Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Wydział Chemii

WRZEŚNIOWA DIAGNOZA MATURALNA Z CHEMII

klucz odpowiedzi

Poziom rozszerzony

Data: **wrzesień 2024**

Czas pracy: **180 minut**

Liczba punktów do uzyskania: **60**

1. Wszelkie pytania odnośnie do arkusza po egzaminie możesz kierować na adres e-mail: matura.chemia@chemia.uj.edu.pl.
2. Aby sprawdzić swoje odpowiedzi obejrzyj webinarium omawiające arkusz, które odbędzie się na żywo 27 września 2024 roku o godzinie 18:00. Spotkanie będzie zapisane i możliwe do odtworzenia w późniejszym terminie. Aby przejść do wydarzenia zeskanuj widoczny obok kod QR. Link do wydarzenia odnajdziesz też na profilu facebook „Ostatni Dzwonek przed Maturą – warsztaty maturalne Wydziału Chemii UJ”

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 1.

O atomie pierwiastka X w stanie podstawowym wiadomo, że:

- liczba jego sparowanych elektronów walencyjnych jest czterokrotnie większa od liczby jego elektronów walencyjnych niesparowanych,
- stan kwantowy niesparowanych elektronów opisują liczby kwantowe: główna $n = 3$ oraz poboczna (orbitalna) $l = 2$,
- liczba neutronów w jądrze tego atomu jest trzykrotnie większa od całkowitej liczby elektronów walencyjnych w tym atomie.

Zadanie 1.1. (0-1)

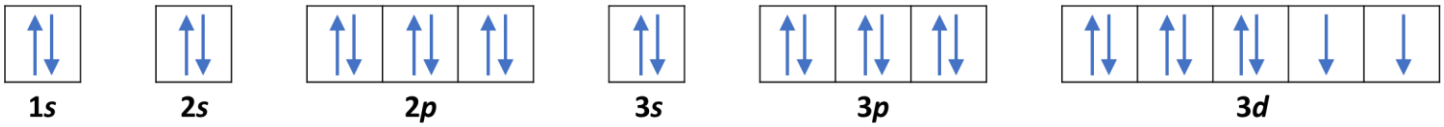
Ustal symbol chemiczny pierwiastka X oraz symbol bloku konfiguracyjnego (*s*, *p* lub *d*), do którego pierwiastek ten należy.

Symbol pierwiastka X	Symbol bloku konfiguracyjnego
Ni	*d*

Zadanie 1.2. (0-1)

Napisz pełną podpowłokową konfigurację elektronową jonu X^{2+} w stanie podstawowym.

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8$ lub



Uwaga: W przypadku zapisu formy graficznej elektrony niesparowane muszą mieć zgodny spin.

Zadanie 1.3. (0-1)

Podaj skład jądra atomu pierwiastka X, o którym mowa w informacji wprowadzającej.

Liczba protonów	Liczba neutronów
28	30

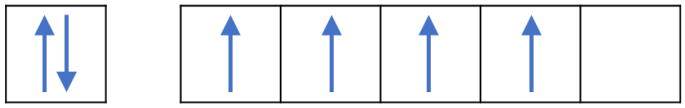
Zadanie 2. (0-1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań dotyczących odmian alotropowych węgla. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Dla orbitali walencyjnych atomów węgla w diamencie zakłada się hybrydyzację typu sp^2.		**F**
2.	Grafit znalazł zastosowanie w produkcji elektrod, materiałów tnących i ściernych.		**F**

Zadanie 3. (0-1)

Poniżej zamieszczono fragment konfiguracji elektronowej atomu chromu.



4*s* **3*d***

Rozstrzygnij, czy zamieszczony fragment konfiguracji przedstawia rozmieszczenie elektronów na podpowłokach atomu chromu znajdującego się w stanie podstawowym czy w stanie wzbudzonym. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: W stanie wzbudzonym.

Uzasadnienie: Jest to rozmieszczenie o wyższej energii niż w przypadku umieszczenia jednego elektronu na podpowłoce 4*s* oraz pięciu elektronów na podpowłoce 3*d*.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

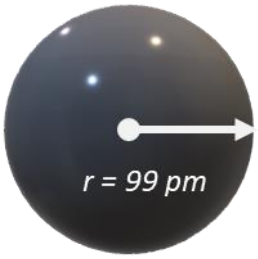
Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 4. (0-1)

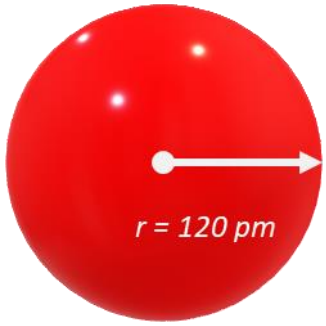
Poniżej przedstawiono sfery, które mają obrazować wzajemne stosunki rozmiarów atomów arsenu, bromu i chloru, wyznaczone na podstawie wartości promieni kowalencyjnych.

Uzupełnij poniższy schemat wpisując nazwy pierwiastków, których rozmiary atomów obrazują poszczególne sfery.



chlor

brom



arsen

Na podstawie: W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

Zadanie 5.

Nobel to pierwiastek chemiczny zaliczany do grupy aktynowców. Jeden z jego izotopów można otrzymać m.in. w wyniku fuzji jądrowej przebiegającej pomiędzy jądrem uranu-238 i jądrem neonu-22. Powstaniu jednego jądra pierwiastka nobla w tej reakcji towarzyszy emisja sześciu neutronów. Nobel nie posiada trwałych izotopów, ale niektóre z jego izotopów charakteryzują się czasami półtrwania rzędu nawet kilkudziesięciu minut. Zalicza się do nich m.in. nobel-259 o czasie półtrwania ok. 58 minut, którego rozpadowi towarzyszy emisją cząstek α (alfa).

