

令和3年度 一般採用試験
理科（化学）試験問題
（理工学専攻）

（注 意）

1. 理科（化学・マークセンス）解答用紙の注意事項を確認のうえ、例にならって氏名及び受験番号を理科（化学・マークセンス）解答用紙に必ず記入及びマークすること。

例 【氏名】 防大 渚 【受験番号】 神奈川県W1234 の場合

※氏名及び受験番号の記入について

	氏	名
フリガナ	ボウダイ	ナギサ
漢 字	防大	渚

	志願地本名	専攻区分	番 号
受験番号	神奈川県	理	W1234

※受験番号等のマークについて（女子受験者は、番号のWはマークしない。）

志 願 地 本 名	札幌：(01)	福島：(10)	専攻区分	番 号				
	函館：(02)	茨城：(11)		理工 <input checked="" type="radio"/>	(0)	(0)	(0)	(0)
	旭川：(03)	栃木：(12)			(1)	(1)	(1)	(1)
	帯広：(04)	群馬：(13)			(2)	<input checked="" type="radio"/>	(2)	(2)
	青森：(05)	埼玉：(14)			(3)	(3)	<input checked="" type="radio"/>	(3)
	岩手：(06)	千葉：(15)			(4)	(4)	(4)	<input checked="" type="radio"/>
	宮城：(07)	東京：(16)			(5)	(5)	(5)	(5)
	秋田：(08)	神奈川県： <input checked="" type="radio"/>			(6)	(6)	(6)	(6)
	山形：(09)	新潟：(18)			(7)	(7)	(7)	(7)
					(8)	(8)	(8)	(8)
		(9)	(9)		(9)	(9)		
		性別						
		男 (1)						
		女 <input checked="" type="radio"/>						

2. 試験時間中は、すべて試験係官の指示に従うこと。

3. 解答方法は、択一式であり、設問ごとの指示に従い、理科（化学・マークセンス）解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、**1** の I で問1の [1] と表示のある問題に対して**3** と解答する場合は、次の例のように

1 , I , 問1 , [1] の解答欄の **3** にマークすること。

例

解 答 欄													
1	I	問1	[1]	(1)	(2)	<input checked="" type="radio"/>	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

必要であれば、以下の値を用いよ。

原子量：H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, Al=27, P=31, S=32, Cl=35.5, K=39,
Mn=55, Cu=64, Pb=207

ファラデー定数： $F=9.65 \times 10^4$ C/mol, 気体定数： $R=8.31 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol), $0\text{ }^\circ\text{C}=273\text{ K}$
特にことわりのない限り、気体はすべて理想気体とする。

標準状態 ($0\text{ }^\circ\text{C}$, 1.013×10^5 Pa) における理想気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。

1

I 次の設問 1～8 に答えよ。

問 1 次の物質 a～e の中で、純物質に分類される組合せとして最も適切なものを、下の①～⑩のうちから一つ選び、解答欄 [1] にマークせよ。

a 銅 b 石油 c エタノール d 窒素 e 食塩水

- ① a, b ② a, b, c ③ a, b, d ④ a, b, e ⑤ a, b, c, d
⑥ a, e ⑦ a, c, d ⑧ a, c, e ⑨ a, d, e ⑩ a, c, d, e

問 2 化合物に関する記述 a～e の中で、正しいものの組合せとして最も適切なものを、下の①～⑩のうちから一つ選び、解答欄 [2] にマークせよ。

- a 化合物は、蒸留やろ過によって複数の単体に分けることができる。
b 2種類以上の元素からなる純物質を、化合物という。
c 同じ化合物では、成分元素の質量比は一定である。
d 典型元素のみで構成された化合物を、無機化合物という。
e 有機化合物の原子間の結合の多くは、イオン結合である。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

問 3 中性子の数が同じである原子の組合せを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [3] にマークせよ。

- ① ^{38}Ar , ^{40}Ar ② ^{40}Ca , ^{41}K ③ ^{39}K , ^{40}Ar ④ ^{38}Ar , ^{39}K , ^{40}Ca
⑤ ^{40}Ar , ^{40}Ca , ^{40}K

