

基礎的な適性調査 (化学に関する内容)

次のⅠ～Ⅴの各設問の解答を、指示に従ってそれぞれの解答群(A, B, C, …)のうちから選んで解答用紙にマークせよ。

必要があれば、定数および原子量は次の値を用いよ。標準状態は、 0°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ とする。なお、問題文中の体積の単位記号Lは、リットルを表す。

(定数) 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

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

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

水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 / \text{L}^2 (25^{\circ}\text{C})$

(原子量)	H	1.0	He	4.0	Li	6.9	C	12	N	14	O	16	Na	23
	Mg	24	Al	27	S	32	Cl	35.5	K	39	Ca	40	Fe	56
	Co	59	Cu	64	Zn	65	Br	80						

Ⅰ 次の問1～問5に答えよ。(20点)

問1 1 次のA～Eのうちから、純物質と混合物の組合せとして適切なものを1つ選べ。

- A 黒鉛, ヘキサン B 石油, 塩化ナトリウム C アンモニア水, 塩酸
D 海水, 牛乳 E 炭素, エタノール

問2 2 次の記述A～Eのうちから、下線部の語句が元素でなく単体の意味で使われているものを1つ選べ。

- A 有機化合物は、おもに炭素、水素、酸素、窒素で構成されている。
B 水は、酸素と水素で構成されている。
C 空気は、おもに窒素と酸素で構成されている。
D 黄リンと赤リンは、リンの同素体である。
E ルビーやサファイアは、アルミニウムを含んだ結晶である。

問3 3 元素X, Y, Zは、周期表の第2または第3周期に属する。次の条件①～③から、Zに当てはまる元素名を、下のA～Gのうちから1つ選べ。

条件① Xはイオン化エネルギーが同一周期の中で最も大きい。

条件② 2価の陰イオン Y^{2-} は、Xと同じ電子配置である。

条件③ Zの価電子の数はYと同じであるが、原子量はYよりも大きい。

- A 窒素 B 酸素 C フッ素
D ネオン E リン F 硫黄 G 塩素

問4 **4** 次の表は、 ^{35}Cl と ^{37}Cl の相対質量と存在比[%]を示したものである。塩素の同位体に関する下の記述A～Eのうちから、誤りを含むものを1つ選べ。

ただし、塩素の同位体の存在比は、計算しやすい値としている。

	相対質量	存在比[%]
^{35}Cl	35	75
^{37}Cl	37	25

- A ^{35}Cl と ^{37}Cl の存在比は、地球上であればどの場所でもほぼ一定である。
- B 塩素の原子量 35.5 は、相対質量と存在比から求められる。
- C ^{35}Cl と ^{37}Cl の化学的性質は、ほとんど同じである。
- D ^{35}Cl と ^{37}Cl の中性子の数は異なる。
- E 質量の異なる塩素分子 Cl_2 の存在比は、 $^{35}\text{Cl}^{35}\text{Cl} : ^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl} : ^{37}\text{Cl}^{37}\text{Cl} = 3 : 2 : 1$ である。

問5 **5** 化学結合に関する次の記述A～Eのうちから、誤りを含むものを1つ選べ。

- A 陽イオンと陰イオンが静電気力で結びつくことを、イオン結合という。
- B 非金属元素の原子どうしが互いの価電子を共有してできる結合を、共有結合という。
- C 電子対のうち、原子間で共有されず共有結合に関係しないものを、不対電子という。
- D ポリエチレンは、多数のエチレン分子が重合してできた高分子化合物である。
- E 金属イオンを中心として非共有電子対をもつ分子や陰イオンが配位結合してできたイオンを、錯イオンという。

Ⅱ 次の問1～問5に答えよ。(20点)

