

jméno a příjmení uchazeče

rodné číslo / číslo pasu / číslo občanského průkazu

Přijímací zkouška z matematiky do navazujícího magisterského studia**1** (7 bodů)

Stanovte obor konvergence mocninné řady

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2n-1)!!}{(n+1)!} \frac{x^n}{6^n}$$

výsledek/result: <-3,3>

Nápověda: $\ell!! = \ell(\ell-2)(\ell-4)(\ell-6)\dots 1$. Pro vyšetření konvergence v krajních bodech oboru konvergence je výhodné užít Raabeova kritéria.

2 (6 bodů)

Inverzní matice k matici

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 0 \\ 4 & \beta & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

výsledek/result: (5,5,0)

má determinant rovný číslu $\frac{1}{12}$. Určete vlastní vektor matice A příslušný největšímu jejímu vlastnímu číslu, jehož velikost (norma) je rovna číslu $\sqrt{50}$.

3 (9 bodů)Metodou Lagrangeových multiplikátorů nalezněte lokální extrémy funkce $g(x, y, z) = xy + z(x + y)$ v rovině

$$x + y + z = 6.$$

výsledek/result: (2,2,2)
lokální minimum**4** (8 bodů)

Přechodem k polárním souřadnicím vypočtěte integrál

$$\int_{\Omega} e^{-x^2-y^2} dx dy,$$

kde $\Omega = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : y \geq 0 \wedge \sqrt{3}x \geq 3y\}$.výsledek/result: $\pi/6$ **5** (3 body)Sestavte Maclaurinovu řadu funkce $s(x) = xe^{-x}$ a stanovte její obor konvergence.výsledek/result: \mathbb{R} **6** (7 bodů)

Řešte diferenciální rovnici

$$x^2 y'' - 5xy' + 8y = 16$$

užitím faktu, že funkce $v(x) = x^2$ je řešením rovnice $x^2 y'' - 5xy' + 8y = 0$.výsledek/result:
 $A x^4 + B x^2 + 2$

Name and Surname of Candidate

Passport Number

Entrance examination in mathematics

Tuesday, September 9, 2014, 9:00 am – 10:15 am

1 (7 points)

Find a convergence range of the following power series

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2n-1)!! x^n}{(n+1)! 6^n}.$$

Use the notation $\ell!! = \ell(\ell-2)(\ell-4)(\ell-6)\dots 1$.**2** (6 points)

Inverse matrix to the matrix

$$\mathbb{A} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 0 \\ 4 & \beta & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

has a determinant equal to $\frac{1}{12}$. Find a eigenvector (whose norm is equal to $\sqrt{50}$) of the matrix \mathbb{A} associated to the largest eigenvalue.**3** (9 points)Using the method of Lagrange multipliers, find all local extremes of the function $g(x, y, z) = xy + z(x + y)$ on the plane

$$x + y + z = 6.$$

4 (8 points)

By means of polar coordinates calculate

$$\int_{\Omega} e^{-x^2-y^2} dx dy,$$

where $\Omega = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : y \geq 0 \wedge \sqrt{3}x \geq 3y\}$.**5** (3 points)Find the Maclaurin expansion of function $s(x) = xe^{-x}$ and its convergence range.**6** (7 points)

Solve a differential equation

$$x^2 y'' - 5xy' + 8y = 16$$

using the fact, that the function $v(x) = x^2$ represents a solution of equation $x^2 y'' - 5xy' + 8y = 0$.

The entrance examination is regarded as successful, if the candidate has obtained at least 20 points (i.e. 50% of the maximum score).

Přijímací zkouška z fyziky do navazujícího magisterského studia

Aspoň ze dvou okruhů fyziky je třeba získat aspoň polovinu bodů. Zbývající okruhy musí být předepsány k doplňující zkoušce během magisterského studia.

