عنوان آزمایش :

ضربه فوران آب(جت)

روز و تاریخ : { دوشنبه / 91/7/17

ساعت : ۲بعدازظهر

اعضای گروه :

مسعود یادگاری

وحید زارعی

ساسان نبی زاده

محسن یارمحمدی

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

آزمایشگاه مکانیک سیالات

۱- هدف:

بررسی صحت روابط تئوری برای نیروی وارده بوسیله یک فوران بر روی موانعی با اشکال مختلف

۲- فهرست علائم:

دبی، متر مکعب بر ثانیه	$Q(m^3/s)$
زمان ، ثانیه	$t(s)$
سرعت عمودی جریان خروجی از نازل ، متر بر ثانیه	$v_{1y}(m/s)$
سرعت عمودی جریان خروجی از مانع، متر بر ثانیه	$v_{2y}(m/s)$
قطرنازل، متر	$d\ (m)$
شتاب ثقل ، متر بر مجذور ثانیه	$g(m/s^2)$
چگالی ، کیلو گرم بر متر مکعب	$\rho(kg/m^3)$
حجم ، متر مکعب	$V(m^3)$
سطح مقطع نازل ، متر مربع	$A(\mathrm{m}^2)$
نیروی وارد بر مانع، نیوتن	$F_{1y}(N)$
جرم وزنه ، کیلوگرم	$M(kg)$
زاویه ی مانع ، درجه	$\theta(^\circ)$

۳- کمیت های مستقل قطعی:

قطرنازل– شتاب ثقل – جرم وزنه ها- زاویه ی موانع- چگالی آب

۴- کمیت های مستقل اندازه گیری:

زمان با خطای اندازه گیری $\pm 0.005\ s$

حجم با خطای اندازه گیری $\pm 0.5\ lit$

۵- روابط و کمیت های وابسته محاسباتی:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \rightarrow \delta Q = \left(\frac{\partial Q}{\partial V}\right)\delta V + \left(\frac{\partial Q}{\partial t}\right)\delta t \quad \rightarrow \delta Q = \left(\frac{1}{t}\right)\delta V + \left|\frac{-V}{t^2}\right|\delta t$$

$$Q^2 = \left(\frac{V}{t}\right) \quad \rightarrow \delta Q^2 = 2Q\,\delta Q$$

$$v_{1y} = \frac{Q}{A} \quad \rightarrow \delta v_{1y} = \left(\frac{\partial v_{1y}}{\partial Q}\right)\delta Q \quad \rightarrow \delta v_{1y} = \left(\frac{1}{A}\right)\delta Q$$

$$v_{2y} = v_{1y} * \cos\theta \quad \rightarrow \delta v_{2y} = \left(\frac{\partial v_{2y}}{\partial v_{1y}}\right)\delta v_{1y} \quad \rightarrow \delta v_{2y} = |\cos\theta|\delta v_{1y}$$

برای مانع ۹۰درجه:

$$F_y = \frac{\rho Q^2}{A} \quad \rightarrow \delta F_y = \left(\frac{\partial F_y}{\partial Q^2}\right)\delta Q^2 \quad \rightarrow \delta F_y = \frac{\rho}{A}\delta Q^2$$

برای مانع ۱۲۰درجه:

$$F_y = \frac{3\rho Q^2}{2A} \quad \rightarrow \delta F_y = \left(\frac{\partial F_y}{\partial Q^2}\right)\delta Q^2 \quad \rightarrow \delta F_y = \frac{3\rho}{2A}\delta Q^2$$

برای مانع ۱۸۰درجه:

$$F_y = \frac{2\rho Q^2}{A} \quad \rightarrow \delta F_y = \left(\frac{\partial F_y}{\partial Q^2}\right)\delta Q^2 \quad \rightarrow \delta F_y = \frac{2\rho}{A}\delta Q^2$$

شتاب محلی: $g_{local} = \frac{F_y}{M} \quad \rightarrow \delta g_{local} = \left(\frac{\partial g_{local}}{\partial F_y}\right)\delta F_y \quad \rightarrow \delta g_{local} = \frac{1}{M}\delta F_y$

