

平成 30 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 17 ページ

化 学 18 ページ～ 32 ページ

生 物 33 ページ～ 50 ページ

地 学 51 ページ～ 58 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄に受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ記入しなさい。その他の欄に記入してはいけません。
3. 選択科目は、届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、学部・学科等で異なるので、各科目の最初にかいてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は、持ち帰りなさい。
8. 落丁、乱丁または印刷不備があったら申し出なさい。

化 学

注意 1. 志望学部・学科等により、以下に示す番号の問題を解答すること。

志望する学部・学科等		解答する問題番号			
国際教養学部	志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	4
教育学部	志望者のうち化学を選択する者	1	3	4	
理学部	物理学科志望者，および数学・情報数理学科，生物学科，地球科学科志望者のうち化学を選択する者	2	3	4	
理学部	化学科	1	2	3	4
		5	6		
工学部	総合工学科(建築学コース，都市環境システムコース，デザインコース，機械工学コース，医工学コース，電気電子工学コース，物質科学コース，情報工学コース)	1	2	4	
工学部	総合工学科(共生応用化学コース)	1	2	5	
園芸学部	志望者のうち化学を選択する者	1	4	6	
医学部	志望者のうち化学を選択する者	2	3	5	6
薬学部		2	3	5	6
看護学部	志望者のうち化学を選択する者	1	5	6	
先進科学プログラム (方式Ⅱ)	物理学関連分野，化学関連分野	2	3	4	
先進科学プログラム (方式Ⅱ)	工学関連分野(建築学コース，都市環境システムコース，デザインコース，機械工学コース，医工学コース，電気電子工学コース，物質科学コース，情報工学コース)	1	2	4	
先進科学プログラム (方式Ⅱ)	工学関連分野(共生応用化学コース)	1	2	5	
先進科学プログラム (方式Ⅱ)	植物生命科学関連分野	1	4	6	

注意 2. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に、指定された方法で記入しなさい。

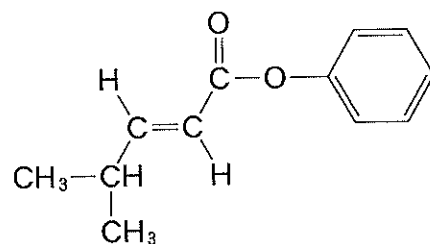
3. 必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Cl = 35.5,

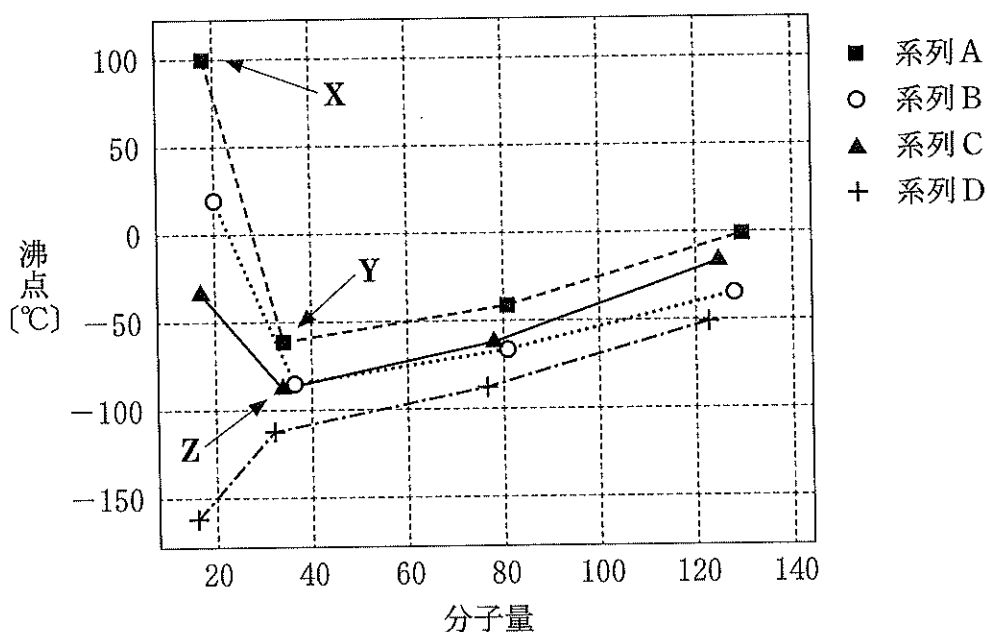
気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



