Autorské řešení úloh prvního ročníku

5.2.2016

chemiklání

Úloha č. 1.1

> Jmenujte českého držitele Nobelovy ceny za chemii a důvod jejího udělení.

Jaroslav Heyrovský získal v roce 1959 Nobelovu cenu za vynález polarografie a její rozpracování pro analytické využití. První automatický polarograf sestrojil s japonským vědcem jménem Masuzó Šikata. Na Nobelovu cenu byl nominován celkem osmnáctkrát.

Úloha č. 1.2

> Makromolekulární chemie je vskutku módním chemickým oborem. Makromolekuly v současné době přitahují pozornost chemiků kvůli svým zajímavým vlastnostem, které mnohdy vykazují už v podobě jednotlivých molekul. Tuto skutečnost podporuje také Evropská unie, která jakémukoliv projektu, která nese dosti viditelný cejch „nano“, přiděluje výrazně větší finanční obnosy. Jako nízkorozpočtová soutěž (prozatím) si nemůžeme dovolit věnovat se neobyčejným molekulám a jejich neobyčejným vlastnostem. To však nezabrání tomu, abychom se pozastavili a podivili také molekulám obyčejnějším. Co třeba polystyren? Kolik váží jeden mol polystyrenu, jehož relativní molekulovou hmotnost aproximujeme jako 1 000 000?

Relativní molekulová hmotnost je číselně shodná s molární hmotností v jednotkách g.mol-1, tudíž hmotnost jednoho molu makromolekuly polystyrenu bude $1000000\text{g} = 1000\text{kg} = 1\text{t}$.

Úloha č. 1.3

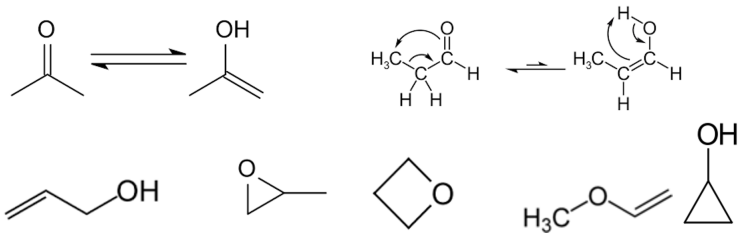
> Člověk se periodickou tabulkou prokousával velmi pozvolna. V průběhu dějin tak byla klasifikace prvků několikrát upravena a (bohužel) bylo nutné upustit od značení elementů pomocí alchymistických symbolů. Do současné doby přežila po sérii úprav a přesunů tabulka Dmitrije Mendělejeva. Samotný příliv prvků znepříjemnil život také autorům - v dávných dobách mnohdy stačilo popsat latinským výrazem, z čeho byl prvek získán, v současnosti však

nemají chemici úlohu tak snadnou. Mimochodem, které prvky periodické tabulky mají geografickou souvislost s Německem? Dva postačí. Buďte vděční autorům, kteří milosrdně nezvolili Švédsko.

Germanium (Ge); Darmstadtium (Ds); Hassium (Hs), Rhenium (Re), Europium (Eu) Vysvětlení: Germanium z latinského Germania znamenající Německo, Hassium podle spolkové země Hesensko, Darmstadtium podle města Darmstadt, Rhenium podle řeky Rýn, Europium podle Evropy, jíž je Německo součástí.

Úloha č. 1.4

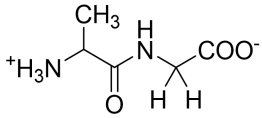
Jedním z problémů organické chemie je jednoznačné určení sloučeniny. Zatímco v anorganické chemii je sumární vzorec pro jednoznačné určení sloučeniny často dostačující, tak v chemii organické může pro jeden sumární vzorec existovat velké množství molekul. Napište 5 strukturních vzorců sloučenin se sumárním vzorcem C_3H_6O. Neuvažujte optické ani geometrické izomery. Neuvažujte izotopové rozdíly.



Lze načrtnout celkem devět požadovaných vzorců, které splňují sumární vzorec v zadání. První čtyři jsou enol- a ketoformy propanalu a acetonu. Poznámka opravovatele: I když jsou enolformy výše zmíněných molekul zastoupeny naprosto minoritně, nijak neodporují požadavkům zadání (kde vlastně žádné kromě sumárního vzorce nejsou), a proto je jejich uvedení po dohodě mezi opravovateli uznáváno.

Úloha č. 1.5

Peptidová syntéza zažila v posledních desetiletích obrovský boom, když byla vynalezena syntéza na pevné fázi. O její rozvoj se velmi významně zasloužili pánové Wang a Merrifield. Po vás však nic podobně obtížného nechceme – postačí nám, že nakreslíte strukturní vzorec alanylglycinu. Strukturní vzorec alanylglycinu:



Úloha č. 1.6

> 11. května 1976 se v Houstonu (Texas, USA) na mimoúrovňové křižovatce převrhla cisterna s amoniakem. Devatenáct tun amoniaku se vylilo na zem, ihned po vylití se 21 % veškerého amoniaku odpařilo. Z tohoto množství vznikl válcovitý mrak, který zasáhl oblast v kruhu o průměru 54 metrů. Pokud aproximujete mrak jako válec vysoký 2 metry plný pouze amoniaku, který se chová jako ideální plyn, spočítejte, jaká byla po uvolnění v mraku teplota (ve stupních Celsia). V daný den bylo hezky, atmosférický tlak byl 1,05 bar.

Využijeme stavové rovnice ideálního plynu a po úpravě dostaneme

$$T = \frac{pV}{nR}$$

kde p je tlak, R je molární plynová konstanta, n je počet molů vzniklého plynu a V je objem mraku. Pro n platí: $n = \frac{m}{M}$, kde m je hmotnost vypařeného plynu a M je jeho molární hmotnost. Objem válce se spočítá jako $V = \pi r^2 v$. Převod Cesliů na Kelviny je pak jasný. Odpověď: -26,7 °C

Úloha č. 2.1

> Jste v laboratoři a máte na stole tři kádinky, o nichž víte, že obsahují vodné roztoky amoniaku (25%), kyseliny chlorovodíkové a chlornanu sodného. Určete, který roztok je ve které kádince, víte-li, že po přilití obsahu kádinky č. 3 do kádinky č. 1 se uvolnil žlutozelený nebezpečný plyn a v místě styku par z kádinek č. 2 a č. 3 vznikl zdánlivě ze vzduchu bílý prášek.

kádinka č. 1 – NaClO kádinka č. 2 – NH_3 kádinka č. 3 – HCl

Žlutozelený nebezpečný plyn je chlor, který vzniká synproporcionací chloridu a chlornanu, bílým práškem vznikajícím reakcí par je chlorid amonný (triviálně salmiak). Kyselina chlorovodíková je tedy obsažena v roztoku v kádince č. 3, v kádince č. 1 je chlornan sodný (oxidační činidlo) a roztok amoniaku je v kádince č. 2.

Úloha č. 2.2

> Ani organizátoři se při sestavování úloh nenudili. Třeba při registraci nějakého hlupáka napadlo, že bude u každého slova zjišťovat, jestli ho nelze složit z názvů prvků periodické tabulky. Tak se k blbnutí přidejte a vymyslete aspoň tři známá, v běžných (myšleno českých) kalendářích dohledatelná jména.

