

LABORATORIO Nº1

Reacciones Químicas

QUÍMICA – 63.01/83.01

2º 2020



TRABAJO PRÁCTICO N°3

DETERMINACIÓN DE LA MASA MOLAR DEL MAGNESIO



Objetivos

- Determinación empírica de la masa molar del magnesio.
- Aplicar la ecuación de los gases ideales a un problema experimental.
- Obtener parámetros tabulados empleando tablas.
- Identificar posibles fuentes de incertezas.
- Representar los fenómenos químicos a través de ecuaciones químicas.
- Reconocer diversas reacciones químicas.



Conceptos teóricos que debe conocer para realizar la práctica

- Obtención de gases sobre agua.
- Presión de vapor de las sustancias.
- Ecuación de los gases ideales.
- Conocimientos de hidrostática.





Magnesio

12	24,305	2
1107	650	1,74
Mg		
(Ne)3s ²		
Magnesio		

Se encuentra **presente** en la naturaleza formando minerales y en el agua de mar

- Agua de mar contiene hasta 0,13% Mg
- Dolomita $CaCO_3 \cdot MgCO_3$
- Carnalita $KCl \cdot MgCl_2 \cdot H_2O$



- ◇ Electrólisis de mezclas de haluros fundidos: $MgCl_2 + CaCl_2 + NaCl$
- ◇ Reducción de MgO o dolomita calcinada ($MgO \cdot CaO$)

Procesos de obtención

Algunas propiedades

En forma metálica es blanco grisáceo

Posee una película protectora de óxido que impide que sea atacado por el agua

Es soluble en ácidos diluidos

Se emplea como material refractario y en aleaciones ligeras



Determinación de la Masa Molar del Magnesio

El objetivo de esta experiencia es determinar la masa molar del magnesio.

La misma se determina indirectamente a través de una reacción química de óxido-reducción entre el magnesio metálico y el ácido clorhídrico, generándose hidrógeno gaseoso y cloruro de magnesio:



