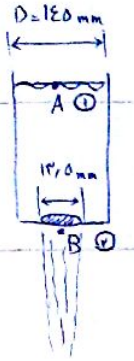
1 نام آزمایش: اوریفیس (روزنه)

2 اهداف آزمایش:

- محاسبه‌ی تبدیل انرژی جنبشی سیال به انرژی پتانسیل «فشار» و برعکس
- محاسبه‌ی C_d روزنه برای دبی‌های مختلف
- محاسبه‌ی زمان و اندازه‌گیری زمان تخلیه شدن مخزن

3 تئوری آزمایش:



- محاسبه‌ی سرعت جت سیال خروجی از روزنه:

از رابطه‌ی برنولی بین دو نقطه‌ی A و B

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + H_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_2$$

$P_1 = P_{atm}$ ، $V_1 \approx 0$ ، $P_2 = P_{atm}$ ، مرجع انتخاب شده از روزنه

$$\frac{V_2^2}{2g} = H_1 \longrightarrow V_2 = \sqrt{2gH}$$

V_2: سرعت خروج سیال از روزنه

H: ارتفاع لحظه‌ای آب مخزن

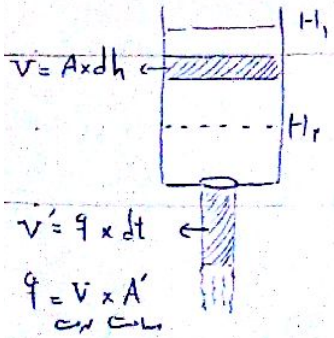
+ توجه: به علت تفاوت زیاد قطر در مقطع A و مقطع B سرعت حرکت سطح A ناچیز است

- محاسبه‌ی q_{th} (تئوری):

$$q_{th} = \bar{V} \times A$$

سرعت متوسط، سطح

- محاسبه‌ی زمان تخلیه آب از H_1 تا H_2:



در مدت زمان معین حجم آبدهی‌های مشخص شده برابر است با $V = V'$

$$\frac{\pi D^2}{4} dh = \sqrt{2gH} \times \frac{\pi d^2}{4} \times dt$$

$$\xrightarrow{\int} \quad t = \frac{2D^2}{d^2\sqrt{2g}} \left(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} \right)$$

انتگرال‌گیری

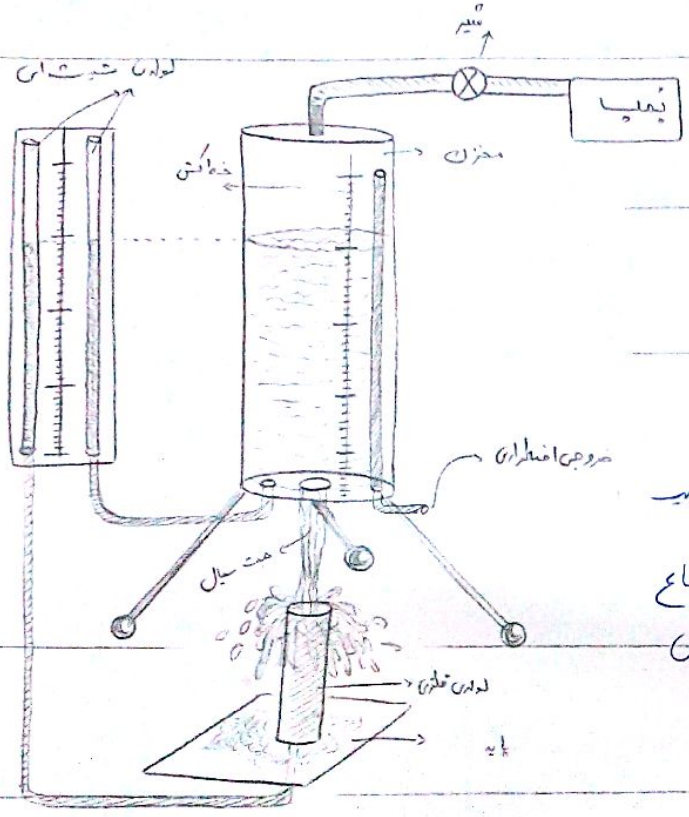
- محاسبه‌ی زمان تخلیه کل مخزن از ارتفاع H:

$$t = \frac{2D^2}{d^2\sqrt{2g}} \left(\sqrt{H} \right)$$

www.hassiibb.ir

۴ شرح دستگاه: دستگاه و وسایل لازم برای انجام آزمایش شامل

+ مخزن
+ فشارسنج (ارتفاع سنج آب)



+ مخزن این آزمایش یک استوانه ای ایستاده است که درون بدنه آن یک خط آکش وجود دارد تا ارتفاع آب را اندازه گیری کنیم. ورودی آب به مخزن در بالای آن قرار دارد. و آب خروجی از پمپ وارد مخزن می شود. کف این مخزن سوراخی به قطر ۱۴٫۵mm ایجاد شده است. تا آب به صورت جت از آن خارج شود.

