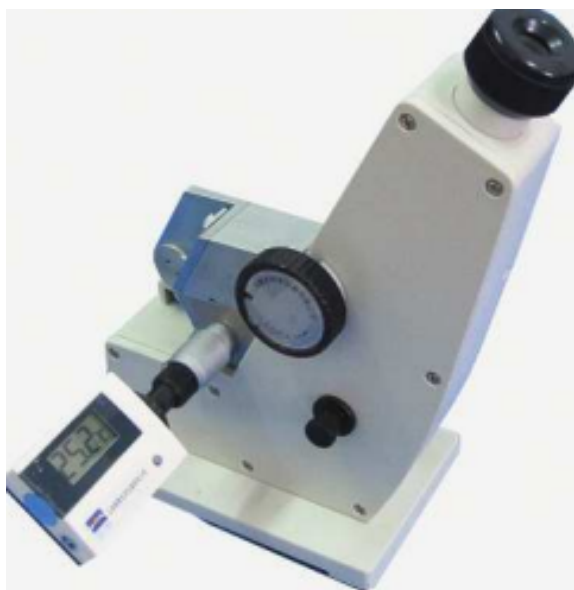
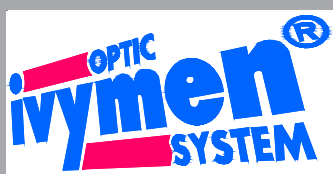




REFRACTÓMETRO DE ABBE

Modelo: 2WAJ

Cod. 5901008

MANUAL DE INSTRUCCIONES

CONTENIDO

- I. Uso
- II. Especificaciones
- III. Principio de funcionamiento
- IV. Construcción
- V. Uso y funcionamiento
- VI. Precauciones y mantenimiento
- VII. Set completo
- VIII. Notas

I. Uso

El aparato sirve para medir los índices de refracción ND y las dispersiones medias NF – NC de líquidos o sólidos transparentes y translúcidos, especialmente líquidos transparentes. Colocando un termostato al aparato, pueden determinarse los índices de refracción ND en el rango de temperatura 0°C – 70°C.

Los índices de refracción y las dispersiones medias forman parte de una de las constantes ópticas más importantes en las sustancias, que pueden utilizarse para determinar el rendimiento óptico, la pureza, la concentración y la dispersión, etc. El aparato puede determinar el porcentaje de contenido de azúcar en soluciones de sacarosa (0-95%, igual al índice de refracción 1,333 – 1,531).

Por consiguiente, este instrumento tiene un uso muy amplio como herramienta indispensable en la industria petrológica, de aceite y grasas, farmacéutica, de la pintura, alimentaria, química, y azucarera, así como en fábricas, universidades e institutos de investigación interesados en la medición geológica.

II. Especificaciones

Rango de medición de ND	1,3000 – 1,7000
Precisión de medición de ND	± 0,0002
Aumentos del sistema telescópico	2X
Aumentos del sistema de lectura	30X
Peso del instrumento	2,6 Kg.
Dimensiones del instrumento	100 x 200 x 240 mm

III. Principio de funcionamiento

El principio básico del refractómetro se basa en la siguiente ley de refracción:

$$n_1 \cdot \sin a_1 = n_2 \cdot \sin a_2$$

n_1 y n_2 son los índices de refracción de los medios en los lados de una superficie con límites ideales (Fig.1), donde α_1 es el ángulo de incidencia y α_2 es el ángulo de refracción.

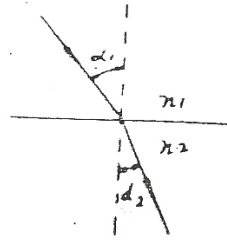


Fig 1

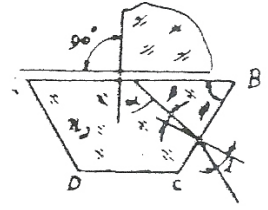


Fig 2

Cuando un haz de luz incide desde un medio ópticamente más denso a uno ópticamente menos denso, el ángulo de incidencia es menor que el ángulo de refracción y, si incrementamos el primero, el segundo será de 90° . En tal caso, el ángulo del instrumento para determinar los índices de refracción se basa en el principio para determinar el ángulo crítico.

