

化学基礎・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。
(化学基礎・化学その1)～(化学基礎・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. 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	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 = $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

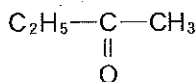
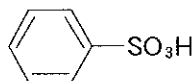
標準状態(0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)での気体 1 mol の体積 = 22.4 L

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

$\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 7 = 0.85$

- 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 29 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 次の文章を読んで問いに答えなさい。

ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を作用させて化合物 A を得た。化合物 A を含むこの反応溶液に濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、エーテル抽出によって化合物 B を得た。得られた化合物 B (10 mmol) を希塩酸水溶液中に加えたところ、すべて溶解した。これに無水酢酸 (10 mmol) を加え、直ちに酢酸ナトリウム (10 mmol) を加えた。反応溶液を冷却すると、白色結晶が得られた。この結晶を一度分離した後、水を加えながら加熱して溶解し飽和溶液とした。冷めないうちに水溶液をろ過し、ろ液を放冷することで精製結晶を 1.0 g 得た。

問 1 化合物 A, B の名称を答えなさい。

問 2 下線①で起こる変化を反応式で示しなさい。

問 3 下線②で起こる変化を反応式で示しなさい。

問 4 下線③で精製結晶を得るのに用いた操作の名称を答えなさい。

問 5 下線②の反応が完全に進行したものとする。精製結晶の回収率 (%) を求めなさい。ただし、小数点以下は四捨五入すること。

問 6 精製結晶に硫酸存在下で硝酸を反応させた。おもに何ができるか、反応式を示して説明しなさい。

解答欄	問 1	A		B	
	問 2				
	問 3				
	問 4		問 5		
	問 6	反応式			
		説明			

受験番号

小計

平成 29 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 アミノ酸、ペプチド、タンパク質に関する以下の問いに答えなさい。アミノ酸は 3 文字表記で示し、全て L 型 α -アミノ酸とする。

問 1 Glu (分子式 $C_6H_9NO_4$) は等電点 3.22 の酸性アミノ酸であり、本邦で発見されたうま味成分である。水溶液中では双性イオンとして存在し、三段階の電離平衡状態にある。各段階の平衡定数は以下の通りである。

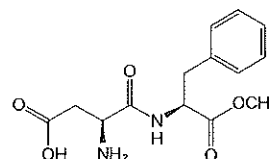
α 位カルボキシ基の電離平衡 $K_{a1} = 6.46 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

側鎖カルボキシ基の電離平衡 $K_{a2} = 5.62 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

α 位アミノ基の電離平衡 $K_{a3} = 2.14 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

pH 5.0 の 1.0 mol/L Glu 水溶液中にはどのような電離状態の化学種がどれだけ存在しているか。各化学種を簡略化した構造式で示し、それぞれの存在率 (%) を有効数字 2 桁で答えなさい。存在率が非常に小さい化学種は無視してよいものとする。

問 2 アスパルテームは、右図の様な Asp と Phe からなるジペプチドのメチルエステルで、世界で最も多く消費されている人工甘味料である。このジペプチドのメチルエステルには、アスパルテーム以外にもいくつかの構造異性体があり、これらはいずれも甘味を呈さないことから、その分子構造と甘味には深い関連性がある。Asp と Phe が各 1 分子からなる鎖状ジペプチドのメチルエステルの構造異性体は、アスパルテーム以外に何種類存在するか答えなさい。



問 3 天然繊維である絹の主成分はフィブロインという繊維状タンパク質で、大小二つのサブユニットからなる。大サブユニット (分子量約 391,000) は $\{Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala\}_n$ という単位配列が繰り返し結合したような構造を持つ。この単位配列は分子内あるいは分子間で安定な β -シート構造をとり、さらにこのようにしてできた β -シート同士が重なり合うことで繊維に強度を与えている。フィブロイン大サブユニット 100 g の加水分解生成物を分析したところ、Gly が 46.3 g, Ala が 36.3 g, Ser が 17.0 g それぞれ得られた。このタンパク質 1 分子中に上記の単位配列は最大で何回繰り返されているか、有効数字 2 桁で求めなさい。なお、Gly, Ala, Ser を構成する元素 (C, O, N, H) の質量百分率 (%) を右表に示す。

