

平成 28 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 18 ページ

化 学 19 ページ～ 31 ページ

生 物 32 ページ～ 46 ページ

地 学 47 ページ～ 54 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は受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として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、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初に書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. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあつたら申し出なさい。

# 化 学

注意 1. 志望学部・学科により、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	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 4 5
教育学部 志望者のうち化学を選択する者	1 2 4
理学部 化学科志望者	1 2 3 4 5 6
理学部 地球科学科志望者のうち化学を選択する者	1 2 3 4
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 4 6
看護学部 志望者のうち化学を選択する者	1 5 6
工学部 建築学科、都市環境システム学科、機械工学科、電気電子工学科、ナノサイエンス学科、画像科学科、情報画像学科志望者、およびデザイン学科、メディカルシステム工学科志望者のうち化学を選択する者	1 2 4
工学部 共生応用化学科志望者	1 3 4
園芸学部 志望者のうち化学を選択する者	1 4 5
先進科学プログラム (方式II) 物理化学・生命化学関連分野志望者のうち化学を選択する者	1 2 3 4
先進科学プログラム (方式II) 工学関連分野(電気電子工学科、ナノサイエンス学科、画像科学科、情報画像学科)志望者	1 2 4

2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。

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,

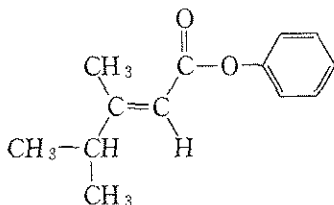
Fe = 55.8, Cu = 63.5, Br = 79.9, Ag = 108.0, I = 127.0

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

ファラデー定数：F =  $9.65 \times 10^4$  C/mol

アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23}$

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章ⅠおよびⅡを読み、以下の問い(問1～8)に答えなさい。

Ⅰ. 化学結合は、原子やイオンが集まって分子や結晶をつくるときに生じる原子やイオンの結びつきのことである。ア 結合は、陽イオンと陰イオンが静電的な引力で結びついた結合をいう。イ 結合は、非金属元素の原子同士が価電子を出しあってできる。ウ 結合は、分子や陰イオンを構成している原子が他の陽イオンに非共有電子を提供してできる。エ 結合では、価電子が特定の原子間ではなく、すべての原子間を移動できる。このような価電子を オ とよぶ。

問 1 ア ～ オ にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問 2 金属の性質を三つ述べなさい。

問 3 体心立方格子をとる鉄の単位格子の体積が  $0.293 \text{ nm}^3$  である。このとき、鉄の密度を  $\text{g/cm}^3$  で求めなさい。計算過程も示し、有効数字2けたで答えなさい。

II. 鉄と酸化銅(II)の混合粉末から一方の金属を酸化物として採取するため以下の操作を行った。

操作1 混合粉末を塩酸の入った試験管に入れてかき混ぜ、粉末を完全に溶解させた。

操作2 操作1で得た水溶液に物質Aを加え反応させると黒色沈殿ができた。ろ過操作で沈殿を分離した。

操作3 操作2のろ液を試験管に移して煮沸した。さらに物質Bの水溶液を加えると酸化還元反応が起こり、物質Cの水溶液を過剰に加えると沈殿が生じた。沈殿を加熱脱水して酸化物を得た。

問4 操作2と3で用いた物質A~Cにもっとも適するものを次の(1)~(8)から選び番号で答えなさい。

- |                   |                  |                             |                    |
|-------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|
| (1) $\text{CO}_2$ | (2) $\text{N}_2$ | (3) $\text{H}_2\text{S}$    | (4) $\text{NH}_3$  |
| (5) $\text{SO}_2$ | (6) $\text{HCl}$ | (7) $\text{H}_2\text{SO}_4$ | (8) $\text{HNO}_3$ |

問5 操作1で起きた変化を(a)鉄と(b)酸化銅(II)についてそれぞれ化学反応式でかきなさい。

問6 操作2で行った沈殿反応のイオン反応式をかきなさい。

問7 操作3の酸化還元反応について、電子 $e^-$ を含むイオン反応式を(a)酸化反応と(b)還元反応にわけてそれぞれかきなさい。また全体の(c)酸化還元反応式をかきなさい。

