

Q/FQ/AP/M-6

09.83.05

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

DIRECCION INVESTIGACION Y DESARROLLO

GERENCIA PROCESOS QUIMICOS

Departamento Química

MEDICION DE TENSION SUPERFICIAL CON BALANZA DE DU NOUY

Gustavo S. Duffo y Juan R. Collet

Sergio

Ramón

APLICACION:

A aguas naturales y tratadas

abril, 1983

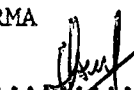
MEDICION DE TENSION SUPERFICIAL CON BALANZA DE DU NOUY

REVISION N°: 1

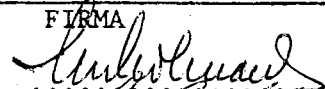
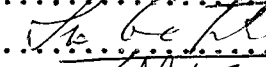
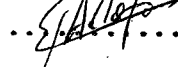
FECHA:

APLICACION: A AGUAS NATURALES Y TRATADAS

CONDICIONES DE VALIDEZ: -----

	FIRMA	ACLARACION	FECHA
AUTORES		G.S. Duffo	
		J.R. Collet	

SUPERVISOR:		O.A. Lires
-------------	---	------------

	FIRMA	ACLARACION	FECHA
COMITE		M.A. Molinari	
DE		I. Matoska	
VERIFICACION		E.A. Rojo	

APROBACION:	FIRMA	ACLARACION	FECHA

MEDICION DE TENSION SUPERFICIAL CON BALANZA DE DU NOUY

G. S. Duffo y J. R. Collet

I N D I C E

1. INTRODUCCION
2. INSTRUMENTAL Y EQUIPOS
 - 2.1. Balanza de "Du Nouy"
 - 2.2. Cubetas portamuestras
 - 2.3. Juego de pesas
 - 2.4. Pinza
 - 2.5. Varios
3. INSTALACION DEL EQUIPO
4. LIMPIEZA DEL MATERIAL
5. CALIBRACION
6. DETERMINACION
 - 6.1. Carga de la muestra
 - 6.2. Método manual de determinación
 - 6.3. Método semiautomático de determinación
7. METODO DE CALCULO
8. PRECISION DEL METODO
9. BIBLIOGRAFIA
10. FIGURAS

1. INTRODUCCION

El método de DU NOUY determina la tensión superficial midiendo la fuerza necesaria para provocar la ruptura de una película de líquido.

El instrumento consiste en un anillo de platino-iridio de dimensiones conocidas, suspendido de un brazo que se encuentra en posición horizontal, debida a una torsión aplicada por medio de un alambre de acero inoxidable. Incrementado la torsión sobre el alambre sube el brazo junto con el anillo, el cual arrastra una película superficial de líquido que se opone realizando una fuerza que en el momento preciso de la ruptura es proporcional a la tensión superficial del líquido.

Este instrumento no proporciona resultados de gran exactitud, en general los métodos de capilares o presión de burbuja, con los que se calculan los valores que se encuentran en tablas, son más exactos.

La balanza da el valor de la tensión superficial aparente, este valor puede ser usado directamente para estudios comparativos o utilizado para el cálculo de la tensión superficial absoluta.

2. INSTRUMENTAL Y EQUIPOS

2.1. Balanza de "Du Nouy": Una balanza de tensión superficial del tipo de "Du Nouy" marca "Fisher Surface Tensiomat", modelo 21, con su correspondiente anillo de platino-iridio.

2.2. Cubetas portamuestras: Tres cubetas portamuestras cristalizadores de vidrio "Pyrex" de 75 mm de diámetro y 40 mm de alto.

2.3. Juegos de pesas: Un juego de pesas calibradas, con una de 0,100 g, dos de 0,200 g y una de 0,500 g.

2.4. Pinza: Una pinza tipo bruelas para ser utilizada en el manipuleo del anillo y con el juego de pesas.

2.5. Varios: Soluciones y solventes para la limpieza del material:

- Sulfocrómica.
- Eter de petróleo.
- Benceno.
- Acetona.

