عنوان آزمایش :

هیدرواستاتیک

روز و تاریخ : { دوشنبه 91/8/8

ساعت : ۲ بعدازظهر

اعضای گروه :

مسعود یادگاری

وحید زارعی

ساسان نبی زاده

محسن یارمحمدی

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

آزمایشگاه مکانیک سیالات

۱- هدف:

بدست آوردن نیروی تئوری وارد برسطح غوطه ور در سیال و مقایسه آن با نتایج آزمایشگاهی

۲- فهرست علائم:

ارتفاع جسم موردآزمایش ، متر	$a+d(m)$
عرض جسم موردآزمایش ، متر	$b(m)$
شتاب ثقل ، متر بر مجذورثانیه	$g(m/s^2)$
طول محور ، متر	$l(m)$
گشتاورنیروهای هیدروستاتیک ، نیوتن متر	$M_{hydro}(N.m)$
جرم وزنه ، کیلوگرم	$m(kg)$
فرورفتگی در آب ، متر	$y(m)$
فرورفتگی تئوری در آب ، متر	$y_{the}(mm)$
ارتفاع مرکز سطح ، متر	$\bar{y}\,(m)$
چگالی ، کیلوگرم برمترمکعب	$\rho(kg/m^3)$

۳- کمیت های مستقل قطعی:

شتاب ثقل ، طول محور ، عرض جسم ، ارتفاع جسم ، جرم وزنه ها

۴- کمیت های مستقل اندازه گیری:

فرورفتگی جسم در آب با خطای اندازه گیری $\pm 0.5\ mm$

۵- روابط و کمیت های وابسته محاسباتی:

فرمولهای محاسبه ی y به صورت تئوری(بدون خطا):

$$ml = \frac{1}{2}\rho b y^2 \left(a + d - \frac{y}{3}\right)$$

$$ml = \rho \bar{y} b d \left(a + \frac{d}{2} + \frac{d^2}{12\bar{y}}\right)$$

پارامترهای لازم جهت رسم نمودار:

$$\delta\left(\frac{m}{y^2}\right) = \left(\frac{2m}{y^3}\right)\delta y$$

$$\bar{y} = y - \frac{d}{2} \quad \rightarrow \quad \delta\bar{y} = \delta y$$

$$\delta\left(\frac{m}{\bar{y}}\right) = \left(\frac{m}{\bar{y}^2}\right)\delta\bar{y}$$

$$\delta\left(\frac{1}{\bar{y}}\right) = \left(\frac{1}{\bar{y}^2}\right)\delta\bar{y}$$

۶-جداول: (کلیه ی واحدها در انجام محاسبات به متریک تبدیل شده است.)

جدول ۱-۸ شرایط فیزیکی آزمایشگاه

Pressure(mmHg)	Temperature(℃)
666.4	20

از جداول برای دمای آزمایش داریم:

$$\rho = 998.2 \ \frac{kg}{m^3}$$

و ثابت ها به شرح زیرند:

$$l = 270\ mm\ , b = 70\ mm\ , a = 100\ mm\ , d = 100\ mm$$

جدول ۲-۸ داده بدست آمده در آزمایش هیدرواستاتیک

$y(mm)$	$m(gr)$
46±0.5	50
65±0.5	100
81±0.5	150
95±0.5	200
110±0.5	250
123±0.5	300
136±0.5	350
143±0.5	370
146±0.5	390
149±0.5	410
153±0.5	420

جدول ۳-۸ میزان فرورفتگی تئوری در آب

$m(gr)$	$y_{the}(m)$
50	0.04573
100	0.06588
150	0.08193
200	0.09591
250	0.108846
300	0.121726
350	0.134607
370	0.139759
390	0.144911
410	0.150063
420	0.152639

