INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA
SK-CZ 14-20

EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

Metodický list – Teplota, teplo a chemická reakce

Autor: Pavel Czernek (2020)

Téma: Obecná chemie (učivo: Reakční kinetika)

Forma výuky: Skupinová (čtyřčlenné skupiny)

Časová náročnost: 45–60 minut

Cílová skupina žáků: 2. ročník SŠ

Materiál pro jednu skupinu žáků: zadání úlohy, porcelánový kelímek, triangl, varný kruh, stojan, kahan, kelímkové kleště, váhy, kádinka 250ml, skleněná tyčinka, lžička, teploměr, pentahydrát síranu měďnatého, notebook s možností připojení internetu, případně MFCh tabulky.

Realizace BOV v praxi:

- Učitel rozdá všem čtyřčlenným skupinám žáků zadání úrovně 3 – motivační text, osnovu pracovního listu (výzkumný problém, potřebné pomůcky, postup a výsledky pozorování), ostatní pomůcky jsou žákům k dispozici v učebně.
- Žáci začínají řešit úlohu v úrovni 3. Po 10 minutách provádí učitel kontrolu. Při neúspěšném řešení úrovně 3 nasměruje bádání žáků. Žák začíná řešit úlohu v úrovni 2 (doplňuje potřebné pomůcky, postup a výsledky pozorování).
- Po 10 minutách provádí učitel další kontrolu. Při neúspěšném řešení úrovně 2, učitel poskytuje postup. Žák začíná řešit úlohu v úrovni 1 (doplňuje výsledky pozorování).
- Do pracovního listu žák doplňuje potřebné pomůcky, postup a výsledky pozorování.

Doporučení:

Během bádání je potřeba zopakovat pojmy exotermická a endotermická reakce, výpočet molární hmotnosti, standardní slučovací enthalpie, a pak se soustředit na praktické provedení práce. Čas vychladnutí kelímku po žíhání je možno využít pro řešení doplňkových otázek či rozvahu nad výpočtem spojeným s bádáním. V případě skupiny žáků, která danou práci dokončí s výrazným časovým předstihem, je možné jim položit návodnou otázku č. 4.

Návodné otázky při řešení badatelské úlohy:

1. Jaký je rozdíl mezi exo- a endotermickou reakcí? Uveďte konkrétní příklady v této úloze.

2. Jak souvisí hodnota reakčního tepla (tepelné zabarvení reakce) s vazebnými energiemi v molekulách reaktantů a produktů?
3. Která veličina pojednává o množství tepla potřebném k ohřátí jednoho kilogramu látky o jeden stupeň?
4. Jak by se změnila odpověď na úkol v motivačním textu, pokud by uvolněné teplo při hydrataci síranu měďnatého odpovídalo hodnotě vypočtené v doplňkové otázce č. 2?

Pracovní list – Teplota, teplo a chemická reakce

V hodinách dějepisu na gymnáziu se nás oblíbený pedagog snažil namotivovat vyprávěním zajímavostí z dob dávno minulých. Vzpomínám, jak při probírání učiva druhé světové války nám popisoval pokrok americké armády mj. na péči o výživu vojáků. S jiskřičkami v očích ukazoval, jak vojáci bajonetem propíchli konzervu s potravinou a spustili tak chemickou reakci (exotermickou – jak jinak), která jim daný pokrm ohřála.

Vašim úkolem bude ověřit tuto možnost prakticky na příkladu dehydratace a rehydratace modré skalice. Určete, zda je možné ohřát 250 g guláše z 10°C na 60°C hydratací 100 g bezvodého síranu měďnatého (uvažujte, že měrná tepelná kapacita guláše je shodná s měrnou tepelnou kapacitou vody).

Autor motivačního textu: Czernek (2020)

Výzkumný problém a jeho řešení

Rozlišit reakce exotermické a endotermické v souvislosti se zánikem a vznikem chemických vazeb a vypočítat množství vyměněného tepla.