問 4 結合に極性があるが、無極性分子であるものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [4] にマークせよ。

- ① 塩素 ② 二酸化炭素 ③ アンモニア ④ 水 ⑤ 塩化水素

問5 単結合のみからなる分子を、下の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄 [5] にマークせよ。

- ① 窒素 ② 二酸化炭素 ③ エチレン ④ アセチレン
⑤ 水 ⑥ 酸素 ⑦ 二酸化硫黄 ⑧ ベンゼン

問6 物質 1 g に含まれる炭素原子の数が最も少ないものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [6] にマークせよ。

- ① 一酸化炭素 ② アセチレン ③ エタノール ④ ジクロロメタン
⑤ ベンゼン

問7 イオンに関連する記述として下線部に誤りを含むものを、下の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄 [7] にマークせよ。

- ① イオンからなる物質の化学式は、組成式で表される。
② イオン結晶では、陽イオンの正電荷と陰イオンの負電荷の総量が等しい。
③ 単原子の陽イオンの半径は、もとの原子の半径よりも小さい。
④ イオンの大きさは、 Al^{3+} よりも O^{2-} の方が大きい。
⑤ Na^+ と Al^{3+} の電子配置は同じである。
⑥ H_3O^+ の三つの O—H 結合のうち一つは配位結合であり、他の二つの結合とは性質が異なる。
⑦ 0.01 mol/L の硫酸ナトリウム水溶液 1 L には、硫酸ナトリウムの電離により生じるイオンが 0.03 mol 存在する。
⑧ 多原子イオンには、陽イオンも陰イオンも存在する。

問8 日常生活に関連する物質の記述として下線部に誤りを含むものを、下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄 [8] にマークせよ。

- ① 油で揚げた菓子の袋に充填された窒素には、油が酸化されるのを防ぐ役割がある。
② 十円硬貨の金属光沢が失われるのは、銅が還元されるためである。
③ プラスチックによる環境問題の原因の一つは、ほとんどのプラスチックが自然界で分解されにくいことにある。
④ 雨水には空気中の二酸化炭素が溶けているため、大気汚染の影響がなくてもその pH は 7 より小さい。
⑤ セッケンを硬水中で使うと、軟水中よりも泡立ちが悪い。
⑥ 次亜塩素酸ナトリウムを主成分とする漂白剤に酸性洗剤を混ぜると、塩素ガスが発生して危険である。

II 以下の非金属元素に関する文章をよみ、設問1～6に答えよ。

4個の価電子をもつ非金属元素は、特徴的な性質をもつ単体の結晶をつくる。たとえば、(あ)原子がすべて(ア)により結びついてできた無色の結晶Aは、非常に硬く、屈折率が高い。これに対し、同じ(あ)原子からなる光沢のある灰黒色の結晶Bは、軟らかく、電気や熱をよく伝える。また、(い)原子がすべて(ア)で結びついてできた結晶は、金属光沢があり、半導体の性質を示す。

7個の価電子をもつ非金属元素は、(a)と呼ばれる。このうち、(う)の二原子分子は、分子どうしが(イ)により結びついて、室温で昇華性のある黒紫色の分子結晶をつくる。一方、(え)の二原子分子は、室温で刺激臭のある黄緑色の気体である。また、(え)の(b)イオンは、ナトリウムイオンと(ウ)により結びついて結晶Cを形成する。一般に、(ウ)により形成された結晶は、分子結晶に比べて融点が(c)い。

6個の価電子をもつ(お)原子は、8原子分子Dからなる安定な黄色の分子結晶をつくる。この8原子分子Dを空気中で燃焼させると、(お)原子一つに酸素原子二つが化合し、常温で水に溶ける無色の気体Xが得られる。

