

問題・解答  
用紙番号

34

の解答用紙に解答しなさい。

## 化 学

〈受験学部・学科〉

理工学部、薬学部、看護学部、農学部【理系科目型】

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。

1. 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、

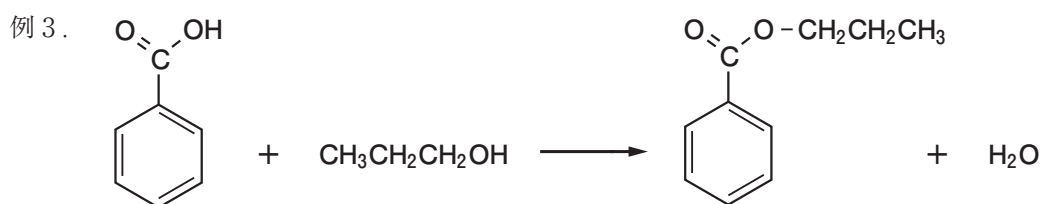
$\boxed{a}$   $\boxed{b}$  .  $\boxed{c}$   $\boxed{d}$   
計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して 0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。

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<sub>2</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>2</sub> ならば、2 0 7 1 2 をそれぞれマークせよ。

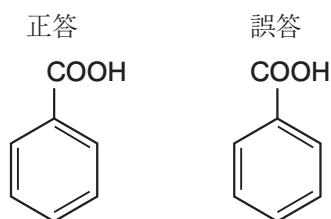
上の例のように、0や1もマークし、空欄を残さないこと。

2. 化学式や反応式を書くように求められたときは、特に指定のない限り、下の例のように簡略化した式を用いてもよい。ただし、官能基の結合はわかるように明確に示すこと。



メチル基、カルボキシ基やアミノ基などは簡略化して書いてよいが、どの原子とどの原子が結合しているかは明確に示すこと。

カルボキシ基を簡略化して書いたときのよい例（正答）と悪い例（誤答）を下に示す。



ベンゼン環に結合しているカルボキシ基の原子は炭素であって、酸素ではない。

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 = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0, Ca = 40.0, Ag = 108, Pb = 207

気体定数  $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

**I** 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

二酸化炭素は、炭素や炭素化合物の燃焼などで生じる化合物であり、地球温暖化を引き起こす主要な温室効果ガスである。空気中に含まれる二酸化炭素の量および割合を調べるために、水酸化カルシウムを利用した以下の操作を行った。

操作1：濃度未知の水酸化カルシウム水溶液 100 mL を 0.20 mol/L 塩酸で中和すると 8.0 mL 要した。

操作2：標準状態（ $0^\circ\text{C}$ ， $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）の空気 1.0 L を密閉容器に採取し、操作1で用いたものと同じ濃度の水酸化カルシウム水溶液 50 mL を加え、容器をよく振り混ぜて完全に反応させると沈殿を生じた。このとき、水酸化カルシウム水溶液の体積は変化しなかった。

操作3：操作2の水溶液の上澄みを 25 mL 採取し、0.10 mol/L 塩酸で中和すると 3.8 mL 要した。

問1 二酸化炭素に関する記述として適切なものを a～d から 2つ選んでマークせよ。

- a. 直線形で無極性の分子である。
- b. 炭素の酸化数は+2である。
- c. 無色、無臭であり、水に少し溶ける。
- d. 石灰水と反応し、炭酸カリウムの沈殿を生じる。

問2 操作1の水酸化カルシウム水溶液のモル濃度を  $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}} \text{ mol/L}$  と表すとき、a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問3 操作2により生じた沈殿の化学式を書け。ただし、二酸化炭素以外に水酸化カルシウムと反応する物質はないものとする。

問4 下線部の空気 1.0 L に含まれる二酸化炭素の物質量を  $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}}$  mol 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、二酸化炭素はすべて反応して沈殿したものとする。

