

前期

理科問題

化 学

以下の問題で、体積の単位リットルはLで表す。また必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H = 1.0 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 Na = 23.0 Cl = 35.5 Cu = 63.5

1 次の問い合わせ(問1～問17)に答えよ。

問1 次の文中の「水素」と同じ意味を持つ水素は①～⑥のどれか。一つ選べ。 **1**

「水を電気分解すると水素と酸素が発生する。」

- ① 水は水素と酸素から構成されている。
- ② 水素を風船に詰めると空中に浮く。
- ③ 水素の原子番号は1である。
- ④ 水素は1価の陽イオンになりやすい。
- ⑤ 水素には質量数2の同位体がある。

問2 H_2O (液)の生成熱は286 kJ/mol, 炭素(黒鉛), エタノール(液), エタン(気)の燃焼熱はそれぞれ394 kJ/mol, 1368 kJ/mol, 1561 kJ/molである。次の問い合わせ(1)～(3)に答えよ。

(1) 次の記述a～cについて、その内容の正誤の組み合わせとして正しいものを①～⑧から一つ選べ。 **2**

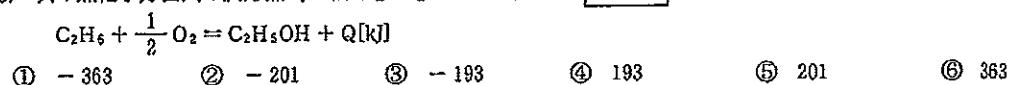
- a 1gの水素が燃焼して H_2O (液)になるときに発生する熱量は286 kJである。
- b 水の蒸発には熱量を必要とするので、水蒸気の生成熱は液体の水の生成熱よりも大きい。
- c CO_2 (気)の生成熱は394 kJ/molである。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

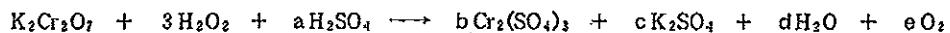
(2) エタノールの生成熱は何 kJ/mol か。①～⑦から一つ選べ。 **3**

- ① -8 ② 85 ③ 278 ④ 421 ⑤ 448 ⑥ 564 ⑦ 688

(3) 次の熱化学方程式の反応熱Qの値を①～⑥から一つ選べ。 **4**



問 3 ニクロム酸カリウムは過酸化水素と次のように反応する。



次の問い(1)~(3)に答えよ。

(1) 系数 d および e を①~⑨から一つずつ選べ。同じ数字を繰り返し選んでもよい。 $d = \boxed{5}$ $e = \boxed{6}$

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

(2) この反応におけるクロム原子の酸化数の変化はどれか。①~⑨から一つ選べ。 $\boxed{7}$

- ① 6 減少 ② 3 減少 ③ 2 減少 ④ 1 減少 ⑤ 変化なし
⑥ 1 増加 ⑦ 2 増加 ⑧ 3 増加 ⑨ 6 増加

(3) この反応における H_2O_2 の変化はどれか。①~④から一つ選べ。 $\boxed{8}$

- ① $H_2O_2 \rightarrow H_2 + O_2$
② $H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$
③ $H_2O_2 + 2H + 2e^- \rightarrow 2H_2O$
④ $H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H^+ + 2e^-$

問 4 濃度未知の希硫酸の濃度を滴定によって求めたい。次の問い合わせ(1), (2)に答えよ。

(1) 濃度 36.0 %, 密度 1.18 g/cm³ の濃塩酸を希釈して 0.10 mol/L の塩酸を 500 mL つくった。用いた濃塩酸の量(mL)を①~⑥から一つ選べ。 $\boxed{9}$

- ① 4.3 ② 5.1 ③ 6.0 ④ 8.6 ⑤ 10 ⑥ 12

(2) 濃度未知の希硫酸 10.0 mL に、0.30 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 20.0 mL 加えて塩基性とした後、0.10 mol/L 塩酸で中和滴定すると 24.0 mL を要した。希硫酸の濃度(mol/L)を①~⑥から一つ選べ。 $\boxed{10}$