۶- جداول:

برای هر یک از موانع کمیت های محاسباتی را بدست آوردیم که در جداول زیر تنظیم گردیدند:

جدول ۱-۳ شرایط فیزیکی آزمایشگاه

Pressure(mmHg)	Temperature(℃)
666.4	20

ابتدا داده ها و مقادیر دبی:

$$\rho_{H_2O} = 998.2\ kg/m^3\ \ in\ condition\ of\ lab. \quad , d = 0.008m$$

جدول ۲-۳ داده ها و مقدار دبی برای مانع ۹۰ درجه

$M(kg)$	$V(m^3)$	$t(s)$	$Q(m^3/s)$	$Q^2(m^6/s^2)$
0.1	0.005 ± 0.0005	21.9 ± 0.005	0.000228 ± 0.0000228	$5.21257E-08\pm0.0000000104$
0.2	0.005 ± 0.0005	14.43 ± 0.005	0.000347 ± 0.0000347	$1.20062E-07\pm0.0000000240$
0.205	0.005 ± 0.0005	13.93 ± 0.005	0.000359 ± 0.0000360	$1.28836E-07\pm0.0000000258$
0.21	0.005 ± 0.0005	13.75 ± 0.005	0.000364 ± 0.0000364	$1.32231E-07\pm0.0000000265$
0.24	0.005 ± 0.0005	12.81 ± 0.005	0.00039 ± 0.0000391	$1.5235E-07\pm0.0000000305$

جدول ۳-۳ داده ها و مقدار دبی برای مانع ۱۲۰ درجه

$M(kg)$	$V(m^3)$	$t(s)$	$Q(m^3/s)$	$Q^2(m^6/s^2)$
0.1	0.005 ± 0.0005	24.59 ± 0.005	0.000203 ± 0.0000203	$4.1345E-08\pm0.00000000828$
0.2	0.005 ± 0.0005	17.28 ± 0.005	0.000289 ± 0.0000290	$8.3724E-08\pm0.0000000168$
0.21	0.005 ± 0.0005	16.28 ± 0.005	0.000307 ± 0.0000308	$9.4326E-08\pm0.0000000189$
0.225	0.005 ± 0.0005	15.9 ± 0.005	0.000314 ± 0.0000315	$9.8888E-08\pm0.0000000198$
0.23	0.005 ± 0.0005	15.75 ± 0.005	0.000317 ± 0.0000318	$1.0078E-07\pm0.0000000202$
0.245	0.005 ± 0.0005	14.87 ± 0.005	0.000336 ± 0.0000373	$1.1306E-07\pm0.0000000226$

جدول ۴-۳ داده ها و مقدار دبی برای مانع ۱۸۰ درجه

$M(kg)$	$V(m^3)$	$t(s)$	$Q(m^3/s)$	$Q^2(m^6/s^2)$
0.1	0.005 ± 0.0005	27.71 ± 0.005	0.00018 ± 0.0000180	3.25587E-08±0.00000000652
0.2	0.005 ± 0.0005	18.75 ± 0.005	0.000267 ± 0.0000267	7.11111E-08±0.0000000142
0.3	0.005 ± 0.0005	15.75 ± 0.005	0.000317 ± 0.0000318	1.00781E-07±0.0000000202
0.33	0.005 ± 0.0005	15.02 ± 0.005	0.000333 ± 0.0000333	1.10815E-07±0.0000000222
0.34	0.005 ± 0.0005	14.96 ± 0.005	0.000334 ± 0.0000335	1.11706E-07±0.0000000224
0.345	0.005 ± 0.0005	14.84 ± 0.005	0.000337 ± 0.0000338	1.1352E-07±0.0000000227

مقادیر نیرو و سرعت محاسبه شده و در جداول زیر تنظیم شده اند:

جدول 5-3 نیرو،سرعت و شتاب محلی برای مانع 90 درجه

$v_{1y}(m/s)$	$v_{2y}(m/s)$	$F_y(N)$	$g_{local}(m/s^2)$	$percent.of\ error\ g$
4.542227 ± 0.455	0 ± 0.0	1.035171 ± 0.207	10.35171 ± 2.075	5.522067%
6.893609 ± 0.691	0 ± 0.0	2.384338 ± 0.478	11.92169 ± 2.392	21.5259%
7.141046 ± 0.716	0 ± 0.0	2.558576 ± 0.513	12.48086 ± 2.505	27.22587%
7.234529 ± 0.726	0 ± 0.0	2.626002 ± 0.527	12.50477 ± 2.510	27.46966%
7.7654 ± 0.779	0 ± 0.0	3.025536 ± 0.607	12.6064 ± 2.531	28.50559%

جدول 6-3 نیرو،سرعت و شتاب محلی برای مانع 120 درجه

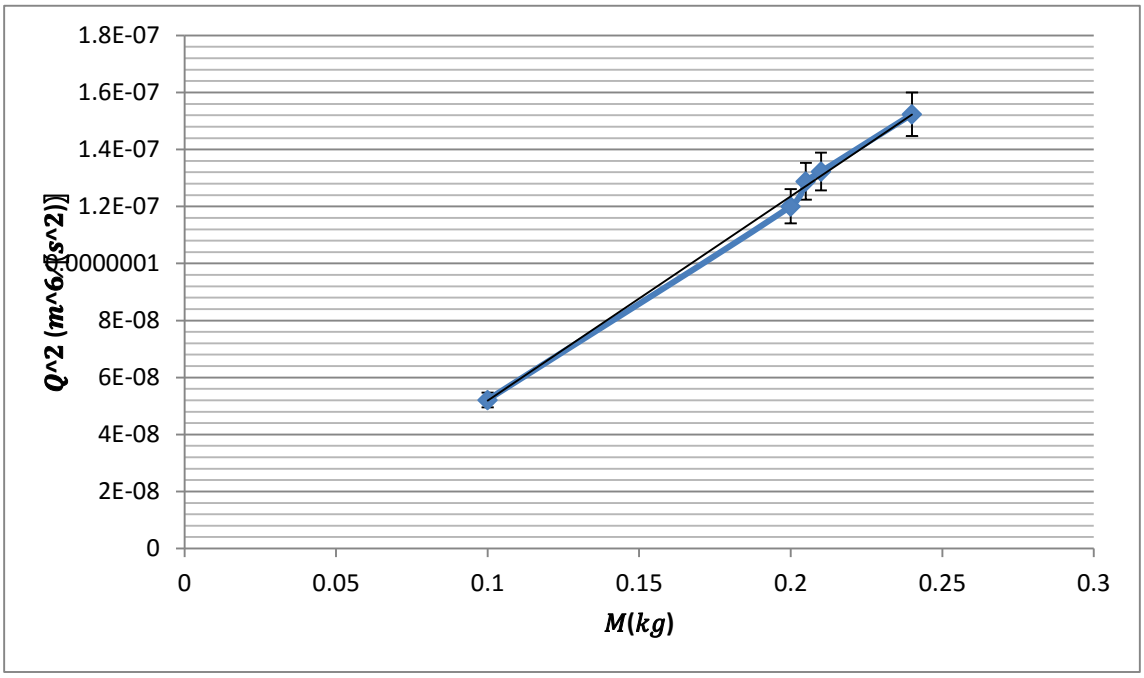
$v_{1y}(m/s)$	$v_{2y}(m/s)$	$F_y(N)$	$g_{local}(m/s^2)$	percent. of error g
4.045334 ± 0.405	-2.02267 ± 0.202	1.231614 ± 0.246	12.31614 ± 2.468	25.54682%
5.756642 ± 0.577	-2.87832 ± 0.288	2.494045 ± 0.500	12.47023 ± 2.501	27.11749%
6.110244 ± 0.612	-3.05512 ± 0.306	2.809849 ± 0.563	13.38023 ± 2.684	36.39382%
6.256275 ± 0.627	-3.12814 ± 0.313	2.945761 ± 0.591	13.09227 ± 2.626	33.45843%
6.315859 ± 0.633	-3.15793 ± 0.316	3.002138 ± 0.602	13.05277 ± 2.618	33.05581%
6.689628 ± 0.671	-3.34481 ± 0.335	3.367983 ± 0.675	13.74687 ± 2.758	40.13117%

