

ENCEINTE A REACTION ETANCHE

Réf. 011 002

1. Description :

L'enceinte à réaction étanche est un dispositif expérimental permettant d'étudier qualitativement et quantitativement équilibres de dissolutions de gaz. Cet appareil est particulièrement adapté à l'étude de la loi de Henry.

Il permet de réaliser :

- l'étude de la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau en fonction de la pression partielle de dioxyde de carbone.
- la mesure du volume molaire à pression ou à volume constant.
- la mise en évidence des échanges gazeux entre atmosphère et hydrosphère.

Cette liste n'est pas exhaustive et de nombreuses autres expériences peuvent être réalisées avec l'enceinte à réaction étanche à condition que les restrictions d'utilisation soient respectées (voir paragraphe III).

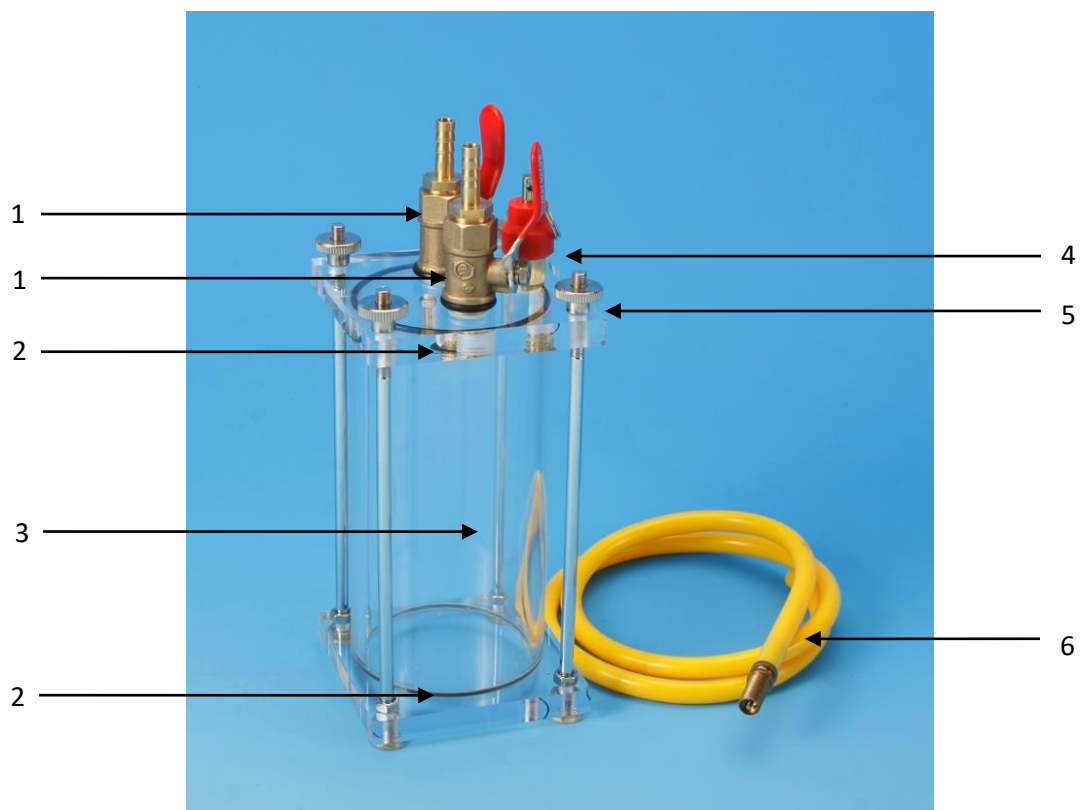


Photo 1

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| 1 – Sorties avec vanne ¼ de tour | 4 – Valve de sécurité |
| 2 – Joints toriques | 5 – Molette de serrage |
| 3 – Cœur de l'enceinte à réaction | 6 – Tube avec valve |

2. Composition :

L'appareil est composé des éléments suivants :

- Une enceinte à réaction étanche (fond, couvercle et corps cylindrique),
- Une nacelle porte-réactif transparente,
- Deux joints toriques,
- Un tube souple avec valve,
- Deux colliers de serrage à vis.