問1 (あ)～(お)に当てはまる最も適切な元素名の組合せを、下の①～⑩のうちから一つ選び、解答欄[9]にマークせよ。

	(あ)	(い)	(う)	(え)	(お)
①	ケイ素	炭素	ヨウ素	塩素	リン
②	ケイ素	炭素	ヨウ素	臭素	リン
③	ケイ素	炭素	臭素	塩素	硫黄
④	ケイ素	ホウ素	塩素	臭素	硫黄
⑤	ケイ素	ホウ素	臭素	塩素	リン
⑥	炭素	ホウ素	塩素	臭素	リン
⑦	炭素	ケイ素	ヨウ素	塩素	硫黄
⑧	炭素	ケイ素	ヨウ素	臭素	硫黄
⑨	炭素	ケイ素	臭素	塩素	リン
⑩	炭素	ホウ素	塩素	臭素	硫黄

問2 (ア), (イ), (ウ) に当てはまる最も適切な語句を, 下の①~⑤のうちから一つずつ選び, 解答欄 [10], [11], [12] にそれぞれマークせよ。ただし, 同じ番号を複数回選んでもよい。

- ① 配位結合 ② 共有結合 ③ 分子間力 ④ イオン結合 ⑤ 金属結合

問3 (a) ~ (c) に当てはまる最も適切な語句の組合せを, 下の①~⑧のうちから一つ選び, 解答欄 [13] にマークせよ。

	(a)	(b)	(c)
①	ハロゲン	陽	高
②	貴ガス (希ガス)	陽	高
③	ハロゲン	陽	低
④	貴ガス (希ガス)	陽	低
⑤	ハロゲン	陰	高
⑥	貴ガス (希ガス)	陰	高
⑦	ハロゲン	陰	低
⑧	貴ガス (希ガス)	陰	低

問4 結晶 A と 結晶 B のように, 同じ元素で構成されているが, 性質が異なる物質を互いに何というか。最も適切な語句を, 下の①~⑤のうちから一つ選び, 解答欄 [14] にマークせよ。

- ① 同素体 ② 同族体 ③ 異性体 ④ 同位体 ⑤ 置換体

問5 結晶 C を溶かした水溶液が示す性質として最も適切なものを, 下の①~⑥のうちから一つ選び, 解答欄 [15] にマークせよ。

- ① 酸性 ② 塩基性 ③ 電気伝導性 ④ 絶縁性 ⑤ 延性
⑥ 展性

問6 16 g の 8原子分子 D を燃焼させ, すべてが 気体 X になった場合, 気体 X は何 g 得られるか。最も近い値を, 下の①~⑥のうちから一つ選び, 解答欄 [16] にマークせよ。

- ① 4 ② 8 ③ 16 ④ 32 ⑤ 64 ⑥ 128

I 次の設問1～8に答えよ。

問1 典型元素に関する記述として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [17] にマークせよ。

- ① 周期表の1族、2族および12族から18族までに属する元素である。
- ② すべて非金属元素である。
- ③ 2族に属するすべての元素は典型元素であり、アルカリ金属と呼ばれている。
- ④ 同一周期では、原子番号が小さいほどイオン化エネルギーが大きく、陽イオンになりやすい。

問2 遷移元素に関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [18] にマークせよ。

- ① 第4周期元素では、最外殻電子は1個か2個である。
- ② イオン化傾向が大きい元素ほど酸化されやすい。
- ③ 単体は、典型元素の単体と比べ、融点が高く、密度が大きいものが多い。
- ④ 両性金属は、すべて遷移元素である。

問3 金属イオンに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [19] にマークせよ。

- ① 水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿にアンモニア水を加えると、沈殿が溶解する。
- ② 銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、沈殿が生じる。
- ③ 銀イオンを含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると、沈殿が生じる。
- ④ 二クロム酸イオンは、塩基性下でクロム酸イオンに変化する。

問4 酸化物に関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [20] にマークせよ。

- ① カルシウムの酸化物は、塩基性酸化物である。
- ② 二酸化ケイ素は、水に溶けにくい。
- ③ アルミニウムの酸化物は、酸とも強塩基とも反応する両性酸化物である。
- ④ 第3周期元素の酸化物の性質は、原子番号の増加に伴い、酸性から両性を経て、塩基性になる。

問5 酸と塩基に関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選び、
解答欄 [21] にマークせよ。

