

UF4 : Identificació de substàncies

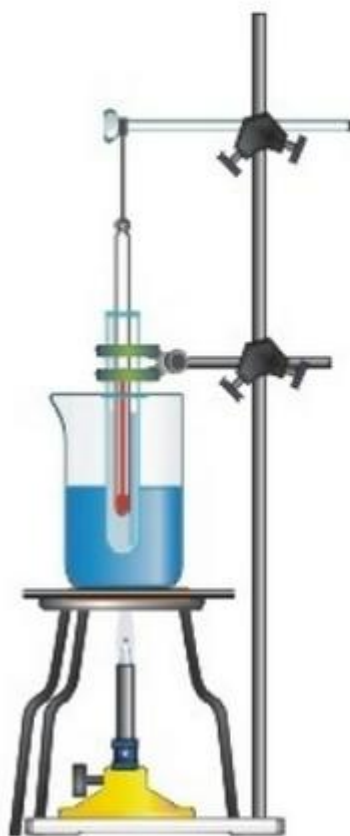
Com podem saber si una substància és pura?

Les **propietats característiques** serveixen per diferenciar les substàncies pures de les mescles i, alhora, **identificar** de quina substància es tracta.

Estudiarem alguns exemples de propietats característiques:

- **Punt de fusió i punt d'ebullició**
- **Densitat**
- **Calor específica**
- **Calor latent de canvi d'estat**

Punt de fusió i punt d'ebullició



El **punt de fusió** (T_f) és la temperatura a la qual una substància canvia de la fase sòlida a la líquida, a la pressió d'1 atm.

El **punt d'ebullició** (T_e) és la temperatura a la qual una substància canvia de la fase líquida a la gasosa, a la pressió d'1 atm.

En el Sistema Internacional es mesuren en **K** (kelvin).

Punt de fusió i punt d'ebullició

Punt de Fusió (K)

1. Hidrogen = 14.02	38. Estronci = 1042	75. Reni = 3453
2. Heli = 3.46	39. Itri = 1795	76. Osmi = 3328
3. Liti = 453.7	40. Circoni = 2125	77. Iridi = 2739
4. Beril·li = 1551	41. Niobi = 2741	78. Platí = 2045
5. Bor = 2573	42. Molibdè = 2890	79. Or = 1337.58
6. Carboni = 3800	43. Tecneci = 2445	80. Mercuri = 234.28
7. Nitrogen = 77.36	44. Ruteni = 2523	81. Tal·li = 576.7
8. Oxigen = 54.7	45. Rodi = 2233	82. Plom = 600.65
9. Fluor = 53.6	46. Pal·ladi = 1825	83. Bismut = 544.5
10. Neó = 24.49	47. Argent = 1233	84. Poloni = 527
11. Sodi = 370.97	48. Cadmi = 594.1	85. Astat = 575
12. Magnesi = 922	49. Indi = 429.7	86. Radó = 202
13. Alumini = 933.2	50. Estany = 505.2	87. Franci = 300
14. Silici = 1683	51. Antimoni = 903.2	88. Radi = 973
15. Fòsfor = 317.3	52. Tel·lur = 725	89. Actini = 1323
16. Sofre = 386	53. Iode = 386.7	90. Tori = 2023
17. Clor = 172.18	54. Xenó = 166.2	91. Protactini = 1841
18. Argó = 83.96	55. Cesi = 301.56	92. Urani = 1405.5
19. Potassi = 336.8	56. Bari = 1000	93. Neptuni = 913
20. Calci = 1113	57. Lantani = 1194	94. Plutoni = 914
21. Escandi = 1814	58. Ceri = 1072	95. Americi = 1267
22. Titani = 1933	59. Praseodimi = 1204	96. Curi = 1613
23. Vanadi = 2183	60. Neodimi = 1289	97. Berkeli = 1219
24. Crom = 2130	61. Prometi = 1373	98. Californi = 1173
25. Manganès = 1517	62. Samari = 1350	99. Einsteni = 1133
26. Ferro = 1808	63. Europi = 1095	100. Fermi = Sense dades
27. Cobalt = 1768	64. Gadolini = 1586	101. Mendelevi = Sense dades
28. Níquel = 1726	65. Terbi = 1629	102. Nobeli = Sense dades
29. Coure = 1356.6	66. Disprosi = 1685	103. Laurenci = Sense dades
30. Zinc = 692.2	67. Holmi = 1747	104. Rutherfordi = Sense dades
31. Gal·li = 302.94	68. Erbi = 1802	105. Dubni = Sense dades
32. Germani = 1210.6	69. Tuli = 1818	106. Seaborgi = Sense dades
33. Arsènic = 1090	70. Iterbi = 1097	107. Bohri = Sense dades
34. Seleni = 490	71. Luteci = 1936	108. Hassi = Sense dades
35. Brom = 265.9	72. Hafni = 2504	109. Meitneri = Sense dades
36. Criptó = 116.6	73. Tàntal = 3258	
37. Rubidi = 312.1	74. Wolframi = 3683	

