

Přijímací zkouška z chemie do navazujícího magisterského studia

Vzor testu s výsledky

Studijní směr: Jaderná chemie

Přijímací zkouška se považuje za úspěšně složenou, získal-li uchazeč alespoň 20 bodů (tedy 50 % z maximálního počtu bodů).

1. Hustota přirozené izotopické směsi neznámého plynu při teplotě 293,15 K a tlaku 101325 Pa činí $\rho = 1330,1 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$. O jaký plyn se jedná? Předpokládejte ideální chování plynu.
(4 body)

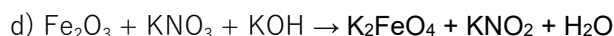
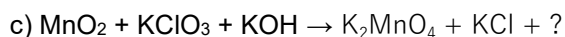
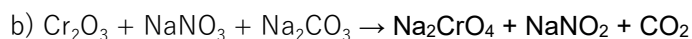
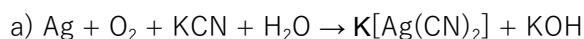
Výsledek: Jedná se o kyslík.

2. Důležitým produktem chemického zpracování uranových rud je nerozpustný diuranan diamonný, který se sráží z roztoku síranu uranylu roztokem amoniaku. Napište stechiometrickou rovnici reakce. Pro účely stechiometrie lze na vodný roztok amoniaku pohlížet jako na „hydroxid amonný“.

(4 body)

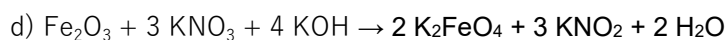
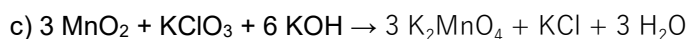
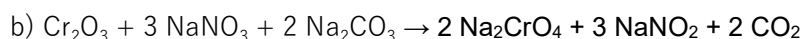
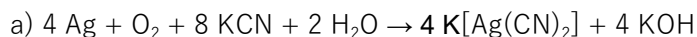
Výsledek: $2 (\text{UO}_2)\text{SO}_4 + 6 \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7 + 2 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$

3. V rovnicích doplňte chybějící látku označenou otazníkem a určete stechiometrické koeficienty.



(4 body)

Výsledek:



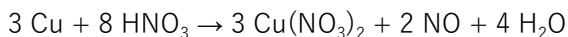
4. V roztoku je rozpuštěna látka A o neznámé molární koncentraci c_1 . 2 ml tohoto roztoku byly doplněny destilovanou vodou na celkový objem $V = 100 \text{ ml}$. K analýze byl odebrán vzorek o objemu $500 \mu\text{l}$ ze zředěného roztoku, který byl v 10ml odměrné nádobce doplněn destilovanou vodou po rysku. Koncentrace látky A v takto připraveném vzorku byla $C_3 =$

$3,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$. Jaká byla koncentrace látky c_1 ve výchozím roztoku?

(4 body)

Výsledek: $C_1 = 0,38 \text{ mol.l}^{-1}$

5. Oxidace mědi kyselinou dusičnou probíhá dle následující rovnice:



Jaká musí být hmotnost mědi zavedené do reakce, má-li být množství $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ rovno 0,75 mol? Jaký objem roztoku HNO_3 o hustotě $1376,9 \text{ g.l}^{-1}$ a hmotnostním zlomku 0,62 je třeba použít? Jaký bude za normálních podmínek ($T = 273,15 \text{ K}$, $P = 101325 \text{ Pa}$) objem vzniklého NO?

(4 body)

Výsledek: 47,7 g; 148 ml; $11,2 \text{ dm}^3$

6. Standardní spalné teplo methanu při vzniku kapalné vody je rovno -891 kJ.mol^{-1} .

Předpokládejme, že jsme v přebytku kyslíku spálili *a)* 1 g methanu, *b)* takové množství methanu, jehož objem je při teplotě 25° C a tlaku $0,0987 \text{ MPa}$ právě $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$.

Vypočítejte, kolik tepla ΔH odevzdá reakční soustava v obou případech do okolí.

(5 bodů)

Výsledek: *a)* $-55,5 \text{ kJ}$; *b)* $-0,035 \text{ kJ}$

7. Rovnovážnému stupni přeměny ethanu v reakci $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ náležela při teplotě 1000 K hodnota $\alpha = 0,485$. Rovnovážný tlak soustavy byl roven standardnímu tlaku. Do reakce byl zaváděn čistý ethan a reakční směs se chovala ideálně. Vypočítejte hodnotu rovnovážné konstanty K_a při dané teplotě a molární zlomky složek v rovnovážné směsi.

(5 bodů)

Výsledek: $K_a = 0,308$; $x(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,341$; $x(\text{C}_2\text{H}_4) = x(\text{H}_2) = 0,327$

8. Vypočítejte pH těchto vodných roztoků: *a)* roztok KOH o celkové (analytické) koncentraci $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$; *b)* roztok HCl o celkové koncentraci $2,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol.l}^{-1}$. Lze aktivní koeficienty považovat za jednotkové? Použijte hodnotu iontového součinu vody $K_v = 1,01 \cdot 10^{-14}$.

(5 bodů)

Výsledek: $\text{pH}(\text{KOH}) = 10,69$; $\text{pH}(\text{HCl}) = 6,96$

9. Reakci $2 \text{ HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$ náleží při teplotách 629 K a 700 K rychlostní konstanta $3,0 \cdot 10^{-5}$ a $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ l.mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Vypočítejte hodnotu aktivační energie a frekvenčního faktoru.