1. Précautions d'utilisation et restrictions :



L'enceinte à réaction étanche n'est pas conçue pour la réalisation de réactions de combustion, de réactions fortement exothermiques, de réactions violentes et libérant des gaz corrosifs et toxiques.

La non-observation de cette restriction d'utilisation peut être à l'origine d'accidents.

L'enceinte à réaction étanche est prévue pour n'être utilisée qu'avec des acides et des bases diluées de l'ordre de 1 mol.L⁻¹. L'utilisation de bases et d'acides concentrés est à proscrire.

Si la réaction chimique étudiée libère des gaz inflammables (dihydrogène par exemple), il convient de mettre en œuvre toutes les mesures usuelles de sécurité pour éviter tout risque d'inflammation ou d'explosion.



La soupape de sécurité ne doit en aucun cas être obturée, remplacée ou modifiée de quelque manière que ce soit. Toute modification de la soupape de sécurité peut être à l'origine d'accidents.



La masse de réactifs utilisés lors des réactions libérant des gaz doit être calculée de sorte que la pression en fin de réaction ne dépasse pas 3 atmosphères dans l'enceinte.



Les réactions devront être effectuées dans un bécher ou tout autre récipient conçu pour résister chimiquement aux réactifs utilisés.

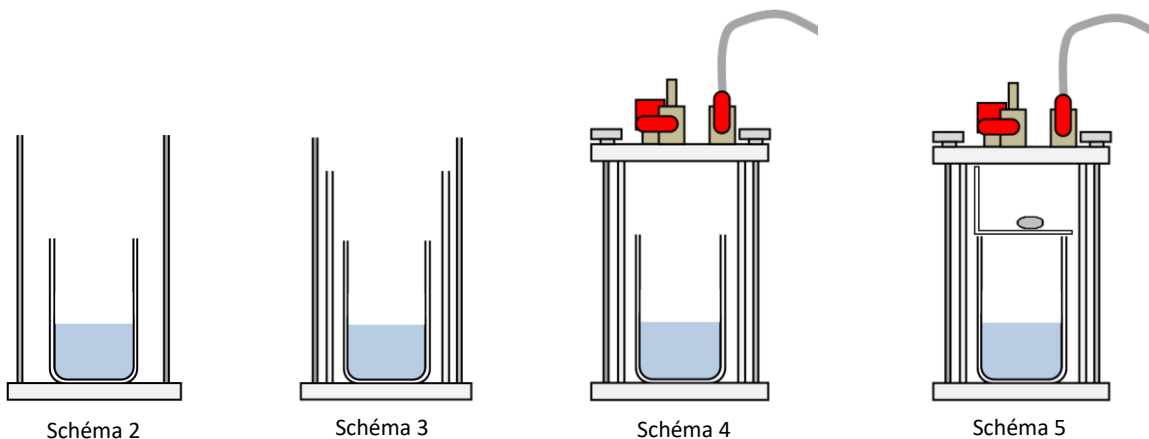
Les réactifs et les produits (à l'exception des gaz libérés) ne devront pas entrer en contact avec l'enceinte.

2. Première utilisation et mise en œuvre de l'enceinte à réaction étanche :

Avant la première utilisation de l'enceinte, enfiler le tube souple sur une des sorties avec vanne $\frac{1}{4}$ de tour. Placer les colliers de serrage au niveau de la valve et de la sortie avec vanne $\frac{1}{4}$ de tour et les serrer à l'aide d'un tournevis adapté de sorte que la jonction soit étanche aux gaz.

