



## Zimsko kolo 2020./2021.

### M-F-K

#### 2. RAZRED

MFK. Matematičar Dario odlučio je napraviti kemijski eksperiment. Kako bi spriječio pregrijavanje, reakcijsku posudu mase 200 g postavio je u hladnu kupku. Posuda je ravnog dna i okomitih stijenki, bez poklopca, te ne dodiruje dno kupke već je slobodno uronjena u tekućinu do neke visine. Dario je u reakcijsku posudu stavio 120 g koncentrirane klorovodične kiseline. Budući da je Dario pratio satove kemije, znao je da maseni udio HCl u koncentriranoj klorovodičnoj kiselini iznosi 36 %. U posudu je dodao dovoljno kalcijeva karbonata da sva kiselina izreagira, pri čemu su nastali kalcijev klorid, ugljikov(IV) oksid i tekuća voda. Koliki je omjer visina do kojih je posuda uronjena u vodu prije početka reakcije (a nakon dodavanja reaktanata) te nakon njezina završetka?

A.	B.	C.	D.	E.
0,99	1	1,07	1,37	ne želimo odgovoriti na pitanje

Rješenje:

$$m(\text{posuda}) = 200 \text{ g}$$

$$m(\text{HCl}, 36\%) = 120 \text{ g}$$

$$M(\text{HCl}) = (1.01 + 35.45) \text{ g/mol} = 36.46 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CO}_2) = (12.01 + 2 \cdot 16.00) \text{ g/mol} = 44.01 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = (40.08 + 12.01 + 3 \cdot 16.00) = 100.09 \text{ g/mol}$$

Tijekom reakcije u posudi iz krutih i tekućih reaktanata, između ostalog, nastaje i plin. Kako je posuda otvorena, masa nastalog plina zanemarljivo djeluje na posudu, stoga možemo reći da se masa tvari u posudu smanjila za masu nastalog plina. Jednadžba zadane kemijske reakcije slijedi:



Računamo masu klorovodika u kiselini:

$$m(\text{HCl}) = m(\text{HCl}, 36\%) \cdot W(\text{HCl}) = 120 \text{ g} \cdot 36\% = 43,2 \text{ g}$$

Iz omjera množina i stehijometrijskih brojeva te pomoću osnovnog kemijskog računa računamo masu ugljikova(IV) oksida te masu kalcijeva karbonata.

$$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{HCl})} = \frac{n(\text{CaCO}_3)}{n(\text{HCl})} = \frac{1}{2} \Rightarrow n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = \frac{1}{2}n(\text{HCl})$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})}, \quad m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)$$

$$m(\text{CO}_2) = \frac{1}{2} \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} \cdot M(\text{CO}_2) = 0.5 \cdot \frac{43.2 \text{ g}}{36.46 \text{ g/mol}} \cdot 44.01 \text{ g/mol} = 26.0728 \text{ g}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0.5 \cdot \frac{43.2 \text{ g}}{36.46 \text{ g/mol}} \cdot 100.09 \text{ g/mol} = 59.2963 \text{ g}$$

Na reakcijsku posudu djeluju sila uzgona te gravitacijska sila, no kako posuda ne ubrzava one su istoga iznosa, ali suprotnoga smijera:  $\rho g V = mg$ . Za volumen dijela posude koji je uronjen vrijedi  $V = S \cdot h$ , gdje je  $S$ , površina baze posude, a  $h$  razina tekućine.

$$h = \frac{mg}{\rho g S} = \frac{m}{\rho S}$$

$$\frac{h(\text{prije reakcije})}{h(\text{poslije reakcije})} = \frac{\frac{m(\text{prije reakcije})}{\rho S}}{\frac{m(\text{poslije reakcije})}{\rho S}} = \frac{m(\text{prije reakcije})}{m(\text{poslije reakcije})}$$

U masu sustava prije reakcije ulaze masa posude, masa koncentrirane klorovodične kiseline te masa kalcijeva karbonata. Masa sustava nakon reakcije jednaka je masi sustava prije reakcije umanjena za masu ugljikova(IV) oksida. Ekvivalentno tome, masa sustava nakon reakcije jest suma masa posude, nastale vode, nastalog kalcijeva klorida te vode iz otopine klorovodične kiseline (64% mase konc. klorovodične kiseline).

$$\frac{h(\text{prije reakcije})}{h(\text{poslije reakcije})} = \frac{m(\text{posuda}) + m(\text{HCl}, 36\%) + m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{posuda}) + m(\text{HCl}, 36\%) + m(\text{CaCO}_3) - m(\text{CO}_2)}$$

$$\frac{h(\text{prije reakcije})}{h(\text{poslije reakcije})} = \frac{200 \text{ g} + 120 \text{ g} + 59.2963 \text{ g}}{200 \text{ g} + 120 \text{ g} + 59.2963 \text{ g} - 26.0728 \text{ g}} = 1.0738 \approx 1.07$$

Točan je odgovor C.