Conociendo

Masa de magnesio

Moles de hidrógeno

Relación
estequiométrica

Moles de magnesio consumidos \equiv Moles de hidrógeno generados



Materiales



Termómetro



Agua de red



Probeta



Regla

Tapón perforado



Vaso de precipitados



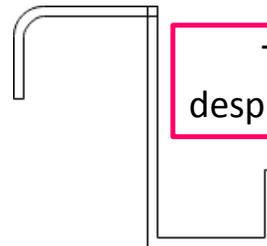
Erlenmeyer



Soporte universal + pinza



HCl + agua destilada para dilución



Tubo de desprendimiento



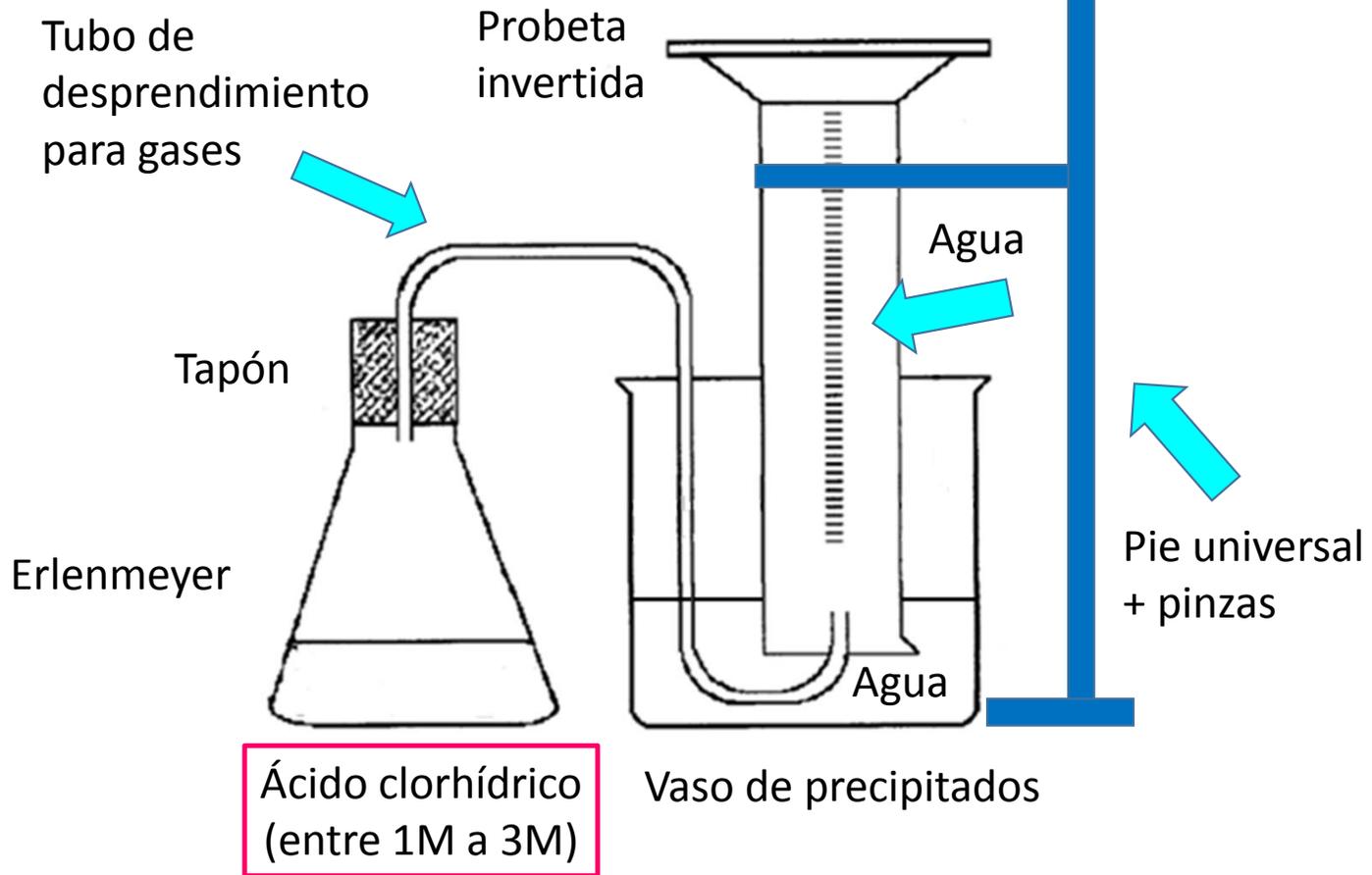
Cinta de magnesio



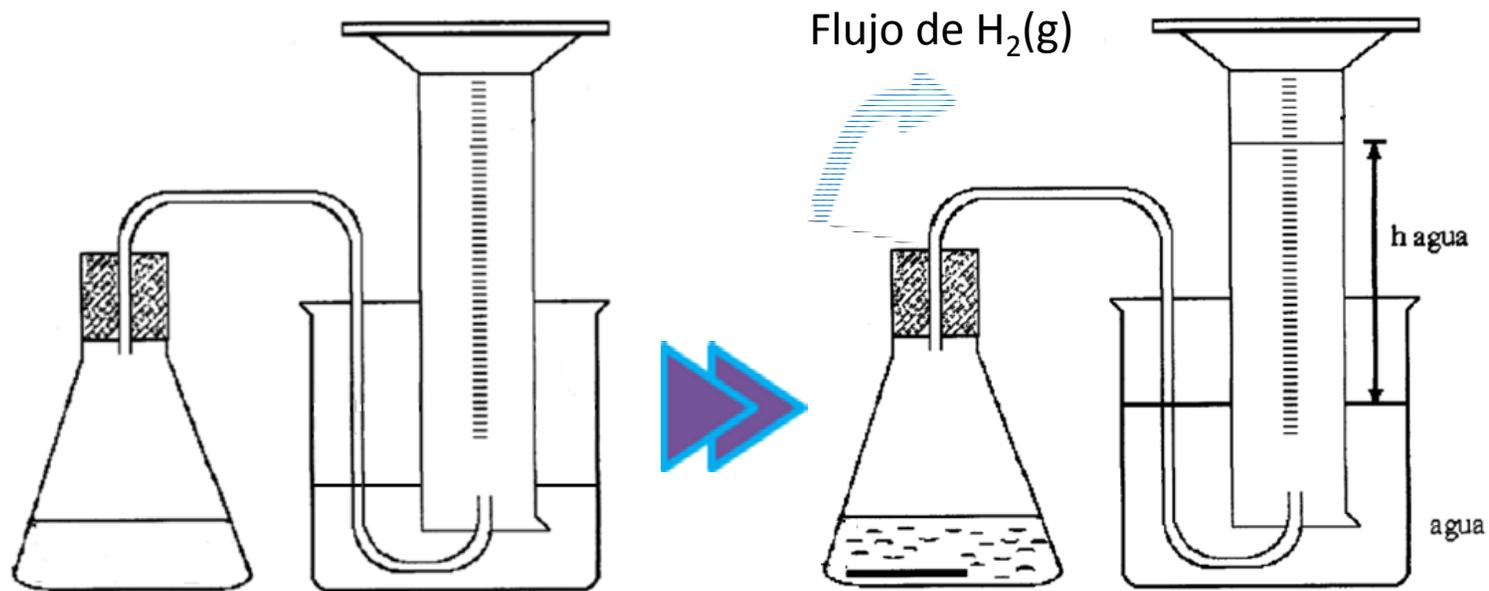
Armado del equipo experimental



Registrar temperatura del ambiente



Avance de reacción...



Se añade una porción de cinta de magnesio de MASA CONOCIDA dentro del ácido. El hidrógeno formado desplaza el agua de la probeta. Noten las variaciones en los niveles de agua

Se recomienda ver el video de la experiencia - Disponible en el aula virtual de 83.01/63.01 Química

Análisis...

Se desea cuantificar los moles de hidrógeno presentes en la probeta invertida y relacionarlos con los moles de magnesio

¿Cómo?



Debido a que es un gas, se asume comportamiento de *gas ideal* y se puede emplear la ecuación de los *gases ideales*.

$$P_{H_2}V = n_{H_2}RT$$

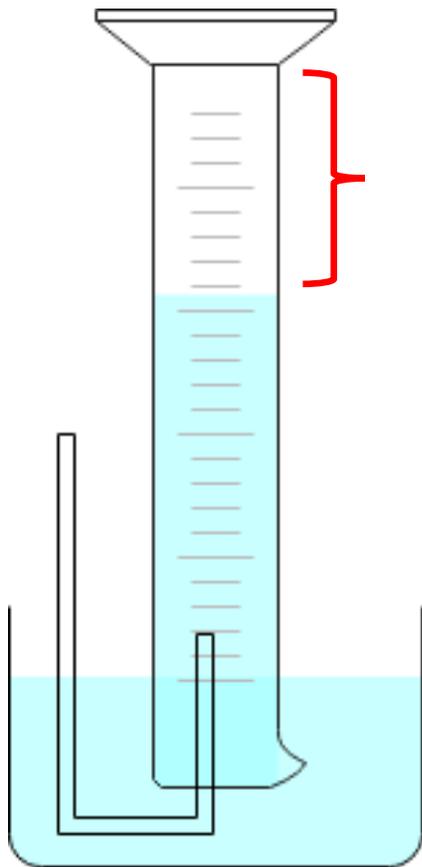
Los parámetros incógnita se marcan en **rojo** y los conocidos en **verde**.