Temperatures de fusió dels elements químics

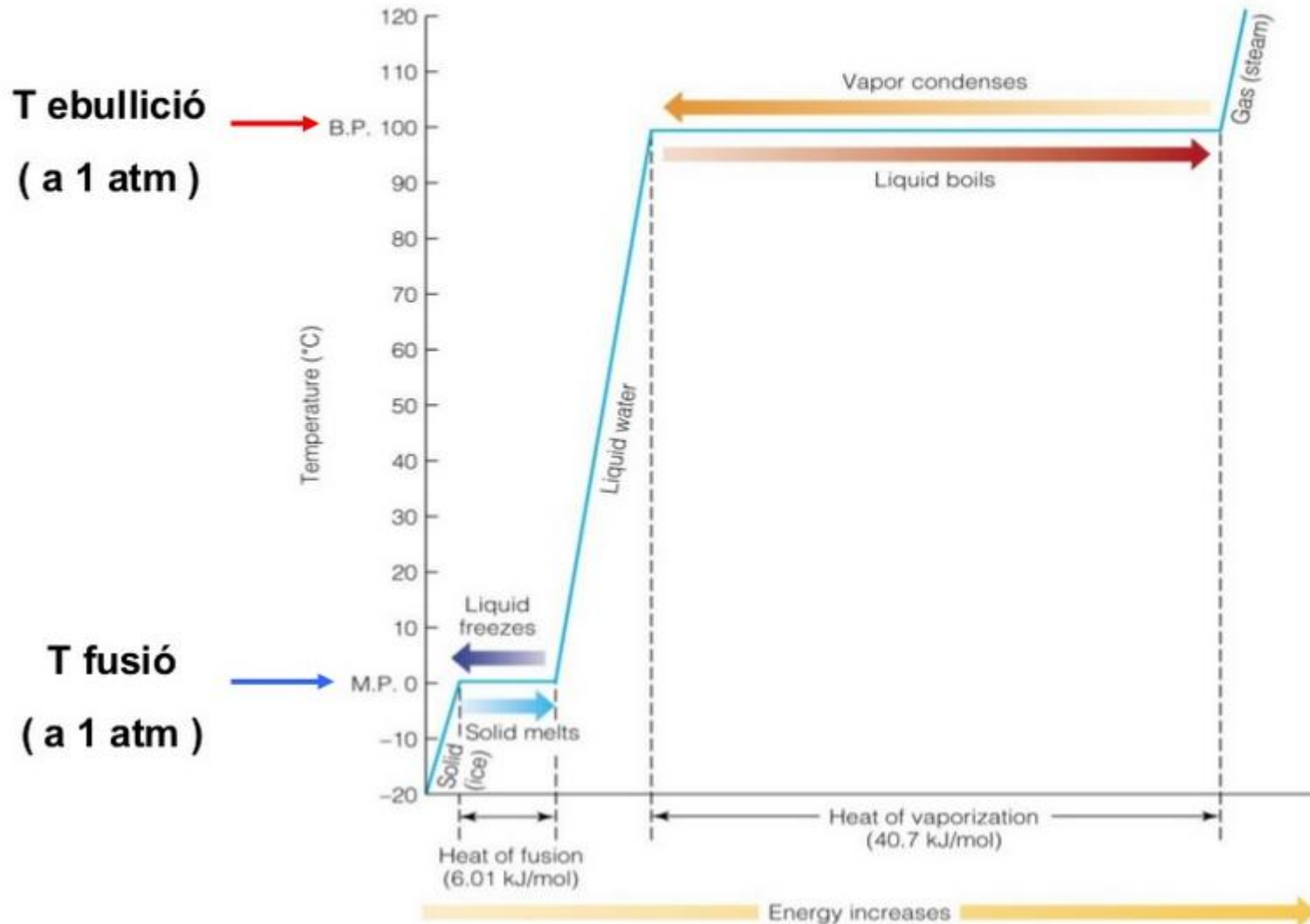
Punt de fusió i punt d'ebullició

Solvent	Boiling Point (°C)	Freezing Point (°C)
Aniline	184.3	-5.96
Lauric Acid	298.9	44
Acetic acid	118.1	16.6
Acetone	56.2	-94.8
Benzene	80.1	5.5
Bromobenzene	156.0	
Camphor	204.0	179
Carbon disulfide	46.2	-111.5
Carbon tetrachloride	76.8	-22.8
Chloroform	61.2	-63.5
Cyclohexane	80.74	6.55
Diethyl ether	34.5	-116.2
Ethanol	78.4	-114.6
Ethylene bromide	130.0	9.974
Formic acid	101.0	8.0
Naphthalene	217.9	80.2
Nitrobenzene	210.8	5.7
Phenol	181.75	43.0
Water	100.00	0.0

Temperatures d'ebullició i de fusió d'alguns dissolvents (P= 1 atm)

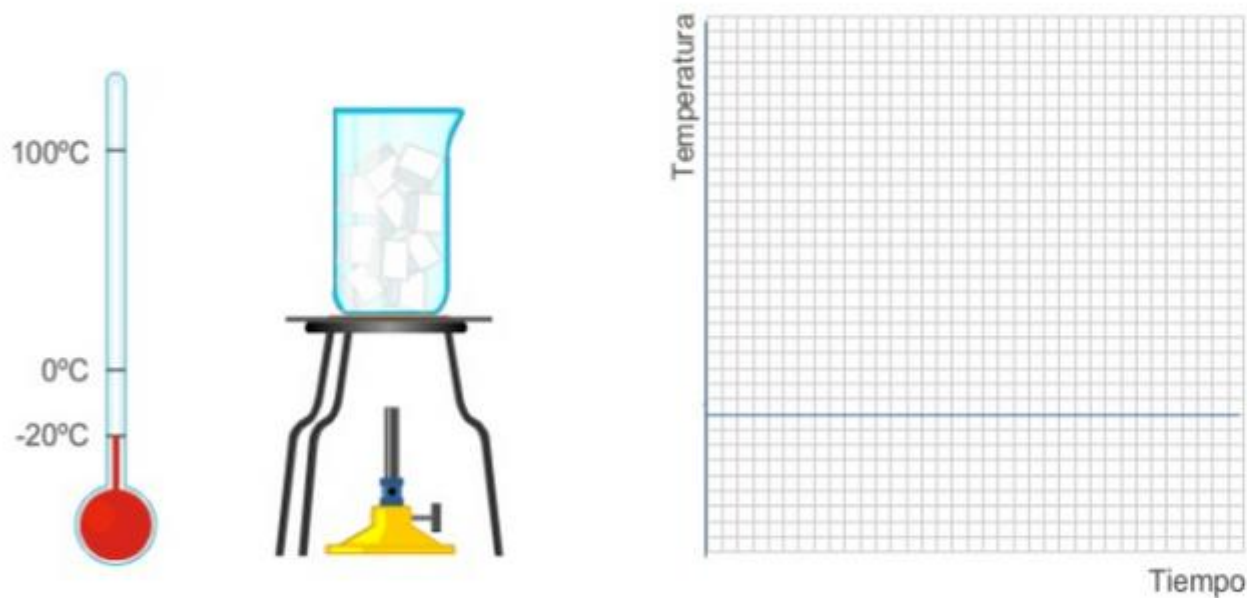
Punt de fusió i punt d'ebullició

Gràfic d'escalfament de l'aigua



Punt de fusió i punt d'ebullició

La temperatura de fusió i la d'ebullició es mantenen constants durant el canvi d'estat.



Un joule equival a 0,24 calories

$$1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$

Una caloria equival a 4,17 joules

$$1 \text{ cal} = 4,17 \text{ J}$$

En general, quan escalfem un cos, la seva temperatura augmenta, i, quan el refredem, la seva temperatura disminueix.

La quantitat de calor absorbida o cedida per un cos depèn de tres factors: la seva massa (m), la variació de temperatura que experimenta (ΔT) i la capacitat calorífica específica (c) de la substància que forma el cos. La capacitat calorífica específica és una propietat característica de cada substància que depèn de la seva naturalesa.