En la Fig.2, cuando los haces de luz desde distintos ángulos inciden sobre la superficie AB, sus ángulos de refracción α son siempre mayores que i , y si se utiliza un telescopio para observar el haz emergente, puede verse una imagen brillante y oscura en el campo de visión del telescopio, presentándose nítidamente como una línea divisoria. Como se ilustra en la Fig.3, la línea divisoria entre el brillo y la oscuridad es precisamente la posición del ángulo crítico.

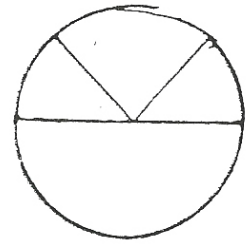


Fig3

En la Fig.2 ABCD se muestra un prisma de refracción, cuyo índice de refracción es n_2 , y el objeto a analizar (un líquido o sólido transparente) se sitúa en la superficie AB, con un índice de refracción n_1 . A partir de la ley de refracción puede obtenerse la siguiente ecuación:

$$n_1 \sin 90^\circ = n_2 \sin \alpha \quad \text{-----> (1)}$$

$$n_2 \sin \beta = \sin i$$

$$\text{Como } \varphi = \alpha + \beta$$

$$\text{Entonces } \alpha = \varphi - \beta$$

Se pasa a la ecuación (1) y se obtiene:

$$\begin{aligned} n_1 &= n_2 \sin (\varphi - \beta) \\ &= n_2 (\sin \varphi \cos \beta - \sin \beta \cos \varphi) \quad \text{---> (2)} \end{aligned}$$

De la ecuación (1) se obtiene:

$$n_2^2 \sin^2 \beta = \sin^2 i$$

$$n_2^2 (1 - \cos^2 \beta) = \sin^2 i$$

$$n_2^2 - n_2^2 \cos^2 \beta = \sin^2 i$$

$$\cos \beta = \sqrt{\frac{n_2^2 - \sin^2 i}{n_2^2}}$$

Se pasa a la ecuación (2) y puede expresarse:

$$n_1 = \sin \varphi = \sqrt{n_2^2 - \sin^2 i} - \cos \varphi \sin i$$

Se conoce el ángulo φ y el índice de refracción n_2 del prisma, de forma que cuando el ángulo crítico i se determina, puede calcularse el índice de refracción del objeto a analizar.

IV. Construcción

I.) Partes ópticas.

El sistema óptico del aparato consiste en un telescopio y un sistema de lectura como se muestra en la Fig.4.

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. Prisma de incidencia | 2. Prisma de refracción |
| 3. Espejo plegable | 4. Grupo de prismas de dispersión |
| 5. Objetivo telescópico | 6. Prisma paralelogramo |
| 7. Retículo | 8. Ocular |
| 9. Objetivo de lectura | 10. Espejo reflector |
| 11. Placa de escala | 12. Condensador |

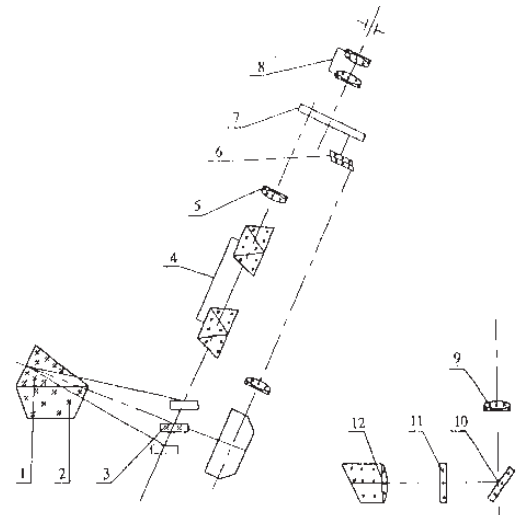


Figure 4

Entre el prisma de incidencia (1) y el prisma de refracción (2) hay un espacio mínimo y homogéneo en donde se deposita el líquido a analizar.

Cuando un haz de luz (luz natural o incandescente) entra en el prisma de incidencia (1) y atraviesa el prisma de refracción (2), se produce el haz de luz cuyos ángulos de refracción son menores que el ángulo crítico i . A continuación el haz incidirá gracias al espejo plegable (3) en el grupo de prismas de dispersión (4), que consiste en un par de prismas de Amici de equidispersión, cuya función es obtener una dispersión variable para compensar la dispersión producida por el prisma de refracción en relación con las diferentes sustancias que se vayan a analizar. Con el objetivo telescópico (5), la línea divisoria entre brillo y oscuridad puede visualizarse en el retículo (7), en el que se gradúa la intersección de la cruz, que puede verse en la mitad superior de la Fig.5 con la ayuda del ocular (8). La placa de escala (11), que se ilumina con luz natural gracias al condensador (12), conecta con el espejo plegable (3) y rota simultáneamente sobre su centro de graduación, con lo cual los valores de los índices de refracción de las diferentes posiciones se visualizarán en el retículo (7) con la ayuda del espejo (10), el objetivo de lectura (9) y el prisma paralelogramo (6) (tal como se muestra en la parte superior de la Fig.5).

