

1. 13.12.16

- 1,5 mola N_2 ulega przemianom: $p_1 = 9,00 \text{ atm}$, $T_1 = 350,0 \text{ K}$ $\rightarrow$ (odwracalnie) $\rightarrow p_2 = 5,00 \text{ atm}$, $T_2 = 350,0 \text{ K}$ $\rightarrow (V = \text{const})$ $\rightarrow T_3 = 450,0 \text{ K}$ $\rightarrow (p = \text{const})$ $\rightarrow T_4 = 350,0 \text{ K}$. Obliczyć efekt cieplny, zmianę energii wewnętrznej i entropii dla całego procesu.
- Obliczyć standardową entalpię i standardową energię wewnętrzną reakcji: $C_3H_8O_{(c)}$ (1-propanol) + $4,5O_{2(g)} = 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(c)}$ w temperaturze $T = 350,0 \text{ K}$.
- Ciekły etanol o masie $m = 12,00 \text{ g}$ rozprężono izotermicznie ($T = 320,0 \text{ K}$) od $p_1 = 1,00 \text{ bar}$. Jakie musi być ciśnienie końcowe, aby objętość próbki zwiększyła się 10^4 razy? Obliczyć zmianę entalpii i entropii w opisanym procesie.
- Czy normalna temperatura wrzenia ($p = 1,00 \text{ atm}$) mieszaniny 1-propanolu (1) i 1-butanolu (2) o ułamku molowym $x_1 = 0,200$ będzie wyższa, czy niższa od $T = 380,0 \text{ K}$? Odpowiedź uzasadnić obliczeniami.

2. 20.12.16

- Oszacować efekt cieplny reakcji: $H_2O_{(c)} + C_3H_7OC_3H_7_{(c)}$ [dipropyl eter] $\rightarrow 2C_3H_7OH_{(c)}$ [1-propanol], zachodzącej w warunkach ($p = 1,00 \text{ bar} = \text{const}$, $T = 298,0 \text{ K} = \text{const}$) a zapoczątkowanej przez zmieszanie $1,00 \text{ kg}$ eteru z $1,00 \text{ dm}^3$ wody. W mieszaninie poreakcyjnej nie znaleziono śladów eteru.
- Pod jakim ciśnieniem, temperatura topnienia n -heptanu wzrośnie o $0,5 \text{ K}$ w stosunku do normalnej temperatury topnienia? Jaka będzie pod tym ciśnieniem temperatura wrzenia?
- Obliczyć pracę, którą należy wykonać podczas odwracalnego i izotermicznego ($T = 300,0 \text{ K}$) sprężania $NO_{(g)}$, aby zmniejszyć jego objętość do $10,00 \%$ pierwotnej wielkości. W warunkach początkowych, $p_1 = 5,00 \text{ bar}$, $V_1 = 250,0 \text{ dm}^3$. Jakie będzie końcowe ciśnienie? Czy praca sprężania wykonywana poprzez ruch tłoka poruszającego się pod stałym ciśnieniem równym ciśnieniu końcowemu, będzie większa, czy mniejsza od pracy odwracalnej?
- Zmieszano $10,00 \text{ g}$ n -oktadekanu i $10,00 \text{ g}$ n -dekanu w temperaturze $280,0 \text{ K}$. Określić ilości i składy faz występujących w równowadze. Następnie pobrano $5,00 \text{ cm}^3$ fazy ciekłej. Jaka była temperatura wrzenia pobranej próbki pod ciśnieniem 1 atm ?

Wskazówka. Przyjąć, że n -oktadekan jest nielotny.

3. 30.11.17

- Obliczyć standardową entalpię i standardową energię wewnętrzną reakcji otrzymywania etanu wg syntezy Wurtza w temperaturze $350,0 \text{ K}$. Reakcja: $2CH_3Cl_{(g)} + 2Na_{(s)} \rightarrow C_2H_6_{(g)} + 2NaCl_{(s)}$ zachodzi praktycznie do końca.

- $2,1,00 \text{ kg}$ ciekłej wody umieszczono w naczyniu zamkniętym tłokiem ($T = 298,15 \text{ K}$, ilość fazy gazowej pomijalnie mała i ciśnienie równa się prężności pary nasyconej). Następnie rozpoczęto rozprężanie adiabaticzne i odwracalne aż do przejścia $2,00 \%$ wody w stan pary. Obliczyć końcową temperaturę i ciśnienie, zakładając niezależność pojemności cieplnych od temperatury (przyjąć wartości dla $T = 298,15 \text{ K}$) oraz pomijając wpływ ciśnienia na entropię obu faz. Sprawdzić, czy dla gazu założenie to jest uzasadnione. Jeśli nie, to czy końcowa temperatura będzie wyższa, czy niższa od obliczonej, jeśli uwzględni się pominięty efekt?
- Obliczyć zmianę entropii dla izotermicznego sprężania argonu od warunków początkowych $p_1 = 1,00 \text{ bar}$, $T_1 = 320,0 \text{ K}$, $V_1 = 100,0 \text{ dm}^3$ do ciśnienia $p_2 = 20,0 \text{ bar}$.
- Gazowy CO_2 poddano następującym przemianom odwracalnym: ($p_1 = 1,00 \text{ bar}$, $T_1 = 300,0 \text{ K}$, $V_1 = 30,0 \text{ dm}^3$) $\rightarrow (T_2 = 330,0 \text{ K}$, $V_2 = 33,0 \text{ dm}^3)$ $\rightarrow (p_3 = 5,00 \text{ bar}$, $T_3 = 330 \text{ K})$. Obliczyć sumaryczny efekt cieplny procesu.

4. 7.12.17

- $25,0 \text{ moli}$ gazowego tlenu rozpręża się izotermicznie ($T = 350,0 \text{ K}$) i odwracalnie od objętości $10,00 \text{ dm}^3$ do $100,0 \text{ dm}^3$. Obliczyć efekt cieplny.
- Obliczyć zmianę entalpii dla reakcji, w której $1,00 \text{ kg}$ Fe_2O_3 przereagował ze $30,0 \text{ molami}$ HCl zgodnie z reakcją: $Fe_2O_{3(s)} + 6HCl_{(g)} \rightarrow 2FeCl_{3(s)} + 3H_2O_{(g)}$. Początkowa temperatura wynosiła $298,0 \text{ K}$, a końcowa $410,0 \text{ K}$.
- O jaki procent należy w stałej temperaturze $282,0 \text{ K}$ i przy początkowym ciśnieniu $1,00 \text{ atm}$, zmniejszyć objętość ciekłego cykloheksanu, aby nastąpiła krystalizacja?
- $5,00 \text{ g}$ ciekłego 2-butanolu poddaje się przemianom: ($p_1 = 1,00 \text{ bar}$, $T_1 = 298,0 \text{ K}$) $\rightarrow$ [adiabaticznie, odwracalnie] $\rightarrow (p_2 = 300,0 \text{ bar}$, nie stwierdzono występowania fazy stałej) $\rightarrow [T = \text{const}] \rightarrow (p_3 = 1,00 \text{ bar})$. Obliczyć zmianę entalpii.

5. 30.11.18

- $5,00 \text{ g}$ ciekłego 1-propanolu, będącego początkowo pod ciśnieniem $1,00 \text{ bara}$ i w temperaturze $298,0 \text{ K}$, sprężono adiabaticznie i odwracalnie do ciśnienia 300 bar . Obliczyć końcową temperaturę i procentową zmianę objętości.
- $10,00 \text{ kg}$ metanolu przereagowało całkowicie z pięciokrotnym (stechiometrycznie) nadmiarem siarkowodoru według reakcji $CH_3OH_{(c)} + H_2S_{(g)} \rightarrow CH_3SH_{(g)}$ [metanotiol] + $H_2O_{(c)}$. Reakcję przeprowadzono izobarycznie ($p = 1,00 \text{ bar}$) a podczas jej przebiegu

temperatura zmieniała się od 0 do 25,0 °C. Oszacować efekt cieplny procesu.