2 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

液体が蒸発して **ア** になるためには、分子は隣り合う分子との間にはたらく分子間力に打ち勝って、液体表面から飛び出すだけのエネルギーをもたなければならない。したがって、分子間力が強い液体ほど蒸発しにくく、沸点が高くなる。下の図の系列A～Dは、14～17族元素の水素化合物の分子量と沸点の関係を示している。第2周期の元素の水素化合物において、系列A～Cの水素化合物の沸点は系列Dの水素化合物よりもかなり高い。これは、隣接する分子間で **イ** の大きい原子と水素原子が **ウ** な力で引き合う水素結合が生じるからである。



図

問1 **ア** ～ **ウ** にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問2 系列Aの水素化合物XとY、および系列Cの水素化合物Zの化学式をかきなさい。

問 3 系列 B~D がそれぞれ何族の元素の水素化合物を示しているか、数字で答えなさい。

問 4 系列 D では、周期が大きい元素の水素化合物ほど沸点が高くなる。これは、周期が大きい元素になると分子量が大きくなり、ファンデルワールス力という分子間力がより強くはたらくためである。分子量が大きくなるほどファンデルワールス力が強くなる理由を 70 字以内でかきなさい。

問 5 第 4 周期の元素の水素化合物を比較すると、分子量がほとんど変わらないにもかかわらず、系列 D の水素化合物に比べて系列 A~C の水素化合物の沸点は高い。その理由を 60 字以内でかきなさい。

3 次の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えなさい。

硝酸は工業的にアンモニアを原料として、オストワルト法により次のように製造される。アンモニアと空気を混合し、酸化器において約 800℃ で白金を触媒として反応させると気体 A が生成する。次に、^①気体 A を空気中の酸素と反応させることで気体 B が得られる。^②吸収塔において気体 B を温水と反応させると硝酸と気体 A が生じる。^③このとき生じる気体 A は、気体 B の生成に再利用される。

硝酸など分子中に酸素原子を含む酸を ア という。硝酸は、塩酸や硫酸とは異なり、濃度によらず強い酸化力をもち、水素よりもイオン化傾向の小さい金属とも反応する。気体 A は イ 色であり、実験室においては、^④銅と希硝酸を反応させ、ウ 置換で捕集される。

問 1 ア ～ ウ にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問 2 アンモニアと硝酸のそれぞれの窒素原子の酸化数をかきなさい。

問 3 アンモニアと硝酸に関して、次の(1)～(6)のうちから正しいものをすべて選び、番号で答えなさい。

- (1) 水酸化カリウムと塩化アンモニウムを混合して加熱すると、アンモニアが生成する。
- (2) アンモニアの水に対する溶解度は、温度が高くなるほど大きくなる。
- (3) アンモニアを石灰水に通じると、石灰水が白濁する。
- (4) アンモニア分子の窒素原子と水素原子はすべて同一平面上にある。
- (5) 鉄片を希硝酸に加えると、溶解して水素を発生する。
- (6) アルミニウム片を濃硝酸と反応させた後に、希硝酸に加えると溶解する。

問 4 下線部①～③で起こる反応をそれぞれ化学反応式でかきなさい。

問 5 下線部④における酸化剤および還元剤のはたらきを示す反応を，電子を含むイオン反応式でかきなさい。

問 6 古くなった硝酸は淡黄色を帯びる。その理由を 30 字以内で説明しなさい。

問 7 オストワルト法により硝酸を合成した。1.0 kg のアンモニアから質量パーセント濃度 60 % の硝酸は何 kg 得られるか。有効数字 2 けたで答えなさい。計算過程も示しなさい。なお，アンモニアはすべて硝酸に変化したものとする。

5

次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

二重結合をもつ化合物A、および三重結合をもつ化合物Bは、いずれも分子式が C_4H_6 であらわされる。化合物Aは、合成ゴムの原料として利用されている。化合物Aとスチレンを共重合すると、自動車のタイヤなどに利用される合成ゴムが得られる。化合物Bは付加反応を起こしやすく、様々な化合物の原料になる。化合物Bに水素を付加させると、化合物Cが生成する。化合物Cに塩化水素を付加させると、化合物Dと少量の化合物Eが得られる。また、化合物Bに水を付加させる反応を行うと、不安定な中間体を経て、いずれも分子式 C_4H_8O の化合物Fと少量の化合物Gが得られる。化合物Fを還元すると化合物H、化合物Gを還元すると化合物Iがそれぞれ得られ、いずれも分子式 $C_4H_{10}O$ のアルコールである。

問1 下線部①について、次の(1)および(2)に答えなさい。

- (1) 化合物Aの付加重合により得られる合成ゴムについて、繰り返し単位であらわされる構造式をかきなさい。
- (2) ゴムが空気中で弾性を失い、亀裂を生じたりして、劣化する理由を40字以内で答えなさい。