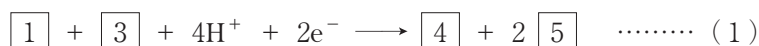
問5 下線部の空気に含まれる二酸化炭素の物質量の割合をモル分率で表すと、 $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}}$  となる。a ~ c に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問6 下線部の空気の二酸化炭素の分圧 (Pa) に最も近い数値を a ~ f から選んでマークせよ。

- a. 23      b. 45      c. 69      d. 230      e. 450      f. 690

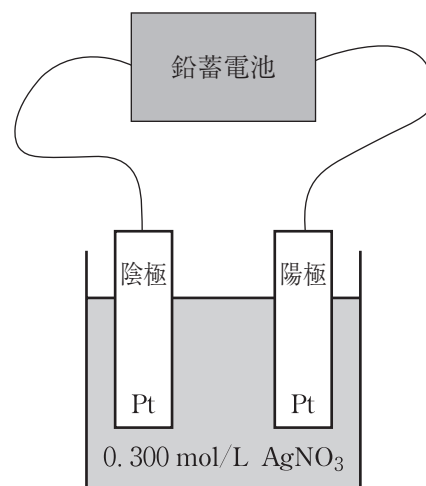
Ⅱ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

鉛蓄電池は、自動車のバッテリーなどに用いられる充電可能な電池であり、正極活物質に [1]、負極活物質に [2]、電解液に希硫酸を用いる。この電池を放電させると、正極では式(1)のような反応がおこり、負極では式(2)のような反応がおこる。



鉛蓄電池の起電力は、約2.0Vであるが、放電を続けると次第に電圧が低下する。これは、放電によって希硫酸の濃度が低下するとともに、両電極の表面が水に溶けにくい [4] で覆われ、電解液が電極に接触しにくくなるからである。そのため、①別の電源を鉛蓄電池に接続し、放電とは逆向きに電流を流すと、放電とは逆向きの反応がおこり、起電力が回復する。これを充電という。

右図のように、②鉛蓄電池の両極にそれぞれ白金電極を接続し、800 mLの0.300 mol/L硝酸銀(I)水溶液に電極を浸け32分20秒間電気分解(平均電流1.98 A)を行ったところ、③陽極から気体が発生した。



問1 [1]～[5]に該当する化学式をa～hからそれぞれ選んでマークせよ。

- |                     |                     |                      |                                  |
|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|
| a. H <sub>2</sub>   | b. H <sub>2</sub> O | c. O <sub>2</sub>    | d. Pb                            |
| e. PbO <sub>2</sub> | f. PbS              | g. PbSO <sub>4</sub> | h. SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> |

問2 下線部①のように別の電源をつないで鉛蓄電池を充電する際、鉛蓄電池の負極には外部電源のどちらの電極をつなげばよいか。aまたはbから選んでマークせよ。

- |       |       |
|-------|-------|
| a. 正極 | b. 負極 |
|-------|-------|

問3 下線部②の電気分解後の鉛蓄電池の両電極の質量の増加量の総和を [a]. [b] gと表すとき、aおよびbに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、ファラデー定数は、 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

問4 下線部②の電気分解において、陰極で起こる反応を、 $e^-$ を含む反応式で書け。

問5 下線部②の電気分解後の硝酸銀(I)水溶液の濃度を  $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}}$  mol/L と表すとき、 $a \sim c$  に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、電気分解の前後で、電解液の体積変化は無視できるものとする。

問6 下線部③に該当する気体の化学式を書け。

Ⅲ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(20点)

容器に2種類の気体XとYを入れて加熱し、50℃に保つと気体Zが生成した。この気体Zの生成速度を調べたところ、50℃において、気体Xのモル濃度[X]を2倍にすると気体Zの生成速度 $v$ は2倍になった。また、気体Yのモル濃度[Y]を2倍にすると気体Zの生成速度 $v$ は4倍になった。したがって、気体Zの生成速度 $v$ は、気体Xのモル濃度[X]、気体Yのモル濃度[Y]および反応速度定数 $k$ を用いて $v = k[X]^{\text{ア}}[Y]^{\text{イ}}$ と表される。さらに、① 気体X 4.0 molと気体Y 2.0 molを1 Lの容器に入れ、50℃に保つと、反応開始直後における気体Zの生成速度 $v$ は、 $3.2 \times 10^{-1} \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ であった。一方で、この反応において、② 容器の容積を一定に保ったまま容器内の温度を変化させたところ、10℃上昇させる毎に気体Zの生成速度 $v$ は5倍になった。さらに、触媒を添加すると活性化エネルギーが $\text{ウ}$ なり、気体Zの生成速度 $v$ は $\text{エ}$ になった。