3. Kilkadziesiąt lat temu w popularnych wydawnictwach (ale także w szkolnych podręcznikach) wyjaśniano łatwość poruszania się łyżwiarza po powierzchni lodu tym, że nacisk łyżew na lód zwiększa ciśnienie i przez to obniża temperaturę topnienia. Powoduje to pojawienie się warstwy ciekłej wody i zmniejszenie tarcia. Jaka powinna być masa łyżwiarza, żeby temperatura topnienia lodu obniżyła się o 1,00 K? Założyć następujące wymiary łyżwy: szerokość – 0,10 cm, długość – 25,0 cm. Co w związku z tym sądzisz o wiarygodności takiego tłumaczenia?

Przyspieszenie ziemskie wynosi 9,81 m/s² a łyżwiarz potrzebuje pary łyżew.

4. 15,00 m³ NO_(g) (w warunkach początkowych: $p_1 = 1,50$ bar; $T_1 = 310,0$ K) sprężane jest za pomocą tłoka wytwarzającego stałe ciśnienie równe 28,0 bar. Parametry w stanie końcowym wynoszą: $p_2 = 28,0$ bar; $T_2 = 450,0$ K. Obliczyć pracę konieczną do przeprowadzenia procesu.

6. 7.12.18

1. Jaką minimalną objętość gazowego metanu należy całkowicie spalić do CO₂ i pary wodnej w temperaturze 100,0 °C i pod ciśnieniem 1,0 bara, żeby wydzielone ciepło wystarczyło do odparowania 100,0 g ciekłej wody w tych samych warunkach.

Wskazówka. Minimalna ilość metanu będzie odpowiadać całkowitemu brakowi strat cieplnych.

2. 2,00 mole HI_(g) rozpręża się na dwa sposoby od stanu ($p_1 = 9,50$ atm, $T_1 = 350,0$ K) do identycznej objętości końcowej: a) adiabatycznie i odwracalnie aż do obniżenia temperatury o 5,0 K; b) izotermicznie i odwracalnie. Dla obu przypadków obliczyć końcowe ciśnienie oraz wykonaną pracę.

3. 3,00 mole gazowego tlenu spręża się izotermicznie ($T = 300$ K) i odwracalnie od ciśnienia 1,00 bar, poprzez 70-krotne zmniejszenie objętości. Obliczyć zmianę entropii.

4. Obliczyć prężność pary nasyconej i entalpię parowania amoniaku w temperaturze punktu potrójnego.

7. 27.11.19

1. Na planecie X, żyją bakterie, które w procesie fermentacji wytwarzają etanol z pospolitych na tej planecie diamentów, zgodnie z reakcją: $2C_{(diament)} + 3H_2O_{(g)} \rightarrow C_2H_5OH_{(g)} + O_{2(g)}$. Proces odbywa się pod stałym ciśnieniem ok. 5 barów i w stałej temperaturze 500 K. Obliczyć energię wydzielaną (dostarczaną?) na sposób ciepła podczas produkcji 1 tony etanolu, zakładając stechiometryczny stosunek substratów i całkowite ich przereagowanie.

2. 3,00 mole gazowego PCl₅ znajdującego się w warunkach $T_1=330,0$ K, $p_1 = 1,00$ atm, poddano dwuetapowej przemianie: a) sprężono adiabatycznie i odwracalnie do

temperatury $T_2 = 350,0$ K, b) następnie rozprężono izotermicznie przy stałym ciśnieniu zewnętrznym $p_2 = 0,10$ atm. Obliczyć zmianę energii wewnętrznej dla całego procesu.

3. Stalowe naczynie o stałej objętości wypełniono całkowicie wodą w temperaturze 298,0 K pod ciśnieniem $p_1 = 1,00$ bar. Do jakiej temperatury należy je ogrzać, aby ciśnienie w naczyniu wzrosło do 300 barów?

4. W naczyniu zawierającym tylko lód, 20,0 g lodu ogrzano od temperatury 0,0 °C do 120,0 °C. W tym czasie ciśnienie wzrosło od 1,00 do 1,50 bara. Scharakteryzować (jakościowo) zachodzące procesy i obliczyć zmianę entropii. W jakiej postaci będzie woda w stanie końcowym? Odpowiedź uzasadnić obliczeniami.

8. 4.12.19

1. W warunkach izobarycznych ($p = 1,00$ bar) zachodzi reakcja $3Fe_{(s)} + As_2S_{3(s)} \rightarrow 3FeS_{(s)} + 2As_{(s)}$, zapoczątkowana przez zmieszanie po 1,00 kg substratów. Reakcja zakończyła się w chwili wyczerpania jednego z substratów a temperatura podczas procesu wzrosła od 298,0 K do 410,0 K. Obliczyć zmianę entalpii.

2. 1,00 m³ N_{2(g)} sprężono od warunków początkowych $p_1 = 1,00$ bar, $T = 310,0$ K, zmniejszając początkową objętość 100 razy. Butlę ze sprężonym azotem użyto jako napędu do silnika na sprężony gaz. Jaką maksymalną pracę może wykonać taki silnik pracujący w warunkach atmosferycznych, przy stałych parametrach: $T = 310,0$ K, $p = 1,00$ bar.

Wskazówka. Pracą maksymalną (co do bezwzględnej wartości) jest praca odwracalna.

3. Obliczyć ilość energii pochłoniętej na sposób ciepła przez układ podczas sprężania pierwotnie 100,0 cm³ ciekłego 1-propanolu od ciśnienia 1,00 do 450,0 barów w warunkach izotermicznych ($T = 298,0$ K). Proces dokonuje się za pomocą prasy wytwarzającej stałe ciśnienie równe ciśnieniu końcowemu.

4. Na planecie krążącej wokół gwiazdy Proxima Centauri, stwierdzono gęstą atmosferę składającą się głównie z azotu o średnim ciśnieniu na powierzchni równym 1,50 bara i temperaturze 110 K oraz obecność oceanów zawierających ciekły etan. Jaka może być maksymalna zawartość gazowego etanu w atmosferze w procentach objętościowych?

Uwaga. Sytuacja bardzo przypomina Tytan, satelitę Saturna. Występują tam jeziora ciekłego metanu, a średnia temperatura wynosi 94 K przy ciśnieniu 1,5 bar.