Les réactifs doivent être placés dans bécher de 100 mL forme basse qui se place à l'intérieur de l'enceinte. Un autre récipient dont les dimensions sont adaptées peut être également utilisé.

L'assemblage de l'enceinte est effectué comme suit :



Placer le bécher contenant le réactif ou la solution à étudier sur la base de l'enceinte à réaction étanche (schéma 2).

Positionner le corps contenant de l'enceinte à réaction autour du bécher. Ne pas oublier de placer les deux joints toriques dans les gorges du corps de l'enceinte. (schéma 3).

Fermer le couvercle de l'enceinte à réaction étanche et visser les 4 molettes de serrage jusqu'à ce que les joints toriques soient visiblement écrasés (schéma 4).

Si l'expérience nécessite la présence de deux réactifs dans l'enceinte, placer le deuxième réactif (solide) sur la nacelle porte-réactif. La nacelle est elle-même posée sur le bécher avant de refermer l'enceinte à réaction étanche (schéma 5).

La mise en contact des réactifs est effectuée en faisant tomber le réactif solide situé sur la nacelle dans le contenu du bécher. Cette opération est réalisée en inclinant légèrement l'enceinte après avoir bien fermé celle-ci.

3. Etude de la loi de Henry :

a) - préambule

L'étude de la loi de Henry requiert l'utilisation de CO₂ sous pression et du bleu de bromothymol.

L'enceinte a été conçue pour être utilisée avec une cartouche de CO₂ (1) et un régulateur pour cartouches de CO₂ (2).



Photo 6

Ce dispositif miniaturisé permet de travailler avec de très faibles quantités de gaz et de limiter les risques liés à la manipulation des gaz sous pression.

b) – Expérience :

Un bécher de 100 mL forme basse contenant de l'eau à laquelle on a ajouté quelques gouttes de bleu de bromothymol est placé dans l'enceinte à réaction étanche. Celle-ci est refermée hermétiquement. La solution est initialement bleue à verte ce qui indique que son pH est proche de la neutralité (Schéma 7).

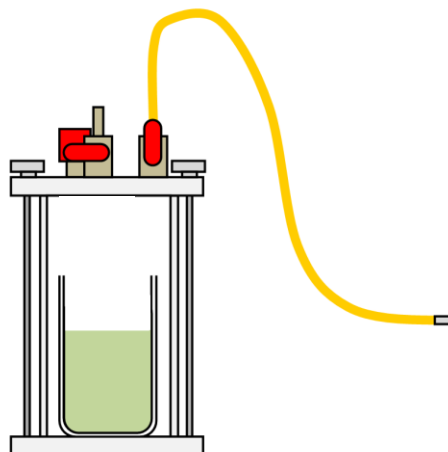


Schéma 7

La vanne $\frac{1}{4}$ de tour à laquelle est relié le tube flexible est ouverte, l'autre est fermée. Le régulateur de cartouche de CO₂ est connecté à la valve située à l'extrémité du tube flexible (Schéma 8).

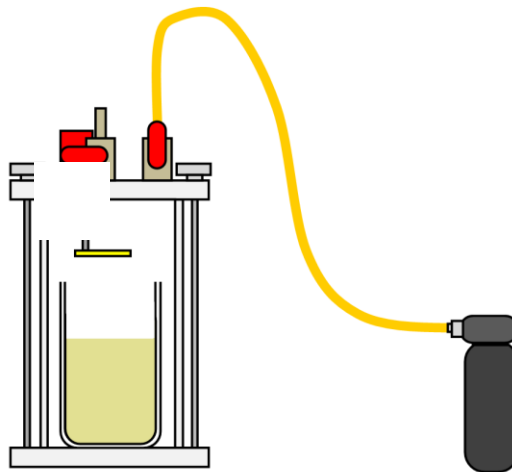


Schéma 8

Par petites injections successives le CO₂ est injecté dans l'enceinte de sorte que la pression augmente progressivement.