جدول ۷-۳ نیرو،سرعت و شتاب محلی برای مانع ۱۸۰ درجه

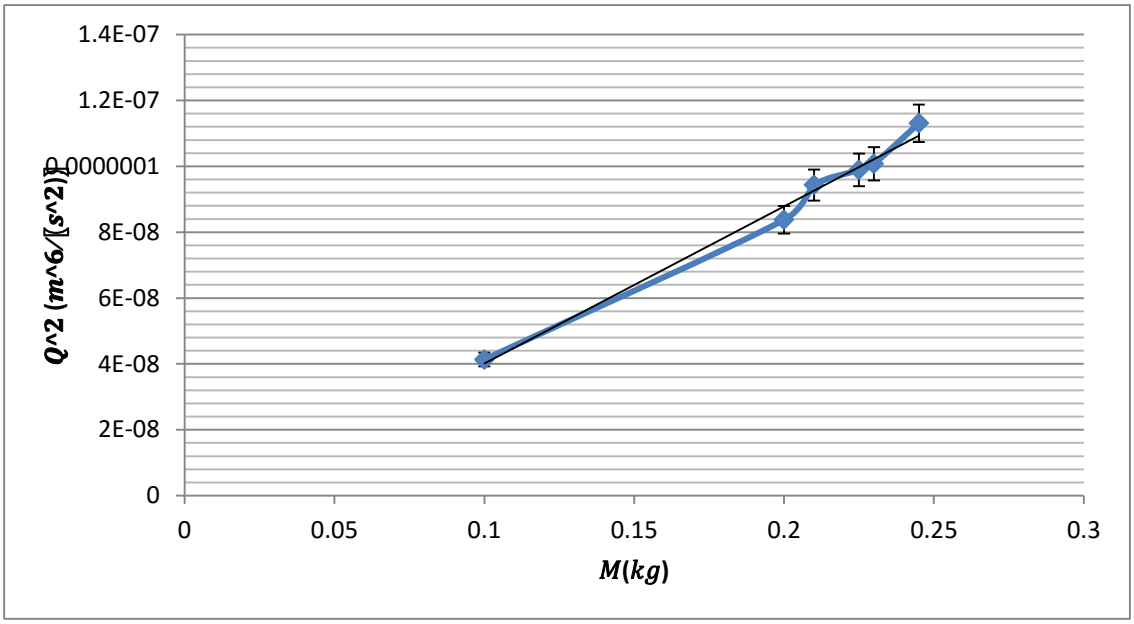
$v_{1y}(m/s)$	$v_{2y}(m/s)$	$F_y(N)$	$g_{local}(m/s^2)$	$percent.of\ error\ g$
3.589851 ± 0.359	-3.58985 ± 0.359	1.293176 ± 0.259	12.93176 ± 2.591	31.82217%
5.305321 ± 0.531	-5.30532 ± 0.531	2.824412 ± 0.566	14.12206 ± 2.831	43.95574%
6.315859 ± 0.633	-6.31586 ± 0.633	4.002851 ± 0.803	13.34284 ± 2.677	36.0126%
6.622821 ± 0.664	-6.62282 ± 0.664	4.401398 ± 0.883	13.33757 ± 2.676	35.95892%
6.649383 ± 0.667	-6.64938 ± 0.667	4.436774 ± 0.890	13.04934 ± 2.618	33.02076%
6.703152 ± 0.672	-6.70315 ± 0.672	4.508818 ± 0.904	13.06904 ± 2.622	33.22159%

۷- نمودارها:

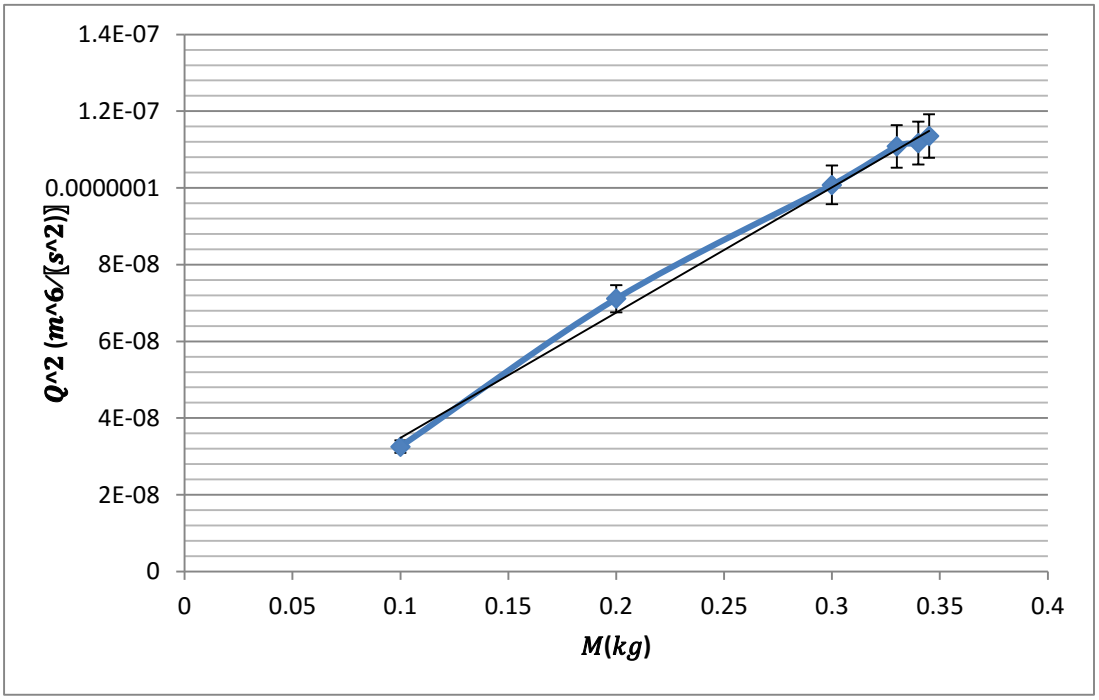
۱) $Q^2 - M$ مانع ۹۰ درجه:



۱) $Q^2 - M$ مانع ۱۲۰ درجه:



۱) $Q^2 - M$ مانع ۱۸۰درجه:



۷- منابع خطای آزمایش:

الف)خطای انسانی: به دلیل اینکه باید در لحظه ای که حجم به مقدار معینی رسید کرنومتر زده شود امکان اشتباه زیاد است؛

ب)هنگام برقرار کردن تعادل وزنه های اضافه شده شاخص دستگاه دقیقا در مقابل خط تعیین شده(خط قرمز) قرار نمیگرفت؛

ج)دستگا تراز نبوده؛ همچنین پمپ باعث ایجاد ارتعاش میگردید که در تعادل اخلال ایجاد میکرد؛

د)زاویه ی موانع دقیقا مقدار گفته شده نیست؛

ه)اثرات اصطکاک در نظر گرفته نمیشود که خود باعث تغییر مقطع باریکه جریان میشود؛

و)چون دستگاه کالیبره نمیگردد ممکن است مقدار حجم اندازه گرفته شده دقیق نباشد؛

۸- نتیجه گیری:

با توجه به جداول و نمودارها مشخص میشود که با افزودن وزنه ها، برای حفظ تعادل باید نیرویی که جت آب به موانع وارد میکند، بیشتر گردد که این با افزایش دبی حاصل میگردد. افزایش دبی هم باعث افزایش سرعت جریان خروجی از نازل میشود. همچنین سرعت خروجی از مانع بیشتر میگردد.

با افزایش زاویه ی مانع، دبی و در نتیجه سرعت ورودی کاهش یافته ولی مولفه ی سرعت خروجی از مانع در جهت عمودی افزایش یافته همچنین نیرو چون با مقدار وزنه ها برابر است پس در صورتی که وزنه ها یکسان باشد، باید نیروی عمودی هم در موانع مختلف یکی باشد که به علت وجود خطا این مورد در عمل دقیقا صادق نیست.