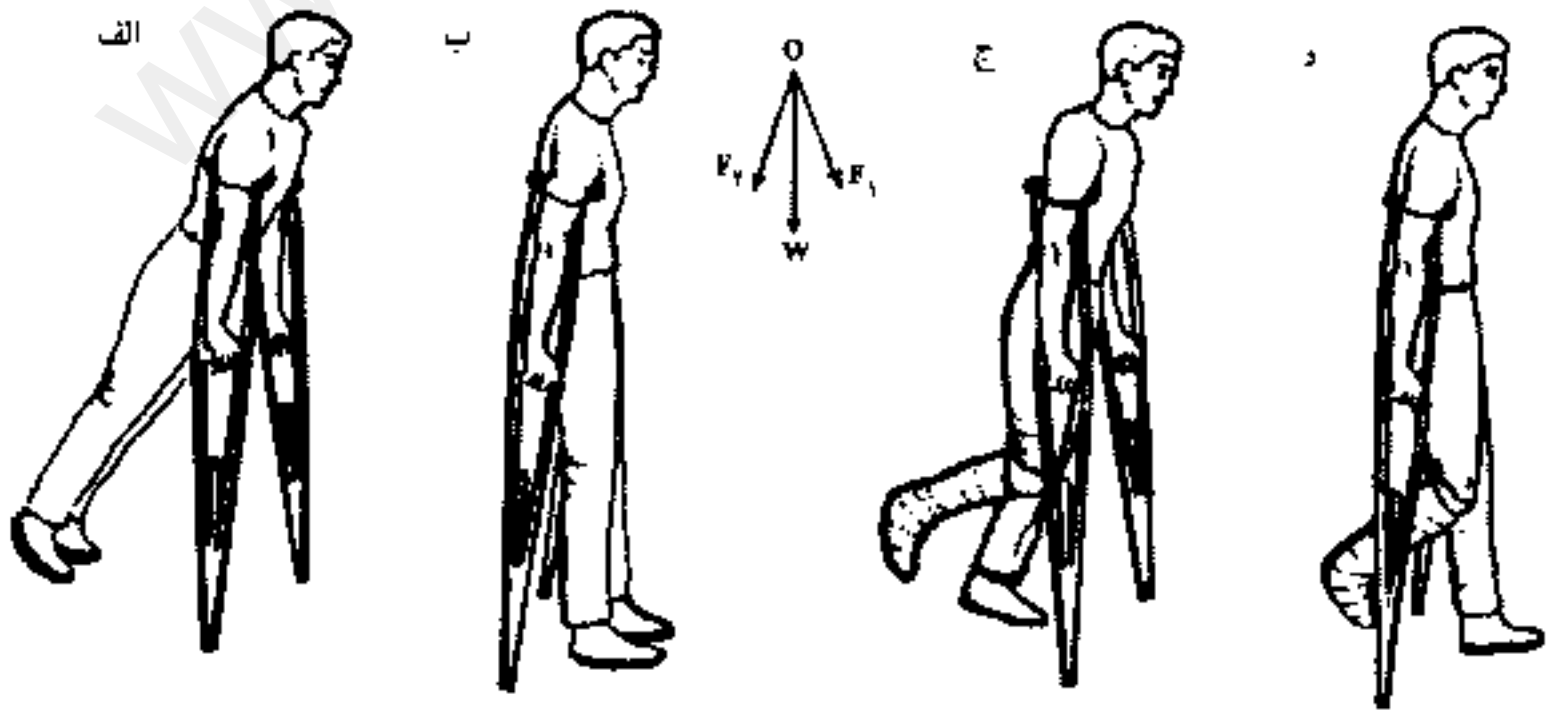


شکل ۱۱ ـ ۳



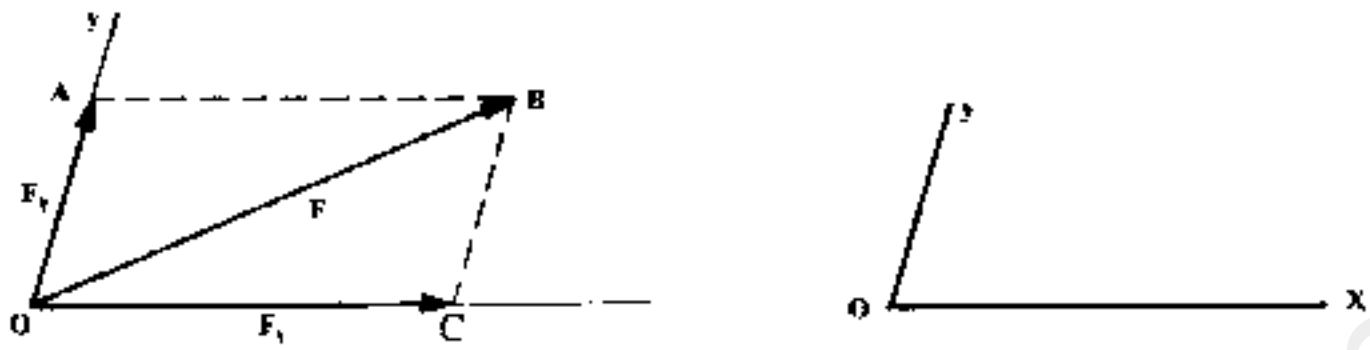
شکل ۱۱ ـ ۴

شکل ۱۱ ـ ۵ شکل دیگری از تجزیه نیرو می‌باشد. در این شکل نیروی وزن شخص به دو نیروی متقاطع تجزیه می‌شود که به وسیلهٔ دو چوب دستی تحمل می‌گردد.



شکل ۱۱ ـ ۵

در تجزیه نیروی F به دو نیروی متقاطع از روش متوازی‌الاضلاع استفاده میشود شکل ۱۱ ــ ۶. تجزیه نیروی F در دو امتداد OX و OY را نشان می‌دهد. در این شکل از ابتدا و انتهای نیروی F خطوطی موازی OX و OY رسم شده‌اند تا متوازی‌الاضلاع OABC درست شود. که قطر آن OB است F_1 و F_2 مؤلفه‌های نیروی F می‌باشند.

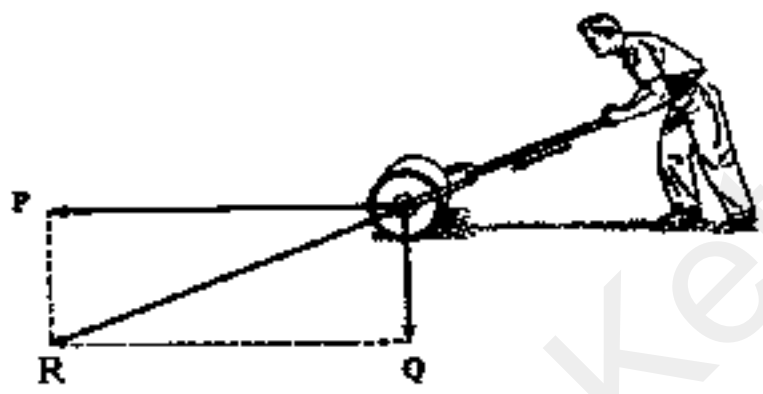


شکل ۱۱ ــ ۶

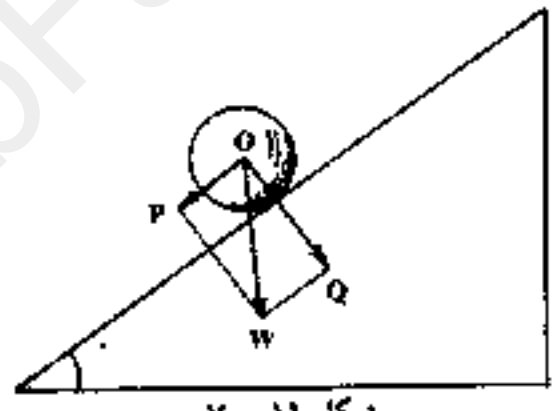
ج ــ تجزیهٔ یک نیرو به دو نیروی عمودبرهم: در عمل اغلب یک نیرو به دو مؤلفهٔ عمودبرهم تجزیه می‌شود.

در شکل ۱۱ ــ ۷ نیروی وزن گلوله‌ای که بر روی سطح شیبداری قرار دارد (W) به دو مؤلفهٔ عمود برهم P و Q تجزیه می‌شود. مؤلفهٔ P موازی با سطح شیبدار است و سبب حرکت گلوله بر روی آن می‌شود. مؤلفهٔ Q که عمود بر سطح شیبدار است گلوله را بر این سطح می‌فشارد.

در شکل ۱۱ ــ ۸ نیرویی که بر دستهٔ ماشین چمن‌زنی وارد می‌شود R به دو مؤلفه P و Q تجزیه می‌شود. نیروی P ماشین را به طرف جلو می‌راند و نیروی O ماشین را بر سطح زمین می‌فشارد.

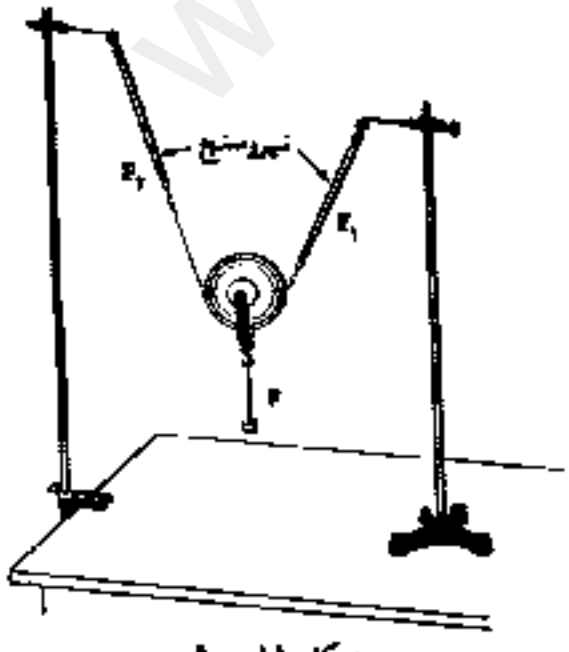


شکل ۱۱ ــ ۸

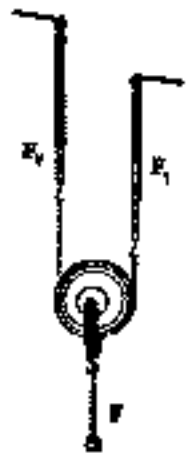


شکل ۱۱ ــ ۷

روش آزمایش: در آزمایش تجزیه یک نیرو به دو مؤلفه در راستاهای مختلف ابتدا قرقره با قلاب‌های مربوطه را وزن کرده (W_1) و دستگاه را مطابق شکل ۱۱ ــ ۹ سوار می‌کنند. سپس وزنه یا وزنه‌های معادل با (W_2) را به قلاب قرقره می‌آویزند (در این آزمایش هدف تجزیهٔ نیروی $F = W_1 + W_2$ به دو مؤلفه می‌باشد توجه داشته باشید



شکل ۱۱ ــ ۹



شکل ۱۱ ــ ۱۰

مؤلفه‌های نیروی F دو نیروی F'_1 و F'_2 می‌باشند که این دو نیرو با نیروهای F_1 و F_2 خنثی می‌شوند F'_1 و F'_2 در امتداد F_1 و F_2 بوده و با آنها مساوی و در سوی مخالفند.

با جابجا کردن پایه‌ها، زاویهٔ بین دو نیرو سنج تغییر میکند و نیروئی را که هر یک از دو نیروسنج نشان می‌دهند خنثی کنندهٔ مؤلفه‌های نیروی F یعنی مؤلفهٔ مجموع نیروی وزن قرقره و قلاب و وزنه‌های آویخته شده می‌باشد. در تجزیه نیرو به دو مؤلفهٔ موازی دستگاه به حالتی که در شکل ۱۱ ــ ۱۰ نشان داده شده است در می‌آید.

دستور کار: قرقره و قلاب مربوطه را وزن کرده و سپس دستگاه را سوار کنید. ابتدا پایه‌ها را طوری در کنارهم قرار دهید که دو نیروسنج به‌طور موازی قرار گیرند. نیرویی را که هر یک از نیروسنج‌ها نشان میدهند بخوانید. نیروی وزن را با W و نیرویی که نیروسنجها نشان می‌دهند با F_1 و F_2 نشان دهید. شکل بردارهای نیرو را رسم کنید.

پایه‌ها را جابجا کنید تا امتداد دو نیروسنج با یکدیگر ابتدا زاویهٔ حاده و سپس قائمه و بالاخره زاویهٔ منفرجه تشکیل دهند. مقادیر بدست آمده را برای هریک از حالات جداگانه بالا در جدول ۱۱ ــ ۱ یادداشت و دیاگرام مربوطه را رسم کنید.

W_1 نیوتن	W_2 نیوتن	نیروی وزن W	زاویهٔ بین دو نیروسنج	F_1 نیوتن	F_2 نیوتن

جدول ۱۱ ــ ۱

پرسش:

۱ ــ در آزمایش تجزیهٔ نیرو چرا قرقره از روی نخ نمی‌افتد؟

۲ ــ از طریق ترسیم، یک نیروی ۱۰۰ نیوتنی را به دو نیرویی که با یکدیگر زاویه ۳۰° و ۶۰° می‌سازند تجزیه کرده و اندازهٔ نیروهای مؤلفه را یادداشت کنید.

آزمایش ۱۲

گشتاور نیرو

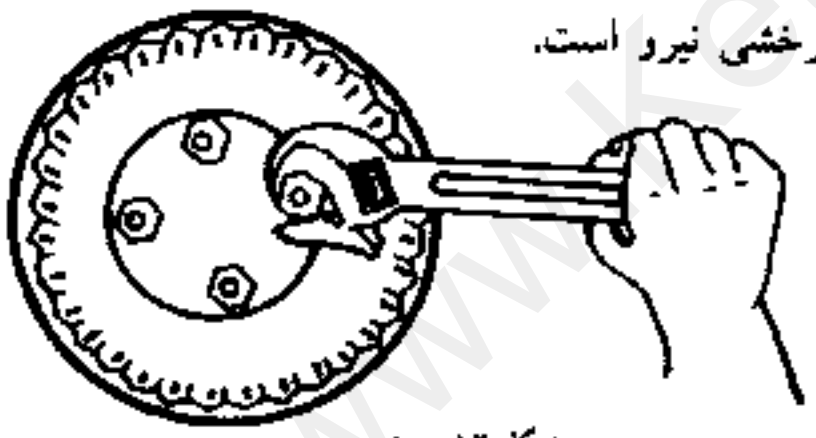
هدف: بررسی گشتاور نیرو و عوامل مؤثر در اندازهٔ گشتاور

وسایل مورد نیاز:

پایه	۳ عدد
میله	۳ عدد
خط‌کش سوراخ‌دار و خط‌کش معمولی	۱ عدد
نیروسنج ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرمی	۲ عدد
گیره میله‌دار	۱ عدد
گیره لوله‌گیر	۲ عدد
شاقول	۱ عدد

گشتاور نیرو

مهرهٔ محکم شده، با دست باز نمی‌شود. برای باز کردن مهره مطابق شکل ۱۲ ــ ۱ از آچار استفاده می‌کنند. هرچه نیروی اعمال شده بر آچار بیشتر و نقطهٔ اثر آن نیرو از مهره دورتر باشد، مهره راحتتر باز می‌شود (می‌چرخد) گشتاور نیرو معیاری برای تعیین اثر چرخشی نیرو است.

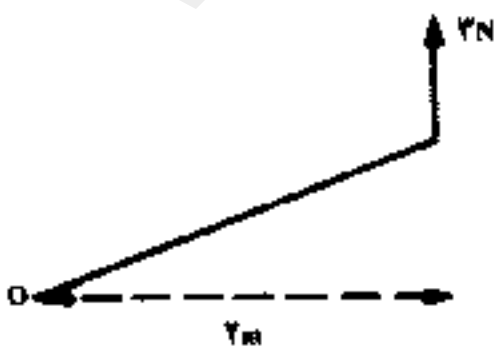


شکل ۱۲ ــ ۱

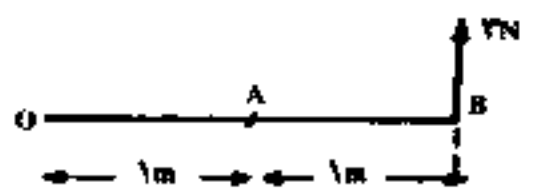
اندازه کمیت گشتاور نیرو از رابطهٔ زیر به‌دست‌می‌آید:

اندازهٔ نیرو × فاصله عمودی نیرو از آن نقطه = اندازهٔ گشتاور نیرو حول یک نقطه

اگر فاصله برحسب متر (m) و نیرو برحسب نیوتن (N) باشد. گشتاور نیرو برحسب نیوتن. متر (N.m) خواهد بود.



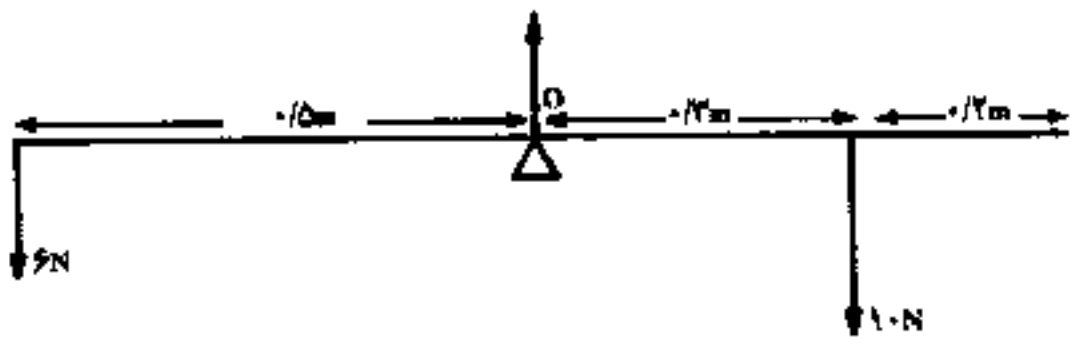
شکل ۱۲ ــ ۲ الف



شکل ۱۲ ــ ۲ ب

www.KetabFarsi.com

در شکل‌های ۱۲ ــ ۲ ــ الف و ۱۲ ــ ۲ ــ ب
گشتاور نیروی F حول نقطهٔ O (N.m) ۶ است.
گشتاور نیرو حول نقطهٔ A برابر (N.m) ۳ و حول نقطهٔ B صفر است.

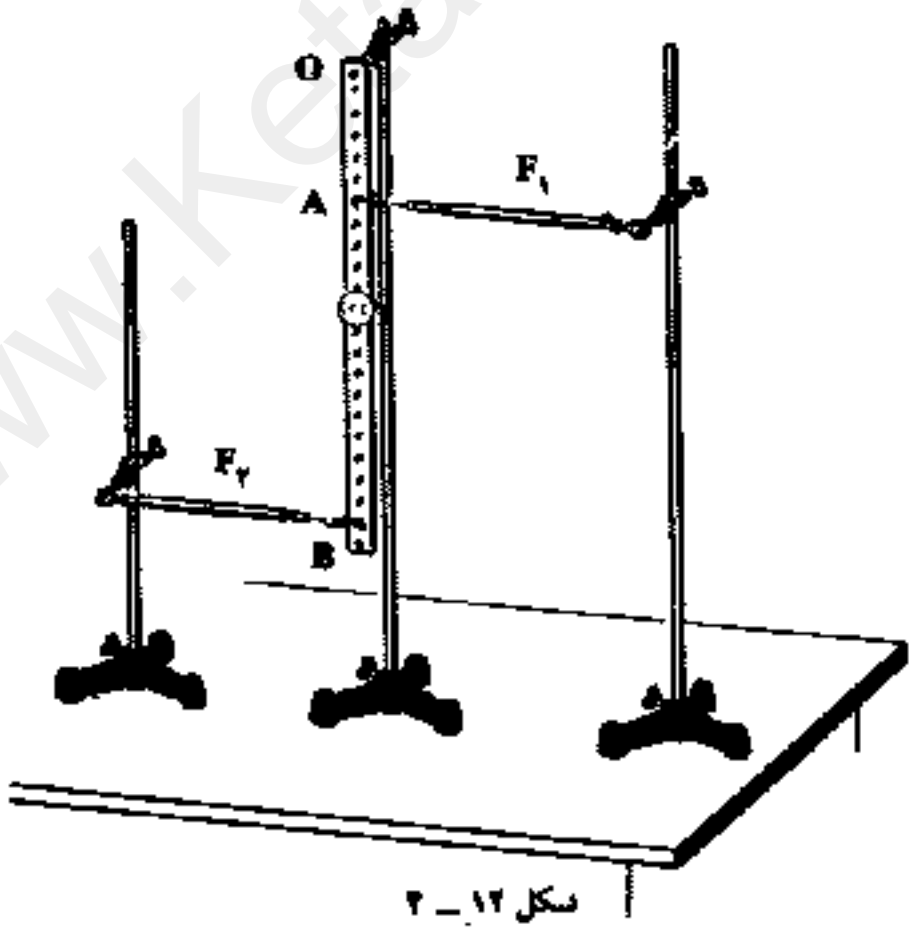


شکل ۱۲ ــ ۳

در شکل ۱۲ ــ ۳ میله‌ای از وسط بر روی تکیه‌گاه O قرار دارد. با آویزان کردن جرمهای مشخص در نقاط مختلف میله نیروهایی به آن اعمال می‌کنیم.
محل آویز وزنه‌ها را به نحوی انتخاب می‌کنیم که میله در حال تعادل قرار گیرد.
در حال تعادل گشتاور نیرویی که می‌خواهد میله را حول نقطهٔ O در جهت گردش عقربه‌های ساعت بچرخاند با گشتاور نیرویی که می‌خواهد میله را در خلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت بچرخاند برابر است یعنی این دو گشتاور اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند.

$$۰/۵\ (m) \times ۶\ (N) = ۰/۳\ (m) \times ۱۰\ (N)$$

نیرویی که در تکیه گاه بر میله اعمال می‌شود رو به بالا بوده و گشتاور آن حول نقطهٔ O صفر است.



شکل ۱۲ ــ ۴

چون میله از وسط بر روی تکیه‌گاه قرار گرفته است نیروی وزن میله تأثیری در انجام آزمایش ندارد

www.KetabFarsi.com

دستور کار : دستگاه را مطابق شکل ۱۲ ــ ۴ سوار کنید با تغییر محل پایه نیرو سنج‌ها و هم چنین با تغییر محل قلاب بر روی خط کش اندازه نیروهای F_1 و F_2 را وفاصله نقطه اثر آنها را از محور گردش تغییر داده ضمن تحقیق رابطه $F_1 \times AO = F_2 \times BO$ برای حالتی که خط کش در حالت قائم است جدول ۱۲ ــ ۱ را با توجه به موارد زیر کامل کنید. سه ردیف اوّل، دوم و سوم را برای حالتی که خط کش در حالت قائم است و ردیف چهارم را برای حالتی که خط کش به طرف چپ منحرف است و ردیف پنجم را برای زمانی که خط کش به طرف راست منحرف است در نظر بگیرید.