問1 **6** 次のA～Eのうちから、アボガドロ定数に最も近いものを1つ選べ。

- A 2 gの水素分子に含まれる水素原子の数
- B 標準状態において11.2 Lの窒素ガス中に含まれる窒素原子の数
- C 0.5 molのアンモニア分子中に含まれる水素原子の数
- D 1 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液500 mL中に含まれるナトリウムイオンの数
- E 1 molの塩化マグネシウムに含まれる塩化物イオンの数

問2 **7** 2.2 mol/Lの水酸化ナトリウムNaOH(式量40)水溶液の密度は1.1 g/cm³である。この水溶液の質量パーセント濃度[%]として適切なものを、次の数値A～Fのうちから1つ選べ。

- A 4.0 B 6.0 C 8.0 D 10 E 12 F 16

問3 **8** 次のメタノールの燃焼を示す化学反応式の係数ア～エの組合せとして適切なものを、下のA～Fのうちから1つ選べ。



	ア	イ	ウ	エ
A	1	1	2	2
B	1	2	1	2
C	1	2	1	3
D	2	2	1	4
E	2	3	2	4
F	2	3	2	6

問4 **9** 25℃の水溶液のpHに関する次の記述A～Eのうちから、適切なものを1つ選べ。

- A pH = 10の水酸化ナトリウム水溶液を水で100倍に薄めると、pH = 12になる。
- B pH = 5の塩酸を水で1000倍に薄めると、pH = 8になる。
- C どちらも1.0 mol/Lの塩酸と酢酸水溶液では、塩酸のほうがpHは大きい。
- D どちらも1.0 mol/Lの塩酸と硫酸では、硫酸のほうがpHは大きい。
- E どちらも1.0 mol/Lのアンモニア水と水酸化ナトリウム水溶液では、アンモニア水のほうがpHは小さい。

問5 **10** 次の化学反応式ア～ウで示すそれぞれの反応において、還元剤としてはたらいっている物質はどれか。その組合せとして適切なものを、下のA～Hのうちから**1つ**選べ。



	ア	イ	ウ
A	H_2O_2	FeCl_3	Al
B	H_2O_2	FeCl_3	HCl
C	H_2O_2	SnCl_2	Al
D	H_2O_2	SnCl_2	HCl
E	SO_2	FeCl_3	Al
F	SO_2	FeCl_3	HCl
G	SO_2	SnCl_2	Al
H	SO_2	SnCl_2	HCl

Ⅲ 次の問1～問5に答えよ。(20点)

問1 **11** ハロゲンの単体に関する次の記述A～Eのうちから、誤りを含むものを1つ選べ。

- A 塩素はナトリウムや銅と反応して塩をつくる。
- B 融点および沸点は、ヨウ素>臭素>塩素の順に高い。
- C フッ素は水と反応し、酸素が発生する。
- D ヨウ素は水にはほとんど溶けないが、ヘキサンには溶ける。
- E ヨウ素を臭化カリウム水溶液に加えると、臭素が生じる。

問2 **12** 次の実験①～③の文中の気体ア～ウの組合せとして適切なものを、下のA～Fのうちから1つ選べ。ただし、気体ア～ウは水素、塩化水素、二酸化炭素のいずれかである。

実験① ア、イが溶けた水溶液は酸性を示したが、ウは水に溶けなかった。

実験② ア、イ、ウを石灰水に通じたら、アのみ白い沈殿が生じた。

実験③ イに濃アンモニア水をつけたガラス棒を近づけたら、白煙が生じた。

	ア	イ	ウ
A	塩化水素	水素	二酸化炭素
B	塩化水素	二酸化炭素	水素
C	水素	塩化水素	二酸化炭素
D	水素	二酸化炭素	塩化水素
E	二酸化炭素	水素	塩化水素
F	二酸化炭素	塩化水素	水素

