

Chémia

Úlohy z testov

CH1-1

Spodná voda sa stane kyslou, keď sa v nej rozpustí atmosférický CO₂. Spodná voda prekvapkáva cez vápenc, s ktorým reaguje a pritom produkuje

- A) uhličitan vápenatý CaCO₃
- B) hydrogénuhličitan vápenatý Ca(HCO₃)₂
- C) oxid vápenatý CaO
- D) hydroxid vápenatý Ca(OH)₂

Riešenie

Najprv prebehne rozpustenie atmosférického oxidu uhličitého vo vode za vzniku slabej kyseliny



Vápenec CaCO₃ je potom narušovaný roztokom slabej kyseliny v podobe H⁺ + (HCO₃)⁻, pričom vzniká



Viac o Ca(HCO₃)₂ nájdeš v úlohe CH1-45.

Správna odpoveď: B.

CH1-2

Vodný roztok obsahujúci 1,0 · 10⁻⁸ mólu HCl na liter je

- A) kyslý
- B) zásaditý
- C) neutrálny
- D) silne zásaditý

Riešenie

Po pridaní kyseliny do vody je prirodzené očakávať, že roztok bude kyslý. Takéto triviálne riešenie však nie je úplne správne. Dôležité je totiž aj to, koľko kyseliny sme do vody pridali a o koľko sa vlastne pH zmení.

Zo vzťahu pre látkové množstvo, koncentráciu a objem, vypočítame koncentráciu HCl.

$$n(\text{HCl}) = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol}$$

$$V(\text{HCl}) = 1 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = ? \text{ mol/dm}^3$$

Aplikujeme vzorec: $n = c \cdot V$ resp. $c = n/V$

$$c(\text{HCl}) = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol} : 1 \text{ dm}^3 = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

Pridaním kyseliny teda v roztoku vznikne 1,0 · 10⁻⁸ mólov iónov H₃O⁺ na liter roztoku. Prirodzená koncentrácia iónov H₃O⁺ v neutrálnej vode je 1,0 · 10⁻⁷ mol/dm³ (preto má pH = 7), po pridaní kyseliny sa zvýši na 1,0 · 10⁻⁷ + 1,0 · 10⁻⁸ = 1,1 · 10⁻⁷ mol/dm³, teda iba o 10 %.

V ďalšom kroku do vzťahu pre pH dosadíme koncentráciu HCl a vypočítame pH roztoku ako

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$\text{pH} = -\log (1,1 \cdot 10^{-7}) = 6,96$$

Ako vidíme, pH roztoku sa prakticky nelíši od 7, roztok je neutrálny. Úloha bola teda chyták a mala preveriť, či si uvedomíte, že do vody sa pridalo zanedbateľné množstvo kyseliny.

Správna odpoveď: C.

CH1-3

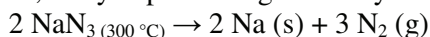
Aký plyn sa produkuje pri rozklade NaN₃ pri nafúknutí airbagu?

- A) NO
- B) O₂

- C) H₂
- D) N₂

Riešenie

Pri náraze auta do prekážky je do snímača airbagu vyslaný elektrický impulz, ktorý spustí reakciu rozkladu tuhého azidu sodného NaN₃ (zmes obsahuje aj KNO₃ a SiO₂). V prvom kroku vzniká plynný dusík, ktorý naplní airbag a kovový sodík, ktorý ďalej reaguje s ostatnými zložkami airbagu.



(zdroj: <http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/LabTutorials/Airbags/airbags.html>

a <http://sk.autolexicon.net/articles/airbag>)

Správna odpoveď: D.

CH1-4

Pri reakcii s vodou produkuje hydrazín (N₂H₄)

- A) neutrálny roztok.
- B) zásaditý roztok.
- C) kyslý roztok.
- D) amfotérny roztok.

Riešenie

Hydrazín je slabá dvojsýtna zásada s vlastnosťami podobnými amoniaku.

S vodou reaguje za vzniku hydroxylových aniónov : N₂H₄ + H₂O → [N₂H₅]⁺ + OH⁻, čím je spôsobený nadbytok iónov OH⁻ a roztok sa stáva zásaditým.

Správna odpoveď: B.

CH1-5

Plyn je uzavretý vo valcovej nádobe s piestom. Objem plynu je 2,00 litrov pri tlaku 398 torrov. Keď piest posunieme tak, že tlak stúpne na 5,15 atmosféry pri nezmenenej teplote, aký je približne objem plynu pri tomto novom tlaku?

- A) 0,20 l
- B) 0,40 l
- C) 1,00 l
- D) 20,00 l

Riešenie

$$V_1(\text{pôvodný objem plynu}) = 2 \text{ dm}^3$$

$$p_1(\text{pôvodný tlak plynu}) = 398 \text{ Torr} = 0,5237 \text{ atm} \quad (1 \text{ atm} = 760 \text{ torr})$$

$$T = \text{konšt.}, R = \text{konšt.}$$

$$p_2(\text{nový tlak plynu}) = 5,15 \text{ atm}$$

$$V_2(\text{nový objem plynu}) = ? \text{ dm}^3$$

$$\text{Použijeme vzorec } pV = nRT$$

Predpokladáme, že systém je uzavretý a počet molov plynu sa nezmení, takže zjednodušíme vzorec na tvar: $pV = \text{konšt.}$, potom

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$V_2 = p_1 V_1 / p_2 = (0,5237 \text{ atm} \cdot 2 \text{ dm}^3) / 5,15 \text{ atm} = 0,203 \text{ dm}^3$$

Správna odpoveď: A.

CH1-6

V ktorom mieste periodickej tabuľky nájdeme prvky s najväčšou atómovou hmotnosťou?

- A) V pravom spodnom rohu.
- B) V ľavom spodnom rohu.
- C) V pravom hornom rohu.
- D) V ľavom hornom rohu.

Riešenie

Atómová hmotnosť prvkov vzrastá v skupine zhora nadol a zároveň v perióde vzrastá zľava doprava. Prvky s najvyššou atómovou hmotnosťou nájdeme v pravom spodnom rohu PSP.
Správna odpoveď: A.

CH1-7

Na určenie pH vzorky riečnej vody sa použilo niekoľko indikátorov. Keď pridáme indikátor do vzorky, farba indikátora pridaného do vzorky vody je uvedená v tabuľke

Pridaný indikátor	Farba indikátora vo vzorke vody
Metyloranž	Žltá
Metylová červená	Žltá
Bromtymolová modrá	Modrá
Fenolftaleín	Bezfarebná

Tabuľka: rozsahy pH použitých indikátorov

Indikátor	Rozsah pH	Zmena farby
Metyloranž	3,1 – 4,4	Z červenej na žltú
Metylová červená	4,2 – 6,2	Z červenej na žltú
Bromtymolová modrá	6,0 – 7,6	Zo žltej na modrú
Fenolftaleín	8,3 – 9,6	Z bezfarebnej na červenú

Požitím rozsahov týchto indikátorov pH vieme určiť pH riečnej vody

- A) $3,1 < \text{pH} < 7,0$
- B) $4,4 < \text{pH} < 7,6$
- C) $6,0 < \text{pH} < 8,3$
- D) $7,6 < \text{pH} < 8,3$

Riešenie

Žlté sfarbenie indikátorov metyloranž a metylová červená indikuje pH roztoku vyššie ako 6,2. Zároveň fenolftaleín, ktorý nezmenil farbu roztoku na červenú (resp. fialovú) indikuje pH nižšie ako 8,3. Modré sfarbenie sa vzorky po pridaní bromtymolovej modrej poukazuje na pH vyššie ako 6,0, nakoľko k zmene farby indikátora zo žltej na modrú dochádza v rozmedzí 6,0 až 7,6. Stabilné modré sfarbenie indikátoru nastáva najneskôr pri pH 7,6. Môžeme teda predpokladať, že pH riečnej vody má pH v rozmedzí 7,6 až 8,3.

Správna odpoveď: D.

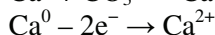
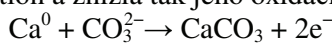
CH1-8

V chemickej reakcii sa vápnik (atómové číslo $A = 20$) zmení na ión vápnika a reaguje s uhličitanovým iónom. V tejto reakcii každý atóm vápnika

- A) uvoľní jeden elektrón.
- B) uvoľní dva elektróny.
- C) získa dva elektróny.
- D) zvýši atómové číslo o dva.

Riešenie

Predpokladajme reakciu pri ktorej vápnik ako elektronegatívnejší kov vytlačí ušľachtilejší kov z uhličitanovej soli. Vápnik ako člen skupiny II. A je schopný odštiepiť oba svoje elektróny na valenčnej vrstve a vytvoriť tak dvojmocný katión. Odštiepené dva elektróny sa naviažu na pôvodný (vytlačení) katión a znížia tak jeho oxidačné číslo.



Správna odpoveď: B.

CH1-9

X je biela pevná látka. Ak X zahrejeme, vznikne z nej biela tuhá látka Y a plyn Z. Plyn vzniknutý v reakcii je podobný ako plyn, ktorý vznikne horením uhlíka v prítomnosti kyslíka. Y je oxid. Z týchto informácií vyplýva, že

- A) X, Y a Z sú zlúčeniny.
- B) Iba X a plyn Z sú zlúčeniny.
- C) Y je prvok a plyn Z je zlúčenina.
- D) X a Y sú molekuly prvkov.

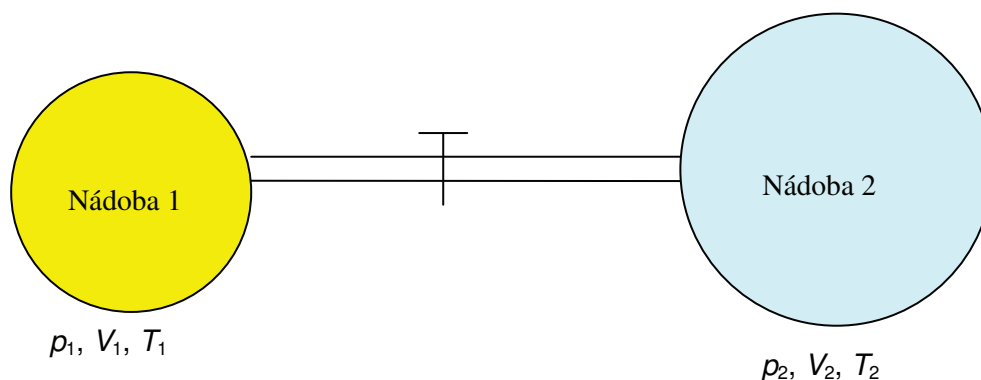
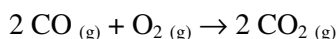
Riešenie

Ak tepelným rozkladom látky X vznikne látka Y, ktorá je oxid a plyn Z, tak látka X je zlúčenina. Potom možnosti: B, C a D nie sú správne. B nie je správne pretože Y je oxid a teda zlúčenina, čo odporuje výroku, že iba X a Z sú zlúčeniny. Možnosť C a D tvrdí, že Y je prvok ale v zadaní je uvedené, že Y je oxid a teda je zlúčenina.

Správna odpoveď: A.

CH1-10

Nech je prvá nádoba naplnená s plynným CO s tlakom 2 atm a druhá nádoba je naplnená s O₂ s tlakom 1 atm. Teplota $T_1 = T_2$ a $V_2 = 2,8V_1$. Ventil otvoríme a plynný CO z prvej nádoby a plynný O₂ z druhej nádoby sa navzájom zmiešajú a reagujú podľa nasledujúcej reakcie



Potom, ako reakcia kompletne prebehne, plyn v oboch nádobách pozostáva z

- A) CO, O₂, a CO₂
- B) CO a CO₂
- C) O₂ a CO₂
- D) iba CO₂

Riešenie

Vypočítame látkové množstvá plynov v oboch nádobách pred otvorením ventilu. Z ich pomerov podľa vyššie uvedenej rovnice zistíme, aké množstvo plynov sa spotrebuje reakciou po otvorení ventilu a prípadne z ktorého plynu ostanú v systéme nezreagované móly.

$$p_1 = p(\text{CO}) = 2 \text{ atm}, n_1 = n(\text{CO})$$

$$p_2 = p(\text{O}_2) = 1 \text{ atm}, n_2 = n(\text{O}_2)$$

$$2,8V_1 = V_2$$

$$T_1 = T_2$$

Stavovú rovnicu $pV = nRT$ upravíme na $n = pV/(RT)$, kde RT je konštanta rovnaká pre obe nádoby, a preto ju budeme považovať za rovnú 1. Na riešenie to nebude mať vplyv.

Potom $n_1 = p_1V_1$ a $n_2 = p_2V_2 = p_2 \cdot 2,8V_1$. Posledný výraz ďalej upravíme na

$$n_2 = p_2 \cdot 2,8(n_1/p_1)$$

$$n_2 = (1 \text{ atm} \cdot 2,8n_1)/2 \text{ atm}$$

$$n_2 = 1,4n_1$$

a nakoniec upravíme ako pomer stechiometrických koeficientov pri výpočte z rovníc

$$n_1/n_2 = 1/1,4$$

Pomer stechiometrických koeficientov z rovnice v zadaní je $n_1/n_2 = 2/1$. Pri reakcii sa teda spotrebuje na 2 móly CO jeden mól kyslíka. Pri porovnaní s výpočtom sme zistili, že v systéme je nadbytok n_2 , teda kyslíka, ktorý ostane po reakcii nespotrebovaný. V systéme tak po ukončení reakcie bude O_2 a CO_2 .

Správna odpoveď: C.

CH1-11

Roztok Lugol je špecifický prostriedok na fixáciu fytoplanktónu pri výskume v teréne. Je známe, že 200 ml Lugolu obsahuje 20 g KI, 10 g I_2 , 10 ml kyseliny octovej a 2,5 % formaldehydu. Na prípravu Lugolu sa používa bežný formalín, ktorý obsahuje 40 % formaldehydu. Preto na prípravu 200 ml Lugolu potrebujeme X formalínu. Róbert nesprávne pripravil 200 ml Lugolu tak, že predpokladal, že formalín je 100 % formaldehyd. Chybu napravil tak, že pridal ďalšie látky a pripravil celkovo 400 ml Lugolu. Najskôr pridal do nesprávne pripraveného Lugolu vodu, potom pridal 20 g KI, 10 g I_2 , 10ml kyseliny octovej a Y ml formalínu. Potom pridal ďalšiu vodu tak, aby získal presne 400 ml výsledného roztoku. Aké sú hodnoty X a Y?

- A) 5 a 10
- B) 12,5 a 12,5
- C) 12,5 a 20
- D) 12,5 a 25

Riešenie

X: Z objemového zlomku vypočítame spotrebu formalínu na prípravu 200 ml Lugolu.

$$V(\text{Lugol}) = 200 \text{ ml}$$

$$\varphi(\text{formaldehyd v Lugole}) = 2,5 \% = 0,025$$

$$V(\text{formaldehyd v Lugole}) = ?$$

$$V(\text{formalín}) = V(40 \% \text{ formaldehyd}) = X$$

$$\varphi = V(\text{formaldehyd v Lugole})/V(\text{Lugol})$$

$$0,025 = V(\text{formaldehyd v Lugole})/200\text{ml}$$

$$V(\text{formaldehyd v Lugole}) = 0,025 \cdot 200\text{ml} = 5 \text{ ml}$$

$$5 \text{ ml} \dots\dots\dots 100 \%$$

$$X \text{ ml} \dots\dots\dots 40 \%$$

$$X/5\text{ml} = 100/40$$

$$X = 5\text{ml} \cdot 100/40 = 12,5 \text{ ml}$$

$$\text{Alebo } V(40 \% \text{ formaldehyd}) = 5\text{ml}/0,4 = 12,5 \text{ ml}$$

Y: Róbert predpokladal, že formalín je 100 % formaldehyd, teda použil iba 40 % z potrebného množstva formalínu. Chybne použil 5 ml formalínu do prvých 200 ml, teda ešte musí pridať 12,5 ml – 5 ml = 7,5 ml formalínu a ďalších 12,5 ml ako ekvivalentné množstvo na prípravu druhých 200 ml roztoku. Spolu teda musí pridať $Y = 7,5 \text{ ml} + 12,5 \text{ ml} = 20 \text{ ml}$ formalínu (40 % formaldehydu).

