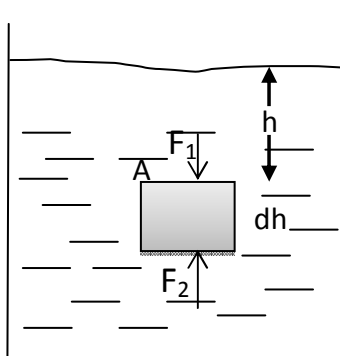


آزمایش 3: اندازه گیری چگالی یک جسم با استفاده از قانون ارشمیدس

تئوری آزمایش:

فشار در داخل هر مایعی در هر نقطه ، متناسب است با ارتفاع همان نقطه از سطح مایع ، چگالی مایع و شتاب ثقل : $p = \rho gh$. حال در داخل مایع یک حجم فرضی از آن مایع را به شکل مکعب مستطیل با سطح قاعده A و ارتفاع dh که به فاصله h از سطوح مایع قرار دارد در نظر میگیریم. نیروهای وارده از طرف مایع بر سطوح جانبی این مکعب به خاطر داشتن تقارن و ارتفاع یکسان از سطح مایع همدیگر را خنثی میکنند. نیروی وارده بر قاعده بالا و پایین بعلمت این که ارتفاع آنها از سطح مایع متفاوت است، با هم فرق خواهد داشت.



نیروی وارده بر قاعده بالائی برابر است با:

$$F_1 = P_1 A = \rho ghA$$

نیروی وارده بر قاعده تحتانی برابر است با:

$$F_2 = P_2 A = \rho g(h + dh)A$$

لذا اختلاف نیروی وارده بر دو قاعده برابر خواهد بود با :

$$\Delta F = F_2 - F_1 = \rho g \cdot dh \cdot A$$

از آنجائیکه $A \cdot dh$ مساوی است با حجم مکعب مستطیل، بنابراین:

$$\Delta f = \rho g v = mg = W \quad \text{رابطه (1 - 3)}$$

یعنی نیروی اضافی که بر سطح قاعده تحتانی وارد میشود و رو به بالا است برابر است با وزن مایع هم حجم مکعب مستطیلی مفروض که به نام نیروی رانش (ارشمیدس) مشهور است. این پدیده چون اولین بار توسط ارشمیدس بیان گردیده است بدین جهت قانون مربوط به این پدیده به نام ارشمیدس مشهور است و چنین

است: «هر جسمی که در داخل مایعی وارد شود به اندازه وزن مایع هم حجمش از وزنش کاسته میشود.» حال اگر یک جسم به چگالی ρ_1 باشد بر این جسم دو نیرو اثر میکند یکی نیروی وزن جسم که برابر است با:

و رو به پایین است و دیگری نیروی رانش (ارشمیدس) که از طرف مایع به جسم وارد میشود و روبه بالا میباشد یعنی $w = \rho v g$. چون تفاضل دو نیروی وزن و رانش مساوی است با وزن ظاهری جسم (w_2) بنابراین:

$$w_2 = w_1 - w$$

m_1 : جرم جسم در خارج از مایع m_2 : جرم جسم در داخل مایع ρ : چگالی مایع (در اینجا آب)

با استفاده از رابطه فوق میتوان حجم جسم غوطه ور در مایع را بدست آورد.

ρ_1 : نیز چگالی جسم است که از رابطه زیر به دست می آید:

در مورد آب $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ می باشد.

وسایل لازم جهت آزمایش:

ترازوی ارشمیدس یک عدد، تکه سنگ مکعبی شکل یک عدد، تخته با ابعاد معلوم یک عدد، استوانه فلزی جهت پر کردن با مایع (آب)، کولیس.

(قسمت اول): اندازه گیری چگالی سنگ

ابتدا ابعاد (طول، عرض و ارتفاع) سنگ مکعبی شکلی را که در اختیار دارید با استفاده از کولیس اندازه بگیرید و از آنجا حجم سنگ را بر حسب سانتی متر مکعب به دست آورید. در مرحله بعد ترازوی ارشمیدس را بوسیله مهره موجود در انتهای آن تراز نمایید. سنگ مکعبی شکل را به وسیله مقداری نخ از کفه ترازو آویزان کنید. تعادل ترازو به هم میخورد. با استفاده از وزنه های معلوم که بر روی شاهین تراز و تعبیه شده است دوباره تعادل ترازو را برقرار کنید. بدین ترتیب جرم جسم (m_1) را با دقت 0.01 گرم اندازه گیری کرده اید. حال استوانه فلزی را با آب پر کنید سپس آن را زیر کفه ترازوی ارشمیدس چنان قرار دهید که سنگ در داخل آب

استوانه کاملاً قرار گیرد. در این صورت تعادل ترازو باز به هم میخورد. با جابجایی وزنه های روی شاهین ترازو تعادل را مجدداً برقرار کرده و جرم جدید (m_2) را یادداشت کنید. با مشخص نمودن m_1 و m_2 میتوانید حجم سنگ را از رابطه (2-3) بدست آورید. (توجه داشته باشید که اگر چگالی آب را $\rho = 1 \frac{g}{cm^3}$ در نظر بگیرید در این صورت رابطه (2-3) تبدیل به رابطه $v = m_1 - m_2$ میشود و در این صورت باید m_1 و m_2 را بر حسب گرم بیان کرده و v را بر حسب cm^3 بدست آورید). مقداری که برای حجم سنگ از این طریق بدست می آورید با مقداری که از طریق کولیس بدست آورده اید مقایسه کرده و قانون ارشمیدس را تحقیق کنید. چگالی سنگ یعنی ρ_1 را نیز از رابطه (3-3) بدست آورید و خطای نسبی در محاسبه ρ_1 را نیز بنویسید.

(قسمت دوم): اندازه گیری چگالی چوب

به همین ترتیب میتوانید حجم و چگالی چوب را که در اختیار دارید اندازه گیری کنید. اما چون چوب به تنهایی نمیتواند در داخل آب وارد شود لازم است آن را به جسمی چگالتر از آب ببندید. به همین جهت چوب و سنگ را به هم ببندید و هر دو را یک جسم به حساب آورید. سپس جرم M_1 این جسم یعنی (سنگ + چوب) را بیرون از آب بر حسب گرم با استفاده از ترازوی ارشمیدس بدست آورید. سپس این جسم یعنی (سنگ + چوب) را داخل آب غوطه ور ساخته و جرم جدید M_2 جسم (سنگ + چوب) را بر حسب گرم بدست آورید. در این صورت حجم این جسم (سنگ + چوب) را میتوانید با کم کردن M_2 از M_1 بر حسب cm^3 بدست آورید. چون حجم سنگ را از قسمت اول آزمایش میدانید بنابراین حجم چوب از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{حجم (سنگ)} - \text{حجم (سنگ + چوب)} = \text{حجم (چوب)}$$

مقداری که برای حجم چوب از این طریق به دست آورده اید با مقداری که از طریق کولیس به دست آورده اید مقایسه کنید. چون حجم چوب و جرم چوب بیرون از مایع مشخص است بنابراین چگالی چوب را نیز معین کرده، خطای نسبی در محاسبه چگالی چوب را بنویسید.

به نظر شما اگر مقداری که برای حجم سنگ یا چوب از طریق کولیس بدست آورده اید با مقداری که از طریق قانون ارشمیدس بدست آورده اید دقیقاً مساوی نباشد در این صورت چه عواملی باعث ایجاد این خطا شده است؟