شمارهٔ آزمایش	وضعیت خط کش	نیوتن F_3(N)	متر AO (m)	گشتاور F_1 نیوتن‌متر (N.m)	نیوتن F_2(N)	متر BO (m)	گشتاور F_2 نیوتن‌متر (N.m)	چگونگی رابطهٔ (۱۳ ــ ۱)
۱								
۲								
۳								
۴								
۵								

جدول ۱۲ ــ ۱

پرسش:

۱ ــ آیا برای حالتی که یک یا هر دو نیروسنج افقی نباشد رابطه (۱۲ ــ ۱) صادق است؟ چرا؟

۲ ــ برای آنکه آزمایش بدون استفاده از نیروسنج انجام گیرد چگونه باید عمل کرد؟

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۱۳

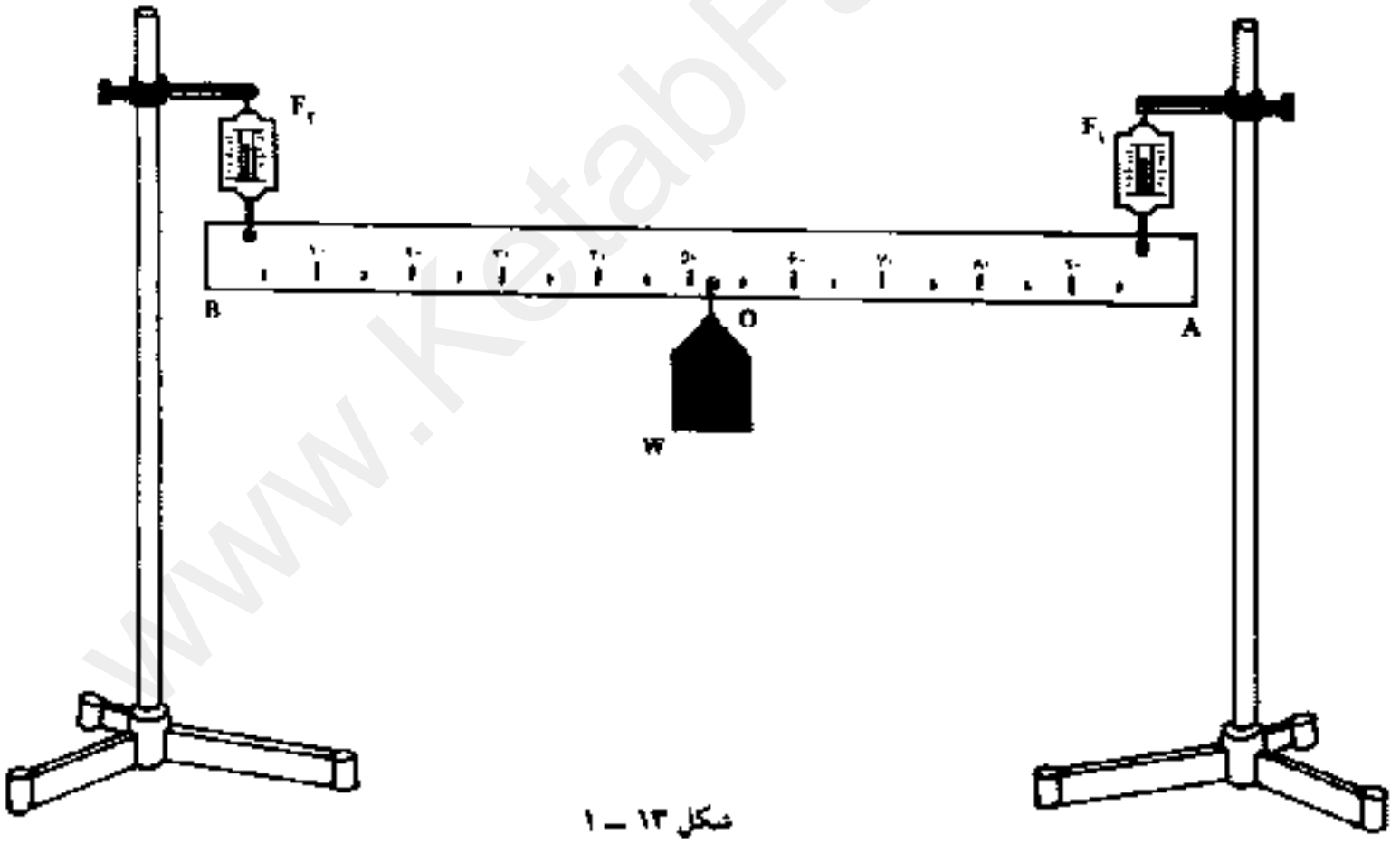
برآیند نیروهای موازی

هدف: تعیین برآیند نیروهای موازی و هم‌سو.

وسایل مورد نیاز:

۱ ــ خط‌کش سوراخ‌دار	یک عدد
۲ ــ نیروسنج	۳ عدد
۳ ــ وزنه قلاب‌دار	چند عدد
۴ ــ پایه و میله	دو عدد
۵ ــ گیره میله‌دار	دو عدد

روش آزمایش: وزن خط‌کش را با نیروسنج تعیین کرده (w) و دستگاه را مطابق شکل به نحوی تنظیم کنید که خط‌کش در حالت افقی قرار گیرد.



شکل ۱۳ ــ ۱

هریک از نیروسنجها نصف نیروی وزن خط‌کش را نشان می‌دهند.

$$f_1 = f_2 = \frac{W}{2}$$

وزنهٔ قلاب دار W را در سوراخ وسط خط کش آویزان کنید. خط کش در امتداد قائم پائین می‌آید و می‌ایستد. نیروهایی را که هر یک از این نیروسنجها نشان می‌دهند:

$F_1 + f_1$ و $F_2 + f_2$ را یادداشت کرده و رابطهٔ مقابل را تحقیق کنید $W + w = (F_1 + f_1) + (F_2 + f_2)$

برای آنکه نیروهای w، f_1، f_2 در ضمن آزمایش ظاهر نشود و در محاسبات وارد نگردند پس از آویزان کردن خط کش نیروسنجها را طوری تنظیم کنید که عدد صفر را نشان دهند.

الف: در این حالت با آویزان کردن وزنه‌های مختلف در نقطهٔ O رابطهٔ $W = F_1 + F_2$ را تحقیق و ضمن انجام آزمایش جدول زیر را تکمیل کنید.

شمارهٔ آزمایش	F_1	F_2	W	OA	OB	$F_1 \times OA$	$F_2 \times OB$

ب: با آویزان کردن هر یک از وزنه‌های قبلی در نقطهٔ دلخواهی از خط کش رابطهٔ بالا را تحقیق کرده و جدول را تکمیل کنید. توجه کنید در حالت ب ممکن است خط کش از حالت افقی خارج شود. در اینصورت محل گیرهٔ یکی از نیروسنجها را آنقدر بالا و پایین ببرید تا خط کش به حالت افقی درآید. در این وضعیت رابطهٔ فوق را تحقیق و جدول را تکمیل کنید.

پرسش:

۱ ــ بر آیند دو نیروی F_1 و W چه نیرویی است.

۲ ــ برآیند دو نیروی F_2 و W چه نیرویی است.

۳ ــ گشتاور نیروها را نسبت به نقطهٔ A بدست آورید.

۴ ــ گشتاور نیروها را نسبت به نقطهٔ B بدست آورید.

آزمایش ۱۴

گرانیگاه

هدف: شناخت گرانیگاه و نحوهٔ تعیین آن برای اجسام مختلف، بررسی انواع تعادل اجسام آویخته و متکی.

وسائل مورد نیاز

۱ ــ پایه	۲ عدد
۲ ــ میله مناسب	۱ عدد
۳ ــ گیره میله‌دار	۱ عدد
۴ ــ شاقول	۱ عدد
۵ ــ میله نوک تیز	۱ عدد
۶ ــ صفحهٔ مقوائی	۱ عدد
۷ ــ خط کش سوراخ دار	۱ عدد
۸ ــ مخروط	۱ عدد

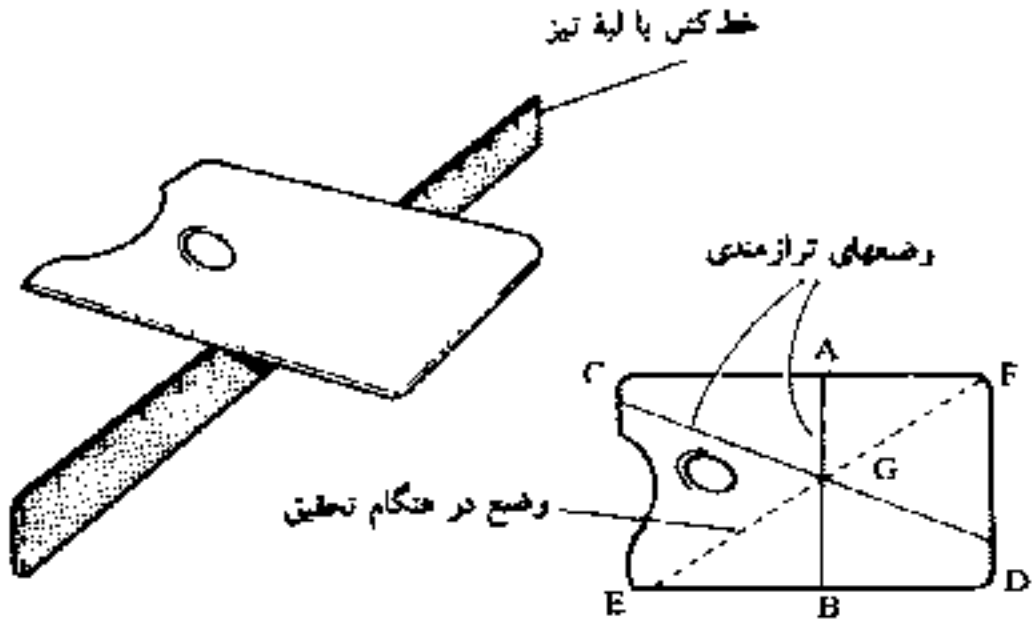
گرانیگاه ــ هر جسم جامد مانند یک قطعه سنگ را می‌توان مرکب از تعداد زیادی ذره‌های کوچک و یکسان دانست که هر یک از آنها در اثر نیروی جاذبه به طرف زمین کشیده می‌شوند. وزن جسم برآیند تعداد زیادی نیروهای کوچک و موازی است که برذره‌های موجود در آن اثر می‌کنند. این برآیند در نقطه‌ای مانند G اثر می‌کند. شکل ۱۴ ــ ۱، نقطه G را گرانیگاه یا مرکز ثقل جسم می‌گویند.

شکل ــ ۱۴ ــ ۱

تعیین گرانیگاه اجسام

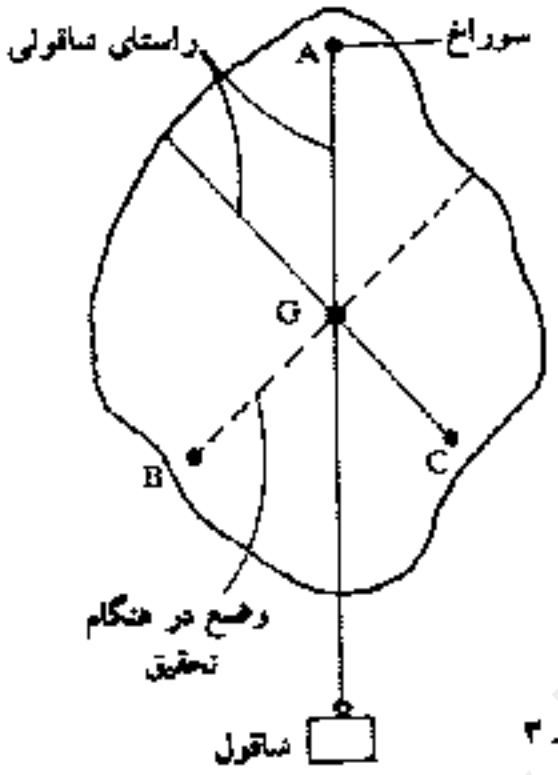
الف ــ استفاده از لبه تیز: برای تعیین گرانیگاه یک صفحهٔ نازک مطابق شکل ۱۴ ــ ۲ صفحه را روی لبهٔ تیز و

www.KetabFarsi.com



شکل ـ ۱۴ ـ ۲

مستقیم یک خط کش در دو وضعیت مثلاً AB و CD ترازمند می‌کنند چون گرانیگاه روی هر دو خط است به ناچار در محل تلاقی این دو خط قرار دارد.



شکل ـ ۱۴ ـ ۳

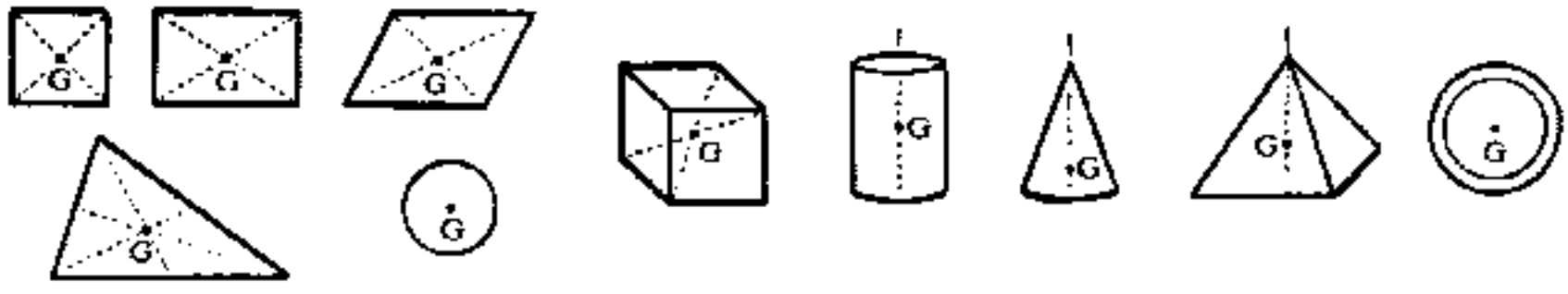
پ ـ استفاده از شاقول: شاقول وزنهٔ کوچک و سنگینی است که به انتهای ریسمان سبکی آویخته شده است. در تعیین گرانیگاه یک صفحه مثلاً مقوایی که شکل منظم هندسی ندارد چنین عمل می‌شود. در سه نقطه دلخواه از کنار لبه مقوا مطابق شکل ۱۴ ـ ۳ سه سوراخ کوچک ایجاد می‌کنند. هر بار به وسیلهٔ یکی از سوراخها مقوا را به میخی که شاقولی از آن آویزان است، می‌آویزند. هر بار بر روی مقوا در امتداد نخ شاقول خطی رسم می‌کنند، محل تلاقی خطوط نقطه گرانیگاه است.

گرانیگاه اجسام با شکل هندسی منظم

اجسام جامد همگن که دارای مرکز تقارن هندسی می‌باشند مانند: کُره، مکعب، حلقه، صفحات دایره‌ای. گرانیگاه آنها بر مرکز تقارن آنها منطبق است شکل ۱۴ ـ ۴.

گرانیگاه اجسامی مانند استوانه مخروط و هرم منظم که دارای محور تقارن هستند روی محور آنها واقع است.

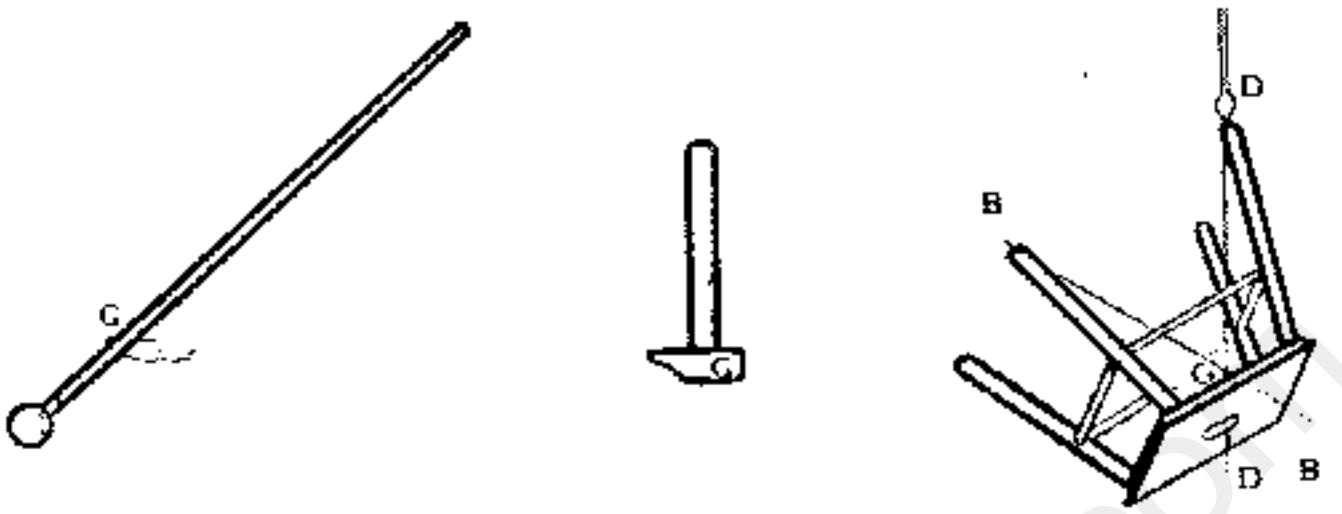
گرانیگاه یک ورقهٔ نازک به شکل مثلث در محل برخورد سه میانهٔ آن است.



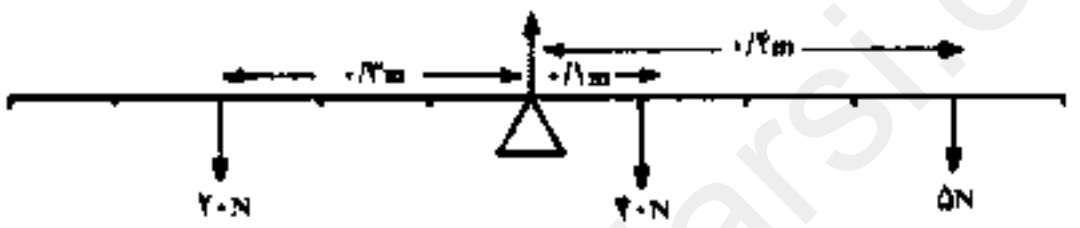
شکل ـ ۱۴ ـ ۴

گرانیگاه چند جسم

اگر جسم شکل هندسی منظم ندارد، گرانیگاه جسم به طرفی که سنگین‌تر است نزدیکتر می‌باشد. مثلاً مرکز ثقل یک چکش معمولاً در قسمت آهنی آن قرار دارد شکل ۱۴ ــ ۵. در برخی از اجسام مانند چهار پایه یا حلقه گرانیگاه در خارج از نقاط مادی جسم قرار دارد شکل ۱۴ ــ ۵.



شکل ــ ۱۴ ــ ۵



شکل ۱۴ ــ ۶

تعادل

اگر جسمی در حال تعادل باشد علاوه بر تعادل اثرات چرخش، باید نیروهای مؤثر بر آن نیز یکدیگر را خنثی کنند. بنابراین شرایط تعادل چنین است:

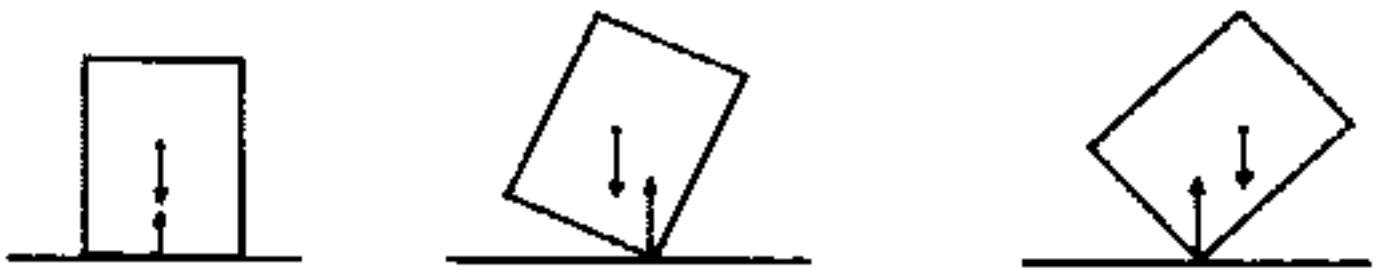
الف ــ بر آیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد.

ب ــ گشتاور نیروهای وارد بر جسم اثر یکدیگر را خنثی کنند.

میلهٔ شکل بالا هنگامی در حال تعادل است که اولاً مجموع نیروهای رو به بالا با مجموع نیروهای رو به پایین آن با هم برابر باشند. ثانیاً گشتاور نیروها حول هر نقطهٔ دلخواه O یکدیگر را خنثی کنند.

تعادل (پایداری)

برخی از اجسام آسانتر از اجسام دیگر واژگون می‌شوند.



شکل ۱۴ ــ ۷

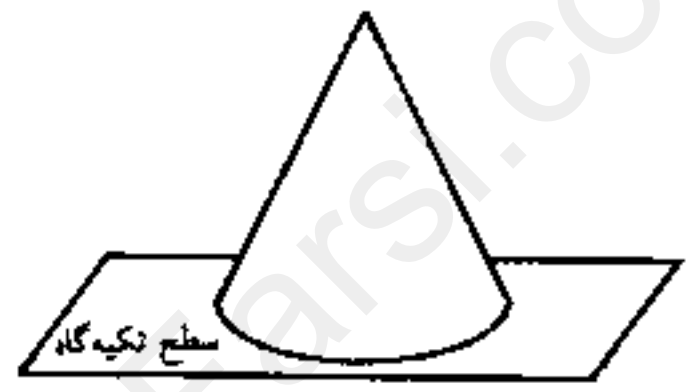
جعبه شکل الف را اندکی هل می‌دهیم تا به حالت (ب) درآید پس از رها کردن، جعبه به حالت الف باز می‌گردد و در این حالت می‌گویند جعبه در حالت تعادل پایدار است.