- ① 酸や塩基の強弱は、酸や塩基の価数には関係しない。
- ② pH=1.0 の塩酸を蒸留水で 100 倍に希釈すると、pH=3.0 になる。
- ③ 水は、酸としても塩基としてもはたらく。
- ④ 中和反応が進行すると、溶液の温度は低下する。

問6 酸化と還元に関する記述として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、
解答欄 [22] にマークせよ。

- ① 硫化水素が水素イオンを放出するとき、硫黄原子は酸化される。
- ② 酸化と還元が同時に起こることはない。
- ③ 酸化マンガン (IV) 中のマンガン原子の酸化数は+7である。
- ④ ハロゲンの単体の酸化作用の強さは、 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ の順である。

問7 合金に関する記述として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、
解答欄 [23] にマークせよ。

- ① 鉄にクロムとニッケルを混合した合金を、ステンレス鋼という。
- ② 銅とニッケルの合金を、黄銅 (しんちゅう) という。
- ③ 銅に亜鉛を混合した合金を、青銅という。
- ④ 鉄にアルミニウムとマグネシウムを添加した合金を、ジュラルミンという。

問8 セラミックスに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選び、
解答欄 [24] にマークせよ。

- ① ケイ砂や粘土などの無機物質を高温で処理して得られる固体材料を、セラミックスという。
- ② 二酸化ケイ素、ホウ砂および酸化カルシウムを主成分とするガラスを、ホウケイ酸ガラスという。
- ③ セメントに砂、小石および水を加えて固めたものを、コンクリートという。
- ④ 高純度の無機物質を、精密に制御した条件で焼き固めたセラミックスを、ニューセラミックス (ファインセラミックス) という。

II 以下の酸化還元滴定に関する文章をよみ、設問1～5に答えよ。

オキシドールは、過酸化水素 H_2O_2 の低濃度水溶液であり、医療用の外用殺菌消毒剤として市販されている。オキシドールに含まれる過酸化水素の濃度を、以下のように測定した。

操作1 乾燥したシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を、天秤で (A) [g] 量り取った。これを 100 mL のビーカー内で蒸留水に溶かしたのち、100 mL の (1) にすべて移し、標線まで蒸留水を加えてよく振り混ぜ、0.0500 mol/L のシュウ酸水溶液を調製した。

操作2 操作1で調製したシュウ酸水溶液を、10 mL の (2) で正確に量り取り、空のコニカルビーカーに移した。この中に硫酸を加えて、シュウ酸の硫酸酸性水溶液を調製した。この硫酸酸性水溶液を $80\text{ }^\circ\text{C}$ に温めたのち、濃度不明の過マンガン酸カリウム水溶液を (3) から少しずつ滴下したところ、8.00 mL 加えたときに反応の終点に達した。

操作3 次に、市販のオキシドールを蒸留水で正確に10倍に希釈した水溶液を、10 mL の (2) で正確に量り取り、空のコニカルビーカーに移した。この中に硫酸を加えて、硫酸酸性水溶液を調製した。この調製した水溶液に過マンガン酸カリウム水溶液を (3) から少しずつ滴下したところ、14.40 mL 加えたときに反応の終点に達した。

問1 操作1の(A)に当てはまる数値として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄 [25] にマークせよ。

- ① 0.270 ② 0.450 ③ 0.540 ④ 0.630 ⑤ 0.670 ⑥ 0.900

問2 (1), (2), (3) に当てはまる最も適切な実験ガラス器具を、下の①～⑥のうちから一つずつ選び、解答欄 [26], [27], [28] にそれぞれマークせよ。ただし、同じ番号を複数回選んでもよい。

- ① 駒込ピペット ② ホールピペット ③ 試験管
④ メスフラスコ ⑤ ビュレット ⑥ メスシリンダー

問3 操作2および操作3において反応の終点に達したことを示すコニカルビーカー内の現象として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [29] にマークせよ。

- ① 赤紫色の沈殿が生じた。
② 褐色の沈殿が生じた。
③ 気泡が生じた。
④ 滴下した水溶液の赤紫色が消えなくなった。
⑤ 赤紫色から無色へと変化した。

問4 操作2および操作3の滴定操作に用いた過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [30] にマークせよ。

