

化 学

注意事項

1. 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の指示があったら、すぐに「試験問題並びに答案用紙」の種類と枚数が以下のとおりであることを確認し、受験番号をすべての用紙に記入してください。
(化学その1)～(化学その4) 各1枚 計4枚
3. 「試験問題並びに答案用紙」の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。
4. 「試験問題並びに答案用紙」の裏面を草案として使用してもかまいませんが、採点対象とはしません。
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(化学その1)、(化学その2)、(化学その3)、(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. すべての確認作業が終了するまで着席しててください。

- 必要があれば、次の数値を使用しなさい。

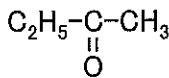
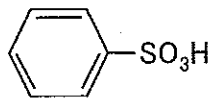
元 素	H	C	O	Na	S	K	Mn	Fe	Cu	I
原子量	1.0	12.0	16.0	23.0	32.1	39.1	54.9	55.9	63.5	127

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

$\log_e 2 = 0.7$, $\log_e 3 = 1.1$, $\log_e 5 = 1.6$

- 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 27 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学その 1)

問題 1 ナトリウムの結晶構造は、体心立方格子である。金属原子は球形とし、最近接の原子は互いに接していると仮定したとき、ナトリウムの原子半径 r を用いて、単位格子 1 辺の長さ a を導き出さない。

解 答 欄	
-------------	--

問題 2 ある反応 $aA + bB \rightarrow cC$ を 300 K でおこなった。その時、反応物 A

表 1

および B の濃度 $[A]$ および $[B]$ を変えて、その反応速度 v を測定したところ、表 1 のような結果を得た。以下の間に答えなさい。ただし、問 2 ~ 4 では有効数字 2 桁で求めなさい。

実験	[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	v (mol/(L·s))
①	0.30	0.40	0.025
②	0.60	0.20	0.065
③	0.60	0.40	0.115
④	0.30	0.80	X
⑤	0.20	Y	0.016

問 1 この反応の速度式 $v = k[A]^a[B]^b$ における a および b の値を求めなさい。また、係数 k の名称を答えなさい。

問 2 実験①~③の k の値を求め、その平均値を単位とともに答えなさい。

問 3 問 2 で求めた k を用いて、実験④の X の値を求めなさい。

問 4 問 2 で求めた k を用いて、実験⑤の Y の値を求めなさい。

問 5 この反応の活性化エネルギーが $E = 5.6 \times 10^4 \text{ J/mol}$ の時、温度を 20 K 上げると反応速度 v はおよそ何倍になるか。アレニウスの式 $k = Ze^{-\frac{E}{RT}}$ (Z : 比例定数, R : 気体定数, T : 絶対温度) を用いて計算過程を示して求めなさい。なお、 $R = 8.3 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ とする。

解 答 欄	問 1	a	b	係数の名称
	問 2	問 3		問 4
	問 5			

受 験 番 号

小 計

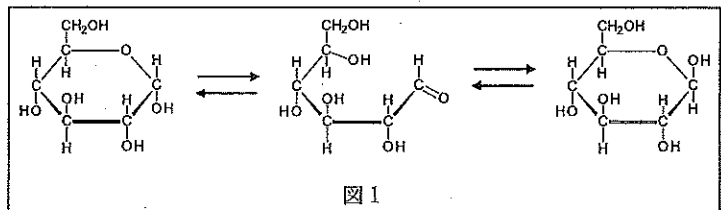
平成 27 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学その 2)

問題 3 次の①～④の反応において、発生した気体の名称ならびに化学反応式を答えなさい。

- ① 硫化鉄に希硫酸を加えると、無色で腐卵臭の気体が発生した。
- ② 銅に濃硝酸を加えると、赤褐色の気体が発生した。
- ③ 石灰石に塩酸を加えると、無色無臭の気体が発生した。
- ④ 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると、無色で刺激臭の気体が発生した。

解答欄	① 気体：	反応式：
	② 気体：	反応式：
	③ 気体：	反応式：
	④ 気体：	反応式：

問題 4 グルコース(ブドウ糖)を水に溶かした場合、図 1 のように、二つの環状構造と、一つの鎖状構造の間で平衡状態となる。今、未知試料中のグルコースの濃度を測定するため、(1)～(4)の操作を行った。以下の間に答えなさい。

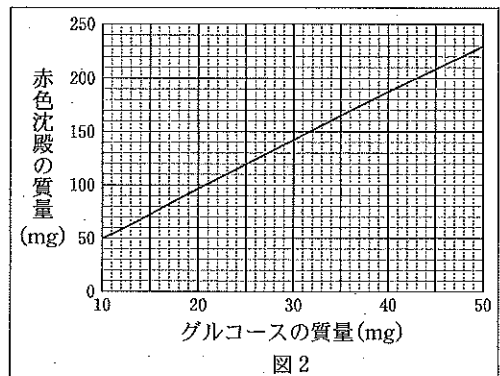


- (1) 硫酸銅(Ⅱ)五水和物を水に溶かして A 液とした。一方、水酸化ナトリウム水溶液に酒石酸ナトリウムカリウムを加えて溶かし B 液とした。
- (2) A 液と B 液を混合し、これに 20 mL の未知試料を加えて加熱したところ、赤色沈殿を生じた。
- (3) 硫酸鉄(Ⅲ) (Fe₂(SO₄)₃) を 1 mol/L 硫酸に溶かした水溶液に、(2) で生じた赤色沈殿をすべて加えた。赤色沈殿によって一部の硫酸鉄(Ⅲ) が硫酸鉄(Ⅱ) (FeSO₄) に還元され、赤色沈殿は消失した。
- (4) (3) で生じた硫酸鉄(Ⅱ) を、希硫酸を加えて酸性を保ったまま、0.0250 mol/L の KMnO₄ 溶液で滴定したところ、16.7 mL を要した。

