

化学基礎・化学（後期日程）

（ 注 意 事 項 ）

1. 試験開始までに表紙の注意事項をよく読んでください。
2. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
3. 試験開始の合図があったら、すぐに用紙の種類と枚数を確かめ、受験番号をすべてに記入してください。
 - 表紙（この用紙） 1 枚
 - 化学基礎・化学その 1 1 枚
 - 化学基礎・化学その 2 1 枚
 - 化学基礎・化学その 3 1 枚
4. 配付された用紙の種類や枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 答えは、特に指定がなければ、解答欄に記入してください。
6. 試験終了後、すべての用紙を回収します。上から（表紙）、（化学基礎・化学その 1）、（化学基礎・化学その 2）、（化学基礎・化学その 3）の順に、おもて面を上にしてひろげた状態で用紙の上下をそろえて 4 枚重ねてください。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意してください。
7. 問題用紙の余白や裏面を草案に使用しても構いませんが、採点の対象にはなりません。

- 特に断りがなければ、次の数値を使用しなさい。

元 素	H	C	N	O	Na	Mg	P	Ar	Ca	I	Ba
原子量	1.0	12.0	14.0	16.0	23.0	24.3	31.0	40.0	40.1	127	137

アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ での気体 1 mol の体積 22.4 L

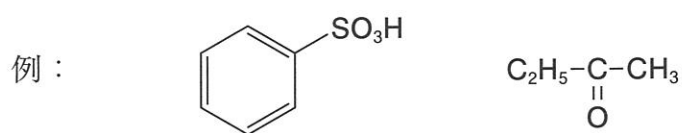
ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C} / \text{mol}$

気体定数 $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

$\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 5 = 0.699$, $\log_{10} 7 = 0.845$

$\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\sqrt{7} = 2.65$

- 気体は、特に指定がなければ、理想気体として取り扱いなさい。
- 有機化合物の構造式は、特に指定がなければ、次の例にならって簡略化した構造式で書きなさい。



受 験 番 号

問題 1 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。問 5 と問 6 の実験操作は 25℃で行ったものとし、pH の調整に用いる化合物は、シュウ酸カルシウムの溶解およびシュウ酸の酸解離に影響しないものとする。

エチレングリコール（1,2-エタンジオール）は融点 -13°C 、沸点 198°C の化合物である。テレフタル酸との縮合重合により①ポリエチレンテレフタラートの合成に用いられる他、②水冷エンジンの不凍液や保冷剤にも用いられている。エチレングリコールには甘みがあり、誤飲すると体内で酸化されて③グリコール酸に代謝され、その一部はさらに酸化されて④シュウ酸となる。シュウ酸はカルシウムと難溶性の塩を形成して沈着し、腎障害を引き起こすことがある。

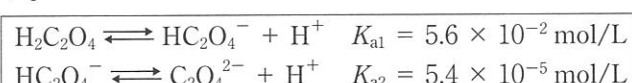
問 1 下線部①について、ポリエチレンテレフタレートは通常マテリアルリサイクルされるが、ケミカルリサイクルも行われている。ポリエチレンテレフタレートを過剰量のエチレングリコールと反応させて分解する方法を用いた場合、分解反応で生成する化合物 X の構造式を答えなさい。

問 2 化合物 X を精製後、触媒存在下で再重合させるとポリエチレンテレフタレートが得られる。 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の条件下で反応させる時、再重合反応が効率よく進行する温度として最も適切なものを下記の選択肢から選び、記号で答えなさい。なお、化合物 X の融点は 106°C 、沸点は 317°C である。

- (a) -20°C (b) 80°C (c) 120°C (d) 250°C (e) 370°C

問 3 下線部②について、エチレングリコールは質量パーセント濃度 50% 水溶液として水冷エンジンの不凍液に用いられる。この不凍液のエチレングリコールの質量モル濃度を有効数字 2 桁で求めなさい。

問 4 下線部③について、グリコール酸の分子式は $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$ である。構造式を答えなさい。



問 5 下線部④について、シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は水溶液中では右のように 2 段階で電離する。

$S = [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] + [\text{HC}_2\text{O}_4^-] + [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$, $[\text{Ca}^{2+}] = 1.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ としたとき、 $\text{pH} = 7.4$ あるいは $\text{pH} = 5.0$ の条件下で沈殿生成しない S の上限値を、各々計算過程を示し有効数字 2 桁で求めなさい。また、シュウ酸カルシウムの溶解度積 $K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 1.7 \times 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ (25°C)、 $10^{-7.4} = 4.0 \times 10^{-8}$ とする。

問 6 シュウ酸水溶液 ($6.00 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$) を 1 mL 分取し、 $\text{pH} = 7.4$ に保ったまま、塩化カルシウム水溶液 ($1.19 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$) を攪拌しながら少しずつ添加したところ、沈殿がいったん形成されたが、添加を続けると沈殿は消失した。沈殿が消失した時の塩化カルシウム水溶液の添加量を、計算過程を示し有効数字 2 桁で求めなさい。