Mechanika

[1.] (1 bod)

Jaké je tíhové zrychlení ve výšce 1000 km nad Zemí? (Vliv ostatních vesmírných těles zanedbejte)

Výsledek: Zrychlení = $7,33 \text{ m/s}^2$

[2.] (1 bod)

Hmotný bod koná harmonický pohyb. Jeho maximální rychlost je 10 m/s a maximální zrychlení 50 m/s^2 . Určete jeho amplitudu, úhlovou frekvenci, frekvenci a dobu kmitu.

Výsledek: Amplituda = 2 m , úhlová frekvence = 5 s^{-1} , frekvence = $1,6 \text{ s}^{-1}$, doba kmitu = $0,63 \text{ s}$.

[3.] (2 body)

Určete maximální namáhání závěsu houpačky délky l , je-li zatížena celkovou hmotností m a úhel mezi jejími krajními polohami je φ . Jakou rychlostí a s jakým tečným zrychlením se přitom bude houpačka pohybovat?

Výsledek: $F = mg(3 - 2 \cos \varphi)$

[4.] (2 body)

Bod o hmotnosti m se pohybuje pod vlivem konstantní gravitační síly ve vertikálním směru po válcové ploše o poloměru R jejíž osa má vertikální směr. Odvoďte Lagrangeovu funkci, napište Lagrangeovy rovnice a určete zákony zachování. Které zobecněné souřadnice jsou nejvhodnější pro tento systém?

Výsledek: $L = \frac{m}{2}(\dot{y}^2 + R\dot{\varphi}^2) - mgy$

[5.] (3 body)

Napište Lagrangeovu funkci nabitě částice v elektromagnetickém poli v cylindrických souřadnicích. Napište vzorec pro kanonickou hybnost v kartézských souřadnicích.

Výsledek: $L(r, \Theta, z, \dot{r}, \dot{\Theta}, \dot{z}) = \frac{m}{2}(\dot{r}^2 + r^2\dot{\Theta}^2 + \dot{z}^2) - e(\Phi(t, r, \Theta, z) - \dot{\vec{x}} \cdot \vec{A}(t, r, \Theta, z)),$

$\vec{p} = m\dot{\vec{x}} + e\vec{A}(t, \vec{x}),$

kde Φ, \vec{A} jsou elektromagnetické potenciály.

Relativita, elektřina a magnetismus

[1.] (2 body)

K Zemi se blíží dvě kosmické lodi z opačných směrů rychlostmi $240\,000 \text{ km/s}$. Jaká je rychlost jedné lodi měřená z paluby druhé?

Výsledek: $293\,000 \text{ km/s}$

[2.] (1 bod)

Tři náboje $-e, 2e, -e$ jsou umístěny na přímce v uvedeném pořadí na přímce ve stejných vzdálenostech a . Určete síly působící na každý náboj a elektrostatickou energii soustavy.

Výsledek: $F = 0, \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{7e^2}{4a^2}, 0, W = 0,$

[3.] (3 body)

Určete velikost intenzity elektrického pole ve středu kulové slupky poloměru R , je-li jedna její polovina nabitá s plošnou hustotou σ .

Výsledek: $\frac{\sigma}{4\epsilon_0}$

[4.] (2 body)

Rovnostranný trojúhelník je sletován z homogenního drátu. Ke dvěma vrcholům je přiloženo napětí U . Jaká je magnetická indukce ve středu trojúhelníka?

Výsledek: 0

[5.] (2 body)

Homogenní telegrafní vedení je zkratováno odporem R . Ukažte, že proud na straně přijímače bude nejmenší, bude-li porucha uprostřed.

Postup : Popište zkratované vedení jako soustavu odporů. Z Kirchhoffova a Ohmova zákona vyjádřete proud v přijímači jako funkci polohy odporu R a spočítejte její minimum.

Výsledek: $I(\lambda) = \frac{RU}{2(Rl\rho + 2\rho^2\lambda(l-\lambda))}$, kde l =délka vedení, λ =vzdálenost zkratu, ρ =délkový odpor

Vlnění, atomová a jaderná fyzika

[1.] (2 body)

Nalezněte úhlovou frekvenci podélných kmitů hmotného bodu na přímce, upevněného mezi dvěma pružinami o tuhostech k_1 a k_2 .

