

令和2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～49 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. 志望する学部・学科等により、表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	5	
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			
工学部	1	3	4	
園芸学部 志望者のうち化学を選択する者	2	4	5	
医学部 志望者のうち化学を選択する者	2	3	4	5
薬学部	2	3	4	5
看護学部 志望者のうち化学を選択する者	2	4	5	
先進科学プログラム (方式Ⅱ) 物理学関連分野, 化学関連分野志望者, および生物学関連分野志望者のうち化学を選択する者	2	3	4	
先進科学プログラム (方式Ⅱ) 工学関連分野	1	3	4	
先進科学プログラム (方式Ⅱ) 植物生命科学関連分野	2	4	5	

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。

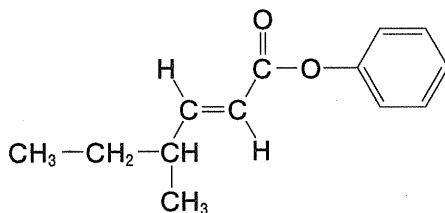
原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0,

Ni = 58.7, Cu = 63.5, I = 127

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

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

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

金、銀、および銅は、すべて周期表の11族に属する遷移元素であるが、単体の反応性や安定性は大きく異なり、①電気伝導性、熱伝導性、および展性・延性にも差がある。

金は、イオン化傾向が小さく、硝酸や熱濃硫酸には溶解しないが、濃硝酸と濃塩酸の体積比1：3の混合液である には溶解する。

銀および銅は、硝酸に溶解する。いま、②濃硝酸に銀片を加えたところ、赤褐色の気体を発生しながら溶解した。発生した気体を試験管に捕集し、氷水で冷やしたところ、③試験管内の色が徐々に薄くなった。

④不純物に金、銀、ニッケルなどを含む粗銅板を陽極として、純銅板を陰極として、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電解液としてそれぞれ用い、0.2～0.5 Vで電気分解を行うと、純度の高い銅が得られる。この方法は、 と呼ばれる。いま、⑤不純物として金とニッケルのみを均一に含む粗銅板を陽極、純銅板を陰極として、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中で電気分解を行った。0.965 Aの電流を 1.80×10^4 秒間流したところ、陽極の質量が5.87 g減少した。

問1 および にあてはまる適切な語句を、それぞれかきなさい。

問2 下線部①について、金、銀、および銅のうち、電気伝導性、熱伝導性、および展性・延性が最大のものをそれぞれ答えなさい。

問3 下線部②の化学反応式をかきなさい。

問4 下線部③の現象は、赤褐色の気体の一部が無色の気体に変化したためである。この無色の気体の化合物名をかきなさい。

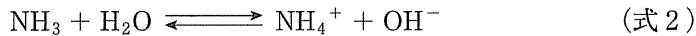
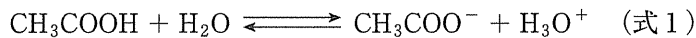
問 5 下線部④の操作によって，粗銅板に含まれる金とニッケルはどのような状態になるか。それぞれ 30 字以内で答えなさい。

問 6 下線部⑤の実験で用いた粗銅板に含まれるニッケルの質量パーセントは 10.0 % であった。この粗銅板に含まれる金の質量パーセントはいくらか。計算過程も示し，有効数字 2 けたで答えなさい。なお，電気分解によって陽極の組成は変化せず，気体は発生しなかったものとする。

2 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。ただし、酢酸の水溶液中での電離定数を $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L、アンモニアの水溶液中での電離定数を $K_b = 2.3 \times 10^{-5}$ mol/L とする。必要であれば $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いなさい。

強酸や強塩基は、水溶液中ではほぼ完全に電離する強電解質である。塩化水素が水に溶けると、ほぼすべてが電離する。一方、弱酸や弱塩基は水溶液中ではその一部だけが電離する弱電解質であり、電離していない物質と電離して生じたイオンとの間で平衡が成立している。このような化学平衡を電離平衡という。また、このときの平衡定数を電離定数という。

例えば、酢酸およびアンモニアは水溶液中でそれぞれ次のような平衡状態となる。



ここで、水のモル濃度が他の物質のモル濃度よりも十分大きく常に一定とみなすと、酢酸およびアンモニアの電離定数は式1および式2の各成分のモル濃度を用いてそれぞれ次のように表すことができる。

$$\text{酢酸} \quad K_a = \boxed{\text{ア}} \quad (\text{式3})$$

$$\text{アンモニア} \quad K_b = \boxed{\text{イ}} \quad (\text{式4})$$

また、水もわずかに電離して次のような電離平衡となっている。



水の電離にともなう反応熱は -56.5 kJ/mol であるため、式5の正反応は $\boxed{\text{ウ}}$ 反応である。そのため、水の温度が上昇すると平衡は $\boxed{\text{エ}}$ に移動し、水のイオン積 K_w の値は $\boxed{\text{オ}}$ 。

問 1 式 3 と式 4 にあてはまる および を答えなさい。

問 2 下線部について、純粋な水における水分子のモル濃度はいくらか。有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、水の密度は 1.0 g/cm^3 とする。

