

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
im. Stanisława Staszica w Krakowie
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” 2023/2024
CHEMIA - ETAP I

1. Do zbiornika wprowadzono 10 moli wodoru oraz 2 mole azotu. Mieszaninę gazów w zbiorniku ogrzano. Ile moli amoniaku można uzyskać w wyniku zachodzącej reakcji, jeżeli jej wydajność wynosi 7,5%?

Odp. 0,30

2. Do 250 cm³ roztworu HCl o stężeniu 0,05 mola·dm⁻³ wprowadzono 300 cm³ gazowego amoniaku odmierzonego w temperaturze 20°C pod ciśnieniem 101,5 kPa. Jakie jest pH otrzymanego roztworu?

Odp. pH < 7

3. W roztworze wodnym przeprowadzono reakcję chemiczną pomiędzy kwasem szczawiowym oraz manganianem(VII) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI). Stosunek molowy reagentów (kwasu szczawiowego : manganianu(VII) potasu : kwasu siarkowego(VI)) wynosił:

Odp. 5 : 2 : 3

4. Ile wynosiła wydajność reakcji, jeżeli 10 g wodoru przereagowało z nadmiarem azotu w wyniku czego powstały 3 mole amoniaku? $M_H = 1,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_N = 14,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Odp. około 90%

5. Przeprowadzono syntezę Al₂O₃ przy użyciu 10 g glinu i 10 g tlenu. Zakładając, że wydajność reakcji wynosi 100% wskaż prawidłową odpowiedź dotyczącą ilości reagentów po syntezie. $M_{Al} = 26,98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_O = 16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Odp. powstanie 0,1853 mola tlenku glinu, tlen nie przereaguje w całości

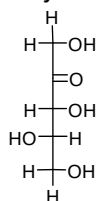
6. Dla reakcji zachodzącej w fazie gazowej w układzie homogenicznym, stosunek molowy reagentów jest równy:

Odp. stosunkowi objętościowemu reagentów gazowych, gdy objętości gazów odmierzone są w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury

7. W wyniku reakcji alkoholu etylowego z jonami dichromianowymi(VI) w obecności jonów H⁺ powstaje

Odp. kwas octowy, jony Cr³⁺

8. W próbach Tollensa i Tromera nie da się odróżnić aldoz od ketoz ze względu na tautomerię, w wyniku której poprzez epimeryzację powstaje aldehydowa forma cukru pozwalająca na jego utlenienie. Wśród podanych związków wskaż ketozę, która będzie ulegała tautomerii keto-enolowej:



Odp.

9. Wskaż stopnie utlenienia atomów węgla w następujących związkach: (a) metanol, (b) aldehyd mrówkowy, (c) dwutlenek węgla.

Odp. (a) -2, (b) 0, (c) +4

10. W wyniku reakcji propan-2-olu z dichromianem(VI) potasu w obecności jonów H^+ powstaje między innymi

Odp. propanon

11. Produktem reakcji $KMnO_4$ z mieszaniną pent-2-enu i heksan-3-onu w temperaturze pokojowej nie będzie:

Odp. kwas butanowy

12. Wskaż liczbę wszystkich możliwych produktów reakcji addycji bromu dla nierozgałęzionych alifatycznych izomerów konstytucyjnych o wzorze C_6H_{10} :

Odp. 7

13. W wyniku dodania kilku kropel stężonego kwasu solnego do nasyconego roztworu chlorku sodu

Odp. wytrącił się osad $NaCl$ ze względu na obecność dodatkowych jonów Cl^-

14. Znając wartość iloczynów rozpuszczalności substancji A i B mających wartość odpowiednio $I_r(A)=1.0 \cdot 10^{-4}$ i $I_r(B)=1.0 \cdot 10^{-6}$ określ, która substancja ma większą rozpuszczalność.

Odp. Znając jedynie wartości iloczynu rozpuszczalności obu substancji nie można poprawnie odpowiedzieć na to pytanie.

15. Do roztworu zawierającego jony Pb^{2+} , Ca^{2+} i Sr^{2+} w równym stężeniu molowym dodawano stopniowo jony SO_4^{2-} . Który jon zacznie się wytrącać w postaci siarczanu jako pierwszy?

$I_r(SrSO_4) = 2.8 \cdot 10^{-7}$, $I_r(PbSO_4) = 2.2 \cdot 10^{-8}$, $I_r(CaSO_4) = 2.3 \cdot 10^{-4}$

Odp. Pb^{2+}

16. Dla trzech trudno rozpuszczalnych substancji: XY ($I_r = 1.0 \cdot 10^{-12}$), X_2Y ($I_r = 4.0 \cdot 10^{-18}$) oraz XY_2 ($I_r = 4.0 \cdot 10^{-18}$) obliczono rozpuszczalność w wodzie i wyrażono ją w $mol \cdot dm^{-3}$. Która z tych substancji ma najwyższą rozpuszczalność?