(5 bodů)

Výsledek: $E_a = 190,2 \text{ kJ.mol}^{-1}$; $A = 1,9 \cdot 10^{11} \text{ l.mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

Test in chemistry for the follow-up master's study

Model test with results

Study field: Nuclear chemistry

The exam is considered to have been successfully passed if the candidate has obtained at least 20 points (i.e. 50 % of the maximum number of points).

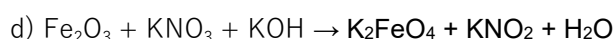
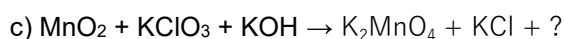
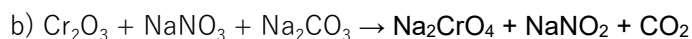
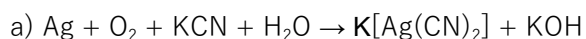
1. The density of a natural isotopic mixture of unknown gas at a temperature of 293.15 K and a pressure of 101325 Pa is $\rho = 1330.1 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$. What gas is it? Assume ideal gas behavior.
(4 points)

Result: It's oxygen.

2. An important product of the chemical processing of uranium ores is insoluble diammonium diuranate, which precipitates from uranyl sulfate solution via ammonia solution. Write the stoichiometric equation of the reaction. For the purposes of stoichiometry, aqueous ammonia solution may be regarded as "ammonium hydroxide".
(4 points)

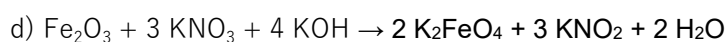
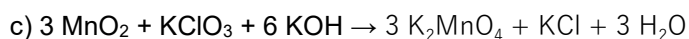
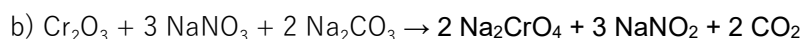
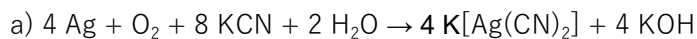
Result: $2 (\text{UO}_2)\text{SO}_4 + 6 \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7 + 2 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$

3. Fill in the missing substance marked with a question mark in the equation (c) and determine the stoichiometric coefficients:



(4 points)

Result:



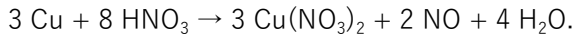
4. Substance A with an unknown molar concentration of c_1 is dissolved in the solution. 2 mL of this solution were made up with distilled water to a total volume of $V = 100 \text{ mL}$. For analysis, a $500 \mu\text{L}$ sample was taken from the diluted solution, which was made up to the mark with distilled water in a 10 mL volumetric flask. The concentration of substance A in

the sample thus prepared was $C_3 = 3.8 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$. What was the concentration of substance c_1 in the starting solution?

(4 points)

Result: $c_1 = 0.38 \text{ mol.L}^{-1}$

5. Oxidation of copper with nitric acid proceeds according to the following equation:



What must be the mass of copper introduced into the reaction if the amount of $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ is to be equal to 0.75 mol? What volume of HNO_3 solution with a density of 1376.9 g.L^{-1} and a weight fraction of 0.62 should be used, and what will be the volume of NO formed under normal conditions ($T = 273.15 \text{ K}$, $P = 101325 \text{ Pa}$)?

(4 points)

Result: 47.7 g; 148 mL; 11.2 dm^3

6. The standard heat of combustion of methane during the formation of liquid water is equal to -891 kJ.mol^{-1} . Assume that we have burned in excess oxygen *a)* 1 g of methane, *b)* such an amount of methane, the volume of which at a temperature of 25° C and a pressure of 0.0987 MPa is just $1 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$. Calculate how much heat ΔH the reaction system transfers to the surroundings in both cases.

(5 points)

Result: *a)* -55.5 kJ; *b)* -0.035 kJ

7. The equilibrium degree of conversion of ethane in the reaction $\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 (\text{g}) + \text{H}_2 (\text{g})$ at a temperature of 1000 K was $\alpha = 0.485$. The equilibrium system pressure was equal to the standard pressure. Pure ethane was introduced into the reaction and the reaction mixture behaved ideally. Calculate the value of the equilibrium constant K_a at the given temperature and the molar fractions of the components in the equilibrium mixture.

(5 points)

Result: $K_a = 0.308$; $x(\text{C}_2\text{H}_6) = 0.341$; $x(\text{C}_2\text{H}_4) = x(\text{H}_2) = 0.327$

8. Calculate the pH of these aqueous solutions: *a)* KOH solution with a total (analytical) concentration of $5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$; *b)* HCl solution with a total concentration of $2 \cdot 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$. Can activity coefficients be considered as unit? Use the value of the ionic product of water $K_w = 1.01 \cdot 10^{-14}$.

(5 points)

Result: $\text{pH}(\text{KCl}) = 10.69$; $\text{pH}(\text{HCl}) = 6.96$

9. The reaction $2 \text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$ belongs at temperatures 629 K and 700 K to the rate constant $3 \cdot 10^{-5}$ and $1.2 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, resp. Calculate the value of the activation energy and the frequency factor.

(5 points)

Result: $E_a = 190.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $A = 1.9 \cdot 10^{11} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$