Alice, Nela, Svatopluk, Rufin, Agnes, Ines, Stela, Franceska, Ivona, Yvona, Vincenc, Irena, Georg, Ota, Vlastislav, Blahoslav, Stanislav, Ivo, Viola, Filip, Kamila, Laura, Bruno, Alois, Pavla, Ivan, Prokop, Nora, Karolina, Karla, Liboslav, Luboslav, Kristina, Kristen, Oskar, Bohuslav, Otakar, Bronislav, Oliver, Renata, Nina, Erik, Eugen, Otmar, Nikola, Iva, Svatoslav, Barbora, Nikolas, Vratislav, Simona, Albina, Simon, Vlasta.

Úloha č. 2.3

Z dob, kdy organičtí chemici určovali struktury molekul destruktivními metodami, si už odnášíme spíše teoretické poznámky, které však na mnoha přednáškách citují profesoři rádi a se slzou v oku. Obdobná data však mohou být skvěle použitelná, třeba stabilitu substituovaných

alkenů můžeme vyjádřit pomocí rozdílných hydrogenačních enthalpií. Zkuste si obdobné výpočty na jednodušším příkladě, zjistěte standardní slučovací enthalpii ethylenu za pomoci následujících standardních spalných enthalpií (hodnoty jsou uvedeny v kJ.mol-1):

$$C_2H_4(g) = -1411,0 \;\; H_2(g) = -285,8 \;\; C(s) = -393,5$$

Vyjádřeno chemickou rovnicí, chceme enthalpii následující reakce:

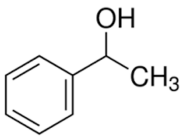
$$2H_2(g) + 2C(s) \rightarrow C_2H_4(g)$$

takže enthalpii této reakce vyjádříme jako součet spalných enthalpií reaktantů, od kterých odečteme spalné enthalpie produktů. Všechny enthalpie před sčítáním vynásobíme stechiometrickými koeficienty. Odpověď: $\Delta H = 52,4\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Úloha č. 2.4

> Není snad jediného středoškolského studenta, který by si neprošel kurzem středoškolské chemie. Proto se i vy předveďte a popište, jak bude reagovat styren s vodou, která je lehce okyselená (postačí jen katalytické množství kyseliny).

Řešení: Dojde k adici na dvojnou vazbu mimo benzenové jádro, a to v souladu s Markovnikovovým pravidlem. Vzniklý produkt (1-fenylethan-1-ol) je na obrázku níže.



Poznámka opravovatele: Případné uvedení racemické směsi (R)- a (S)-izomeru je rovněž tolerováno, ne ale uvedení pouze jednoho stereoizomeru.

Úloha č. 2.5

> Voda je látkou chemicky poměrně dobře prozkoumanou, ačkoliv nás o opaku denně přesvědčují mnozí vědci a pseudovědci. Právě proto se mnohdy výzkumné týmy pokoušejí žádné vlastnosti vody nebrat v potaz, uvažovat nekonečné zředění roztoků apod., ať už při stanovování konstant (uvažte konstanty acidity a bazicity - chuděrka voda zůstává na ocet) nebo třeba odvození kryoskopické a ebulioskopické rovnice (každého slušně vychovaného matematika by při ukázce odvození zachvátila lepra). Vy zkuste spočítat molární koncentraci molekuly H2O v 1 litru destilované vody.

Jedná se o známý problém vyjádření koncentrace jedné látky v látce samé. Vše lze odvodit ze základních vzorců pro koncentraci a látkové množství: $c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{\frac{m}{\rho}} = \frac{\rho}{M} = 1000/18 = 55,56\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$

Úloha č. 2.6

> Jakou vlnovou délku musí mít záření, aby bylo schopno excitovat vápník? První excitační energie pro 1 mol atomů vápníku je $5,89 \cdot 10^5$J. ($h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$, $c = 3,0 \cdot 10^8\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Vyjdeme z rovnice popisující energii fotonu $E = \frac{hc}{\lambda}$, kde E je pro nás ionizační energie jednoho atomu vápníku, h je Planckova konstanta a λ je námi hledaná vlnová délka. Nesmíme však zapomenout, že zadaná energie je energií pro excitaci jednoho MOLU atomů!

Odpověď: $\lambda = 203,1\text{nm}$

Úloha č. 3.1

> Bez mučení přiznáváme, že velká část chemiků si příliš hlavu neláme s tím, jaké používají jednotky. Běžně se setkáváme s gramy, torry, atmosférami a dalšími jednotkami neobsaženými v SI. Někdy je ale znalost jednotek nezbytná. Vezměme si například nám všem známou stavovou rovnici ideálního plynu pV=nRT, kde p je tlak, V objem, n lát-

kové množství, T teplota v Kelvinech a R univerzální plynová konstanta. Možná si pamatujete hodnotu R jako 8,314. Ale čeho? Zapište jednotku univerzální plynové konstanty v násobcích základních jednotek SI.

$R = 8,314\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$Molární plynová konstanta je rovna přibližně$8,314\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Mol a kelvin jsou základní jednotky SI, joule je jednotkou energie, kterou například podle vzorce$E = \frac{1}{2}m \cdot v^2$ vyjádříme jako $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$.

Úloha č. 3.2

Kapitola o kyselinách a zásadách bývá často ta nejméně oblíbená mezi studenty. Často se redukuje na pár podivně vypadajících vzorců, které se buď musí studenti naučit nebo pochopit, z čeho pocházejí, což ovšem většina studentů omezí na tu méně namáhavou, ale o to nudnější variantu. Pro následující příklad vám budou stačit pouze ty nejzákladnější vzorce. Vypočítejte pH roztoku vzniklého rozpuštěním $0,22\text{g}$ Ca(OH)_2 ve 250 ml destilované vody za předpokladu úplné disociace Ca(OH)_2 na Ca^{2+} a 2 OH^-. Ar(Ca) = 40,08 Ar(O) = 16,00 Ar(H) = 1,01.

V našem případě budeme pracovat se vzorcem

$$\text{pOH} = -\log(\text{OH}^-),\ \text{pH} + \text{pOH} = 14$$

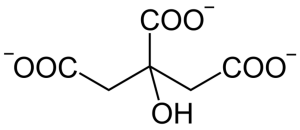
. Látkové množství iontů OH^- bude díky předpokladu úplné disociace Ca(OH)_2 dvojnásobné oproti látkovému množství hydroxidu. Látkové množství hydroxylových aniontů vypočítáme jako

$$\text{n}_{\text{OH}^-} = 2\frac{\text{m}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{M}_{\text{Ca(OH)}_2}}.$$

Koncentraci hydroxidových aniontů vypočítáme jako $c = \frac{n}{V}$, pOH pak jako číslo opačné k jejímu dekadickému logaritmu. Výsledné pH určíme jako doplněk pOH do 14, pH = 14 - pOH. Výsledek: pH = 12,38

Úloha č. 3.3

Jedná se o citrát nebo kyselinu citronovou. (Uznáváme libovolně protonovanou formu.)