اگر جعبه را بیشتر هل دهیم تا به حالت ج برسد می‌افتد، جعبه وقتی می‌افتد که امتداد نیروی وزن از سطح تکیه‌گاه خارج شود از این حالت به بعد نیروهای مؤثر بر جعبه یک زوج نیرو تشکیل می‌دهند که موجب افتادن (چرخیدن) آن می‌شود.

تعادل بر سطح افق

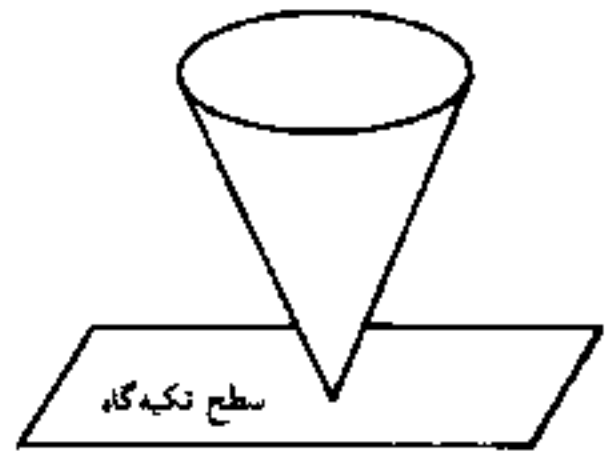
اجسامی که بر روی زمین یا یک میز قرار دارند یکی از سه حالت زیر را دارا خواهند بود.

تعادل پایدار: مخروط الف در حالت تعادل پایدار است اگر این مخروط را کمی هل بدهیم امتداد نیروی وزن آن از سطح تکیه‌گاه خارج نمی‌شود لذا می‌گویند این مخروط در حالت تعادل پایدار است.



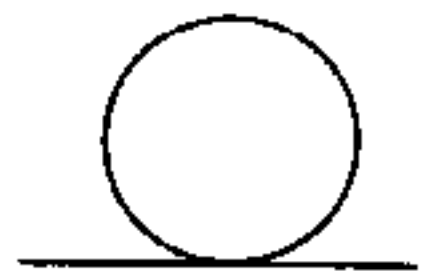
شکل ۱۴ ــ ۸ الف

تعادل ناپایدار: مخروط ب در حال تعادل ناپایدار است. در این وضعیت مخروط در حال تعادل است چون سطح تکیه‌گاه مخروط خیلی کوچک است با اندک هُلی امتداد نیروی وزن آن از سطح تکیه‌گاه خارج شده و مخروط می‌افتد. لذا گفته می‌شود این مخروط در حالت تعادل ناپایدار است.



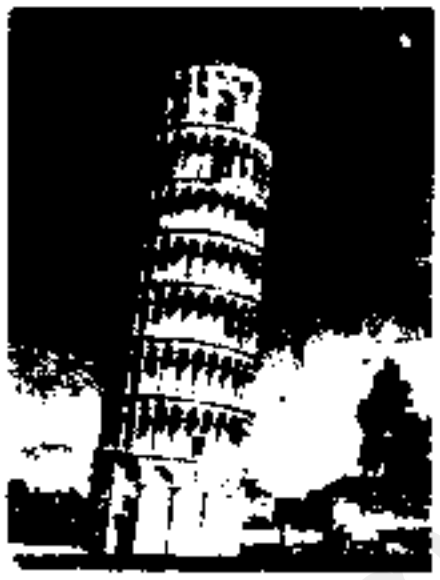
شکل ۱۴ ــ ۸ ب

تعادل بی‌تفاوت: یک توپ در هر وضعیتی که قرار گیرد امتداد نیروی وزن آن از سطح تکیه‌گاه خواهد گذشت و مرکز ثقل توپ در بالای سطح تکیه‌گاه آن قرار دارد. اگر آنرا هل دهیم در وضعیت پایدار جدیدی قرار خواهد گرفت، لذا گفته می‌شود توپ در حالت تعادل بی‌تفاوت است.

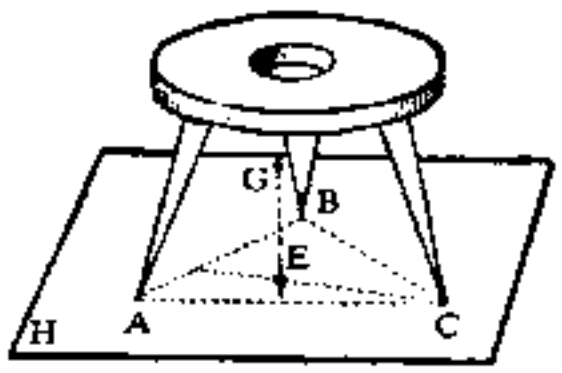


شکل ۱۴ ــ ۸ ج

شکل (۱۴ ــ ۹) برج کج پیزا در ایتالیا را نشان میدهد با وجود این که این برج کج ساخته‌شده است ولی استوار می‌باشد.



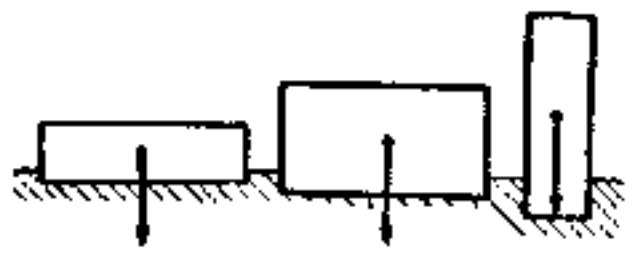
شکل ۱۴ ــ ۹ ــ برج کج پیزا



شکل ــ ۱۴ ــ ۱۰

به میزی که در شکل ۱۴ ــ ۱۰ نشان داده شده نگاه کنید. مثلث ABC از اتصال نقاط اتکاء به دست آمده است. ABC را کثیر الاضلاع اتکاء می‌گویند. اگر میز را قدری کج کرده و رها سازیم به حالت اولیه خود باز می‌گردد. اما اگر آن را خیلی کج کنیم خواهد افتاد. آزمایش نشان می‌دهد که تعادل تا وقتی پایدار است که خط قائمی که از مرکز ثقل G می‌گذرد از داخل کثیر الاضلاع اتکاء عبور کند اجسام شکل ۱۴ ــ ۶ در حالت‌های C_1 و C_2 دارای تعادل پایدار و در حالت C_3 ناپایدار است. هرچه سطح کثیر الاضلاع اتکاء بزرگتر و مرکز ثقل به سطح اتکاء نزدیکتر باشد تعادل جسم پایدارتر است.

مثلاً اگر آجری را روی سه سطح مختلف آن قرار دهیم در هر سه حالت تعادل پایدار تر است شکل ۱۴ ــ ۱۱ ولی درحالی که روی سطح بزرگتر خود تکیه دارد تعادل پایدار است. به این علت است که اتوموبیلهای سواری را با سطح قاعدهٔ بزرگتر و ارتفاع کمتر می‌سازند شکل ۱۴ ــ ۱۲.

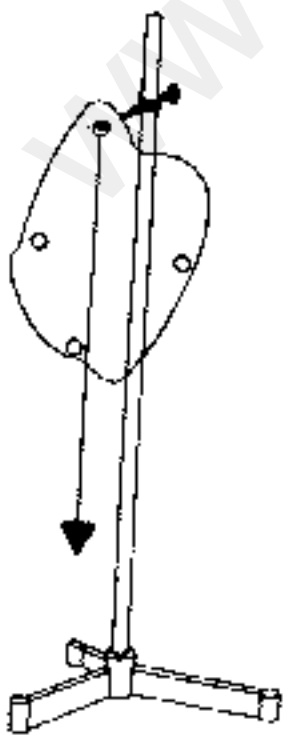


شکل ــ ۱۴ ــ ۱۱

شکل ــ ۱۴ ــ ۱۲

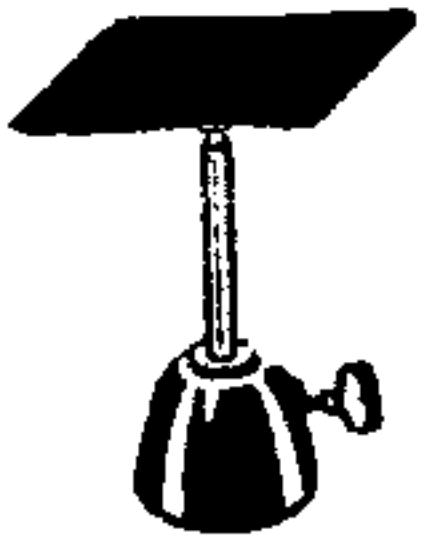
روش آزمایش

تعیین گرانیگاه: صفحه‌ای را که منظور تعیین نقطه گرانیگاه آن است مطابق شکل ۱۴ ــ ۱۳ به گیره میله‌دار می‌آویزند. درجلوی صفحه شاقولی را به همان میله آویزان می‌کنند. بر روی صفحه و در امتداد نخ، خطی رسم می‌کنند. عمل آویختن را حداقل برای دو نقطه از نقاط صفحه انجام می‌دهند. محل تلاقی دوخط تقریباً نقطه گرانیگاه صفحه است.

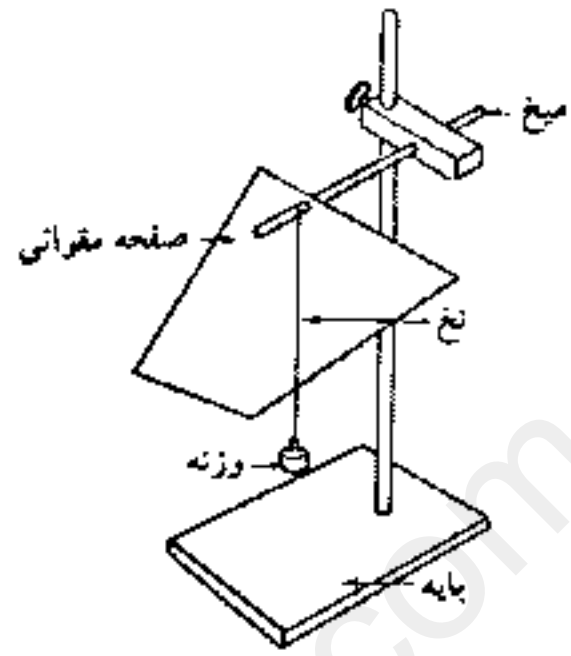


شکل ــ ۱۴ ــ ۱۳

انجام این آزمایش با استفاده از وسایل اشکال ۱۴ ــ ۱۴ نیز ممکن می‌باشد، با یک میخ و چکش در نقطهٔ به‌دست آمده فرو رفتگی مختصر ایجاد می‌کنند، تا به‌گرانیگاه حقیقی برسند. صفحه را از محلی که تعیین شده است مطابق شکل ۱۴ ــ ۱۵، روی میله نوک تیز پایه‌داری قرار می‌دهند. صفحه در حال تعادل قرار می‌گیرد.



شکل ۱۴ ــ ۱۵



شکل ــ ۱۴ ــ ۱۴

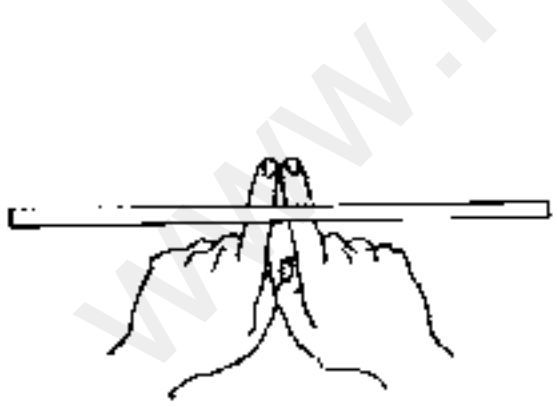
دستور کار

گرانیگاه صفحهٔ مقوائی را که در اختیار دارید تعیین کنید.

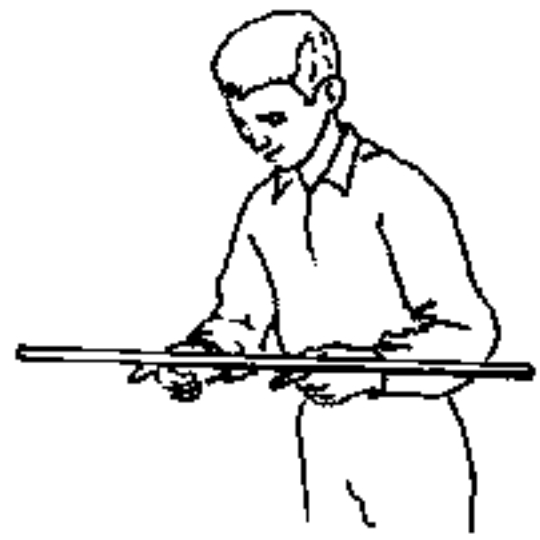
پرسش

۱ ــ چرا در شکل (۱۴ ــ ۳) از محل برخورد دو خط نقطه گرانیگاه بدست میآید؟

۲ ــ خط کش چوبی را به طور افقی روی دو انگشت نشان دو دست قرار دهید. سعی کنید دستهایتان را به یکدیگر نزدیک کنید.(شکل ۱۴ــ ۱۶) دو انگشت شما در چه محلی از خط کش به یکدیگر می‌رسند؟



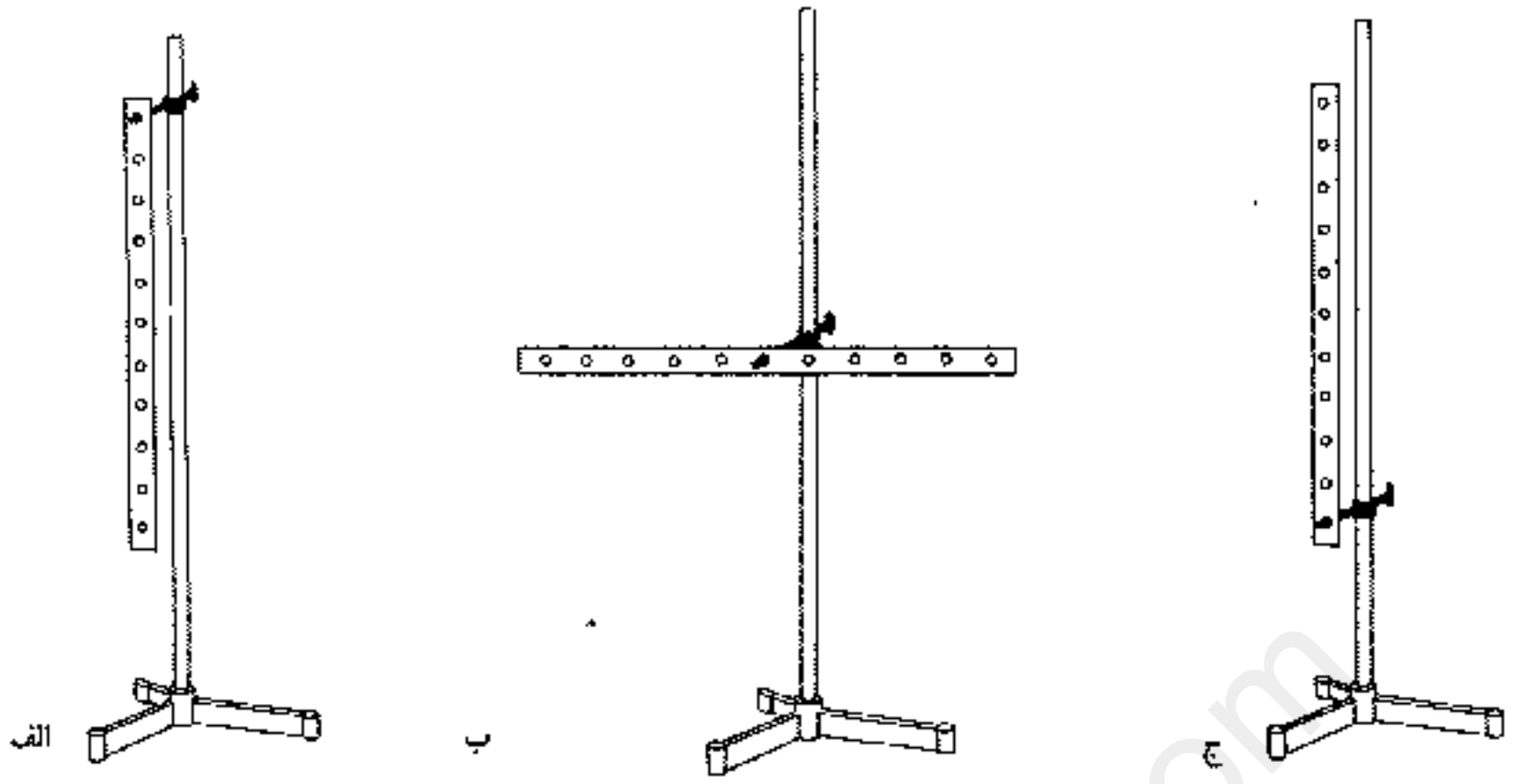
ب



الف

شکل ــ ۱۴ ــ ۱۶

۲ ــ **الف ــ بررسی انواع تعادل اجسام آویخته:** خط کشی را مطابق شکل ۱۴ ــ ۱۷ (الف ــ ب ــ ج) به گیرهٔ میله داری می‌آویزند در هر یک از سه حالت فوق پس از برقراری تعادل خط کش را کمی منحرف می‌کنند. مشاهده



ش ـ ۱۴ ـ ۱۷

می‌شود که خط‌کش شکل الف پس از چند نوسان به حالت اول باز می‌گردد و خط‌کش شکل ب تغییر وضعیتی نمی‌دهد و خط‌کش شکل ج از حالت تعادل خارج می‌شود.

۲ ــ ب ــ بررسی انواع تعادل اجسام متکی: مخروط را به ترتیب بر روی قاعده و رأس و یال آن بر روی سطح افقی قرار می‌دهند. به این ترتیب تعادل پایدار ناپایدار بی‌تفاوت را بررسی می‌کنند. توجه خواهید داشت این بررسی‌ها در مورد اجسام همگن صحیح است و برای اجسام غیر همگن مثلاً مخروطی که در قسمتی از قاعده آن تکه سربی چسبیده باشد مطلب تغییر خواهد کرد.

دستور کار:

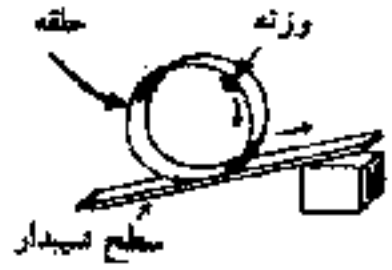
به کمک خط‌کش سوراخ‌دار و یک مخروط انواع تعادل را بررسی کنید.

پرسش:

۱ ــ چرا برج پیزا پایدار است؟

۲ ــ در شکل ۱۴ ــ ۱۸ حلقه به کدام طرف حرکت می‌کند؟ چرا؟

۳ ــ در شکل ۱۴ ــ ۱۹ چرا شخص نمی‌تواند بدون اینکه بدن خود را به جلو و یا پاها را به عقب حرکت دهد بلند شود؟



شکل ۱۴ ــ ۱۸

شکل ۱۴ ــ ۱۹

آزمایش ۱۵

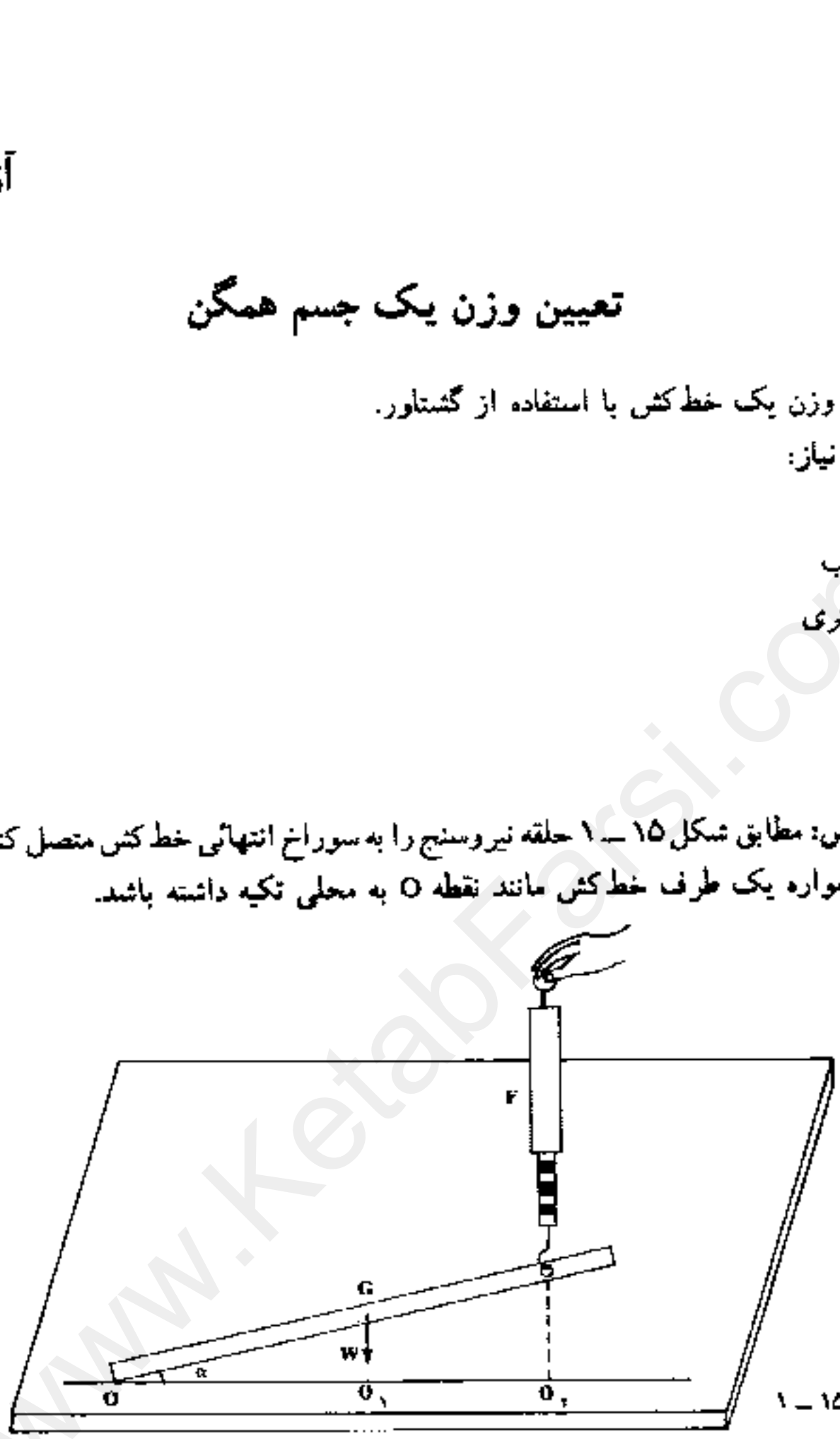
تعیین وزن یک جسم همگن

هدف: تعیین وزن یک خط‌کش با استفاده از گشتاور.