- ① 0.12 ② 0.18 ③ 0.24 ④ 0.36 ⑤ 0.48 ⑥ 0.72

問 5 次の記述で正しいものをすべてマークせよ。 $\boxed{11}$

- ① 同じモル濃度では、1価の酸より2価の酸の方が強い酸である。
② pHが1上昇するとその溶液中の水素イオン濃度は10倍となる。
③ 水溶液としたときに酸性を示す酸を酸性塩という。
④ 水素イオンと水酸化物イオンで起こる中和反応は常に発熱反応である。
⑤ 中和反応は水溶液中でのみ起きる反応である。
⑥ 水に溶かしたときに塩基と反応して塩をつくるような酸化物を塩基性酸化物という。

問 6 次の分子またはイオンのうち、非共有電子対を持たないものはいくつあるか。①~⑧から一つ選べ。 $\boxed{12}$

- CCl₄ C₂H₂ CO₂ HI H₃O⁺ NH₄⁺ O₂ OH⁻
① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

問 7 銅(Cu)単体の結晶は面心立方格子で、1単位格子当たり4個のCu原子を含む。Cu単体の密度を9.0 g/cm³、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23}/mol$ とすると、1個の単位格子が占める体積(cm³)はいくらか。最も近い値を①~⑧から一つ選べ。 $\boxed{13}$

- ① 5.91×10^{-26} ② 1.05×10^{-25} ③ 2.92×10^{-25} ④ 7.35×10^{-25}
⑤ 1.17×10^{-23} ⑥ 4.67×10^{-23} ⑦ 2.36×10^{-21} ⑧ 9.45×10^{-21}

問 8 0°Cで、 3.0×10^5 Pa のオゾン 4.0 L と 2.0×10^5 Pa の酸素 6.0 L を、体積が 10.0 L の容器に入れた。以下の(1)~(3)の値として最も近いものを①~⑩からそれぞれ一つずつ選べ(⑩は①と⑩をマークすること)。同じものを繰り返し選んでもよい。

(1) 混合気体の全圧(Pa) $\boxed{14}$

(2) 混合気体中の酸素の分圧(Pa) $\boxed{15}$

(3) 混合気体に紫外線を照射して、すべての酸素をオゾンに変化させた場合の気体の全圧(Pa) $\boxed{16}$

- ① 1.2×10^5 ② 1.5×10^5 ③ 2.0×10^5 ④ 2.4×10^5 ⑤ 2.5×10^5
⑥ 3.0×10^5 ⑦ 4.0×10^5 ⑧ 5.0×10^5 ⑨ 6.0×10^5 ⑩ 12.0×10^5

問9 次の記述a～dについて、その内容の正誤の組み合わせとして正しいものを①～⑧から一つ選べ。

17

- a 固体が水に溶解する時は、つねに発熱をともなう。
- b 温度による溶解度の差が小さい物質の方が、再結晶による精製が容易である。
- c 同じ温度、同じ圧力のもとで、気体の水に対する溶解度を比較すると、 $H_2 < NH_3 < CH_4$ の順に大きくなる。
- d 同じ圧力のもとで、気体の水に対する溶解度は、温度が高くなるほど減少する。これをヘンリーの法則という。

	a	b	c	d
①	正	正	正	正
②	正	正	誤	正
③	正	誤	正	誤
④	正	誤	誤	正
⑤	誤	正	正	正
⑥	誤	誤	正	正
⑦	誤	正	誤	正
⑧	誤	誤	誤	誤

問10 次のa～eの記述に最も関係の深い語句を①～⑧からそれぞれ一つずつ選べ。

a 赤血球を濃いスクロース水溶液に入れると、赤血球が縮む。 18

b 粘土で濁った水にミョウバンを加えると、粘土が沈殿して水が透明になる。 19

c コロイド溶液に光を当て、限外顕微鏡で観察すると、光った点が不規則に動いているのが見える。 20

d 氷で凍結した道路に塩化カルシウムを撒(ま)くと、表面の氷が融ける。 21

e 食塩水は、純粋な水よりも水分子の蒸発が早い。 22

- | | | | |
|------|---------|----------|---------|
| ① 吸着 | ② 凝固点降下 | ③ 結析 | ④ 蒸気圧降下 |
| ⑤ 浸透 | ⑥ 抽出 | ⑦ ブラウン運動 | ⑧ 蒸留 |