Estos últimos no tienen que ser p.a. pero sí recientemente destilados.

3. INSTALACION DEL EQUIPO

3.1. Colocar la balanza en lo posible sobre una mesada antivibratoria o mesada para balanzas analíticas.

3.2. En general se aconseja colocar la balanza en un lugar donde la temperatura sea estable.

3.3. La balanza debe ser nivelada girando convenientemente sus patas y controlando con el nivel de burbuja que el instrumento tiene adosado para tal fin.

4. LIMPIEZA DEL MATERIAL

4.1. Limpieza del anillo de platino-iridio

El anillo de platino -iridio debe ser tomado con la pinza de bruelas por su soporte y lavado con benceno y posteriormente enjuagado

con acetona, flameándolo luego en la llama no luminosa de un mechero bunsen para remover los restos de materia orgánica que pudiesen haber quedado adheridos.

NO LAVAR EL ANILLO CON SOLUCION
SULFOCROMICA

4.2. Limpieza de la cubeta portamuestras

Se lava la cubeta con éter de petróleo en lo posible por dentro y afuera, luego se enjuaga con acetona y finalmente con agua destilada. Posteriormente se la sumerge durante 30 minutos en solución sulfocrómica; pasado este tiempo se la lava con abundante agua destilada y se deja secar.

5. CALIBRACION

Se debe calibrar la balanza una vez instalada según 3. Esta calibración debe repetirse cada 100 lecturas aproximadamente, cuando se traslade o mueva el equipo, o cuando se dude de los valores obtenidos.

5.1. Utilizando una pinza de bruelas se coloca el anillo de platino-iridio en su gancho de sujeción (A en la fig. 2). El anillo debe ser limpiado siguiendo las instrucciones indicadas en 4.1.

NO DEBE TOCARSE EL ANILLO CON LAS MANOS NI SOMETERLO A
EXCESIVA PRESION PARA EVITAR DEFORMACIONES Y/O CONTA-
MINACION

- 5.2. Cortar un trozo de papel común, de aproximadamente 1 x 2 cm y colocarlo sobre el anillo.
- 5.3. Bajar la palanca (B en la fig. 2). La balanza queda desarrestada.
- 5.4. Accionar la manivela (C en la fig. 1); el brazo (D en la fig. 2) de la balanza se desplazará en sentido vertical. Para elevar el brazo girar en sentido horario, para bajar, en sentido antihorario. Desplazar el brazo hasta que el fiel (E en la fig. 2) coincida con su imagen especular y la línea grabada en el espejo (F en la fig. 2).
- 5.5. Subir la palanca (B). La balanza queda arrestada.
- 5.6. Con la perilla (G en la fig. 1) girar el dial (H en la fig. 1) hasta que el cero de la escala exterior coincida con el cero de la escala exterior del vernier (I en la fig. 1).
- 5.7. Colocar una pesa (de peso menor a 1 g) sobre el papel ubicado en el anillo. Más adelante se especifican los pesos más convenientes.
- 5.8. Bajar la palanca B. La balanza queda desarrestada.
- 5.9. Accionar la manivela C hasta que el fiel E quede alineado con su imagen especular y la línea grabada en el espejo.
- 5.10. Subir la palanca B. La balanza queda arrestada.
- 5.11. Leer el valor obtenido en la escala exterior del dial (H). Este valor es el punto en que esta escala coincide con el cero de la escala exterior del vernier (I). Los valores decimales se establecen en la forma habitual para el uso de tales escalas.

El valor aquí obtenido debe ser igual al de la tensión superficial aparente P , que se calcula con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{M \cdot g}{2 \cdot L} \quad [1]$$

donde:

M = Peso de la pesa ubicada sobre el papel, expresado en gramos.

g = Aceleración de la gravedad, expresada en $\text{cm} \cdot \text{seg}^{-2}$.

L = Circunferencia del anillo, expresada en cm.