- ① 0.0125 ② 0.0250 ③ 0.0625 ④ 0.125 ⑤ 0.156

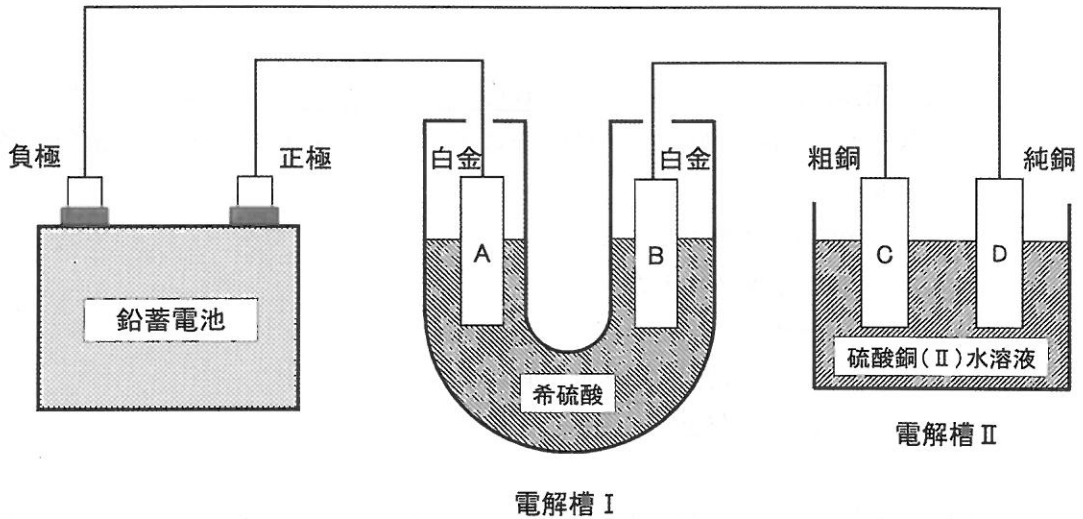
問5 実験に用いた市販のオキシドールに含まれる過酸化水素のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [31] にマークせよ。

- ① 0.450 ② 0.900 ③ 2.25 ④ 4.50 ⑤ 5.62

3

I 次の文章をよみ、設問1～3に答えよ。気体はすべて理想気体とし、溶液には溶解しないものとする。

電源に鉛蓄電池を用い、電解槽 I および電解槽 II を下図のように直列につないだ。電解槽 I では、U 字管に希硫酸を入れ、電極 A および B には白金を用いた。一方、電解槽 II では、硫酸酸性の硫酸銅 (II) 水溶液 (濃度 $4.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$) 1.0 L を電解液とし、電極 C には銀を含む粗銅、電極 D には純粋な銅を用いた。

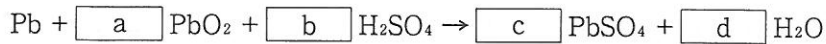


問1 次の文章中の空欄 [ア] ~ [カ] に当てはまる語句の組合せとして最も適切なものを、下の①~⑧のうちから一つ選び、解答欄 [32] にマークせよ。

電気分解では、電池の正極につながっている電極を [ア] 極、負極につながっている電極を [イ] 極という。[ア] 極では [ウ] 反応が起こり、[イ] 極では [エ] 反応が起こる。電池の [オ] 極では酸化反応が起こり、[カ] 極では還元反応が起こる。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ
①	陽	陰	酸化	還元	正	負
②	陽	陰	酸化	還元	負	正
③	陽	陰	還元	酸化	正	負
④	陽	陰	還元	酸化	負	正
⑤	陰	陽	酸化	還元	正	負
⑥	陰	陽	酸化	還元	負	正
⑦	陰	陽	還元	酸化	正	負
⑧	陰	陽	還元	酸化	負	正