Na podstawie: ptable.com oraz https://en.wikipedia.org/wiki/Nobelium

Zadanie 5.1. (0-1)

Napisz równanie reakcji jądrowej otrzymywania jednego z izotopów nobla, której przebieg opisano w informacji wprowadzającej. Uzupełnij <u>wszystkie</u> pola odpowiednimi symbolami i wartościami liczbowymi.

$$\begin{matrix}238\\92\end{matrix}\mathrm{U} + \begin{matrix}22\\10\end{matrix}\mathrm{Ne} \longrightarrow \begin{matrix}254\\102\end{matrix}\mathrm{No} + 6\,\begin{matrix}1\\0\end{matrix}\mathrm{n}$$

Zadanie 5.2. (0-1)

Napisz równanie przemiany α, której ulega nuklid ^{259}No.

$^{259}_{102}\mathrm{No} \rightarrow {}^{255}_{100}\mathrm{Fm} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$ lub

$^{259}_{102}\mathrm{No} \rightarrow {}^{255}_{100}\mathrm{Fm} + {}^{4}_{2}\alpha$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 5.3. (0-1)

Oblicz masę próbki zawierającej 434 atomy izotopu nobla-250. Wynik końcowy napisz w gramach.

Masa 1 atomu nobla-250 wynosi 250 u. Wobec tego:

434 atomu $^{250}No \cdot 250\ u = 108500\ u$

Sposób I:

1 g --- $6{,}02 \cdot 10^{23}$ u

m_g --- 108500 u

$m_g = 1{,}8 \cdot 10^{-19}$ g

Sposób II:

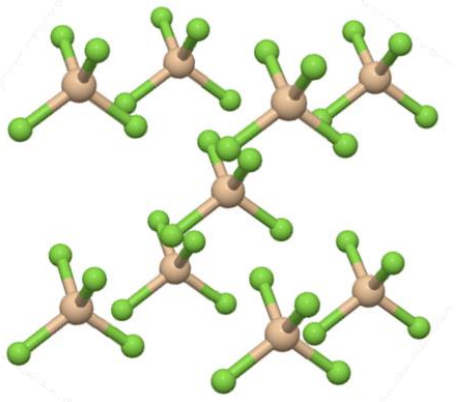
1 u --- $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g

108500 u --- m_g

$m_g = 1{,}8 \cdot 10^{-19}$ g

Zadanie 6.

Tlenek krzemu(IV) reaguje z kwasem fluorowodorowym z wytworzeniem fluorku krzemu(IV). Reakcja ta wykorzystywana jest do wytrawiania szkła i porcelany.
Fluorek krzemu(IV) w temperaturze pokojowej jest bezbarwnym gazem, który pod ciśnieniem normalnym skrapla się w temperaturze –90,3 °C, a w temperaturze –95 °C ulega zestaleniu. Fragment struktury krystalicznej fluorku krzemu(IV) przedstawiono na grafice obok.



Na podstawie: https://www.chemtube3d.com/

Zadanie 6.1. (0-1)

Określ rodzaj kryształu (metaliczny, jonowy, kowalencyjny, molekularny) tworzony przez zestalony fluorek krzemu(IV).

molekularny

Zadanie 6.2. (0-1)

Napisz równanie reakcji zachodzącej pomiędzy tlenkiem krzemu(IV) i kwasem fluorowodorowym.

$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 6.3. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Fluorek krzemu(IV) to związek chemiczny, w którym wiązania chemiczne powstałe pomiędzy atomami fluoru i atomem krzemu mają charakter wiązań (jonowych / kowalencyjnych spolaryzowanych).

W sieci krystalicznej fluorku krzemu(IV) pomiędzy drobinami istnieją oddziaływania (dipol-dipol / dyspersyjne).

Zadanie 7.

Poniżej przedstawiono ogólny wzór elektronowy dla trifluorków halogenów typu XF_3. W związkach tych rolę pierwiastka X mogą spełniać atomy chloru, bromu i jodu.

W tabeli przedstawiono wartości temperatur topnienia i wrzenia związków ClF_3 oraz BrF_3 pod ciśnieniem 1013 hPa.

	Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C
ClF_3	–76	11
BrF_3	10	128

Na podstawie: W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

Zadanie 7.1. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdanie. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Trifluorek bromu jest związkiem (bardziej / mniej) lotnym niż trifluorek chloru ponieważ posiada wyższą temperaturę (topnienia / wrzenia).

Zadanie 7.2. (0-1)

Napisz formalny stopień utlenienia atomu chloru w cząsteczce trifluorku chloru.

Formalny stopień utlenienia atomu chloru: (+)III lub (+)3

Zadanie 7.3. (0-1)

Określ liczbę wiązań typu *σ* (sigma) oraz typu *π* (pi) w cząsteczce IF_3 oraz określ sumaryczną liczbę elektronów tworzących rdzenie atomowe wszystkich atomów budujących tę cząsteczkę.

Liczba wiązań typu *σ*	Liczba wiązań typu *π*	Sumaryczna liczba elektronów tworzących rdzenie atomowe wszystkich atomów w cząsteczce IF_3
3	0	52

Zadanie 7.4. (0-1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Wartość elektroujemności atomu bromu w skali Paulinga jest mniejsza od wartości elektroujemności atomu fluoru, dlatego wspólne pary elektronowe tworzące wiązania Br–F w cząsteczce BrF_3 są przesunięte w stronę atomu bromu.		**F**
2.	Analizując wartości elektroujemności atomów pierwiastków grup 1., 2. i 13.-17. układu okresowego można zauważyć, że w każdej z tych grup wartości elektroujemności maleją ze wzrostem liczby atomowej pierwiastka.		**F**

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 7.5. (0-2)

Stałą próbkę trifluorku chloru o masie 18,5 g umieszczono w reaktorze. Utrzymując stałe ciśnienie 1013 hPa, próbkę ogrzano aż do osiągnięcia temperatury wrzenia ClF_3. Następnie utrzymując osiągniętą temperaturę, obniżono ciśnienie do końcowej wartości 800 hPa. W ten sposób otrzymano gazowy trifluorek chloru o objętości *V*.