جدول ۴-۸ y و m/y^2 در استغراق جزئی

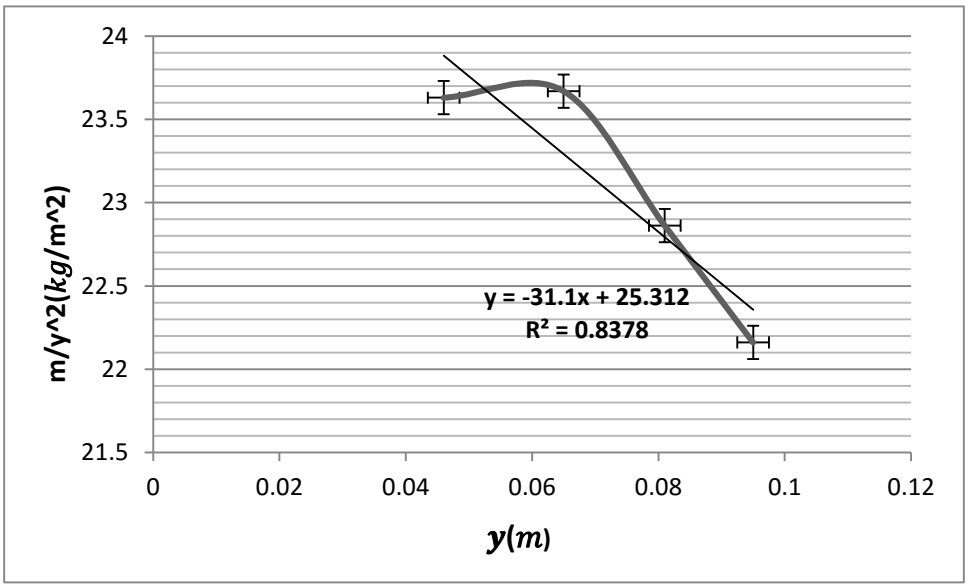
$m(kg)$	0.05	0.1	0.15	0.2
$y(m)$	0.046±0.0005	0.065±0.0005	0.081±0.0005	0.095±0.0005
$m/y^2(kg/m^2)$	23.6294±0.51368	23.6686±0.36413	22.8623±0.28225	22.1606±0.2332

جدول ۵-۸ $\bar{y}$ ، $m/\bar{y}$ و $1/\bar{y}$ در استغراق کامل

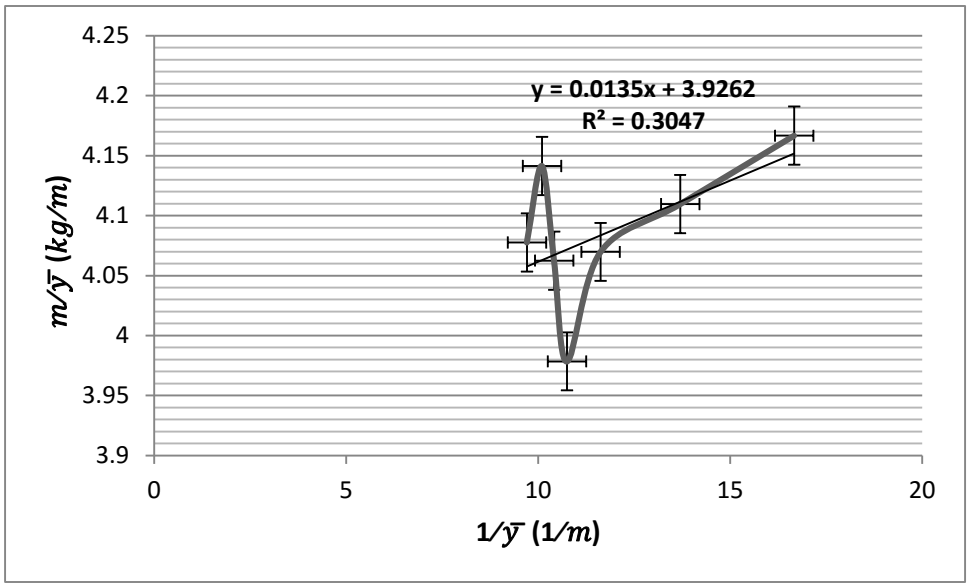
$m(kg)$	0.25	0.3	0.35	0.37	0.39	0.41	0.42
$y(m)$	0.11 ±0.0005	0.123 ±0.0005	0.136 ±0.0005	0.143 ±0.0005	0.146 ±0.0005	0.149 ±0.0005	0.153 ±0.0005
$\bar{y}(m)$	0.06 ±0.0005	0.073 ±0.0005	0.086 ±0.0005	0.093 ±0.0005	0.096 ±0.0005	0.099 ±0.0005	0.103 ±0.0005
$m/\bar{y}\,(kg/m)$	4.166667 ±0.034722	4.109589 ±0.028148	4.069767 ±0.023661	3.978495 ±0.02139	4.0625 ±0.021159	4.141414 ±0.020916	4.07767 ±0.019795
$1/\bar{y}\,(1/m)$	16.66667 ±0.138889	13.69863 ±0.093826	11.62791 ±0.067604	10.75269 ±0.05781	10.41667 ±0.054253	10.10101 ±0.051015	9.708738 ±0.04713