Úloha 3.4

> „Was ist das nicht Gift ist? Alle Ding sind Gift und nichts ohne Gift. Allein die Dosis macht, dass ein Ding nicht Gift ist.“ Autorem známého výroku o tom, že pouze dávka rozhoduje, zda je látka jedem, je Phillipus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, známý jako Paracelsus, který je považován za zakladatele toxikologie – vědy zabývající se zkoumáním interakcí cizorodých látek s živými organismy, v širším povědomí známé jako vědy o jedech. Podle míry toxicity, vyjádřené jako množství látky, které dokáže člověku způsobit závažné poškození zdraví nebo smrt, lze látky rozdělit na prakticky netoxické, málo toxické, mírně toxické, silně toxické, extrémně toxické a tzv. supertoxické s letální dávkou menší než 5 mg na 1 kg živé váhy. Seřaďte uvedené látky vzestupně podle jejich toxicity pro člověka při perorálním podání: ethanol, kofein, $BaSO_4$, $BaCl_2$, NaCl

Řešení: Pětice látek je řazena podle toxicity vzestupně, přičemž je doplněn údaj o tabelované LD50 dané látky (dávce, při které zahyne 50 procent testovaných subjektů).$BaSO_4$ příliš vysoká pro změření (síran barnatý je téměř nerozpustný); ethanol 7 g/kg (u dětí je to méně, ale přesto je méně toxický než NaCl); NaCl 3 g/kg; kofein 200 mg/kg; $BaCl_2$asi 100 mg/kg

Úloha č. 3.5

> Příroda je plná nejrůznějších izotopů nejrůznějších atomů, které slouží v nejrůznějších fyzikálních modelech a v živé přírodě se s nimi nesetkáte. Co třeba plně deuterovaný led? Na rozměrech mřížky se výměna vodíku za deuterium neprojeví, bude však jinak hustý (bude mít jinou hustotu), na vás je tuto hustotu spočítat. Hustota lehkého ledu činí 917 kg.m-3.

Jelikož obsah jiného izotopu nemění mřížkové parametry, dá se hustota těžkého ledu vypočítat následující trojčlenkou, ve které vystupují molární hmotnosti a hustoty. Poměr hustot je stejný jako poměr molárních hmotností.

18,02 g/mol 917 kg/m3

20,02 g/mol ..... x kg/m3

Odpověď: hustota těžkého ledu je 1019 kg.m3.

Úloha 3.6

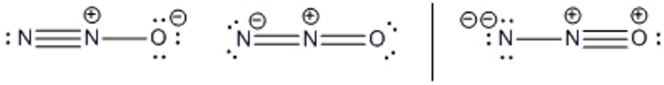
> Pro české podmínky je mimořádně zásadní chemikálií ethanol. Navrhněte proto alespoň tři způsoby, jak si tuto životadárnou kapalinu syntetizovat z různých výchozích látek.

Můžeme najít mnoho reakcí, které nás dovedou k této mimořádně zásadní chemikálii. Ať už čistě chemických, či dotýkajících se i biochemie. Pokud daná reakce neodporuje některému ze zákonů přírody (pokud je termodynamicky proveditelná), bude uznána. Uveďme například hydrataci ethylenu, redukci acetaldehydu či kyselin octové například tetrahydridohlinitanem lithným nebo alkoholové kvašení působením pivních kvasinek Saccharomyces cerevisiae.

Úloha č. 4.1

> Oxid dusný (jinak též azoxid) je znám pro své anestetické účinky. Ještě známější (a to i pro nechemiky) je jeho schopnost vyvolávat nekontrolovaný smích, z čehož má svůj triviální název rajský plyn. Pojďme se na něj podívat trochu

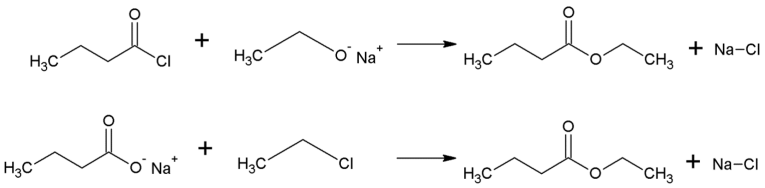
více zblízka: nakreslete rezonanční struktury této molekuly a určete její tvar.



Molekula N_2O je lineární a některé její atomy vždy nesou formální náboj. K výsledné struktuře molekuly více přispívají ty struktury, v nichž je součet velikostí nábojů menší, tj. vlevo a uprostřed. Vpravo je zobrazena další možná, ale energeticky méně výhodná struktura.

Úloha č. 4.2.

Po esterifikaci byl úspěšně oddestilován ethylbutyrát a do výlevky vylit roztok chloridu sodného. Navrhněte, z jakých výchozích látek byl ester syntetizován.



Výchozími látkami mohou být chlorid kyseliny butanové (butanoylchlorid, chlorid kyseliny máselné) a ethoxid sodný (ethanolát sodný), nebo butanoát sodný (butyrát sodný) a chlorethan (ethylchlorid).

Úloha č. 4.3

Přiřaďte acidobazickým indikátorům jejich barvy a funkční oblasti pH.

indikátor	rozsah pH	barevný přechod
1) methyloranž	A) 9,3 - 10,5	α) bezbarvá - červená
2) methylčerveň	B) 3,1 - 4,5	β) červená - žlutá
3) fenolftalein	C) 8,2 - 10	γ) bezbarvá - modrá
4) thymolftalein	D) 4,4 - 6,3	δ) červená – žlutá

Řešení: 1 – B – β/δ | 2 – D –β/δ | 3 – C – α | 4 – A – γ

Úloha č. 4.4

Největší a nejtěžší zlatou cihlu na světě o hmotnosti 250 kg nechala odlít 11. června 2005 japonská společnost Mitsubishi Materials Corporation. Základna cihly má rozměry 45,5 cm x 22,5 cm. Vrchní část má 38 x 15 cm. Úhel, který svírá základna se stranou cihličky, je všude stejný a má hodnotu 70 °. Zlato mělo v době odlévání hodnotu 3,7 milionu dolarů. Vypočtěte, jaký objem by měla za normálního tlaku při teplotě varu, kdyby se vypařila. Předpokládejte ideální chování plynu, zlato vře při 2970 °C.

Řešení: Jedná se pouze o rychlý přepočet pomocí stavové rovnice plynu, rozměry cihličky mají řešitele (a také nepozorné organizátory při zkoušce výpočtu) pouze svést na scestí.

$$pV = nRT$$

$$V = \frac{mRT}{pM} = \frac{250000 \cdot 8,314 \cdot (2970 + 273,15)}{101325 \cdot 196,97} = 337,75\mathrm{m}^3$$

Úloha č. 4.5

Buďme upřímní. České názvosloví, přestože je krásné, je na ústupu. Dnešní trend je přibližování se anglosaskému světu a to se týká i chemie. Znalost názvosloví anglického je úplný základ. Napište vzorce následujících sloučenin: Carbon dioxide, Ammonium hydroxide, Perchloric acid, Potassium sulfite, Phosphonium iodide.

Carbon dioxide (oxid uhličitý) – CO_2; Ammonium hydroxide (hydroxid amonný) – NH_4OH, správnější zápis je $NH_3(aq)$ nebo $NH_3 \cdot H_2O$

Perchloric acid (kyselina chloristá) –$HClO_4$ Potassium sulfite (siřičitan draselný) – K_2SO_3 Phosphonium iodide (jodid fosfonia) – PH_4I

Úloha č. 4.6

Svět chemiků je plný mnoha různých zkratek a symbolů, jimiž se brání přesile složitých systematických názvů. Mnohdy už se objevují zkratky, které nelze rozeznat od skutečných anglických slov – představte si třeba, že do baňky sypete sloučeninu, kterou běžný organik tituluje výhradně jako DEAD. Oproti tomu existují mnohem ochočenější, probádanější a hezčí zkratky. Tak například NMR je metodou analýzy struktury sloučenin, jež využívá zajímavých vlastností jader atomů. Některá jádra (ta, která mají nenulový spin) po vložení do magnetického pole absorbují určité délky elektromagnetického záření, což se projeví jako signál (pík) v absorpčním spektru. Kdy a kolik signálů se může objevit?