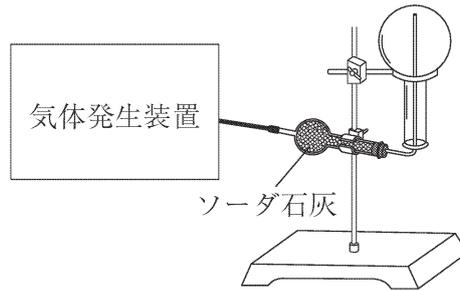
問3 **13** 次の記述ア、イのいずれにも当てはまる金属元素として適切なものを、下のA～Eのうちから1つ選べ。

ア 2価の陽イオンになりやすい。

イ 硫酸塩は水に溶けにくい。

- A Mg B Cu C K D Ba E Li

問4 **14** 次の実験装置を使って発生・捕集することができる気体がある。その気体を生成する試薬として適切なものを、下のA～Eのうちから1つ選べ。



- A 塩化ナトリウム，濃硫酸 B 銅，濃硝酸 C 銅，希硝酸
D 塩化アンモニウム，水酸化カルシウム E 炭酸水素ナトリウム

問5 **15** 4種類の金属イオン Ag^+ ， Cu^{2+} ， Zn^{2+} ， Al^{3+} をすべて含む水溶液から， Al^{3+} を含む沈殿のみを取り出したい。水溶液に加える次の試薬A～Fのうちから，適切なものを1つ選べ。

ただし，試薬はすべて過剰に加えるものとする。

- A アンモニア水 B 希塩酸 C 濃硝酸 D 希硫酸
E 水酸化ナトリウム水溶液 F 硫化水素(酸性条件下)

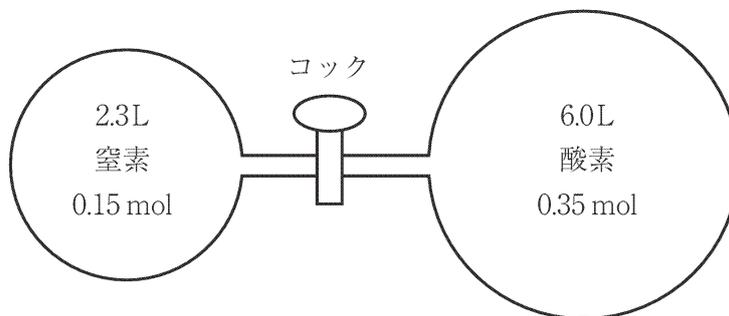
Ⅳ 次の問1～問5に答えよ。(20点)

問1 **16** 物質の状態や変化に関する次の記述A～Fのうちから、誤りを含むものを1つ選べ。

- A 固体が液体になることなく、直接気体になる状態変化を、昇華という。
- B ある物質が別の物質に変わることを、化学変化という。
- C 物質を構成する粒子は絶えず不規則な運動をしている。このような粒子の運動を熱運動という。
- D 理論上、すべての粒子が熱運動を停止する温度 -273°C を、絶対零度という。
- E 液体を冷却していくとき、液体の状態を保ったまま凝固点よりも温度が下がることを、過冷却という。
- F 液体を加熱していくとき、液体の表面からだけではなく内部からも気体が発生する現象を、蒸発という。

問2 **17** 次の図のように、2.3 L の容器に窒素 0.15 mol、6.0 L の容器に酸素 0.35 mol をそれぞれ入れ、2つの容器を連結した。コックを開けて混合した気体の圧力が一定になるまで静置したとき、容器内部の全圧 [Pa] および窒素の分圧 [Pa] の組合せとして適切なものを、下のA～Fのうちから1つ選べ。

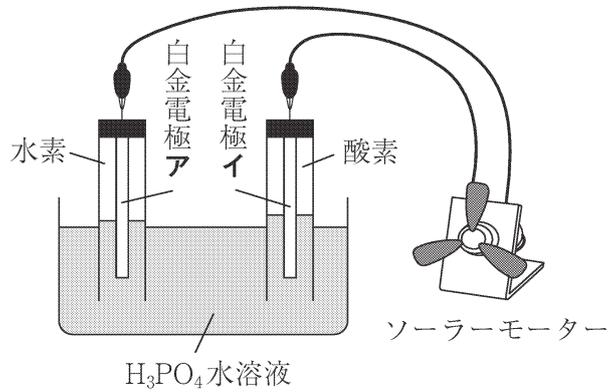
ただし、温度は常に 27°C に保たれており、コックを含む連結部分の体積は無視できるものとする。