P = Lectura del dial, tensión superficial aparente, expresada en $\text{dinas} \cdot \text{cm}^{-1}$.

$$P = \frac{\text{Peso} \times 980}{2 \times 6} = \text{Peso} \times 81,6 \quad [2]$$

Si la lectura del dial (H) difiere de este valor, debe variarse la longitud efectiva del brazo de torsión (D) hasta que ambos valores coincidan.

Esto se logra accionando la perilla (J en la fig. 2). Si el valor leído en el dial es mayor que el calculado, se debe acortar la longitud del brazo; si el valor obtenido es menor, debe alargarse.

Se deberá repetir el procedimiento hasta coincidencia de valores leídos y calculados según fórmula [2].

Es conveniente efectuar esta calibración para distintos pesos, considerándose valores adecuados 0,300; 0,500; 0,600 y 0,900 g.

6. DETERMINACION

Con el equipo ya instalado y calibrado según 3 y 5, la cubeta portamuestra limpia según 4.2. se procede a cargar la muestra a determinar.

La determinación puede realizarse en forma manual (6-2) o semiautomática (6-3). Los resultados son equivalentes y se detallarán ambas técnicas.

Cualquiera sea la técnica a utilizar se recomienda repetir la determinación por lo menos 10 veces con la misma muestra cargada en la cubeta.

6.1. Carga de la muestra

- 6.1.1. Aflojar el tornillo (K) y bajar totalmente el brazo que sujeta el platillo portamuestra (L).
- 6.1.2. Girar la perilla (M), en sentido horario, hasta elevar completamente el platillo (L).
- 6.1.3. Cargar la cubeta portamuestra con la muestra a determinar, hasta unos 20-25 mm de altura (90-110 ml).
- 6.1.4. Colocar la cubeta sobre el platillo portamuestra (L).
- 6.1.5. Colgar el anillo en el soporte (A), teniendo en cuenta las indicaciones de 5.1.
- 6.1.6. Bajar la palanca (B). La balanza queda desarrestada.
- 6.1.7. Accionar la manivela (C) hasta lograr coincidencia entre el fiel (E), su imagen especular y la línea grabada en el espejo. Para elevar el fiel, girar en sentido horario; para bajar, en sentido antihorario.
- 6.1.8. Elevar la palanca (B). La balanza queda arrestada.
- 6.1.9. Elevar manualmente el brazo sostén (O) del platillo portamuestra (L) hasta que el anillo quede sumergido en la muestra (aproximadamente 5 mm debajo de la superficie).

EL ANILLO DEBE ESTAR CENTRADO CON RESPECTO
A LA CUBETA PORTAMUESTRA, PARA EVITAR ERRO-
RES POR EFECTO DE BORDE

6.1.10. Fijar la posición del brazo sostén ajustando el tornillo (K).

6.1.11. Bajar la palanca (B). La balanza queda desarrestada.

6.1.12. Accionar la manivela (C) hasta lograr coincidencia entre el
fiel (E), su imagen especular y la línea grabada en el es-
pejo.

6.1.13. Elevar la palanca (B). La balanza queda arrestada.

6.1.14. Accionar la perilla (G) hasta hacer coincidir el cero de la
escala exterior del dial (H) con el cero de la escala exte-
rior del vernier (I).

El equipo se encuentra listo para la determinación.

6.2. Método manual de determinación

Con la muestra ya cargada según 6.1. se procede a la determina-
ción.

ANOTAR SIEMPRE LA TEMPERATURA AMBIENTE A
LA CUAL SE REALIZA LA MEDICIÓN

- 6.2.1. Bajar la palanca (B). La balanza queda desarrestada.
- 6.2.2. Accionar lenta y simultáneamente la manivela (C) haciendo subir el anillo, y la perilla (M) haciendo descender el platillo portamuestra de modo que se mantenga la coincidencia entre el fiel, su imagen y la línea grabada en el espejo.
- 6.2.3. Cuando el anillo, por su movimiento ascendente, rompe la película formada en la superficie de la muestra, detener el movimiento de la manivela (C) y la perilla (M).
- 6.2.4. Elevar la palanca (B). La balanza queda arrestada.
- 6.2.5. Leer el valor determinado en la escala exterior del dial (H). Este valor es el punto en que esta escala coincide con el cero de la escala exterior del vernier (I). Los valores decimales se establecen en la forma habitual para el uso de tales escalas.