Představme si nějakou slušně vychovanou molekulu, třeba fluorid sírový. Z teorie VSEPR si i student nechemik zjistí, že fluorid sírový má tvar oktaedru s atomem síry v jeho středu, všechny atomy jsou tedy ve vzájemně ekvivalentních polohách a není mezi nimi jediného chemického rozdílu. V ^{19}F NMR spektru se proto objeví jediný signál. Podívejme se v periodické tabulce jen o políčko dál a zaměňme síru za atom fosforu ^{31}P. Jádro fosforu je NMR-aktivní, což se ve spektru projeví tak, že každých n NMR-aktivních jader rozštěpí signál ve spektru na n+1 menších píků. Pokud bychom tedy měli hypotetický či reálný hexafluoridofosforečnanový anion, ve spektru ^{19}F se v důsledku štěpení atomem fosforu objeví 2 signály, ve spektru ^{31}P se na obrazovce počítače ukáže 7 signálů, což odpovídá štěpení šesti atomy fluoru. Na základě jednoduchého nastíněného schématu zvažte a následně autorům sdělte, kolik signálů se objeví v ^{1}H NMR spektru oxidu uhličitého. Nezapomeňte zvážit symetrii a hybridizaci molekuly!

Postup: Po důkladném prostudování textu úlohy si rádi povšimneme, že zadavatelé úlohy se nás ptají na počet signálů molekuly CO_2 ve „vodíkovém enemáru“. Tato molekula nemá vodíky, tudíž krom šumu se nám neobjeví pražádný signál. Odpověď: 0

Úloha č. 5.1

Chemie je vědou výrazně méně nebezpečnou, než se široké veřejnosti snaží namluvit média. Nehledě na tuto skutečnost je ale mnohdy třeba dodržovat přísné předpisy, které se snaží zabránit nejrůznějším možným náhodám, ne vždy se ale povede lidskou blbost překonat. Osvědčte své znalosti a napište, co znamenají tyto bezpečnostní štítky, které zhusta potkáváte při práci s nejrůznějšími chemikáliemi.

hořlavé | oxidující/oxidační | toxické/jedovaté | výbušné/explozivní | korozivní a žíravé

Štítky v této nové podobě odpovídají globálně harmonizovanému systému klasifikace a označování chemikálií (GHS), který v současnosti zavádí OSN. Stanovuje pravidla pro identifikaci nebezpečných chemikálií a informování o nebezpečích prostřednictvím symbolů a vět na štítcích obalů a bezpečnostních listů.

Úloha č. 5.2

Při studiu chemie se mnohdy studenti musí spokojit s jídlem, které zklidní jejich kňourající žaludek a přitom nezatíží jejich peněženku (nebo jí spíše neodlehčí). Třeba při pokusech o přiblížení se italské kuchyni mnohdy hladový chemik sáhne po surovinách, které blízké obchodní řetězce nabízejí za přístupnější ceny. To se samozřejmě také projeví na termodynamických aspektech pečení a trávení. Vypočítejte změnu enthalpie spojenou s upečením šunkové pizzy, pokud je spalná enthalpie jedné pizzy -975,1 kcal. Ingredience na jednu pizzu:

5 rajčat

150 g výrobního salámu
100 g sýra Eidam 30%
3,2 čtvereční pídě pizza těsta (1 píď = 20 cm)
Spalná enthalpie rajčat je -33,22 kcal pro jedno průměrné rajče.
Spalná enthalpie 100 g výrobního salámu je -134,8kcal/100 g.
Spalná enthalpie 1 m^2 pizza těsta je -1,369 Mcal/m^2.
Spalná enthalpie sýra Eidam 30% (na výrobce neberme ohled) je -2629 kcal/kg.
Poznámka: Pizza se dělá tak, že se vezmou všechny ingredience a nechají se zreagovat.

Nejprve vypočítáme spalné enthalpie výchozích látek (ingrediencí) odpovídající jejich množství uvedenému v receptu. Od součtu těchto spalných enthalpií výchozích látek odečteme spalnou enthalpii jedné pizzy. Výsledná změna enthalpie je $\Delta H = +168,67\text{kcal} = +705,88\text{kJ}$.

Úloha č. 5.3

Stálým koloritem analytické chemie jsou důkazové reakce. Snad vám následující úloha nevyvolá nepříjemné barevné změny ve tváři. Z následujících iontů vybere všechny ty, které po přidání okyseleného roztoku $KMnO_4$ do vodného roztoku těchto iontů budou vykazovat nějakou reakci.

$$SO_4^{2-},\ S^{2-}\ SO_3^{2-}\ Fe^{2+}\ Ba^{2+}\ K^+\ PO_4^{3-}\ I^-\ ClO_4^-$$

Řešení: Oxidovatelné jsou ionty S^{2-} SO_3^{2-} Fe^{2+} a I^-

Úloha č. 5.4

Opticky aktivní sloučeniny mnohdy napáchaly v historii mnoho škody. Za všechny zmiňme například Contergan, látku zodpovědnou za vrozené defekty tisíce dětí, které způsobil při podání těhotným ženám jako sedativum a hypnotikum. Jeden jeho enantiomer působil jako anestetikum, druhý jako teratogen (škodil nenarozenému plodu). Snad

se vám, drazí řešitelé, neprotočí vaše optické aparáty při zadání následující úlohy: kolik optických izomerů má 2,3,4,5,6-pentahydroxohexan-1-al? Poznámka: Zamyslete se nad krásným triviálním názvem této sloučeniny, se kterou se setkáváte dnes a denně.

Řešení: Bystří mladí chemici mezi vámi už jistě odhalili, že se jedná o aldohexosu, o nichž je obecně známo, že mají pro n-uhlíkatý cukr 2^(n-2)optických izomerů (mají n-2 chirálních atomů uhlíku). Pro n=6 je výsledkem 16.

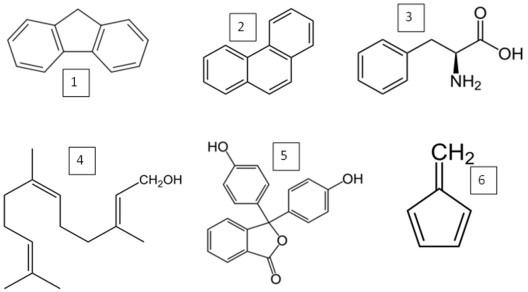
Úloha č. 5.5

Není bez zajímavosti, že svět atomů má rád sudá čísla více než lichá. Přesto však existují výjimky. Počet protonů a neutronů v jádře je toho příkladem. V drtivé většině případů je stabilní izotop ten, co má sudý počet alespoň jednoho druhu částic. A teď k těm výjimkám: Napište všechny čtyři prvky, jejichž stabilní izotopy mají lichý počet protonů i lichý počet neutronů.

Licho-lichá jádra: ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$, ${}^{6}_{3}\mathrm{Li}$, ${}^{10}_{5}\mathrm{B}$, ${}^{14}_{7}\mathrm{N}$

Úloha č. 5.6

pFFF… Přiřaďte následující triviální názvy k jejich strukturním vzorcům. A) fluoren B) fenylalanin C) fulven D) farnesol E) fenanthren F) fenolftalein



Odpověď: 1A 2E 3B 4D 5F 6C

Úloha č. 6.1

> Iontový hydrid o hmotnosti 4,2 g byl vhozen do vody, se kterou velmi bouřlivě reagoval. Při reakci se uvolňoval plyn, který měl za laboratorních podmínek t = 77 °F a p = 1 bar objem V = 1,19 dm^3. Roztok vykazoval zjevně zásaditou reakci. Napište vzorec hydridu, uvažujte ideální chování plynu.

