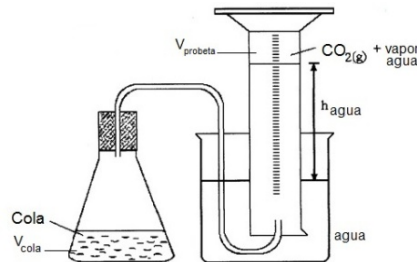


## Medida de la concentración de $\text{CO}_2$ presente en un refresco de cola.

Con un montaje como el de la figura recogemos el  $\text{CO}_2$  liberado midiendo el volumen que desplaza en la probeta (podemos usar un tubo de ensayo en lugar del matraz). El volumen de cola en el matraz no debe superar un cuarto del volumen de la probeta, pues si excedemos esa cantidad podría liberarse un volumen de gas superior al disponible en la probeta.



La concentración buscada es:  $C = \frac{m_{\text{CO}_2}}{V_{\text{cola}}}$ , en la que  $m_{\text{CO}_2}$  es la masa del gas recogido en la probeta.

De la ecuación general de los gases ideales tenemos:  $P_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{probeta}} = n_{\text{CO}_2} \cdot R \cdot T$  (1)

y de  $m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CO}_2}$  ( $M_{\text{CO}_2}$  = masa molecular) llegamos a:  $m_{\text{CO}_2} = (P_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{probeta}} \cdot M_{\text{CO}_2}) / (R \cdot T)$  (2)

De la expresión (2) llegamos a:

$$C = \frac{P_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{probeta}} \cdot M_{\text{CO}_2}}{R \cdot T \cdot V_{\text{cola}}} \quad (3)$$

Para calcular la  $P_{\text{CO}_2}$  tendremos en cuenta, como se deduce de la figura, que:

$$P_{\text{atm}} = P_{\text{CO}_2} + P_{\text{vap\_agua}} + P_{\text{col\_agua}}$$

La  $P_{\text{atm}}$  se mide con un barómetro, o se toma de un servicio meteorológico online, y la  $P_{\text{vap\_agua}}$  se busca en una tabla en internet, teniendo en cuenta la temperatura en el laboratorio.

Para calcular la presión de la columna de agua,  $P_{\text{col\_agua}}$ , en "longitud de Hg" tendremos en cuenta que :

$$d_{\text{H}_2\text{O}} \cdot h_{\text{H}_2\text{O}} = d_{\text{Hg}} \cdot h_{\text{Hg}}$$

el valor obtenido de  $h_{\text{Hg}}$  es precisamente  $P_{\text{col\_agua}}$ .

Todas estas presiones se pueden expresar en "mm de Hg", pero finalmente el valor de  $P_{\text{CO}_2}$  deberá indicarse en Pa (Pascuales) o en atm, para poder ser llevado a la expresión (3).

Es de interés matemático, y sin entrar en otras consideraciones físicas, la aproximación de no tomar en cuenta  $P_{\text{col\_agua}}$  (que supone ~10-15 %), pues así el valor de  $P_{\text{CO}_2}$  sería constante ( $P_{\text{CO}_2} = P_{\text{atm}} - P_{\text{vap\_agua}}$ ) para un conjunto de medidas realizadas en una misma sesión (igual  $P_{\text{atm}}$  e  $P_{\text{vap\_agua}}$ ).

Con esta aproximación interesa convertir la expresión (3) en:

$$V_{\text{probeta}} = \left[ \frac{C \cdot R \cdot T}{P_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CO}_2}} \right] V_{\text{cola}}$$

Todo lo incluido en el corchete es constante y, por tanto, habría una relación lineal entre  $V_{\text{bureta}}$  y  $V_{\text{cola}}$ . Esto permitiría un tratamiento gráfico, con un conjunto de valores ( $V_{\text{cola}}$ ,  $V_{\text{probeta}}$ ) a partir de repetir la experiencia varias veces. De esa gráfica obtendremos el valor de "C" a partir de la pendiente de la recta obtenida.

NOTA: hay varios factores de carácter experimental a considerar, como es el método para evitar pérdidas sensibles del gas al llevar el líquido desde la botella al matraz. Tampoco hemos tenido en cuenta la solubilidad del  $\text{CO}_2$  en el agua, a la  $t^\circ$  de trabajo, pues este valor depende de la temperatura a la que esté el refresco, de la del agua en la probeta, y de como se realice la experiencia. Todo en ello, en cualquier caso, forma parte de trabajo experimental científico.