Správna odpoveď: C.

CH1-12

Daniellov elektrochemický článok vznikne spojením medenej elektródy nachádzajúcej sa v 0,25 l roztoku CuSO_4 0,100 mol/l a zinkovej elektródy nachádzajúcej sa v 0,25 l ZnSO_4 0,100 mol/l cez membránu. Aká je koncentrácia Cu^{2+} (v mol/l) v anódovej časti článku potom, ako článok 12 minút dodával prúd 1,0 A? (Faradayova konštanta $F = 96\,485 \text{ Coulomb/mol}$)

- A) 0,085
- B) 0,115
- C) 0,130
- D) 0,145

Riešenie

Základom riešenia je vedieť, že roztoky CuSO_4 a ZnSO_4 sú prakticky úplne disociované. Ďalej využijeme vedomosť, že pri činnosti elektrochemického článku sa kovová (zinková) katóda rozpúšťa (za vzniku voľných elektrónov na katóde pri vzniku kladných iónov Zn^{2+} v roztoku) a kovová (medená) anóda sa zväčšuje (kladné ióny Cu^{2+} z roztoku pritom spotrebujú na svoju neutralizáciu elektróny, ktoré prichádzajú z katódy vonkajším obvodom napríklad žiarovkou). Aby sa roztoky v katódovej a anódovej oblasti elektricky nenabíjali, musia sa prebytočné záporné nekovové ióny SO_4^{2-} z anódovej oblasti dostať do katódovej oblasti. Obvykle na to slúži polopriepustná membrána, ktorá prepustí záporné nekovové ióny, ale neprepustí kladné kovové ióny. Dobré však posluži aj tzv. „solný mostík“.

V anódovej oblasti preto bude koncentrácia iónov Cu^{2+} v roztoku klesať za súčasného nárastu hmotnosti medenej elektródy. Tým môžeme ihneď vylúčiť možnosti B až D.

Správna odpoveď je teda A.

Môžeme však preveriť aj správnosť číselnej hodnoty výsledku. Najprv vypočítame, aký náboj článok preniesol: $Q = 1 \text{ A} \cdot 12 \text{ min} \cdot 60 \text{ s/min} = 720 \text{ C}$. Na to bol potrebný počet mólov elektrónov: $n_e = Q/F = 0,007\,462 \text{ mol}$. Ióny Cu^{2+} sú však dvojmocné. Počet mólov iónov medi, ktoré museli zreagovať, je preto: $n = n_e/2 = 0,007\,462 \text{ mol}/2 = 0,003\,731 \text{ mol}$. Objem roztokov v anódovej/katódovej oblasti bol iba $V = 0,25 \text{ l}$, preto zmena koncentrácie iónov Cu^{2+} pri chemickej reakcii bola: $dn = n/V = 0,003\,731 \text{ mol}/0,25 \text{ l} = 0,0149 \text{ mol/l}$.

Koncentrácia iónov Cu^{2+} v anódovom roztoku teda bude: $0,100 \text{ mol/l} - 0,001\,49 \text{ mol/l} = 0,085 \text{ mol/l}$.

Môžeme si tiež vypočítať, akú kapacitu (napríklad v ampérhodinách – Ah) má takto pripravený článok. Ak za 12 minút dodávania prúdu 1 A klesla koncentrácia roztoku o 0,015 mol/l, celý roztok CuSO_4 sa vyčerpá za $(0,1 \text{ mol/l})/(0,015 \text{ mol/l}) \cdot 12 \text{ min} = 80 \text{ min} = 1,3 \text{ hod}$. Kapacita článku je teda približne $1,3 \text{ Ah} = 1300 \text{ mAh}$. Predpokladom však je dostatočne masívna zinková katóda, aby sa nerozpustila skôr, než sa vyčerpá roztok CuSO_4 .

Správna odpoveď: A.

CH1-13

Ktorá zlúčenina vo vápenci a mramore je narúšaná kyslými dažďami?

- A) CaSO_4
- B) CaCO_3
- C) BaSO_4
- D) PbSO_4

Riešenie

Vápenec aj mramor sú zložené najmä z CaCO_3 . Kyslé dažde vznikajú z oxidov síry, dusíka a uhlíka. Tieto dopadajú na zem ako vodné roztoky ich príslušných kyselín, najmä ako kyselina sírová, dusičná a uhličitá. Kyselina sírová vo vodnom roztoku disociuje a voľné H^+ reagujú s CaCO_3 vo vápenci a mramore pričom vzniká CO_2 a sadra t. j. CaSO_4 , ktorá sa časom vymrví a nastáva tak erózia horniny.

$$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ + (\text{SO}_4)^{2-} \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2.$$

Správna odpoveď: B.

CH1-14

Ktoré z nasledujúcich tvrdení korektne opisuje vodu a D_2O ?

- A) Voda a D_2O majú pri rovnakom tlaku rovnakú teplotu varu.
- B) D_2O má o dva neutróny viac ako molekula vody.
- C) Voda ani D_2O nereagujú s alkalickými kovmi.
- D) ^1H aj ^2D sú alotropy.

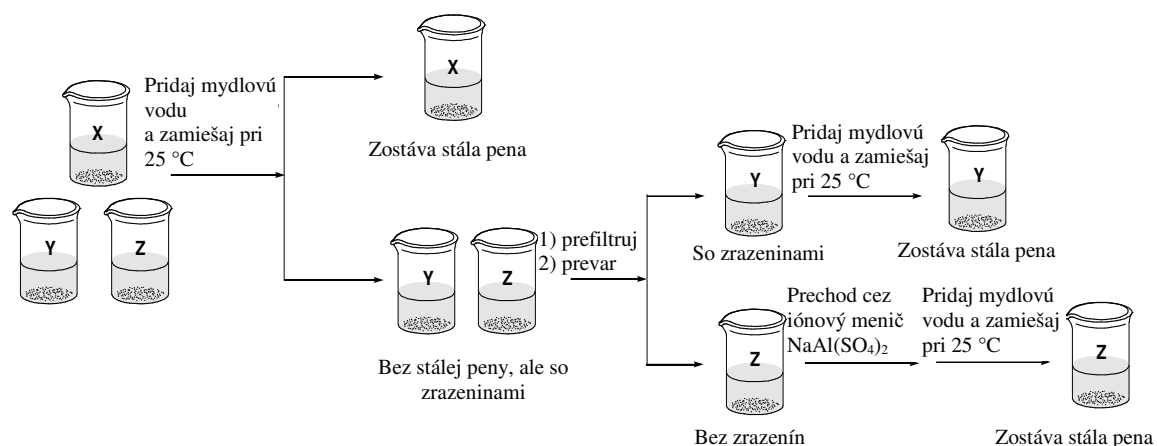
Riešenie

Voda a ťažká voda nemajú rovnakú teplotu varu a ani nie sú alotropy, teda odpovede A a D nie sú správne. Nesprávnu je aj odpoveď C, pretože voda reaguje s alkalickými kovmi a dokonca dosť búrlivo. Ťažký vodík alebo deutérium sa líši od bežného vodíka o 1 neutrón. Bežný vodík nemá žiadny neutrón a ťažký vodík má 1. Molekula ťažkej vody má potom o 2 neutróny viac ako molekula ľahkej vody.

Správna odpoveď: B.

CH1-15

Tri náhodne označené nádoby X, Y a Z obsahujú dočasne tvrdú vodu, destilovanú vodu a trvalo tvrdú vodu. Vykonáme na nich postupne analytické testy podľa obrázka. Ktoré je správne priradenie medzi označeniami nádob X, Y a Z a ich obsahom?



- A) Destilovaná voda, dočasne tvrdá voda, trvalo tvrdá voda.
- B) Trvalo tvrdá voda, destilovaná voda, dočasne tvrdá voda.
- C) Dočasne tvrdá voda, destilovaná voda, trvalo tvrdá voda.
- D) Destilovaná voda, trvalo tvrdá voda, dočasne tvrdá voda.

Riešenie

X – destilovaná voda, pretože po pridaní mydla ostáva stála pena, ide o vodu bez síranov alebo uhličitanov vápnika a horčíka, teda o mäkkú vodu.

Y – dočasne tvrdá voda, ktorej tvrdosť sa dá odstrániť varením. Pri varení sa vyzrážajú uhličitany, vzniká vodný kameň a voda po pridaní mydla bude vytvárať penu.

Z – trvale tvrdá voda, z ktorej sa sírany vápnika a horčička neodstránia varom, na ich elimináciu je nutné použiť iónový menič. Po jeho aplikácii a po následnom povarení sa voda stáva mäkkou a s mydlom bude vytvárať penu.

Správna odpoveď: A.

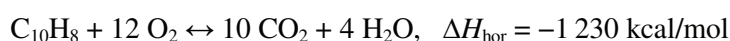
CH1-16

Teplota uvoľnená pri spaľovaní naftalénu ($C_{10}H_8$) je $-1\,230$ kcal/mol. Teplota potrebná pre vznik CO_2 (plyn) a H_2O (kvapalina) sú -94 kcal/mol a -68 kcal/mol. Aké je teplo potrebné pre vznik naftalénu?

- A) -926 kcal·mol⁻¹
- B) $+18$ kcal·mol⁻¹
- C) $+222$ kcal·mol⁻¹
- D) -1680 kcal·mol⁻¹

Riešenie:

Pre výpočet zostavíme stechiometricky vyrovnanú rovnicu horenia naftalénu.



Energia potrebná na priamu a spätnú reakciu je rovnako veľká, ale líši sa znamienkom.

Zatiaľ čo horenie naftalénu je exotermická reakcia a uvoľní sa pri nej teplo (preto je energia potrebná na horenie záporná), spätná reakcia vzniku naftalénu z CO_2 a H_2O je endotermickou reakciou a pre jej priebeh je nutné teplo dodať. Pri vzniku plynného CO_2 (z uhlíka a kyslíka) a kvapalnej H_2O (z vodíka a kyslíka) sa takisto energia uvoľňuje (je to horenie). Celková energia potrebná na vznik naftalénu z uhlíka, vodíka a kyslíka teda je:

$$\Delta H_{naf} = -\Delta H_{hor} + 4 H(H_2O) + 10 H(CO_2) = (1\,230 - 4 \cdot 68 - 10 \cdot 94) \text{ kcal/mol} = +18 \text{ kcal/mol}$$

Správna odpoveď: B.

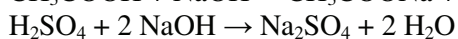
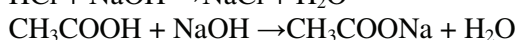
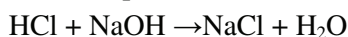
CH1-17

Tri roztoky s rovnakým objemom sú označené ako A: $0,05$ mol/l $HCl_{(aq)}$, B: $0,05$ mol/l $H_2SO_{4(aq)}$, and C: $0,05$ mol/l $CH_3COOH_{(aq)}$. Ktoré z nasledovných tvrdení je korektné?

- A) Hodnota pH $B > A > C$.
- B) Množstvo soli (v móloch) vzniknuté pri neutralizovaní roztokov pomocou roztokov NaOH rovnakej koncentrácie $B > A = C$.
- C) Množstvo NaOH (v ml) potrebné na neutralizáciu pri použití roztokov NaOH rovnakej koncentrácie $B > A = C$.
- D) Konečná hodnota pH po zneutralizovaní roztokov roztokom NaOH rovnakej koncentrácie $A < C < B$.

Riešenie

Kyseliny chlorovodíková a octová sú jednosýtné kyseliny v roztoku, teda poskytujú jeden H^+ , zatiaľ čo kyselina sírová odštiepuje dva vodíkové kationy. Preto pri rovnakých látkových koncentráciách bude pH kyseliny sírovej (B) vyššie ako pH zvyšných dvoch kyselín. pH závisí od koncentrácie H^+ resp. H_3O^+ v roztoku, teda roztoky s rovnakou koncentráciou jednosýtnych kyselín A a C budú mať rovnaké pH. Odpoveď A teda nie je správna. Odpoveď B obsahuje tvrdenie o móloch soli vzniknutých pri neutralizácii roztokov, pravdivosť tohto tvrdenia overíme zostavením rovníc neutralizácie všetkých troch kyselín.



Z nich vyplýva, že neutralizáciou vzniknú rovnaké látkové množstvá solí príslušných kyselín, a teda ani odpoveď B nie je správna.

Odpoveď D nie je správna, nakoľko pod zneutralizovaním roztoku myslíme dosiahnutie $\text{pH} = 7$, teda stav pri ktorom je v roztoku rovnaká rovnovážna koncentrácia H_3O^+ a OH^- . Správna je odpoveď C, overiť ju môžete aj výpočtom. Na neutralizáciu roztokov kyselín treba použiť objem NaOH, priamo úmerný koncentrácii H_3O^+ v roztokoch, ktoré ako vyplýva z látkových koncentrácií kyselín sú v pomere $B > A = C$.

Správna odpoveď: C.

CH1-18

Majme štyri kovy M, N, X a Y a ich ióny M^{2+} , N^{2+} , X^{2+} , and Y^{2+} . Reakčné vlastnosti kovov sú uvedené v tabuľke, pričom ak M nereaguje s N^{2+} , v tabuľke je uvedené –, ak reaguje, v tabuľke je uvedené +. Ktoré z nasledujúcich tvrdení je správne?

- A) Najsilnejší redukčný prvok je X.
- B) Poradie redukčných potenciálov je $X > N > Y > M$.
- C) X^{2+} oxiduje kovy M, N a Y.
- D) Kovy M, N a X redukujú Y^{2+} .

kov ión	M	N	X	Y
M^{2+}		+	–	+
N^{2+}	–		–	+
X^{2+}	+	+		+
Y^{2+}	–	–	–	

Riešenie

Prvok X nereaguje so žiadnym z uvedených kationov kovov a teda neznižuje ich oxidačné číslo a ani nezvyšuje svoje oxidačné číslo. Prvok X má teda najnižší redukčný potenciál. Nepôsobí teda ako redukčný prvok, z čoho vyplýva že odpovede A, B a D nie sú správne. Prvok X reakciou s kationmi iných kovov znižuje svoje oxidačné číslo, redukuje sa a pôsobí ako oxidovadlo.

Správna je odpoveď: C.

CH1-19

Ktorá z kombinácií prvkov s uvedenými protónovými číslami môže vytvoriť zlúčeninu XY_3 ?

- A) 2 a 6
- B) 5 a 15
- C) 3 a 18
- D) 13 a 17

Riešenie

Zo stechiometrie tohto vzorca môžeme predpokladať, že prvok Y bude mať oxidačné číslo -1 alebo -2 . V prípade oxidačného čísla -1 musí prvok ležať v VII. A skupine a prvok X by mal byť schopný tvoriť kationy s oxidačným číslom $3+$ a teda predpokladáme že by mal ležať v III. A skupine.

A: $Z = 2$ je hélium t. j. inertný prvok nebude reagovať s uhlíkom $Z = 6$.

B: $Z = 5$ má bór, $Z = 15$ patrí fosforu, ktorý sa bežne nevyskytuje ako jednomocný kation.

C: $Z = 3$ lítium, tvorí iba Li^+ kationy a teda nevyhovuje stechiometrickému vzorcu XY_3 .

Ostáva teda D, kde $Z = 13$ patrí hliníku a $Z = 17$ má chlór, spolu tvoria zlúčeninu AlCl_3 .

Správna odpoveď: D.

CH1-20

Vyberte, ktorá z nasledujúcich metód **nie je** vhodná na oddelenie a čistenie látok.

- A) Benzín sa separuje z ropy frakčnou destiláciou.
- B) Zmes rôznych zlúčenín môže byť oddelená chromatograficky.
- C) Chlorid sodný sa oddeľuje z morskej vody extrakciou.
- D) Jód obsiahnutý v piesku sa oddeľuje sublimáciou.

Riešenie

Frakčná destilácia je metóda založená na oddeľovaní látok zo zmesí na základe ich rozdielnej teploty varu. Používa sa na získavanie ropných produktov z ropy.