問2 鉛蓄電池の正極と負極で起こった化学反応を合わせて示すと次の化学反応式になる。



空欄 $\boxed{\text{a}}$, $\boxed{\text{b}}$, $\boxed{\text{c}}$, $\boxed{\text{d}}$ に当てはまる最も適切な数値を, 下の①～⑤のうちから一つずつ選び, 解答欄 [33], [34], [35], [36] にそれぞれマークせよ。化学反応式の係数が1のときは1として答えよ。ただし, 同じ番号を複数回選んでもよい。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問3 この装置を用いて, ある時間電気分解を行ったところ, 鉛蓄電池の正極の質量が1.6 g 増加し, 電極Aと電極Bから気体Eと気体Fがそれぞれ発生した。以下の(a)～(d)に答えよ。ただし, 流れた電流はすべて電気分解に使用されたものとする。

(a) この電気分解において, 鉛蓄電池から取り出された電気量は何クーロン [C] か。最も近い値を, 下の①～⑧のうちから一つ選び, 解答欄 [37] にマークせよ。

- ① 1.6×10^3 ② 2.4×10^3 ③ 3.2×10^3 ④ 4.8×10^3
⑤ 6.4×10^3 ⑥ 7.2×10^3 ⑦ 8.0×10^3 ⑧ 9.7×10^3

(b) 電解槽Iで発生した気体Eと気体Fは何か。最も適切なものを, 下の①～⑤のうちから一つずつ選び, 解答欄 [38], [39] にそれぞれマークせよ。ただし, 同じ番号を複数回選んでもよい。

- ① 酸素 ② 水素 ③ 塩素 ④ 二酸化硫黄 ⑤ メタン

(c) 電極Bで発生した気体Fの体積は標準状態において何 mL か。最も近い値を, 下の①～⑧のうちから一つ選び, 解答欄 [40] にマークせよ。

- ① 140 ② 280 ③ 420 ④ 560
⑤ 700 ⑥ 840 ⑦ 980 ⑧ 1120

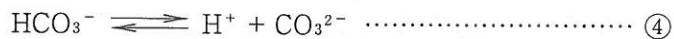
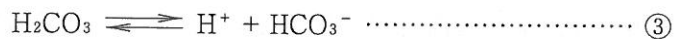
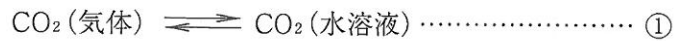
(d) 電気分解終了後の電極Dの質量の変化量について, 最も適切なものを, 下の①～⑧のうちから一つ選び, 解答欄 [41] にマークせよ。

- ① 0.53 g 増加 ② 0.53 g 減少 ③ 1.1 g 増加 ④ 1.1 g 減少
⑤ 1.6 g 増加 ⑥ 1.6 g 減少 ⑦ 3.2 g 増加 ⑧ 3.2 g 減少

II 次の文章をよみ、設問1～4に答えよ。

一般に、気体の水への溶解度は温度を高くすると小さくなる。これは、温度が高くなるほど溶解した気体分子の あ が激しくなり、溶液中から飛び出しやすくなるためである。

式①～④に示すように、二酸化炭素 CO_2 は水に溶解し2段階に電離して、炭酸水素イオン HCO_3^- と炭酸イオン CO_3^{2-} を生成する。



実際には、電離一段階目の式③は、式②の CO_2 と平衡の影響を受けるので、見かけ上の電離平衡は、式③' のようになる。



ここで、水に溶解した CO_2 の電離一段階目(式③')と二段階目(式④)の 27°C における電離定数 K_{a1} 、 K_{a2} は、それぞれ次の値とする。

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2(\text{水溶液})]} = 5.0 \times 10^{-7} \text{ [mol/L]}$$

$$K_{a2} = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = 5.0 \times 10^{-11} \text{ [mol/L]}$$

問1 文章中の空欄 あ に当てはまる最も適切な語句を、下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄 [42] にマークせよ

- | | | |
|--------|-------|-------|
| ① 加水分解 | ② 熱運動 | ③ 熱分解 |
| ④ 酸化反応 | ⑤ 燃焼 | ⑥ 転移 |