Řešení: Reakce iontových hydridů s vodou vede ke vzniku elementárního vodíku synproporcionací hydridového aniontu a atomu vodíku z molekuly vody, vedlejším produktem je hydroxid příslušného kovu. Reakce probíhá v případě hydridu alkalického kovu podle rovnice

$$MH + H_2O \rightarrow H_2 + MOH$$

reakce hydridu kovu z druhé skupiny v ox. čísle +II je popsána rovnicí

$$MH_2 + 2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2 + M(OH)_2$$

Pro určení, o jaký hydrid se jedná, potřebujeme znát jeho molární hmotnost. Protože známe hmotnost hydridu, který byl vhozen do vody, vyjdeme ze vztahu $M = \frac{m}{n}$. Látkové množství určíme na základě úvahy o stechiometrii reakce, tj. že v případě hydridu MH se látkové množství hydridu rovná látkovému množství uvolněného vodíku, v případě hydridu MH2 je rovno polovině množství vodíku. Látkové množství vodíku vypočteme ze stavové rovnice ideálního plynu: zadanou teplotu přepočteme na kelviny, tlak na pascaly, objem na metry krychlové a z rovnice vyjádříme látkové množství$n = \frac{pV}{RT}$, kde R je molární plynová konstanta. Látkové množství vodíku vyjde 48 mmol, čemuž podle vztahu $M = \frac{m}{n}$ odpovídá molární hmotnost 87,49 g/mol za předpokladu, že se jedná o hydrid se vzorcem MH, u kterého je látkové množství uvolněného vodíku rovno množství hydridu.

Pokud se jedná o hydrid MH2 se stechiometrií 2:1, je látkové množství hydridu poloviční (24 mmol) a molární hmotnost 174,98 g/mol. Nahlédnutím do periodické tabulky prvků snadno zjistíme, že žádný hydrid kovu z druhé skupiny nemůže mít relativní molekulovou hmotnost větší než 150, tedy se jedná o hydrid kovu z první skupiny. Hodnotě relativní molekulové hmotnosti 87,49 jednoznačně nejlépe odpovídá rubidium (relativní atomová hmotnost 85,47). Jak ale vysvětlit, že

rozdíl relativních hmotností hydridu a samotného rubidia je dvě jednotky, což by odpovídalo dvěma atomům vodíku, když má jít o hydrid se vzorcem MH? Jednoduše: relativní atomová hmotnost 1,008 odpovídá vodíku v přírodním izotopovém složení, kdežto náš hydrid je tvořen těžkým vodíkem (deuteriem) s relativní hmotností 2,014. Správný vzorec neznámého hydridu je tedy RbD, Rb^2D nebo Rb^2H.

Úloha č. 6.2

> Kombinace neúměrného pití alkoholu a sportu může mít devastující účinky. Představte si (samozřejmě čistě hypoteticky), že jeden z autorů jednoho večera přebral a byl domluven, že následujícího dne má jít ráno plavat. Bohužel tento svůj slib nedodržel. Představme si, že by se autor přemohl a šel si zaplavat, avšak tato pohybová aktivita by mu neudělala dobře. Jak se změní pH bazénu, pokud do něj vyzvracíme 200 ml roztoku HCl o pH = 2? Uvažte, že zvracený roztok je pouze směs HCl a vody. Bazén přitom uvažujte jako nádobu o rozměrech 50x25 m naplněnou do výše 2,5 m destilovanou vodou. pH uveďte v přesnosti na jedno desetinné místo.

Řešení: Bazén s obsahem zvratků představuje mohutně zředěný roztok kyseliny chlorovodíkové. Při výpočtu s použitím aproximace vycházející z předpokladu, že veškeré protony v roztoku pocházejí z disociace kyseliny, dostaneme pH>7, tj. v alkalické oblasti, což je zjevný nesmysl. V tomto případě totiž nelze zanedbat autoprotolýzu vody, tedy koncentraci protonů vzniklých disociací $2H_2O \rightarrow H_3O^+ + OH^-$. Výsledné pH tak bez složitějšího výpočtu můžeme pokládat za rovné 7,0 (přesným výpočtem dostaneme hodnotu 6,9988).

Úloha 6.3

> Chemie halogenů je chemií pestrou, a to z mnoha důvodů – fluor má díky své elektronegativitě v tabulce, v laboratoři i v nejedné teoretické příručce vskutku výsadní postavení, zbylé tři halogeny se ale v reaktivitě některých svých sloučenin rozhodně mohou s fluorem měřit. Jeho sousedz nižšího patra, chlor, je většině středoškolských studentů znám především jako zelenožlutý, potenciálně ne-

bezpečný plyn s desinfekčními účinky. Přestože se v kyslíkatých kyselinách vyskytuje výhradně v lichých oxidačních stavech, chemie jeho oxidů je na oxidační stavy bohatší a možná právě o to třaskavější. Kupříkladu oxid chloričitý, za běžných podmínek jantarově oranžový plyn, se používá jako bělidlo či jako desinfekce pitné vody, protože ve vodě zanechává méně vedlejších produktů než chlor. V poslední době se však též začalo šířit jeho používání jako panacey, tedy všeléku výhradně podávaného z rukou alternativních léčitelů pod názvem MMS či CDS. Oxid chloričitý se v jejich podání připravuje z 22,5 % (hm.) roztoku $NaClO_2$ a vhodné kyseliny, kupříkladu HCl či $NaHSO_4$. Rovnice reakce NaClO sNaHSO$_4$ zapsaná v iontovém tvaru:

$$4\,ClO_2^- + 2\,H^+ \rightarrow 2\,ClO_2 + ClO_3^- + Cl^- + H_2O$$

Spočítejte, kolik gramů 22,5% roztokuNaClO$_2$ budeme potřebovat na přípravu jednoho litru roztoku ClO_2 o koncentraci 250 ppm (molární zlomek; uvažujte hustotu roztoku 1 g/cm3).

Řešení: Poznámka opravovatele: Předem chceme účastníky upozornit, že zde molární zlomek v ppm neodpovídá číselně mg/kg. Jedná se o molární zlomek, poměřovanými veličinami tu tedy nejsou hmotnosti, ale moly. Nesprávný výsledek, ke kterému vedla výše uvedená úvaha (přibližně 3 g), proto nebyl uznáván. Nejedná se o příliš komplikovaný přepočet, jde pouze o správné použití jednotky ppm. Zjištění obsahu oxidu chloričitého v jednom litru panacey:

$$n_{ClO_2} = x_{ppm} \cdot n_{H_2O} = x_{ppm} \cdot \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = 250.10^{-6} \cdot 1000/18 = 0,0139\text{mol}$$

Zjištění potřebného množství 22,5% roztoku chloritanu sodného:

$$m_{NaClO_2} = n_{NaClO_2} \cdot M_{NaClO_2} = 2n_{ClO_2} \cdot M_{NaClO_2} = 2 * 0,0139 * 90,44 = 2,514g$$

$$m_{roztok} = \frac{m_{NaClO_2}}{w_{NaClO_2}} = 2,514/0,225 = 11,17\text{g}$$

Úloha 6.4

Autor této úlohy jednou chtěl spotřebovat zbytky od oběda. K obědu byla kachna s červeným zelím a bramborovým knedlíkem, zbylo ale jen zelí a knedlík. Autor se po zhodnocení svých kuchařských dovedností rozhodl všechny zbytky hodit na jednu pánev. Ke knedlíkům a zelí přidal ještě dvě vejce. Co se ale nestalo, po usmažení měl pokrm zvláštně modrou barvu. Napište nejpravděpodobnější příčinu, proč pokrm zmodral. Tohle se opravdu stalo. Můžu říct, že na chuť pokrmu neměla barevná změna žádný vliv.