問8 下線部の操作で生じる沈殿の化学式を答えなさい。操作3の酸化還元反応を行う理由を簡潔に説明しなさい。

2

次の文章ⅠおよびⅡを読み、以下の問い(問1～7)に答えなさい。

Ⅰ. 気体分子は熱運動により空間を飛びまわっている。熱運動は、分子の拡散や活性化エネルギー獲得などの過程に重要である。動く分子は衝突しあい、運動の方向や速度をいつも変えている。同じ気体内でも分子の熱運動速度は均一ではなく、遅いものから速いものまで分布する。気体の分子運動の速度分布は、温度だけでなく分子量でも変わる。

問1 下線部について、分子量が異なる水素分子  $\text{H}_2$  と酸素分子  $\text{O}_2$  を同じ温度で比べると、速度分布はどのように違うか。図の速度分布図AからDのうち適切なものを選び、記号で答えなさい。

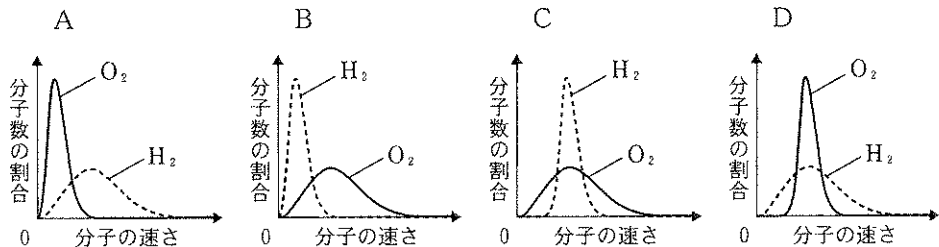


図 気体分子の速度分布

問2 問1において、選んだ理由を40字以内で答えなさい。

II. 水素 2.0 mol と酸素 3.0 mol の混合気体が入った 50 L の容器がある。この容器内で微小な装置で点火すると水が生成した。すべての気体は理想気体とみなす。

問 3 生成した水の物質量は何 mol か。解答を導く過程を示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

問 4 水の生成後、容器内温度を 500 K にした。このとき酸素の分圧は何 Pa か。解答を導く過程を示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

問 5 容器内温度を 500 K から 250 K まで下げると水は氷になった。氷の体積や昇華を無視すると、容器内の圧力は何 Pa か。解答を導く過程を示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

問 6 問 5 の容器内温度を 300 K に上げると、氷は水になった。平衡状態で容器内の水に溶解する酸素の体積は何 mL か。解答を導く過程を示し、有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、300 K および  $1.0 \times 10^5$  Pa で酸素は水 1.0 L に 0.040 g 溶けるとする。さらに水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とし、水の蒸発は無視する。

問 7 問 6 で、容器内の気体を圧縮して体積を  $\frac{1}{5}$  にした。温度は変わらないとすると、容器内の水に溶解する酸素の体積は何 mL か。解答を導く過程を示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

- 3 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。ただし、塩化銀およびクロム酸銀の溶解度積は25℃においてそれぞれ $1.8 \times 10^{-10}(\text{mol/L})^2$ および $3.0 \times 10^{-12}(\text{mol/L})^3$ とする。また、必要であれば $\sqrt{3} = 1.73$ を用いなさい。

物質の量を定量的に分析する手法の一つに滴定法がある。滴定法には酸と塩基を用いた **ア** 滴定、過マンガン酸カリウムのような **イ** 剤とシュウ酸のような **ウ** 剤を用いた **エ** 滴定がある。また、難溶性塩の沈殿生成を利用して水溶液中のイオン濃度を求めることができる沈殿滴定もある。沈殿滴定の一つである **オ** 法はクロム酸カリウムを用いた塩化物イオンの定量法である。 **オ** 法について、以下の実験を行った。

実験1 25℃において塩化物イオンとクロム酸イオンをそれぞれ $1.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 含む水溶液中に硝酸銀水溶液を滴下したところ、はじめに白色沈殿が生じた。さらに<sup>①</sup>硝酸銀水溶液を滴下していくと、暗赤色沈殿<sup>②</sup>が生じた。

実験2 ある濃度の塩化ナトリウム水溶液を10.0 mLとり、0.0100 mol/Lのクロム酸カリウム水溶液を11.0 mL加えた。25℃において0.0100 mol/Lの硝酸銀水溶液で滴定したところ12.0 mLで暗赤色沈殿が生じた。

問1 **ア** ～ **オ** にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問2 下線部①および②で起こる反応をイオン反応式でかきなさい。

問3 **オ** 法におけるクロム酸カリウムの働きについて60字以内で説明しなさい。ただし、説明には「暗赤色」と「未反応の塩化物イオン」の語句を必ず用いて答えなさい。

問 4 実験 1 で最初の沈殿が生じるのに必要な最小限の銀イオン濃度は 25 °C に  
おいて何 mol/L か。計算過程も示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