問1  $\text{ア}$  および  $\text{イ}$  に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問2  $\text{ウ}$  および  $\text{エ}$  に該当するものをaおよびbからそれぞれ選んでマークせよ。ただし、必要ならば繰り返し選んでよい。

- a. 大きく                      b. 小さく

問3 触媒に関する記述のうち、正しいものをa～dから2つ選んでマークせよ。

- a. 白金は均一触媒である。  
b. 酵素は均一触媒である。  
c. 酸化マンガン(IV)は不均一触媒である。  
d. 塩化鉄(III)水溶液は不均一触媒である。

問4 下線部①において、50℃における反応速度定数 $k$ を  $\text{a}$  .  $\text{b}$   $\times 10^{-\text{c}}$   $\text{L}^2/(\text{mol}^2\cdot\text{min})$ と表すとき、a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問5 下線部②のように、反応温度を上げた場合に生成速度が大きくなる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。

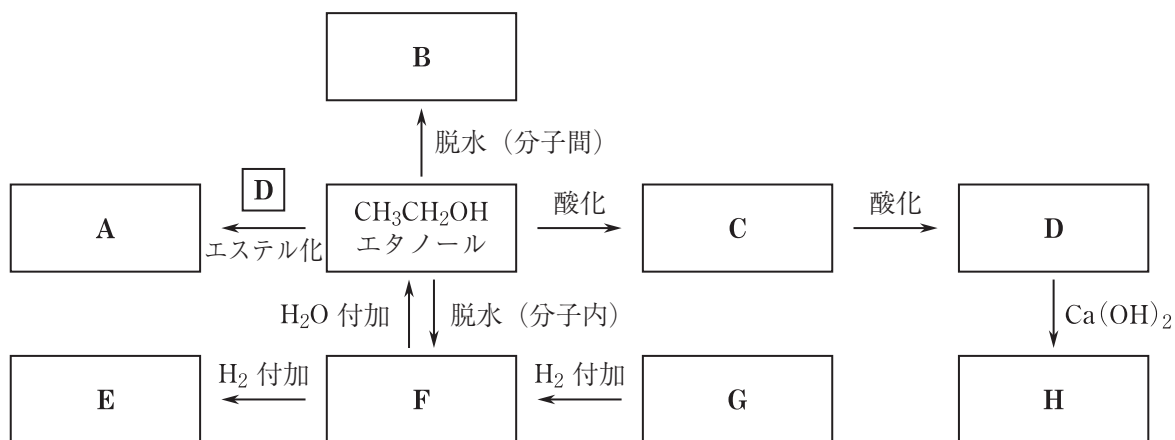
- a. 活性化エネルギーを超える運動エネルギーをもつ分子の数の割合が急激に増えることで、分子が衝突した際に、反応物が活性化状態になりやすくなるため。
- b. 活性化エネルギーを超える運動エネルギーをもつ分子の数の割合が急激に減ることで、分子の衝突が緩やかになり、反応物が活性化状態になりやすくなるため。
- c. 活性化エネルギーよりも低い運動エネルギーをもつ分子の数の割合が急激に増えることで、分子が衝突した際に、反応物が活性化状態になりやすくなるため。
- d. 活性化エネルギーよりも低い運動エネルギーをもつ分子の数の割合が急激に減ることで、分子の衝突が緩やかになり、反応物が活性化状態になりやすくなるため。

問6 容器の容積を変化させて容器内の全圧を3倍にすると、気体Zの生成速度 $v$ は   倍になる。aおよびbに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、容器内の温度は50℃で保つものとする。

