

قانون ارشمیدس

هدف آزمایش

۱. تحقیق قانون ارشمیدس

۲. تعیین جرم حجمی اجسام جامد

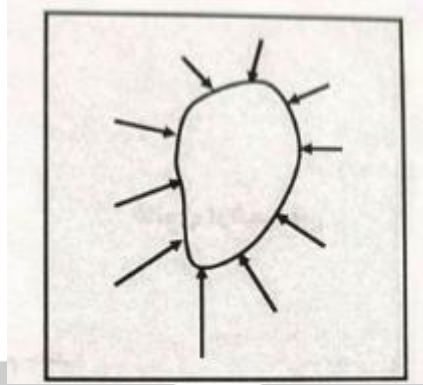
وسایل مورد نیاز

ترازوی ارشمیدس ، جعبه وزنه ، میکرومتر ، کولیس ، آب مقطر ، ظرف آب ، الکلی یا مایعات دیگر ، نخ ، اجسام مختلف با شکل های هندسی منظم و نامنظم

تئوری آزمایش

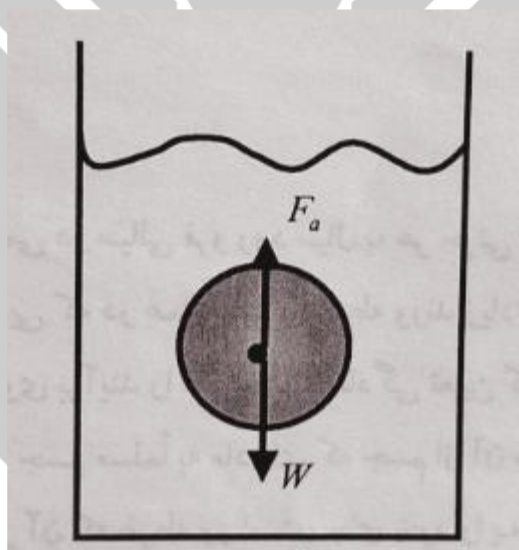
هرگاه تمام یا قسمتی از جسمی در سیالی فرو رود سیال به هر جری از سطح جسم که با آن در تماس است فشار وارد می کند . فشار بر قسمتهایی که در عمق بیشتری غوطه ورنند زیادتر است . برآیند تمام نیروها یک نیروی رو به بالاست . بزرگی و جهت این نیروی برآیند را می توان به سادگی تعیین کرد .

فشار وارد بر هر جز از سطح جسم مسلماً به ماده ای که جسم از آن ساخته شده بستگی ندارد . بنابر این فرض می کنیم که تمام جسم یا هر اندازه از آن که غوطه ور است جای خود را به همان سیال محیط بدهد . این سیال همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است فشارهایی را که به جسم غوطه ور وارد می شوند تحمل می کند و در حال سکون می ماند . بنابر این نیروی رو به بالای برآیند که بر این سیال وارد می شود با وزن آن مساوی خواهد بود و به طور قائم و به طرف بالا به گرانیگاه آن اثر خواهد کرد . به این ترتیب هرگاه تمام یا قسمتی از یک جسم در سیالی فرو رود از طرف سیال به آن نیرویی به طرف بالا وارد می شود که برابر با وزن سیال جابجا شده است . به عبارت دیگر جسم در سیال به اندازه وزن سیال جابجا شده سبک می شود . این همان قانون ارشمیدس است .



شکل ۱

اگر جسمی به جرم  $m$ ، حجم  $V$  و جرم حجمی  $\rho = m/V$  مطابق شکل ۲ درون سیالی با جرم حجمی  $\rho_f$  غوطه ور باشد، حجم سیال جابه جا شده برابر با حجم جسم است و نیروی ارشمیدس برابر است با:



شکل ۲

$$F_a = m_f g = \rho_f V g \quad (۱)$$

از آنجا که  $\rho = m/V$  و  $W = mg$  با جایگذاری  $V$  در رابطه خواهیم داشت:

$$F_a = \rho_f \left( \frac{m}{\rho} \right) g = W \frac{\rho_f}{\rho} \quad (۲)$$

با توجه به قانون ارشمیدس، وزن جسم در سیال یا وزن ظاهری جسم ( $\dot{W} = \dot{m}g$ ) برابر است با:

$$\dot{W} = W - F_a \quad (۳)$$

با جایگذاری رابطه ۲ در رابطه بالا خواهیم داشت :

$$\dot{W} = W \left( 1 - \frac{\rho_f}{\rho} \right) \quad (4)$$

که در آن  $W = mg$  وزن حقیقی جسم است و با این ترتیب جرم حجمی جسم را می توان از رابطه بالا به صورت زیر به دست آورد:

$$\rho = \left( \frac{m}{m - m'} \right) \rho_f \quad (5)$$

که  $m$  جرم حقیقی و  $m'$  جرم ظاهری جسم است .

