

2021年度一般選抜 後期日程[3/7] 入試問題

3 時 限

60 化 学

(薬 学 部)

問題は100点満点で作成しています。

解答にあたっては、下記の注意事項に従うこと。

数字をマークするように求められたときは、次の例に従ってマークせよ。

例1. 問題に $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$ とあるとき、計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$
0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。例2. 問題に $C \boxed{a} H \boxed{b} \boxed{c} N \boxed{d} O \boxed{e}$ とあるとき、 $\boxed{a} \boxed{b} \boxed{c} \boxed{d} \boxed{e}$
答えが $C_2H_7NO_2$ ならば、2 0 7 1 2 をそれぞれマークせよ。

上の例のように、0や1もマークし、空欄を残さないこと。

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12, O = 16, S = 32, Fe = 56, Cu = 63.5, Zn = 65.4

I 問1～7に答えよ。(20点)

問1 中性子の数が等しい原子の組み合わせになっているものを、a～fから2つ選んでマークせよ。

- a. ${}^4\text{He}$, ${}^2\text{H}$ b. ${}^{16}\text{O}$, ${}^{14}\text{C}$ c. ${}^{12}\text{C}$, ${}^{10}\text{B}$
d. ${}^{17}\text{O}$, ${}^{15}\text{N}$ e. ${}^{22}\text{Na}$, ${}^{20}\text{Ne}$ f. ${}^{14}\text{N}$, ${}^{13}\text{C}$

問2 混合物の分離に関する説明として最も適するものをa～dから選んでマークせよ。

- a. 溶液中の沈殿物を分離する操作には、分液ろうとを用いる。
b. 溶液中から特定の物質を抽出する操作を、ろ過という。
c. 昇華を利用すると、ヨウ素を塩化ナトリウムとの混合物から分離することができる。
d. 溶媒に対する溶解度の差を利用して分離する操作を、クロマトグラフィーという。

問3 80℃の水40gに硝酸カリウム60gを加えて完全に溶解させた後、60℃まで冷却したところ、結晶が析出した。析出した結晶の質量を $\boxed{a}\boxed{b}$ g と表すとき、a, bに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、60℃の水100gに溶解する最大の硝酸カリウムの質量を110gとする。

問4 食酢10mLに純水を加えて100mLとし、この希釈液から10mLをとり、0.20 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を滴下していったところ、中和点までに3.6mLを必要とした。食酢中の酢酸の濃度を $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}}$ mol/L と表すとき、a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、食酢には酢酸以外の酸は含まれていないものとする。

問5 0.27 mol/Lの酢酸水溶液のpHを $\boxed{a}.\boxed{b}$ と表すとき、a, bに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、0.27 mol/Lの酢酸水溶液中の酢酸の電離定数を $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/Lとし、電離度 α は1に比べて十分に小さいものとする。また、 $\log_{10} 2.7 = 0.43$ とする。

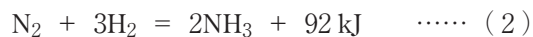
問6 下線部の原子の酸化数が最も大きいものを a～f から選んでマークせよ。



問7 (-)Zn|ZnSO₄aq|CuSO₄aq|Cu(+) で表される電池をある時間放電させたところ、負極の質量が 327 mg 減少した。この間に流れた電気量を C と表すとき、a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、ファラデー定数を 9.65×10^4 C/mol とする。

Ⅱ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(20点)

①アンモニアの工業的製法である [ア] では、②温度 500℃前後、圧力 3×10^7 Pa 前後の条件下で、窒素と水素から直接アンモニアを合成する。この反応は化学反応式 (1)、および熱化学方程式 (2) によって表される。



式 (1) が平衡状態にあるとき、濃度平衡定数 K_c は、 N_2 、 H_2 、 NH_3 のモル濃度 $[\text{N}_2]$ 、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{NH}_3]$ を用いて、 $K_c =$ [イ] と表される。また、気体定数を R 、絶対温度を T とすると、圧平衡定数 K_p は、 $K_p = K_c \times$ [ウ] と表される。