問 5 実験 1 で暗赤色沈殿が生じたとき、白色沈殿に含まれる陰イオンについ  
て、滴定前の何%が沈殿したか。計算過程も示し、有効数字 2 けたで答えな  
さい。ただし、滴下した硝酸銀水溶液による体積変化は無視できるものとし  
る。

問 6 実験 2 で塩化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。計算過程も示し、  
有効数字 3 けたで答えなさい。



4 次の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えなさい。

プロペンに水が付加反応することで化合物Aと化合物Bが得られるが、両者の一方が主生成物として得られる。この<sup>①</sup>主生成物が得られる傾向はロシアの化学者が見つけた<sup>②</sup>経験則で説明される。化合物A、Bの大気圧下での沸点を調べたところ、化合物Aは97℃で化合物Bは82℃であった。化合物Aと化合物Bの混合物を酸化したところ、分子式がC<sub>3</sub>H<sub>6</sub>Oの化合物Cとアセトンの混合物が得られた。化合物Cとアセトンは  基をもち、  化合物とよばれる。化合物Cやアセトンと同じ分子式をもつ化合物Dについて調べたところ、不斉炭素原子をもたない化合物で、臭素水を脱色せず、金属ナトリウムとも反応しなかった。

アセトンは、触媒量のリン酸存在下でベンゼンとプロペンの反応により得られるクメンを<sup>③</sup>酸素で酸化したのち<sup>④</sup>硫酸で分解しても得られる。この反応で生成して<sup>③</sup>くるフェノールは臭素水と置換反応を起こす。

問1 下線部①の主生成物の構造式をかきなさい。

問2 下線部②の経験則の名称をかきなさい。

問3 化合物Aと化合物Bで沸点に違いが生じる理由を35字以内で説明しなさい。

問4  に入る適切な語句を答えなさい。

問5 化合物Dの構造式をかきなさい。

問6 下線部③について、クメンを酸素で酸化して得られる化合物の構造式をかきなさい。

問 7 下線部④について、フェノール 1.88 g を水 300 mL に溶かした水溶液に 0.20 mol/L の臭素水 300 mL を加えると白色の沈殿が確認された。さらに、生じた酸性成分を 1.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えて中和したところ、沈殿も消失して均一な溶液となった。このとき中和に必要となる水酸化ナトリウム水溶液は何 mL か。計算過程も示し、有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、いずれの反応も完全に進行するものとする。

5 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

油脂を水酸化ナトリウム水溶液中で加熱し加水分解することで得られる脂肪酸のナトリウム塩を一般にセッケンとよぶ。セッケンはその構造中に  性を示す炭化水素基と  性を示す脂肪酸イオンの  $\text{COO}^-$  部を合わせ持ち、水に溶けて表面張力を低下させる。このような性質を示す物質を  とよぶ。汚れた繊維をセッケン水溶液中に浸すと、セッケンの  性部が繊維に付着した油状物質(汚れ)を包み込み、 性部分が外側に並ぶことでミセルを形成し汚れを水中に分散させる。このような現象を  といひ、セッケンや合成洗剤の洗浄作用は主に  現象によるものといえる。

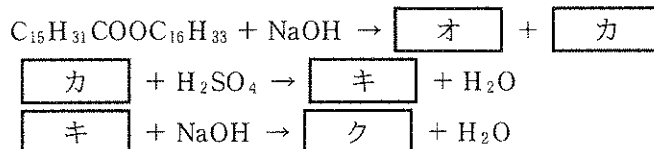
常温で固体の牛脂やヤシ油などの油脂は、ステアリン酸( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ )やパルミチン酸( $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ )、ラウリン酸( $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$ )などの飽和脂肪酸を多く含むのに対して、常温で液体の大豆油やオリーブ油などの油脂は、オレイン酸( $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ )やリノール酸( $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ )などの不飽和脂肪酸を多く含む。

① ステアリン酸とオレイン酸の混合物とグリセリン( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ )とをエステル結合させて多種類の油脂の混合物を合成したところ、いずれの油脂も分子中に57個の炭素原子を含んでいた。合成した油脂の中の一つを分離精製したところ不斉炭素原子をもつことがわかった。この分離精製した油脂1.00gをヨウ素と反応させたところ、0.574gのヨウ素が付加した。これらの実験結果より分離精製した油脂は化合物Aと判明した。

