جامعـــة محمـــد بوضياف بالمسيلة
كليـــة التكنولوجيا
القسم: هندسة ميكانيكية

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
1985
جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'sila

Prepared by: Mrs. BENKHERBACHE S. and BERKACHE Amar

PRACTICAL WORK N°2

STUDY OF THE THRUST CENTER

2.1 Purpose of the experiment:

- Determination of the pressing force
- Determination of the center of thrust.

2.2 Description of the experimental set-up:

The device (see figure 1) consists of a transparent plastic tray whose frame rests on the work table by means of screws that are also used for the bubble leveling to check the horizontality of the device. The bin is open at the top. This allows the filling with water and the assembly of the accessories of the experimental device. The tank is equipped with a drain valve. The surface on which the hydrostatic thrust acts is made up of a plunger in the shape of a quarter of a crown, on the other end is fixed the device that allows the balance of the vertical surface on which the hydrostatic thrust acts according to the level of water in the tank. The assembly can be rotated around a horizontal axis.

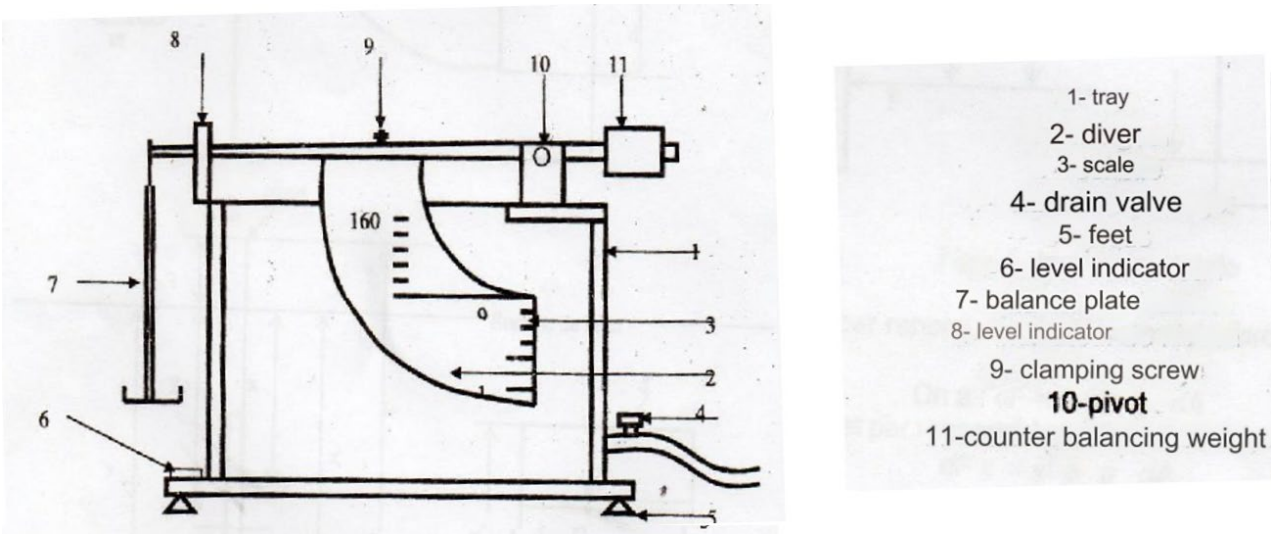


Figure 1. Experimental Setup

The Partial or total immersion of the surface results in a change in the value of the thrust force as well as the point of application of this force, which causes the imbalance of the quarter-crown diver position. The correct position of the rod is achieved by placing an adequate mass in the scale plate. Graduations are printed on the plunger to allow various tests to be carried out for different water levels in the case of partial or total immersion of the flat wall. This device makes it possible to directly determine the moment due to the thrust of a liquid on a vertical flat wall totally or partially immersed and to compare it with the results obtained by the calculation.

The moment of the force exerted by the hydrostatic pressure is measured using the masked masses.