Matemàticament, la calor absorbida o cedida es pot relacionar amb aquest tres factors:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Q : calor absorbida o cedida

m : massa de substància

c : capacitat calorífica de la substància

ΔT : variació de temperatura

Les substàncies, en absorbir o cedir calor, poden passar d'un estat a un altre, de sòlid a líquid per exemple. Són els anomenats canvis d'estat. Aquests canvis d'estat tenen lloc a una temperatura característica de cada substància; per exemple, si la pressió atmosfèrica és de 101.300 Pa, l'aigua bull a 100°C i mentre tenen lloc aquesta temperatura no varia.

Matemàticament, la calor absorbida o cedida per un cos en un canvi d'estat es pot calcular així:

$$Q = m \cdot l$$

Q : calor absorbida o cedida

m : massa de substància

l : calor latent de canvi d'estat

2. S'escalfen 400 g de gel i la seva temperatura augmenta de 260 K a 270 K. Quina quantitat de calor ha absorbit?

(Capacitat calorífica específica del gel = $2.050 \text{ J / kg} \cdot \text{K}$)

- ☐ 8.200 cal
- ☒ 8.200 J
- ☐ 8.200.000 J

3. Quina quantitat de calor ha absorbit 1 kg d'aigua líquida, si la seva temperatura ha augmentat 30 K?

(Capacitat calorífica específica de l'aigua = $4,18 \cdot 10^3 \text{ J / kg} \cdot \text{K}$)

- ☐ 125,4 Kcal
- ☒ 125.400 J
- ☐ 125.400.000 J

8. Volem fondre 200 g de plata per tal de fabricar anells. Quanta energia necessitem?

(Calor latent de fusió de la plata = 105.000 J / kg)

- ☒ 21.000 J
- ☐ 525.000 J
- ☐ 2.100.000 J

Densitat



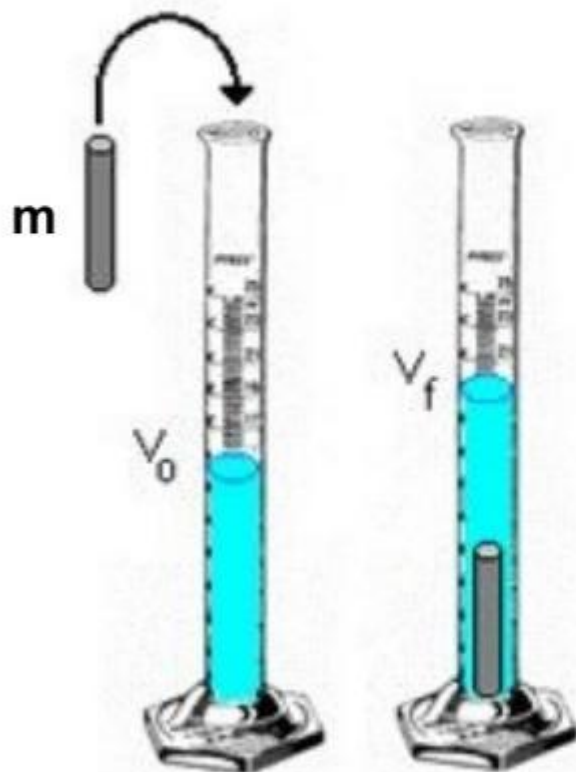
$$\rho = d = \frac{m}{V}$$

Unitats SI: $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

També s'expressa en g/mL o g/cm^3

Densitat

Determinació de la densitat



D'un sòlid



D'un líquid
(densímetre)



D'un gas

$$\rho = \frac{P \cdot M_r}{R \cdot T}$$

Densitat

Substància	Densitat en g/cm ³
------------	-------------------------------

Osmi	22,61
------	-------

Iridi	22,56
-------	-------

Platí	21,45
-------	-------

Or	19,30
----	-------

Urani	19,05
-------	-------

Mercuri	13,58
---------	-------

Pal·ladi	12,023
----------	--------

Plom	11,34
------	-------

Plata	10,49
-------	-------

Coure	8,92
-------	------

Ferro	7,87
-------	------

Estany	7,31
--------	------

Diamant	3,50
---------	------

Alumini	2,70
---------	------

Maonesi	1,74
---------	------

El valor de la densitat
és **característic**
per a cada substància
pura.

Densitat

Temp (°C)	Density (kg/m ³)
100	958.4
80	971.8
60	983.2
40	992.2
30	995.6502
25	997.0479
22	997.7735
20	998.2071
15	999.1026
10	999.7026
4	999.9720
0	999.8395
-10	998.117
-20	993.547
-30	983.854

The density of water in kilograms per cubic metre (SI unit)
at various temperatures in degrees Celsius.