問7 容器の容積を一定に保ったまま温度を30℃上昇させると、気体Zの生成速度 $v$ は    倍になる。a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

IV 次の文を読み、問1～5に答えよ。(20点)

図は、エタノールを中心とした脂肪族化合物の反応を示したものである。



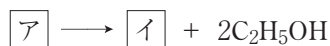
問1 A および B の構造式を書け。

問2 アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて穏やかに加熱すると銀が析出するものを A～G から選んでマークせよ。

問3 すべての原子が同一直線上にあるものを A～G から選んでマークせよ。

問4 D と水酸化カルシウムを反応させたところ、H が 79 mg 得られた。反応した D の質量を   mg と表すとき、a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問5 エタノールは、グルコースのアルコール発酵によって得られる。アルコール発酵によりエタノールが生成する際の化学反応式を下式で表すとき、 および  に該当するものを a～h からそれぞれ選んでマークせよ。



a.  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_5$

b.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

c.  $\text{C}_{12}\text{H}_{21}\text{O}_{10}$

d.  $\text{H}_2\text{O}$

e.  $\text{H}_2\text{O}_2$

f.  $\text{CO}_2$

g.  $2\text{CO}_2$

h.  $2\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_4$



V 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

糖類 **A**～**G** は、グルコース、スクロース、セルロース、セロビオース、デンプン、フルクトースおよびマルトースのいずれかである。これらを用いて、次の実験 I～VI を行った。

実験 I : **A**～**G** の粉末 0.1 g に、それぞれ冷水 10 mL を加えてかき混ぜたところ、**A**～**E** は溶解したが、**F** と **G** は溶解しなかった。この **F** と **G** の懸濁液を加熱したところ、**F** の一部は溶解したが、**G** は溶解しなかった。

実験 II : **A**～**F** に、それぞれ水を加えて加熱し、冷却後に **X** を加えたところ、**F** のみ青～青紫～赤紫色を示した。

実験 III : **A**～**G** に、それぞれ水およびフェーリング液を加えて加熱したところ、**E**、**F**、**G** 以外は 赤色沈殿 を生じた。

実験 IV : **A**～**G** に、それぞれ希硫酸を加えて加熱して完全に加水分解した。冷却後、それぞれ炭酸水素ナトリウムを 気体 が出なくなるまで加えた後、実験 III の反応を行ったところ、すべての反応液で赤色沈殿が生じた。

実験 V : **A**～**G** について、実験 IV と同様に加水分解反応を行った後、それぞれの生成物を調べたところ、**A**、**B**、**F** および **G** からは **D** のみが、**E** からは **C** と **D** が得られた。なお、**C** と **D** は加水分解されなかった。

実験 VI : **F** を酵素 **ア** で加水分解すると **A** が得られ、**G** を酵素 **イ** で加水分解すると **B** が得られた。

問 1 **X** に該当する試薬を a～e から選んでマークせよ。

- a. アンモニア性硝酸銀水溶液      b. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液      c. ニンヒドリン溶液  
d. ヨウ素溶液      e. 硫酸銅(Ⅱ)水溶液

問 2 下線部①の赤色沈殿の化学式を書け。

問 3 下線部①の赤色沈殿の生成に関与する糖の部分構造を a～e から すべて選んで マークせよ。

- a.  $-\text{CH}_2\text{OH}$       b.  $-\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})-$       c.  $-\text{CHO}$   
d.  $-\text{COCH}_2\text{OH}$       e.  $-\text{O}-$

問 4 下線部②の気体の化学式を書け。

問5 ア および イ に該当する酵素をそれぞれ a～f から選んでマークせよ。

- a. アミラーゼ                      b. インベルターゼ                      c. セルラーゼ  
d. セロビアーゼ                      e. マルターゼ                      f. ラクターゼ

問6 **A～G** に該当する糖類をそれぞれ 1～7 から選んでマークせよ。

1. グルコース                      2. スクロース                      3. セルロース                      4. セロビオース  
5. デンプン                      6. フルクトース                      7. マルトース