

## 化学基礎・化学

## 注意事項

1. 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。
2. 試験開始の合図があったら、次の4枚の用紙が配布されていることを確かめた上で、受験番号を4枚すべてに記入してください。  
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  
化学基礎・化学その4 1枚
3. 用紙が不足していたり、印刷が不鮮明なときには、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 答えは、特に指定がなければ、解答欄に記入してください。
5. 試験終了後、「試験問題並びに答案用紙」は、科目ごとにすべて回収します。上から（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）、（化学基礎・化学その4）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。
6. そのほかの事項は、監督者の指示に従ってください。

- 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	S	K	Mn
原子量	1.0	12.0	14.0	16.0	23.0	32.1	39.1	54.9

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

標準状態 ( $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) での気体 1 mol の体積 22.4 L

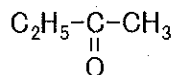
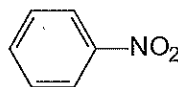
気体定数  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

$$\sqrt{2} = 1.41 \quad \sqrt{3} = 1.73 \quad \sqrt{11} = 3.32 \quad \sqrt{13} = 3.61 \quad \sqrt{17} = 4.12$$

$$\log_{10} 2 = 0.30 \quad \log_{10} 3 = 0.48$$

- 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。

例



平成30年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学基礎・化学その1)

問題1 アミノ酸およびその反応生成物の検体 a ~ h を分析した結果を (1) ~ (10) に示す。これを参考にして、a ~ h の化合物の構造式を答えなさい。ただし、光学異性体は区別しなくてよい。

- (1) 元素分析と分子量測定の結果、分子式は以下のとおりであった。
- |   |                   |   |              |   |              |
|---|-------------------|---|--------------|---|--------------|
| a | $C_6H_{14}N_2O_2$ | b | $C_5H_9NO_4$ | c | $C_5H_9NO_4$ |
| d | $C_5H_9NO_4$      | e | $C_5H_7NO_3$ | f | $C_4H_9NO_3$ |
| g | $C_4H_9NO_2$      | h | $C_3H_7NO_3$ |   |              |
- (2) タンパク質の生合成に用いられる 20 種類の  $\alpha$  アミノ酸に含まれるものは a, d, f, h であった。  
 (3) g は  $\alpha$  アミノ酸ではなかった。  
 (4) c と e は、ニンヒドリン反応が起こらなかった。  
 (5) 全ての化合物はメタノールと反応してエステルを生成した。  
 (6) c, f, h はヒドロキシ基をもっていた。  
 (7) a は等電点が 9.7 の塩基性アミノ酸、d は等電点が 3.2 の酸性アミノ酸であった。  
 (8) 不斉炭素原子は f に 2 個、g にはなく、他の化合物には 1 個ずつあった。  
 (9) b も c も加水分解すると h と酢酸が生成した。  
 (10) e は分子内にアミド結合をもつ。このアミド結合を加水分解すると d が生成した。

解答欄	a	b	c
	d	e	f
	g	h	

受験番号

小計

平成30年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙（化学基礎・化学その2）

問題2 次の文章を読んで問に答えなさい。

炭素原子だけからなる球状分子をフラーレンという。炭素原子60個からなるC<sub>60</sub>フラーレンの結晶の単位格子では、立方体の各頂点と各面の中心にC<sub>60</sub>分子が位置し、単位格子の一边の長さは1.41 nmである。C<sub>60</sub>結晶は絶縁体であるが、結晶格子のC<sub>60</sub>分子間に存在する2種類のすき間（すき間1とすき間2）に、カリウムなどのアルカリ金属が取り込まれることで導体に変化する。

- 問1 C<sub>60</sub>結晶の単位格子の名称を答えなさい。  
 問2 単位格子内に含まれる炭素原子数を求めなさい。  
 問3 C<sub>60</sub>分子の直径を有効数字2桁で求めなさい。  
 問4 C<sub>60</sub>結晶の密度 [g/cm<sup>3</sup>] を有効数字3桁で求めなさい。  
 問5 すき間1およびすき間2に入ることができる球の最大半径r<sub>1</sub>およびr<sub>2</sub>を有効数字2桁で求めなさい（ただし、r<sub>1</sub>>r<sub>2</sub>とする）。  
 問6 カリウムがすき間1とすき間2のすべてに1個ずつ均一に取り込まれたとき、カリウム添加C<sub>60</sub>の密度を有効数字3桁で求めなさい。ただし、C<sub>60</sub>結晶の単位格子の一边の長さは変化しなかったと仮定する。