一定温度に保たれた反応容器に、窒素と水素を 1:3 の物質質量比で混合した混合気体を [エ] mol 封入したところ、アンモニアが 1.0 mol 生成して平衡状態に達した。このとき、反応容器を占める気体全体の物質質量は 5.0 mol であった。

問1 下線部①について、アンモニアに関する説明として適するものを、a～f から 2つ選んで マークせよ。

- a. 水によく溶けるが一部しか水と反応しないため、弱塩基である。
- b. 水によく溶けて大部分が水と反応するため、強塩基である。
- c. 水に少ししか溶けないため、弱塩基である。
- d. 硝酸や肥料の原料として用いられる。
- e. 硝酸や乾燥剤の原料として用いられる。
- f. 肥料や乾燥剤の原料として用いられる。

問2 [ア] に該当する語句を a～d から選んでマークせよ。

- a. オストワルト法
- b. ハーバー・ボッシュ法
- c. 接触法
- d. アンモニアソーダ法

問3 下線部②について、式(1)の平衡状態に達するまでの時間を短くするために、条件を変えることを考える。条件を変えた直後、反応速度が大きくなる変化として適するものを、a～dから2つ選んでマークせよ。

- a. 反応容器の容積を一定に保ち、温度を下げる。
- b. 反応容器の温度を一定に保ち、容積を小さくする。
- c. 反応容器の容積と温度を一定に保ち、水素を加える。
- d. 反応容器の容積と温度を一定に保ち、アルゴンを加える。

問4 下線部②について、式(1)の平衡状態に達したときのアンモニアの収量を大きくするためには、条件をどのように変えればよいか。適するものを、a～dから2つ選んでマークせよ。

- a. 反応容器の圧力を一定に保ち、温度を下げる。
- b. 反応容器の温度を一定に保ち、容積を大きくする。
- c. 反応容器の容積と温度を一定に保ち、水素を加える。
- d. 反応容器の容積と温度を一定に保ち、アルゴンを加える。

問5 イ に該当する式を a～h から選んでマークせよ。

- | | | | |
|---|---|---|---|
| a. $\frac{3[\text{N}_2][\text{H}_2]}{2[\text{NH}_3]}$ | b. $\frac{2[\text{N}_2][\text{H}_2]}{3[\text{NH}_3]}$ | c. $\frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2}$ | d. $\frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^2}{[\text{NH}_3]^3}$ |
| e. $\frac{2[\text{NH}_3]}{3[\text{N}_2][\text{H}_2]}$ | f. $\frac{3[\text{NH}_3]}{2[\text{N}_2][\text{H}_2]}$ | g. $\frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$ | h. $\frac{[\text{NH}_3]^3}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^2}$ |

問6 ウ に該当する式を a～h から選んでマークせよ。

- | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| a. RT | b. $(RT)^2$ | c. $(RT)^3$ | d. $(RT)^4$ |
| e. $(RT)^{-1}$ | f. $(RT)^{-2}$ | g. $(RT)^{-3}$ | h. $(RT)^{-4}$ |

問7 エ に該当する数値を a～h から選んでマークせよ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| a. 4.0 | b. 4.5 | c. 5.0 | d. 5.5 |
| e. 6.0 | f. 7.0 | g. 8.0 | h. 9.0 |

Ⅲ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(20点)

硫黄は、天然には鉱石の成分元素として多く存在し、火山地帯では単体も産出する。硫黄の単体には、^①斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄などの同素体がある。

硫黄の化合物のうち、^②硫化水素と^③二酸化硫黄は、どちらも有毒な気体である。^④硫酸は様々な工業に利用されており、かつては黄鉄鉱(FeS₂)を原料として製造されていた。

黄鉄鉱を原料として硫酸を製造する場合、まず次式のように燃焼させる。



発生した気体を、を主成分とした触媒を用いて空気中で酸化し、それを水と反応させて硫酸を得る。ただし、酸化した気体を直接純水に吸収させて硫酸を得ることは難しいため、濃硫酸とする。

問1 下線部①について、硫黄の同素体に関する説明として最も適するものをa～fから選んでマークせよ。

- a. 斜方硫黄は、針状の結晶である。
- b. 斜方硫黄は、水によく溶ける。
- c. 単斜硫黄は、塊状の結晶である。
- d. 単斜硫黄は、二硫化炭素によく溶ける。
- e. ゴム状硫黄は、分子式S₈で表される。
- f. ゴム状硫黄は、水にも二硫化炭素にもよく溶ける。