۷- نمودارها:

مقادیر خطا در رسم نمودارها لحاظ شده است.



نمودار ۱-۸ تغییرات y مقابل در m/y^2



نمودار۲ -۸ تغییرات $m/\bar{y}$ درمقابل $1/\bar{y}$

۸- منابع خطای آزمایش:

الف) خطای انسانی از قبیل برقراری تعادل ، اضافه کردن آب و خواندن میزان فرورفتگی؛

ب) به علت خراب بودن شیر تخلیه دستگاه، دقت کار کمی پایین آمده بود و باعث می شد که نتوان تعادل را دقیقا برقرار کرد؛

ج) شکست نور به وسیله ی شیشه ی محفظه باعث می شد میزان فرورفتگی در آب به سختی و با خطای زیاد خوانده شود؛

د) کالیبره کردن دستگاه از قبل انجام شده بود و ما مطلع نبودیم، در نتیجه شاید به علت تعدد دفعات انجام آزمایش روی آن، کالیبراسیون دستگاه بهم خورده باشد؛

ه) میزی که دستگاه روی آن قرار داشت تراز نبود و این در خواندن میزان فرورفتگی جسم، تاثیر داشت.

۹- نتیجه گیری:

ابتدا از نمودار های ۱ -۸ و ۲ -۸ شیب و عرض از مبدا را در اینجا میاوریم تا بعد مقادیرشان را با مقادیر تئوری مقایسه کنیم:

نمودار ۱ -۸ :

$$\left(\frac{m}{y^2}\right) = -31.1y + 25.312$$

عرض از مبدا $= 25.312$ **شیب** $= -31.1$

نمودار ۲ -۸ :

$$\left(\frac{m}{\bar{y}}\right) = 0.0135\frac{1}{\bar{y}} + 3.9262$$

عرض از مبدا $= 3.9262$ **شیب** $= 0.0135$

مقادیر تئوری برای شیب و عرض از مبدا:

نمودار ۱ -۸ :

$$\text{شیب} = -\frac{\rho b}{6l} = -43.132$$

$$\text{مبدا از عرض} = \frac{\rho b(a+d)}{2l} = 25.879$$

نمودار ۲ -۸ :

$$\text{شیب} = \frac{\rho b d^3}{12l} = 0.0215$$

$$\text{مبدا از عرض} = \frac{\rho b d}{l}\left(a + \frac{d}{2}\right) = 3.881$$

خوب؛ میبینیم که نتایج تئوری و عملی بسیار نزدیک هم هستند. در نمودار ۱ -۸ مشاهده می شود همه ی داده ها تقریبا به تقریب خطی نزدیک هستند. همچنین این نمودار نشان می دهد که با تغییر میزان فرورفتگی مقدار $\left(\frac{m}{y^2}\right)$ با شیب تقریبا ثابتی تغییر میکند یعنی تغییرات y^2 با m متناسب است.

در نمودار ۲ -۸ هم داده ها نزدیک خط هستند به جز دو داده که آنها از خط دور شده اند. این داده ها برای اجرام ۳۰۰ و ۳۷۰ گرم هستند و این شاید به دلیل این است که این دادها اولین وزنه هایی هستند که باعث استغراق کامل شده اند. بقیه ی داده های این نمودار خطای کمی نسبت به تقریب خطی دارند.