②

問1  から  にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問2 動植物油に含まれるパルミチン酸セチルエステル( $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOC}_{16}\text{H}_{33}$ )から合成洗剤を作る化学反応について  から  にあてはまる示性式をかきなさい。



問 3 ヤシ油に構成脂肪酸として含まれるパルミチン酸、ラウリン酸、オレイン酸の脂肪酸メチルエステルをそれぞれ P, L, O と記号で表した時、以下の記述に該当する化合物をそれぞれ記号で答えなさい。

- (1) 1 g をけん化するために必要な水酸化カリウムの質量が最も少ないエステル
- (2) 燃焼熱が最も小さいエステル

問 4 下線部①の反応により生成する油脂は何種類か。ただし、光学異性体どうしは区別せずに 1 種類として答えなさい。

問 5 下線部②の化合物 A の示性式をかき、不斉炭素原子を○で囲みなさい。また、解答を導く過程も示しなさい。

6 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。ただし、図中において環を構成しているC原子は省略してある。

核酸の構成単位は、リン酸と糖と環状構造の塩基(核酸塩基)が結合したヌクレオチドとよばれる物質である。核酸は、ヌクレオチドどうしが糖部分の-OHと、リン酸部分の-OHとの間で **ア** した鎖状の高分子化合物である。核酸には、その糖部分が **イ** でできているDNAと、**ウ** でできているRNAがある。1953年、ワトソンとクリックにより、DNAは2本のヌクレオチド鎖が アデニン-チミン、グアニン-シトシンの塩基対をつくり、 **エ** 構造をとることが提唱された。

DNAからタンパク質が合成される時、 **エ** 構造の一部がほどけて、その遺伝情報が **オ** RNAに伝えられる。これを遺伝情報の **カ** という。 **オ** RNAは核の外でリボソームと結合し、タンパク質の合成の準備をする。アミノ酸をリボソームに運ぶのは **キ** RNAである。このように、 **オ** RNAのもつ遺伝情報にもとづいて、タンパク質が合成されることを遺伝情報の **ク** という。

問1 上の文章の **ア** ～ **エ** に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 上の文章の **オ** ～ **ク** に当てはまる適切な語句を、以下の(a)～(f)から選び記号で答えなさい。ただし、同じ記号を繰り返し選んではいけない。

- (a) リボソーム、(b) 翻訳、(c) 伝令(メッセンジャー)、
- (d) 複製、(e) 転写、(f) 運搬(転移)

問3 図1はDNAを構成する **イ** の構造式である。この構造の表し方に従って、RNAを構成する **ウ** の構造式をかきなさい。

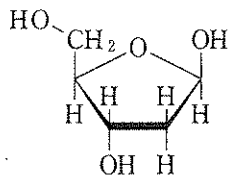


図 1

問 4 下線部について、一般的にグアニンとシトシンの含量が高い 2 本鎖 DNA は、アデニンとチミンの含量が高い同じ長さの 2 本鎖 DNA よりも、加熱したときに 1 本鎖 DNA になりにくい。この理由を 50 字以内で答えなさい。

問 5 ヒトの細胞内には、図 2 のようにシトシンをメチル化する酵素が存在する。いま、グアニンとシトシンの塩基対のみによって構成される 30 塩基対の 2 本鎖 DNA を、この酵素を用いてメチル化し、反応終了後に分子量を測定したところ、平均分子量は 18600 であった。この DNA に含まれるシトシンのうち何%がメチル化されたか。計算過程を示し、有効数字 2 けたで答えなさい。なお、図 3 に示すこれら 2 種類のヌクレオチドの分子量は、それぞれ 307 と 347 で、リン酸部分は電離していないものとする。



図 2

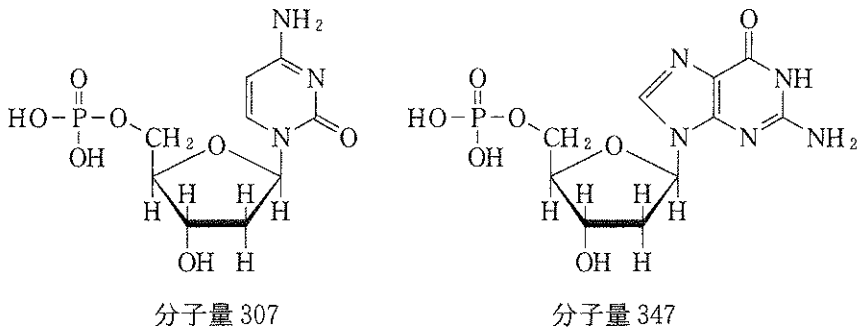


図 3