Oblicz objętość *V* gazowej próbki trifluorku chloru. Wynik końcowy napisz w dm^3 z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

$M_{trifluorek\ chloru} = 92{,}5\ g \cdot mol^{-1}$

1 mol ClF_3 --- 92,5 g

n --- 18,5 g

n = 0,2 mol

Objętość gazu zależy od warunków ostatecznych, w których została odmierzona, nie zaś od zmian poszczególnych parametrów. Zatem należy obliczyć objętość ClF_3 w następujących warunkach:

p = 800 hPa

T = 11 °C = 284 K

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$$

$$V = \frac{0{,}2\ mol \cdot 83{,}14\ \frac{hPa \cdot dm^3}{mol \cdot K} \cdot 284\ K}{800\ hPa} = \mathbf{5{,}9\ dm^3}$$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 8.

Ciekły bezwodny fluorowodór, podobnie do wody, jest doskonałym rozpuszczalnikiem licznych substancji nieorganicznych i organicznych. Ulega on autoprotolizie (autodysocjacji) przebiegającej według równania:

$$2HF \rightleftarrows H_2F^+ + F^-$$

lub

$$3HF \rightleftarrows H_2F^+ + HF_2^-$$

Wartość iloczynu jonowego dla ciekłego fluorowodoru, w pobliżu temperatury jego wrzenia (ok. 20 °C) jest równa ok. 10^{-10}. W podobnych warunkach pK_w dla czystej wody wynosi ok. 14,16.

Na podstawie: A. Bielański, Podstawy Chemii Nieorganicznej, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012
W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

Zadanie 8.1. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

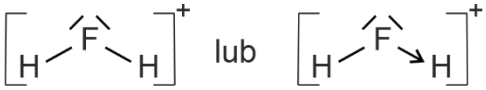
Najmocniejszym kwasem Brønsteda w ciekłym fluorowodorze jest (H$_2$F$^+$ / HF).

Autoprotoliza fluorowodoru w pobliżu jego temperatury wrzenia zachodzi w (mniejszym / większym)

stopniu niż autoprotoliza wody w tych samych warunkach temperatury i ciśnienia.

Zadanie 8.2. (0-1)

Narysuj wzór elektronowy kreskowy jonu H_2F^+ oraz określ kształt (liniowy, kątowy) tego jonu.



Kształt jonu: kątowy

Uwaga: Geometria cząsteczki nie podlega ocenie.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 9. (0-2)

Wolframian(VI) sodu tworzy hydrat o wzorze $Na_2WO_4 \cdot nH_2O$. W temperaturze 20 °C hydrat ten rozpuszcza się w wodzie w stosunku masowym 165 g hydratu na 200 g wody, tworząc roztwór nasycony, w którym stosunek liczby jonów sodu do liczby cząsteczek wody jest równy 9:109.

Na podstawie: W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

Wykonaj obliczenia i napisz wzór opisanego hydratu wolframianu(VI) sodu.

Masa molowa wolframianu(VI) sodu Na_2WO_4 wynosi 294 g · mol^{-1}. W temperaturze 20 °C hydrat ten rozpuszcza się w wodzie w stosunku masowym 165 g hydratu na 200 g wody tworząc roztwór nasycony o masie 165 g + 200 g = 365 g.

W roztworze nasyconym prawdziwe są również następujące stosunki:

9 jonów Na^+ : 109 cząsteczek H_2O

9 mol jonów Na^+ : 109 mol cząsteczek H_2O

4,5 mol Na_2WO_4 : 109 mol cząsteczek H_2O

$4{,}5\ mol \cdot 294\ \frac{g}{mol} = 1323\ g\ Na_2WO_4$: $109\ mol \cdot 18\ \frac{g}{mol} = 1962\ g\ H_2O$

Masa nasyconego roztworu wynosi 1323 g + 1962 g = 3285 g

1323 g Na_2WO_4 --- 3285 g roztworu nasyconego

x --- 365 g roztworu nasyconego

x = 147 g

W roztworze nasyconym o masie 365 g otrzymanym poprzez rozpuszczenie 165 g hydratu $Na_2WO_4 \cdot nH_2O$ w 200 g wody znajduje się 147 g Na_2WO_4. Masa wody hydratacyjnej wprowadzonej do tego roztworu wynosi 165 g – 147 g = 18 g.

147 g Na_2WO_4 : 18 g H_2O

0,5 mol Na_2WO_4 : 1 mol H_2O => **$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$**

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 10. (0-2)

W reaktorze umieszczono *a* moli reagenta A oraz reagent B w ilości o 2 mole większej od stechiometrycznej, po czym w temperaturze *T* zainicjowano reakcję chemiczną w fazie gazowej:

$$A\ (g) + B\ (g) \rightleftarrows 2C\ (g)$$

Stężeniowa stała równowagi tej reakcji w temperaturze *T* jest równa 0,32.

Ustal początkowe liczby moli reagentów A i B umieszczone w reaktorze wiedząc, że wydajność tego równowagowego procesu wynosi w opisanych warunkach 80 %. Wyniki końcowe napisz z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

Stężeniowa stała równowagi dla tej reakcji przyjmuje postać:

$$K = \frac{[C]^2}{[A]\cdot[B]} = \frac{\frac{n_C^2}{V^2}}{\frac{n_A}{V}\cdot\frac{n_B}{V}} = \frac{n_C^2}{n_A\cdot n_B} = 0{,}32$$

W reaktorze umieszczono *a* moli reagenta A. Stechiometryczna ilość reagenta B w takiej sytuacji jest równa *a* moli. Ponieważ jednak wprowadzono do reaktora o 2 mole więcej reagenta B, zatem jego początkowa ilość wynosi (*a* + 2) mol.

Skoro wydajność procesu wynosi 80 %, to do momentu ustalenia stanu równowagi przemianie uległo 80 % substratu A. Zauważ, że substratu B użyto w nadmiarze, stąd jego procent przereagowania nie jest zgodny z wydajnością całego procesu.

	n_0, mol		n_R, mol
A	*a*	–0,8*a*	0,2*a*
B	*a* + 2	–0,8*a*	0,2*a* + 2
C	0	+1,6*a*	1,6*a*

Podstawiając wartości równowagowe do wyrażenia na stałą równowagi otrzymujemy:

$$\frac{n_C^2}{n_A\cdot n_B} = \frac{(1{,}6a)^2}{0{,}2a\cdot(0{,}2a+2)} = 0{,}32$$

przekształcając zależność otrzymujemy:

$7{,}96a^2 = 0{,}4a$

stąd a = 0,05

Początkowe liczby moli reagentów A i B wynoszą zatem:

n_A = 0,05 mol

n_B = 2,05 mol

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 11. (0-1)

Wpisz do tabeli wartości temperatur topnienia dla każdego z wymienionych tlenków: H_2O, K_2O, SO_2, SO_3, pod ciśnieniem normalnym. Wartości temperatur topnienia wybierz spośród następujących: –76 °C, 0 °C, 17 °C, 740 °C.