問2 体積 V [L] の水に対し、溶解平衡に達するまでに溶解したすべての CO_2 の物質質量 W [mol] について、水溶液中の各化学種のモル濃度 [CO_2 (水溶液)], [H_2CO_3], [HCO_3^-], [CO_3^{2-}] を用いて表すと、次の式になる。

$$W = (\text{い})[\text{CO}_2(\text{水溶液})] + (\text{う})[\text{H}_2\text{CO}_3] + (\text{え})[\text{HCO}_3^-] + (\text{お})[\text{CO}_3^{2-}] \times V$$

空欄 , , , に当てはまる最も適切な数値を、下の①～⑤のうちから一つずつ選び、解答欄 [43], [44], [45], [46] にそれぞれマークせよ。係数が1のときは1として答えよ。ただし、同じ番号を複数回選んでもよい。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問3 式③' の電離における電離定数 K_{a1} を表す式として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [47] にマークせよ。ただし、溶解平衡に達するまでに溶解したすべての CO_2 のモル濃度を c [mol/L], 電離度を α とし、二段階目の HCO_3^- の電離 (式④) は無視できるものとする。

- ① $\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$ ② $\frac{c^2\alpha^2}{1-\alpha}$ ③ $\frac{c\alpha}{(1-\alpha)^2}$ ④ $\frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$ ⑤ $\frac{\alpha^2}{c(1-\alpha)}$

問4 体積を自由に変えることができる容器に水 0.4 L と CO_2 0.13 mol を封入した。この容器内の温度を 27°C , 圧力を 2.5×10^5 Pa に保ち、溶解平衡に達するまで放置したところ、気体の体積は 1.0 L になった。以下の(a)および(b)に答えよ。ただし、 CO_2 は理想気体としてふるまい、水への溶解はヘンリーの法則にしたがうものとする。 CO_2 の水への溶解に伴う水の体積変化、水の蒸気圧は無視できるものとする。

(a) 溶解平衡に達するまでに水に溶解したすべての CO_2 の物質質量は何 mol か。最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [48] にマークせよ。

- ① 0.004 ② 0.01 ③ 0.03 ④ 0.05 ⑤ 0.10

(b) 式③' の電離において、 CO_2 (水溶液) の HCO_3^- への電離度 α はいくらか。最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [49] にマークせよ。

ただし、 $\sqrt{2}=1.41$, $\sqrt{3}=1.73$, $\sqrt{5}=2.24$ とする。

- ① 1.3×10^{-3} ② 2.6×10^{-3} ③ 4.1×10^{-3}
④ 5.8×10^{-3} ⑤ 8.2×10^{-3}

I 以下の文章をよみ、次の設問1～8に答えよ。

安息香酸、フェノール、アニリンと化合物Aを含むジエチルエーテル溶液がある。この溶液から下記の操作1～5により各化合物を分離した。

操作1 ジエチルエーテル溶液を分液ろうとに入れ、塩酸を加え十分に振って静置した。

操作2 分離した水層を取り出した。

操作3 ジエチルエーテル層に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加えてよく混ぜ、水層を取り出した。

操作4 ジエチルエーテル層に水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく混ぜ、水層を取り出した。

操作5 残ったジエチルエーテルを蒸発させると化合物Aが得られた。化合物Aを過マンガン酸カリウムで酸化したのち加熱したところ、無水フタル酸が生成した。

問1 操作1において、ジエチルエーテル層が（ア）となる。（ア）に当てはまる最も適切な語句を、下の①～③のうちから一つ選び、解答欄 [50] にマークせよ。

- ① 上層 ② 中間層 ③ 下層

問2 操作2で得られた水層に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性になると、ある化合物が遊離した。この化合物の検出に用いられる試薬として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [51] にマークせよ。

- ① さらし粉水溶液 ② フェーリング液 ③ ヨウ化カリウム水溶液
④ 硝酸銀水溶液 ⑤ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液

問3 操作3で得られた水層に希塩酸を加えて酸性にすると、ある化合物が遊離した。この化合物の化学式として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [52] にマークせよ。