Chromatografia je fyzikálno-chemická oddeľovacia metóda. Jej podstatou je rozdeľovanie zložiek zmesi medzi dvoma fázami: nepohyblivou (stacionárnou) a pohyblivou (mobilnou). Oddeľovanie je dôsledkom rozdielnej afinity jednotlivých zložiek ku týmto dvom fázam. Stacionárna a mobilná fáza sa od seba odlišujú niektorou základnou fyzikálno-chemickou vlastnosťou, napr. polaritou.

Extrakcia je difúzna separačná metóda, pri ktorej sa z kvapalnej alebo tuhej zmesi oddelí požadovaná zložka rozpúšťaním v extrakčnom rozpúšťadle, ktoré sa s ostatnými zložkami pôvodnej zmesi nemieša alebo sa s nimi mieša len obmedzene.

Sublimácia je metóda založená na prchavých vlastnostiach látok (napr. jódu), ktorých únikom dochádza k zníženiu počtu látok zmesi a tak k ich oddeleniu.

Extrakcia z tuhých látok sa nazýva niekedy aj vylúhovanie. Výsledkom je vytvorenie dvoch fáz: extrakt a rafinát. Extrakt a rafinát sa oddeľujú na základe rôznych hustôt týchto fáz. To neplatí pre získavanie soli z morskej vody. Morská soľ sa získava odparovaním vody. Tvrdenie v odpovedi C je nepravdivé.

Zdroj: <http://sk.wikipedia.org/wiki>

Správna odpoveď: C.

CH1-21

Fenolftaleín (rozsah pH 8-10) je vhodný indikátor v nasledujúcom type titrácie.

- A) NH_4OH a HCl
- B) NH_4OH a HCOOH
- C) NH_4OH a CH_3COOH
- D) NaOH a CH_3COOH

Riešenie

Fenolftaleín indikuje stav ekvivalencie v rozsahu zásaditého pH 8–10, preto je vhodný na titrácie slabých kyselín so silnými zásadami. Pri titrácii slabej kyseliny, prídanie malého množstva zásady výrazne zvýši pH, čo sa odrazí na zmene sfarbenia indikátora. Z uvedených možností je použitie fenolftalínu vhodné pri titrácii slabej kyseliny octovej silnou zásadou t.j. hydroxidom sodným.

Správna odpoveď: D.

CH1-22

Odstránením dvoch vodíkových atómov z primárneho alkoholu vznikne

- A) Ketón
- B) Uhl'ovodík
- C) Aldehyd
- D) Éter

Riešenie

Primárne alkoholy R-C-OH majú jednu alkoholovú skupinu na poslednom resp. prvom uhlíku. (R je uhľovodíkový zvyšok). Preto z nich nemôžu vznikáť étery, ktoré majú všeobecný vzorec R-O-R. Ketóny vznikajú najmä zo sekundárnych alkoholov, kde sa hydroxylová skupina nachádza na druhom uhlíku. Dehydrogenáciou primárnych alkoholov vznikajú aldehydy ako napr. $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{O}$.

Správna odpoveď: C.

CH1-23

Ktorý z nasledujúcich prvkov môže vytvoriť oxid kyseliny XO_2 a aj zásaditú zlúčeninu s vodíkom H_2X ?

- A) Sodík
- B) Draslík
- C) Hliník
- D) Síra

Riešenie

Sodík, draslík a hliník sa bežne vyskytujú iba ako katióny a netvoria zásadité zlúčeniny s vodíkom. Jedine síra tvorí s kyslíkom zlúčeninu SO_2 a s vodíkom H_2S .

Správna odpoveď: D.

CH1-24

Tuhé látky môžu byť kryštalické alebo nekryštalické. Hlavný rozdiel medzi nimi je, že kryštál na rozdiel od nekryštálu

- A) Má nižšiu hustotu.
- B) Má nepravidelné usporiadanie atómov.
- C) Vykazuje dvojlom.
- D) Má úplne pravidelnú atómovú alebo molekulárnu štruktúru.

Riešenie

Kryštály sú tvorené pravidelným usporiadaním atómov alebo molekúl danej látky, ktoré sú medzi sebou viazané napr. Van der Waalsovými, kovovými, kovalentnými alebo iónovými väzbami.

Správna odpoveď: D.

CH1-25

Ak zmiešame ocot so sódou na pečenie, uvoľňuje sa plyn

- A) Kyslík
- B) Dusík
- C) Oxid uhličitý
- D) Vodík

Riešenie

Prebieha reakcia $CH_3COOH(aq) + NaHCO_3(s) \rightarrow CH_3COONa + H_2O(l) + CO_2(g)$. Pri reakcii sa uvoľňuje oxid uhličitý v podobe bubliniek.

Správna odpoveď: C.

CH1-26

Ako sa nazýva rovnica $pV = nRT$?

- A) Zákon parciálnych tlakov
- B) Rovnica ideálneho plynu
- C) Kvadratická rovnica
- D) Raoultov zákon

Riešenie

Stavová rovnica $pV = NkT$ je jednou zo základných rovníc termodynamiky a opisuje vzťahy medzi stavovými veličinami. Stavová rovnica odvodená pre ideálny plyn sa zapisuje v tvare $pV = nRT$.

Správna odpoveď: B.

CH1-27

Máte 0,5 molárny roztok fosfátu sodíka a potrebujete pripraviť 50 milimolárny roztok fosfátu sodíka. Koľko vody treba pridať do 100 ml pôvodného 0,5 molárneho roztoku, aby vznikol 50 milimolárny roztok?

- A) 90 ml
- B) 450 ml
- C) 100 ml
- D) 900 ml

Riešenie

Do roztoku fosfátu sodíka musíme primiešať vodu, ktorá neobsahuje žiadne molekuly fosfátu sodíka, a tak je v nej ich koncentrácia nulová. Aplikujeme zmiešavaciu rovnicu.

$$c_1 = 0,5 \text{ mol/l} = 0,5 \text{ mol/dm}^3$$

$$V_1 = 100 \text{ ml} = 0,1 \text{ dm}^3$$

$$c_2(\text{H}_2\text{O}) = 0 \text{ mol/dm}^3$$

$$c_3 = 50 \text{ mmol/l} = 0,05 \text{ mol/dm}^3$$

$$c_1 V_1 + c_2 V_2 = c_3 (V_1 + V_2)$$

$$(0,5 \text{ mol/dm}^3) \cdot (0,1 \text{ dm}^3) + 0 \cdot V_2 = (0,05 \text{ mol/dm}^3) \cdot (0,1 \text{ dm}^3 + V_2)$$

$$0,05 \text{ mol} = 0,005 \text{ mol} + 0,05 \text{ mol/dm}^3 \cdot V_2$$

$$V_2 = [(0,05 - 0,005)/0,05] \text{ dm}^3 = 0,9 \text{ dm}^3 = 900 \text{ ml}$$

Správna odpoveď: D.

CH1-28

Čistá voda má molárnu koncentráciu približne

- A) 0,55 molárnu
- B) 5,5 molárnu
- C) 55 molárnu
- D) 550 molárnu

Riešenie

Molárna koncentrácia vyjadruje počet mólov látky v 1 litri resp. 1 dm³ roztoku. Pre výpočet treba upraviť nasledujúce vzorce tak, aby bolo možné dosadiť známe fyzikálne hodnoty vody, ako je hustota a molekulová hmotnosť.

$$c(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ mol/dm}^3$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ g/dm}^3$$

$$n = cV, \text{ t. j. } c = n/V, \text{ odkiaľ } c = (m/M)/V = m/(MV), \text{ odkiaľ } c = (\rho V)/(MV) = \rho/M$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = (1000 \text{ g/dm}^3)/(18 \text{ g/mol}) = 55,55 \text{ mol/dm}^3$$

Správna odpoveď: C.

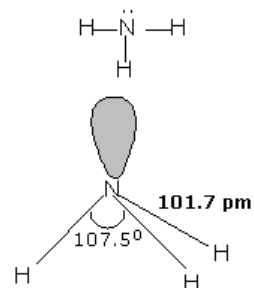
CH1-29

Štruktúra molekuly amoniaku (NH₃) sa dá opísať ako

- A) Lineárna
- B) Tetrahedrálna
- C) Pyramídálna
- D) Rovinná trojuholníková

Riešenie

Ako tetrahedrálne označujeme tvar so štyrmi úplne symetricky usporiadanými vrcholmi (ako má napríklad metán CH₄). Molekula amoniaku má tvar



Obr. Štruktúra amoniaku (<http://www.tutorvista.com/topic/tetrahedral-angle>)

trigonálnej pyramídy, kde atóm dusíka leží vo vnútri pyramídy a tri atómy vodíka vytvárajú trojuholníkovú podstavu. Štvrtý vrchol virtuálnej pyramídy zaplňa voľný elektrónový pár dusíka. Keďže molekula NH_3 nemá tetrahedrálnu symetriu ale má menej symetrický tvar pyramídy s trojuholníkovou podstavou, nazývame jej tvar pyramídálnym. Molekula amoniaku by mala tvar tetrahedra (t. j. medzi väzbami hlavného dusíkového atómu s uhlíkmi by bol 109° uhol) v prípade, že by vystupovala ako amónny kation NH_4^+ .

Správna odpoveď: C

CH1-30

Usporiadajte nasledujúce atómy podľa rastúcej elektrónovej afinity: kyslík, bór a fluór.

- A) Bór, kyslík, fluór
- B) Kyslík, bór, fluór
- C) Fluór, bór, kyslík
- D) Fluór, kyslík, bór

Riešenie

Elektrónová afinita je nazývaná aj nultou ionizačnou energiou. Vyjadruje energiu, ktorá sa uvoľňuje pri prijímaní elektrónu atómom. Inak povedané popisuje schopnosť atómu vytvoriť zo seba anión prijatím elektrónu. Najvyššiu elektrónovú afinitu majú F, Cl, Br, I. Elektrónová afinita stúpa v PSP v rámci periódy zľava doprava.

Správna odpoveď: A.

CH1-31

Namerali sme pH vodného roztoku $\text{pH} = 4$. Znamená to, že roztok je

- A) Kyslý a rovnovážna koncentrácia H^+ je 10^4 mol/dm^3 .
- B) Zásaditý a rovnovážna koncentrácia H^+ je 10^{-4} mol/dm^3 .
- C) Kyslý a rovnovážna koncentrácia OH^- je $10^{-10} \text{ mol/dm}^3$.
- D) Zásaditý a rovnovážna koncentrácia OH^- je $10^{-10} \text{ mol/dm}^3$.

Riešenie

$\text{pH} = 4$ majú kyslé roztoky. pH je funkcia definovaná ako záporný dekadický logaritmus rovnovážnej koncentrácie oxóniových kationov resp. vodíkových kationov vo vodnom roztoku. Z tejto hodnoty pomocou odlogaritmovania vypočítame pôvodnú rovnovážnu koncentráciu H^+ v roztoku.

$$\text{pH} = -\log c[\text{H}_3\text{O}^+], 4 = -\log 10^4 = \log 10^{-4}$$

Z vyššie uvedeného výpočtu vyplýva, že koncentrácia H^+ v roztoku je 10^{-4} mol/dm^3 .

V čistej vode je $\text{pH} = 7$, koncentrácia H^+ a OH^- v roztoku je teda rovnaká 10^{-7} mol/dm^3 .

Vieme, že $\text{pH} + \text{pOH} = 7 + 7 = 14$, $\text{pOH} = -\log c[\text{OH}^-]$.

Ak je $\text{pH} = 4$, potom $\text{pOH} = 14 - 4 = 10$ a $10 = -\log c[\text{OH}^-] = -\log 10^{10} = \log 10^{-10}$.

Výpočtom sme zistili, že roztok je kyslý a rovnovážna koncentrácia OH^- je $10^{-10} \text{ mol/dm}^3$.

Správna odpoveď: C.

CH1-32

Vyberte *nesprávne* tvrdenie o molekulách etanolu.

- A) Sú nepolárne zlúčeniny.
- B) Rozpúšťajú sa vo vode a v benzíne.
- C) Nevedú elektrický prúd.
- D) Vznikajú kvasením cukru.

Riešenie

Nesprávnym tvrdením je odpoveď A, pretože vieme, že etanol je dobre rozpustný vo vode (miešateľný s vodou), vedie elektrický prúd a v prírode vzniká kvasením cukru. Molekuly etanolu sú polárne resp. hydrofilné zlúčeniny rozpustné vo vode.

Správna odpoveď: A.

CH1-33

Relatívna atómová hmotnosť v periodickej sústave prvkov vzrastá:

- A) Zdola nahor
- B) V skupine zhora nadol a v perióde zľava doprava
- C) Sprava doľava
- D) V skupine zľava doprava a v perióde zhora nadol

Riešenie

Relatívna atómová hmotnosť (A_r) je definovaná ako podiel pokojovej hmotnosti atómu prvku a atómovej hmotnostnej konštanty. Pre jeden atóm približne zodpovedá počtu nukleónov v jadre. Z usporiadania prvkov v PSP vyčítame, že A_r stúpa v perióde zľava doprava a v skupine zhora nadol. Súčtom A_r každého prvku v molekule vypočítame relatívnu molekulovú hmotnosť označovanú ako M_r .

Správna odpoveď: B.

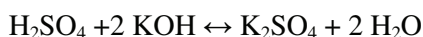
CH1-34

Uveďte koľko ml roztoku H_2SO_4 s koncentráciou $0,04 \text{ mol/dm}^3$ treba na neutralizáciu 20 ml roztoku KOH s koncentráciou $0,1 \text{ mol/dm}^3$?

- A) 20 ml
- B) 250 ml
- C) 2 ml
- D) 25 ml

Riešenie

Zo stechiometricky vyrovnanej rovnice neutralizácie vypočítame pomer látkového množstva kyseliny sírovej a látkového množstva KOH a použijeme ho na výpočet objemu kyseliny potrebnej na neutralizáciu KOH.



$$c(H_2SO_4) = 0,04 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(H_2SO_4) = ? \text{ dm}^3$$

$$c(KOH) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(KOH) = 20 \text{ ml} = 0,02 \text{ dm}^3$$

$$n(H_2SO_4)/n(KOH) = 1/2$$

$$2 \cdot n(H_2SO_4) = 1 \cdot n(KOH)$$

$$2 \cdot c(H_2SO_4) \cdot V(H_2SO_4) = c(KOH) \cdot V(KOH)$$

$$V(H_2SO_4) = c(KOH) \cdot V(KOH) / (2 \cdot c(H_2SO_4))$$

$$V(H_2SO_4) = (0,1 \cdot 0,02 / (2 \cdot 0,04)) \text{ dm}^3 = 0,025 \text{ dm}^3 = 25 \text{ ml}$$

Na neutralizáciu 20 ml roztoku KOH je treba 25 ml kyseliny sírovej.

Správna odpoveď: D.

CH1-35

Ktorá z nižšie napísaných reakcií neprebehne?

- A) $Au (s) + HCl (aq) \rightarrow$
- B) $Mg(s) + CuCl_2 (aq) \rightarrow$

- C) $\text{Zn (s)} + \text{CuCl}_2 \text{ (aq)} \rightarrow$
D) $\text{Ca (s)} + \text{HCl (aq)} \rightarrow$

Riešenie

Z Beketovho radu napätia kovov možno vyčítať, ktoré prvky sú silnejšie redukovadlá (sami sa oxidujú), a teda vytláčajú prvky s nižším redoxným potenciálom zo zlúčenín. Ušľachtilé prvky sú vytláčané menej ušľachtilými resp. neušľachtilými. Medzi ušľachtilé prvky radíme prvky v rade napravo od vodíka, tieto sú vytláčané prvkami, ktoré sú od nich naľavo. Zlato patrí medzi ušľachtilé prvky, a teda nebude vytláčať vodík z HCl. Reakcia zlata s HCl neprebehne.

Správna odpoveď: A.

CH1-36

Biogénne prvky sú prvky, ktoré sa vyskytujú v tele každého človeka. Vyberte správnu skupinu chemických prvkov, ktoré sa nachádzajú v ľudskom tele.