Substancja	H_2O	K_2O	SO_2	SO_3
Temperatura topnienia, °C	0	740	–76	17

Zadanie 12. (0-2)

Uczniowie badali zachowanie trzech soli, które zostały oznaczone literami A, B i C.

W pierwszym etapie doświadczenia sporządzono wodne roztwory soli A-C o temperaturze 25 °C i stężeniu procentowym równym 15 % (procent masowy). Wszystkie otrzymane roztwory wyglądały identycznie jak pokazano na zdjęciu 1.

W drugim etapie doświadczenia każdy roztwór otrzymany w pierwszym etapie doświadczenia rozdzielono do dwóch osobnych probówek. Do pierwszej probówki z każdej pary dodano kilka kropli alkoholowego roztworu fenoloftaleiny. Tylko w przypadku wodnego roztworu soli C obserwowano zmianę – mieszanina wyglądała tak, jak to pokazano na zdjęciu 2. Do drugiej probówki z każdej pary dodano kilka kropli roztworu wodnego oranżu metylowego. W przypadku roztworu soli B zawartość probówki kilka chwil po wymieszaniu odczynników wyglądała tak, jak to pokazano na zdjęciu 3. Z kolei w przypadku roztworów soli A i C zawartość probówek po wymieszaniu wyglądała tak jak na zdjęciu 4.

Spośród wymienionych poniżej substancji wybierz <u>wszystkie</u>, które w opisanym doświadczeniu mogły pełnić role soli A, B i C. Wpisz ich wzory do tabeli.

$AlCl_3$ $Ba(NO_3)_2$ $FeCl_3$ Na_2SO_4 KCl $K_2Cr_2O_7$ K_2CO_3 $Zn(NO_3)_2$

Sól A	Sól B	Sól C
Na_2SO_4, KCl	$AlCl_3$, $Zn(NO_3)_2$	K_2CO_3

Zadanie 13.

W reaktorze chemicznym kilkukrotnie przeprowadzono pewną jednoetapową reakcję elementarną. Przy każdej próbie stosowano te same wyjściowe ilości substratów, a zmieniano jedynie temperaturę, w której prowadzono przemianę. Ustalono, że analizowana reakcja jest egzotermiczna. Dodatkowo wyznaczono wartości stałej szybkości tej reakcji chemicznej w trzech różnych temperaturach: 600 K, 650 K i 700 K. Wartości tych stałych, podane w przypadkowej kolejności, wynoszą:

$6{,}5 \cdot 10^{-1}\ \frac{dm^3}{mol \cdot s}$ $1{,}29\ \frac{dm^3}{mol \cdot s}$ $3 \cdot 10^{-2}\ \frac{dm^3}{mol \cdot s}$

Zadanie 13.1. (0-2)

Uzupełnij tabelę. Do wartości stałych szybkości opisanej reakcji dopisz wartości temperatur (600 K, 650 K, 700 K), którym te stałe odpowiadają. Ponadto, wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w nawiasie.

Temperatura, K	700	650	600
Stała szybkości reakcji, $\frac{dm^3}{mol \cdot s}$	1,29	$6{,}5 \cdot 10^{-1}$	$3 \cdot 10^{-2}$

Opisana przemiana jest reakcją (pierwszego / drugiego / trzeciego) rzędu.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 13.2. (0-2)

Pamiętając, że omawianą reakcję prowadzono z wykorzystaniem tych samych wyjściowych ilości substratów, oblicz ilokrotnie wyższa lub ilokrotnie niższa jest wartość szybkości reakcji w momencie jej inicjacji, dla procesu prowadzonego w temperaturze 700 K, w stosunku do tej samej reakcji prowadzonej w temperaturze 600 K. Wartość tę wpisz w wyznaczone miejsce w poniższym tekście. Ponadto, wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w nawiasie.

W temperaturze 700 K omawiana reakcja chemiczna przebiega …… -krotnie (szybciej / wolniej) niż w temperaturze 600 K.

W temperaturze 700 K omawiana reakcja chemiczna przebiega 43-krotnie (szybciej / wolniej) niż w temperaturze 600 K.

Z treści zadania nie wynika, jaką postać przyjmuje równanie reakcji chemicznej, jak również równanie kinetyczne. Jednostka stałej szybkości wskazuje jednak, że omawiany to reakcja drugiego rzędu.

Przykładowe równania kinetyczne dla reakcji drugiego rzędu przyjmują następującą postać:

$$v = k \cdot c_A \cdot c_B \qquad v = k \cdot c_A^2 \qquad v = k \cdot c_B^2$$

Może to również być każde inne równanie, dla którego suma potęg, do których podniesione są reagenty, wynosi 2. Niezależnie od postaci równania, obliczenia prowadzą do tego samego rozwiązania $\frac{v_{700\ K}}{v_{600\ K}} = \frac{k_{700\ K}}{k_{600\ K}}$ ponieważ stężenia wyjściowe substratów pozostają identyczne w obu temperaturach, a zatem w praktyce w obliczeniach redukują się:

$$\frac{v_{700\ K}}{v_{600\ K}} = \frac{k_{700\ K} \cdot c_A \cdot c_B}{k_{600\ K} \cdot c_A \cdot c_B} = \frac{k_{700\ K}}{k_{600\ K}} \qquad \frac{v_{700\ K}}{v_{600\ K}} = \frac{k_{700\ K} \cdot c_A^2}{k_{600\ K} \cdot c_A^2} = \frac{k_{700\ K}}{k_{600\ K}} \qquad \frac{v_{700\ K}}{v_{600\ K}} = \frac{k_{700\ K} \cdot c_B^2}{k_{600\ K} \cdot c_B^2} = \frac{k_{700\ K}}{k_{600\ K}}$$

$$\mathbf{\frac{v_{700\ K}}{v_{600\ K}}} = \frac{k_{700\ K}}{k_{600\ K}} = \frac{1{,}29}{0{,}03} = \mathbf{43}$$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