9. 10.01.21

- 2,00 mole gazowego AsH_3 znajdującego się w stanie początkowym $p_1 = 1,00$ bar, $T_1 = 350,0$ K, ulega następującemu ciągowi przemian: (1) rozprężanie adiabatyczne odwracalne do ciśnienia $p_2 = 0,500$ bar; (2) ogrzewanie izochoryczne do temperatury $T_3 = 350$ K; (3) izotermiczne odwracalne sprężanie do objętości $V_4 = 58,20$ dm³. Obliczyć: zmianę entalpii, zmianę entropii, pracę objętościową i efekt cieplny przemiany.
- Próbkę stałego bizmutu sprężono do ciśnienia $p = 1000$ bar a następnie termostatowano w temperaturze 541,0 K. Określić stan skupienia próbki w tych warunkach. Narysować jakościowo poprawny diagram fazowy bizmutu $p=f(T)$. Oszacować współrzędne punktu potrójnego bizmutu, wyjaśnić i uzasadnić przyjęte założenia upraszczające.
- Reakcja, w której substratami było 10,0 kg $\text{Ag}_2\text{O}_{(s)}$ oraz stechiometryczna ilość $\text{NO}_{(g)}$, przebiegła do końca w warunkach $p = 1,00$ bar, według schematu: $\text{Ag}_2\text{O}_{(s)} + \text{NO}_{(g)} \rightarrow 2\text{Ag}_{(s)} + \text{NO}_{2(g)}$. Początkowa temperatura wynosiła $T_1 = 298,0$ K. Obliczyć końcową temperaturę, jeśli wiadomo, że 75,0 % efektu cieplnego reakcji w temperaturze początkowej zostało przekazane do otoczenia i nie wpłynęło na temperaturę produktów. *Wskazówka: Założyć stałość pojemności cieplnych, równych wartościom dla $T = T_1$.*
- 50,0 dm³ $\text{O}_{2(g)}$ ($T_1 = 320,0$ K, $p_1 = 1,00$ bar) sprężono izotermicznie do objętości 0,50 dm³. Następnie otwarto naczynie, wypuszczając gaz do atmosfery ($p_2 = 1,00$ bar). Obliczyć efekt cieplny towarzyszący rozprężaniu, przy założeniu, że temperatura się nie zmienia. Jak jakościowo zmieniłby się wynik oraz warunki końcowe, gdyby ten ostatni wymóg nie został zachowany? Odpowiada to otwieraniu butli ze sprężonym gazem w sytuacjach rzeczywistych.

10. 17.01.21

- Szczelnie zamknięte naczynie ze stali nierdzewnej jest całkowicie wypełnione 50,00 g ciekłego tetrachlorometanu (CCl_4) pod ciśnieniem $p_1 = 1,00$ atm. Układ podgrzano zwiększając temperaturę od 298,0 K do 350,0 K. W wyniku procesu objętość naczynia zwiększyła się o 6,0 %. Obliczyć końcowe ciśnienie i zmianę entropii.
- Jaka najmniejsza praca jest niezbędna, aby w warunkach izotermicznych ($T = -68,0^\circ\text{C}$) całkowicie zestalić 40,0 dm³ gazowego CO_2 , będącego początkowo pod ciśnieniem $p_1 = 0,250$ atm.
Wskazówka: Praca minimalna jest pracą odwracalną. Pominąć objętość stałego CO_2 .
- Czy alkeny są pożądanym składnikiem benzyny? Odpowiedz na podstawie różnicy w wartości opałowej (MJ/kg) obliczonej w warunkach ($p = 1,00$ bar, $T = 298,0$ K), pomiędzy n-oktanem i 1-oktenem (C_8H_{16}). Paliwa są

cieczami, a produktami spalania są $\text{CO}_{2(g)}$ i $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$. Entalpia parowania 1-oktenu wynosi 40,4 kJ/mol. *Wskazówka: Ze energię wiązania $\text{C}=\text{O}$ przyjąć wartość dla aldehydów.*

- W butli znajdowało się 50,0 moli gazowego azotu pod ciśnieniem 15,0 barów i w temperaturze 300,0 K. Gaz ten przetłoczono powoli (można przyjąć, że odwracalnie) do drugiej butli o większej objętości. Końcowe ciśnienie wyniosło 2,00 bary, a temperatura obniżyła się o 5,0 K. Obliczyć zmianę energii wewnętrznej.

11. 8.12.21

- W zamkniętym, izolowanym adiabatycznie naczyniu, przeprowadzono w warunkach izobarycznych reakcję $2\text{Ag}_{(s)} + \text{H}_2\text{S}_{(g)} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}_{(s)} + \text{H}_{2(g)}$. Zapoczątkowano ją poprzez umieszczenie 200,0 g opiłków srebra w stechiometrycznej ilości $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$. Początkowa temperatura wynosiła 298,0 K. Jaka będzie końcowa temperatura, jeśli przereaguje tylko połowa substratów? Przyjąć stałość pojemności cieplnych pod stałym ciśnieniem, równych wartościom dla 298,0 K. Ciśnienie w reaktorze nie przekracza 5 barów.
- Gazowy metan ulega następującej przemianie: $p_1 = 8,00$ bar, $T_1 = 1000$ K, $V_1 = 500,0$ dm³ $\rightarrow p_2 = 40,0$ bar, $V_2 = 20,0$ dm³ $\rightarrow p_3 = 8,00$ bar. Ostatni etap przeprowadzono izotermicznie. Obliczyć zmianę entropii dla całego procesu.
- W wyniku adiabatycznego i odwracalnego sprężania 5,00 g ciekłego acetonu, będącego początkowo pod ciśnieniem 1,00 bara, temperatura próbki wzrosła od 298,0 do 300,0 K. Obliczyć końcowe ciśnienie.
- Próbkę lodu o masie 10,0 g znajdującą się pod stałym ciśnieniem $p_1 = 250,0$ atm, doprowadzono do stanu, w którym połowa próbki uległa stopieniu (stan A). Następnie zmieniano ciśnienie i temperaturę aż do momentu, w którym zaobserwowano trzy fazy w równowadze (ciecz, lód, para wodna), po czym, w stałej temperaturze, podwyższono ciśnienie do $p_2 = 250,0$ atm (stan B). Obliczyć zmianę entropii dla procesu A $\rightarrow$ B. Zilustrować proces na wykresie fazowym $p = f(T)$.

12. 15.12.21

- Strumień gazów 40,0 dm³/s (w warunkach $p_0 = 1,00$ bar, $T_0 = 10,0$ °C) zawierający mieszaninę $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ i $\text{N}_{2(g)}$ w proporcjach objętościowych 3:1 przetłaczano przez reaktor przepływowy, w którym zachodzi reakcja $3\text{H}_2\text{S}_{(g)} + \text{N}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NH}_{3(g)} + 3\text{S}_{(romb)}$. Na wylocie z reaktora nie stwierdzono obecności substratów. Temperatura na wejściu wynosiła +10,0 °C, na wylocie +75,0 °C. Obliczyć strumień ciepła generowany przez reaktor.
- 2,00 mole gazowego HBr, początkowo pod ciśnieniem $p_1 = 5,00$ bar w temperaturze $T_1 = 450,0$ K, poddano trójetapowej przemianie: 1) rozprężono izotermicznie i odwracalnie do ciśnienia $p_2 = 4,00$ bar; 2) rozprężono

adiabaticznie i odwracalnie do ciśnienia $p_3 = 1,00$ bar; 3) rozprężono izotermicznie przeciw stałemu ciśnieniu zewnętrznemu $p_2 = 0,10$ bar, aż do samoistnego zatrzymania ekspansji. Obliczyć zmianę entalpii dla całego procesu.

3. 4,00 mole gazowego SO_2 poddaje się następującej przemianie odwracalnej: $V_1 = 60,0 \text{ dm}^3$, $T_1 = 400,0 \text{ K} \rightarrow V_2 = 75,0 \text{ dm}^3$, $T_2 = 400,0 \text{ K} \rightarrow V_3 = 75,0 \text{ dm}^3$, $T_3 = 300,0 \text{ K}$. Obliczyć sumaryczny efekt cieplny procesu.

4. Zbiornik wypełniony gazowym SO_3 ($p = 8,00$ bar, $T = 450,0 \text{ K}$), schłodzono izobarycznie aż do całkowitej zmiany stanu skupienia. Obliczyć temperaturę przemiany fazowej (jaka to będzie przemiana?) oraz ciepło uzyskane w procesie w przeliczeniu na 1 mol SO_3 .

13. 30.11.22

1. 2,00 mole gazowego tlenu – na początku: 25,0 bar, 300,0 K, poddano dwuetapowej przemianie odwracalnej: (1) izotermiczne rozprężanie do 5,00 bar; (2) rozprężanie adiabaticzne do temperatury 270,0 K. Obliczyć efekt cieplny całego procesu.