- A) H, C, O, N, As
B) Ca, Fe, K, Mg, Pb
C) H, Na, K, Rb, Cs
D) H, O, N, C, Ca, Fe, K

Riešenie

Biogénne prvky sú prvky z ktorých sa skladá ľudské telo, sú to C, O, H, N. Ďalšími prvkami vyskytujúcimi sa v tele človeka najmä vo forme kationov sú Ca, Fe a K. V ľudskom tele sa prirodzene nevyskytuje As, Cs, Pb ani Rb, ktoré sú pre človeka jedovaté.

Správna odpoveď: D.

CH1-37

Usporiadajte nasledujúce prvky podľa vzrastajúcej elektronegativity:

- A) kyslík, dusík, uhlík, sodík
B) sodík, kyslík, dusík, uhlík
C) sodík, uhlík, dusík, kyslík
D) uhlík, dusík, kyslík, sodík

Riešenie

Elektronegativita je schopnosť atómov pútať elektróny na valenčnej vrstve. Jej sila vzrastá v perióde zľava doprava a v skupine zdola nahor. Prvky s najvyššou elektronegativitou nájdeme v pravom hornom rohu PSP.

Správna odpoveď: C.

CH1-38

Spálili sme 30 g uhlíka. Koľko litrov kyslíka O_2 (za normálnych podmienok) sme pritom spotrebovali? Molárna hmotnosť atómu uhlíka je 12 g/mol, molárna hmotnosť atómu kyslíka je 16 g/mol, 1 mól plynu zaberá za normálnych podmienok 22,4 l.

- A) 9 litrov
B) 12 litrov
C) 28 litrov
D) 56 litrov

Riešenie

Z rovnice horenia uhlíka (predpokladáme že ide o dokonalé horenie) vypočítame látkové množstvo molekúl kyslíka vstupujúcich do reakcie. Trojčlenkou alebo jednoduchým prenasobením počtu mólov

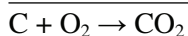
kyslíka objemom, ktorý za normálnych podmienok zaberá 1 mól plynu, vypočítame objem spotrebovaného kyslíka.

$$m(\text{C}) = 30 \text{ g}$$

$$M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

$$V(\text{O}_2) = ?$$



$$n(\text{C})/n(\text{O}_2) = 1/1, n(\text{C}) = n(\text{O}_2)$$

$$m(\text{C})/M(\text{C}) = n(\text{O}_2)$$

$$n(\text{O}_2) = 30\text{g}/(12\text{g/mol}) = 2,5 \text{ mol}$$

$$V(\text{O}_2) = n \cdot 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} = 2,5 \cdot 22,4 \text{ dm}^3 = 56 \text{ dm}^3$$

Spotrebovali sme 56 litrov kyslíka.

Správna odpoveď: D.

CH1-39

Na zneutralizovanie roztoku vzniknutého rozpustením 10 g oxidu vápenatého vo vode potrebujete

A) 15 g HCl

B) 20 g HCl

C) 13 g HCl

D) 7,5 g HCl

$$M(\text{Ca}) = 40 \text{ g/mol}, M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}, M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}, M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$$

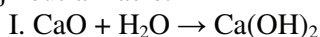
Riešenie

$$m(\text{CaO}) = 10 \text{ g}$$

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$$

Zostavíme stechiometricky vyrovnané rovnice rozpúšťania oxidu vápenatého vo vode a jeho následnej neutralizácie.



Z rovníc I. a II. pomocou pomeru látkových množstiev vypočítame predpokladanú spotrebu HCl potrebnú na neutralizáciu vzniknutého roztoku.

$$\text{Z rovnice I. vyplýva } n(\text{CaO}) = n[\text{Ca(OH)}_2],$$

$$\text{z rovnice II. odvodíme vzťah } n[\text{Ca(OH)}_2]/n(\text{HCl}) = 1/2.$$

Keďže predpokladáme, že reakcie prebehnú do úplnej premeny reaktantov na produkty, môžeme upraviť vyššie odvodené rovnice do tvaru: $n(\text{CaO})/n(\text{HCl}) = 1/2$.

Z rovnice vyjadríme $m(\text{HCl})$ a dosadíme známe údaje

$$2 \cdot n(\text{CaO}) = 1 \cdot n(\text{HCl})$$

$$2 \cdot m(\text{CaO})/M(\text{CaO}) = m(\text{HCl})/M(\text{HCl})$$

$$m(\text{HCl}) = 2 \cdot m(\text{CaO}) \cdot M(\text{HCl})/M(\text{CaO})$$

$$m(\text{HCl}) = (2 \cdot 10 \cdot 36,5/56) \text{ g} = 13,04 \text{ g}$$

Správna odpoveď: C.

CH1-40

Pri destilácii ropy v destilačných kolónach vznikajú ropné produkty podľa vzrastajúcej teploty ich varu v tomto poradí

A) asfalt, petrolej, benzín, LPG

B) LPG, petrolej, benzín, asfalt

C) petrolej, benzín, asfalt, LPG

D) LPG, benzín, petrolej, asfalt

Riešenie

LPG je pohonná látka obsahujúca tlakom skvapalnené ľahké uhľovodíky (najmä propán a bután). Najnižšiu teplotu varu majú z uvedených látok plynné uhľovodíky s C_{1-4} , nasledujú kvapalné uhľovodíky C_{6-15} . Teplota varu uhľovodíkov vzrastá spolu s dĺžkou ich uhlíkového reťazca t. j. s počtom uhlíkov. Ako zvyšok po destilácii ostáva v destilačných kolónach mazut, z ktorého sa vyrába asfalt a ťažké vykurovacie oleje.

Správna odpoveď: D.

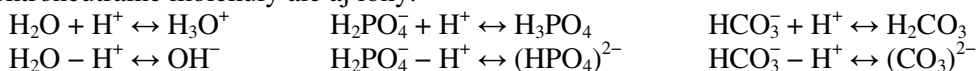
CH1-41

Vyberte spoločnú vlastnosť zlúčenín $H_2PO_4^-$, H_2O , HCO_3^- podľa Bronstedtovej teórie:

- A) Sú silné kyseliny
- B) Sú amfolity
- C) Vo vode nedisociujú
- D) Sú silné zásady

Riešenie

Voda ani hydrogén uhličitanový ión nie sú silné kyseliny ani silné zásady, čo vylučuje odpovede A a D. Uvedené zlúčeniny vo vode disociujú (vylučuje to odpoveď C). Ostáva teda odpoveď B. Amfolity sú podľa Bronstedtovej teórie látky schopné odovzdávať a zároveň tiež viazať protón. Môžu to byť preto elektroneutrálne molekuly ale aj ióny.



Správna odpoveď: B.

CH1-42

Slabé kyseliny

- A) Sú vo vode úplne disociované.
- B) Sa vo vode vôbec nedisociujú.
- C) Majú disociačnú konštantu $k(HA) > 10^{-4}$.
- D) Ich disociačná konštantka je menšia ako 10^{-4} .

Riešenie

Mierou sily kyseliny je schopnosť odovzdávať protón. Slabé kyseliny vo vode podliehajú iba čiastočnej disociácii, t. j. len malé množstvo (menej ako 10^{-4}) ich molekúl disociuje t. j. odovzdá protón. Disociačná konštantka kyseliny $k(HA)$ závisí od teploty. Čím vyššiu hodnotu disociačnej konštanty kyselina má, tým je silnejšia a tým má väčšiu schopnosť odštiepovať zo seba protóny, bude teda vo vode viac disociovaná. Silné kyseliny majú $k(HA) > 10^{-2}$, pre stredne silné kyseliny platí $10^{-2} < k(HA) < 10^{-4}$, slabé kyseliny majú $k(HA) < 10^{-4}$.

Správna odpoveď: D.

CH1-43

Aká je koncentrácia H_3O^+ v krvi človeka ak $pH(krv) = 7,37$?

- A) $7,37 \text{ mol/dm}^3$
- B) $10^{-7,37} \text{ mol/dm}^3$
- C) $-7,37 \text{ mol/dm}^3$
- D) $10^{7,37} \text{ mol/dm}^3$

Riešenie

pH je funkcia definovaná ako záporný dekadický logaritmus rovnovážnej koncentrácie oxóniových katiónov resp. vodíkových katiónov vo vodnom roztoku. Z tejto hodnoty pomocou odlogaritmovania vypočítame pôvodnú rovnovážnu koncentráciu H^+ v roztoku.

$$\text{pH} = -\log c[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$7,37 = -\log 10^{7,37} = \log 10^{-7,37}$$

Z vyššie uvedeného výpočtu vyplýva, že koncentrácia H_3O^+ v roztoku je $10^{-7,37}$ mol/dm³.

Správna odpoveď: B.

CH1-44

Určte aký tepelný efekt má nasledujúca chemická reakcia, ak v nej úplne zreaguje 0,25 mólu uhlíka, $M(\text{C}) = 16$: $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393,5 \text{ kJ/mol}$

- A) Spotrebuje sa 98,4 kJ tepla.
- B) Spotrebuje sa 393,5 kJ tepla.
- C) Uvoľní sa 98,4 kJ tepla.
- D) Uvoľní sa 393,5 kJ tepla.

Riešenie

Vyššie uvedená rovnica popisuje reakciu v ktorej zhorí 1 mól uhlíka, pričom je vyprodukované teplo 393,5 kJ. Ak v reakcii zreaguje 0,25 mólu uhlíka, množstvo reakciou uvoľneného tepla sa priamoúmerne zníži.

$$\Delta H(1 \text{ mol}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H(0,25 \text{ mol}) = ? \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H(0,25 \text{ mol}) = -393,5 \cdot 0,25 \text{ kJ/mol} = -98,375 \text{ kJ/mol}$$

Správna odpoveď: C.

CH1-45

Koľko gramov kyslíka obsahuje 90 g vody?

Poznáme mólové hmotnosti: $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$.

- A) 80 g
- B) 85 g
- C) 5 g
- D) 50 g

Riešenie

Úlohu vyriešime dvoma spôsobmi.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = (1 + 1 + 16) \text{ g/mol} = 18 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 90 \text{ g}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{O}) = ? \text{ g}$$

1. Pomocou látkových množstiev

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{O})$$

$$m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{O})/M(\text{O})$$

$$m(\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = (9 \cdot 16/18) \text{ g} = 80 \text{ g}$$

2. Priamou úmernosťou

$$90 \text{ g H}_2\text{O} \dots\dots\dots 18 \text{ g/mol}$$

$$\uparrow x \text{ g O} \dots\dots\dots 16 \text{ g/mol} \uparrow$$

$$x/90 \text{ g} = 16/18$$

$$x = (16 \cdot 90/18) = 80 \text{ g}$$

Správna odpoveď: A.

CH1-46

Ktorá z nižšie uvedených zlúčenín najvyššou mierou prispieva k vzniku tzv. prechodnej tvrdosti vody, ktorú je možno odstrániť varením ?

- A) Na_2CO_3
- B) K_2CO_3
- C) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- D) CaSO_4

Riešenie

Prechodnú tvrdosť vody zapríčiňuje najmä hydrogén uhličitan vápenatý a horečnatý. Varením sa hydrogén uhličitan rozkladá na uhličitan a oxid uhličitý, pričom uhličitan sa usádza na nádobu ako vodný kameň.



Správna odpoveď: C.

CH1-47

Alternatívne palivo LPG je tvorené najmä

- A) Vodíkom
- B) Metánom
- C) Metánom a etánom
- D) Propánom a butánom

Riešenie

LPG je hlavne zmesou uhľovodíkových plynov propánu a butánu.

Správna odpoveď: D.

Chémia

Teoretické úlohy

CH2-1

Vyberte, ktoré z uvedených látok možno použiť na prípravu kyslých a ktoré na prípravu zásaditých roztokov: KCl, CH₃COOH, CH₃COONa, NH₄NO₃, SO₂, Na, Na₂CO₃, CaCO₃, BaSO₄, KOH, Na₃PO₄, AlCl₃, HBr, NH₄OH.

Riešenie

Látky spôsobujúce kyslosť roztokov sú látky schopné zo seba vo vode odštiepovať ióny H⁺ alebo naväzovať ióny OH⁻ z vody, čím narúšajú rovnovážnu koncentráciu oboch iónov vo vodnom prostredí. Naopak, látky spôsobujúce zásaditosť vodných roztokov sa disociujú na ióny, pričom niektoré z takto vzniknutých iónov sú buď priamo OH⁻ alebo silné zásady viažuce H⁺ z roztoku, čím spôsobujú prebytok iónov OH⁻, a teda zásaditosť vodného roztoku.

Kyslé: CH₃COOH, SO₂, HBr, NH₄NO₃

Zásadité: CH₃COONa, KOH, Na, Na₃PO₄, NH₄OH, Na₂CO₃

CH2-2

Vysvetlite, prečo mydlo niekedy pení a niekedy nie. Aká chemická zlúčenina spôsobuje túto vlastnosť vody?

Riešenie

Mydlo vo vode pení v prípade, ak je voda bez síranov alebo uhličitanov vápnika a horčíka, teda mäkká.

Dočasne tvrdá voda, ktorej tvrdosť sa dá odstrániť varením, najprv s mydlom vytvára málo alebo vôbec žiadnu penu. Pri varení sa vyzrážajú uhličitaný (voda sa varením zmäkčí), vzniká vodný kameň a voda po pridaní mydla bude vytvárať bohatú penu.

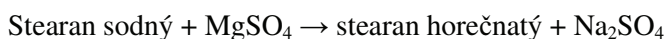
Prechodná tvrdosť vody je spôsobená najčastejšie s Ca(HCO₃)₂.

Prechodnú tvrdosť vody zapríčiňuje najmä hydrogén uhličitan vápenatý a horečnatý. Varením sa hydrogén uhličitan rozkladá na uhličitan a oxid uhličitý, pričom uhličitan sa usádza na nádobu ako vodný kameň.



Trvalo tvrdá voda obsahuje najmä sírany vápnika a horčíka, ktoré sa nedajú odstrániť varom. V takejto vode mydlo nepení dokonca ani po prevarení. Na elimináciu nežiaducich iónov je nutné použiť iónomenič. Po jeho aplikácii sa stáva voda mäkkou a s mydlom bude vytvárať čistú a bohatú penu.

Čo sa deje s mydlom keď sa kúpeme v tvrdej vode? Prebieha reakcia iónov horčíka a vápnika s mydlom (stearan sodný) vnikajú sodíkové ióny a stearan vápnika, či horčíka, ktoré pri umývaní sa vytvoria zrazeniny nečistôt (znečistená pena).



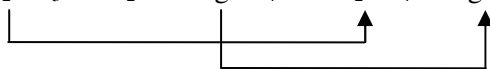
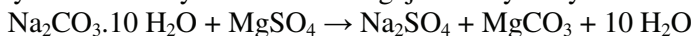
Vzniknutý síran sodný je nerozpustná tuhá látka, ktorá bude tvoriť biely zákal vo vode. Stearan horečnatý nemá rovnaké vlastnosti ako stearan sodný, nevytvára penu porovnateľnej kvality a teda nemá rovnaké mycie účinky ako mydlo (stearan sodný).

CH2-3

Prečo používame zmäkčovače vody? Na akom princípe fungujú zmäkčovače vody?

Riešenie

Zmäkčovače vody používame napr. k úprave pitnej vody, tiež aby sme podporili mycie schopnosti detergentov, alebo zabránili usadzovaniu vodného kameňa, či zabránili znehodnocovaniu domácich spotrebičov. Vodu môžeme zmäkčovať fyzikálnymi alebo chemickými spôsobmi. Chemické spôsoby zmäkčovania vody fungujú na základe chemickej výmeny iónov, pomocou tzv. iónomeničov. Tie vymieňajú kationy vápnika a horčíka za kationy sodíka, ktoré spolu s uhličitanovým alebo prípadne síranovým aniónom vytvoria soli nereagujúce s mydlovými zložkami umývacích a pracích prostriedkov.



Vzniknutý síran sodný nie je rozpustný vo vode a teda nebude reagovať s mydlovým roztokom. Odstránením síranov vápnika a horčíka sa voda stáva tzv. mäkkou. Voda po použití iónomeničov bude peniť. Iónomeničmi v tomto prípade sú napr. sóda na pranie (hydrát uhličitanu sodného) alebo zeolit (kremičitan hlinito-sodný).