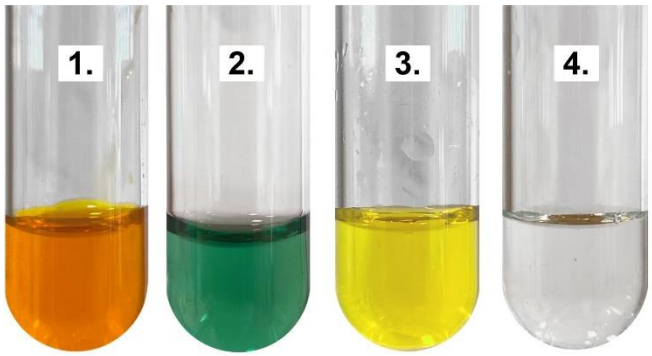
Zadanie 14.

W roztworach o odczynie zasadowym jony chromu(III) mogą pełnić rolę reduktora. Poniżej zapisano schemat reakcji utleniania jonów Cr^{3+} za pomocą nadtlenku wodoru w środowisku zasadowym.

$$Cr^{3+} + H_2O_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + H_2O$$

Zadanie 14.1. (0-1)

Spośród zdjęć 1.-4. wybierz to, na którym zilustrowano wygląd mieszaniny przed wprowadzeniem nadtlenku wodoru oraz zdjęcie, przedstawiające wygląd mieszaniny poreakcyjnej. Wybrane numery zdjęć wpisz do tabeli.



Numer zdjęcia ilustrującego wygląd mieszaniny przed wprowadzeniem nadtlenku wodoru	Numer zdjęcia przedstawiającego wygląd mieszaniny poreakcyjnej
2.	3.

Zadanie 14.2. (0-1)

Napisz liczbę moli elektronów przyjmowanych przez 1 mol cząsteczek nadtlenku wodoru w czasie opisanej przemiany.

2 *lub* 2 mole *lub* 2 mole e^- *lub* 2 mole elektronów

Uwaga: Odpowiedzi: 2 elektrony *lub* 2 e^- są błędne.

Zadanie 15.

Wodne roztwory manganianu(VII) potasu przechowuje się butelkach z ciemnego szkła, ponieważ światło słoneczne katalizuje proces redukcji jonów manganianowych(VII) zgodnie z równaniem:

$$4MnO_4^- + 2H_2O \rightarrow 4MnO_2 + 4OH^- + 3O_2$$

Zadanie 15.1. (0-1)

Napisz <u>jedną</u> obserwację, która pozwoli stwierdzić, czy w przechowywanym przez dłuższy czas roztworze manganianu(VII) potasu o stężeniu 2 mol·dm^{-3} zachodzi proces redukcji jonów MnO_4^-.

Pojawienie się brunatnego (brązowego) osadu.

Zadanie 15.2. (0-1)

Napisz równanie procesu utlenienia zachodzącego w czasie opisanej przemiany.

$4OH^- \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$ lub

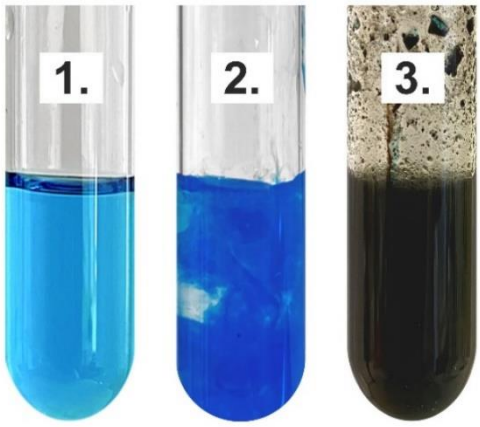
$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 16. (0-2)

W probówce, którą pokazano na zdjęciu 1., umieszczono roztwór wodny soli zbudowanej z dwudodatnich kationów pewnego metalu X. Następnie dodano kilka kropli wodnego roztworu wodorotlenku sodu, o stężeniu 1 mol · dm^{-3}, co wywołało reakcję I. Zawartość probówki kilka chwil po wymieszaniu wyglądała tak, jak to pokazano na zdjęciu 2. Otrzymaną mieszaninę pozostawiono na kilka godzin, obserwując stopniową zmianę jej barwy wywołaną reakcją II. Ostatecznie zawartość probówki wyglądała tak, jak to pokazano na zdjęciu 3.



Ustal symbol metalu X, a następnie stosując go napisz w formie jonowej skróconej równania reakcji I i II zachodzących w czasie opisanego doświadczenia.

Reakcja I: $Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2$

Reakcja II: $Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$

Zadanie 17.

Kwas jodowy(V) HIO_3 jest w temperaturze 25 °C białym ciałem stałym, bardzo dobrze rozpuszczalnym w wodzie. W roztworach wodnych dysocjuje w znacznym stopniu z wytworzeniem jonów jodanowych(V):

$$HIO_3 + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + IO_3^-$$

W temperaturze 25 °C pK_a dla kwasu jodowego(V) wynosi 0,801. Kwas ten jest silnym utleniaczem, przy czym sam zazwyczaj redukuje się do cząsteczkowego jodu lub jonów jodkowych.

Na podstawie: W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

Zadanie 17.1. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wpisz wartość stałej dysocjacji K_a kwasu jodowego(V) oraz wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w nawiasie.

Stała dysocjacji K_a dla kwasu jodowego(V) w temperaturze 25 °C wynosi 0,158 (lub $1,58 \cdot 10^{-1}$ lub 0,16 lub $1,6 \cdot 10^{-1}$ lub $10^{-0,801}$).

Kwas jodowy(V) jest kwasem (mocniejszym / słabszym) od kwasu chlorowego(III).