El valor así obtenido se denomina tensión superficial aparente y se lo identifica como P_1 . Para obtener el valor absoluto se deben efectuar los cálculos que se indican en 7.

Para obtención de duplicados, repetir los pasos 6.1.1. y 6.1.2., y desde 6.1.6. hasta 6.1.14. Proceder a las determinaciones e identificar los resultados como P_2 , P_3 , ... etc.

6.3. Método semiautomático de determinación

Con la balanza ya conectada según 3. y la muestra ya cargada según 6.1. se procede a la determinación.

- 6.3.1. Bajar la palanca(B).La balanza queda desarrestada
- 6.3.2. Llevar el interruptor (N) a la posición "UP". Se enciende la luz piloto (2 en fig. 1) y comienza a elevarse el anillo.
- 6.3.3. Hacer girar manualmente la perilla (M) para descender el platillo portamuestra, en forma simultánea con la elevación del anillo, de modo que se mantenga la coincidencia entre el fiel, su imagen y la línea grabada en el espejo.
- 6.3.4. Cuando el anillo rompe la película formada en la superficie de la muestra, el motor detiene su marcha en forma automática. Detener el movimiento de (M).
- 6.3.5. Elevar la palanca (B). La balanza queda arrestada.
- 6.3.6. Llevar el interruptor (N) a la posición media. Se apaga la luz piloto.
- 6.3.7. Leer el valor determinado en la escala exterior del dial (H). Este valor es el punto en que esta escala coincide con el cero de la escala exterior del vernier (I).

Los valores decimales se establecen en la forma habitual para el uso de tales escalas.

El valor así obtenido se denomina tensión superficial aparente y se lo identifica como P_1 .

Para obtener el valor absoluto se deben efectuar los cálculos que se indican en 7.

Para la obtención de duplicados repetir los pasos 6.1.1. y 6.1.2. y desde 6.1.6. hasta 6.1.14. Proceder a las determinaciones e indicar los resultados $P_2, P_3, \dots$ etc.

7. METODO DE CALCULO

La balanza mide tensiones superficiales aparentes, para obtener los valores absolutos debe emplearse la relación:

$$A_i = P_i F_{(P_i)} \quad [3]$$

siendo:

A_i = El valor de la tensión superficial absoluta.

P_i = El valor de la tensión superficial aparente medida en 6.2. y 6.3.

$F_{(P_i)}$ = El factor de corrección que es igual a:

$$F_{(P_i)} = 0,7250 + \sqrt{\frac{4,0333 \times 10^{-4} P_i}{d}} + 0,015063 \quad [4]$$

donde :

d = La densidad de la muestra en g.cm^{-3} .

Los resultados se informan con una sola cifra decimal, como valor promedio de 10 determinaciones de tensión superficial absoluta (A_i), en dinas.cm^{-1} , a la temperatura de medición.

8. PRECISION DEL METODO

La determinación de la tensión superficial absoluta del agua destilada, efectuada sobre la misma muestra y realizando 10 lecturas, dio el valor medio de $71,2 \text{ dinas.cm}^{-1}$ con una desviación estándar de $0,3 \text{ dinas.cm}^{-1}$.

9. BIBLIOGRAFIA

9.1. Manual del Instrumento.

9.2. J.R. Collet, G.S. Duffo;"Teoría y medición de la tensión superficial y su relación con la formación de espumas".PQ/Q/FQ/-68, 1982.