問11 次の記述a～dについて、その内容の正誤の組み合わせとして正しいものを①～⑧から一つ選べ。 23

a 発熱反応では、反応熱の値が大きい反応ほど、反応速度は大きい。

b 酢酸エチルの加水分解反応では、酢酸エチルの初濃度が大きい方が反応速度定数は大きい。

c 水素(H_2)の結合エネルギーを 432 kJ/mol, ヨウ素(I_2)の結合エネルギーを 149 kJ/mol とすると、 $H_2 + I_2 \rightarrow 2 HI$ の反応の活性化エネルギーは 581 kJ/mol である。

d 窒素と水素からアンモニアを合成する反応($N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$)では、触媒として用いる化合物の種類によらず、活性化エネルギーの値は同じである。

	a	b	c	d
①	正	正	正	正
②	正	正	誤	正
③	正	誤	正	誤
④	正	誤	誤	正
⑤	誤	正	正	正
⑥	誤	誤	正	正
⑦	誤	正	誤	正
⑧	誤	誤	誤	誤

問12 25℃の酢酸水溶液について、A欄に示す操作a～cを行ったとき、B欄に示す値はそれぞれどのように変化するか。

正しい組み合わせを①～⑨から一つ選べ。 24

	A	B
a	水を加える。	酢酸の電離定数
b	酢酸ナトリウムを加える。	酢酸の濃度(ただし酢酸水溶液の体積変化は無視できるものとする)
c	酢酸ナトリウムを加える。	水素イオン指数 pH(ただし酢酸水溶液の体積変化は無視できるものとする)

	a	b	c
①	大きくなる	大きくなる	大きくなる
②	大きくなる	小さくなる	小さくなる
③	大きくなる	変わらない	変わらない
④	小さくなる	大きくなる	大きくなる
⑤	小さくなる	小さくなる	小さくなる
⑥	小さくなる	変わらない	変わらない
⑦	変わらない	大きくなる	大きくなる
⑧	変わらない	小さくなる	小さくなる
⑨	変わらない	変わらない	変わらない

問13 カルボキシル基を一つだけもつ化合物はどれか。①～⑤から一つ選べ。 25

- ① シュウ酸 ② マレイン酸 ③ 乳酸 ④ フタル酸 ⑤ アジピン酸

問14 分子式 C₅H₁₂O で表されるエーテルの構造異性体の数はどれか。①～⑦から一つ選べ。 26

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6 ⑥ 7 ⑦ 8

問15 次の記述a～d の空欄 [27] ～ [30] に当てはまる化合物を、①～⑨から一つずつ選べ。

- a [27] は、フェノールに濃硝酸と濃硫酸を作用させると得られる。
 b [28] は、ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を作用させ、ついで塩基を加えると得られる。
 c [29] は、エチレンと塩化水素との反応で得られる。
 d [30] は、メタノールとサリチル酸を少量の濃硫酸とともに加熱すると得られる。
 ① クレゾール ② アニリン ③ 塩化ビニル ④ アセチルサリチル酸
 ⑤ ピクリン酸 ⑥ クロロエタン ⑦ アセトアニリド ⑧ 1,2-ジクロロエタン
 ⑨ サリチル酸メチル

問16 次の説明文a～dは下記の①～④のどれかについて述べたものである。該当するものを①～④から一つずつ選べ。

- a ビスフェノールAとエピクロロヒドリンからつくられ、接着力にすぐれ、強度が大きく、接着剤、塗料などに用いられる。 [31]
 b デンプンの発酵によって乳酸をつくり、これを縮合重合させて得られ、包装用フィルム、容器などに用いられる。
 [32] c 環状アミンとホルマリンからつくられ、光沢があり、熱に強く、化粧板などに用いられる。 [33]
 d アセチレンを付加重合すると膜状のポリマーが得られ、これにハロゲンを添加したものは携帯電話、電子機器の部品などに用いられる。 [34]
 ① 生分解性樹脂 ② メラミン樹脂 ③ 導電性樹脂 ④ エポキシ樹脂