+ خروجی اضطراری: یک لوله عمودی درون مخزن قرار دارد که از یک سو به بیرون و از سوی دیگر به داخل مخزن راه دارد. ورودی این لوله در ارتفاع معینی قرار دارد تا وقتی که ارتفاع آب درون مخزن به آن رسید آب به داخل آن سرریز کند و آب اضافی خارج شود.

+ فشار سنج: که شامل دو بخش می شود.

+ فشارسنج استاتیک: شامل یک لوله شیشه ای قائم متصل به یک شیلنگ است که سر دیگر شیلنگ به یک سوراخ در کف مخزن متصل است. ارتفاع آب درون مخزن با ارتفاع آب درون لوله شیشه ای برابر است.

+ فشار سنج دینامیک: از یک لوله شیشه ای که به وسیله ی یک شیلنگ به یک لوله فلزی متصل شده است تشکیل می شود. طریقه ی کار کرد آن به این شکل است که هنگامی که آب در حال خروج از سوراخ ته مخزن است لوله فلزی را که متصل آن تقریباً با فاصله روزنه برابر است روبروی روزنه و جت سیال قرار می دهیم. پس از اینکه شیلنگ و لوله فلزی متصل به آن پر از آب شد حال ارتفاع آب درون لوله شیشه ای نشان دهنده ی فشار دینامیک است که از تبدیل انرژی جنبشی سیال به انرژی پتانسیل ناشی می شود.

نکته ی مهم: وقتی لوله فلزی روبروی جت سیال قرار گرفت نباید حباب هوا وارد لوله شود.

نحوه ی انجام آزمایش: برای هر هدف یک آزمایش جداگانه وجود دارد.

- مشاهده برابری فشار استاتیک و فشار دینامیک:

۱- مخزن آب را تا ارتفاع معینی پر می کنیم و پمپ را خاموش می کنیم. می توان پمپ را روشن گذاشت و دبی را به گونه ای تنظیم کرد که ارتفاع ثابت بماند.

۲- روزنه ی خروج آب را باز کرده و سپس لوله فلزی را روبروی جت سیال می گیریم.

۳- برابری ارتفاع آب درون لوله ی استاتیک و لوله ی دینامیک را مشاهده و ثبت می کنیم.

www.hassiibb.ir

- محاسبه و اندازه گیری دبی حجمی و بدست آوردن C_d

۱ ابتدا روزنه را بسته و مخزن را تا ارتفاع معین پر از آب می کنیم

۲ بدون خاموش کردن پمپ روزنه را باز کرده تا آب از مخزن خارج شود و هم زمان آب از پمپ به آن وارد شود.

۳ دبی ورودی آب را به گونه‌ای تنظیم می کنیم که ارتفاع آب درون مخزن بدون تغییر بماند

۴ در این هنگام که شرایط پایدار است مقدار دبی خروجی را اندازه گرفته و ارتفاع آب را ثبت می کنیم

۵ به کمک ارتفاع مقدار سرعت جت خروجی را بدست می آوریم و از سرعت بدست آمده (محاسبه شده) دبی حجمی تئوری را بدست می آوریم.

$$V = \sqrt{2gH} \quad , \quad q_{th} = V_{cp} \times A$$

۶ به کمک دبی سنج دبی حجمی خروجی را اندازه می گیریم

$$q_{ac} = \frac{V_{ac}}{\Delta t}$$

۷ نسبت q_{ac} به q_{th} که همواره مقداری کوچک تر از یک است C_d را نشان می دهد.

$$C_d = \frac{q_{ac}}{q_{th}}$$

۸ مراحل فوق را برای دبی کمتر یا بیشتر تکرار می کنیم و جدول زیر را کامل می کنیم.

مرتبه	h اولیه	حجم ظرف	زمان پر شدن ظرف	دبی عملی q_{ac}	سرعت جت	دبی تئوری q_{th}	C_d
اول	۴۶۵	۱۰ Lit	۳۷/۹				۰/۷۲
دوم	۸۰	۱۰ Lit	۷۶/۰				۰/۹۹

نتیجه: در هنگامی که دبی کمتر باشد مقدار افت در روزنه بیشتر و C_d کوچک تر می شود.