CH2-4

Odobratá vzorka pôdy má pH = 2,5. Aké množstvo zásady (v móloch) treba na neutralizáciu 1 dm³ pôdy?

Riešenie

Ak pH odobratej vzorky je 2,5, znamená to, že

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,5$$

$$2,5 = -\log 10^{2,5} = \log 10^{-2,5}$$

Koncentrácia H_3O^+ je teda $10^{-2,5}$ mol/dm³. Ďalšie riešenie môžeme urobiť buď jednoduchou úvahou alebo výpočtom.

Úvaha: Neutralizácia je reakcia, pri ktorej reagujú hydroxylové anióny s vodíkovými kationmi za vzniku vody. Musia však zreagovať také množstvá, aby nevznikol nadbytok ani jedného iónu. Na neutralizáciu daného objemu vzorky potrebujeme rovnaký objem zásady s koncentráciou $10^{-2,5}$ mol/dm³ alebo polovičný objem zásady s dvojnásobne vyššou koncentráciou zásady.

Riešenie si môžete overiť aj výpočtom, ak si zoberiete objem roztoku vzorky 1 dm³ a vypočítate látkové množstvo (napríklad hydroxidu sodného) potrebné na jeho neutralizáciu.

CH2-5

Nakreslite kolobeh vody v prírode a vysvetlite, ako vznikajú kyslé dažde. Aké zlúčeniny obsahuje kyslý dážď a ako pôsobí na svet okolo vás (rastliny, živočíchy, budovy, atď.)?

Riešenie

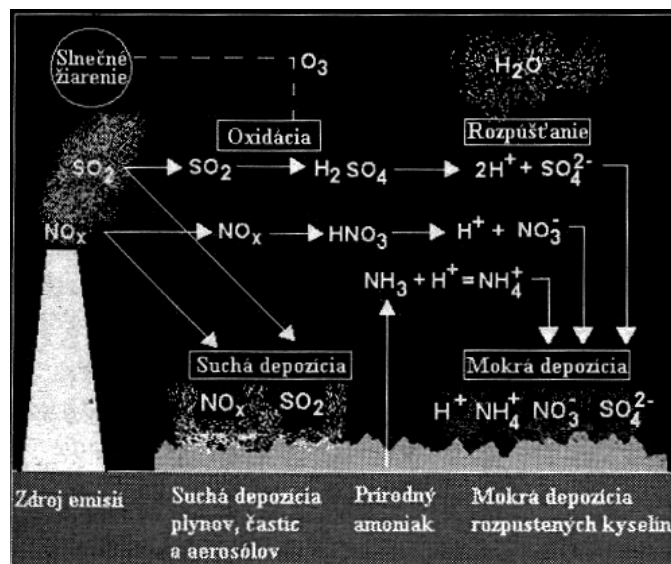


Kolobeh vody v prírode

Zdroj: http://www.zborovna.sk/kniznica.php?action=show_version&id=6514&hit=65493

Kyslé dažde ohrozujú všetky formy života na Zemi

Dôsledky: „Kyslé dažde sa často objavujú aj vo veľkej vzdialenosti (20–100 km) od zdrojov znečistenia. Oxidy síry, dusíka a uhlíka sú vypúšťané do ovzdušia, kde reagujú so vzdušnou vlhkosťou (vodou) a následne padajú na Zem v podobe kyslých dažďov.“



Tvorba kyslých dažďov

Zdroj: <http://www.fpv.umb.sk/~vzdchem/KEGA/TUR/ZP03.htm>

- **rastlinstvo, lesy** citlivé sú najmä ihličnaté. Zdravé ihličnaté stromy strácajú svoje ihličie po 6–8 rokoch, choré už po 2–3 rokoch. Na poškodenom ihličnatom strome zostáva len najmladšie ihličie.
- **baktérie, červy, hmyz a iné živočíchy** spracúvajú v zdravej pôde rastlinné zvyšky. Takto sa pôda obohacuje o látky, ktoré sú životne dôležité pre rastlinstvo. Ak je však pôda kyslým dažďom prekyslená, živočíchy v nej nedokážu žiť. Odumreté rastlinné zvyšky zostávajú ležať na zemi a nevytvárajú sa žiadne živiny pre živočíchy. Potravinový reťazec sa pretrhne.
- **podzemné a povrchové vody**; zakyslená voda má nielen zhubný vplyv na vodné živočíchy, ale aj na vodné rastliny. V týchto podmienkach postupne vymiera fytoplanktón, znížením jeho množstva sa dostáva svetlo hlbšie do vody. Preto je aj voda postihnutých jazier až neprirodzene priehľadná – čistá.

Dnes napríklad len vo Švédsku zo 100 000 jazier je 20 000 mŕtvych – bez života.

V Novom Škótsku oficiálne registrujú 9 kyslých riek, z ktorých úplne vymizli kedysi bežne rozšírené lososy.

V severozápadnej časti USA a Kanady asi 8 % všetkých jazier je kyslých. Najkyslejší dážď, ktorý bol vôbec zaznamenaný, mal pH 1,5 (desaťkrát kyslejší než ocot) a spadol pri búrke roku 1980 vo Wheelingu v USA.

Nie všetky lokality reagujú na kyslý dážď rovnako. Mnoho závisí od chemického zloženia pôdy a vody. Niektoré miesta znesú veľké dávky kyslého dažďa bez výraznej zmeny celkového pH prostredia, ide o lokality s alkalicou pôdou.

Kyslé dažde poškodzujú budovy, umelecké a kultúrne pamiatky.

Kyslé aerosóly škodlivo pôsobia aj na človeka. Dostávajú sa do dýchacích ciest, dráždia sliznice a tak uľahčujú vstup infekciám do pľúc.

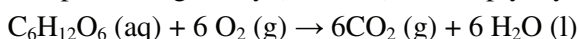
Čo majú teda za následok kyslé dažde?

- zvýšenú chorobnosť ľudí (choroby dýchacích ciest)
- znižovanie pôdnej úrodnosti
- poškodenie lesného porastu (hrdzavenie ihličnanov)
- vytváranie smogu nad väčšími mestami.“

Zdroj: <http://www.gep.szm.com/01%20zncistenie%20ovzdušia/zncistenie%20ovzdušia.html>

CH2-6

Pri spaľovaní glukózy (C₆H₁₂O₆) vzniká plynný (g) oxid uhličitý. Príslušná reakcia je



Konštanty

Entalpia potrebná na vytvorenie glukózy: ΔH^0 glukózy (aq)	= -1273 kJ·mol ⁻¹
ΔH^0 CO ₂ (g)	= -393,5 kJ·mol ⁻¹
ΔH^0 H ₂ O (g)	= -271,8 kJ·mol ⁻¹
ΔH^0 H ₂ O (l)	= -285,8 kJ·mol ⁻¹
ΔH^0 O ₂ (g)	= 0 kJ·mol ⁻¹

Univerzálna plynová konštanta $R = 0,0821 \text{ liter}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Objem jedného mólu plynu pri 25 °C, 1 atm = 24,5 litrov.

1. Vypočítajte energiu, ktorá sa vytvorí, keď zoxiduje 1 mól glukózy.

$$[\Delta H^0_{\text{reakcie}} = \Delta H^0_{\text{produktov}} - \Delta H^0_{\text{reaktantov}}]$$

Riešenie

$$\Delta H^0_{\text{reakcie}} = [6 \cdot (-393,5) + 6 \cdot (-285,8) - (-1273)] \text{ kJ/mol} = -2802,8 \text{ kJ/mol}$$

2. Vypočítajte objem vzduchu (25 °C, 1 atm) potrebného na oxidáciu 10,0 g glukózy. Objemový obsah kyslíka O₂ vo vzduchu je 21,0 %.

Riešenie

Z reakcie oxidácie glukózy si určíme pomer látkových množstiev glukózy a kyslíka. Vypočítame látkové množstvo čistého 100 % kyslíka potrebného na zoxidovanie 10 g glukózy.

$$n(\text{glukóza})/n(\text{O}_2) = 1/6$$

$$n(\text{O}_2) = 6 \cdot n(\text{glukóza})$$

$$n(\text{O}_2) = 6 \cdot m(\text{glukóza})/M(\text{glukóza})$$

$$n(\text{O}_2) = 6 \cdot 10 \text{ g} / (180 \text{ g/mol}) = 0,333 \text{ mol}$$

Zo stavovej rovnice ideálneho plynu si odvodíme vzťah pre vypočítanie objemu plynného kyslíka. V našom prípade pôjde o objem čistého kyslíka pri 25 °C (= 298,15 K) a tlaku 1 atm.

$$pV = nRT, \text{ odkiaľ } V = nRT/p$$

$$V(\text{A}) = (0,333 \text{ mol} \cdot 0,0821 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}) / 1 \text{ atm} = 8,15 \text{ dm}^3$$

Druhý spôsob výpočtu bez použitia rovnice ideálneho plynu. – Vieme, že 1 mol plynu pri 25 °C a tlaku 1 atm má objem 24,5 litra. Potom 0,333 mólu plynu bude mať objem $24,5 \cdot 0,333 = 8,15$ litra.

Pri reakcii reaguje vzdušný kyslík, ktorého objemový obsah vo vzduchu je 21 %. V predošlej časti sme vypočítali, aký objem 100 % kyslíka potrebujeme. Teraz vypočítame, koľko vzduchu resp. 21 % kyslíka je potrebné na priebeh reakcie. Zo vzťahu na výpočet objemového zlomku si vyjadríme a vypočítame premennú V , čo je objem vzduchu obsahujúci 21 % kyslíka.

$$\varphi = V(\text{A})/V$$

$$V = V(\text{A})/\varphi$$

$$V = 8,15 \text{ dm}^3 / 0,21 = 38,81 \text{ dm}^3$$

Na oxidáciu 10g glukózy potrebujeme 38,81 litra vzduchu.

3. Vypočítajte objem čistého plynného oxidu uhličitého pri teplote 37 °C a tlaku 1 atm, ktorý vznikne spálením 10,0 g glukózy. ($pV = nRT$)

Riešenie

Z reakcie oxidácie glukózy si určíme pomer látkových množstiev glukózy a oxidu uhličitého. Vypočítame látkové množstvo čistého oxidu uhličitého vzniknutého oxidáciou 10g glukózy.

$$n(\text{glukóza})/n(\text{CO}_2) = 1/6$$

$$n(\text{CO}_2) = 6 \cdot n(\text{glukóza})$$

$$n(\text{CO}_2) = 6 \cdot m(\text{glukóza})/M(\text{glukóza})$$

$$n(\text{CO}_2) = 6 \cdot 10 \text{ g} / (180 \text{ g/mol}) = 0,333 \text{ mol}$$

Zo stavovej rovnice ideálneho plynu si odvodíme vzťah pre vypočítanie objemu plynného CO₂. V tomto prípade pôjde o objem CO₂ pri 37 °C a tlaku 1 atm.

$$T = 37 \text{ °C} = 310,15 \text{ K}$$

$$pV = nRT, \text{ odkiaľ } V = nRT/p$$

$$V(\text{CO}_2) = (0,333 \text{ mol} \cdot 0,0821 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 310,15 \text{ K}) / 1 \text{ atm} = 8,48 \text{ dm}^3$$

Oxidáciou 10g glukózy vznikne 8,48 litra oxidu uhličitého.

CH2-7

10 mililitrov zásaditého roztoku $X(OH)_2$ sme titrovali roztokom HCl s molárnou koncentráciou $0,100 \text{ mol/dm}^3$. Ako indikátor pH sme použili brómtymolovú modrú.

Keď sme pridali 8,00 ml roztoku HCl, farba indikátora sa odrazu zmenila.

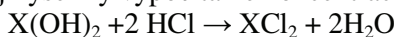
1. Vypočítajte molárnu koncentráciu (C_M) zásaditého roztoku $X(OH)_2$.

Riešenie

Titrovali sme zásaditý roztok pridávaním kyseliny. Indikátor brómtymolová modrá je pri zásaditých pH modrej farby. Zmena farby nastala približne pri $\text{pH} < 7,6$.

Predpokladajme, že zmena nastala v rovnovážnom bode, t. j. pri $\text{pH} = 7$.

Zostavíme rovnicu neutralizácie a z pomerov látkových množstiev zásaditého roztoku a spotrebovanej kyseliny vypočítame koncentráciu roztoku $X(OH)_2$.



$$c(\text{HCl}) = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{HCl}) = 8 \text{ ml} = 0,008 \text{ dm}^3$$

$$V(X(OH)_2) = 10 \text{ ml} = 0,010 \text{ dm}^3$$

$$n(X(OH)_2) = (1/2) \cdot n(\text{HCl})$$

$$c(X(OH)_2) \cdot V(X(OH)_2) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) / 2$$

$$c(X(OH)_2) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) / (2 \cdot V(X(OH)_2))$$

$$c(X(OH)_2) = (0,100 \cdot 0,008 / (2 \cdot 0,010)) \text{ mol/dm}^3 = 0,04 \text{ mol/dm}^3$$

2. Akú farbu má mať indikátor pri ukončení titrácie (farby bromtymolovej modrej sú: žltá pri $\text{pH} < 6$ a modrá pri $\text{pH} > 7,6$)?

Riešenie

Pri ukončení titrácie by malo natrvalo zmiznúť modré sfarbenie roztoku, čo indikuje pH menšie ako 7,6.

3. Určte periódu a skupinu kovového prvku X v periodickej tabuľke prvkov (PSP). Hmotnosť $X(OH)_2$ v 10,0 ml roztoku je 68,5mg.

Riešenie

Umiestnenie prvku X v PSP môžeme zistiť vypočítaním jeho relatívnej atómovej hmotnosti, ktorá je charakteristická pre každý prvok PSP. Zároveň z faktu, že prvok sa zlučuje do hydroxidových zlúčenín, môžeme predpokladať, že pôjde o kovový prvok. Zo vzorca daného hydroxidu vidíme, že prvok sa vyskytuje v zlúčeninách ako dvojmocný kation, teda dosahuje oxidačné číslo $\text{II}+$ odovzdaním 2 elektrónov z valenčnej vrstvy. Tento prvok bude pravdepodobne ležať v druhej skupine PSP.

$$c(X(OH)_2) = 0,04 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(X(OH)_2) = 10 \text{ ml} = 0,01 \text{ dm}^3$$

$$m(X(OH)_2) = 0,0685 \text{ g} = 6,85 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$M(X(OH)_2) = ?$$

Upravíme vzťahy $n = cV$ a $n = m/M$ tak, aby sme vedeli vypočítať M .

$$cV = m/M, \text{ odkiaľ } M = m/(cV)$$

$$M(X(OH)_2) = m(X(OH)_2) / [c(X(OH)_2) \cdot V(X(OH)_2)] = [6,85 \cdot 10^{-2} / (0,04 \cdot 0,01)] \text{ g/mol} = 171,25 \text{ g/mol}$$

Mólovú hmotnosť prvku určíme odčítaním mólových hmotností príslušného počtu kyslíkov a vodíkov zastúpených v tomto hydroxide od vypočítanej molekulovej hmotnosti zlúčeniny $X(OH)_2$.

$$M(X) = M(X(OH)_2) - 2 \cdot M(O) - 2 \cdot M(H) = 171,25 \text{ g/mol} - 2 \cdot 16 \text{ g/mol} - 2 \cdot 1 \text{ g/mol} = 137,25 \text{ g/mol}$$

Vieme, že číselná hodnota relatívnej atómovej hmotnosti prvku uvádzanej v PSP sa rovná číselnej hodnote mólovej hmotnosti prvku, ktorú sme vypočítali.

Podľa PSP zistíme, že prvok s relatívnou atómovou hmotnosťou blízkou hodnote 137,25 leží v 2. skupine a 6. perióde.

4. Ktorý prvok je X?

Riešenie

Hľadaný prvok je bárium.

CH2-8

Hydroxid sodný je jednou z najčastejšie používaných chemických zlúčenín. Má široké využitie ako v chemickom, potravinárskom tak aj v drevárskom priemysle. Pomocou nasledujúcich chemikálií nasimulujte prípravu roztoku NaOH.