Zadanie 17.2. (0-1)

Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji zachodzącej po zmieszaniu roztworów siarkowodoru i kwasu jodowego(V), wiedząc, że oprócz cząsteczkowego jodu w opisanej reakcji powstaje również inna substancja prosta, będąca w warunkach normalnych żółtym ciałem stałym.

$2HIO_3 + 5H_2S \rightarrow I_2 + 5S + 6H_2O$ lub

$16HIO_3 + 40H_2S \rightarrow 8I_2 + 5S_8 + 48H_2O$

Zadanie 18. (0-1)

W czterech naczyniach znajdują się wodne roztwory o stężeniu 0,1 mol · dm^{-3}, przygotowane poprzez wprowadzenie do wody destylowanej substancji, których wzory podano poniżej.

Roztwór 1.: NH_3 Roztwór 2.: HF Roztwór 3.: HI Roztwór 4.: LiH

Uporządkuj wymienione roztwory zgodnie z rosnącym pH.

……3., 2., 1., 4. ……
(najniższe pH) (najwyższe pH)

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 19. (0-2)

Zmieszano równe objętości dwóch roztworów: węglanu magnezu o stężeniu $c_1 = 0{,}001\ mol \cdot dm^{-3}$ i węglanu sodu o stężeniu $c_2 = 0{,}03\ mol \cdot dm^{-3}$. Podczas doświadczenia utrzymywano temperaturę równą 25 °C.

Dokonaj obliczeń, a następnie uzupełnij poniższe zdanie. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w nawiasie.

W czasie opisanego doświadczenia osad węglanu magnezu (nie wytrąci / wytrąci) się.

W roztworze węglanu magnezu o stężeniu $c_1 = 0{,}001\ mol \cdot dm^{-3}$ stężenie jonów magnezu jest równe $0{,}001\ mol \cdot dm^{-3}$ i stężenie jonów węglanowych jest równe $0{,}001\ mol \cdot dm^{-3}$.

$$\underset{0{,}001\ \frac{mol}{dm^3}}{MgCO_3} \rightarrow \underset{0{,}001\ \frac{mol}{dm^3}}{Mg^{2+}} + \underset{0{,}001\ \frac{mol}{dm^3}}{CO_3^{2-}}$$

W roztworze węglanu sodu o stężeniu $c_1 = 0{,}03\ mol \cdot dm^{-3}$ stężenie jonów węglanowych jest równe $0{,}03\ mol \cdot dm^{-3}$.

$$\underset{0{,}03\ \frac{mol}{dm^3}}{Na_2CO_3} \rightarrow 2Na^+ + \underset{0{,}03\ \frac{mol}{dm^3}}{CO_3^{2-}}$$

Ponieważ zmieszano równe objętości obu roztworów to stężenia wyjściowe poszczególnych jonów obniżyły się dwukrotnie:

$$MgCO_3 \rightarrow \underset{0{,}0005\ \frac{mol}{dm^3}}{Mg^{2+}} + \underset{0{,}0005\ \frac{mol}{dm^3}}{CO_3^{2-}}$$

$$Na_2CO_3 \rightarrow 2Na^+ + \underset{0{,}015\ \frac{mol}{dm^3}}{CO_3^{2-}}$$

Gdyby hipotetycznie wszystkie jony pozostały rozpuszczone to ich stężenia powinny wynieść:

$[Mg^{2+}] = 0{,}0005\ \frac{mol}{dm^3}$

$[CO_3^{2-}] = 0{,}0155\ \frac{mol}{dm^3}$

Wyrażenie na iloczyn rozpuszczalności węglanu magnezu przyjmuje postać:

$$K_S = [Mg^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}] = 6{,}82 \cdot 10^{-6}$$

Hipotetyczny iloczyn jonów $[Mg^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}]$ w opisanej mieszaninie powinien przyjąć wartość: $0{,}0005 \cdot 0{,}0155 = 7{,}75 \cdot 10^{-6}$, wartość ta jest jednak większa od wartości iloczynu rozpuszczalności w tej temperaturze:

$7{,}75 \cdot 10^{-6} > 6{,}82 \cdot 10^{-6}$ => osad wytrąci się

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 20.

Metanol otrzymuje się w przemyśle stosując tzw. gaz syntezowy, czyli mieszaninę wodoru i tlenku węgla(II). Reakcję prowadzi się w podwyższonej temperaturze z udziałem katalizatora, a jej produktem jest gazowy metanol.

$$CO\ (g) + 2H_2\ (g) \rightleftarrows CH_3OH\ (g)$$

W poniższej tabeli zestawiono wartości stężeniowych stałych równowagi dla opisanej reakcji syntezy metanolu, w kilku wybranych temperaturach.

Temperatura, K	400	600	800	1000
Stężeniowa stała równowagi	1,92	$1{,}14 \cdot 10^{-4}$	$6{,}95 \cdot 10^{-7}$	$3{,}04 \cdot 10^{-8}$

Na podstawie: W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

Zadanie 20.1. (0-1)

Przeanalizuj dane dotyczące syntezy metanolu i uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Reakcja syntezy metanolu z gazu syntezowego jest (egzotermiczna / endotermiczna). Jeżeli w układzie znajdującym się w stanie równowagi dynamicznej nastąpi wzrost temperatury w warunkach izobarycznych (p = const), to wydajność reakcji (wzrośnie / zmaleje).

Zadanie 20.2. (0-1)

Rozstrzygnij, czy wydajność opisanej reakcji rośnie czy maleje ze wzrostem ciśnienia. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: rośnie

Przykładowe uzasadnienia

- Liczba moli gazowych substratów jest większa od liczby moli gazowego produktu.
- Są 3 mole gazowych substratów i 1 mol gazowego produktu.
- W miarę postępu reakcji spada ciśnienie w mieszaninie reakcyjnej, a więc – zgodnie z regułą przekory – podniesienie ciśnienia spowoduje przesunięcie równowagi tej reakcji w stronę produktów.
- Łączna objętość substratów jest większa niż objętość produktu reakcji.