Veamos... La temperatura del gas se asume que es la temperatura del ambiente. Esto es válido siempre que nos aseguremos que se ha alcanzado el equilibrio térmico de todo el sistema.

Luego, midiendo el volumen y la presión del hidrógeno es posible calcular la cantidad de moles de H₂ formados.



¿Conocemos el volumen?



V_{gases}

$$P_{H_2}V = n_{H_2}RT$$

Justamente la probeta es un instrumental volumétrico, así que puede leerse directamente el volumen en la probeta

La unidades de graduación de la probeta es en **mL**, y lo simbolizamos simplemente como **V**

$$V_{gases} \equiv V$$

$$P_{H_2} = ??$$



Sugerencias para la lectura del volumen

El menisco está asociado a tensión superficial que presentan los líquidos. Los casos que se tienen son *cóncavo* o *convexo*.



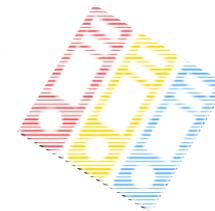
La forma adecuada de leer una escala de un recipiente graduado y evitar el *error de paralaje* es situando el menisco a la altura de los ojos, levantando para ello el recipiente hasta la altura necesaria, y leer la medida que coincide con la **tangente** a dicho menisco.



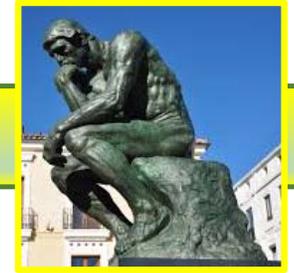
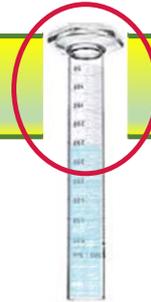
Convexo

Cóncavo

Estos procedimientos de lectura son válidos cuando se tiene el instrumental volumétrico en posición normal...¿Introducirá alguna incerteza *adicional* leer el volumen en la probeta invertida? Decimos *adicional* porque también debe considerarse la incerteza asociada a la lectura de elementos graduados.



Discusiones....



¿Pero hay algo más dentro de ese volumen?

Hidrógeno generado por la reacción



Insoluble en agua

Aire (21% O₂ y 79% N₂) que estaba retenido en el tubo desprendimiento



Al generarse H₂, **cierto volumen de H₂** desplaza el **mismo volumen de aire** contenido en el tubo

¿Y el agua en la probeta?



Puede contener gases disueltos que pasan a la fase gaseosa



Estos moles NO se pueden cuantificar



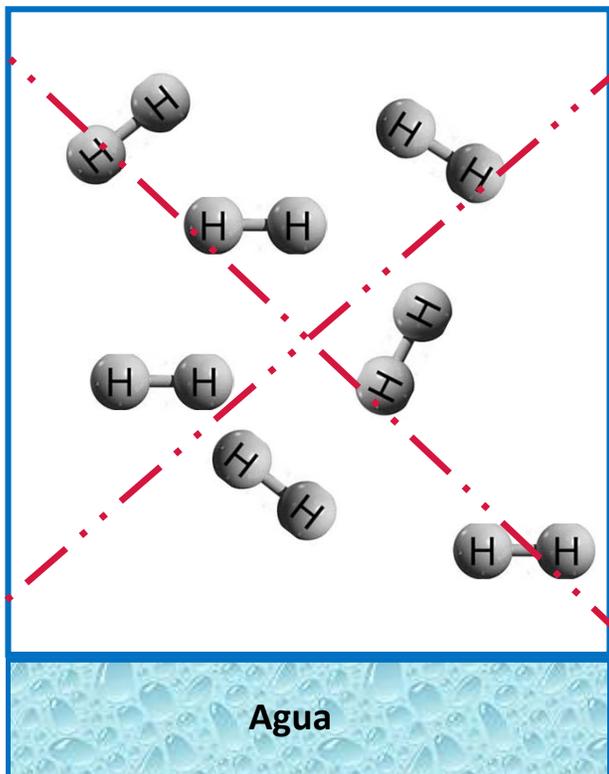
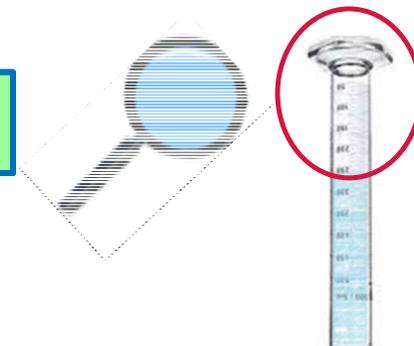
Se asume que generan presiones despreciables