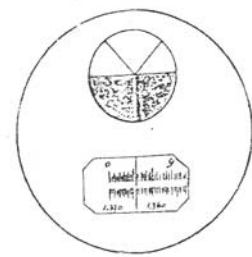
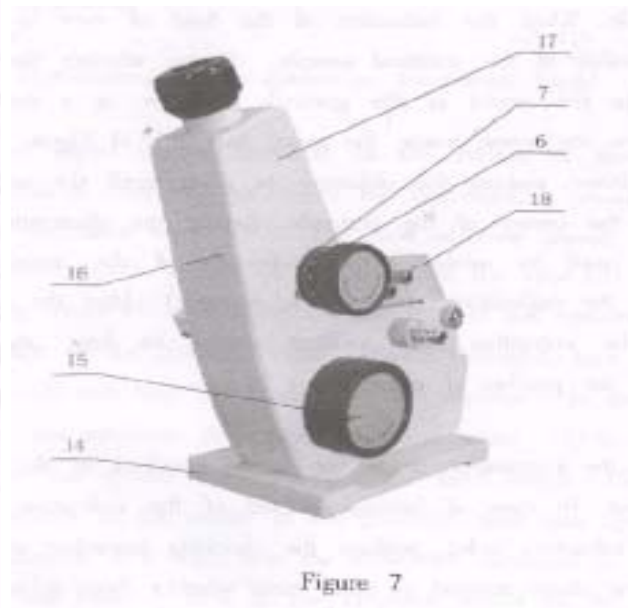
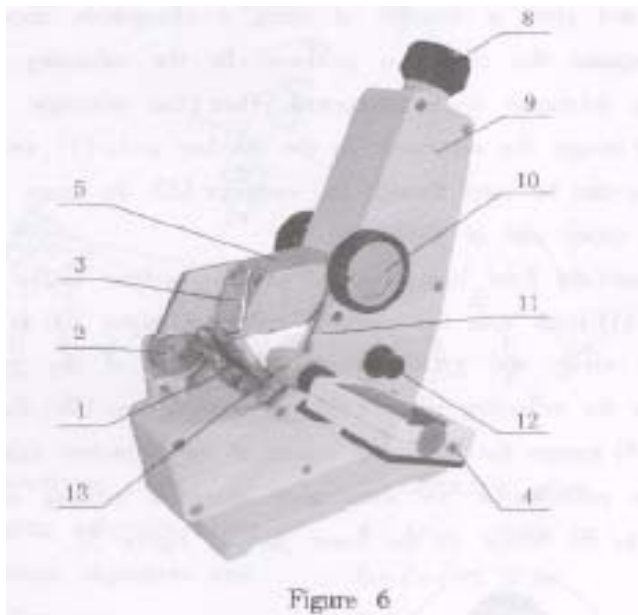


Fig 5

II.) Sistema mecánico (Fig. 6 y Fig. 7).

Una placa base (14) sirve de soporte para la carcasa (17) del aparato. Sobre la carcasa (17) se encuentran todos los componentes ópticos y el resto de estructuras principales, incluido el prisma y los oculares. Bajo la carcasa se sitúa el grupo de prismas, que consiste en el prisma de incidencia, el prisma de refracción y la montura del prisma. Ambos prismas están adheridos respectivamente en la montura del prisma mediante un pegamento especial. La montura del prisma de incidencia (5) y la montura del prisma de refracción (11) están unidos con el eje (2). El prisma de incidencia puede abrirse y cerrarse. Las dos monturas del prisma de incidencia deberían cerrarse mediante una rueda (10) de forma que pueda mantenerse un espacio homogéneo entre las superficies de los dos prismas, en el cual se coloque el líquido a analizar. (3) es la placa de protección. (18) es el conector del termostato (cuatro en total). (4) es el termómetro. (13) es el adaptador del termómetro que puede conectarse con un cable plástico. (1) Es el espejo reflector. (8) es el ocular. (9) son las placas de protección

lateral. (15) es la rueda para ajustar la graduación del índice de refracción. (6) es la rueda para ajustar la dispersión. (7) es la rueda de escala para el valor de dispersión. (12) es el condensador para iluminar la placa de escala.