2. Zbiornik z ruchomym tłokiem wypełniono całkowicie $100,0 \text{ cm}^3$ ciekłego n -dekanu w warunkach: 1,00 atm, 298,0 K i izobarycznie ogrzano do temperatury 100°C. Następnie zwiększono objętość zbiornika 1000 razy względem stanu początkowego, zachowując stałość temperatury. Po przeciwnej stronie tłoka była próżnia. Obliczyć efekt cieplny procesu. *Wskazówka: Przyjąć sensowne uproszczenia co do objętości zajmowanej przez poszczególne fazy.*

3. 100,0 g benzenu, początkowo pod ciśnieniem 1,00 atm i w temperaturze 298,0 K, podgrzano o 10,0 K. Jakie powinno być końcowe ciśnienie, żeby objętość zmniejszyła się o 1,00 % w stosunku do początkowej?

4. Do palnika doprowadzana jest mieszanina metanu i powietrza w stosunku objętościowym 1:20 i w $T = 298,0 \text{ K}$. Obliczyć maksymalną temperaturę płomienia dla spalania zachodzącego izobarycznie. *Wskazówki: (1) Jakie warunki muszą być spełnione, żeby temperatura była maksymalna? (2) Założyć stałość c_p , przyjmując wartości dla 298 K, oraz skład powietrza: 20 % (objętościowych) O_2 i 80 % N_2 .*

14. 8.12.22

1. O ile wzrośnie temperatura 5,00 g ciekłego 2-butanolu, będącego początkowo w temperaturze 300,0 K i pod ciśnieniem 1,00 atm, w wyniku adiabaticznego i odwracalnego sprężania do ciśnienia 400 atm?

2. Reakcję $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ przeprowadzono w reaktorze periodycznym ($V = \text{const}$), poprzez kontakt 2,00 kg SiO_2 z pewną ilością wodoru. Po zakończeniu reakcji stwierdzono obniżenie temperatury o 300,0 K od

początkowej wartości 700,0 K, śladowe ilości krzemionki i brak wodoru. Ile energii na sposób ciepła należy dostarczyć do reaktora?

3. W naczyniu znajduje się 0,500 kg lodu o temperaturze 0,0 °C. Jaką minimalną ilość pary wodnej ($T = 150,0$ °C) należy użyć, aby go ogrzać do temperatury 5,00 °C pod stałym ciśnieniem 1,00 bar?

4. Gazowy etan, w warunkach: $p_1 = 8,00$ bar, $T_1 = 310,0 \text{ K}$, $V_1 = 21,0 \text{ dm}^3$, poddany jest kolejno następującym przemianom: $(p_1, T_1, V_1) \rightarrow (p = \text{const}) \rightarrow (V_2 = 30,0 \text{ dm}^3) \rightarrow (T = \text{const}) \rightarrow (p_3 = 0,5p_1)$. Obliczyć zmianę energii wewnętrznej i sumaryczną pracę. Rozprężanie w drugim etapie wykonywane było w ten sposób, że cały czas utrzymywano stałą różnicę pomiędzy ciśnieniem zewnętrznym a ciśnieniem własnym układu, tj. $p_2 = p - \Delta p$; $\Delta p = 1,50 \text{ bar} = \text{const}$.

15. 6.12.23

1. Reakcja $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{g})$ [octan etylu] + $2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{OH}(\text{c})$ [1-butanol] + $\text{H}_2\text{O}(\text{c})$ zachodzi izobarycznie ($p = 1,00$ bar) przy zmianie temperatury od 25,0 do 80,0 °C. Początkowa ilość 5,00 kg estru przereagowała do końca przy trzykrotnym molowym nadmiarze wodoru. Obliczyć efekt cieplny reakcji.

2. Próbkę acetonu o masie 100,0 g oziębia się izobarycznie ($p_1 = 1,00$ atm) od 340,0 do 300,0 K a następnie rozpręża izotermicznie do $p_2 = 0,0500$ atm. Jeśli na drodze przemiany występują przejścia fazowe to podać wartości ciśnienia i temperatury, w których one występują. Obliczyć sumaryczną zmianę entropii procesu.

3. Zamkniętą stalową butlę o objętości 1,00 dm^3 całkowicie wypełniono skroplonym n -butanem. Po dłuższym okresie użytkowania jako paliwa w kuchence turystycznej, stwierdzono, że w temperaturze 300,0 K ciecz zajmuje zaledwie 1,00 % objętości naczynia. Butlę z zawartością podgrzano do temperatury 345,0 K. Czy w tych warunkach w butli będzie znajdował się ciekły n -butan? Odpowiedź uzasadnić obliczeniami. Gęstość ciekłego n -butanu wynosi 0,5710 g/cm^3 w temperaturze 300 K.

4. 10,00 moli gazowego tlenu azotu (NO) poddaje się następującej przemianie: $V_1 = 60,0 \text{ dm}^3$, $T_1 = 400,0 \text{ K} \rightarrow V_2 = 75,0 \text{ dm}^3$, $T_2 = 400,0 \text{ K} \rightarrow V_3 = 75,0 \text{ dm}^3$, $T_3 = 300,0 \text{ K}$. Rozprężanie w pierwszym etapie dokonuje się wobec stałego ciśnienia zewnętrznego p_2 . Obliczyć sumaryczny efekt cieplny procesu.

16. 13.12.23

1. 250,0 g pary wodnej będącej początkowo w temperaturze 700 K i zajmującej objętość 10,00 dm³, rozprężono do ciśnienia 1,00 atm i obniżając temperaturę do 380,0 K. Obliczyć zmianę entalpii.
2. W reaktorze periodycznym o objętości 50,0 dm³ i w warunkach adiabatycznych, zachodzi reakcja $\text{CoO}_{(s)} + \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{Co}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$. Proces został zapoczątkowany w temperaturze 500,0 K i w atmosferze wodoru pod ciśnieniem 5,00 barów. Po zakończeniu reakcji nie stwierdzono obecności wodoru i tlenku kobaltu. Obliczyć końcową temperaturę. *Założyć stałość c_p , obliczonej dla 500 K.*
3. 100,0 g ciekłego toluenu, poddawane jest następującemu procesowi: $p_1 = 1,00 \text{ bar}$, $T_1 = 298,0 \text{ K} \rightarrow T_2 = 305,0 \text{ K} \rightarrow p_3 = p_2$, $T_3 = 298,0 \text{ K}$. Pierwszy etap prowadzony jest adiabatycznie i odwracalnie a drugi izobarycznie. Obliczyć zmianę energii wewnętrznej.
4. Czy ciekły benzen da się zestalić w temperaturze 280,0 K, poprzez kompresję próbki do 96,0 % pierwotnej objętości? Początkowe ciśnienie wynosiło 1,00 bar. Odpowiedź uzasadnić obliczeniami.

1. 24.01.17

Uwaga: We wszystkich zadaniach można założyć $\Delta c_p = 0$.

1. W warunkach izotermicznych i izochorycznych ($T = 1400,0 \text{ K}$, $V = 25,00 \text{ dm}^3$) zapoczątkowano reakcję: $\text{FeS}_{(s)} + \text{H}_{2(g)} = \text{Fe}_{(s)} + \text{H}_2\text{S}_{(g)}$, umieszczając $15,00 \text{ g}$ FeS w atmosferze $\text{H}_{2(g)}$ pod ciśnieniem $7,50 \text{ bara}$. Obliczyć ilości reagentów w stanie równowagi.