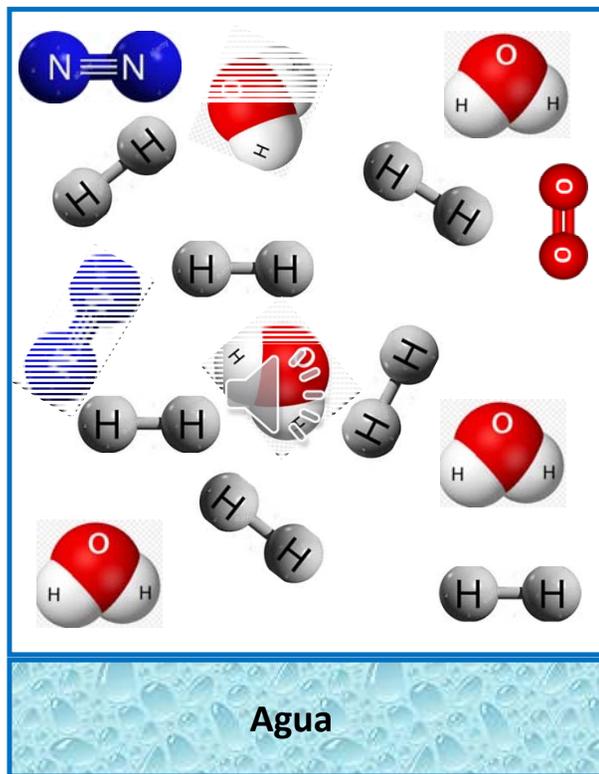
¿Algo más?



Ampliación de lo que sucede aquí...



Sin saber de Química



Cursando Química 83.01/63.01...

¿Presencia de vapor de agua?



Se relaciona con la naturaleza de los líquidos



Presión de vapor

Recapitulemos...

¿Conocemos el volumen ocupado por el hidrógeno?

¿Y las demás sustancias?

Consideramos que todas las sustancias en fase gas se comportan como **GASES IDEALES**:

- Sus partículas no poseen volumen
- No son sometidas a fuerzas de interacción.

Luego, el volumen ocupado (V) será el mismo para todas las sustancias independientemente de la presencia de las restantes.

Sí, es el volumen que medimos (V, en mL)

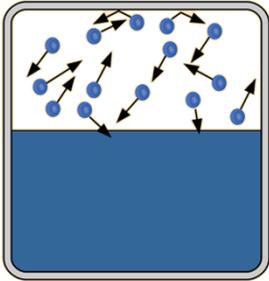
Hidrógeno

Ecuación gases ideales

$$P_{H_2} V = n_{H_2} RT$$

V: volumen ocupado por la fase gaseosa (en la probeta)
T: Temperatura del ambiente
R: Constante de los gases
 n_{H_2} : Moles de H_2
 P_{H_2} : P parcial de H_2





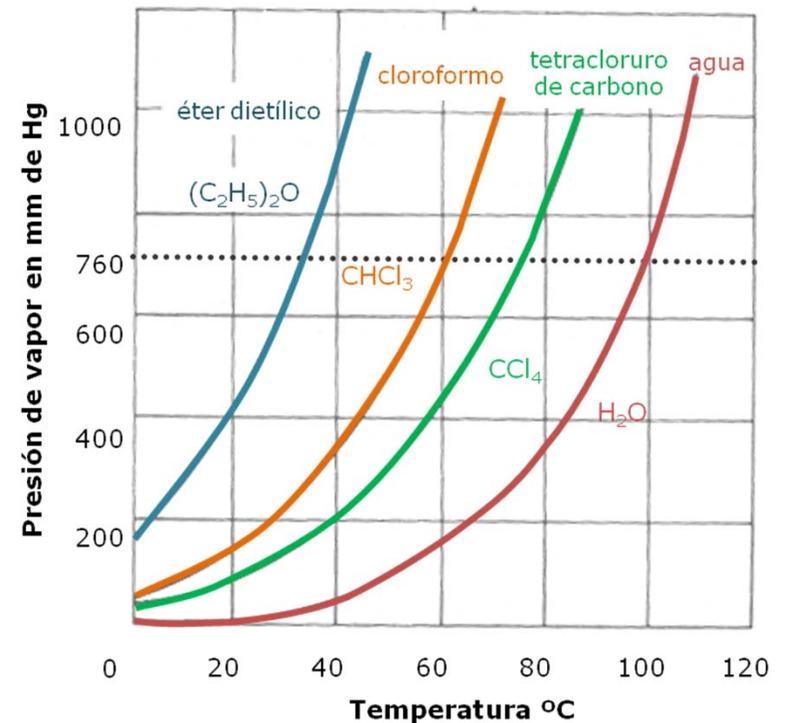
Presión de vapor

La **presión de vapor** de un líquido es la presión ejercida por su vapor cuando los estados líquido y gaseoso están en *equilibrio dinámico* (sistema cerrado).

La presión de vapor se relaciona con las interacciones intermoleculares.

Al aumentar la temperatura, aumenta la fracción de moléculas que tienen energía cinética suficiente para escapar del seno del líquido y pasar a la fase gaseosa. En consecuencia, aumenta la presión de vapor.

En general, y para la mayoría de los líquidos, la presión de vapor aumenta de manera no lineal con la temperatura.