Výsledek: $\sqrt{k_1 + k_2}/m$

[2.] (2 body)

Jaká je amplituda, perioda, fázová rychlost a vlnová délka vlny vyjádřené v SI soustavě rovnicí

$$\Psi(z, t) = 0.6 \sin(2\pi(4t + 3z))?$$

Výsledek: $A = 0.6$, $T = \frac{1}{4}$ s, $v_\psi = \frac{4}{3}$ ms⁻¹, $\lambda = \frac{1}{3}$ m

[3.] (2 body)

Ukažte, že když $\vec{E}(z, t) = (A \cos(\omega t) \cos(kz), 0, 0)$ je stojatá rovinná vlna elektrického pole, pak $\vec{B}(z, t) = (0, A \frac{k}{\omega} \sin(\omega t) \sin(kz), 0)$ je stojatá rovinná vlna magnetického pole.

Postup: Dosaďte do Maxwellových rovnic

[4.] (2 body)

Předmět je umístěn ve vzdálenosti $a = 3R$ od vydutého sférického zrcadla, kde R je poloměr křivosti zrcadla. Sestrojte zobrazení předmětu, dále vypočítejte zvětšení předmětu.

Výsledek: Obraz je ve vzdálenosti $\frac{3}{5}R$ od zrcadla, zvětšení je $-1/5$.

[5.] (2 body)

Výstupní práce elektronů pro sodík je 2,3 eV. S jakou energií (v elektronvoltech i Joulech) budou vyletovat elektrony se sodíkového povrchu katody, když na ni dopadá ultrafialové záření o vlnové délce 220 nm? ($h \doteq 6.10^{-34}$ Js, $1\text{eV} \doteq 1,6.10^{-19}$ J).

Výsledek: 2,7 eV = 5,32.10⁻¹⁹ J

Termika a termodynamika

[1.] (1 bod)

1 mol ideálního plynu zaujímá objem $V_1 = 2\text{m}^3$ při teplotě $T_1 = 127^\circ\text{C}$. Kvazistaticky izobaricky ho necháme expandovat na objem $V_2 = 10\text{m}^3$. Jaká bude teplota na konci?

Výsledek: 2 000 K

[2.] (2 body)

1 mol vzduchu chovající se jako ideální plyn v nádobě o objemu $V_1 = 4\text{l}$ a teplotě $T = 27^\circ\text{C}$, zvětší kvazistaticky adiabaticky objem na $V_2 = 2\text{m}^3$ a následně je izotermicky stlačen na původní objem V_1 . Jaký je tlak na konci a na počátku děje za předpokladu, že $\kappa = \frac{C_p}{C_v} = \frac{3}{2}$?

Výsledek : 27 kPa, 622,5 kPa

[3.] (2 body)

Jakou mezní efektivitu má tepelný stroj, který při své činnosti přijde do styku s lázněmi o teplotách $T_1 = 127^\circ\text{C}$ a $T_2 = 627^\circ\text{C}$? Spočítejte množství tepla, které přijme od ohřívače, když máte změřeno, že chladič předá 1 MJ.

Výsledek: $\eta = \frac{5}{9}$, $Q = 9/4\text{MJ}$

[4.] (2 body)

Spočítejte změnu entropie 1 molu ideálního plynu pro izotermický a izobarický proces, kdy objem vzroste z $V_1 = 2m^3$ na $V_2 = 4m^3$, pro plyn s $c_p = 10J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$.

Výsledek: $\Delta_{isoterm} = 13,35 JK^{-1}$, $\Delta_{isobar} = 16,1 JK^{-1}$,

[5.] (3 body)

Spočítejte varianci $Var(v) = \langle (v - \langle v \rangle)^2 \rangle$ Maxwell-Boltzmannova rozdělení rychlostí.

