

## 平成 30 年度入学試験問題(後期)

# 理 科(化 学)

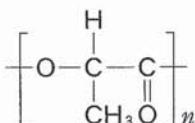
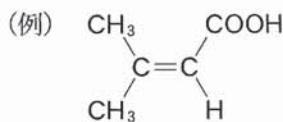
### 【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、①から⑤までの 5 問題が印刷されていて、合計 13 ページある。  
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配布している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. ①②③④⑤ の全ての問題に解答すること。
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名と受験番号を記入すること。
7. 配布された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配布された問題冊子は、持ち帰ること。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。なお、構造式は下の例にならって記せ。

$$H = 1.00 \quad C = 12.0 \quad N = 14.0 \quad O = 16.0 \quad Cu = 63.6$$

$$\text{アボガドロ定数 } N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$$



1 次の各問いに答えよ。

問 1 一般に光合成は、植物が光のエネルギーを受け取り、二酸化炭素と水から有機化合物(例えば、グルコース  $C_6H_{12}O_6$ )を生成する反応である。二酸化炭素と水からグルコースを生成する反応の化学反応式を書け。なお、グルコースの係数を 1 とせよ。

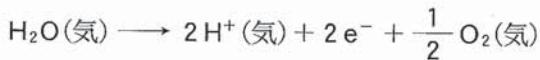
問 2 グルコース(固)，二酸化炭素(気)，水(液)の生成熱を考えるときの反応について、それぞれを熱化学方程式で表せ。ただし、生成熱は、それぞれ  $1272 \text{ kJ/mol}$ ,  $394 \text{ kJ/mol}$ ,  $286 \text{ kJ/mol}$  であるとする。

問 3 酸素(気)の生成熱はいくらか答えよ。

問 4 問 1 の反応の反応熱を求めよ。そして、この反応が発熱反応か吸熱反応かを答えよ。

問 5 グルコースは、生体内における呼吸反応により分解され、生命活動のためのエネルギーが得られる。1 mol のグルコースから、完全燃焼により得ることができるエネルギーを求めよ。

問 6 実際の光合成では、様々な反応が複雑に組み合わさって進行している。その初期段階で、水の分解反応が重要な役割を果たしている。これに関連して、次の反応の反応熱を求めたい。このとき、水(液)の生成熱のほかに、どのような物質の変化にともなうエネルギーの値が必要か、その名称を全て答えよ。



問 7 生物は、酸素がない条件下ではアルコール発酵によって生命活動に必要なエネルギーを得る場合もある。グルコースのアルコール発酵について熱化学方程式を書け。ただし、エタノール(液)の生成熱は 277 kJ/mol とする。

問 8 問 7 の様にして生物が生成したエタノールは特にバイオエタノールと呼ばれ、エネルギー源として利用されている。生成されたエタノールの完全燃焼により得られるエネルギーは、光合成によりグルコースを生成するときに蓄えられた光のエネルギーの何パーセントにあたるか。答えは小数点以下第 1 位まで求めよ。

2

(I), (II)の各問い合わせよ。

(I) 表1は、元素の周期表の一部である。この表に関する各問い合わせよ。

表1 元素の周期表(一部)