問17 医薬品に関する次の文の空欄 [35] ~ [39] に、最適の語句を①~⑤から一つずつ選べ。

- a 20世紀初め、エールリッヒ(ドイツ)と蔡佐八郎(日本)は共同で梅毒の治療薬 [35] を開発した。
- b 抗生物質には、フレミング(イギリス)がアオカビの中から発見した [36] や、ワクスマン(アメリカ)が土壤細菌から取り出したストレプトマイシンがある。
- c [37] は、神経系に痛みを伝える物質の一つであるプロスタグランジンの合成を抑制して、鎮痛作用を示す。
- d ドーマク(ドイツ)は、プロントジルとよばれるアゾ色素の一種が体内で [38] に変化した後、細菌に取り込まれ、増殖に必要な物質の合成を阻害し、細菌を死滅させることを発見した。
- e 遺伝子操作された大腸菌から生産された [39] は、血液中の糖濃度を調節する。

- ① スルファニルアミド ② インスリン ③ ベニシリソ
④ サルバルサン ⑤ アセチルサリチル酸

2 Al³⁺, Fe²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Ag⁺, Ba²⁺ のいずれかの陽イオンを一種類ずつ含む水溶液 A～F がある。各水溶液に対し、操作 I～Vを行ったところ、下線で示す部分について、表に示すような結果が得られた。次の問い合わせ(問1～問4)に答えよ。

操作I：試験管に溶液の一部をとり、希硝酸で酸性にし、H₂S ガスを通じた。

操作II：試験管に溶液の一部をとり、希塩酸を加えた。

操作III：試験管に溶液の一部をとり、NaOH 水溶液を少量加えた。

操作IV：操作IIIの後に、NaOH 水溶液を過剰に加えた。

操作V：操作IIIの後に、アンモニア水を過剰に加えた。

	水溶液A	水溶液B	水溶液C	水溶液D	水溶液E	水溶液F
操作I	変化なし	変化なし	沈殿を生じた	変化なし	変化なし	沈殿を生じた
操作II	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	沈殿を生じた
操作III	変化なし	沈殿を生じた	沈殿を生じた	沈殿を生じた	沈殿を生じた	沈殿を生じた
操作IV	変化なし	沈殿が溶解した	沈殿を生じたまま	沈殿を生じたまま	沈殿が溶解した	沈殿を生じたまま
操作V	変化なし	沈殿を生じたまま	沈殿が溶解した	沈殿を生じたまま	沈殿が溶解した	沈殿が溶解した

問1 水溶液A～Fのそれぞれに含まれる陽イオンはどれか。①～⑥から一つずつ選べ。水溶液A = 40，水溶液B = 41，水溶液C = 42，水溶液D = 43，水溶液E = 44，水溶液F = 45。
 ① Al³⁺ ② Fe²⁺ ③ Cu²⁺ ④ Zn²⁺ ⑤ Ag⁺ ⑥ Ba²⁺

問2 水溶液Aに対して下の①～⑤の実験(イ欄)を行ったとき、観察されること(口欄)として誤っているものはどれか。

①～⑤から一つ選べ。 46

	イ	口
①	希硫酸を加える。	白色の沈殿を生じる。
②	クロム酸カリウム K ₂ CrO ₄ 水溶液を加える。	黄色の沈殿を生じる。
③	ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム K ₃ [Fe(CN) ₆] 水溶液を加える。	濃青色沈殿を生じる。
④	二酸化炭素を通じる。	白色の沈殿を生じる。
⑤	白金線に溶液をつけてバーナーの炎に入れる。	黄緑色の炎が見える。