	全圧 [Pa]	窒素の分圧 [Pa]
A	1.4×10^4	4.2×10^3
B	1.4×10^4	9.8×10^3
C	1.3×10^5	3.9×10^4
D	1.3×10^5	9.1×10^4
E	1.5×10^5	4.5×10^4
F	1.5×10^5	1.1×10^5

問3 **18** 次の図のような燃料電池に、モーターを接続するとプロペラが回転し、水素と酸素が消費された。この実験に関する下の記述A～Eのうちから、誤りを含むものを1つ選べ。

ただし、この燃料電池の各電極で起こる化学反応は、次の式で表される。



- A この反応は、水の電気分解の逆反応である。
- B 電極アでは、水素が酸化される。
- C 電極イは、電池の正極である。
- D リン酸 H_3PO_4 の物質量は、時間とともに減少する。
- E 消費される水素の体積は、同温・同圧において酸素の体積の2倍である。

問4 **19** 一般の化学反応において、「温度が高くなるほど反応速度が大きくなる理由①」と「触媒を用いると反応速度が大きくなる理由②」にそれぞれ当てはまる次の記述ア～オの組合せとして適切なものを、下のA～Iのうちから1つ選べ。

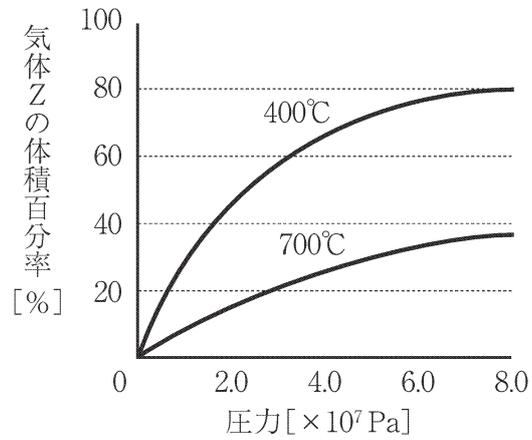
- ア 生成物が増加する方向に平衡が移動するため。
- イ 大きなエネルギーをもった反応物の粒子の数が増加するため。
- ウ 活性化エネルギーが大きくなるため。
- エ 反応エンタルピー（「生成物をもつエネルギー」-「反応物をもつエネルギー」）が小さくなるため。
- オ 活性化エネルギーが小さくなる反応経路を通るため。

	理由①	理由②
A	ア	ウ
B	ア	エ
C	ア	オ
D	イ	ウ
E	イ	エ
F	イ	オ
G	ウ	ウ
H	ウ	エ
I	ウ	オ

問5 **20** 気体 X と気体 Y から気体 Z を生じる可逆反応がある。



次の図は、この反応が平衡状態になったときの温度[°C]、圧力[Pa]と Z の体積百分率[%]の関係を表したものである。この図に当てはまる係数 a ~ c の関係と、この反応の種類(吸熱反応、発熱反応)の組合せとして適切なものを、下の **A ~ F** のうちから **1つ** 選べ。



	係数の関係	反応の種類
A	$a + b > c$	吸熱反応
B	$a + b > c$	発熱反応
C	$a + b = c$	吸熱反応
D	$a + b = c$	発熱反応
E	$a + b < c$	吸熱反応
F	$a + b < c$	発熱反応

V 次の問1～問5に答えよ。(20点)