周期\族	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	ア	Ga	Ge	As	Se	イ	Kr

問1 アおよびイに入る元素をそれぞれ元素記号で記せ。

問2 1族(Hを除く)および17族の元素は他の元素と区別して特に何とよばれるか、その名称をそれぞれ記せ。

問3 この周期表において省略されている元素のうち、3から11族に属する元素は何と呼ばれるか、その元素群の名称を記せ。

問4 2族および15族の元素の価電子数をそれぞれ記せ。

問5 第2周期の元素の中でイオン化エネルギーが最も小さい元素と最も大きい元素は何か、それぞれ元素記号で記せ。

問6 第3周期の元素の中で電気陰性度が最も小さい元素と最も大きい元素は何か、それぞれ元素記号で記せ。

問 7 Al 原子の K 裂, L 裂, M 裂の各電子裂に配置されている電子の数を記せ。

問 8 Li および F が安定な单原子イオンになるとき, 同じ電子配置となる原子をそれぞれ元素記号で記せ。

(II) 図1は、金属の結晶構造を示したものである。各問い合わせよ。

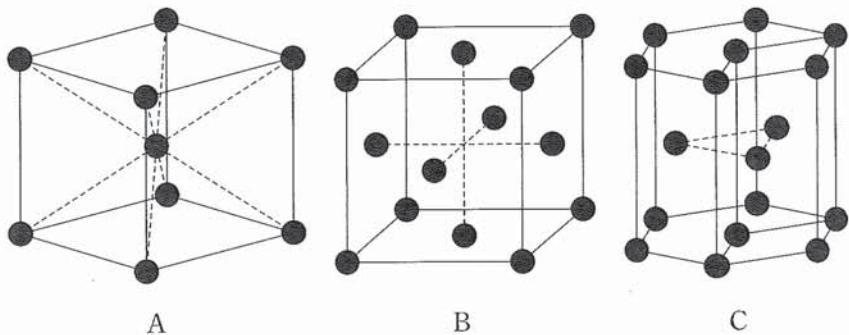


図1 金属の結晶構造

問1 A, B, Cで表される構造は何と呼ばれるか、それぞれ名称を記せ。

問2 AとBの結晶構造の単位格子1つ当たりに含まれる原子の数をそれぞれ記せ。

問3 金属結晶の一般的な性質としてふさわしいものを次の(1)から(8)の中から4つ選び、番号を記せ。

- (1) 自由電子によって結合している。
- (2) 硬くてもろい。
- (3) 升華しやすい。
- (4) 展性、延性がある。
- (5) 熱をよく通す。
- (6) 軟らかくてもろい。
- (7) 電気をよく通す。
- (8) 分子間力で結合している。

問 4 銅の結晶はBの構造をとる。その単位格子の1辺の長さを  
 $3.6 \times 10^{-8}$  cmとしたとき、銅原子の半径はいくらか。なお、結晶内では最近接の原子は互いに接触しているものとする。計算の過程を示し、答えは有効数字2桁で求めよ。ただし、 $\sqrt{2}$ は1.4とする。

問 5 銅の原子1個当たりの質量はいくらか。計算の過程を示し、答えは有効数字2桁で求めよ。

問 6 問5の結果をもとに、銅の結晶の密度はいくらか。計算の過程を示し、答えは有効数字2桁で求めよ。

**3** [I], [II]の各問い合わせよ。

[I] 以下の文章を読み、各問い合わせよ。

天然ゴムはイソプレン(図1)が付加重合した構造をもつシス形ポリイソプレンである。なお、トランス形のポリイソプレンはシス形ポリイソプレンと比べると直線状の構造をとりやすいため、弾性に乏しいプラスチック状の物質となる。また、1,3-ブタジエン  $C_4H_6$  を付加重合させると合成ゴムが得られる。<sub>①</sub> これらの天然ゴムや合成ゴムは時間が経過すると劣化する。<sub>②</sub>

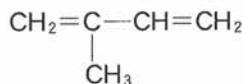


図1 イソプレンの構造式

問1 天然ゴム(シス形ポリイソプレン)の構造式を、シス形とトランス形の違いがわかるように3単位分記せ。

問2 トランス形ポリイソプレンの構造式を、シス形とトランス形の違いがわかるように3単位分記せ。

問3 下線①で得られる合成ゴムの構造式を、シス形として記せ。なお、重合度はnとする。

問4 下線②の理由を20字以内で述べよ。

[II] 以下の文章を読み、各問い合わせに答えよ。

生体中には、多糖類、核酸、タンパク質など多くの高分子化合物が存在する。多糖類としてはセルロースやデンプンがあげられる。セルロースの構成単位は〔ア〕、デンプンの構成単位は〔イ〕である。セルロースもデン  
プンも還元性をほとんど示さないが、どちらも薄い酸で長時間加水分解する  
と最終的に還元性を示すようになる。セルロースとデンプンは、構成単位だけでなく全体的な構造も異なる。核酸は、糖と塩基と〔ウ〕からなるヌクレオチドを構成単位とする高分子化合物である。核酸としてはDNAやRNAが知られるが、DNAとRNAでは糖の部分が異なる。DNAは全体として特徴的な構造をとっている。