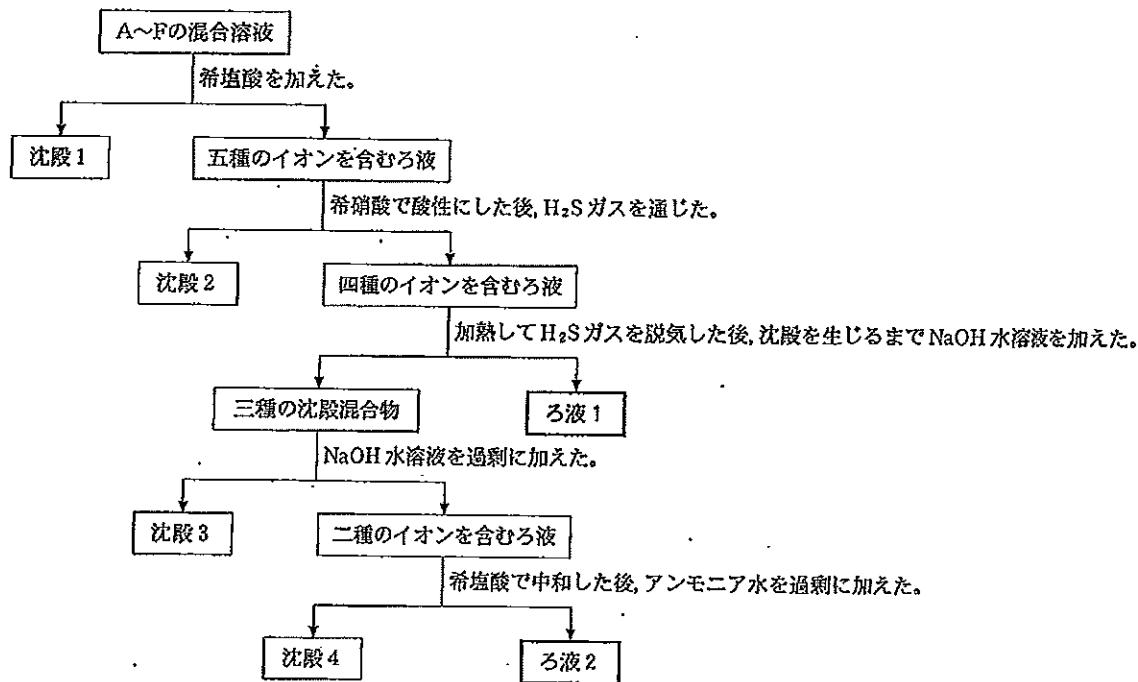
問3 操作IIIで生じた沈殿のうち、希塩酸を作用させると溶解するものはどれか。①～⑤からあてはまるものをすべて選び

マークせよ。 47

- ① 水溶液Bの沈殿
- ② 水溶液Cの沈殿
- ③ 水溶液Dの沈殿
- ④ 水溶液Eの沈殿
- ⑤ 水溶液Fの沈殿

←

問4 水溶液A～Fを等量ずつ混合した溶液をつくり、下図のような操作を行って沈殿1～4とろ液1～2に分離していく。
た。ろ液1およびろ液2に含まれるイオンはどれか。①～⑩から一つずつ選べ(⑩は①と⑩をマークすること)。
ろ液1 = 48, ろ液2 = 49



- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① Al^{3+} | ② Fe^{2+} | ③ Cu^{2+} |
| ④ Zn^{2+} | ⑤ Ag^+ | ⑥ Ba^{2+} |
| ⑦ Fe^{2+} の錯イオン | ⑧ Cu^{2+} の錯イオン | ⑨ Zn^{2+} の錯イオン |
| ⑩ Ag^+ の錯イオン | | |

3 一種類の α -アミノ酸からなるポリペプチド(分子量 1.2×10^4)がある。このポリペプチド 0.476 g を濃硫酸とともに加熱して分解したのち、過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したところ、標準状態(0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)で 107.5 mL のアンモニア(気体)を発生した。次の問い合わせ(問 1 ~ 問 3)に答えよ。

問 1 このポリペプチドの窒素含有率(%)はいくらか。最も近い値を①~⑧から一つ選べ。 50

- ① 11.1 ② 12.6 ③ 14.1 ④ 15.6 ⑤ 17.1 ⑥ 18.6 ⑦ 20.1 ⑧ 21.6

問 2 このポリペプチドを構成する α -アミノ酸は、1 分子中に 1 個の窒素原子しか含まない。この α -アミノ酸の分子量はいくらか。最も近い値を①~⑧から一つ選べ。 51

- ① 75 ② 89 ③ 100 ④ 117 ⑤ 131 ⑥ 147 ⑦ 165 ⑧ 181

問 3 このポリペプチド 1 分子中に含まれるペプチド結合の数はいくつか。最も近い値を①~⑧から一つ選べ。 52

- ① 73 ② 81 ③ 92 ④ 105 ⑤ 120 ⑥ 145 ⑦ 170 ⑧ 210