2. Użyto reakcji $\text{Fe}_{(s)} + \text{H}_2\text{S}_{(aq)} = \text{FeS}_{(s)} + \text{H}_{2(g)}$ do usuwania H_2S za pomocą ogniwa o schemacie: $\text{Fe}_{(s)} | \text{FeS}_{(s)} | \text{H}_2\text{S}_{(aq)}, \text{H}^+_{(aq)} | \text{H}_{2(g)} | \text{Pt}$. Napisać równania reakcji półokwowych zachodzących na półogniwach. Czy reakcja sumaryczna będzie zachodzić spontanicznie? Jeśli tak, to prąd o jakim maksymalnym napięciu można w ten sposób uzyskać dla $T = 310,0 \text{ K}$ i w warunkach standardowych? Jeśli nie, to jakie minimalne napięcie należy przyłożyć do elektrod, żeby reakcja ta zaszła? O ile zmieni się siła elektromotoryczna ogniwa, jeśli ciśnienie cząstkowe wodoru na prawej elektrodzie zmniejszy się 100-krotnie?

3. Czy hydrat $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ będzie trwały w warunkach atmosferycznych ($p = 1,00 \text{ bar}$, $T = 350,0 \text{ K}$) i przy maksymalnej możliwej prężności cząstkowej pary wodnej? Odpowiedź uzasadnić obliczeniami.

Uwaga! Jaka będzie maksymalna wartość prężności pary wodnej?

4. W warunkach: $T = 1600 \text{ K}$, $p = 2,50 \text{ bar}$, umieszczono w reaktorze $1,5 \text{ (mol)}$ $\text{Si}_{(s)}$; $3,0 \text{ HCl}_{(g)}$; $2,5 \text{ SiCl}_{4(g)}$; $4,0 \text{ H}_{2(g)}$. Określić kierunek zachodzenia reakcji: $\text{Si}_{(s)} + 4\text{HCl}_{(g)} = \text{SiCl}_{4(g)} + 2\text{H}_{2(g)}$.

2. 27.01.17

Uwaga: We wszystkich zadaniach można założyć $\Delta c_p = 0$.

1. Etyloamina i dimetyloamina są izomerami i mogą przekształcać się jedna w drugą. W zbiorniku umieszczono gazową etyloaminę i po pewnym czasie stwierdzono, że jest zanieczyszczona gazową dimetyloaminą w ilościach nie przekraczających $0,1 \%$ objętościowych. W jakiej temperaturze znajdował się zbiornik?

2. W stałej temperaturze $500,0 \text{ K}$ i w stałej objętości, zachodzi reakcja $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} = 2\text{HI}_{(g)}$. Zapoczątkowano ją poprzez zmieszanie równych ilości substratów (po $2,00 \text{ mole}$) pod początkowym ciśnieniem w układzie $p_1 = 5,00 \text{ bar}$. Obliczyć stężenia reagentów po ustaleniu się stanu równowagi i końcowe ciśnienie.

3. W całkowicie opróżnionym naczyniu o objętości $5,00 \text{ dm}^3$ umieszczono $1,00 \text{ g}$ $\text{MgBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Obliczyć ilości reagentów po ustaleniu się stanu równowagi względem reakcji $\text{MgBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)} = \text{MgBr}_{2(s)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ w temperaturze $500,0 \text{ K}$.

4. Spróbowano rozpuścić $0,500 \text{ g}$ $\text{MgCO}_3_{(s)}$ w $10,0 \text{ dm}^3$ H_2O w temperaturze 300 K . Czy węgiel rozpuścił się całkowicie? Jeśli nie, to jaka ilość pozostała nierozpuszczona?

W obliczeniach pominąć hydrolizę MgCO_3 , która może wpłynąć na stężenie jonów CO_3^{2-} .

3. 23.01.18

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p = 0$.

1. Jaka powinna być temperatura, aby w $1,00 \text{ kg}$ H_2O całkowicie rozpuściło się $5,50 \text{ g}$ Ag_2SO_4 ? Pominąć wpływ procesu hydrolizy.

2. W izochorycznym reaktorze prowadzi się reakcję: $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{H}_{2(g)} = 2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ w stałej temperaturze $1100,0 \text{ K}$. Najpierw wprowadzono do reaktora $1,00 \text{ kg}$ Fe_2O_3 i $0,400 \text{ m}^3$ H_2 w warunkach ($p = 1,00 \text{ bar}$, $T = 300,0 \text{ K}$) a następnie podwyższono temperaturę do $1100,0 \text{ K}$. Po osiągnięciu równowagi, wpompowano dodatkową ilość H_2 , dwukrotnie zwiększając ciśnienie w reaktorze. Obliczyć ilości reagentów po ustaleniu się ostatecznego stanu równowagi.

3. Do całkowicie opróżnionego naczynia o stałej objętości $150,0 \text{ cm}^3$, wprowadzono najpierw 300 mg ciekłej wody a następnie 100 mg $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}_{(s)}$. Możliwa reakcja to: hydrat = sól bezwodna + para wodna. Czy dla $T = 450,0 \text{ K}$ i po ustaleniu się równowagi, w naczyniu będzie istnieć sól bezwodna? Odpowiedź uzasadnić obliczeniami.

4. Mieszaninę gazowego n -butanu (1) i n -pentanu (2) o ułamku molowym (1) równym $0,300$, sprężano dla $T = 320,0 \text{ K}$. Przy jakim ciśnieniu zaniknie całkowicie faza gazowa? W jakich granicach będzie zmieniało się stężenie n -butanu w tejże fazie podczas sprężania?

4. 26.01.18

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p = 0$.

1. Reakcję $\text{MnCO}_{3(s)} + \text{CO}_{(g)} = \text{Mn}_{(s)} + 2\text{CO}_{2(g)}$ przeprowadzono izochorycznie i izotermicznie ($T = 1300 \text{ K}$), umieszczając w reaktorze $500,0 \text{ g}$ węgla i $3,50 \text{ mola}$ CO . Na początku reakcji, w temperaturze 1300 K , ciśnienie wynosiło $1,50 \text{ bara}$. Obliczyć końcowe ciśnienie.

2. W $T = 10,00 \text{ }^\circ\text{C}$ chcemy rozpuścić stały n -heksadekan, mieszając go ze stałym n -oktadekanem, wykorzystując ten sam proces, który powoduje topienie śniegu poprzez dodanie NaCl . Czy osiągnięcie celu jest realne? Jeśli tak, obliczyć ile należy dodać n -oktadekanu do $2,00 \text{ g}$ stałego n -heksadekanu, aby w tej temperaturze pojawiła się faza ciekła. Uwaga! Pominąć występowanie przemiany polimorficznej w C_{18} .

3. Zaprojektować ogniwo, w którym następuje redukcja Hg_2Cl_2 do Hg za pomocą Pb , który utlenia się do Pb^{2+} . Napisać: (a) równania reakcji zachodzących na półogniwach; (b) schemat ogniwa; (c) wartość siły elektromotorycznej w temperaturze $320,0 \text{ K}$ dla stężeń reagentów jonowych równych $1,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol/kg}$ i pominięciu współczynników aktywności; (d) standardową

sprawność ogniwa w tej temperaturze.

4. Do naczynia o stałej objętości 5,00 dm³ zawierającej całkowicie osuszone powietrze pod ciśnieniem $\leq 2,00$ bar, wprowadzono pewną ilość stałego hydratu $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Jaki warunek musi spełniać jego masa, aby mieć gwarancję, że po ustaleniu się równowagi w temperaturze 400,0 K, hydrat całkowicie rozłoży się do soli bezwodnej?

5. 22.01.19

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p^0 = 0$.

1. Reakcję $\text{N}_2\text{O}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} = \text{NO}_{(\text{g})} + \text{NO}_{2(\text{g})}$ przeprowadzono izotermicznie i izochorycznie ($V = 1,50$ dm³, $T = 1000,0$ K), wychodząc z równomolowej mieszaniny substratów. Obliczyć stężenia reagentów oraz ciśnienie po ustaleniu się stanu równowagi. Początkowe ciśnienie wynosiło 5,5 bar.