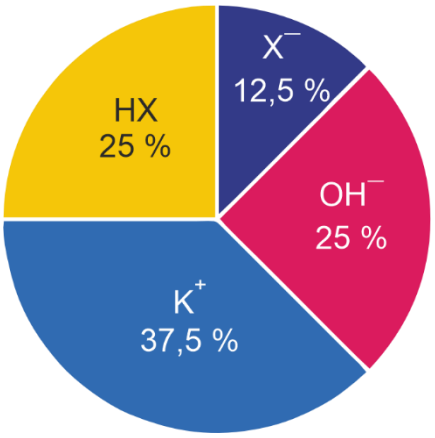
Uwaga: Odpowiedź, w której zdający nie odniósł się do stechiometrii reakcji jest błędna.

Zadanie 21.

W roztworze wodnym soli potasu KX, pochodzącej od słabego jednoprotonowego kwasu HX, pomiędzy jonami X^-, a powstającymi w procesie hydrolizy (dysocjacji zasadowej) cząsteczkami HX ustala się równowaga, którą ilustruje równanie:

$$X^- + H_2O \rightleftarrows HX + OH^-$$

Wykres przedstawia procentowy udział drobin znajdujących się w wodnym roztworze soli KX o temperaturze *T* (na wykresie nie uwzględniono wody oraz jonów pochodzących z procesu jej autodysocjacji).



Zadanie 21.1. (0-2)

Oblicz wydajność procesu hydrolizy (dysocjacji zasadowej) jonów X^- w tym roztworze.

Z wykresu odczytujemy procentowe udziały drobin HX i X^-. Wynoszą one odpowiednio 25 % i 12,5 %.

Zatem w opisanym roztworze na każde 250 cząsteczek kwasu HX przypada 125 jonów X^-.

Każda cząsteczka HX powstała w wyniku hydrolizy jednego jonu X^-. Stąd 250 cząsteczek powstało w wyniku hydrolizy 250 jonów X^-. W takim wypadku początkowa liczba jonów X^- była równa: 125 + 250 = 375.

375 (jonów X^-) --- 100 %

250 (jonów X^- uległo hydrolizie z wytworzeniem HX) --- W

W = 66,7 %

Zadanie 21.2. (0-1)

Rozstrzygnij, czy zmieni się (wzrośnie, zmaleje), czy nie ulegnie zmianie wartość stałej równowagi procesu hydrolizy jonów X^-, jeśli do wodnego roztworu soli KX doda się niewielką ilość zasady sodowej, utrzymując stałą temperaturę *T* w mieszaninie.

Rozstrzygnięcie: nie ulegnie zmianie

Uzasadnienie: Wartość stałej równowagi nie zależy od stężeń poszczególnych indywiduów chemicznych.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 22.

Poniżej przedstawiono równania reakcji, które mogą przebiegać w wybranych półogniwach redoks.

Półogniwo	Równanie reakcji elektrodowej
A	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftarrows Mn^{2+} + 4H_2O$
B	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftarrows 2Cr^{3+} + 7H_2O$
C	$IO_3^- + 6H^+ + 6e^- \rightleftarrows I^- + 3H_2O$

W półogniwach redoks funkcję elektrody pełni platyna, która stanowi powierzchnię, na której biegnie reakcja elektrodowa.

Skonstruowano ogniwo galwaniczne X wykorzystując dwa z półogniw A-C, dobranych w taki sposób, aby siła elektromotoryczna dla ogniwa pracującego w warunkach standardowych była możliwie najmniejsza.

Zadanie 22.1. (0-1)

Napisz w formie jonowej sumaryczne równanie reakcji, która zachodzi w pracującym w warunkach standardowych ogniwie X.

$6MnO_4^- + 10Cr^{3+} + 11H_2O \rightarrow 6Mn^{2+} + 5Cr_2O_7^{2-} + 22H^+$

Zadanie 22.2. (0-1)

Oblicz siłę elektromotoryczną ogniwa X pracującego w warunkach standardowych.

SEM = 1,507 V – 1,36 V = 0,147 V (= 0,15 V)

Zadanie 22.3. (0-1)

Uzupełnij poniższy schemat tak, aby powstał schemat ogniwa X pracującego w warunkach standardowych. Napisz, które półogniwo pełni funkcję anody, a które katody.

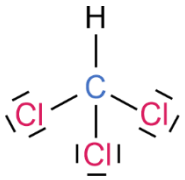
anoda (–) Pt | $Cr_2O_7^{2-}$, Cr^{3+}, H^+ || MnO_4^-, Mn^{2+}, H^+ | Pt (+) katoda

Uwaga: Dopuszcza się dowolną kolejność zapisu jonów w półogniwach.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 23.

W laboratorium badano właściwości chemiczne dwóch związków organicznych: heksanu C_6H_{14} oraz trichlorometanu (chloroformu) $CHCl_3$, którego wzór elektronowy zapisano obok.



Zadanie 23.1. (0-1)

Przeprowadzono doświadczenie w temperaturze T = 25 °C i pod ciśnieniem p = 1013 hPa. Do probówki I wprowadzono 3 cm^3 heksanu, a do probówki II 3 cm^3 trichlorometanu (d = 1,5 g · cm^{-3}). Następnie do obu probówek dodano po 3 cm^3 wody destylowanej. Do otrzymanych mieszanin wprowadzono naważki stałego jodu o masie m. Zawartość obu probówek intensywnie wstrząśnięto.

Spośród zdjęć 1.-4. wybierz te, na których przedstawiono wygląd zawartości probówek I i II po zakończeniu opisanego doświadczenia. Wpisz odpowiednie numery (1.-4.) do tabeli.

Numer zdjęcia, na którym przedstawiono <u>zawartość probówki I</u> po zakończeniu doświadczenia	Numer zdjęcia, na którym przedstawiono <u>zawartość probówki II</u> po zakończeniu doświadczenia
1.	2.

Zadanie 23.2. (0-1)

Zapisz równanie reakcji spalania całkowitego heksanu. Zastosuj wzory sumaryczne wszystkich reagentów.