V. Uso y funcionamiento

I.) Preparativos:

1. Antes de realizar la medición debe calibrarse la lectura con una muestra estándar y poner una o dos gotas de bromonaftaleno sobre la superficie pulida del prisma de refracción, a continuación se coloca encima la superficie esmerilada de la muestra estándar. Obsérvese si la línea divisoria de brillo y oscuridad en la unidad del telescopio pasa por la intersección de la cruz, y en caso contrario ajústese el tornillo como se muestra en la Fig.7, de modo que la imagen de la línea divisoria se desplace hasta el centro de la intersección de la cruz y mantenga el mismo valor del índice de refracción que el de la muestra estándar. Redúzcase el error inicial del valor indicativo; especialmente debe reducirse al mínimo el error de calibración del operador mediante enfoques y observaciones repetitivas. Tras realizar dicha calibración, no vuelva a modificar los ajustes durante los análisis.

Cuando existan dudas sobre un índice de refracción determinado durante el trabajo de análisis rutinario, pueden utilizarse los métodos antes mencionados para calibrarlo.

2. Antes de realizar mediciones y cálculos, tanto la superficie rugosa del prisma de incidencia como las superficies pulidas del prisma de refracción y la muestra estándar deben limpiarse con un paño de algodón absorbente humedecido con una mezcla 1:1 de alcohol puro y éter para evitar la suciedad que afectaría la nitidez de la imagen y la precisión de la medición.

II.) Análisis:

1. Para analizar líquidos transparentes y translúcidos:

Ponga el líquido a analizar en la superficie del prisma con un cuentagotas, a continuación cubra el prisma de incidencia y bloquéelo con la rueda (10). Es preciso que la capa de líquido sea homogénea, esté extendida por todo el campo de visión y no contenga burbujas de aire. Abra la placa de protección (3) y cierre el espejo reflector (1), a continuación ajuste el control ocular dióptrico de forma que la intersección de la cruz se vea nítida,

luego gire la rueda (15) a fin de ver la posición de la línea divisoria de brillo y oscuridad en el campo de visión del ocular, gire la rueda (6), de nuevo para que la línea divisoria se visualice sin colores, y después gire la rueda (15) de forma que la línea divisoria quede centrada en la intersección de la cruz. Finalmente gire el condensador (12) de forma adecuada. En ese momento el valor indica el índice de refracción del líquido que se analiza.

2. Para analizar sólidos transparentes:

El objeto a analizar necesita una superficie lisa y pulida. Abra el prisma de incidencia y ponga una o dos gotas de bromonaftaleno sobre la cara lisa del prisma de refracción, a continuación limpie la superficie pulida del objeto a analizar de forma que pueda hacer mejor contacto cuando se deba buscar la línea divisoria en el ocular. El procedimiento de enfoque y lectura se efectúa del mismo modo que se explicó anteriormente.

3. Para analizar sólidos translúcidos:

Una de las superficies del sólido translúcido debería ser lisa y pulida, sobre la cual debe depositarse bromonaftaleno, y luego pegarlo al prisma de refracción. Abra el espejo reflector (1) y ajuste el ángulo, utilícelo como superficie de incidencia para la medición. El método de funcionamiento es el mismo que el mencionado anteriormente.

4. Para analizar la concentración de azúcar en un líquido azucarado:

La operación es similar a analizar el índice de refracción de un líquido. Su lectura puede determinarse por el valor indicado en el campo de visión. El valor de lectura es precisamente el porcentaje de la concentración del líquido azucarado.

5. Para determinar el valor de dispersión media:

Es similar a determinar el índice de refracción. Para ello es preciso girar la rueda (6) hasta que el color desaparezca en relación con la línea divisoria de brillo y oscuridad en el campo de visión, una vez se haya tomado nota del valor Z indicado en la rueda de escala para la graduación de dispersión (7) y su índice de refracción ND. En base a ND, debe encontrarse el valor correspondiente de A y B de la tabla de dispersión. Si ND se sitúa entre dos cifras, puede determinarse por interpolación. A continuación encuentre el valor correspondiente de σ' a partir de la tabla de dispersión en función del valor Z. Si $Z > 30$, se toma el signo negativo, si $Z < 30$, se toma el signo positivo. El valor de dispersión media puede obtenerse sustituyendo los valores hallados de A, B y σ' en la ecuación de dispersión (El ejemplo se muestra en la parte final de este manual).