Řešení: Nejpravděpodobnějším vysvětlením je zcela přirozeně chemická příčina – antokyany obsažené v červeném zelí totiž patří mezi přírodní indikátory, které mění svou barvu v souvislosti se změnou pH. V kyselém prostředí jsou červenofialově zbarvené, při alkalizaci prostředí pozvolna modrají a zelenají (což můžete občas pozorovat při umývání nádobí nebo nesprávné přípravě vepřo-knedlo-zelo či zelí ke špekovým knedlíkům.)

Úloha č. 6.5

Po kvantitativním (úplném) vyžíhání směsi pouze $MgCO_3$ a $CaCO_3$ byl hmotnostní úbytek 50 procent. Jaké bylo procentuální zastoupení obou uhličitanů ve směsi? (uveďte v hmotnostních procentech)

Řešení: Uhličitan vápenatý se tepelně rozpadá podle rovnice:

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

hmotnostní úbytek při žíhání můžeme vyjádřit poměrem $\frac{M_{CO_2}}{M_{CaCO_3}}$.

Uhličitan hořečnatý se rozkládá podle rovnice:

$$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$$

hmotnostní úbytek při žíhání můžeme vyjádřit poměrem $\frac{M_{CO_2}}{M_{MgCO_3}}$.

Složení směsi určíme z rovnice:

$$x \cdot \frac{M_{CO_2}}{M_{CaCO_3}} + (1-x) \cdot \frac{M_{CO_2}}{M_{MgCO_3}} = 0,5$$

kde x je molární zlomek CaCO3 ve vzorku.
Přepočet na hmotnostní procenta provedeme např.:

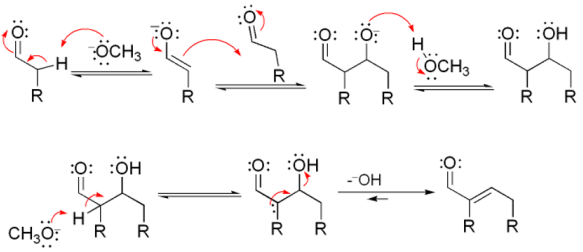
$$w_{CaCO_3} = \frac{x \cdot M_{CaCO_3}}{x \cdot M_{CaCO_3} + (1-x) \cdot M_{MgCO_3}}$$

přičemž $w_{MgCO_3} = 1 - w_{CaCO_3}$.
Výsledek: $x = 0,2678,\ w_{CaCO_3} = 30,26$

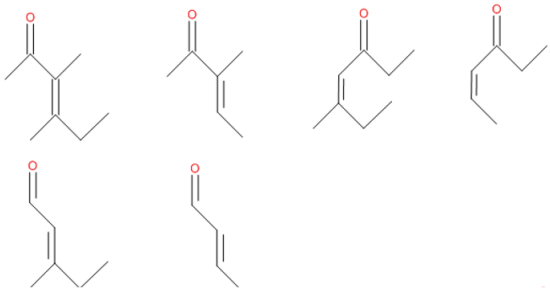
Úloha č. 6.6

> Aldolová kondenzace je hezkou reakcí, kterou je možné provádět třeba i pouhým smícháním komponent a třením jejich směsi v třecí misce. Možným problémem ale je, že pokud provádíme kondenzaci látek, které mají více vodíků v alfa-poloze, může v reakční směsi vzniknout směs různých produktů. Sami si takovou syntézu alespoň na papíře zkuste a vypište všechny produkty aldolové kondenzace butanonu a acetaldehydu. Uvažujte průběh reakce do prvního stupně.

Postup: Mnoho organických chemiků, by vám na tuto otázku rádo odpovědělo: „Bordel.“ Ale pojďme se konkrétně pobavit o tom, jak tento bordel vznikl. Mechanismus by mohl vypadat takto:



Po důkladném prostudování tohoto mechanismu by si někdo mohl všimnout velmi výhodné kličky, jak „rychle“ provádět aldolovou kondenzaci. „Vidličku“ dvojné vazby na kyslík prvního aldehydu či ketonu pouze „zapíchneme“ do α-uhlíku atakujícího aldehydu či ketonu.



Úloha č. 7.1

V knize „Bylo nás pět“ Karel Poláček píše: „Když jsme byli v polích, tak Bejval pravil, jestli víme, že když se ta látka (sloučenina A) hasí vodou (reakce 1), tak se z ní vyvine plyn (sloučenina B), který byv zapálen, vydává jasné světlo (reakce 2). Odvětili jsme, že to víme, a já jsem pravil, že jsem jednou viděl takovou lampu, jak si s ní o pouti svítil medák na turecký med. Bejval pravil, dobře že to víme, a pak nám vysvětlil, v čem spočívá ten vynález, z něhož bude hrozná legrace. Na poli leželo sněhu velice moc a my jsme to všechno zahrabali do sněhu, a když to bylo zahrabaný, tak jsme škrtli zápalkou a chvilku drželi u toho. Za chvilánku to začalo prudce syčet a pak to chytlo a začalo hořet jasným plamenem. Kdo by nevěděl, co v tom je, tak by myslil, že hoří sníh, což by mu bylo divné. A my jsme šli od toho dál, a když jsme byli dál, tak šlehaly plameny velice vysoko a bylo velké světlo a my jsme se z toho radovali.“ Napište, co jsou zmiňované látky A a B a reakce 1 a 2 zapište chemickými rovnicemi.

Řešení: sloučenina A – karbid/acetylid/dikarbid vápenatý CaC_2 sloučenina B – acetylen/ethyn C_2H_2

reakce 1 – $CaC_2 + 2\,H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$
reakce 2 – $2\,C_2H_2 + 5\,O_2 \rightarrow 4\,CO_2 + 2\,H2O$

Úloha č. 7.2

Běžnou součástí snad každé chemické laboratoře jsou tlakové láhve s různými užitečnými plyny. Pro snadné odlišení lahví podle jejich obsahu jsou láhve na hrdle označeny barevným pruhem, láhev s dusíkem tak poznáme podle černého pruhu, láhev s kyslíkem bude označena bílým pruhem. Jakou barvu má pruh, kterým se obvykle označuje tlaková lahev s jodem?

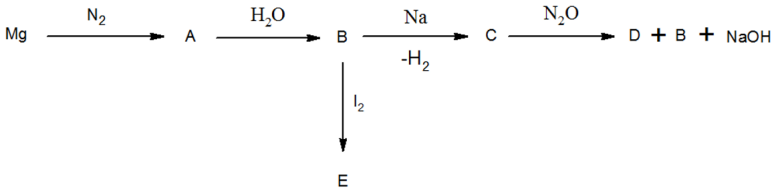
Odpověď: CHYTÁK! Jod není za laboratorních podmínek plynná látka, proto není skladován v tlakových lahvích.

Úloha č. 7.3

Hoření je mimořádně zajímavý proces, který nezodpovědné chemiky přitahuje silou exponenciálně rostoucí s klesající stabilitou hořící látky. Ne vždy se ale musí jednat o proces přímočarý, probíhající přesně podle předpokladů chemika, o čemž svědčí také udělení několika Darwinových cen za pokusy v této oblasti chemie a praktického života. Například hořčík nehoří na vzduchu jen s kyslíkem, ale také se slučuje s dusíkem za vzniku binární sloučeniny A, která po vhození do vody (např. do rybníka) hydrolyzuje na látku B a hydroxid hořečnatý. Roztok látky B tvoří s jodem sraženinu E. Čistá kapalina B (povede-li se ji z jiného prostředí než z rybníka izolovat) po delší době reaguje s kovovým sodíkem. Při této reakci vzniká látka C a vodík. Látka C tvoří s oxidem dusným sloučeninu D, jako vedlejší produkt vzniká látka B a hydroxid sodný. Látka D nachází uplatnění například při konstrukci automobilových airbagů. Její analogy obsahující ionty přechodných kovů jsou pravděpodobně schopné nominovat dalšího laureáta Darwinovy ceny.