وسائل مورد نیاز:

۱ ــ میله	۱ عدد
۲ ــ نیروسنج مناسب	۱ عدد
۳ ــ خط‌کش میلیمتری	۱ عدد
۴ ــ نقاله	۱ عدد
۵ ــ ترازو	۱ عدد
۶ ــ جعبه وزنه	۱ عدد

روش آزمایش: مطابق شکل ۱۵ ــ ۱ حلقه نیروسنج را به سوراخ انتهائی خط‌کش متصل کنید. آنرا بالا بکشید و توجه کنید که همواره یک طرف خط‌کش مانند نقطه O به محلی تکیه داشته باشد.



شکل ۱۵ ــ ۱

نقطهٔ O_2 محل تلاقی امتداد قائم نیروسنج و سطح افقی می‌باشد. O و O_2 را به یکدیگر متصل می‌کنند. OO_2 تصویر لبه خط‌کش بر روی سطح افق است. محل تلاقی سطح افق با امتداد نیروی وزن W را که از G می‌گذرد O_1 نام می‌گذارند. رابطه ۱۵ ــ ۱ بین F نیروئی که نیروسنج نشان می‌دهد و W نیروی وزن خط‌کش (هدف تعیین آن است) و فاصله‌های $OO_1 = l_1$ و $OO_2 = l_2$ برقرار است. با خواندن F از روی نیروسنج و اندازه‌گیری l_1 و l_2 برای هر یک از وضعیتهای خاص نیروی W یعنی وزن خط‌کش را می‌توان به دست آورد.

$$W \times l_1 = F \times l_2$$ (رابطه ۱۵ ــ ۱)

دستور کار: وزن خط کشی را که در اختیار دارید با استفاده از روشی که گفته شد برای وضعیتهای $\alpha = ۳۰^\circ$ و $\alpha = ۶۰^\circ$ به دست آورید و جدول ۱۵ ــ ۱ را کامل کنید. نیروی وزن به دست آمده را با نیروی وزنی که مستقیماً به وسیله نیروسنج بدست می‌آید مقایسه کنید.

شمارهٔ آزمایش	α	F	l_1	l_2	$W = \frac{F \times l_2}{l_1}$ نیوتن N	W با نیروسنج
۱						
۲						

جدول ۱۵ ــ ۱

پرسش:

۱ ــ با استفاده از روش فوق، گرانیگاه یک جسم غیر همگن را چگونه می‌توان تعیین کرد؟ در صورتیکه تعیین نیروی وزن آن به وسیلهٔ نیروسنج ممکن می‌باشد.

www.KetabFarsi.com

جلسهٔ ششم

آزمایش ۱۶ ــ اهرم‌ها
آزمایش ۱۷ ــ قرقره‌ها
آزمایش ۱۸ ــ چرخ و محور
آزمایش ۱۹ ــ سطح شیبدار

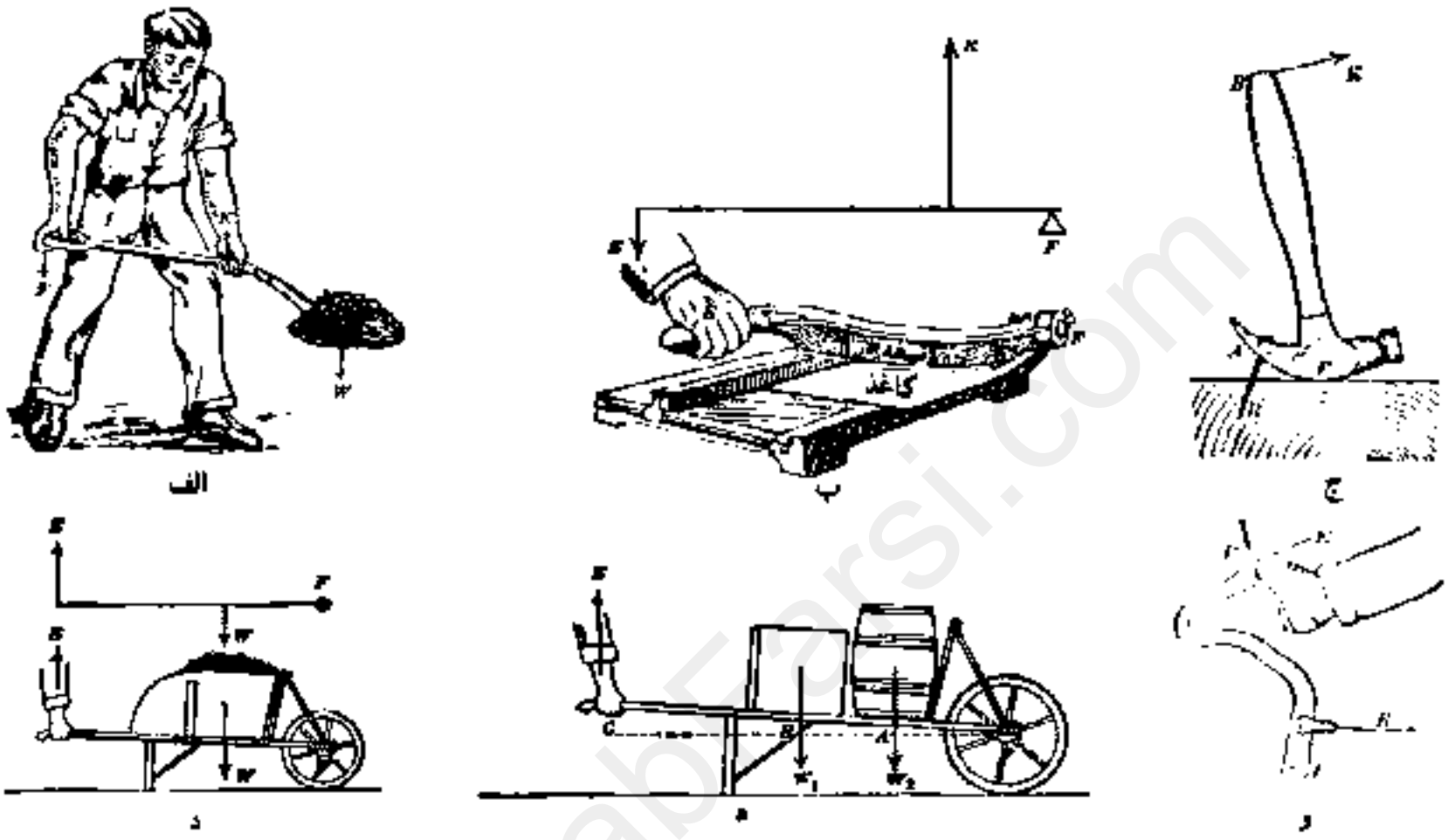
وسائل مورد نیاز:

پایه	۱ عدد
میله	۱ عدد
گیره میله‌دار	۲ عدد
میله اهرم یا خط کش سوراخ‌دار	۱ عدد
وزنه‌های قلابدار یا وزنه‌گیر و وزنه	به تعداد مورد نیاز
نیروسنج مناسب	۱ عدد
خط کش میلیمتری	۱ عدد
گیره قلابدار	۱ عدد
قرقره ساده	۲ عدد
قرقره مرکب	۲ عدد
خط کش	۱ عدد
نخ	مقدار کافی
ترازو	۱ عدد
جعبه وزنه	۱ عدد
چرخ و محور	۱ عدد
تخته مسطح	۱ عدد
ارابه	۱ عدد
نقاله	۱ عدد
سطح شیبدار قرقره‌دار	۱ عدد
کفه و وزنه یا وزنه‌گیر و وزنه	۱ عدد

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۱۶

اهرم‌ها



الف ب ج

د ه و

شکل ۱۶ ـ ۱

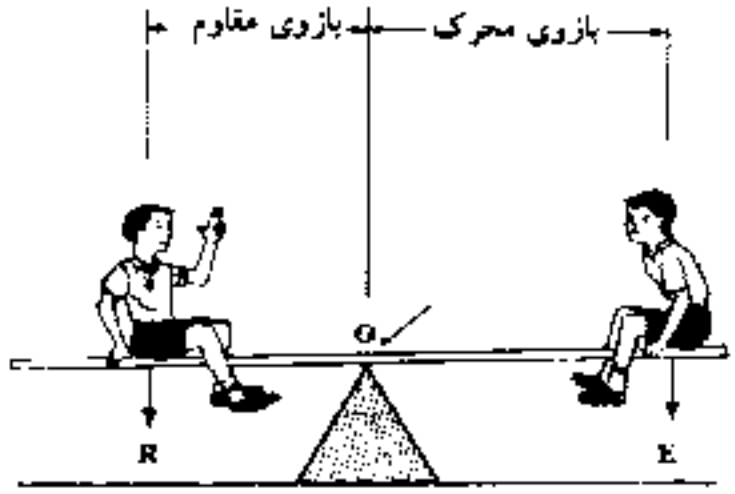
هدف: شناخت اهرم و انواع آن ــ کاربرد اهرم در زندگی و صنعت ــ شناخت روابط مربوط به اهرم.

وسائل مورد نیاز:

پایه	۱ عدد
میله	۱ عدد
گیره میله‌دار	۱ عدد
میلهٔ اهرم یا خط‌کش سوراخ‌دار	۱ عدد
وزنه‌های قلابدار یا وزنه‌گیر و وزنه	به تعداد مورد نیاز
نیرومنج مناسب	۱ عدد
خط‌کش میلیمتری	۱ عدد

اهرم: ساده‌ترین نوع اهرم از میله‌ای که میتواند دور محوری به نام تکیه‌گاه بچرخد تشکیل می‌شود. به وسیلهٔ اهرم می‌توان جهت و اندازهٔ نیرو را تغییر داد، نیرویی که باعث چرخش اهرم می‌شود نیروی محرک و نیرویی که با چرخش اهرم مخالفت می‌کند نیروی مقاوم نام دارد.

مثلاً در آلاکُلَنگ وزن کودکی که در یک سر آن نشسته است «نیروی محرک» سبب چرخیدن میله حول نقطهٔ O می‌شود و کودک دیگر «نیروی مقاوم» را که در سر دیگر آلاکُلَنگ قرار دارد بالا می‌برد شکل ۱۶ ــ ۲

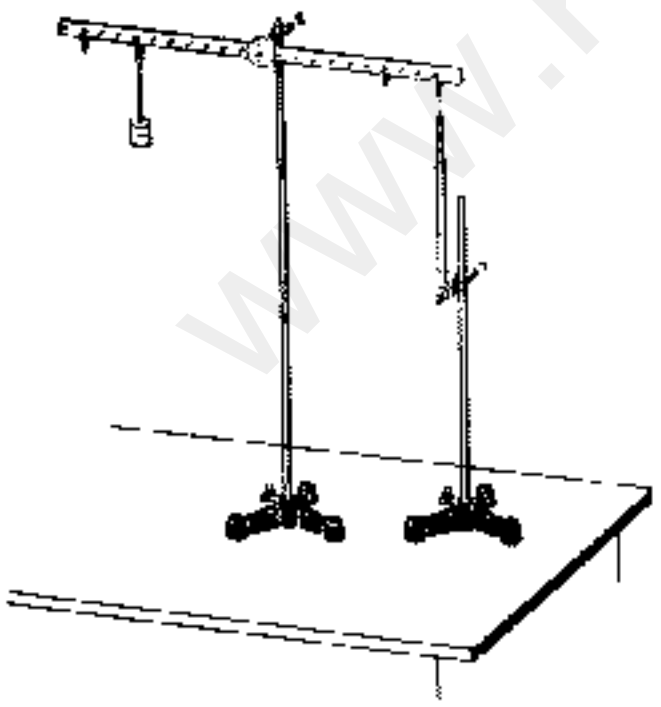


شکل۱۶ ــ ۲ــ نیروهایی که بر آلاکُلَنگ اثر می‌کنند

طول خطی را که از تکیه‌گاه به راستای نیرو عمود می‌شود بازوی محرک و طول خطی را که از تکیه‌گاه بر راستای نیروی مقاوم عمود می‌شود بازوی مقاوم اهرم گفته‌اند. اگر طول بازوهای محرک و مقاوم را به ترتیب با L_E و L_R نشان دهیم رابطهٔ $EL_E = RL_R$ برقرار است. در این رابطه R نیروی مقاوم و E نیروی محرک است.

انواع اهرم

۱ ــ اهرم نوع اوّل: در این نوع اهرم تکیه‌گاه بین نیروی محرّک و نیروی مقاوم قرار دارد.
۲ ــ اهرم نوع دوّم: در این نوع اهرم نقطه اثر نیروی مقاوم بین تکیه‌گاه و نقطه اثر نیروی محرّک واقع است.
۳ ــ اهرم نوع سوّم: در این نوع اهرم نقطه اثر نیروی محرّک بین تکیه‌گاه و نقطه اثر نیروی مقاوم واقع میباشد.



شکل ۱۶ ــ ۳

اهرم نوع اوّل

روش آزمایش: میله‌ای بر پایه سوار می‌شود برای اینکه وزن میله در محاسبات دخالت نکند، وسط میله را روی تکیه‌گاه قرار می‌دهند توجه می‌شود که قبل از وارد کردن نیرو میله افقی باشد شکل ۱۶ ــ ۳ در غیر اینصورت با افزودن وزنه‌های لازم در جاهای مناسب آن را کاملاً افقی نگه می‌دارند. در دو طرف میله دوقلاب برای آویزان کردن وزنه واتصال نیروسنج در فواصل مساوی ازتکیه‌گاه قرار می‌دهند. وزن قلاب‌ها کاملاً مساوی است.

به این ترتیب در یک طرف نیروی مقاوم و در طرف دیگر نیروی محرک را وارد می‌سازند. نقطه اثر نیروی

محرک یا اندازهٔ آن را تغییر می‌دهند و هر بار اهرم را به حال تعادل درمی‌آورند بطوریکه کاملاً افقی بایستد.

دستور کار: دستگاه را مطابق شکل ۱۶ ــ ۳ آماده کنید. نیروی وزن وزنه دلخواهی را به عنوان نیروی مقاوم R انتخاب نمائید.

۱ ــ از وزنه‌های قلاب‌دار بعنوان نیروی مقاوم استفاده نموده (R) و نیروی محرک را بوسیله نیروسنج مشخص کنید (E). (دقت نمایید نیروسنج را برای وضعی که می‌خواهید به کار ببرید میزان کنید)

۲ ــ طول بازوی محرک (L_E) و طول بازوی مقاوم (L_R) را تعیین نمائید.

۳ ــ گشتاور نیروی محرک و گشتاور نیروی مقاوم را محاسبه و رابطه بین آنها را تحقیق کنید.

۴ ــ محل و مقدار نیروی مقاوم را تغییر داده آزمایش را تکرار کنید و نتایج را در جدول ۱۶ ــ ۱ یادداشت کنید.

۵ ــ هر بار مزیت مکانیکی دستگاه (A) را از تقسیم اندازه نیروی مقاوم بر اندازه نیروی محرک حساب کنید.

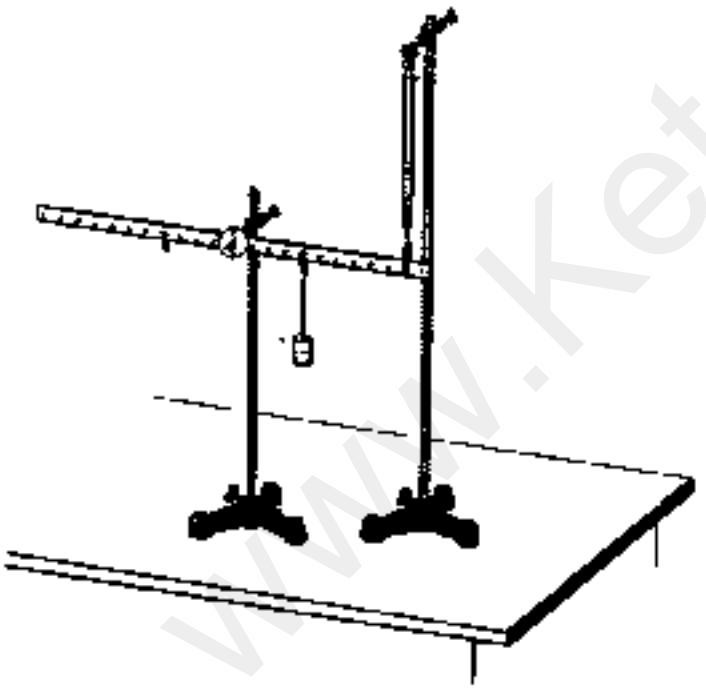
$$A = \frac{R}{E}$$

شماره آزمایش	R نیوتن	L_R متر	$R . L_R$ N.m	E نیوتن	L_E متر	$E . L_E$ N.m	$A = \frac{R}{E}$

جدول ۱۶ ــ ۱

اهرم نوع دوّم

روش آزمایش: بدون تغییر محل تکیه‌گاه در آزمایش قبل دستگاه طوری تنظیم می‌شود که نیروی مقاوم بین تکیه‌گاه و نیروی محرک قرار گرفته، خط کش افقی و دستگاه در حال تعادل باشد شکل ۱۶ ــ ۴



شکل ۱۶ ــ ۴

دستور کار: دستگاه را مطابق شکل ۱۶ ــ ۴ سوار کنید.

۱ ــ گشتاور نیروی محرک و گشتاور نیروی مقاوم را محاسبه و رابطهٔ بین آنها را تحقیق نمائید.

۲ ــ مزیت مکانیکی اهرم را حساب نمائید.

۳ ــ با تغییر محل نیروی مقاوم آزمایش را تکرار کنید و نتیجه را در جدول (۱۶ ــ ۲) زیر بنویسید.

شماره آزمایش	R نیوتن	L_R متر	$R . L_R$ N.m	E نیوتن	L_E متر	$E . L_E$ N.m	$A = \frac{R}{E}$
۱							
۲							
۳							

جدول ۱۶ ــ ۲

اهرم نوع سوّم

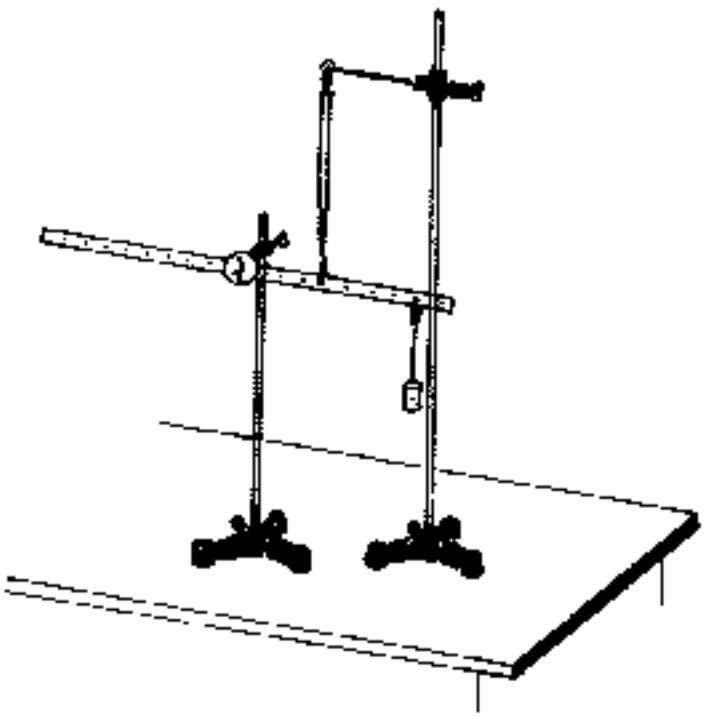
روش آزمایش: بدون تغییر تکیه‌گاه در آزمایش قبل، دستگاه طوری تنظیم می‌شود که‌نیروی محرک بین تکیه‌گاه و نیروی مقاوم قرار گرفته و ضمن افقی بودن خط‌کش دستگاه در حال تعادل باشد. شکل ۱۶ ــ ۵

دستورکار: دستگاه‌را مطابق شکل۱۶ــ۵سوارکنید.

۱ ــ گشتاورنیروی محرک وگشتاور نیروی مقاوم را محاسبه و رابطه بین آنها را تحقیق کنید.

۲ ــ مزیت مکانیکی این نوع اهرم را محاسبه کنید.

۳ ــ با تغییرنیروی مقاوم آزمایش را تکرار و نتایج را در جدول ۱۶ ــ ۳ بنویسید.



شکل ۱۶ ــ ۵

شماره آزمایش	R نیوتن	L_R متر	$R.L_R$ N.m	E نیوتن	L_E متر	$E.L_E$ N.m	$A=\frac{R}{E}$

جدول ۱۶ ــ ۳

پرسش:

۱ ــ رابطهٔ بین کار نیروی مقاوم و کار نیروی محرک را در اهرم‌ها چگونه می‌توان تحقیق کرد؟

۲ ــ چگونه می‌توان مزیت مکانیکی اهرم را زیاد کرد؟

۳ ــ اشکال ۱۶ ــ ۱ را بررسی و هر یک از آنها را تشریح کنید.

۴ ــ در ساختمان ترازو از چه نوع اهرمی استفاده شده و مزیت مکانیکی آن چه اندازه است؟

۵ ــ در تعریف اهرم گفته شده که اهرم جهت نیرو را عوض می‌کند این مطلب را توضیح دهید.

۶ ــ نوع و مشخصات اهرمهای مرکب و مضاعف زیر را تعیین کنید:

قیچی ــ فندق‌شکن ــ ناخن‌گیر ــ پنس.