問2 下線部②について、化合物Aおよびスチレンの繰り返し単位数の割合がそれぞれ $x\%$ および $(100 - x)\%$ である合成ゴムを完全燃焼させたところ、二酸化炭素 42.24 mg、水 11.52 mg を生じた。 x を整数で求めなさい。計算過程も示しなさい。

問3 化合物B～Iの構造式をかきなさい。また、光学異性体をもつ化合物について、すべての不斉炭素原子を□で囲みなさい。

問 4 化合物 **B**～**I** について，次の(1)および(2)に答えなさい。

- (1) ヨードホルム反応を示す，すべての化合物を記号で答えなさい。
- (2) 銀鏡反応を示す，すべての化合物を記号で答えなさい。

問 5 下線部③について，分子式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ であらわされるアルコールには，4 種類の構造異性体が存在する。これらのなかで，融点が最も高い化合物の構造式をかきなさい。

6 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

α -アミノ酸は、アミノ基とカルボキシ基が同一の炭素原子に結合している化合物であり、 溶液を加えて温めると、紫色を呈す。次ページの表は、代表的な6種の α -アミノ酸を示している。 α -アミノ酸は、一般の有機化合物に比べて水に溶けやすい。これは、 α -アミノ酸のアミノ基とカルボキシ基が電離した構造をとるためである。^①

タンパク質は、 α -アミノ酸が 縮合により連なった構造のポリペプチドである。^②天然に存在するタンパク質は約20種の α -アミノ酸で構成され、 を除く α -アミノ酸には光学異性体が存在する。タンパク質は形状により、 状タンパク質と 状タンパク質に分類される。多くの場合、 状タンパク質を水に溶かすと 溶液となる。水に溶けたタンパク質は親水 であり、多量の電解質を加えると沈殿する。^③この現象は、豆乳から豆腐への製造工程に利用される。^④

また、 状タンパク質は一般に水に溶けず、生命体の構造維持にかかわる。 状タンパク質である は、毛髪に含まれる。毛髪は 分子間の 結合によって一定の形状を保っている。

表

α -アミノ酸	構造式	分子量	等電点
1	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \qquad \qquad \qquad \parallel \\ \text{O} \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	147	3.22
2	$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \qquad \qquad \qquad \parallel \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{O} \end{array}$	121	5.07
3	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \qquad \qquad \qquad \parallel \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{O} \end{array}$	165	5.48
4	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \qquad \qquad \qquad \parallel \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{O} \end{array}$	181	5.66
5	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \qquad \qquad \qquad \parallel \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{O} \end{array}$	89	6.00
6	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \qquad \qquad \qquad \parallel \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{O} \end{array}$	146	9.74

問 1 ア ~ ク にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問 2 下線部①について、次の(1)および(2)に答えなさい。

- (1) 表の α -アミノ酸から酸性アミノ酸を選んで pH 6.5 の水溶液に溶解したところ、1 価の陰イオンの状態となった。このときのイオンの状態を構造式でかきなさい。
- (2) 表の α -アミノ酸 5 を pH 6.0 の水溶液に溶解した。このとき α -アミノ酸分子がとる主要なイオンの状態を何というか、答えなさい。

問 3 下線部②の構造をもつ化合物 X がある。化合物 X を構成する α -アミノ酸は、表に含まれるものであった。さらに、化合物 X の構造と性質を調べる実験 1 ~ 4 を行った。以下の(1)~(3)に答えなさい。

実験 1 化合物 X の水溶液はキサントプロテイン反応により、橙黄色を呈した。

実験 2 化合物 X の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、黒色沈殿を生成した。

実験 3 化合物 X の水溶液はビウレット反応により、赤紫色を呈した。

実験 4 化合物 X の構造を決定したところ、分子量が 447 の鎖状の構造であった。また、化合物 X を構成する分子量が最小の α -アミノ酸のアミノ基は、イ 縮合に用いられなかった。

- (1) キサントプロテイン反応で呈色する α -アミノ酸を表からすべて選び、番号で答えなさい。
- (2) 実験 2 で生成した黒色沈殿の化学式をかきなさい。
- (3) 化合物 X の構造式をかきなさい。ただし、分子量が最小の α -アミノ酸を最も左側になるようにかくこと。

問 4 下線部③の現象を何というか、答えなさい。また、この現象において電解質を多量に必要とする理由を 40 字以内で説明しなさい。

問 5 下線部④について、例えば、豆乳を適切な温度で加温しながらある種の酸を添加することでも豆腐となる。このときタンパク質に生じる変化を何というか、答えなさい。