2. 2,00 mole $\text{NaHCO}_{3(\text{s})}$ rozpuszczono w 1,50 kg H_2O w temperaturze 325,0 K. Oszacować pH otrzymanego roztworu. Założyć, że autodysocjacja wody nie wpływa na równowagę hydrolizy, pominąć współczynniki aktywności jonów w roztworze oraz możliwość tworzenia się anionów węglanowych.

3. W reaktorze o stałej objętości 20,0 dm³ i w stałej temperaturze 500,0 K umieszczono 1,00 g chlorku amonu w atmosferze równomolowej mieszaniny HCl i NH_3 o początkowym ciśnieniu równym 0,025 bar. Czy w takich warunkach rozpocznie się rozpad NH_4Cl ? Jeśli tak, obliczyć ile moli gazowego NH_3 należy wprowadzić do naczynia, aby NH_4Cl się nie rozkładał. W układzie może zajść reakcja: $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{s})} = \text{NH}_{3(\text{g})} + \text{HCl}_{(\text{g})}$.

4. Mieszanina cykloheksanu (1) i cyklopentanu (2) o ułamku molowym $x_1 = 0,150$ jest cieczą w temperaturze 310,0 K. Do jakiej temperatury trzeba ją oziębic, żeby w układzie pojawiła się faza stała? Który składnik wykrywalizuje jako pierwszy?

6. 25.01.19

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p^0 = 0$.

1. Obliczyć prężność pary nasyconej nad ciekłym roztworem 2-propanolu (1) i benzenu (2) o ułamku molowym $x_1 = 0,400$ w temperaturze 340,0 K oraz skład fazy gazowej. Czy jest to układ azeotropowy? Odpowiedź uzasadnić. Jeśli tak, to czy skład azeotropowy jest mniejszy, czy większy od 0,400?

Parametry rozpuszczalności 2-propanolu i benzenu wynoszą kolejno 23,64 i 18,75 J^{1/2}·cm^{-3/2}.

2. W zamkniętym naczyniu o stałej objętości 2,00 dm³ i w stałej temperaturze 1500,0 K, zawierającym $\text{CO}_{(\text{g})}$ pod ciśnieniem 5,00 bar, umieszczono 2,00 g stałego $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{s})}$. Obliczyć skład procentowy CO_2 w fazie gazowej, po ustaleniu się równowagi względem reakcji: $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{s})} + 3\text{CO}_{(\text{g})} = 2\text{Fe}_{(\text{s})} + 3\text{CO}_{2(\text{g})}$

3. Dla ogniwa $\text{Pt}|\text{Cl}_{2(\text{g})}|\text{HCl}_{(\text{aq})}||\text{K}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}|\text{Ag}_2\text{SO}_{4(\text{s})}|\text{Ag}_{(\text{s})}$ napisać równania reakcji półkowych zachodzących na półogniwach oraz równanie reakcji sumarycznej. Czy zachodzi ona spontanicznie w temperaturze 320,0 K (dla stężeń HCl i K_2SO_4 po 0,010 mol/kg i ciśnieniu cząstkowym Cl_2 10,00 kPa)? Jeśli tak - to prąd o jakim maksymalnym napięciu można uzyskać? Jeśli nie - to jakie minimalne napięcie należy przyłożyć do elektrod, żeby wymusić bieg reakcji?

Kluczem elektrolitycznym jest nasycony roztwór KNO_3 . Jakie jony (poza wprowadzonymi na początku reakcji) będą znajdować się w przestrzeni anodowej i katodowej po pewnym czasie trwania procesu?

Pominąć współczynniki aktywności jonów.

4. W uprzednio całkowicie opróżnionym naczyniu o stałej objętości 1,00 dm³, umieszczono 5,00 g $\text{Ag}_2\text{O}_{(\text{s})}$. Czy temperatura 450,0 K jest wystarczająco wysoka, żeby tlenek całkowicie się rozłożył zgodnie z reakcją: $\text{Ag}_2\text{O}_{(\text{s})} = 2\text{Ag}_{(\text{s})} + 1/2\text{O}_{2(\text{g})}$? Odpowiedź uzasadnić.

7. 28.01.20

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p^0 = 0$.

1. Reakcję $2\text{C}_{(\text{grafit})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})} = \text{CH}_{4(\text{g})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$ przeprowadza się izotermicznie ($T = 600,0$ K) i izochorycznie ($V = 15,0$ m³). Zapoczątkowano ją poprzez wprowadzenie do reaktora 4,5 kg węgla i wpompowanie takiej ilości pary wodnej, że ciśnienie wyniosło 2,5 bar. Po zakończeniu reakcji CO_2 wypuszczono do atmosfery. Ile będzie to nas rocznie kosztowało (koszt emisji wynosi 25 €/1 t CO_2), przy założeniu, że jednostkowy proces dokonuje się raz dziennie, nie wyłączając świąt i niedziel?

2. Aby woltametrycznie oznaczyć stężenie jonów Cl^- w badanym roztworze wodnym zanurza się elektrodę srebrną pokrytą warstwą $\text{AgCl}_{(\text{s})}$, roztwór łączący się kluczem elektrolitycznym z półogniwem $\text{Mn}_{(\text{s})}|\text{MnO}_{2(\text{s})}|\text{bufor}$ o $\text{pH}=12$ i mierzy się siłę elektromotoryczną (SEM). Napisać schemat takiego ogniwa oraz równania reakcji zachodzących w obu półogniwach. Jeśli stężenie Cl^- w roztworze badanym może zmieniać się w zakresie $(1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1})$ mol/kg H_2O , to jakie będą maksymalne różnice w mierzonej SEM dla $T = 310,0$ K?

Wskazówka. Pominąć współczynniki aktywności jonów.

3. Czy $\text{Ag}_2\text{CO}_{3(\text{s})}$ będzie trwały w warunkach atmosferycznych ($p = 1,00$ bar, $T = 20,0$ °C, zawartość CO_2 w dolnych warstwach atmosfery = 0,0415 % objętościowych)? Jeśli tak, to w jakim zakresie temperatur będzie się rozkładał? Jeśli nie, to w jakim zakresie temperatur będzie trwały (przy takim samym pozostałych parametrach)?

4. W stałej temperaturze 298,15 K, mieszało ze sobą 10,0 cm³ *n*-heksanu i 10,0 cm³ *n*-heptanu, a następnie

rozprężono izotermicznie do ciśnienia 10,0 kPa. Obliczyć skład fazy ciekłej i gazowej w równowadze. Jak zmieniłyby się wynik (jakościowo), gdybyśmy zmieszali bardzo różniące się objętości składników – np. (1 i 10) albo (10 i 1) cm³?

8. 31.01.20

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta C_p = 0$.

1. W naczyniu o stałej objętości 10,0 dm³ prowadzi się redukcję 35,0 g FeO wodorem. Jakie musi być początkowe ciśnienie wodoru, aby w stałej temperaturze 1500 K zredukować 50% wprowadzonego tlenu.

2. Pewien roztargniony student (a może to była studentka?) chemii fizycznej nie podpisał naczyń z próbkami ciekłych *n*-alkanów. Chcąc zidentyfikować jeden z nich, zmieszał odważkę 0,1778 g nieznanego alkanu z 7,800 g benzenu. Podczas ochładzania zaobserwował pojawienie się pierwszych kryształów benzenu w temperaturze 277,7 K. Jaki to był alkan?

Wskazówka: Założyć doskonałość roztworu ciekłego.

3. Obliczyć pH wody w normalnej temperaturze wrzenia.

Wskazówka: Pominąć współczynniki aktywności.