۷ ــ وقتی با دست جسمی را از زمین بلند می‌کنید چه نوع اهرمی را بکار برده‌اید؟

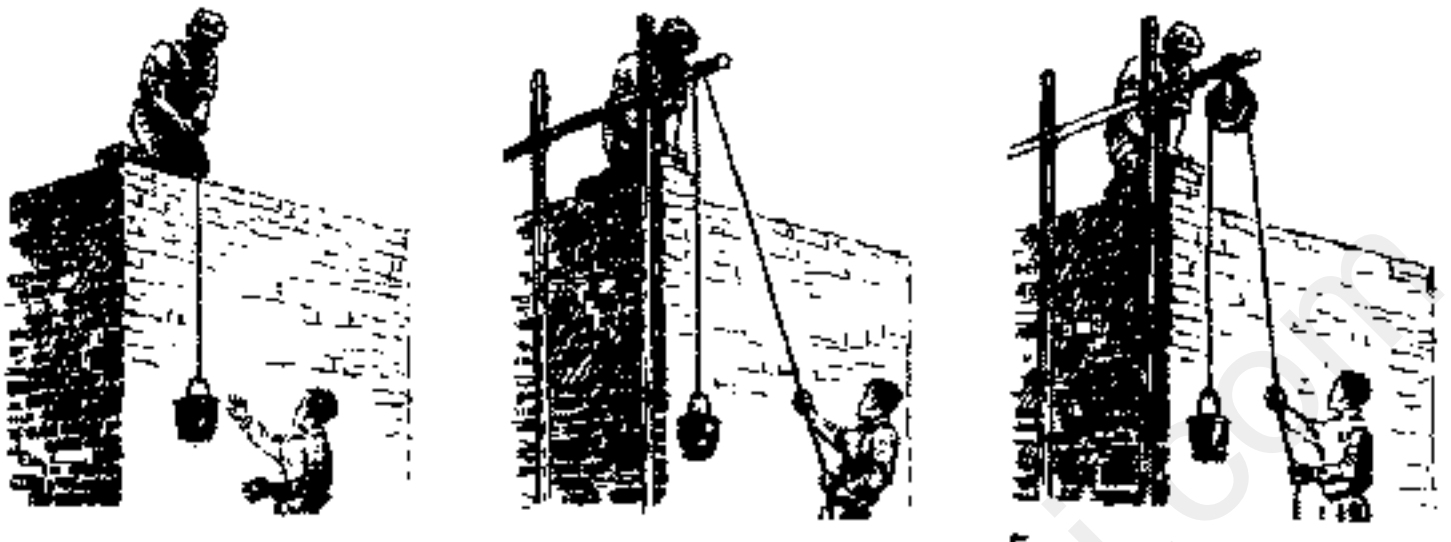
۸ ــ گاری دستی و میخ‌کش (شکلهای صفحهٔ اوّل آزمایش) هر کدام چه نوع اهرمی هستند؟

۹ ــ وقتی با قیچی ورقه حلبی را می‌برند دو شاخه‌های آن را تا حد ممکن باز می‌کنند. چرا؟

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۱۷

قرقره‌ها



الف ب ج

شکل ۱۷ ــ ۱

هدف: آشنائی با ساختمان قرقره‌های ساده و مرکب و موارد استفاده از آنها، تعیین مزیت مکانیکی کامل و مزیت مکانیکی واقعی و بازده قرقره‌ها.

وسائل مورد نیاز

۱ ــ پایه	۱ عدد
۲ ــ میله	۱ عدد
۳ ــ گیره قلابدار	۱ عدد
۴ ــ قرقره ساده	۲ عدد
۵ ــ قرقره مرکب	۲ عدد
۶ ــ نیروسنج مناسب	۱ عدد
۷ ــ وزنه‌های قلابدار یا وزنه گیر با وزنه	به تعداد کافی
۸ ــ خط کش	۱ عدد
۹ ــ نخ	مقدار کافی
۱۰ ــ ترازو	۱ عدد
۱۱ ــ جعبه وزنه	

قرقره

قرقره، چرخ شیارداری است که از جنس فلز یا کائوچو یا چوب و مواد دیگر ساخته شده و دور محوری که از

www.KetabFarsi.com

مرکز آن می‌گذرد می‌تواند بچرخد، شیار در محیط چرخ قرار دارد. نخ یا طنابی که دارای استحکام متناسب با کار مورد نظر است از درون شیار می‌گذرد.

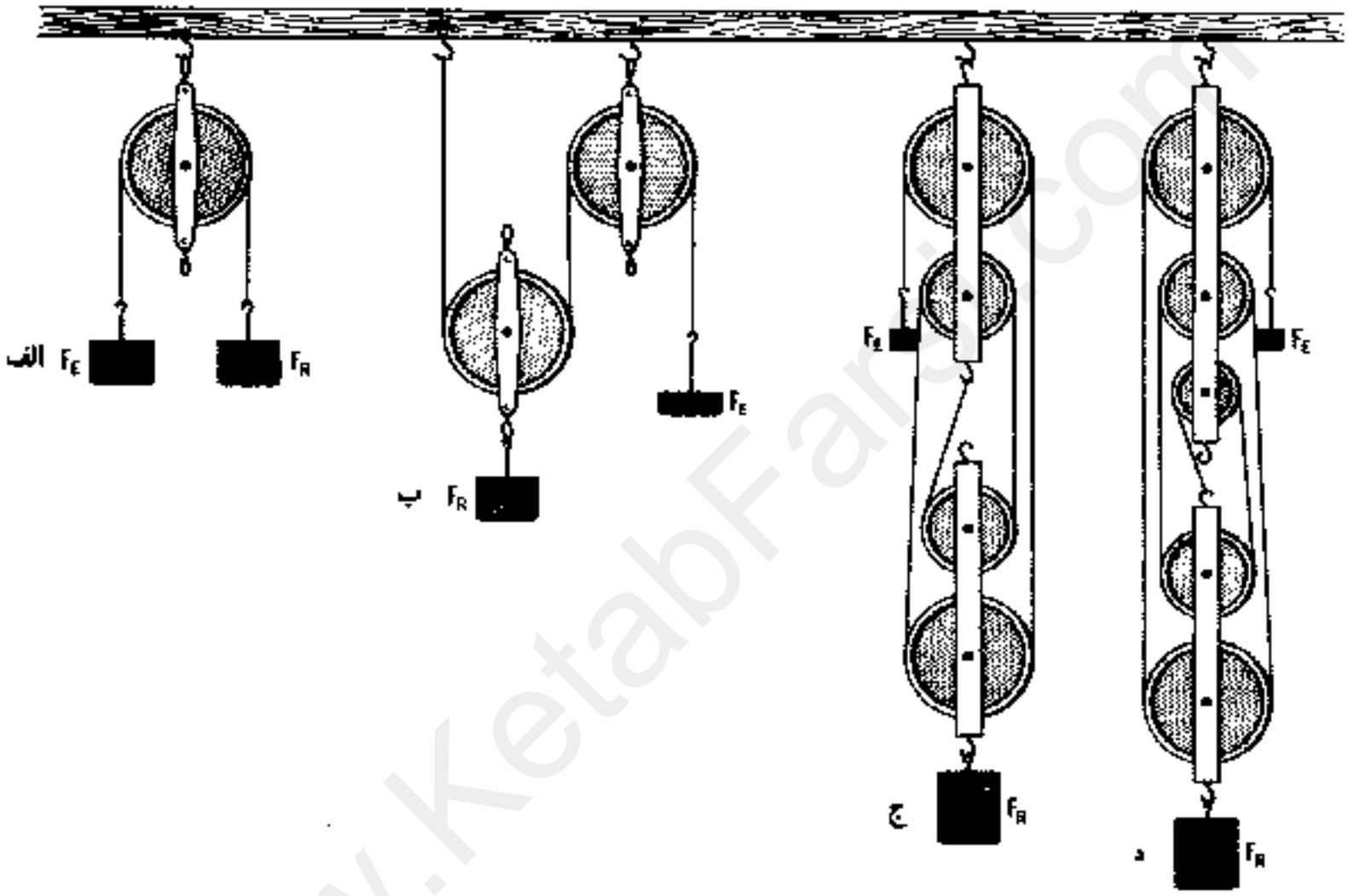
انواع مختلف قرقره‌ها از نظر کاربرد عبارتند از:

۱ ــ قرقره ساده ثابت

۲ ــ قرقره ساده متحرک

۳ ــ قرقره‌های مرکب متحدالمحور و مختلف المحور.

قرقره‌های ثابت فقط حرکت دورانی دارند ولی قرقره‌های متحرک علاوه بر حرکت دورانی حرکت انتقالی هم دارند.



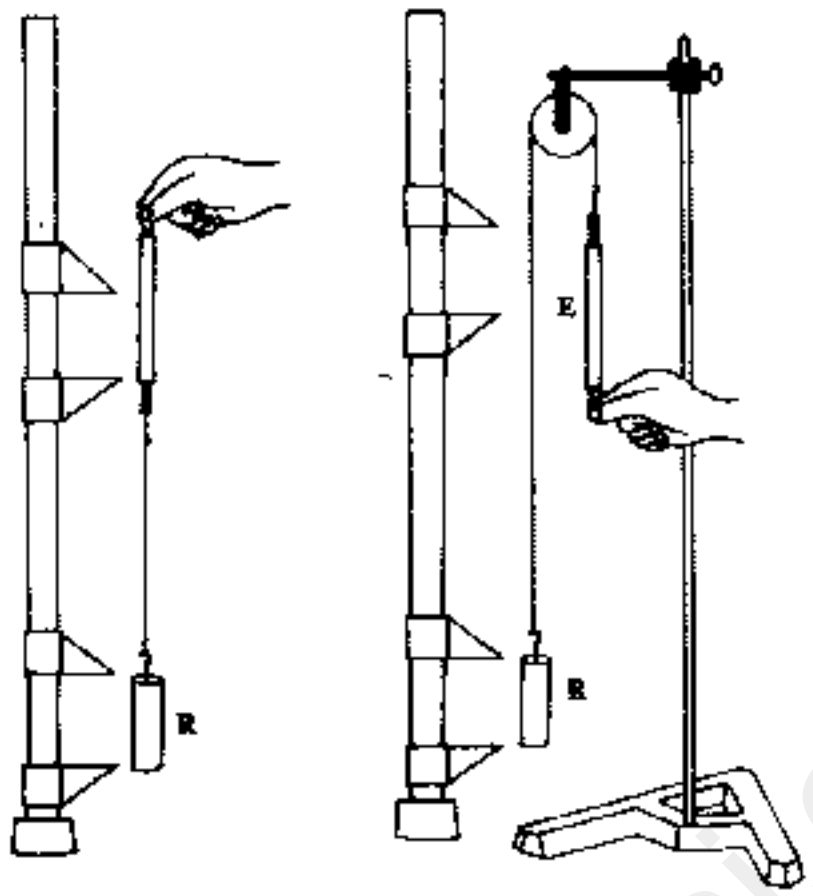
شکل ۱۷-۲

روش آزمایش:

۱ ــ قرقره ثابت و ساده ــ میله‌ای را برپایه سوار و گیره قلابدار را به میله وصل می‌کنند. قرقره را بادست می‌چرخانند. هر چه قرقره روانتر بچرخد برای انجام آزمایش مناسب‌تر است و از بین قرقره‌های موجود قرقره‌ای انتخاب می‌شود که اصطکاک آن کمتر باشد. سپس قرقره را به قلاب آویزان می‌کنند و نخ را از شیار آن عبور می‌دهند شکل ۱۷ ــ ۲ ــ الف.

دستور کار:

دستگاه را مطابق شکل ۱۷ ــ ۳ سوار کنید، یک طرف نخ وزنه‌ای بیاویزید (R) و طرف دیگر نخ را به نیروسنج



شکل ۱۷-۳

وصل کنید و نیروسنج را نگه دارید تا دستگاه به حال تعادل درآید.

عددی که نیروسنج نشان می‌دهد (نیروی محرک E) را با نیروی مقاوم R مقایسه کنید و مزیت مکانیکی کامل قرقره $A = \frac{R}{E}$ را به دست آورید.

۳ ــ نیروسنج را طوری پایین بکشید که وزنه R یکنواخت بالا برود و مقدار نیروی محرک را بخوانید مشاهده می‌کنید که $E_1 > R$ می‌باشد چرا؟ (E_1 نیروی محرک واقعی است).

۴ ــ مزیت مکانیکی واقعی A_1 و بازده قرقره را حساب کنید.

$$A_1 = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک واقعی}}$$

$$\text{بازده (Ra)} = \frac{\text{مزیت مکانیکی واقعی}}{\text{مزیت مکانیکی کامل}} = \frac{A_1}{A} = \frac{E}{E_1}$$

نتایج را در جدول ۱۷ ــ ۱ بنویسید.

E نیوتن	R نیوتن	A	E_1 نیوتن	A_1	بازده ٪

جدول ۱۷-۱

پرسش:

۱ ــ بین طول بازوهای نیروی محرک و نیروی مقاوم چه رابطه‌ای وجود دارد؟

۲ ــ از قرقره ثابت ساده به چه منظور استفاده می‌شود؟

۳ ــ بین کار نیروی مقاوم وکار نیروی محرک چه رابطه‌ای برقرار است؟ چرا؟

۴ ــ نقش اصطکاک در آزمایش بالا چیست؟

۵ ــ شکل ۱۷ ــ ۱ را توضیح دهید.

۶ ــ اگر رشته نخ‌های طرفین موازی نباشد آیا نیروی محرک تغییری می‌کند؟

روش آزمایش

۲ــ قرقره ساده متحرک

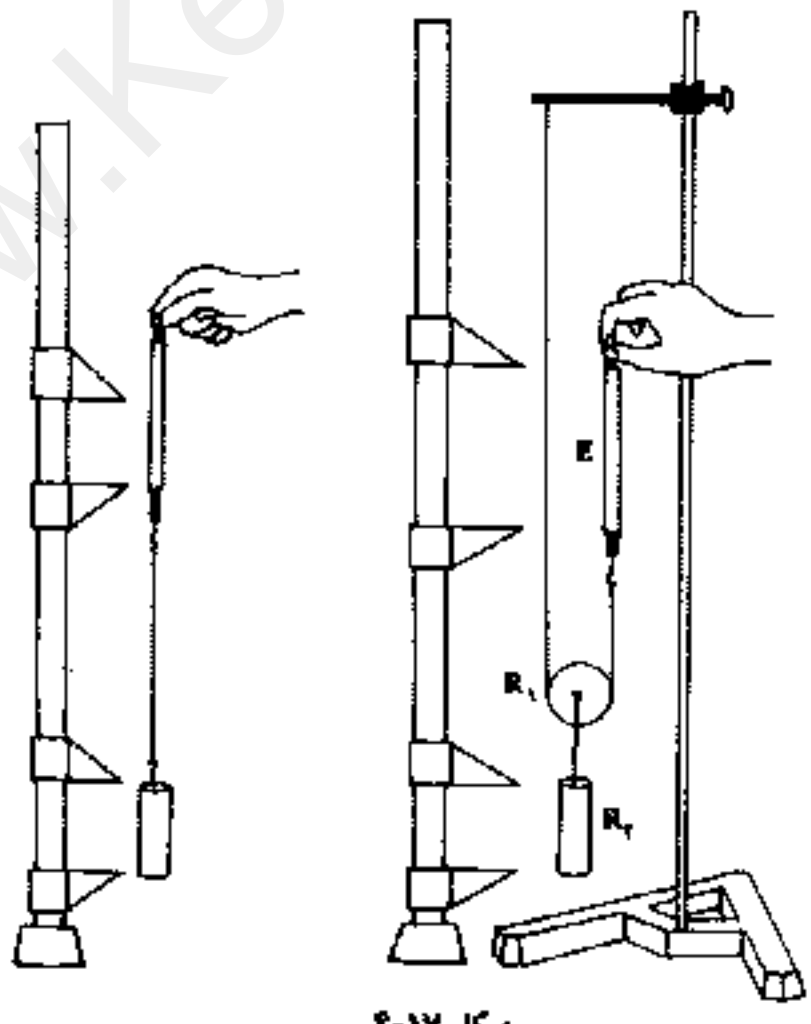
دستور کار:

۱ ــ قبل از سوار کردن دستگاه، نیروی وزن قرقره ساده را تعیین کنید و آنرا به R_1 نشان دهید.
وزنه R_2 را به آن بیاویزید و دستگاه را مطابق شکل ۱۷-۴ سوار کنید. نیروی مقاوم برابر با R می‌باشد.

$$R = R_1 + R_2$$

۲ ــ نیروسنج را طوری نگه دارید که امتداد نخ‌های طرفین قرقره موازی و دستگاه بی‌حرکت باشد. نیرویی را که نیروسنج نشان می‌دهد بخوانید (E).

۳ ــ نیروسنج را طوری بکشید که دستگاه تقریباً بطور یکنواخت حرکت کند. مقدار نیروی محرک واقعی را بخوانید (E_1)



شکل ۱۷-۴

۴ ــ مزیت مکانیکی کامل (A) و مزیت مکانیکی واقعی (A_1) و بازده قرقره را در این حالت حساب کنید و نتایج را در جدول ۱۷ ــ ۲ بنویسید.

۵ ــ رابطهٔ بین کار نیروی محرّک و کار نیروی مقاوم را تحقیق کنید.

R_1 نیوتن	R_2 نیوتن	R نیوتن	E نیوتن	E_1 نیوتن	A	A_1	بازده ٪

جدول ۱۷-۲

پرسش:

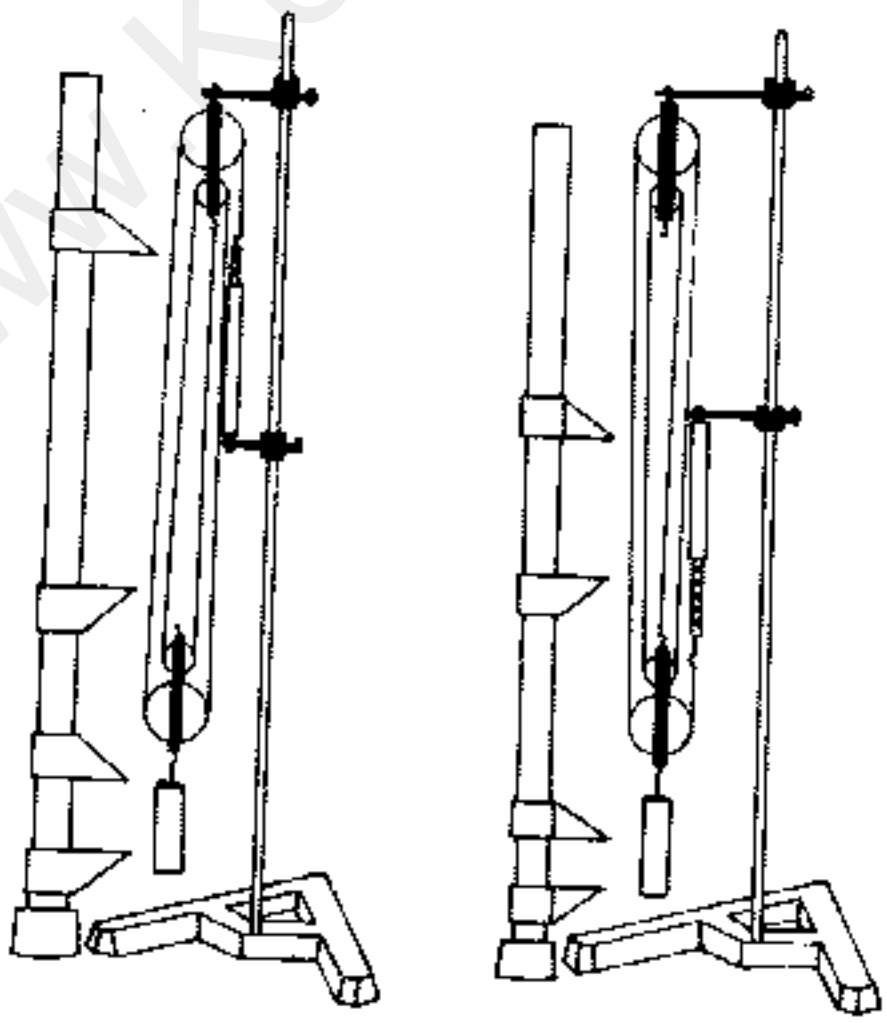
۱ ــ اگر رشته نخهای طرفین قرقره متحرک ساده موازی نباشند اندازهٔ نیروئی که نیروسنج نشان می‌دهد چه تغییری خواهد کرد؟

۲ ــ موارد استفاده قرقره متحرک را با ذکر مثال شرح دهید.

روش آزمایش

۳ــ قرقره مرکب:

دستگاه را مطابق شکل ۱۷ ــ ۵ سوار کنید. وزنه‌ای را به قرقره متحرک و نیروسنج را به نخ آزاد وصل می‌کنند.



شکل ۱۷ ــ ۵

دستور کار: دستگاه را مطابق شکل ۱۷ ــ ۵ سوارکنید.

نیروسنج را با دقت طوری نگه دارید تا تعادل برقرار شود.

مقدار نیروی محرک (E) و نیروی مقاوم (R) را تعیین کنید. E اندازه نیرویی است که نیروسنج نشان می‌دهد. R مجموع نیروی وزن وزنه‌ها و قرقره‌ای است که وزنه بدان آویخته شده.

اگر نیروسنج را ۱۲ سانتیمتر به پایین بکشید، نیروی مقاوم چندسانتیمتر بالا می‌رود، رابطه بین کار نیروی محرک و کار نیروی مقاوم را تحقیق کنید.

مزیت مکانیکی کامل و مزیت مکانیکی واقعی و بازده دستگاه را تعیین و در جدول ۱۷ ــ ۳ یادداشت کنید.

در صورت امکان آزمایش را با قرقره‌های مرکب متحدالمحور تکرارکنید.