Análisis

Se sabe que la **presión total** dentro de la probeta invertida será la suma de las presiones parciales que ejerza cada uno de los gases presentes (*Ley de Dalton*)

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{gases} = P_{H_2} + P_{v_{Agua}} + P_{g_{restantes}} \\ P_{H_2}V = n_{H_2}RT \end{array} \right.$$

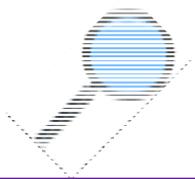
Se asume que la presión ejercida por el aire y gases restantes ($P_{g_{restantes}}$) corresponde al hidrogeno que no fue desplazado del tubo de desprendimiento, por lo que la presión de todos los gases dentro de la probeta corresponde a la totalidad del hidrogeno producido en la reacción mas la presión de vapor de agua que se genero por burbujear a través de la columna de agua

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{gases} = P_{H_2} + P_{v_{Agua}} \\ P_{H_2}V = n_{H_2}RT \end{array} \right. \rightarrow \text{¿Cómo calcularla?}$$



Tabla de presión de vapor

Recurriendo a *tablas de vapor*, es posible conocer la presión de vapor del agua para la temperatura correspondiente a la práctica.



Uso Tablas de Pv

Ejemplo: Hallar la Pv para agua a 16,3°C.

Resolución: Se busca en el eje vertical la parte entera de la temperatura (16) y en el eje horizontal la parte decimal (0,3). De la intersección de ambos valores, surgirá la presión de vapor: Pv=13,898 mmHg

TABLA – Presión de vapor de agua líquida (mmHg).

t, °C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0	4.579	4.613	4.647	4.681	4.715	4.750	4.785
1	4.926	4.962	4.998	5.034	5.070	5.107	5.144
2	5.294	5.332	5.370	5.408	5.447	5.486	5.525
3	5.685	5.725	5.766	5.807	5.848	5.889	5.931
4	6.101	6.144	6.187	6.230	6.274	6.318	6.363
5	6.543	6.589	6.635	6.681	6.728	6.775	6.822
6	7.013	7.062	7.111	7.160	7.209	7.259	7.309
7	7.513	7.565	7.617	7.669	7.722	7.775	7.828
8	8.045	8.100	8.155	8.211	8.267	8.323	8.380
9	8.609	8.668	8.727	8.786	8.845	8.905	8.965
10	9.209	9.271	9.333	9.395	9.458	9.521	9.585
11	9.844	9.910	9.976	10.042	10.109	10.176	10.244
12	10.518	10.588	10.658	10.728	10.799	10.870	10.941
13	11.231	11.305	11.379	11.453	11.528	11.604	11.680
14	11.987	12.065	12.144	12.223	12.302	12.382	12.462
15	12.788	12.870	12.953	13.037	13.121	13.205	13.290
16	13.634	13.721	13.809	13.898	13.987	14.076	14.166
17	14.530	14.622	14.715	14.808	14.903	14.997	15.092
18	15.477	15.575	15.673	15.772	15.871	15.971	16.071
19	16.477	16.581	16.685	16.789	16.894	16.999	17.105
20	17.535	17.644	17.753	17.863	17.974	18.085	18.197
21	18.650	18.765	18.880	18.996	19.113	19.231	19.349
22	19.827	19.948	20.070	20.193	20.316	20.440	20.565
23	21.068	21.196	21.324	21.453	21.583	21.714	21.845
24	22.377	22.512	22.648	22.785	22.922	23.060	23.198
25	23.756	23.907	24.059	24.213	24.368	24.524	24.681

$$P_{gases} = P_{H_2} + P_{v_{Agua}}$$

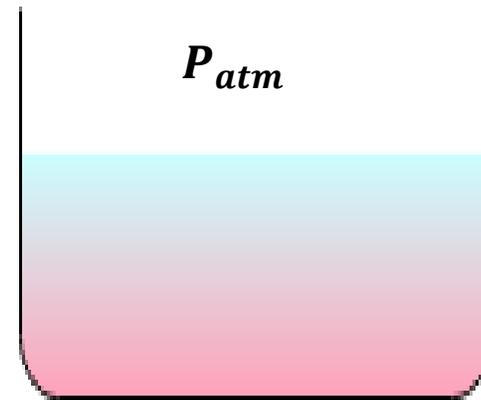
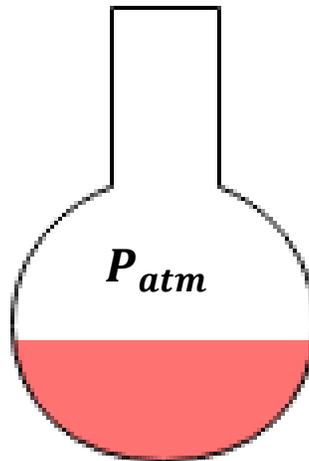
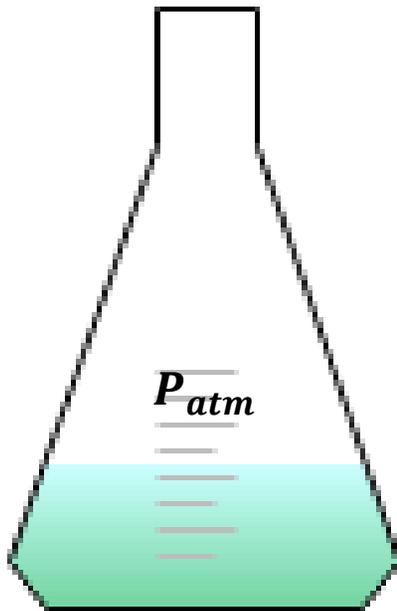
$$P_{H_2}V = n_{H_2}RT$$