問1 **21** 有機化合物に含まれる成分元素を検出する実験①～④のいずれにも当てはまらない元素を、下のA～Eのうちから1つ選べ。

実験① 試料を黒く焼いた銅線に付け、ガスバーナーで熱すると青緑色の炎が観察された。

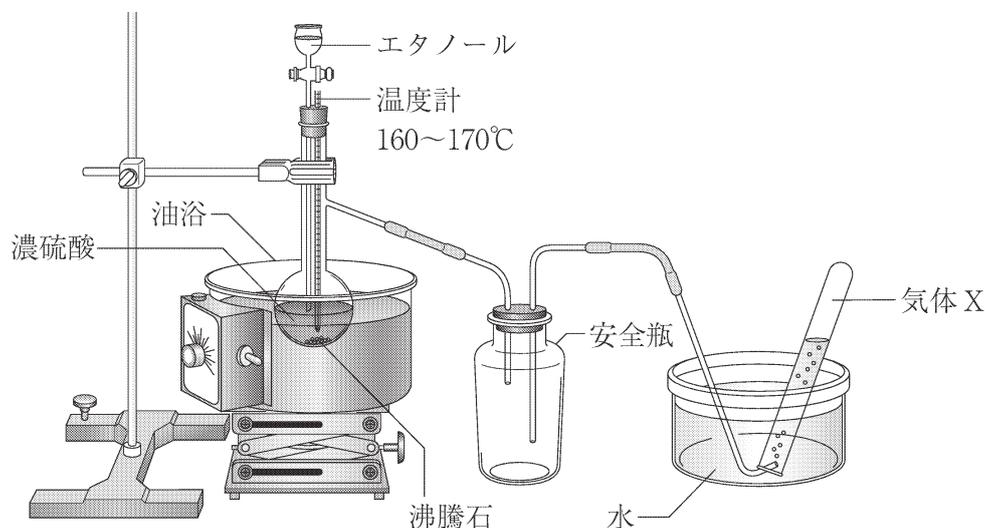
実験② 試料に固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱し、水に溶かしてから酢酸で酸性にし、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色の沈殿を生じた。

実験③ 試料を丸底フラスコに入れ、固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱し、丸底フラスコの口の部分に濃塩酸を近づけると白煙を生じた。

実験④ 試料を酸化銅(II)とともに試験管内で加熱し、生じた液体をガラス棒を使って白色の硫酸銅(II)無水物に付けると青色に変化した。

A 水素 B 炭素 C 窒素 D 硫黄 E 塩素

問2 **22** 次の図のような装置を組み、濃硫酸にエタノールを滴下して160～170℃で反応させ、発生した気体Xを水上置換で捕集した。この実験方法および気体Xに関する下の記述A～Eのうちから、誤りを含むものを1つ選べ。



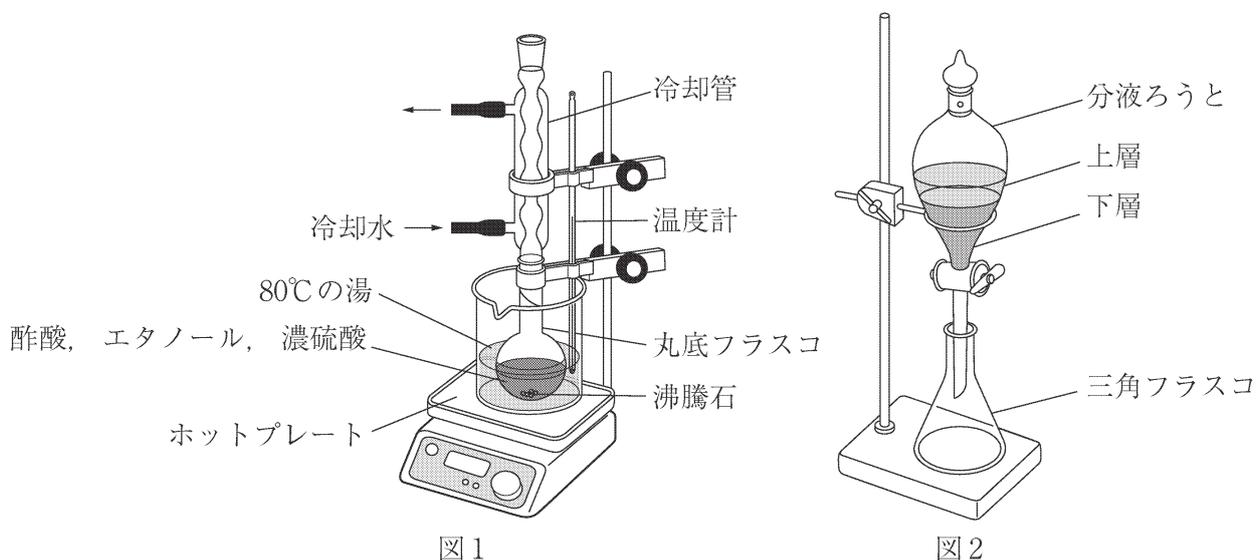
- A 温度計の球部を反応液中に浸すのは、反応温度を正確に知るためである。
- B 安全瓶を用いるのは、水が逆流してフラスコ内に入るのを防ぐためである。
- C Xの分子を構成するすべての原子は、同一平面上に存在する。
- D 触媒を用いて、Xの3分子を結合させると、ベンゼンが生成する。
- E Xの付加重合で得られた化合物は、ゴミ袋や容器などに利用されている。