### روش آزمایش :

الف ) ابتدا با استفاده از وسایل اندازه گیری که در اختیار دارید حجم اجسامی را که دارای شکل هندسی منظم هستند به دست آورید . سپس با استفاده از نخ اجسام مورد نظر را به زیر یکی از کفه های ترازوی ارشمیدس آویزان کنید و تعادل را برقرار نمایید و جرم آنها را در هوا اندازه بگیرید و به این ترتیب جرم آنها را تعیین کنید . با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده جرم حجمی اجسام را به دست آورده و در جدول ۱ گزارش کار یادداشت نمایید . اینک جسم آویزان را در آب غوطه ور کنید ، به طوری که با ظرف تماس حاصل نکند اما در آن غوطه ور باشد . در این حالت تعادل به هم می خورد، مجدداً تعادل را برقرار کنید و جرم ظاهری جسم  $m$  را اندازه بگیرید . با توجه به اینکه جرم حجمی آب  $\rho_f = 1 \text{ gr/cm}^3$  است با استفاده از رابطه ۵ جرم حجمی اجسام فوق را محاسبه کنید و در جدول ۲ گزارش کار یادداشت نمایید .

| ردیف | اجسام | $m(\text{gr})$ | $V(\text{cm}^3)$ | $\rho (\text{gr/cm}^3)$ |
|------|-------|----------------|------------------|-------------------------|
| ۱    |       |                |                  |                         |
| ۲    |       |                |                  |                         |
| ۳    |       |                |                  |                         |
| ۴    |       |                |                  |                         |
| ۵    |       |                |                  |                         |

جدول ۱

ب) جرم واقعی ( $m$ ) نمونه چوبی را با ترازو اندازه گیری کنید . حجم آن را نیز با استفاده از کولیسی که در اختیار دارید محاسبه کنید . سپس جرم حجمی آن را به دست آورید . اینک نمونه چوبی را به نمونه فلزی متصل کرده و آن را در آب غوطه ور کنید . ( توجه کنید که نمونه چوبی به تنهایی در آب غوطه ور نمی شود ) . مشابه آزمایش قبل ، جرم ظاهری چوب و فلز را در آب اندازه گیری کنید . جرم ظاهری چوب  $\dot{m}$  را با کم کردن جرم ظاهری نمونه فلزی  $\dot{m}$  از جرم ظاهری چوب و فلز  $\dot{m}$  به دست آورید . جرم حجمی چوب را از رابطه ۵ به دست آورید و مقادیر به دست آمده را در جدول ۳ یادداشت کنید .

| ردیف | اجسام | $m(gr)$ | $\dot{m}(gr)$ | $\rho = \left( \frac{m}{m - \dot{m}} \right) \rho_f$ |
|------|-------|---------|---------------|------------------------------------------------------|
| 1    |       |         |               |                                                      |
| 2    |       |         |               |                                                      |
| 3    |       |         |               |                                                      |
| 4    |       |         |               |                                                      |
| 5    |       |         |               |                                                      |

جدول ۲

| چوب و فلز $\dot{m}$ | فلز $\dot{m}$ | چوب $\dot{m}$ | جرم چوب $m$ | $\rho = \left( \frac{m}{m - \dot{m}} \right) \rho_f$ |
|---------------------|---------------|---------------|-------------|------------------------------------------------------|
|                     |               |               |             |                                                      |

جدول ۳

ج) اینک که چگالی نمونه مجهول را اندازه گیری کردید ، جرم ظاهری نمونه را در الکلی نیز به دست آورید . برای این منظور نمونه را در داخل الکلی قرار دهید . آزمایش را مانند قبل تکرار کنید . با معلوم بودن جرم حجمی نمونه فلزی ، جرم حجمی الکلی را به دست آورید . نتایج به دست آمده را در جدول ۴ یادداشت نمایید .

| نمونه فلزی | $\rho (gr/cm^3)$ | $m(gr)$ | $\dot{m}(gr)$ | $\rho_f = \left( \frac{m - \dot{m}}{m} \right) \rho$ |
|------------|------------------|---------|---------------|------------------------------------------------------|
|            |                  |         |               |                                                      |

جدول ۴

## محاسبات ، بررسی نتایج ، پرسشها

۱. از آزمایش الف چه نتیجه ای می گیرید ؟
۲. با استفاده از مقادیر جداول ۱ و ۲ درصد خطای نسبی را در اندازه گیری جرم حجمی هر یک از اجسام به دست آورید .
۳. در آزمایش ب چرا جرم ظاهری چوب در آب منفی می شود ؟
۴. در آزمایش ب درصد خطای نسبی را حساب کنید .
۵. در آزمایش ج با توجه به اینکه جرم حجمی واقعی الکل  $0.8$  گرم بر سانتی متر مکعب است درصد خطای نسبی را حساب کنید .
۶. چگونه می توان چگالی ماسه و نمک طعام را به دست آورد ؟

دانشگاه بوعلی سینا