



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesní přípravy budoucích učitelů chemie
CZ.1.07/2.2.00/15.0324

Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Pracovní postupy k experimentům s využitím PC

(teplotní čidlo Vernier propojeno s PC)

Stanovení tepelné kapacity kalorimetrické soustavy

Úkol: Stanovit tepelnou kapacitu kalorimetru složeného ze dvou otevřených kádinek vsunutých do sebe.

Pomůcky a chemikálie: kalorimetr (termoska), magnetické laboratorní míchadlo, válec, elektrický vaříč, počítačový měřicí systém Vernier s modulem „teploměr“ a teplotním čidlem, destilovaná voda

Pracovní postup:

Na elektrickém vaříči ohřejeme libovolné množství (tak aby nám součet objemů studené a teplé vody byl roven 200 ml) vody na teplotu asi 50°C. Do kalorimetru umístěného na magnetickém míchadle nalijeme určitý objem vody o laboratorní teplotě, do kapaliny vnoříme teplotní čidlo a uvedeme do chodu míchání. Po spuštění programu nastavíme celkový čas měření 200 sekund. Měříme asi 50 s, zjistíme teploměrem teplotu určitého objemu ohřáté vody a teplotu si zapíšeme. Poté nalijeme horkou vodu do kalorimetru a vyčkáme ustálení výsledné teploty. Po ustálení ukončíme měření.

Vysvětlení

Tepelná kapacita kalorimetru je definovaná jako množství tepla, které se spotřebuje k ohřátí celé kalorimetrické soustavy o 1 kelvin. Z rovnosti tepla přijatého chladnou vodou a nádobou a tepla dodaného teplou vodou se počítá dle vztahu:

$$C = \frac{[m_2(t_2 - t_1) - m_1(t - t_1)] \cdot c}{t - t_1}$$

Z grafu se odečtou teploty t_1 (voda o laboratorní teplotě), t (ustálená hodnota teploty vody v kalorimetru), hmotnost chladné vody je m_1 , hmotnost ohřáté vody je m_2 a měrná tepelná kapacita vody c je 4,2 kJ·K⁻¹·kg⁻¹.

Poznámka: proveďte alespoň 5 měření s různou teplotou t_2 (ne menší než $t_1 + 15$), vypočítejte C a určete průměrnou hodnotu tepelné kapacity kalorimetru.

Tepelné zabarvení reakce při zředování anorganických kyselin

Úkol

Porovnat tepelné zabarvení reakcí při zředování H_2SO_4 , HCl a HNO_3 a přibližně stanovit jejich molární zředovací tepla.

Pomůcky

- kalorimetr (např. termoska nebo plastový kelímek nápoje, případně dvě kádinky vsunuté v sobě nebo kádinka s izolací)
- magnetické laboratorní míchadlo nebo alespoň skleněná tyčinka na míchání
- odměrný válec, pipeta
- USB teploměr Vernier Go!Temp

Chemikálie

kyselina sírová ($w = 0,96$), kyselina chlorovodíková ($w = 0,37$), kyselina dusičná ($w = 0,63$), destilovaná voda.

Postup

K počítači připojte teplotní čidlo Vernier Go!Temp. Spustíte program Logger Lite. Program automaticky rozpozná připojené čidlo a sám přednastaví dobu měření na 180 s s frekvencí 2 Hz (bude měřit $2 \times$ za sekundu). Tyto hodnoty nám vyhovují, nebudeme je tedy měnit.

Do kalorimetru nalijte $188,8 \text{ cm}^3$ destilované vody vytemperované na laboratorní teplotu, do kapaliny vnořte teplotní čidlo a uveďte do chodu míchání.

Měřte asi 50 s a poté přilijte do kalorimetru odpipetovaných $11,2 \text{ cm}^3$ konc. H_2SO_4 , aby vzniklo 200 cm^3 roztoku o koncentraci $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Při práci s koncentrovanou kyselinou použijte ochranné pomůcky!

Měřte třikrát a u každého měření určete teplotní rozdíl, spočtete molární zředovací teplo a určete jeho průměrnou hodnotu.

Stejná měření provedte pro HCl a HNO_3 (objem vody a koncentrované kyseliny vypočítejte opět tak, aby vzniklo 200 cm^3 roztoku o koncentraci $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$). Opět určete teplotní rozdíly, spočtete molární zředovací tepla a jeho průměrnou hodnotu ze tří měření.