問2 下線部②について、硫化水素に関する説明として最も適するものをa～dから選んでマークせよ。

- a. Zn²⁺を含む塩基性の水溶液に通じると、白色の沈殿を生じる。
- b. Cu²⁺を含む酸性の水溶液に通じると、青色の沈殿を生じる。
- c. Ag⁺を含む塩基性の水溶液に通じると、白色の沈殿を生じる。
- d. Fe²⁺を含む酸性の水溶液に通じると、黒色の沈殿を生じる。

問3 下線部③について、二酸化硫黄に関する説明として最も適するものを a～d から選んでマークせよ。

- a. 還元作用により漂白剤として利用され、硫化水素に対しても還元剤としてはたらく。
- b. 還元作用により漂白剤として利用されるが、硫化水素に対しては酸化剤としてはたらく。
- c. 酸化作用により漂白剤として利用されるが、硫化水素に対しては還元剤としてはたらく。
- d. 酸化作用により漂白剤として利用され、硫化水素に対しても酸化剤としてはたらく。

問4 下線部④について、硫酸に関する説明として最も適するものを a～d から選んでマークせよ。

- a. 希硫酸を塩化ナトリウムに加えると、塩化水素が発生する。
- b. 希硫酸は、銅や銀を溶かすことができる。
- c. 濃硫酸をスクロースに加えると、炭化する。
- d. 濃硫酸は、乾燥剤として常にソーダ石灰の代わりに用いることができる。

問5 ア に該当する語句を a～d から選んでマークせよ。

- a. 酸化バナジウム(V) b. 酸化マンガン(IV) c. 四酸化三鉄 d. 白金

問6 イ に該当する内容を a～d から選んでマークせよ。

- a. 希硫酸に吸収させた後、これに濃硫酸を加えて
- b. 希硫酸に吸収させた後、水を蒸発させて
- c. 濃硫酸に吸収させた後、これに希硫酸を加えて
- d. 濃硫酸に吸収させた後、これに水を加えて

問7 黄鉄鉱 360 kg を原料として得られる 98.0% の濃硫酸の質量を abc kg と表すとき、a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、黄鉄鉱は純粋な FeS_2 とみなすことができ、反応は理論どおりに進むものとする。

Ⅳ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

炭素、水素、酸素だけからなり、^①アルコールであることがわかっている有機化合物A 17.6 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が [ア] mg、水が [イ] mg 発生したことから、その分子式は $C_5H_{12}O$ であることがわかった。

分子式が $C_5H_{12}O$ であるアルコールには [ウ] 種類の構造異性体が存在し、有機化合物A およびB～Dは、そのいずれかである。

有機化合物A～Dを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液によって酸化しようとしたところ、Aのみが酸化されなかった。また、B～Dの酸化生成物のうち、Bの酸化生成物のみが銀鏡反応を示し、Cの酸化生成物のみがヨードホルム反応を示した。

次に、有機化合物CとDを濃硫酸とともに加熱したところ、何種類かの^②アルケンが得られた。Cから得られたアルケンは3種類で、Dから得られたアルケンは2種類であった。

以上より、有機化合物Aは [エ] アルコール、Bは [オ] アルコールで、Cの構造式は [カ]、Dの構造式は [キ] である。ただし、Bは不斉炭素原子をもつものとする。

問1 下線部①について、アルコールに関する説明として最も適するものをa～dから選んでマークせよ。

- a. 一価アルコールの構造異性体に、エステルがある。
- b. 価数が同じなら、炭素原子の数が多いうアルコールほど、水に溶けやすい。
- c. 単体のナトリウムがアルコールと反応すると、水が生成する。
- d. 炭素原子の数が同じなら、価数の大きいアルコールほど、融点や沸点が高い。

問2 [ア] および [イ] に該当する数値をそれぞれa～jから選んでマークせよ。ただし、必要ならば繰り返し選んでよい。

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| a. 10.8 | b. 17.6 | c. 21.6 | d. 26.4 | e. 33.0 |
| f. 35.2 | g. 44.0 | h. 52.8 | i. 54.0 | j. 64.8 |