問1 〔 〕内のアトイにあてはまる語としてふさわしいものを以下の(a)から(f)の中から選べ。また、〔 〕内のウにあてはまる適切な語を入れよ。

- (a)  $\alpha$ -グルコース
- (b)  $\beta$ -グルコース
- (c)  $\alpha$ -フルクトース
- (d)  $\beta$ -フルクトース
- (e)  $\alpha$ -ガラクトース
- (f)  $\beta$ -ガラクトース

問2 下線①で、還元性を示すようになった理由を説明せよ。なお、説明には「平衡」という語を用いること。

問 3 下線②を説明した文章としてふさわしいものを以下の(a)から(d)の中から選べ。

- (a) セルロースはらせん構造をとるがデンプンは直線状の構造をとる。  
また、セルロースは枝分かれ構造をもつがデンプンはもたない。
- (b) セルロースはらせん構造をとるがデンプンは直線状の構造をとる。  
また、セルロースは枝分かれ構造をもたないがデンプンはもつ。
- (c) セルロースは直線状の構造をとるがデンプンはらせん構造をとる。  
また、セルロースは枝分かれ構造をもつがデンプンはもたない。
- (d) セルロースは直線状の構造をとるがデンプンはらせん構造をとる。  
また、セルロースは枝分かれ構造をもたないがデンプンはもつ。

問 4 下線③の違いを説明したものとしてふさわしいものを以下の(a)から(f)の中から選べ。

- (a) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の炭素原子が一つ多い。
- (b) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の炭素原子が一つ少ない。
- (c) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の酸素原子が一つ多い。
- (d) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の酸素原子が一つ少ない。
- (e) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の窒素原子が一つ多い。
- (f) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の窒素原子が一つ少ない。

問 5 下線④において、DNA の特徴的な構造を何というか記せ。

4

食品中のタンパク質分析に関する以下の文章を読み、各問い合わせよ。

一般的なタンパク質中に含まれる窒素の含有率、すなわち、タンパク質の質量に対する窒素の質量の比が平均 16.0 % であることを利用し、食品中に含まれるタンパク質の量を求めることができる。つまり、ある食品中の窒素含有量を求めてから、その値を〔ア〕倍すれば、およそのタンパク質含有量(粗タンパク質量)が決定でき、〔ア〕は窒素—タンパク質換算係数と呼ばれる。以下にケルダール法と呼ばれる窒素含有量の決定手順を示す。

ある食品 2.50 g を量り取り、濃硫酸を加えて加熱し、含有する窒素をすべて硫酸アンモニウムとした。一度冷却した後、この試料を含むフラスコに高濃度の水酸化ナトリウム水溶液を加えてから加熱すると、気体のアンモニアが発生した。<sup>①</sup> この気体を 50.0 mL の 0.200 mol/L 硫酸水溶液が入った別のフラスコに導き、<sup>②</sup> 完全に吸収させた。このアンモニアを吸収させた硫酸水溶液 5.00 mL をホールピペットによって量り取り、<sup>③</sup> コニカルビーカーに移してから、指示薬としてメチルオレンジを 1 ~ 2 滴加えた。コニカルビーカー内に 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を<sup>④</sup> ピュレットにより徐々に加えていくと、4.00 mL 滴下したところで、コニカルビーカー内の溶液の色が〔イ〕から〔ウ〕に変化した。<sup>⑤</sup>

なお、アンモニアの吸収にともなう硫酸水溶液の体積変化は無視できるものとする。

問 1 説明文中の〔　　〕内のアからウにあてはまる適切な語および数値を入れよ。数値は有効数字 3 桁で答えよ。

問 2 下線①で起こる反応と類似した反応として、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱してアンモニアを発生させる反応が挙げられ、実験室でのアンモニアの製法として知られている。この塩化アンモニウムと水酸化カルシウムとの反応を化学反応式で答えよ。