La couleur vire peu à peu au jaune à mesure que la pression augmente dans l'enceinte (*schéma 9*). La diminution de la valeur du pH prouve que la concentration de CO₂ dissout augmente dans la solution.

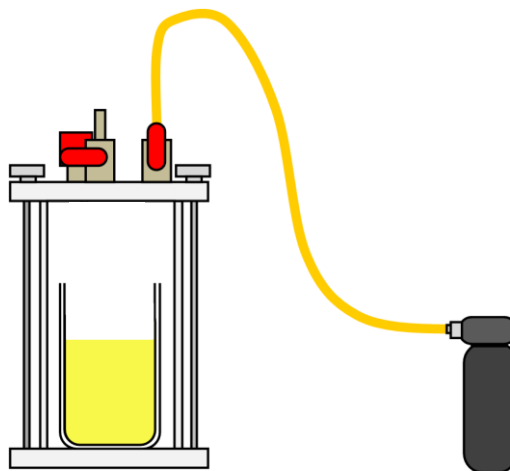


Schéma 9

Pour faciliter les échanges et accélérer le changement de couleur, il est possible de placer un barreau aimanté dans le bécher au début de l'expérience et de mettre l'enceinte étanche sous agitation.

La deuxième vanne $\frac{1}{4}$ de tour est ouverte. L'enceinte à réaction étanche se retrouve à pression atmosphérique. La couleur de la solution vire à nouveau au bleu-vert, ce qui indique que la concentration de CO_2 dissous a diminué avec la pression (schéma 10). De même la mise sous agitation accélère le retour à l'équilibre.

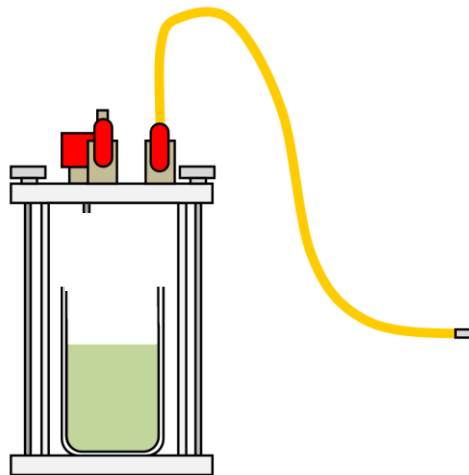


Schéma 10

c)- Approche quantitative

L'expérience décrite ci-dessus permet la mise en évidence qualitative de l'augmentation de la concentration de CO_2 dissous en fonction de la pression de CO_2 .

Il est également possible de réaliser des mesures pour effectuer une approche quantitative de la loi de Henri.

Mesure de la pression

Un manomètre à aiguille ou numérique peut être relié à l'enceinte par la deuxième vanne $\frac{1}{4}$ de tour, ce qui permet de mesurer la pression dans l'enceinte.

Le retour à pression atmosphérique peut en fin d'expérience être effectué en manœuvrant la soupape de sécurité: il suffit de tirer sur l'anneau de la soupape pour permettre l'échappement du gaz en surpression.

Mesure du pH

Les dimensions de l'enceinte à réaction étanche sont prévues pour contenir un pH-mètre stylo ou de poche. Le pH-mètre est plongé dans le bécher puis l'enceinte est refermée. Il est ainsi possible de lire la valeur du pH affichée par l'appareil pendant l'expérience.



Pour éviter la détérioration de l'électrode de mesure du pH, il faut retourner très progressivement à la pression atmosphérique en fin de l'expérience de manière à ce que la pression à l'intérieur de l'électrode de mesure du pH s'équilibre avec celle de l'enceinte. Un retour à pression atmosphérique trop rapide peut provoquer une destruction des jonctions de l'électrode de pH.