Výsledek: $(3 - \frac{8}{\pi}) \frac{kT}{m}$

Fyzikální konstanty

Planckova konstanta $h = 6,6 \cdot 10^{-34} Js$, permitivita vakua $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 0,9 Nm^2C^{-2}$, klidová hmota elektronu $9,1 \cdot 10^{-31} kg$, klidová energie elektronu = 0,511 MeV, elementární náboj $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, $1 eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$, Boyle–Mariottova konstanta $R = 8,3 J mol^{-1} K^{-1}$, Avogadrova konstanta = $6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$.

Jméno a příjmení	Rodné číslo

- 1) [4 body] Napište algoritmus pro třídění haldou (heapsort).
- 2) [4 body] Napište algoritmus pro vložení položky na začátek dvousměrného seznamu.
- 3) [4 body] Napište algoritmus pro vyhledání položky v binárním stromu.
- 4) [4 body] K čemu se používá příkaz `try ... catch` ?
- 5) [4 body] Co je to konstruktor, kdy je volán ?
- 6) [2 body] Jaký má vliv první středník v následujících příkazech:

```
while (n < 10) ; n ++ ;
```
- 7) [2 body] Vyberte vhodný příkaz pro vyhledávání hodnoty v seznamu:
 a) `while (p->key != value && p != NULL) p = p->next;`
 b) `while (p != NULL && p->key != value) p = p->next;`
 Výběr zdůvodněte.
- 8) [2 body] Napište definici šablonové funkce,
 která bude vybírat minimum ze dvou parametrů stejného typu.
- 9) [2 body] Slovy popište význam následující deklarace:

```
int * f ( int, int );
```

Na následující stránce jsou další tři příklady

10) [4 body] Necht' jsou dány deklaráce:

```
class A { };  
class B : public A { };  
class C : public B { };  
A * p = new B;
```

Jaké budou typy a hodnoty následujících výrazů:

```
dynamic_cast < B * > (p)  
dynamic_cast < C * > (p)
```

11) [4 body] Necht' je dána deklaráce:

```
class A  
{  
    public:  
        virtual void f ();  
        virtual void g ();  
        void h ();  
};
```

Co bude obsahovat tabulka virtuálních metod třídy A ?

Kdy se bude tabulka virtuálních metod používat ?

12) [4 body] Necht' jsou dány deklaráce:

```
const N = 100;  
type pole = array [1..N] of real;
```

Podrobně vysvětlete, jak se budou předávat parametry procedury, která má následující hlavičku:

```
procedure p (a: pole; var b: pole);
```

Příklad 1:

```
Const n = 100;
Var   a: array [1..n] of real;

Procedure swap (u,v: integer);
Var   t: real;
Begin
    t:=a[u];
    a[u]:=a[v];
    a[v]:=t;
End;

Procedure Heapify (i,j: integer);
Label 1,9;
Var   k,s,m: integer;
        t: real;
Begin
    k:=i;
    1:
        s:=k+k;
        if s>j then goto 9;
        m:=s;
        if s+1<=j then
            if a[s+1]>=a[s] then m:=s+1;

            if a[m]>a[k] then begin
                swap (k,m);
                k:=m;
                goto 1;
            end;
    9:
End;

Procedure Heapsort;
Var   i,j: integer;
Begin
    for i := (n div 2) downto 1 do Heapify (i,n);
    for j := n downto 2 do begin
        swap (1,j);
        Heapify (1, j-1);
    end;
End;
```


Příklad 2:

```
class Node
{
    public:
        int key;
        Node * prev, * next;
};

Node * head, * tail;

void insert_first (Node * p)
{
    p->prev = NULL;
    p->next = head;

    if (head != NULL)
        head->prev = p;
    else
        tail = p;

    head = p;
}
```

Příklad 3:

```
class Node
{
    public:
        int key;
        Node * left, right;
};

Node * root;

Node * search (int value)
{
    Node * p = root;
    while (p != NULL && p->key != value)
    {
        if (p->key < value) p = p->left; else p = p->right;
    }
    return p;
    // ukazatel na nalezenou polozku
    // nebo NULL pokud hodnota nebyla nalezena
}
```

Příklad 4:

Příkaz **try** zachycuje výjimky vzniklé v příkazu následujícím po klíčovém slově **try**. Zachycovány jsou i výjimky vzniklé ve funkcích volaných v tomto příkazu (pokud nejsou zachyceny vnořenými příkazy **try**). Příkaz **try** obsahuje jednu nebo více částí **catch** pro zpracování vzniklých výjimek. Při zachycení výjimky se vyhledá část **catch** jejíž parametr typově odpovídá vzniklé výjimce. Pokud vhodná část **catch** neexistuje šíří se výjimka dále do bloků, které jsou dynamicky nadřazeny právě zpracovávanému příkazu **try**.