問3 **23** 次の記述A～Eのうちから、アセトアルデヒドとアセトンのどちらにも当てはまるものを1つ選べ。

- A 酸化すると、酢酸を生じる。
- B 酢酸カルシウムを乾留すると生じる。
- C フェーリング液を加えて加熱すると、赤色沈殿が生じる。
- D ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、黄色沈殿が生じる。
- E 水にはほとんど溶けない。

問4 **24** 次の図1のような装置を用いて酢酸エチルを合成し、過剰の炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたのち、図2の装置を用いて取り出した。

この実験に関する下の記述A～Fのうちから、誤りを含むものを1つ選べ。



- A 酢酸エチルは、エステル結合をもつ。
- B 酢酸エチルは、果実臭をもつ液体である。
- C 濃硫酸は、脱水縮合の触媒としてはたらいっている。
- D 図1で反応後の溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素が発生する。
- E 図2において、酢酸エチルはおもに下層の液に含まれている。
- F 酢酸エチルを合成する化学反応は、可逆反応である。

問5 **25** 3種類の芳香族化合物 X, Y, Z について, 次の実験①~④を行った。実験結果より

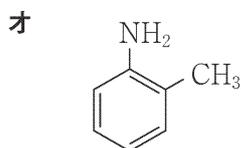
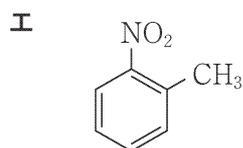
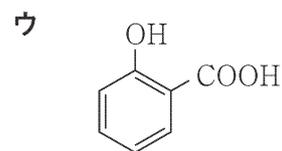
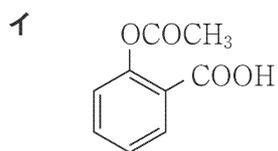
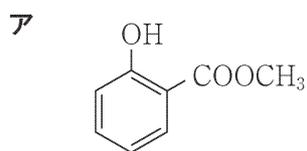
X, Y, Z に当てはまる構造式 **ア**~**オ** の組合せとして適切なものを, 下の **A**~**F** のうちから **1** つ選べ。

実験① X, Y, Z のそれぞれに水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ, X と Y だけが溶解した。

実験② X, Y のそれぞれに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ, X だけが気体を発生しながら溶解した。

実験③ X の薄い水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたところ, 赤紫色に呈色した。

実験④ Z は塩酸に溶解した。



	X	Y	Z
A	ア	イ	オ
B	ア	ウ	エ
C	イ	ア	オ
D	イ	ウ	エ
E	ウ	ア	オ
F	ウ	イ	エ