Vysvětlení

Reakční teplo neboli tepelné zabarvení reakce vyjadřuje množství tepla, které systém při reakci vyměňuje s okolím. U reakcí probíhajících za stálého tlaku (v otevřené nádobě) je dáno změnou entalpie. Z určení teplotního rozdílu ($T' - T$) a ze známé hodnoty tepelné kapacity C se reakční teplo (zředovací) Q vypočte dle vztahu:

$$Q = C \cdot (T' - T)$$

molární zředovací teplo Q_m je:

$$Q_m = Q/n = C \cdot (T' - T)/n \quad n \dots \text{je látkové množství}$$

Teplotní změny při odpařování kapaliny

Kapalina se na vzduchu vypařuje z tenkého povrchu (např. teplotního čidla po jeho vyjmutí z kapaliny) v důsledku změny stavových podmínek. Rušení slabých vazebných interakcí při přechodu z kapalné do plynné fáze je spojeno se spotřebováním energie, které se projeví ochlazením reakčního systému.

Pomůcky

- kádinky 100 ml (pro každý vzorek)
- USB teploměr Vernier Go!Temp

Chemikálie

kapaliny (ethanol, methanol, aceton, diethylether, glycerol, voda, toluen, ...) vytemperované na laboratorní teplotu.

Postup

K počítači připojte teplotní čidlo Vernier Go!Temp. Spusťte program Logger Lite. Program automaticky rozpozná připojené čidlo a sám přednastaví dobu měření na 180 s s frekvencí 2 Hz (bude měřit 2× za sekundu). Tyto hodnoty nám vyhovují, nebudeme je tedy měnit.

Před měřením vyslovte hypotézu o velikosti teplotního poklesu u jednotlivých kapalin (jejich pořadí) a pokuste se zdůvodnit svoji hypotézu na základě tabelárních dat.

Pro každý vzorek dodržujte tento postup:

- Do kádinky nalijte 50 cm³ vzorku a ponořte do něj teplotní čidlo
- Počkejte na ustálení teploty, pak teplotní čidlo vyjměte a spusťte měření zeleným tlačítkem „Sběr dat“
- Po skončení měření (ukončí se samo po 180 s) odečtěte naměřený rozdíl, tj. pokles teploty. Ten si pro daný vzorek zaznamenejte do tabulky.

Sestavte tabulku, ve které uvedete k jednotlivým kapalinám hodnoty teplotního poklesu při odpařování a dalších, dle vašeho názoru souvisejících hodnot jiných veličin (z chemických tabulek). Zkoumejte závislost poklesu teploty při odpařování na jednotlivých tabelovaných veličinách.

látka	t.v. (°C)	Povrchové napětí (.10 ⁻³ N/m)
Diethyléter	34,5	16,4
Aceton	56,3	23,3
Ethylacetát	77,1	28,0
Ethanol	78,3	22,55
Toluen	110,6	28,4

Acidobazické titrace s termometrickou indikací bodu ekvivalence

Úkol

Sledovat změny teploty při neutralizaci kyseliny zásadou a stanovit koncentraci neznámého roztoku kyseliny pomocí termometrické indikace bodu ekvivalence při titraci hydroxidem sodným.

Pomůcky:

- kalorimetr (např. termoska nebo plastový kelímek nápoje, případně dvě kádinky vsunuté v sobě (např. kádinky 150 cm³ a 100 cm³) nebo kádinka s izolací)
- magnetické laboratorní míchadlo nebo alespoň skleněná tyčinka na míchání
- odměrný válec, byreta 50 cm³, pipeta 10 cm³
- USB teploměr Vernier Go!Temp

Chemikálie

hydroxid sodný ($c = 1 \text{ mol.dm}^{-3}$), kyselina chlorovodíková ($c = 1 \text{ mol.dm}^{-3}$), kyselina octová ($c = 1 \text{ mol.dm}^{-3}$), destilovaná voda