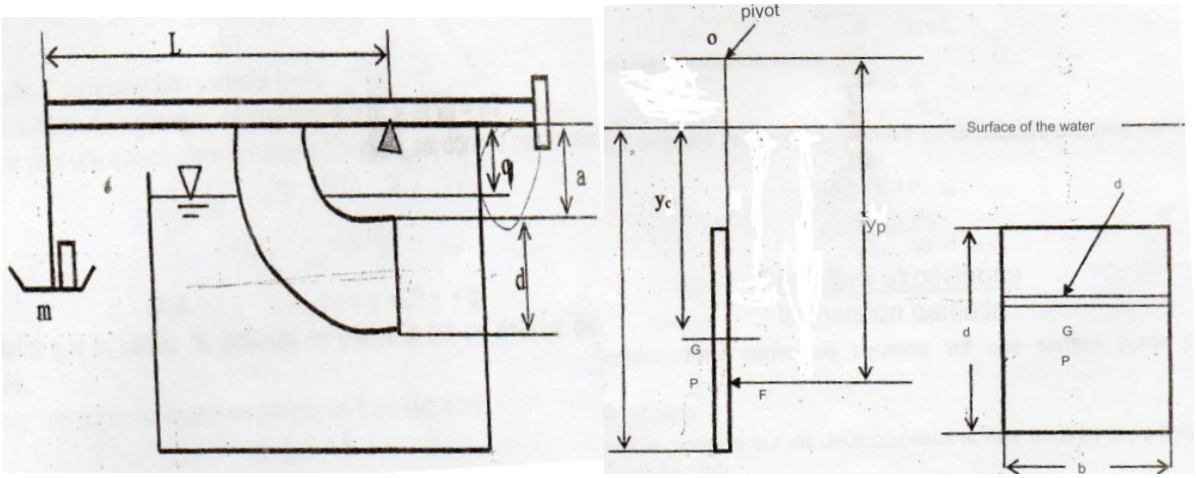


Fig.2 Total immersion

2.3 Reminders of the theory:

Archimedes' theorem:

Any body immersed in a fluid receives from this fluid a vertical force (thrust) directed upwards and whose intensity is equal to the weight of the volume of fluid displaced (this volume is therefore equal to the immersed volume of the body)

$$F_{thrust}=\rho_{fluid}.V_{imm}.g$$

3.Partial Immersion

3.1 Experimental calculations:

3.1.1 Pressure force:

$$F=\rho.g.y_c.A, \qquad y_c=\frac{h}{2}, \qquad A=h.b \Rightarrow F=\rho.g.y_c.A=\frac{1}{2}\rho.g.b.h^2$$

A: is the submerged area

3.1.2. The Thrust Center:

The thrust moment relative to the pivot axis is given by:

$$\sum M/_o = y.F = P.L \Rightarrow y.F = m.g.L$$

$$\Rightarrow y=\frac{m.g.L}{F}$$

$$y_p = a+d-\frac{h}{3}$$

Where (m) is the mass placed in the balance plate

(L): is the distance between the axis of the balance and the axis of the pivot.

3.2 Theoretical calculations:

3.2.1 thrust center

$$y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c.A}$$

$$I_x = \frac{b.h^3}{12}, \qquad A = b.h$$

I_x: represents the moment of inertia of the surface.
For a rectangular surface: we have

$$y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c.A} = \frac{h}{2} + \frac{bh^3/12}{bh^2/2} = \frac{h}{2} + \frac{h}{6} = \frac{2h}{3}$$

Then

$$y_p = \frac{2h}{3}$$

3.2.2. Pressing force:

$$y = d + a - (h - y_p)$$

$$F = \frac{m.g.L}{y}$$

4. Total immersion
4.1 Experimental Calculations:
4.1.1 Pressure force:

$$F = \rho.g.y_c.A, \qquad y_c = h - \frac{d}{2}, \qquad A = b.d$$

$$\Sigma M/_o = y.F = P.L \Rightarrow y.F = m.g.L$$

4.1.2 The Thrust Center:

$$y = \frac{m.g.L}{F}$$

$$y_p = y - a$$

4.2 Theoretical calculations :

$$y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c.A} \qquad y_p = y_c + \frac{bd^3/12}{b.d.y_c} = y_c + \frac{d^2}{12.y_c}$$

$$I_x = \frac{b.d^3}{12}, \qquad A = b.d$$

4.2.1 Pressure force

$$y = a + \frac{d}{2} + (y_p - y_c) \qquad \text{Et} \qquad F = \frac{m.g.L}{y}$$

F : Pressure force(N)
ρ : the density of the water (ρ=1000kg/m^3)
h: Water Height (mm)
m: mass (g)
y_C: Center of Gravity
g: Acceleration of gravity (g=9.81m/s^2)
A : Wet surface (m2)
y : Pressure force application point(m)
y_P: Center of Thrust (M)
I_X: Moment of inertia of the wall
The dimensions are given: L=275mm, a=100mm, b=75mm, d=100mm

2.4 Procedure

- Place the plunger on both knives and attach to the balance arm using the center screw.
- Level the plexiglass tank, which is adjusted thanks to its adjustable feet.
- Balance the arms of the scale by moving the counterweights.
- Introduce water into the tank until the water level reaches the bottom of the plunger.
- Place a sledgehammer on the scale (which has become unbalanced).
- Introduce water into the tank until the balance is balanced, thus raising the height of the water according to the measuring scale.
- Repeat several times, adding masses.