R_1	R_2	R	E	E_1	A	A_1	بازده ٪

جدول ۱۷-۳

پرسش:

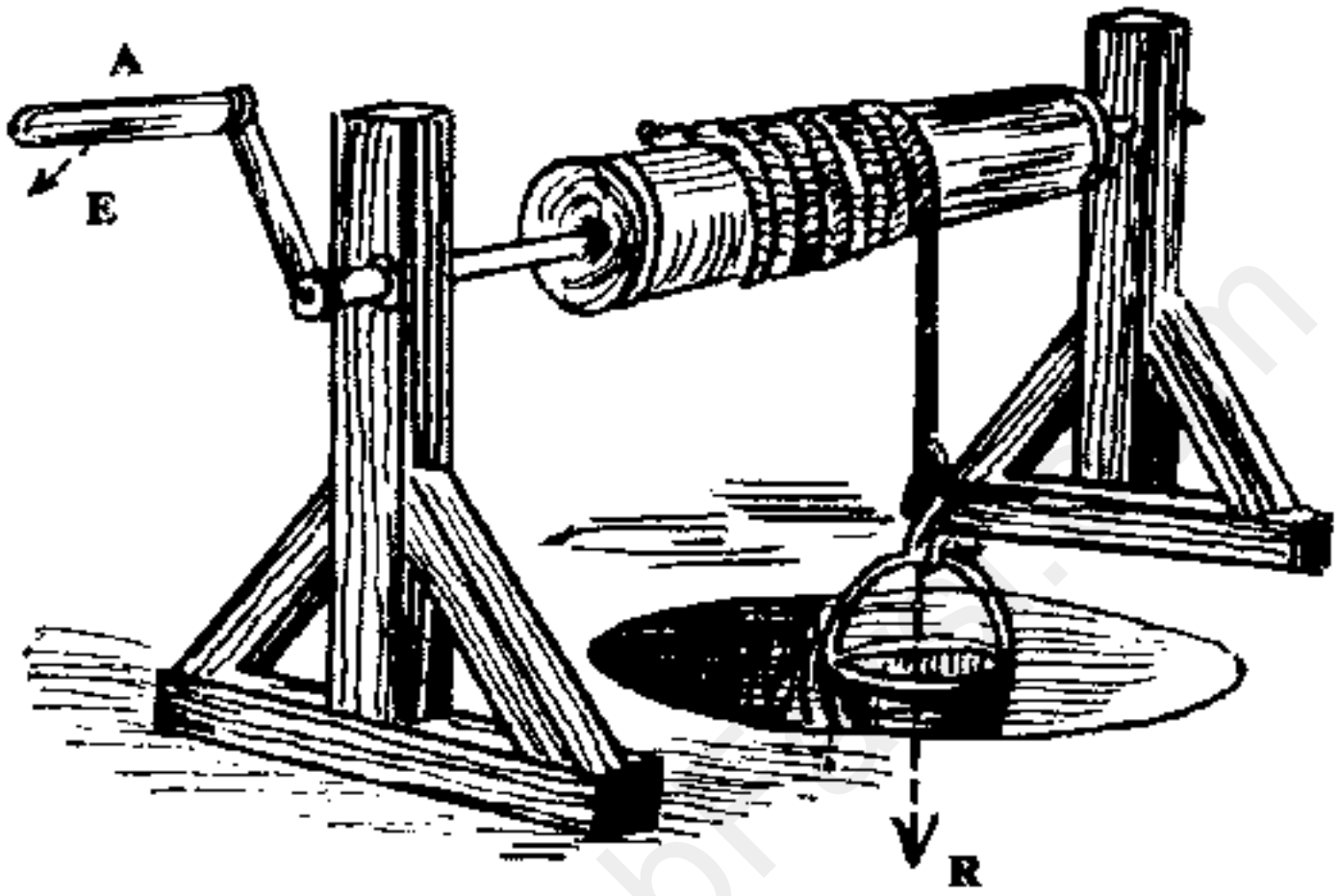
۱ ــ مورد استفاده قرقره مرکب را با توجه به شکل زیر شرح دهید.

۲ ــ مزیت مکانیکی کامل قرقره مرکب با تعداد نخ‌هائی که به قرقره متحرک وصل می‌شود چه رابطه‌ای دارد؟

شکل ۱۷-۶

آزمایش ۱۸

چرخ و محور



شکل ۱۸-۱

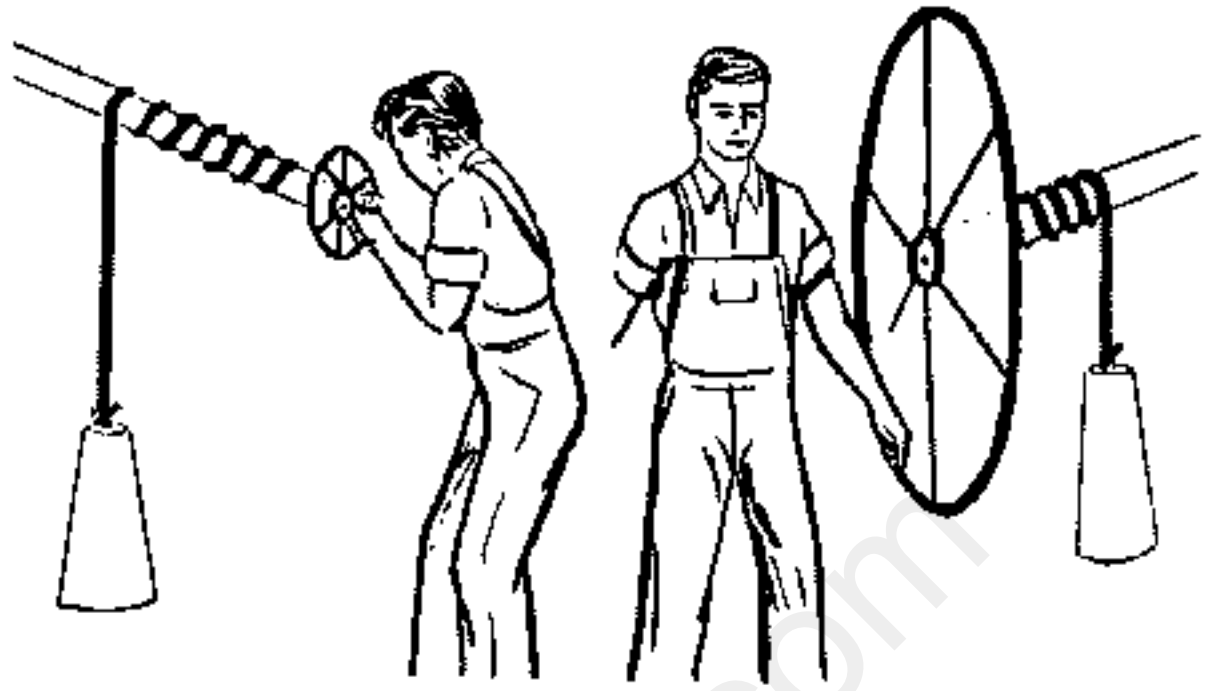
هدف: شناخت چرخ و محور و کاربردهای آن.

وسائل مورد نیاز:

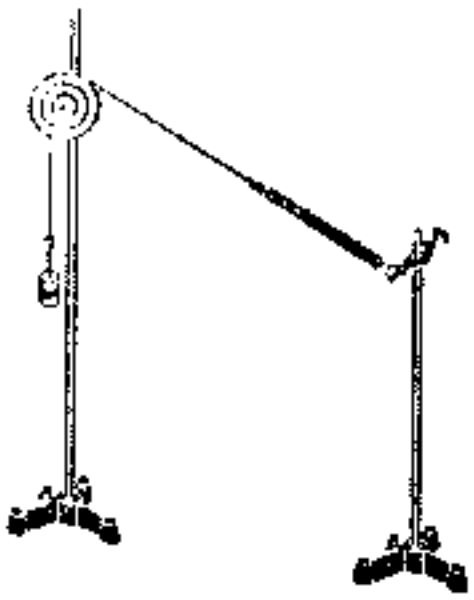
پایه	۱ عدد
میله	۱ عدد
گیره میله‌دار	۱ عدد
چرخ و محور	۱ عدد
نیروسنج مناسب	۱ عدد
نخ	مقداری
خط کش	۱ عدد
وزنه‌های قلاب‌دار یا وزنه‌گیر و وزنه	به تعداد کافی

چرخ و محور: چرخ و محور از دو قرقره متحدالمحور متصل به هم تشکیل شده است. یکی از آنها، محور نام دارد و شعاع آن نسبت به دیگری که چرخ نام دارد کوچکتر و هر دو باهم می‌چرخند ولی هر کدام دارای نخ یا طناب جداگانه‌ای میباشند. ممکن است به جای قرقره بزرگتر از یک میله به نام دسته چرخ استفاده شود. شکل‌های ۱۸ ــ ۱،

۱۸ ــ ۲ و ۱۸ ــ ۳.



شکل ۱۸-۲



شکل ۱۸-۳

روش آزمایش: دستگاه را مطابق شکل(۱۸ ــ ۳) سوار می‌کنند،نیروی مقاوم را به نخ قرقره کوچک وصل کرده و نیروی محرک را به نخ قرقره بزرگ می‌بندند. برای تعیین نیروی محرّک از نیروسنج استفاده می‌شود. اگر به جای قرقره بزرگ از دسته چرخ استفاده شود، نیروی محرک به دسته چرخ وارد می‌شود.

دستور کار:

۱ ــ اندازهٔ نیروی مقاوم را تعیین کنید (R).

۲ ــ نیروسنج را طوری نگه‌دارید که دستگاه به حال تعادل درآید و اندازهٔ نیرویی را که نیروسنج نشان می‌دهد بخوانید (نیروی محرک E).

۳ ــ مزیت مکانیکی دستگاه را حساب کنید.

۴ ــ شعاع چرخ کوچکتر (r_R) و شعاع چرخ بزرگتر (r_F) را اندازه بگیرید و رابطهٔ آنها را با مزیت مکانیکی کامل پیدا کنید.

۵ ــ برای به حرکت درآوردن دستگاه نیروی محرک E_1 لازم است که $E_1 > E$ می‌باشد، اندازهٔ E_1 را تعیین و مزیت مکانیکی واقعی و بازده دستگاه را حساب کنید. نتایج را در جدول ۱۸ ــ ۱ بنویسید.

R N	E N	E_1 N	r_R m	r_F m	A	A_1	بازده ٪

جدول ۱۸ ــ ۱

۶ ــ رابطهٔ بین کار نیروی محرک و کار نیروی مقاوم را بررسی کنید.

پرسش:

۱ ــ شکل ۱۸ ــ ۱ را توضیح دهید.

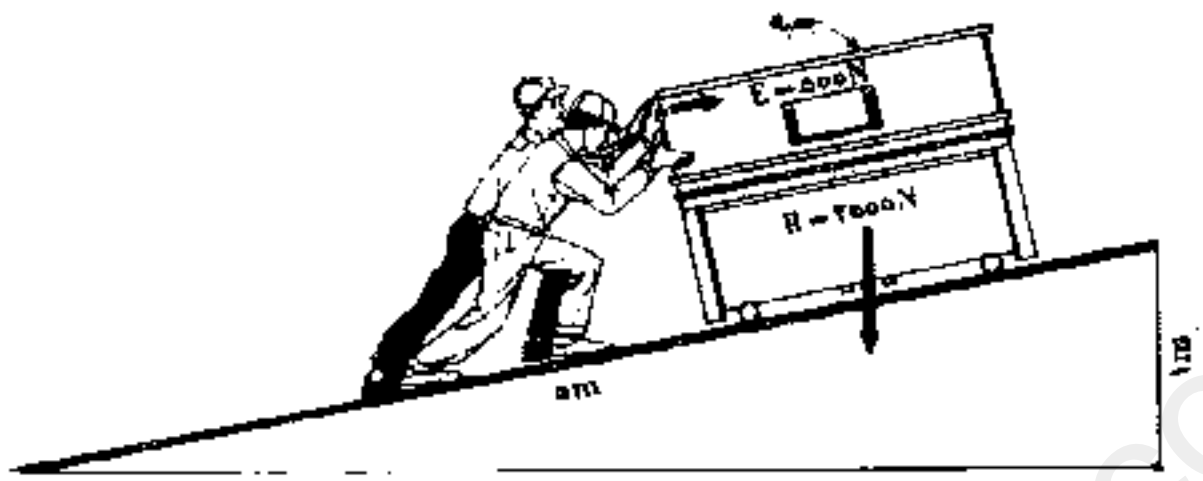
۲ ــ دو مورد استفاده عملی چرخ و محوررا نام برده ونیروی مقاوم ونیروی محرّک وبازوهای مقاوم و محرک را در هر کدام مشخص سازید.

۳ ــ در آزمایشی که انجام داده‌اید، کار نیروی محرک و نیروی مقاوم را حساب کنید و رابطه بین آن دو را بررسی کنید.

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۱۹

سطح شیبدار



شکل ۱۹-۱

هدف: شناخت سطح شیبدار و کاربردهای آن در صنعت

وسایل مورد نیاز:

با درنظر گرفتن وسایل موجود در آزمایشگاه میتوان از سری «الف» یا سری «ب» استفاده نمود.

«سری الف»

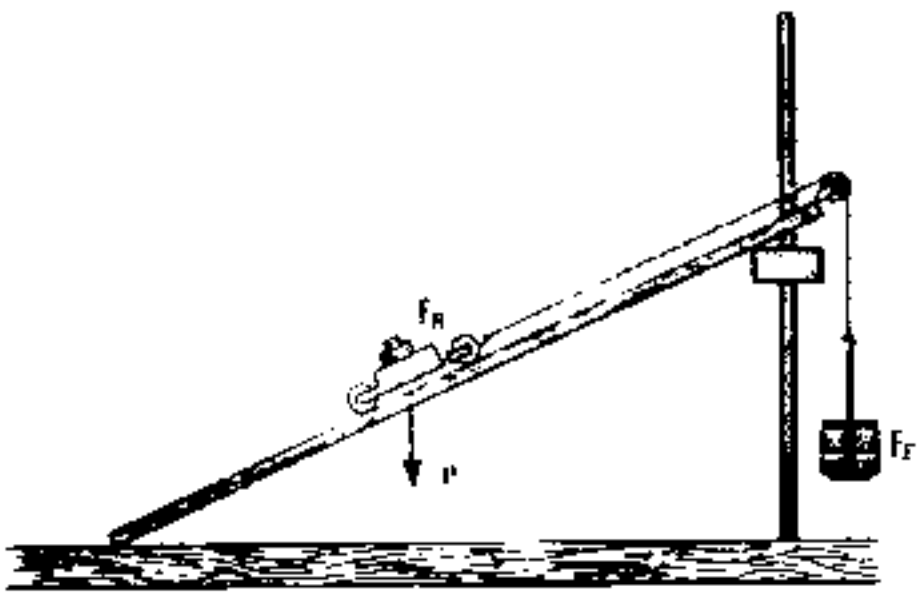
تخته مسطح	۱ عدد
پایه	۱ عدد
میله	۱ عدد
گیره میله‌دار	۲ عدد
ارابه	۱ عدد
نیروسنج	۱ عدد
خط‌کش	۱ عدد
نقاله	۱ عدد

«سری ب»

سطح شیبدار قرقره‌دار	۱ عدد
کفه و وزنه یا وزنه‌گیر و وزنه	به تعداد کافی
ارابه	۱ عدد
خط‌کش	۱ عدد
نقاله	۱ عدد
ترازو	۱ عدد

www.KetabFarsi.com

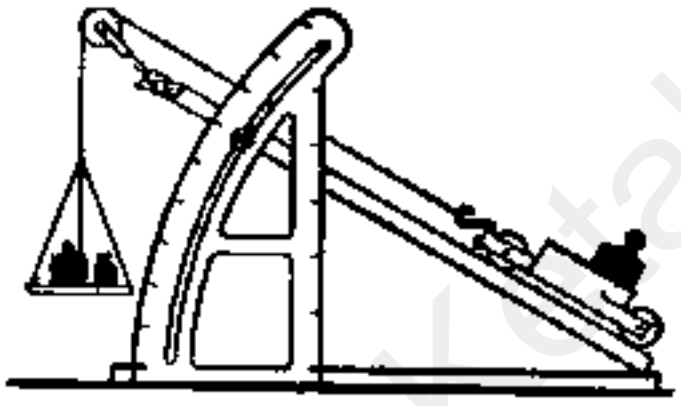
سطح شیبدار: سطحی است که با سطح افق زاویه‌ای غیر از صفر درجه بسازد. مطابق شکل (۱۹ ــ ۲) اگر ارابه کوچکی بر روی سطح شیبداری قرار گیرد، مشاهده می‌شود که ارابه در روی سطح شیبدار حرکت می‌کند. برای اینکه ارابه بر روی سطح شیبدار به حالت تعادل و بی‌حرکت نگه داشته شود لازم است به وسیله نیرویی که در امتداد سطح شیبدار می‌باشد و جهت آن رو به بالا است کشیده شود. در شکل (۱۹ ــ ۲) ارابه‌ای نشان داده شده است که مجموع نیروی وزن ارابه و وزنه‌های موجود در آن برابر با P می‌باشد.



شکل ۱۹ ــ ۲

برای آنکه ارابه بر روی سطح شیبدار با سرعت تقریباً یکنواخت به سمت بالا حرکت کند باید با نیرویی برابر با F در جهت بالا کشیده شود. آزمایش نشان می‌دهد که همواره نیروی F از نیروی P کمتر است. بنابراین به کمک سطح شیبدار می‌توان با نیرویی کم بر نیروی زیادتری غلبه کرد. از این روست که به سطح شیبدار یک ماشین ساده گفته می‌شود. شکل‌های (۱۹ ــ ۱) و (۱۹ ــ ۲) در شکل ۱۹ ــ ۱ نیرویی که دو مرد برای بالا بردن دو صندوق به کار می‌برند برابر با ۵۰۰ N است که این نیرو $\frac{1}{5}$ برابر نیروی وزن R = ۲۵۰۰N صندوق‌ها است.

روش آزمایش: ارابه‌ای را که مجموع نیروی وزن آن با وزن وزنه‌های داخل آن برابر با R است، بر روی سطح شیبدار می‌گذارند. نخی را که به ارابه متصل است پس از عبور دادن از شیار قرقره به کفه‌ای متصل می‌کنند. با کمک نیروی وزن کفه و وزنه‌های داخل آن (E) دستگاه را به حال تعادل در می‌آورند. در نهایت با توجه به وسایل مورد استفاده دستگاه تقریباً مطابق یکی از اشکال ۱۹ ــ ۲ و ۱۹ ــ ۳ آماده می‌شود.

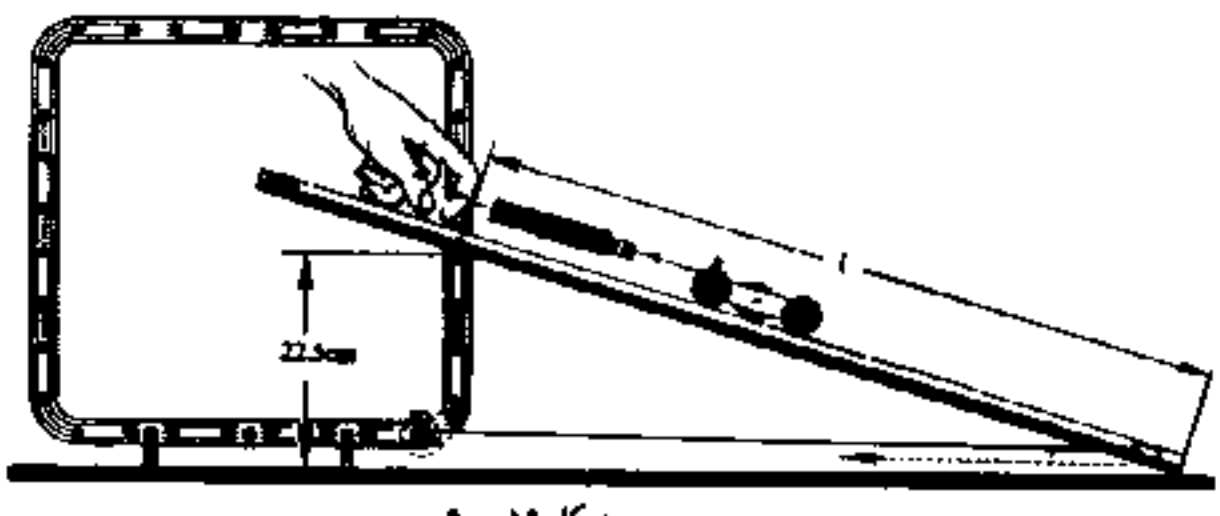


شکل ۱۹ ــ ۳

به‌جای استفاده از کفه و وزنه می‌توان از نیروسنجی که حلقه آن به گیره‌ای متصل است استفاده کرد. شکل ۱۹ــ ۴.

دستور کار

۱ ــ وزن ارابه را تعیین کرده و آن را بر روی سطح شیبدار قرار دهید. اندازه نیروئی که نیروسنج نشان می‌دهد همچنین مجموع نیروی وزن کفه با وزنه‌ها را معین کنید (E).



شکل ۱۹ ــ ۴

۲ ــ مزیت مکانیکی دستگاه را به دست آورید. $A = \frac{R}{E}$

۳ ــ با دست نیروسنج را به طرف بالا کشیده یا وزنه در کفه اضافه کنید تا ارابه روی سطح شیب‌دار تقریباً به طور یکنواخت حرکت کند. در این حال اندازه نیروئی را که نیروسنج نشان می‌دهد همچنین مجموع نیروی وزن کفه و وزنه‌ها را (E_1) یادداشت کنید. $E < E_1$ چرا؟

۴ ــ مزیت مکانیکی واقعی دستگاه و مزیت مکانیکی کامل و بازده آنرا حساب کنید.

۵ ــ کار نیروی محرک و کار نیروی مقاوم را حساب کرده نسبت آنها را با بازده دستگاه مقایسه کنید.

۶ ــ زاویه شیب را تغییر دهید و آزمایش بالا را تکرار کنید و ضمن مقایسه این آزمایش را با آزمایش قبل نتایج را در جدول ۱۹ ــ ۱ بنویسید.

زاویه شیب	طول سطح m	ارتفاع سطح m	R N	E N	E_1 N	A	A_1	بازده ٪
۳۰°								

جدول ۱۹ ــ ۱

پرسش

۱ ــ آیا می‌توان مزیت مکانیکی کامل را از خارج قسمت طول سطح به ارتفاع آن به دست آورد؟

۲ ــ در چه وسائلی از سطح شیب‌دار استفاده می‌شود؟

۳ ــ برای زیاد کردن بازده ماشینهای ساده چه پیشنهادی دارید؟

۴ ــ گوه چیست؟ درچه مواردی مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۵ ــ پیچ، چه رابطه‌ای با سطح شیبدار دارد؟

۶ ــ بازده ماشینهای مختلف چرا صددرصد نمی‌باشد؟

www.KetabFarsi.com

جلسهٔ هفتم

آزمایش ۲۱ ــ فشار درون مایعات
آزمایش ۲۲ ــ قانون ارشمیدس
آزمایش ۲۳ ــ فشار مایعات با چگالی مختلف

فهرست وسایل لازم:

لوله توریچلی لوله‌ای به طول تقریبی ۱ متر که یک سر آن بسته است.	۱ عدد
تشتک جیوه	۱ عدد
قیف	۱ عدد
خط‌کش میلیمتری بطول ۱ متر	۱ عدد
تیم کره‌های ماگدبورگ (در صورت داشتن)	۱ جفت
تلمبه تخلیه	۱ عدد
لیوان	۱ عدد
کاغذ	۱ برگ
آب	به مقدار مورد نیاز
جیوه	به مقدار مورد نیاز
لوله U شکل	۱ عدد
لوله لاستیکی مناسب	۱ عدد
آب، الکل صنعتی	به مقدار مورد نیاز
قیف و غشای لاستیکی	۱ عدد
جوهر	به مقدار مورد نیاز
پایه	۲ عدد
میله	۲ عدد
گیره قلابدار	۱ عدد
نیروسنج	۱ عدد
استوانه مدرج	۱ عدد
بشر یا ظرف شیشه‌ای	۲ عدد
دو استوانه یکی تو پر ودیگری توخالی هم قطر با اولی (دواستوانهٔارشمیدس)	
لوله شیشه‌ای تقریباً به طول ۵۰ سانتی‌متر	۲ عدد

www.KetabFarsi.com

لوله سه شاخه شیشه‌ای، پلاستیکی یا فلزی	۱ عدد
پنس مخصوص لوله لاستیکی	۱ عدد
گیره لوله‌گیر	۲ عدد
مایع با چگالی‌های مختلف	به مقدار مورد نیاز

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۲۰

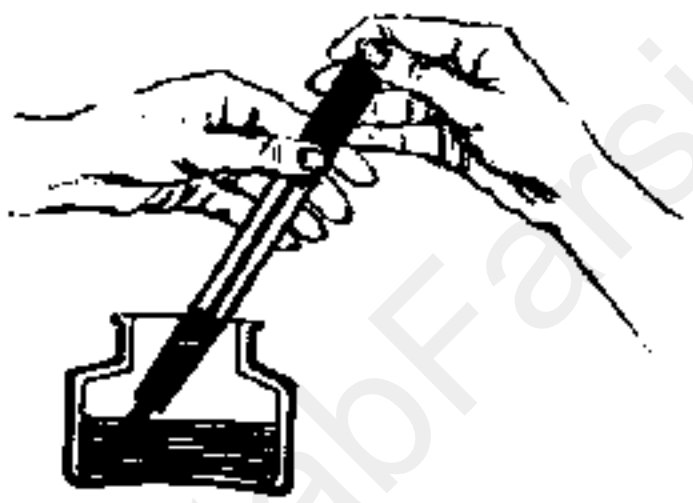
فشار

نیرویی را که به طور عمود بر واحد سطح وارد می‌گردد، «فشار» می‌گویند.