問 3 0.200 mol/L の酢酸水溶液 50.0 mL と 0.100 mol/L の塩酸 50.0 mL を混合した。この溶液の pH と酢酸イオンの濃度はいくらか。計算過程も示し、pH は小数第 1 位まで、酢酸イオン濃度は有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、酢酸の電離度は 1 より十分小さく、溶液の混合による体積の変化はないものとする。

問 4 0.200 mol/L の酢酸水溶液 50.0 mL と 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50.0 mL を混合した。この溶液の pH はいくらか。計算過程も示し、小数第 1 位まで答えなさい。ただし、酢酸の電離度は 1 より十分小さく、溶液の混合による体積の変化はないものとする。

問 5 ~ にあてはまる語句の組み合わせとして適切なものを、次の A~H から一つ選び、記号で答えなさい。

	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>	<input type="text" value="オ"/>
A	発熱	左	大きくなる
B	発熱	左	小さくなる
C	発熱	右	大きくなる
D	発熱	右	小さくなる
E	吸熱	左	大きくなる
F	吸熱	左	小さくなる
G	吸熱	右	大きくなる
H	吸熱	右	小さくなる

問 6 式 2 に関し、水溶液中でのアンモニアの電離にともなう反応熱は -4.2 kJ/mol であった。このとき、アンモニアの水溶液と塩酸の反応にともなう反応熱は何 kJ/mol か。小数第 1 位まで答えなさい。ただし、溶液は十分希薄であり、アンモニアの電離度は十分小さいものとする。

3 次の文章 I および II を読み、以下の問い(問 1 ~ 6)に答えなさい。

I 気体分子は **ア** によって空間を飛び回っている。気体を容器に入れると、気体分子は容器壁に衝突することで、容器壁を一定の力で押す。単位面積あたりの容器壁に一定時間に衝突する気体分子の数が **イ** ほど、また、容器内の温度が **ウ** ほど、気体の圧力は大きくなる。

図 1 は、一定物質量のある実在気体を、体積 V が一定となる条件で温度 T を変化させたときの圧力 p の変化を表したものである。点 A にある気体を冷却していくと、理想気体のようにふるまい、圧力は **エ** にしたがって低下した。冷却を続けると、気体の圧力は点 B で **オ** に達し、その後 **カ** がはじまり、蒸気圧曲線にしたがって点 C まで減少した。

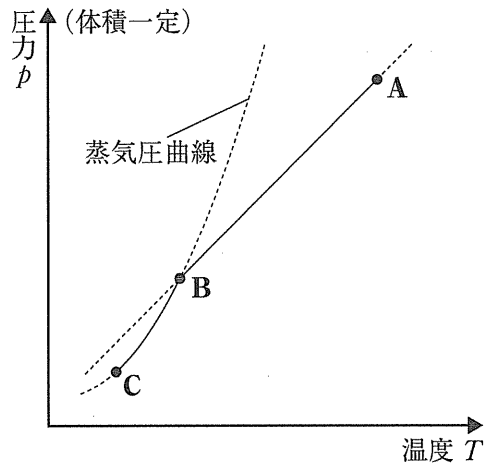


図 1

問 1 ア ~ カ にあてはまる最も適切な語句を、以下の語群

(a)~(o)からそれぞれ選び、記号で答えなさい。

語 群

- | | | |
|-----------------|------------|-------------|
| (a) 電気泳動 | (b) 熱運動 | (c) ブラウン運動 |
| (d) 高い | (e) 低い | (f) 多い |
| (g) 少ない | (h) ボイルの法則 | (i) シャルルの法則 |
| (j) ボイル・シャルルの法則 | (k) 浸透圧 | (l) 飽和蒸気圧 |
| (m) 等電点 | (n) 凝縮 | (o) 沸騰 |

問 2 気体の物質量を n 、気体定数を R とすると、実在気体の理想気体からのずれを表す指標として、 $Z = \frac{pV}{nRT}$ がよく用いられる。ある 1 mol の実在気体において、圧力 p が一定となる条件での Z と温度 T の関係が図 2 のようになった。 T が低い領域では、実在気体の体積は理想気体よりも小さくなり $Z < 1$ となっている。この理由を 30 字以内で答えなさい。

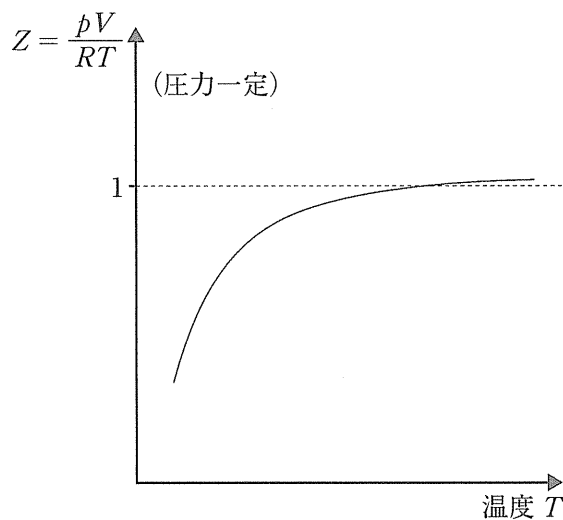
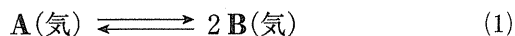