問 1 (1)と(2)の一連の操作によって起こった反応の名称を答えなさい。また、生成した赤色沈殿は何か、化学式で答えなさい。

問 2 (3)と(4)で起こった酸化還元反応の反応式を答えなさい。

問 3 (4)の結果から、生じた硫酸鉄(Ⅱ)の物質質量(mol)を、有効数字 3 桁で求めなさい。



問 4 グルコースから赤色沈殿が生じる反応において、生成する赤色沈殿の質量は、グルコースの質量との間に図 2 のような関係がある。問 3 の結果から、この未知試料におけるグルコースのモル濃度 (mol/L) を、有効数字 3 桁で求めなさい。

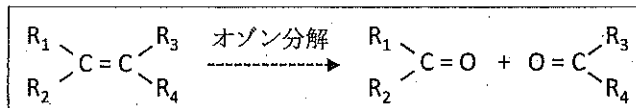
解答欄	問 1	反応の名称：	化学式：
	問 2	(3)	
		(4)	
	問 3		
問 4			

受験番号

小計

問題 5 C_6H_{12} の分子式で表される化合物 A~G がある。次の(1)~(8)の文章を読み、以下の問に答えなさい。

- (1) 化合物 A~F は臭素と反応するが、化合物 G は反応しない。
- (2) 化合物 A はビニル基を持ち、かつ不斉炭素原子を一つ有する。
- (3) 化合物 B の炭素は全て同一平面上に存在する。
- (4) 化合物 B と C を臭素と反応させると、不斉炭素原子を有しない化合物が生成する。
- (5) 化合物 B, D, E のそれぞれ 1 mol をオゾン分解すると、化合物 B からは 2 mol の化合物 X, 化合物 D からは 2 mol の化合物 Y, 化合物 E からは化合物 X と Y が 1 mol ずつ生成する。化合物 X と Y は同じ分子式をもつ。ただし、オゾン分解を以下に示し、 R_1, R_2, R_3, R_4 は炭化水素基を表す。



- (6) 化合物 D はトランス体である。
- (7) 化合物 F はイソプロピル基をもち、幾何異性体が存在する。化合物 F はシス体である。
- (8) 高圧下でニッケルを触媒としてベンゼンに水素を反応させると、化合物 G が生成する。

問 1 化合物 A~G の構造式をそれぞれ示しなさい。

問 2 化合物 X を検出する反応の名称を答えなさい。

解 答 欄	問 1	A	B
		C	D
		E	F
		G	
	問 2		

受 験 番 号

小 計

平成 27 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学その 4)

問題 6 動植物の油脂は高級脂肪酸とグリセリン($C_3H_8O_3$)とのエステルである。パルミチン酸($C_{15}H_{31}COOH$)、ステアリン酸($C_{17}H_{35}COOH$)、リノール酸($C_{17}H_{31}COOH$)、リノレン酸($C_{17}H_{29}COOH$)のいずれかで構成される油脂を考える。これらの油脂では、構成する脂肪酸に応じて二重結合の数や分子量が異なる。例えばリノール酸 2 分子とパルミチン酸 1 分子から構成される油脂は二重結合を 4 つ含み、その分子量は 854 であり、またステアリン酸 3 分子から構成される油脂は二重結合を持たず、その分子量は 890 である。このような油脂について、以下の問に答えなさい。ただし、ヨウ素価は油脂 100 g に付加されるヨウ素の質量(g)、けん化価は油脂 1 g の完全なけん化に必要な水酸化カリウムの質量(mg)とする。問 1～4 では異なる油脂の混合物は考えないものとし、問 2～5 では答えを小数点以下 1 桁で求めなさい。

問 1 N 個の炭素原子をもつ飽和脂肪酸のみからなる油脂の分子量を、N を用いて示しなさい。

問 2 ある油脂 40.3 g に水酸化ナトリウムを加えて、完全にけん化する実験を行う。最も多く水酸化ナトリウムを必要とする場合、必要な水酸化ナトリウムの質量(g)を求めなさい。

問 3 不飽和脂肪酸を含むある油脂 436.0 g に水素を付加して、飽和脂肪酸のみからなる油脂を作製する。最も多く水素を付加する必要がある場合、必要な水素分子の物質質量(mol)を求めなさい。

問 4 ある油脂のヨウ素価が 173.6 の時、けん化価を計算過程を示して求めなさい。

問 5 2 種類の油脂の混合物のヨウ素価が 173.6 の時、とり得るけん化価の最大値を計算過程を示して求めなさい。

解答欄	問 1	問 2	問 3
	問 4		
	問 5		

受 験 番 号

小 計