問 3 下線①で起こる反応を化学反応式で答えよ。

問 4 下線②のフラスコ内で起こる反応を化学反応式で答えよ。

問 5 ケルダール法においては、発生したアンモニアを硫酸水溶液に吸収せるのに対し、アンモニアを「気体として」捕集する際には、水上置換や下方置換ではなく、上方置換が用いられる理由を答えよ。

問 6 下線④から⑥の器具を用いて中和滴定しようとすると、器具が洗ったばかりで水に濡れた状態であった。滴定を行う前に共洗いする必要のある器具をすべて記号で答えよ。

問 7 下線③の溶液における硫酸の濃度を計算せよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問 8 この実験で発生したアンモニアの物質量を計算せよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問 9 食品中の窒素含有量および粗タンパク質量を求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。なお、食品中に含まれる窒素はすべてタンパク質に由来するものとする。

5 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

炭素、水素、酸素からなる有機化合物の組成式を図1の装置を用いて決定することにした。

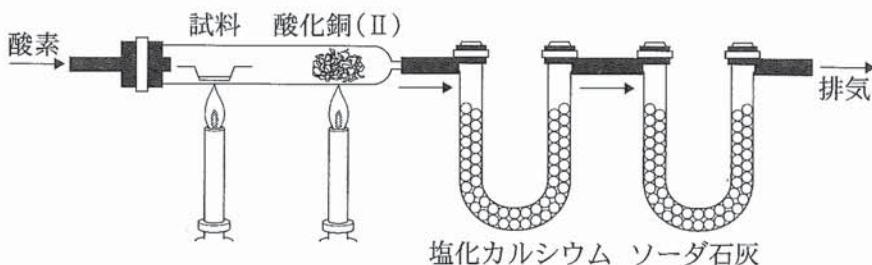


図 1

- (1) 精密に質量を測定した試料を燃焼管にいれ、乾燥した酸素を通しながら完全に燃焼させる。生じる水を塩化カルシウムで、<sup>①</sup>続いて二酸化炭素をソーダ石灰で吸収し、<sup>②</sup>質量増加分から水および二酸化炭素の質量を求める。
- (2) (1)で求めた水および二酸化炭素の質量から水素と炭素の質量を計算し、試料との質量差から酸素の質量を計算する。
- (3) 図1の装置により、11.1 mg の試料を完全に燃焼させたところ、塩化カルシウムの質量は 13.5 mg 増加し、ソーダ石灰の質量は 26.4 mg 増加した。

問 1 下線①で乾燥した酸素を用いる理由を簡潔に説明せよ。

問 2 下線②において、順番を逆にすると正しい化合物の組成式が決定できない。その理由を簡潔に説明せよ。

問 3 燃焼管に加える酸化銅(II)の役割を20字以内で記せ。

問 4 この有機化合物試料に含まれる水素, 炭素, 酸素の質量をそれぞれ求めよ。答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問 5 この有機化合物の組成式を記せ。

問 6 この有機化合物試料 200 mg を水 25.0 g に溶解し, 凝固点を測定したところ  $-0.200\text{ }^{\circ}\text{C}$  であった。この有機化合物の分子式を記せ。計算の過程を示すこと。ただし, 水のモル凝固点降下を  $1.86\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$  とし, 試料は不揮発性であるとする。

問 7 この有機化合物の構造を決定するために, 金属ナトリウムと反応させたところ水素ガスが発生した。この化合物について考えられるすべての構造式を記せ。ただし, 光学異性体は区別しなくて良い。

(別紙様式3)

平成30年度弘前大学一般入試（後期日程）

問題訂正

問題訂正の教科・科目名

理科（化学）

理科（化学）

1 3 ページ 5 問 6 3-4 行目

誤) 不揮発性

正) 不揮発性の非電解質