Doplňte vzorce látek A až E.

Řešení: A : Mg_3N_2 B : NH_3 C : $NaNH_2$ D : NaN_3 E : $NH_3 \cdot NI_3$



Úloha 7.4

1,745 g směsi dusičnanu hořečnatého a dusičnanu hlinitého bylo rozpuštěno ve vodě a doplněno v odměrné baňce na 100 ml roztoku. Bylo odpipetováno 10,0 ml roztoku, pH bylo upraveno roztokem amoniaku do kvantitativního vytvoření sraženiny. Roztok byl přefiltrován, sraženina promyta a zbylé ionty byly stanoveny titrací roztokem EDTA (c = 0,0500 M). Stanovení bylo provedeno 4x se spotřebami 8,60 ml; 6,40 ml; 6,35 ml; 6,40 ml. Určete hmotnostní zlomek hliníku ve směsi na 3 platné číslice.

Řešení: Jedná se o titrační výpočet, ve kterém je taktně zamlčeno několik skutečností. Předně se tímto postupem stanoví obsah hořčíku (hydroxid hlinitý se amoniakálním roztokem prakticky kvantitativně sráží, navíc hliník se stanovuje v prostředí značně kyselém), dále je potřeba ignorovat první, zjevně ustřelenou hodnotu spotřeby chelatonu.

Průměrná spotřeba:

$$V = \frac{V_2 + V_3 + V_4}{3} = 6,367$$

Zjištění množství dusičnanu hořečnatého:

$$m_{Mg(NO_3)_2} = c_{EDTA} \cdot V_{EDTA} \cdot M_{Mg(NO_3)_2} \cdot f$$

$$m_{Mg(NO_3)_2} = 10 \cdot 148,3 \cdot 0,0500 \cdot 0,006367 = 0,472g$$

Zjištění hmotnostního zlomku hliníku:

$$m_{Al(NO_3)_3} = m_{mix} - m_{Mg(NO_3)_2} = 1,273g$$

$$m_{Al} = \frac{M_{Al}}{M_{Al(NO_3)_3}} m_{Al(NO_3)_3}$$

$$w_{Al} = \frac{m_{Al}}{m_{mix}} = 0,0913$$

Úloha č. 7.5

Syntézou zajímavých a/nebo symetrických molekul se lidstvo, zejména jeho chemická část, bavilo odpradávna. Syntetizovat alkan ve tvaru prasete, které si děti běžně kreslí na tabuli někdy v první třídě, není za použití několika chemikálií z lépe vybavené laboratoře velkým problémem. Čeští chemici o sobě dali vědět syntézou adamantanu, půvabné tetraedrické molekuly (tricyklo[3.3.1.1(3,7)]dekanu), američtí vědci například syntetizovali kuban, dokonale krychlový osmiatomový alkan. Dokážete si i vy načrtnout hezký tvar na základě systematického názvosloví IUPAC? Co třeba pentacyklo[4.4.0.0^{2,5}.0^{3,8}.0^{4,7}]dekan? Ne, upustíme od hloupých sadistických vtipů. Postačí nám jeho sumární vzorec.

Řešení: Chemici tuto látku označují triviálním názvem basketan (viz obrázek). Už zbývá jen spočítat počet uhlíků a k tomu správně počet vodíků: $C_{10}H_{12}$.

Úloha č. 7.6

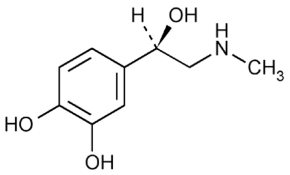
Život chemika – terminologického bigota není vůbec snadný. Chemie je totiž vědou, ve které nemusíte zacházet moc da-

leko, abyste přešli z oblasti, kterou označí biochemik za „nudnou fyziku“ do oblasti, kterou fyzikální chemik tituluje jako „otravnou biochemii“. Vy si teď můžete trochu té „nudné fyziky“, i když ne úplně biochemické, vyzkoušet. Do uzavřené nádoby o objemu 1 dm3 byla dána ekvimolární směs dusíku a kyslíku tak, že celkový tlak v nádobě byl 550 Pa při teplotě 300 K. Směs byla zahřáta na 2000 K a byl naměřen tlak 2830 Pa. Určete stupeň přeměny dusíku a kyslíku na oxid dusný, která zde probíhá. Jiné reakce než tato přeměna nebyly pozorovány. Všechny plyny se chovají ideálně.

Řešení: V této úloze se zaměříme na bilance reaktantů a produktů. Stupeň přeměny definujeme jako procento přeměněného reaktantu v určitém čase reakce. Zapsali bychom ho tedy například takto: $\alpha = \frac{n_0 - n_t}{n_0}$; kde n_0 je počáteční koncentrace reaktantu a n_t je pak koncentrace v čase t Nyní už pouze stačí napsat si rovnici, vypočítat ze stavové rovnice ideálního plynu počet molů plynu za první teploty a tlaku a následně za druhé teploty a tlaku. Odpověď: 91,3 % pro N_2, 45,7 % pro O_2

Úloha č. 8.1

V úloze o kreslení vzorců jsme psali o nejednoznačnosti sumárního vzorce v organické chemii. Mohli jste namítnout, že přece máme jednoznačný vzorec, a to vzorec strukturní. Bohužel u složitějších molekul není úplně snadné tento vzorec z názvu sestavit. Nakreslete strukturní vzorec látky (R)-4-(1-hydroxy-2-(methylamino)ethyl)benzen-1,2-diol. Bude uznáno i bez zakreslení stereochemie, nepožadujeme explicitní atomy vodíku (na stereogenním centru, v methylové skupině).



Tato látka, nazývaná adrenalin, též epinefrin, je jedním z hormonů stresové reakce a někdy se podává také jako léčivo. V těle je vylučována dření nadledvin.

Úloha č. 8.2

> Vypočtěte aktivační energii chemické reakce, pokud víte, že se při zvýšení reakční teploty z 25 °C na 45 °C zvýší rychlost reakce na trojnásobek. Předpokládejte, že koncentrace jednotlivých reaktantů i produktů jsou před zahřátím i po zahřátí stejné.

Podle Arrheniovy rovnice souvisí reakční rychlost s aktivační energií vztahem $v = e^{\frac{-E_A}{R \cdot T}}$, kde E_A je aktivační energie, R molární plynová konstanta a T termodynamická teplota (v kelvinech). Vlivem koncentrací reaktantů a produktů a dalšími faktory se pro účely této úvahy nezabýváme. Víme-li, že s určitou změnou teploty vzrostla reakční rychlost na trojnásobek, můžeme psát $v_2 = 3 \cdot v_1$ Po dosazení číselných hodnot a troufalém zanedbání dostaneme exponenciální rovnici

$$e^{\frac{-E_A}{8{,}314 \cdot 318{,}15}} = 3 \cdot e^{\frac{-E_A}{8{,}314 \cdot 298{,}15}}$$

kterou vyřešíme logaritmováním a dostaneme $E_A = 43320\text{J/mol} = 43{,}32\text{kJ/mol}$.