解答欄	問 1			
	問 2	問 3	問 4	
	問 5	pH = 7.4		
	問 5	pH = 5.0		
	問 6			

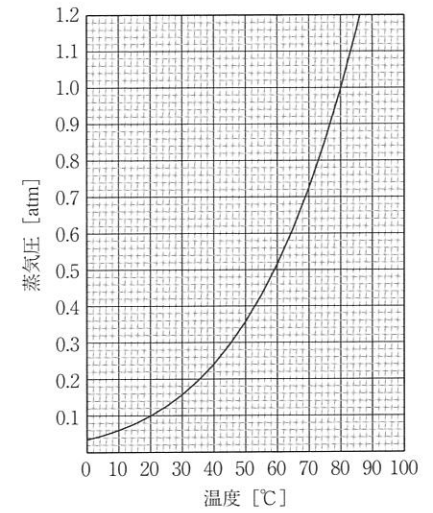
受験番号

小計

問題2 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

容積を自由に変えることのできる容器内に、酸素 22.4 g、アルゴン 5.20 g、および有機化合物 Y 7.02 g を密閉し、次の①から④の操作を順に行った。Y の蒸気圧と温度の関係は右図の通りである。また、Y の空気に対する比重は 2.7 とし、空気成分の物質質量比は $N_2/O_2 = 4$ とする。ただし、 $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ である。

- ① 容器内を 1 atm, 90℃ に保った。
- ② 容器内の圧力を 1 atm に保ちながら冷却し、容器内の温度を 10℃ にした。
- ③ 容器内の圧力を 5 atm に保ちながら昇温すると、50℃ で Y が全て気化した。さらに 90℃ まで昇温し、圧力を 2 atm に調節してから電気火花で Y を完全燃焼させ、最終的に容器内の物質を全て気化させた。
- ④ 容器内の気体成分を塩化カルシウム管 (A)、次に大過剰の水酸化バリウム水溶液 (B) に通じたところ、A の質量増加は 4.86 g、B 中に生成した白色沈殿の乾燥質量は 106.38 g であった。



問1 下線部の反応式を答えなさい。

問2 Y の分子式を、計算過程を示し答えなさい。

問3 ②において、Y が液化しはじめる温度は何℃か、計算過程を示し求めなさい。

問4 ②において、Y の何% が液化しているか、計算過程を示し有効数字 3 桁で求めなさい。酸素とアルゴンは液化した Y には溶解しないものとする。

問5 ③において、未反応の気体の 0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における乾燥体積は何 L か、計算過程を示し有効数字 3 桁で求めなさい。

問6 ④において、水酸化バリウムの量が不十分の場合、水溶液中の様子はどうに変化するか、反応式を書いて説明しなさい。

解答欄	問1	
	問2	
	問3	
	問4	
	問5	
	問6	

受験番号

小計

問題3 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

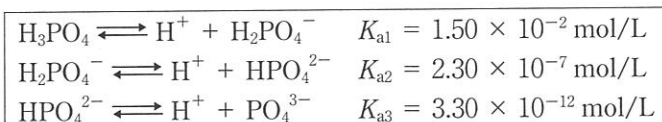
リンはリン灰石を還元して①(A)の形で得られる。(A)が空气中で燃焼すると(B)が生じる。②(B)が水と反応するとリン酸 (H₃PO₄) が得られる。③リン酸水溶液は3段階で電離する。

一方、リン酸は生体内で重要な働きをする。例えば、(C)はリン酸、糖、塩基が脱水縮合した化合物で、これは細胞中に含まれる核酸の単量体と見なされる。(C)のうち、アデニンを塩基としリボースを糖としたものは、アデノシン1リン酸 (AMP) と呼ばれるが、AMPにリン酸が1分子脱水縮合したアデノシン二リン酸 (ADP) や、さらにもう一分子のリン酸が脱水縮合したアデノシン三リン酸 (ATP) があり、④このリン酸どうしの結合が加水分解で切断される時のエネルギーが生体内のさまざまな生命活動に利用されている。また、グリセリンと脂肪酸2分子とのエステル結合を有するジグリセリドの残りのヒドロキシ基とリン酸との脱水縮合により、リン酸とのエステル結合を形成している⑤リン脂質は、細胞膜の構成要素にもなっている。

問1 下線部①について、(A)に当てはまるリンの同素体の名称を答えなさい。また、(A)の立体構造を書きなさい。

問2 (B)に当てはまる化合物の分子式を答えなさい。

問3 下線部②の化学反応式を答えなさい。

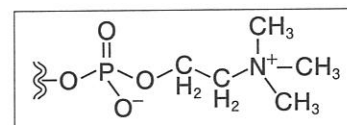


問4 下線部③について、0.090 mol/Lリン酸水溶液のpHを、右の電離定数をもとに、計算過程を示し有効数字3桁で求めなさい。

問5 (C)に当てはまる語句を答えなさい。

問6 下線部④について、1 molのATPがADPとなる時に放出するエネルギーを求めなさい。ATP、ADP、H₃PO₄、H₂Oの生成エンタルピーはそれぞれ、 $\Delta H(\text{ATP}) = -3617 \text{ kJ/mol}$ 、 $\Delta H(\text{ADP}) = -2627 \text{ kJ/mol}$ 、 $\Delta H(\text{H}_3\text{PO}_4) = -1299 \text{ kJ/mol}$ 、 $\Delta H(\text{H}_2\text{O}) = -287 \text{ kJ/mol}$ とする。

問7 下線部⑤について、リン脂質のひとつとして、リン酸とのエステル結合部位が右図のようになっているレシチンがある。このリン脂質を構成する2分子の脂肪酸が共に炭素数18の脂肪酸であり、ヨウ素価が65であった時、計算過程を示し、考えられる全ての脂肪酸の組み合わせを、名称で答えなさい。なお、リン酸部位はヨウ素とは反応しないものとする。



解答欄	問1	名称		立体構造
	問2		問3	
	問4			
	問5			
	問6			
	問7			

受験番号

小計