解答欄	問1		
	問2		
	問3		
	問4		
	問5	r <sub>1</sub>	
		r <sub>2</sub>	
問6			

受験番号

小計

平成30年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学基礎・化学その3)

問題3 次の文章を読んで問に答えなさい。

固体の難溶性塩 AgBr, AgI のみを用いて, Ag<sup>+</sup>が入った水溶液を作製したい。なお, それぞれの溶解度積は  $5.2 \times 10^{-13} (\text{mol/L})^2$ ,  $2.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  で常に一定とする。

問1 それぞれの飽和水溶液の Ag<sup>+</sup>濃度を有効数字2桁で求めなさい。

問2 純水に, AgBr と AgI を過剰に加えて十分溶解させたときの, 水溶液中の Ag<sup>+</sup>濃度を有効数字2桁で求めなさい。またその値を, 問1で求めたそれぞれの飽和水溶液濃度と比較しなさい。

問3 問2の溶液に全体で 1 mol/L の濃度になるように NaBr を加え, 十分かき混ぜた。このとき溶液中の Ag<sup>+</sup>濃度はどのように変化するかを, AgBr と AgI の溶解度積を用いて説明しなさい。なお, NaBr の室温における水への溶解度は 91 g/水 100 g であり, 完全に電離するものとする。また, Na<sup>+</sup>濃度は Ag<sup>+</sup>濃度に直接影響を及ぼさないものとする。

問1	AgBr		AgI	
問2				
問3				

解答欄

受験番号

小計

平成30年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学基礎・化学その4)

問題4 次の文章を読んで問に答えなさい。

二酸化炭素  $\text{CO}_2$  が溶けた水を注射器に充填し、注射器の先端をゴム栓で閉じてピストンを動かすと、注射器内圧の変化に伴い溶液の pH が変化する。この現象を以下の2つの式をもとに定量的に検討する。

$\text{CO}_2$  の溶解度についてはヘンリーの法則が当てはまると見なせるので、気体  $\text{CO}_2$  の分圧を  $P_{\text{CO}_2}$ 、ヘンリー定数を  $K_{\text{H}}$  [ $\text{atm} \cdot \text{L/mol}$ ]、水に溶けた  $\text{CO}_2$  の濃度を  $[\text{CO}_2]$  とすると、以下の関係が成り立つ。

$$P_{\text{CO}_2} = K_{\text{H}}[\text{CO}_2] \quad \text{式(1)}$$

水に溶けた  $\text{CO}_2$  は、水分子と反応して炭酸  $\text{H}_2\text{CO}_3$  となり電離する。これは可逆反応で、水に溶けた  $\text{CO}_2$  を  $\text{CO}_2 \text{ aq}$  と表記すると、以下のように表すことができる。

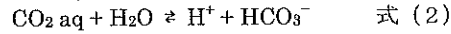


表1

温度 [°C]	$\text{CO}_2$ の溶解度
0	1.71
25	0.753

問1 表1は圧力1 atmの気体  $\text{CO}_2$  が水1 Lに溶ける量を標準状態における体積 [L] に換算したものである。表1の値を用いて、25 °Cにおける  $K_{\text{H}}$  を小数第1位まで求めなさい。

問2 25 °Cにおいて、空気中の  $\text{CO}_2$  が溶け込んだ水の pH は5.65となる。表2の乾燥空気の組成をもとに式(2)の平衡定数  $K$  を有効数字2桁で求めなさい。 $10^{-5.65} = 2.24 \times 10^{-6}$  とする。

表2

成分	体積含量 [%]
$\text{N}_2$	78.08
$\text{O}_2$	20.95
Ar	0.934
$\text{CO}_2$	0.0335

問3 0 °Cにおいて1 atmの気体  $\text{CO}_2$  で飽和させた溶液を空気が入らないように正確に9.7 mLとって注射器に充填した。そして注射器の先端をコックで閉じて1 atm、25 °Cの環境に長時間静置したところ、注射器内に気相が生じていた。気相の体積および液相の pH をそれぞれ有効数字2桁で求めなさい。飽和水蒸気による気体の体積増加は考慮しなくてよい。

問4 問3に引き続き、注射器のピストンを正確に20 mL引いて固定し、再び25 °Cの環境に長時間静置した。このときの液相の pH を有効数字2桁で求めなさい。

解答欄	問1	
	問2	
	問3	
	問4	

受験番号

小計