- اندازه گیری و محاسبه‌ی زمان تخلیه آب از H_1 تا H_2:

۱ سوراخ را ببندید کرده

۲ پمپ را روشن می کنیم تا ارتفاع آب به H_1 برسد سپس آنرا خاموش می کنیم

۳ در یک لحظه روزنه را باز کرده و زمان را اندازه می گیریم تا وقتی که سطح آب به ارتفاع H_2 برسد

۴ زمان اندازه گیری شده و زمان محاسبه شده از تئوری را با هم دیگر مقایسه می کنیم

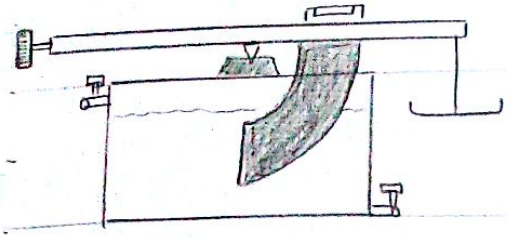
H_1	H_2	Δt_{th}	Δt_{ac}
۱۰cm	۴۵cm	۱۴/۴۵sec	۲۰ sec

نتیجه گیری: به دلیل وجود افت زمان عملی بیشتر است به عبارتی سیال در عمل کند تر از حالت ایدال تخلیه می شود.

www.hassiibb.ir

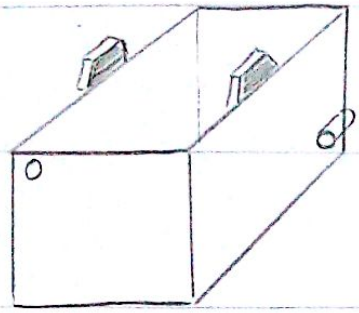
نام آزمایش: محاسبه نیروی هیدرواستاتیک.

هدف آزمایش:

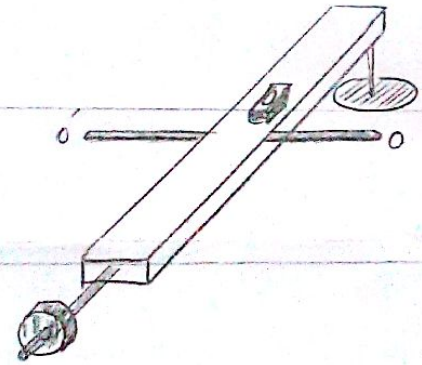


شرح دستگاه: دستگاهی که برای محاسبه‌ی نیروی هیدرواستاتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد به صورت روبه‌روست و از اجزای مختلفی تشکیل می‌شود. که به تشریح آنها خواهیم پرداخت

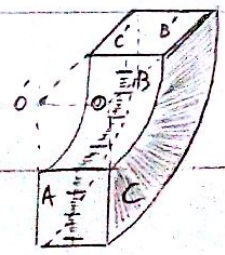
۱ مخزن آب: مخزن آب مورد استفاده در این آزمایش یک طرف شفاف مکعب مستطیل شکل می‌باشد که یک شیر ورودی در بالا و یک شیر تخلیه در پایین دارای باشد همچنین دو عدد پایه اهرم تعادلی روی لبه‌های طولی آن قرار گرفته‌اند



۲ اهرم تعادل: میله‌ی بلندی که میانه‌ی آن یک محور قرار دارد که روی پایه‌های نصب شده بر روی مخزن قرار می‌گیرند یک انتهای آن یک کفه‌ی ترازو برای قراردادن وزنه‌های مختلف قرار دارد. و انتهای دیگر آن یک وزنه‌ی تعادل قرار دارد که به کمک وزنه‌ی تعادل می‌توان برای حالت اولیه میله را متوازن کرد. یک عدد تراز هم روی میله نصب شده است تا به کمک آن در حین انجام آزمایش از درست بودن اهرم تعادل مطمئن بشویم در زیر اهرم تعادل یک چشم‌گیر شناور نصب شده است.