図 2

II 気体 A と気体 B は理想気体としてふるまい、(1)のように反応する。



容積 V が一定の容器に気体 A のみを M mol 入れて加熱し、一定温度 T に保ったところ、気体 A が m mol 反応して気体 B が生成し、圧力 p のもとで平衡状態に達した。このとき、反応(1)の圧平衡定数を K_p 、平衡状態における気体 A の分圧を p_A 、気体 B の分圧を p_B とする。

問 3 平衡状態における気体分子の全物質量を M および m を用いてかきなさい。

問 4 p_A を M , m , および p を用いてかきなさい。

問 5 K_p を M , m , および p を用いてかきなさい。導出過程も示しなさい。

問 6 反応(1)の濃度平衡定数 K_c を K_p 、気体定数 R , および T を用いてかきなさい。導出過程も示しなさい。

4 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

分子式 $C_{18}H_{18}O_2$ の化合物 **A** は、不斉炭素原子をもたない化合物である。化合物 **A** を水酸化ナトリウム水溶液中で加熱し分解した後、反応溶液をジエチルエーテルで抽出すると、エーテル層から化合物 **B** が得られた。一方、水層に塩酸を加えて酸性にしたところ、化合物 **C** が得られた。

ベンゼンの一置換体である化合物 **B** の分子内脱水を行うと、高分子化合物の単量体である分子式 C_8H_8 の化合物 **D** が得られた。触媒を用いて化合物 **D** に水を付加させたところ、化合物 **B** とは異なる化合物 **E** が生成した。

化合物 **C** を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に加えて加熱すると、化合物 **F** と分子式 $C_3H_4O_4$ のジカルボン酸であるマロン酸が得られた。化合物 **F** は、トルエンを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化することでも得られる。

問 1 化合物 **B**, **D**, および **E** の構造式をかきなさい。

問 2 下線部の反応で、化合物 **B** ではなく **E** が生じた理由を 60 字以内で答えなさい。

問 3 化合物 **F** の化合物名をかきなさい。

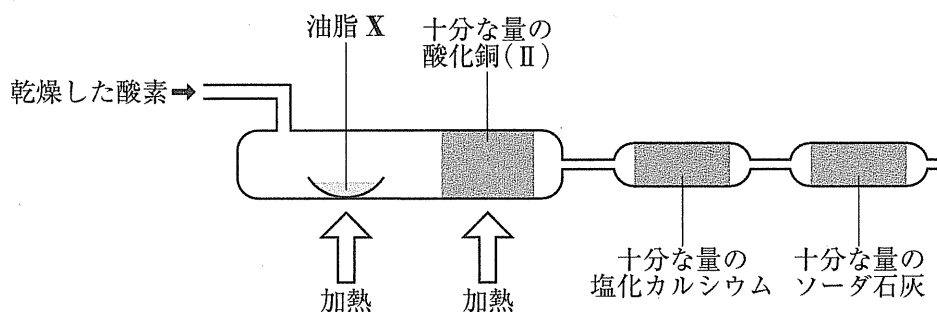
問 4 化合物 **C** について考えられる構造式をすべてかきなさい。なお、立体異性体が存在する場合は区別してかきなさい。

問 5 化合物 **A** の構造式をかきなさい。なお、立体異性体が存在しても区別しなくてよい。

5 次の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えなさい。

一種類の直鎖脂肪酸によって構成されている油脂 X(分子量 950)がある。元素分析を行うために、図のような装置で 950 mg の油脂 X を完全燃焼させたところ、塩化カルシウム管の質量が 882 mg、ソーダ石灰管の質量が 2772 mg 増加した。

油脂 X は空気中に放置されることで、 され、 に変化した。このような油脂は とよばれる。



図

問 1 図において、塩化カルシウムとソーダ石灰が吸収する物質の名称をそれぞれかきなさい。

問 2 塩化カルシウム管とソーダ石灰管を逆の順に配置することはできない。この理由を 40 字以内で答えなさい。

問 3 油脂 X の分子式をかきなさい。

問 4 油脂 X の構造式をかきなさい。なお、脂肪酸由来の炭化水素基は $-C_7H_{15}$ のように示性式で表しなさい。

問 5 油脂 X のヨウ素価を整数で答えなさい。

問 6 ~ にあてはまる最も適切な語句を、以下の語群(a)~(i)からそれぞれ選び、記号で答えなさい。

語 群

- | | | |
|------------|------------|---------|
| (a) 還元 | (b) 酸化 | (c) けん化 |
| (d) 固体から液体 | (e) 液体から固体 | (f) ミセル |
| (g) セッケン | (h) 硬化油 | (i) 乾性油 |

問 7 同じ質量の油脂 X とグルコースをそれぞれ完全燃焼させたときに、発生する熱量が大きい方を選んで丸で囲みなさい。また、その理由を 50 字以内で答えなさい。