Příklad 5:

Konstruktor je metoda třídy volaná při vytváření instance.

Příklad deklarace

```
class C
{
    private:
        int * p;
    public:
        C () { p = NULL; } // konstruktor
        C (int * u) : p (u) { } // konstruktor s parametrem
};
```

Za dvojtečkou lze v deklaraci konstruktoru umístit inicializaci nestatických položek a případně volat konstruktory nadřazených tříd.

Konstruktor nesmí být virtuální.

Pokud žádný konstruktor v dané třídě nedeklarujeme, může překladač vytvořit veřejně přístupný konstruktor odpovídající „prázdnému“ kódu `C () { }`

Instance dynamické proměnné je inicializována při volání operátoru `new`.

```
C * u; u = new C;
```

Příklad 6:

První středník reprezentuje prázdný příkaz, který je tělem cyklu:

```
while (n < 10) ;
```

Pokud je `n < 10` je tento cyklus nekonečný.

Pokud je `n >= 10` neproběhne tělo cyklu ani jednou.

Po cyklu následuje příkaz pro zvětšení proměnné `n`.

Příklad 7:

```
while (p != NULL && p->key != value) p = p->next;
```

V okamžiku kdy zpracováváme poslední prvek seznamu (nebo pokud je seznam prázdný), proměnná `p` obsahuje nulový ukazatel, a proto nelze vyčíslit výraz `p->key`.

Zvolím variantu **b**, která nejprve testuje ukazatel, zda není nulový.

Pokud je první operand před `&&` nepravdivý, druhý operand se nevyhodnocuje.

Příklad 8:

```
template <class T>
    T min ( T a, T b ) { return a < b ? a : b ; }
```

Příklad 9:

Funkce `f`.

Funkce vrací jako výsledek ukazatel na celé číslo (`int *`).

Funkce má dva parametry typu `int`.

Příklad 10:

dynamic_cast <B*> (p) je typu B* a ukazuje (po přetypování) na objekt p
dynamic_cast <C*> (p) je typu C* a má nulovou hodnotu

Příklad 11:

Tabulka virtuálních metod třídy A bude obsahovat ukazatel na metodu f a ukazatel na metodu g. (**&A::f** a **&A::g**)

Tabulka virtuálních metod se používá při volání virtuálních metod, přetypování **dynamic_cast** nebo při dynamické identifikaci typů.

Příklad 12:

První parametr se předává hodnotou,
vzniká lokální kopie pole (existující po dobu běhu procedury),
skutečný parametr použitý při volání procedury se nemění.

Druhý parametr je předáván odkazem,
volaná procedura používá k přístupu ke skutečnému parametru odkaz (ukazatel),
při změně lokálního parametru **b** se mění i původní pole použité jako skutečný parametr.

Přijímací zkouška z chemie do navazujícího magisterského studia

Vzorové příklady

Písemná zkouška bude obsahovat 6 podobných příkladů a k jejímu úspěšnému složení je třeba správně vyřešit nejméně 3 z nich.

1. Jistý prvek se vyskytuje v přírodě jako směs tří izotopů, kterým náleží relativní atomové hmotnosti 19,992, 20,994 a 21,990. Jejich relativnímu zastoupení v přirozené izotopické směsi náleží ve stejném pořadí tyto hodnoty: 0,9051, 0,0027 a 0,0922. Vypočtěte relativní atomovou hmotnost tohoto prvku a identifikujte jej.