Postup

- Do kádinky na laboratorním míchadle odpipetujte 10 cm³ roztoku kyseliny a doplňte destilovanou vodou tak, aby mohlo být teplotní čidlo dostatečně ponořené v roztoku. Do kapaliny vnořte čidlo a uveďte do chodu míchání. Ke stojanu upevněte byretu naplněnou roztokem NaOH o výše uvedené koncentraci.
- K měření budete používat teplotní čidlo Vernier Go!Temp, pomocí USB konektoru připojte k počítači.
- Na počítači spusťte program Logger Lite. V programu Logger Lite zvolte Experiment Sběr dat a změňte mód „časová základna“ na „události se vstupy“. Nazvěte událost „objem činidla“, zkráceně „V“, jednotky „ml“ a klikněte na „Hotovo“.
- Klikněte na oblast grafu pravým tlačítkem myši a vyberte „Nastavení grafu“. V záložce „Graf options“ zrušte volbu „Connect points“ a zvolte „Point protectors“. V záložce „Axes options“ zvolte u osy X hodnoty „vlevo“ 0 a „vpravo“ napište číslo 20 (20 ml titračního činidla přidávaných po 1 ml). Potvrďte kliknutím na „Hotovo“.
- Spusťte měření kliknutím za zelené tlačítko „Sběr dat“.
- Po přidání prvního mililitru titračního činidla, nechte ustálit teplotu roztoku (asi 10 sekund) a poté klikněte na modré kolečko „Zachovat“. V grafu se objeví bod značící naměřenou teplotu po přidání 1 ml činidla.
- Stejně postupujte při přidávání dalšího množství titračního činidla. Po skončení měření určete bod ekvivalence (obrat v křivce grafického záznamu).

Vysvětlení

Principem acidobazických titrací je sledování změn určité fyzikální veličiny (teploty, pH, vodivosti apod.) titrovaného roztoku v závislosti na objemu přidávaného titračního činidla. Grafickým znázorněním této závislosti je titrační křivka, jejíž inflexní bod (bod obratu) je bodem ekvivalence, tj. bodem, určujícím rovnost látkového množství titrované látky látkovému množství titračního činidla. Platí tedy:

$$n_k = n_z$$

pro kyseliny a zásady stejné sytnosti

$$c_k V_k = c_z V_z$$

kde n_x jsou látková množství, c_x molární koncentrace a V_x objem kyseliny nebo zásady.

Poznámka:

Obměnou uvedeného experimentu může být např. zmenšení objemového intervalu titračního činidla (zadávat v ml/X, ne desetinným číslem) nebo v obráceném provedení titrace tj. titrovat neznámý roztok NaOH známým roztokem kyseliny apod.

Termometrické určení slučovacích poměrů metodou izomolárních sérií

Postup je ilustrací významné metody obecné chemie, užívané především při studiu vzniku komplexů. Poměr, v němž reagují dvě látky, určujeme sadou reakcí v různých molárních poměrech tak, aby celkový počet molů obou reagujících složek byl konstantní. Přitom měříme velikost určité změny, která provází reakci (fotometricky, polarimetricky, termometricky, dilatometricky aj.). V našem experimentu zvolíme termometrický přístup, tj. budeme sledovat změny teploty při smíchávání různých poměrů jednotlivých roztoků.

Pomůcky

- kádinka 100 ml
- počítač
- USB teploměr Vernier Go!Temp

Chemikálie

500 ml roztoku NaOH (1 mol/l), 250 ml roztoku HCl (1 mol/l), 250 ml roztoku CuSO₄ (1 mol/l)
Všechny roztoky vytemperované na laboratorní teplotu!

Postup

- K měření budete používat teplotní čidlo Vernier Go!Temp, pomocí USB konektoru připojte k počítači. Na počítači spusťte program Logger Lite.
- V programu Logger Lite zvolte Experiment Sběr dat a změňte mód „časová základna“ na „události se vstupy“. Nic neměňte a klikněte na „Hotovo“.
- Spusťte měření tlačítkem "Sběr dat".

A) Reakce kyseliny chlorovodíkové s hydroxidem sodným

- Nalijte 60 ml roztoku HCl do kádinky (100 ml), ponořte teplotní čidlo do roztoku a po 20s (ustálení teploty) klikněte na tlačítko "Zachovat" a do objevivšího okna vepište číslo měření "1".
- Do kádinky na 100 ml odpipetujte 10 ml roztoku HCl, ponořte do něho teplotní čidlo a přidejte za stálého míchání teplotním čidlem 50 ml roztoku NaOH.
- Po 20 s (ustálení teploty) klikněte na tlačítko "Zachovat" a do objevivšího okna vepište číslo měření "2".
- Měření opakujte pro následující objemy roztoků HCl (20, 30, 40, 50 ml) a NaOH (40, 30, 20, 10ml) - měření číslo 3 až 6.
- Posledním měřením (číslo 7) je teplota 60 ml roztoku NaOH.
- Ukončete měření tlačítkem "Stop".
- Z grafu $T = f(n)$ určete stechiometrický poměr pro reakci HCl - NaOH (při maximální hodnotě teploty) a rovnici reakce zapište.