$2C_6H_{14} + 19O_2 \rightarrow 12CO_2 + 14H_2O$

Zadanie 23.3. (0-1)

Napisz jaki typ hybrydyzacji (*sp*, sp^2, sp^3) zakłada się dla orbitali walencyjnych atomu węgla w cząsteczce trichlorometanu.

sp^3

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 24.

Etanotiol CH_3CH_2SH jest siarkowym analogiem etanolu. Oznacza to, że cząsteczka etanotiolu jest zbudowana tak jak cząsteczka etanolu, z tą różnicą, że w miejscu atomu tlenu znajduje się atom siarki. Ta z pozoru niewielka różnica w budowie wpływa na znaczne różnice we właściwościach fizycznych i chemicznych pomiędzy obiema substancjami. W temperaturze T = 20 °C, pod ciśnieniem p = 1013 hPa, etanotiol jest cieczą o gęstości 0,832 g · cm^{-3}, którego rozpuszczalność wynosi zaledwie 1,5 g na 100 g wody. W tych samych warunkach etanol miesza się z wodą bez ograniczeń.

Etanotiol ma silnie nieprzyjemny zapach, który jest wyczuwalny przez człowieka nawet przy niewielkich stężeniach. To właśnie ta właściwość sprawia, że etanotiol znalazł zastosowanie jako dodatek do paliwa typu LPG. Dzięki temu, normalnie bezwonne paliwo, cechuje się wyczuwalną wonią, co ułatwia ewentualną identyfikację wycieków, a w związku z tym redukuje ryzyko pożaru lub wybuchu.

Na podstawie: W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

Zadanie 24.1. (0-1)

Wyjaśnij, z czego wynika tak znaczna różnica w rozpuszczalności w wodzie etanotiolu i etanolu.

Etanol jest substancją o większej polarności od etanotiolu.

lub

Etanol wykazuje zdolność do tworzenia silnych wiązań wodorowych z wodą w przeciwieństwie do etanotiolu.

Zadanie 24.2. (0-2)

Utrzymując w czasie całego procesu stałą temperaturę T = 20 °C i stałe ciśnienie p = 1013 hPa, odmierzono próbkę etanotiolu o objętości 9 cm^3 i wprowadzono ją do naczynia zawierającego 600 g wody. Całość dokładnie wymieszano.

Ustal, czy otrzymana mieszanina stanowi roztwór nasycony czy roztwór nienasycony etanotiolu w wodzie. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w nawiasie.

Otrzymana mieszanina to (nasycony / nienasycony) roztwór etanotiolu w wodzie.

W temperaturze T = 20 °C i pod ciśnieniem p = 1013 hPa etanotiol jest cieczą o gęstości 0,832 g · cm^{-3}. Jego próbka objętości 9 cm^3 ma masę:

$$m = d \cdot V = 0{,}832 \frac{g}{cm^3} \cdot 9\ cm^3 = 7{,}5\ g$$

1,5 g etanotiolu --- 100 g wody

x --- 600 g wody

x = 9 g

Ponieważ roztwór nasycony otrzymuje się poprzez rozpuszczenie 1,5 g etanotiolu na 100 g wody, to w celu otrzymania roztworu nasyconego w 600 g wody należy rozpuścić 9 g etanotiolu, a rozpuszczono zaledwie 7,5 g. Otrzymany roztwór jest zatem nienasycony.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 25. (0-1)

Do naczynia zawierającego czysty, bezwodny kwas octowy (etanowy), wprowadzono w temperaturze T = 20 °C i pod ciśnieniem p = 1013 hPa czystą, stałą próbkę substancji chemicznej X. Zmieszane związki uległy reakcji chemicznej.

Spośród substancji, których wzory wymieniono poniżej, wybierz i zaznacz te, które w opisanym doświadczeniu mogły pełnić rolę substancji X.

Na Na_2O NaOH Na_2CO_3 NH_3

Zadanie 26.

Uczniowie badali właściwości fizyczne i chemiczne trzech kwasów tłuszczowych: kwasu oleinowego, kwasu palmitynowego i kwasu stearynowego. W tym celu każdy z wymienionych kwasów wprowadzili pojedynczo do trzech probówek zawierających nasycony, wodny roztwór bromu. Następnie, każdą probówkę zamknęli korkiem i intensywnie wstrząsnęli. Tylko w jednej z probówek, do której wprowadzono kwas tłuszczowy *X*, mieszanina otrzymana kilka chwil po wstrząśnięciu zawartości wyglądała tak jak to pokazano na zdjęciu.

Zadanie 26.1. (0-1)

Wybierz i zaznacz nazwę tego z kwasów tłuszczowych, który w opisanym doświadczeniu pełnił rolę kwasu tłuszczowego *X*.

kwas oleinowy kwas palmitynowy kwas stearynowy

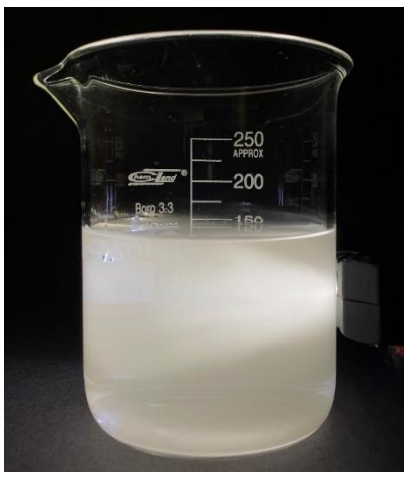
Zadanie 26.2. (0-1)

Napisz wzór sumaryczny tego z badanych w czasie doświadczenia kwasów tłuszczowych, który cechuje się najniższą temperaturą topnienia pod ciśnieniem p = 1013 hPa.

$C_{17}H_{33}COOH$ lub $C_{18}H_{34}O_2$

Zadanie 27. (0-1)

W czasie przechodzenia wiązki światła przez koloidalny wodny roztwór białka jaja kurzego obserwuje się jej rozpraszanie z wytworzeniem charakterystycznego stożka, co pokazano na zdjęciu.



Napisz nazwę zjawiska (efektu) odpowiedzialnego za obserwowane rozproszenie światła.

zjawisko (efekt) Tyndalla