Chemikálie:

Na_2CO_3 (s), hmotnosť 1 g

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (s), hmotnosť 1,1 g

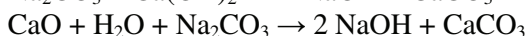
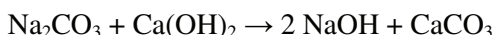
CaO (s), hmotnosť 1,8 g

HCl ($0,1 \text{ mol/dm}^3$), objem 100 ml

destilovaná voda, fenolftaleín, metyloranž

1. Napíšte úplné a stechiometricky vyrovnané rovnice všetkých možných reakcií na výrobu NaOH z vyššie uvedených zlúčenín.

Riešenie



2. Pomenujte produkty vašich reakcií.

Riešenie

Vyššie uvedenými reakciami vznikne hydroxid sodný a uhličitan vápenatý.

3. Vypočítajte, aké teoretické množstvo NaOH pripravíte vašimi chemickými reakciami.

Riešenie

Sú dané hmotnosti jednotlivých chemikálií vstupujúcich do reakcií. Reakciami vznikne látkové množstvo hydroxidu sodného ekvivaletné k nižšiemu látkovému množstvu z látkových množstiev reaktantov.

Zo vzťahu $n = m/M$ vypočítame látkové množstvá reaktantov.

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)/M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1 \text{ g} / (106 \text{ g/mol}) = 0,009 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = m(\text{Ca}(\text{OH})_2)/M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1,1 \text{ g} / (74 \text{ g/mol}) = 0,0148 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaO}) = m(\text{CaO})/M(\text{CaO}) = 1,8 \text{ g} / (56 \text{ g/mol}) = 0,032 \text{ mol}$$

Z vyššie vypočítaných látkových množstiev vyplýva, že maximálne možné množstvo vyrobeného hydroxidu sodného určuje dostupné množstvo reaktantu Na_2CO_3 . Potom hmotnosť vyrobeného hydroxidu vypočítame z nasledovných vzťahov

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3)/n(\text{NaOH}) = 1/2$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (1/2) \cdot n(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) / (2 M(\text{NaOH}))$$

$$m(\text{NaOH}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 2 \cdot M(\text{NaOH}) = (0,009 \cdot 2 \cdot 40) \text{ g} = 0,72 \text{ g}$$

Výpočet je totožný pre obe rovnice. V oboch prípadoch vyrobíme 0,72 g NaOH.

4. Ako by ste oddelili od seba vzniknuté produkty?

Riešenie

Uhličitan vápenatý je vo vode nerozpustná zlúčenina. Z roztoku ju môžeme oddeliť filtrovaním a následným vysušením filtrátu ju získame v pevnom skupenstve v podobe bieleho prášku. Hydroxid sodný ostane rozpustený vo vodnom roztoku. Z roztoku ho môžeme získať odparovaním a následnou kryštalizáciou zvyšku po odparovaní.

V oboch prípadoch predpokladáme, že v roztoku nie sú iné látky okrem uhličitanu vápenatého a hydroxidu sodného. V opačnom prípade budú extrahované látky znečistené nezreagovanými zvyškami reaktantov alebo ich prímiesí.

5. Na neutralizáciu vami vyrobeného roztoku NaOH sa použilo 16 cm^3 roztoku HCl s koncentráciou $c = 0,1 \text{ mol/dm}^3$. Vypočítajte, aké množstvo NaOH sa nachádzalo v roztoku.

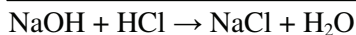
Riešenie

Zostavíme rovnicu neutralizácie a zistíme pomer látkového množstva titrovaného hydroxidu a použitej kyseliny HCl . Zo vzťahov na výpočet látkového množstva vyjadríme neznámu hmotnosť a dosadíme známe hodnoty jednotlivých veličín.

$$V(\text{HCl}) = 16 \text{ cm}^3 = 0,016 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$$



$$n = cV \text{ a } n = m/M, \text{ odkiaľ } cV = m/M$$

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{NaCl})$$

$$m(\text{NaOH})/M(\text{NaOH}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$$

$$m(\text{NaOH}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot M(\text{NaOH})$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,016 \text{ dm}^3 \cdot 40 \text{ g/mol} = 0,064 \text{ g}$$

6. Existuje rozdiel medzi teoreticky vypočítaným množstvom NaOH a množstvom určeným neutralizáciou? Ak áno, napíšte možné zdroje vzniku strát produktov.

Riešenie

Áno, rozdiel väčšinou existuje. Napríklad môže byť spôsobený nezreagovaním celého množstva reaktantov, čo má za následok vznik menšieho množstva produktov. Môže byť spôsobený nepresnou titráciou, pri ktorej určíme nesprávnu spotrebu titračného roztoku, a teda výpočtom sa dopracujeme k rozdielnemu výťažku produktov.

K ďalším stratám produktov môže dôjsť pri oddeľovaní produktov z roztokov, kryštalizácii, filtrácii a podobne.

CH2-9

Jednou z reakcií, ktorá umožňuje zachovať existenciu aeróbných organizmov vrátane človeka na Zemi, je fotosyntéza.

Relatívne atómové hmotnosti

$$M(\text{Na}) = 22,990 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}) = 12,011 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 15,999 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Ca}) = 40,080 \text{ g/mol}$$

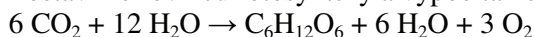
$$M(\text{H}) = 1,008 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cl}) = 35,453 \text{ g/mol}$$

1. Vypočítajte, aké množstvo (hmotnosť) cukrov $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ a kyslíku O_2 vznikne, ak zelené časti rastliny spracujú za rok 224 dm^3 oxidu uhličitého.

Riešenie

Zostavíme rovnicu fotosyntézy a vypočítame molekulové hmotnosti jednotlivých zlúčenín.



$$M(\text{CO}_2) = 44,009 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}_2) = 31,998 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,156 \text{ g/mol}$$

$$V(\text{CO}_2) = 224 \text{ dm}^3$$

Vieme, že 1 mol plynu má za normálnych podmienok $22,4 \text{ dm}^3$. Potom podľa priamej úmernosti vypočítame, že 224 dm^3 zodpovedá 10 mólam plynu, teda zelené časti našej rastliny spracujú za rok látkové množstvo 10 mol oxidu uhličitého.

Hmotnosť cukru

Z rovnice fotosyntézy si vyjadríme pomer látkových množstiev oxidu uhličitého a cukru ako pomer ich stechiometrických koeficientov z danej rovnice.

$$n(\text{CO}_2)/n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6/1$$

Úpravou vyššie spomenutého vzťahu dostaneme vzorec pre výpočet hmotnosti cukru a dosadíme známe hodnoty.

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)/6$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = (10 \text{ mol} \cdot 180,156 \text{ g/mol})/6 = 300,26 \text{ g}$$

Hmotnosť kyslíka

Vypočítame ju rovnakým postupom ako hmotnosť cukru. Teda: $n(\text{CO}_2)/n(\text{O}_2) = 6/3$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{O}_2)/2 = 319,98 \text{ g}/2 = 159,99 \text{ g}$$

2. Pomenujte cukor, ktorý vzniká ako produkt fotosyntézy.

Riešenie

Cukor vznikajúci v rovnici v časti 1 je glukóza.

CH2-10

1. Napíšte stechiometricky vyrovnanú rovnicu hasenia páleného vápna.

2. Koľko gramov vody treba na hasenie 500 g balenia páleného vápna CaO?

3. Koľko cm^3 roztoku HCl(0,5M) je potrebných na neutralizáciu produktov z úlohy 2?

Mólové hmotnosti prvkov:

$$M(\text{Ca}) = 40,06 \text{ g/mol}$$

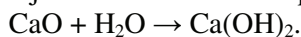
$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g/mol}$$

Riešenie

1. Pálené vápno je ľudový názov pre oxid vápenatý CaO. Jeho hasenie spočíva v reakcii s vodou, pri ktorej vzniká tzv. hasené vápno alebo chemická zlúčenina $\text{Ca}(\text{OH})_2$.



2. Hmotnosť vody potrebnej na výrobu hydroxidu vápenatého z oxidu vápenatého vypočítame z rovnice vyššie pomocou pomeru ich látkových množstiev a dosadením známych veličín do upraveného vzťahu. Vypočítame molekulové hmotnosti oboch zlúčenín.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaO}) = 56,06 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{CaO}) = n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Ca}(\text{OH})_2)$$

$$m(\text{CaO})/M(\text{CaO}) = m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O})$$

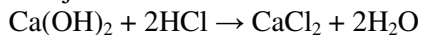
$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{CaO}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})/M(\text{CaO})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 160,54 \text{ g}$$

Hmotnosť vody potrebnej na výrobu hydroxidu vápenatého z 500 g oxidu vápenatého je 160,54g.

3. Jednoduchou úvahou určíme hmotnosť produktov vzniknutých pri hasení 500g páleného vápna. Keďže jediným produktom je hydroxid vápenatý, množstvo produktov zodpovedá súčtu hmotností reaktantov, teda $500 \text{ g} + 160,54 \text{ g} = 660,54 \text{ g}$. Výsledok si môžete overiť výpočtom.

Ďalej zostavíme rovnicu reakcie – neutralizácie týchto produktov kyselinou chlorovodíkovou.



Z reakcie vypočítame hmotnosť HCl podobným postupom ako sme počítali hmotnosť vody v úlohe 2. Vypočítame tiež molekulové hmotnosti oboch zlúčenín.

$$M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74,06 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,45 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{HCl})/n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 2/1$$

$$m(\text{HCl}) = 2 \cdot m(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot M(\text{HCl})/M(\text{Ca}(\text{OH})_2)$$

$$m(\text{HCl}) = 650,19 \text{ g}$$

Keďže HCl má byť použitá vo forme 0,5M roztoku, potrebujeme vedieť, koľko takého roztoku musíme použiť. Koncentrácia 0,5M znamená látkové množstvo HCl 0,5 mol v objeme 1 litra roztoku. Úpravou vzťahov $n = cV$ a $n = m/M$ dostaneme vzorec na výpočet objemu HCl.

$$m(\text{HCl}) = 650,19 \text{ g}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,45 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol/dm}^3$$

$$cV = m/M, \text{ odkiaľ } V = m/(cM)$$

$$V(\text{HCl}) = 650,19 \text{ g}/(0,5 \text{ mol/dm}^3 \cdot 36,45 \text{ g/mol}) = 35,68 \text{ dm}^3 = 35\,680 \text{ cm}^3.$$

Na neutralizáciu vzniknutých produktov je potrebné použiť $35\,680 \text{ cm}^3$ kyseliny chlorovodíkovej.

CH2-11

Do 700 g 15 % roztoku soli sme pridali ešte 40 g soli. Určte hmotnostný zlomok soli v takto pripravenom roztoku.

Riešenie

Zo zadania si vypočítame hmotnosť soli A rozpustenej v 700 g roztoku.

$$m(A)/m(\text{roztoku}) = w$$

$$m(A) = w \cdot m(\text{roztoku}) = 0,15 \cdot 700 \text{ g} = 105 \text{ g}$$

K pôvodnému množstvu pridáme 40 g soli, v 740 g roztoku budeme teda mať 145 g soli.

Hmotnostný zlomok takéhoto roztoku je

$$w = m(A)/m(\text{roztoku}) = 145 \text{ g}/740 \text{ g} = 0,196 = 19,6 \%$$

CH2-12

Uhl'ovodíky: Napíšte racionálny a sumárny vzorec plynnej zmesi používanej napríklad v plynových fľašiach v domácnostiach (na kúrenie, varenie a pod.)

Riešenie

V plynových fľašiach sa najčastejšie dodáva propán-bután. Ich racionálny a sumárny vzorec je pre propán $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ a C_3H_8 , pre bután $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$, C_4H_{10} .

CH2-13

Zostavte rovnice 3 rôznych spôsobov prípravy medi z CuSO_4 . Z ľubovoľnej rovnice vypočítajte, koľko gramov CuSO_4 potrebujeme na prípravu 5 g Cu.

Molárne hmotnosti prvkov:

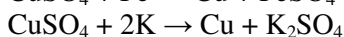
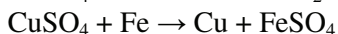
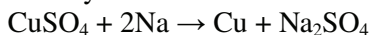
$$M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{S}) = 32,06 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

Riešenie

Na reakciu môžeme napríklad použiť kovy z Beketovho radu napätia kovov, ležiace naľavo od medi. Tieto kovy budú redukovať meď a vytláčať ju zo zlúčeniny.



Z údajov o molárnej hmotnosti prvkov si vypočítame molárnu hmotnosť CuSO_4 ako súčet molárnych hmotností prvkov, z ktorých sa CuSO_4 skladá. Potom z ľubovoľnej z práve uvedených rovníc vypočítame pomer látkových množstiev reagujúcej soli a vznikajúcej medi. Z tohto pomeru vypočítame potrebnú hmotnosť síranu meďnatého.

$$M(\text{CuSO}_4) = 159,61 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{CuSO}_4)/n(\text{Cu}) = 1/1$$

$$m(\text{CuSO}_4)/M(\text{CuSO}_4) = m(\text{Cu})/M(\text{Cu})$$

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{Cu}) \cdot M(\text{CuSO}_4)/M(\text{Cu})$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 5 \text{ g} \cdot 159,61/63,55 = 12,56 \text{ g}$$

Na prípravu 5 g medi potrebujeme 12,56 g síranu meďnatého.

CH2-14

Oxid uhličitý (CO_2) je súčasťou mnohých dôležitých biologických a enviromentálnych reakcií. CO_2 je využívaný aj pri fotosyntéze, pri ktorej vzniká glukóza ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) a $\text{O}_{2(\text{gas})}$. Energia potrebná na vyprodukovanie 1 mólu glukózy je asi 2 800 kJ. Existuje odhad, podľa ktorého sa na Zemi spotrebuje každý rok 370 g CO_2 na meter štvorcový pomocou fotosyntézy. Všetky atómy uhlíka sa pri fotosyntéze premenia na glukózu.

CO₂ je tiež produktom všetkých palív založených na uhlíku. Zvyšovanie jeho podielu v atmosfére má za následok prehľbovanie efektu globálneho otepľovania. Spotreba glukózy tiež ako výsledok produkuje CO_{2(gas)} a H_{2O(liquid)}. Teplo uvoľnené pri procese sa využíva s účinnosťou približne 70 %. CO₂ vznikajúci v tele človeka je vydychovaný, pričom vzduch vydychovaný človekom normálne obsahuje 30,0 mmHg podiel CO₂ pri 37 °C (SI jednotky: 1 atm = 760 mmHg, 1 mmHg = 133,3 Pa). Jednoduchý test na prítomnosť CO₂ v dychu človeka môže byť vykonaný vdýchnutím do vápencovej vody (nasýtený roztok Ca(OH)_{2(solid)}), ktorá sa sfarbí do mliečnej farby. Veľmi užitočná vlastnosť CO₂ je tiež to, že po vydýchnutí reaguje s dioxidom draselným (KO_{2(solid)}) a produkuje kyslík O_{2(gas)}, čo sa dá využiť v kyslíkových maskách.

1. Napíšte rovnicu chemickej reakcie pre fotosyntézu glukózy z CO₂ a H₂O.

Riešenie



2. Výkon slnečného žiarenia dopadajúceho na zem je 1,0 kJ na štvorcový meter za sekundu. Aký podiel tejto energie (vyjadrený v percentách) sa využíva na produkciu glukózy?

Riešenie

Spotreba CO₂ je 370 g na 1 m² pri fotosyntéze za 1 rok, pričom na premenu 1 mol glukózy je potrebná energia asi 2 800 kJ.

Vypočítame celkové množstvo slnečného žiarenia pripadajúceho na 1 m² za rok.

$$t = 1 \text{ rok} = 365 \text{ dní} = 365 \cdot 24 \text{ hod} = 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 31\,536\,000 \text{ s.}$$

$$W = 1,0 \text{ kJ/s/m}^2 \cdot t = 1,0 \text{ kJ/m}^2/\text{s} \cdot 31\,536\,000 \text{ s} = 31\,536\,000 \text{ kJ/m}^2$$

Ďalej vypočítame, aké látkové množstvo glukózy vznikne z 370g CO₂.