6. Cuando se precisen los índices de refracción para hacer mediciones en varias temperaturas, inserte el termómetro en el adaptador (13) y conéctelo. Se ajustará a la temperatura requerida y la medición se podrá efectuar una vez la temperatura se haya estabilizado completamente.

VI. Precauciones y mantenimiento

Para garantizar la precisión de medición y evitar dañar el aparato, le rogamos que preste atención a las precauciones y normas de mantenimiento del mismo.

- 1). El aparato debe conservarse en un lugar seco y bien ventilado para evitar que la humedad afecte los componentes ópticos.
- 2). Tras analizar líquidos corrosivos debe hacerse una limpieza exhaustiva para evitar que las sustancias corrosivas afecten el aparato, especialmente los componentes ópticos y mecánicos así como la superficie pintada. Al acabar el análisis, el aparato debe limpiarse y guardarse en una caja de madera con

desecante.

- 3). Las sustancias muy contaminantes no deberían dejarse en la muestra a analizar. Cuando se analicen muestras sólidas no debería quedar ningún resto de las mismas en la superficie del prisma de refracción.
- 4). El aparato siempre debería guardarse limpio. Los componentes ópticos jamás deben tocarse con los dedos. La limpieza de los componentes ópticos puede realizarse, en primer lugar, frotándolos suavemente con una gamuza de alta calidad o algodón absorbente y, a continuación, soplándolos. En cuanto a las manchas en la superficie óptica, pueden quitarse a tiempo utilizando xileno o éter.
- 5). Es preciso evitar que el aparato sufra vibraciones e impactos fuertes para que los componentes ópticos no se dañen, lo cual afectaría la precisión de análisis.

VII. Set completo del aparato

- | | |
|---|------------|
| 1. Refractómetro de Abbe (con caja de madera) | 1 set |
| 2. Termómetro especial | 1 set |
| 3. Muestra estándar | 1 unidad |
| 4. Bromonaftaleno | 1 botella |
| 5. Destornillador | 1 unidad |
| 6. Manual de instrucciones | 1 ejemplar |
| 7. Certificación del producto | 1 ejemplar |

VIII. Notas

Indices de refracción y valor de dispersión media del agua destilada

Temp. °C	Indice refracción n_D	Media dispersión $n_F - n_C$	Temp. °C	Indice refracción n_D	Media dispersión $n_F - n_C$
10	1,33369	0,00600	26	1,33240	0,00596
11	1,33364	0,00600	27	1,33229	0,00595
12	1,33358	0,00599	28	1,33217	0,00595
13	1,33352	0,00599	29	1,33206	0,00594
14	1,33346	0,00599	30	1,33194	0,00594
15	1,33339	0,00599	31	1,33182	0,00594
16	1,33331	0,00598	32	1,33170	0,00593
17	1,33324	0,00598	33	1,33157	0,00593
18	1,33316	0,00598	34	1,33144	0,00593
19	1,33307	0,00597	35	1,33131	0,00592
20	1,33299	0,00597	36	1,33117	0,00592
21	1,33290	0,00597	37	1,33104	0,00591
22	1,33280	0,00597	38	1,33090	0,00591
23	1,33271	0,00596	39	1,33075	0,00591
24	1,33261	0,00596	40	1,33061	0,00590
25	1,33250	0,00596			

Tabla de dispersión para el refractómetro de Abbe

Fórmula de cálculo: $n_F - n_C = A + B\sigma$

La lectura Z de todos los compensadores es de signo positivo (+) cuando las cifras de esta tabla son menores a 30, y es de signo negativo (-) cuando son mayores a 30.

