

化 学

次の問い(問1～11)に答えなさい。必要ならば次の定数を用いること。

気体定数： $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \ell \cdot \text{K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$1F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

原子量 H : 1.0 N : 14 O : 16 S : 32

問1 0.1 mol/ℓ の塩酸 50.0 ml に、ある量のアンモニアを吸収させた後、残った酸を中和するのに 0.1 mol/ℓ の水酸化ナトリウム水溶液で滴定 (titration) したら、12.5 ml を要した。はじめに塩酸に吸収させたアンモニアの量は何 g か。最も適当な数を、次の ~ のうちから一つ選びなさい。

1

0.042 0.064 0.095 0.128 0.18

問2 希硫酸 (dilute sulfuric acid) 中で白金 (platinum) を電極 (electrode) として 0.5F (ファラデー Farady) の電気量 (amount of electricity) を通して水の電気分解 (electrolysis) を行った。このとき、陽極 (anode) および陰極 (cathode) に生成する気体の種類とその質量 [g] の組み合わせとして正しいものを、次の ~ のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

陽極 2

陰極 3

水素 0.5 水素 1.0 水素 2.0 水素 4.0
酸素 2.0 酸素 4.0 酸素 8.0 酸素 16

問3 下記の二つの金属イオン (metal ion) を含む水溶液 (aqueous solution) から、一方の金属イオンだけを沈殿 (precipitate) させたい。次の(a)～(c) の目的に適した実験操作 (experimental procedure) を、下の ~ のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

(a) Ag^+ と Cu^{2+} を含む水溶液から、 Ag^+ だけを沈殿させる。 4

(b) Mg^{2+} と Ba^{2+} を含む水溶液から、 Ba^{2+} だけを沈殿させる。 5

(c) Al^{3+} と Zn^{2+} を含む水溶液から、 Al^{3+} だけを沈殿させる。 6

希アンモニア水を加える。

希塩酸を加える。

希硫酸を加える。

問4 次の設問(a),(b)に答えなさい。

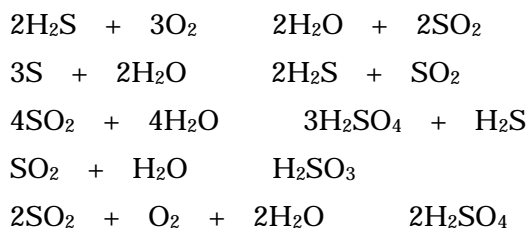
(a) 火山ガス(volcanic gas)の中に含まれている硫黄化合物(sulfur compound)には、化合物 A と硫化水素とがある。化合物 A は化石燃料(fossil fuel)の燃焼の際にも発生し、この場合は酸性雨(acid rain)の原因となる。化合物 A として最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選びなさい。

7

H₂S HS S SO₂ SO₃

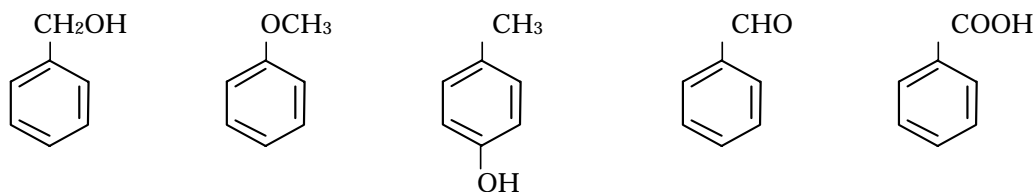
(b) 化合物 A が酸性雨の原因となる反応として最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選びなさい。

8



問5 化合物 A の 10.0mg を完全に燃焼(complete combustion)させたら、二酸化炭素 28.50mg と水 6.66mg が生成した。化合物 A は水にわずかに溶ける(slightly soluble)が、水酸化ナトリウム水溶液に良く溶ける。化合物 A の分子量は約 110 である。化合物 A として最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選びなさい。

9



問6 二重結合(double bond)を一つ含む炭化水素 C₅H₁₀ には、構造異性体(structural isomer)がいくつ存在するか。次の ~ のうちから一つ選びなさい。

10

2 3 4 5 6

問7 アニリン (aniline) を 2 mol/l の塩酸に溶かした溶液がある。これから塩化ベンゼンジアゾニウム塩 (diazobenzene chloride) の溶液をつくるのに正しい方法を、次の ~ のうちから一つ選びなさい。 11