Odp. Wszystkie substancje mają taką samą rozpuszczalność w wodzie.

17. Wartość iloczynu rozpuszczalności substancji jest:

Odp. niezależna od stężeń i zależna od temperatury

18. Rozpuszczalność osadów jest wielkością fizyczną:

Odp. zależną od temperatury oraz obecności i stężeń wszystkich jonów w układzie

19. Wiedząc, że standardowe entalpie tworzenia tlenku węgla(II) oraz tlenku węgla(IV) wynoszą odpowiednio $-110,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ oraz $-393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, a standardowa entalpia spalania tlenku węgla(II) wynosi $-283,0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ wskaż zdanie prawdziwe.

Odp. Standardowa entalpia spalania węgla w postaci grafitu wynosi $-393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

20. Zmiana entalpii dla reakcji $\text{H}_2(\text{g}) + 0,5\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ wynosi -241,8 kJ. Ile wynosi ΔH dla reakcji $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury?

Odp. -483,6 kJ

21. Na podstawie podanego fragmentu tablic termodynamicznych oblicz standardową entalpię spalania amoniaku.

Tabela 1. Wartości standardowych entalpii tworzenia wybranych pierwiastków i związków chemicznych (wartości odnoszą się do temperatury 298,15K)

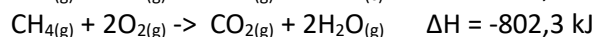
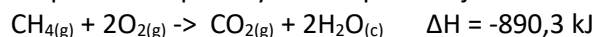
	stan skupienia	$\Delta H^\circ_{\text{tw}} (\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$
H_2	gazowy	0
H_2O	ciekły	-285,8
H_2O_2	ciekły	-187,8
N_2	gazowy	0
N_2O	gazowy	82,1
NO	gazowy	90,4
NO_2	gazowy	33,2
N_2O_4	gazowy	9,2
O_2	gazowy	0
O_3	gazowy	142,7
NH_3	gazowy	-45,9

Odp. -382,8 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

22. Podczas spalania w tlenie 1 mola cząsteczek etynu do CO_2 i H_2O wydziela się do otoczenia 133,8 kJ energii na sposób ciepła. Korzystając z tej informacji stwierdź, która para równanie reakcji – entalpia jest prawdziwa.

Odp. $\text{C}_2\text{H}_2 + 5/2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\Delta H = -133,8 \text{ kJ}$

23. Na podstawie podanych entalpii reakcji oblicz entalpię parowania 1 mola wody.



Odp. Entalpia parowania 1 mola wody wynosi 44 kJ.

24. Entalpia parowania metanu w warunkach standardowych wynosi $8,19 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, a standardowa entalpia parowania amoniaku ma wartość $23,35 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Różnicę w wartościach ciepła parowania można wyjaśnić tym, że:

Odp. pomiędzy cząsteczkami amoniaku w cieczy występują silne oddziaływania międzycząsteczkowe

25. Tlenek azotu(II) miesza się z powietrzem, a powstały gaz rozpuszcza się w wodzie. Wskaż zdanie poprawnie opisujące otrzymany roztwór.

Odp. Otrzymano wodny roztwór HNO_3 i HNO_2 .

26. Fosfor, arsen i antymon występują w stanie wolnym w kilku odmianach alotropowych. Jakie fakty świadczą o tym, że są to odmiany alotropowe tego samego pierwiastka, a nie dwa różne pierwiastki?

Odp. Wszystkie odpowiedzi są poprawne.

27. Wskaż zdanie fałszywe.

Odp. Kwas azotowy(V) otrzymywano kiedyś poprzez działanie kwasem siarkowym(VI) na azotan(V) sodu, co jest możliwe, ponieważ kwas siarkowy(VI) jest kwasem słabszym od kwasu azotowego(V).

28. Obecność niesparowanego elektronu na niewiążącym orbitalu w cząsteczce NO_2

Odp. wszystkie odpowiedzi są poprawne

29. Wskaż poprawną odpowiedź. W roztworze powstałym ze zmieszania 200 cm^3 roztworu H_3PO_4 o stężeniu $0,075 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ i 150 cm^3 roztworu Na_3PO_4 o stężeniu $0,12 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$:

Odp. oprócz wody, będą obecne **głównie** jony Na^+ , H_2PO_4^- i HPO_4^{2-}

30. Tlenek azotu(IV) NO_2 w temperaturach zbliżonych do temperatury pokojowej chętnie ulega dimeryzacji do N_2O_4 . Ile wynosi stężeniowa stała równowagi K_c reakcji $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ jeżeli po wprowadzeniu do zbiornika o objętości 10 dm^3 $0,219 \text{ mola}$ N_2O_4 $58,7\%$ cząsteczek uległo rozpadowi do NO_2 .

Odp. 13,6