(Esta tabla de vapor puede ser obtenida en: 83.01/63.01_2020_AULA VIRTUAL DE LA CÁTEDRA → CONOCIMIENTOS PREVIOS → BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL ADICIONAL → [Tablas de pv y densidad del agua](https://campus.fi.uba.ar/mod/resource/view.php?id=27175) (<https://campus.fi.uba.ar/mod/resource/view.php?id=27175>))

Recipientes y presión atmosférica

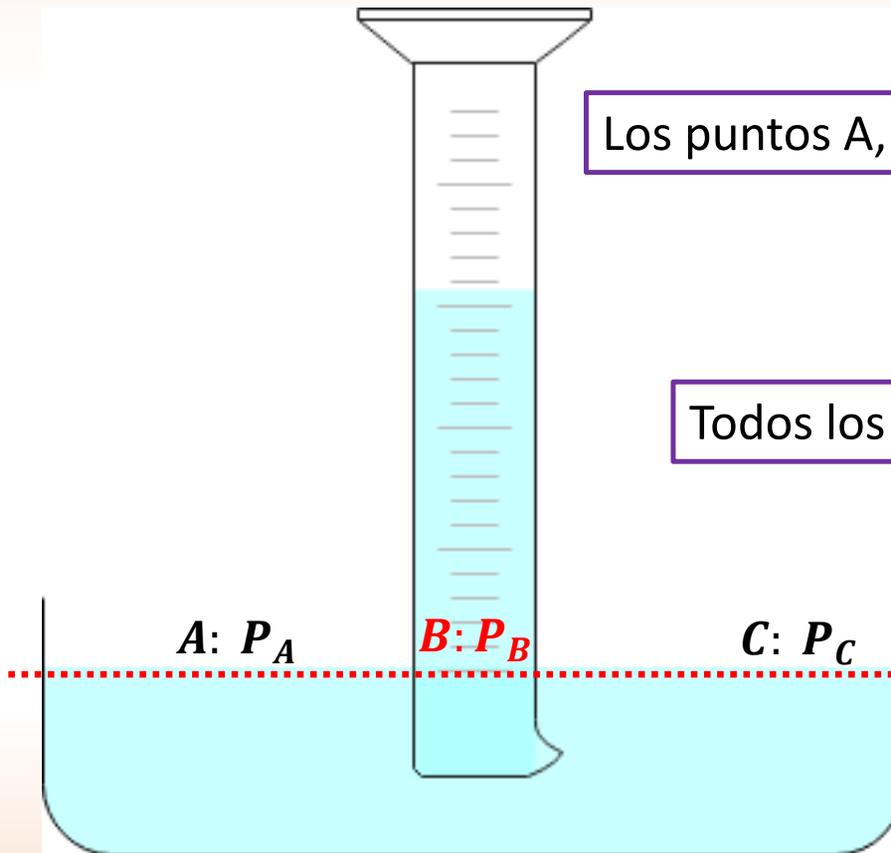
Recipientes de formas distintas conteniendo líquidos. El nivel de los líquidos es diferente para todos. Los recipientes están abiertos y no están presurizados



$P_{H_2} = ??$

Analizamos presiones

$P_{H_2} = ??$



Los puntos A, B y C se encuentran sobre una isobara.

Isobara: Curva de presión constante

Todos los puntos se encuentran a la misma presión

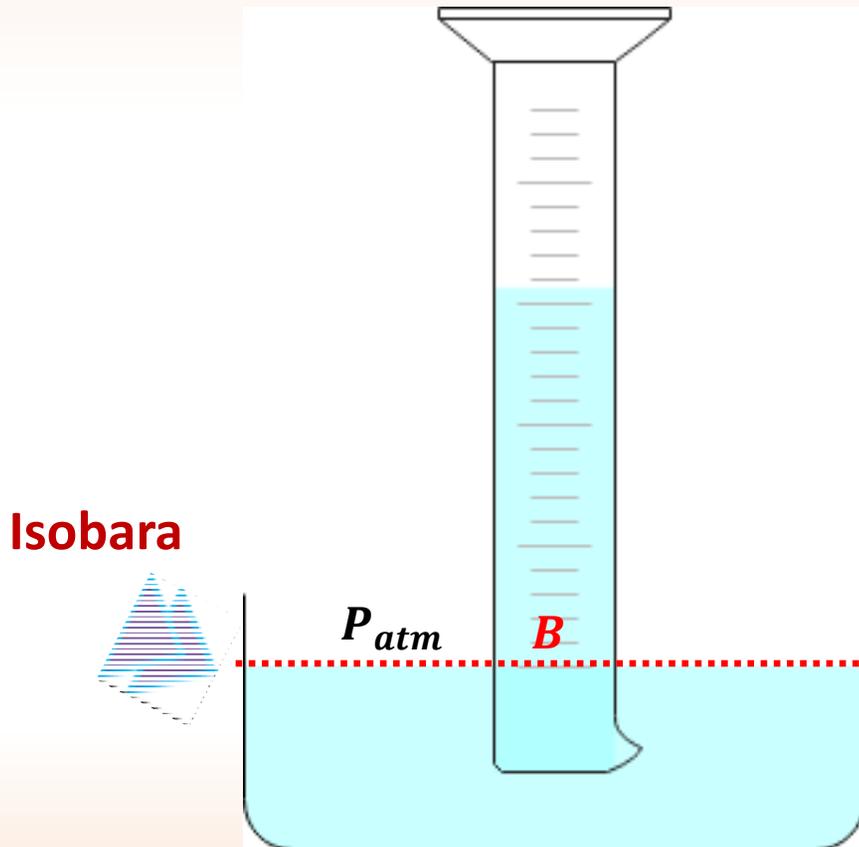
$$P_{atm} = P_A = P_B = P_C$$

Isobara: Presión constante



Seguimos analizando presiones...