- ① C_6H_6 ② C_6H_7N ③ $C_7H_6O_2$ ④ C_6H_6O ⑤ $C_6H_5NO_2$

問4 操作4で得られた水層に希塩酸を加えて酸性にすると、ある化合物が遊離した。この化合物の検出に用いられる試薬として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [53] にマークせよ。

- ① さらし粉水溶液 ② フェーリング液 ③ ヨウ化カリウム水溶液
④ 硝酸銀水溶液 ⑤ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液

問5 操作5で得られた化合物Aの元素分析と分子量測定を行ったところ、その分子式が C_8H_{10} で表せることがわかった。化合物Aの構造式として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [54] にマークせよ。



問6 フェノールは、合成樹脂の原料としても用いられる。酸触媒を用いてホルムアルデヒドと付加縮合すると、中間生成物Bを生じる。これに硬化剤を加えて加熱するとフェノール樹脂(ベークライト)が得られる。中間生成物Bの名称として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [55] にマークせよ。

- ① ビニロン ② レゾール ③ ナイロン
④ ノボラック ⑤ エポナイト

問7 アニリンの希塩酸溶液を冷しながら亜硝酸ナトリウムと作用させたのち、ナトリウムフェノキシドと反応させると橙赤色に発色する。この反応の名称として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [56] にマークせよ。

- ① 銀鏡反応 ② ビウレット反応 ③ ジアゾカップリング反応
④ ニンヒドリン反応 ⑤ ヨードホルム反応

問8 ジエチルエーテルに関する記述として正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [57] にマークせよ。

- ① エタノールと濃硫酸の混合物を約 $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ に加熱すると得られる。
② 触媒を用いて重合すると、熱可塑性樹脂が得られる。
③ ナトリウムと反応させると、水素を発生する。
④ ニクロム酸カリウムと反応させると、アルデヒドを生じる。
⑤ フェーリング液を加えると、赤色沈殿を生じる。

II 以下の文章をよみ、次の設問1～6に答えよ。

油脂は、(a) 価のアルコールである (あ) の1分子と、高級脂肪酸の (b) 分子からなるエステルである。油脂は混合物であって、その分子量や不飽和結合の数は一定ではない。これらの値を推定するために、実験1および実験2を行い、次のような結果を得た。

[実験1] 油脂C 12.9 g を過不足なく加水分解するためには、1.92 g の水酸化ナトリウムを要した。

[実験2] 油脂D を加水分解したのち中和すると、オレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$ とリノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$ の混合物が得られた。この混合物 8.40 g が、ニッケル触媒の存在下で水素と完全に反応するのに、標準状態で 1.12 L の水素が必要であった。

問1 (a), (b) に当てはまる数字の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選び、解答欄 [58] にマークせよ。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
a	1	2	2	3	3	1	2
b	1	2	3	2	3	2	1

問2 (あ) に当てはまる語句として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [59] にマークせよ。

- ① グルコース ② グリコール ③ グリセリン
④ グリシン ⑤ グリコーゲン

問3 油脂は、動物の皮下組織などに蓄えられていて、体内では酵素によって加水分解される。主に油脂を分解する酵素として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [60] にマークせよ。

- ① カタラーゼ ② リパーゼ ③ アミラーゼ
④ ペプシン ⑤ スクララーゼ

問4 [実験1] で得られた脂肪酸のナトリウム塩を溶かした水 (セッケン水) に灯油を加えて振とうとすると、溶液中に微細な小滴が分散する。この現象を何というか。最も適切な語句を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [61] にマークせよ。

- ① 乳化 ② 酸化 ③ けん化 ④ イオン化 ⑤ 活性化

問5 [実験1]の結果より油脂Cの平均分子量を求め、最も近い値を、下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄 [62] にマークせよ。

- ① 269 ② 343 ③ 537 ④ 806 ⑤ 881 ⑥ 1075

問6 [実験2]の結果より2種類の高級脂肪酸の物質質量比（オレイン酸：リノール酸）を求め、最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選び、解答欄 [63] にマークせよ。

- ① 1:1 ② 1:2 ③ 1:3 ④ 1:4 ⑤ 2:1
⑥ 3:1 ⑦ 4:1