Z rovnice fotosyntézy vieme, že $n(\text{CO}_2)/n(\text{glukózy}) = 6/1$, potom $n(\text{glukózy}) = n(\text{CO}_2)/6$.

$$n(\text{glukózy}) = m(\text{CO}_2)/(6 \cdot M(\text{CO}_2)) = 370 \text{ g}/(6 \cdot 44 \text{ g/mol}) = 1,4 \text{ mol}$$

Ak na vznik 1 mol glukózy treba 2 800 kJ energie, potom na 1,4 mol potrebujeme

$$1 \text{ mol} \dots\dots\dots 2\,800 \text{ kJ}$$

$$1,4 \text{ mol} \dots\dots\dots x \text{ kJ}$$

$$x/2\,800 \text{ kJ} = 1,4/1$$

$$x = 1,4 \cdot 2\,800 \text{ kJ} = 3\,920 \text{ kJ}$$

Podiel (v percentách) energie využitej z dopadajúceho slnečného svetla na fotosyntézu vypočítame ako podiel energie využitej na fotosyntézu a celkovej energie dopadnutej na 1m².

$$(3\,920 \text{ kJ/m}^2)/(31\,536\,000 \text{ kJ/m}^2) \cdot 100 \% = 0,012 \%$$

3. Človek vážiaci 60 kg lezie na kopec s prevýšením 1 000 metrov. Predpokladajte, že na to spotrebuje energiu, ktorá je päťkrát väčšia, ako energia potrebná na zdvihnutie 60 kg závažia do výšky 1000 m. Aké množstvo (hmotnosť) glukózy pri tom spotrebuje, ak využíva len energiu pochádzajúcu z metabolizmu glukózy?

Riešenie

Uvedomte si informáciu v zadaní, že teplo uvoľnené pri procese sa využíva s účinnosťou približne 70 %.

Spotrebovanú energiu E vypočítame ako päťnásobok polohovej energie E_p telesa s hmotnosťou 60 kg zdvihnutého do výšky 1 000m.

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1\,000 \text{ m} = 600 \text{ kJ}$$

$$E = 5 \cdot 600 \text{ kJ} = 3\,000 \text{ kJ}$$

Vieme, že energia vzniknutá spaľovaním glukózy v ľudskom tele je využívaná iba so 70 % účinnosťou. Potom na výdaj 3000 kJ je potrebné, aby spaľením glukózy vzniklo $3000 \text{ kJ}/0,7 = 4286 \text{ kJ}$ energie.

Toto množstvo energie vynikne spaľením n mólov glukózy.

$$1 \text{ mol} \dots\dots\dots 2\,800 \text{ kJ}$$

$$n \text{ mol} \dots\dots\dots 4\,286 \text{ kJ}$$

$$n/1 = 4\,286 \text{ kJ}/2\,800 \text{ kJ}$$

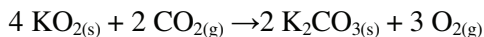
$$n = 1,53 \text{ mol}$$

Hmotnosť spotrebovanej glukózy vypočítame yo vzťahu $n = m/M$. Molekulovú hmotnosť glukózy vypočítame z údajov v periodickej tabuľke prvkov a pre náš účel postačí zaokrúhlenie na 180 g/mol.

$$m(\text{glukózy}) = nM = 1,53 \text{ mol} \cdot 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 275 \text{ g}$$

4. Napíšte rovnicu chemickej reakcie $\text{KO}_2(\text{solid})$ a $\text{CO}_2(\text{gas})$ na $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{solid})$ a $\text{O}_2(\text{gas})$.

Riešenie



5. Nájdite hmotnosť CO_2 v 1 litri vzduchu vydýchnutého ľudským telom.

Riešenie

V zadaní bolo uvedené, že vzduch vydychovaný človekom normálne obsahuje 30,0 mmHg podiel CO_2 pri 37 °C (SI jednotky: 1 atm = 760 mmHg, 1 mmHg = 133,3 Pa).

Na výpočet použijeme stavovú rovnicu ideálneho plynu.

Upravíme jednotky tlaku vydychovaného CO_2 a teploty.

$$p = 30 \text{ mmHg} = 3999 \text{ Pa} = 0,0395 \text{ atm}$$

$$T = 37^\circ\text{C} = (273,15 + 37) \text{ K} = 310,15 \text{ K}$$

$$R = 0,082057 \text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Použijeme stavovú rovnicu $pV = nRT$

$$pV = (m/M)RT, \text{ odkiaľ } m = pVM/(RT)$$

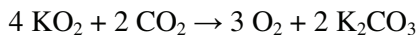
$$M(\text{CO}_2) = 12 \text{ g/mol} + 2 \cdot 16 \text{ g/mol} = 44 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CO}_2) = [(0,0395 \cdot 1 \cdot 44) / (0,082057 \cdot 310,15)] \text{ g} = 0,068 \text{ g}$$

Hmotnosť CO_2 v 1 litri vzduchu vydýchnutého ľudským telom je 0,068 g.

6. Požiarnik používajúci kyslíkovú masku založenú na rozklade KO_2 vydychuje 400 litrov vzduchu za hodinu. Nájdite, aká hmotnosť O_2 mu je dodávaná každú hodinu, ak predpokladáte, že reakcia v maske je okamžitá a úplná.

Riešenie



Ak 1 liter vydychovaného vzduchu obsahuje 0,068 g oxidu uhličitého, potom 400 litrov ho obsahuje 27,2 g.

$$M(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 \text{ g/mol} = 32 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{CO}_2)/n(\text{O}_2) = 2/3$$

$$3 n(\text{CO}_2) = 2 n(\text{O}_2)$$

$$3 m(\text{CO}_2)/M(\text{CO}_2) = 2 m(\text{O}_2)/M(\text{O}_2)$$

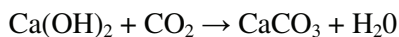
$$m(\text{O}_2) = 3 m(\text{CO}_2) \cdot M(\text{O}_2) / (2 M(\text{CO}_2))$$

$$m(\text{O}_2) = 3 \cdot 27,2 \cdot 32 / (2 \cdot 44) = 29,67 \text{ g}$$

Hmotnosť O_2 dodávaná požiarnikovi každú hodinu je 29,67 g.

7. Napíšte rovnicu chemickej reakcie plynného CO_2 s vápencovou vodou.

Riešenie



Reakciou bude vznikať uhličitan vápenatý ako biely zákal roztoku.

8. Aký je celkový počet elektrónov v molekule $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$?

Riešenie

Vypočítame ako súčet elektrónov x jednotlivých atómov danej molekuly.

$$x(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 x(\text{C}) + 12 x(\text{H}) + 6 x(\text{O}) = 6 \cdot 6 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 8 = 96$$

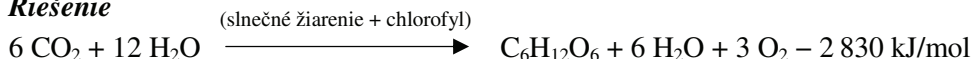
Celkový počet elektrónov v molekule $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ je 96.

CH2-15

Jednou z najčastejšie prebiehajúcich chemických reakcií na Zemi je reakcia syntézy cukrov v zelených rastlinách. Práve vznikajúce cukry sú základnou stavebnou látkou rastlín a sú tiež zásobárňou energie pre človeka ale aj zvieratá. Reakciou nazývanou fotosyntéza ukladajú zelené rastliny slnečné žiarenie do vznikajúcich cukrov a tie potom prostredníctvom rozkladu resp. spracovania uvoľňujú energiu v organizme konzumentov. Dávajú tak potrebnú energiu pre chemické reakcie prebiehajúce v telách konzumentov cukrov.

1. Napíšte kompletne stechiometricky vyrovnanú termochemickú rovnicu ukladania slnečnej energie prostredníctvom fotosyntézy ak viete, že energetická bilancia reakcie je asi $-2\,830$ kJ/mol glukózy.

Riešenie



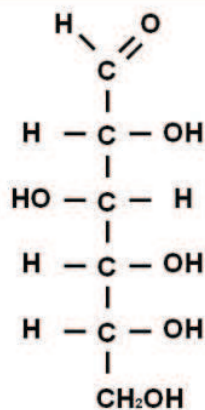
2. Napíšte názvy 3 cukrov, ktoré vznikajú fotosyntézou v rastlinách.

Riešenie

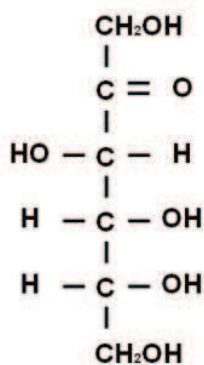
glukóza, fruktóza, sacharóza

3. Nakreslite štruktúrny vzorec molekúl dvoch rôznych monosacharidov.

Riešenie



D - glukóza



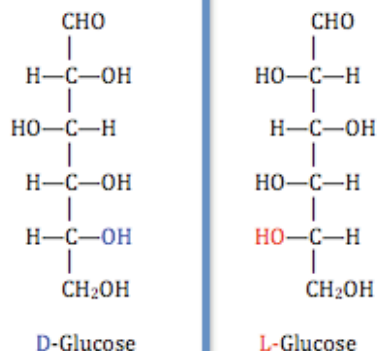
D - fruktóza



4. Na konkrétnom príklade vysvetlite, prečo sa niektoré sacharidy vyskytujú v dvoch rôznych opticky aktívnych formách.

Riešenie

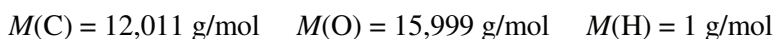
Zlúčeniny (stereoizoméry) vyskytujúce sa v dvoch opticky aktívnych formách nazývame enantioméry. Enantioméry sa od seba líšia iba otáčaním roviny polarizácie svetla. Podľa smeru otáčania poznáme D a L formu enantioméru, pričom tieto sa majú k sebe ako predmet a jeho obraz v zrkadle. Napr.



Zdroj:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Enantiomers-Glucose.png>

5. Vypočítajte, koľko slnečnej energie a oxidu uhličitého potrebujeme na výrobu 4,5 g kocky hroznového cukru.



Riešenie

Hroznový cukor je iným názvom pre glukózu, ktorej sumárny vzorec je $C_6H_{12}O_6$. Z rovnice fotosyntézy určíme pomer látkových množstiev glukózy a oxidu uhličitého.

$$n(CO_2)/n(\text{glukóza}) = 6/1, \text{ potom } n(CO_2) \cdot 1 = 6 n(\text{glukóza})$$

$$m(CO_2)/M(CO_2) = 6 m(\text{glukóza})/M(\text{glukóza})$$

Vypočítame molekulové hmotnosti oboch zlúčenín a spolu s hmotnosťou hroznového cukru ich dosadíme do vyššie uvedeného vzorca. Vypočítame hmotnosť CO_2 potrebnú na vznik 4,5 g glukózy.

$$M(CO_2) = 12,011 + 2 \cdot 15,999 = 44,009 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{glukóza}) = 6 \cdot 12,011 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 15,999 = 180,06 \text{ g/mol}$$

$$m(CO_2)/44,009 \text{ g/mol} = 6 \cdot 4,5 \text{ g}/180,06 \text{ g/mol}$$

$$m(CO_2) = 6,599 \text{ g}$$

Vieme, že na vznik 1 molu glukózy treba energiu 2 830 kJ. Vypočítame, koľko mólov glukózy sa nachádza v 4,5g glukózy.

$$n(\text{glukóza}) = m(\text{glukóza})/M(\text{glukóza})$$

$$n(\text{glukóza}) = 4,5 \text{ g}/(180,06 \text{ g/mol}) = 0,025 \text{ mol}$$

Priamou úmernosťou určíme potrebné množstvo slnečnej energie.

$$1 \text{ mol} \dots\dots\dots 2\,830 \text{ kJ}$$

$$0,025 \text{ mol} \dots\dots\dots x \text{ kJ}$$

$$x/2\,830 \text{ kJ} = 0,025/1$$

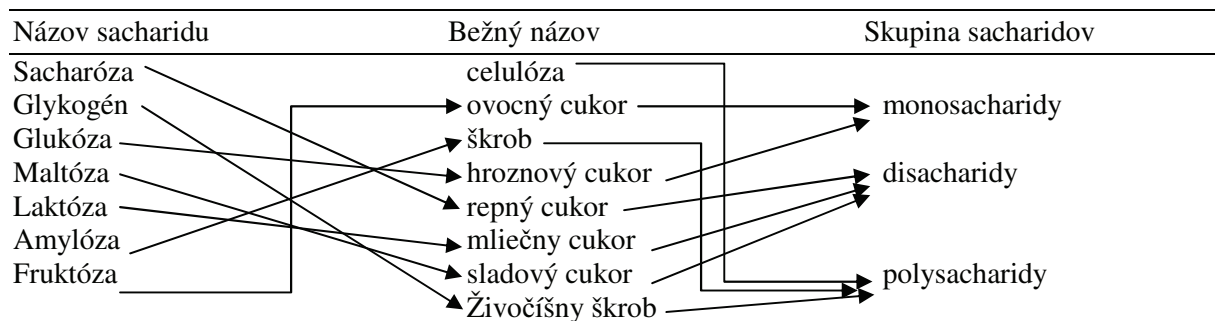
$$x = 0,025 \cdot 2\,830 \text{ kJ} = 70,75 \text{ kJ}$$

Na výrobu 4,5 g glukózy potrebujeme dodať 6,6 g oxidu uhličitého a 70,75 kJ slnečnej energie.

6. K názvom sacharidov priradte ich bežný názov a zaradte ich do správnych skupín.

Názov sacharidu	Bežný názov	Skupina sacharidov
Sacharóza	celulóza	
Glykogén	ovocný cukor	monosacharidy
Glukóza	škrob	
Maltóza	hroznový cukor	disacharidy
Laktóza	repný cukor	
Amylóza	mliečny cukor	
Fruktóza	sladový cukor	polysacharidy
	Živočíšny škrob	

Riešenie



CH2-16

Aké sú faktory ovplyvňujúce rýchlosť chemických reakcií? Akým spôsobom jednotlivé faktory ovplyvňujú rýchlosť reakcie?

Riešenie

Faktory ovplyvňujúce rýchlosť chemických reakcií:

- Koncentrácia reaktantov – čím je vyššia koncentrácia reaktantov, tým je spravidla rýchlejšia reakcia, nakoľko dochádza k väčšiemu množstvu účinných zrážok.
- Koncentrácia produktov – čím je vyššia koncentrácia produktov, tým je nižšia rýchlosť reakcie (v zmysle produkcie reaktantov) z dôvodu menšieho počtu účinných zrážok a systém sa ustalať v rovnovážnom stave.
- Teplota – pri vyššej teplote majú častice väčšiu kinetickú energiu, a teda častejšie dochádza k zrážkam častíc a tým k tvorbe produktov.
- Plošný obsah reaktantov – čím je väčší povrch reaktantov, tým je väčší počet častíc, ktoré môžu navzájom účinne interagovať, čím sa zvyšuje rýchlosť reakcie.
- Katalyzátory – látky svojou prítomnosťou znižujúce hodnotu aktivačnej energie reakcie. To spôsobuje, že väčšie množstvo častíc má dostatočnú aktivačnú energiu potrebnú na uskutočnenie chemickej reakcie. Katalyzátory vytvárajú s reaktantmi medzi produkty, ktoré buď zreagujú s ďalšími reaktantmi pri nižšej potrebe aktivačnej energie na výsledné produkty alebo sa rozpadnú späť na reaktanty.
- Inhibítory – spomaľujú chemické reakcie zvyšovaním aktivačnej energie potrebnej na priebeh chemickej reakcie.
- Tlak – zvýšením tlaku plyných reaktantov dochádza k väčšiemu počtu účinných zrážok, a teda k zrýchleniu reakcie.

CH2-17

Závisí hodnota aktivačnej energie chemickej reakcie od hodnoty reakčného tepla?

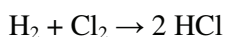
Vypočítajte, či sa pri reakcii vodíka s chlóróm teplo uvoľňuje alebo spotrebováva, ak viete, že energia väzby $E(\text{H-H}) = 436 \text{ kJ/mol}$, $E(\text{Cl-Cl}) = 243 \text{ kJ/mol}$ a $E(\text{H-Cl}) = 432 \text{ kJ/mol}$.