Úloha 8.3

> Olovo se vyskytuje v přírodě zcela běžně, v lidském organismu jeho přítomnost vyvolává nervové poruchy, je toxické rovněž pro krevní oběh a je kumulováno v měkkých tkáních a v mozku. My vás však nenecháme váš čas trávit neustálým chřadnutím šedých buněk, následuje tematická mozková rozcvička. Olovo se totiž v přírodě vyskytuje ve 4 nuklidech s různým zastoupením. Jedná se o ^{204}Pb, ^{206}Pb, ^{207}Pb, ^{208}Pb. $A_r(Pb) = 207{,}2$. Vypočtěte molární zastoupení ^{206}Pb v přírodě, víte-li, že molární poměr zastoupení $^{208}Pb : {}^{207}Pb$ je 2,371 : 1. Dále víte, že molární zlomek ^{204}Pb je 1,4% a molární poměr $^{206}Pb : (^{204}Pb + {}^{207}Pb)$ je 1,026 : 1. Předpokládejte přitom, že relativní atomová hmotnost izotopu je rovna jeho nukleonovému číslu.

Zadání opět maskuje skutečnost, že se jedná o čtveřici rovnic o čtyřech neznámých – tři jsou výslovně určeny v textu, čtvrtou maskuje skutečnost, že $A_r(Pb) = 207,2$. Numericky vyjádřeno:

$$x_{^{204}Pb} = 0,014$$

$$\frac{x_{^{206}Pb}}{x_{^{204}Pb} + x_{^{207}Pb}} = 1,026$$

$$\frac{x_{^{208}Pb}}{x_{^{207}Pb}} = 2,371$$

$$204x_{^{204}Pb} + 206x_{^{206}Pb} + 207x_{^{207}Pb} + 208x_{^{208}Pb} = 207,2$$

Nyní je soustava čtyř lineárních rovnic o čtyřech neznámých definována jednoznačně, výsledky je možné určit za pomocí manuálního či kalkulačkového dopočtu. Řešení jsou uvedená níže, a to s platností na 3 platné číslice. $x_{^{204}Pb} = 0,014$; $x_{^{206}Pb} = 0,241$; $x_{^{207}Pb} = 0,221$; $x_{^{208}Pb} = 0,524$

Úloha č. 8.4

Nedávno byla vydána nová směrnice IUPAC, která nezávazně nabádá členské státy, aby přistoupily k úpravě názvoslovných směrnic pro anorganickou chemii. Čeští (i další) chemici jsou však tvorové tvrdohlaví, a proto na směrnici nereagují a mnohem raději používají názvosloví, které vyjadřuje oxidační stavy za pomocí koncovek. To však není předmětem úlohy. Ještě raději totiž čeští chemici používají názvosloví triviální. Prokážete, že jste stejně dobří jako průměrný český chemik… nebo ještě lepší? Přiřaďte triviální názvy ke vzorcům.

vzorec	název
1)$ZnSO_4 \cdot 7\,H_2O$	a) žlutá krevní sůl
2)$FeSO_4 \cdot 7\,H_2O$	b) kryolit
3) $Na_2SO_4 \cdot 10\,H_2O$	c) Glauberova sůl
4)$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	d) sublimát
5)$K_3[Fe(CN)_6]$	e) minium
6)$K_4[Fe(CN)_6]$	f) bílá skalice
7)Hg_2Cl_2	g) kalomel
8)$HgCl_2$	h) Berlínská modř
9) $Na_3[AlF_6]$	i) červená krevní sůl
10)Pb_3O_4	j) zelená skalice

Řešení: Správně přiřazené dvojice: 1f, 2j, 3c, 4h, 5i, 6a, 7g, 8d, 9b, 10e

Úloha č. 8.5

Zdrojem oxidu uhelnatého v troposféře je reakce methanu s OH-radikálem CH4 + OH • →CO+ ostatní produkty Rychlostní konstanta této reakce je $k_{CH_4} = 5 . 10 - 15 cm^3 . molekula^{-1} . s^{-1}$. Oxid uhelnatý je z atmosféry odstraňován reakcí s OH-radikálem dle rovnice CO + OH • →CO2 + H•, jejíž rychlostní konstanta je $k_{CO} = 2 \cdot 10^{-13} cm^3 . molekula^{-1} . s^{-1}$. Koncentrace methanu v atmosféře je zhruba $1,5 \mu mol \cdot dm^{-3}$. Jaká je stacionární koncentrace CO v troposféře?

Řešení: Ze zadání víme, že změna hledané koncentrace oxidu uhelnatého je rovna nule. Vyjádříme ji z příslušných kinetických rovnic:

$$\frac{\Delta c_{CO}}{\Delta t} = k_{CH_4} \cdot c_{CH4} \cdot c_{OH} - k_{CO} \cdot c_{CO} \cdot c_{OH} = 0$$

Úpravou získáme

$$c_{CO} = \frac{k_{CH_4} \cdot c_{CH_4}}{k_{CO}} = 37,5 nmol \cdot dm^{-3} = 0,0375 \mu mol \cdot dm^{-3}$$

Úloha č. 8.6

Uhlík za běžných podmínek, když je dostatek kyslíku, shoří na oxid uhličitý. Při vysokých teplotách například během výroby železa ve vysoké peci, ale vzniká primárně oxid

uhelnatý, a to i když je kyslíku dostatek. Hoření na oxid uhelnatý je totiž za vyšších teplot termodynamicky výhodnější. Na vás je spočítat, při minimálně jaké teplotě je více preferovaná reakce $C + ½O_2 \rightarrow CO$ vůči reakci $C + O_2 \rightarrow CO_2$
Máte k disposici následující data:

$\Delta_{sluč}H^{\ominus}(CO_2) = -393,51kJ \cdot mol^{-1}$
$\Delta_{sluč}H^{\ominus}(CO) = -110,53kJ \cdot mol^{-1}$
$\Delta S(C) = 5,74J \cdot K \cdot mol^{-1}$
$\Delta S(O_2) = 205,15J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
$\Delta S(CO) = 217,56J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
$\Delta S(CO_2) = 193,67J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

Považujte uvedené hodnoty enthalpií a entropií v potřebném teplotním intervalu za konstantní. Hodnoty entropií byly vůči standardním hodnotám mírně upraveny, aby úloha vycházela za předpokladu jejich konstantních hodnot v daném teplotním intervalu alespoň trochu rozumně.

Řešení: Výhodnost reakce se dá popsat jednou z termodynamických veličin, kterou nazýváme Gibbsova volná energie. Jak už víme ze základní školy, všechny objekty se snaží dosáhnout jakéhosi minima energie. Ať už je to jablko padající na hlavu velkých myslitelů, či limonáda právě tekoucí po mém stolu, oba tyto objekty se pouze snaží dosáhnout onoho minima – zde potenciální – energie. I pro chemiky existuje taková veličina, zmíněná Gibbsova energie. Bohužel se velmi obtížně měří, ale nám naštěstí stačí znát její pouhopouhou změnu. Pokud je změna záporná, znamená to, že objekt ztrácí energii a tudíž směřuje do minima. Pokud je změna kladná, od minima se naopak vzdaluje. Naším minimem je zde rovnovážný stav. Nás však nebude zajímat jedna reakce, ale hned dvě reakce. A nebude nás zajímat minimum, maximum, či jiné matematické pojmy, ale posouzení, kdy jedna z reakcí bude výhodnější než druhá. Sami dokážete odhadnout, že reakce bude výhodnější, pokud pokles Gibbsovy energie bude větší (změna bude „více záporná“, tj. dále od nuly). A to vše spočtete z jed

noduchého vztahu:$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

Dosazením pak řešíme prostou rovnici pro T:

$$-393,51 \cdot 10^3 - T \cdot (193,67 - 205,15) =$$

$$= -110,53 \cdot 10^3 - T \cdot (-0,5 \cdot 205,15 + 217,56)$$

$$T = 2237,6K = 1964,5°\text{C}$$