4. W szczelnym pojemniku o objętości 1,00 dm³, zawierającym początkowo tylko powietrze atmosferyczne pod ciśnieniem 1,00 bara o wilgotności względnej 20,0 % w temperaturze 300 K, umieszczono 100 mg Cu(OH)_{2(s)}. Naczynie zamknięto i po upływie miesiąca sprawdzono jego zawartość w temperaturze 300 K. Jaka ilość Cu(OH)₂ pozostała w naczyniu? Czy można oczekiwać pojawienia się w nim ciekłej wody?

9. 24.01.21

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta C_p = 0$.

1. W reaktorze z przesuwym tłokiem o początkowej objętości $V = 200$ cm³, w którym znajdowało się suche powietrze pod ciśnieniem 2,00 atm i w temperaturze 650,0 K, umieszczono 6,00 g stałego bromku amonu. Zachowując stałość temperatury (650,0 K) zwiększono objętość reaktora do takiej wielkości, że rozkładowi uległo 20 % soli. Obliczyć końcową objętość i ciśnienie, zakładając stan równowagi względem reakcji: $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)} = \text{NH}_{3(g)} + \text{HBr}_{(g)}$.

2. Określić z dokładnością do 0,050 przedział zmienności ułamka molowego *n*-heksanu, w którym znajduje się skład eutektyczny dla mieszaniny *n*-heksanu i *n*-heptanu pod ciśnieniem 1,00 atm. Oszacować na tej podstawie temperaturę eutektyczną.

3. W zamkniętym naczyniu o stałej objętości 15,00 dm³ umieszczono równomolową mieszaninę COS_(g) i H_{2(g)} w takiej ilości, że początkowe ciśnienie wynosiło 3,50 bar w temperaturze 298,0 K. Następnie naczynie podgrzano do temperatury 320,0 K. Obliczyć stężenia reagentów po ustaleniu się stanu równowagi. W reaktorze zachodzi

reakcja $\text{COS}_{(g)} + \text{H}_{2(g)} = \text{H}_2\text{S}_{(g)} + \text{CO}_{(g)}$

4. Dysponujemy dwiema elektrodami drugiego rodzaju: (1) elektrodą srebrną pokrytą warstwą AgCl_(s) i elektrodą miedzaną pokrytą warstwą tlenku miedzi (II). Skonstruować ogniwo, zapisując jego (a) schemat, (b) równania reakcji zachodzących na półogniwach oraz reakcję sumaryczną. Napisać wyrażenie na siłę elektromotoryczną takiego ogniwa i obliczyć wartość standardowej siły elektromotorycznej w temperaturze 320,0 K.

10. 31.01.21

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta C_p = 0$.

1. Zmieszano 100,0 g cykloheksanu z 10,0 g acetonu. Roztwór oziębiono do na tyle niskiej temperatury, że wytrąciły się kryształy. Następnie powoli go ogrzewano do temperatury, w której zniknął ostatni kryształ. Obliczyć prężność pary nasyconej nad roztworem w tych warunkach.

2. Odzyskiwanie krzemu z materiałów elektronicznych przeprowadza się poprzez reakcję: $\text{Si}_{(s)} + 4\text{HCl}_{(g)} = \text{SiCl}_{4(g)} + 2\text{H}_{2(g)}$. W reaktorze periodycznym o stałej objętości 150,0 dm³ umieszczono odpady elektroniczne zawierające 50,0 g krzemu. Jakie powinno być początkowe ciśnienie HCl_(g), aby mieć gwarancję, że w temperaturze 1600 K, 90,0 % krzemu ulegnie przemianie do SiCl_{4(g)}? Założyć, że pozostałe składniki odpadów nie reagują z HCl. (40 min.)

3. Jaką ilość chlorku wapnia należy rozpuścić w roztworze wodnym zawierającym rozpuszczony siarczan wapnia w ilości 0,900 g na 1,00 dm³ H₂O w temperaturze 298,0 K, aby wytrącić 99,0 % siarczanu.

Wskazówka. Przyjąć wartości współczynników aktywności równe jedności.

4. W naczyniu o objętości 250,0 cm³, w którym znajdowało się w pełni osuszone i pozbawione CO₂ powietrze (21,0 % objętościowych tlenu i 79 % azotu) pod ciśnieniem 1,00 atm i w stałej temperaturze 300,0 K, umieszczono pewną ilość NiCO_{3(s)}. Następnie naczynie zamknięto i ogrzano do temperatury 380,0 K. Jaka powinna być masa dodanego węgla, żeby ten całkowicie się rozłożył zgodnie z reakcją: $\text{NiCO}_{3(s)} = \text{NiO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$? Czy w tych warunkach tlenek może rozłożyć się do metalicznego niklu? Odpowiedź uzasadnić.

11. 28.01.22

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p = 0$.

1. W całkowicie opróżnionym naczyniu o objętości 1,00 dm³ umieszczono 500 mg Ag₂CO_{3(s)}. Następnie naczynie zamknięto. Obliczyć ilości moli wszystkich składników po ustaleniu się stanu równowagi względem reakcji: Ag₂CO_{3(s)} = Ag₂O_(s) + CO_{2(g)} w $T = 400,0$ K.

2. W reaktorze periodycznym o stałych parametrach ($p, V = 10,0$ dm³, $T = 300,0$ K), jubiler czyści srebrny naszyjnik o masie 500 g, zawierający 1,00% wagowy Ag₂S, redukując siarczek wodorem zgodnie z reakcją: Ag₂S(s) + H_{2(g)} = 2Ag_(s) + H₂S_(g)

Jakie powinno być początkowe ciśnienie wodoru, żeby na naszyjniku pozostało nie więcej niż 1 % początkowej ilości Ag₂S? Jakie parametry procesu warto zmienić, żeby uzyskać jeszcze lepszy efekt?

3. Oblicz prężność pary i skład fazy ciekłej mieszaniny n -heksanu (1) i n -oktanu (2), będącej w równowadze dla $T = 310,0$ K, jeżeli stosunek molowy składników w fazie gazowej (1):(2) jest równy 4:1.

4. Zapisz schemat ogniwa i równania reakcji półowokowych, w którym kadm metaliczny będący elementem półowokniwa pierwszego rodzaju, redukuje CuO_(s) do Cu_(s) w temperaturze 320,0 K. Sprawdzić, czy tak skonstruowany układ rzeczywiście pracuje jak ogniwo. Jeśli okaże się, że nie, to co należałoby zrobić, żeby jednak można było czerpać prąd? Jeśli do wykonania obliczeń niezbędne będą stężenia w roztworze, przyjmij $c = 0,10$ mol/kg H₂O i pominąć współczynniki aktywności.

12. 1.02.22

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p = 0$.

1. W jakim zakresie temperatur, pod ciśnieniem 1,00 bara, mieszanina 10,0 g n -heptanu i 100 g n -eikozanu, będzie składała się wyłącznie z fazy ciekłej?

Założyć doskonałość fazy ciekłej oraz zerową prężność pary nad czystym eikozanem.

2. W naczyniu o stałej objętości równej 1,500 m³ i w stałej temperaturze 400,0 K, przeprowadza się reakcję SO_{2(g)} + Cl_{2(g)} = SO₂Cl_{2(g)}. Obliczyć stężenia reagentów, jeśli na początku znajdowała się stechiometryczna mieszanina substratów pod ciśnieniem 7,50 barów.

3. W zbiorniku ($V = \text{const} = 50,00$ dm³) wypełnionym całkowicie osuszonym powietrzem pod ciśnieniem 1,00 bara w temperaturze 298,0 K, umieszczono CoSO₄·6H₂O_(s), a następnie zbiornik zamknięto i ogrzano do $T = 390,0$ K. Obliczyć początkową masę hydratu, jeżeli w stanie równowagi pozostało go 20,0 %.