Výsledek: $M = 20,18$ – jde tedy o neon.

2. Jaká jsou oxidační čísla prvků vázaných v ozonidovém aniontu O_3^- , azoimidu HN_3 a arsinu AsH_3 ?

Výsledky: $\text{O}_3^- \rightarrow \text{O}^{-1/3}$, $\text{HN}_3 \rightarrow \text{H}^{+1}$, $\text{N}^{-1/3}$. Vzhledem k téměř stejným hodnotám elektronegativity arsenu a vodíku jim lze přiřadit oxidační čísla třemi způsoby: $\text{As}^{-\text{III}}$, H^{+1} , dále $\text{As}^{+\text{III}}$, H^{-1} a konečně As^0 , H^0 . O tom, co je nejvíce pravděpodobné, lze rozhodnout z chování arsinu v konkrétní chemické reakci.

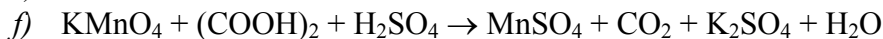
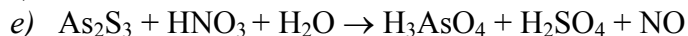
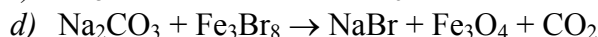
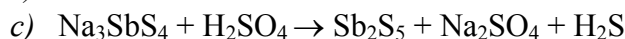
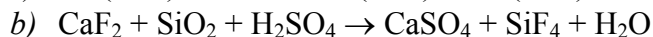
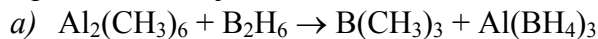
3. Které z následujících prvků (Cl, Ne, C, Be, F, He) tvoří v plynném stavu dvouatomové molekuly?

Výsledek: dvouatomové molekuly tvoří pouze chlór, uhlík a fluór.

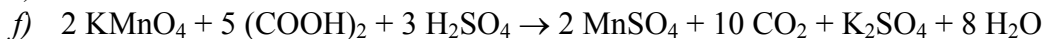
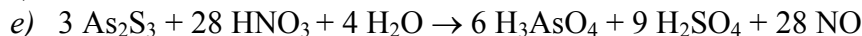
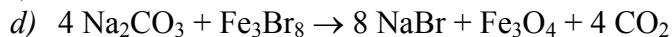
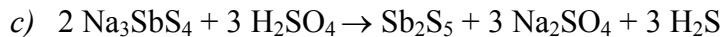
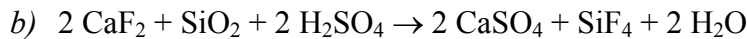
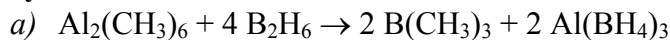
4. Uspořádejte všechny halogenvodíky H-X dle rostoucí energie vazby. Dále je uspořádejte dle jejich rostoucí kyselosti vůči vodě.

Výsledek: energie vazeb klesá v pořadí HF, HCl, HBr, HI, kyselost halogenvodíků vůči vodě pak v témže pořadí roste.

5. Upravte následující rovnice:



Výsledky:



6. Odvoďte molekulový vzorec látky $\text{Ag}_x\text{N}_y\text{O}_z$ a uveďte její název, jsou-li hmotnostní zlomky prvků $w_{\text{Ag}} = 0,782$; $w_{\text{N}} = 0,102$ a $w_{\text{O}} = 0,116$ a relativní molekulová hmotnost sloučeniny činí 276.

Výsledek: Jde o dimer dusnanu stříbrného $\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$.

7. Hmotnostní zlomek dusíku ve směsi dusičnanu sodného a síranu amonného je 0,175. Jaký je v této směsi hmotnostní zlomek síry?

Výsledek: hmotnostní zlomek síry činí $w_{\text{S}} = 0,053$.