$P_{H_2} = ??$



$$P_B = P_{atm} = P_{col_{Agua}} + P_{gases}$$

$$P_{atm} = P_{col_{Agua}} + P_{gases}$$

$$P_{atm} = P_{col_{Agua}} + P_{H_2} + P_{v_{Agua}}$$



Hidrostática...

$$P_{H_2}V = n_{H_2}RT$$

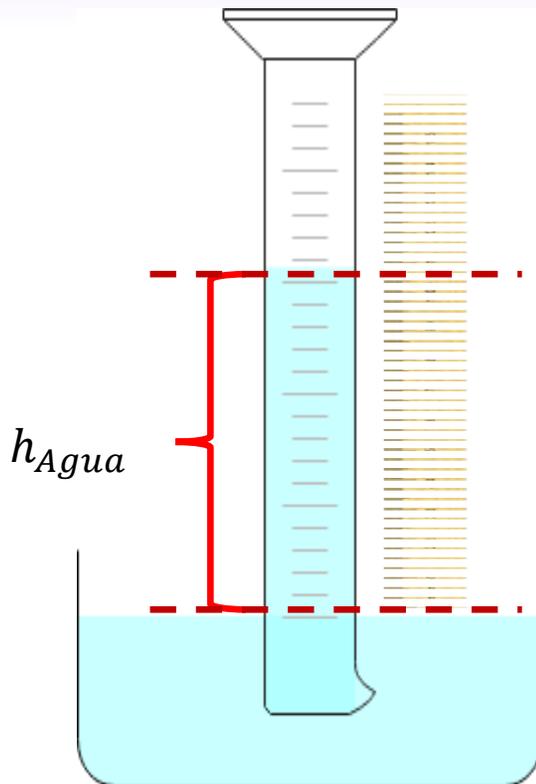
$$P_{atm} = P_{col_{Agua}} + P_{H_2} + P_{v_{Agua}}$$

Fluido incompresible

$$P_{col_{Agua}} = \rho_{Agua} \cdot g \cdot h_{Agua}$$

ρ_{Agua} : Densidad del agua

g : Aceleración de la gravedad



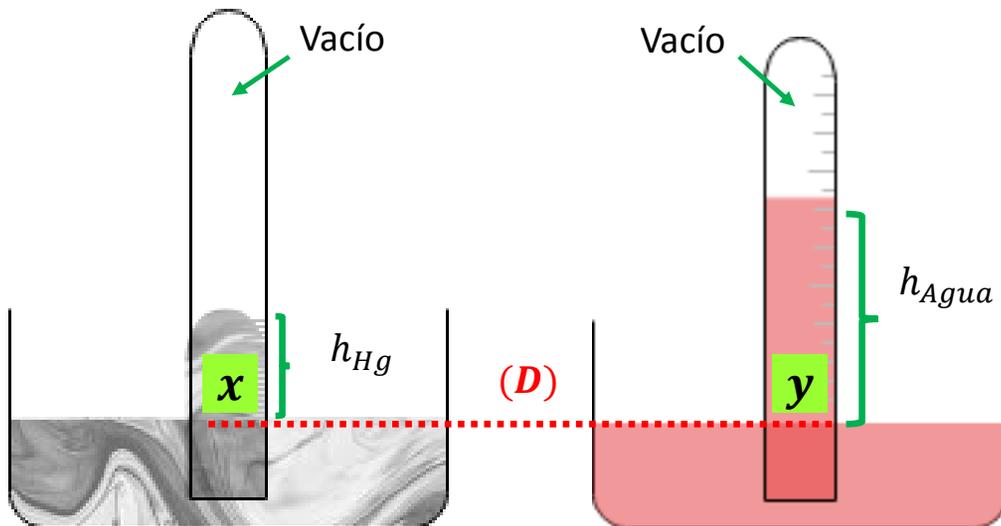
Se procede al cálculo de la presión de la columna de agua, prestando atención a la **concordancia de unidades**.

A continuación, se detalla otro procedimiento alternativo para el cálculo del P_{Agua}



Más hidrostática...

Dos líquidos sometidos a la misma presión desarrollarán alturas diferentes de acuerdo a su naturaleza.



$$P_{xHg} = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg}$$

$$P_{yAgua} = \rho_{Agua} \cdot g \cdot h_{Agua}$$

Por conceptos hidrostáticos

$$P_{xHg} = P_{yAgua}$$

$$\rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} = \rho_{Agua} \cdot g \cdot h_{Agua}$$

$$h_{Hg} = \frac{\rho_{Agua} \cdot g \cdot h_{Agua}}{\rho_{Hg}}$$

Se calcula la presión ejercida por la columna de agua, directamente en **mmHg**

Las densidades del agua y del mercurio, ρ_{Agua} Y ρ_{Hg} , serán a 25°C (valores bibliográficos)

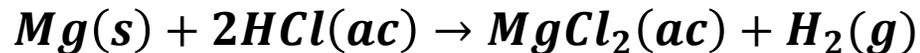


Cálculos finales

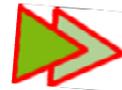
Se obtiene la presión atmosférica del día de la experiencia consultando en el Servicio Meteorológico Nacional (<http://www.smn.gov.ar/>).