問3 [ウ] に該当する数値をa～hから選んでマークせよ。

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| a. 5 | b. 6 | c. 7 | d. 8 |
| e. 9 | f. 10 | g. 11 | h. 12 |

V 次の文を読み、問1～7に答えよ。(20点)

それ以上加水分解されない糖類を単糖類という。代表的な単糖類である グルコース、フルクトース、ガラクトースは、いずれも 水溶液中で還元性を示す。

加水分解によって2分子の単糖類を生じる糖類を二糖類という。二糖類のうち、スクロースは 水溶液中で還元性を示さないが、酵素 ア を作用させると、還元性を示すようになる。マルトースは、デンプンに酵素 イ を作用させることで得られる。ラクトースは、乳汁に含まれる。スクロース、マルトース、ラクトースを2:1:2の物質質量比で混合した混合物に複数の酵素を作用させて、それぞれ完全に加水分解すると、グルコース、フルクトース、ガラクトースが ウ の物質質量比で生じる。

多数の単糖類が縮合重合した糖類を多糖類という。天然に存在する植物由来の多糖類の多くはグルコースから構成されており、その代表例であるデンプンは アミロースとアミロペクチンからなる。

問1 下線部①について、グルコース、フルクトース、ガラクトースに関する説明として最も適するものをa～dから選んでマークせよ。

- a. フルクトースとガラクトースは、グルコースの構造異性体である。
- b. フルクトースとガラクトースは、グルコースの立体異性体である。
- c. フルクトースはグルコースの構造異性体で、ガラクトースはグルコースの立体異性体である。
- d. フルクトースはグルコースの立体異性体で、ガラクトースはグルコースの構造異性体である。

問2 下線部②について、グルコース、フルクトース、ガラクトースが水溶液中で示す還元性に関する説明として最も適するものをa～dから選んでマークせよ。

- a. いずれも環状構造ではアセタール構造をもち、この部分が還元性に関与する。
- b. いずれも環状構造ではヘミアセタール構造をもち、この部分が還元性に関与する。
- c. いずれも鎖状構造ではアセタール構造をもち、この部分が還元性に関与する。
- d. いずれも鎖状構造ではヘミアセタール構造をもち、この部分が還元性に関与する。

問3 下線部③について、スクロースが水溶液中で還元性を示さない理由として最も適するものを a～d から選んでマークせよ。

- a. 単糖類の還元性を示す部分どうしがグリコシド結合を形成しているから。
- b. 単糖類の還元性を示す部分どうしがエステル結合を形成しているから。
- c. 単糖類の還元性を示さない部分どうしがグリコシド結合を形成しているから。
- d. 単糖類の還元性を示さない部分どうしがエステル結合を形成しているから。

問4 ア および イ に該当する語句をそれぞれ a～d から選んでマークせよ。ただし、必要ならば繰り返し選んでよい。

- a. アミラーゼ b. インベルターゼ c. マルターゼ d. セロビアーゼ

問5 ウ に該当する式を a～j から選んでマークせよ。

- a. 1:1:1 b. 1:1:2 c. 1:2:1 d. 2:1:1 e. 1:1:3
- f. 1:3:1 g. 3:1:1 h. 1:2:3 i. 1:3:2 j. 3:2:1

問6 下線部④について、アミロースとアミロペクチンに関する説明として最も適するものを a～d から選んでマークせよ。

- a. いずれも枝分かれ構造をもつ。
- b. いずれも枝分かれ構造をもたない。
- c. アミロースは枝分かれ構造をもち、アミロペクチンは枝分かれ構造をもたない。
- d. アミロペクチンは枝分かれ構造をもち、アミロースは枝分かれ構造をもたない。

問7 アミロース X 60.0 mg を純水に溶かして 30.0 mL の水溶液としたところ、27℃における浸透圧が 1.66×10^2 Pa となった。アミロース X の分子量を a . b $\times 10^{\text{c}}$ と表すとき、a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、気体定数を 8.30×10^3 Pa·L/(mol·K) とする。

(問題はこれで終わりです)