In this experiment, two cases are to be considered :

Partial Immersion Total Immersion

Masse (g)	Partial Immersion(h)(mm)	Masse (g)	Total Immersion(h)(mm)
50		300	
100		350	
150		400	
200		450	
250			

2.5 Work requested

1. Complete tables 2.1 and 2.2 of the experimental calculation for the case of partial and total immersion.
2. Complete tables 2.3 and 2.4 of the theoretical calculation for the case of partial and total immersion.
3. Draw the graphs y_{th} and y_{exp}=f(h) as well as F_{the} and F_{exp}=f(h).
4. Compare the results and conclude.

2.5.1 Experimental calculation:

Table 2.1 Partial immersion

m(kg)	h(m)	$y_{c(m)}$	$A(m^2)$	F(N)	y(m)	$y_p(m)$

Table 2.2 Total immersion

m(kg)	h(m)	$y_{c(m)}$	$A(m^2)$	F(N)	y(m)	$y_p(m)$

2.5.2 Theoretical calculation:

Table 2.3 Partial immersion

m(kg)	h(m)	$y_{c(m)}$	$A(m^2)$	F(N)	y(m)	$y_p(m)$

Table 2.4 Total immersion

m(kg)	h(m)	$y_{c(m)}$	$A(m^2)$	F(N)	y(m)	$y_p(m)$

جامعــة محمــد بوضياف بالمسيلة
كليــة التكنولوجيا
القسم: هندسة ميكانيكية

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

إعداد: السيدة بنخيرباش س. و بركاس أعمر

العمل التطبيقي رقم 2

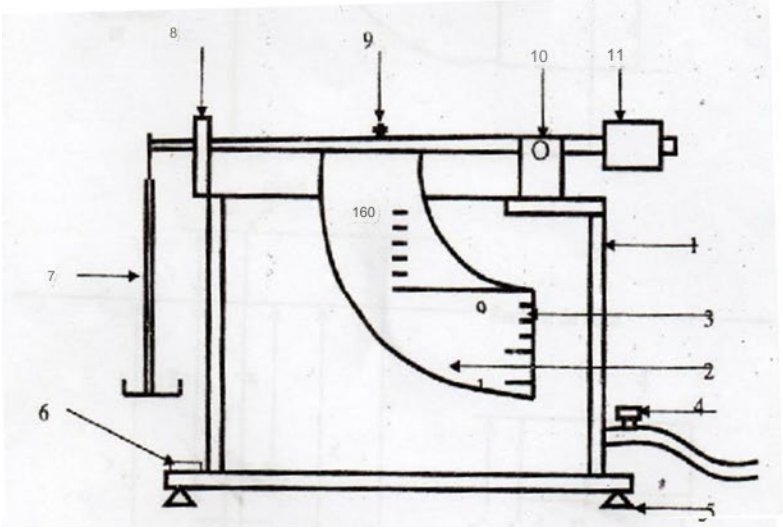
دراسة مركز الدفع

21 الغرض من التجربة:

- **تحديد قوة الضغط**
- **تحديد مركز الدفع.**

2.2وصف الإعداد التجريبي:

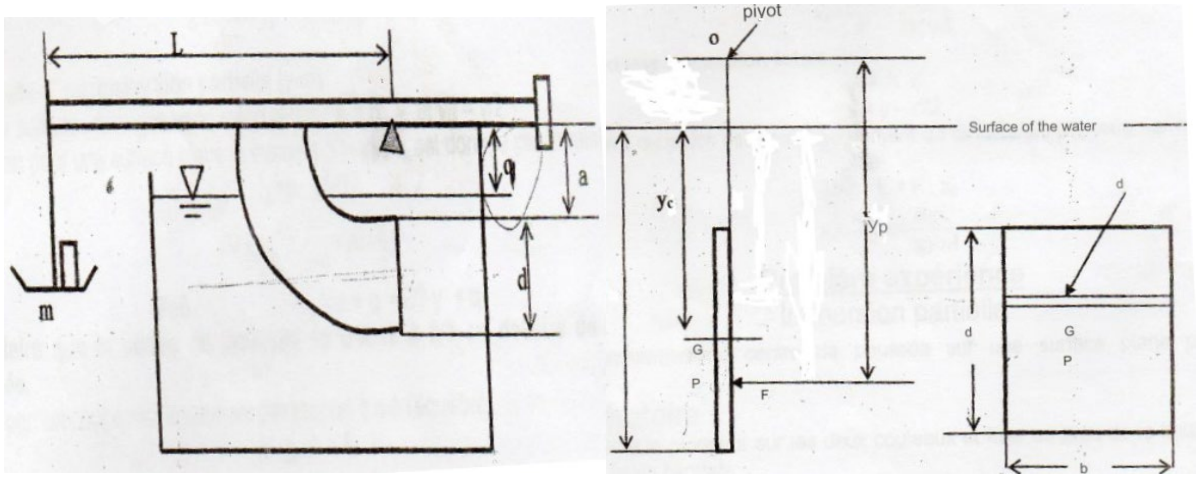
يتكون الجهاز (انظر الشكل 1) من صينية بلاستيكية شفافة يرتكز إطارها على طاولة العمل بواسطة براغي تستخدم أيضًا لتسوية الفقاعات للتحقق من أفقية الجهاز. الصندوق مفتوح في الأعلى. وهذا يسمح بملء الماء وتجميع ملحقات الجهاز التجريبي. الخزان مزود بصمام تصريف. يتكون السطح الذي يعمل عليه الدفع الهيدروستاتيكي من مكبس على شكل ربع تاج، وعلى الطرف الآخر يتم تثبيت الجهاز الذي يسمح بتوازن السطح الرأسي الذي يعمل عليه الدفع الهيدروستاتيكي وفقًا للمستوى من الماء في الخزان. يمكن تدوير التجميع حول محور أفقي.



1- صينية
2- غواص
3- المقياس
4- صمام الصرف
5 أقدام
6- مؤشر المستوى
7- لوحة التوازن
8- مؤشر المستوى
9- المسمار المشبك
10 محاور
11- عداد موازنة الوزن

الشكل 1. الإعداد التجريبي

وينتج عن الغمر الجزئي أو الكلي للسطح تغير في قيمة قوة الدفع وكذلك نقطة تطبيق هذه القوة مما يسبب اختلال وضعية الغواص ربع التاج. يتم تحقيق الموضع الصحيح للقضيب عن طريق وضع كتلة كافية في لوحة الميزان. تتم طباعة التدرجات على المكبس للسماح بإجراء اختبارات مختلفة لمستويات المياه المختلفة في حالة الغمر الجزئي أو الكلي للجدار المسطح. يتيح هذا الجهاز إمكانية تحديد اللحظة الناتجة عن دفع السائل على جدار عمودي مسطح مغمور كليًا أو جزئيًا بشكل مباشر ومقارنتها بالنتائج التي تم الحصول عليها عن طريق الحساب.
يتم قياس لحظة القوة التي يمارسها الضغط الهيدروستاتيكي باستخدام الكتل المقنعة.



الشكل 2 الغمر الكلي

3.2 تذكيرات بالنظرية:

نظرية أرخميدس:

أي جسم مغمور في مائع يتلقى من هذا المائع قوة رأسية (دفع) موجهة نحو الأعلى وشدتها تساوي وزن حجم السائل المزاح (وبالتالي فإن هذا الحجم يساوي حجم الجسم المغمور)

$$F_{thrust}=\rho_{fluid}.\ V_{imm}.g$$

3 الغمر الجزئي

1.3 الحسابات التجريبية:

1.1.3 قوة الضغط

$$F=\rho.g.y_c.A, \qquad y_c=\frac{h}{2}, \qquad A=h.b \Rightarrow F=\rho.g.y_c.A=\frac{1}{2}\rho.g.b.h^2$$

Aهي المنطقة المغمورة

2.1.3 مركز الاندفاع:

يتم إعطاء لحظة الدفع بالنسبة للمحور المحوري بواسطة :

$$\sum M/_o = y.F = P.L \Rightarrow y.F = m.g.L$$

$$\Rightarrow y=\frac{m.g.L}{F}$$

$$y_p = a+d-\frac{h}{3}$$

حيث (m) هي الكتلة الموضوعة في لوحة الميزان

(L)هي المسافة بين محور الميزان ومحور المحور

2.3 الحسابات النظرية:

1.2.3 مركز الدفع

$$y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c.A}$$

$$I_x=\frac{b.h^3}{12}, \qquad A=b.h$$

I_x يمثل عزم القصور الذاتي للسطح

بالنسبة لسطح مستطيل: لدينا

$$y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c.A} = \frac{h}{2} + \frac{bh^3/12}{bh^2/2} = \frac{h}{2} + \frac{h}{6} = \frac{2h}{3}$$

Then

$$y_p = \frac{2h}{3}$$

2.2.3 قوة الضغط

$$y = d + a - (h - y_p)$$

$$F = \frac{m.g.L}{y}$$

4 الانغماس التام

1.4 الحسابات التجريبية:

1.1.4 قوة الضغط :

$$F = \rho.g.y_c.A, \qquad y_c = h - \frac{d}{2}, \qquad A = b.d$$

$$\sum M/_o = y.F = P.L \Rightarrow y.F = m.g.L$$

2.1.4 مركز الدفع

$$y = \frac{m.g.L}{F}$$

$$y_p = y - a$$

2.4 الحسابات النظرية:

$$y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c.A} \qquad y_p = y_c + \frac{bd^3/12}{b.d.y_c} = y_c + \frac{d^2}{12.y_c}$$

$$I_x = \frac{b.d^3}{12}, \qquad A = b.d$$

1.2.4 قوة الضغط

$$y = a + \frac{d}{2} + (y_p - y_c) \qquad \text{Et} \qquad F = \frac{m.g.L}{y}$$

F قوة الضغط
ρ كثافة الماء
h: ارتفاع الماء

m: الكتلة
y_C: مركز الجاذبية
g: تسارع الجاذبية
A : سطح مبلل
y نقطة تطبيق قوة الضغط
y_P مركز الدفع
Ix: عزم العطالة

The dimensions are given: L=275mm, a=100mm, b=75mm, d=100mm

2.4 الإجراء

- **ضع المكبس على كلا السكاكين وقم بتثبيته على ذراع التوازن باستخدام المسمار الأوسط.**
- **ضبط مستوى الخزان الزجاجي، والذي يمكن ضبطه بفضل أقدامه القابلة للتعديل.**
- **موازنة أذرع الميزان عن طريق تحريك أثقال الموازنة.**
- **أدخل الماء في الخزان حتى يصل مستوى الماء إلى قاع المكبس.**
- **ضع مطرقة ثقيلة على الميزان (الذي أصبح غير متوازن).**
- **أدخل الماء إلى الخزان حتى يتوازن الميزان، وبالتالي يرتفع ارتفاع الماء حسب مقياس القياس.**
- **كرر عدة مرات، إضافة الجماهير.**

في هذه التجربة، يجب النظر في حالتين

الغمر الجزئي والغمر الكلي

الكتلة (g)	**الغمر الجزئي**(h)(mm)	الكتلة (g)	**الغمر الكلي** (h)(mm)
50		300	
100		350	
150		400	
200		450	
250			

2.5 العمل المطلوب

1 أكمل الجدولين 2.1 و2.2 من الحساب التجريبي لحالة الغمر الجزئي والكلي.
2 أكمل الجدولين 2.3 و 2.4 من الحساب النظري لحالة الغمر الجزئي والكلي.
3 ارسم الرسوم البيانية yth و yexp=f(h) وكذلك Fthe و Fexp=f(h).
4 قارن النتائج واستنتج.

1.2.5 الحساب التجريبي:

الجدول 2.1 الغمر الجزئي

m(kg)	h(m)	$y_{c(m)}$	$A(m^2)$	F(N)	y(m)	y_P(m)

الجدول 2.2 الغمر الكلي

m(kg)	h(m)	$y_{c(m)}$	$A(m^2)$	F(N)	y(m)	$y_p(m)$

2.2.5 الحساب النظري

الجدول 3.2 الغمر الجزئي

m(kg)	h(m)	$y_{c(m)}$	$A(m^2)$	F(N)	y(m)	$y_p(m)$

لجدول 4.2 الغمر الكلي

m(kg)	h(m)	$y_{c(m)}$	$A(m^2)$	F(N)	y(m)	$y_p(m)$