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{atm} = P_{col_{Agua}} + P_{H_2} + P_{v_{Agua}} \\ P_{H_2} V = n_{H_2} RT \end{array} \right.$$

Reacción química



Un mol de Mg generará un mol de H₂



Moles Mg \equiv *Moles H₂*

Equivalentes numéricamente

Cálculo de la masa molar:

$$Masa\ molar\ Mg = \frac{Masa\ de\ Mg}{Moles\ de\ Mg}$$

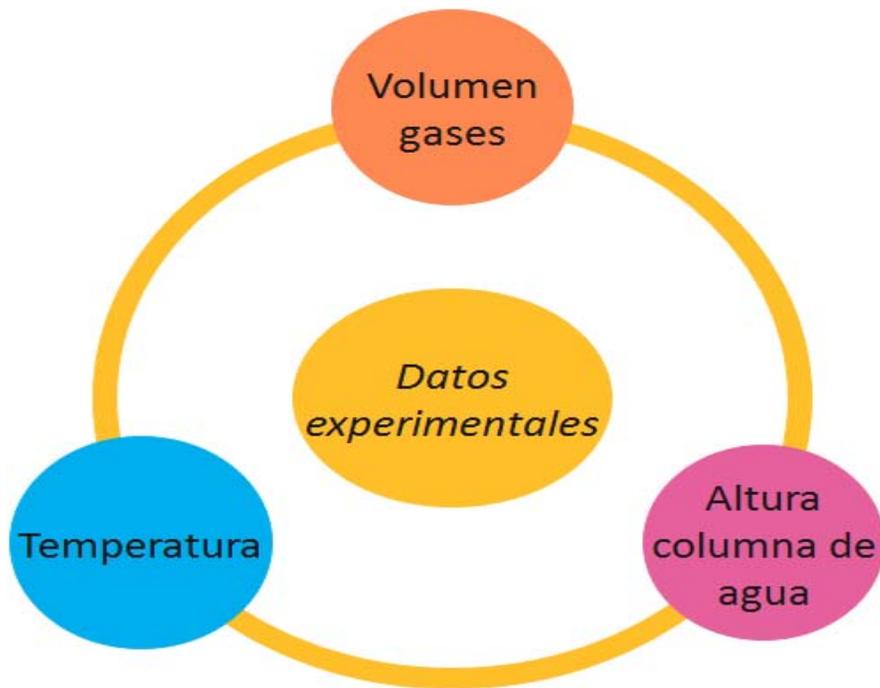
Masa de Mg: DATO

Moles de Mg: Obtenidos de la experiencia



Resumiendo

Durante la experiencia...



También debe registrarse la presión atmosférica

Finalizada la experiencia...

Cálculo de la masa molar del magnesio

Análisis de incertezas

Tratar de justificar las diferencias que pueden hallarse entre el valor obtenido experimentalmente y el tabulado

Para la justificación, pensar en los las fuentes de incertezas que puedan afectar el valor obtenido



Informe a completar por el alumno



A continuación se detalla el informe que debe ser entregado por los alumnos para la completa evaluación de este trabajo práctico.

Se brindan datos experimentales reales para que el alumno pueda realizar los cálculos correspondientes a esta experiencia.

No olvidar ver el video correspondiente a esta experiencia.

Las modalidades y fecha de entrega de este informe serán acordados en cada curso.



Informe a completar por el alumno



TP N°3: DETERMINACIÓN DE LA MASA MOLAR DEL MAGNESIO

A- Escribir la ecuación balanceada, correspondiente a la reacción química producida. ¿Qué cambios observa durante la reacción?

B- Enumere las principales fuentes de error. ¿Hay aire en la probeta invertida luego de finalizada la experiencia? ¿Afecta este hecho al valor del volumen de hidrógeno medido? Justifique

C- Calcule la densidad del hidrógeno gaseoso y del vapor de agua. Compare ambos valores y trate de justificar las diferencias.

Informe a completar por el alumno



D- Escriba en esta tabla los valores obtenidos, incluyendo todos los cálculos.

Mediciones Directas			
h_{H_2O} (mm)	100	T_{H_2O} (°C)	20,5
V_{H_2} (mL)	40	P_{atm} (hPa)	1019,7
Datos Tabulados			
P_{vap} (mmHg)	.....	ρ_{Hg}	.....
ρ_{H_2O}	.....	
Cálculos			
P_{col} (atm)	.....	P_{H_2} (atm)	.....
Moles H_2 (g)	.....	m_{Mg} (g)	0,041 g
Resultado			
M_{Mg} (g Mg/mol Mg)	.....	

Se incluyen datos **experimentales** resaltados en celestes. Debe completar los casilleros que están resaltados en amarillo haciendo uso de los datos experimentales.

Informe a completar por el alumno



E- Calcule la incerteza relativa y absoluta del valor obtenido considerando una masa molar del magnesio tabulada igual a $\frac{24,3 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol de Mg}}$.

Incerteza absoluta $\Delta M_{Mg} = |\text{Valor experimental} - \text{Valor tabulado}|$

Incerteza relativa $\varepsilon = \frac{|\text{Valor experimental} - \text{Valor tabulado}|}{\text{Valor tabulado}}$

F- Exprese la masa molar del magnesio obtenida en esta experiencia junto con su valor de incerteza absoluta, emplee una solo cifra significativa en la incerteza absoluta.