بنابراین اگر نیروی F به‌طور عمودی و یکسان برسطحی مانند A وارد شود، اندازه نیروی وارد بر واحد سطح یعنی «فشار» برابر است با $\frac{F}{A}$ که آن را به P نشان می‌دهند.

واحد فشار در سیستم «SI» نیوتن برمتر مربع است که آن را پاسکال می‌گویند و آنرا به (Pa) نمایش می‌دهند.

گاهی نیروی کوچکی می‌تواند فشار بزرگی ایجاد کند. مثلاً فشاری که یک سوزن گرامافون بر روی صفحه وارد می‌سازد ممکن است خیلی بزرگ‌تر از فشاری باشد که یک ساختمان برسطح زمین وارد می‌کند.



شکل ۲۰ ـ ۱

هدف مشاهده فشار هوا و اندازه‌گیری آن.

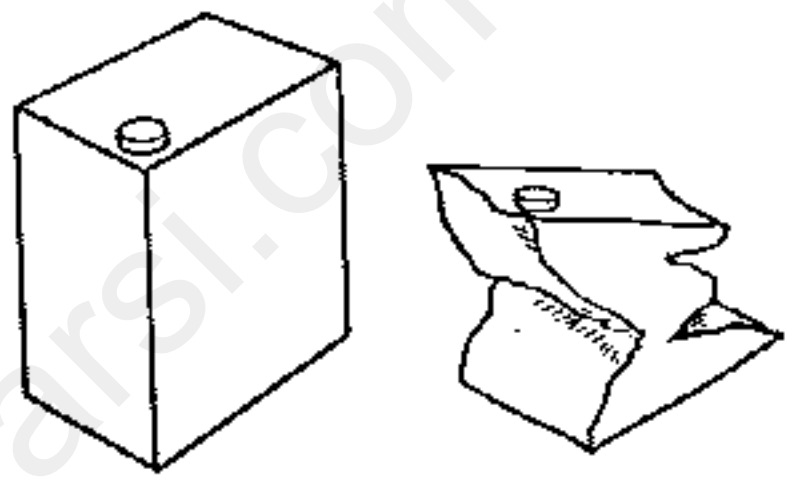
وسایل مورد نیاز

۱ ـ لوله توریچلی «لوله‌ای به طول تقریبی ۱ متر که یک سر آن بسته است»	۱ عدد
۲ ـ تشتک جیوه	۱ عدد
۳ ـ قیف	۱ عدد
۴ ـ خط کش میلیمتری بطول ۱ متر	۱ عدد
۵ ـ نیم کره‌های ماگدبورگ «در صورت داشتن»	۱ جفت
۶ ـ تلمبه تخلیه	۱ عدد
۷ ـ لیوان	۱ عدد
۸ ـ کاغذ	۱ برگ
۹ ـ آب	مقدار کافی
۱۰ ـ جیوه	مقدار کافی

فشار هوا

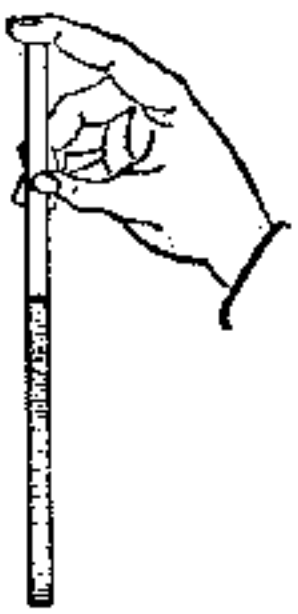
روی زمین در زیر اقیانوسی از هوا زندگی می‌کنیم که «اتمسفر» یا جوّ نام دارد. به علت وزنی که هوا دارد به هر متر مربع از سطح زمین تقریباً 10^4 کیلوگرم نیرو وارد می‌سازد. هر کیلوگرم نیرو تقریباً ۱۰ نیوتن است. بنابراین نیرویی که از طرف هوا به یک متر مربع زمین وارد می‌شود 10^5 نیوتن می‌شود. به این ترتیب فشار هوا در حدود $10^5\ N/m^2$ خواهد بود.

پیچیده شدن قوطی حلبی که هوای آن خارج شده است شکل ۲۰ ــ ۲، نریختن آب از داخل لیوان پر از آبی که واژگون است شکل ۲۰ ــ ۳، همچنین نریختن آب از لوله‌ای که یک سر آن با انگشت گرفته شده شکل ۲۰ ــ ۴، همگی به خاطر فشار هواست.



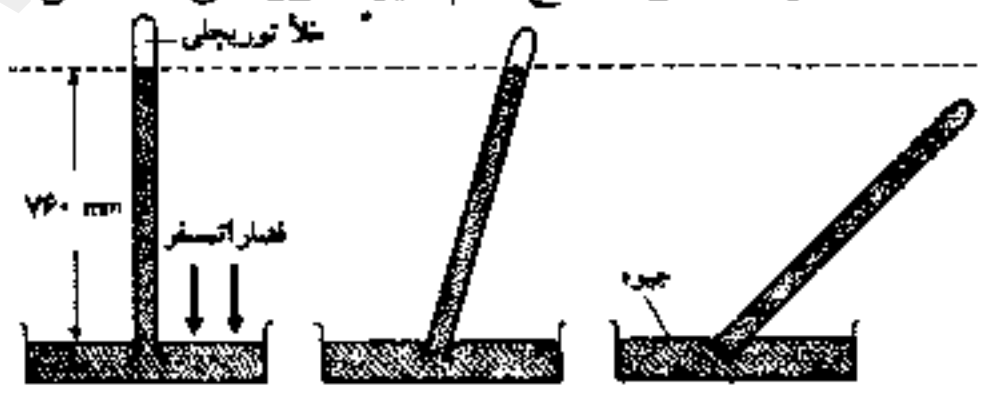
شکل ۲۰ ــ ۲

شکل ۲۰ ــ ۳



شکل ۲۰ ــ ۴

روش آزمایش: لوله شیشه‌ای نسبتاً ضخیمی که طول آن در حدود یک متر و یک سر آن بسته است به کمک قیفی پر از جیوه می‌شود[1] (هنگام ریختن جیوه به داخل لوله توجه می‌شود که حباب هوا درون لوله باقی نماند)، سپس با انگشت دهانه لوله را محکم گرفته و آن را واژگون می‌کنند. دهانه لوله را همانطور که با انگشت گرفته شده است در تشتکی که محتوی مقداری جیوه است فرو می‌برند.[2] وقتی دهانه لوله در زیر سطح آزاد جیوه است، انگشت را از سر لوله برمی‌دارند. جیوه در داخل لوله پائین می‌آید و در محلی ثابت می‌ماند. هنگامی که لوله به حالت قائم است، ارتفاع ستون جیوه در داخل لوله برابر فشار هوادر محلی است که آزمایش انجام شده است. در صورتیکه لوله از راستای قائم کج شود، سطح جیوه در لوله بالا می‌رود ولی ارتفاع قائم جیوه تغییر نمی‌کند شکل ۲۰ ــ ۵.



شکل ۲۰ ــ ۵

---

۱ ــ جیوه را به آرامی باید در لوله ریخت که لوله شکسته نشود.

۲ ــ این آزمایش توسط مسئول آزمایشگاه انجام میگیرد و دانش‌آموزان صرفاً مشاهده کرده وارتفاع ستون جیوه را یادداشت می‌کنند.

چنانچه چندین ساعت لوله در داخل تشتک قرار داشته باشد مشاهده خواهد شد که تغییرات جزئی در ارتفاع ستون جیوه ظاهر می‌شود. این تغییرات به سبب تغییراتی است که در فشار جوّ رخ می‌دهد.

دستور کار: ارتفاع ستون جیوه را با توجه به آزمایشی که مشاهده کرده‌اید یادداشت کنید. فشار هوا در محل آزمایشگاه را با استفاده از رابطهٔ $P=\rho.h.g$ برحسب CmHg و kgf/Cm^2 و N/m^2 (پاسکال) حساب کرده و جدول ۲۰ ــ ۱ را تکمیل کنید.

فشار هوا (P) N/m^2	فشار هوا (P) kgf/Cm^2	فشار هوا CmHg	ارتفاع ستون جیوه h	جرم حجمی

جدول ۲۰ ــ ۱

در صورت داشتن وسایل دو نیم کره ماگدبورگ را مطابق شکل (۲۰ ــ ۶) به یکدیگر نزدیک کرده کاملاً به هم جفت نمائید. توسط تلمبه تخلیه، هوای داخل آنها را خارج کنید. سپس برای جدا کردن دو نیم کره از یکدیگر با کمک دو دست تلاش کنید. خواهید دید که به آسانی از یکدیگر جدا نمی‌شوند.

شکل ۲۰ ــ ۶ ــ نیم کره‌های ماگدبورگ

لیوان بلوری را پر از آب کرده ورقهٔ کاغذی بر دهانهٔ آن بگذارید. با دست دیگر به آرامی کاغذ را به لبهٔ لیوان فشار دهید. دو دست خود را کاملاً برگردانید تا دهانهٔ لیوان به طرف زمین قرار گیرد. دست خود را از روی کاغذ بردارید آب از لیوان خارج نخواهد شد.

پرسش

۱ ــ عامل اصلی فشار هوا چیست؟

۲ ــ آیا می‌توان برای تعیین فشار هوا به جای جیوه از آب استفاده کرد؟ چرا و چگونه؟

۳ ــ تفاوت نیرو و فشار چیست؟

۴ ــ نیروی وارد بر یک سطح افق را که در عمق h از سطح آزاد مایعی با جرم حجمی ρ واقع است حساب کنید.

۵ ــ اگر در یک قوطی پر از مایع که در آن بسته است سوراخ کوچکی ایجاد کنید مایع به راحتی نمی‌ریزد ولی اگر سوراخ دیگری در آن ایجاد کنید مایع به راحتی می‌ریزد علت را توضیح دهید.

۶ ــ باد لاستیک اتومبیل‌ها را به وسیله چه دستگاهی کنترل می‌کنند، و واحدی که بیان می‌کنند چیست؟

۷ ــ فشارخون یعنی چه و در پزشکی با چه واحدی اندازه‌گیری می‌شود؟

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۲۱

فشار درون مایعات

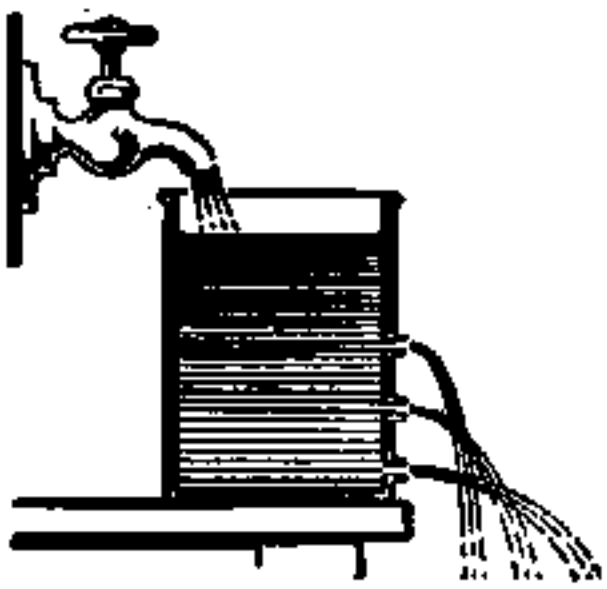
هدف: بررسی فشار مایعات و عوامل مؤثر در آن.

وسائل مورد نیاز

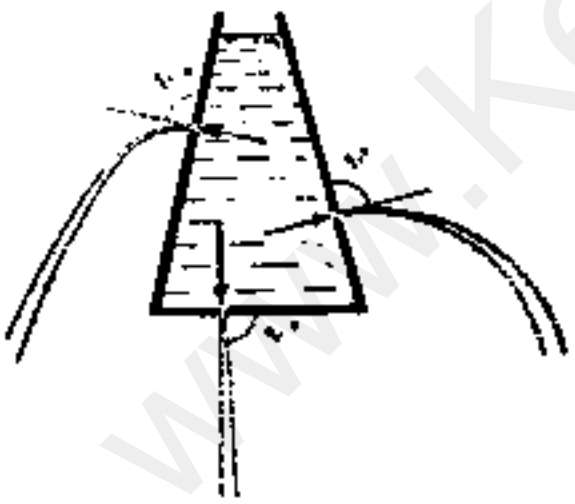
۱ ــ لولهٔ U شکل	۱ عدد
۲ ــ لولهٔ پلاستیکی مناسب	۱ عدد
۳ ــ استوانه مناسب	۱ عدد
۴ ــ آب، الکل صنعتی	مقدار کافی
۵ ــ قیف و غشای لاستیکی	۱ عدد
۶ ــ جوهر	به مقدار کافی

فشار وارد بر جدار ظرف

با توجه به شکل‌های ۲۱ ــ ۱ و ۲۱ ــ ۲ معلوم می‌شود اولاً آب از سوراخ‌های ریز جدار ظرف با فشار خارج می‌شود. ثانیاً امتداد خروج آب از ظرف بر سطح ظرف در محل سوراخ عمود است. ثالثاً آبی که از سوراخ‌های پایین‌تر خارج می‌شود در فاصله‌ای دورتر می‌ریزد.



شکل ۲۱ ــ ۱



شکل ۲۱ ــ ۲

از این آزمایش نتایج زیر بدست میآید: اولاً مایعات بر جدار ظرف خود در امتداد عمودی فشار وارد می‌کنند. ثانیاً هر چه عمق آب بیشتر باشد فشار وارد بر جدار ظرف بیشتر است.

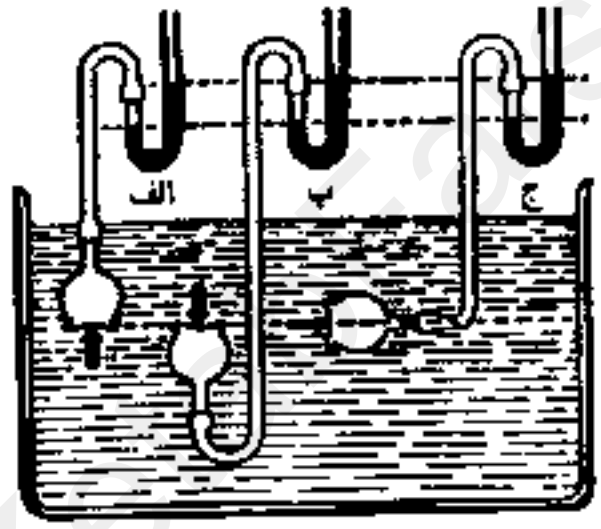
فشار درون آب

شکل ۲۱ ــ ۳

به شکل ۲۱ ــ ۳ توجه کنید. سطلی را که دارای سه سوراخ در بدنه و ته آن است به داخل آب فرو برده‌اند. مشاهده می‌شود که آب از همهٔ سوراخ‌ها در امتداد عمود بر جدار ظرف داخل سطل می‌شود. نتیجه اینکه در داخل مایعات فشار وجود دارد.

رابطه فشار با ارتفاع مایع

با توجه به شکل ۲۱ ــ ۴ مشاهده می‌شود که دهانه قیف کوچکی با پوسته نازک لاستیکی مسدود شده و لوله قیف به یک لوله لاستیکی متصل است. سر دیگر لوله لاستیکی به یک لوله دو شاخه شیشه اتصال دارد. در داخل لوله شیشه‌ای مخلوطی از آب و جوهر ریخته شده است. چنانچه قیف را به داخل آب فرو بریم، اولاً مشاهده می‌شود ارتفاع



شکل ۲۱ ــ ۴

آب در شاخه‌های مختلف متفاوت است. این امر به خاطر وجود فشار آب در محل مورد آزمایش است. و اگر قیف را مطابق شکل‌های الف ــ ب ــ ج نگه داریم به نحوی که ارتفاع مرکز قیف از سطح آب در حالات مختلف برابر باشد مشاهده می‌شود که ارتفاع آب رنگی در لوله شیشه در هر سه حالت فوق برابر است. از برابری ارتفاع آب رنگی در لوله این نتیجه حاصل می‌شود که در یک سطح افقی واقع در آب، فشار آب یکسان است. حال اگر قیف را در داخل آب فرو بریم مشاهده می‌شود که ارتفاع آب رنگی در لوله شیشه بالا می‌رود و نتیجه می‌شود که هر چه ارتفاع آب بیشتر باشد فشار آب بیشتر خواهد شد.

روش آزمایش: فشار سنج (بارومتر) را در داخل ظرف محتوی آب فرو برده و فشاری را که فشارسنج در نقاط مختلف نشان می‌دهد یادداشت می‌کنند. جدول ارتفاع سطح مربوط به تغییرات فشار و ارتفاع سطح آب از سطح غشاء طبله را تکمیل و نمودار مربوط را رسم می‌کنند.

دستور کار: فشارنما (مانومتر) بسازید.

۱ ــ لوله لاستیکی را از قیف جدا کرده و در لوله لا شکل مقداری آب و جوهر بریزید.

۲ ــ لوله را به قیف متصل کنید.

۳ ــ در داخل ظرف استوانه تا ارتفاع ۳۰ سانتیمتر آب بریزید.

۴ ــ طبله (قیف و غشاء) را در داخل آب قرار دهید.

۵ ــ سعی کنید فاصله سطح غشاء از سطح آزاد آب به ترتیب برابر با ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر باشد.

۶ ــ برای هر یک از حالات فوق اختلاف ارتفاع آب رنگی در دو شاخه لوله شیشه‌ای را اندازه بگیرید و جدول ۲۱ ــ ۱ را کامل کنید.

۷ ــ آزمایش فوق را با الکل و با آب نمک تکرار کنید.

۸ ــ طبله را در یک ارتفاع مناسب از سطح آب و در جهات مختلف قرار دهید، تغییرات ارتفاع آب رنگی را مشاهده کرده و یادداشت کنید.

۹ ــ آزمایش را برای آب در ظرفی با شکل دیگر تکرار کنید.

۱۰ ــ نمایش تغییرات فشار آب برحسب تغییرات ارتفاع آب با سطح غشا را رسم کنید و جدول زیر را کامل کنید.

h Cm	d برای آب در ظرف اول (Cm)	d برای آب در ظرف دوم (Cm)	d برای آب نمک (Cm)	d برای الکل صنعتی (Cm)
۰				
۰۵				
۱۰				
۱۵				
۲۰				

جدول ۲۱ ــ ۱

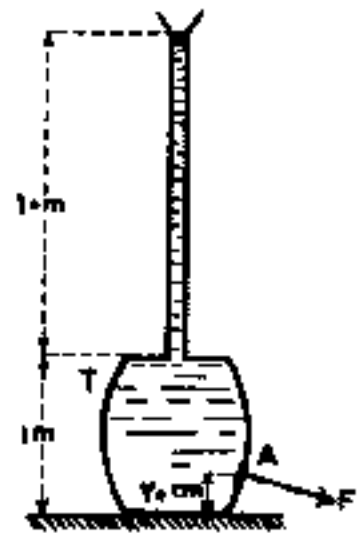
۱۱ ــ نتایج حاصل از مقایسه جدول و رسم نمودار را بنویسید.

فشار موجود در هر نقطه از مایع برابر با وزن ستونی از مایع است که مساحت قاعدهٔ آن واحد سطح و ارتفاعش برابر با ارتفاع آن نقطه تا سطح آزاد مایع باشد. فشار در عمق h در داخل مایعی با جرم حجمی ρ از رابطه زیر به دست می‌آید: P=hρg.

فشار وارد بر جدار و ته ظرف به شکل ظرف و حجم و مقدار آب داخل ظرف بستگی ندارد. بلکه فقط به ارتفاع مایع و جرم حجمی آن بستگی دارد.

چلیک پاسکال

چلیک پر از آبی را به لولهٔ قائمی به ارتفاع حدود ۱۰ متر مربوط می‌کنند(شکل ۲۱ ــ ۵)اگر لوله را پر از آب کنند



شکل ۲۱ ــ ۵

چلیک بر اثر فشار وارد بر بدنه چلیک می‌ترکد، و اگر لولهٔ قائم خالی از آب باشد، جدار چلیک در مقابل فشار داخل آن مقاومت می‌کند و سالم می‌ماند.