The values below 0 °C refer to [supercooled](#) water.

La densitat d'una substància
varia amb la **pressió** i la
temperatura

Densitat de l'aigua a 1 atm i 3.98 °C
 $1000 \text{ kg/m}^3 = 1$
 g/cm^3

Densitat de l'aigua a **P = 1 atm**

Densitat

Substància	Densitat en g/cm ³
------------	-------------------------------

Aigua de mar	1,020 - 1,025
--------------	---------------

Aigua	1,000
-------	--------------

Alcohol etílic	0,790
----------------	-------

Benzina	0,730
---------	-------

Aerogel	0,003
---------	-------

Aire	0,0012
------	--------

La densitat de les **mescles** depèn de la seva composició.

El índice de refracción

¿Qué es el índice de refracción?

- Capacidad de una sustancia de refractar la luz, es decir, de reducir la velocidad de la luz al propagarse a través de ella.



El índice de refracción es una propiedad característica de cada sustancia y se puede utilizar para su identificación.

La refracción es una propiedad que poseen tanto los cuerpos sólidos transparentes como las disoluciones.

El índice de refracción

Índices de refracción de diferentes materiales

Material	Índice de refracción (1 atm y 0 °C, excepto el agua: 1 atm y 20 °C)
Vacío	1
Aire	1,00029
Agua	1,333
Hielo	1,309
Disolución de sacarosa (30%)	1,380
Disolución de sacarosa (80%)	1,522
Diamante	2,417
Etanol	1,36
Glicerina	1,473

El índice de refracción es una cualidad que es inversamente proporcional a la densidad, por lo que puede usarse para conocer la densidad de un líquido.

El índice de refracción

Medición del índice de refracción

Refractómetro



1. Limpiar cuidadosamente la tapa y el prisma del refractómetro.
2. Con una pipeta colocar una o dos gotas de la muestra sobre el prisma.
3. Cerrar la tapa; la muestra se reparte homogéneamente sobre el prisma.
4. Orientar el refractómetro hacia la luz y leer el valor en la escala.

Deberás limpiar escrupulosamente el prisma y la tapa después de cada medición, para evitar que los restos puedan afectar a futuras mediciones.

El pH

¿Qué es el pH?

- El pH es una medida de la acidez o basicidad de una disolución.
- Es una forma sencilla de indicar la concentración de iones hidrógeno (H^+) en una disolución.

pH		Concentración de protones	
pH > 7, por ejemplo: 11	Básico	10^{-11} M (10^{-11} moles de H^+ /L de disolución)	- ↓ +
pH = 7	Neutro	10^{-7} M (10^{-7} moles de H^+ /L de disolución)	
pH < 7, por ejemplo: 4	Ácido	10^{-4} M (10^{-4} moles de H^+ /L de disolución)	

Recuerda que 1 mol de H^+ son $6,023 \cdot 10^{23}$ partículas de H^+

El pH

¿Qué es el pH?

- **Ácidos:** Disueltos en agua dan una disolución con un pH menor a 7 porque liberan protones.
 - Ácidos fuertes: totalmente disociados.
 - Ácidos débiles: se disocian sólo parcialmente.
- **Bases:** Disueltos en agua dan una disolución con un pH mayor a 7 porque liberan iones hidroxilo (OH^-) o disminuyen la cantidad de protones (H^+).
 - Bases fuertes: totalmente disociados.
 - Bases débiles: se disocian sólo parcialmente.
- **Sustancias neutras:** Son compuestos químicos cuyo pH es igual a 7. Las sustancias pueden ser neutras debido a que:
 - Liberan al medio la misma cantidad de protones que de hidroxilos.
 - No liberan protones ni hidroxilos.

¿Qué es el pH?

- **Ácidos:** Disueltos en agua dan una disolución con un pH menor a 7 porque liberan protones.
 - Ácidos fuertes: totalmente disociados.
 - Ácidos débiles: se disocian sólo parcialmente.
- **Bases:** Disueltos en agua dan una disolución con un pH mayor a 7 porque liberan iones hidroxilo (OH^-) o disminuyen la cantidad de protones (H^+).
 - Bases fuertes: totalmente disociados.
 - Bases débiles: se disocian sólo parcialmente.
- **Sustancias neutras:** Son compuestos químicos cuyo pH es igual a 7. Las sustancias pueden ser neutras debido a que:
 - Liberan al medio la misma cantidad de protones que de hidroxilos.
 - No liberan protones ni hidroxilos.