Potřebné pomůcky a chemikálie

(Zde napiš, které pomůcky a chemikálie budeš k řešení problému požadovat).

Porcelánový kelímek, váhy, triangl, varný kruh, stojan, kahan, kelímkové kleště, váhy, kádinka 250 ml, skleněná tyčinka, lžička, teploměr, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

Postup

(Zde napiš zkráceně v bodech postup řešení problému).

1. Do suchého porcelánového kelímku navážíme 5 g modré skalice.
2. Kelímek vložíme do trianglu umístěného ve varném kruhu (ve výšce cca 4 cm nad ústím kahanu).
3. Mírným plamenem žíháme až do celkové změny barvy obsahu kelímku (vzorek má v celém objemu šedobílou barvu – cca 15 min).
4. Po ukončení zahřívání necháme obsah kelímku vychladnout (cca 5 min).
5. Produkt žíhání v kelímku promícháme (oddělíme od jeho stěn např. tyčinkou), vysypeme z kelímku do kádinky a zalijeme 50ml vody o známé teplotě, za stálého míchání měříme teplotu (cca 3min – do ukončení jejího růstu).
6. Z rozdílů teplot naměřených před a po reakci vypočteme množství uvolněného tepla.

Výsledky pozorování

(Zde napiš a zdůvodni výsledky své práce, zapiš postup svých výpočtů).

Počáteční teplota vody: $t_1 = 20$ °C

Výsledná teplota vody: $t_2 = 25$ °C

Hmotnost vody: m = 50 g

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 4{,}182\ kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 0{,}05 \cdot 4{,}182 \cdot (25 - 20) = 1{,}0455$ kJ

$n(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = n(CuSO_4) = 5/249{,}7 = 0{,}02$ mol

$m(CuSO_4) = M \cdot n = 159{,}6 \cdot 0{,}02 = 3{,}196$ g

Teplo potřebné k ohřátí guláše: $Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 0{,}25 \cdot 4{,}182 \cdot (60 - 10) = 52{,}28$ kJ

Hmotnost $CuSO_4$ potřebné k ohřátí guláše: $m = \frac{52{,}28}{1{,}0455} \cdot 3{,}196 = 159{,}82\ g$

Závěr:

Ověřili jsme spojení endotermické reakce se zánikem chemických vazeb a exotermické reakce s jejich vznikem. Hydratace síranu měďnatého by mohla být využita k ohřevu potravinových konzerv, avšak určené množství by konzervu guláše o hmotnosti 250 g neohřálo na požadovanou teplotu.

Doplňkové otázky

1. Napište vzorce a systematické názvy dalších hydrátů síranů kovů.

Triviální název	Vzorec	Systematický název
bílá skalice	**$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$**	**heptahydrát síranu zinečnatého**
zelená skalice	**$FeSO_4 \cdot 7H_2O$**	**heptahydrát síranu železnatého**
červená skalice	**$CoSO_4 \cdot 7H_2O$**	**heptahydrát síranu kobaltnatého**

2. Vypočítejte, kolik tepla se uvolní při hydrataci 5 g bezvodého síranu měďnatého za vzniku pentahydrátu, když standardní slučovací enthalpie pentahydrátu síranu měďnatého má hodnotu -2 279,6 $kJ \cdot mol^{-1}$, standardní slučovací enthalpie síranu měďnatého nabývá hodnot -771,1 $kJ \cdot mol^{-1}$ a standardní slučovací enthalpie vody je rovna -286 $kJ \cdot mol^{-1}$.

$CuSO_4(s) + 5\ H_2O(l) \rightarrow CuSO_4 \cdot 5H_2O(s)$
$\Delta H^0 = -2\ 279{,}6 - [5 \cdot (-286) + (-771{,}1)] = -\ 78{,}5\ kJ \cdot mol^{-1}$
$n(CuSO_4) = 5 / 159{,}5 = 0{,}03\ mol$
$Q = 0{,}03 \cdot (-78{,}5) = -\ 2{,}461\ kJ$