8. Tři litry roztoku kyseliny sírové o hustotě $\rho = 1,7272 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a hmotnostním zlomku $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,80$ byly smíseny s jedním litrem roztoku téže kyseliny, kterému náležel hmotnostní zlomek kyseliny $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,10$ a jehož hustota činila $\rho = 1,0661 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Jaká je molární koncentrace kyseliny ve výsledném roztoku, kterému náleží hustota $\rho = 1,5874 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$?

Výsledek: Molární koncentrace výsledného roztoku H_2SO_4 činí $11,0 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$.

9. V plynojemu s vodním uzávěrem je nad vodou při teplotě $t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ uzavřen svítiplyn, jehož objem činí $V = 2000 \text{ m}^3$ a náleží mu tlak $p = 104,52445 \text{ kPa}$. Objemovým zlomkům složek svítiplynu náleží tyto hodnoty: $\phi(\text{H}_2) = 0,47$, $\phi(\text{CH}_4) = 0,36$, $\phi(\text{CO}) = 0,08$, $\phi(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,03$ a $\phi(\text{N}_2) = 0,06$. Tlak sytých par vody při udané teplotě je $p_v = 1,22656 \text{ kPa}$. Vypočítejte hmotnost plynu m_p , který je v plynojemu uzavřen a hmotnost vody m_v v něm obsažené. Předpokládejte ideální chování plynu i vodní páry.

Výsledek: V plynojemu je uzavřeno $1,008 \cdot 10^3 \text{ kg}$ suchého svítiplynu a $18,78 \text{ kg}$ vodní páry.

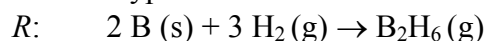
10. Bylo smícháno $1,25 \text{ l}$ roztoku $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, jehož koncentrace činila $0,0500 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$, se dvěma litry roztoku síranu sodného o koncentraci $0,0250 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$. Jaká byla hmotnost vysráženého síranu olovnatého? Rozpustnost PbSO_4 při výpočtu zanedbejte.

Výsledek: Bylo vysráženo $15,2 \text{ g}$ PbSO_4 .

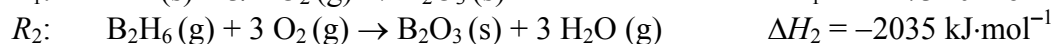
11. Vypočítejte, kolik gramů oxidu manganičitého vznikne redukcí 25 gramů manganistanu draselného siřičitanem sodným ve vodném roztoku. Jaká bude přitom spotřeba tuhého siřičitanu sodného čistoty p.a.?

Výsledek: Vznikne $13,75 \text{ g}$ MnO_2 a bude zapotřebí $29,91 \text{ g}$ Na_2SO_3 čistoty p.a.

12. Vypočítejte standardní slučovací teplo diboranu ΔH_{sl} vznikajícího touto reakcí R:



K výpočtu použijte standardních reakčních tepel následujících reakcí R_1 až R_4 :



Všechny údaje se vztahují k teplotě $298,15 \text{ K}$.

Výsledek: Slučovací teplo diboranu činí $\Delta H_{\text{sl}} = \Delta H_1 - \Delta H_2 + 3\Delta H_3 + 3\cdot\Delta H_4 = 36 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

13. Disociaci chloru dle rovnice $\text{Cl}_2 \text{ (g)} \leftrightarrow 2 \text{ Cl (g)}$ náleží při $T = 1000 \text{ K}$ rovnovážná konstanta $K_p = 2,45 \cdot 10^{-7}$. Rovnovážný tlak soustavy byl roven standardnímu tlaku $P_0 = 101325 \text{ Pa}$. Jaký byl za těchto podmínek rovnovážný stupeň disociace chloru α ? Jak se změní hodnota α , jestliže po dosažení rovnováhy reakční směs při téže teplotě zkomprimujeme? Vzroste, klesne, či bude stejná? Předpokládejte ideální chování plynu.

Výsledek: Rovnovážnému stupni disociace náleží hodnota $\alpha = 2,48 \cdot 10^{-4}$. Komprese rovnovážné směsi vyvolá pokles hodnoty α .