پرسش

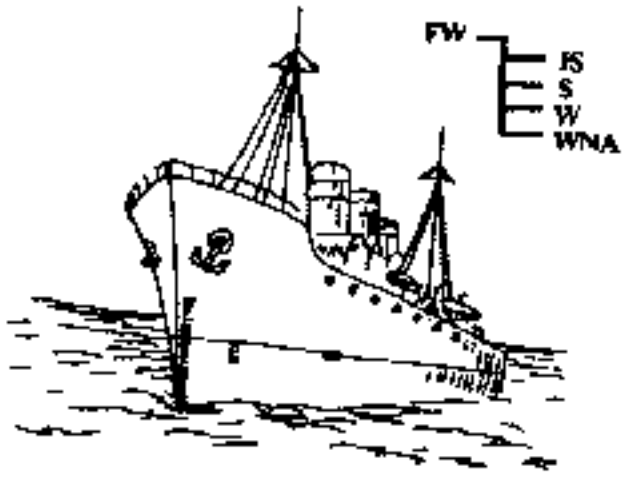
۱ ــ علت ترکیدن چلیک در آزمایش فوق چیست؟

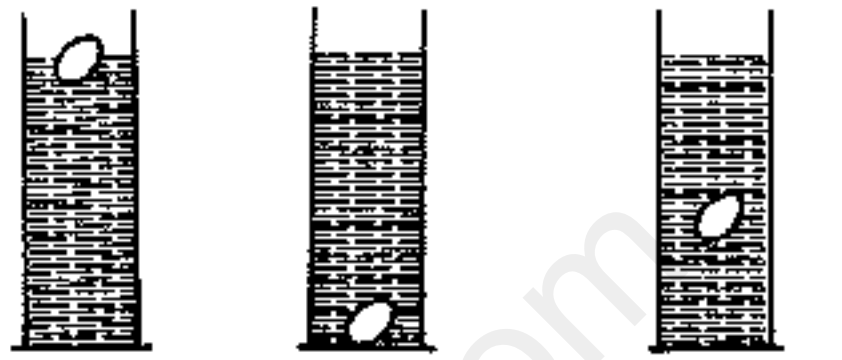
۲ ــ شکل پُشت جلد را که به ترازوی بلامعروف است با دقت نگاه کنید و چگونگی کار با آنرا توضیح دهید.

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۲۲

قانون ارشمیدس





شکل ۲۲ ــ ۱

هدف: بررسی قانون ارشمیدس و موارد استفاده از آن.

قانون ارشمیدس: وقتی جسمی در سیّالی قرار گیرد از طرف سیّال نیرویی به آن وارد میشود که جهت آن عکس جهت نیروی وزن جسم می‌باشد که آن را «نیروی ارشمیدس» می‌گویند و در نتیجه وزن جسم در داخل سیّال همیشه کمتر از وزن حقیقی آن می‌باشد.

وزن حقیقی اجسام: وزن یک جسم را در خلأ وزن حقیقی آن می‌گویند ولی در اغلب آزمایشها وزن جسم در هوا را وزن حقیقی جسم به حساب می‌آورند و آن را به P یا W نشان می‌دهند.

وزن ظاهری: وزن یک جسم در داخل یک سیّال را «وزن ظاهری» آن می‌گویند و وزن ظاهری بر آیند نیروی وزن حقیقی و نیروی ارشمیدس می‌باشد.

نیروی ارشمیدس: نیرویی است که از طرف مایع در خلاف جهت نیروی وزن بر جسم اثر می‌کند و اندازهٔ آن برابر باوزن سیّال (مایع) جا بجا شده می‌باشد و به R نشان داده می‌شود. بنابراین،رابطه ۲۲ ــ ۱ صادق می‌باشد.

نیروی ارشمیدس ــ وزن حقیقی = وزن ظاهری (۱ ــ ۱۲) $\boxed{P' = P - R}$

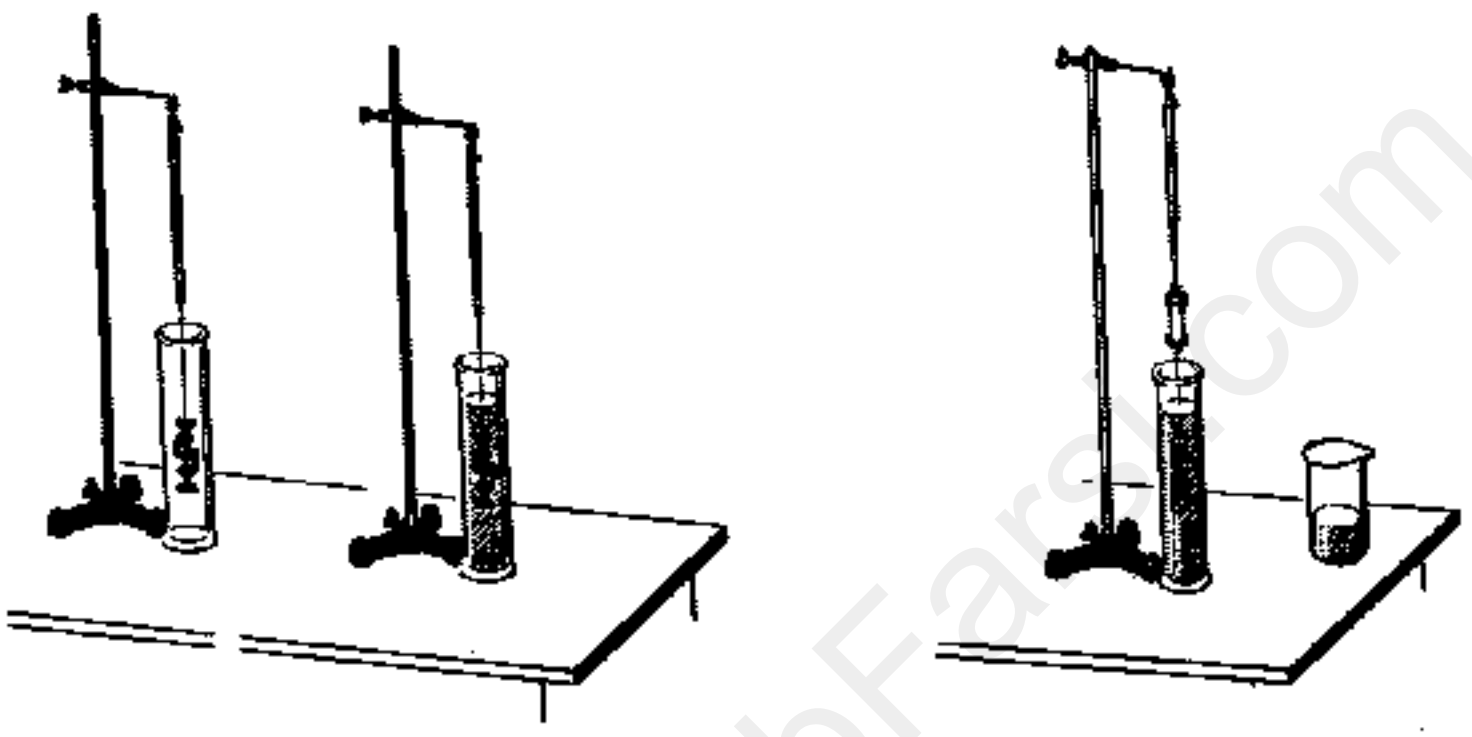
وسایل مورد نیاز

پایه	۱ عدد
میله	۱ عدد
گیره قلابدار	۱ عدد
نیروسنج	۱ عدد
دو استوانه یکی تو پر و دیگری تو خالی هم قطر با اولی (دو استوانه ارشمیدس)	
استوانه مدرّج	۱ عدد
بشر	۱ عدد
آب	مقداری

روش آزمایش: استوانه توپر را به انتهای نیرو سنج آویزان کرده وزن آن را تعیین می‌کنیم، استوانه مدرّجی را تا بیشتر از نصف حجم آن آب می‌ریزیم (قطر استوانه مدرّج باید متناسب با قطر استوانه فلزی باشد تا استوانه فلزی بتواند در داخل استوانه شیشه‌ای قرار بگیرد بطوریکه با بدنه آن تماس نداشته باشد) و استوانه توپر را داخل آن کرده وزن استوانه فلزی را در داخل آب تعیین می‌کنیم و حجم آن را با توجه به درجات استوانه شیشه‌ای مدرّج تعیین می‌کنیم.

از بررسی نیروی وزن جسم در آب و وزن آب هم حجم جسم، معلوم می‌شود که:

هنگامیکه جسمی در داخل آب قرار می‌گیرد، به اندازهٔ وزن آب هم حجمش از وزنش کم می‌شود.



شکل ۲۲ ــ ۲

دستور کار: دستگاه را مطابق شکل آماده کنید.

الف: ۱ــ وزن حقیقی و نیروی ارشمیدس را و همچنین وزن ظاهری استوانه توپر را مشخص کنید. ۲ ــ تحقیق کنید که وزن ظاهری برابر تفاضل وزن حقیقی جسم و نیروی ارشمیدس می‌باشد. ۳ ــ به جای آب مایع دیگری مثلاً آب نمک انتخاب کرده و آزمایش را تکرار کنید و این بار وزن ظاهری و نیروی ارشمیدس را حساب کنید. ۴ ــ بجای استوانه ارشمیدس چند جسم دیگر انتخاب کنید که در آب فرو روند و وزن ظاهری و نیروی ارشمیدس را حساب کرده در جدول ۲۲ ــ ۱ بنویسید.

W وزن مایع هم حجم	ρ جرم حجمی مایع	V حجم جسم	R نیروی ارشمیدس	P′ وزن ظاهری	P وزن حقیقی

جدول ۲۲ ــ ۱

ب: ۱ ــ استوانه‌نوپررا زیر استوانه تو خالی‌آویزان کرده هر دو رابه نیرو سنج وصل کنید و وزن مجموع دو استوانه را به دست آورید. ۲ ــ استوانه تو پر را وارد ظرف آب کنید بطوریکه کاملاً در آب غوطه‌ور شود و عددی که نیروسنج نشان میدهد بخوانید. ۳ ــ در همین حال داخل استوانه تو خالی آب بریزید، تا کاملاً پر شود و حال عددی که نیروسنج نشان میدهد یادداشت کنید و تحقیق کنید که نیروی ارشمیدس برابر وزن آب هم حجم جسم می‌باشد.

پرسش

۱ ــ اگر قطعه چوبی را در آب بیندازیم نیروی ارشمیدس وارد بر آن چه اندازه است؟

۲ ــ نیروی ارشمیدس بر یک قطعه یخ که داخل ظرفی قرار دارد چه اندازه است؟

۳ ــ چرا کشتیهای عظیم می‌توانند روی آب شناور باقی بمانند؟ وزن کشتی و محمولهٔ آن با چه نیرویی خنثی می‌شود؟

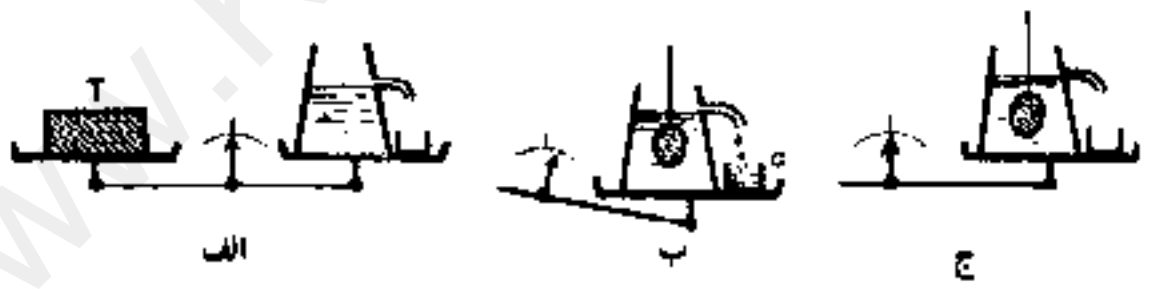
۴ ــ چرا آهن داخل آب فرو می‌رود و چوب پنبه روی آب باقی می‌ماند؟

۵ ــ چگونه زیردریایی می‌تواند هم در سطح آب قرار گیرد و هم زیر آب؟

توپی را در آب بگذارید و با دست آن را فشار دهید تا در آب فرو رود. چرا به محض برداشتن دست توپ بالا می‌جهد؟

چرا بالا کشیدن آبپاش پر از آب از داخل حوض تا وقتی که در داخل آب است آسانتر از زمانی است که از آب خارج شده است؟

به شکل ۲۲ ــ ۳ توجه کنید: در شکل الف، تعادل برقرار است. در شکل ب، با وارد شدن جسمی به داخل آب تعادل ترازو به هم خورده است. اولاً ــ بگویید اندازهٔ نیرویی که تعادل را بر هم زده است چه مقدار است؟ ثانیاً ــ بگویید حجم آبی که از ظرف خارج شده است تا تعادل برقرار شود چه اندازه است؟



شکل ۲۲ ــ ۳

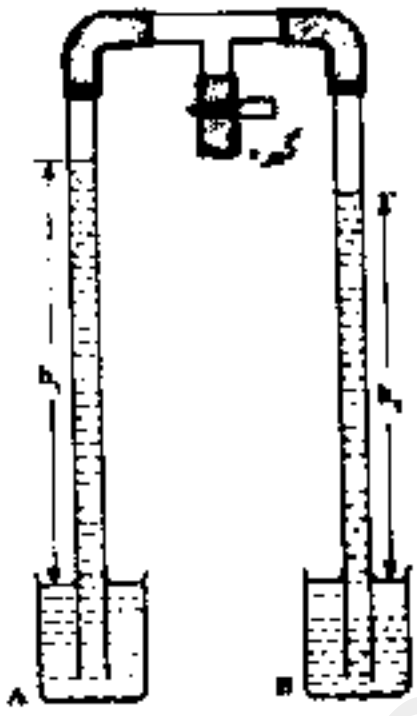
با استفاده از نیروی ارشمیدس جرم حجمی مایعات را چگونه میتوان تعیین کرد؟

چگالی‌سنج وسیله‌ای است که اساس کار آن به نیروی ارشمیدس بستگی دارد، این بستگی چگونه است؟

www.KetabFarsi.com

آزمایش ۲۳

فشار مایعات با چگالی‌های مختلف



شکل ۲۳ ـ ۱

آزمایش هیر

هدف: اندازه‌گیری چگالی مایعات با استفاده از چگالی آب.

با توجه به فرمول فشار مایعات $P=\rho gh$. فشار در هر نقطه از مایع به دو عامل بستگی دارد: ارتفاع و جرم حجمی مایع. بنابراین اگر دو مایع با چگالی‌های مختلف دارای فشار مساوی باشند به آسانی می‌توان دریافت که مایع چگالتر دارای ارتفاع کمتر می‌باشد. به عبارت دیگر مایعی که جرم حجمی بیشتر دارد ارتفاع کمتری خواهد داشت.

$$\begin{cases} P_1=\rho_1 g h_1 \\ P_2=\rho_2 g h_2 \end{cases} \Longrightarrow P_1=P_2 \text{ و } \rho_2 > \rho_1 \Longrightarrow h_1 < h_2$$

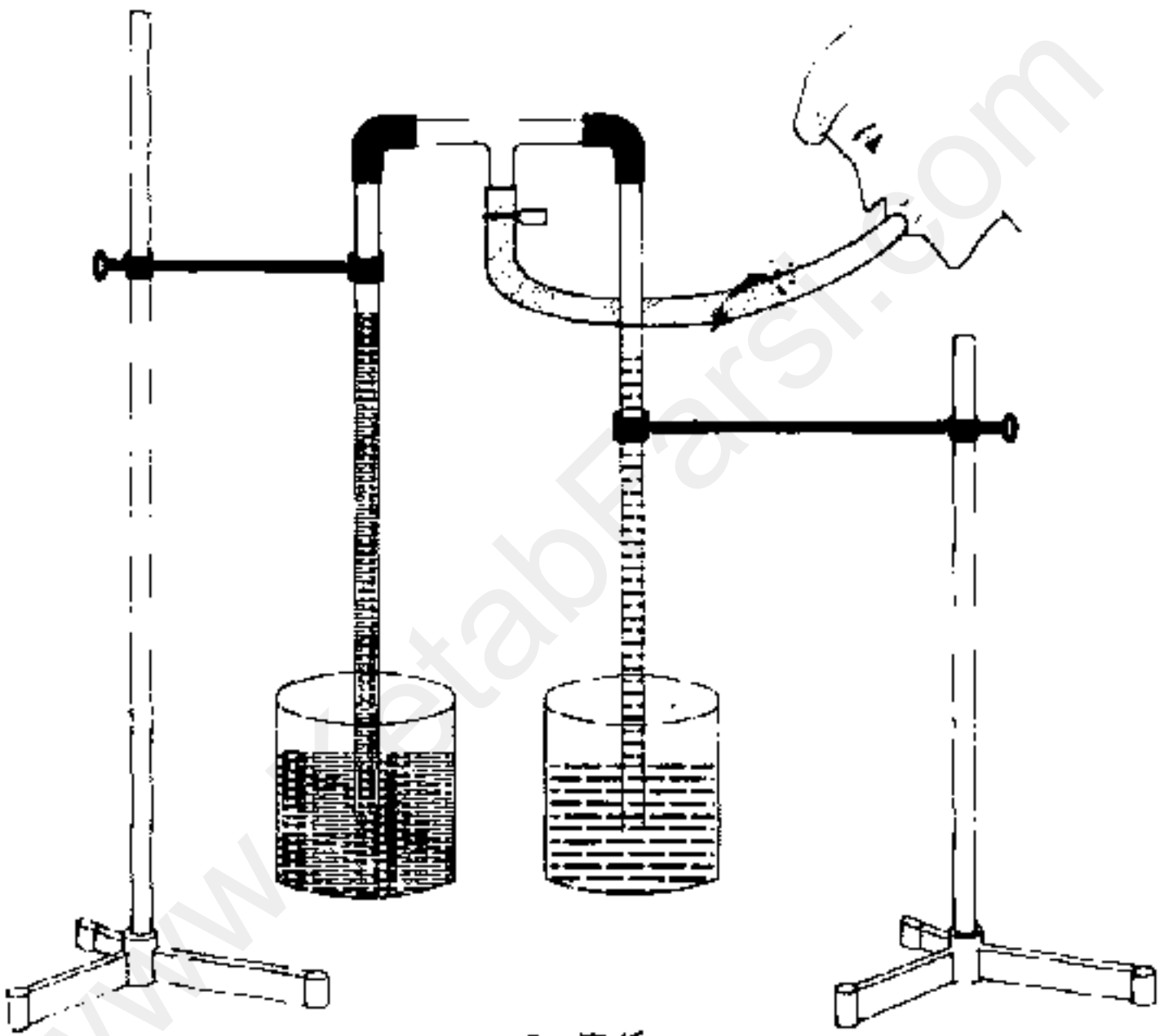
وسائل مورد نیاز

۱ ــ لوله شیشه‌ای تقریباً به طول ۵۰ سانتی‌متر	۲ عدد
۲ ــ لوله لاستیکی کوچک	۱ عدد
۳ ــ لوله سه شاخه شیشه‌ای یاپلاستیکی یا فلزی	۱ عدد
۴ ــ ظرف شیشه‌ای یا بشر	۲ عدد
۵ ــ پنس مخصوص لوله لاستیکی	۱ عدد
۶ ــ پایه	۲ عدد

www.KetabFarsi.com

۷ ــ میله	۲ عدد
۸ ــ گیره لوله‌گیر	۳ عدد
۹ ــ مایع با چگالی‌های مختلف (آب و روغن)	به مقدار مورد نیاز
۱۰ ــ زانوئی	۲ عدد
۱۱ ــ لوله U شکل	۱ عدد

روش آزمایش: الف ــ در یک بشر آب و در دیگری مایع مورد نظر مثلاً روغن مایع می‌ریزیم و دستگاه را مطابق شکل (۲۳ ــ ۲) آماده می‌کنیم.



شکل ۲۳ ــ ۲

دستور کار الف:

۱ ــ با دهان لوله لاستیکی آزاد را بمکید تا مقداری از هوای داخل لوله‌ها خارج شود و با پنس لوله را ببندید تا هوا وارد دستگاه نشود.

۲ ــ ارتفاع دو مایع را در داخل لوله‌ها اندازه بگیرید.

۳ ــ با توجه به چگالی دو مایع نسبت ارتفاع و چگالی آنها را مقایسه کنید.

۴ ــ ρ_1 را برای آب و ρ_2 را برای مایعی انتخاب کنید که هدف، تعیین جرم حجمی آن است.

۵ ــ آزمایش را برای مایعات مختلف تکرار کنید و نتیجه را در جدول زیر بنویسید.

نام مایع ظرف اوّل	ρ_1	h_1	نام مایع ظرف دوّم	h_2	$\rho_2 = \frac{\rho_1 h_1}{h_2}$

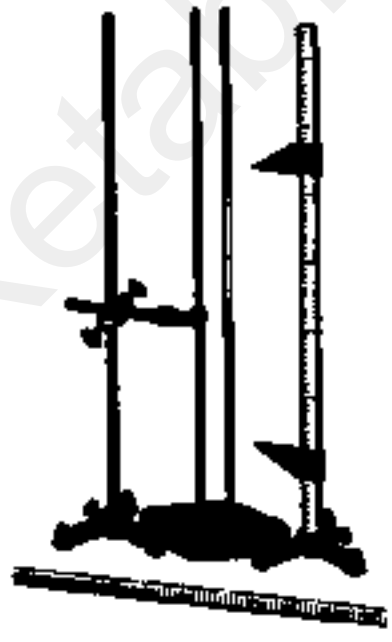
دستور کار آزمایش ب

۱ ــ در یکی از شاخه‌های لوله U شکل آب و در شاخه دیگر مایع دوم را بریزید (مثلاً روغن)

۲ ــ ارتفاع دو مایع را از سطح مشترک آنها اندازه بگیرید.

۳ ــ جرم حجمی مایع مورد نظر را حساب کنید.

امکان انجام آزمایش مطابق شکل ۲۳ ــ ۳ نیز ممکن می‌باشد.



شکل ۲۳ ــ ۳

پرسش

۱ ــ چرا ارتفاع مایع و آب در قسمت اول آزمایش در دو لوله عکس چگالی آنها می‌باشد؟

۲ ــ در قسمت ب آزمایش چرا ارتفاع دو مایع مخلوط نشدنی را از سطح مشترک ۲ مایع در نظر می‌گیریم؟

منابعی که در تدوین این کتاب به آنها مراجعه شده است

۱ ــ کتب فیزیک دوره دبیرستان چاپ سالهای ۱۳۴۰ ــ ۱۳۵۲ ــ ۱۳۶۲

۲ ــ بسازیم و آزمایش کنیم ۱ و ۲ و ۳ دورهٔ تربیت معلم. تألیف اصغر لطفی

۳ ــ فیزیک در پرستاری ترجمه پروین عزالدین

۴ ــ Discovery Problems in Physics– Hallie F.Turner

۵ ــ Physics Work Book E.Williams-H.Clark Metcalfe.

۶ ــ Elementary practical Physics Black and Davis

۷ ــ Science: A Key to the Future, J.Darrll, Barnard

۸ ــ Ordinary Level Physics, A.F.Abbott.

www.KetabFarsi.com

www.KetabFarsi.com

www.KetabFarsi.com

قیمت در تمام کشور ۲۰۰ ریال