n_D	A	When $\Delta n = 001$, the difference of $A \times (10^{-6})$	B	When $\Delta n = 001$, the difference of $A \times (10^{-6})$	Z	σ	When $\Delta Z = 0.1$, the difference of $\sigma \times (10^{-6})$	
1.300	0.02494	-6	0.03340	-13	0	0.000	1	60
1.310	0.02488	-5	0.03327	-16	1	0.999	4	59
1.320	0.02483	-5	0.03311	-16	2	0.995	7	58
1.330	0.02478	-5	0.03295	-19	3	0.988	10	57
1.340	0.02473	-4	0.03276	-20	4	0.978	12	56
1.350	0.02469	-5	0.03256	-21	5	0.966	15	55
1.360	0.02464	-4	0.03235	-23	6	0.951	17	54
1.370	0.02460	-4	0.03212	-25	7	0.934	20	53
1.380	0.02456	-4	0.03187	-26	8	0.914	23	52
1.390	0.02452	-4	0.03161	-28	9	0.891	25	51
1.400	0.02448	-3	0.03133	-29	10	0.866	27	50
1.410	0.02445	-4	0.03104	-31	11	0.839	30	49
1.420	0.02441	-3	0.03073	-33	12	0.809	32	48
1.430	0.02438	-3	0.03040	-34	13	0.777	34	47
1.440	0.02435	-3	0.03006	-36	14	0.743	36	46
1.450	0.02432	-3	0.02970	-38	15	0.707	38	45
1.460	0.02429	-2	0.02932	-40	16	0.669	40	44
1.470	0.02427	-2	0.02892	-41	17	0.629	41	43
1.480	0.02425	-2	0.02851	-43	18	0.588	43	42
1.490	0.02423	-2	0.02808	-46	19	0.545	45	41
1.500	0.02421	-1	0.02762	-47	20	0.500	46	40
1.510	0.02420	-1	0.02715	-50	21	0.454	47	39
1.520	0.02419	-1	0.02665	-51	22	0.407	49	38
1.530	0.02418	0	0.02614	-54	23	0.358	49	37
1.540	0.02418	0	0.02560	-56	24	0.309	50	36
1.550	0.02418	0	0.02504	-59	25	0.259	51	35
1.560	0.02418	0	0.02445	-61	26	0.208	52	34
1.570	0.02418	1	0.02384	-64	27	0.156	52	33
1.580	0.02419	2	0.02320	-67	28	0.104	52	32
1.590	0.02421	2	0.02253	-70	29	0.052	52	31
1.600	0.02423	2	0.02183	-73	30	0.000		30
1.610	0.02425	3	0.02110	-77				
1.620	0.02428	4	0.02033	-80				
1.630	0.02432	5	0.01953	-85				
1.640	0.02437	5	0.01868	-89				
1.650	0.02442	6	0.01779	-95				
1.660	0.02448	8	0.01684	-100				
1.670	0.02456	9	0.01584	-107				
1.680	0.02465	10	0.01477	-114				
1.690	0.02475	13	0.01363	-124				
1.700	0.02488		0.01239					

Nota: El ángulo de dispersión del prisma de refracción $\phi = 62^\circ$ Máximo ángulo de dispersión del prisma de Amici: $2K = 184,09$, Índice de refracción del prisma de refracción: $n_D = 1,75506$, Dispersión media del prisma de refracción: $n_F - n_C = 0,02743$

En el caso de la dispersión media del agua destilada por ejemplo: $n_D = 1,330$ a $20^\circ C$

La lectura realizada a partir de la escala de dispersión es:

Rotación en una dirección determinada

41,7
41,6
41,6
41,6
41,7

Rotación en la dirección opuesta

41,5
41,6
41,6
41,7
41,6

Valor medio: 41,64

41,6

Valor total en $Z = 41,62$

Como podría determinarse a partir de la tabla de dispersión.

Cuando $n_D = 1,3330$, $A = 0,024815$ y $B = 0,033056$

Cuando $Z = 41,62$, $\sigma = -0,5716$ (dado que $Z > 30$ Z tiene signo negativo)

$n_F - n_C = A + B\sigma = 0,024815 - 0,033056 \times 0,5716 = 0,00592$

Funcionamiento del Termómetro Digital

- 1.- Abrir la tapa y colocar las pilas
 - 2.- El termómetro funciona automáticamente una vez tenga colocadas las pilas.
 - 3.- Cuando la temperatura supere los 70°C, la pantalla mostrará H °C. Cuando la temperatura sea inferior a -50°C, la pantalla mostrará L°C.
 - 4.- Cuando las pilas se estén agotando, la pantalla se iluminará. Se deberán cambiar las pilas.
 - 5.- Rango de medida: -50°C ----- +70°C
Precisión: > -20°C (0.1°C)
≤ -20°C (0.1°C)
- Voltaje: 1 pila 1.5V de botón.