Riešenie

Závisí hodnota aktivačnej energie chemickej reakcie od hodnoty reakčného tepla? Nie.

Prečo? Aktivačná energia reakcie sa rovná rozdielu energie hodnôt aktivovaného komplexu a energie reaktantov. Reakčné teplo sa rovná rozdielu energie produktov a reaktantov.

Reakcia vodíka s chlóróm je exotermická.



Uvoľní sa teplo veľkosti

$$\Delta H = E(\text{H-H}) + E(\text{Cl-Cl}) - 2 \cdot E(\text{H-Cl}) = 436 \text{ kJ/mol} + 243 \text{ kJ/mol} - 2 \cdot 432 \text{ kJ/mol} = -185 \text{ kJ/mol}$$

CH2-18

Vypočítajte rýchlosť rozpadu látky XY, ktorej koncentrácia pri 20 °C bola na začiatku $c(\text{XY}) = 1,0 \text{ mol/dm}^3$ a po uplynutí 12 hodín bola $c(\text{XY}) = 0,5 \text{ mol/dm}^3$. Koľkokrát vzrastie rýchlosť reakcie, ak sa teplota zvýši na 100 °C ak vieme, že zvýšením teploty o 10 °C sa rýchlosť reakcie zväčší dvakrát? Za aký čas sa pri 100 °C rozloží (v ideálnom prípade) celé množstvo danej látky?

Riešenie

$$v = -(\Delta c / \Delta t) = -((c_2 - c_1) / (t_2 - t_1)) = \\ = -(0,5 \text{ mol/dm}^3 - 1,0 \text{ mol/dm}^3) / (12 \text{ h} - 0 \text{ h}) = -(-0,5 \text{ mol/dm}^3) / 12 \text{ h} = 0,04166 \text{ mol/dm}^3/\text{h}$$

Ak teplota vzrastie o 80 °C, pričom pri zvýšení teploty o 10 °C sa rýchlosť reakcie zväčší 2 krát, potom rýchlosť reakcie vzrastie $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 2^8 = 256$ krát.

Za aký čas sa rozloží množstvo danej látky?

Vypočítame rýchlosť premeny látky pri 100 °C

$$v(100 \text{ °C}) = 256 \cdot 0,04166 \text{ mol/dm}^3/\text{h} = 10,666 \text{ mol/dm}^3/\text{h}$$

Z rovnice rýchlosti si vyjadríme premennú Δt a vypočítame čas potrebný na premenu.
 $v(100\text{ }^\circ\text{C}) = \Delta c/\Delta t = 1/\Delta t$, odkiaľ $\Delta t = 1/10,666\text{ h} = 0,09375\text{ h} = 5,625\text{ min} = 337,5\text{ s}$

CH2-19

Rozdeľte nasledujúce deje vyskytujúce sa v prírode podľa ich tepelného efektu, na exotermické a endotermické: dýchanie organizmov, fotosyntéza, topenie ľadu, tepelný rozklad tuhých látok, tuhnutie vody.

Riešenie

Fotosyntéza je dej endotermický, pretože je to dej, pri ktorom sa ukladá (spotrebováva) slnečná energia za vzniku cukrov. Zmena hodnoty reakčného tepla ΔH tejto reakcie je kladná, ide teda o dej endotermický. Na priebeh fotosyntézy musíme teplo (energiu) dodávať, je teda tiež dejom endotermickým. Topenie ľadu je taktiež dej endotermický, pretože stuhnutá voda (ľad) zahrievaním prechádza z tuhého skupenstva na skupenstvo kvapalné. Na priebeh tohto deju je potrebné energiu neustále dodávať, pričom reakciou nevzniká teplo, preto je tento endotermický. Ďalším endotermickým dejom je aj tepelný rozklad tuhých látok. Ako už z názvu vyplýva, ide o dej, pri ktorom sa účinkom tepla rozkladá pôvodná látka na nové látky, čiže produkty. Aj v tomto prípade je potrebné dodávať teplo, aby reakcia prebiehala, a reakčné teplo tejto chemickej reakcie je opäť kladné. Prvý termochemický zákon hovorí, že hodnota reakčného tepla priamej a spätnej reakcie je rovnaká a líši sa znamienkom. Z toho vyplýva, že ak topenie ľadu je dej endotermický, potom opačný dej, ktorým je tuhnutie vody, musí byť dejom exotermickým. Dýchanie organizmov, či už človeka alebo zvierat, je tiež dejom exotermickým. Dýchanie je opačný dej k fotosyntéze, pretože pri ňom reaguje glukóza s kyslíkom (tzv. spaľovanie glukózy) a vzniká pri ňom energia.

CH2-20

V uzavretej nádobe sa ustálila chemická rovnováha reakcie rozkladu uhličitanu vápenatého pri vysokej teplote. Akými spôsobmi možno posúvať chemickú rovnováhu smerom k vzniku produktov a naopak? Vypočítajte, koľko gramov CO_2 sa nachádza v tomto uzavretom systéme v čase rovnováhy, ak objem nádoby je 1 liter a hodnota rovnovážnej konštanty je $K_p = K_a = 0,01$.

Riešenie

Chemická rovnováha sa posúva:

Smerom k produktom – napríklad zvyšovaním koncentrácie reaktantov, odoberaním produktov, zvyšovaním teploty (nakoľko to je endotermická reakcia), znižovaním tlaku.

Smerom k reaktantom – napríklad zvyšovaním koncentrácie produktov, znižovaním koncentrácie reaktantov, znižovaním teploty, zvyšovaním tlaku.

Koľko gramov CO_2 sa nachádza v uzavretom systéme $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$?

(Pri riešení využijeme fakt, že parciálny tlak tuhých látok je konštantný, a teda ho pre naše potreby budeme považovať za rovný 1.)

Je zrejmé, že sústava nachádzajúca sa v uzavretom systéme je heterogénna, čiže jej zložky nie sú všetky v rovnakej fáze (skupenstve). Keďže potrebujeme vypočítať množstvo plynu, zameriame sa na plynné skupenstvo a koncentráciu plynov resp. tlak plyných látok v sústave. Jedinou plynnou látkou je CO_2 . Zo zadania vieme, že $K_p = 0,01$ a že parciálny tlak tuhých látok (CaCO_3 aj CaO) je konštantný. V heterogénnych reakciách sú aktivity tuhých produktov a reaktantov rovné 1.

Potom z upraveného všeobecného vzorca pre výpočet rovnovážnej konštanty reakcie

$$K_c = ([\text{C}]^c \cdot [\text{D}]^d) / ([\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b)$$

získame vzťah

$$K_c = ([\text{CO}_2] \cdot [\text{CaO}]) / [\text{CaCO}_3]$$

a vzťah pre rovnovážnu konštantu

$$K_a = a(\text{CO}_2) \cdot a(\text{CaO}) / a(\text{CaCO}_3)$$

ak namiesto rovnovážnych koncentrácií dosadíme aktivity jednotlivých látok. Hodnota K_c sa často používa bez rozmeru (teda bez jednotiek), a preto do jej vzťahu pre výpočet dosadzujeme iba číselné hodnoty rovnovážnych koncentrácií jednotlivých látok nachádzajúcich sa v sústave. Rovnovážnu koncentráciu látky (teda koncentráciu látky v rovnovážnom bode) označujeme aj hranatými zátvorkami, napr. $[\text{CO}_2]$. Pripomenieme, že pre heterogénne rovnováhy platí, že čisté tuhé látky a čisté kvapaliny nevystupujú v rovnovážnej konštante resp. dosadíme za ne hodnotu 1. Potom:

$$K_a = a(\text{CO}_2) \cdot a(\text{CaO}) / a(\text{CaCO}_3) = a(\text{CO}_2) \cdot 1/1 = a(\text{CO}_2) = [\text{CO}_2] = K_c$$

$$K_p = 0,01 = p(\text{CO}_2) \cdot p(\text{CaO}) / p(\text{CaCO}_3) = p(\text{CO}_2) \cdot 1/1 = p(\text{CO}_2)$$

Rovnovážna konštanta pre reakcie v sústavách obsahujúcich plynné látky sa označuje K_p a vypočíta sa ako pomer parciálnych tlakov jednotlivých látok. Teda namiesto koncentrácie do pôvodného vzorca K_c môžeme dosadiť aj parciálne tlaky jednotlivých zložiek sústavy a dostaneme tak rovnovážnu konštantu reakcie K_p . V našom prípade sme rovnovážnu konštantu vyjadrili pomocou rovnovážnej koncentrácie CO_2 , ktorá sa v rovnovážnom stave chemickej reakcie rovná aktivite CO_2 , pričom sme dospeli k rovnici: $K_p = K_c = K_a = [\text{CO}_2] = 0,01$. Existuje iba jedna rovnovážna konštanta reakcie pre danú uzavretú sústavu, kde chemická reakcia prebieha.

Z vyššie uvedenej rovnice si úpravami vyjadríme látkové množstvo plynu CO_2 , pričom za koncentráciu CO_2 dosadíme hodnotu $0,01 \text{ mol/dm}^3$ a za objem 1 liter.

$$0,01 \text{ mol/dm}^3 = c(\text{CO}_2) = n/V$$

$$n = c(\text{CO}_2) \cdot V = 0,01 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol.}$$

Z látkového množstva CO_2 vypočítame nakoniec hmotnosť plynného CO_2 v uzavretej sústave v čase chemickej rovnováhy.

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 0,01 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} = 0,4401 \text{ g} = 44,01 \text{ mg}$$

CH2-21

Vypočítajte rovnovážnu konštantu reakcie $\text{A} + 3\text{B} \leftrightarrow \text{C}$, ak koncentrácia reaktantu A je $[\text{A}] = 0,5 \text{ mol/dm}^3$, koncentrácia reaktantu B je $[\text{B}] = 2 \text{ mol/dm}^3$ a koncentrácia produktu C je $[\text{C}] = 4 \text{ mol/dm}^3$.

Riešenie

Rovnicu rovnovážnej konštanty pre homogénne sústavy

$$K = ([\text{C}]^c \cdot [\text{D}]^d) / ([\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b)$$

upravíme na potrebný tvar a vypočítame.

$$K_c = [\text{C}] / ([\text{A}] \cdot [\text{B}]^3) = 4 / (0,5 \cdot 2^3) = 1$$

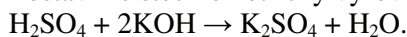
CH2-22

Vypočítajte objem 20 % roztoku H_2SO_4 potrebného k neutralizácii 6 g hydroxidu draselného. Určte hmotnostný zlomok kyslíka v oboch zlúčeninách.

Hustota koncentrovanej (100 %) kyseliny sírovej je $\rho = 1,14 \text{ g/cm}^3$ a hmotnostný zlomok 20 % roztoku kyseliny sírovej je $w = 0,2$. Molárna hmotnosť kyseliny sírovej je $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ g/mol}$.

Riešenie

Zostavíme stechiometricky vyrovnanú rovnicu neutralizácie



Z pomeru látkových množstiev (stechiometrických koeficientov) zistíme pomery ekvivalentných množstiev reagujúcich látok

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) / n(\text{KOH}) = 1/2.$$

Zo zadaných údajov vypočítame látkové množstvo KOH vstupujúce do reakcie ako pomer hmotnosti KOH a molekulovej hmotnosti KOH

$$n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = m(\text{KOH}) = 6 \text{ g, odkiaľ } n(\text{KOH}) = 6 \text{ g} / 56,11 \text{ g/mol} = 0,107 \text{ mol.}$$

Do už známeho pomeru látkových množstiev $n(\text{H}_2\text{SO}_4) / n(\text{KOH})$ doplníme vypočítané látkové množstvo KOH a vypočítame potrebné látkové množstvo kyseliny sírovej

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot n(\text{KOH}) = 0,0535 \text{ mol.}$$

Ďalej môžeme riešiť úlohu dvoma spôsobmi

A) Najprv vypočítame potrebný objem 100 % kyseliny sírovej.

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = m/\rho = n \cdot M/\rho = (0,0535 \text{ mol} \cdot 98,08 \text{ g/mol}) / (1,14 \text{ g/cm}^3) = 4,603 \text{ cm}^3 = 4,603 \text{ ml}$$

Keďže potrebujeme vedieť množstvo kyseliny s päťnásobne menším hmotnostným zlomkom, teda nie množstvo 100 %-nej ale iba 20 %-nej kyseliny, zapíšeme nasledujúcu nepriamu úmeru

$$1 \text{ (100 \%)} \dots\dots\dots 4,6028 \text{ ml}$$

$$0,02 \text{ (20 \%)} \dots\dots\dots x \text{ ml}$$

$$x/4,6028 \text{ ml} = 1/0,02$$

$$x = 23,01 \text{ ml}$$

Na neutralizáciu potrebujeme 23,01 ml 20 % kyseliny sírovej.

B) Úpravou vzorca na výpočet objemu a dosadením hodnôt látkového množstva, mólovej hmotnosti a hustoty kyseliny sírovej vypočítame potrebný objem 20 % kyseliny sírovej.

$$V(20 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = m/(w\rho) = n \cdot M/(w\rho) = (0,0535 \text{ mol} \cdot 98,08 \text{ g/mol}) / (0,2 \cdot 1,14 \text{ g/cm}^3) = 23,01 \text{ cm}^3 = 23,01 \text{ ml}$$

Obsah kyslíka v zlúčeninách vypočítame aplikáciou vzorca na výpočet hmotnostného zlomku látky A

$$w(A) = \frac{M(A)}{M(\text{zlúčeniny})}$$

$$M(\text{KOH}) = 56,11 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 15,99 \text{ g/mol}$$

$$w(\text{O v H}_2\text{SO}_4) = 15,99/98,08 = 0,163 = 16,30 \%$$

$$w(\text{O v KOH}) = 15,99/56,11 = 0,285 = 28,50 \%$$

CH2-23

Vypočítajte pH roztoku, ak rovnovážna koncentrácia $[\text{OH}^-] = 0,1 \text{ mol/dm}^3$.

Riešenie

Vieme, že platí

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \text{ a}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}.$$

Preto na výpočet využijeme druhý vzťah

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 14 - \text{pOH} = 14 - (-\log[\text{OH}^-]) = 14 - (-\log 0,1) = 14 - 1 = 13.$$

CH2-24

Áké bude pH roztoku, ktorý vznikne zmiešaním roztoku kyseliny octovej s octanom sodným s rovnakými objemami a s koncentraciami $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COONa}) = 1 \text{ mol/dm}^3$? Ak je logaritmus disociačnej konštanty kyseliny pK_s rovný 4,75, aké pH bude mať roztok zmiešaný z roztokov s desaťnásobne nižšou koncentráciou?

Riešenie

Zmiešaním roztoku kyseliny octovej a octanu sodného vznikne roztok, ktorý nazývame pufr. Jeho zaujímavou vlastnosťou je, že dokáže absorbovať malé množstvá kyselín alebo zásad bez výraznejšej zmeny pH roztoku. Kyselina octová v zásade nereaguje s octanom. Aj keď odovzdá vodíkový kation do roztoku a octanový anión ho naviaže, vznikne z neho kyselina octová a tá sa opäť disociuje a odovzdá kation vodíka,...

$$\text{pH} = \text{p}K_s + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 4,75 + \log 1 = 4,75,$$

kde $[\text{HA}]$ je rovnovážna koncentrácia kyseliny a $[\text{A}^-]$ je rovnovážna koncentrácia aniónu (konjugovanej zásady) odvodeného odtrhnutím vodíka z kyseliny.

Hodnota pH pufru v tomto prípade nezávisí od koncentrácie jednotlivých reaktantov ale iba od ich pomeru.

CH2-25

Napíšte rovnici autoprotolýzy vody a vyjadrite jej rovnovážnu konštantu pomocou rovnovážnych koncentrácií $[\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ a $[\text{OH}^-]$.

Riešenie

Rovnica autoprotolýzy vody: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

Rovnovážna konštant: $K_c = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]/[\text{H}_2\text{O}]^2$

Rovnovážna konštant pre vodu: $K_v = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$