14. Rovnovážná směs kyslíku a ozonu má při teplotě $175 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku $17,1 \text{ kPa}$ hustotu $0,168 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$. Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_p reakce $3 \text{ O}_2 \text{ (g)} \leftrightarrow 2 \text{ O}_3 \text{ (g)}$ při této teplotě chová-li se plynná fáze ideálně.

Výsledek: Rovnovážná konstanta K_p má hodnotu $K_p = 1,34 \text{ Pa}^{-1}$.

15. Vypočítejte pH vodného roztoku silné jednosytné kyseliny o koncentraci $10^{-8} \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$. Jaká bude v tomto roztoku koncentrace hydroxidových aniontů?

Výsledek: Hodnota pH činí $\text{pH} = 6,98$ a koncentrace hydroxidových aniontů je $[\text{OH}^-] = 9,562 \cdot 10^{-8} \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$.

16. Slabé jednosytné kyselině disociující dle rovnice $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$ náleží disociační konstanta K_A . Při jaké hodnotě pH roztoku by byla disociována právě z jedné poloviny?

Výsledek: Připravíme-li vodný roztok kyseliny o $\text{pH} = \text{p}K_a$, bude v něm kyselina disociována právě z jedné poloviny.

17. V roztoku $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ a $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ činí koncentrace každé složky $0,3 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$. Přídavkem roztoku Na_2SO_4 chceme **selektivně** vysrážet síran strontnatý. V jakém rozmezí musí ležet molární koncentrace síranových aniontů SO_4^{2-} ? Součiny rozpustnosti příslušných síranů jsou $S(\text{SrSO}_4) = 2,8 \cdot 10^{-7}$ a $S(\text{CaSO}_4) = 6 \cdot 10^{-5}$.

Výsledek: Má-li být srážení SrSO_4 kvantitativní a selektivní, koncentrace síranových aniontů musí být vyšší než $9 \cdot 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ a nižší než $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$.

18. Cyklobutan se termicky rozkládá na ethylen dle následující stechiometrické rovnice: $\text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$. Při teplotě $438 \text{ }^\circ\text{C}$ má její rychlostní konstanta hodnotu $k = 2,48 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. Za jakou dobu bude molární poměr ethylen / cyklobutan v reakční směsi roven a) 1, b) 100?

Výsledek: a) 1635 s; b) 15852 s.

19. Látka A vstupuje do dvou paralelních reakcí prvního řádu, přičemž zaniká s efektivním (pozorovaným) poločasem $T_e = 112 \text{ s}$.



Rychlostní konstanta první reakce má při určité teplotě hodnotu $k_1 = 4,60 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. Vypočítejte hodnotu rychlostní konstanty druhé reakce k_2 , která ji při téže teplotě náleží.

Výsledek: Rychlostní konstanta druhé reakce má hodnotu $k_2 = 7,73 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$.

20. Reakci $2 \text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4 \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, která je 1. řádu, náleží hodnota zdánlivé aktivační energie $E_A = 103,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a frekvenční (předexponenciální) faktor Arrheniovy rovnice činí $A = 2,05 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$. Vypočítejte a) hodnotu rychlostní konstanty k_0 při teplotě $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ a b) poločasy reakce při teplotách $-50 \text{ }^\circ\text{C}$, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ a $50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Výsledky: a) $3,76 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$, b) poločasy reakce v pořadí rostoucích teplot: $2,43 \cdot 10^{10} \text{ s}$; $9,22 \cdot 10^5 \text{ s}$; 813 s .

Doporučená literatura k písemné části zkoušky

A. Motl, Výpočty pro jaderné chemiky – Obecná chemie, skriptum FJFI ČVUT.

Tématické okruhy k ústní zkoušce

Obecná, anorganická, organická, analytická a fyzikální chemie v rozsahu bakalářského studia oboru Jaderně-chemické inženýrství na FJFI – ČVUT v Praze.

Sylaby konkrétních vyučovaných předmětů, včetně literatury doporučené pro jednotlivé předměty, jsou přístupné z adresy http://www.jaderna-chemie.cz/?predmet=vyuka_bc