4. Mesure du volume molaire :

a) - préambule

Cette expérience requiert :

- un cristalliseur
- une éprouvette graduée de 1L
- un dispositif de maintien (support avec tige, noix et pince adaptée),
- une balance de précision,
- de l'acide chlorhydrique à 1 mol.L^{-1} ,
- du magnésium en ruban,

b) - Calcul des quantités de réactifs

L'expérience est basée sur la réaction de réduction des ions H^+ par le magnésium Mg^0 .



Les quantités de réactifs en début d'expérience doivent être précisément déterminées pour que le volume de gaz libéré (ou la pression de gaz en fin d'expérience) soit mesurable par le dispositif expérimental.

Quantités de réactif conseillées :

Volume de l'enceinte	Volume d'acide chlorhydrique 1 mol.L^{-1}	Masse maximale de magnésium	$V(\text{H}_2)$ libéré à $P = P_{\text{atm}}$	$P(\text{H}_2)$ libéré à $V = V_{\text{enceinte}}$
500 mL (env.)	50 mL (réactif en excès)	0,48 g	500 mL ⁽¹⁾	$1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ⁽¹⁾

(1)- Les valeurs sont données à température ambiante.

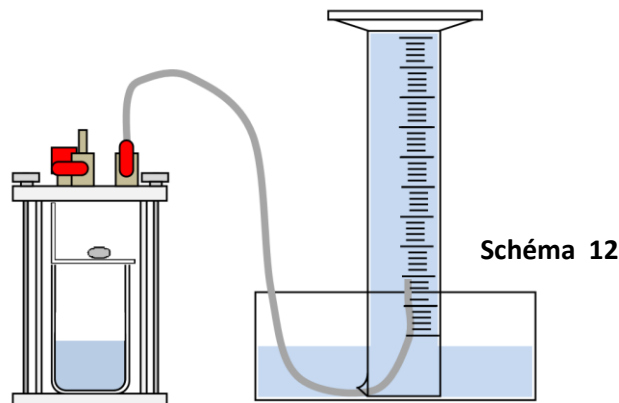
Tableau 11

c) - Expérience

Un bécher contenant de l'acide chlorhydrique (quantités déterminées ci-dessus) est placé dans l'enceinte à réaction étanche. Le corps de l'enceinte est mis en place. Un morceau de magnésium ($m < 0,48 \text{ g}$) est placé dans la nacelle. Cette dernière est délicatement posée sur le bécher (la languette verticale de la nacelle facilite sa manipulation).

Le couvercle de l'enceinte est positionné et fermé hermétiquement. Cette opération doit être effectuée sans à coup pour ne pas faire tomber prématurément le morceau de magnésium dans la solution acide.

Le tube flexible, dont on a préalablement ôté la valve, relié à la vanne quart de tour est introduit dans le dispositif de mesure du volume (*Schéma 12*).



La vanne $\frac{1}{4}$ de tour de l'enceinte libre est fermée et celle reliée au tube flexible est ouverte. On incline l'enceinte à réaction étanche pour faire tomber le morceau de magnésium dans le bécher contenant la solution acide puis on la repose sur la paillasse.

Un dégagement gazeux de dihydrogène est immédiatement visible dans le bécher (*Schéma 13*).

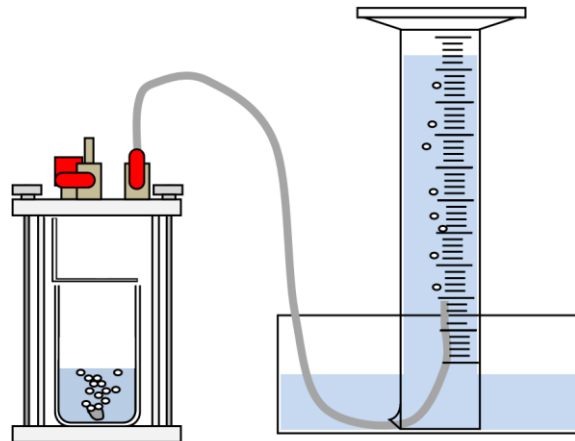


Schéma 13

L'acide chlorhydrique étant en excès, la disparition du magnésium métallique indique que la réaction est terminée (*Schéma 14*).