- 氷で冷やしながらか、亜硝酸ナトリウム (sodium nitrite) 水溶液を加える。
- 加熱しながら、亜硝酸ナトリウム水溶液を加える。
- 氷で冷やしながらか、塩化アンモニウム水溶液を加える。
- 加熱しながら、塩化アンモニウム水溶液を加える。
- 氷で冷やしながらか、硝酸アンモニウム (ammonium nitrate) 水溶液を加える。
- 加熱しながら、硝酸アンモニウム水溶液を加える。

問8 次の ~ のうちから、誤りを含むものを一つ選びなさい。 12

- アンモニア性硝酸銀水溶液 (ammoniacal silver nitrate solution) にグルコース (glucose) 水溶液を加え温めると、銀 (silver) が析出する。
- デンプンを加水分解 (hydrolysis) するとグルコースが生成する。
- 6, 6-ナイロンはアジピン酸 (adipic acid) とヘキサメチレンジアミン (hexamethylene diamine) の縮合重合体 (condensation polymer) である。
- 様々な生体内反応 (biological reaction) の触媒 (catalyst) として働く酵素 (enzyme) は、主にセルロース (cellulose) からできている。
- ヒトの必須アミノ酸 (essential amino acid) はすべて α -アミノ酸である。

問9 0.29g のブタンを完全燃焼 (complete combustion) させたところ、気体の CO_2 と液体の水を生じた。次の設問 (a) ~ (d) に答えなさい。

(a) 0.29 g のブタンを完全燃焼させるのに必要な酸素は、25.0 , 1atm で何 l か。次の ~ のうちから一つ選びなさい。 13

0.19 0.38 0.79 1.62 2.15 3.81

(b) 燃焼した熱によって 500g の水の温度が 25.0 から 31.9 に上昇した。発生した熱は何 kJ か。次の ~ のうちから一つ選びなさい。ただし、1 g の水を 1 上げるのに 4.18 J の熱が必要である。 14

7.22 14.4 28.5 56.2 78.8 93.5

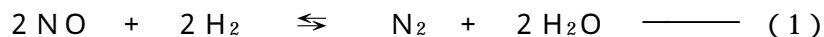
(c) ブタン 1 mol の燃焼熱は何 kJ か。次の ~ のうちから一つ選びなさい。 15

1144 1432 1885 2138 2880 3820

(d) CO₂ (気体) 及び水 (液体) の生成熱が, 393kJ / mol と 285 kJ / mol であるとき, ブタンの生成熱はいくらか。次の ~ のうちから一つ選びなさい。 16

56 98 117 183 221 385

問10 300K で一酸化窒素 0.50 mol と水素 0.40 mol の混合ガスを 10 ℓ の体積にした後, 混合ガスの温度を 900K に上げると次の反応が進行した。次の設問 (a) ~ (c) に答えなさい。



(a) 反応終了後, 900 K における気体の全圧は何 atm か。次の ~ のうちから一つ選びなさい。 17

1.8 2.6 5.2 8.4 12

(b) 反応終了後, 気体の温度を 300K にしたとき, 容器内の液体の水は何 g か。次の ~ のうちから一つ選びなさい。ただし, 300K における水の蒸気圧は 0.041atm とする。 18

1.5 3.2 4.8 6.9 9.8

(c) 最初に一酸化窒素と水素を 300K で封入する際に少量の白金触媒 (platinum catalyst) を加えておくと 400K で反応 (1) が進行するようになった。白金触媒に用いると反応 (1) の反応温度が 400 K と低くなる理由として最も適切な文を, 次の ~ のうちから一つ選びなさい。 19

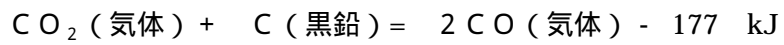
白金触媒の存在により反応熱が著しく小さくなるため。

白金触媒の存在により反応の平衡が左辺に移動したため。

白金触媒の存在により反応の平衡が右辺に移動したため。

白金触媒の存在により反応の活性化エネルギー (activation energy) が小さくなるため。

問11 二酸化炭素と黒鉛 (graphite) から一酸化炭素を生成する反応は、次の式で表わされる。この反応について、設問に答えなさい。



この反応を T_1, T_2 ($T_1 > T_2$) の温度で圧力を変えて行なったとき、平衡時のCOの量はどのように変化するか。適するものを、次の図 ~ のうちから一つ選びなさい。

20

図