Figura N° 1

Vista exterior de la balanza de Du Nouy

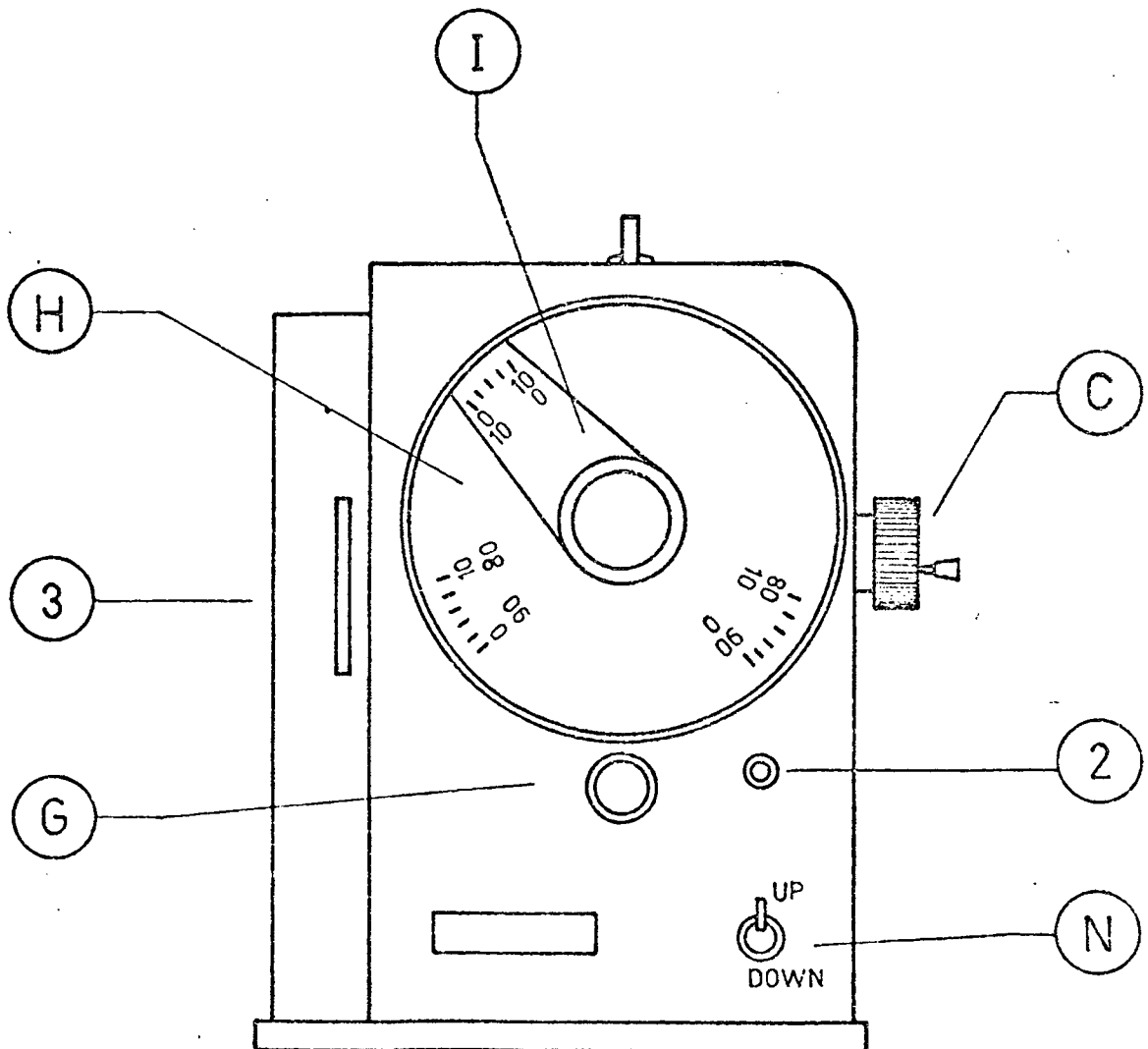