4. Obliczyć rozpuszczalność (stężenie roztworu nasyconego) Ca(OH)_{2(s)} w wodzie w temperaturze 280,0 K. Jakie będzie pH takiego roztworu? Czy rozpuszczalność będzie rosła czy malała wraz ze wzrostem temperatury?

Odpowiedź uzasadnić. Założyć pomijalność współczynników aktywności.

13. 23.01.23

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p = 0$.

1. Czy w temperaturze 150,0 K, w mieszaninie acetonu i butanonu, istnieje faza ciekła? Jeśli tak, to w jakim zakresie stężeń faza ciekła jest roztworem nienasyconym? Odpowiedź uzasadnić obliczeniami.

2. Do 2,00 kg wody w temperaturze 320,0 K dodano po 20,00 mg BaCO₃ i CaCO₃(kalcyt). Jakie ilości obu soli pozostaną w fazie stałej po ustaleniu się stanu równowagi? Pominąć hydrolizę i możliwość pojawienia się jonów HCO₃⁻.

3. Oblicz prężność pary i skład fazy ciekłej mieszaniny heksanu (1) i oktanu (2) będącej w równowadze w temperaturze 310 K, jeżeli stosunek molowy składników w fazie gazowej jest równy 4:1. Jak zmieni się skład fazy gazowej i prężność pary nad roztworem, jeżeli do roztworu dodamy pewną ilość składnika o podobnej budowie, ale praktycznie nielotnego? Odpowiedź uzasadnić.

4. W reaktorze periodycznym o objętości 15,0 m³ umieszczono 150,0 kg stałego Fe₂O₃ i reaktor napełniono CO_(g) w temperaturze 298,0 K. Następnie układ podgrzano do temperatury 1200 K. Jakie powinno być początkowe ciśnienie w reaktorze (tj. dla $T = 298,0$ K), żeby cały tlenek żelaza zredukował się do metalu zgodnie z reakcją: Fe₂O_{3(s)} + 3CO_(g) = 2Fe_(s) + 3CO_{2(g)}.

14. 27.01.23

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p = 0$.

1. Napisać równania reakcji półowokowych, obliczyć wartość siły elektromotorycznej i narysować schemat ogniwa, w którym wodór spala się w tlenie w temperaturze 80,0 °C. Jest to tzw. *ogniwo wodne*. Substraty dostarczane są pod ciśnieniem 5,00 bar (H₂ czysty, O₂ w powietrzu zawierającym 21,0 % obj. O₂). Jaki będzie efekt cieplny procesu prowadzonego odwracalnie, jeśli w tych warunkach przereaguje 1 mol wodoru? *Pominąć współczynniki aktywności.*

2. W naczyniu ($V = 10,0$ dm³, $T = 275,0$ K) znajduje się powietrze o wilgotności 30,0 % i 1,00 g Mg(OH)_{2(s)}. Naczynie zamknięto i podgrzano do temperatury: (a) 400,0 K; (b) 475,0 K. Za każdym razem osiągając stan równowagi. Obliczyć masę Mg(OH)_{2(s)} w obu przypadkach.

3. Jaką ilość ciekłego n -heksanu należy dodać do 60,0 g n -dodekanu, aby w temperaturze 255,0 K, 20,0 g stałego n -dodekanu pozostało nierozpuszczone? Obliczyć minimalną temperaturę, w której uzyskana mieszanina jest ciekła i jednofazowa. *Przyjąć doskonałość roztworu.*

4. Jaka powinna być temperatura, żeby reakcja syntezy amoniaku, prowadzona pod stałym ciśnieniem 9,90 barów,

mogła osiągnąć stopień przemiany wodoru nie mniejszy niż 90,0 %? Reakcję prowadzi się w strumieniu molowym azotu do wodoru 1:2. Co należałoby zrobić, żeby zwiększyć wydajność?

15. 22.01.24

Uwaga: Można założyć $\Delta c_p^\circ = 0$ oraz doskonałość roztworów ciekłych.

1. Obliczyć ilość naftalenu, którą należy dodać do 150,0 g roztworu naftalenu (1) w toluenie (2) o ułamku molowym $x_1 = 0,300$, aby podwyższyć o 5,0 K temperaturę pojawienia się fazy stałej podczas oziębiania roztworu nienasyconego.
2. Jaka powinna być zawartość pary wodnej w powietrzu (w % objętościowych i wilgotności względnej), aby hydrat $\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ był trwały w kontakcie z powietrzem atmosferycznym, względem rozpadu do kalcytu ($p = 1,00$ bar, zakres temperatur 0 – 35 °C)?
3. W reaktorze o stałej objętości 500,0 dm³ i pod umiarkowanym ciśnieniem (< 7 bar), umieszczono mieszaninę $\text{Cl}_2\text{O}_{(g)}$ i $\text{N}_2\text{O}_{(g)}$ w proporcjach objętościowych 2:3, która reaguje zgodnie z reakcją: $\text{Cl}_2\text{O}_{(g)} + \text{N}_2\text{O}_{(g)} = \text{N}_2\text{O}_{(g)} + \text{Cl}_2\text{O}_{(g)}$. Jakie temperatury gwarantują, że po ustaleniu się stanu równowagi, ułamek objętościowy N_2O będzie większy od 0,25?
4. W akumulatorze kwasowo-ołowiowym, w trakcie rozładowywania, ołów utlenia się do $\text{PbSO}_{4(s)}$, a $\text{PbO}_{2(s)}$ redukuje się również do $\text{PbSO}_{4(s)}$. Obie elektrody zbudowane są z ołowiu. Napisać równania reakcji półokowych oraz schemat ogniwa. Jak zmieni się standardowa siła elektromotoryczna akumulatora jako źródła prądu, jeśli temperatura zmienia się w granicach - 25,0 – +30,0 °C, a stężenie kwasu siarkowego wynosi 6 mol/kg H_2O . Jak wytłumaczyć trudności z uruchamianiem samochodu w niskich temperaturach?

16. 26.01.24

Uwaga: We wszystkich zadaniach założyć $\Delta c_p^\circ = 0$.

1. W odpowiedniej ilości wody rozpuszczono 10,0 g siarczku potasu uzyskując roztwór o stężeniu 0,1819 mol/ 1 kg H_2O . Po pewnym czasie stwierdzono obecność siarkowodoru w roztworze. Ile go maksymalnie mogło być w roztworze w temperaturze 310,0 K? Jakie byłoby pH takiego roztworu? Pominąć współczynniki aktywności jonów w roztworze oraz możliwość powstawania anionów HS^- .
2. W całkowicie opróżnionym naczyniu o stałej objętości 150,0 cm³ umieszczono 100 mg $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$. Ile gramów wody (w postaci pary) należy wprowadzić do naczynia, aby mieć pewność, że w temperaturze 350,0 K nie pojawi się sól bezwodna? W układzie może zajść reakcja: $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)} = \text{NiCl}_{2(s)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)}$.
3. Obliczyć temperaturę, w której podczas oziębiania dwuskładnikowej ciekłej mieszaniny benzenu (1) + 1-butanolu (2), o ułamku molowym $x_1 = 0,5800$, pojawiły się pierwsze kryształy fazy stałej. Począwszy od jakiej

temperatury, można spodziewać się całkowitego zaniku fazy ciekłej?

4. Obliczyć maksymalną ilość cyjanowodoru (w g), która może się pojawić w pierwotnie równomolowej mieszaninie $\text{CO}_{(g)}$ i $\text{NH}_{3(g)}$, zamkniętej w naczyniu ($V = 150,0$ dm³, $T = 800$ K = const, $p = 5,00$ bar). Stan równowagi ustala się względem reakcji: $\text{CO}_{(g)} + \text{NH}_{3(g)} = \text{HCN}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$