	C	O	N	H
Gly	32.0	42.7	18.7	6.6
Ala	40.4	36.0	15.7	7.9
Ser	34.3	45.7	13.3	6.7

化学種の構造式とその存在率	
問 1	
問 2	
問 3	

受 験 番 号	小 計

平成 29 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いに答えなさい。

結晶を構成する原子(イオン)や原子団の配置の仕方(結晶構造の型)を変えずに他の原子や原子団に置き換えることを置換といひ、結晶に機能をもたせる手段のひとつとなっている。

ある元素 R (原子量 M_R) の酸化物結晶 R_mO_n [密度: ρ (g/cm^3)] に含まれる R の一部を、同じ酸化数で原子量の異なる別の元素 R' (原子量 $M_{R'}$) で置換した $R_{m-x}R'_xO_n$ 結晶を合成した。 $R_{m-x}R'_xO_n$ 結晶を R_mO_n 結晶と比較したところ、結晶構造の型および単位格子中に含まれる原子の総数に変化は無かったが、 $R_{m-x}R'_xO_n$ 結晶は R_mO_n 結晶の k 倍の体積の単位格子をもち、密度は ρ' (g/cm^3) であった。ただし、元素 R と R' は水素ではないものとする。

問 1 R_mO_n 中の元素 R の酸化数が a (> 0) であるとき、 m と n の比 $m:n$ を a を用いて示しなさい。

問 2 $R_{m-x}R'_xO_n$ 結晶における x の値を a , m , ρ , M_R , ρ' , $M_{R'}$, k を用いて示しなさい。導く過程も記述すること。

問 3 R_mO_n 結晶中の元素 R を、 $M_{R'} < M_R$ の元素 R' により置換したところ、 x の値に関係なく $k=1$ であった。この時、 ρ' の値のとり得る範囲 ($x=0$ の場合を含む) を a , m , ρ , M_R , $M_{R'}$ を用いて示しなさい。導く過程も記述すること。

問 1	$m:n =$ _____ :
問 2	
問 3	

受 験 番 号

小 計

平成 29 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 右図は水の状態図である。以下の問いに答えなさい。

問 1 A 点の名称とその時の水の状態, 圧力 P_1 , 温度 T_1 を答えなさい。ただし, 圧力 P_1 については有効数字 2 桁で答えなさい。

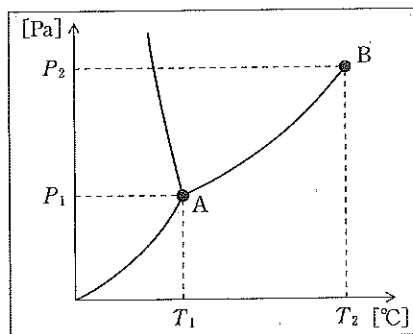
問 2 A 点の温度で圧力を $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保った時, 水はどの状態にあるのか, 存在し得るすべての状態をあげなさい。

問 3 B 点の名称, 圧力 P_2 , 温度 T_2 を答えなさい。ただし, 圧力 P_2 については有効数字 2 桁で答えなさい。

問 4 B 点における水分子の状態を答えなさい。

問 5 0°C の氷 108.0 g をすべて 100°C の水蒸気にするとき, 水が吸収する熱量 (kJ) を求めなさい。ただし, 水の比熱を $4.18 \times 10^{-3} \text{ kJ}/(\text{g}\cdot\text{K})$, 融解熱を 6.01 kJ/mol , 蒸発熱を 40.7 kJ/mol とし, 計算過程を示して小数点第一位まで求めなさい。

問 6 温度が 27°C と 2°C の場合における水の蒸気圧は, それぞれ $3.54 \times 10^3 \text{ Pa}$ と $7.09 \times 10^2 \text{ Pa}$ である。温度が 27°C の時に水蒸気で飽和している空気 1 m^3 を, 体積を一定にして 2°C まで冷却すると, 水蒸気の一部が凝縮する。得られる液体の水 (g) を計算過程を示して小数点第一位まで求めなさい。



解 答 欄	問 1	名称:	水の状態:
		圧力 P_1 :	温度 T_1 :
	問 2		
		名称:	
	問 3	圧力 P_2 :	温度 T_2 :
問 4			
問 5			
問 6			

受 験 番 号	小 計