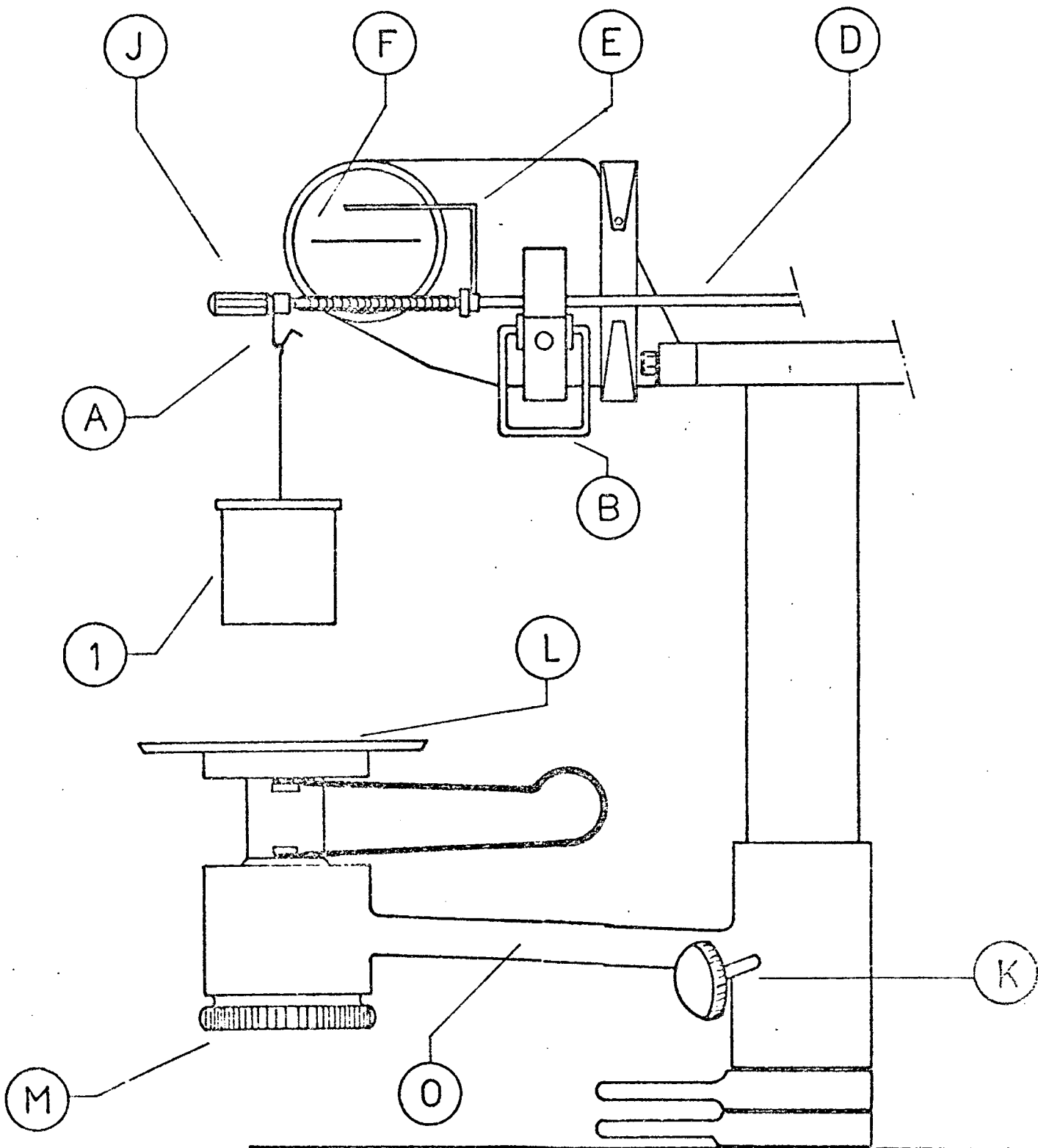


Figura N° 2



Vista interior de la balanza de Du Nouy