Ácidos y bases de uso cotidiano

Ácidos		Bases	
Nombre	Usos	Nombre	Usos
Ácido sulfúrico (H_2SO_4)	Baterías de coche, usos en la industria petroquímica	Amoniaco (NH_3)	Abonos, productos de limpieza
Ácido acético ($\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$)	Vinagre	Bicarbonato sódico (NaHCO_3)	Antiácido, medicamentos efervescentes
Ácido clorhídrico (HCl)	Limpiar, tratar y galvanizar metales, curtir cueros	Hidróxido de sodio (sosa) (NaOH)	Industria papolera y textil
Ácido Acetilsalicílico	Aspirina	Hidróxido de magnesio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$)	Antiácido o laxante
Ácido cítrico	Zumo de cítricos	Hipoclorito de sodio (lejía) (NaClO)	Limpiador, aguas potables

Medición del pH

Indicadores

- Sustancias químicas que tienen diferente color según el pH. Hay muchos indicadores y cada uno cubre una zona de pH llamada intervalo de pH.
- Su uso es amplio, sobre todo:
 - Para valoraciones ácido/base en química analítica.
 - Para medir el pH de una disolución, aunque de forma cualitativa.

Un indicador universal es una mezcla de diversos indicadores que cubre una amplia zona de pH.

Se compara el color que toma la muestra al añadir el indicador universal con una escala de colores.

Medición del pH

Papel indicador

- Se toma una porción de papel y se impregna con una gota de disolución de pH desconocido.
- El papel cambia de color y se compara con una escala de colores en la que figura el pH.

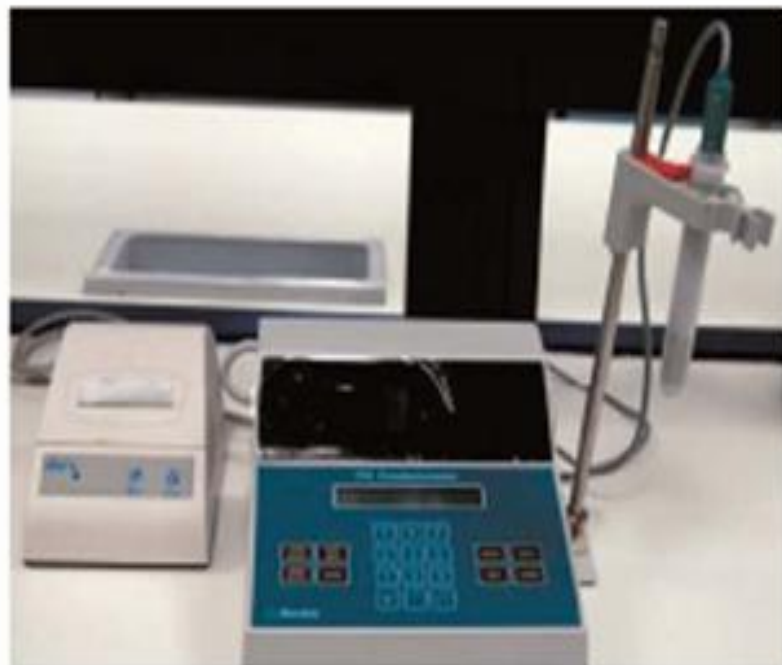


Disolución de HCl 1 M	0	
Jugo gástrico	1,5	
Zumo de limón	2,4	
Refresco de cola	2,5	
Vinagre	2,9	
Zumo de naranja	3	
Cerveza	4,5	
Café	6,0	
Leche	6,5	
Agua pura	7,0	
Ooliva humana	0,5 - 7,4	
Sangre	7,34 - 7,45	
Agua de mar	8,0	
Amoníaco	11,5	
Lejía	12	
Cloro	12,5	
Hidróxido sódico	13,5	

Medición del pH

pHmetro

- Un pHmetro es un aparato que permite medir el pH con exactitud y rapidez.
- Se introduce el electrodo en el líquido y se espera a que se establezca la medida.



La calibración del pHmetro en los laboratorios suele efectuarse diariamente. Para calibrarlo se usan dos disoluciones patrón de pH conocido, siguiendo las instrucciones del fabricante del pHmetro.