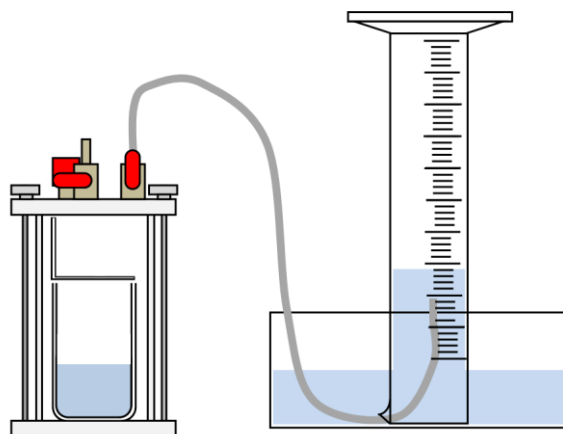


Schéma 14

Le volume de dihydrogène libéré peut être mesuré dans l'éprouvette et le volume molaire déterminé par calcul.

d) – Expérience à volume constant :

L'enceinte à réaction étanche permet également de réaliser l'expérience à volume constant. Pour ce faire, il suffit de connecter un manomètre ou un capteur de pression (pressiomètre) à l'extrémité du tube flexible.

Dans ce cas c'est la mesure de l'élévation de la pression dans l'enceinte en fin de réaction qui permet de déterminer le volume molaire.

5. Etude des échanges gazeux atmosphère-hydrosphère :

a) - Préambule

Vise à modéliser l'effet de la concentration du CO_2 atmosphérique sur la composition des eaux océaniques.

L'expérience requiert de l'eau de chaux et une source de dioxyde de carbone.

L'enceinte a été conçue pour être utilisée avec une cartouche de CO_2 (1) et un régulateur pour cartouches de CO_2 (photo 6).

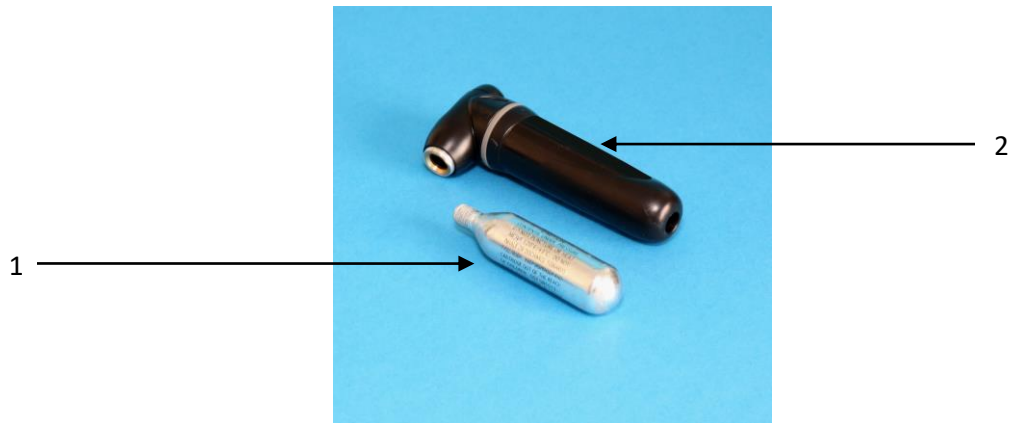


Photo 15

Ce dispositif miniaturisé permet de travailler avec de très faibles quantités de gaz et de limiter les risques liés à la manipulation des gaz sous pression.

b) - Expérience

Placer un bécher contenant de l'eau est placé dans l'enceinte étanche à réaction. Un bécher témoin contenant de l'eau est conservé à côté du dispositif (Schéma 16).