۳ جسم شناور: این جسم شناور یک جسم صلب بوده و دارای شکل منحصر به فردی می‌باشد هنگام فرو رفتن جسم در درون آب یا به عبارتی بالا آمدن ارتفاع آب درون مخزن سطوح جسم به دسته‌ی تقسیم می‌شوند ۱ سطح تخت A ۲ سطوح خمیده‌ی دایره‌ای به مرکز O و ۳ سطوح تخت کناری A_{CD} و A_{BD}. با توجه به این اصل که نیروی آب همواره بر سطح وارد می‌شود پس از فرو رفتن جسم در درون آب نیروهایی که به سطوح وارد می‌شود اولاً اثر یک دیگر را خنثی می‌کنند دوماً همگی گشتاور حول محور OO' ندارند. نیروهایی که به سطوح A و B وارد می‌شود نیروهای شعاعی‌اند و راستایشان از نقطه‌ی O می‌گذرد درنتیجه این نیروها نیز حول محور OO' گشتاور ندارند تنها نیروهایی که به سطح A در ایجاد گشتاور حول OO' موثرند که مقدار آنها را می‌توان از اندازه‌گیری مقدار فرو رفتن سطح A در آب بدست آورد.



www.hassiibb.ir

نحوه ی انجام آزمایش :

۱. ابتدا درحالی که مخزن خالی است و هیچ وزنه‌ای در کفه قرار ندارد ، با کمک وزنه‌ی تعادل میله‌ی اصلی افقی را افقی می‌کنیم

۲. سپس وزنه‌ی ۱۰۰gr را درون کفه‌ی ترازو قرار می‌دهیم تا تعادل اهرم اصلی برهم بزند. سپس بتدریج از وزنه‌های سنگین شروع کنیم تا دقت اندازه‌گیری ارتفاع آب بالا برود.

۳. شیر ورودی آب را باز می‌کنیم تا مخزن پر شده و وزنه‌ی جسم مکعب شناور روی آب شود و تا زمانی که میله‌ی اصلی افقی شود مخزن را پر می‌کنیم. توجه پیش از باز کردن شیر ورودی از بسته بودن شیر تخلیه اطمینان حاصل کنید و در صورت ورود آب اضافی به درون مخزن شیر تخلیه را به آهستگی باز کنید تا میله اصلی افقی شود .

۴. در این هنگام ارتفاع آب را بر اساس درجه بندی روی جسم شناور می‌خوانیم که این مقدار برابر است با میزان غرقگی جسم مکعب بدون آب

۵. مراحل ۲ تا ۴ را با بارهای وزنه‌های ۲۰۰ و ۳۰۰gr نیز تکرار می‌کنیم .

وزنه	۱۰۰ gr	۲۰۰gr	۳۰۰gr
ارتفاع آب	۶N mm	۱۲۷mm	۱۵۱ mm

تحلیل و محاسبات :

$$F_R = P_c A = \gamma h_c A = \rho g h_c A = 998 \times 9{,}8 \times \frac{67}{2\times1000} \times (0{,}067 \times 0{,}075) = 1{,}64$$

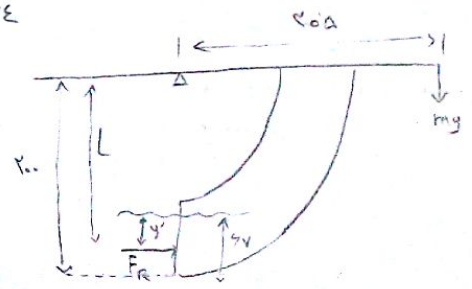
$$y' = \frac{2}{3}h = \frac{2\times67}{3} = 44{,}66$$

$$L = 200 - 67 + 44{,}66 = 177{,}67\,mm$$

$$F_R L = 1{,}64 \times 177{,}67 = 291{,}4$$

$$mgb = 30.5\,mg = \frac{300}{1000} \times 9{,}8 \times 30.5 = 298{,}9$$

} تقریباً برابر



$$F_R = P_c A = \gamma h_c A = 998 \times 9{,}8 \times (126{,}5 - 50)(0{,}075 \times 0{,}1) = 5{,}14\,kN$$

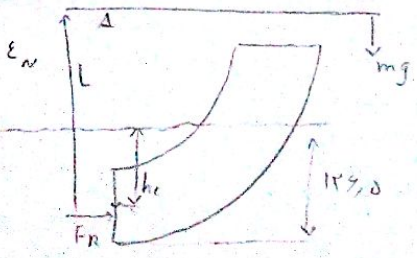
$$y' = y_c + \frac{I}{y_c A}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{0{,}075 \times (0{,}1)^3}{12} = 6{,}25 \times 10^{-6}$$

$$y' = 0{,}0765 + \frac{6{,}25 \times 10^{-6}}{0{,}0765 \times (0{,}0765 \times 0{,}1)} = 87{,}4$$

$$L = 200 - 126{,}5 + y' = 160{,}9$$

$$F_R \; 858{,}4 \\ 14{,}7$$ } تقریباً برابر



www.hassiibb.ir