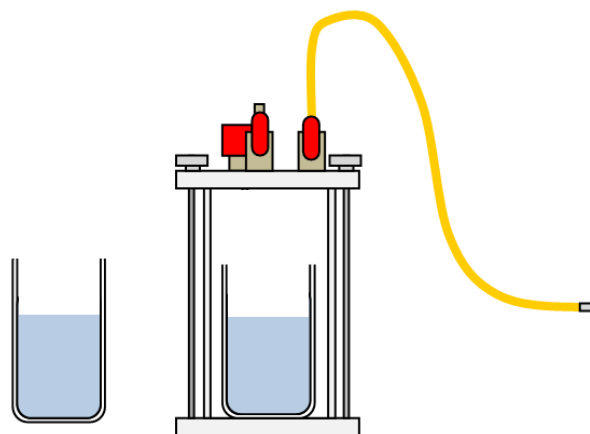


Schéma 16

Ouvrir la vanne $\frac{1}{4}$ de tour non reliée au tube flexible de façon à mettre l'enceinte en contact avec le milieu extérieur. Connecter le régulateur de cartouche de CO_2 à la valve située à l'extrémité du tube flexible (Schéma 17).

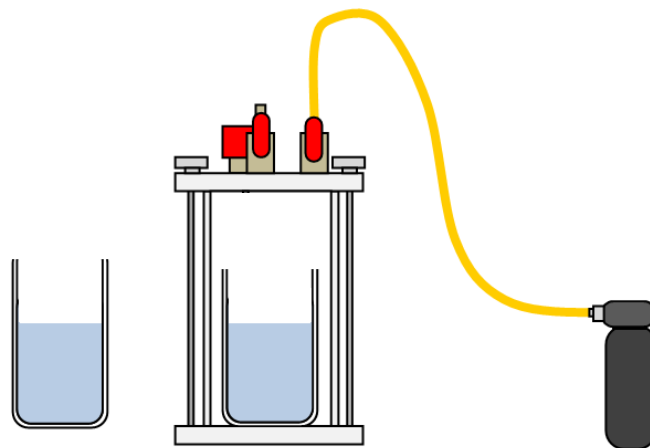


Schéma 17

Enrichir l'intérieur de l'enceinte en CO_2 en procédant à de brèves injections successives. L'enceinte étant ouverte, la pression demeure égale à la pression atmosphérique.

Ouvrir l'enceinte à réaction étanche et verser de l'eau de chaux dans le contenu des deux béchers (schéma 18). Seul le contenu du bécher ayant demeuré dans l'enceinte à réaction étanche trouble l'eau de chaux ce qui prouve qu'une partie du CO_2 contenu dans l'enceinte est passé en solution.

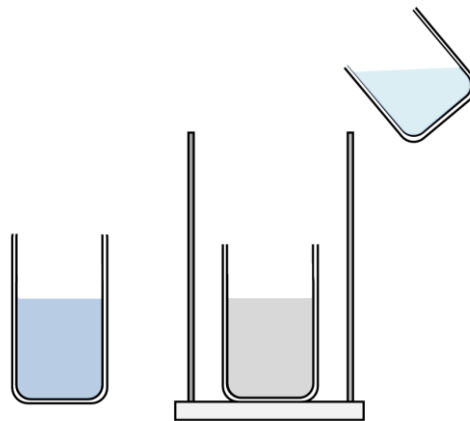


Schéma 18

c) – Mesure du pH

Il est possible également de mettre en évidence l'acidification de l'eau contenue dans l'enceinte en ajoutant du bleu de bromothymol dans la solution à la place de l'eau de chaux. La mise en évidence de l'acidification de l'eau contenue dans le bécher permet de modéliser l'acidification des océans causée par l'augmentation de la concentration de CO_2 atmosphérique.

6. Nous contacter :

Ce matériel est garanti 2 ans. Pour toutes questions, veuillez contacter :

sav@sciencethic.com

www.sciencethic.com